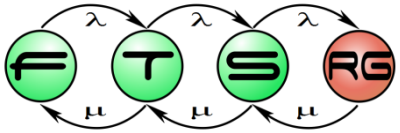
Domain-specifikus modellezés az Eclipse Modeling Framework használatával



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

Domain-specifikus nyelvek: miért?

- A mai szoftverfejlesztés kihívásai
  - Komplexitás
    - Növekvő fejlesztési idő és költség
  - Sokféleség
    - Domain, követelmény, implementációs technika, eszköz
  - Változás
    - Környezet, követelmények, hibajavítások…

Domain-specifikus nyelvek

- Cél: a szakterületi fogalmakkal fejezzük ki magunkat
  - Absztrakciós szint növelése
  - Szakértő (nem fejlesztő) is értse a modellt!
- Domain-specifikus nyelv (Domain Specific Language)
  - Pl. HTML, SQL, reguláris kifejezések
- Lehetne általános célú nyelv (General Purpose Language)
  - Pl. Java, C stb.
  - De túl implementációspecifikus
  - Szakértő nem tudja hatékonyan használni

Domain-specifikus nyelvek: mikor?

- Előnyök
  - Specifikus problémák gyorsabb megoldása
  - Követelmények kifejezése a problématér szintjén
  - Automatikus validáció
- Hátrányok
  - Jártasság szükséges a szakterületben (költség)
  - Nyelvtan megalkotása szubjektív, bonyolult
  - Eszköztámogatás fejlesztése költséges lehet (a behatárolt alkalmazhatósághoz képest)
  - Inkompatibilis DSL-ek elterjedhetnek ugyanarra a területre
    - Szabványosítás

Nyelv-alapú fejlesztés

- Nyelv:
  - Modellek leírása
  - Emberek számára
  - Cél: problématerület áttekintése
- Biztosítandó
  - Futtatás
  - Analízis
  - Tesztelés
  - Implementáció
  - …

Nyelvek együttes kezelése

- Feladat: több nyelv együttes kezelése
  - Transzformáció
  - Aspektus integráció
  - Szinkronizáció
  - Finomítás és ekvivalencia vizsgálata
  - Evolúció
- Hasonlóan az aspektus-orientált programozáshoz
  - Több szempont
  - Azonos rendszer

Az UML lehetőségei és korlátai

- Előnyök:
  - Standard közös nyelv
  - Vizuális
- Hátrányok:
  - Nem formális szemantika
    - Nincs egy közös, általánosan használható szemantika
  - Korlátozott hatókör
    - UML Profilok
  - Nem domain-specifikus
  - Unified (NOT Universal) Modeling Language

Metamodellezés

Modellező nyelvek tervezése

Modellező nyelvek tervezése

- Metamodellezés: Tervezési metodológia modellező nyelvekhez
- Metamodell: egy modellező nyelv modellje
- Részei:
  - Absztrakt szintaxis
  - Konkrét szintaxis
  - Jólformáltsági szabályok
- További lehetőségek:
  - Szemantika
  - Leképezések más nyelvekre

Konkrét szintaxis

- Ahogy a felhasználó “látja”
- Nyelvenként lehet többféle is
- Fajtái
  - Szöveges szintaxis
  - Grafikus szintaxis

Konkrét szintaxis

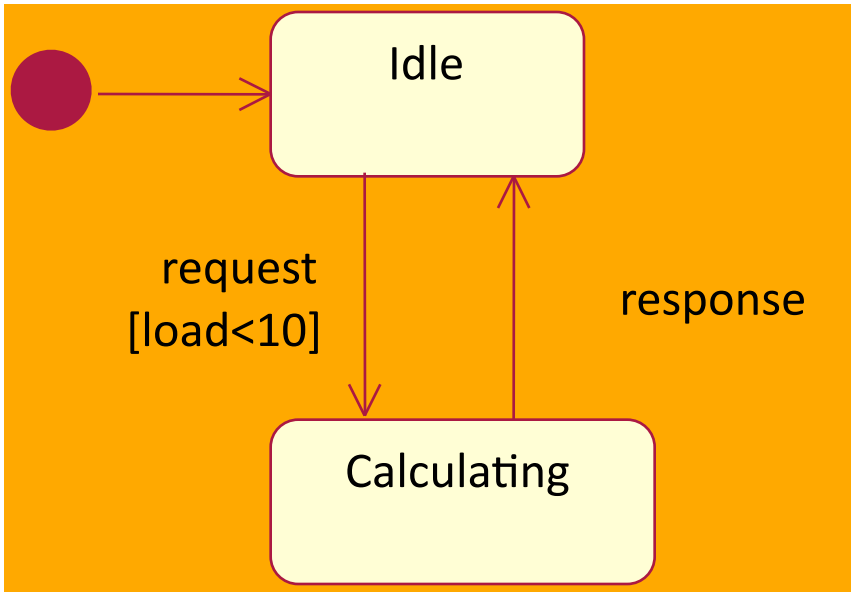
- Grafikus leírás
  - + Könnyen olvasható: Intuitív, könnyen érthető jelölésrendszer
  - + Biztonságosan írható: Csak szintaktikailag helyes modellek készíthetőek
  - – Nehéz írni: A grafikus szerkesztés lassabb…
  - – Nem jól skálázódik
    - – Nagy modellek kezelése problémás
- Eclipse technológiák: jövő héttől

Konkrét szintaxis

- Szöveges leírás
  - + Könnyen írható
    - Komplex kifejezések megadása gyorsan
  - + Jól skálázódik
    - 10k soros fájl jól kezelhető
  - – Nehéz olvasni
    - Áttekinthetőség, kapcsolatok megjelenítésének hiánya
  - – Nehéz karbantartani
    - Névvel történő hivatkozások
- Eclipse technológiák: októberben

Példa: konkrét szintaxis

- Grafikus jelölés



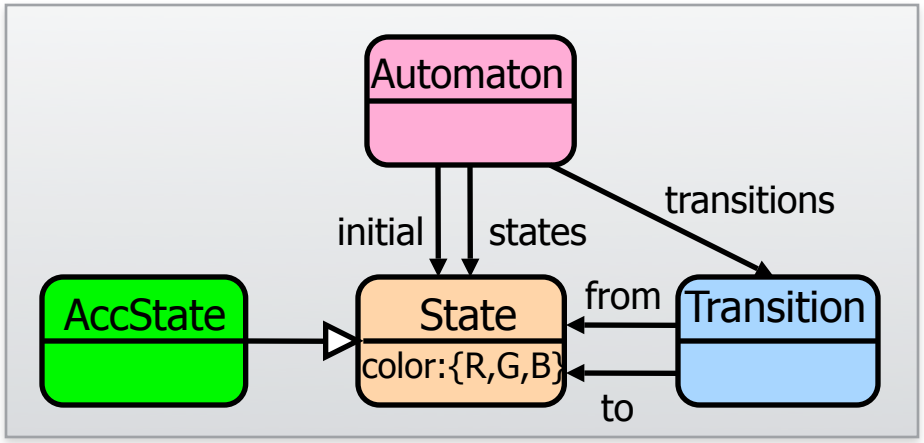
- Szöveges jelölés

```
void request() {
 if(state == IDLE &&
          this.load <
  10)
                 state =
  CALCULATING;
}

void response() {
 if (state ==
  CALCULATING)
                 state =
  IDLE;
}
```

Absztrakt szintaxis (metamodell)

- Metamodell: a modellező nyelv modellje
- Cél: definiálni...
  - a nyelv által tartalmazott koncepciókat
  - és az ezek közötti lehetséges kapcsolatokat
- Tartalma:
  - Alapelemek definíciója
  - Kapcsolatok az elemek között
  - Absztrakció/finomítás (Taxonómia, Ontológia) az elemek között
  - Kényszerek (pl. számosság)
  - (Egyéb jólformáltsággal kapcsolatos szabályok)

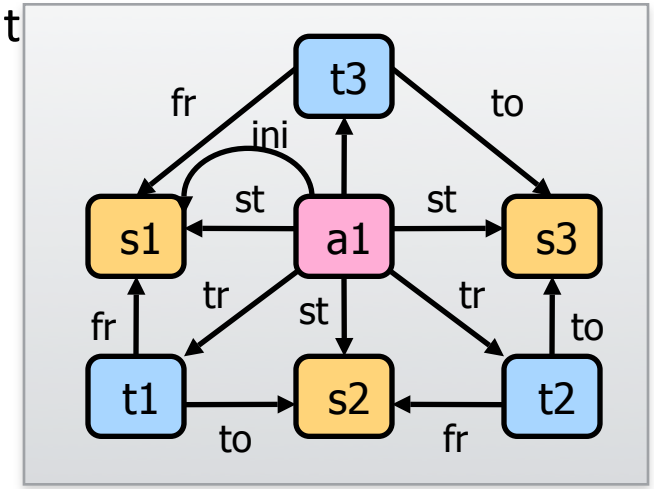
Metamodellek és példányok



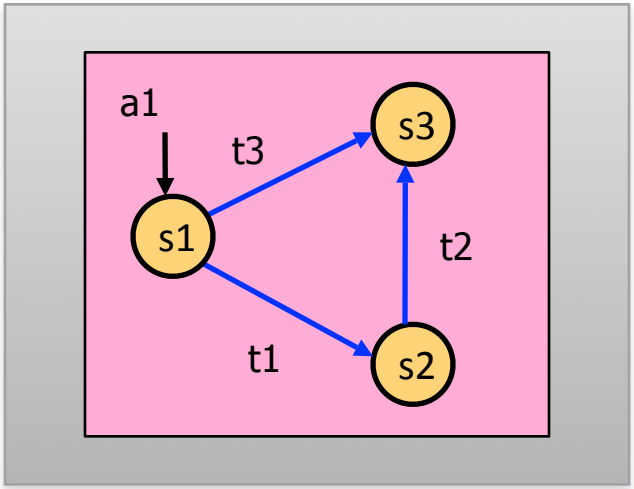
Metamodell szint

Metamodell

Modell szint

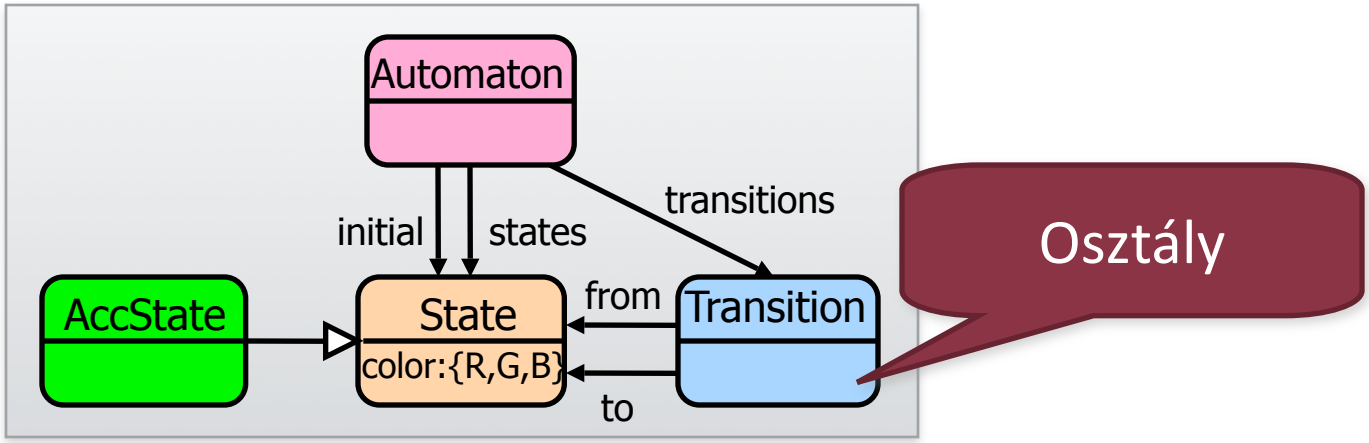


Absztrakt szintaxis



Konkrét szintaxis

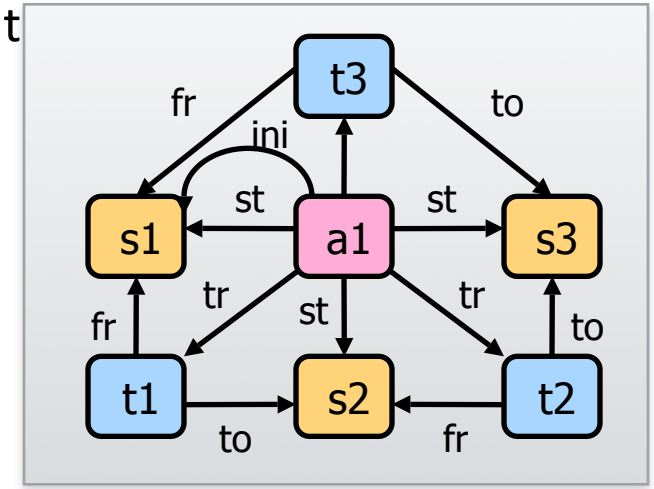
Metamodellek és példányok



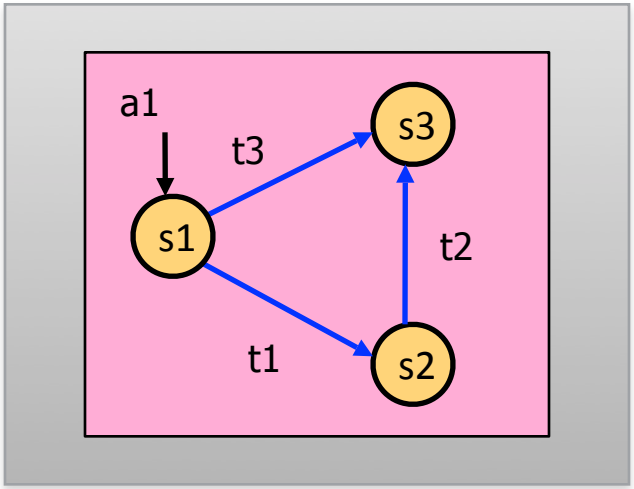
Metamodell

Metamodell szint

Modell szint

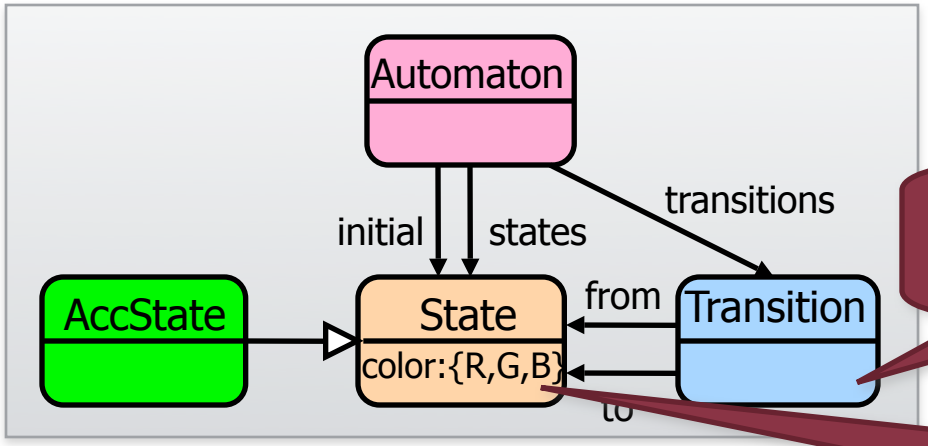


Absztrakt szintaxis



Konkrét szintaxis

Metamodellek és példányok



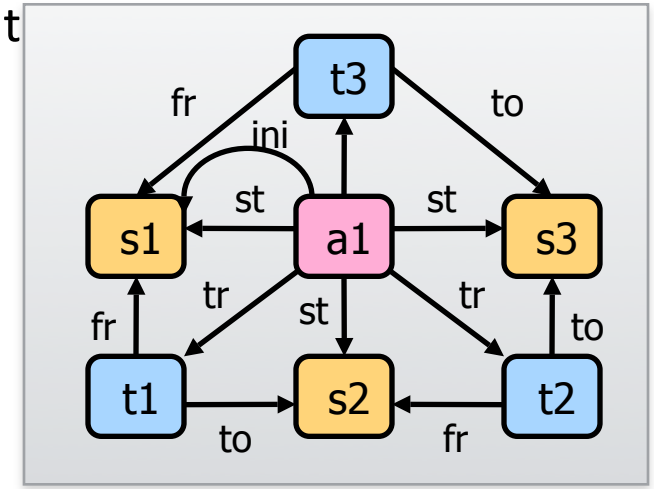
Osztály

Attribútum

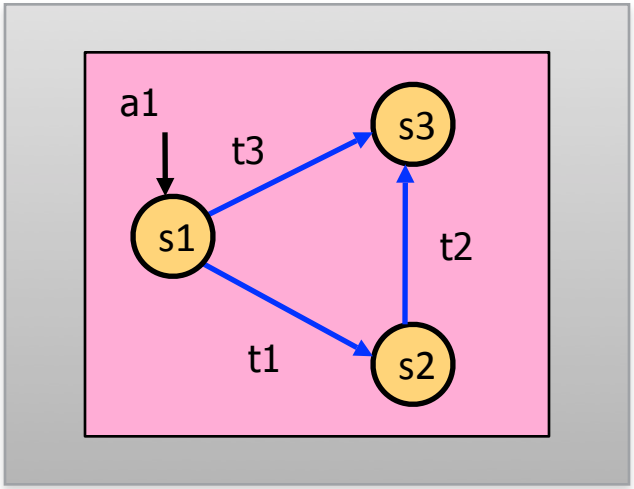
Metamodell

Metamodell szint

Modell szint

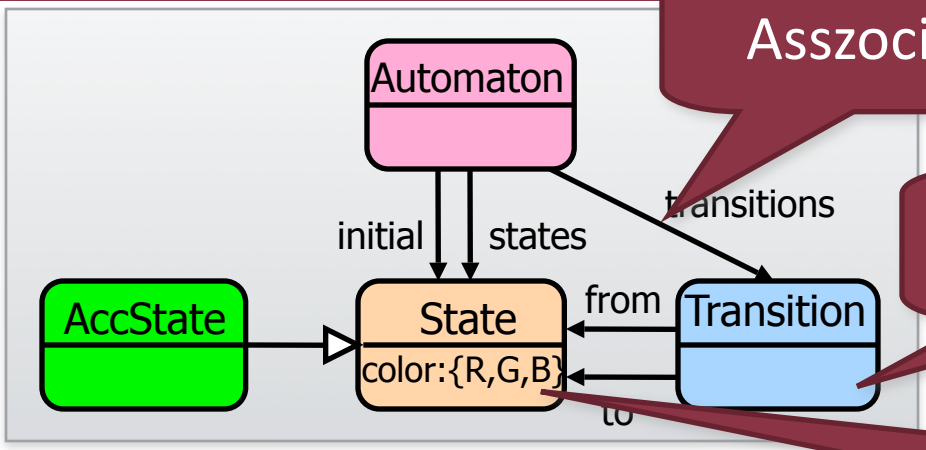


Absztrakt szintaxis



Konkrét szintaxis

Metamodellek és példányok



Asszociáció

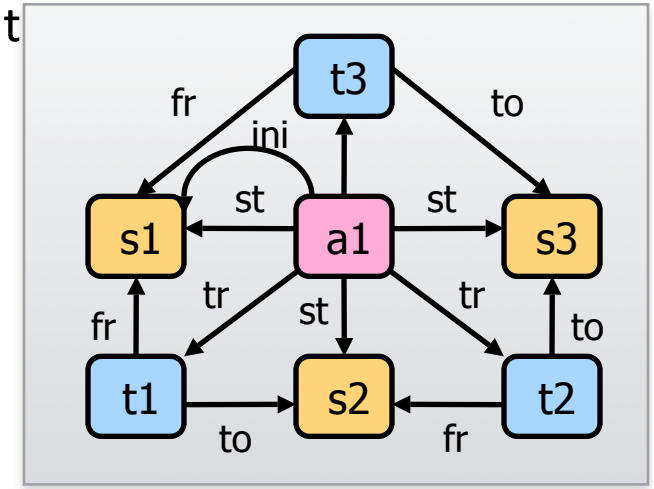
Osztály

Attribútum

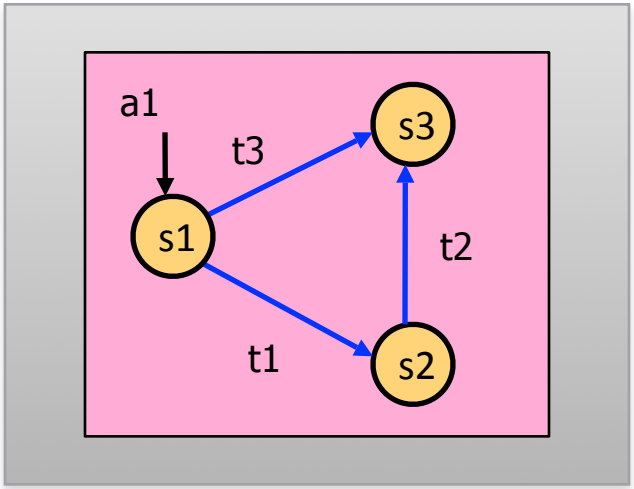
Metamodell

Metamodell szint

Modell szint

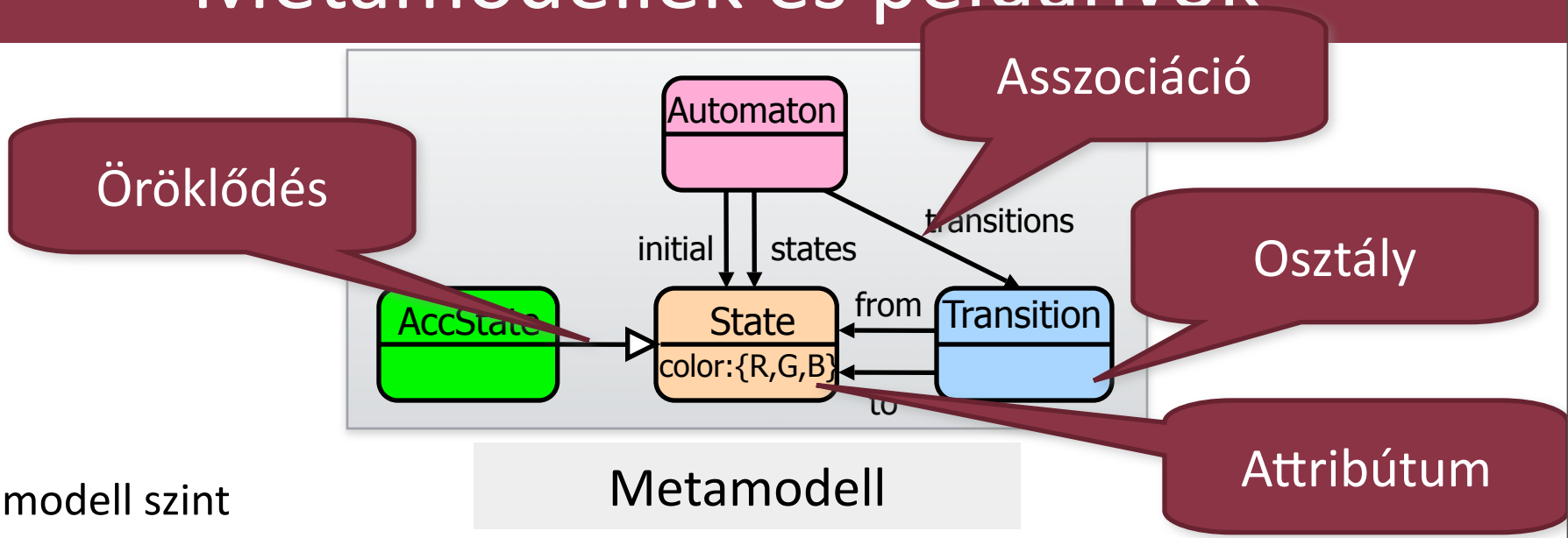


Absztrakt szintaxis



Konkrét szintaxis

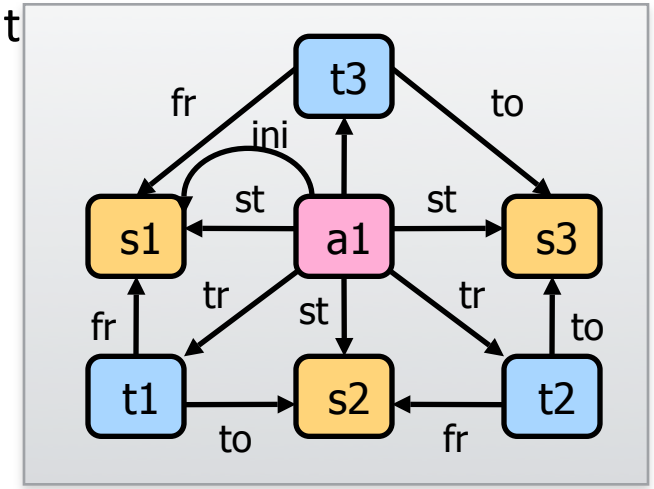
Metamodellek és példányok



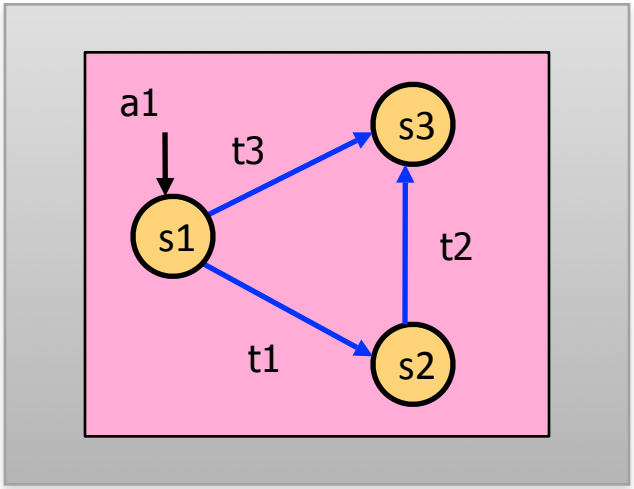
Metamodell szint

Metamodell

Modell szint

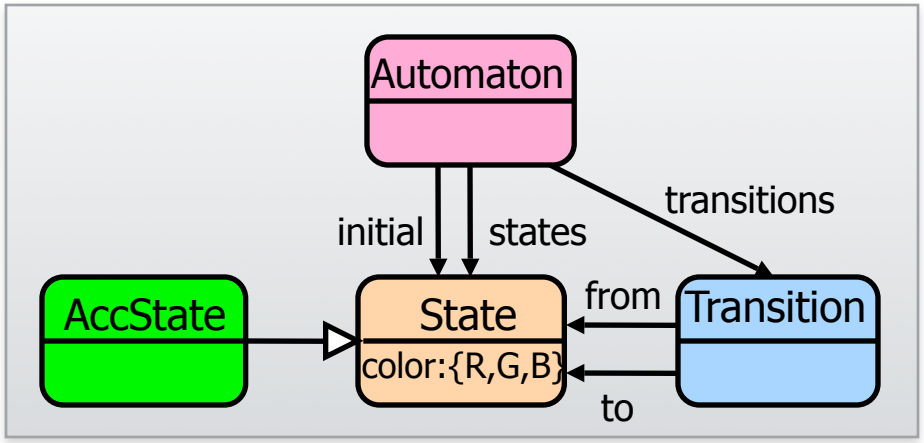


Absztrakt szintaxis



Konkrét szintaxis

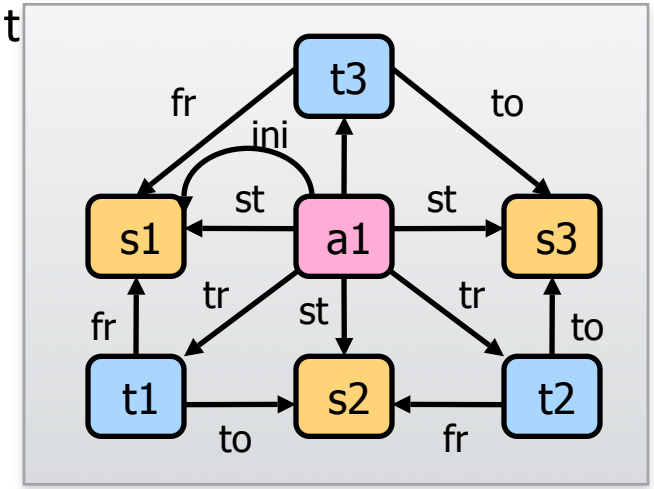
Metamodellek és példányok



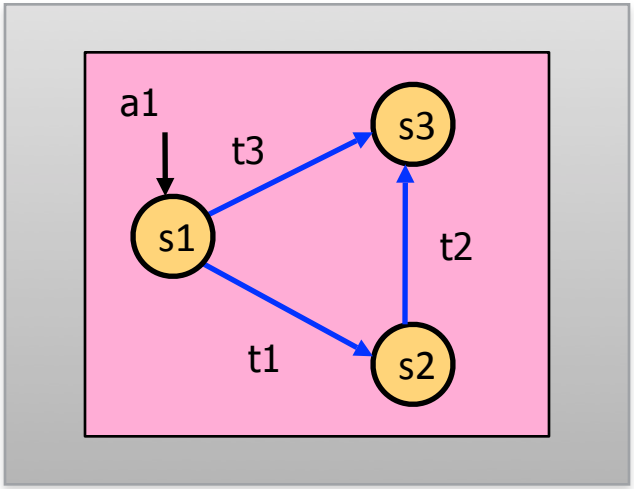
Metamodell szint

Metamodell

Modell szint

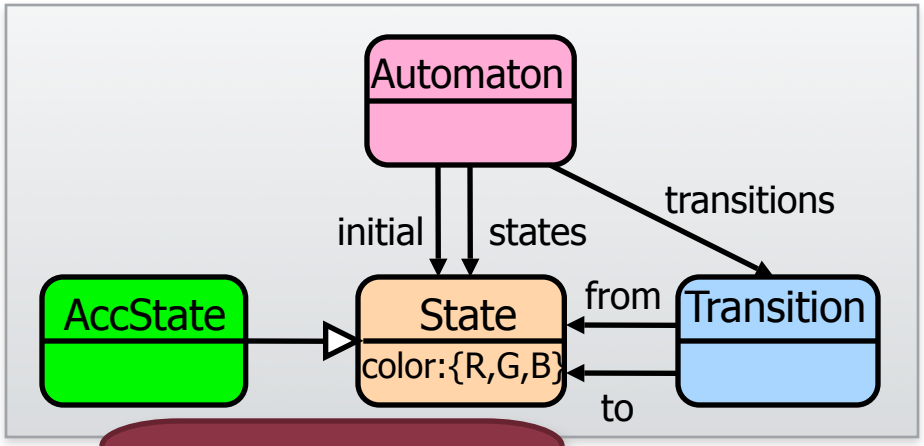


Absztrakt szintaxis



Konkrét szintaxis

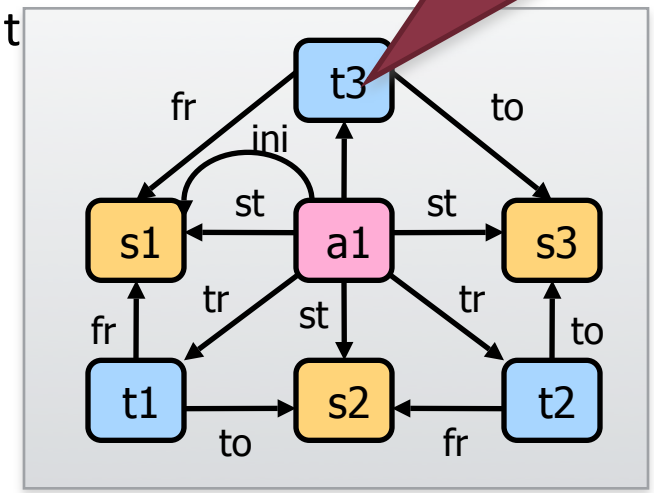
Metamodellek és példányok

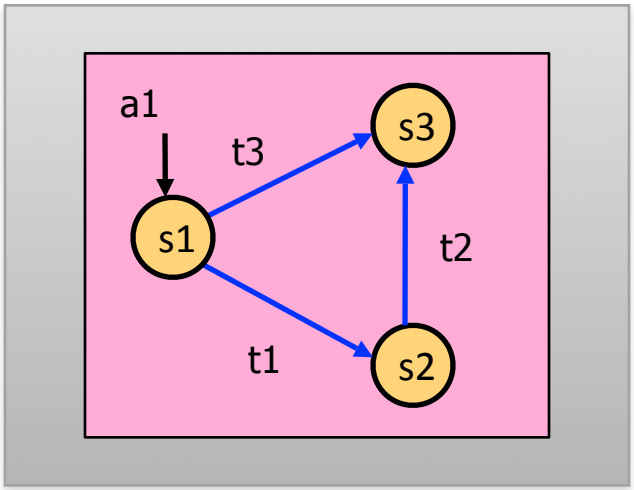


Objektum

Metamodell szint

Modell szint

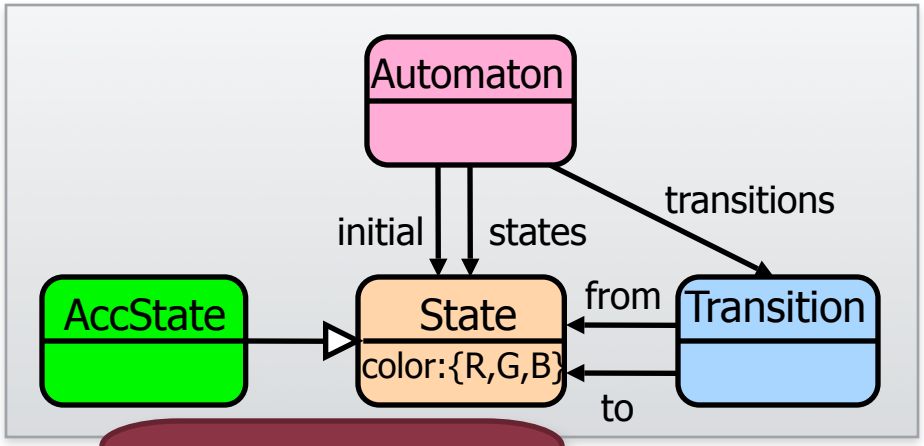




Absztrakt szintaxis

Konkrét szintaxis

Metamodellek és példányok

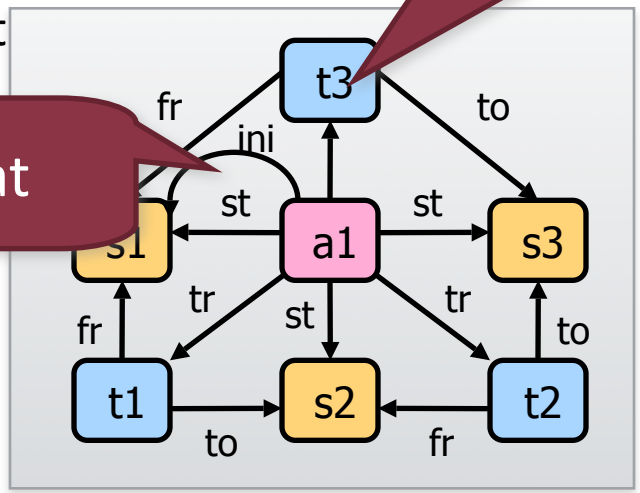


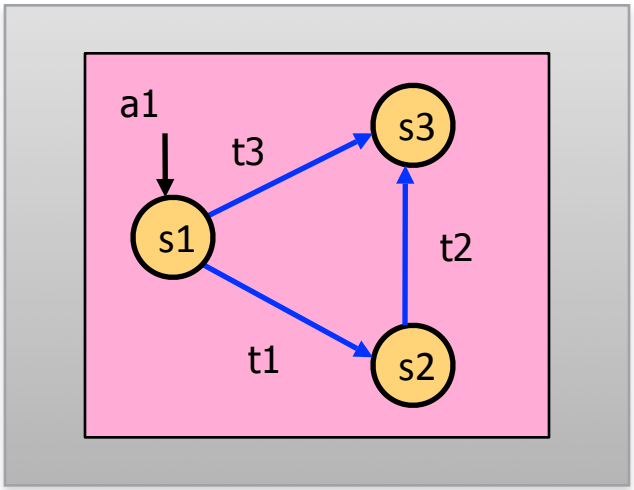
Objektum

Metamodell szint

Modell szint

Kapcsolat

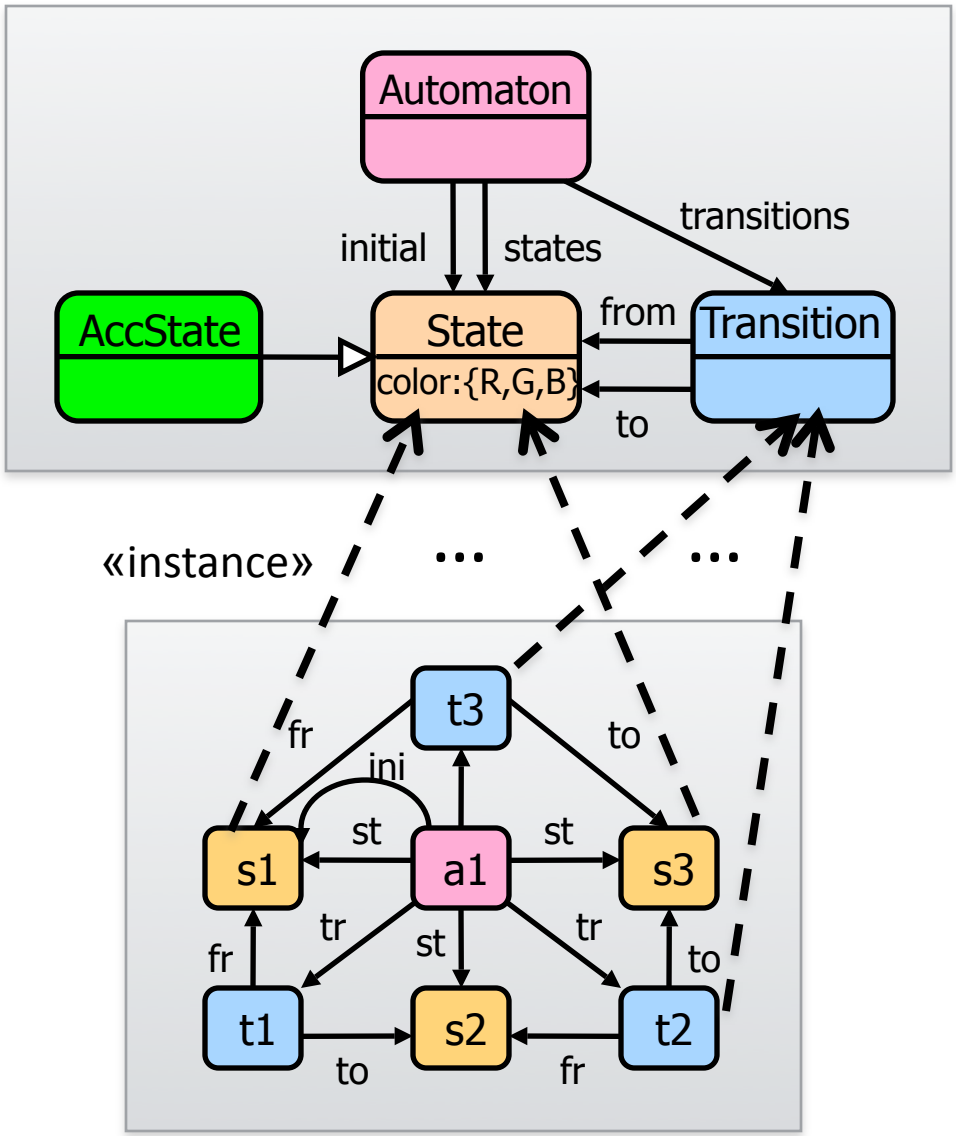




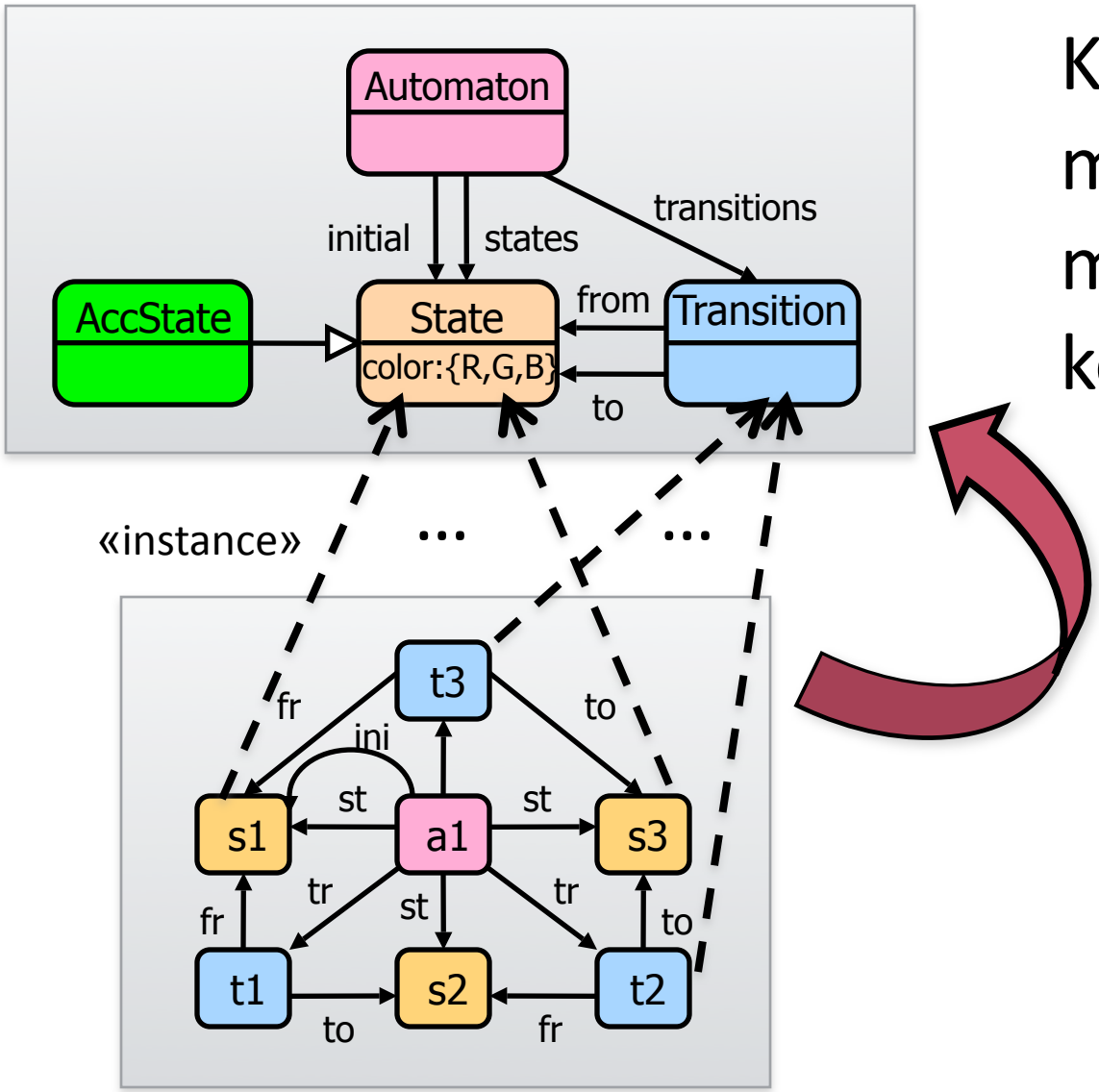
Absztrakt szintaxis

Konkrét szintaxis

Példányosítás



Példányosítás



Kapcsolat modellszint és metamodell szint között

Létező metamodellek

- Különböző alkalmazási domainek az UML körül
  - SysML (rendszerfejlesztés)
  - SPEM (folyamat modellezés)
  - CWM (adattárházak)
  - GRM (általános erőforrás metamodell)
  - EDOC (nagyvállalati elosztott rendszerek)

Jólformáltsági szabályok

- Számossági kényszerek
  - Legfeljebb egy: 0..1
  - Sok: *
- Aggregáció/Tartalmazás
  - Minden modellelemnek legfeljebb egy szülő
- Nyelvspecifikus kényszerek
  - Pl. egyedi nevek
  - Pl. OCL-ben (Object Constraint Language) kifejezhető

Szemantika

- Szemantika: a nyelv fogalmainak jelentése
- Hogyan értelmezzük a modellt
- Statikus szemantika
  - Eddig erről volt szó
- Dinamikus szemantika
  - Lehetséges viselkedés
  - Állapotváltozások

Szemantika

- Fő megközelítések:
  - Denotációs
    - Egyik nyelv fogalmainak lefordítása a másik nyelvre
    - Fordított
  - Operációs
    - A nyelvi fogalmak viselkedésének modellezése
    - Interpretált
  - ~~Axiomatikus~~
    - ~~Logikai formulák~~
    - ~~Nehezen értelmezhető~~

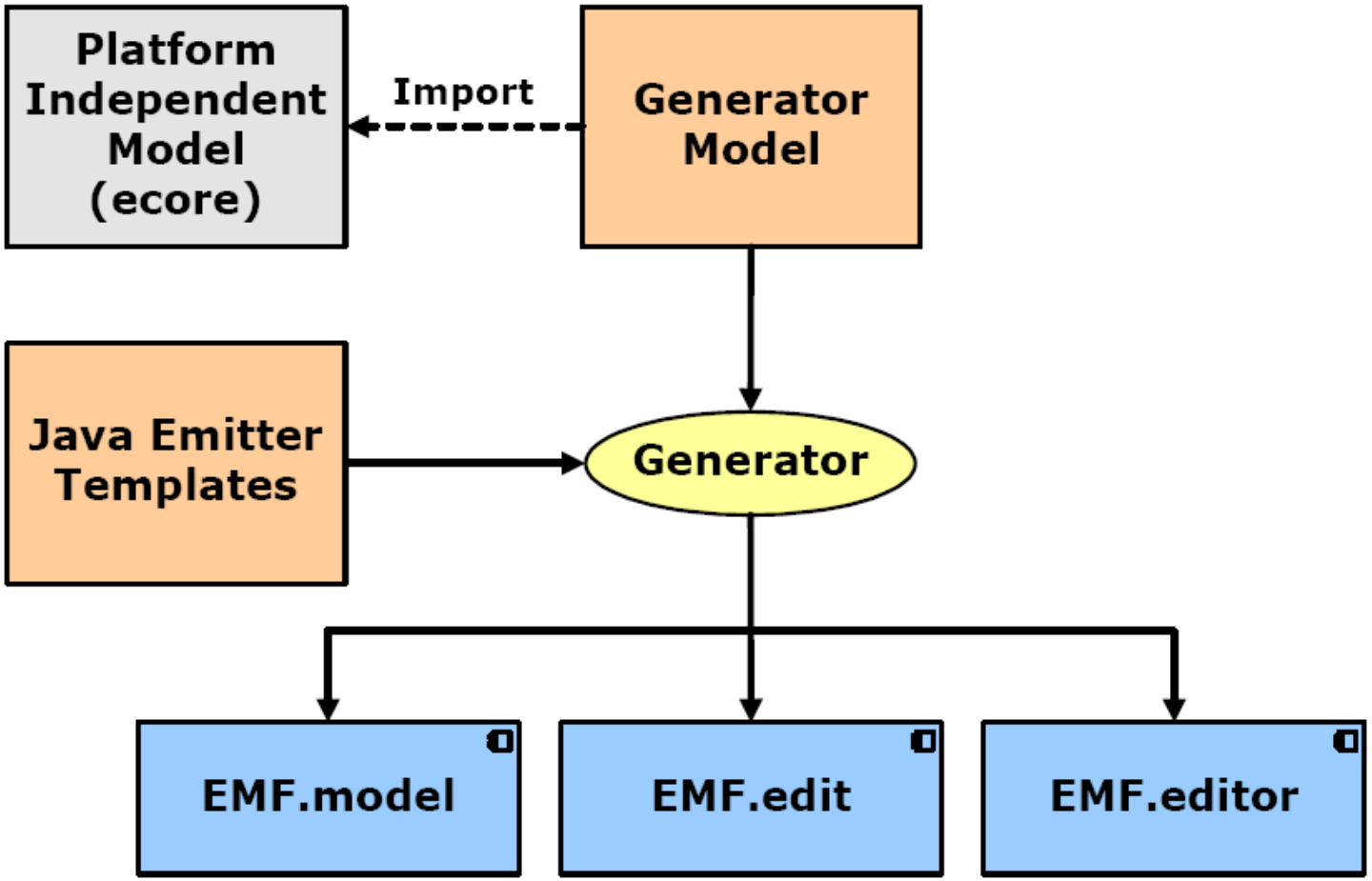
Eclipse Modeling Framework (EMF)

Metamodellezés Eclipse alatt

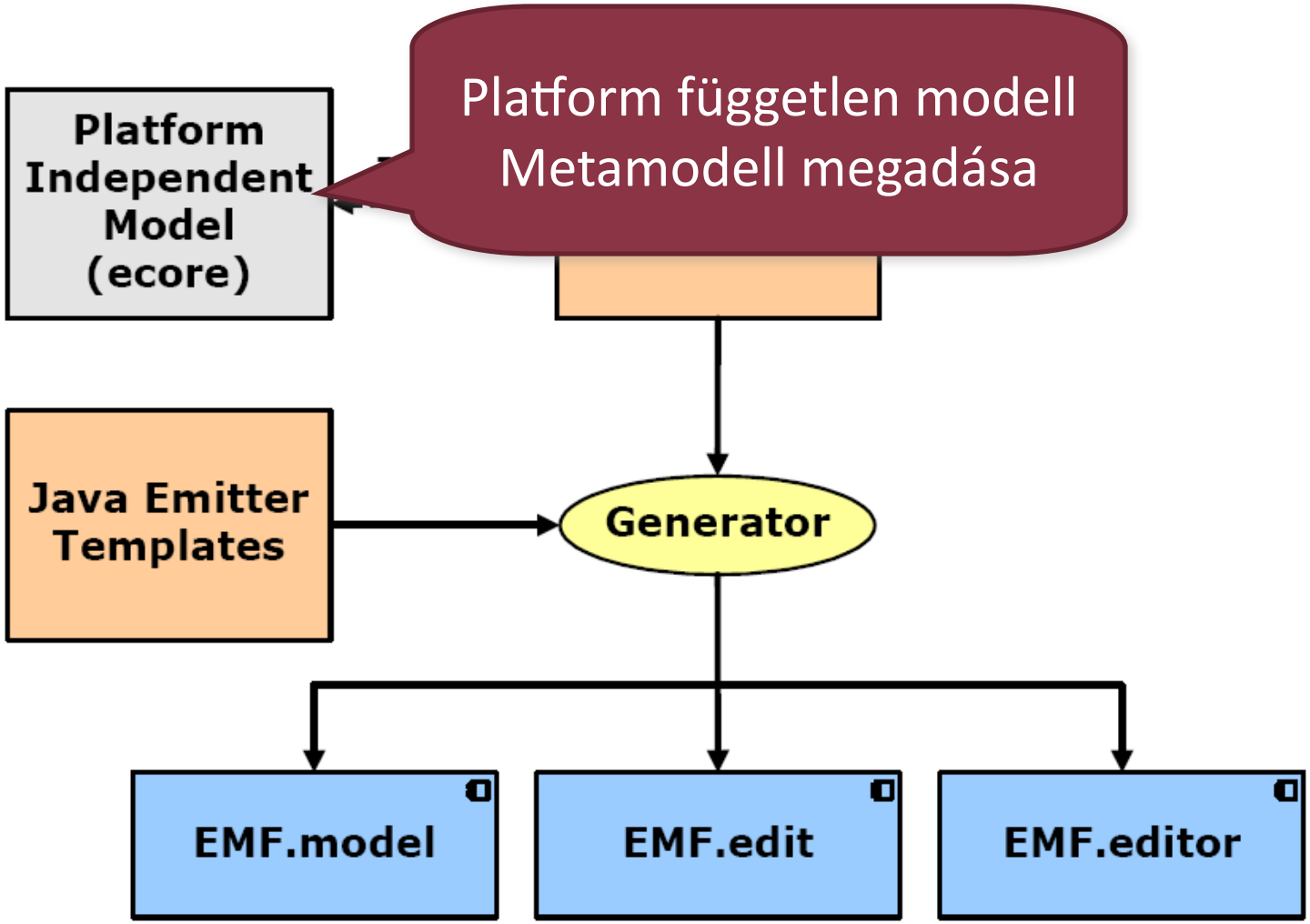
Eclipse Modeling Framework

- Modellezési komponens Eclipse alá
- Lehetőség domain-specifikus nyelvek definiálására
- Szerkesztés
  - Alapvető parancsok
  - Értesítés változásokról
  - Visszavonás
  - Alapvető editor komponens
- XML/XMI export-import támogatás
- Saját metamodellező mag

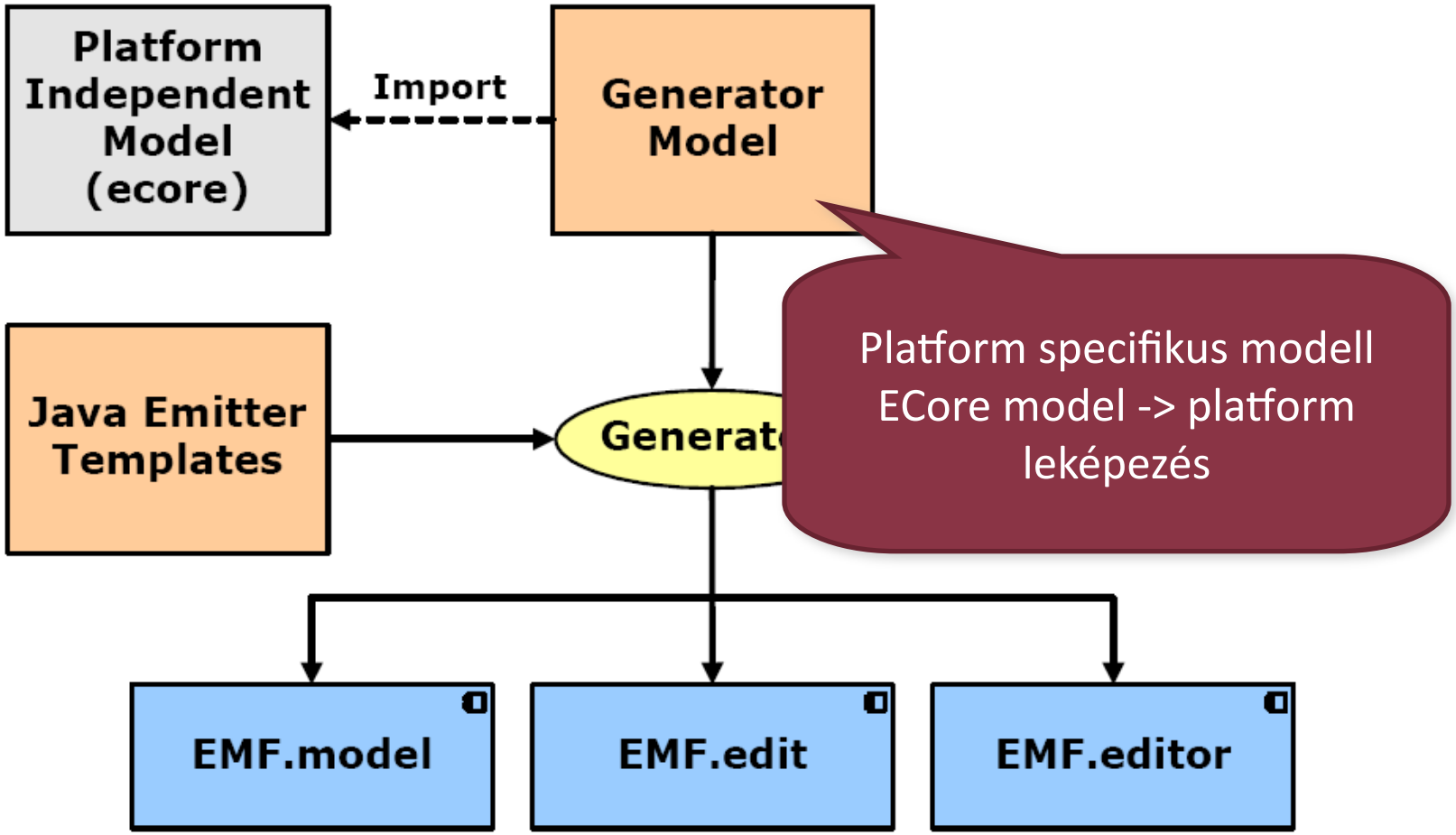
Az EMF eszközkészlet



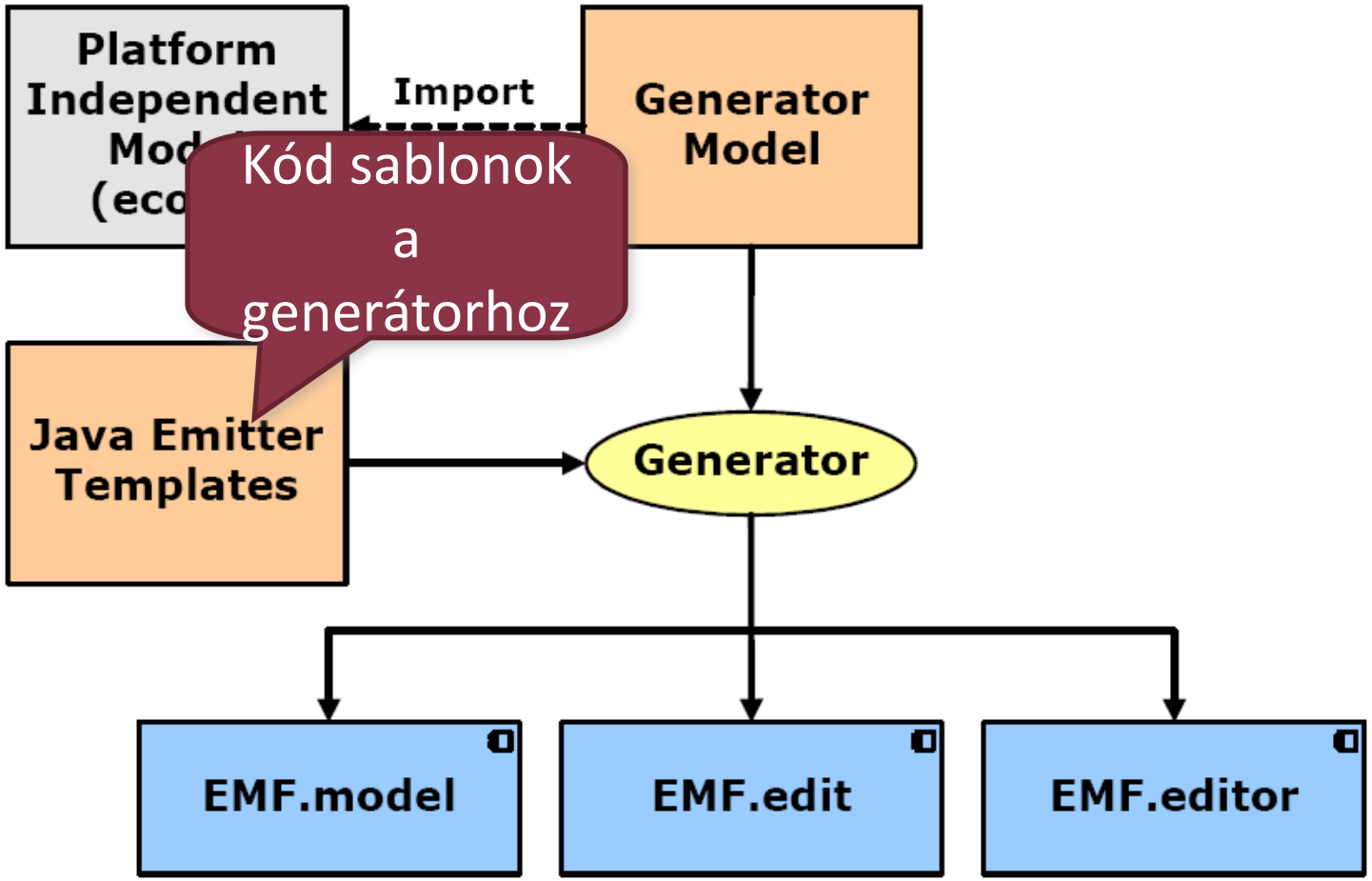
Az EMF eszközkészlet



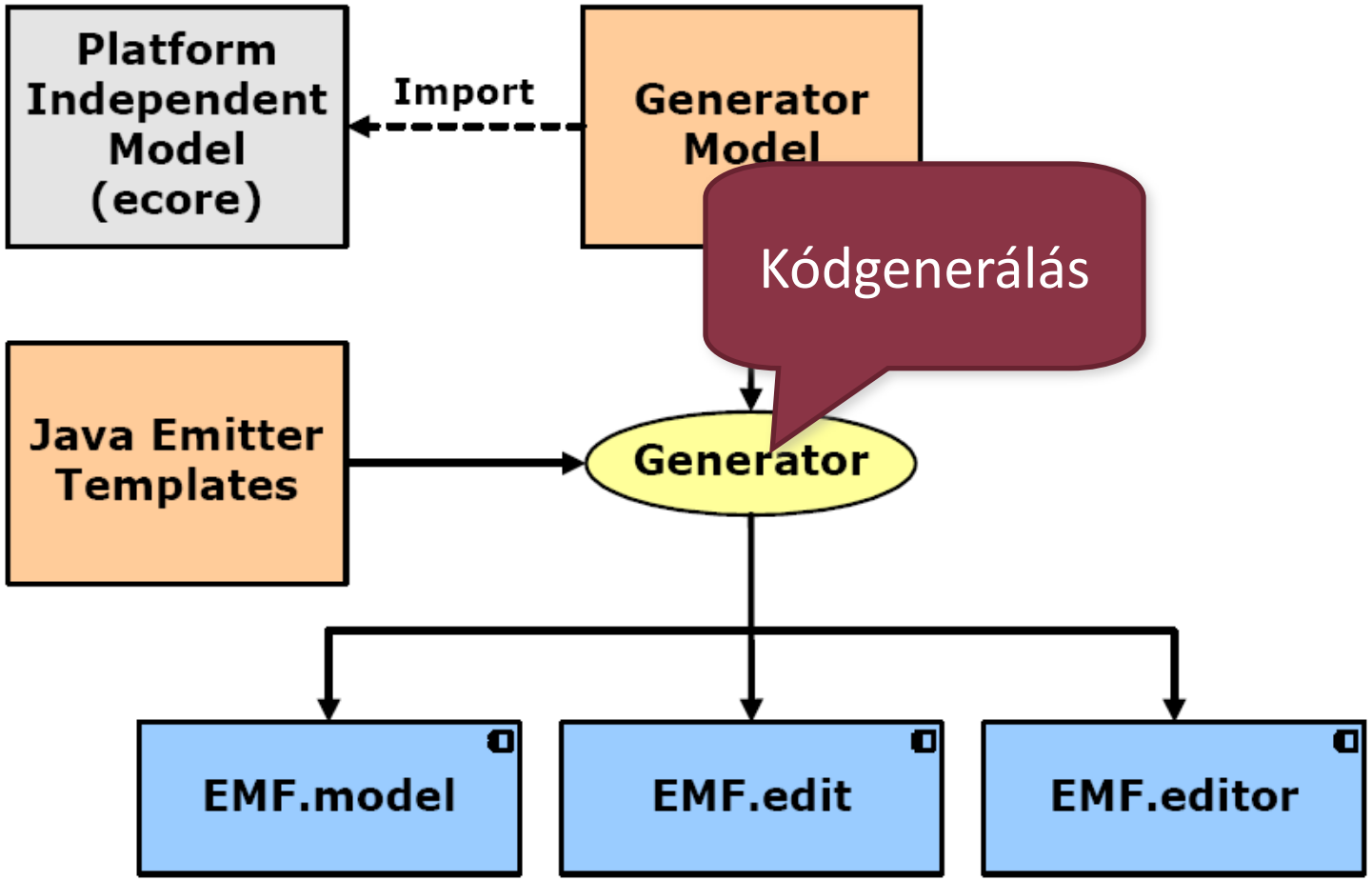
Az EMF eszközkészlet



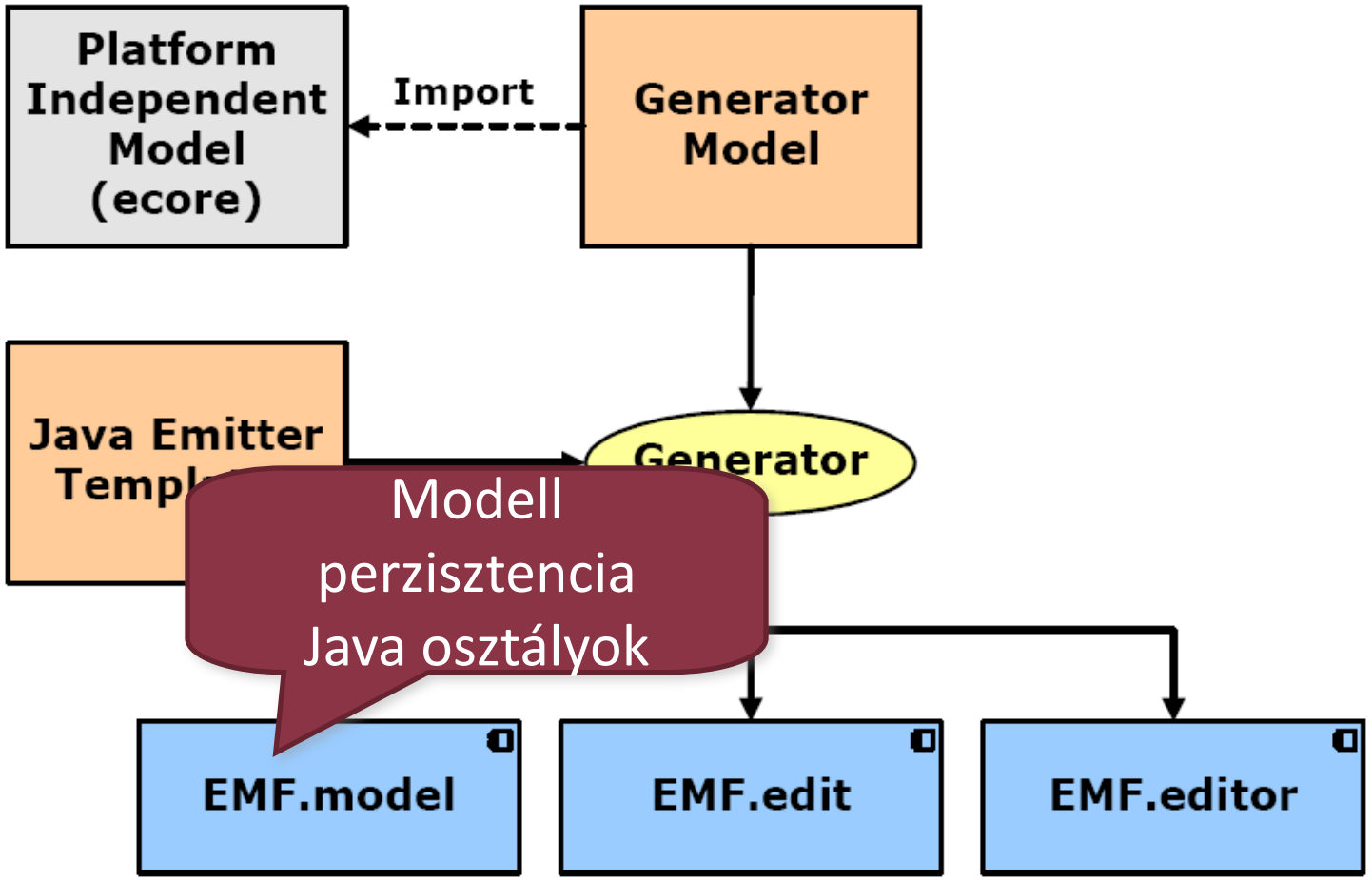
Az EMF eszközkészlet



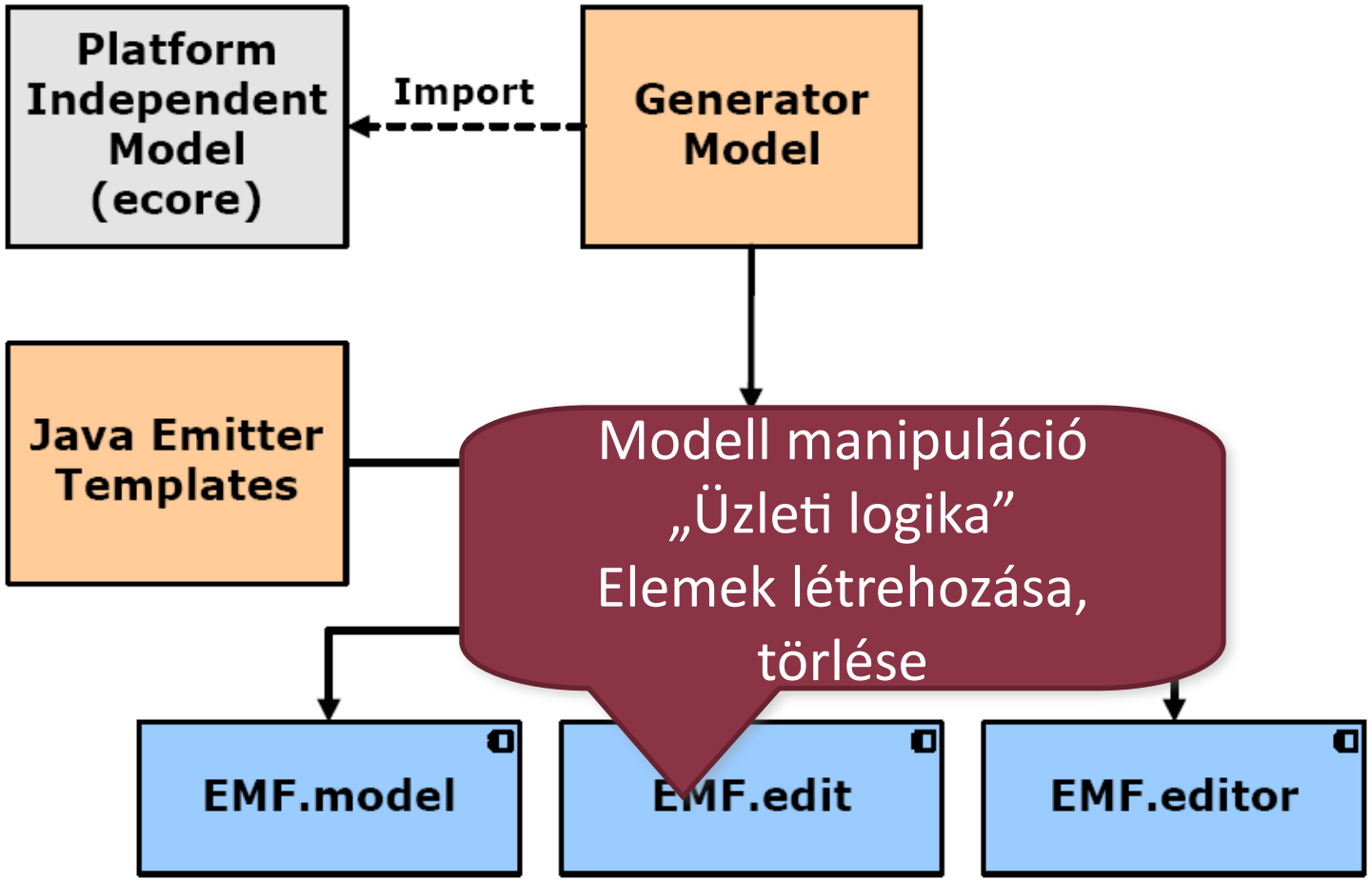
Az EMF eszközkészlet



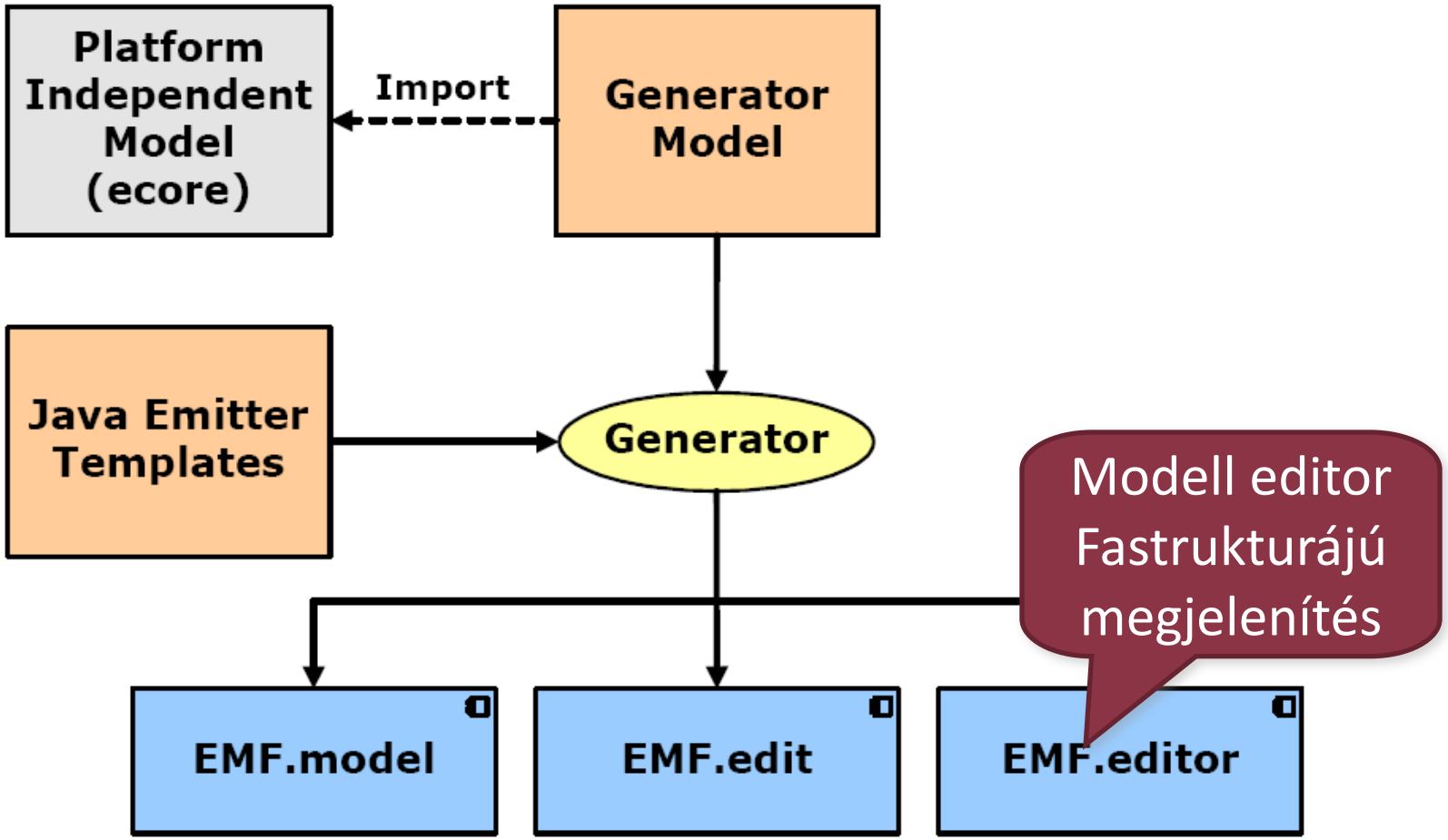
Az EMF eszközkészlet



Az EMF eszközkészlet



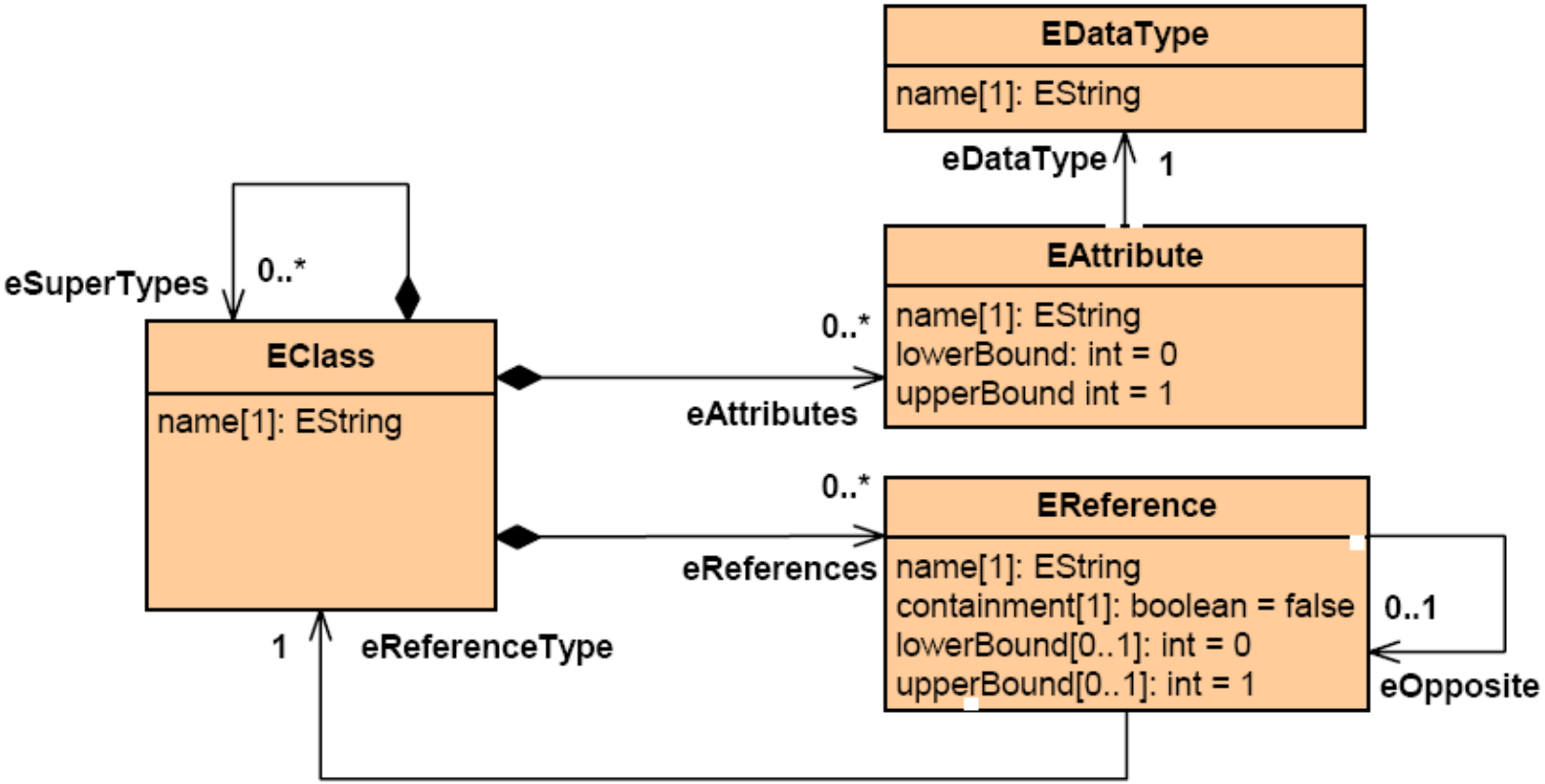
Az EMF eszközkészlet



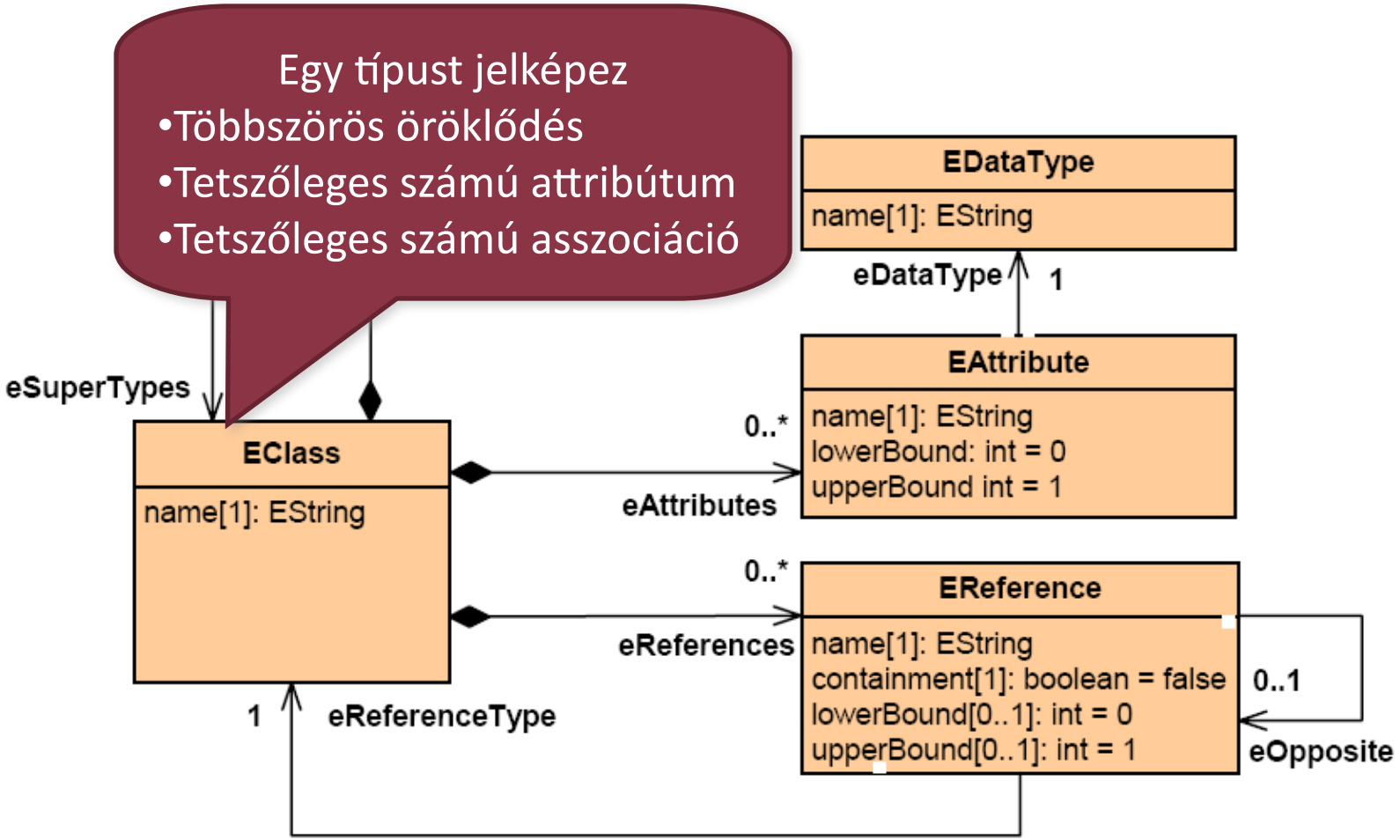
ECore

- Az EMF metamodellező nyelve
  - Meta-nyelv: metamodellező nyelv
- A metamodellek platformfüggetlenek
  - További nyelv(ek) az implementáció-közeli modellezésre
- Strukturális modellek definíciójára szolgál

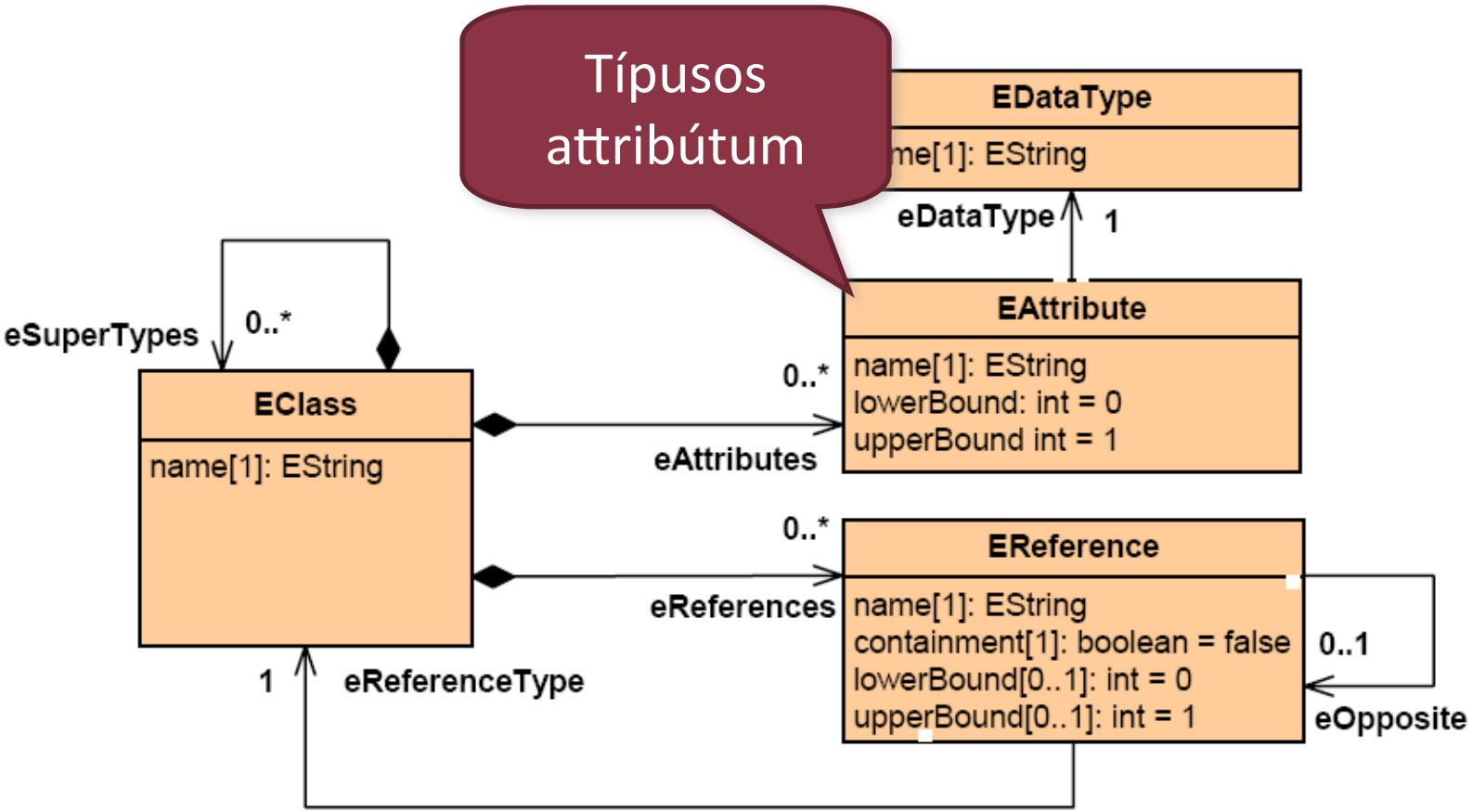
Ecore – A legfontosabb elemek



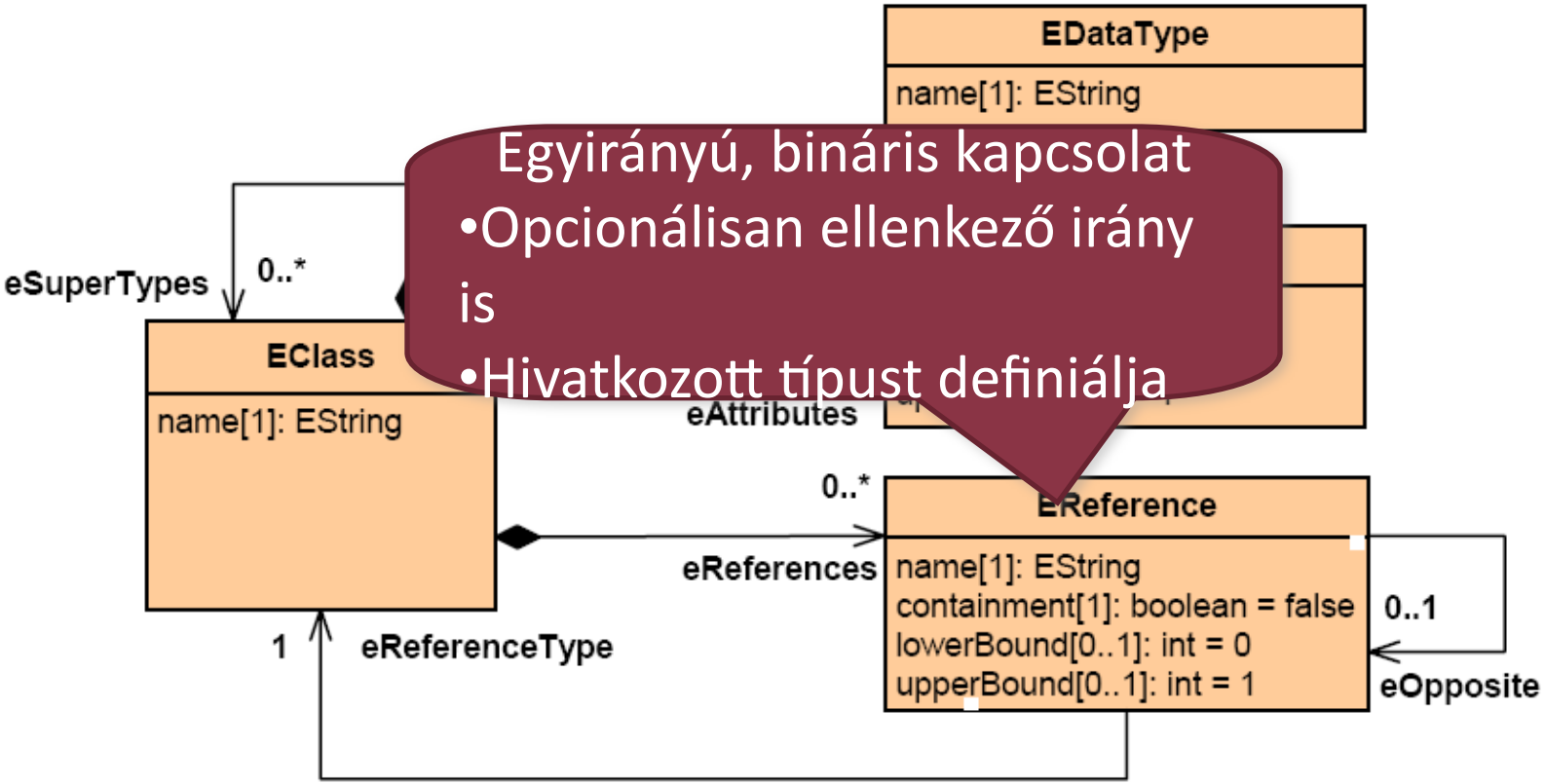
Ecore – A legfontosabb elemek



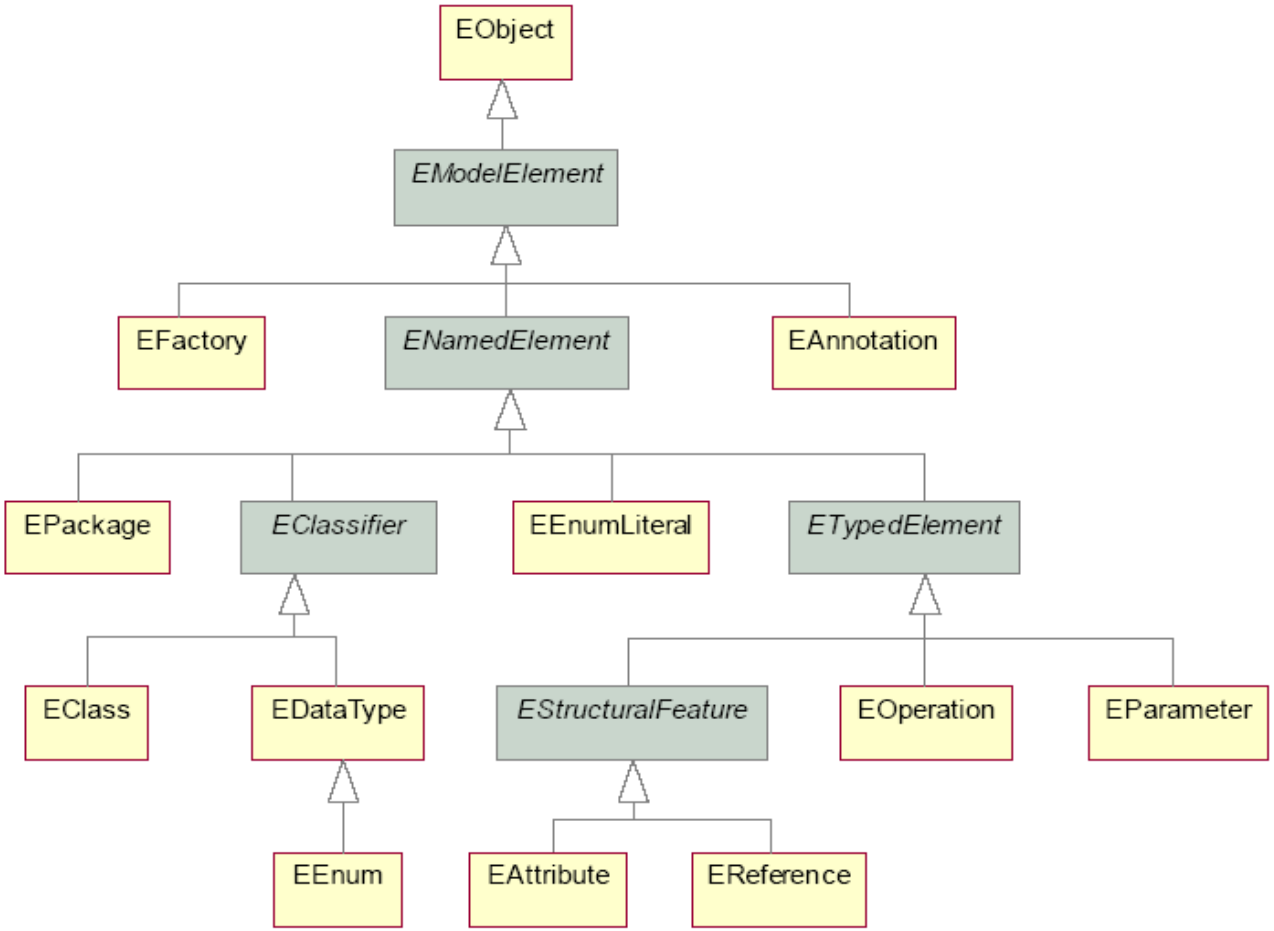
Ecore – A legfontosabb elemek



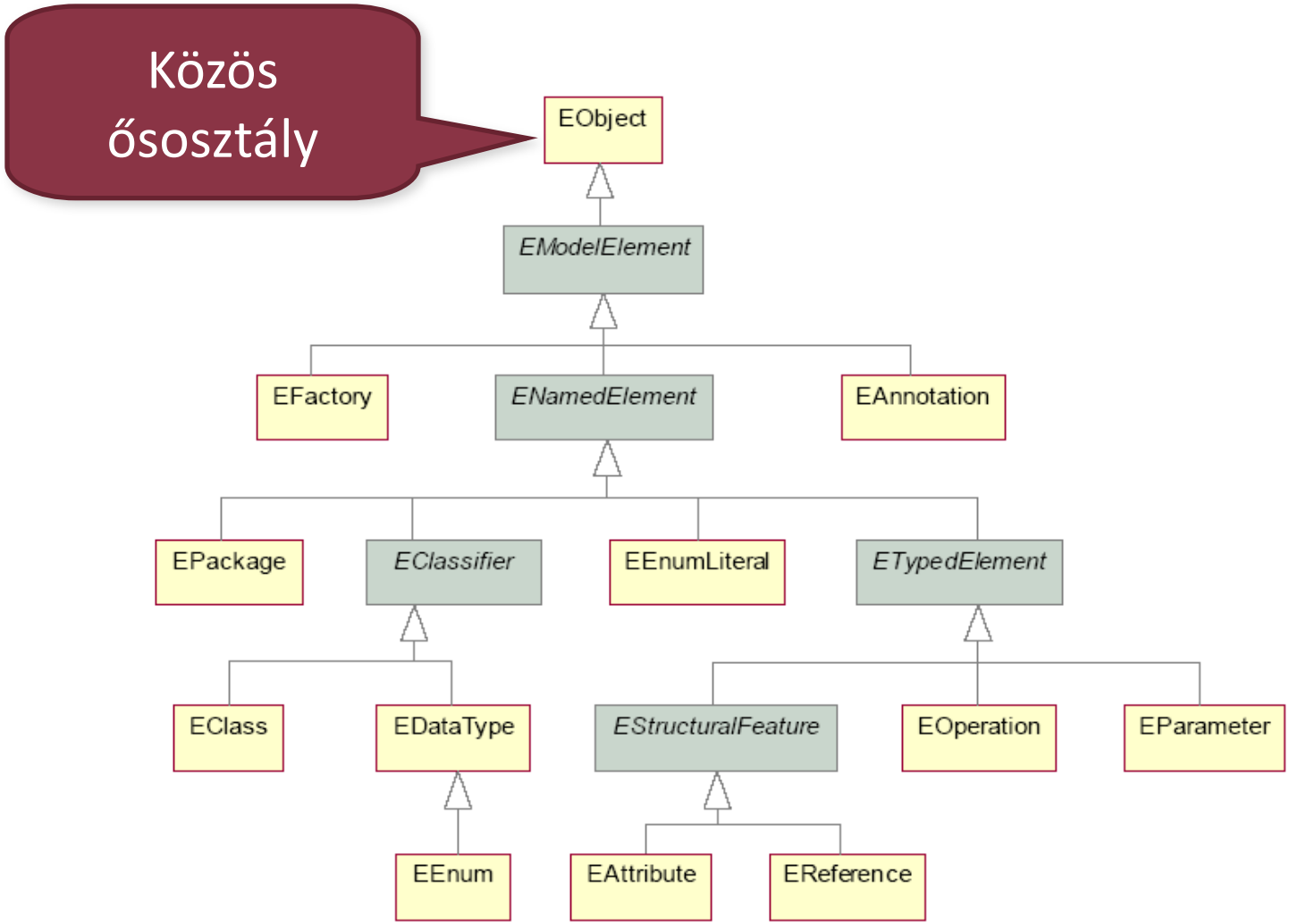
Ecore – A legfontosabb elemek



Teljes ECore hierarchia

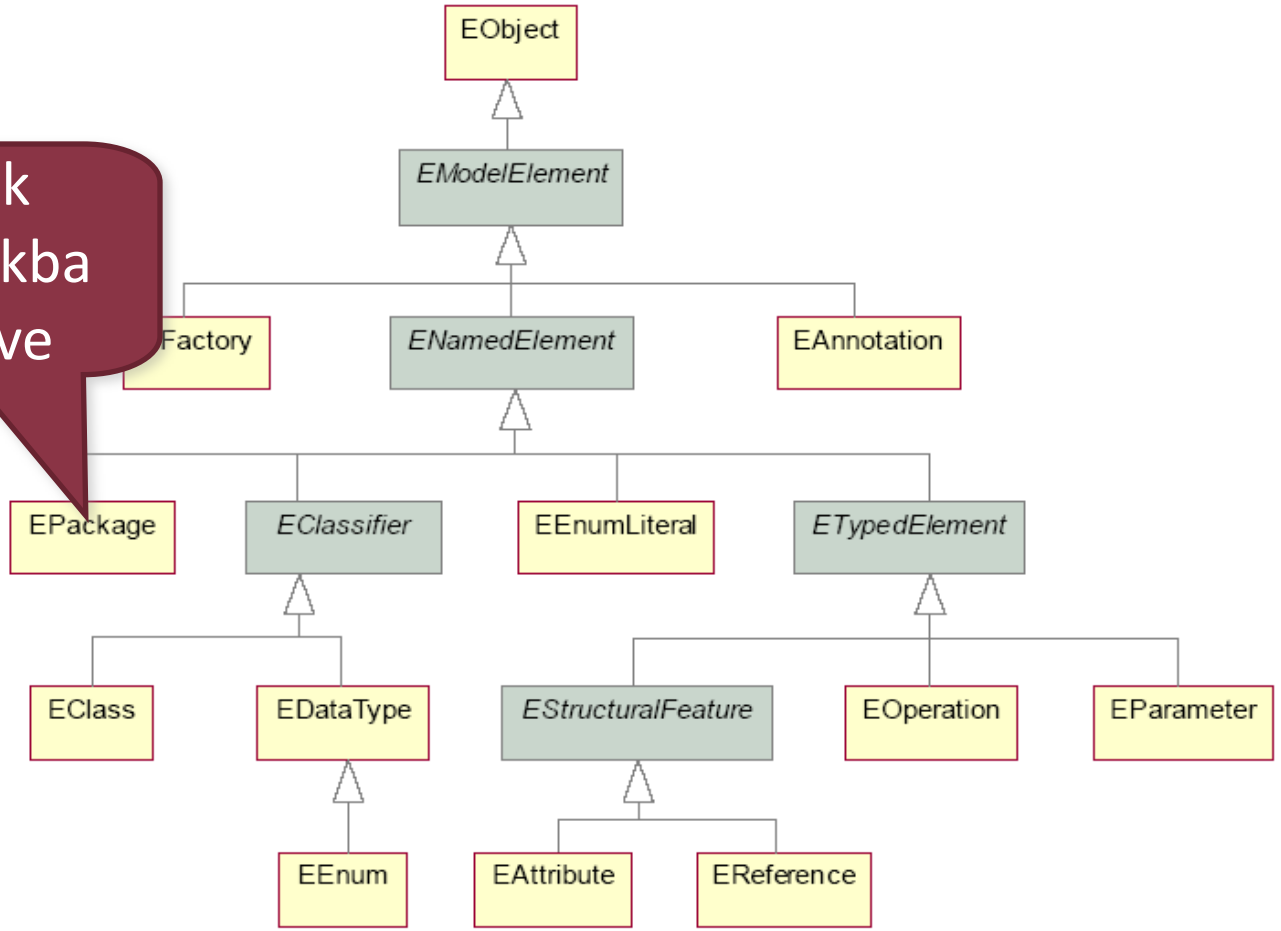


Teljes ECore hierarchia

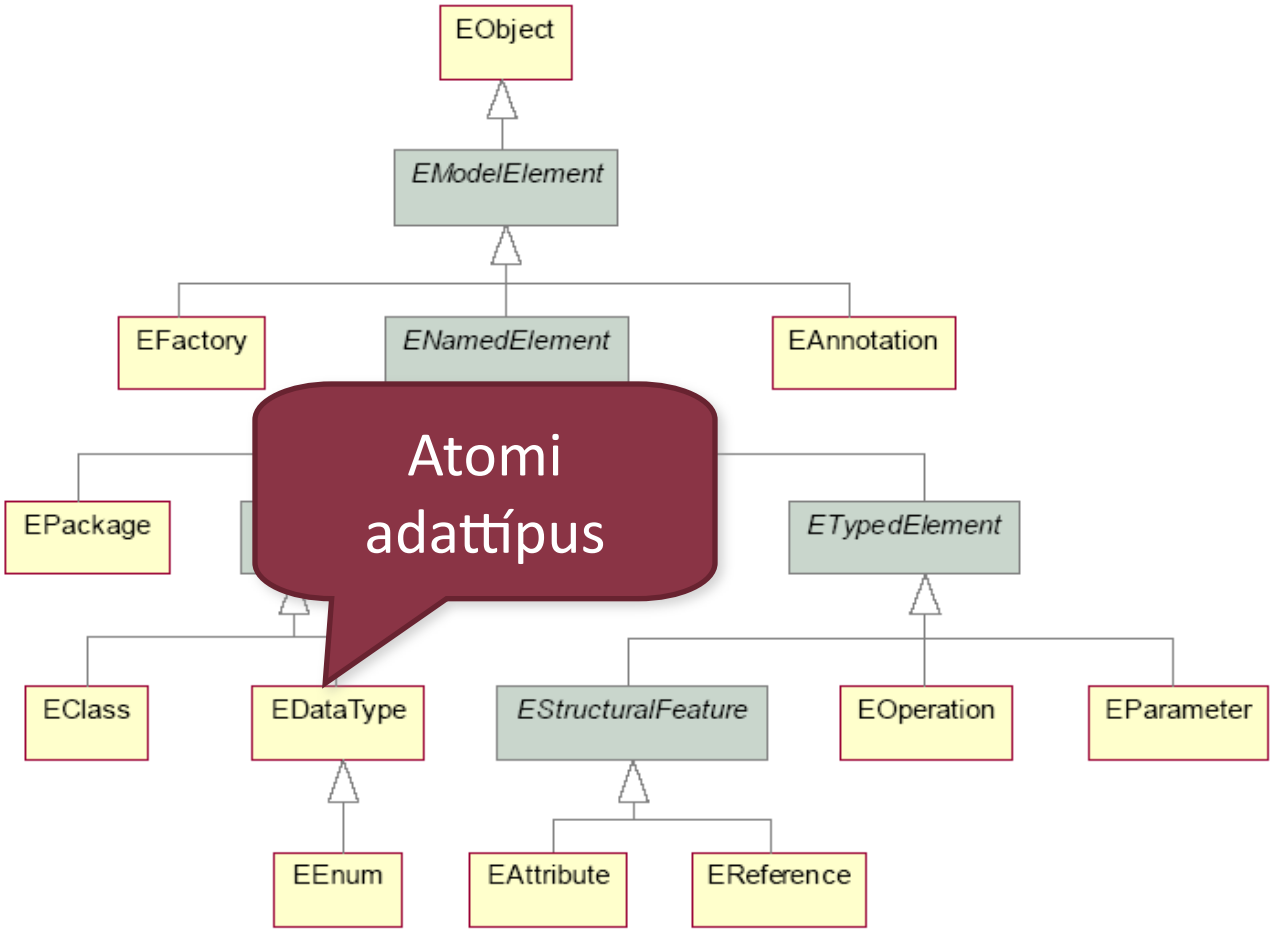


Teljes ECore hierarchia

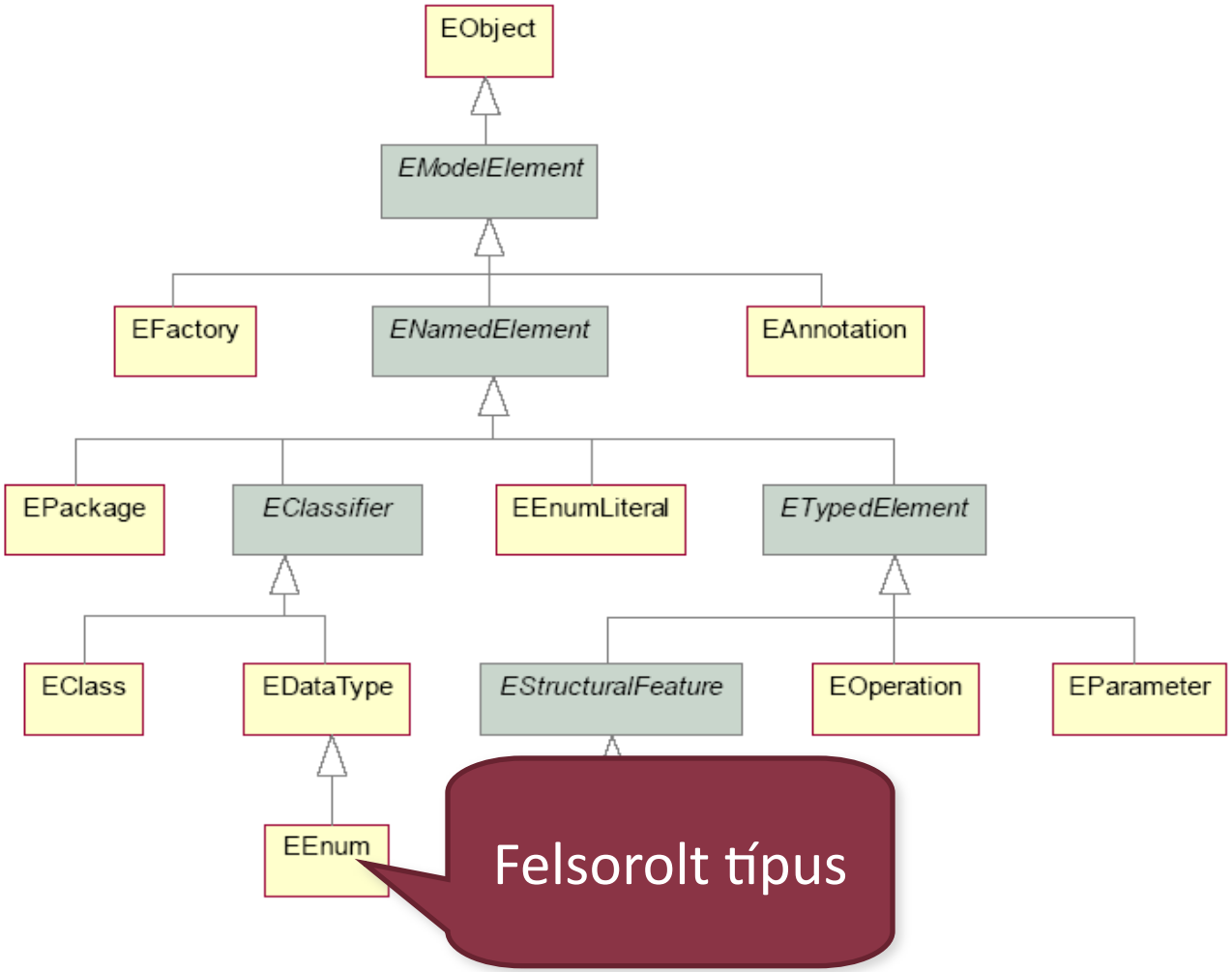
Típusok csomagokba szervezve



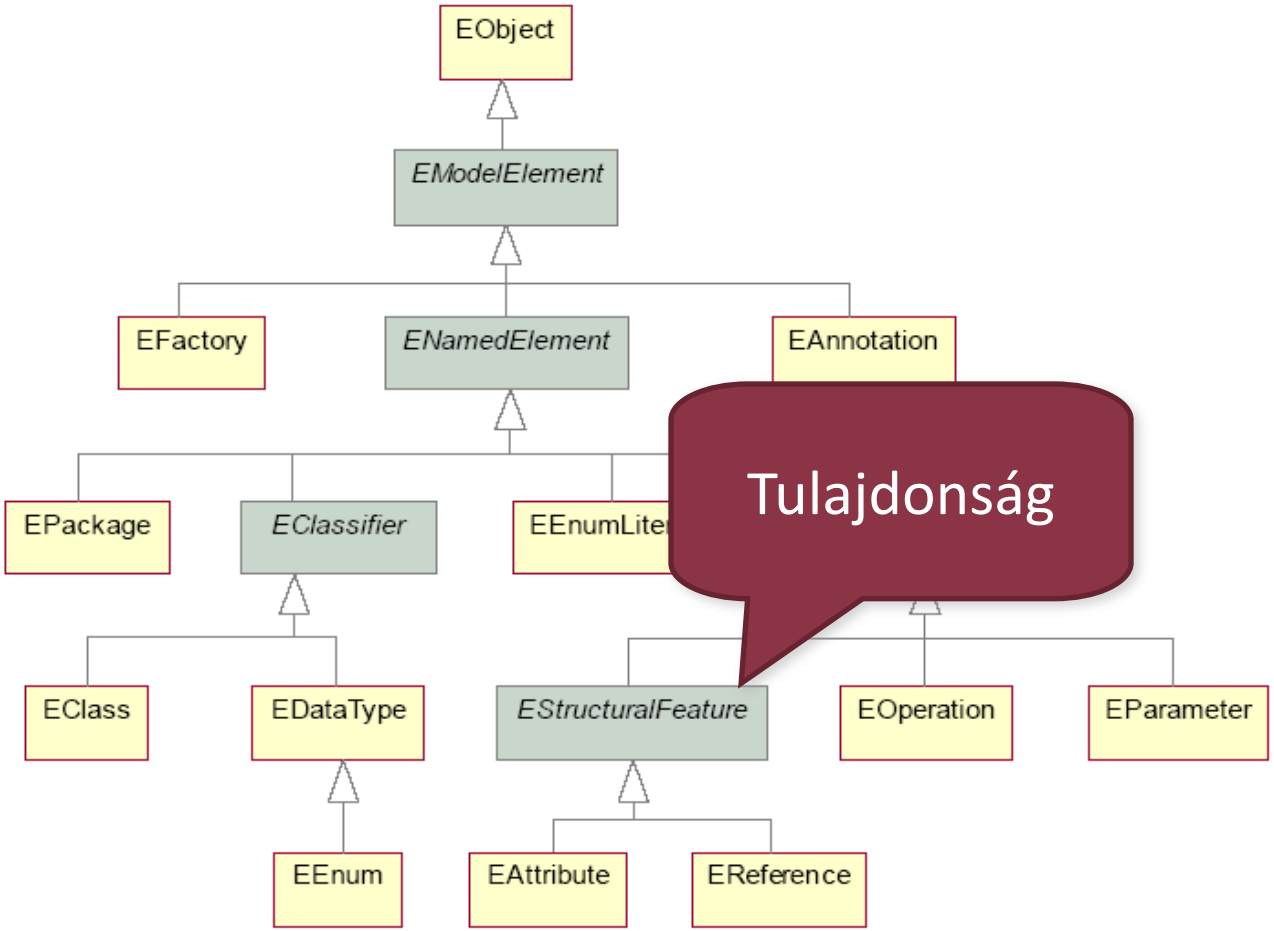
Teljes ECore hierarchia



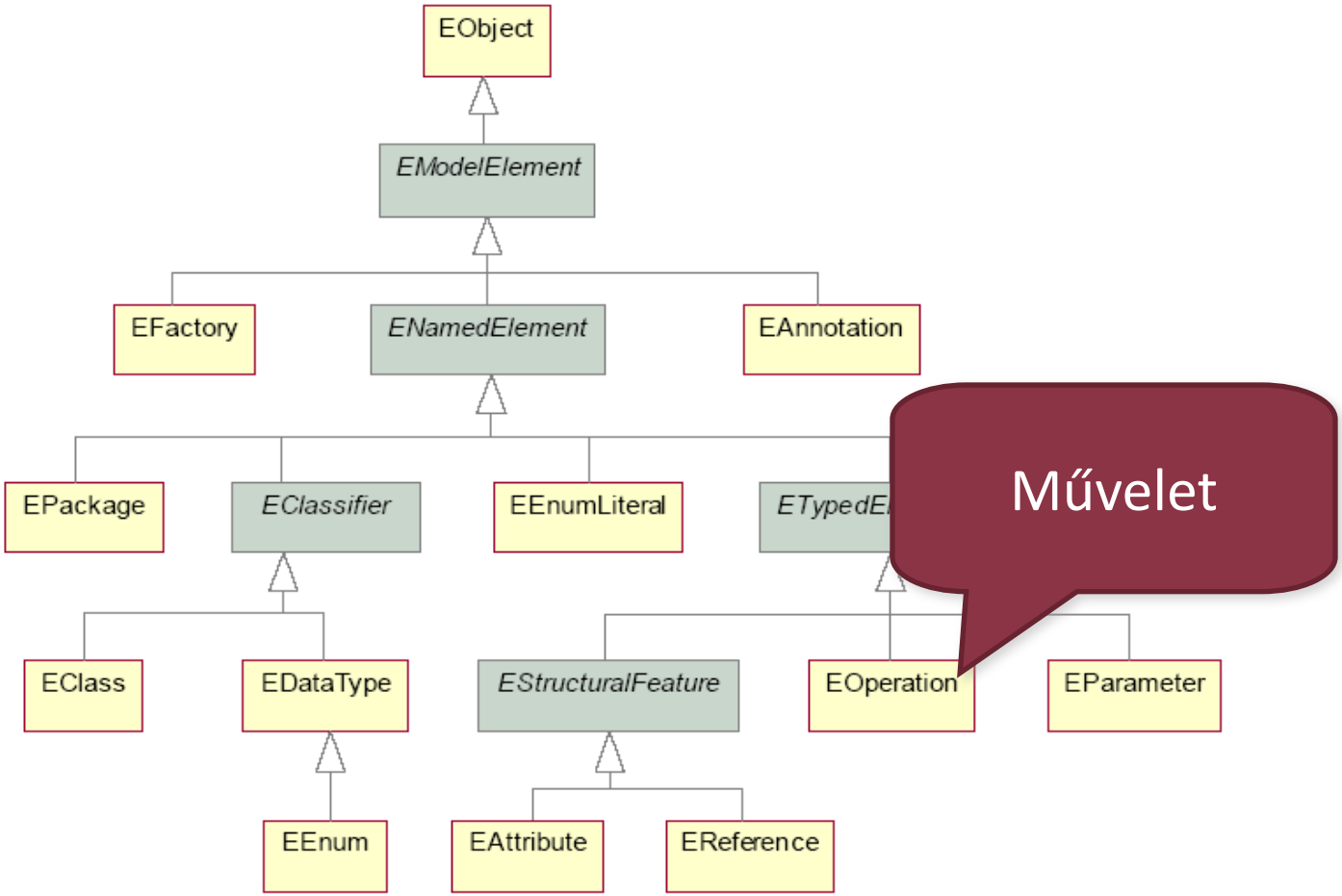
Teljes ECore hierarchia



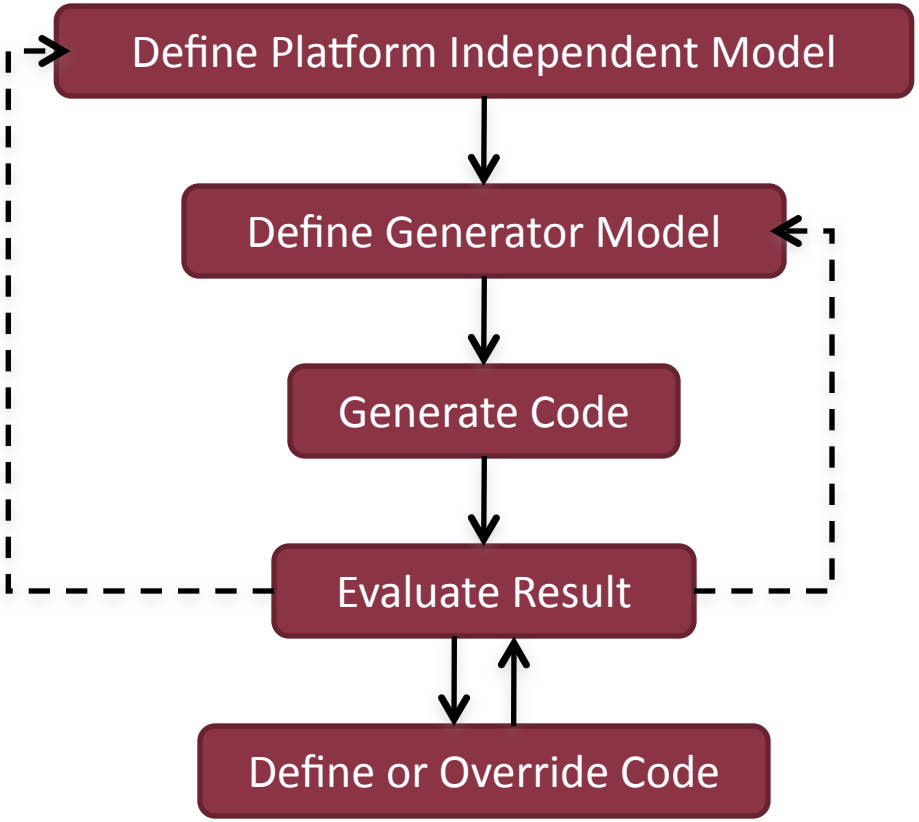
Teljes ECore hierarchia



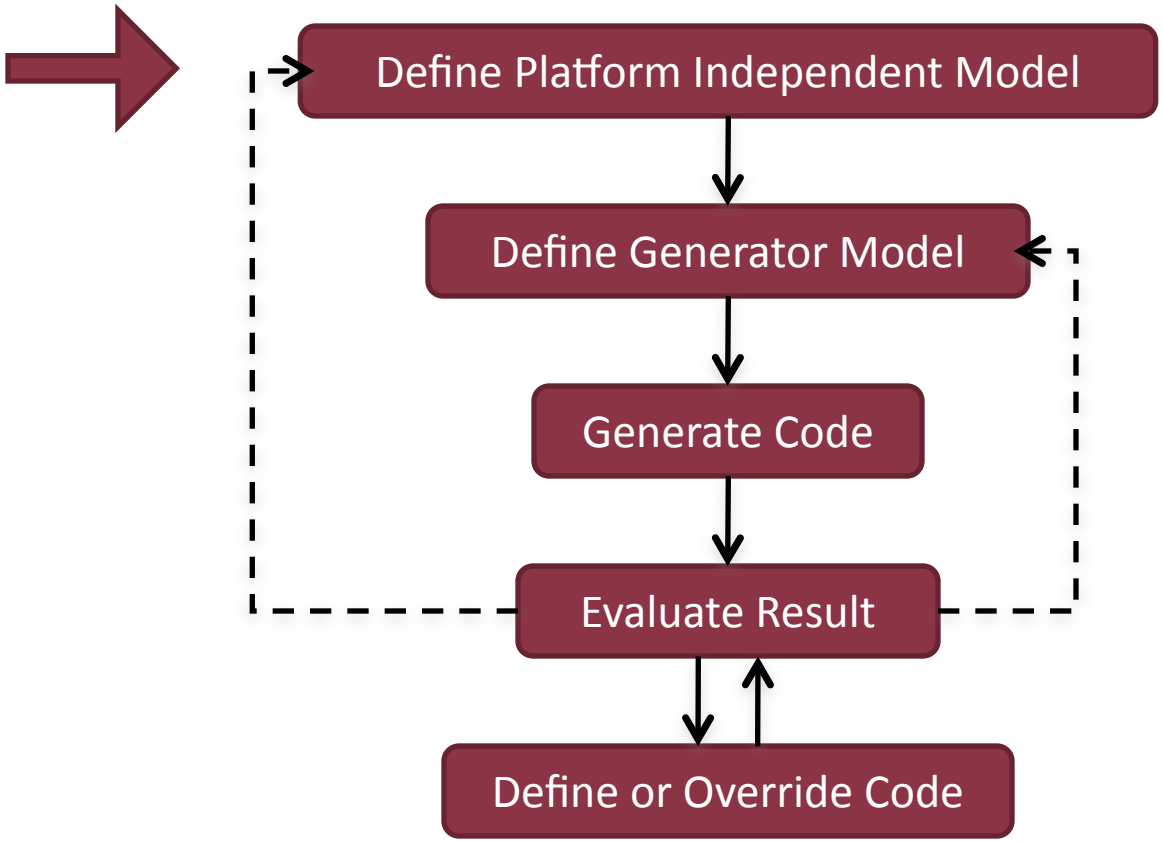
Teljes ECore hierarchia



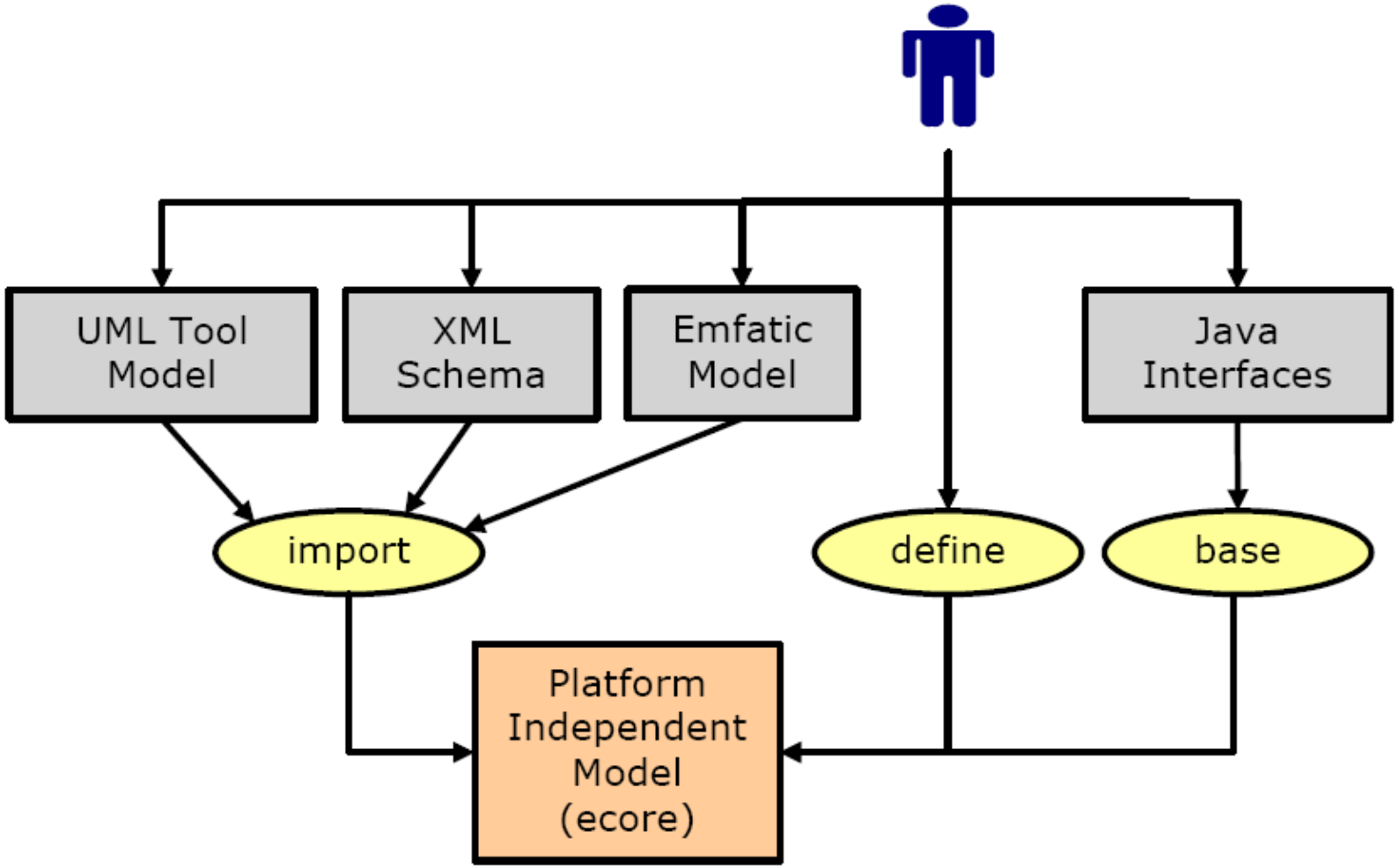
Az EMF felhasználása



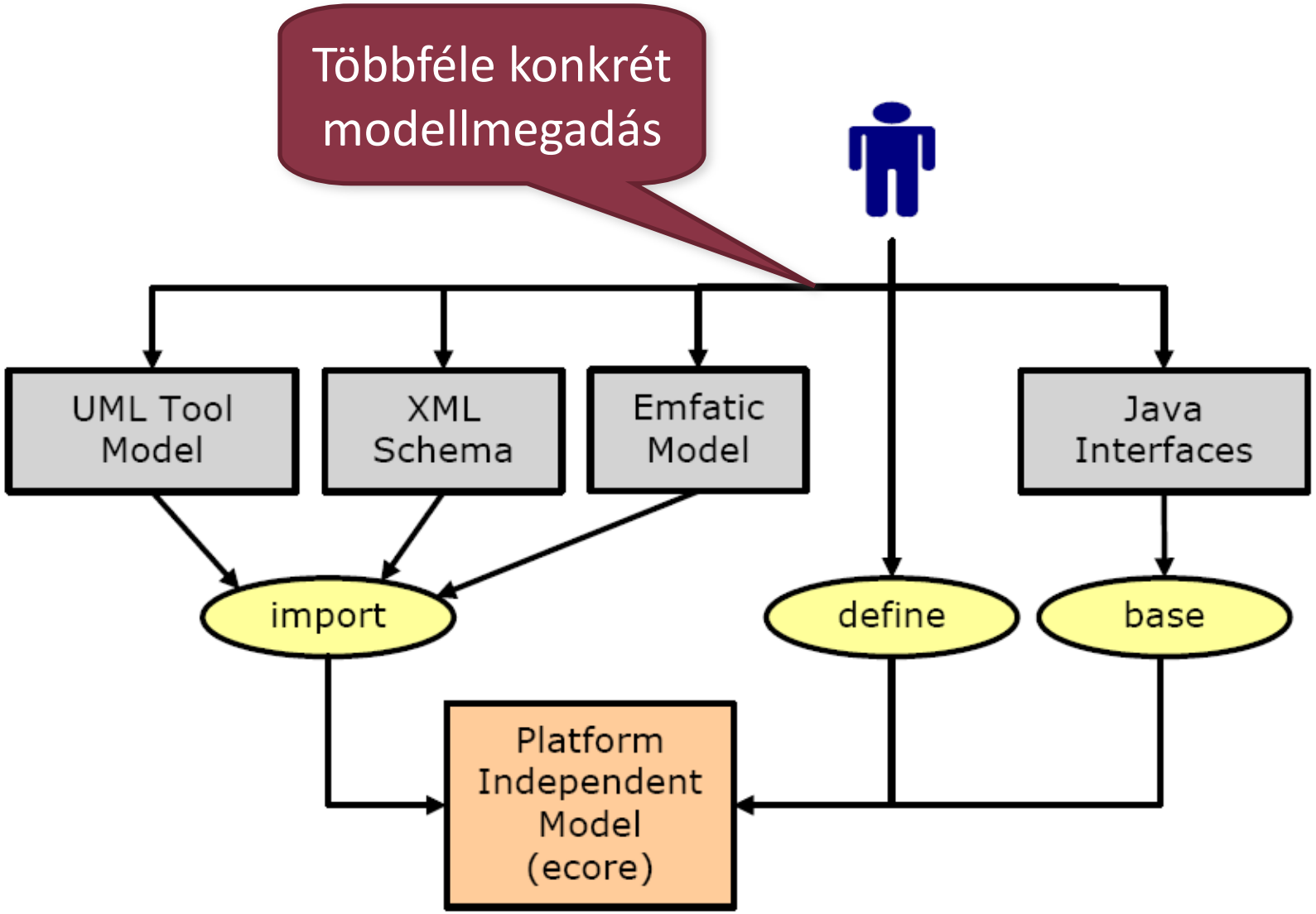
Az EMF felhasználása



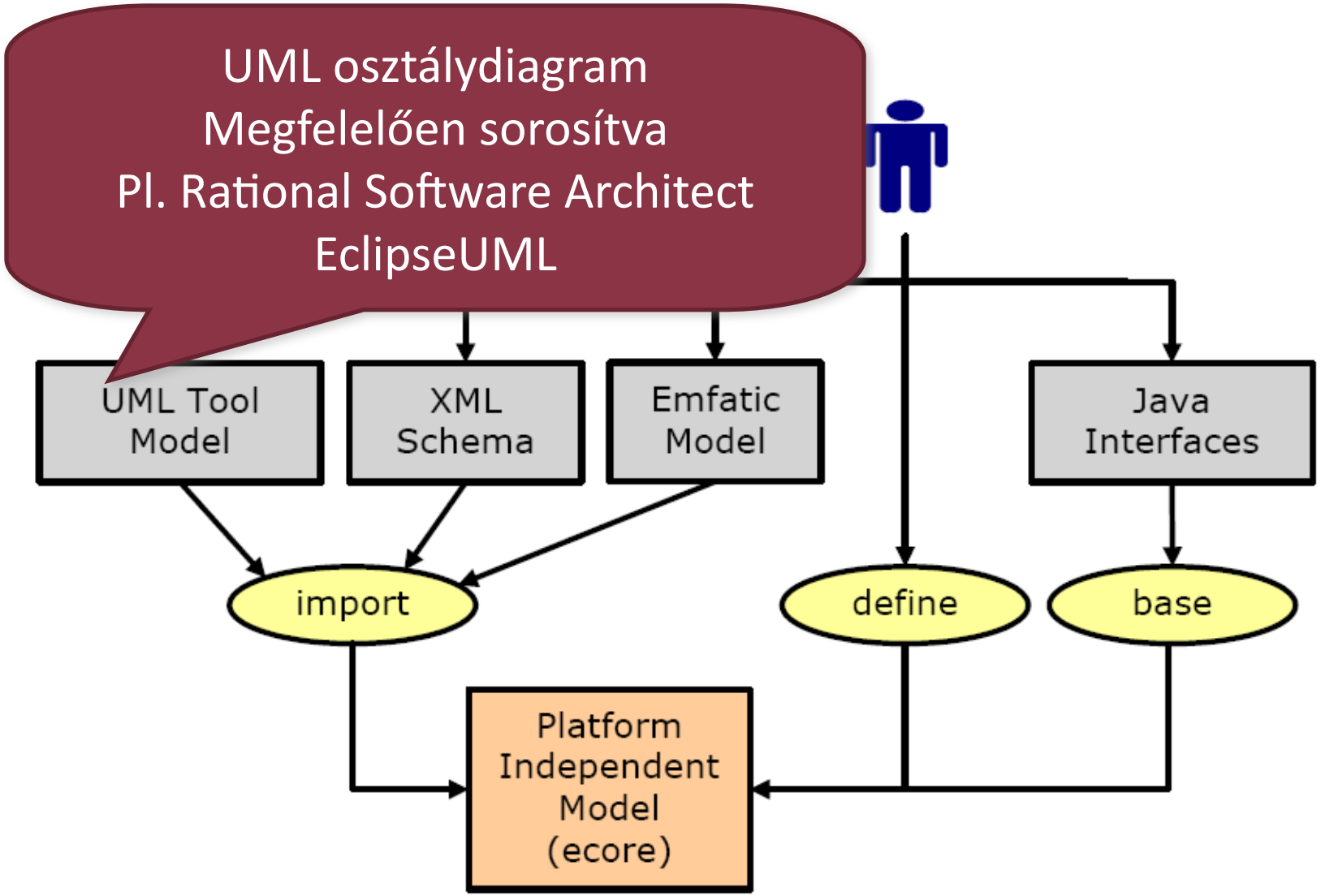
ECore modell létrehozása



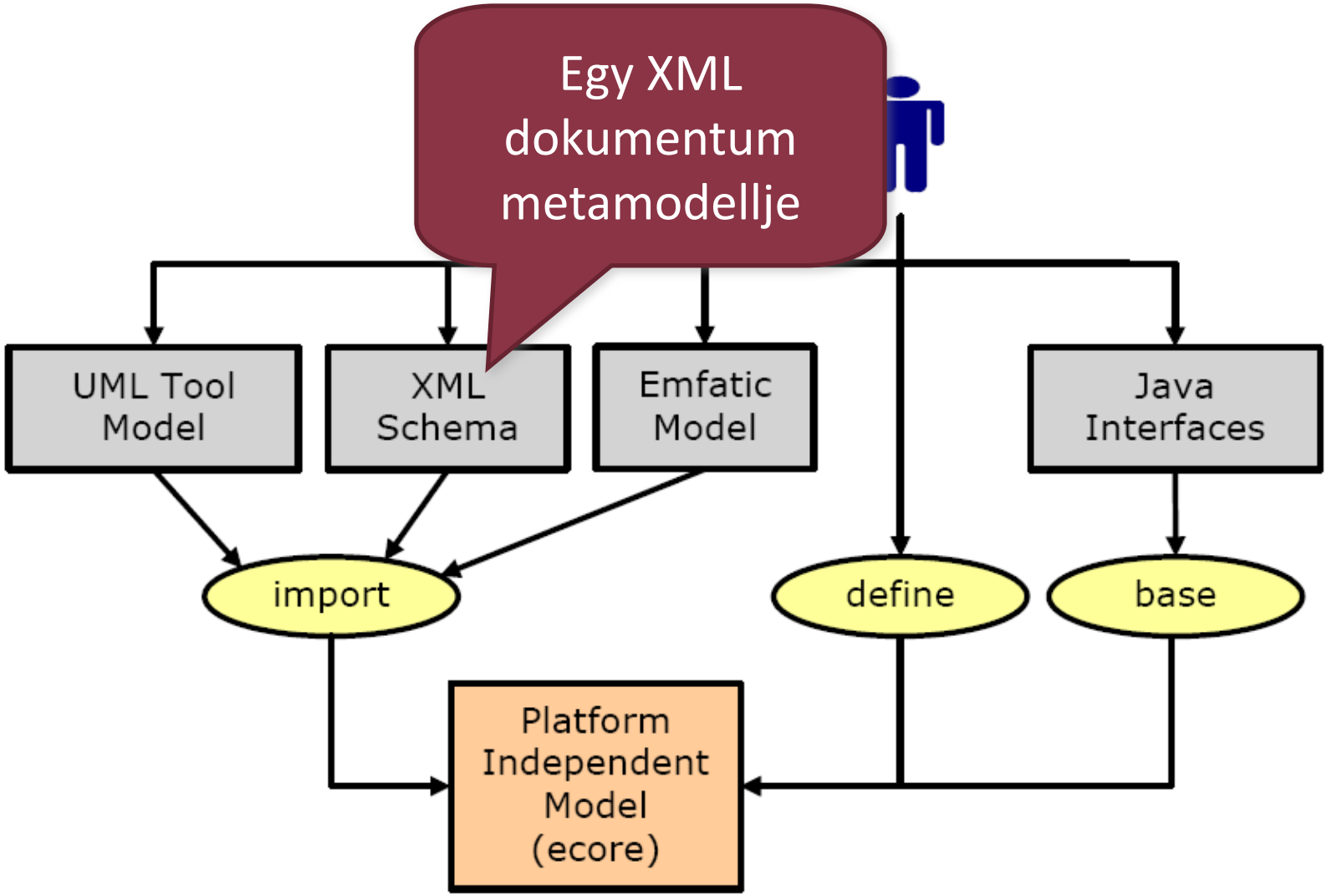
ECore modell létrehozása



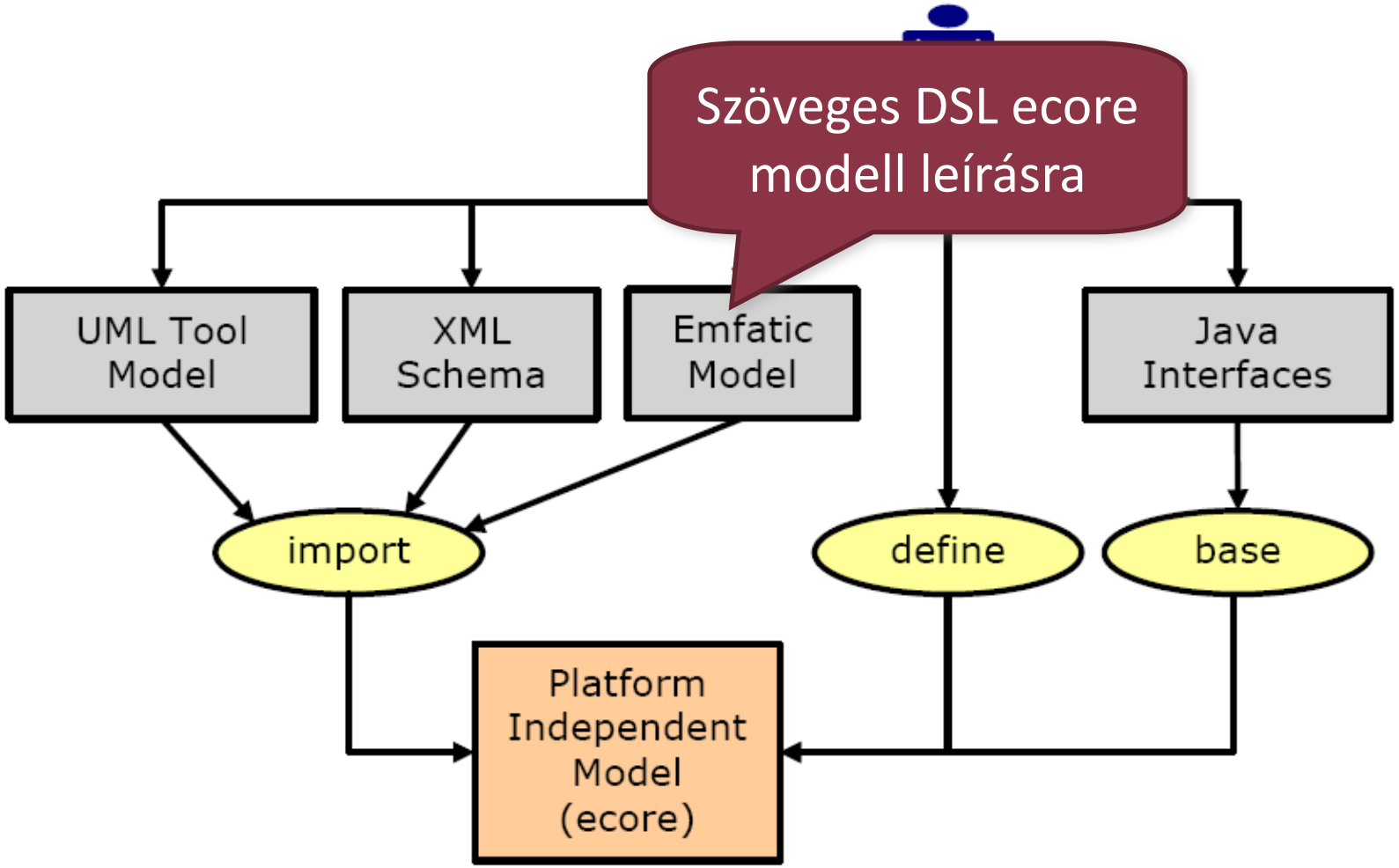
ECore modell létrehozása



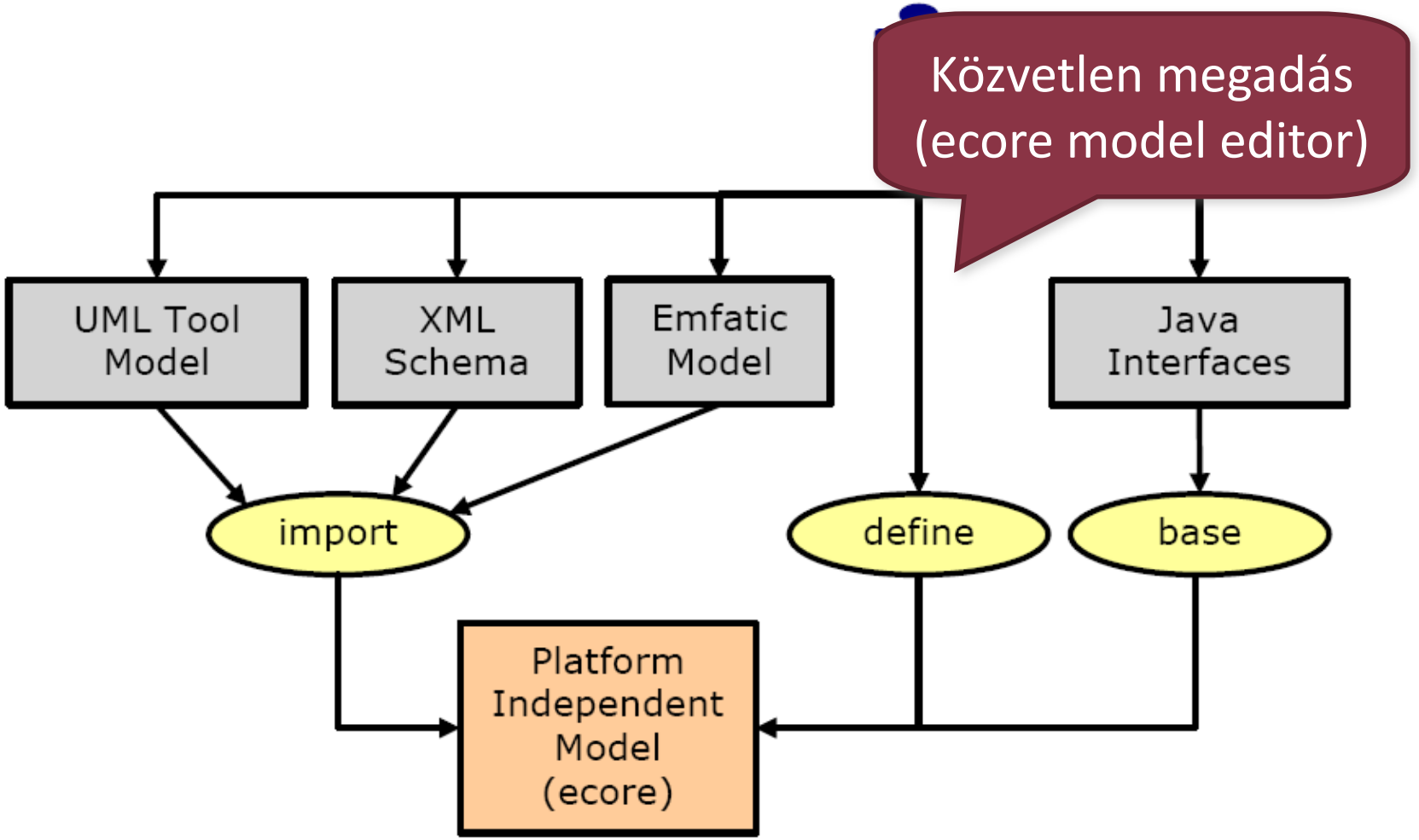
ECore modell létrehozása



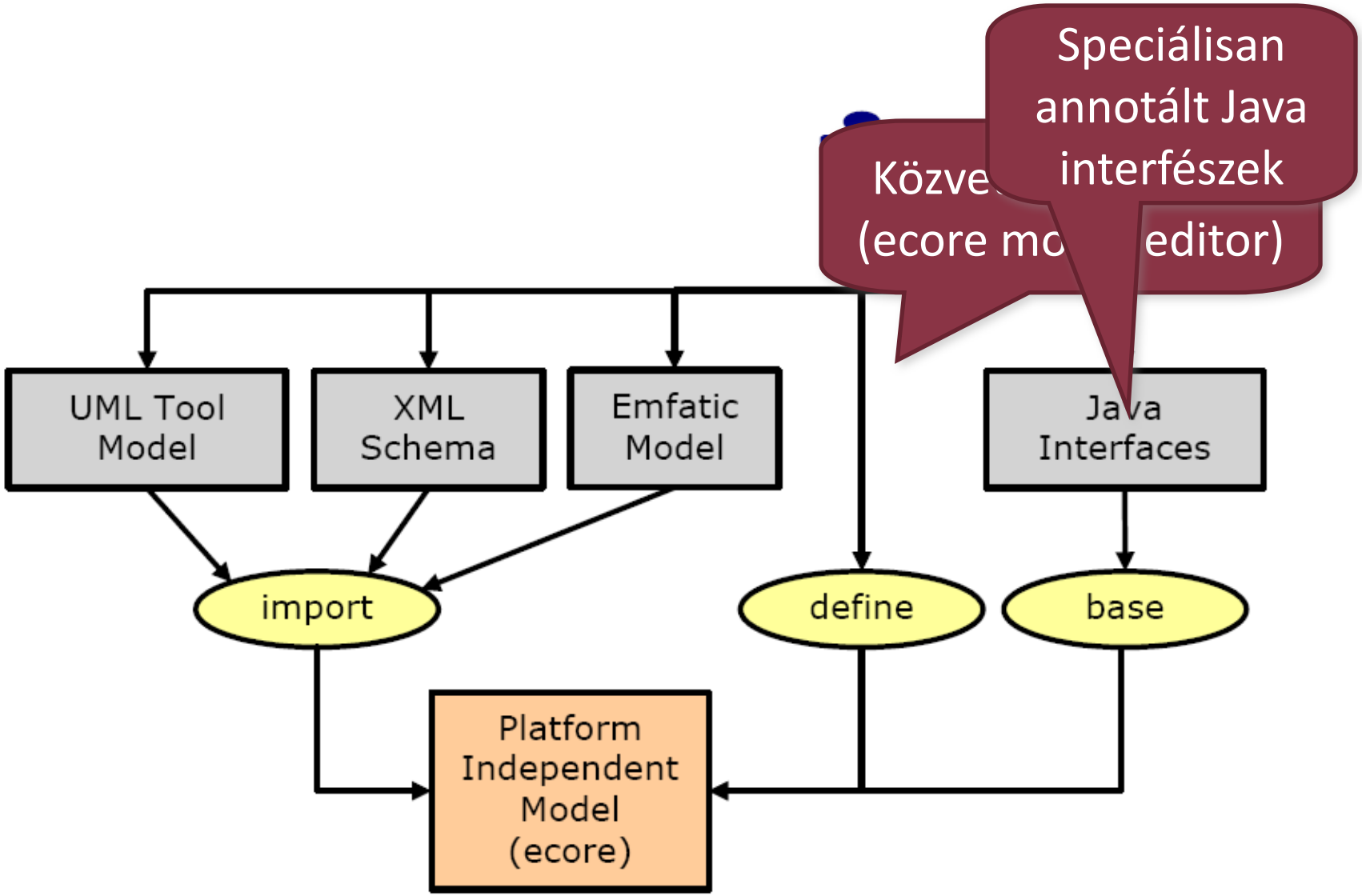
ECore modell létrehozása



ECore modell létrehozása

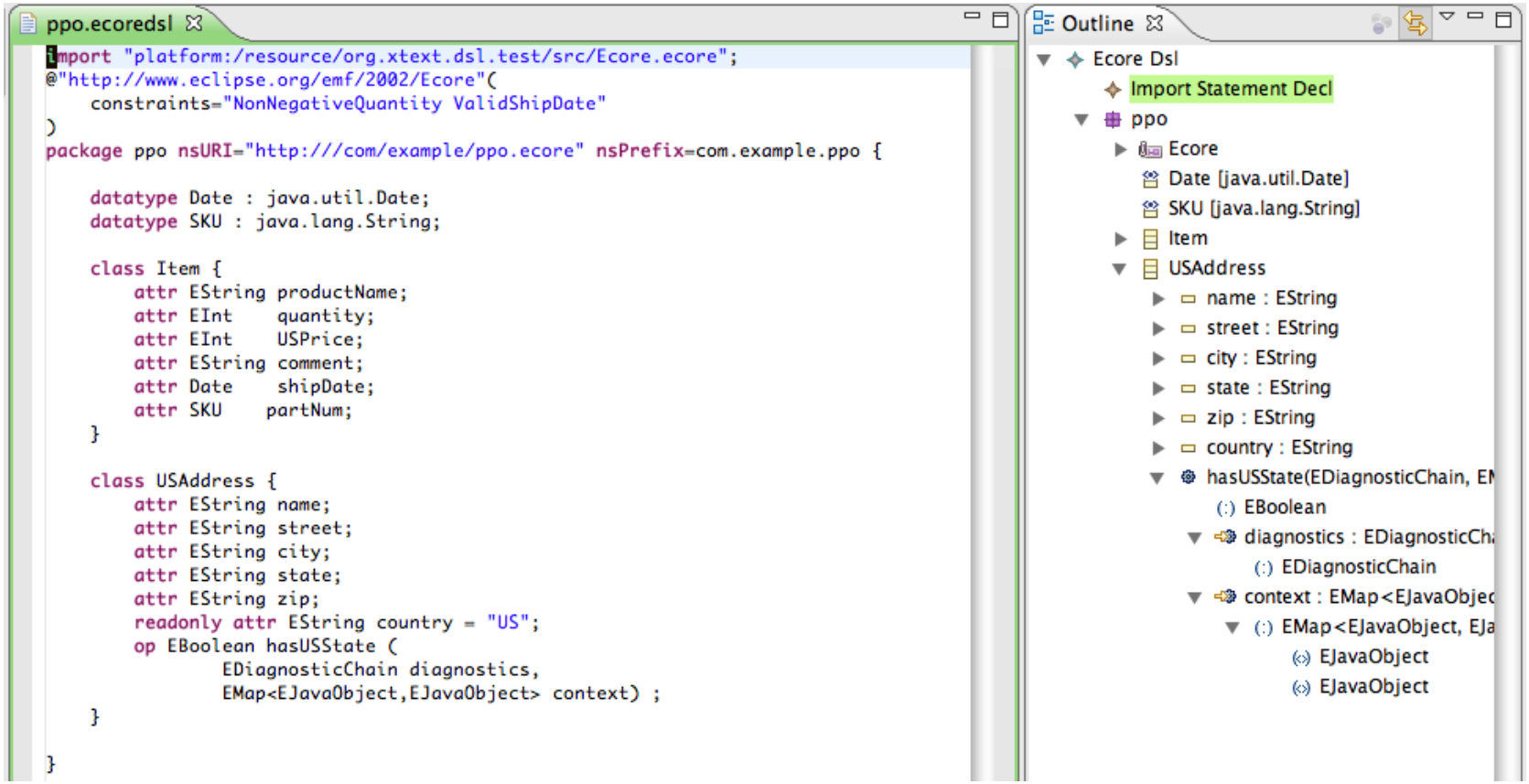


ECore modell létrehozása



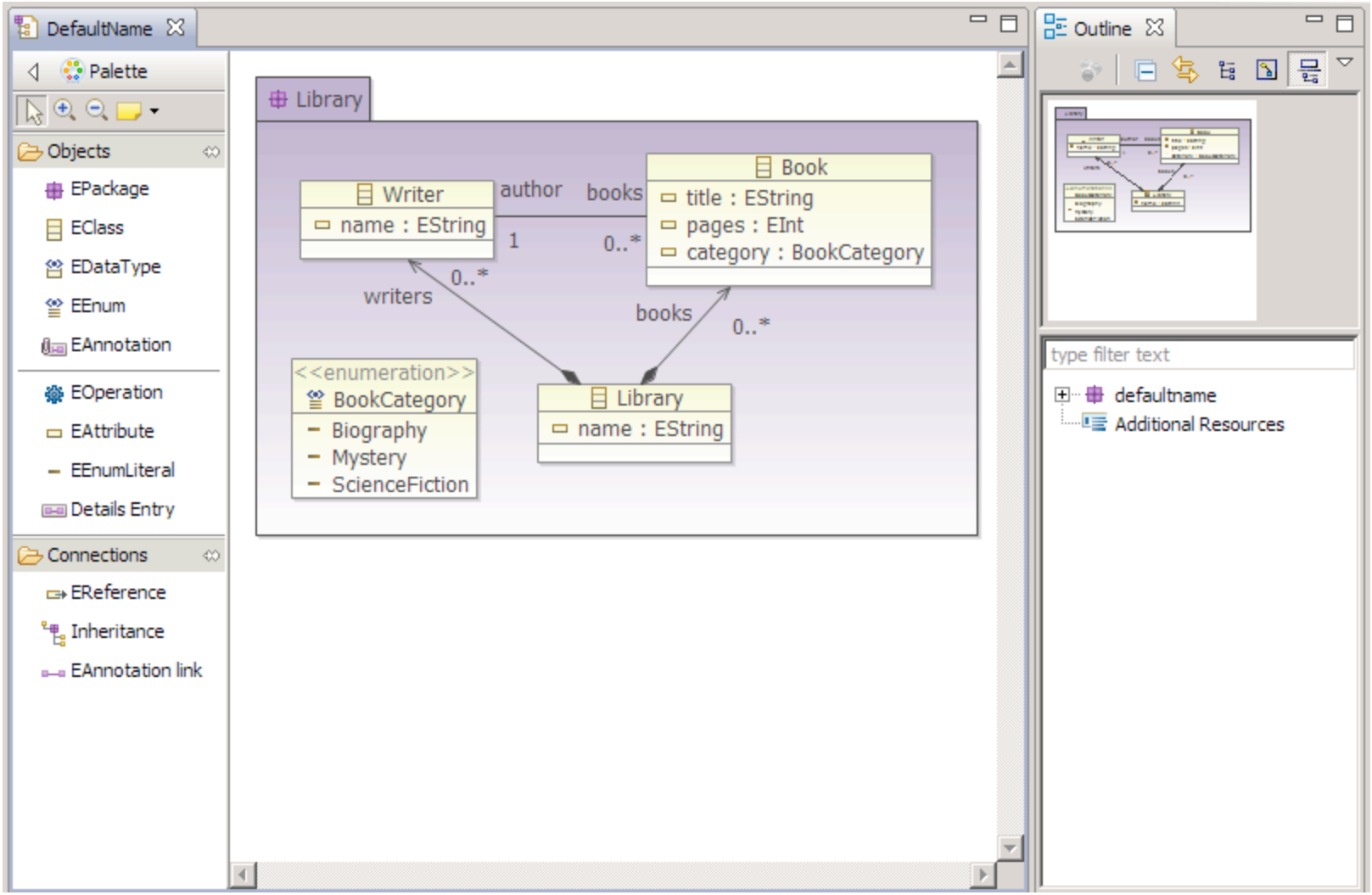
Emfatic

- Szöveges DSL EMF metamodellek számára

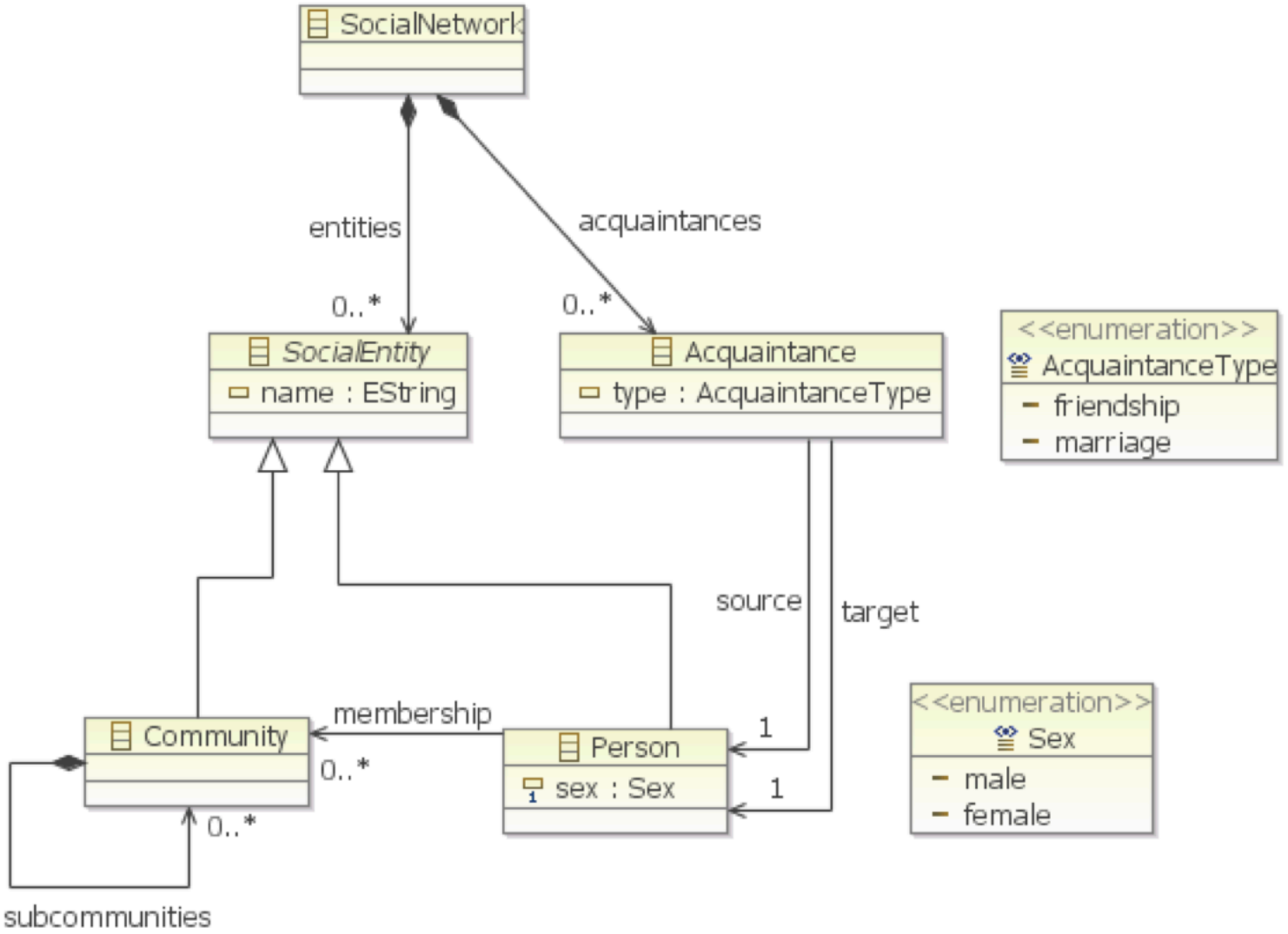


ECore Tools: ECore Diagram Editor

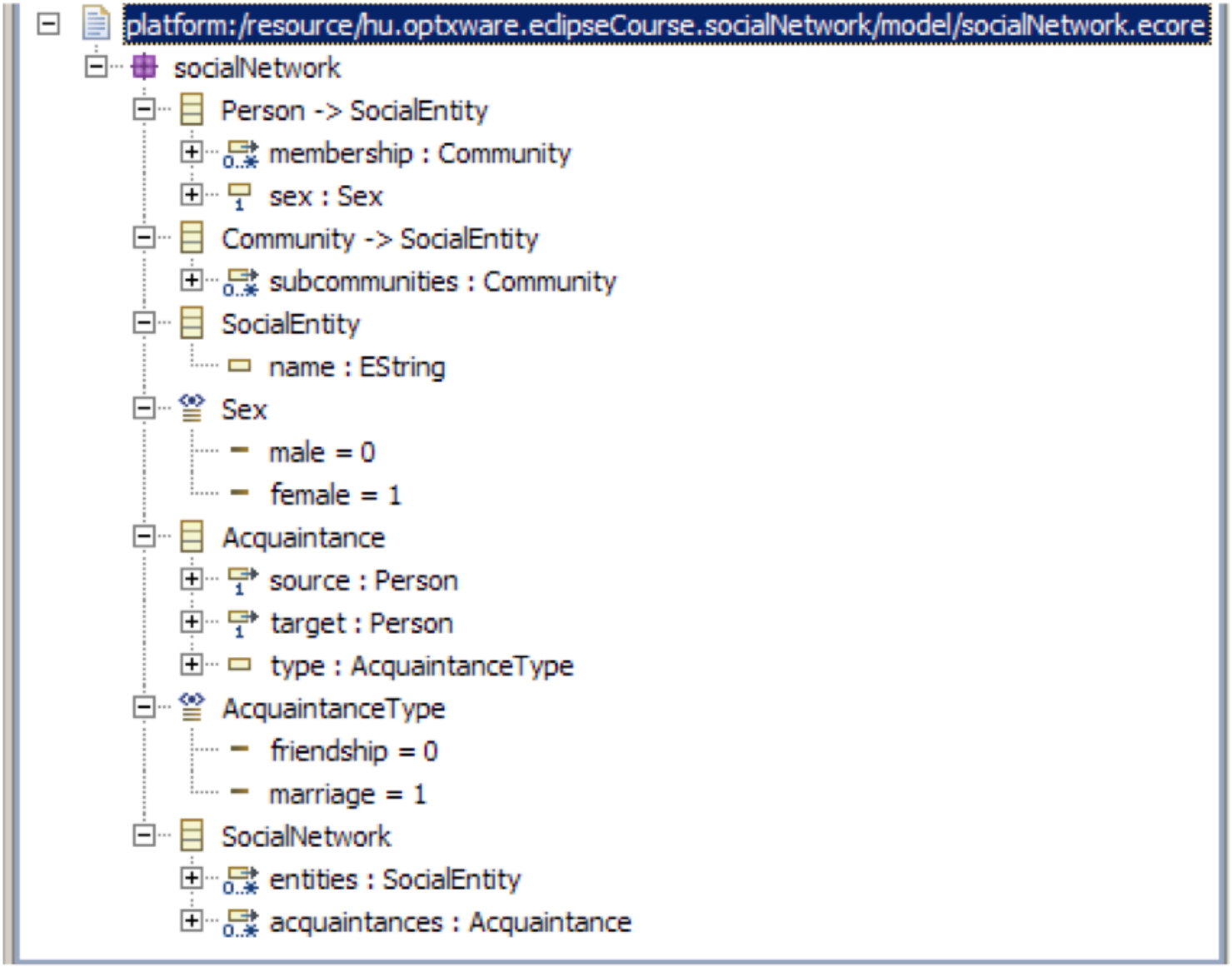
- Grafikus DSL EMF metamodellek számára



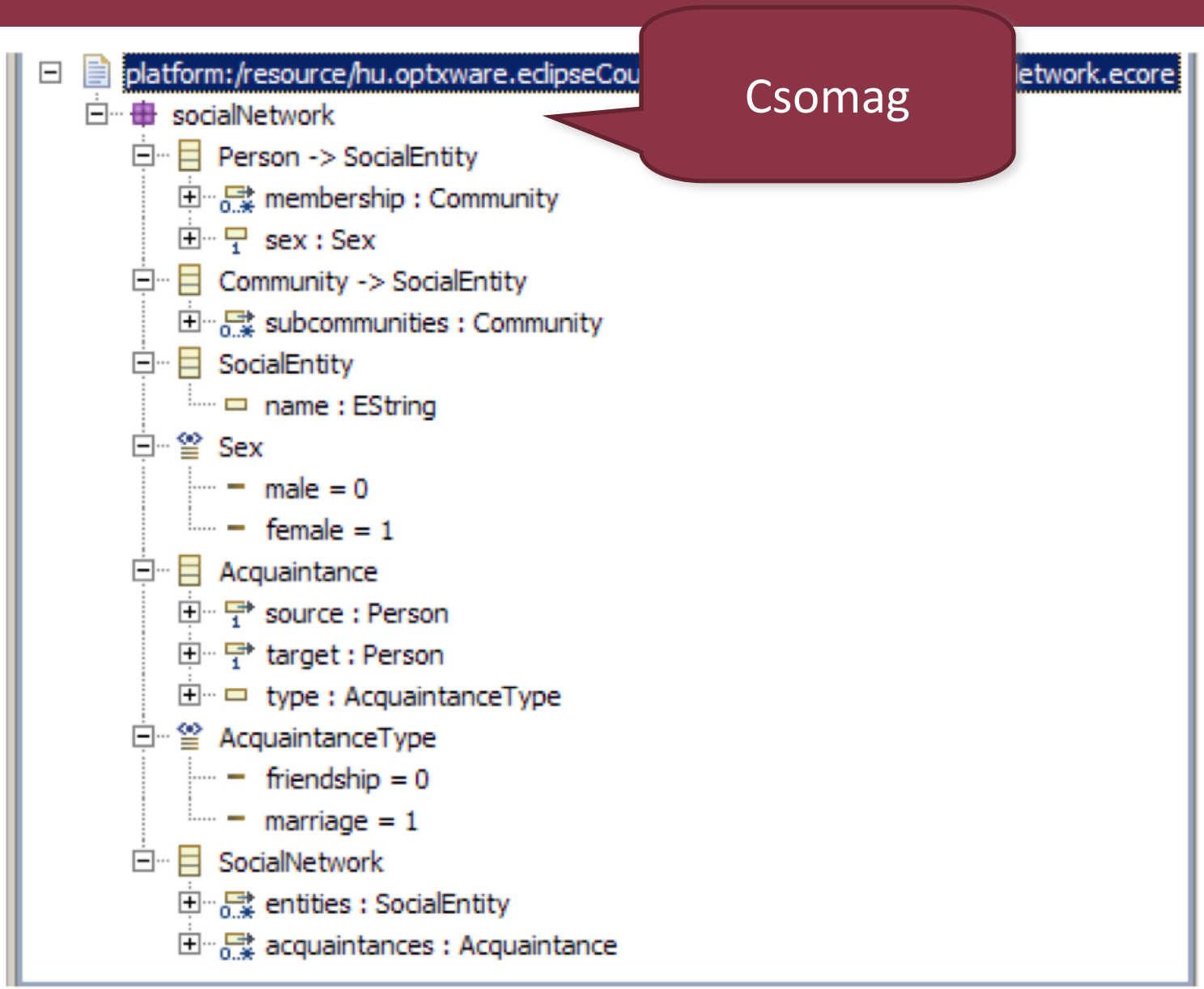
Példa: Kapcsolati háló



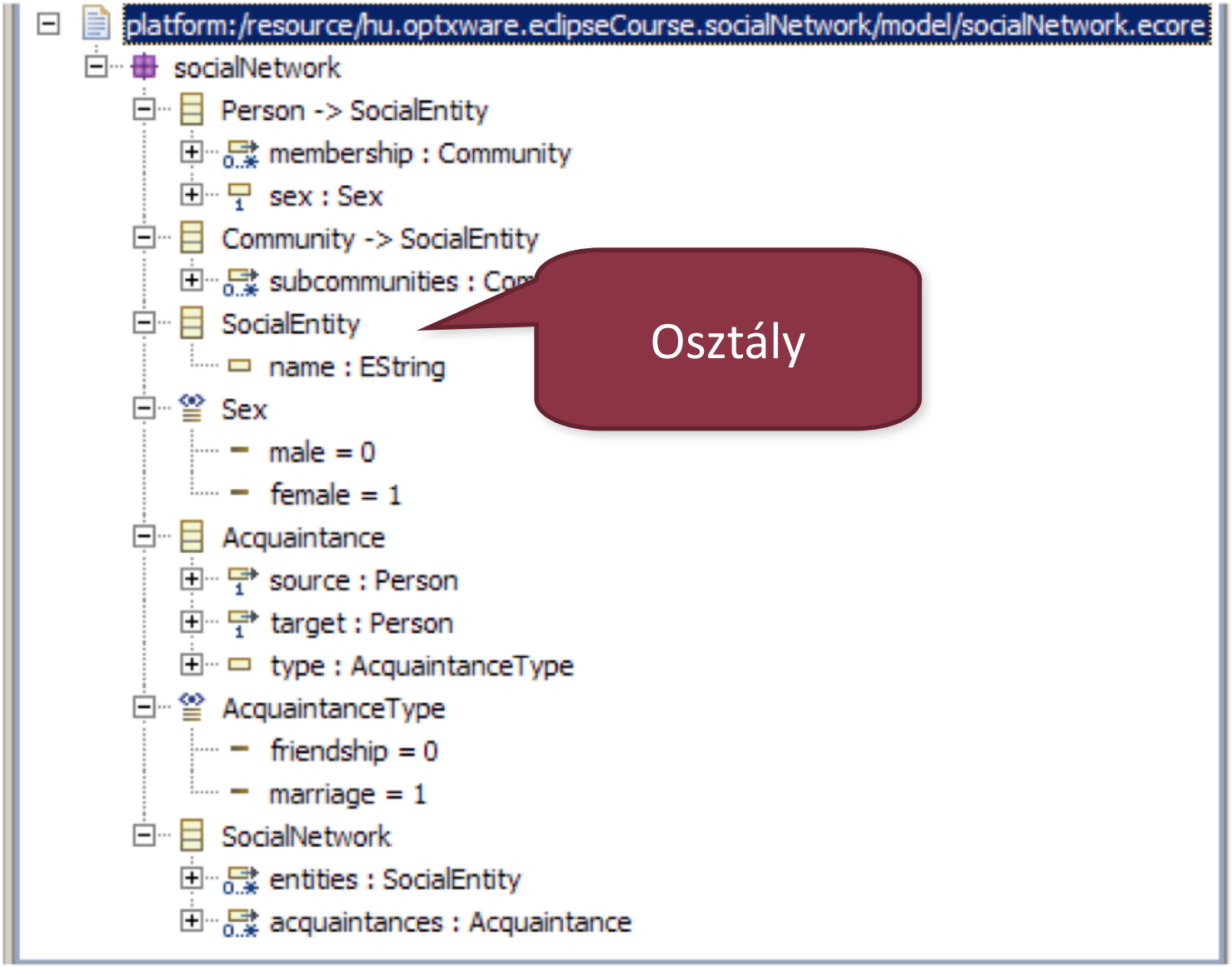
Példa: Az ECore metamodell



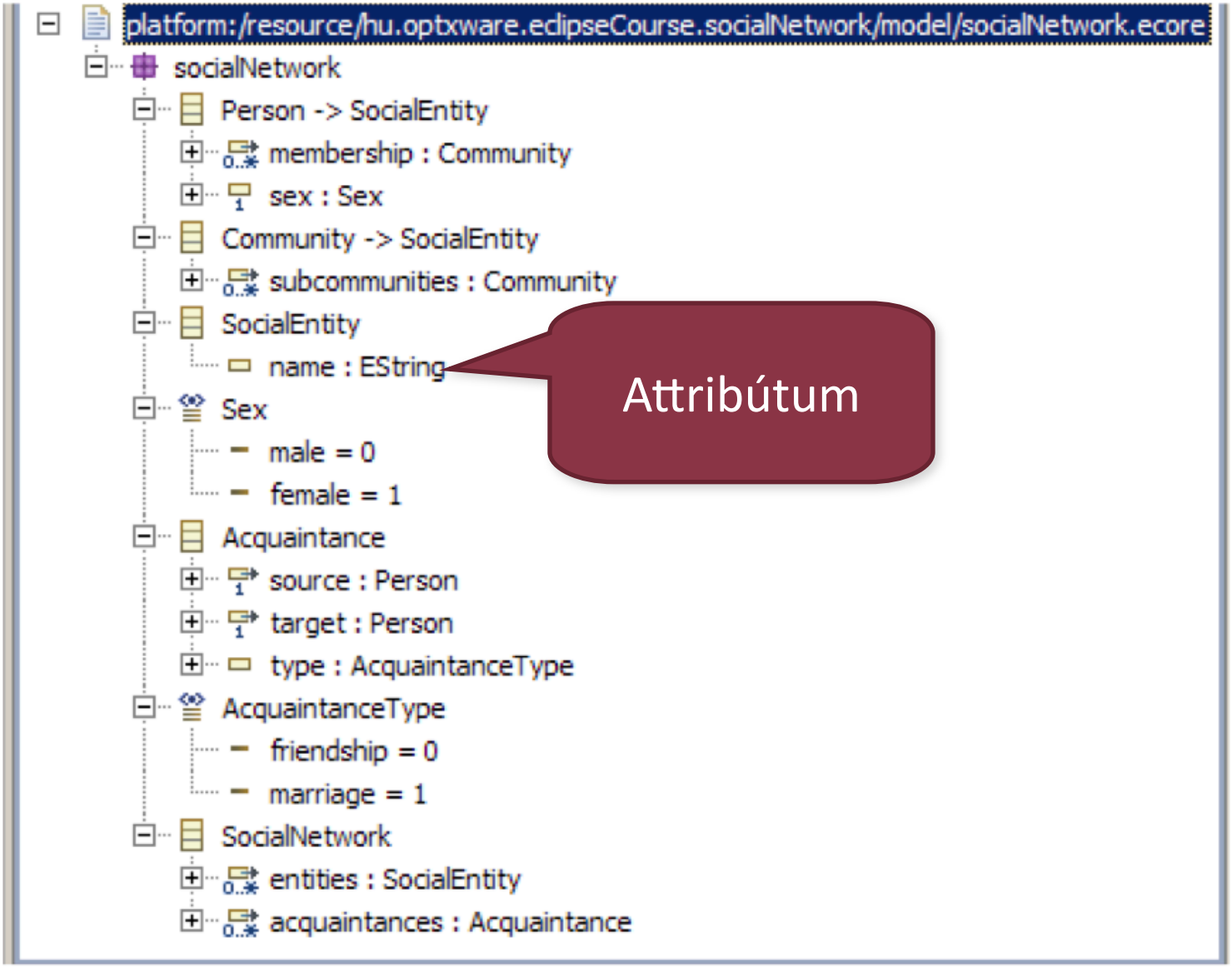
Példa: Az ECore metamodell



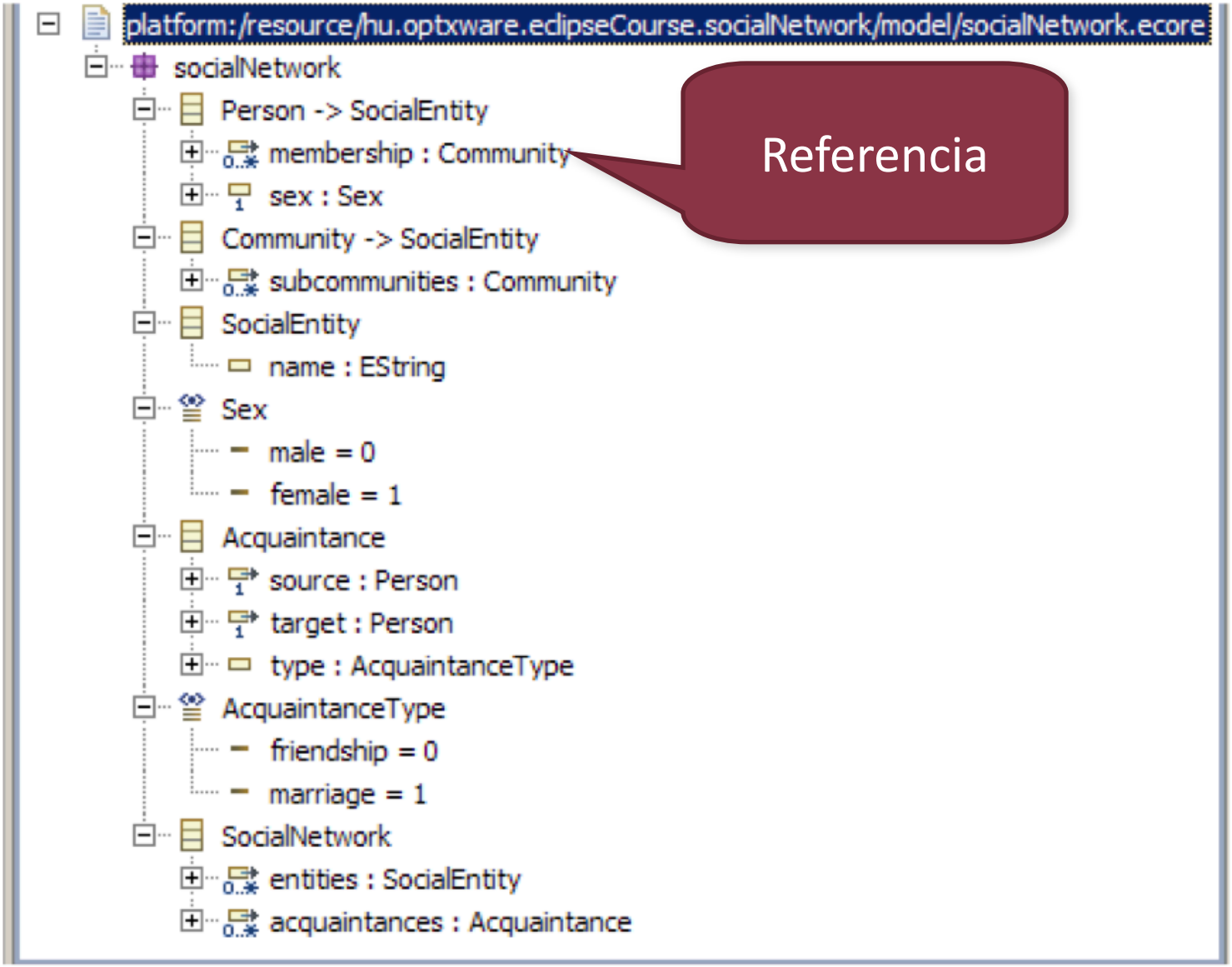
Példa: Az ECore metamodell



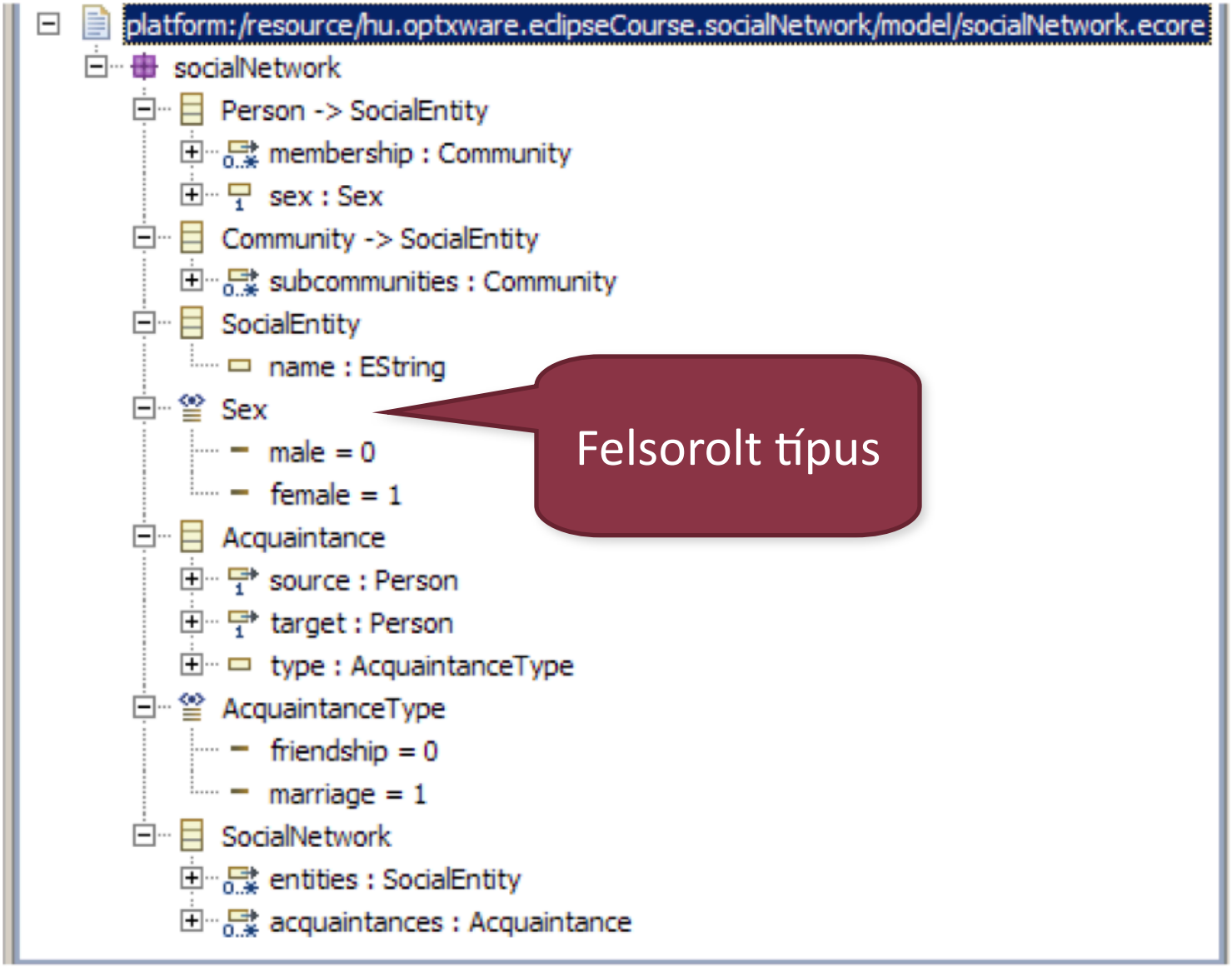
Példa: Az ECore metamodell



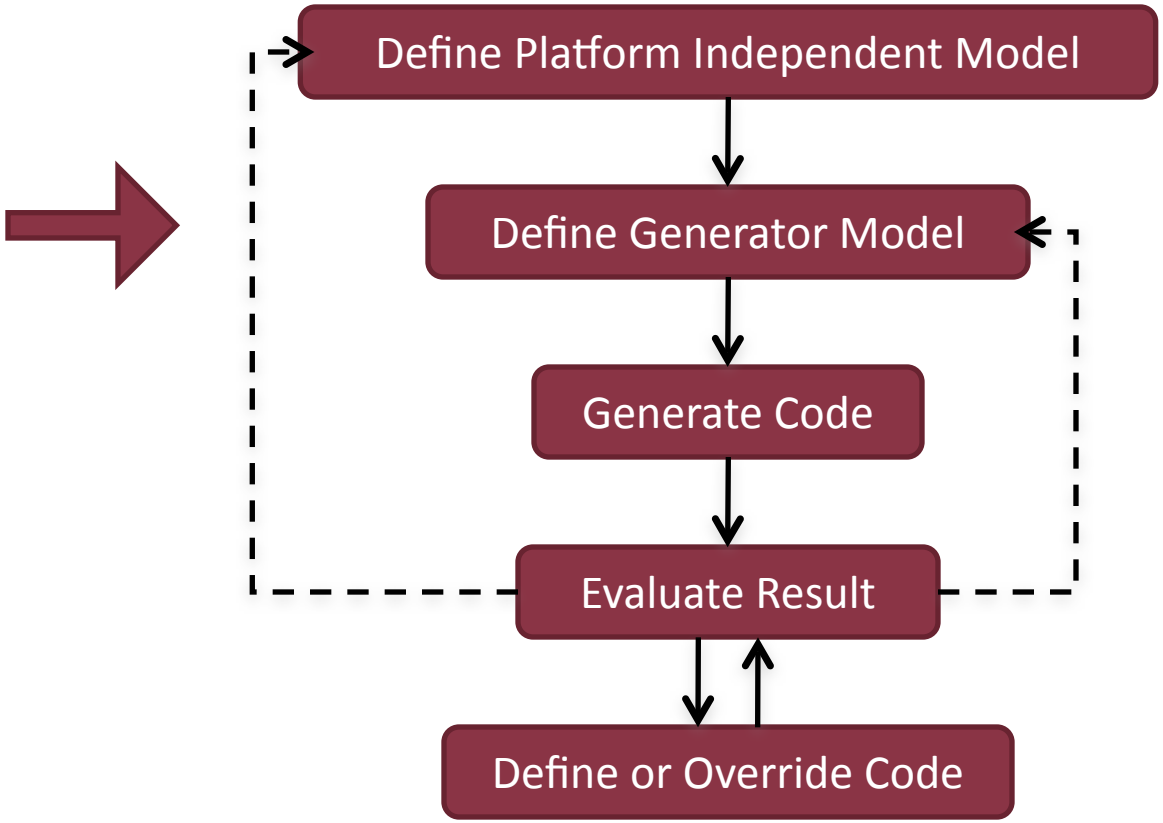
Példa: Az ECore metamodell



Példa: Az ECore metamodell



Az EMF felhasználása



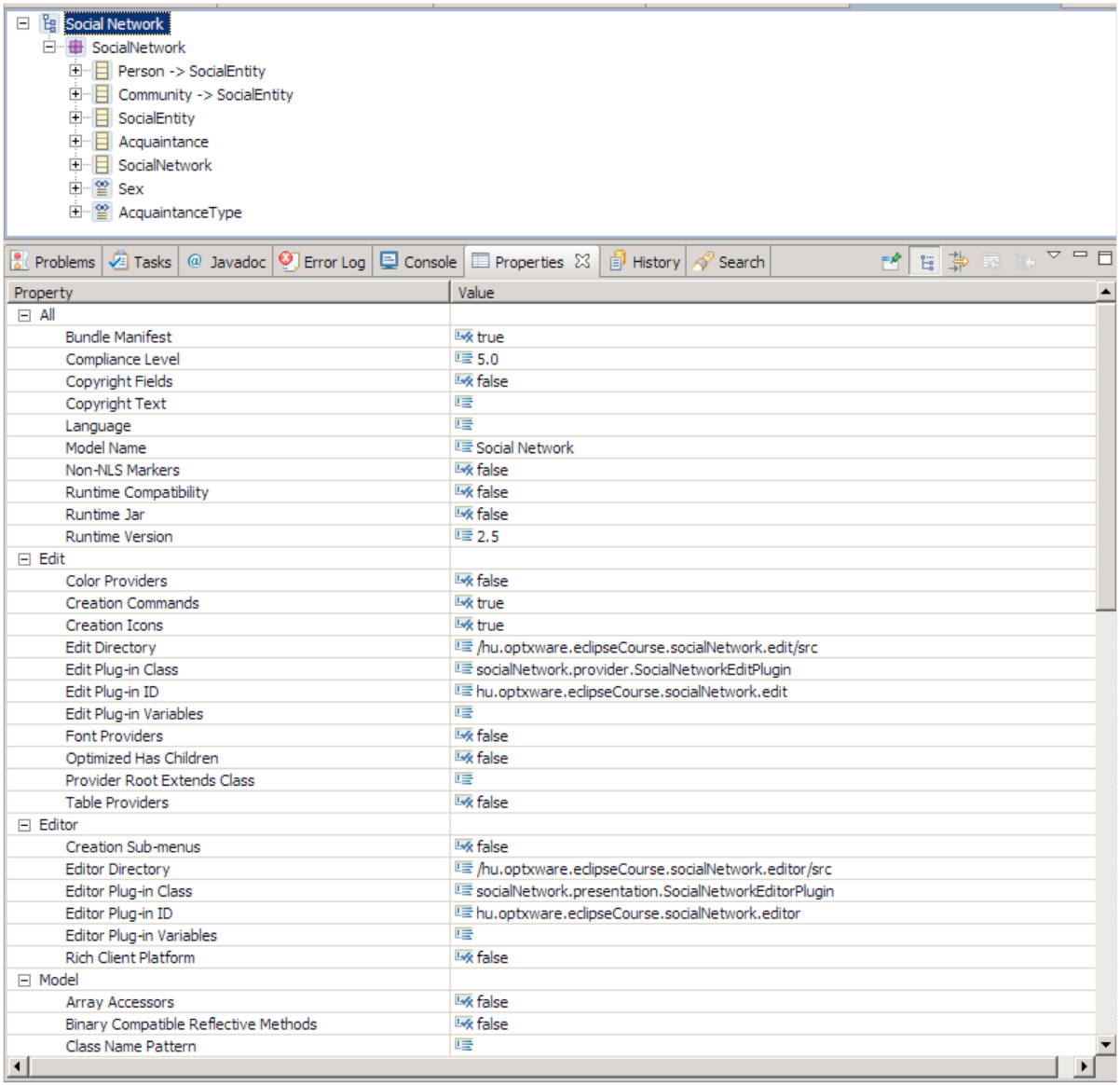
Kódgenerálás

- Nem kulcsrakész megoldás
  - Az editor nem túl felhasználóbarát
  - Az “üzleti logika” sem feltétlenül elégséges

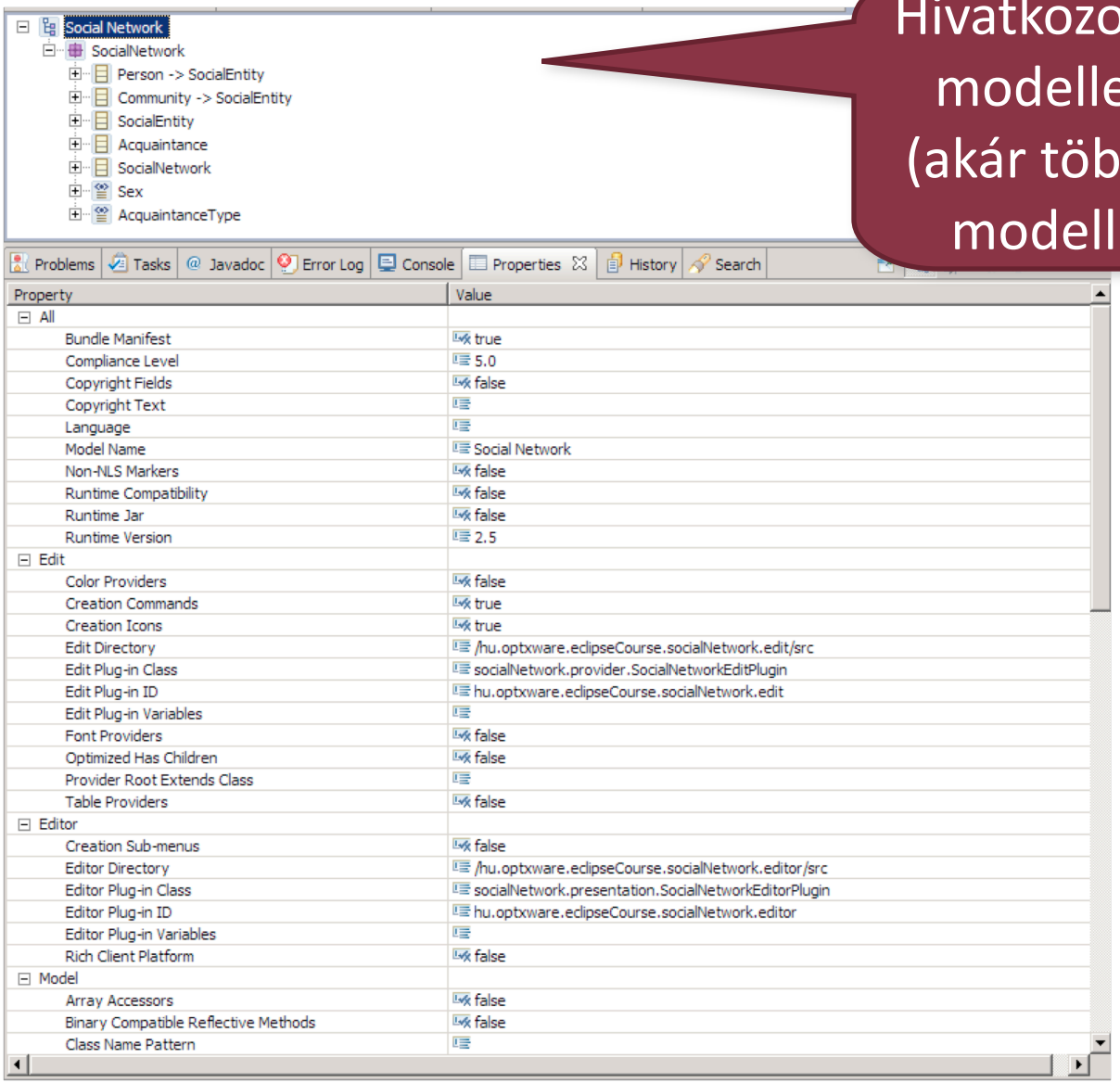
Generátor modell

- Cél:
  - Kódgenerálási beállítások megadása
- EMF modell
  - Tree Editor
  - Hivatkozik a saját ecore modellünkre
- Kódgenerálási beállítások
  - Java verzió (pl. Java 5 esetén enumok használata)
  - Package/projektnevek
  - …

Generátor modell

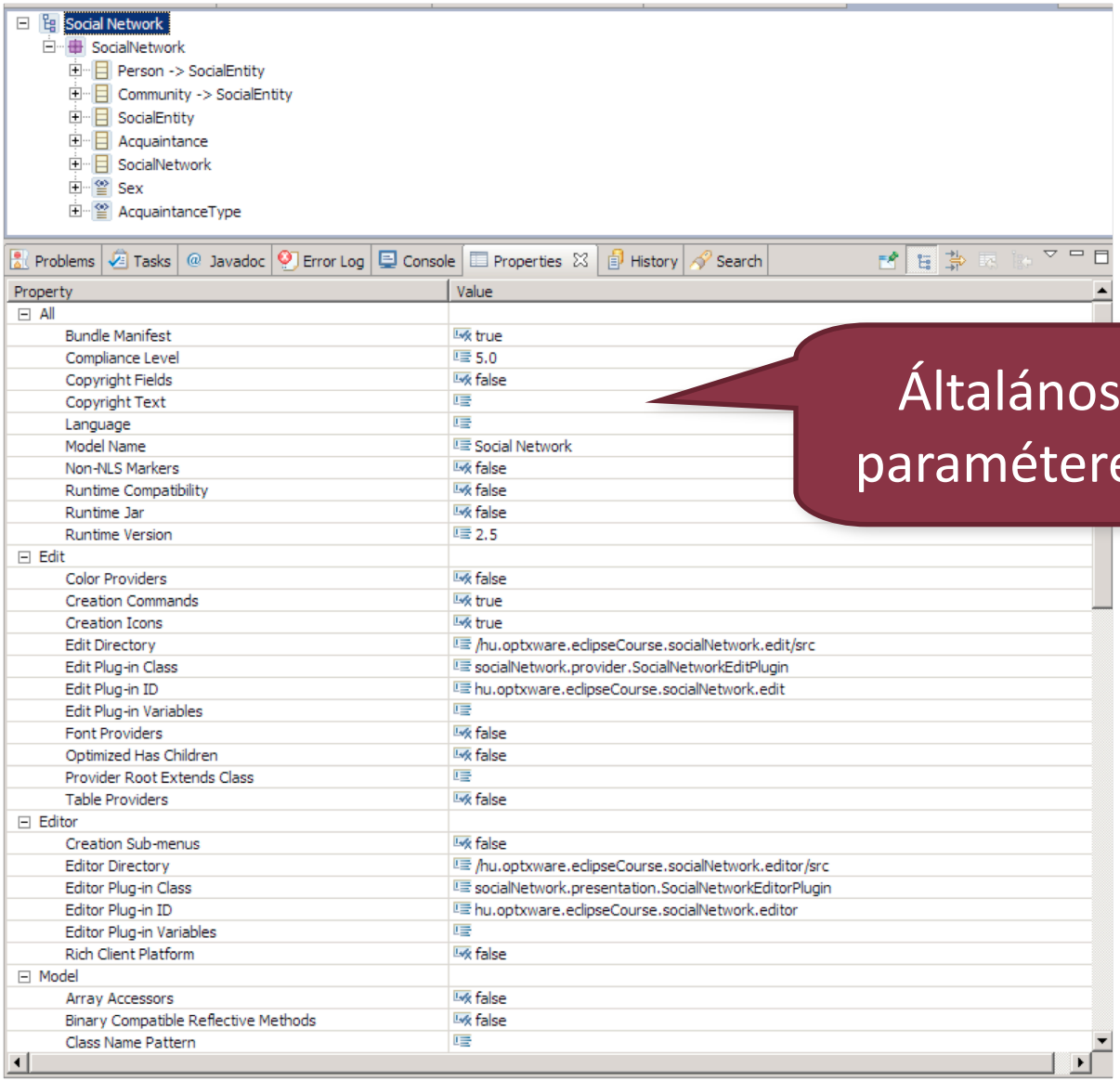


Generátor modell

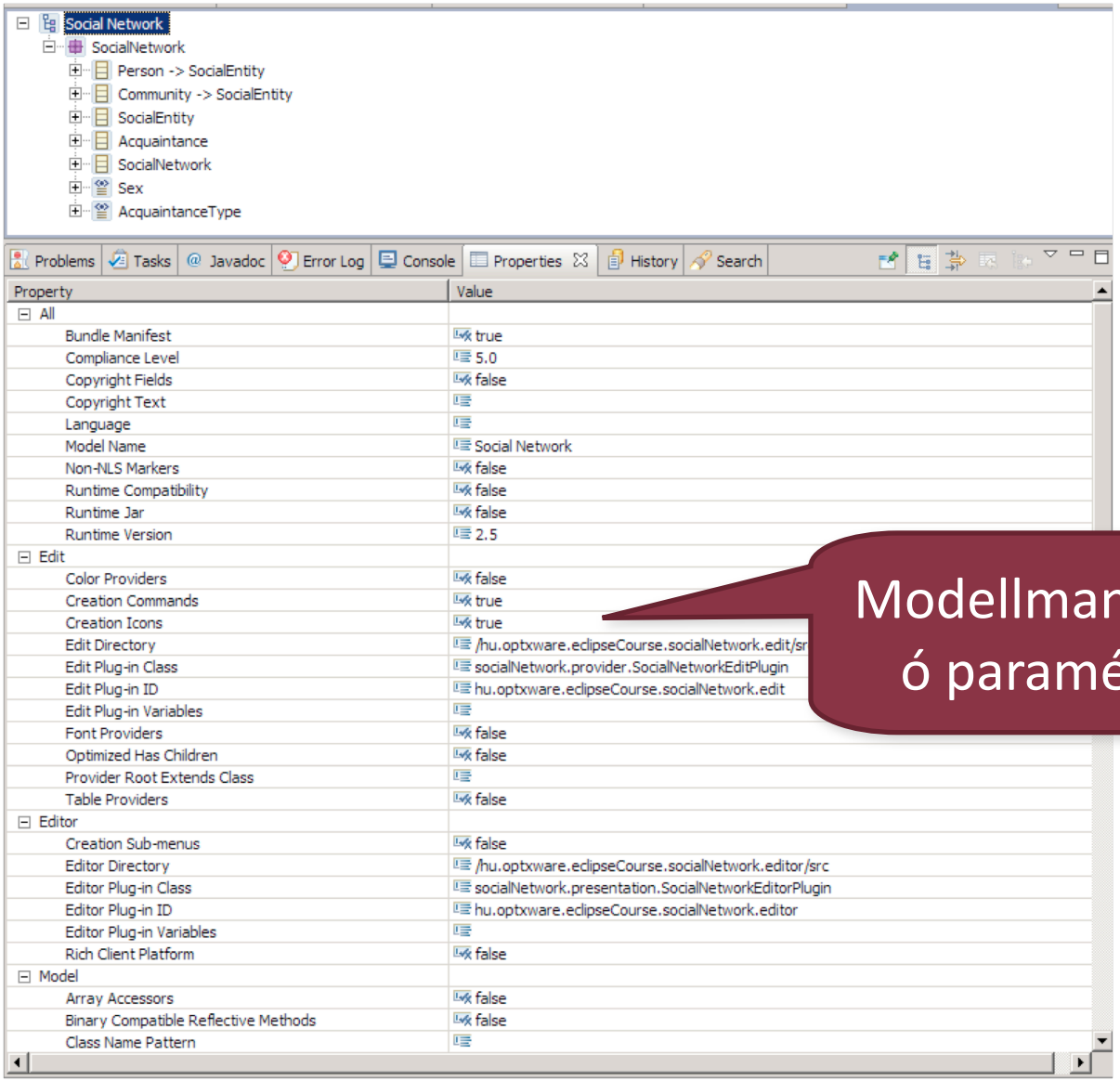


Hivatkozott ECore modellelemek (akár több ECore modellből is)

Generátor modell

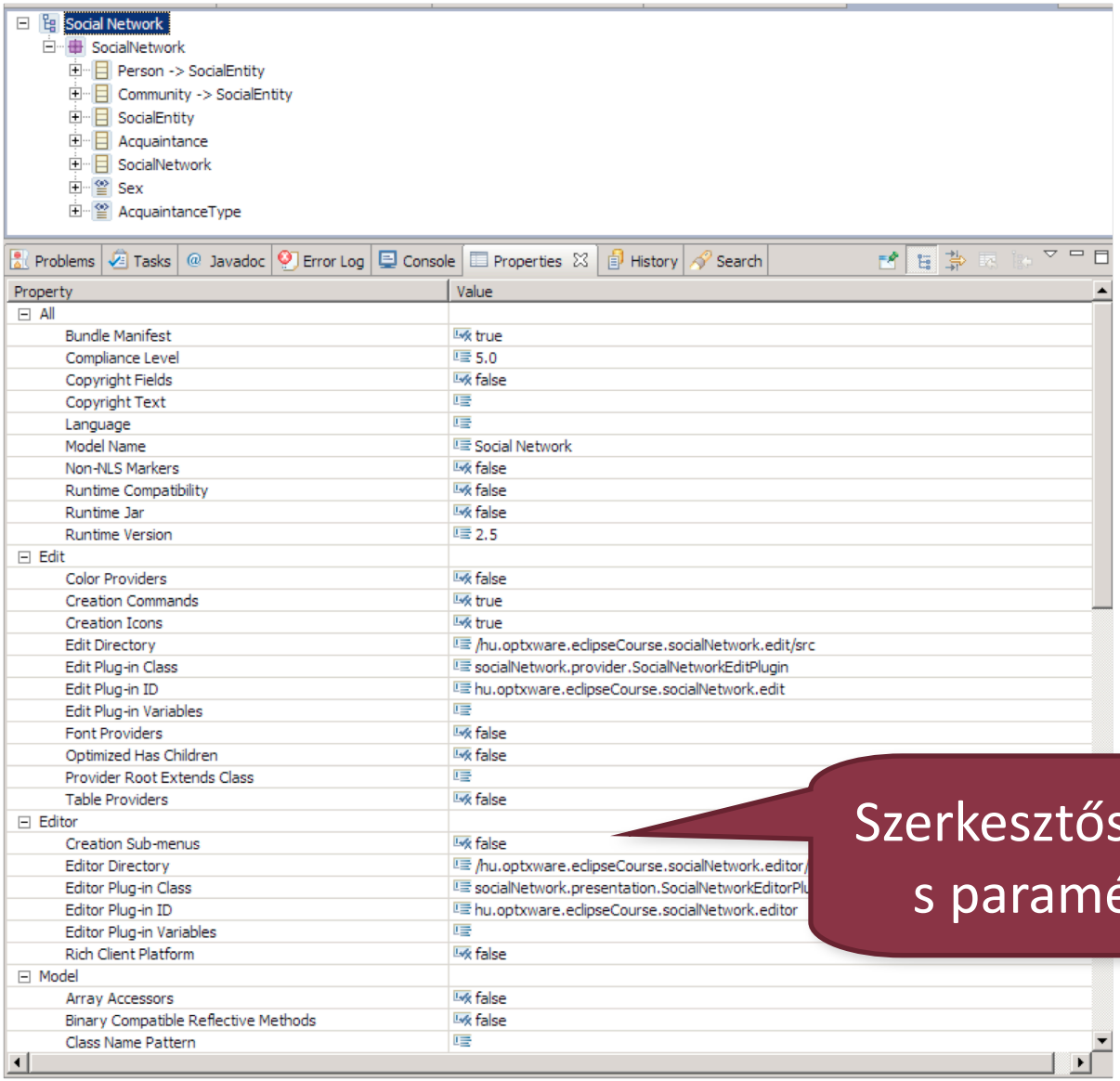


Generátor modell



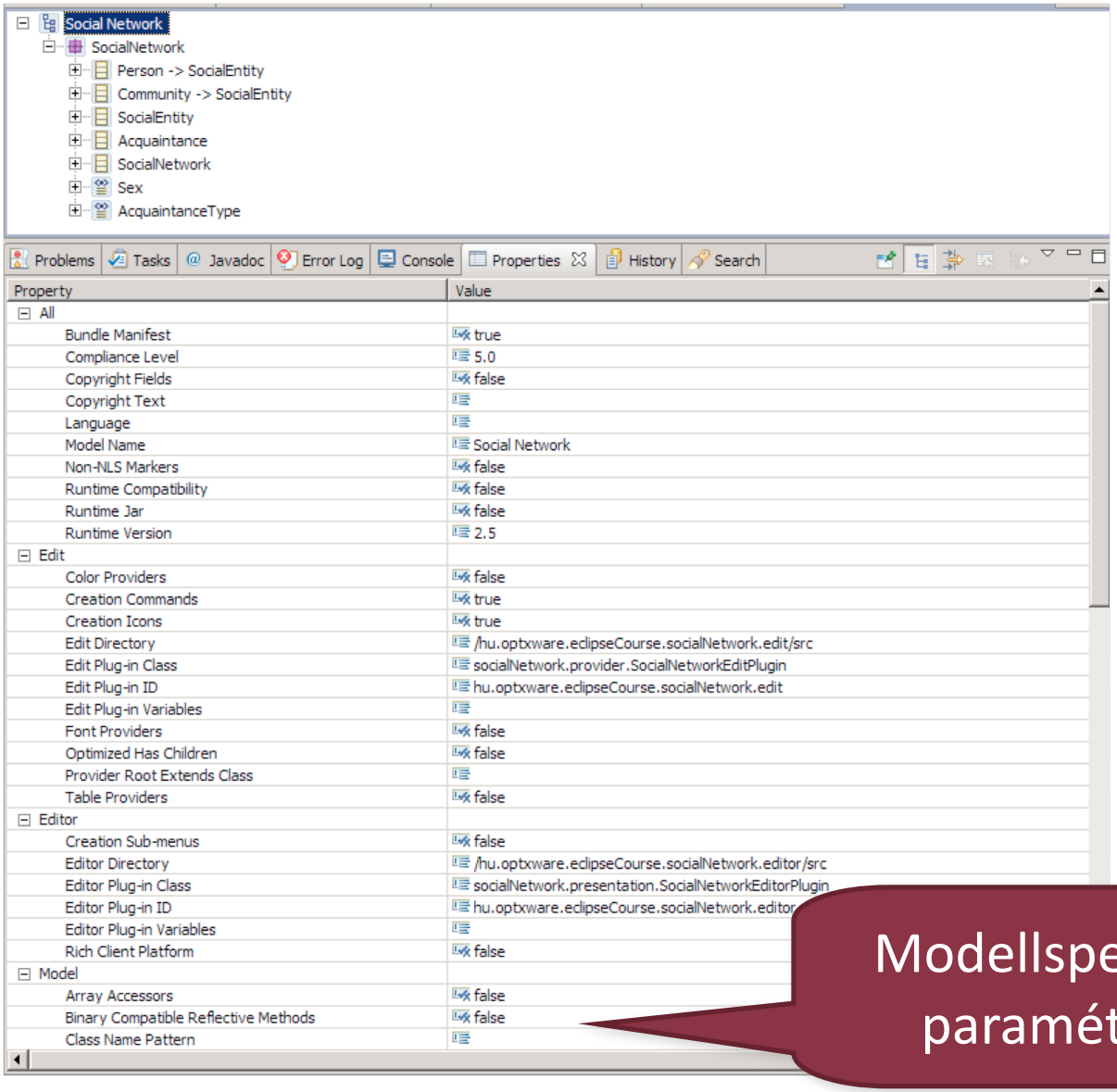
Modellmanipuláci ó paraméterei

Generátor modell



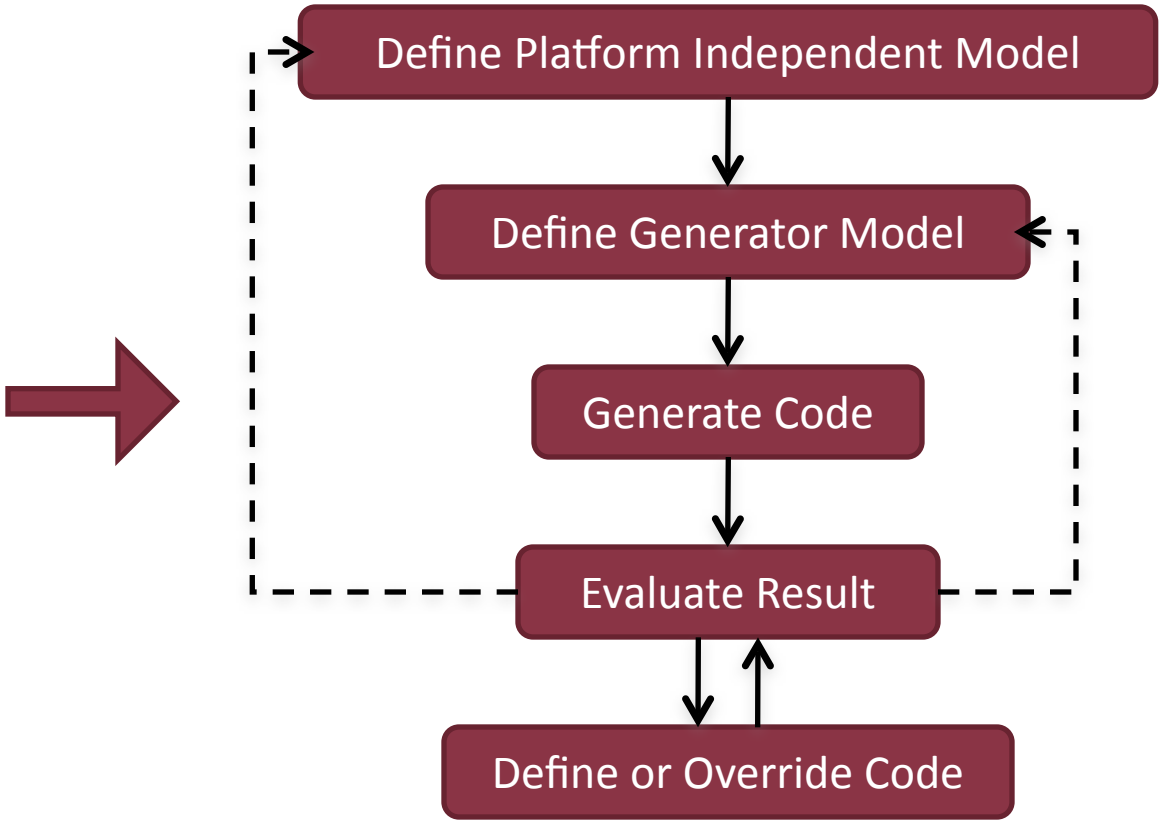
Szerkesztőspecifikus paraméterek

Generátor modell



Modellspecifikus paraméterek

Az EMF felhasználása



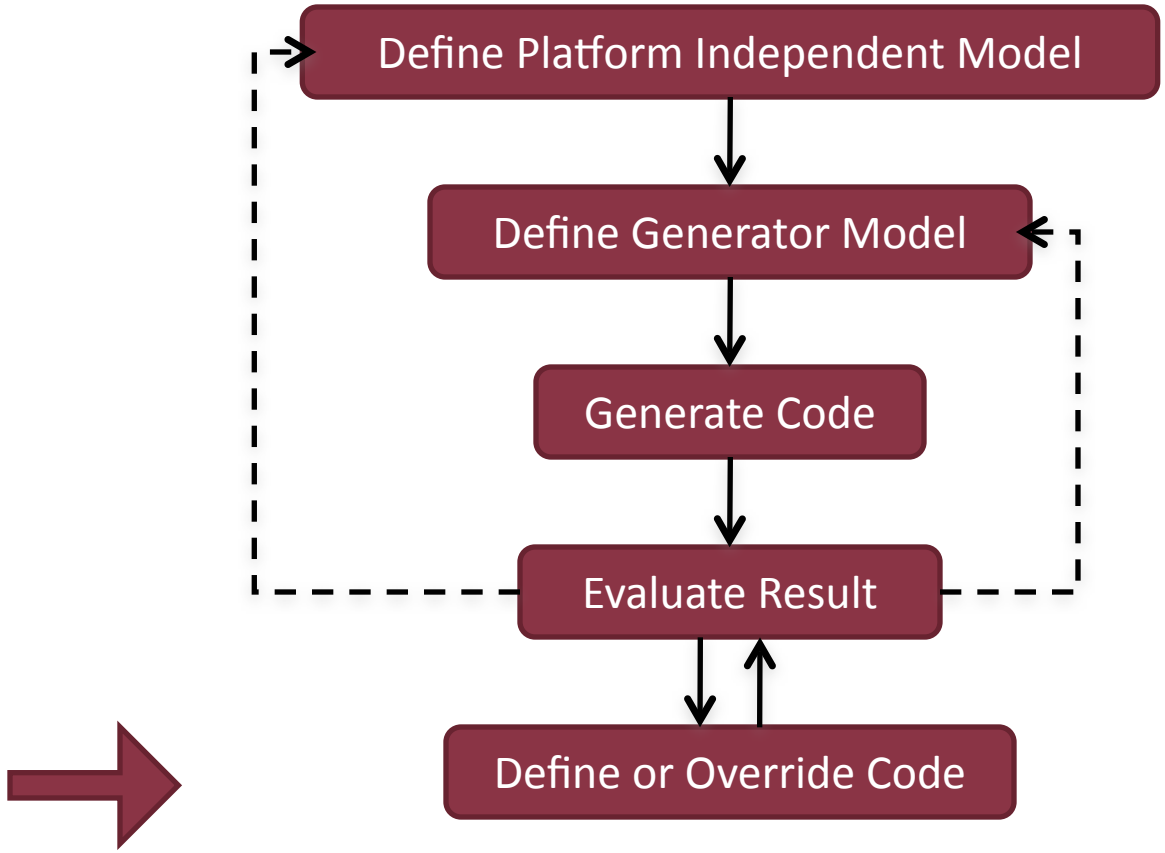
Kódgenerálás

- ECore modellből forráskód generálható
  - Modell perzisztencia
  - Modell menedzsment
  - Modell editor
  - Modell tesztelés
- Ezek testre szabhatóak
  - Generátor modell
  - Kód sablonok

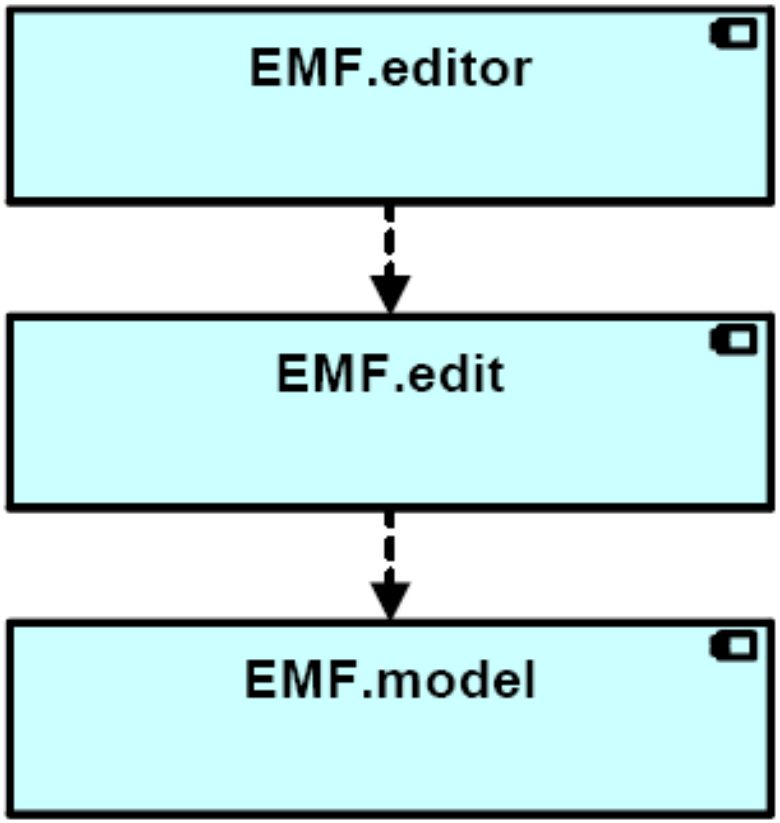
Kódgenerálás

- A generálás alapja egy genmodel fájl
  - Platform-specifikus
  - Az ECore modell alapján készül
  - Részletes
- Létrejön néhány Eclipse plug-in
  - Alapértelmezett editor
  - Perzisztencia kezelés
  - Modell manipulációs

Az EMF felhasználása

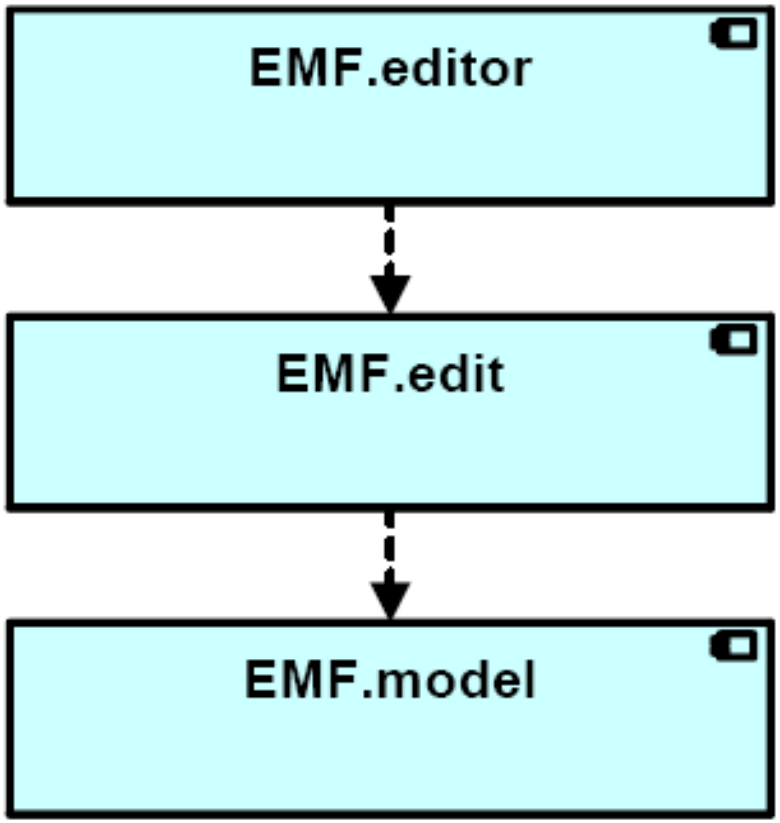


A generált EMF komponensek



- 3. Tree editor
- 2. Modellmanipuláció
- 1. Modell tárolása

A generált EMF komponensek



EMF.Model

- Az ECore modell teljes implementációja
- Hatékony perzisztenciakezelés
  - XMI technológia
- A modell és a kód közel van egymáshoz
  - Előre tudjuk, mit kapunk
  - Általában nem szükséges módosítani

EMF.Model

- Lehetséges kiegészítések
  - Saját fájlformátum támogatás
    - Parser
    - Okos szerkesztő
    - Xtext projekt így működik
  - Extra információk beszúrása a generált forrásfájlokba
    - Kerülendő
    - Inkább legyen az ecore modell része

Az ECore keretrendszer

- Főbb képességek
  - Reflexió
  - Értesítés (notification)
  - Perzisztencia
  - Asszociációk kezelése
  - Többszörös öröklődés

Reflexió

- eClass()
  - Minden üzleti objektum megkaphatja a saját EClass reprezentációját
  - Hasonló a Java getClass() hívásához
    - eGet/eSet/eIsSet/eSet/eUnset()
  - Tulajdonságok generikus kezelése
- eContainer/eContents()
  - Hierarchia
  - Szülő/gyerekek visszaadása tartalmazások mentén

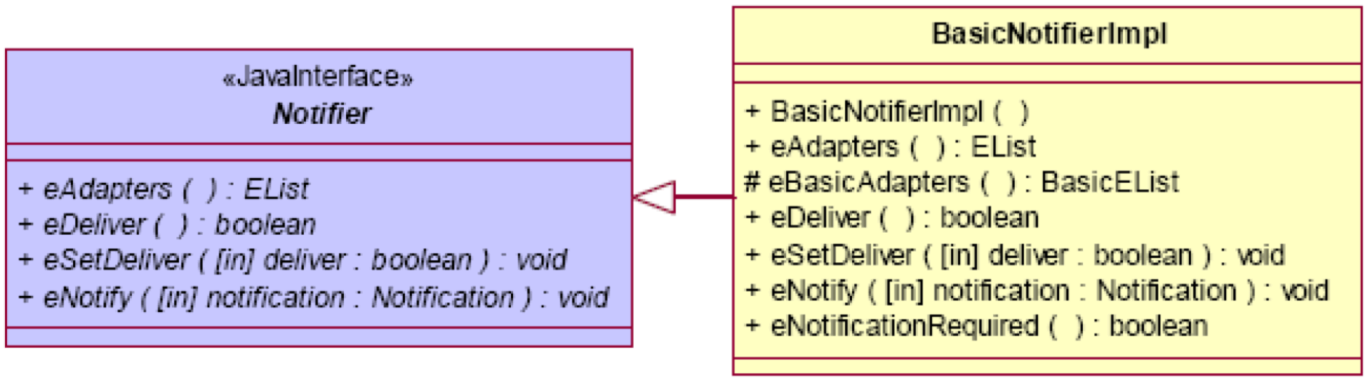
Reflektív API

- Platform biztosítja
- Általános szolgáltatásokhoz
  - Sorosítás
  - Értesítés
  - Switch megoldásokhoz

Generikus vs generatív

- Generikus megoldás
  - Általános, minden esetre kiterjedő
    - Pl. sorosítás, Reflective Tree Editor
- Generatív megoldás
  - Kódot generálunk a modell alapján
  - Minden esetre lehet eltérő kódot használni
    - Pl. modell-specifikus tree editor, később GMF editor

Értesítés



- Minden modellobjektum támogatja az értesítésküldést
  - Observer minta
  - Event objektumok az értesítésben
  - Genmodellben állítható, hogy mi vált ki értesítést

Értesítés

- Feliratkozás
  - `eAdapters().add(Adapter)`
- Értesítésküldés
  - `eNotify(Notification)`
- A megvalósítást nem részletezzük
  - EMF biztosítja
  - Tipikusan sose akarjuk módosítani…

Perzisztencia

- EMF modellek tárolása: erőforrásokban (resource)
- Egy objektumhoz rendelhetünk egy Resource példányt
  - `eResource()` adja vissza
- Beépített implementáció: `XMIResourceImpl`
  - Betöltés/mentés XMI formátumú fájlokból/fájlokba

EPackage implementáció

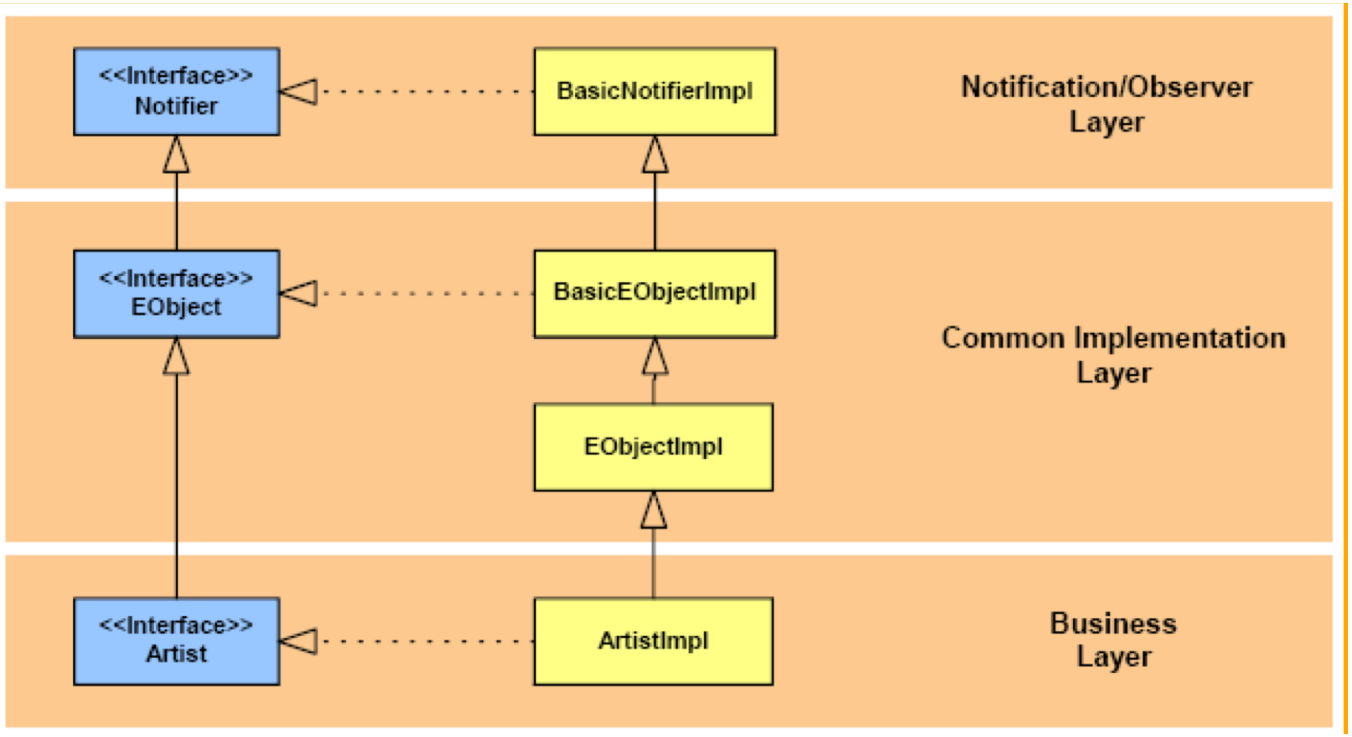
- Példány elérése: <csomagnév>Package.eINSTANCE
- Minden osztályhoz metódus
  - `EClass get<osztálynév>`
- Minden osztály minden tulajdonságához metódus
  - `EStructuralFeature get<osztálynév>_<tulajdonságnév>`

EFactory implementáció

- Példány elérése:
  - `<csomagnév>Factory.eINSTANCE`
  - `<csomagnév>Package.eINSTANCE .get<csomagnév>Factory`
- Minden osztály példányosítására metódus
  - `<osztálynév> create<osztálynév>`

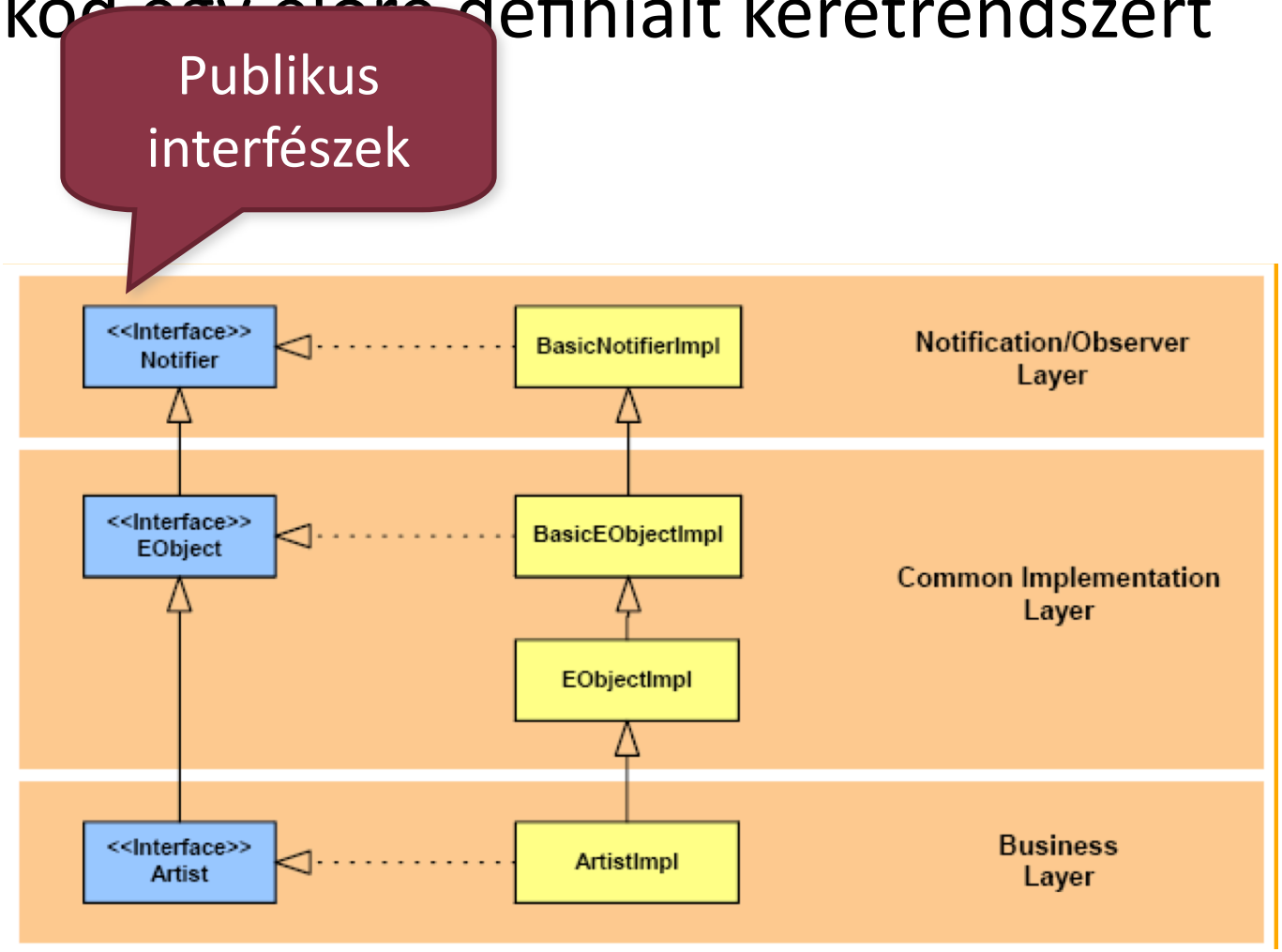
EClass implementáció

- A generált kód egy előre definiált keretrendszert terjeszt ki



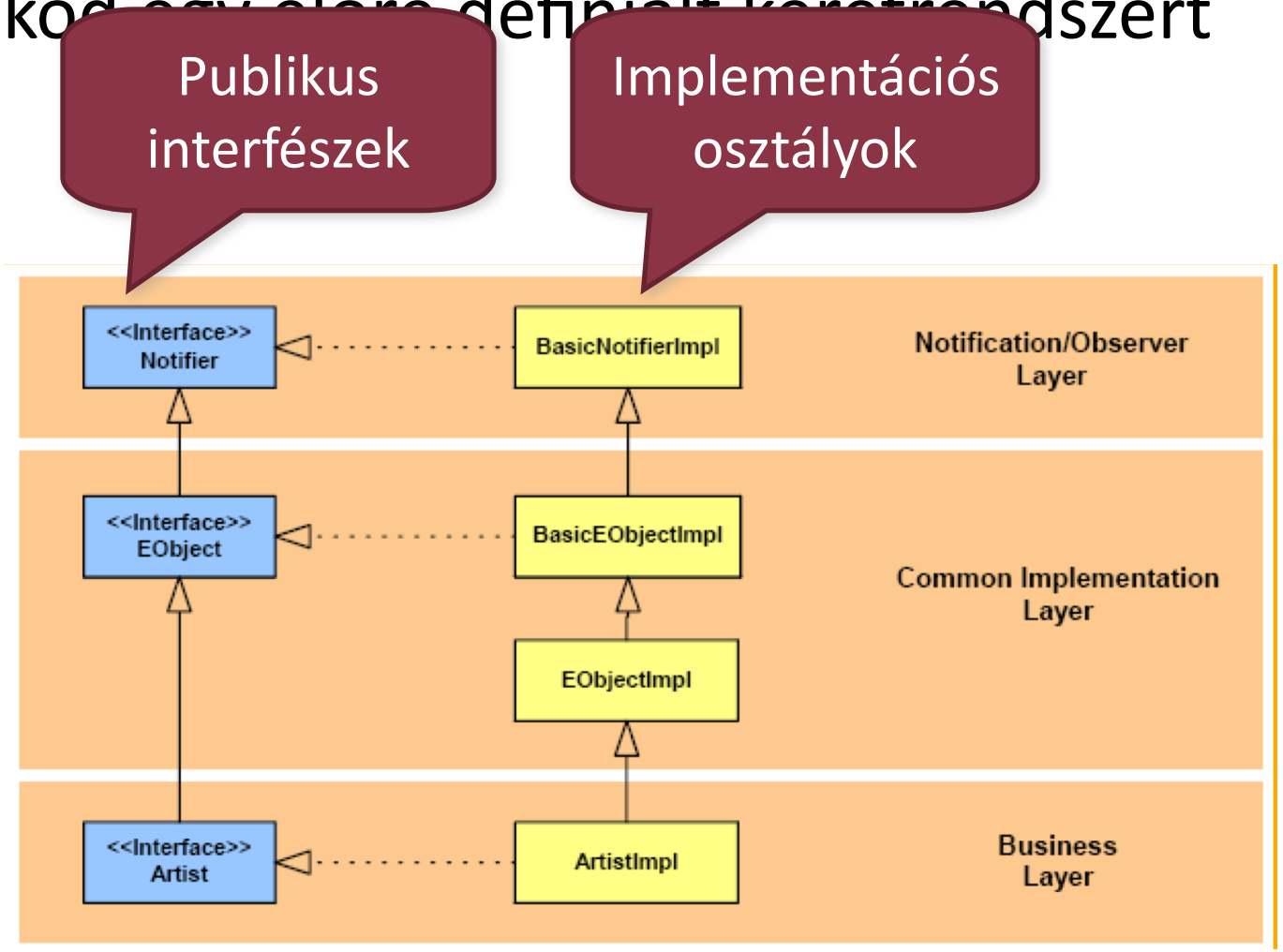
EClass implementáció

- A generált kód egy előre definiált keretrendszert terjeszt ki



EClass implementáció

- A generált kód egy előre definiált keretrendszert terjeszt ki



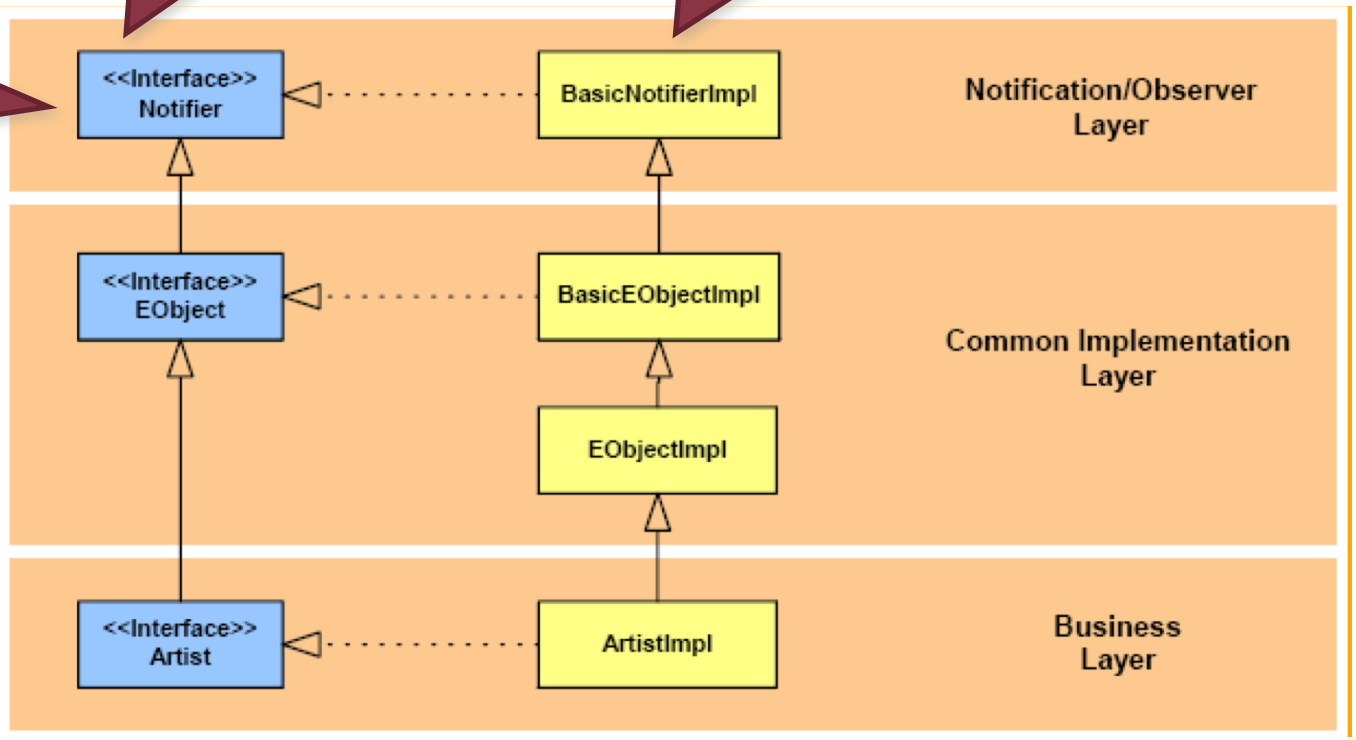
EClass implementáció

- A generált kód egy előre definiált keretrendszert terjeszt ki

Publikus interfészek

Implementációs osztályok

Általános értesítési mechanizmus



EClass implementáció

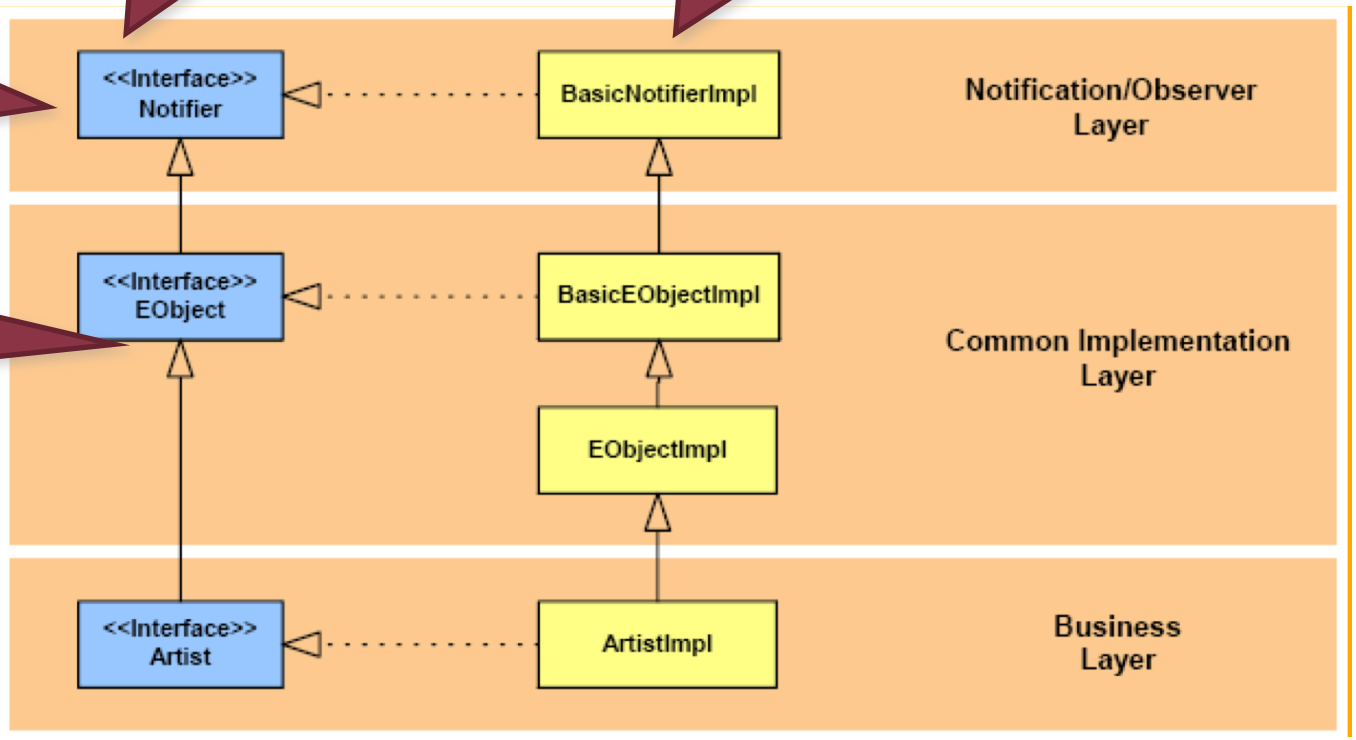
- A generált kód egy előre definiált keretrendszert terjeszt ki

Publikus interfészek

Implementációs osztályok

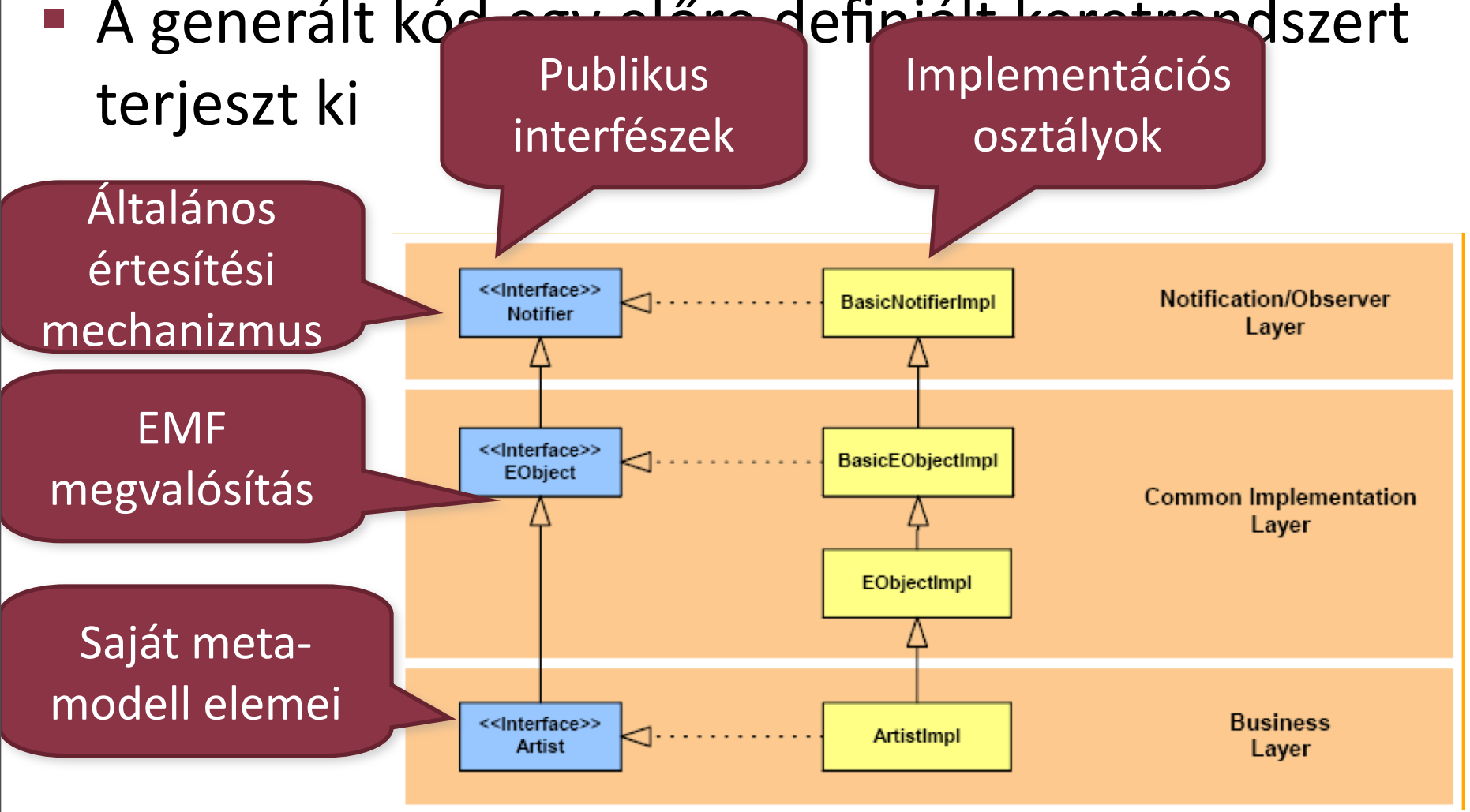
Általános értesítési mechanizmus

EMF megvalósítás

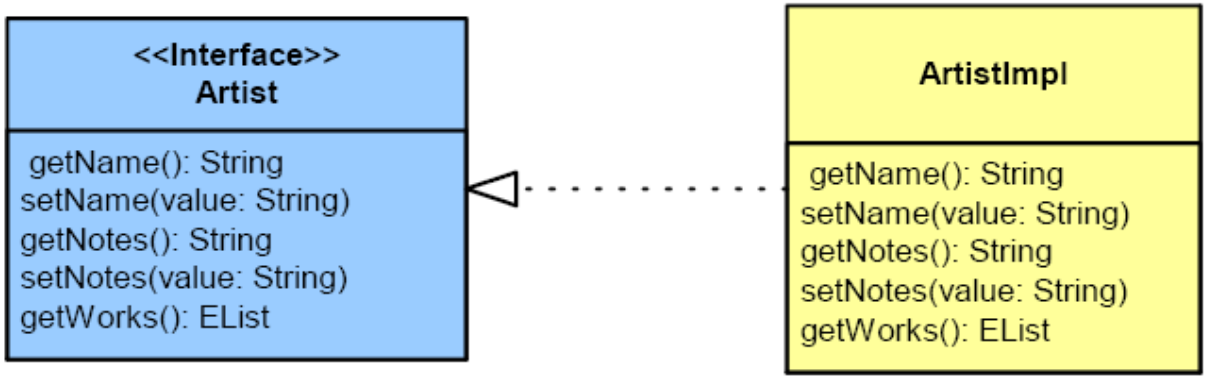


EClass implementáció

- A generált kód egy előre definiált keretrendszert terjeszt ki



EClass implementáció



- Attribútumok és referenciák kezelése
  - EAttribute: getter és setter metódusok
  - EReference: multiplicitásfüggő
    - “many”: szerkeszthető kollekció, hozzá egy getter metódus
    - “one”: getter metódus az értékre
- Kezdőértékek tárolása és inicializálása

EAttribute implementáció

```
protected static final String NAME_EDEFAULT = null;

protected String name = NAME_EDEFAULT;

public String getName() {
        return name;
}

public void setName(String newName) {
        String oldName = name;
        name = newName;
        if (eNotificationRequired()) {
                eNotify(new ENotificationImpl(…));
        }
}
```

- Általában nem akarjuk módosítani az implementációt
  - Kivéve pl. származtatott tulajdonságok

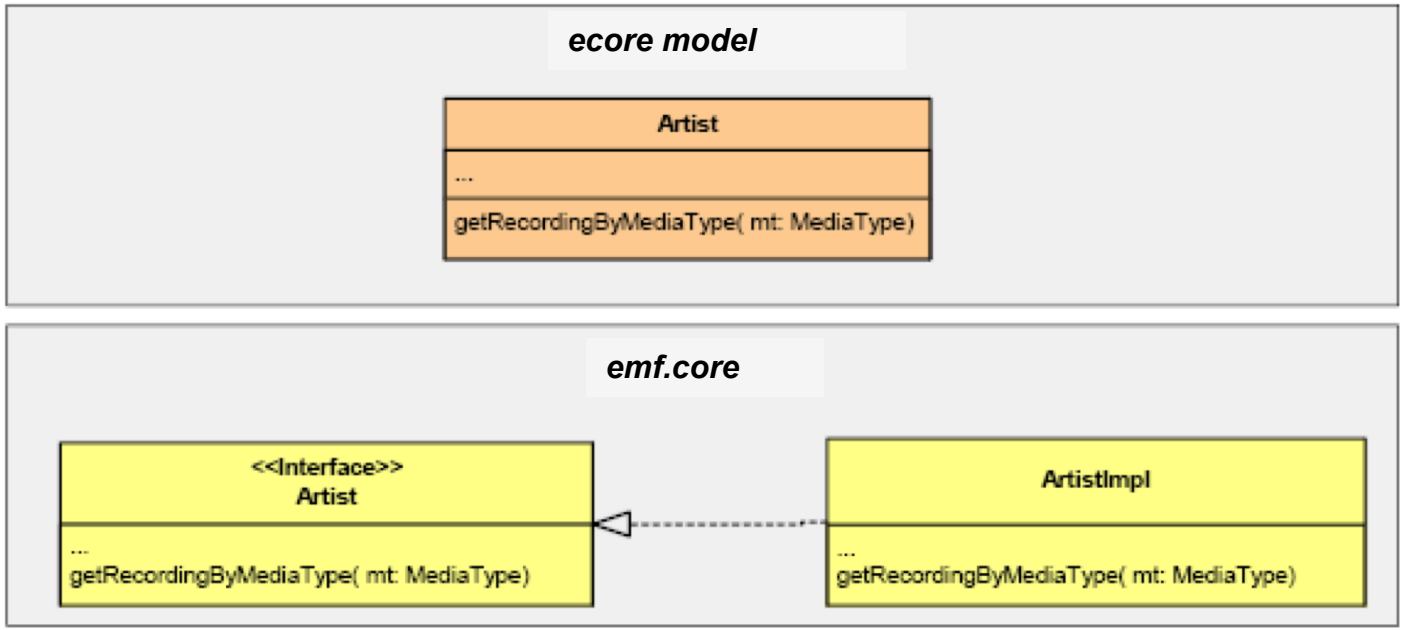
EReference implementáció

- Hasonló az EAttribute-hoz
- A típus itt egy másik objektum lesz
- Néhány kiegészítés szükséges, ha nem tartalmazás jellegű reláció van
  - Az objektum más tárban is lehet
    - Referencia-feloldás
  - Ellenőrizni kell a kétirányú referenciák integritását
    - Ellenkező oldal frissítése

EOperation implementáció

- Az ECore modellben metódusokat is megadhatunk
- Nincs támogatás a szemantika definiálására
- Ötlet
  - Az ECore modellben definiáljuk a metódus
    - Nevét
    - Paramétereit, típusukat
    - Visszatérési értékének típusát
  - Implementáljuk Java-ban
- A kódgenerátor csak kódvázat generál

EOperation implementáció



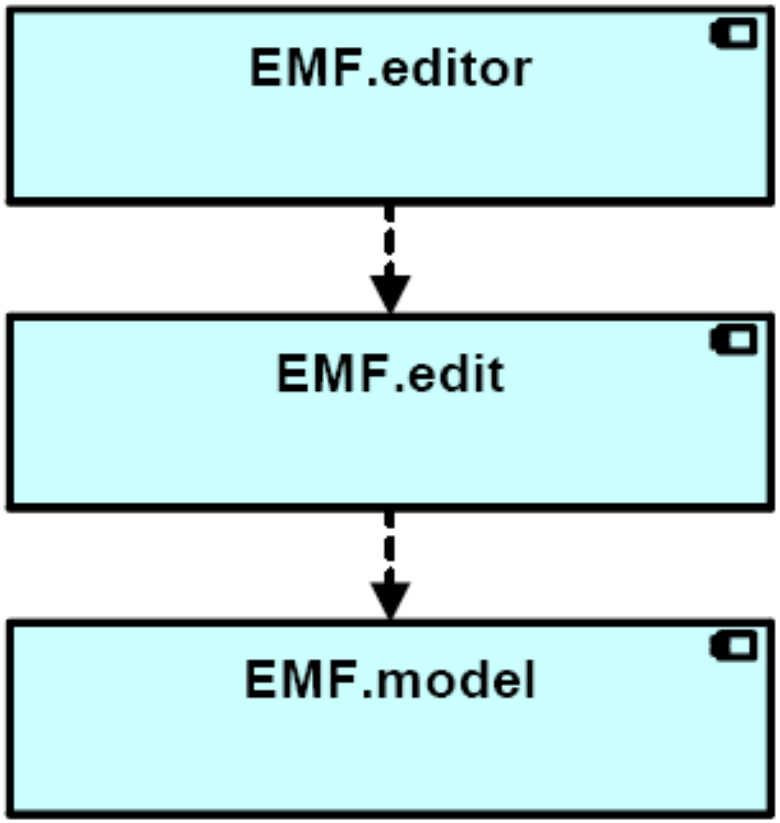
- Ha definiáltunk egy metódust
  - Hozzáadja az interfészhez
  - Egy üres implementációt készít az implementáló osztályban

EOperation implementáció

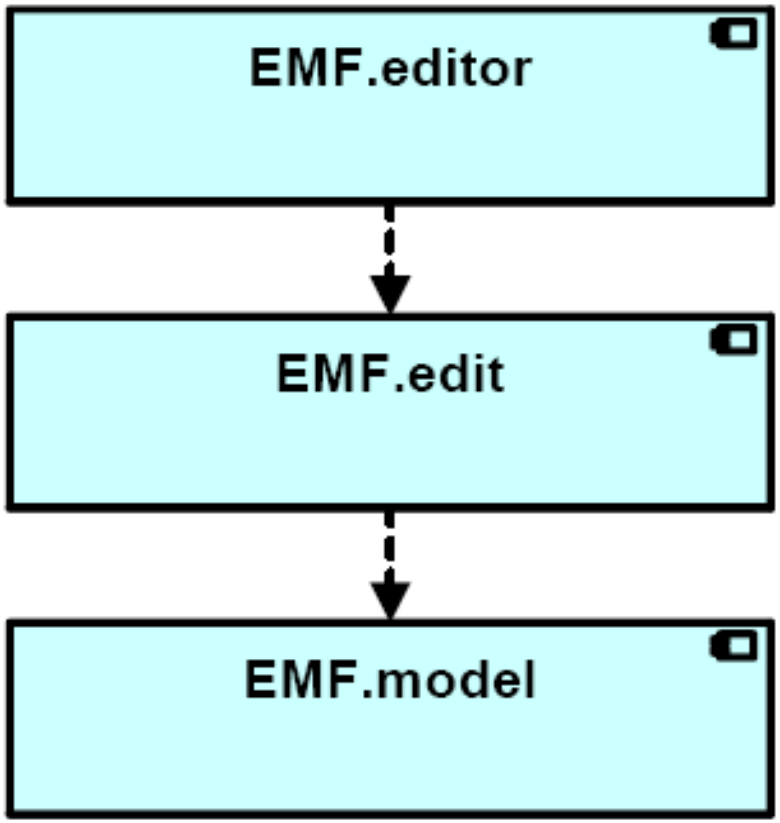
```
public class Ximpl extends EObjectImpl implements X {

        /**
         * @generated NOT
         */
        void f() {
                // Provide the implementation
        }

}
```

- Első generálásnál az EMF egy Exception-t dobó implementációt készít
- Át kell venni a felügyeletet
  - Beállítjuk a @generated taget NOT-ra
  - Implementáljuk a metódust

A generált EMF komponensek



A generált EMF komponensek



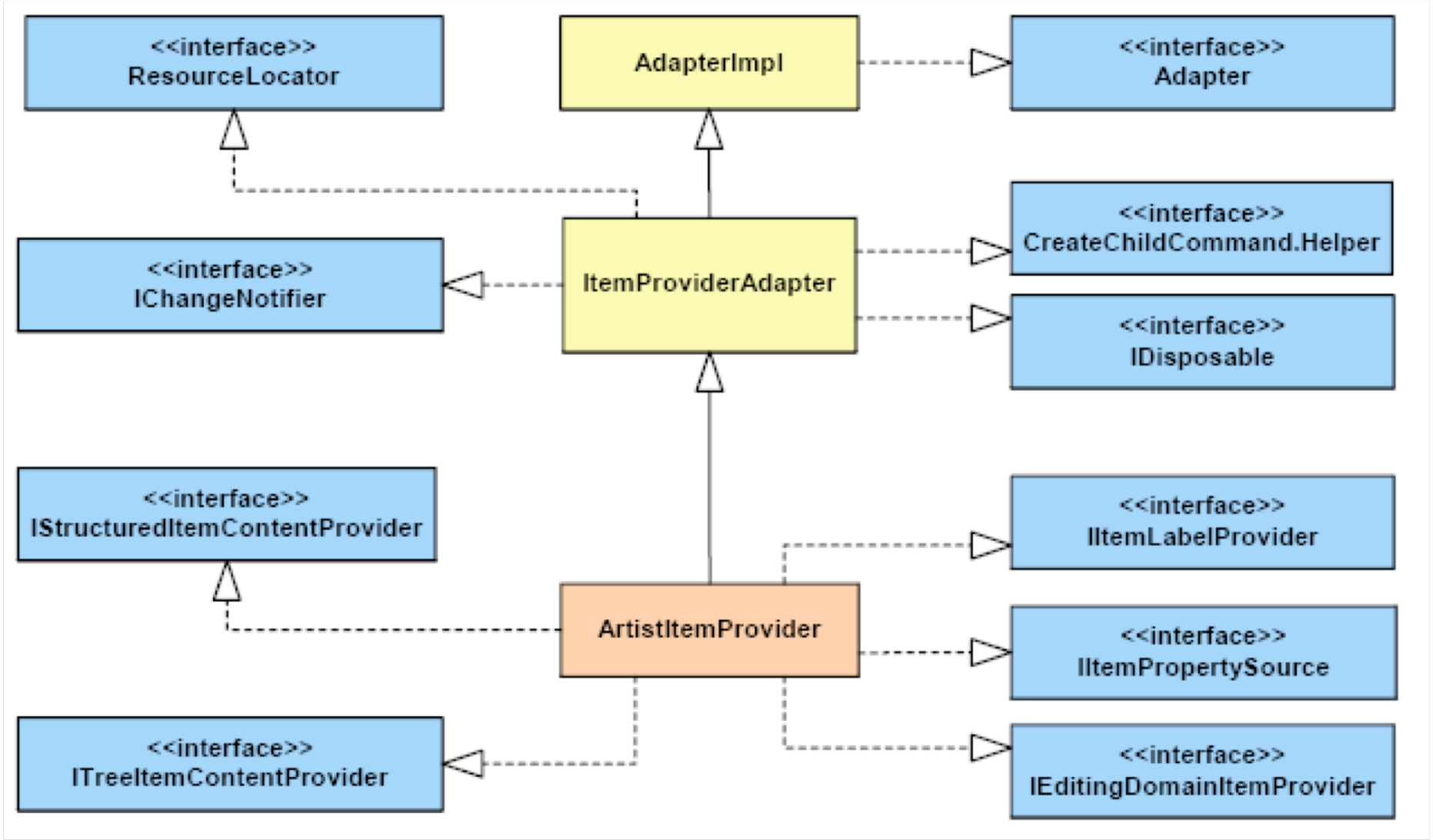
EMF.Edit

- Szerepe
  - A GUI és a modell szétválasztása
  - GUI független akciók implementálása
- Nagyobb eséllyel módosítjuk
  - Módosítjuk az element providert
  - Új parancsokat adunk hozzá

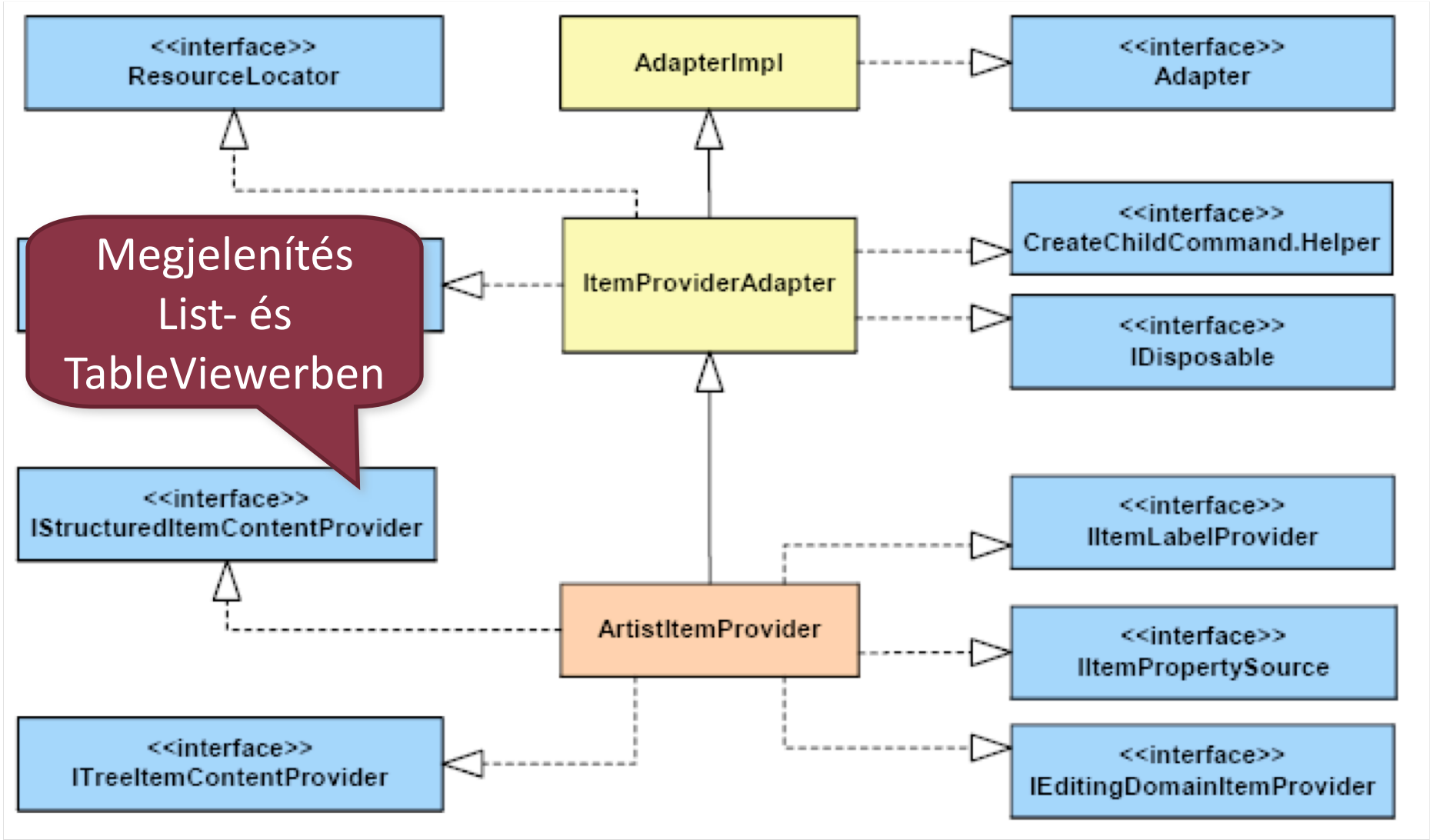
Generator minta

- Minden modell objektumhoz
  - Egy adapter jön létre
    - Neve: ItemProvider
    - Pl. ArtistItemProvider
- A providerek közös őse:
  - org.eclipse.emf.edit.provider.ItemProviderAdapter
    - Alapértelmezett implementáció alap funkcionalitáshoz
    - Egy részét definiáljuk felül

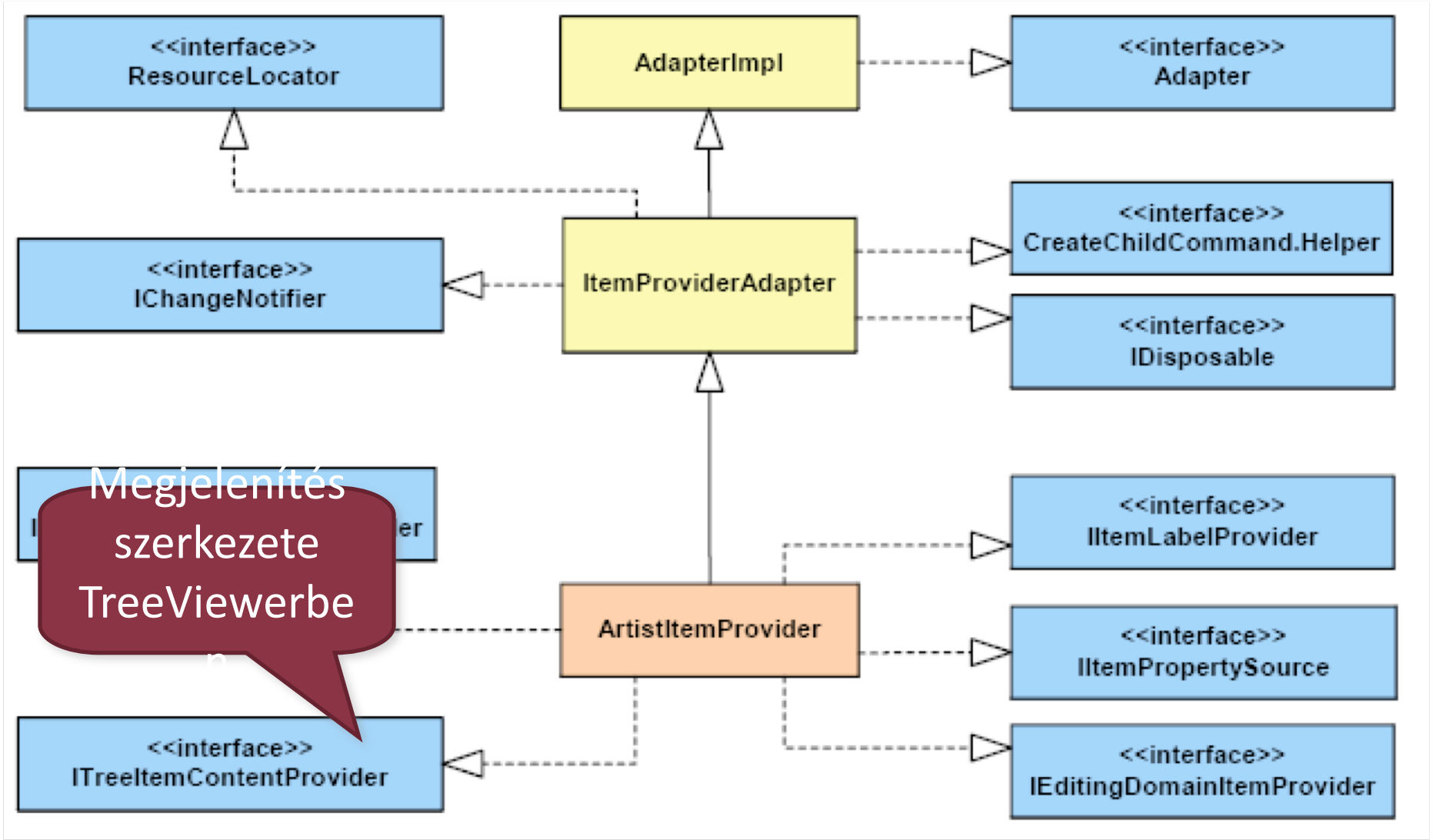
Generator struktúra



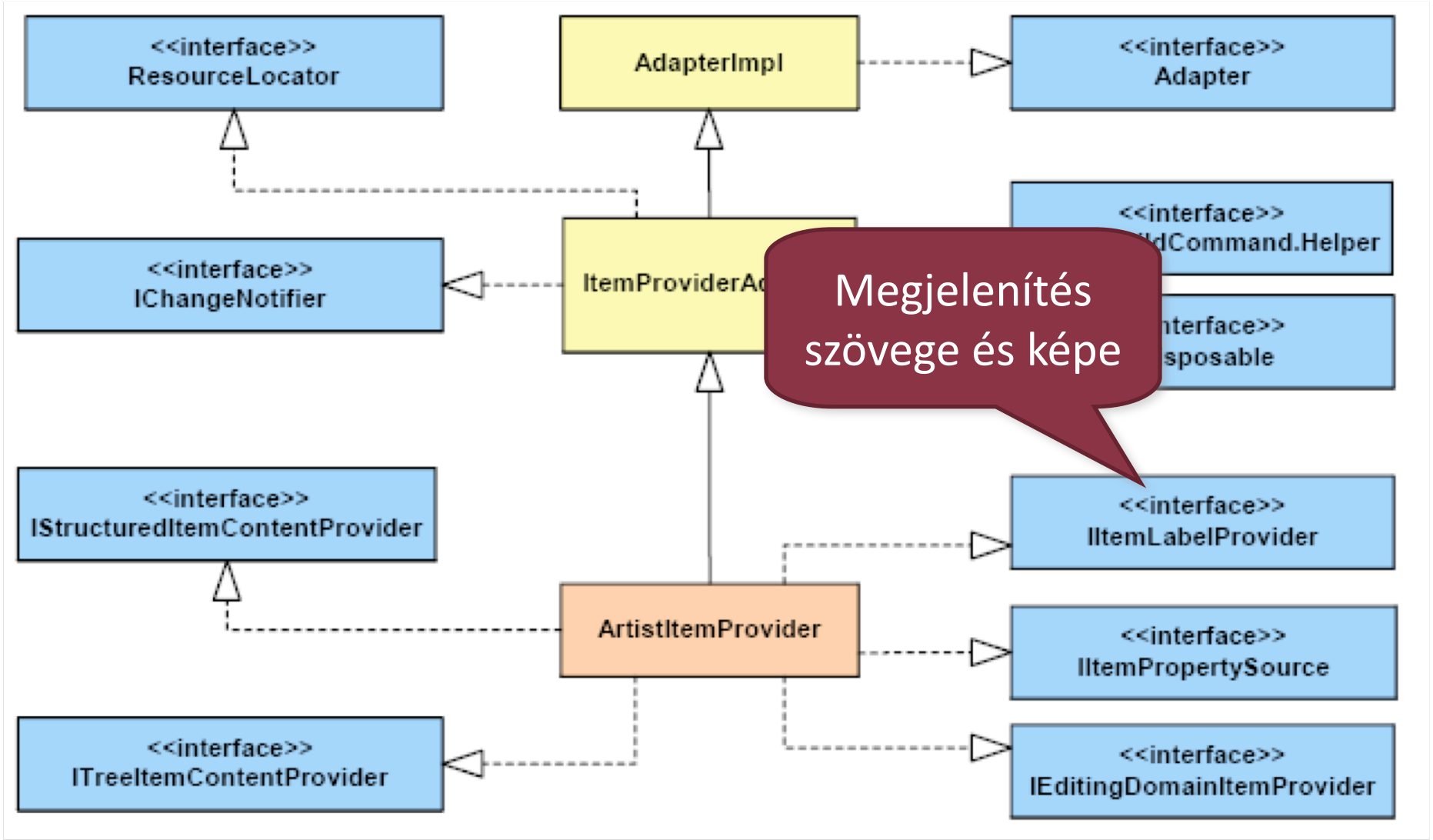
Generator struktúra



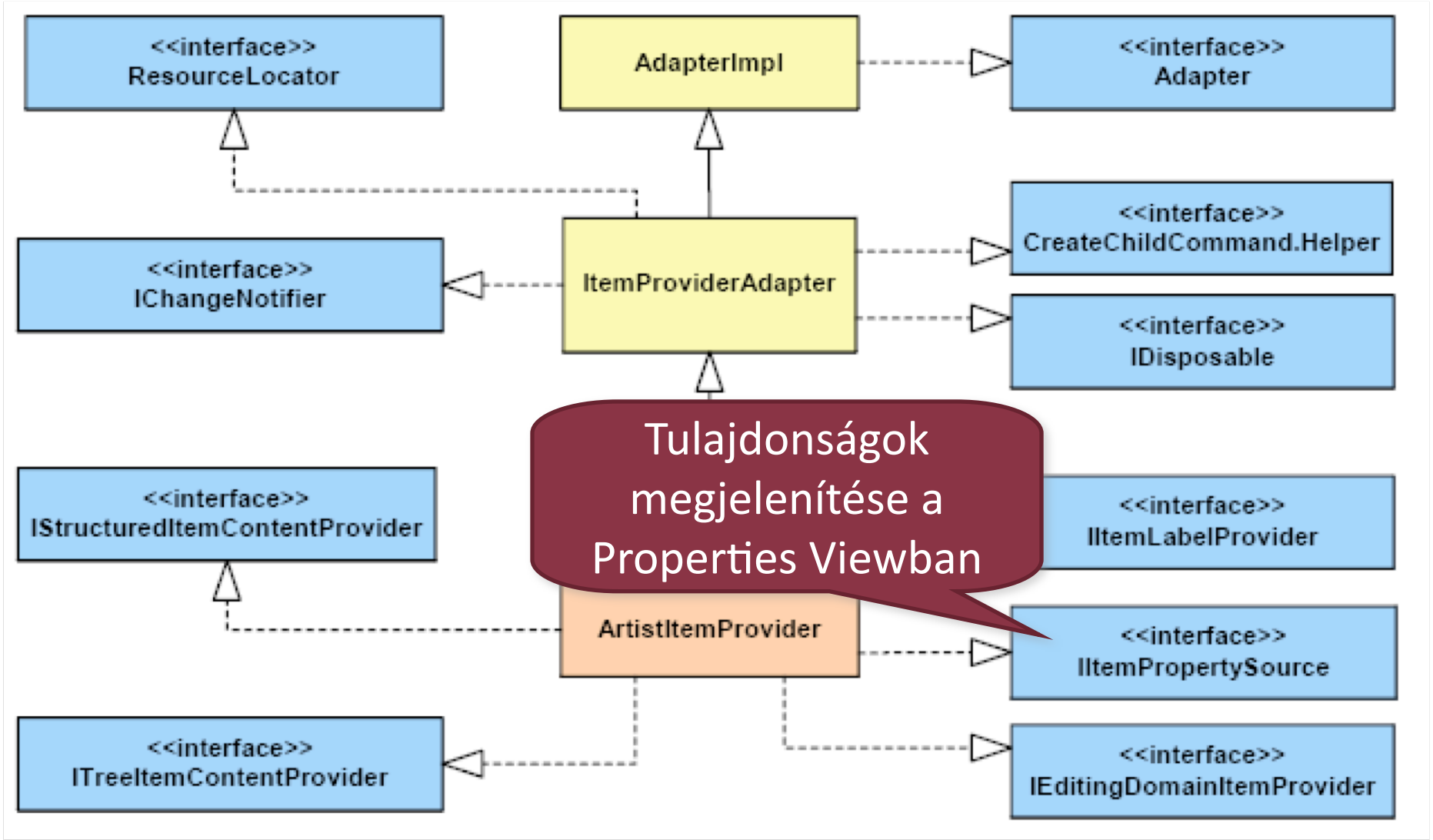
Generator struktúra



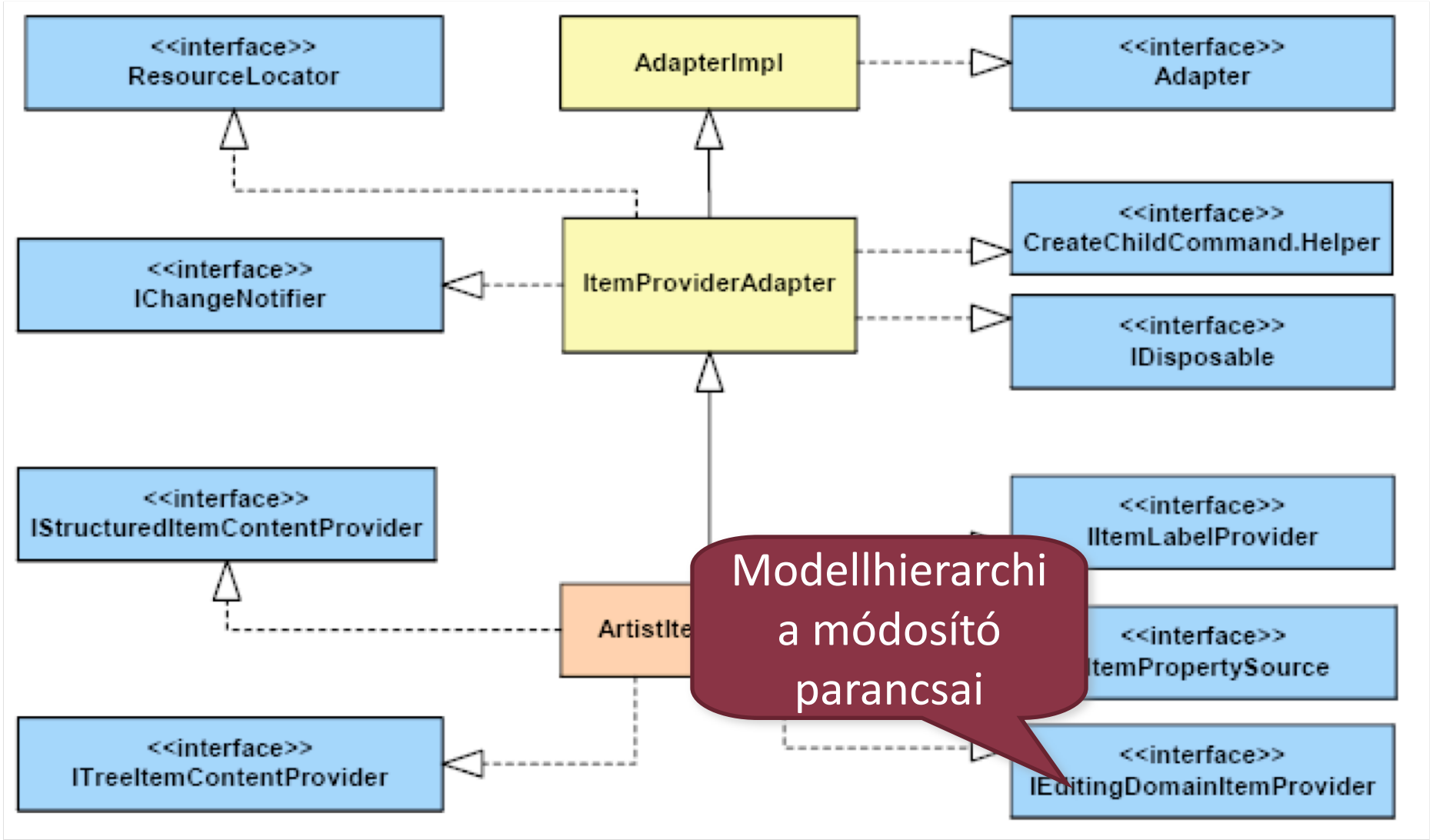
Generator struktúra



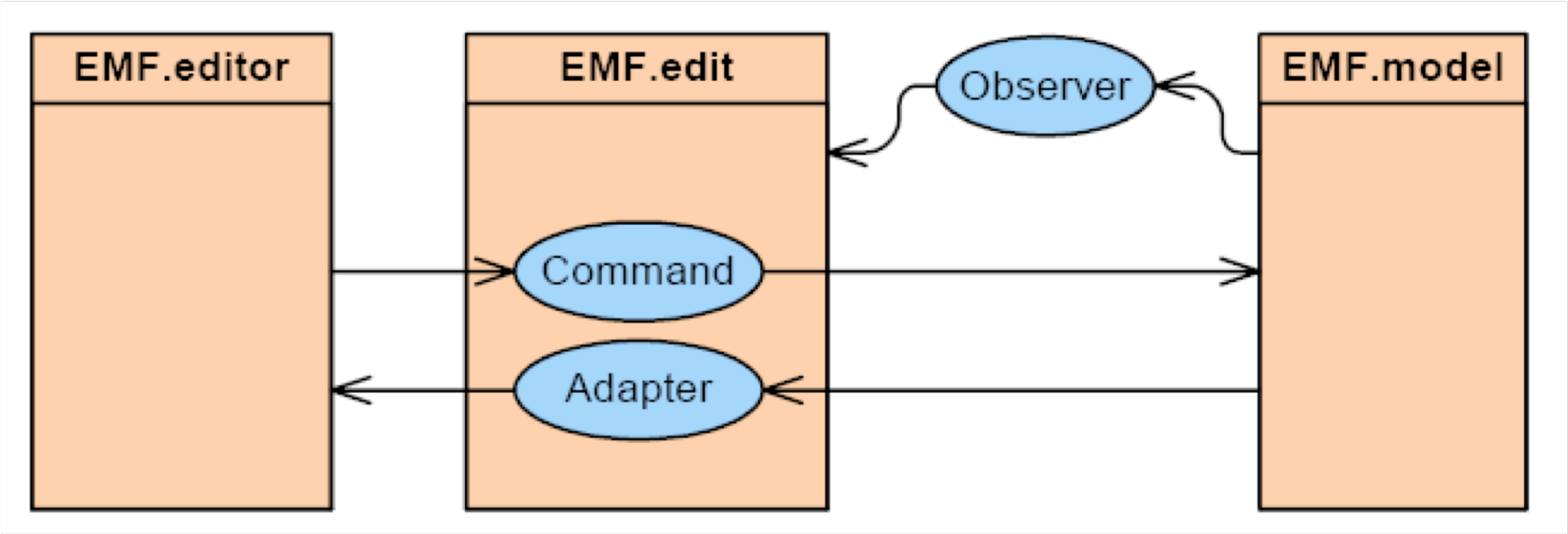
Generator struktúra



Generator struktúra



EMF.Edit és a tervezési minták



Címkék változtatása

- A testreszabás tipikus példája a címkék változtatása
  - A genmodel-ben megadhatjuk, hogy egy objektum mely attribútuma jelenjen meg címkeként
  - Mi van, ha többből akarjuk összerakni?
- Változtatni kell a ItemProvider.getText-en
  - Töröljük/NOT-ra állítjuk a @generated taget
  - Saját implementációt írunk

Ikonok változtatása

- Másik tipikus példa az ikonok megváltoztatása
- A genmodel egy egyszerű ikont rendel minden elemhez
  - Az elemek az edit projekt icons/full könyvtárában találhatóak
    - obj16: konkrét osztályokhoz
    - ctool16: gyerekelem-létrehozási parancsokhoz
- A legegyszerűbb a fájlok lecserélése saját ikonra
- Ha logika alapján kell: ItemProvider.getImage felülírása

EMF.Edit parancsok

- Minden módosítás parancsokon (command) keresztül történik
  - Menü akció
  - Attribútum változtatás
  - Drag-n-drop
- Undo/redo támogatás
- A keretrendszer generált és már létező kód keverékét használja
  - EMF Common Command Framework (CCF)
  - EMF.Edit által generált parancsok

Parancsok használata EMF.Edit-ben

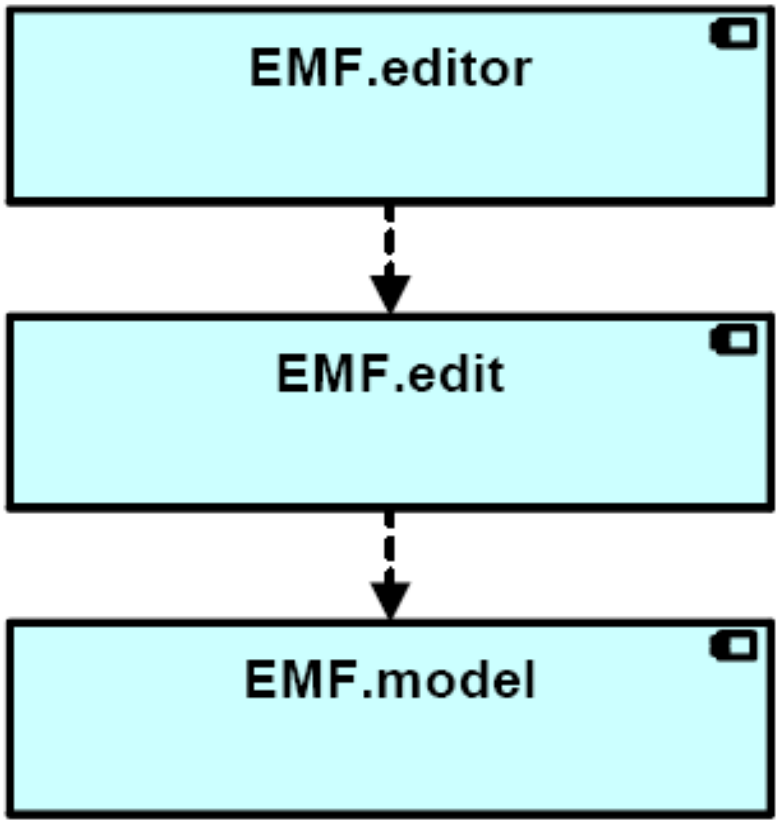
- A parancsok használata a Template Method mintára épül
- Az ItemProvider implementálja a `createCommand()` metódust, a kéréseket továbbítja protected metódusaiknak
  - `createAddCommand()`
  - `createRemoveCommand()`
  - …
- A módosítás során a protected metódusok egyikét módosítjuk általában

Parancsok az EMF.Edit-ben: Példa

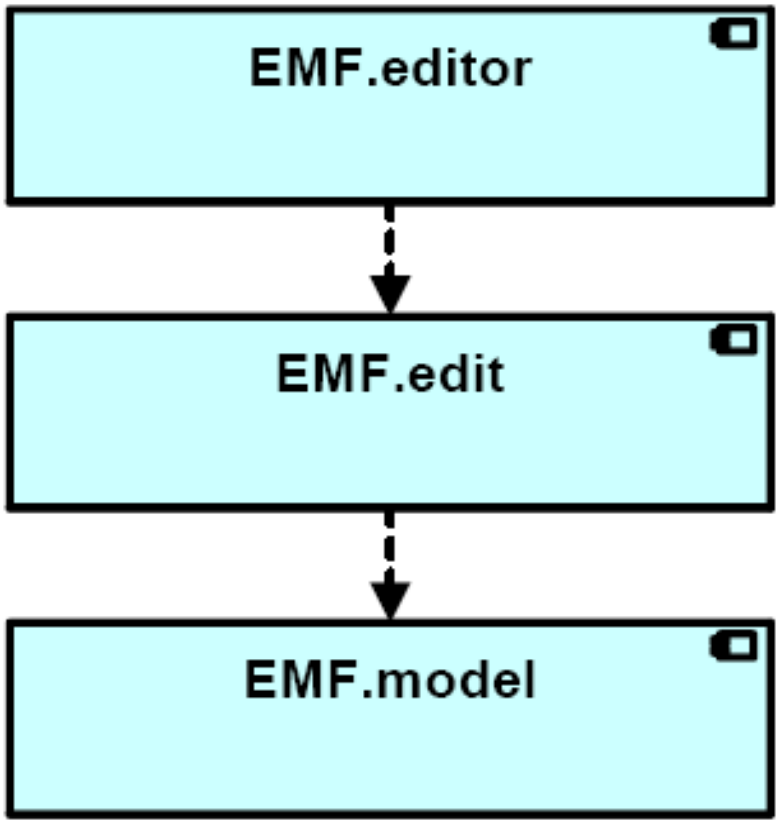
```
public class SetArtistNameCommand extends SetCommand {

        public SetArtistNameCommand(EditingDomain domain, Eobject owner,
                EStructuralFeature feature, Object value) {
                super(domain, owner, feature, value);
        }

        public void doExecute() {
                Artist artist = (Artist)this.owner;
                Logger.log(MessageFormat.format(
                        "Name of artist changed from {0} to {1}",
                        artist.getName(), value.toString()));
                super.doExecute();
        }

}
```

- Egyszerű példa: loggolás hozzáadása
- Bonyolultabb példák esetén az összetett parancsok módosítása is szükséges lehet

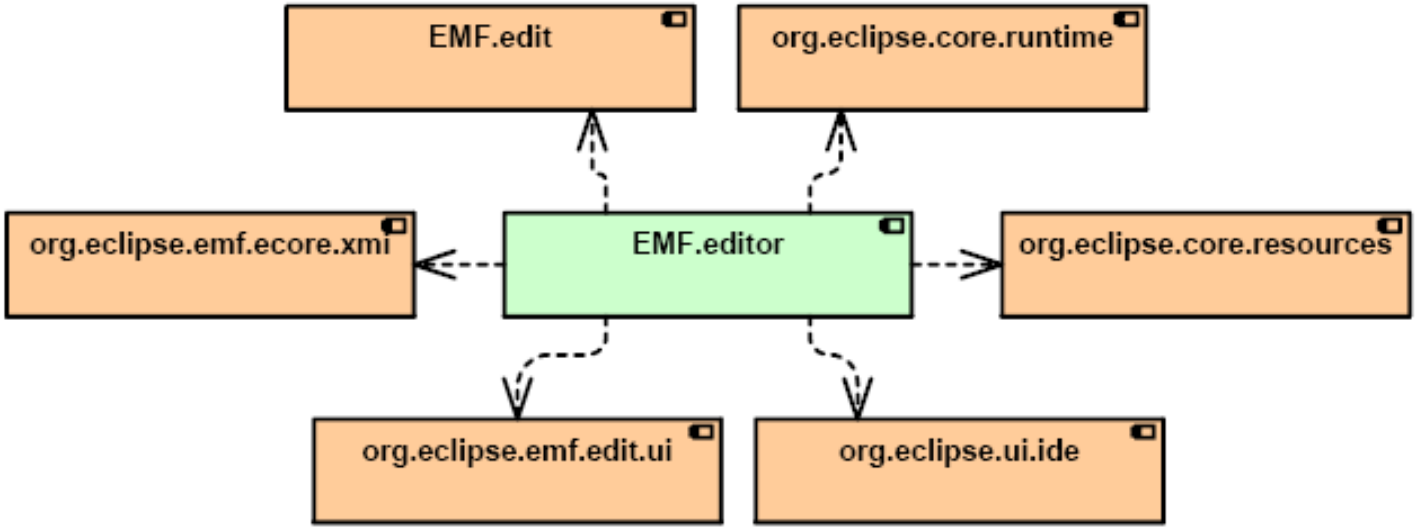
A generált EMF komponensek



A generált EMF komponensek



EMF.Editor

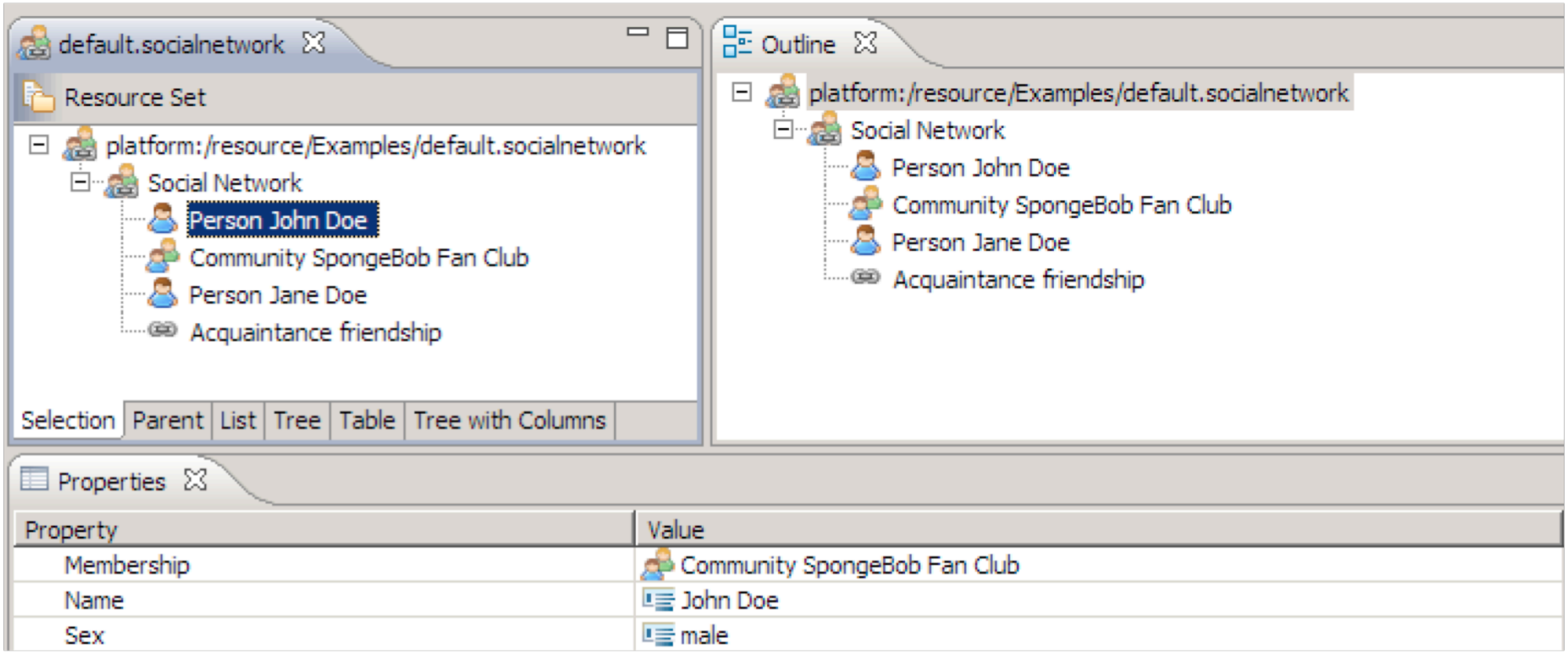


- Az EMF.Editor generálja az SWT/JFace kódot a grafikus editorhoz
- Két fő opció
  - Meghagyjuk alapértelmezetten
  - Újraimplementáljuk teljes egészében

Mi generálódik?

- Editor (JFace alapú)
  - Fastruktúra
  - Események – akciók összekötése
  - Workbench elemek beállítása
- Menük
- Varázsló (új modell…)
- Plugin activator

A generált szerkesztő



EMF.Editor - Összefoglalás

- A generált editor elsődlegesen tesztelésre való
  - Fastruktúra nehezen átlátható
  - Alapszintű műveletek
- Alternatív megoldások
  - GMF: GEF technológiára alapuló grafikus editor EMF modellekhez
  - Xtext: szöveges editor EMF modellekhez

EMF - Összefoglalás

EMF

- Általános modellező keretrendszer
  - Többféle bemenet
  - Sorosítási és szerkesztési támogatás
- Kódgenerálás
  - Testreszabható
  - Jó alapértelmezések
- Sokan használják
  - Sokféle Eclipse-es projekt alaptechnológiája
  - Jól alkalmazható különféle területeken

További EMF alapú technológiák

- Validation
  - Kényszerek megadása és ellenőrzése
- Query
  - Magas szintű lekérdezések futtatása
- Compare
  - Modellek strukturális összehasonlítása (pl. verziókezeléshez)

- Teneo
  - EMF modellek perzisztenciája relációs adatbázisba
- SDO
  - Service Oriented Architecture megvalósítása EMF alapon
- CDO
  - Elosztott, kliens-szerver EMF modellek