Programozási technológia 2.

Objektumorientált tervezés

Dr. Szendrei Rudolf

ELTE Informatikai Kar

2018.

Objektumorientált tervezés

Objektumok, osztályok

- Az objektumorientált tervezés során a rendszert az objektumok mentén építjük fel, ahol az objektum a
  - a valóság absztrakcióját adja
  - biztosít egy elvárt funkcionalitást
  - adat és működés egymásba burkolásából épül fel
- Egy adott feladatban az objektumokat (osztályokat) be kell azonosítanunk azáltal, hogy
  - milyen funkciókat azonosítottunk az elemzés során, és azok milyen adatokkal dolgoznak
  - a valóságban milyen építőelemeket tudnánk megfeleltetni a funkcióknak

Objektumorientált tervezés

A tervezés fázisai

- A tervezés általában több fázisból épül fel, amely során finomítunk a terven, mivel meglehetősen nehézkes már az első fázis alapján beazonosítani a szükséges objektumokat, és azok felépítését.
- Ezért, minden fázisban
  - bevezethetünk új osztályokat a beazonosított feladatokra
  - tovább pontosítjuk a már létező osztályok felépítését, az implementációs megkötéseket
  - felbonthatunk osztályokat, amennyiben túl bonyolulttá, túl szerteágazóvá válnak
  - összevonhatunk osztályokat, amennyiben túlzottan elaprózódnak

Objektumorientált tervezés

A tervezés alapelvei

Az objektumorientált tervezés során öt alapelvet célszerű követnünk (*SOLID*):

- *Single Responsibility Principle*(SRP): egy programegység csak egyvalamiért felelhet
- *Open/Closed Principle*(OCP): a programegységek nyitottak a kiterjesztésre, de zártak a módosításra
- *Liskov Substitution Principle*(LSP): az objektumok helyettesíthetőek altípusaik példányával
- *Interface Segregation Principle*(ISP): egy általános interfész helyett több kliens specifikus interfész
- *Dependency Inversion Principle*(DIP): az absztrakciótól függünk, nem a konkretizációtól

Objektumorientált tervezés

Az architektúra

- *Szoftver architektúrá*nak nevezzük a szoftver fejlesztése során meghozott *elsődleges tervezési döntések* halmazát
  - azon döntések, amelyek megváltoztatása később jelentős újratervezését igényelné a szoftvernek
  - kihat a rendszer felépítésére, viselkedésére, kommunikációjára, nem funkcionális jellemzőire és megvalósítására
- A szoftver architektúra elsődleges feladata *a rendszer magas szintű felépítésének és működésének meghatározása*, a komponensek és relációk kiépítése
  - meghatározza a szolgáltatott és elvárt interfészek halmazát, a kommunikációs csatornákat és csatlakozási pontokat

Objektumorientált tervezés

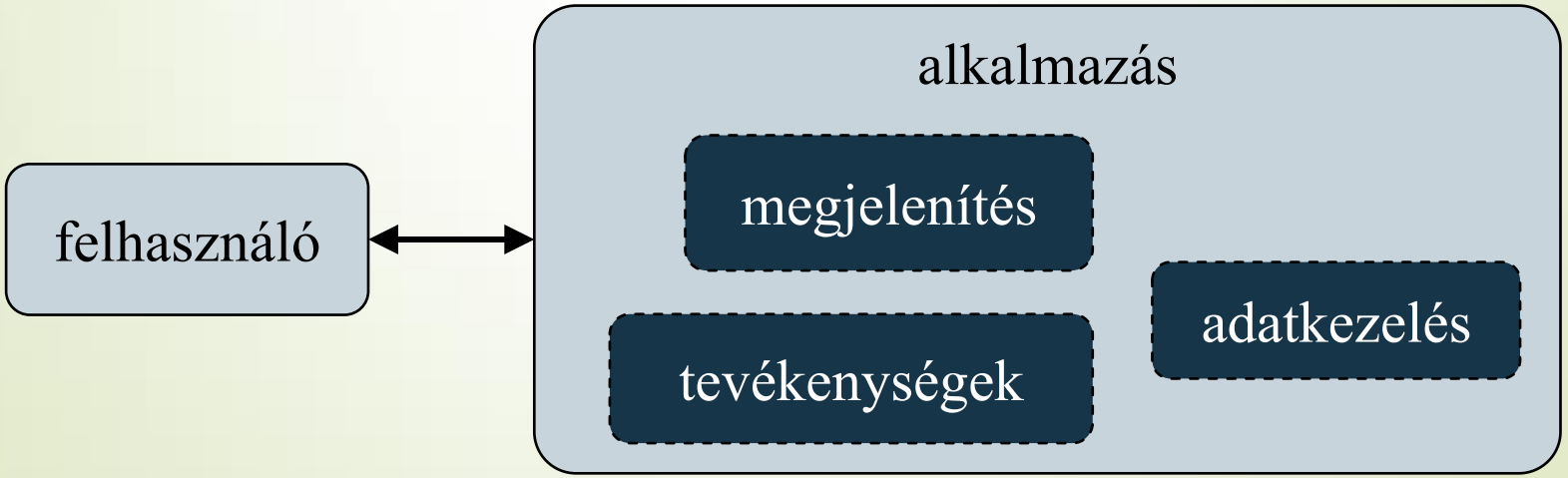
Minták a tervezésben

- A szoftver architektúráját különböző szempontok szerint közelíthetjük meg, pl.:
  - a szoftver által nyújtott szolgáltatások (funkciók) szerint
  - a felhasználó és a futtató platform közötti tevékenységi szint szerint
  - az adatátadás, kommunikáció módja szerint
- Az architektúra létrehozása során mintákra hagyatkozunk. A szoftver teljes architektúráját definiáló mintákat nevezzük *architekturális mintá*knak (*architectural pattern*). Az architektúra alkalmazásának módját, az egyes komponensek összekapcsolását segítik elő a *tervminták* (*design pattern*)

Objektumorientált tervezés

A monolitikus architektúra

- A legegyszerűbb felépítést a monolitikus *architektúra* (*monolithic architecture*) adja
  - nincsenek programegységekbe szétválasztva a funkciók
  - a felületet megjelenítő kód vegyül az adatkezeléssel, a tevékenységek végrehajtásával, stb.



Objektumorientált tervezés

1. esettanulmány: Marika néni kávézója

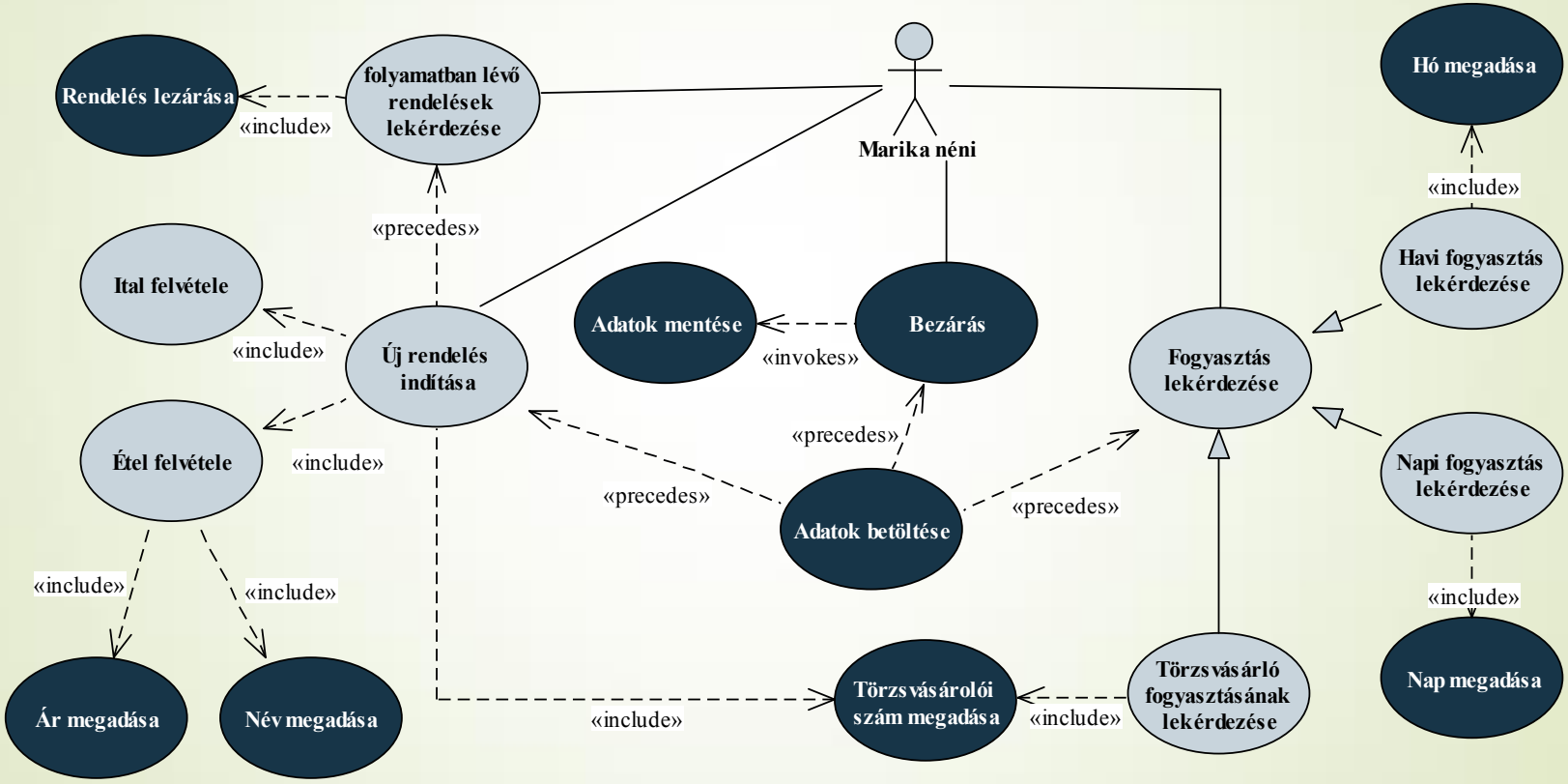
Készítsük el Marika néni kávézójának eladási nyilvántartását végigkövető programot.

- a kávézóban 3 féle étel (hamburger, ufó, palacsinta), illetve 3 féle ital (tea, narancslé, kóla) közül lehet választani
- az ételek ezen belül különfélék lehetnek, amelyre egyenként lehet árat szabni, és elnevezni, az italok árai rögzítettek
- rendeléseket kell kezelnünk, amelyben tetszőleges tétel szerepelhet, illetve a rendelés tartozhat egy törzsvásárlóhoz
- lehetőségünk van utólagosan lekérdezni a függőben lévő rendeléseket, valamint napi, havi és törzsvásárolói számra összesített nettó/bruttó fogyasztást

Objektumorientált tervezés

1. esettanulmány: Marika néni kávézója

Használati esetek:



Objektumorientált tervezés

1. esettanulmány: Marika néni kávézója

Szerkezeti tervezés (0. fázis):

- a programban rendeléseket kezelünk, amelyek tételekből állnak
- a tételek a hamburger, ufó, palacsinta, kóla, narancs, tea, amelyek mind nagyon hasonlóak, csak néhány részletben térnek el
- rendelések sorozatát kell kezelnünk a programban, amelyek száma folyamatosan bővül
- a programot egy menün keresztül kezeljük, amely biztosítja a felhasználó felé a funkciókat, minden funkció ugyanazzal a rendelés sorozattal dolgozik

Objektumorientált tervezés

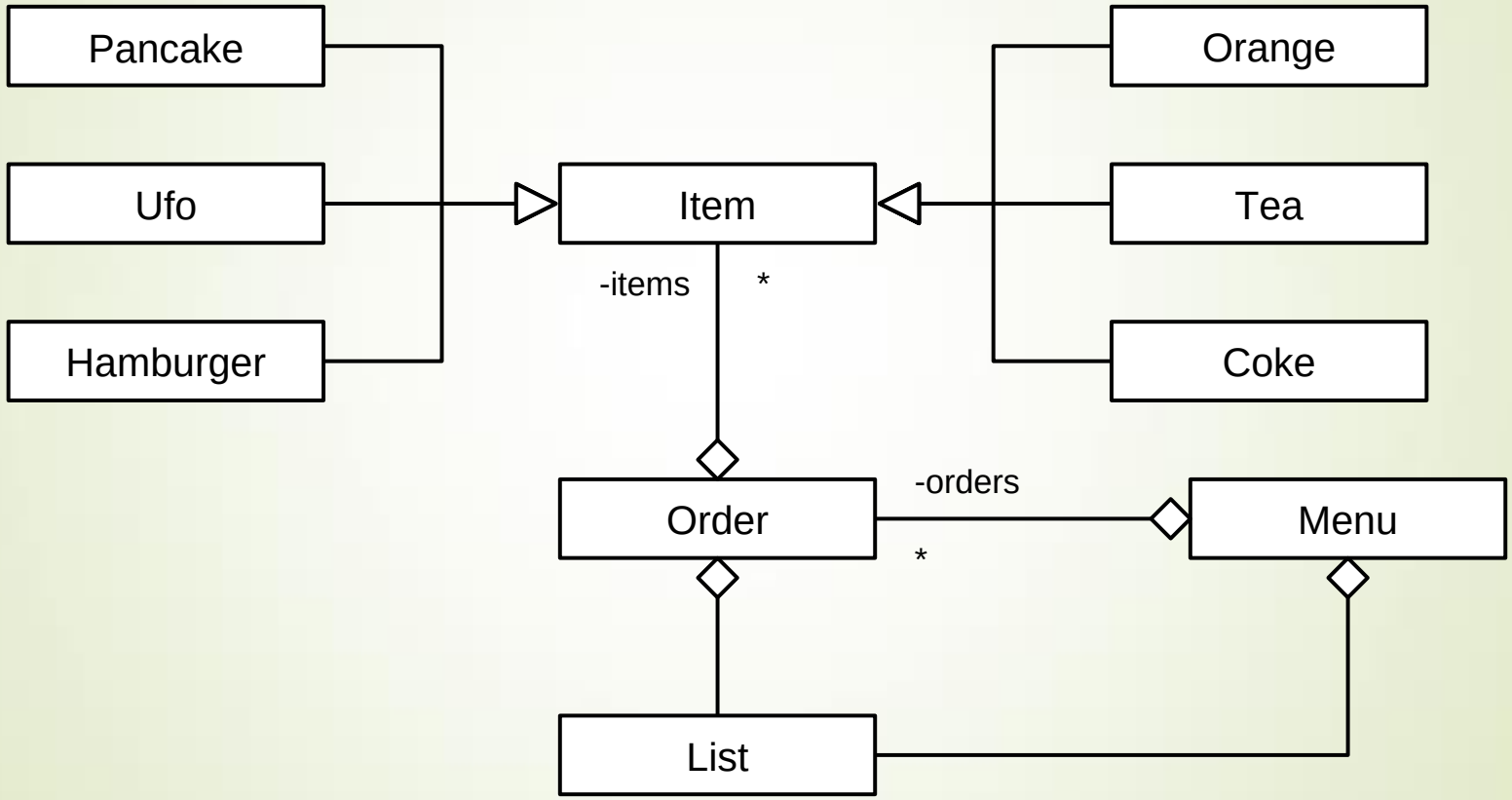
1. esettanulmány: Marika néni kávézója

Szerkezeti tervezés (1. fázis):

- a feladatban fellelhető tárgykörök a *menü*, a *rendelések sorozata*, a *rendelés*, valamint a *rendelés tételei* (italok, ételek)
- *rendelés tételei* (**Item**):
  - hasonlóan viselkednek, ám némileg eltérően
  - ezért megvalósításban öröklődést használunk, specializáljuk a 3 ételt, illetve italt
- *rendelés*(**Order**): tartalmazza a tételeket (mivel a rendelések száma változhat, ezért láncolt listát használ)
- *menü*(**Menu**): tartalmazza a rendeléseket (láncolt listában)

Objektumorientált tervezés

1. esettanulmány: Marika néni kávézója



Objektumorientált tervezés

1. esettanulmány: Marika néni kávézója

Szerkezeti tervezés (2. fázis):

- *láncolt lista* (**List**):
  - külön megvalósítást igényel, sablonos típusként
  - kétszeresen láncolt, fejelemes, aciklikus reprezentáció
  - lehetőséget ad a beszúrásra (elején, végén, közben), törlésre, kiürítésre, és méret lekérdezésre
  - a listaelem (**ListItem**) tárolja az adatot és a két mutatót
  - a hibát kivétellel jelezzük, egy felsorolási típussal (**Exceptions**)
  - a lista bejárható, a bejáró (**Iterator**) a szabványos műveleteket tárolja
- JAVA-ban ehhez csak egy megfelelő List implementációt kell választanunk. ☺

Objektumorientált tervezés

1. esettanulmány: Marika néni kávézója

Szerkezeti tervezés (2. fázis):

- *rendelési tételek* (**Item**):
  - minden esetben ismert a név, a bruttó és a nettó ár
  - ám ezek csak az ételek esetén változnak
- *rendelések* (**Order**):
  - adatai az azonosító (ez automatikus), a törzsvásárlói szám és a dátum, valamint, hogy folyamatban van-e
  - lehetőséget ad új elem felvételére, nettó/bruttó érték lekérdezésére
- *menü* (**Menu**):
  - biztosítja a mentést/betöltést, valamint a menüfunkciókat

Objektumorientált tervezés

1. esettanulmány: Marika néni kávézója

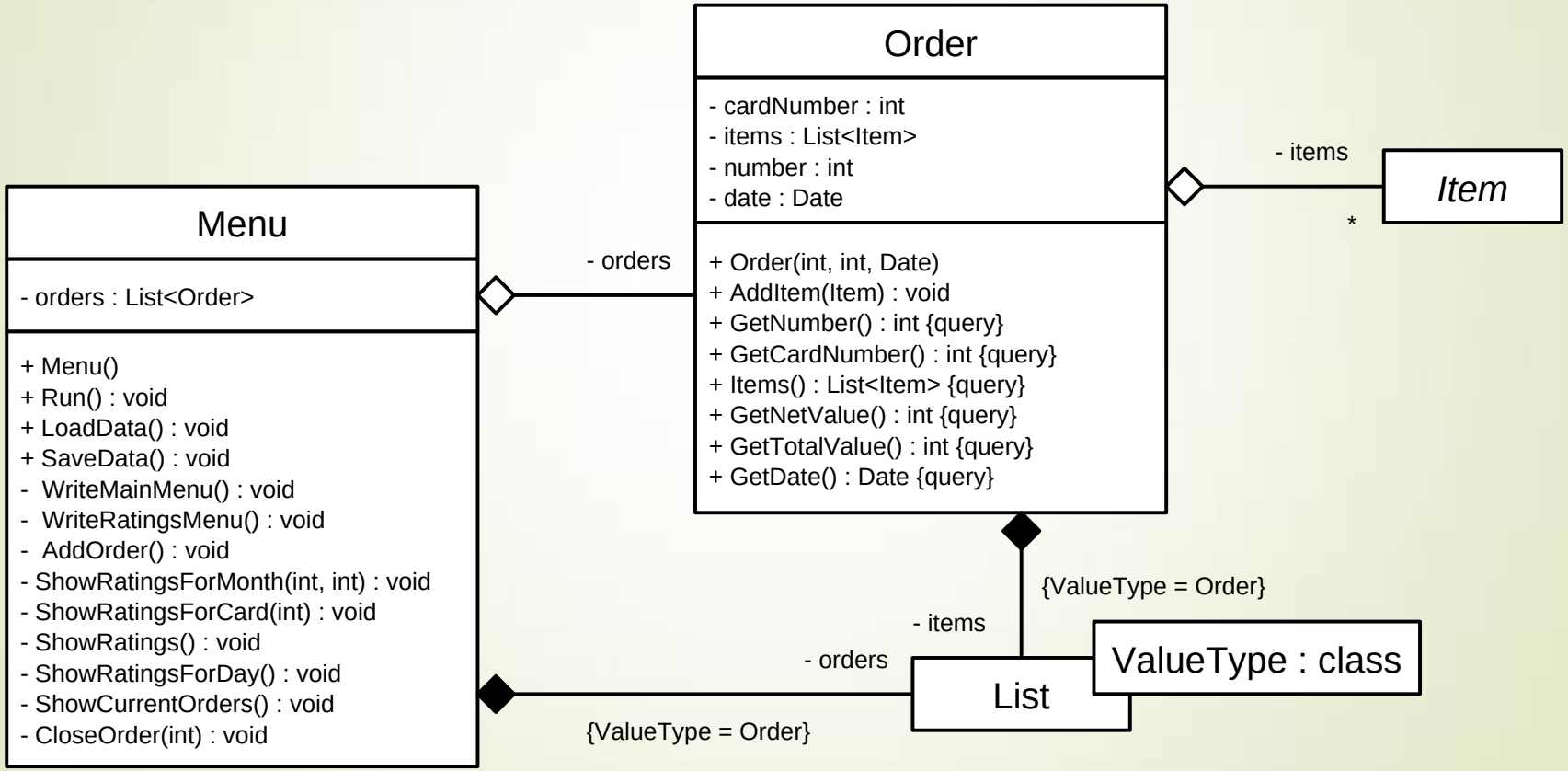
Szerkezeti tervezés (3. fázis):

- a cím szerinti hivatkozásokat referenciákra képezzük le Java-ban

Objektumorientált tervezés

1. esettanulmány: Marika néni kávézója

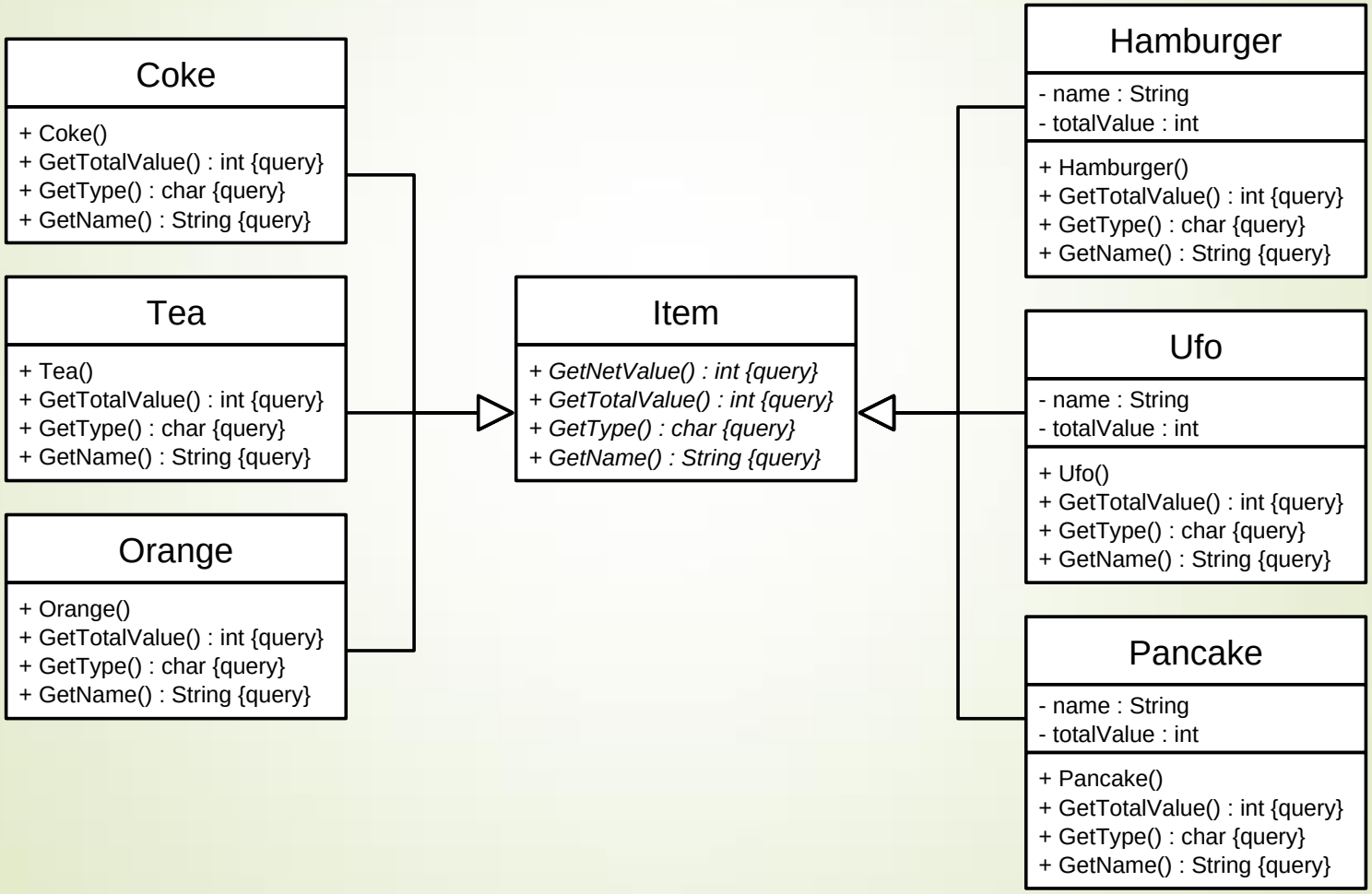
Szerkezeti tervezés (rendelések):



Objektumorientált tervezés

1. esettanulmány: Marika néni kávézója

Szerkezeti tervezés (tételek):



Objektumorientált tervezés

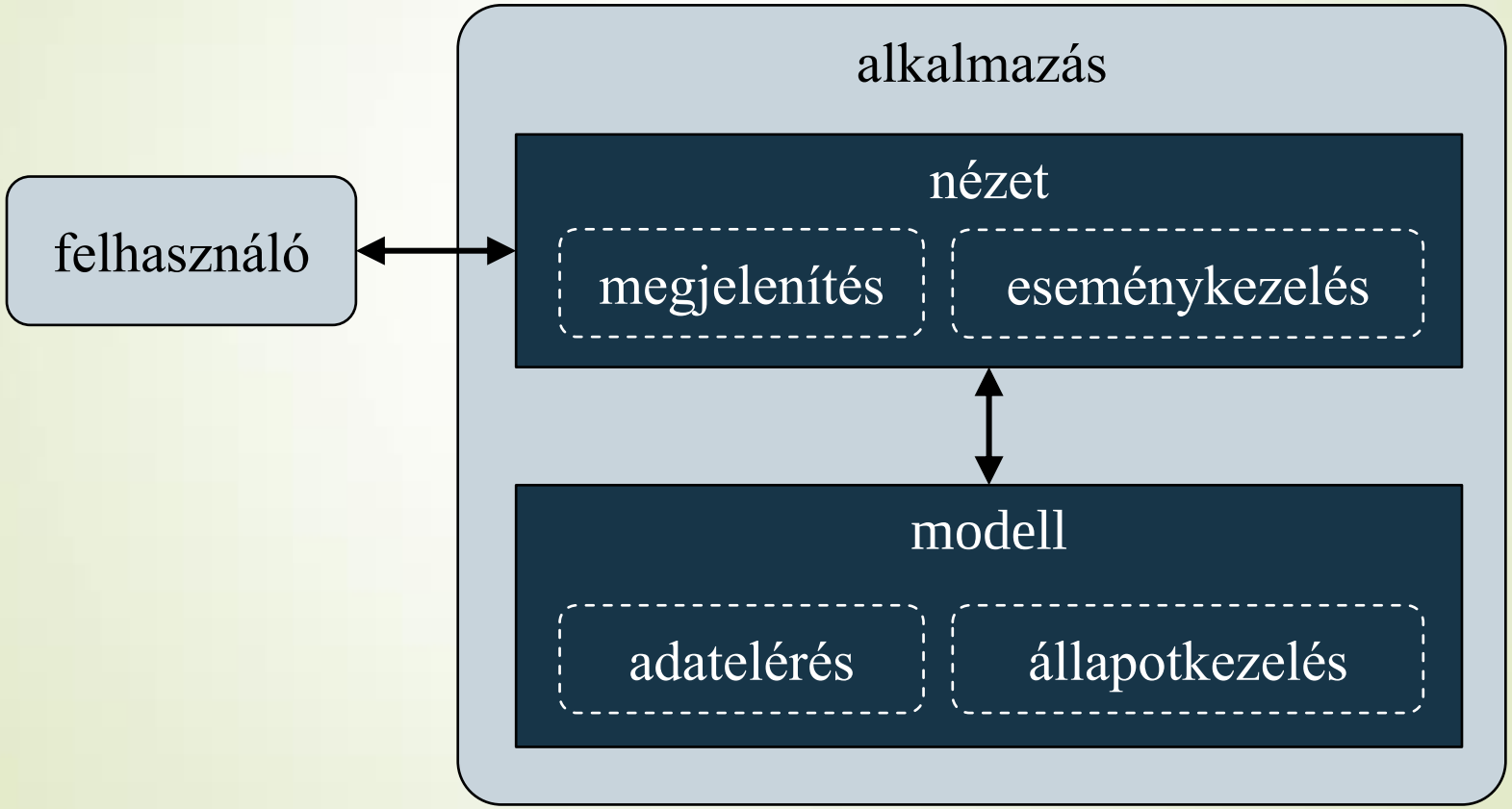
A modell/nézet architektúra

- A programszerkezet felépítése akkor ideális, ha teljesen külön programegységbe tudjuk leválasztani a felhasználói felülettel kapcsolatos részeket a ténylegesen a feladat megoldását szolgáltató funkcionalitástól
- Ezt a felbontást követve jutunk el a *modell/nézet* (*MV*, *model-view*) architektúrához, amelyben
  - a *modell* tartalmazza a feladat végrehajtását szolgáló programegységeket, az állapotkezelést, valamint az adatkezelést, ezt nevezzük *alkalmazáslogika*nak, vagy *üzleti logika*nak
  - a *nézet* tartalmazza a grafikus felhasználói felület megvalósítását, a felület elemeit és az eseménykezelőket

Objektumorientált tervezés

A modell/nézet architektúra

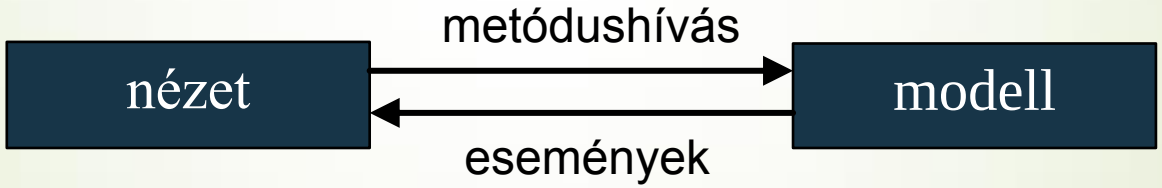
- a felhasználó a nézettel kommunikál, a modell és a nézet egymással



Objektumorientált tervezés

A modell/nézet architektúra

- A modell és a nézet kapcsolatát úgy kell megvalósítani, hogy
  - *a nézet ismerheti a modell felületét* (interfészét), és hívhatja annak (publikus) műveleteit
  - *a modellnek semmilyen tudomása sem lehet a nézetről*, ezért nem hívhatja annak műveleteit, de eseményeken keresztül kommunikálhat vele

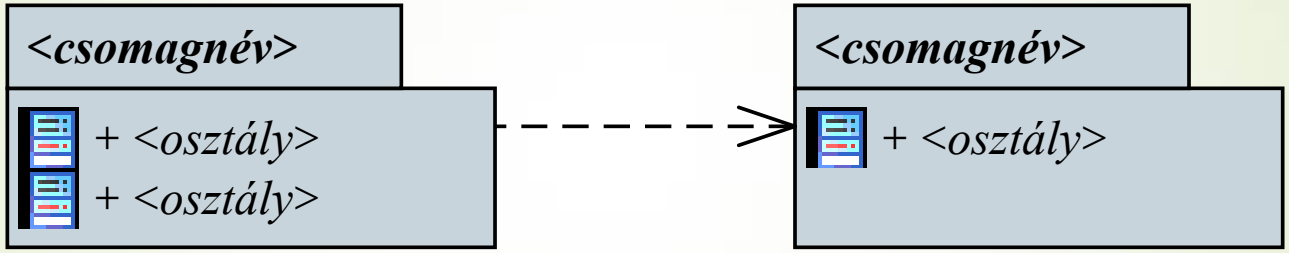


- A megvalósításban a nézet hivatkozhat a modellre (pontosabban a felületére)

Objektumorientált tervezés

Csomagdiagram

- A *csomagdiagram* (*package diagram*) célja a rendszer felépítése a logikai szerkezet mentén, azaz az egyes csomagok azonosítása és a csomagba tartozó osztályok bemutatása

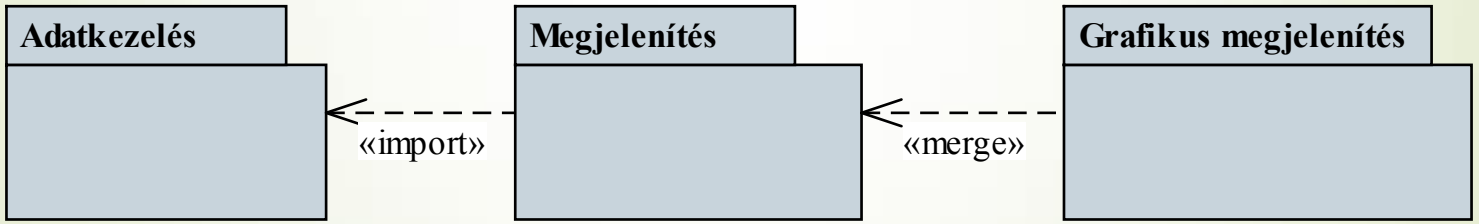


- a csomagok között is létrehozhatunk kapcsolatokat
  - az osztályok közötti kapcsolatok érvényesek: függőség, asszociáció, általánosítás, megvalósítás

Objektumorientált tervezés

Csomagdiagram

- *használat* (**`use`**): a csomag felhasznál egy másikat
- *beágyazás* (**`nesting`**): a csomag egy másiknak a része
- *importálás* (**`import`**): a csomag betölti a másikat
- *összeillesztés* (**`merge`**): a csomag tartalmazza, és kibővíti a másik teljes funkcionalitását



- Amennyiben egy réteg több csomagból is áll, akkor azokat beágyazott csomagként jelölhetjük a diagramban

Objektumorientált tervezés

2. esettanulmány: Memory kártyajáték

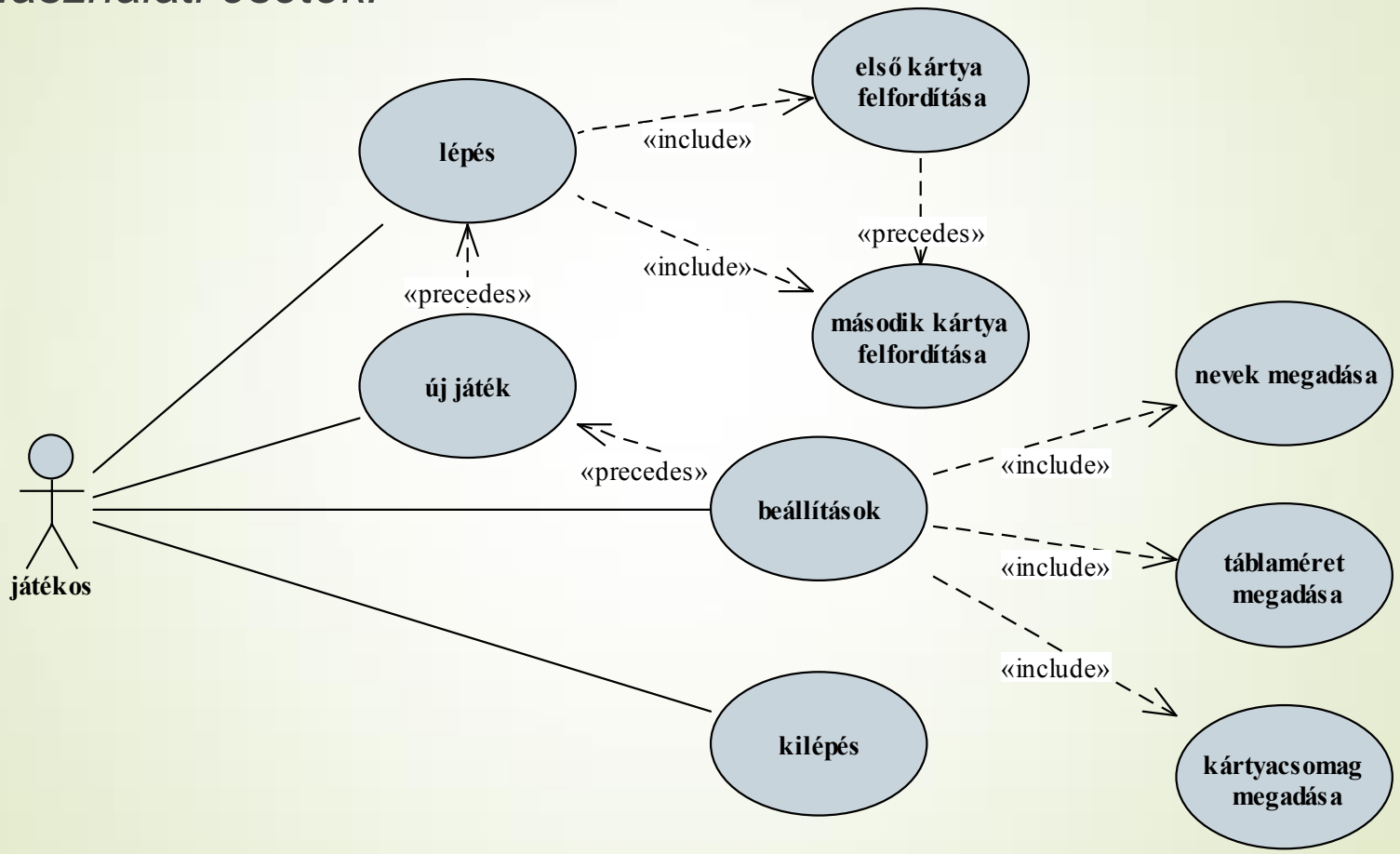
Készítsünk egy *Memory* kártyajátékot, amelyben két játékos küzd egymás ellen. A játékmezőn kártyapárok találhatóak, és a játékosok feladata ezek megtalálása.

- a játékban választhatunk kártyacsomagot, a játékosok megadhatják neveiket, valamint a játék méretét (kártyák száma)
- a játékosok felváltva lépnek, minden lépésben felfordíthatnak két kártyát, amennyiben egyeznek, úgy felfordítva maradnak és a játékos ismét léphet, különben 1 másodperc múlva visszafordulnak
- a játékot az nyeri, aki több kártyapárt talált meg

Objektumorientált tervezés

2. esettanulmány: Memory kártyajáték

Használati esetek:



Objektumorientált tervezés

2. esettanulmány: Memory kártyajáték

Szerkezeti tervezés:

- Az alkalmazást modell/nézet architektúrában valósítjuk meg
- A modell tartalmazza:
  - magát a játékot, amit egy kezelőosztály felügyel (**`GameManager`**), valamint hozzá segédosztályként a játékos adatait (**`Player`**)
  - a kártyacsomagokat (**`CardPack`**)
- A nézet tartalmazza:
  - a játék főablakát (**`MainWindow`**), amely tartalmaz egy menüt és egy státuszsort
  - a beállítások segédablakát (**`ConfigurationDialog`**)

Objektumorientált tervezés

2. esettanulmány: Memory kártyajáték

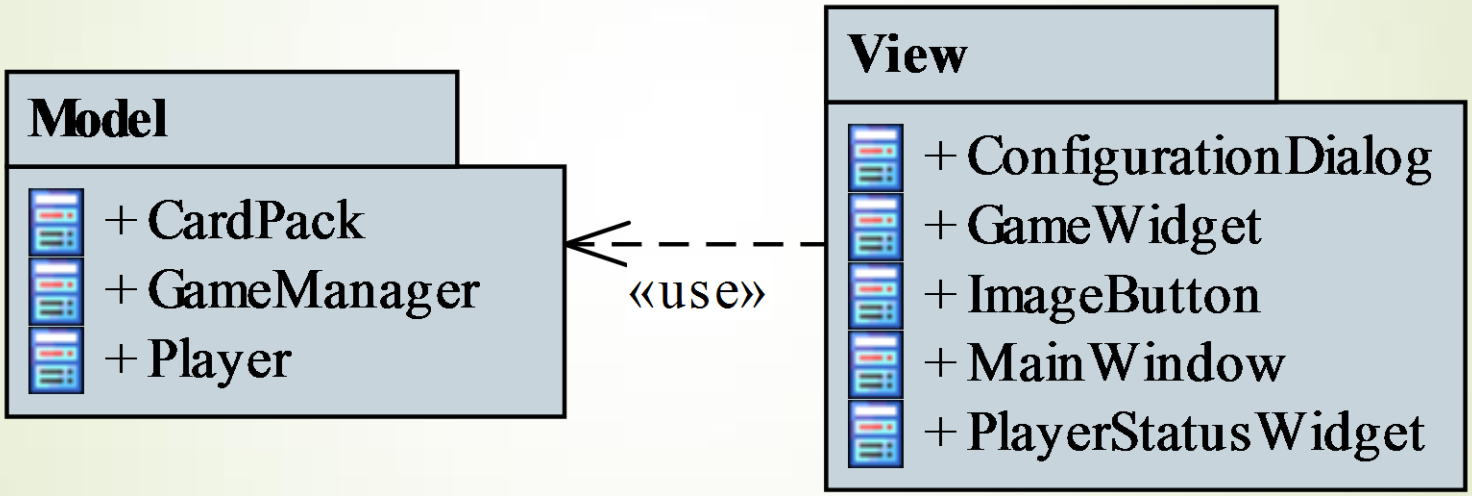
- a játékfelületet megjelenítő vezérlőt (**`GameWidget`**), amely tartalmazza a játékmezővel kapcsolatos tevékenységeket
- ehhez segédosztályként a felhasználói információkat kiíró vezérlőt (**`PlayerStatusWidget`**, ezt előléptetett vezérlővel állítjuk be a felülettervezőben), valamint a képet megjeleníteni tudó egyedi gombot (**`ImageButton`**)

- a nézet a modell publikus műveleteit hívja, és eseményeket is kaphat tőle
- egy csomag kártyát erőforrásként csatolunk az alkalmazáshoz hogy mindig legyen legalább egy csomag kártya

Objektumorientált tervezés

2. esettanulmány: Memory kártyajáték

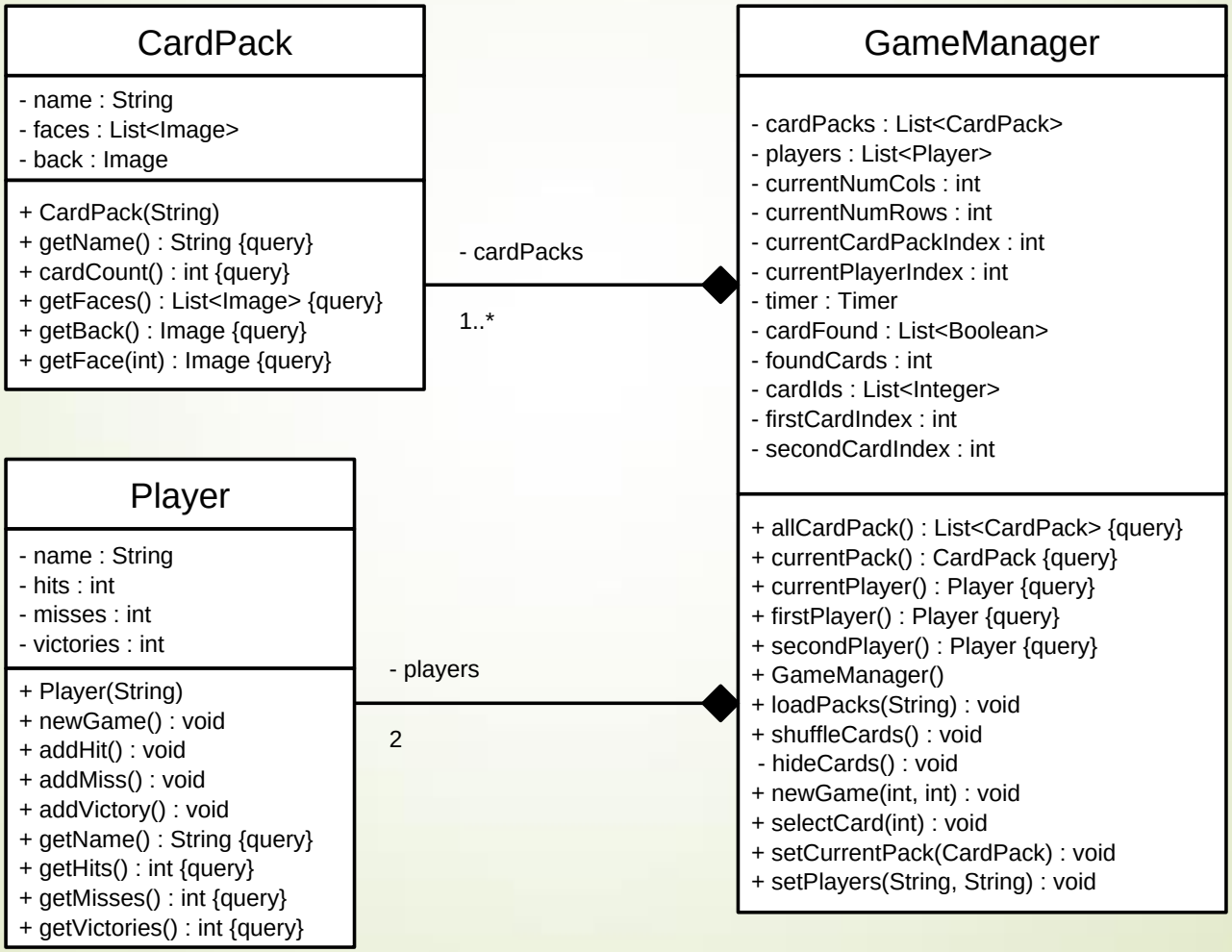
Szerkezeti tervezés (csomagok):



Objektumorientált tervezés

2. esettanulmány: Memory kártyajáték

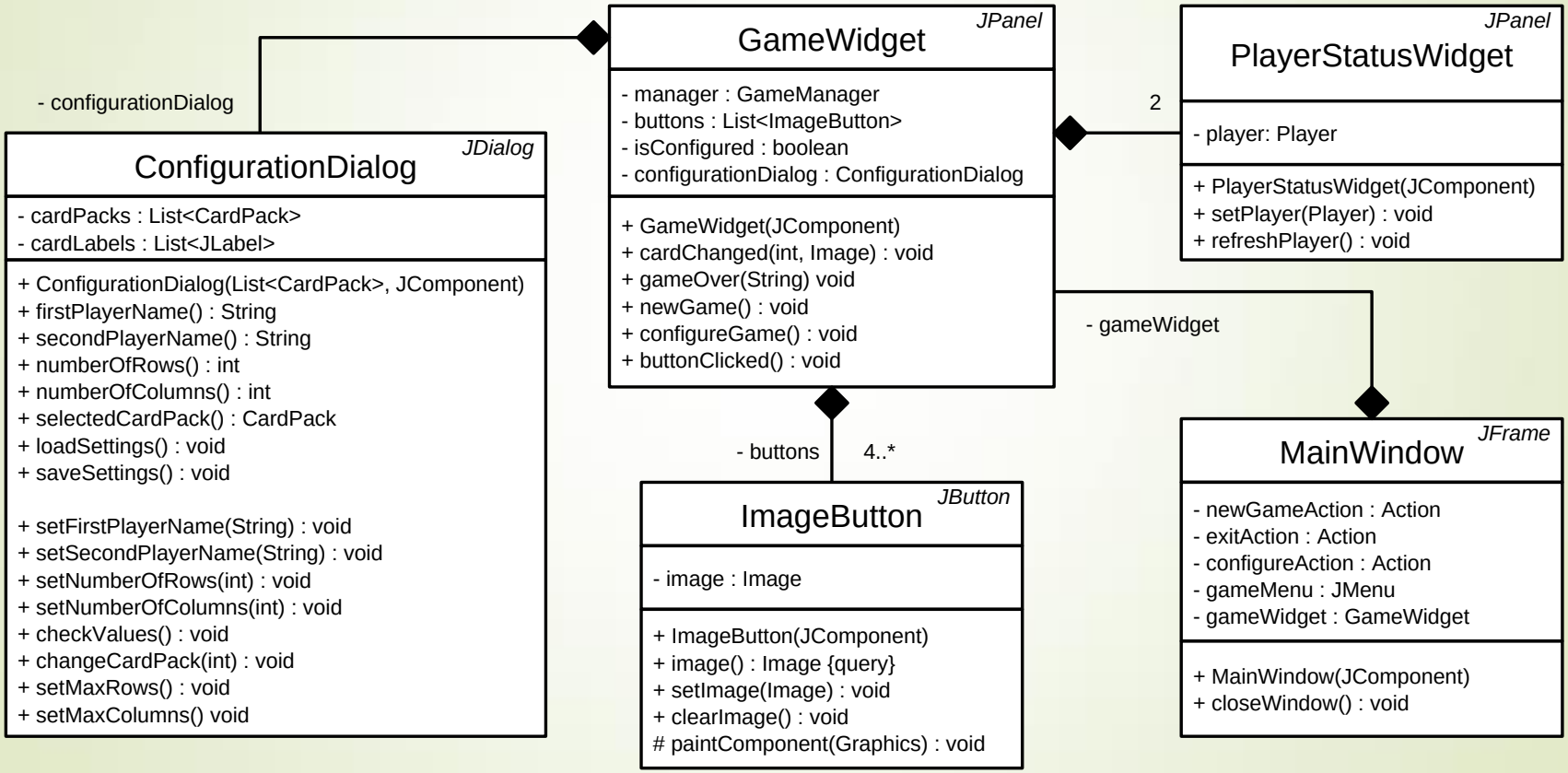
Szerkezeti tervezés (modell):



Objektumorientált tervezés

2. esettanulmány: Memory kártyajáték

Szerkezeti tervezés (nézet):



Objektumorientált tervezés

A szoftverrendszer

- Szoftvernek nevezzük a program(ok), dokumentáció(k), konfiguráció(k), valamint adatok együttesét
  - mivel a megoldandó feladatok összetettek lehetnek, a megoldást nem feltétlenül egy program, hanem több program tudja megadni
  - a végrehajtás során ezek a programok egymással kommunikálnak (adatot cserélnek)
- Egymással kommunikáló programok álkotta szoftvereket nevezzük *szoftverrendszer*nek (*software system*)
  - a rendszerben jelen lévő programokat nevezzük a rendszer *komponense*inek (*component*)

Objektumorientált tervezés

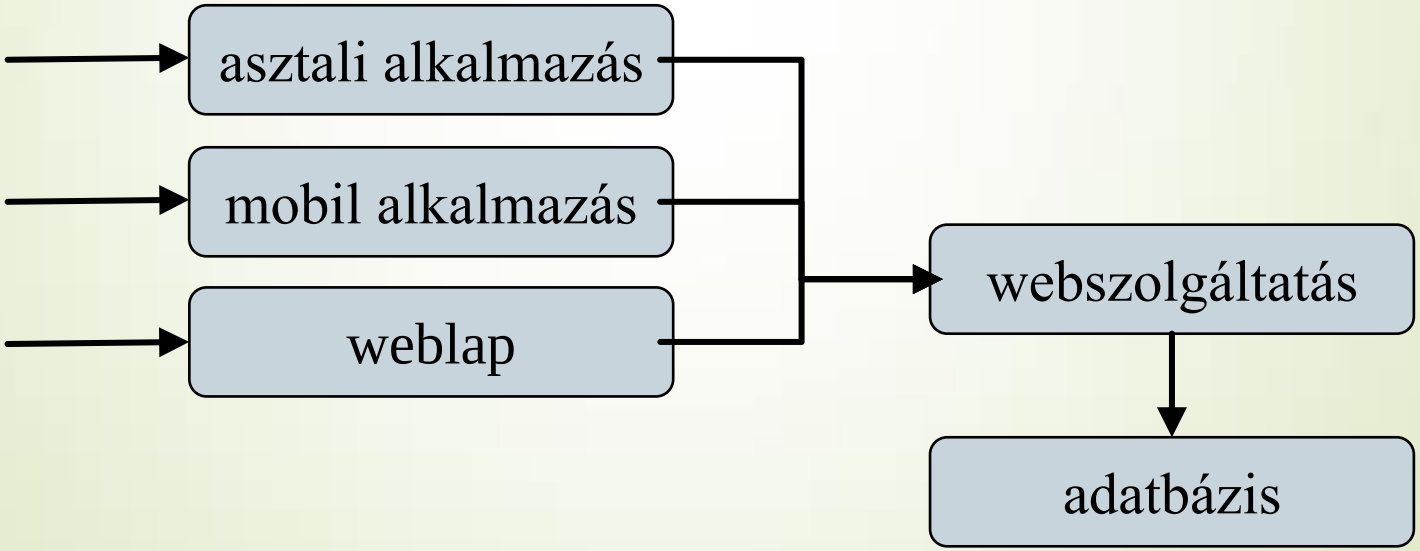
Komponensek

- A szoftver komponens egy adott funkcionalitásért felelő, fizikailag elkülönülő része a rendszernek
  - önállóan (újra)felhasználható, telepíthető
  - belső működése rejtett, a kapcsolatot megfelelő *felületen*(*interface*) keresztül teremti meg
  - szolgáltathat olyan funkcionalitást, amelyet más komponensek használnak fel, ehhez tartozik egy *szolgáltatott felület* (*provided interface*)
  - felhasználhat más komponenseket, amelyek funkcionalitását egy *elvárt felületen* (*required interface*) keresztül érheti el

Objektumorientált tervezés

Komponensek

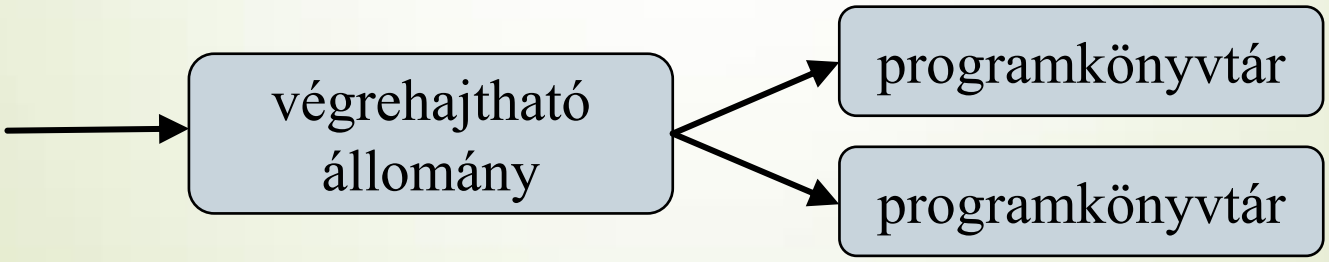
- Egy szoftverrendszerben számos komponens található, pl.
  - mobil alkalmazás, asztali alkalmazás, weblap (biztosítják a kapcsolatot a felhasználóval)
  - webszolgáltatás (gondoskodik az adatok továbbításáról)
  - adatbázis (gondoskodik az adatok megfelelő tárolásáról)



Objektumorientált tervezés

Komponensek

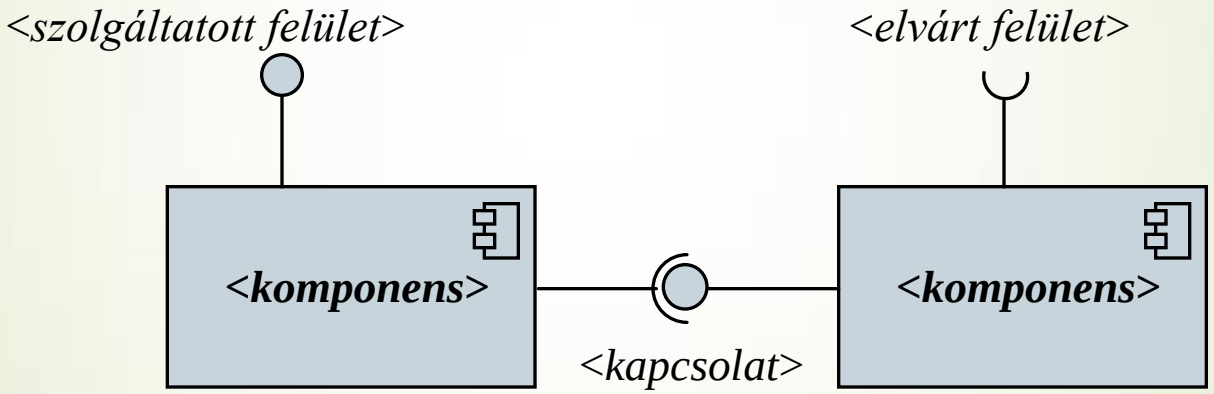
- Egy program is felbontható komponensekre, amennyiben egyes részeit újrafelhasználhatóvá szeretnénk tenni
- Egy program komponensei lehetnek:
  - végrehajtható állomány (*executable*), amely biztosítja a belépési pontot az alkalmazásba
  - programkönyvtár (*library*), amely adott funkcionalitások gyűjteménye (nem végrehajtható), objektumorientált környezetben osztályok gyűjteménye (*classlibrary*)



Objektumorientált tervezés

Komponensdiagram

- A szoftverrendszer komponenseit *UML komponensdiagram* (*component diagram*) segítségével ábrázolhatjuk
  - ismerteti a rendszer komponenseit, a szolgáltatott/elvárt interfészeket és a közöttük fennálló kapcsolatokat (*connector*)

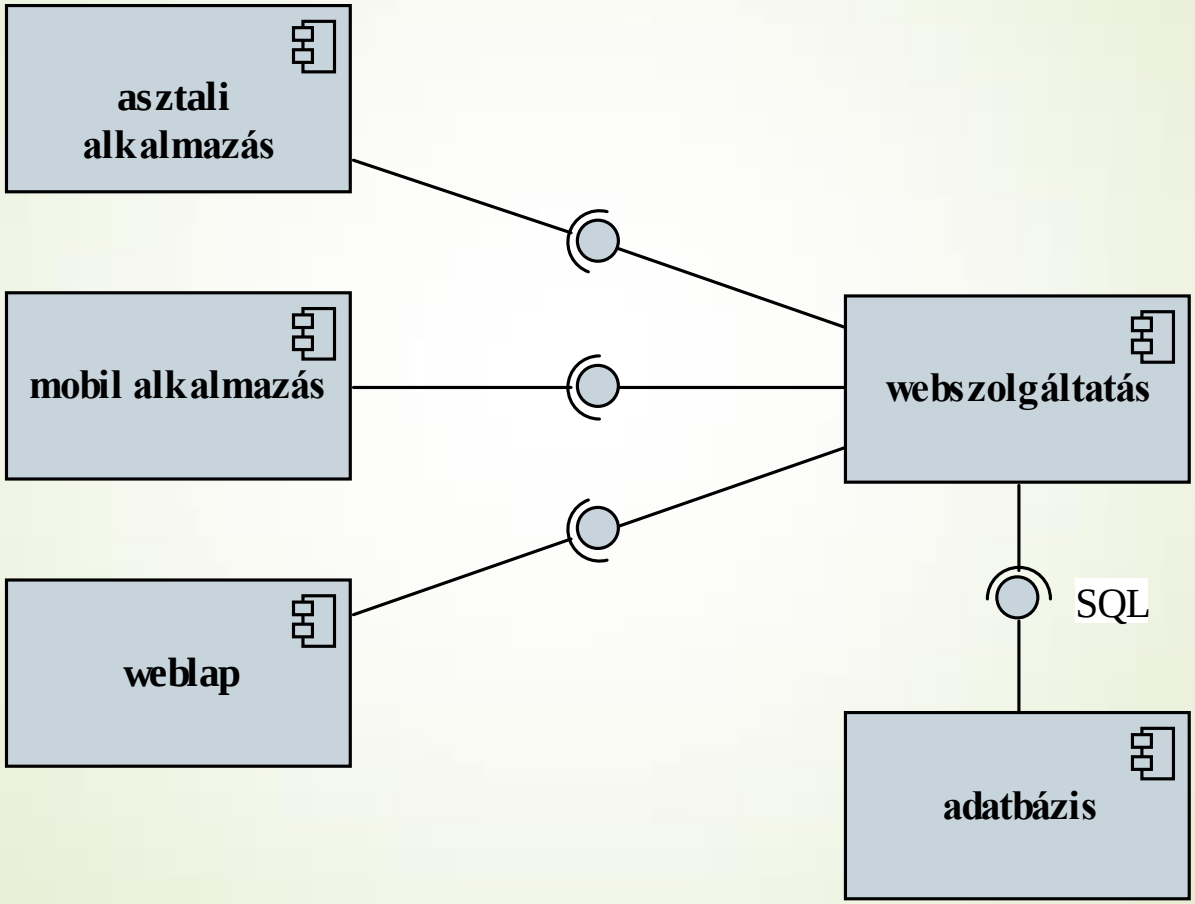


  - a komponens diagramnak osztálydiagram elemeket is elhelyezhetünk (pl. interfész külön megjeleníthető)

Objektumorientált tervezés

Komponensdiagram

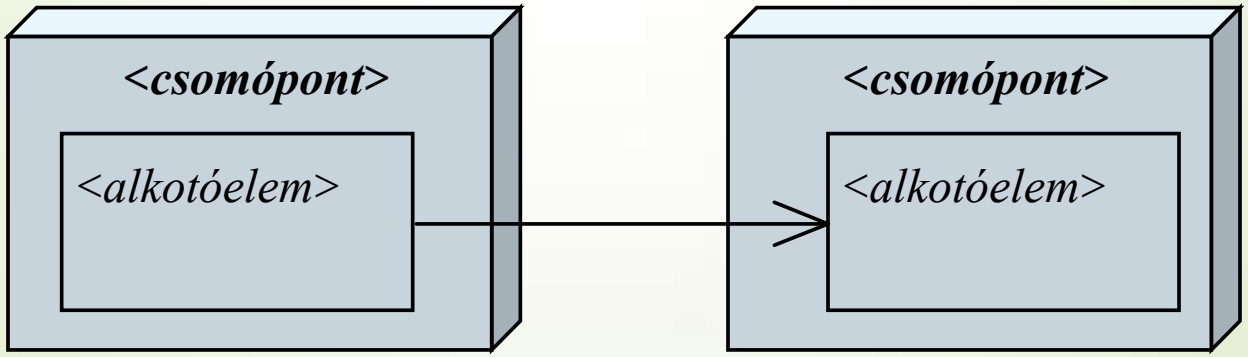
Példa:



Objektumorientált tervezés

Telepítési diagram

- A szoftverrendszerek komponensei akár különböző hardver eszközökre is kihelyezhetőek, amelyeken interakcióba lépnek a környezetükkel (más szoftverekkel)
- A szoftverrendszert kihelyezési és környezeti szempontból az *UML telepítési diagram* (*deployment diagram*) ábrázolja
  - ismerteti azon *csomópont*okat (*node*), amelyeken az egyes *alkotóelem*ei (*artifact*) találhatóak



Objektumorientált tervezés

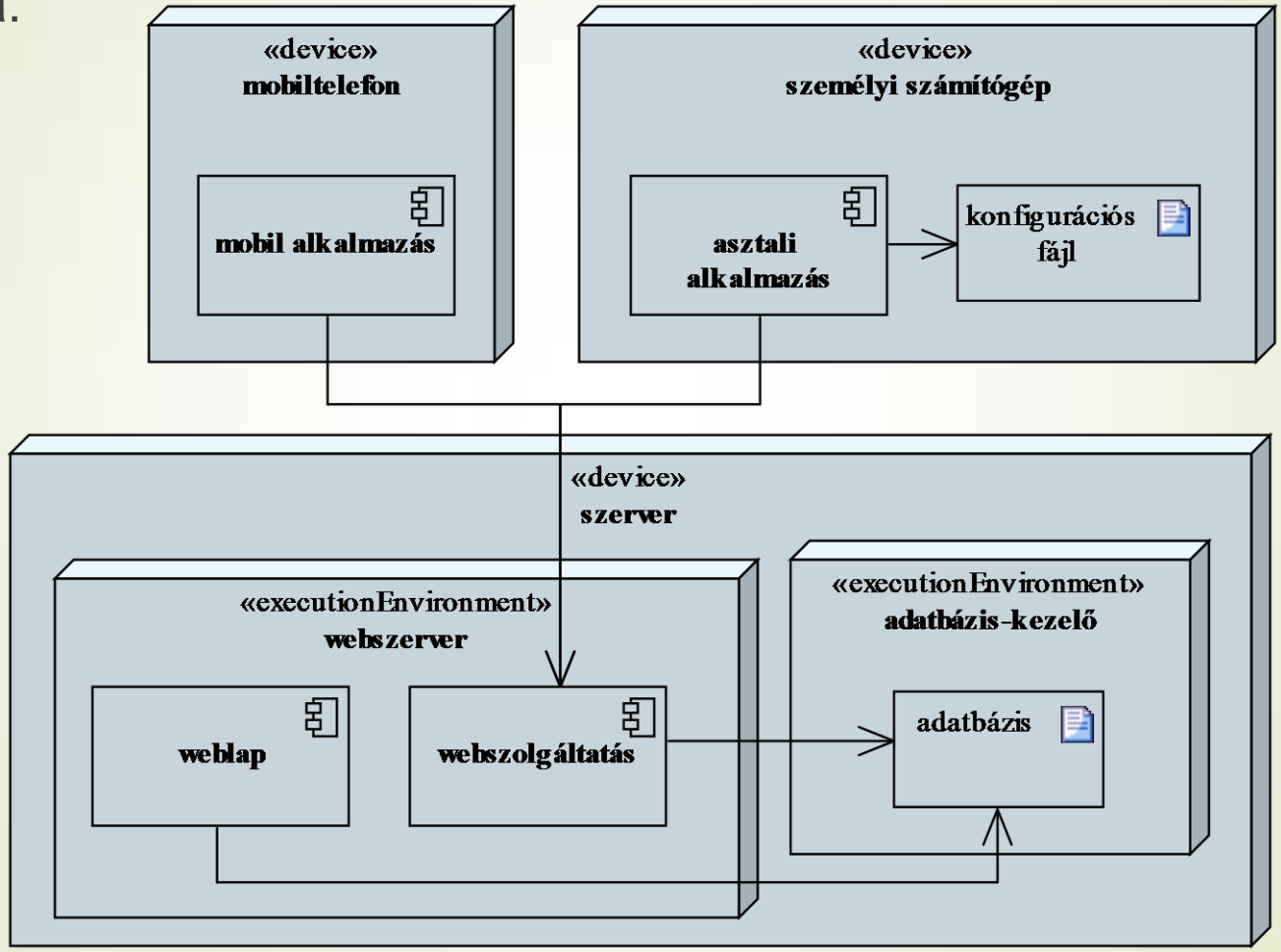
Telepítési diagram

- A rendszer alkotóeleme lehet bármilyen, fizikailag elkülönülő tartozéka a szoftvernek
  - pl. mobil alkalmazás, weblap, kódfájl, adatfájl, adatbázis, konfigurációs fájl
  - a komponenseket jelölhetjük komponensként
- A rendszer csomópontja lehet:
  - egy *hardver eszköz* (*device*), amelyen futtatjuk a szoftvert pl. mobiltelefon, szerver gép
  - egy *végrehajtási környezet* (*execution environment*), amely biztosítja szoftverek futtatását, pl. webszerver, virtuális gép, adatbázis-kezelő

Objektumorientált tervezés

Telepítési diagram

Példa:



Objektumorientált tervezés

Adatformátumok

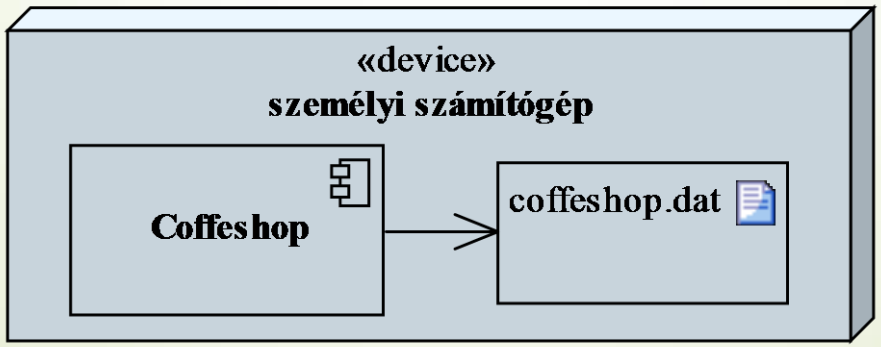
- A szoftverrendszer tervezése (*system design*) mellett foglalkoznunk kell a rendszer által kezelt adatok kezelésének módjával, formátumának meghatározásával, ez az adattervezés (*data design*)
  - minden, a szoftver (vagy komponensei) számára bemenetként, vagy kimenetként szolgáló adat formátumát, felépítését meg kell adnunk (pl. adatfájl, adatbázis, konfigurációs fájl, felhasználó által letölthető adatok)
  - összetett adatok esetén támaszkodhatunk létező formátumokra (pl. CSV, XML, JSON), vagy létrehozhatunk egyedi formátumot
  - az adattervezés is megfelelő modellekkel rendelkezik (pl. adatbázisok tervezhetőek *egyed-kapcsolati model*lel, vagy *UML adatmodel*lel)

Objektumorientált tervezés

1. esettanulmány: Marika néni kávézója

Tervezés (telepítés):

- A program egy komponensben valósul meg, egy személyi számítógépen fog futni
  - a program közvetlenül az operációs rendszeren fut, nincs külön igénye a végrehajtási környezetre
  - a program az adatokat egy fájlban (`coffeshop.dat`) szöveges formában fogja tárolni



Objektumorientált tervezés

1. esettanulmány: Marika néni kávézója

Tervezés (adatformátum):

- A fájlban rendelések következnek egymás után, minden rendelésnél adott az azonosító, a dátum, a törzsvásárolói kártya száma (vagy 0, amennyiben nincs) és a tételek száma
  - a rendelés utána felsoroljuk a tételeket, minden tételnél megadjuk a típust (ehhez elég egy karakter)
  - amennyiben a tétel egy étel, akkor rögzítjük a pontos nevet, illetve a bruttó árat
  - CSV formátumnak megfelelően a fájlban a tartalmi elemeket (rendelés, tétel) sortörés választja el, a soron belül a tartalmat pontosvessző segítségével választjuk el

Objektumorientált tervezés

1. esettanulmány: Marika néni kávézója

Tervezés (adattárolás):

- a fájl szerkezetének sémája:

```
<rendelés azonosító>;<dátum>;<törzsv. szám>;
<tételek száma>
<típus: h/u/p/t/n/k>;<étel neve>;<étel ára>
<típus: h/u/p/t/n/k>;<étel neve>;<étel ára>
…
<rendelés azonosító>;<dátum>;<törzsv. szám>;
<tételek száma>
…
```

- pl.:

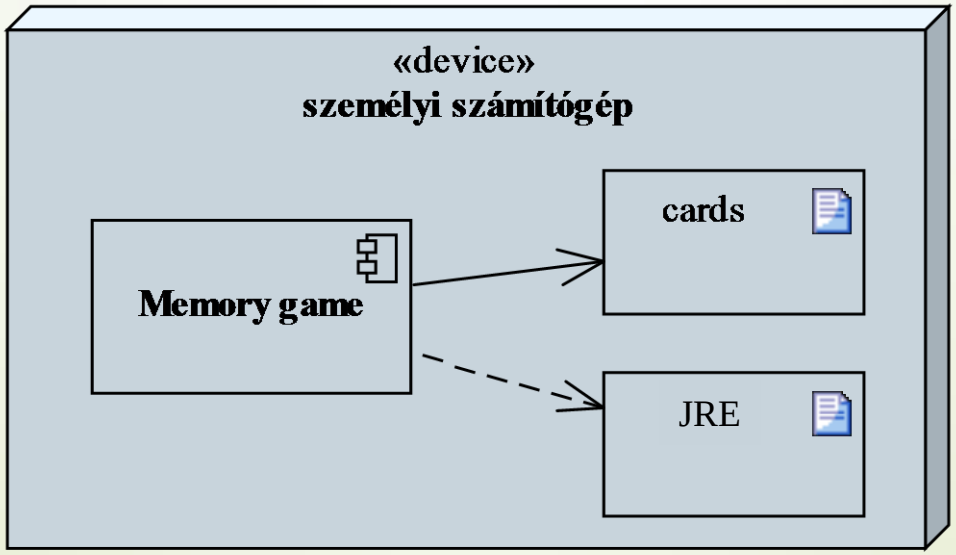
```
184601;2015-11-11;73;2
h;béke;800
t
```

Objektumorientált tervezés

2. esettanulmány: Memory kártyajáték

Tervezés (telepítés):

- A program egy komponensben valósul meg, egy személyi számítógépen fog futni, és igényli a JRE keretrendszer meglétét
- A program a kártyacsomagok képeit külön tárolja



Objektumorientált tervezés

2. esettanulmány: Memory kártyajáték

Tervezés (adattárolás):

- Kártyacsomagok megvalósítása:
  - minden kártyacsomagnak van egy neve, valahány lapja, illetve egy hátoldala, ezeket képfájlban, PNG formátumban tároljuk
  - a kártyacsomagokat könyvtáranként helyezzük el, minden könyvtárban található egy szöveges fájl (**`name.txt`**), amely tartalmazza a csomag nevét
  - a hátlapot egy fájlban (**`back.png`**) tároljuk, ez sosem változik
  - az előlapok fájljait sorszámozzuk (**`<sorszám>.png`**), és feltételezzük, hogy minden fájl más képet tartalmaz

Objektumorientált tervezés

3. esettanulmány: Utazási ügynökség

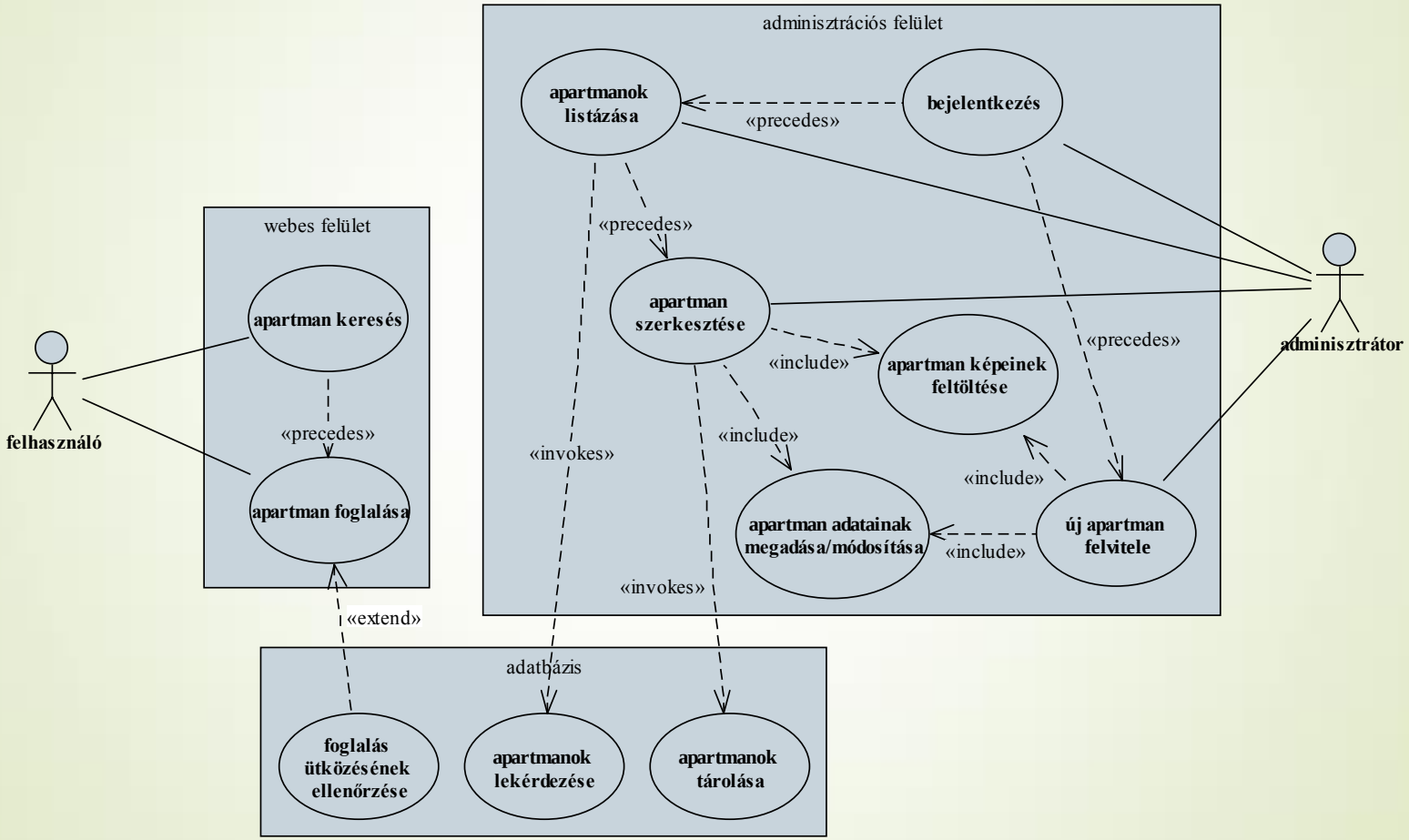
Feladat: Készítsük el egy utazási ügynökség apartmanokkal foglalkozó rendszerét.

- az apartmanok épületekben találhatóak, amelyek városokban helyezkednek el
- az épületek különböző adatokkal (leírás, szolgáltatások, pontos hely, tengerpart távolság, …), valamint képekkel rendelkeznek
- a vendégek számára biztosítsunk egy webes felületet, amelyen keresztül apartmanokat kereshetnek, foglalhatnak
- a munkatársak számára biztosítsunk egy alkalmazást, amelyben szerkeszthetik az apartmanok adatait, képeit, valamint kezelhetik a foglalásokat

Objektumorientált tervezés

3. esettanulmány: Utazási ügynökség

Használati esetek:



Objektumorientált tervezés

3. esettanulmány: Utazási ügynökség

Tervezés (komponensek, telepítés):

- A rendszerben található egy webes, valamint egy adminisztrációs kliens, amelyet külön alkalmazások valósítanak meg
- A webes kliens egy weblap, amelyet egy webszerverrel futtatunk, és JRE keretrendszer segítségével valósítjuk meg
- Az adminisztrációs kliens egy asztali alkalmazás, amelyet JRE keretrendszerben valósítunk meg, ezért a JRE virtuális gép futtatja
- A két alkalmazás közös adatokat használ, amelyeket relációs adatbázisban tárolunk, ehhez MySQL-t használunk

Objektumorientált tervezés

3. esettanulmány: Utazási ügynökség

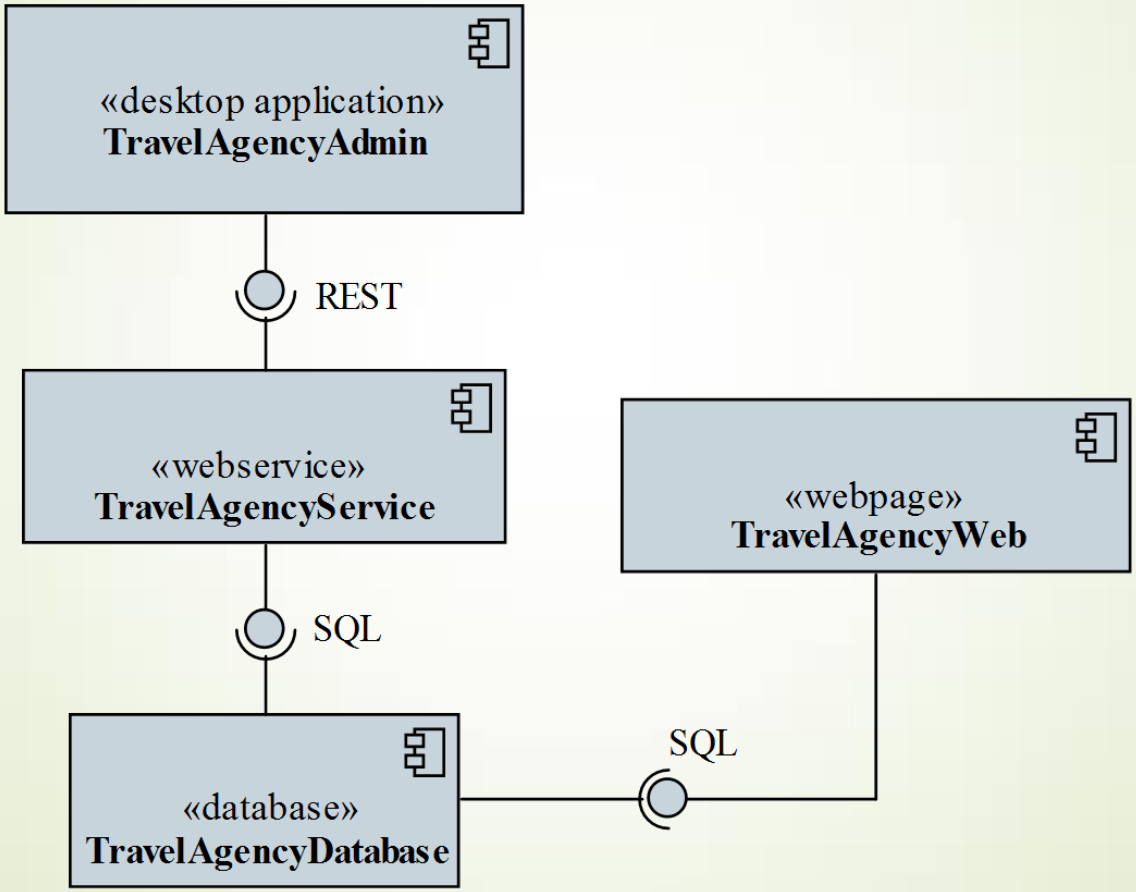
Tervezés (komponensek, telepítés):

- a két alkalmazás közös adatokat használ, amelyeket relációs adatbázisban tárolunk, ehhez MySQL-t használunk
- a weblap és az adatbázis egy közös szerveren helyezkedik el, így a weblap közvetlenül hozzáfér az adatbázishoz
- az asztali alkalmazás más számítógépen fog futni, ezért biztonsági okokból nem férhet hozzá közvetlenül az adatbázishoz, a hozzáféréshez közbeiktatunk egy webszolgáltatást
- A webszolgáltatást egy webszerverrel futtatjuk, és Java Spring keretrendszer segítségével valósítjuk meg

Objektumorientált tervezés

3. esettanulmány: Utazási ügynökség

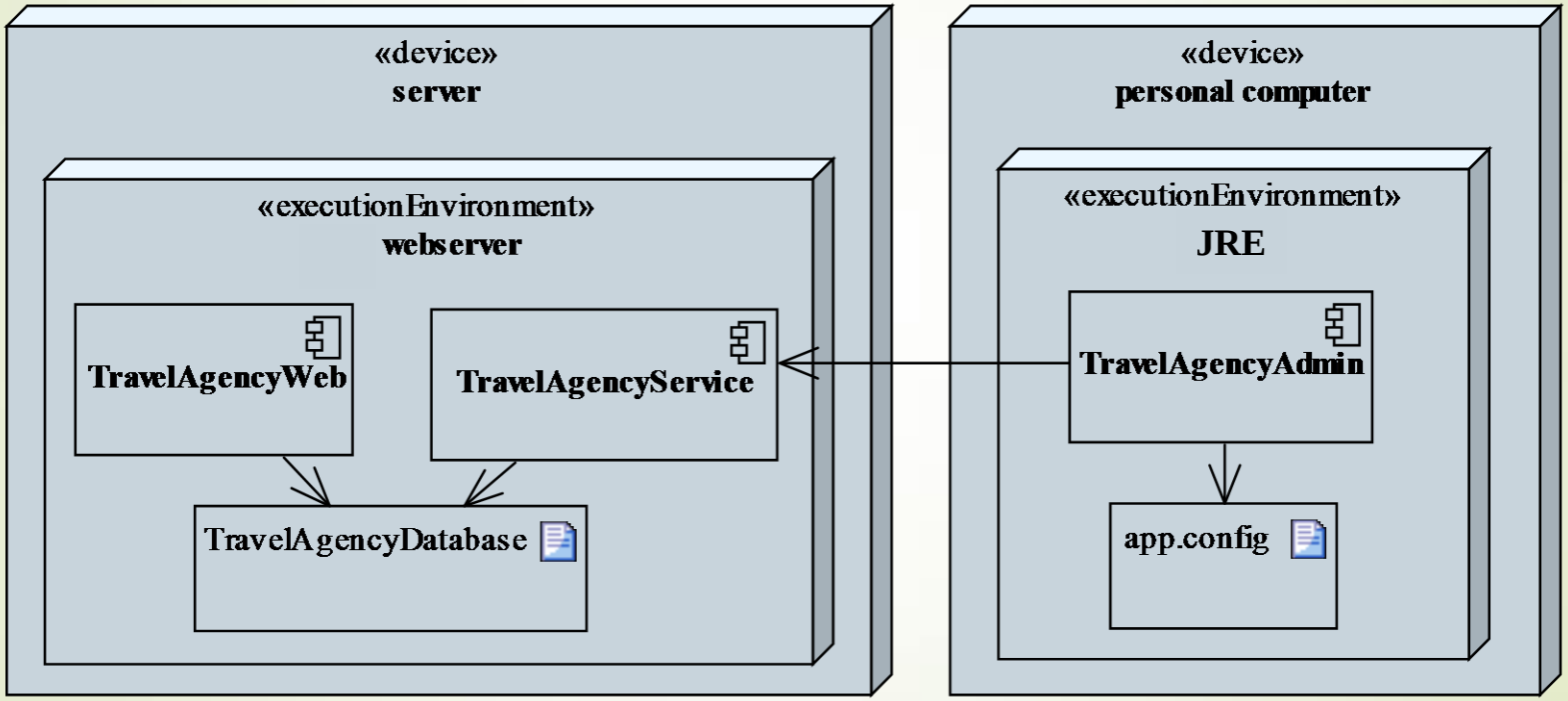
Tervezés (komponensek):



Objektumorientált tervezés

3. esettanulmány: Utazási ügynökség

Tervezés (telepítés):



Objektumorientált tervezés

3. esettanulmány: Utazási ügynökség

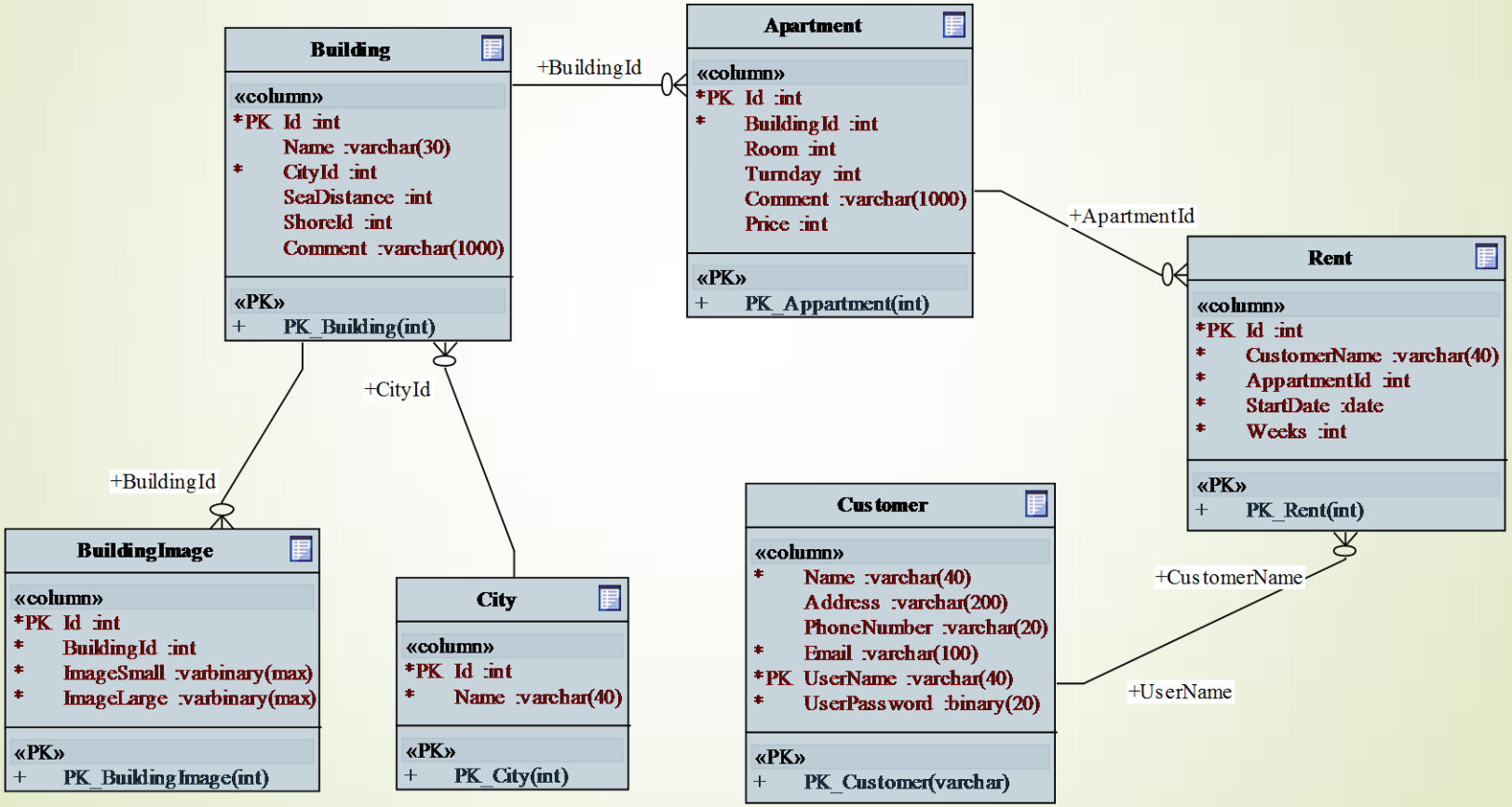
Tervezés (adattárolás):

- Az adatbázisban a következő séma szerint tároljuk az adatokat:
  - *városok* (*city*): azonosító, városnév;
  - *épületek* (*building*): azonosító, név, város azonosító, utca, tengerpart távolság, tengerpart-típus (számként), jellemzők (binárisan összeillesztve), megjegyzés;
  - *apartmanok* (*appartment*): azonosító, épület azonosító, szám, ágyak száma, pótágyak száma, felújítás alatt van-e;
  - *ügyfelek* (*customer*): azonosító, név;
  - …

Objektumorientált tervezés

3. esettanulmány: Utazási ügynökség

Tervezés (adattárolás):



Objektumorientált tervezés

A rendszerterv

- A tervezés eredménye a *szoftver rendszerterve* (*software design description, SDD*), amely tartalmazza:
  - a program statikus szerkezetét, azaz a programegységek feladatát, részletes leírását és a köztük lévő relációkat
  - a program dinamikus szerkezetét, azaz a program eseményeinek kiváltódását és hatásait, a programegységek állapotainak változását, az üzenetküldések megvalósítását
  - a tárolt, kezelt, és eredményül adott adatok formáját, leírását
  - a programok belső és külső interfészeinek leírását
  - ajánlásokat az implementáció számára (stratégia, függőségek, programozási nyelv, tesztelési módszerek)

Objektumorientált tervezés

A rendszerterv

A rendszerterv felépítése:

1. előszó (célközönség, dokumentum-történet)
2. bevezetés (szoftver célja, helye, szükségessége, előnyei, fejlesztési módszertan)
3. fogalomtár (technikai áttekintés)
4. rendszer architektúra (magas szintű áttekintés, UML csomag-, komponens-, állapotdiagram)
   - architektúrális minták
   - funkcionális megfeleltetés
5. adattervezés (adattárolás, formátumok leírása)

Objektumorientált tervezés

A rendszerterv

A rendszerterv felépítése:

6. rendszer tervezés (alacsony szintű áttekintés)
   - statikus terv (UML osztály-, objektumdiagram)
   - dinamikus terv (UML állapot-, szekvencia- és aktivációs diagram)
   - interfész leírás
   - felhasznált algoritmusok és minták
7. felhasználói felület (áttekintés, felületi terv)
8. implementációs ajánlások
9. függelék (pl. adatbázis terv, becsült hardver szükségletek)
10. tárgymutató