# *Programozás alapjai II.*
# *(6. ea)* **C++**

## *Mutatókonverziók, heterogén kollekció*

Szeberényi Imre, Somogyi Péter
BME IIT

<szebi@iit.bme.hu>

MŰEGYETEM 1782

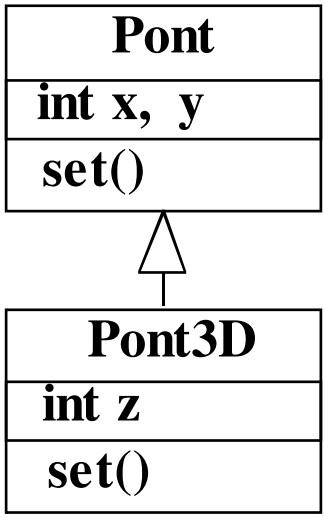
# *Öröklés (ismétlés)*

- Egy osztályból olyan újabb osztályokat származtatunk, amelyek rendelkeznek az eredeti osztályban már definiált tulajdonságokkal és viselkedéssel.
- Analitikus – Korlátozó
- A tagfüggvények felüldefiniálhatók (override)
- virtuális függvény: hogy a tagfüggvény alaposztály felől (pointerén, referenciáján keresztül) is elérhető legyen.

# *Analitikus öröklés példa (ism.)*

```
class  Pont {
   int x, y;
public:
   Pont(int x1, int y1) :x(x1), y(y1) {}
   void set(int x1, int y1) {x = x1; y = y1;}
};
class Pont3D :public Pont {
   int z;
public:
   Pont3D(int x1, int y1, int z1)
                                  :Pont(x1, y1), z(z1) {}
   void set(int x1, int y1, int z1) {
                                 Pont::set(x1, y2); z = z1; }
};
```

Bővült



# *Korlátozó öröklés példa/1 (ism.)*

Szeretnénk egy stack és egy queue osztályt:

- mindkettő tároló
- nagyon hasonlítanak, de
- eltér az interfészük:
  - put, get
  - push, pop
- önállóan vagy

örökléssel ?

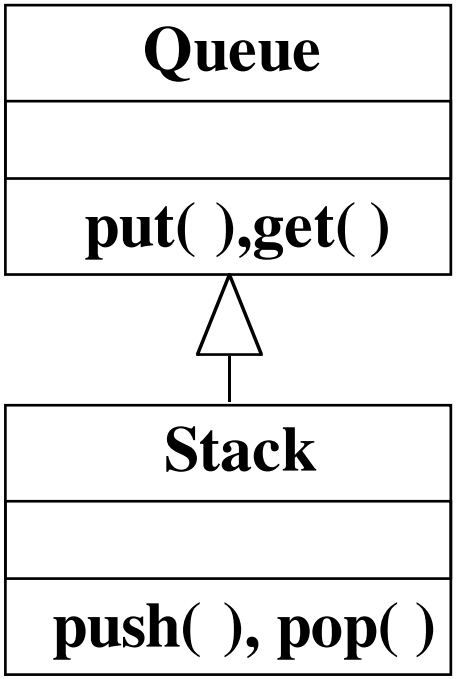
```
class Queue {  ....
public:
    void   put( int e );
    int      get( );
};

class Stack {  ....
public:
     void   push( int e );
     int   pop( );
};
```

# *Korlátozó öröklés példa/2 (ism.)*

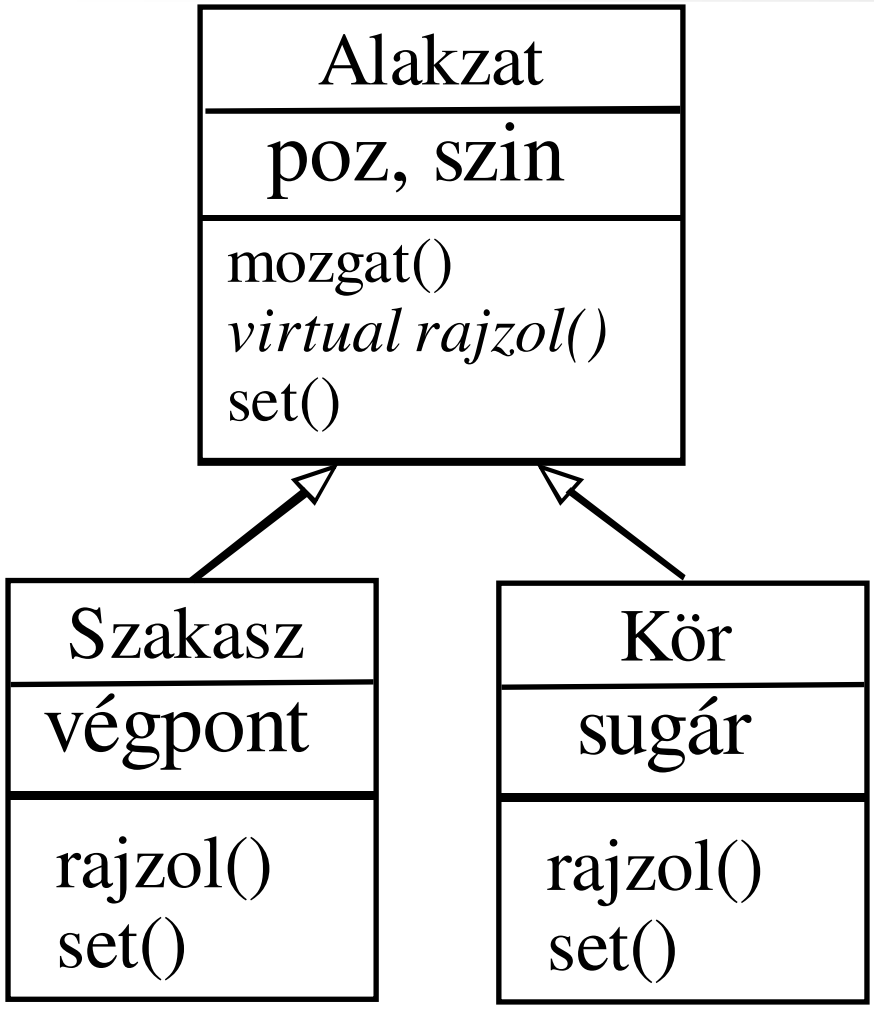
```
class Stack : private Queue { // privát: eltakar a külvilág felé
   size_t nelem;
public:
   Stack( ) : nelem(0) { }
   int pop( ) { nelem--; return(get()); }
   void push(int e) {
          put(e);                  // betesz
          for( size_t i = 0; i < nelem; i++ )
                 put(get( )); // átforgat
          nelem++;
   }
};

Stack s1; s1.pop();  s1.get()
```

Továbbhívjuk a get()-et

Nem hatékony, csak példa!



# *Virtuális tagfüggvény (ism.)*




rajzol() "átdefiniálása"
virtuális függvénnyel

késői
kötés

set() átdefiniálása:
fv. override

**Alakzat::rajzol();**
**Mit hív ?**

# *Fontos C++ sajátságok*

- Konstruktor nem lehet virtuális
- Destruktor igen, és érdemes odafigyelni:
  - Ha alaposztályból dinamikus adattagot tartalmazó osztályt hozunk létre, majd ezt az alaposztály „felől” használjuk (töröljük).
- A konstruktorból hívott (saját) virtuális függvény **még nincs** átdefiniálva! A virt. táblát maga konstruktor tölti ki! (kötés)
  - absztrakt osztály estén NULL pointer!

# *Inicializálás /1 (ism.)*

```
class  Pont {
protected:
   int x, y;
public:
   Pont(int x1 = 0, int y1 = 0) { x = x1; y = y1;}
};
class Pont3D :public Pont {
   int z;
public:
   Pont3D(int x1, int y1, int z1)
                              {x = x1; y = y1; z = z1;}
};
```

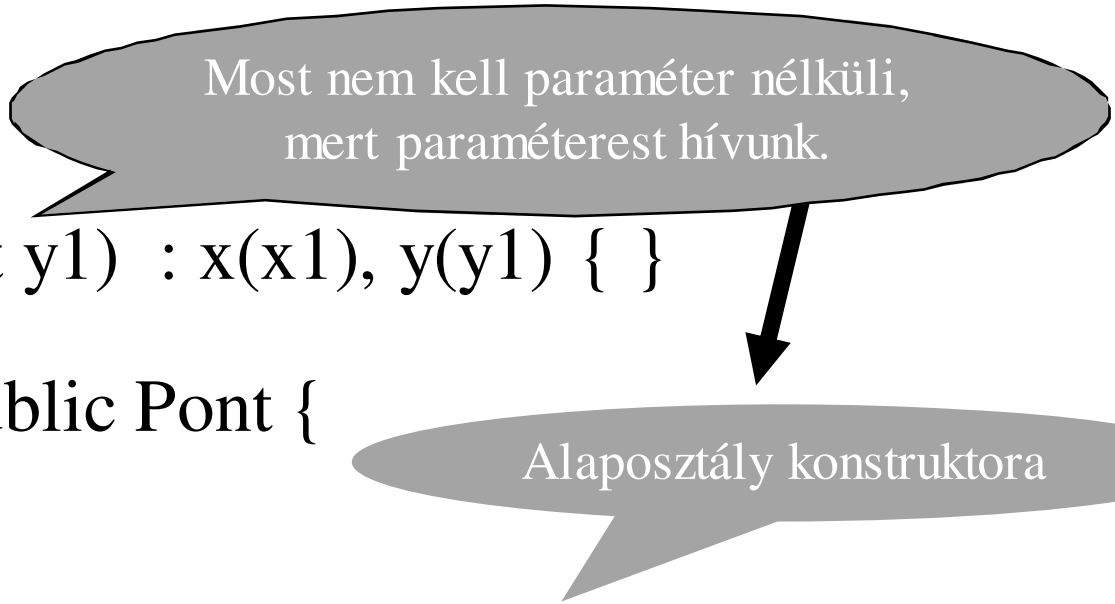
Kell a default, mert ....

Mindig lehet így?

Alaposztály konstruktora mikor hívódik?

# *Inicializálás /2 (ism.)*

```
class  Pont {
protected:
   int x, y;
public:
   Pont(int x1, int y1)  : x(x1), y(y1) { }
};
class Pont3D :public Pont {
   int z;
public:
   Pont3D(int x1, int y1, int z1) : Pont(x1, y1),  z(z1)
                                    { }
};
```



# *Inicializálás /3 (ism.)*

```
class  FixKor :public Pont {
   double& r;
   const double PI;
   int x, y;
public:
   Kor(int x, int y, double& r) :x(x), y(y), r(r), PI(3.14) { }
};
```

Kötelező inicializálni!

Melyik y? Van már this?

```
class  FixKor :public Pont {
   double& r;
   static const double PI;
...
};
const double Kor::PI = 3.14;    // statikus tag, létre kell hozni
```

# *Explicit konstruktor*

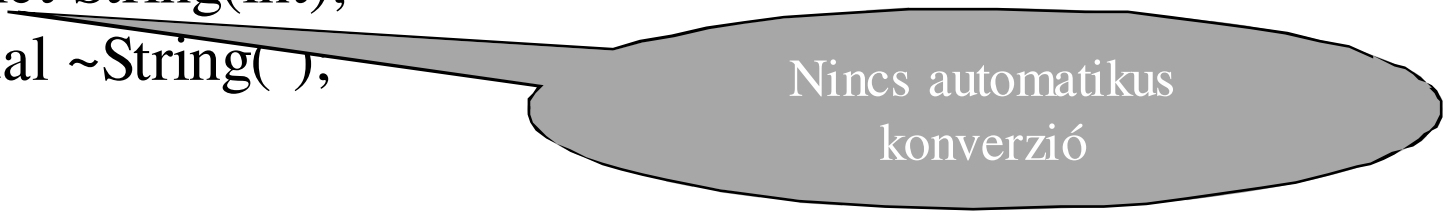
- Az egyparaméteres konstruktorok egyben automatikus konverziót is jelentenek:

  pl: String a = "hello"; → String a = String("hello");

- Ez kényelmes, de zavaró is lehet:
  - tfh: van String(int) – konstruktor, ami megadja a string hosszát, de nincs String(char) konstruktor;
  - ekkor: String b = 'x'; → String b =String(int('x')); nem biztos, hogy kívánatos.
- Az aut. konverzió az explicit kulcsszóval kapcsolható ki. (pl: explicit String(int i);)

# *Explicit konstruktor példa*

```
class String {
        char *p;
        size_t len;
public:
        String(const char *s = "");
        explict String(int);
        virtual ~String( );
        ...
};
```

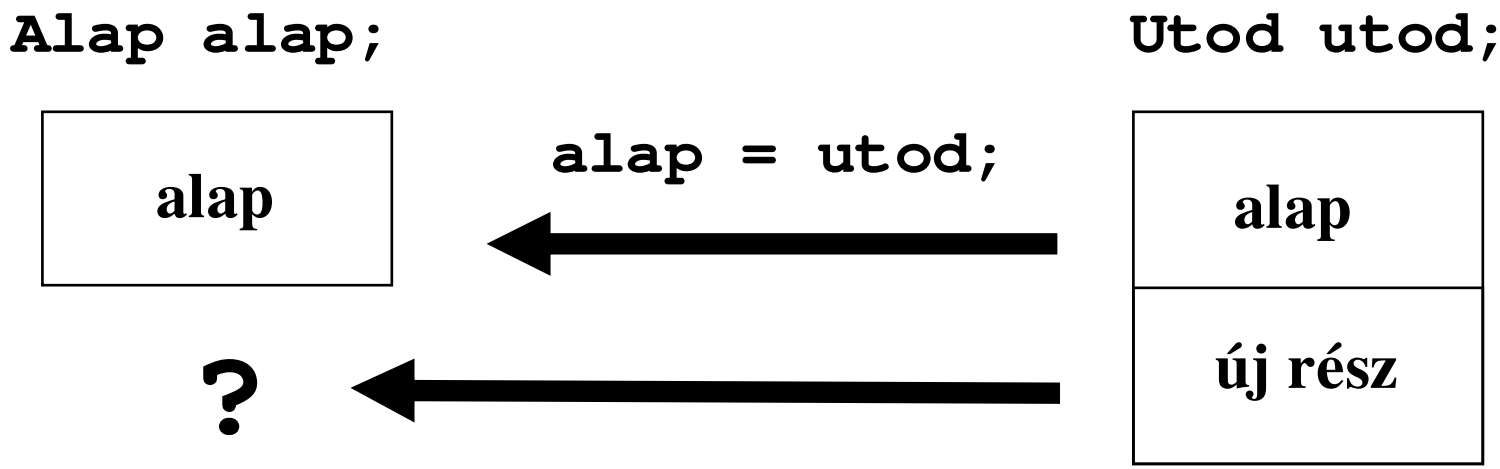


# *Öröklés és polimorfizmus*

```
struct A {
   void valami() { cout << "A valami" << endl; }
   void semmi() { cout << "A semmi" << endl; }
};
struct B: public  A{
   void valami() { cout << "B valami" << endl; }
   void valami(int) { cout << "B valami int" << endl; }
};
...
  B b;
  b.valami();              // B valami
  b.valami(1);             // B valami(int)
  b.semmi();               // A semmi
  b.A::valami();           // A valami
  b.A::valami(int)         // HIBA
```

# *Értékadás és kompatibilitás*

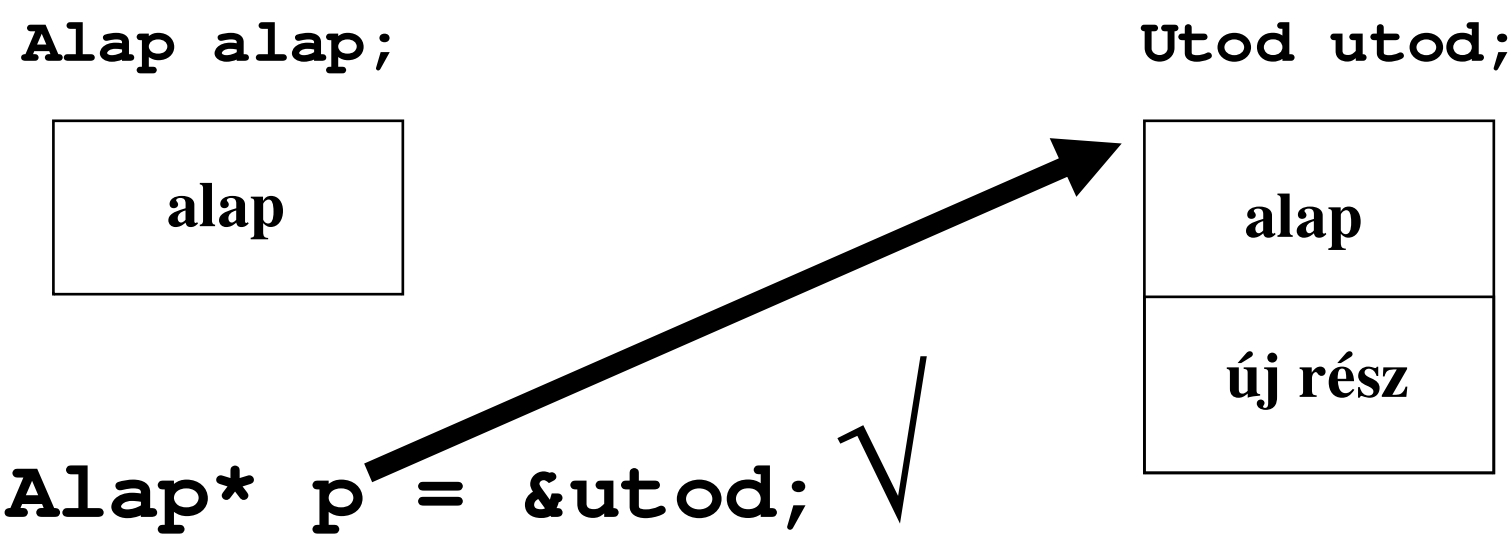
```
struct Alap { int a; void f(); };
struct Utod : Alap { double d; int f1(); };
```




A kompatibilitás miatt az értékadás formálisan rendben, de az új résznek nincs helye a memóriában. **Elveszik.** **Szeletelődés** (slicing) történik.

# *Mutatókonverzió és kompatibilitás*

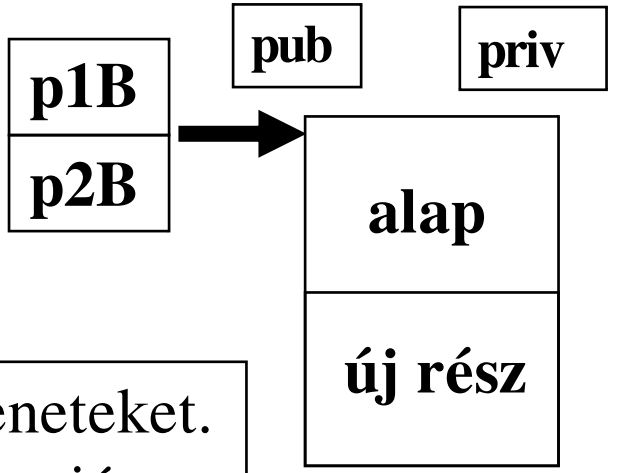
```
struct Alap { int a; void f(); };
struct Utod : Alap { double d; int f1(); };
```




Memóriakép rendben van, de mi a helyzet a viselkedéssel?

# *Konverzió alaposztály mutatóra*

```
struct Alap { void f(); };
struct Pub : public Alap { void f(); };
struct Priv : private Alap { void f(); };
Alap *p1B, *p2B;
```



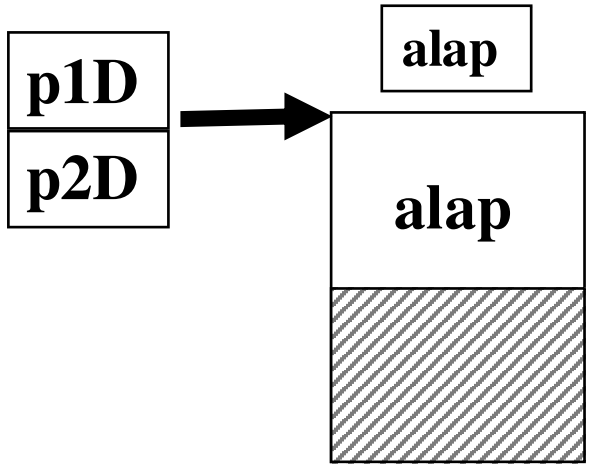

```
Pub pub;   // pub kaphat Alap-nak szóló üzeneteket.
p1B = &pub; // nem kell explicit típuskonverzió
p1B->f()   // alap o. f() elérhető
```

```
Priv priv;  // priv nem érti Alap üzeneteit pl: priv.Alap::f()
p2B = (Alap*)&priv;// explicit konverzió kell
p2B->f()                    // így már érti
```

Viselkedés és a memóriakép is kompatibilis.

# *Konverzió származtatott o. mutatóra*

```
struct Alap { void f(); };
struct Pub : public Alap  { void f(); };
struct Priv : private Alap { int a; };
Alap alap;
Pub* p1D; Priv* p2D;
```




```
p1D = (Pub*)&alap;
p1D->f();       // ?????
p2D = (Priv*)&alap
p2D->a  = 0   // ?????
```

Explicit konverzióval **nem létező adatmezőket** és **függvényeket** is el lehet érni!
Ne használjuk! Veszélyes!

Viselkedés és a memóriakép SEM kompatibilis.

# *Típuskonverzió és az öröklés*

- Kompatibilitás esetén a konverzió automatikus.
- A másik irányba (alapból származtatottra) explicit módon ki lehet kényszeríteni, de a legtöbb esetben értelmetlen és veszélyes!
- Típuskonverzió = objektumkonverzió
- Mutatókonverzió = rejtett objektumkonverzió

- Kompatibilitás:
  - kompatibilis memóriakép
  - kompatibilis viselkedés (tagfüggvények)

# *Függv. elérése alap. o. mutatóval*

```
class Alakzat { ... virtual void rajz() = 0; void k(); };
class Szakasz : public Alakzat { void rajz(); void k(); };
class Kor : public Alakzat { void rajz(); void k();... };
Alakzat* tar[100];
tar[0] = new Szakasz(....); // konverzió, (kompatibilis)
tar[1] = new Kor(...);      // konverzió, (kompatibilis)
....
```

```
for (int i = 0; i < 100; i++ ) {
   tar[i] ->rajz(); tar[i]->k();
}
```

Származtatott o. fv.

Alap oszt. függvénye

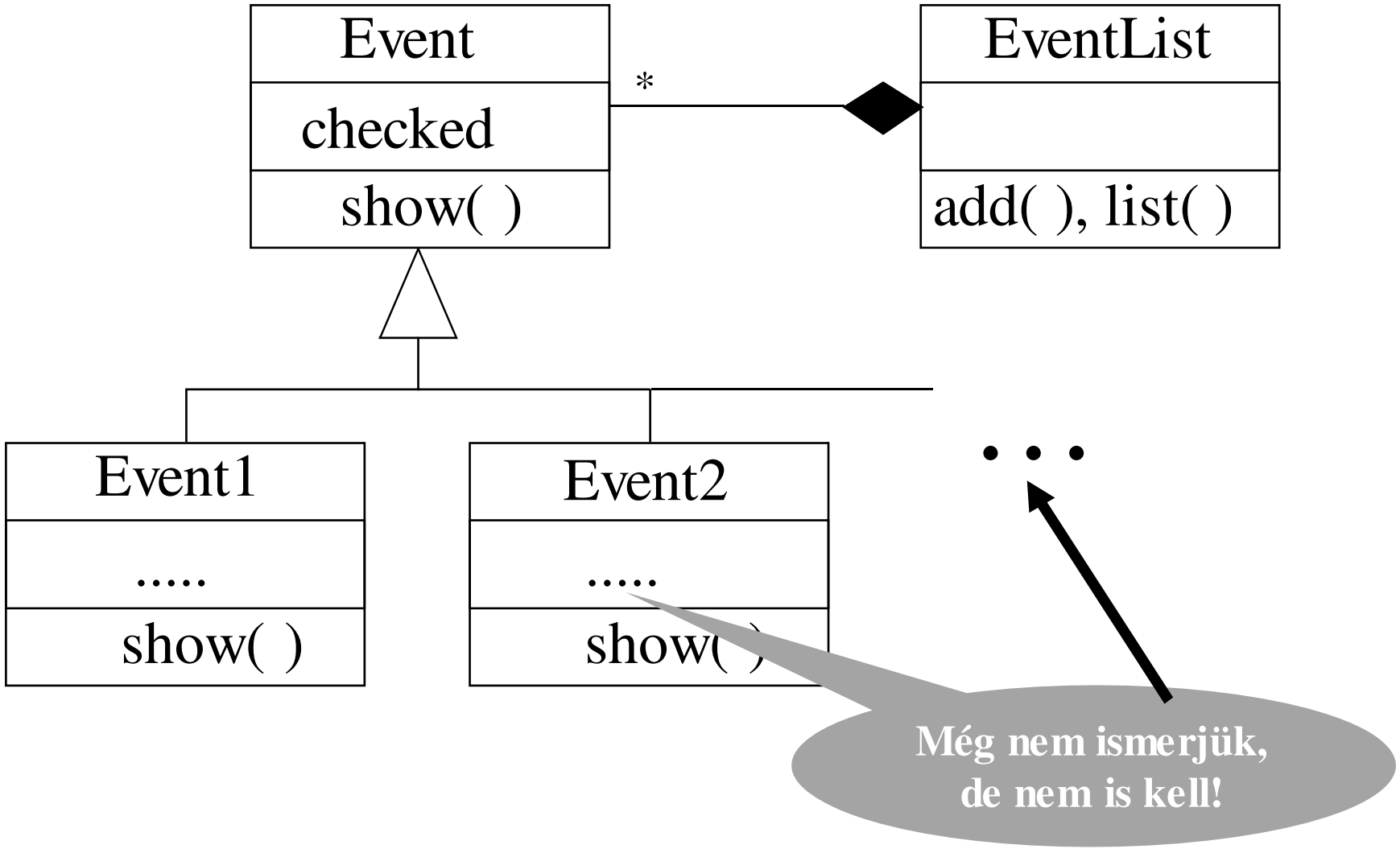
# *Heterogén gyűjtemények*

- Különböző típusú objektumokat egy **közös** gyűjteménybe tesszük
- Egységes kezelés: valamilyen viselkedési kompatibilitásra építve
  - egy öröklési hierarchiából származó objektumokat tehetünk heterogén szerkezetbe
  - kompatibilitásból származó előnyök kihasználása

# *Heterogén kollekció példa*

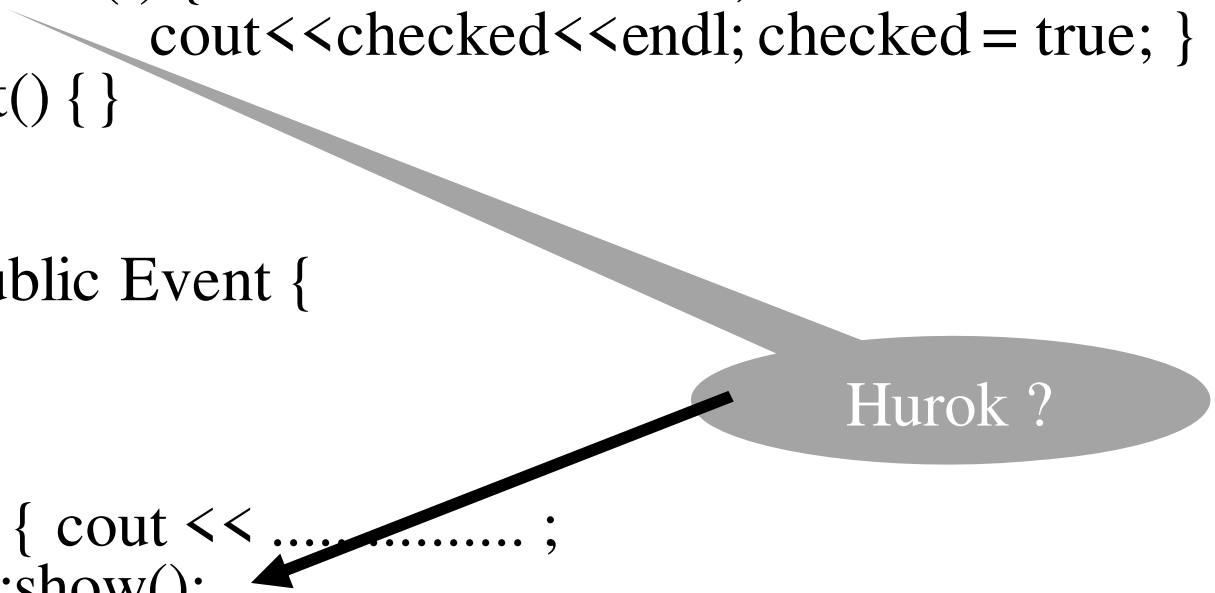
- Egy rendszer eseményeit kell naplózni.
- Az események egymástól eltérő adattartamúak, és esetleg új események is lesznek, amit még nem ismerünk.
- Események sorrendje fontos, ezért célszerűen egy tárolóban kell lenniük.
- Az eseménynapló megnézésekor meg kell mutatni azt is, hogy mely eseményeket néztük meg már korábban.

# *Eseménynaplózó osztályai*



# *Esemény és leszármazottai*

```
class Event {
   bool  checked;
public:
   Event ( ) :checked(false) { }
   virtual  void show( ) { cout<<" Checked: ";
                           cout<<checked<<endl; checked = true; }
   virtual ~Event() { }
};

class Event1 :public Event {
   ...
public:
    Event1();
    void show ( ) { cout << ..... ..... ;
              Event::show();
   }
};
```



# *Eseménylista: pointerek tárolója*

```
class EventList {
   size_t          nevent;
   Event*          events[100];
public:
   EventList( ) : nevent(0) { }
   void add(Event* e) {
      if (nevent < 100)  events[nevent++] = e;
   }
   void list( ) {
      for (size_t i = 0; i < nevent; i++)  events[i]->show();
   }
   ~EventList() {
       for (size_t i = 0; i < nevent; i++)  delete events[i];
   }
};
```

Alaposztály pointereket tárolunk

Származtatott osztály függvénye

Megszűnik az esemény is (komponens reláció)

# *Eseménynapló használata*

```
class Event {...};
class Event1 :public Event {...};
class Event2 :public Event {...};
class EventList {...};
...
EventList list;
        list.add(new Event1(....));
...
        list.add(new Event2(....));
...
...     list.add(new Event9(....));


        list.list();
```

Új esemény: csupán definiálni kell az új osztályt

Ezzel a list-re bízzuk az objektumot, hiszen a pointerét nem jegyezzük meg.

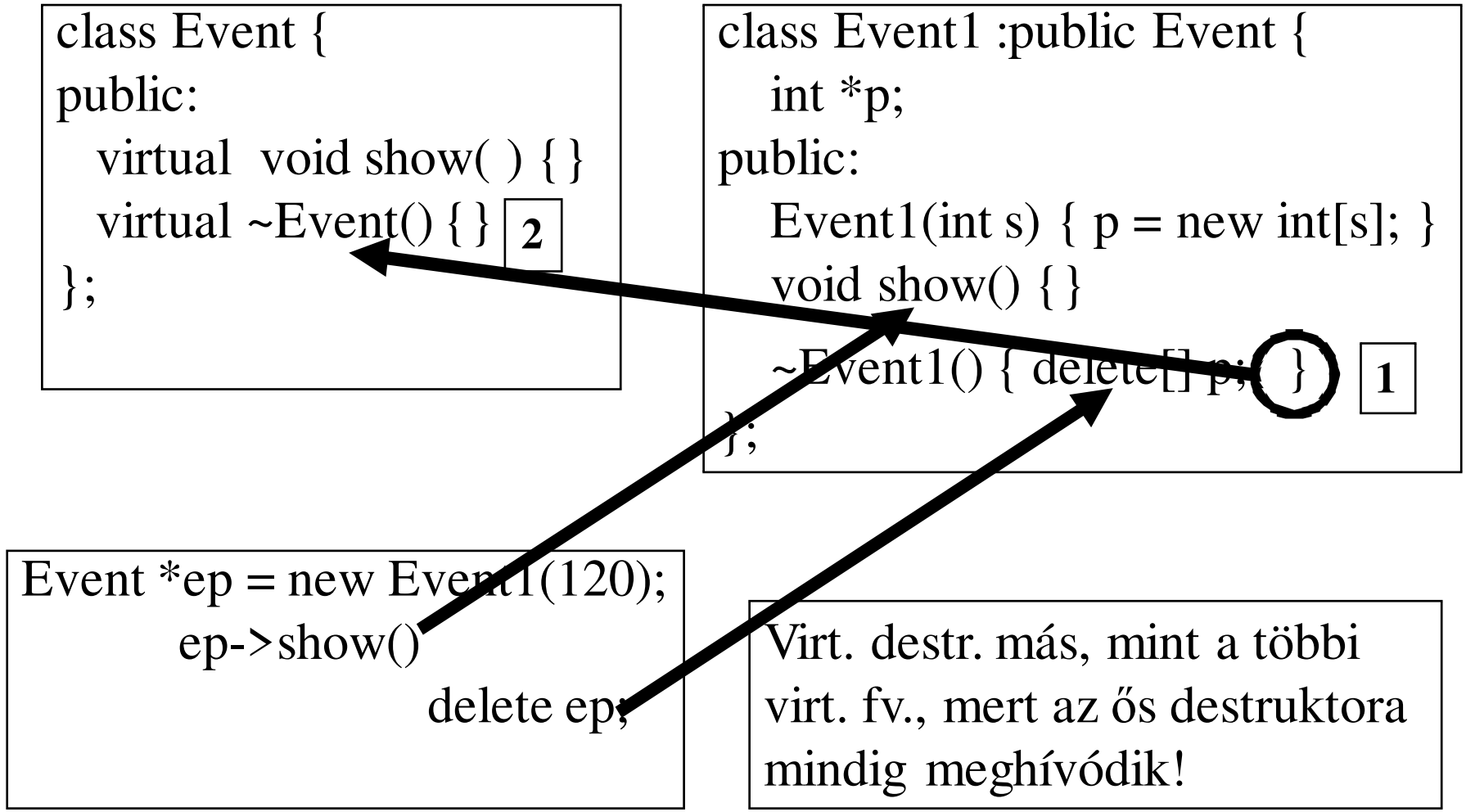
# *Ki szabadít fel?*

```
class EventList {
   size_t          nevent;
   Event*          events[100];
public:
   EventList( ) : nevent(0) { }
   void add(Event* e) {
        if (nevent < 100)  events[nevent++] = e;
        else { delete e; throw „nem fért be”; } }
   void list( ) {
        for (size_t i = 0; i < nevent; i++)  events[i]->show();  }
   ~EventList() {
        for (size_t i = 0; i < nevent; i++)
                delete events[i];              // → ~Event();
   }
}; ....
```

```
list.add(new Event1(....));
```

Virtuális kell!

# *Virtuális destruktor újból*




https://git.ik.bme.hu/Prog2/eloadas_peldak/ea_06 → virt_destruktor2

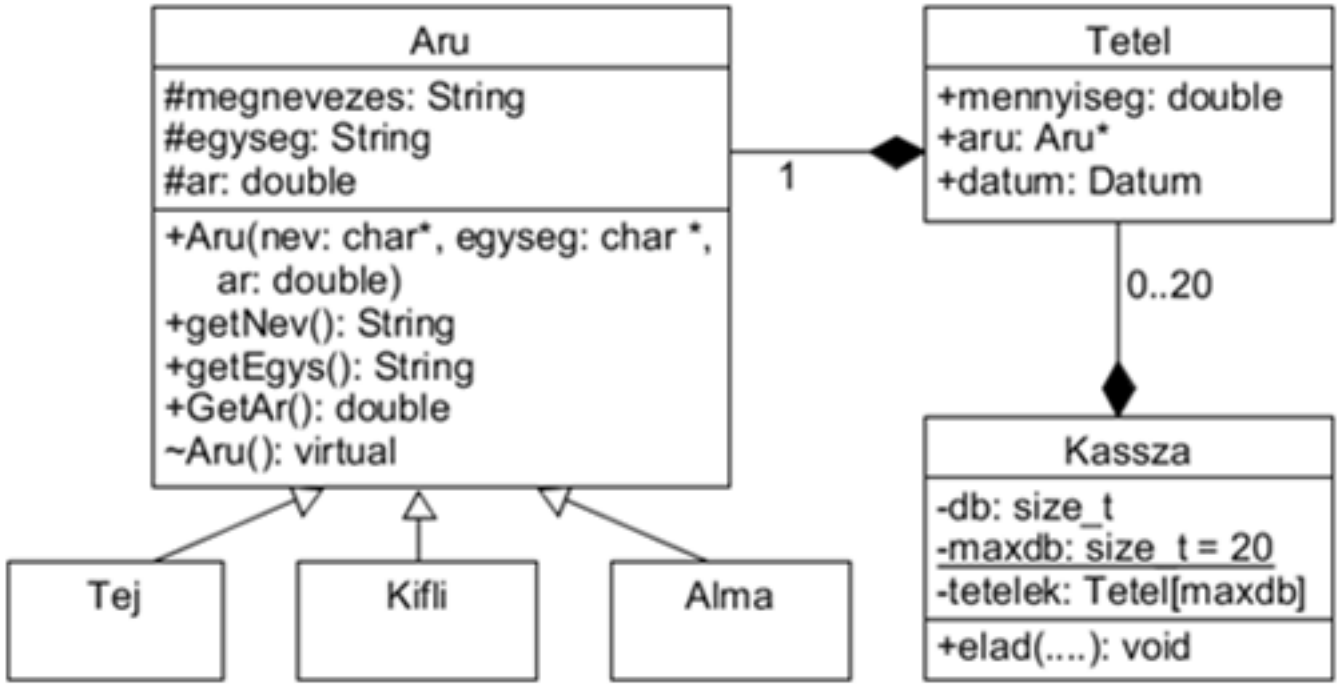
# *Összetettebb példa: CppBolt*

- Pénztárgépet modellezünk: A pénztáros megadja az eladott mennyiséget és az árut.
- A gép nyilvántartást vezet. Lekérdezhető a napi/összes eladás, napi bevétel, stb.
- Ötlet: heterogén kollekció:
  - Közös attr.: eladott mennyiség, dátum, (összeg)
- Probléma: minden áru ebből származzon?
  - Nem célszerű
- Megoldás (1): közbenső osztály az áruk valós őse (pointere) fölé.

# *CppBolt*

Csomagoló osztály: Tetel, ami Aru pointereket tárol.

Aru az őse a „valós” áruknak. A Kassza pedig a tároló




http://svn.iit.bme.hu/proga2/cporta_peldak/CppBolt/

# *Heterogén kollekció összefoglalás*

- Különböző típusú objektumokat egy közös gyűjteménybe tesszük.
- Kihasználjuk az öröklésből adódó kompatibilitást.
- Nagyon gyakran alkalmazzuk
  - könnyen bővíthető, módosítható, karbantartható
- Rossz alkalmazásánál: slicing!!!

# *Tipikus halálfejes hiba*

```
class EventList {
    int             nevent;
    Event           events[100];
public:
    EventList( ) { nevent = 0; }
    void add(Event& e) { if (nevent < 100)
                             events[nevent++] = e; }
    void list( ) {
        for (int i = 0; i < nevent; i++)
                    events[i].show();
    }
};
```

Nem pointert tárol!

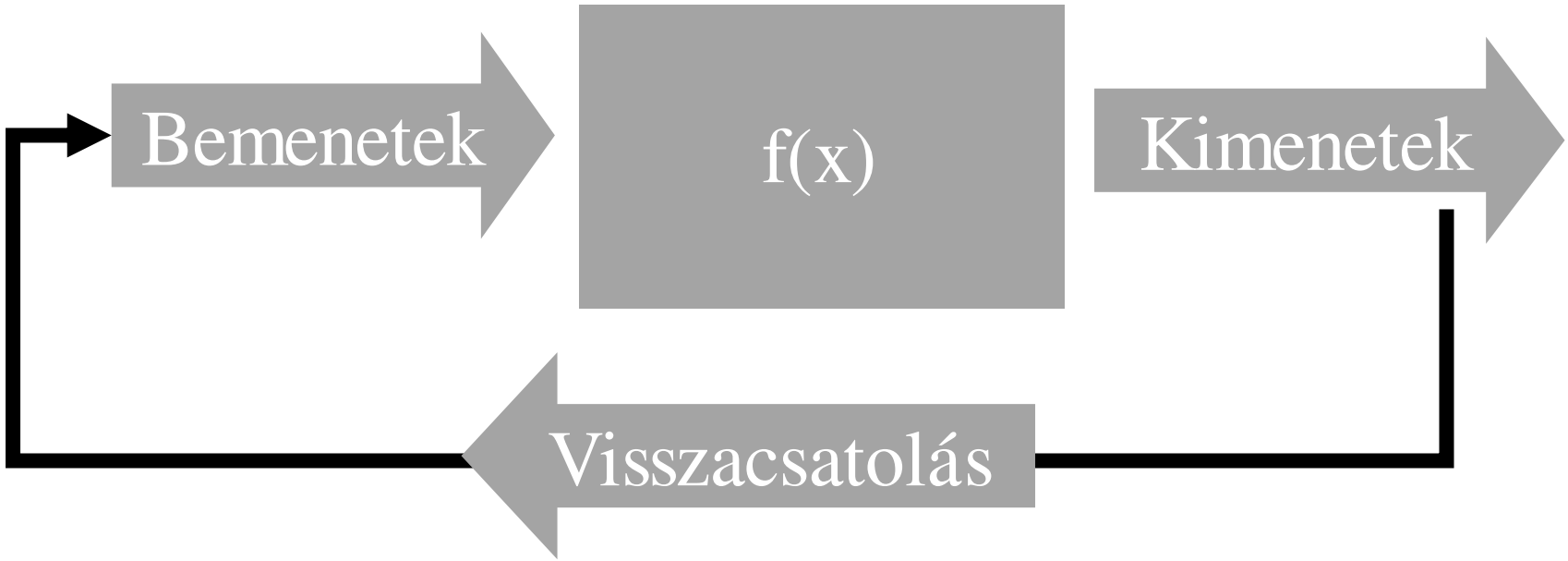
Event::show()

Adatvesztés!
Szeletelés (slicing)
A származtatott rész elveszik!

# *Digitális áramkör modellezése*

- Digitális jel: üzenet (objektum)
- Áramköri elemek: objektumok
  - bemenet, kimenet, viselkedés (f(x))
  - kapcsoló, kapu, drót, forrás, csomópont
- Objektumok a valós jelterjedésnek megfelelően egymáshoz kapcsolódnak. (üzennek egymásnak)
- Visszacsatolás megengedett.

# *Modell*

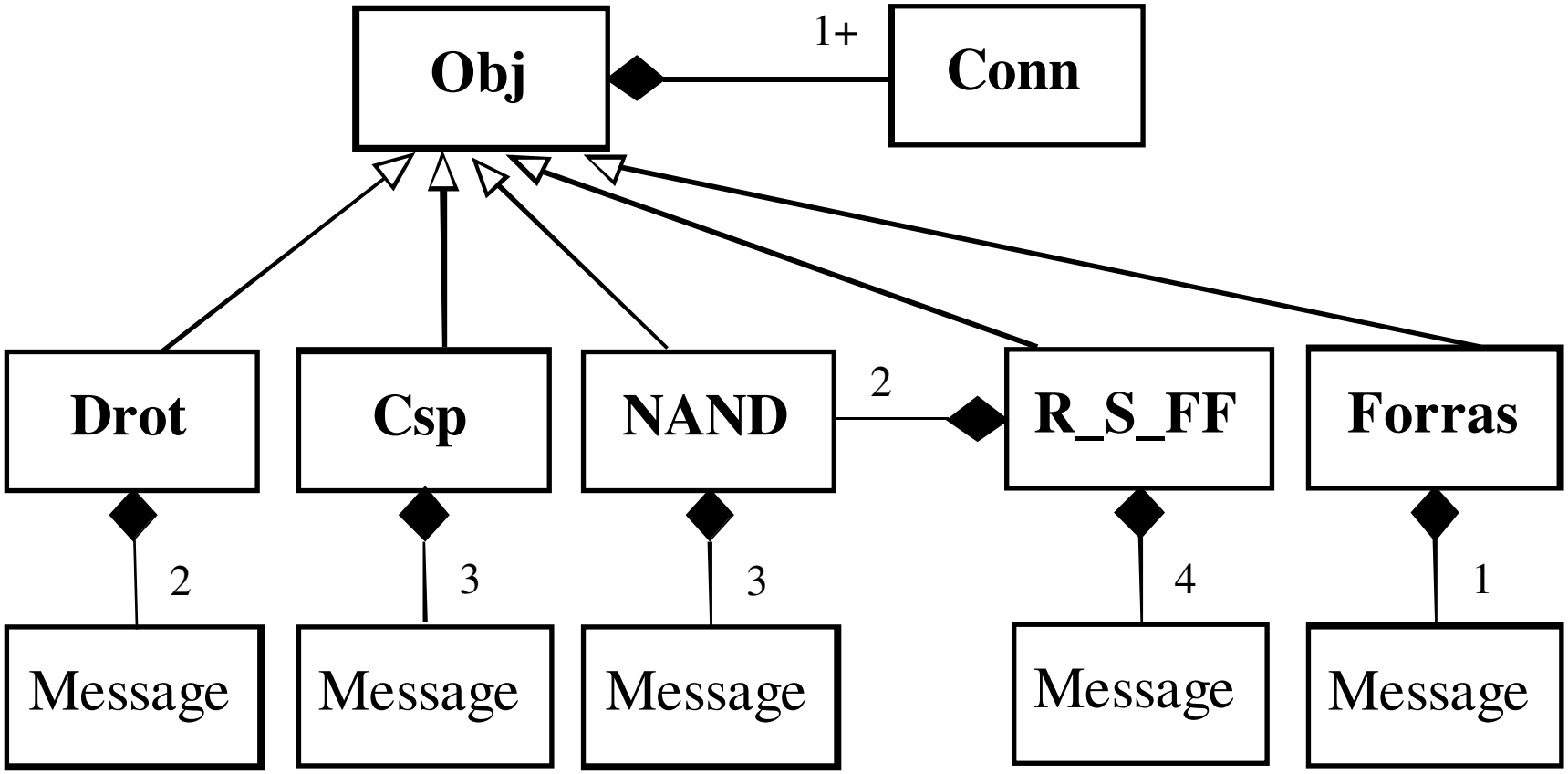



A változásokat üzenetek továbbítják. Ha nincs változás, nem küldünk újabb üzenetet.
Csak véges számú iterációt engedünk meg.

# *Áramköri elemek felelőssége*

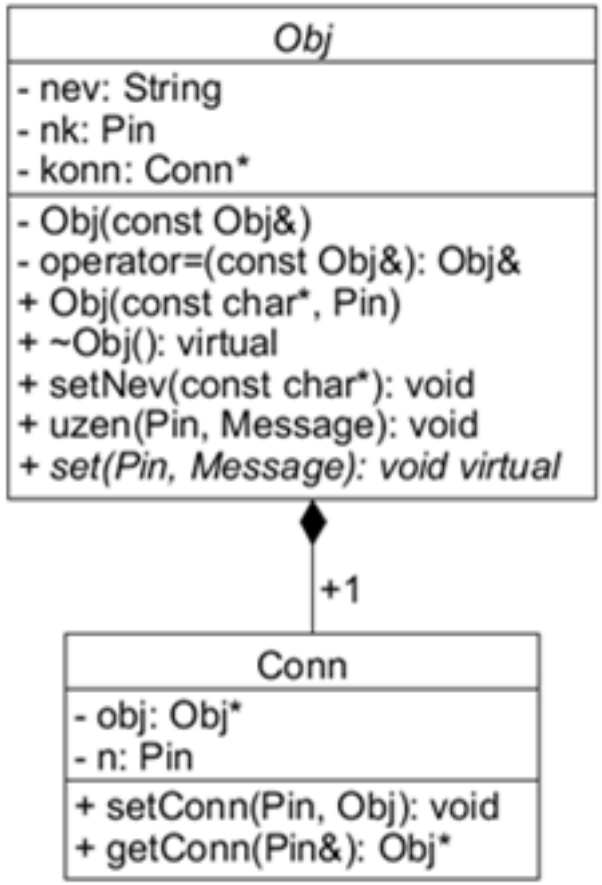
- Kapcsolatok (bemenet/kimenet) kialakítása, nyilvántartása.
- Bejövő üzenetek tárolása összehasonlítás céljából.
- Válaszüzenetek előállítása és továbbítása a bejövő üzeneteknek és a működésnek megfelelően.

# *Osztályhierarchia*



# *Obj: alaposztály*

- Minden áramköri elem ebből származik
- Felelőssége:
  - az objektumok közötti kapcsolatok leírása (a *Conn* osztály dinamikus tömbje)
  - kapcsolatokon keresztül az üzenetek (*Message* objektum) továbbítása,
  - a működést (viselkedést) megvalósító függvény elérése (a set virtuális függvényen keresztül).



# *Obj: absztrakt alaposztály*

```
class Obj {
   String nev;                          // objektum neve
   Pin        nk;                        // kapcsolódási pontok száma
   Conn    *konn;                        // kapcsolatok leírása
   Obj(const Obj&) ;                    // hogy ne lehessen használni
   Obj& operator=(const Obj&); // hogy ne lehessen haszn.
public:
   Obj(const char *n, Pin k) : nev(n) {
                                        konn = new Conn[nk = k]; }
   virtual ~Obj() { delete[] konn; }              // tömb felszab.
   void setNev(const char *n) { nev =String(n);  }// név beáll.
   void setConn(Pin k, Obj& o, Pin on);       // összekapcs.
   void uzen(Pin k, Message msg);             // üzen
   virtual void set(Pin n, Message msg) = 0;  //működtet
};
```

# *Conn: kapcsolatok tárolása*

- Egy objektumkapcsolatot leíró osztály
- Példányaiból felépített dinamikus tömb *(Obj::konn)* írja le egy objektum összes kapcsolatát

Miért nem referencia ?

```
class Conn {
   Obj    *obj;              // ezen objektumhoz kapcsolódik
   Pin     n;                // erre a pontra
public:
   Conn() :obj(NULL) {}
   void setConn(Pin k, Obj& o)  { n = k; obj = &o; }  // beállít
   Obj *getConn(Pin&  k)  { k = n; return(obj); }      // lekérdez
};
```

# *Message: jel mint üzenet*

- Digitális jelet reprezentáló osztály
  - undef, jel 0 és jel 1 értéke van.
- A végtelen iteráció elkerülése végett a jelszint mellet egy iterációs számláló is van.
- Megvalósítása struktúrával, mivel az adattakarás csak nehezítene.
- Műveletei:

| | |
|---|---|
| msg1 == msg2 | msg1 != msg2 |
| msg1 + msg2 | --msg |

# *Message: jel mint üzenet /2*

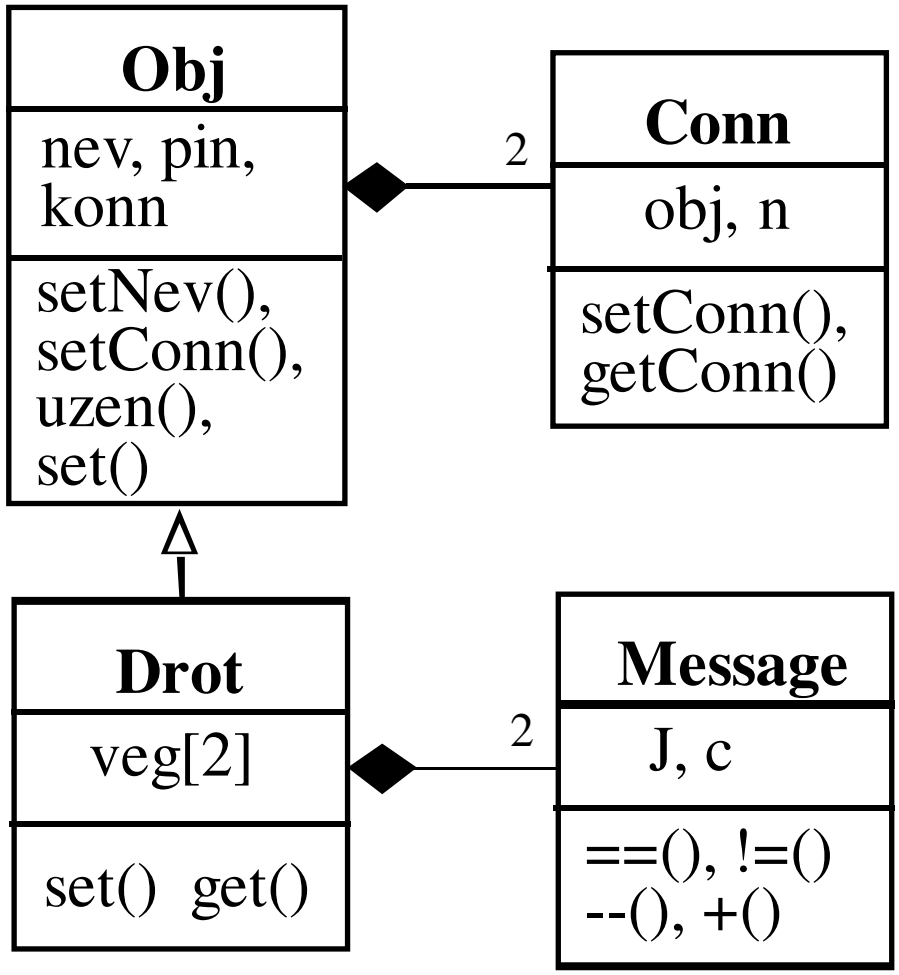
```
struct Message {
    enum msgt { undef, jel} typ;   // típus
    bool J;                        // jelszint 0 v. 1
    int  c;                        // iterációs számláló
    Message(msgt t = undef, bool j = false, int n = 20)
       :typ(t), J(j), c(n) { }
    // két üzenet egyenlő, ha az típusuk és jelszintjük is azonos
    bool operator==(const Message& m) const {
        return(typ == m.typ && J == m.J); }
    bool operator!=(const Message& m) const {
        return(!operator==(m));  }
    Message operator+(const Message &m) const {
        return Message(std::max(typ, m.typ, J+m.J, std::max(c,m.c));  }
    Message& operator--() {
        if (--c <= 0)  throw "Sok Iteracio!";
                       return(*this);  }
};
```

pre-dekremens op.

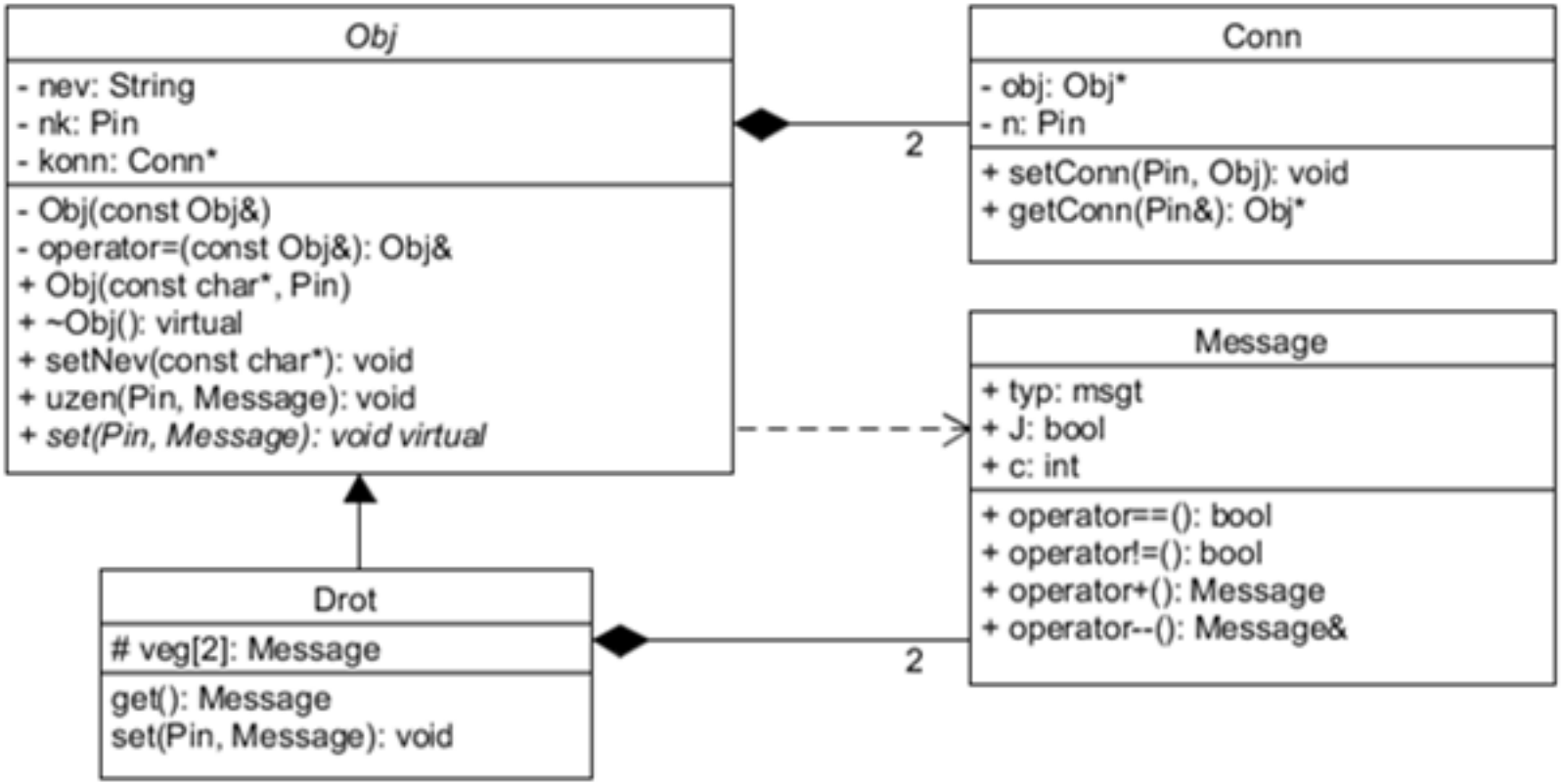
# *Üzenet továbbítása*

```
/**
 * Üzenet (msg) küldése a k. pontra kapcsolódó obj. felé
 */
void Obj::uzen(Pin k, Message msg) {
   Pin n;          // kapcsolodó objektum kapcs. pontja
   if (k >= nk)
      throw "Uzenet hiba";  // hiba, nincs ilyen végpont
   if (Obj *o = konn[k].GetConn(n)) {
         o->set(n, --msg);    // szomszéd működtető függvénye
   }
}
```

# *Drót obj. modellje*



# *Drót kicsit precízebben*




A diagram szerkesztéséhez az UMLet ( http://www.umlet.com/ ) programot használtam.

# *Drót*

```
class Drot :public Obj {
protected:                  // megengedjük a származtatottnak
  Message veg[2];  // két vége van, itt tároljuk az üzeneteket
public:
   Drot(const char *n = "") : Obj(n, 2) { } // 2 végű obj. Létrehozása
   Message get() const { return veg[0] + veg[1]; }//bármelyik vég
   void set(Pin n, Message msg); // működtet
};
void Drot::set(Pin n, Message msg) {
   if (veg[n] != msg) {          // ha változott
      veg[n] = msg;              // megjegyezzük és
      uzen(n^1, msg);            // elküldjük a másik végére (vezet)
   }
}
```

**Gonosz trükk!**

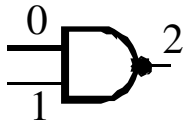
# *Csomópont*

```
class Csp :public Obj {
protected:                  // megengedjük a származtatottnak
  Message veg[3];  // három vége van, itt tároljuk az üzeneteket
public:
   Csp(const char *n = "") : Obj(n, 3) { } // 3 végű objektum
   void set(Pin n, Message msg); // működtet
};

void Csp::set(Pin n, Message msg) {
   if (veg[n] != msg) {          // ha változott
      veg[n] = msg;              // megjegyezzük és
      uzen((n+1)%3, msg);     // elküldjük a másik 2 végére
      uzen((n+2)%3, msg);
   }
}
```

# *Kapcsoló*

```
class Kapcsolo :public Drot { // Drótból
   bool be;                   // állapot
public:
   Kapcsolo(const char *n = "") : Drot(n), be(false) { }
   void set(Pin n, Message msg);
   void kikap() { be = false; uzen(0, Message(Message::jel));
                              uzen(1, Message(Message::jel));  }
   void bekap() { be = true; uzen(0, veg[1]); uzen(1, veg[0]);}
};
void Kapcsolo::set(Pin n, Message msg) {
   if (be)  Drot::set(n, msg); // be van kapcsolva, drótként viselk.
   else  veg[n] = msg;  // ki van kapcsolva, csak megjegyezzük
}
```

**jel, false**, lehetne undef

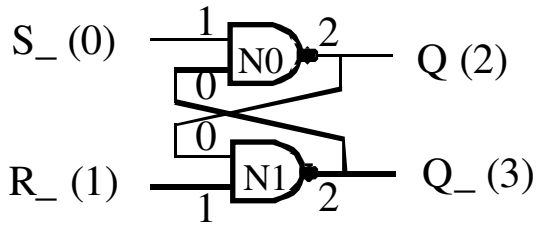



# *NAND kapu*

```
class NAND :public Obj {
   Message veg[3];          // három "vége" van
public:
   NAND(const char *n = "") : Obj(n, 3) { } // 3 végű obj. létreh.
   void set(Pin n, Message msg);      // működtet
   Message get() { return(veg[2]); } // kim. lekérdezése
};
void NAND::set(Pin n, Message msg) {
   if (n != 2 && veg[n] != msg) {   // ha változott bemenet
      veg[n] = msg;                          // megjegyezzük
      uzen(2, veg[2] = Message(Message::jel,
        !(veg[0].J * veg[1].J), msg.c)); // üzenünk a kimeneten
   }
}
```

kimenet előállítása

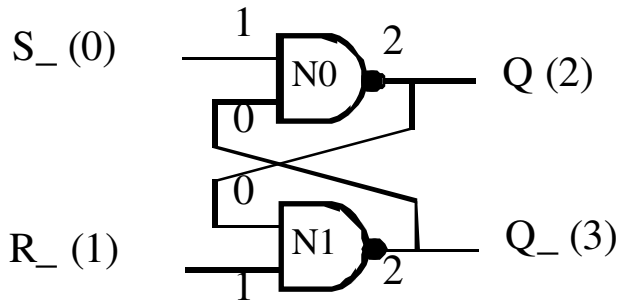
ciklusszám marad




# *R_S_ tároló*

```
Class R_S_FF :public Obj {
protected:
   Message veg[4];              // négy "vége" van
   NAND N[2];                    // két db NAND kapu, komponens
public:
    R_S_FF(const char *n) : Obj(n, 4) {
       N[0].setConn(2, N[1], 0); // összekötések létrehozása
       N[1].setConn(2, N[0], 0); }
    void set(Pin n, Message msg); // működtet
    Message get(int i) {                 // kimenet lekérdezése
       if (i >= 2) i = 0; return(veg[i+2]);}
};
```

# *R_S_ tároló /2*

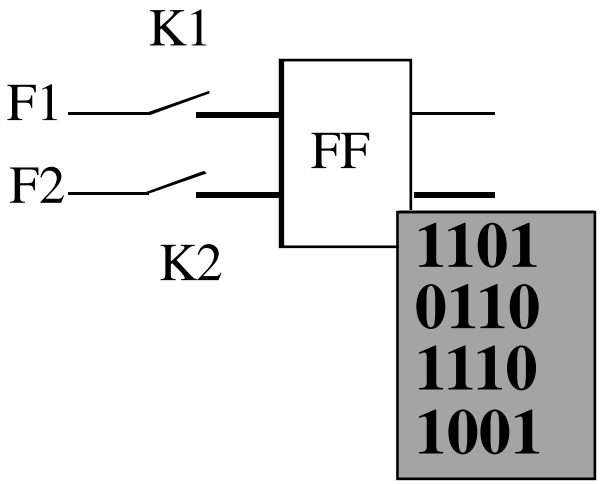



```
Void R_S_FF::set(Pin n, Message msg) {
   if (n < 2 && veg[n] != msg) {    // ha input és változott,
      veg[n] = msg;                 // letárolja
      N[n].set(1, msg);             // megfelelő bemenetre küldi
      uzen(2, veg[2] = N[0].get()); // üzen a kimeneten
      uzen(3, veg[3] = N[1].get()); // üzen a kimeneten
   }
}
```

Kimenetek előállítása, mert belül nincs csomópont.

# *Szimulátorunk próbája*

```
Kapcsolo K1("K1"), K2("K2");
Forras F1("F1"), F2("F2"); R_S_FF FF("FF");

try {
  F1.setConn(0, K1, 0);  FF.setConn(0, K1, 1);
  F2.setConn(0, K2, 0);  FF.setConn(1, K2, 1);

  F1.init(); F2.init();
  K1.bekap(); K2.bekap();
  cerr << FF.get(0).J << FF.get(1).J << FF.get(2).J << FF.get(3).J << endl;
  K1.kikap();
  cerr << FF.get(0).J << FF.get(1).J << FF.get(2).J << FF.get(3).J << endl;
  K1.bekap();
  cerr << FF.get(0).J << FF.get(1).J << FF.get(2).J << FF.get(3).J << endl;
  K2.kikap();
  cerr << FF.get(0).J << FF.get(1).J << FF.get(2).J << FF.get(3).J << endl;
} catch (const char *s) {  cerr << s << endl; }
```




https://git.ik.bme.hu/Prog2/eloadas_peldak/ea_05 → digit

# *Összefoglalás*

Öröklés

- újrafelhasználhatóság
- kompatibilitás
- heterogén kollekció
- pointer konverzió
- adatvesztés
- virtuális tagfüggvények
- absztrakt alaposztály