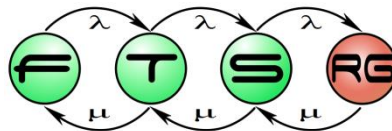


# Modellezési alapismeretek

**Dr. Pataricza András**

**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Hibatűrő Rendszerek Kutatócsoport**



# Tartalom

**Modell és modellezés**

**Mire használunk modelleket?**

**Alapfogalmak**

# Modellezés alapfogalmai

## Modell és modellezés

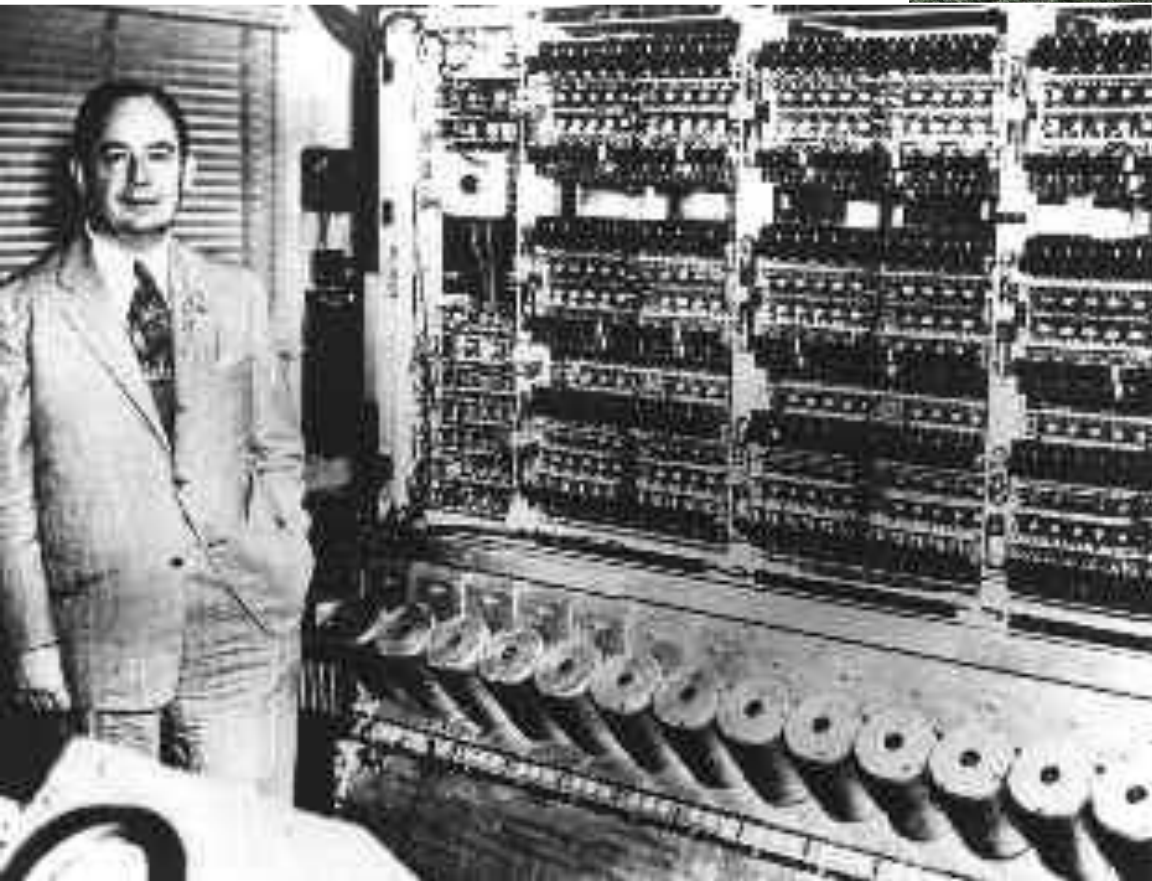
Mire használunk modelleket?

Alapfogalmak

# Mi a modell?

- "The sciences
  - do not try to explain,
  - they hardly even try to interpret,
  - they mainly make models.
- By a model is meant
  - a mathematical construct which,
  - with the addition of certain verbal interpretations,
  - describes observed phenomena.
- The justification of such a mathematical construct is solely and precisely that it is expected to work.,,

*Neumann János*



E HÁZBAN SZÜLETETT  
ÉS ÉLT 18 ÉVES KORÁIG  
**NEUMANN JÁNOS**  
1903 — 1957

A XX. SZÁZAD EGYIK LEGKIVÁLÓBB  
MATEMATIKUSA,  
AKI 1951 — 1952 — BEN  
AZ AMERIKAI MATEMATIKAI  
TÁRSULAT ELNÖKE VOLT.  
AZ EMLÉKTÁBLÁT SZÜLETÉSÉNEK  
100. ÉVFORDULÓJÁRA  
A BOLYAI JÁNOS MATEMATIKAI  
TÁRSULAT ÉS  
AZ AMERIKAI MATEMATIKAI  
TÁRSULAT KÖZÖSEN ÁLLÍTOTTA.



IN THIS HOUSE WAS BORN  
AND LIVED UNTIL HE WAS 18  
**JOHN VON NEUMANN**  
1903 — 1957

ONE OF THE MOST OUTSTANDING  
MATEMATICIANS OF THE 20TH  
CENTURY. PRESIDENT OF THE  
AMERICAN MATHEMATICAL  
SOCIETY IN 1951 — 1952.

THIS MEMORIAL PLAQUE WAS  
ERECTED JOINTLY BY THE  
JÁNOS BOLYAI MATHEMATICAL  
SOCIETY AND THE AMERICAN  
MATHEMATICAL SOCIETY ON THE  
100TH ANNIVERSARY OF HIS BIRTH.

# Mi a modell?

- Egy valós vagy hipotetikus világ (a „rendszer”)
    - egy **részének**
    - **egyszerűsített képe**, amely
    - a rendszert **helyettesíti** bizonyos megfontolásokban
  - **Döntések:**
    - **A világ mely része?**
    - **Mit hanyagol el?**
    - **Hogy feleltethető meg a világnak?**
  - **Haszna**
    - **kisebb** (véges)
    - **áttekinthetőbb**
- Mikor lehet és érdemes felhasználni?**

# Mi NEM a modell?

- A modell nem a valóság!



- A modell nem a diagram.
  - az csak egy nézet...

# Modell vs. valóság





# Matematikai modell vs. valóság

- Minden modell:  
**zárt világ**
  - Hatások, faktorok
  - Paraméterek
  - Érvényesség
- A modell  
**bizonytalan működésű ezen a világon kívül**
- Nem minden fejezhető ki előre
  - **Emberi döntés**
  - **Generált modellek**
- *Megoldás validációja*

- Normál működés
  - Peremfeltételek:
    - Van elég anyag
    - **Minden** rendelés határidőre
  - Célfüggvény:
    - Költségminimum
- Rendkívüli eset
  - Peremfeltétel
    - Anyaghiány
  - Célfüggvény:
    1. **Minél több** rendelés határidőre
    2. Költségminimum

# Matematikai modell vs. valóság

- Minden modell:

## **zárt világ**

- Hatások, faktorok
- Paraméterek
- Érvényesség

- A modell

## **bizonytalan**

ezen

- Nem

előre

- **Ember**
- **Generál**

- *Megoldás* *asszociója*

- Normál működés

- Perem

határidőre

**A modell egy(néhány)  
kérdés megválaszolásának  
segédeszköze !**

feltétel

- Anyaghiány

- Célfüggvény:

1. **Minél több** rendelés határidőre
2. Költségminimum

# Példa: biztonságkritikus SW

- Repülőgép fékezése: kerékfék + sugárfordító



# 1993 Varsó: Lufthansa 2904

- (SW) védelem:

(*mindkét főfutó terhelt*) X

OR

(*egy kerék gyorsan forog*) X

→ (*gép a leszállópályán*) X

→ (PILÓTA FÉKEZHET) X

Kerék a levegőben

Kerék csúszik



# Modell minősége

- **A valóság: nyílt világ**  $\leftrightarrow$
- A modell: zárt világ**
- **Valósághűség:**
  - Valószínű + kritikus esetek

# Modell minősége

- **A valóság: nyílt világ** ←

- **A modell: zárt világ**

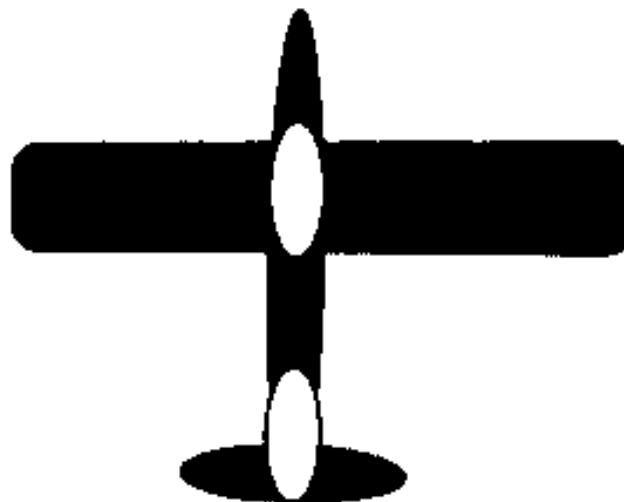
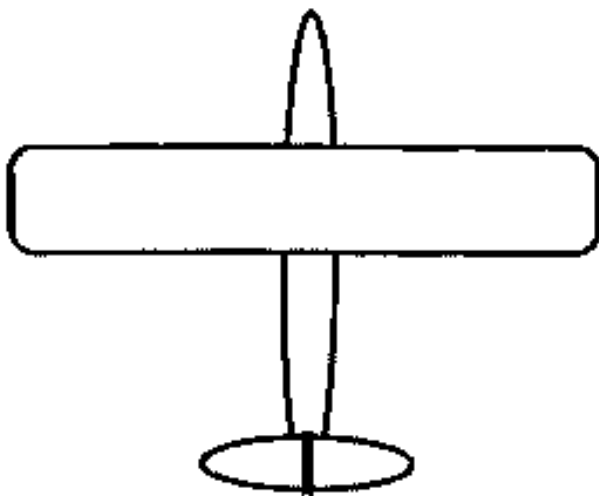
- Valóságghalál

- 

ese

**Rossz modell tökéletes  
implementációja halálos!**

# Páncélozás? → Wald Abraham



# Páncélozás? → Wald Abraham



**A modell a környezettel  
együtt értelmes!**





# Tartalom

Modell és modellezés

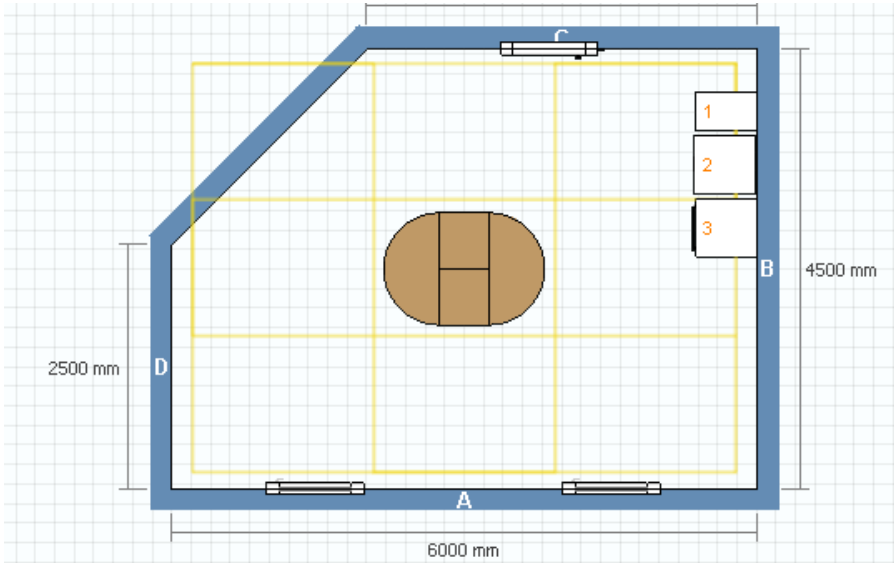
Mire használunk modelleket?

Alapfogalmak

Illusztratív példák

# Modellezés a gyakorlati életben?

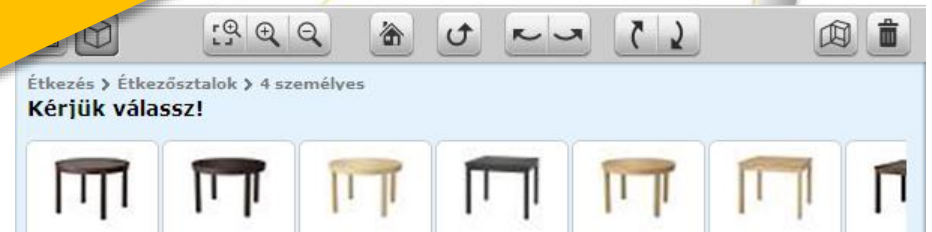
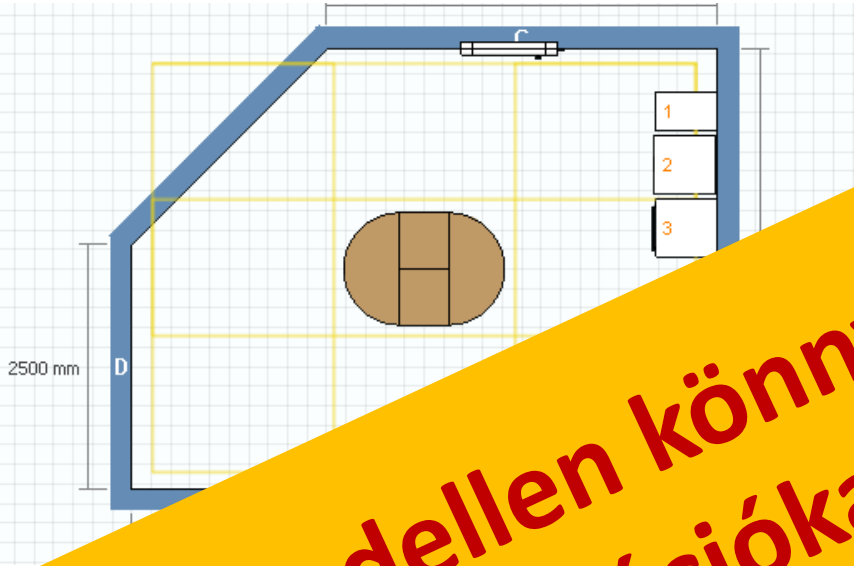
Pl.: [svéd cég] webes konyhatervezője



# Modellezés a gyakorlati életben?

Pl.: [svéd cég] webes konyhatervezője

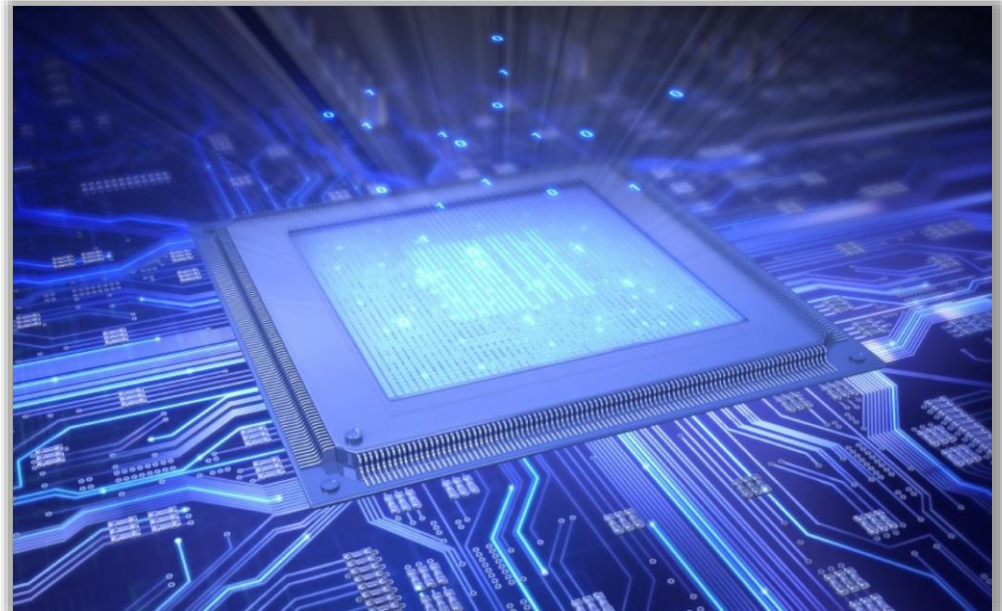
**Modellen könnyebb különböző  
variációkat kipróbálni,  
(mint pl. bútortalogatással)**



# Ez is modellezési nyelv! 😊

- Verilog – szakterület specifikus, hardver leíró

```
blocking.v counter.v dlatch.v register.v  
  
module seq1101_mealy(x, y, CLK, RESET);  
    input x;  
    input CLK;  
    input RESET;  
    output y;  
    reg y;  
  
    parameter start = 2'b00, got1 = 2'b01, got1;  
  
    reg [1:0] Q; // state variables  
    reg [1:0] D; // next state logic output  
  
    // next state logic  
    always @(x or Q)  
    begin  
        y = 0;  
        case (Q)  
            start: D = x ? got1 : start;  
        endcase  
    end  
endmodule
```



# Ez is modellezési nyelv! 😊

- Verilog – szakterület specifikus, hardver leíró

```
blocking.v counter.v dlatch.v register.v  
  
module seq1101_mealy(x, y, CLK, RESET);  
    input x;  
    input CLK;  
    input RESET;  
    output y;  
    reg y;  
  
    parameter start = 0;  
  
    reg [1:0] Q;  
    reg [1:0] nextQ;  
  
    // next state logic  
    always @(CLK) begin  
        y = 0;  
        case (Q)   
            start: D  
            00: nextQ = 01;  
            01: nextQ = 10;  
            10: nextQ = 11;  
            11: nextQ = 00;  
        endcase  
    end  
  
    always @(CLK) begin  
        y = nextQ[0];  
    end  
  
endmodule
```

**A modell lehet rendszer, HW,  
SW vagy bármi más...**

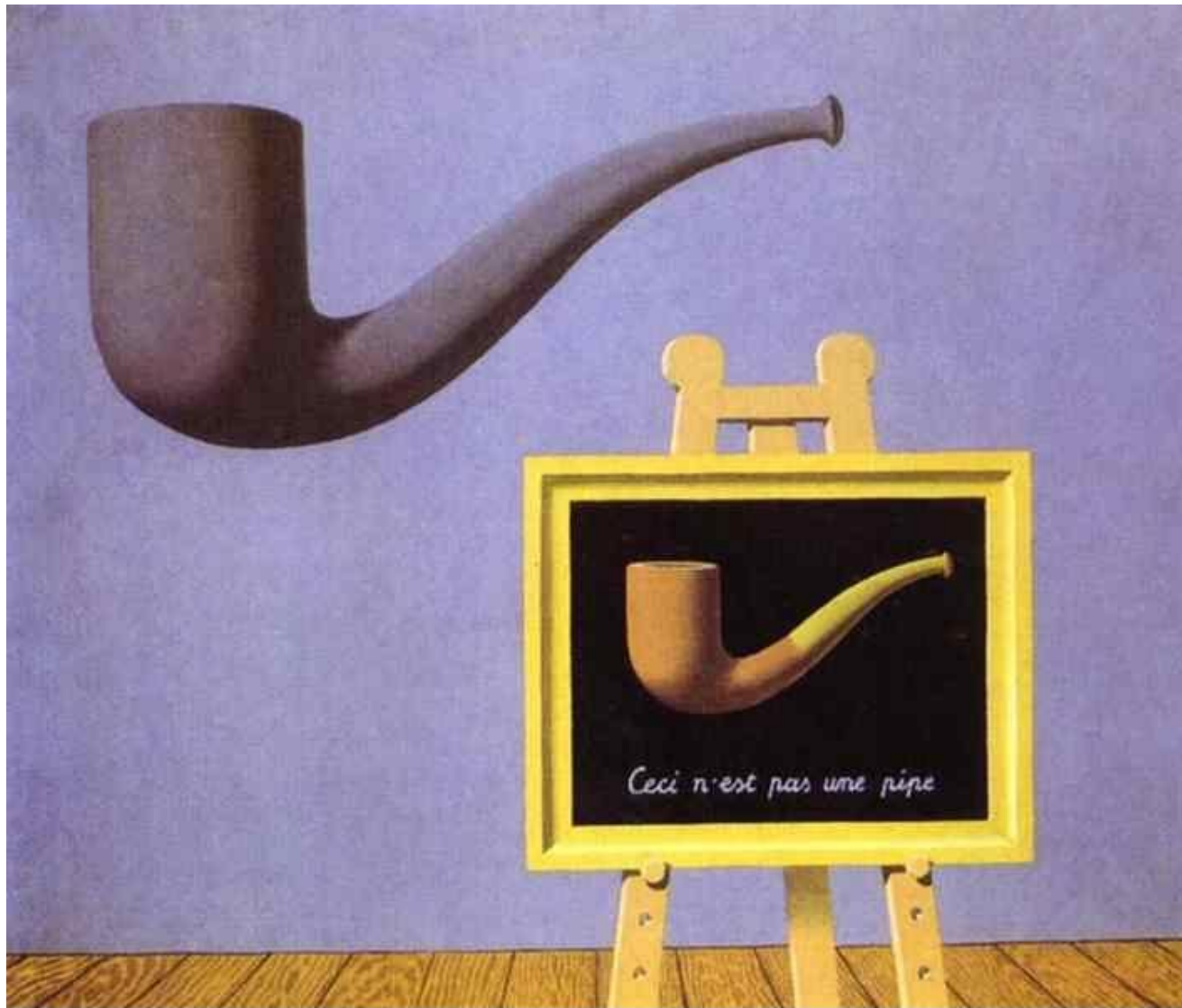
# Mi értelme van modellezni?

- Én szoftvert készítek. Kell-e modelleznem is?
  - Már így is ezt teszed!
    - (A szoftver forráskódja is egyfajta modell...)
    - Ami fontosabb: **mentális modellek**
- Mikor kell kifejezetten *lejegyezni* a modelleket?
  - Szerepe: **kommunikáció**
    - Ember → ember
    - Ember → gép
    - Gép → gép
    - Ember → saját maga, kicsivel később
      - Pl. évekkel később emlékezni kéne mérnöki döntések indokaira...

# Modellezési nyelvek

- A cél a kommunikáció
  - Modell megértése szükséges
  - **Modellezési nyelvek**
- Szintaxis: *hogyan írom le a modellt ? “pl. SystemC”*
  - „Matematikai struktúra”: absztrakt szintaxis
  - Jelölés: konkrét szintaxis
    - rajzjelek / szöveges formátum
- Szemantika: *mit jelent a modell ? “i++”*
- Kényszerfeltételek, korlátozások
  - Szintaktikai helyesség, jólformáltság
  - Tervezési konvenciók (csapatonként változhat)

# A modell modellje



abcgallery.com - Internet's biggest art collection



# Alapfogalmak - Metamodellezés

- Modellezési nyelv: milyen típusú elemei vannak?
  - ...és milyen kapcsolatban állhatnak ezek az elemek?
  - ...és ezeknek a típusoknak mik a viszonya egymáshoz?
- **Metamodell** = egy modellezési nyelv modellje
- Illusztrációk, amelyeket mindenki ismer
  - Egyed-kapcsolat (ER) modell
  - UML objektum diagram → osztálydiagram
  - Adatbázis tábla → relációs adatbázisséma
  - XML dokumentum → XML séma (vagy DTD)
  - ...

**Modell és modellezés**

**Mire használunk modelleket?**

**Alapfogalmak**

# Rendszertervezési folyamat

Menedzsment

- Beszerzés, ellátás
- Tervezés, vezetés, értékelés

ANSI/EIA 632  
szabványból

Rendszer  
tervezés

- Követelmények definiálása
- Megoldás definiálása

Mérnöki feladatok

Termék  
Elkészítése

- Implementáció
- Használhatóság

Ezeket *tipikus*  
modellekkel  
támogatni

Kiértékelés

- Rendszer analízis
- Követelmény validáció
- Rendszer verifikáció
- Végtermék validáció

# Rendszertervezési folyamat - Analógia

PORTAL 2 

Menedzsment

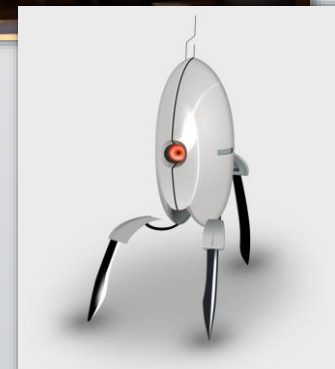
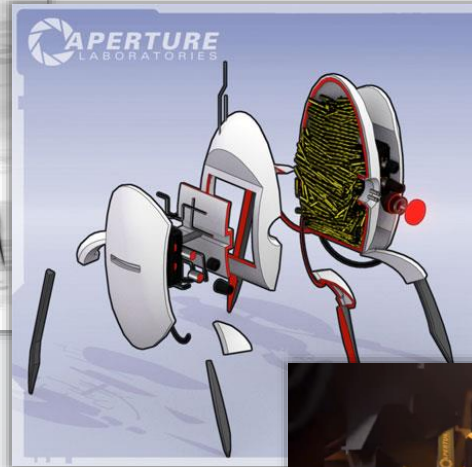
Rendszer  
tervezés

Termék  
Elkészítése

Validáció:  
megfelel-e a  
követelményeknek

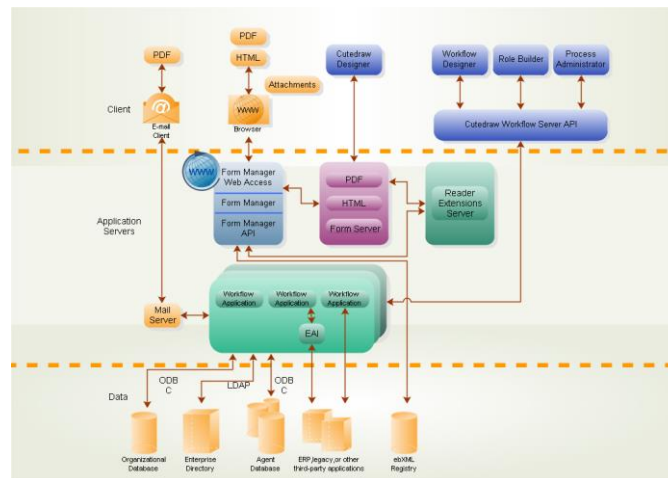
Kiértékelés

Mérnöki feladatok



# Felhasználás – Dokumentáció

- A modell egyszerűbb
  - könnyebben elmondható, mint a teljes valóság
  - fokozatosan finomítható (ld. később)
- Kommunikáció, szemléltetés
  - demonstráció (ld. később)
  - érthető szöveges nyelv
  - szemléletes diagram
- Gondolkodás, tervezés támogatása
  - hasonlóak a szempontok
  - „kommunikáció magunkkal”

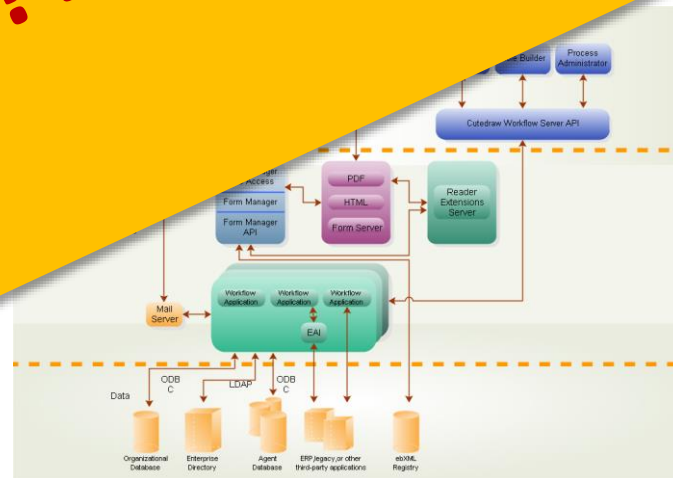


# Felhasználás – Dokumentáció

- A modell egyszerűbb
  - könnyebben elmondható, mint a teljes valóság
  - fokozatosan finomítható (ld. később)
- Gondolkodásmódok és támogatások

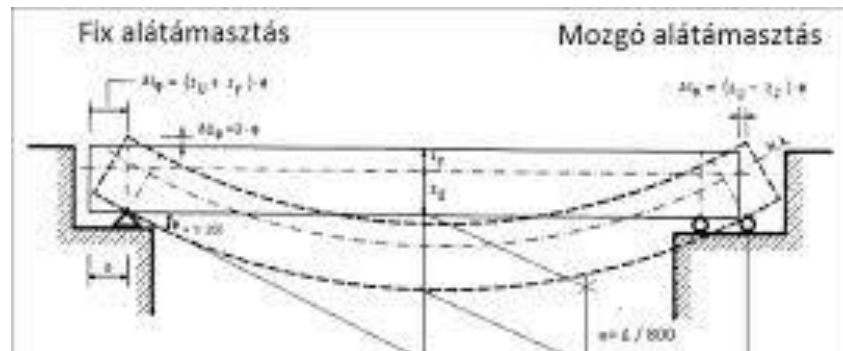
Egy rajz = ??? oldal szöveg?

- Kommunikációs diagram
  - egyszerű nyelv
  - szemléletes diagram



# Felhasználás - Analízis

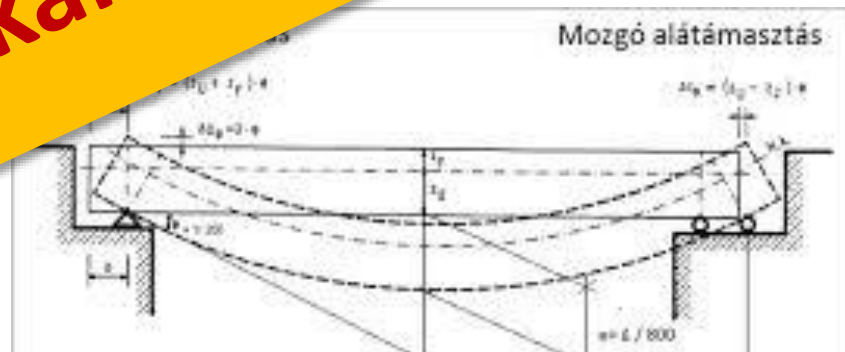
- Emberi erővel vagy (részben) automatizáltan
- Módszer
  - Felületes, statikus elemzés
  - Dinamikus állapotter bejárással – modellellenőrzés
  - Formális állítások bizonyításával
- Cél
  - Ellenőrzés, hibák keresése (best effort)
  - Szolgáltatásbiztonsági kritériumok igazolása (erősebb!)
  - Jellemzők számítása, tervezése (pl. ütemezés)



# Felhasználás - Analízis

- Emberi erővel vagy (részben) automatizáltan
- Módszer
  - Felületes, statikus
  - Dinamikus
  - bejárás
- Cél
  - Ellenőrzése

**Modell és matematikai helyességbizonyítás**





# Felhasználás - Származtatás

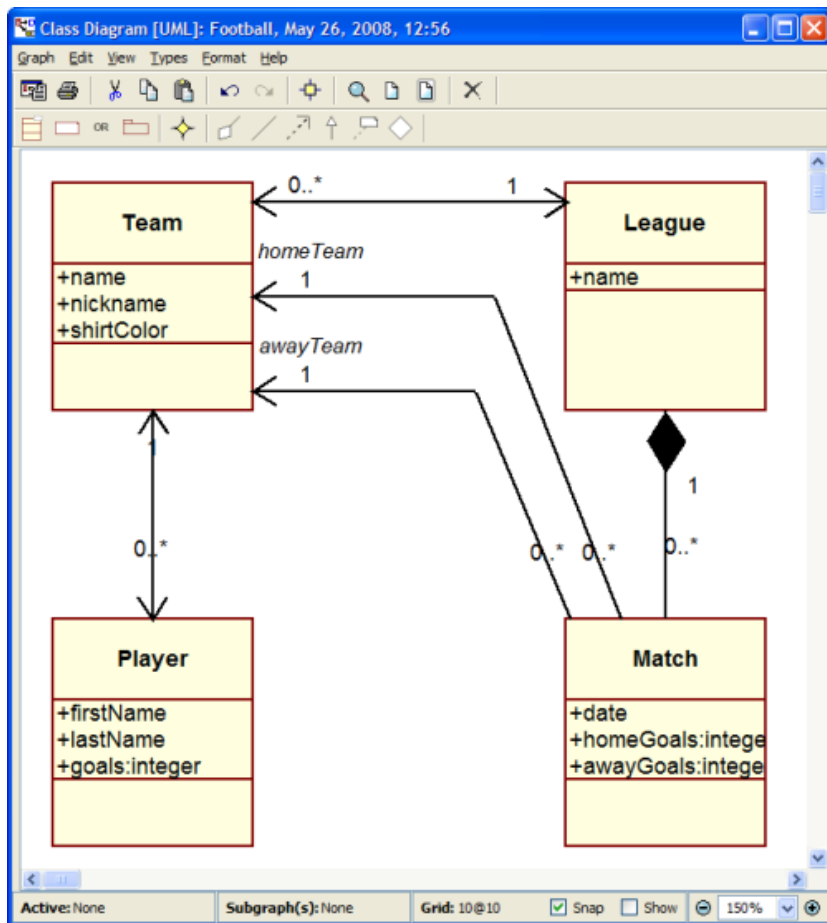
- Emberi erővel vagy (részben) automatizáltan
- Eredmény
  - programkód, analizálható nyelv, stb. generálása
  - másik modell
    - finomítás, következő tervezési fázis
    - részaspektus
    - modellek integrációja
- Lehet tulajdonságmegőrző

# Felhasználás - Származtatás

- Emberi erővel vagy (részben) automatizálással
- Eredmény
  - programkód, analizálható
  - másik modell
    - finomítás
    - új

**Rutin lépések automatizálhatóak**  
**1-1 nagyságrend**  
**termelékenység+minőség**

# Web alkalmazás fejlesztése



League [Gears] - Mozilla Firefox

File Edit View History Bookmarks Tools Help

## League [Gears]

Enter a League to store in the database:

name

OK

Teams  name

Matches  date

---

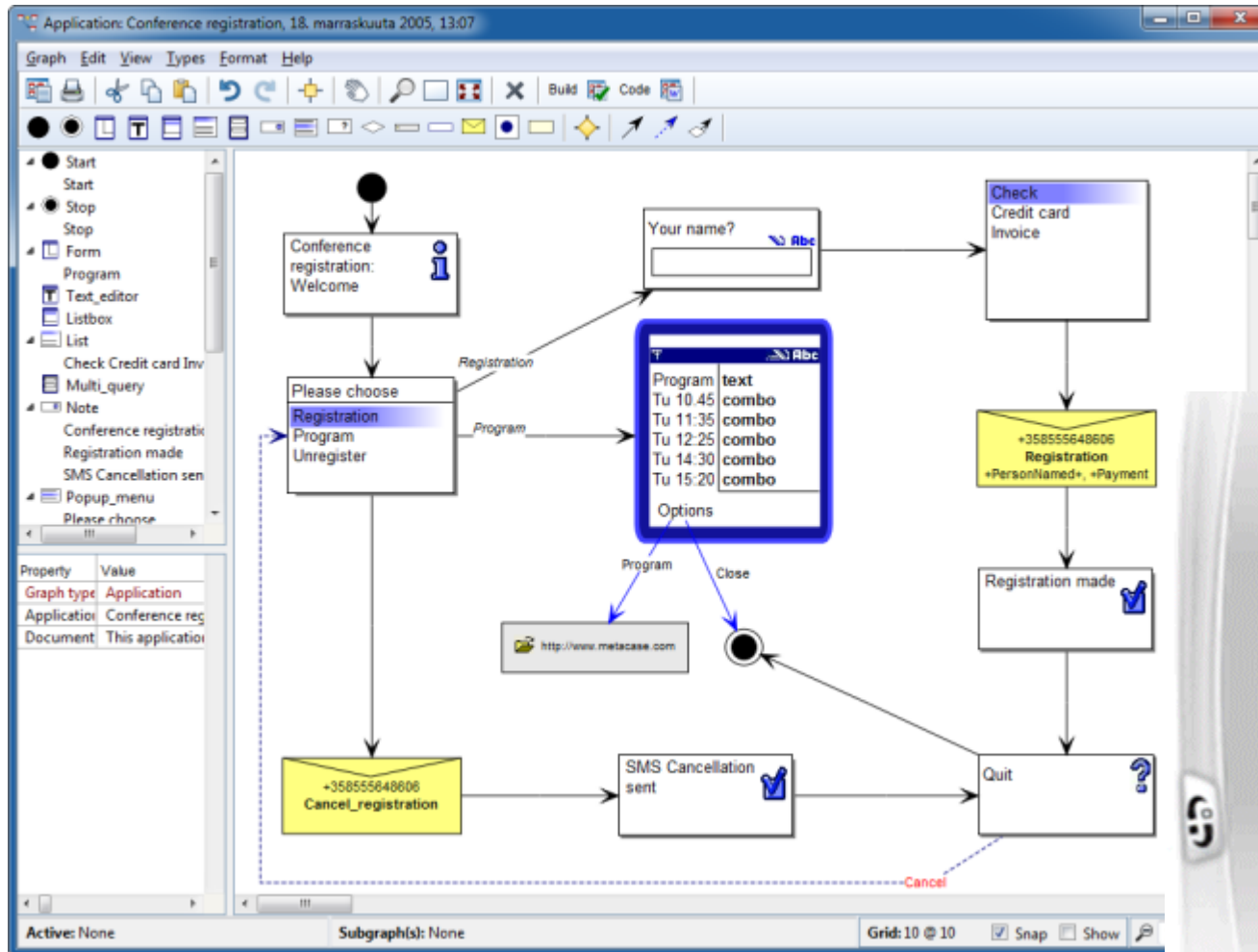
4 most recently edited League entries:

name	
<input type="button" value="Edit"/>	Premiership <input type="button" value="Delete"/>

[Back to top page of Football application.](#)

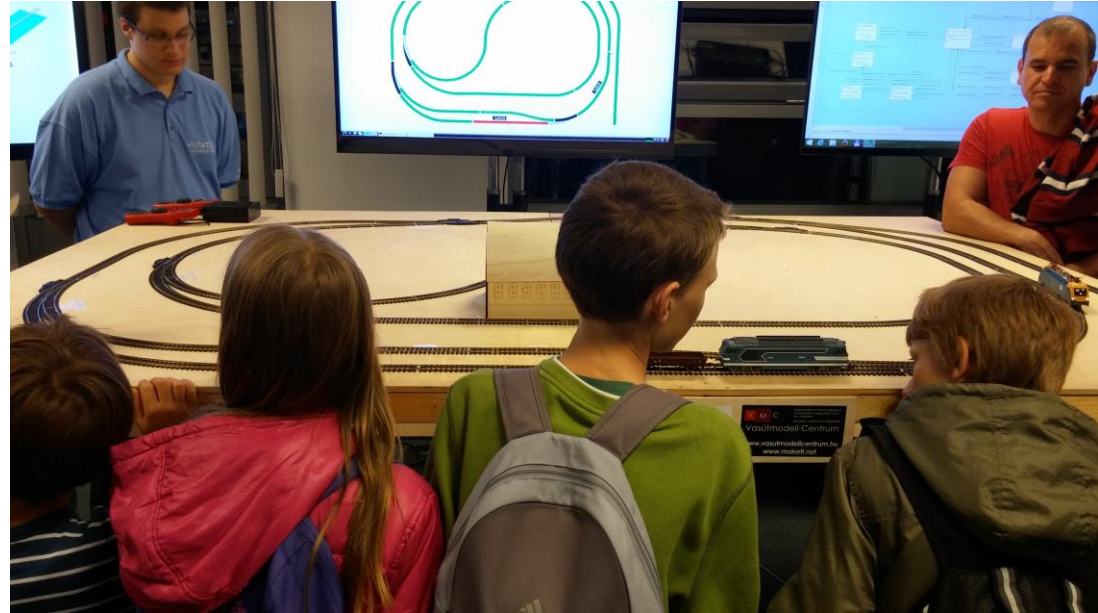
*This page uses Gears to record your entries on the local disk. If you navigate away and revisit this page, all your data will still be here. Try it!*

# Okostelefon alkalmazás fejlesztése



# Felhasználás - Szimuláció

- Validáció
  - „Jót építettem fel?”
- Demonstráció
  - A kommunikáció eszközeként
- Kísérlet
  - Tulajdonságok elemzésére
  - Mérések
  - A valóságban költségesen kipróbálható
  - Elméleti úton előre meg nem határozható



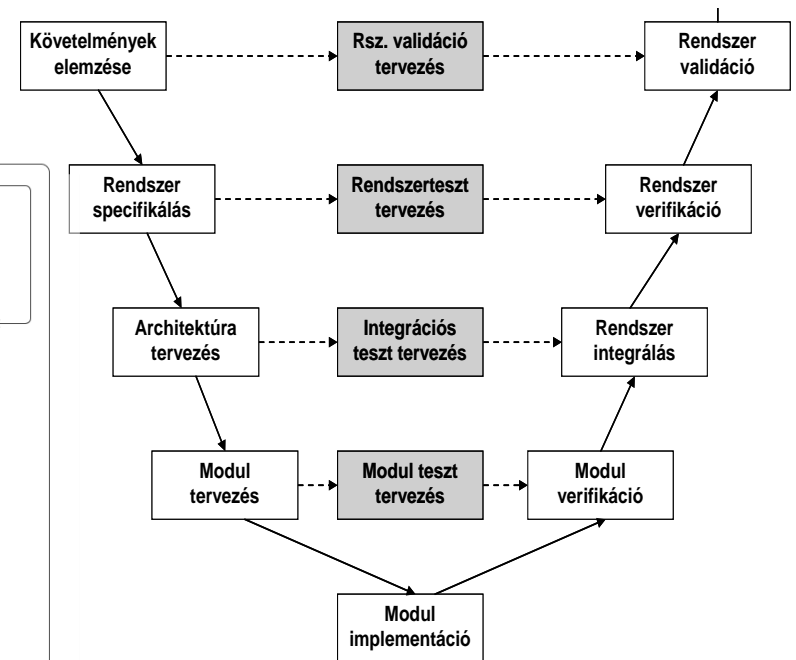
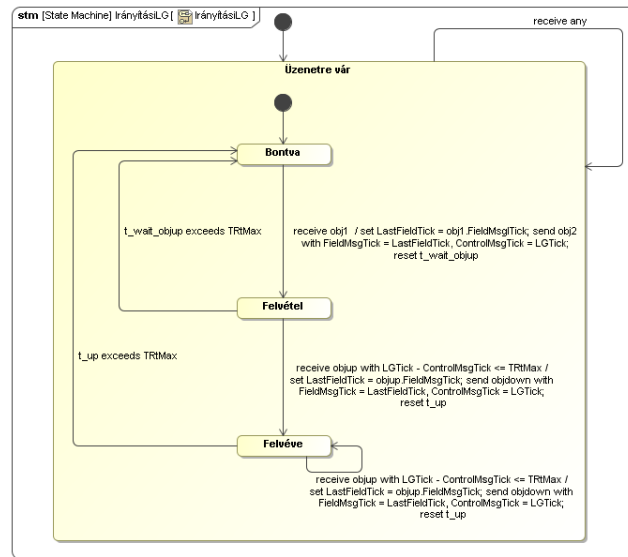
# Vasúti szoftverek fejlesztése

## Megoldandó probléma:

SIL-4 vasúti alkalmazás fejlesztési lépéseinek és ezek eredményeinek ellenőrzése

## Kihívások:

- Szisztematikus felülvizsgálat
- Modellezés és formális verifikáció



Folyamat → modell → minőségbiztosítás

# Vasúti szoftverek fejlesztése

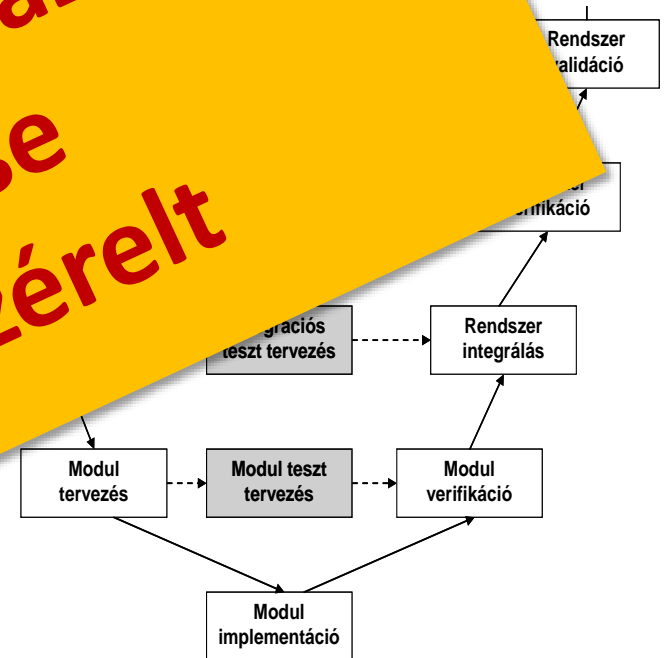
## Megoldandó probléma:

SIL-4 vasúti alkalmazás fejlesztési lépések és ezek eredményeinek ellenőrzése

## Kihívások:

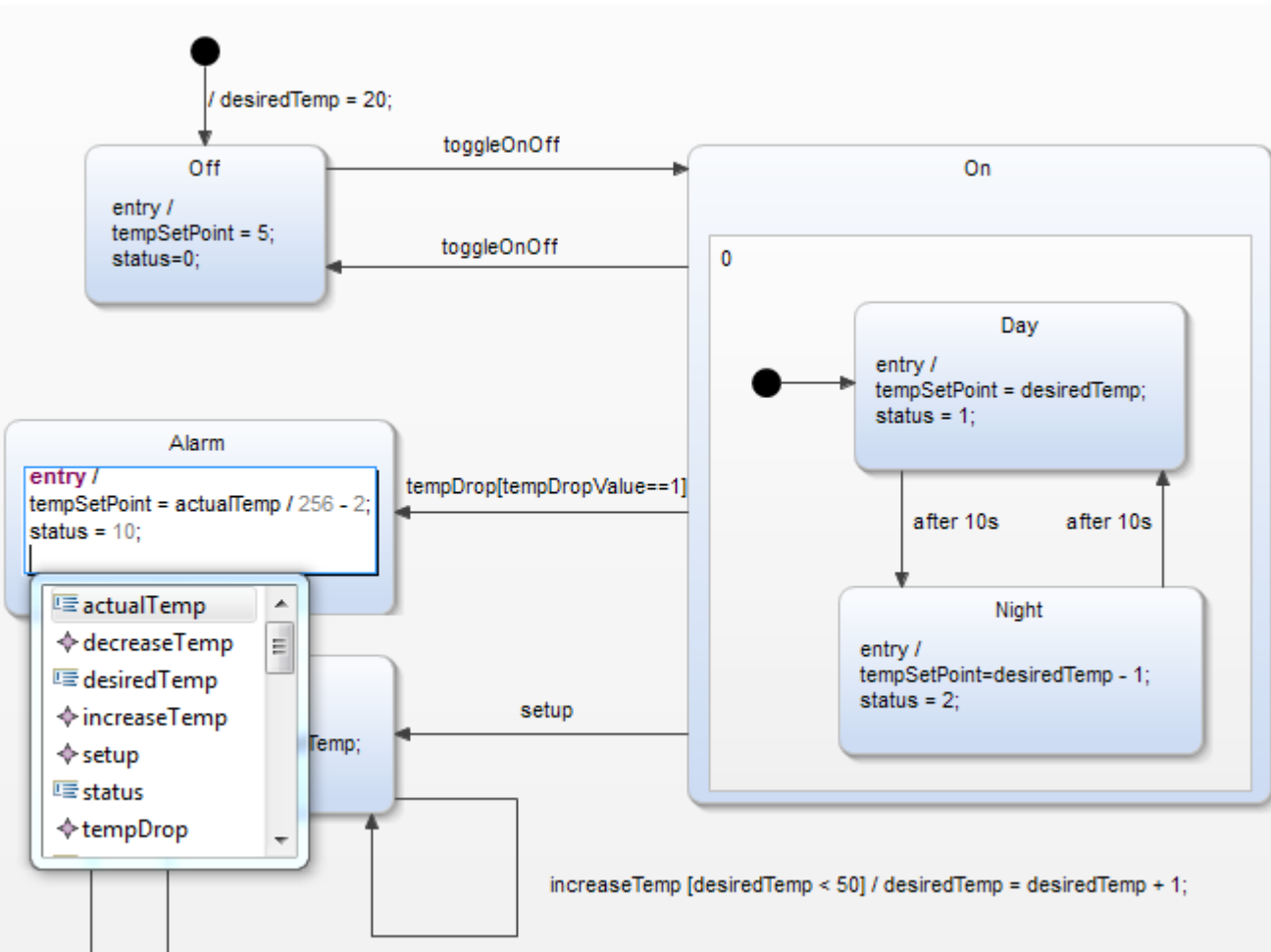
- Szisztematikus felülvizsgálat
- Modell formális verifikáció

**A kritikus alkalmazások fejlesztése modellvezérelt**



Folyamat → modell → minőségbiztosítás

# Yakindu - Állapot diagram



```
import java.io.*;
import java.net.*;
import java.security.*;
import protection;

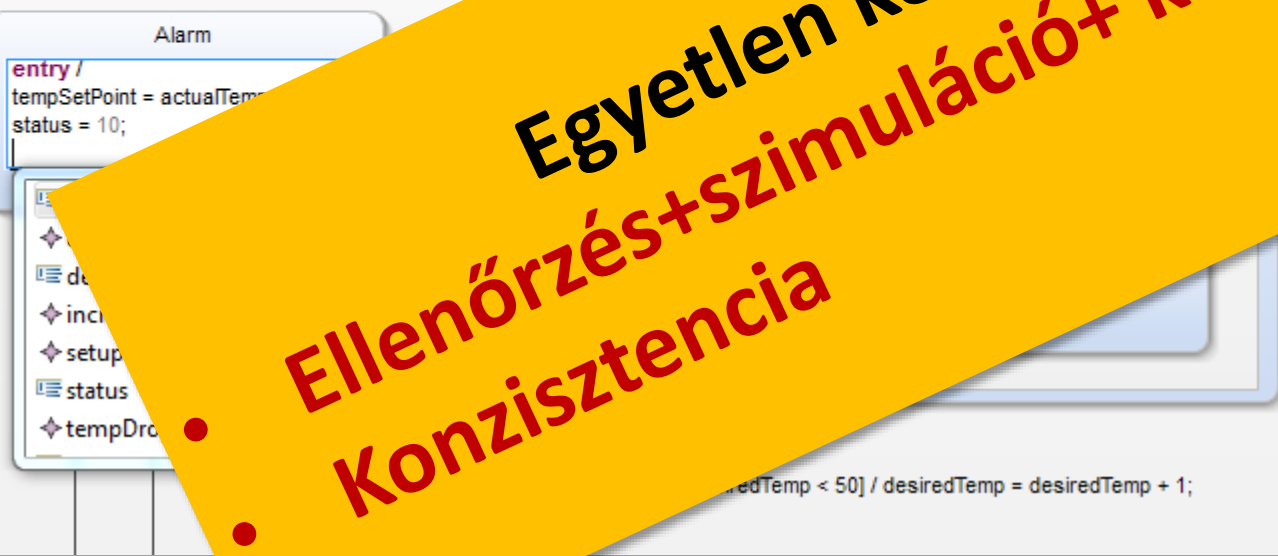
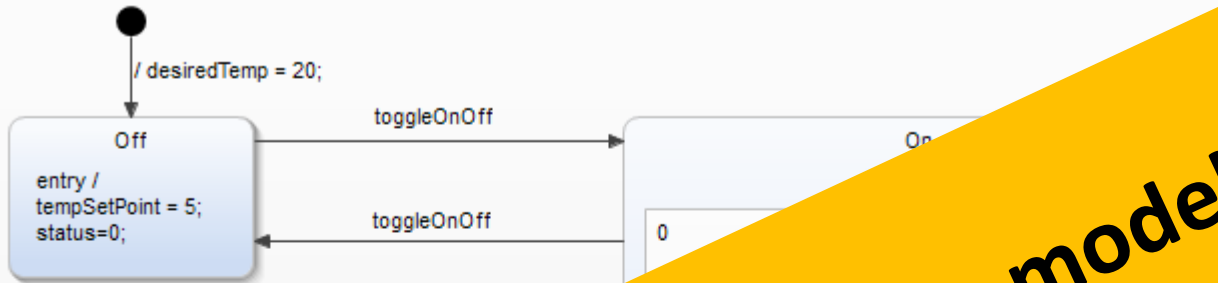
public class Client {
    public void sendAuthentication(String user,
    OutputStream outputStream) throws IOException {
        DataOutputStream out = new DataOutputStream(
        outputStream);
        long t1 = (new Date()).getTime();
        byte[] protected1 = ProtectionUtil.encrypt(
        user.getBytes());
        long t2 = (new Date()).getTime();
        double q1 = Math.random();
        double q2 = Math.random();
        byte[] protected2 = ProtectionUtil.encrypt(
        q1 + q2);
        out.writeUTF(user);
        out.writeInt(protected1.length);
        out.write(protected2);
        out.flush();
    }
}

public static void main(String[] args) {
    String host = args[0];
    int port = 7999;
    String user = "John";
    String password = "shh";
    Socket s = new Socket(host, port);

    Client client = new Client();
    client.sendAuthent
```



# Yakindu - Állapot diagram



**Egyetlen közös modell**  
**Ellenőrzés+szimuláció+ kódgenerálás**  
**Konzisztencia**

```
void main(st  
    st = args[0];  
    port = 7999;  
    string user = "John";  
    string password = "sh  
    Socket s = new socket  
  
    Client client = new  
    client.sendAuthent
```

**Modell és modellezés**

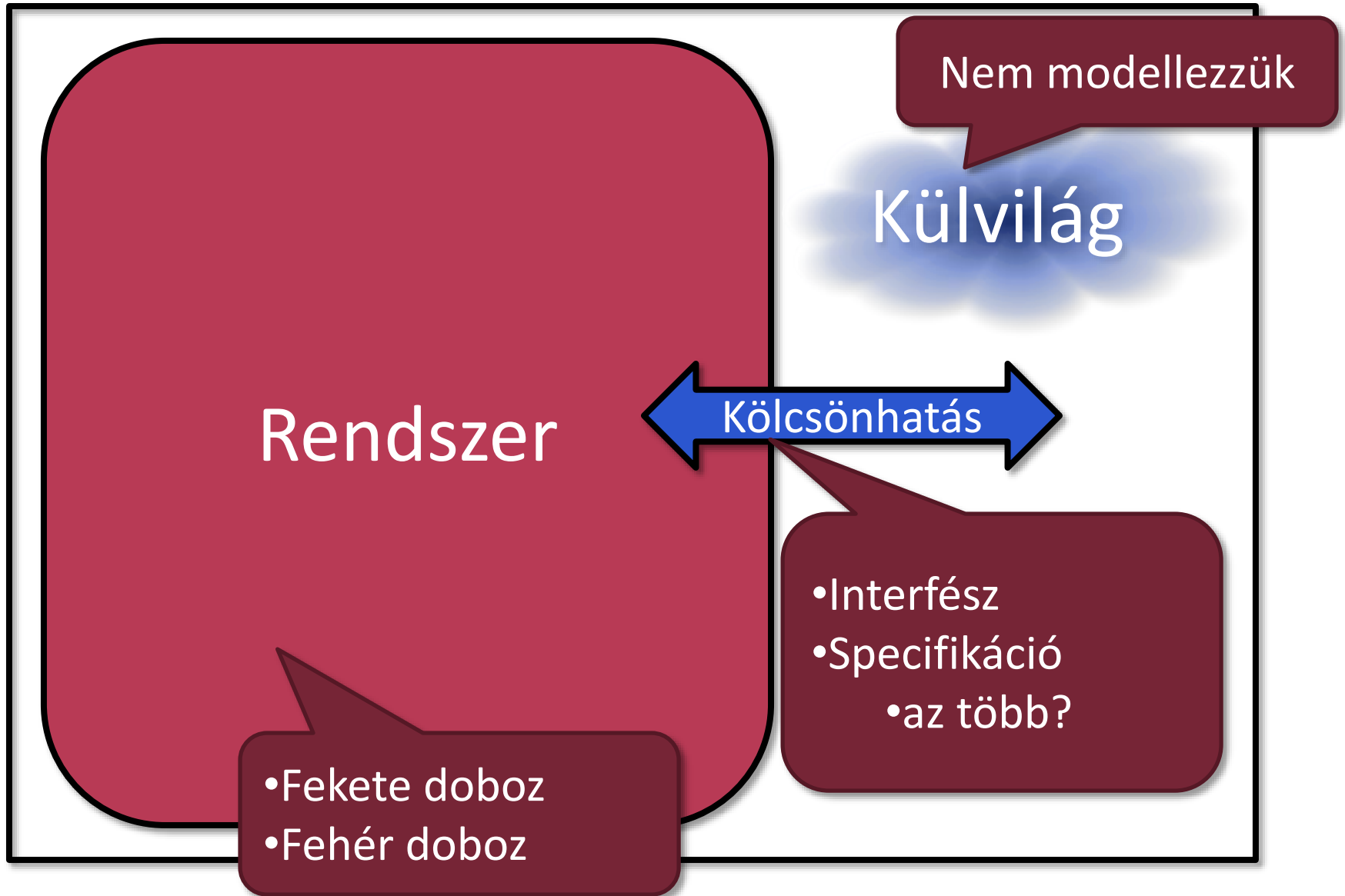


**Mire használunk modelleket?**

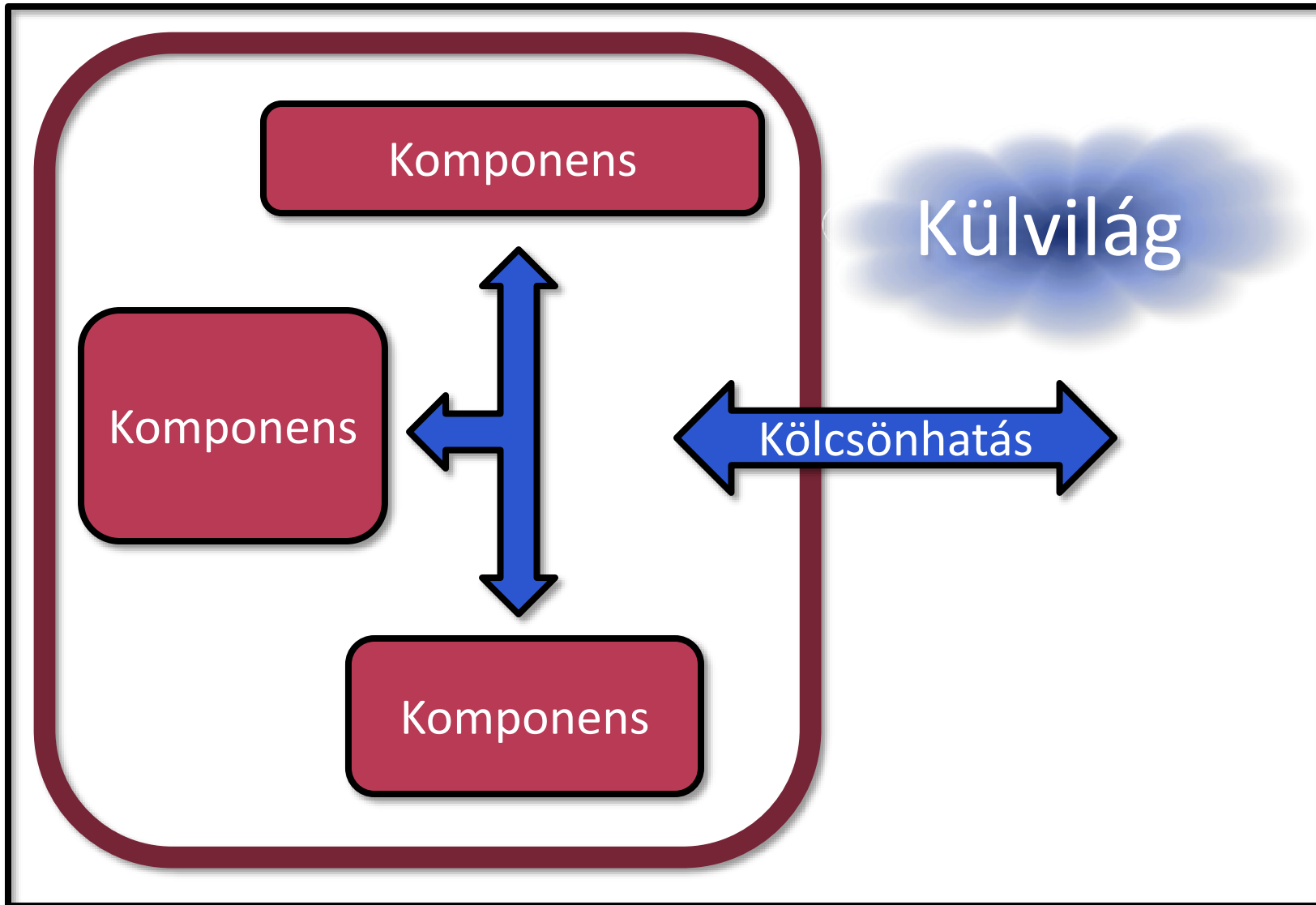


**Alapfogalmak**

# Alapfogalmak – rendszer és külvilág



# Alapfogalmak – rendszer és külvilág



# Alapfogalmak – Finomítás/Absztrakció

- *Finomítás*: a modell gazdagítása részletekkel...
- ...hogyan az eredeti modell absztrakció maradjon
- Inverze: *(vertikális) absztrakció*
- Az előbbi dián egy *hierarchikus finomítás* volt
  - „dobozok kibontása”
- Finomítható más is...
  - Pl. Halmazfinomítás: változók értékkészlete
    - **Jó** / **rossz** helyett
    - **Gyors** / **átlagos** / **lassú** / **hiányos** / **veszélyes**

# Alapfogalmak - Finomítás

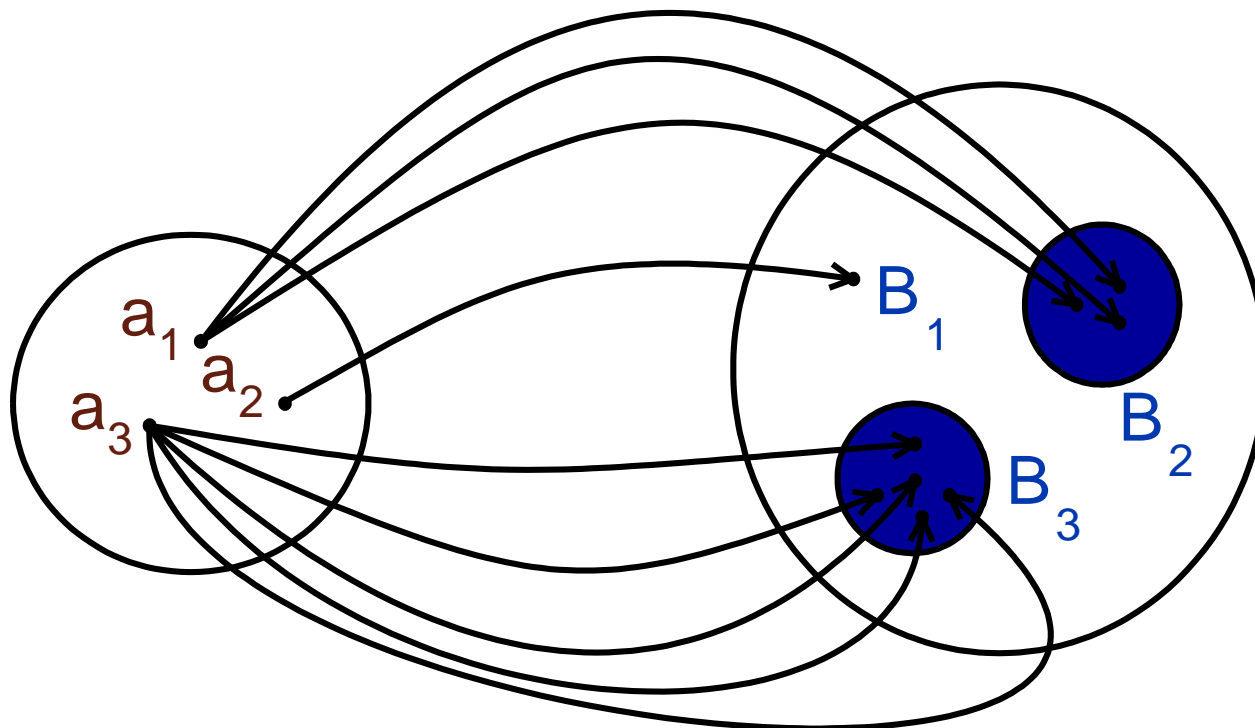


# Alapfogalmak - Finomítás



# Halmazfinomítás

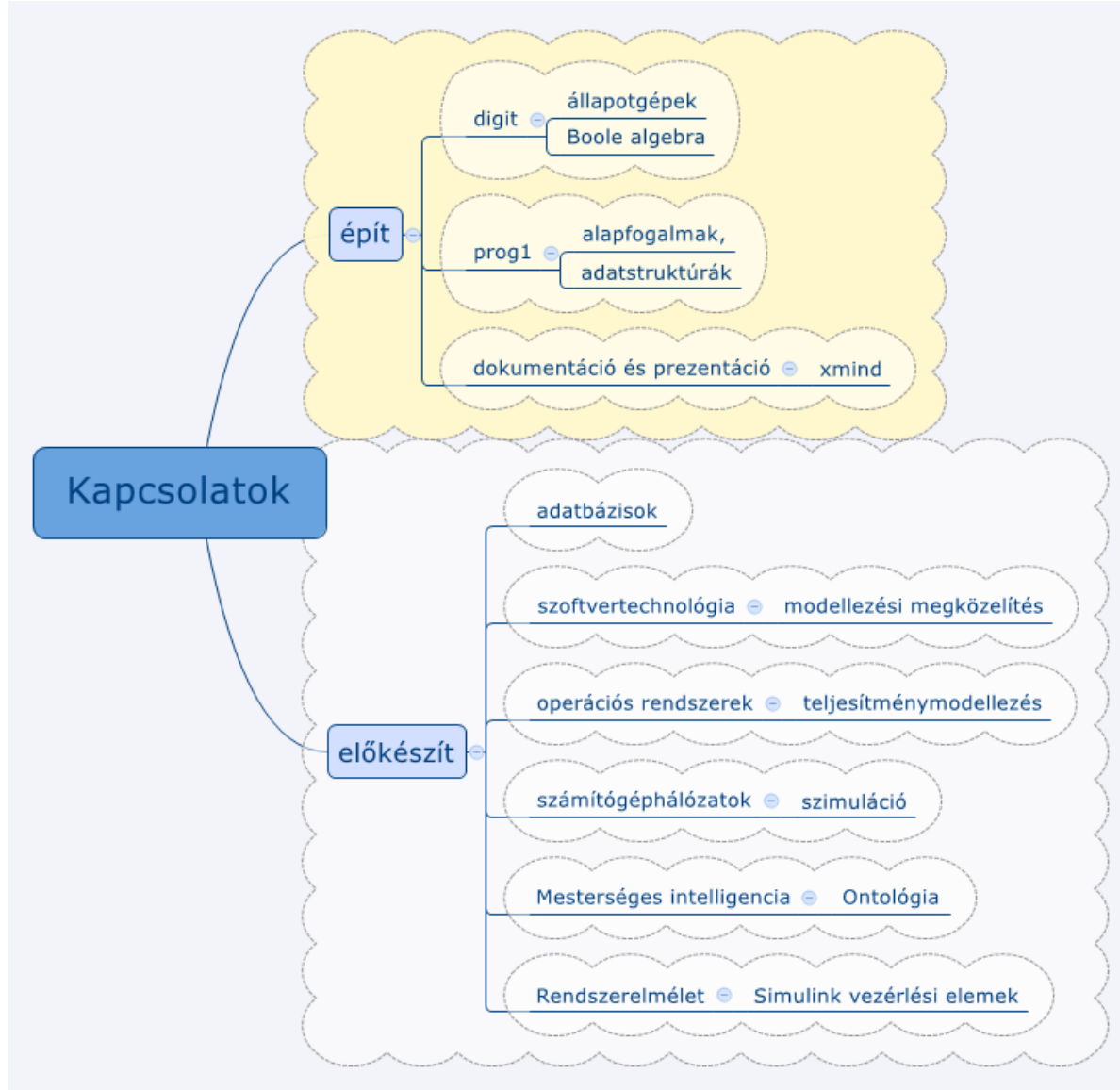
Diszjunkt részhalmazok hozzárendelése elemekhez



$\forall a_i, \in A, R(a_i) \subset B$  úgy, hogy  $R(a_i) \cap R(a_j) = \emptyset \forall i, j$



# Modellezés a tárgyban



# Modellezés a tárgyban

**GONDOLKODÁS !!!!!**

