# A szoftverellenőrzés szerepe

Majzik István
majzik@mit.bme.hu

http://www.inf.mit.bme.hu/

# Tartalomjegyzék

- Motiváció
  - Milyen minőségi igények vannak a szoftverrel szemben, és mit tud ma a szoftveripar?
  - Miért olyan nagy a szoftver ellenőrzési technikák jelentősége?
- A verifikáció és validáció technikái (áttekintés)
  - Milyen tipikus technikák vannak?
- Fejlesztési életciklus modellek
  - Milyen szerepet kapnak a tipikus technikák az egyes fejlesztési folyamatokban?
- Fejlesztési szabványok szerepe
  - Hogyan valósul meg a szisztematikus ellenőrzés?

# Elvárások: Szoftverek és rendszerek hibamentessége

- Szolgáltatási szint szerződések (SLA)
  - Telekom: „Öt kilences”: 99,999%  (5 perc/év kiesés)
- Biztonságkritikus rendszerek:
  - Szabvány előírások a hibák gyakoriságára
  - Biztonságintegritási szintek (SIL) szerint

| SIL | Biztonságkritikus funkció hibája / óra |
|---|---|
| 1 | $10^{-6} \leq THR < 10^{-5}$ |
| 2 | $10^{-7} \leq THR < 10^{-6}$ |
| 3 | $10^{-8} \leq THR < 10^{-7}$ |
| 4 | $10^{-9} \leq THR < 10^{-8}$ |

Ha 15 év az élettartam, akkor ez alatt kb. 750 berendezésből 1-ben lesz hiba

Hiba nélküli működés ~ 11.000 év?

# Hibák az alkalmazás életciklusban

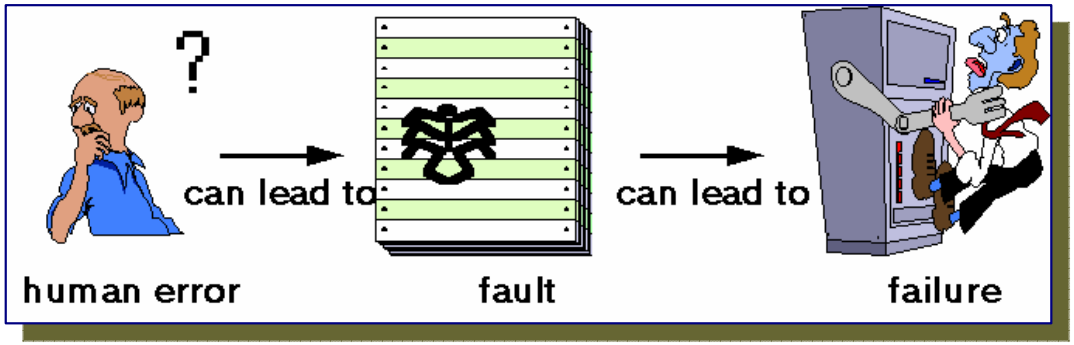
**Fejlesztési folyamat** — **Működő termék**

- Specifikációs hibák
- Tervezési hibák
- Implementációs hibák

**Verifikáció és validáció a tervezés során**

- Hardver hibák
- Konfigurációs hibák
- Kezelői hibák

**Hibatűrés működés közben (ld. korábban)**

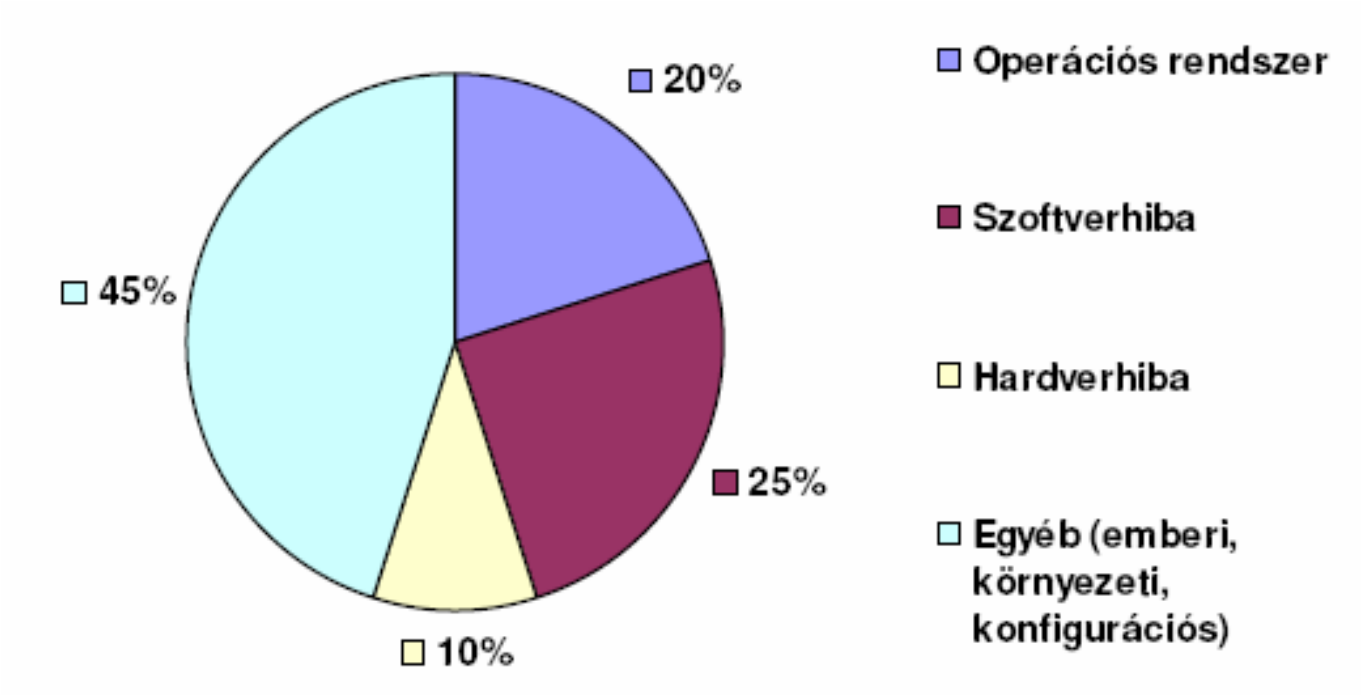



# Kliens-szerver rendszerek meghibásodása

Az IEEE Computer felmérése kliens-szerver rendszerekben:

- Hardver hiba: 10%
- Szoftver hiba: 40%  (szerver 30%, kliens 5%, hálózati 5%)
- Emberi hiba: 15%
- Környezeti hatás: 5%
- Tervezett leállás: 30%

Egy másik elemzés:



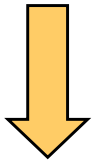
# Szoftverek minőségi problémái

## Jelentések több szektorból (Forrester):

- „Defibtech issues a worldwide recall of two of its defibrillator products due to faulty self-test software that may clear a previously detected low battery condition. The issue affects approximately 42,000 units worldwide. (February 2007)”
- „Cricket Communications recalls about 285,000 of its cell phones due to a software glitch that causes audio problems when a caller connects to an emergency 911 call. (May 2008)”
- „Toyota recalls 160,000 cars with hybrid engines due to a failure of its engine control software. (October 2005)”
- „Nissan recalls 16,365 Murano and Infiniti EX 35 vehicles in February 2008 due to a software problem causing airbag failure.”
- „In May 2008, Chrysler recalls about 25,000 Jeep Commanders to repair transmission control software that allows the engine to stall at high speeds and about 50,600 vehicles in February 2007 to reprogram antilock brake software.”

# Nemzetközi statisztikák szoftver projektekre

- Tipikus kódméret:
  - 10 kLOC … 1000 kLOC
- Fejlesztési idő:
  - 0,1 - 0,5 mérnökév / kLOC (nagyméretű szoftver)
  - 5-10 mérnökév / kLOC (kritikus szoftver)
- Hiba eltávolítás (ellenőrzés, tesztelés, javítás):
  - 45 - 75% ráfordítás
- Hibasűrűség változása:
  - 10 - 200 hiba / kLOC jön létre a fejlesztés során



Ellenőrzési technikák

  - 0,1 - 10 hiba / kLOC maradhat az üzembe helyezésig

# Milyen szoftver hibagyakoriság a tipikus?

DB Mobility Networks Logistics

**How many „Bugs“ do we have to expect?**

- **Typical production type SW has 1 … 10 bugs per 1.000 lines of code (LOC).**
- **Very mature, long-term, well proven software: 0,5 bugs per 1.000 LOC**
- **Highest software quality ever reported :**
  - ***Less than 1 bug per 10.000 LOC***
  - **At cost of more than 1.000 US$ per LoC *(1977)***
  - ***US Space Shuttle with 3 m LOC* costing 3b US$ (out of 12b$ total R&D)**

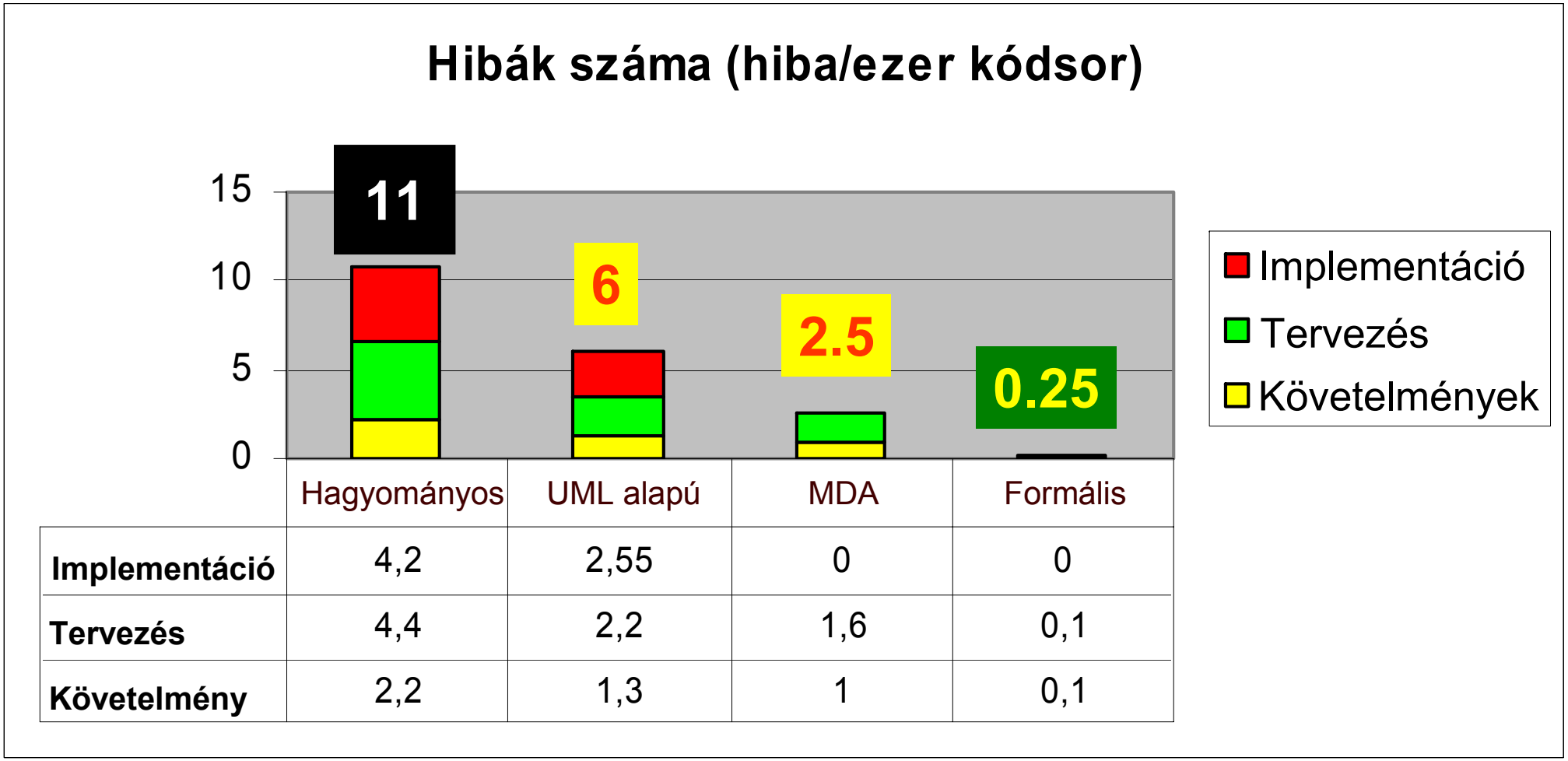
➔ **Cost level not typical for the railway sector (< 100€/LoC)**

- **Typical ETCS OBU kernel software size is about 100.000 LOC or more**
  - **That means: 100 … 1.000 undisclosed defects per ETCS OBU**
  - **Disclosure time of defects can vary between a few days …. thousands of years**

Forrás: K-R. Hase, Deutsche Bahn AG: „Open Proof in Railway Safety Software”, FORMS/FORMAT Conference, December 2-3, 2010, Braunschweig, Germany

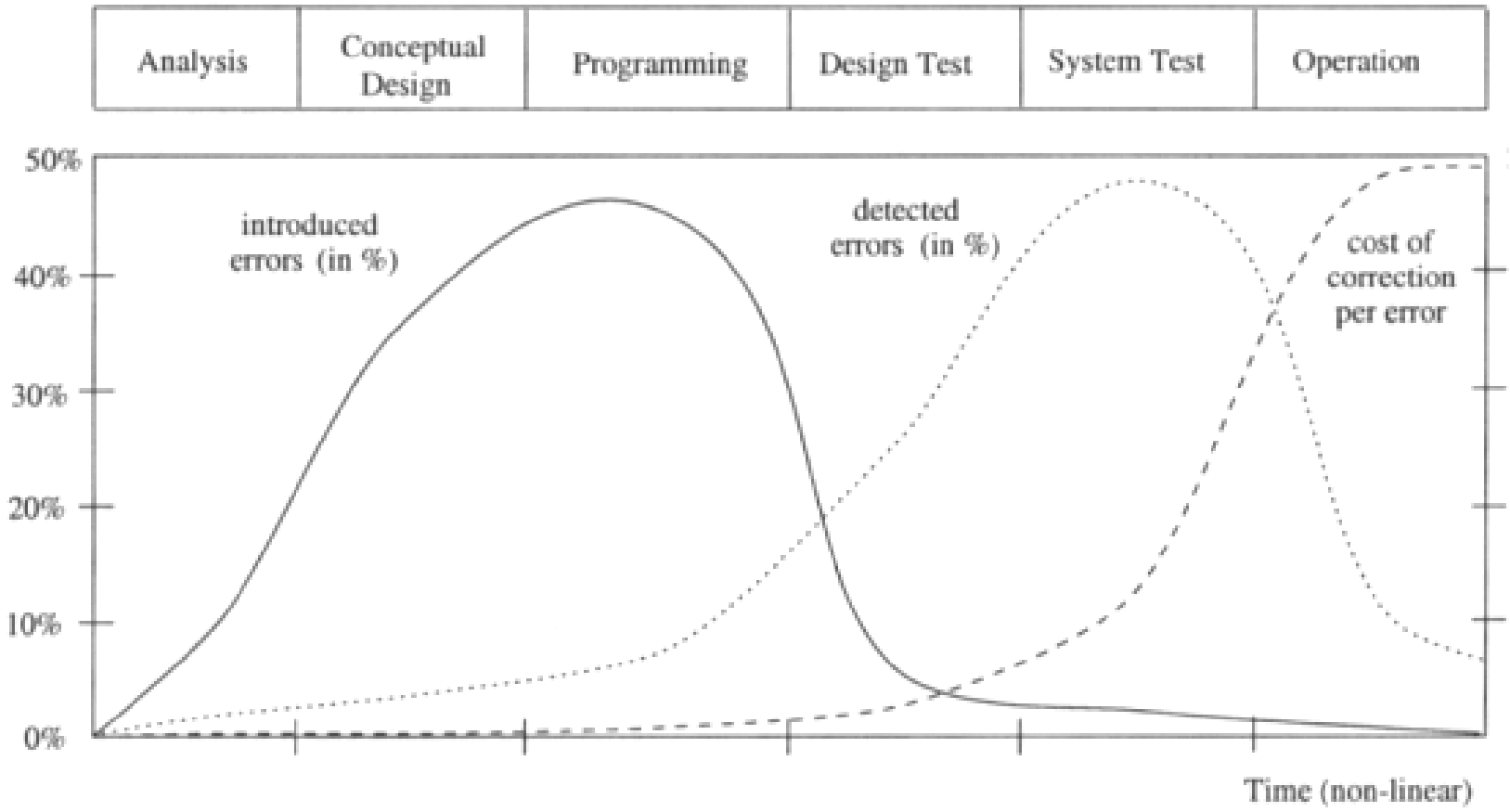
# Egy magyarországi kísérlet

- Hibák száma 1 kLOC-ra:
  - Jó kézi fejlesztés és tesztelés: <10 hiba marad
  - Automatizált fejlesztés: ~1-2 hiba marad
  - Formális módszerek használata: <1 hiba marad




| | Hagyományos | UML alapú | MDA | Formális |
|---|---|---|---|---|
| **Implementáció** | 4,2 | 2,55 | 0 | 0 |
| **Tervezés** | 4,4 | 2,2 | 1,6 | 0,1 |
| **Követelmény** | 2,2 | 1,3 | 1 | 0,1 |

# Költségvonzat




- Korai verifikáció csökkenti a költségeket
  - Validációs tesztelésnél korábban detektálni kellene a hibákat …

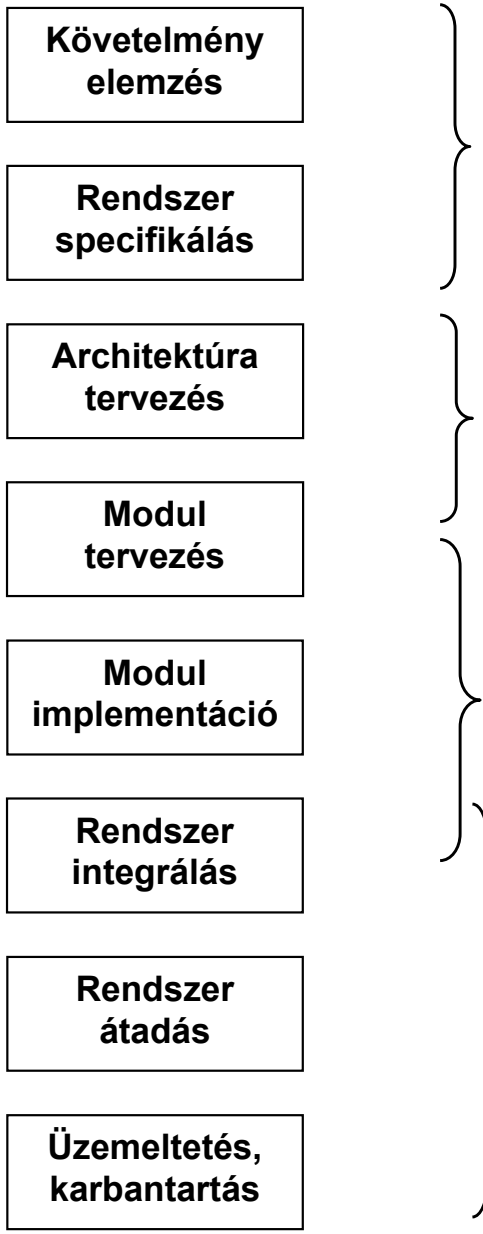
# V&V: Verifikáció és validáció

| **Verifikáció (igazolás)** | **Validáció (érvényesítés)** |
|---|---|
| „Jól tervezem-e a rendszert?” | „Jó rendszert készítettem-e?” |
| Összhang ellenőrzése a fejlesztési fázisokban, illetve ezek között | A fejlesztés eredményének ellenőrzése |
| Fejlesztési lépések során használt tervek (modellek) és specifikációjuk közötti megfelelés ellenőrzése | A kész rendszer és a felhasználói elvárások közötti megfelelés ellenőrzése |
| Objektív folyamat; formalizálható, automatizálható | Szubjektív elvárások lehetnek; elfogadhatósági ellenőrzés |
| Hibamodell: Tervezési, implementációs hibák | Hibamodell: Követelmények hiányosságai is |
| Nincs rá szükség, ha automatikus a leképzés követelmény és implementáció között | Nincs rá szükség, ha a specifikáció tökéletes (elég egyszerű) |

# Tartalomjegyzék

- Motiváció
  - Milyen minőségi igények vannak a szoftverrel szemben, és mit tud ma a szoftveripar?
  - Miért olyan nagy a szoftver ellenőrzési technikák jelentősége?
- A verifikáció és validáció technikái (áttekintés)
  - Milyen tipikus technikák vannak?
- Fejlesztési életciklus modellek
  - Milyen szerepet kapnak a tipikus technikák az egyes fejlesztési folyamatokban?
- Fejlesztési szabványok szerepe
  - Hogyan valósul meg a szisztematikus ellenőrzés?

# Fejlesztési folyamatok tipikus lépései

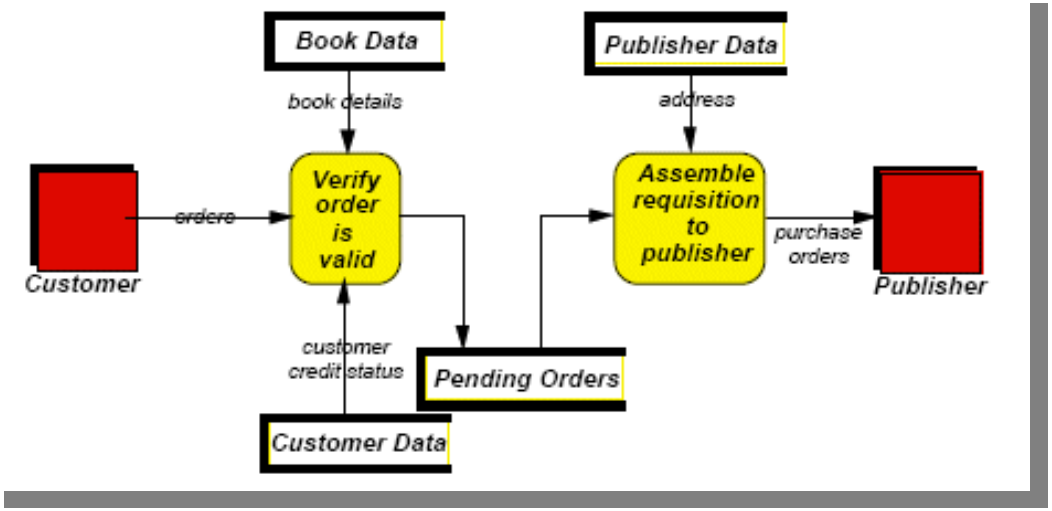



Ütemezés, sorrendezés az életciklus modelltől függ!

# Követelmény elemzés

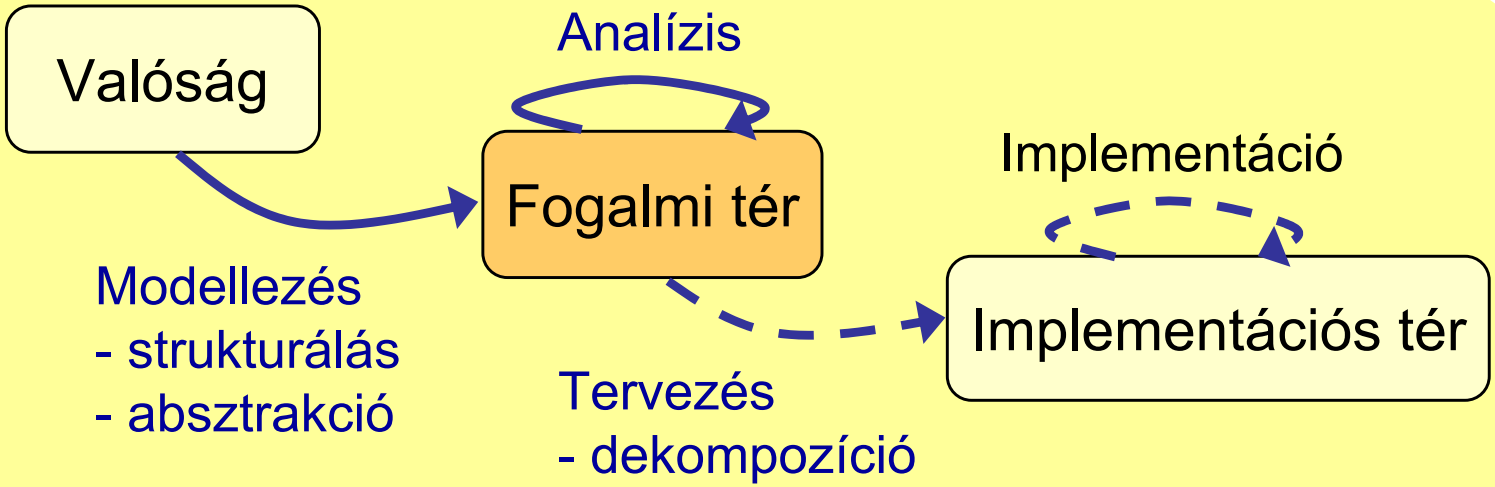
- **Követelmény elemzés**
- **Rendszer specifikálás**
- **Architektúra tervezés**
- **Modul tervezés**
- **Modul implementáció**
- **Rendszer integrálás**
- **Rendszer átadás**
- **Üzemeltetés, karbantartás**

| Feladat | V&V szempont | V&V technika |
|---|---|---|
| Funkciók, aktorok, használati esetek áttekintése | - Kockázatok<br>- Kritikusság | - Ellenőrző listák<br>- FMEA, FT, ET, … |



# Rendszer specifikálás

- Követelmény elemzés
- **Rendszer specifikálás**
- Architektúra tervezés
- Modul tervezés
- Modul implementáció
- Rendszer integrálás
- Rendszer átadás
- Üzemeltetés, karbantartás




| Feladat | V&V szempont | V&V technika |
|---|---|---|
| Funkcionális és nem-funkcionális követelmények rögzítése | - Teljesség<br>- Ellentmondás-mentesség<br>- Ellenőrizhetőség<br>- Megvalósíthatóság | - Statikus analízis (kézi vagy automatikus átvizsgálás)<br>- Szimuláció |

# Rendszer specifikálás

- Követelmény elemzés
- **Rendszer specifikálás**
- Architektúra tervezés
- Modul tervezés
- Modul implementáció
- Rendszer integrálás
- Rendszer átadás
- Üzemeltetés, karbantartás

Egy beléptető rendszer specifikációja (Event-B):

| | | |
|---|---|---|
| személyek: | $prs \neq 0$ | (halmaz) |
| épületek: | $bld \neq 0$ | (halmaz) |
| jogosultság: | $aut \in prs \leftrightarrow bld$ | (bináris reláció) |
| tartózkodás: | $sit \in prs \rightarrow bld$ | (teljes fv.) |
| invariáns: | $sit \subseteq aut$ | |

Egy funkció (lehetséges történés):

```
pass = ANY p,b WHERE (p,b)∈aut ∧ sit(p)≠b
       THEN  sit(p):=b END
```

| Feladat | V&V szempont | V&V technika |
|---|---|---|
| Funkcionális és nem-funkcionális követelmények rögzítése | - Teljesség<br>- Ellentmondás-mentesség<br>- Ellenőrizhetőség<br>- Megvalósíthatóság | - Statikus analízis (kézi vagy automatikus átvizsgálás)<br>- Szimuláció |

# Rendszer specifikálás

- Követelmény elemzés
- **Rendszer specifikálás**
- Architektúra tervezés
- Modul tervezés
- Modul implementáció
- Rendszer integrálás
- Rendszer átadás
- Üzemeltetés, karbantartás

Felülvizsgálat:

1. Ellenőrző lista összeállítása
2. Bemutató készítés a fejlesztő által
3. Kérdések összeállítása a szakértők részéről, fejlesztő válaszol
4. Megbeszélés, majd jelentés készítés

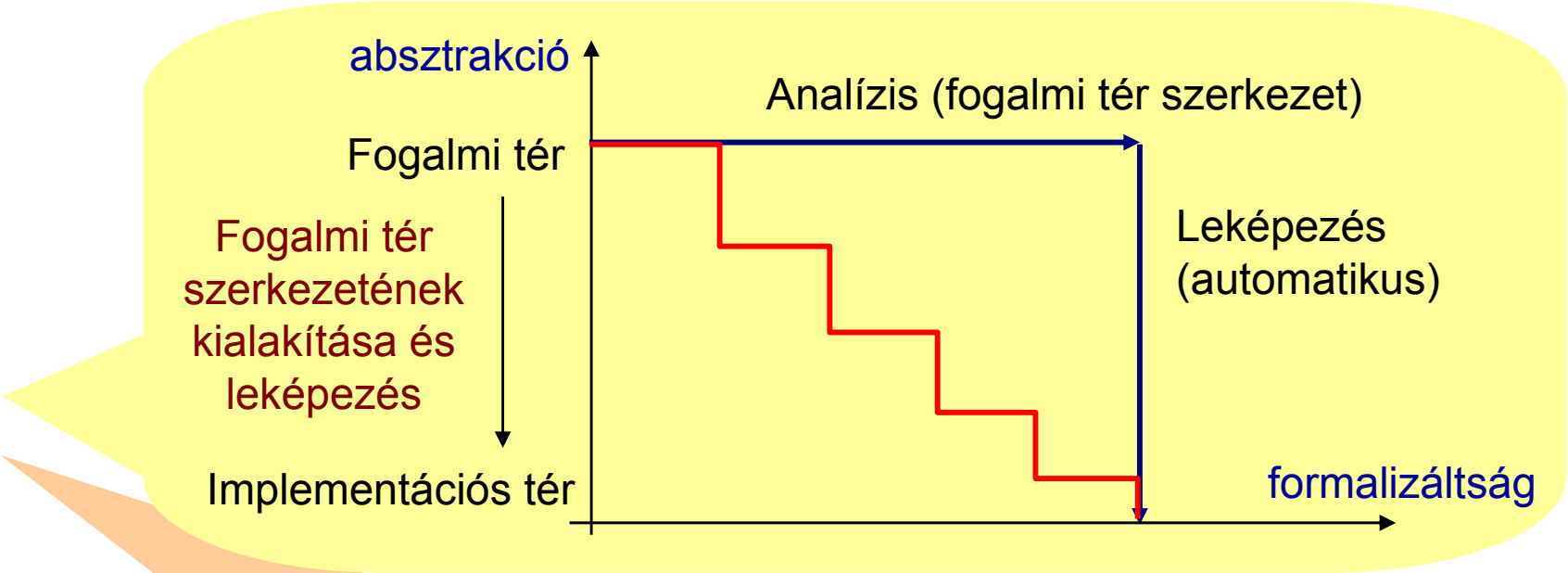
Egyenrangú átvizsgálás (peer review) típusok:

- Körbenforgó (round-robin) modulonként más-más vezetővel
- Bejárás (walkthrough): fejlesztő „vezeti” az ellenőrzőket
- Szemle (inspection): ellenőrző lista alapján

| Feladat | V&V szempont | technika |
|---|---|---|
| Funkcionális és nem-funkcionális követelmények rögzítése | - Teljesség<br>- Ellentmondás-mentesség<br>- Ellenőrizhetőség<br>- Megvalósíthatóság | - Statikus analízis (kézi vagy automatikus átvizsgálás)<br>- Szimuláció |

# Architektúra tervezés

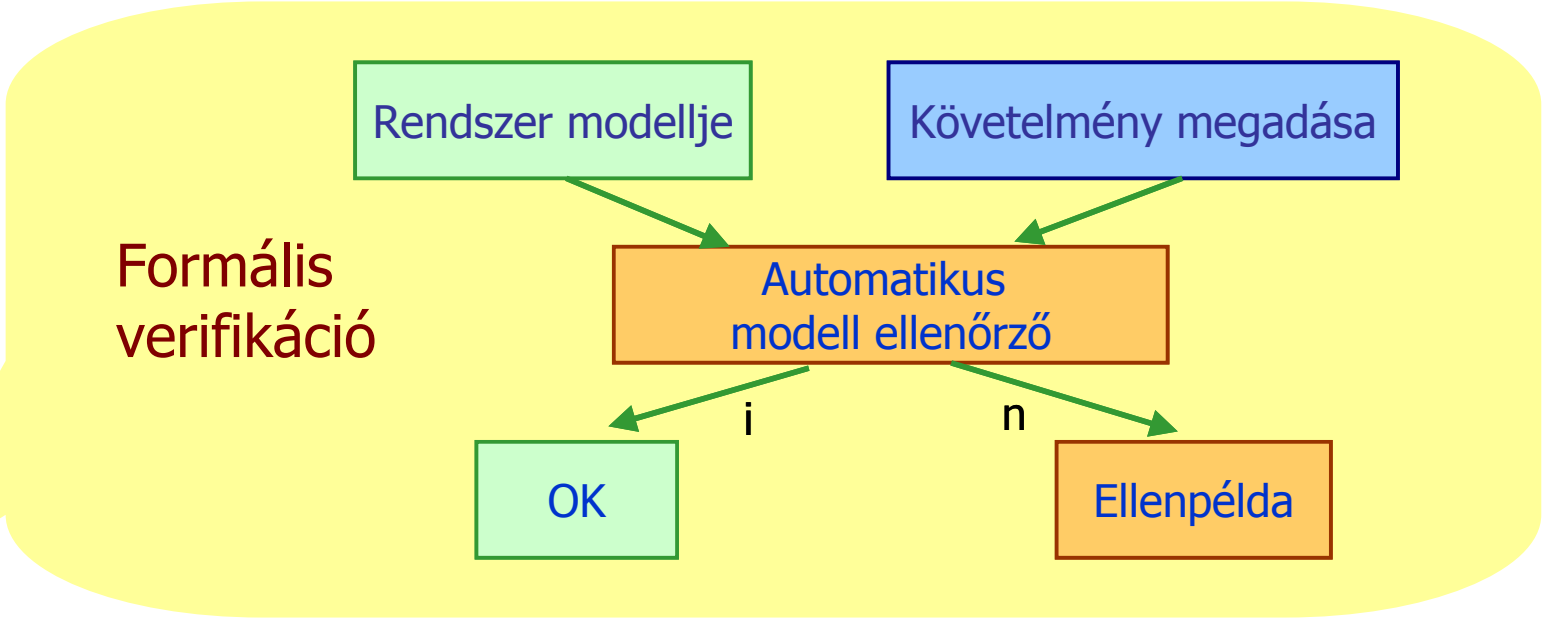
- Követelmény elemzés
- Rendszer specifikálás
- **Architektúra tervezés**
- Modul tervezés
- Modul implementáció
- Rendszer integrálás
- Rendszer átadás
- Üzemeltetés, karbantartás




| Feladat | V&V szempont | V&V technika |
|---|---|---|
| - Specifikáció modul szintű bontása<br>- Hardver-szoftver együttes tervezés<br>- Kommunikáció tervezés | - Funkciók fedése<br>- Interfész illeszkedés<br>- Kockázat elemzés<br>- Ütemezés | - Statikus analízis<br>- Szimuláció<br>- Teljesítmény, megbízhatóság, biztonság analízise |

# Modul tervezés (részletes tervezés)

- Követelmény elemzés
- Rendszer specifikálás
- Architektúra tervezés
- **Modul tervezés**
- Modul implementáció
- Rendszer integrálás
- Rendszer átadás
- Üzemeltetés, karbantartás

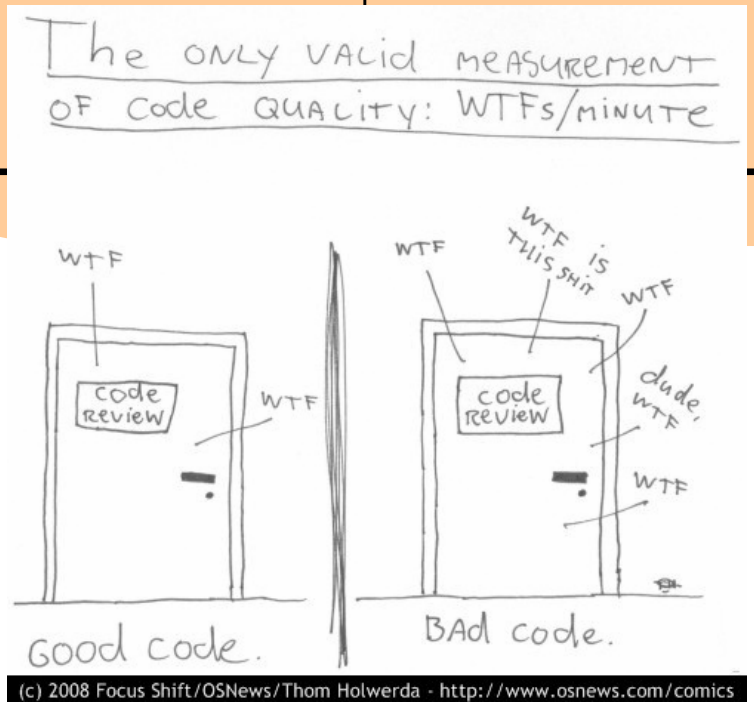



| Feladat | V&V szempont | V&V technika |
|---|---|---|
| Részletes belső működés tervezése (algoritmusok, adatstruktúrák) | - Kritikus belső algoritmusok, protokollok helyessége | - Statikus analízis<br>- Szimuláció<br>- Formális verifikáció<br>- Gyors prototípus |

# Modul implementáció

- Követelmény elemzés
- Rendszer specifikálás
- Architektúra tervezés
- Modul tervezés
- **Modul implementáció**
- Rendszer integrálás
- Rendszer átadás
- Üzemeltetés, karbantartás

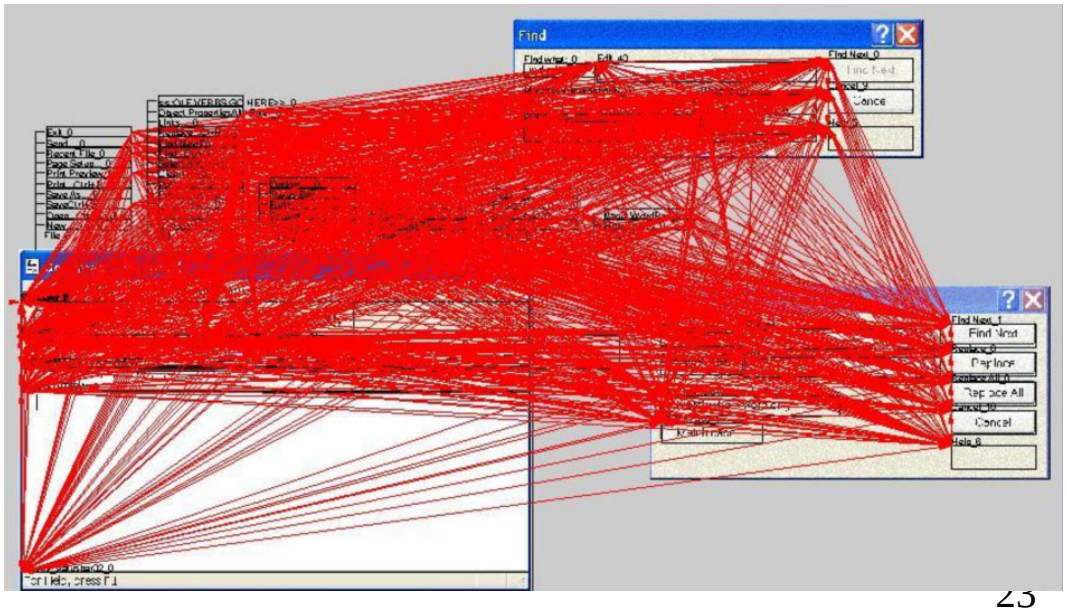
| Feladat | V&V szempont | V&V technika |
|---|---|---|
| Szoftver implementáció | - Biztonságos<br>- Ellenőrizhető<br>- Karbantartható kód | - Kódolási előírások (szabványok) ellenőrzése: kód átvizsgálás |
| Modul működés igazolása | - Modul terveknek való megfelelés | - Statikus analízis<br>- Tesztelés<br>- Regressziós tesztelés |



# Rendszer integrálás

- Követelmény elemzés
- Rendszer specifikálás
- Architektúra tervezés
- Modul tervezés
- Modul implementáció
- **Rendszer integrálás**
- Rendszer átadás
- Üzemeltetés, karbantartás

| Feladat | V&V szempont | V&V technika |
|---|---|---|
| Modulok illesztése, hardver-szoftver összeállítás | - Együttes működés megfelelősége | - Integrációs tesztelés (tipikusan inkrementális) |



# Rendszer átadás

- Követelmény elemzés
- Rendszer specifikálás
- Architektúra tervezés
- Modul tervezés
- Modul implementáció
- Rendszer integrálás
- **Rendszer átadás**
- Üzemeltetés, karbantartás

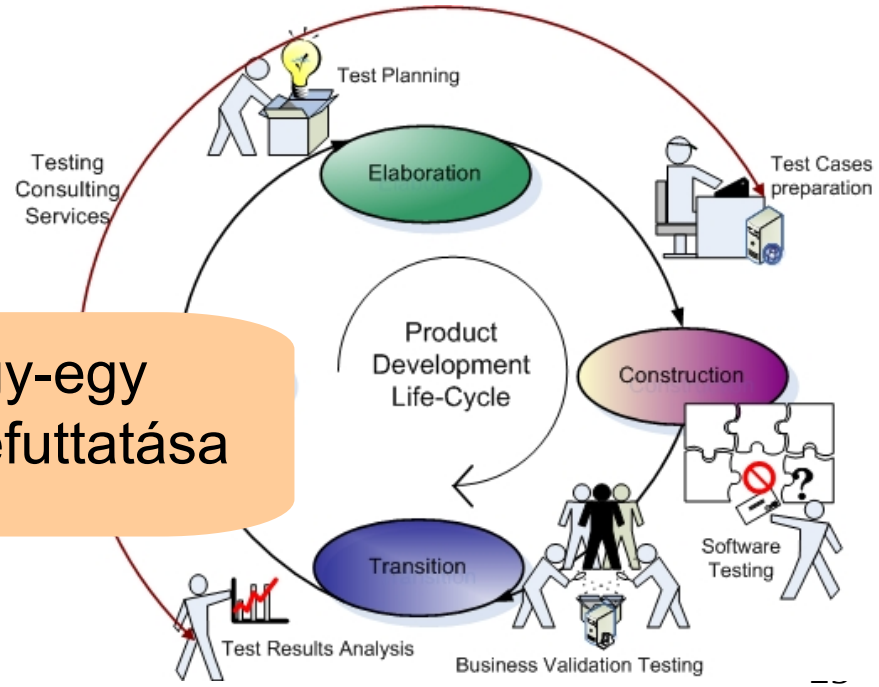
| Feladat | V&V szempont | V&V technika |
|---|---|---|
| Specifikáció teljesítésének igazolása | - Rendszer-specifikációnak való megfelelés | - Rendszertesztelés<br>- Mérések, monitorozás |
| Felhasználói elvárások teljesítése | - Követelményeknek és elvárásoknak való megfelelés | - Validációs tesztelés<br>- Próbaüzem alatti ellenőrzés |

# Üzemeltetés és karbantartás

- Követelmény elemzés
- Rendszer specifikálás
- Architektúra tervezés
- Modul tervezés
- Modul implementáció
- Rendszer integrálás
- Rendszer átadás
- **Üzemeltetés, karbantartás**

Teendők az üzemeltetés és karbantartás során:
- Hibanaplózás és hibaanalízis (hiba előrejelzés)
- Módosítások verifikációja és validációja

Módosításokra egy-egy „mini életciklus” lefuttatása



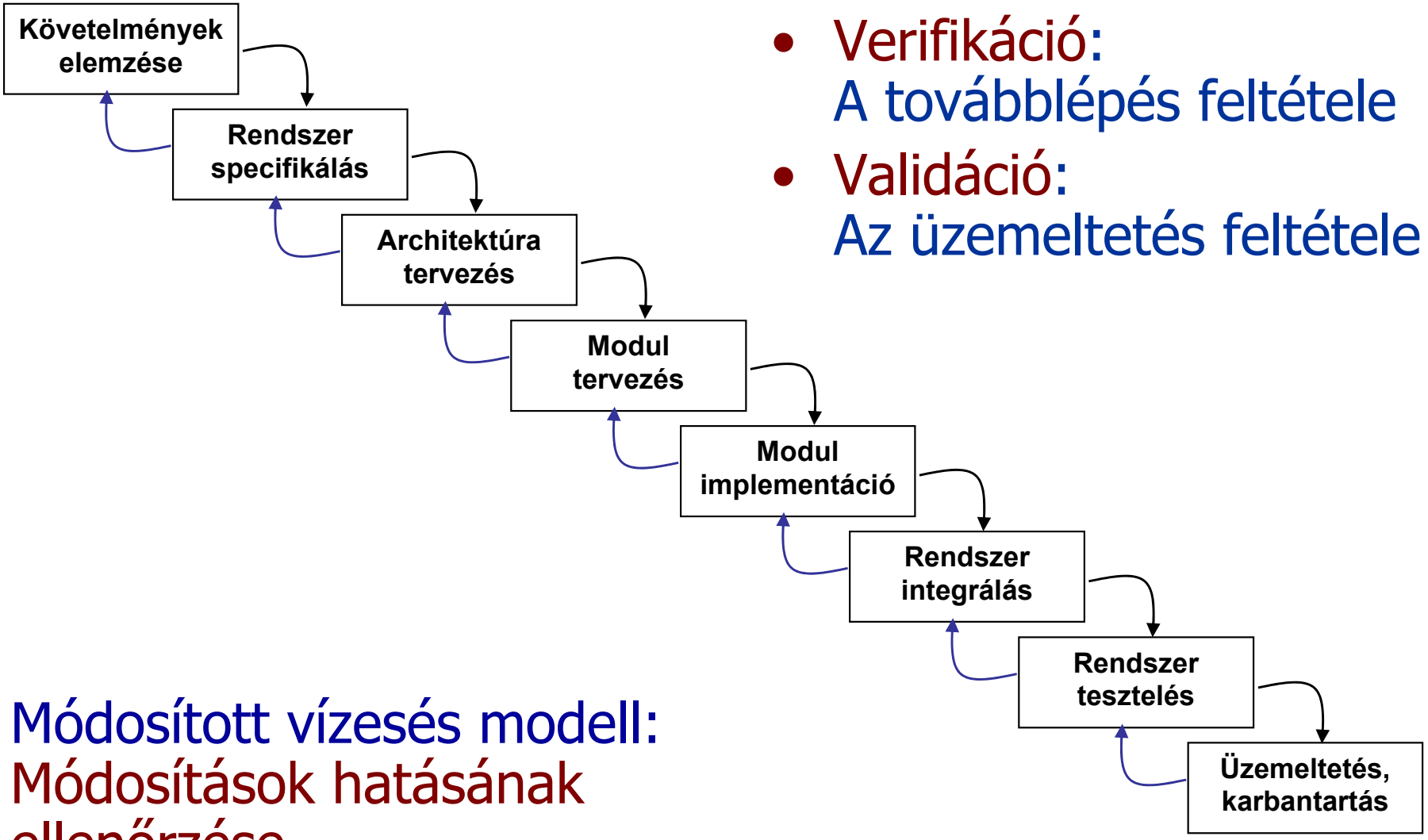
# Tartalomjegyzék

- Motiváció
  - Milyen minőségi igények vannak a szoftverrel szemben, és mit tud ma a szoftveripar?
  - Miért olyan nagy a szoftver ellenőrzési technikák jelentősége?
- A verifikáció és validáció technikái (áttekintés)
  - Milyen tipikus technikák vannak?
- Fejlesztési életciklus modellek
  - Milyen szerepet kapnak a tipikus technikák az egyes fejlesztési folyamatokban?
- Fejlesztési szabványok szerepe
  - Hogyan valósul meg a szisztematikus ellenőrzés?

# Szoftverfejlesztési (életciklus) modellek

- Miért van szükség életciklus modellre?
  - Komplexitás kezelése
    - Fázisokra osztás, mérföldkövek rögzítése
    - Elosztott fejlesztés és integráció alapja
  - Változások kezelése
    - Követelmény módosulás, hibajavítás hatásainak kezelése
    - Új eszközök és technológiák bevezetése
- Generikus szoftverfejlesztési folyamat modellek:
  - Szekvenciális fejlesztés: Vízesés és V-modell
  - Evolúciós fejlesztés: Gyors alkalmazásfejlesztés
  - Iteratív fejlesztés: Spirál modell
  - Modell alapú (formális) fejlesztés: 4G fejlesztési modell
  - Iteratív-inkrementális fejlesztés: Unified Process

# 1. Vízesés modell

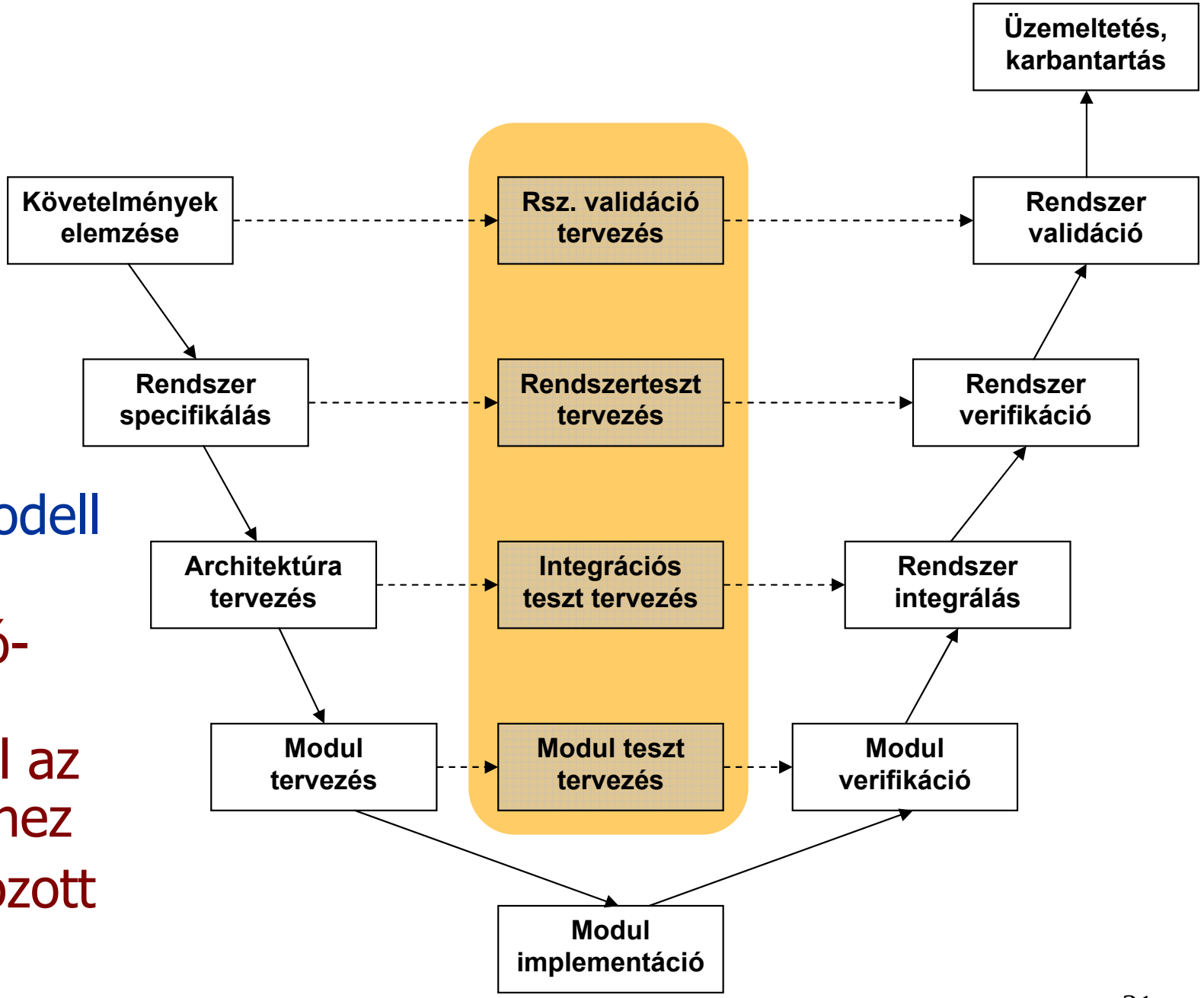



- Verifikáció:
  A továbblépés feltétele
- Validáció:
  Az üzemeltetés feltétele

- Módosított vízesés modell:
  Módosítások hatásának ellenőrzése
  (pl. regressziós tesztelés)

# 2. V-modell

- Vízesés modell alapú
- Információ-áramlás a tervezéstől az ellenőrzéshez
- Meghatározott V&V



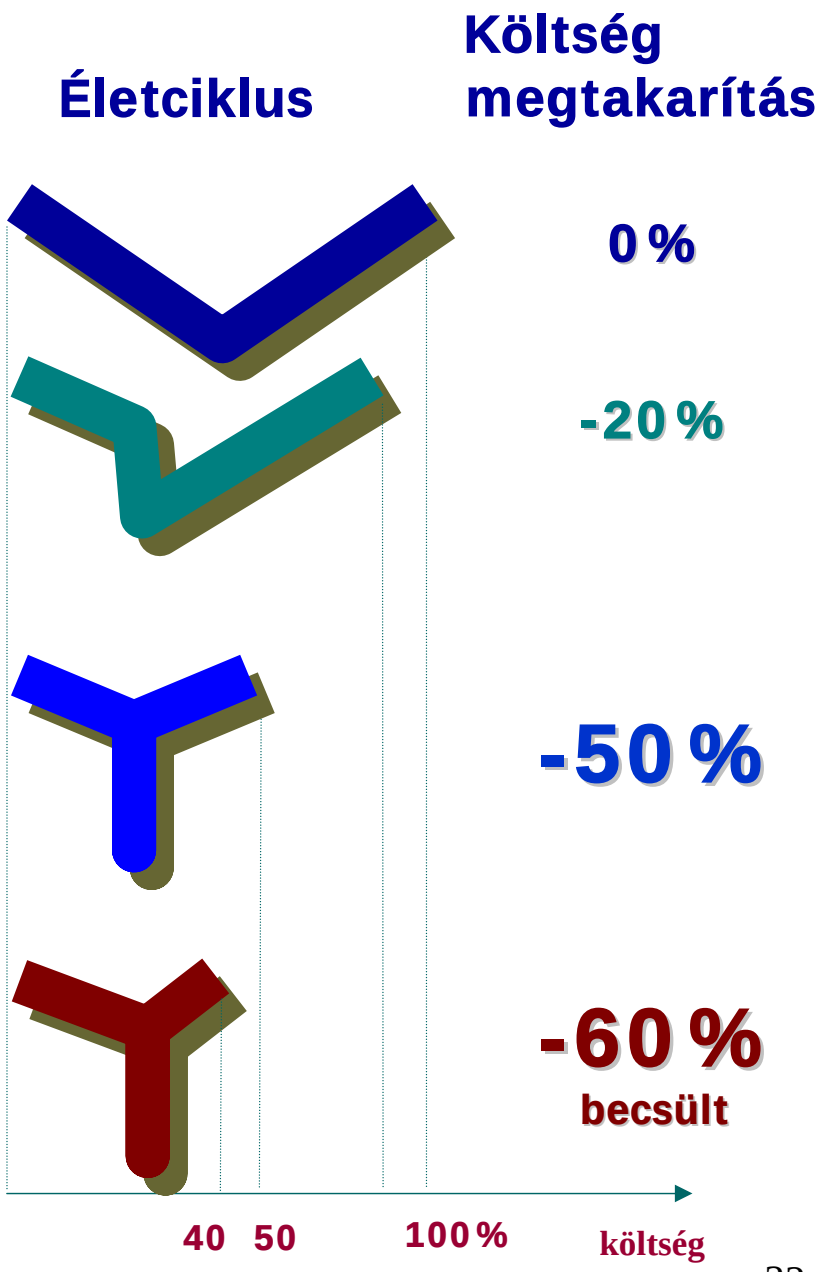
# Modell alapú fejlesztés: V-től az Y modellig

Kézi kódolás

"Közönséges" automatikus kódgenerátor használata

Minősített automatikus kódgenerátor használata

Formális verifikációval kiegészített tervezés



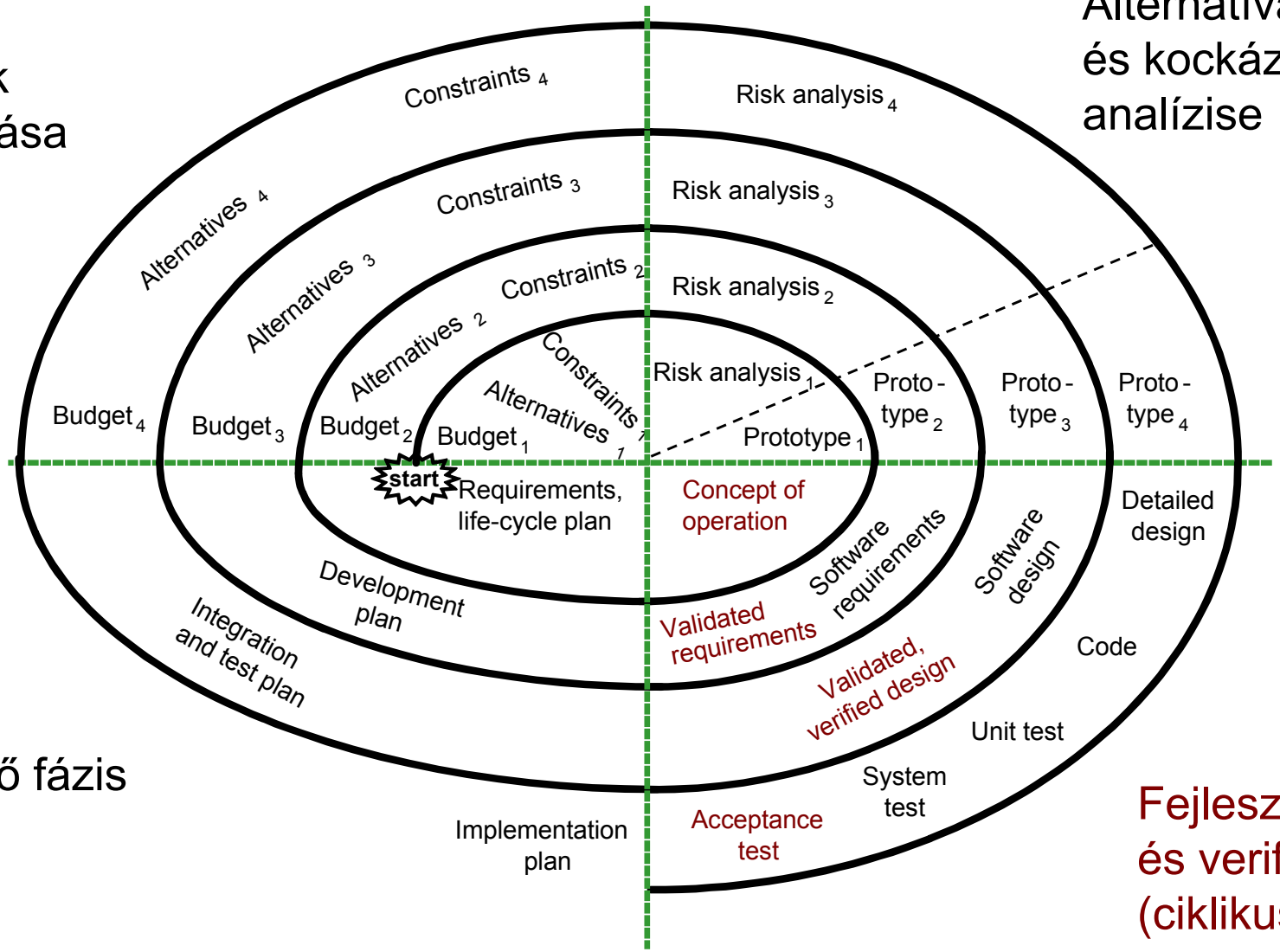
# 3. Evolúciós alkalmazásfejlesztés (RAD)

- Kezdeti implementáció gyors fejlesztése, majd több verzión keresztül finomítás
  - Feltáró fejlesztés: Felhasználóval egyeztetve
    - Ismert követelmények alapján kiindulva az első verzió
  - Gyors prototípus készítése (kritikus funkciókra)
    - Validációs fázisig, prototípus bemutatás, átdolgozás
  - Hiányosan specifikált rendszerek esetén is alkalmas
- V&V jellegzetességek:
  - Prototípus tesztelés jelentősége nagy
  - Integrációs ellenőrzések (tesztek) szerepe nő
    - Újabb funkciók tesztelése
  - Regressziós tesztelés módosítások után

# 4. Spirál modell

Célok, alternatívák, korlátozások meghatározása

Alternatívák és kockázatok analízise

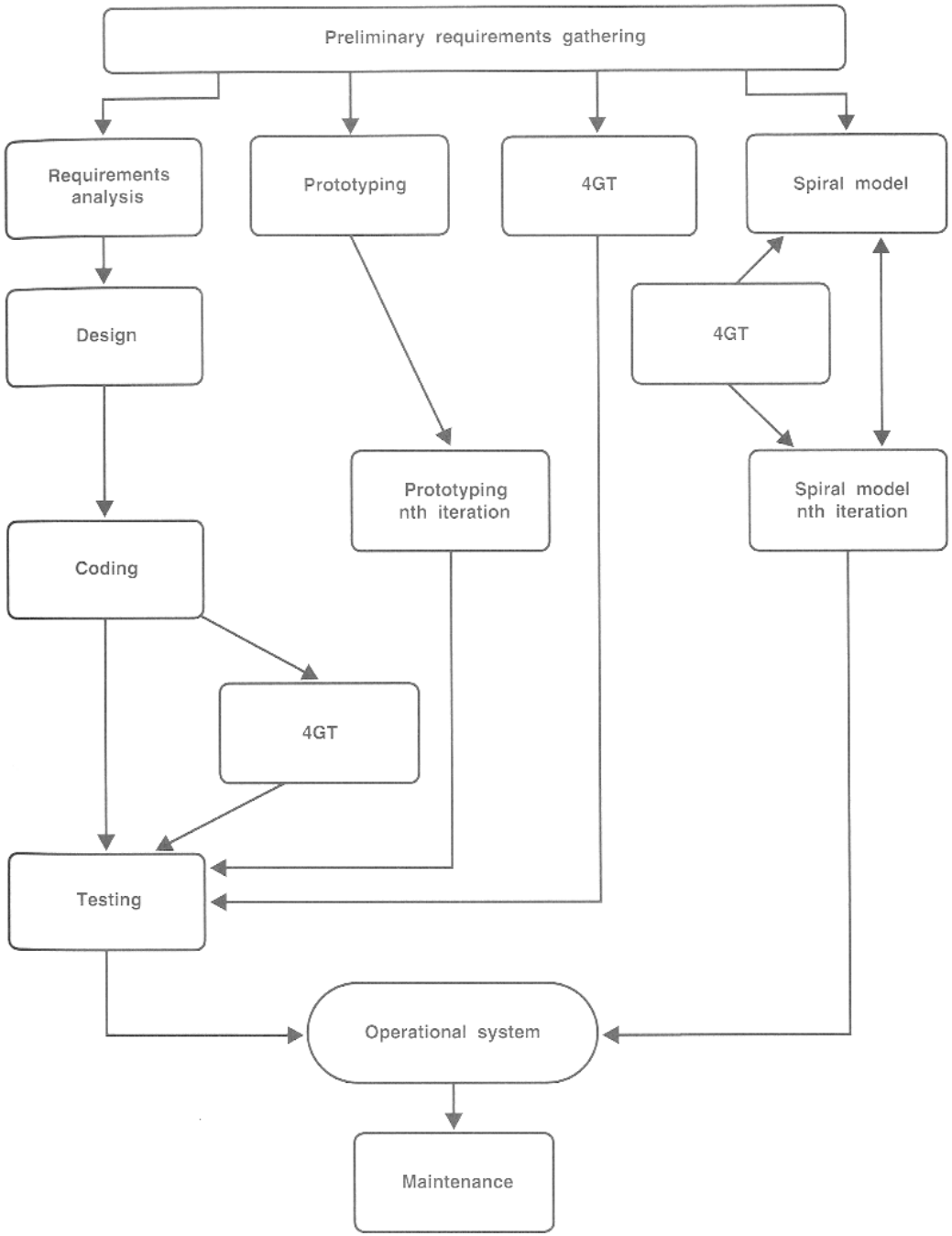



A következő fázis tervezése

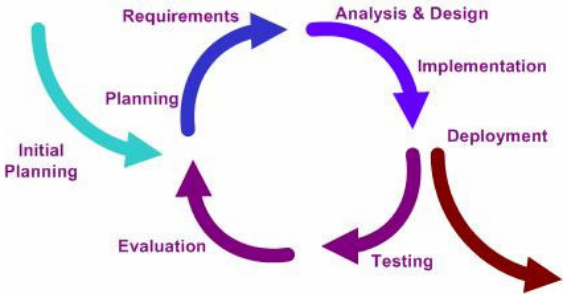
Fejlesztés és verifikáció (ciklikusan)

# 5. „Negyedik generációs” modell

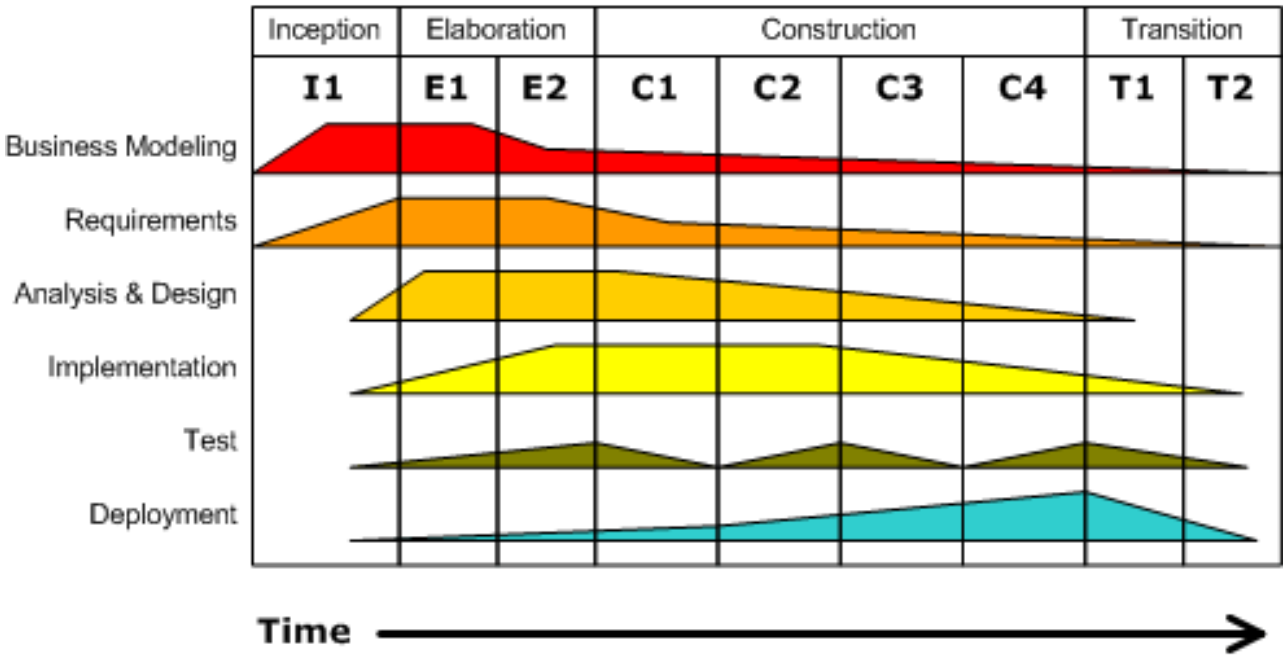
- Integrálás:
  - Jól megfogható követelmények: Hagyományos fejlesztés
  - Rosszul specifikált követelmények: Gyors prototípus fejlesztés
  - Formalizálható követelmények: Modell alapú fejlesztés (CASE eszközök), helyességmegőrző
  - Iteratív is lehet
- Modell alapú verifikáció



# 6. Unified Process




- Inkrementális és iteratív
  - Fázisok (időben kötött) iterációkra osztva
  - Mindegyik iteráció egy teljes (mini) fejlesztési ciklus
  - Az ellenőrzés fókusza az egyes fázisokban eltérő
    - Integrációs és regressziós tesztelés jelentős szerepet kap



# Agilis szoftverfejlesztés

- Extreme Programming
  - Rövid iterációk, működő kódra koncentrálva, rendszeres (napi) integrációval és szoros státusz követéssel (fejlesztők, megrendelők)
  - „Test first programming”:
    - Funkcionális tesztek „story card” alapon
    - Minden változás (új funkció) esetén tesztelés
- Test Driven Development
  - Inkrementális, lépések egy-egy új funkcióhoz:
    1. Teszt írása az új funkcióhoz (futtatása sikertelen)
    2. Kódolás (a teszt sikeres futtatásához)
    3. Kód átdolgozása, tisztítása (refactoring) újratesztelléssel
  - Automatikus unit tesztelésre épít

# Tartalomjegyzék

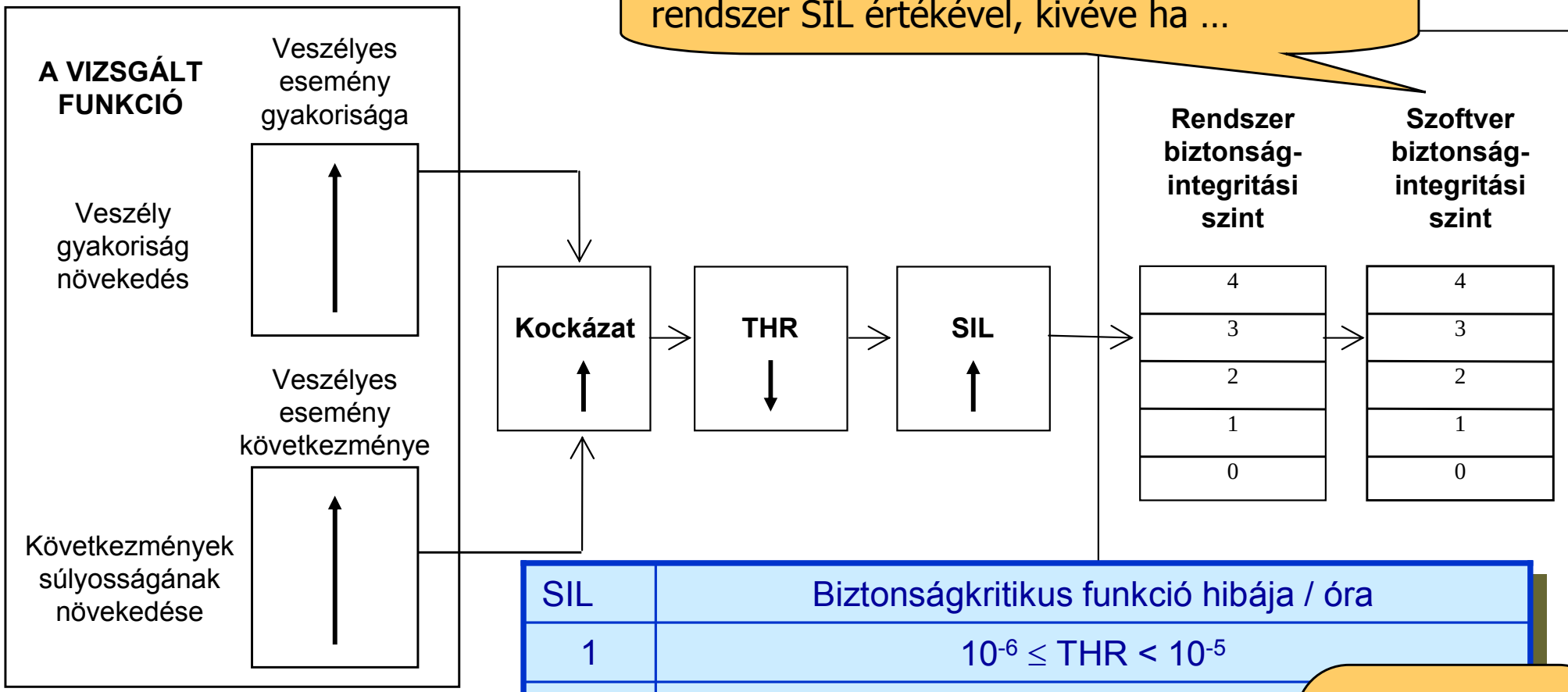
- Motiváció
  - Milyen minőségi igények vannak a szoftverrel szemben, és mit tud ma a szoftveripar?
  - Miért olyan nagy a szoftver ellenőrzési technikák jelentősége?
- A verifikáció és validáció technikái (áttekintés)
  - Milyen tipikus technikák vannak?
- Fejlesztési életciklus modellek
  - Milyen szerepet kapnak a tipikus technikák az egyes fejlesztési folyamatokban?
- Fejlesztési szabványok szerepe
  - Hogyan valósul meg a szisztematikus ellenőrzés?

# Jellegzetes példa: Biztonságkritikus rendszerek

- Széles körben használt szabványok
  - IEC 61508: Functional safety in electrical / electronic / programmable electronic safety-related systems
  - EN 50128: Vasúti irányítástechnika szoftverek
  - ISO 26262: Biztonsági funkciók gépjárművekben
  - DO 178B: Repülőgép fedélzeti rendszerek
- Biztonsági funkciók
  - Célja a biztonságos állapot elérése vagy fenntartása
  - Integritás: Milyen gyakorisággal viselhető el adott szintű hatások mellett a biztonsági funkció hibajelensége?
- Biztonságintegritási szint
  - Meghatározása: Kockázatelemzés alapján
  - „Elviselhető veszélygyakoriság” – THR
    - Folytonos: Veszélyt okozó hibajelenség gyakorisága
    - Nem folytonos: Veszélyt okozó hibajelenség valószínűsége
  - Safety Integrity Level: SIL 1, 2, 3, 4 kategóriák

# SIL meghatározás alapelve

Szoftver SIL legalább azonos értékű a rendszer SIL értékével, kivéve ha …




| SIL | Biztonságkritikus funkció hibája / óra |
|---|---|
| 1 | $10^{-6} \leq THR < 10^{-5}$ |
| 2 | $10^{-7} \leq THR < 10^{-6}$ |
| 3 | $10^{-8} \leq THR < 10^{-7}$ |
| 4 | $10^{-9} \leq THR < 10^{-8}$ |

Ha 15 év az élettartam, akkor ez alatt kb. 750 berendezésből 1-ben lesz hiba

Kockázatelemzés
-> Funkció THR
-> Funkció SIL
-> (Al)rendszer SIL

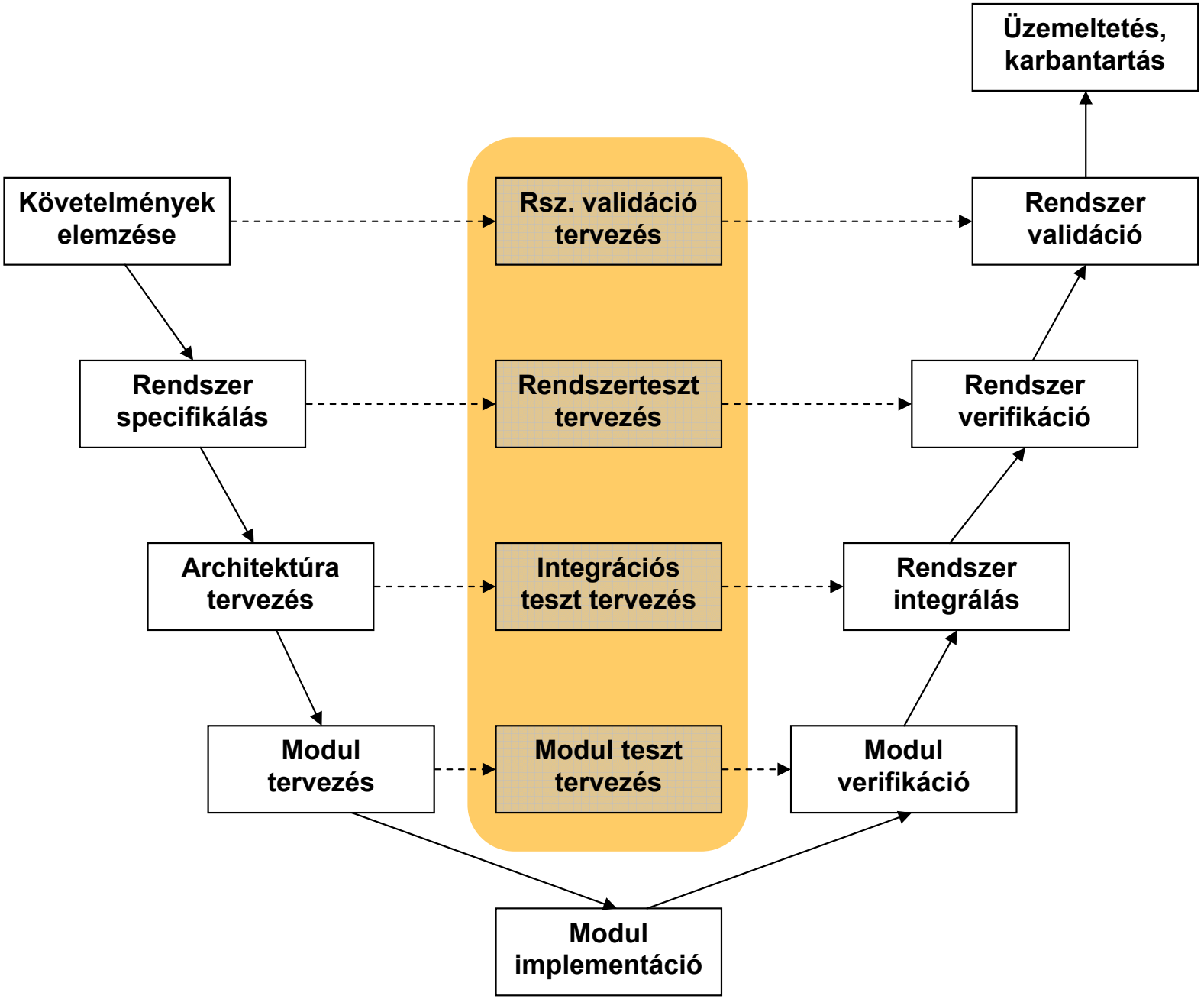
# A SIL követelmények betartásának ellenőrzése

- Véletlen meghibásodásokra:
  - A SIL tartományok betartása számításokkal ellenőrizhető
    - Kvantitatív analízis, megbízhatósági modellezés
- Szisztematikus meghibásodásokra (pl. szoftver):
  - Számításokkal nem ellenőrizhető valószínűség
  - Módszer- és eszközkészlet adható az elkerülésre és kezelésre
  - Komplex „intézkedés-csomag” az egyes SIL szintekhez:
    1. Fejlesztési folyamat
    2. Előírt módszerek és technikák
    3. Előírt dokumentáció
    4. Szervezeti rend (felelősségek)

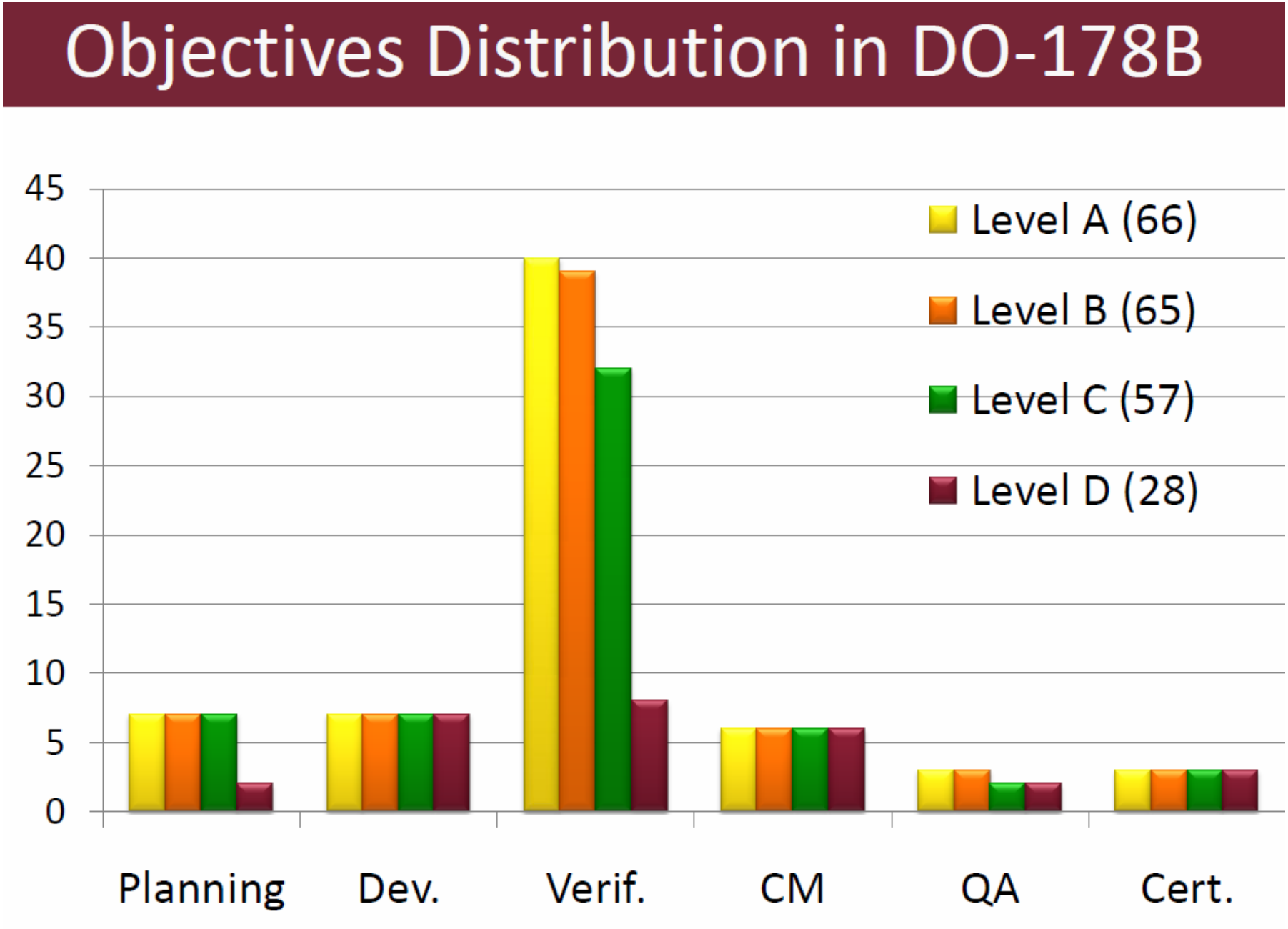
# 1. A fejlesztési folyamat

- Jellegzetességek:
  - Biztonságigazolás: „Biztonsági ügy” elkészítése (safety case)
  - Értékelés majd tanúsítás (certification)
  - Hatósági felügyelet
- Általában jól definiált fázisokat tartalmaz
  - Jól meghatározott specifikáció, ismert környezet
  - Definiált fejlesztési lépések (pl. V-modell)
- Szigorú feltételekhez kötött előrelépés: Hangsúlyos a fejlesztési lépések ellenőrzése
  - Hibák kockázata nagy (felelősség)
  - Üzembehelyezés utáni javítás költsége nagy

# V-modell: Jól meghatározott ellenőrzések



# Példa: Repülőgép fedélzeti szoftverek fejlesztése



# 2. Módszerek és technikák megadása

Tesztelés

| MÓDSZER / INTÉZKEDÉS | Említés helye | SW-SIL0 | SW-SIL1 | SW-SIL2 | SW-SIL3 | SW-SIL4 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Valószínűségi tesztelés | B47 | - | R | R | HR | HR |
| 2. Teljesítéstesztelés | D6 | - | HR | HR | M | M |
| 3. Funkcionális és “fekete doboz” tesztelés | D3 | HR | HR | HR | M | M |
| 4. Modellezés | D5 | - | R | R | R | R |
| Követelmény:<br>1. Az 1, 2, 3 és 4 szoftver-biztonságintegritási szintek esetén a 2. és 3. módszer kombinációja jóváhagyottnak tekintendő. | | | | | | |

- Előírások:
  - M Kötelező
  - HR Nyomatékosan ajánlott (elhagyása indoklást igényel)
  - R Ajánlott (kombinációból kihagyható)
  - – Nincs javaslat vagy ellenérv
  - NR Ellenjavallt (használata indoklást igényel)
- Módszerkombinációk választhatók

# Módszerek és technikák megadása (EN 50128)

- Software design and implementation:

| TECHNIQUE/MEASURE | | Ref | SWS IL0 | SWS IL1 | SWS IL2 | SWS IL3 | SWS IL4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14. | Functional/ Black-box Testing | D.3 | HR | HR | HR | M | M |
| 15. | Performance Testing | D.6 | - | HR | HR | HR | HR |
| 16. | Interface Testing | B.37 | HR | HR | HR | HR | HR |

- Functional/black box testing (D3):

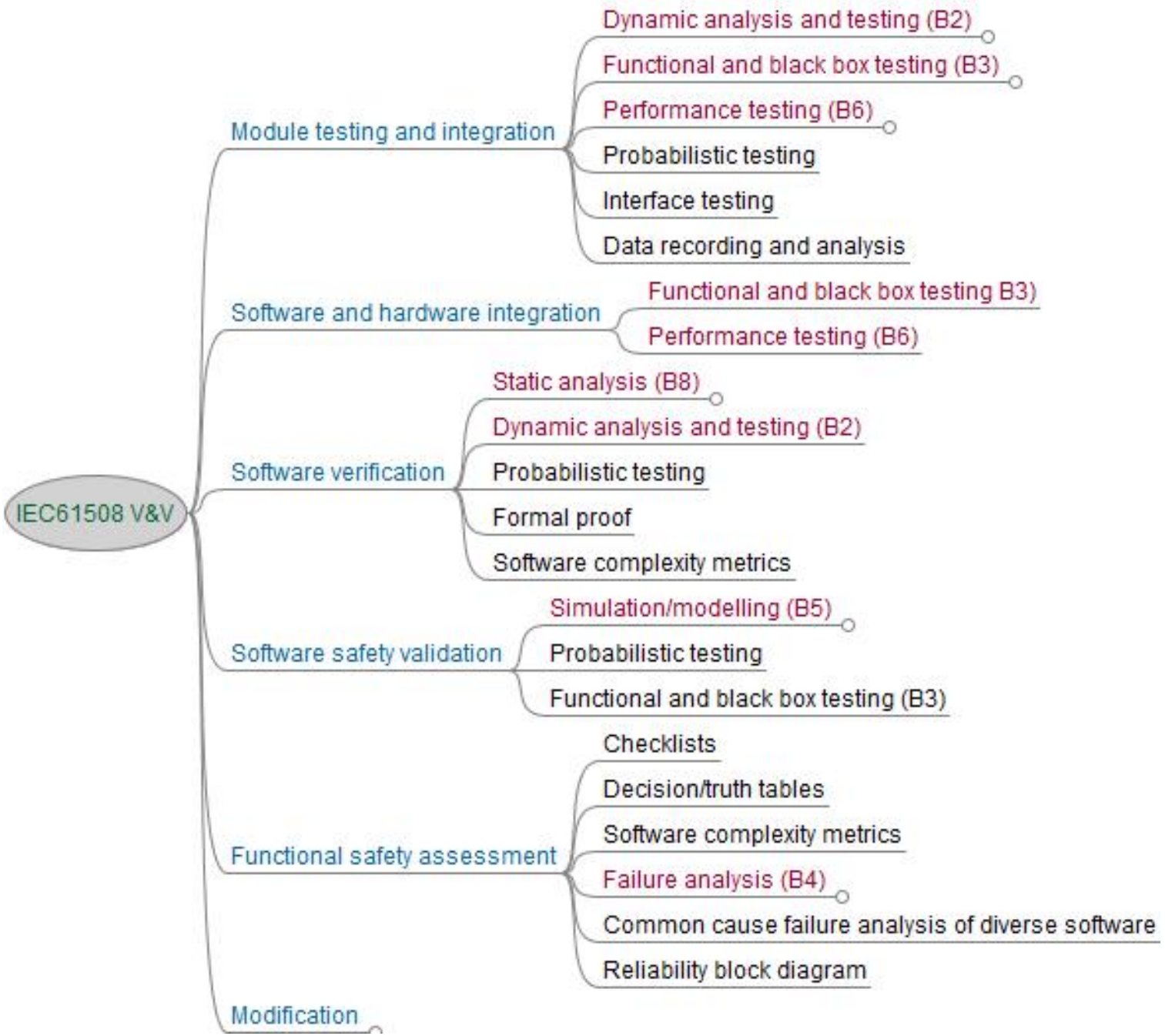
| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Test Case Execution from Cause Consequence Diagrams | B.6 | - | - | - | R | R |
| 2. | Prototyping/Animation | B.49 | - | - | - | R | R |
| 3. | Boundary Value Analysis | B.4 | R | HR | HR | HR | HR |
| 4. | Equivalence Classes and Input Partition Testing | B.19 | R | HR | HR | HR | HR |
| 5. | Process Simulation | B.48 | R | R | R | R | R |

# Módszerek és technikák megadása (EN 50128)

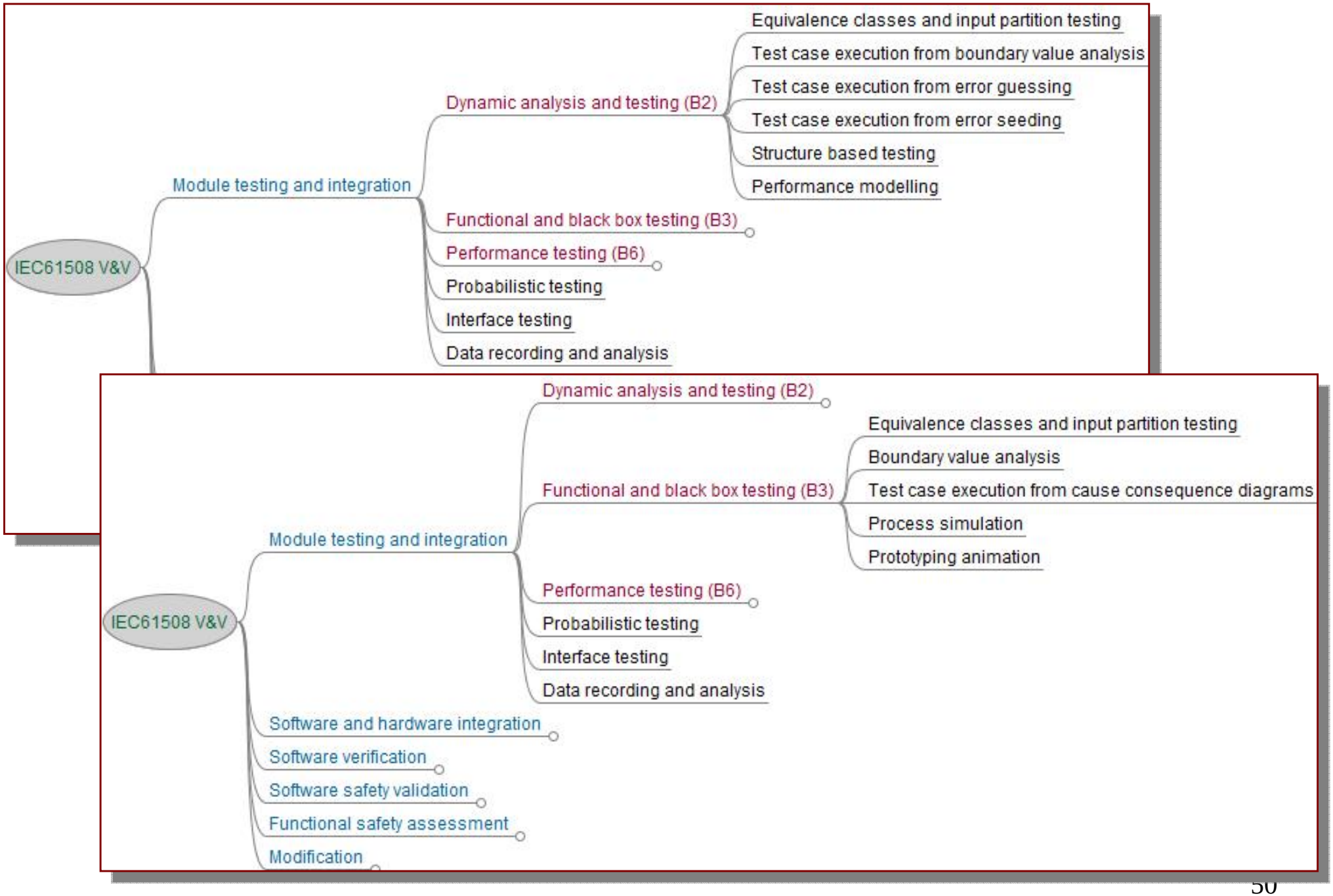
- Performance testing (D6):

| TECHNIQUE/MEASURE | | Ref | SWS ILO | SWS IL1 | SWS IL2 | SWS IL3 | SWS IL4 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Avalanche/Stress Testing | B.3 | - | R | R | HR | HR |
| 2. | Response Timing and Memory Constraints | B.52 | - | HR | HR | HR | HR |
| 3. | Performance Requirements | B.46 | - | HR | HR | HR | HR |

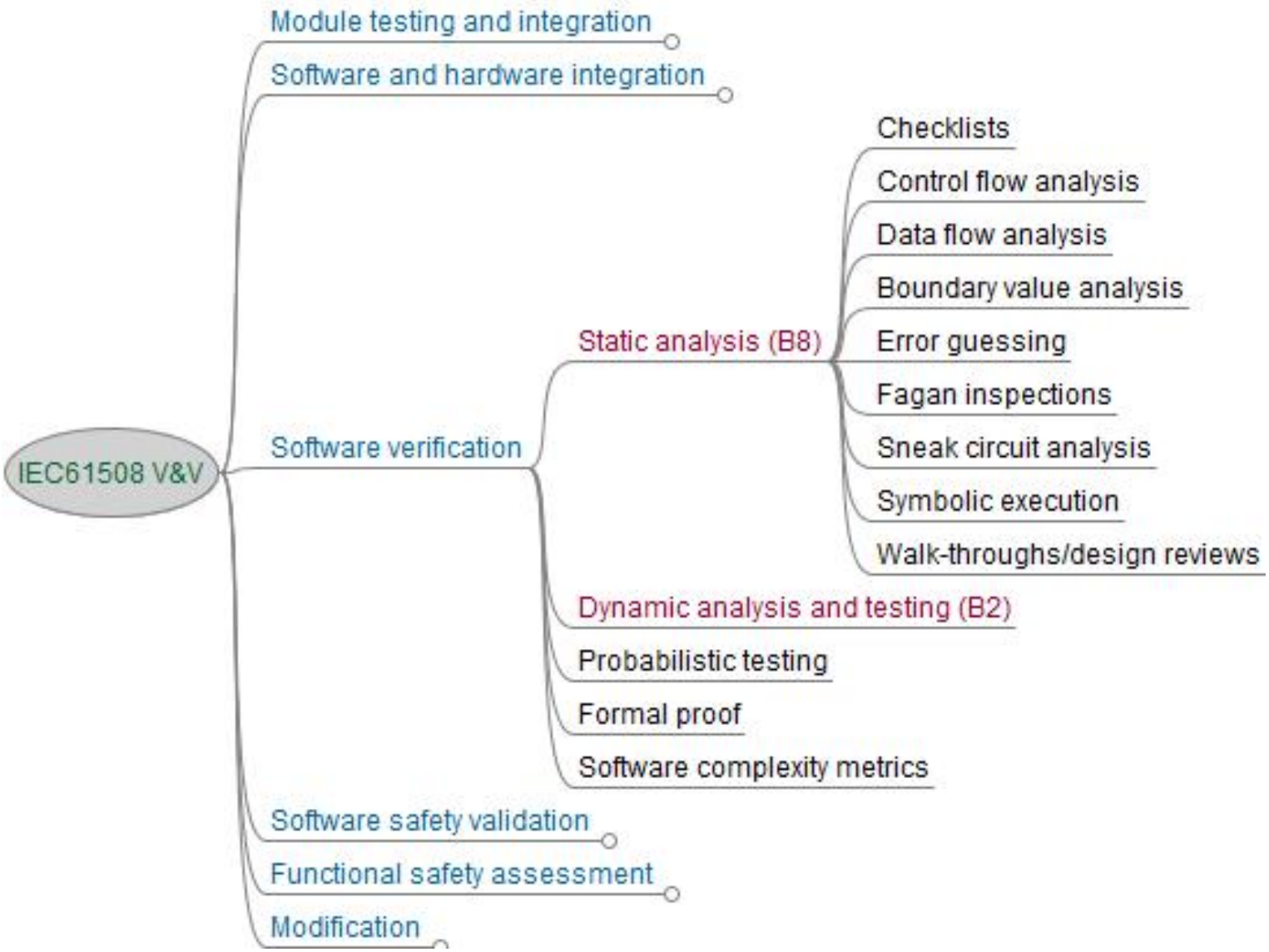
# V&V módszerek (IEC 61508)



# V&V módszerek (IEC 61508) – Tesztelés



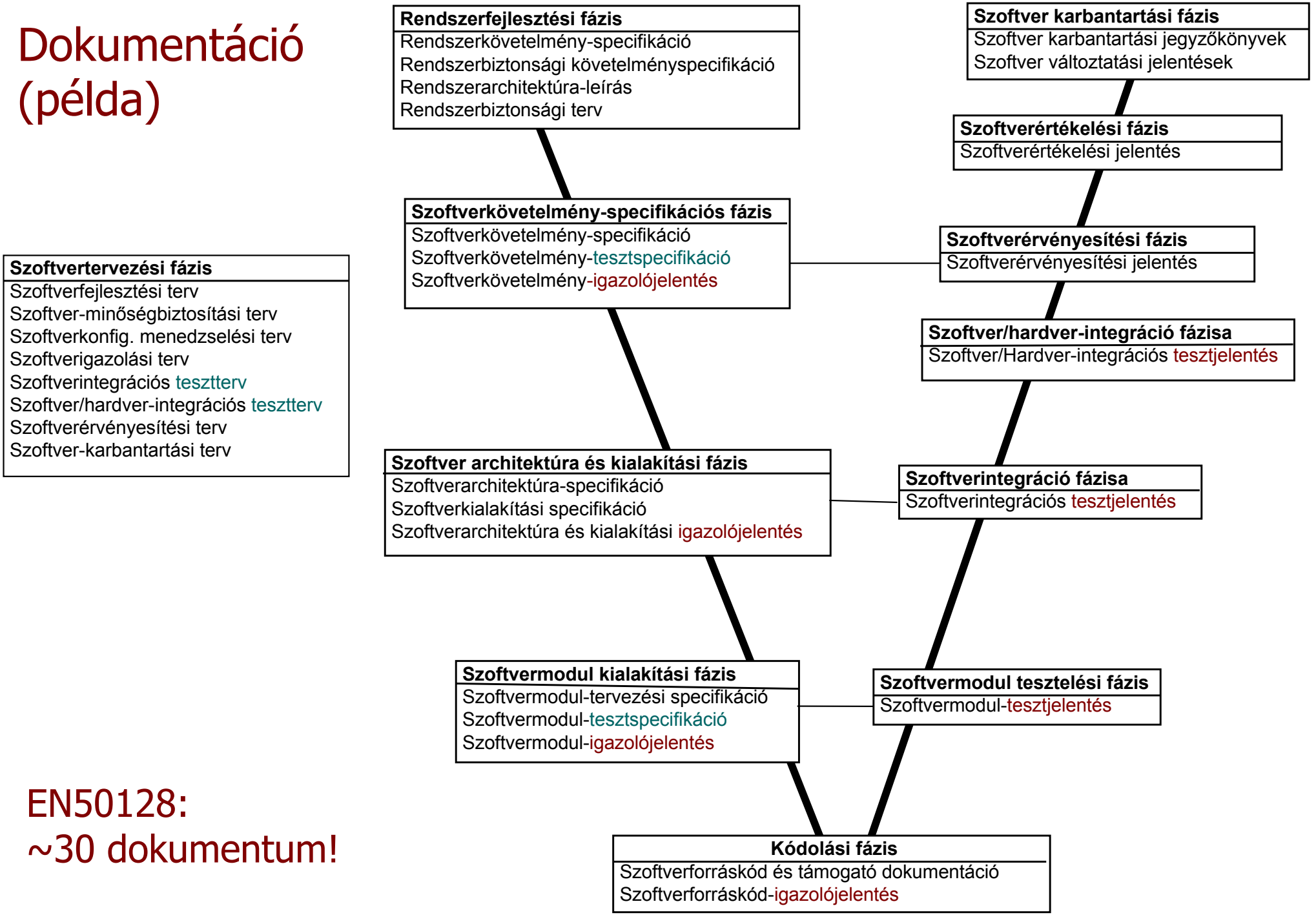
# V&V módszerek (IEC61508) – Statikus analízis



# 3. A dokumentáció követelményei

- Dokumentáció típusa
  - Átfogó
    - Pl. fejlesztési terv, verifikációs terv
  - Életciklus fázishoz kötődő
    - Pl. modul teszt jelentés, modul verifiációs jelentés
- Dokumentum keresztreferencia táblázat
  - Melyik életciklus fázishoz milyen dokumentáció
  - Melyik dokumentum melyik másikra épül
- Dokumentumok követhetősége szükséges
  - Ugyanazon terminológia, rövidítések, elnevezések
- Dokumentumok összevonhatók
  - Eredmény nem veszhet el
  - Független szereplők dokumentumai nem vonhatók össze

# Dokumentáció (példa)




EN50128:
~30 dokumentum!

# Dokumentum kereszt-referencia táblázat

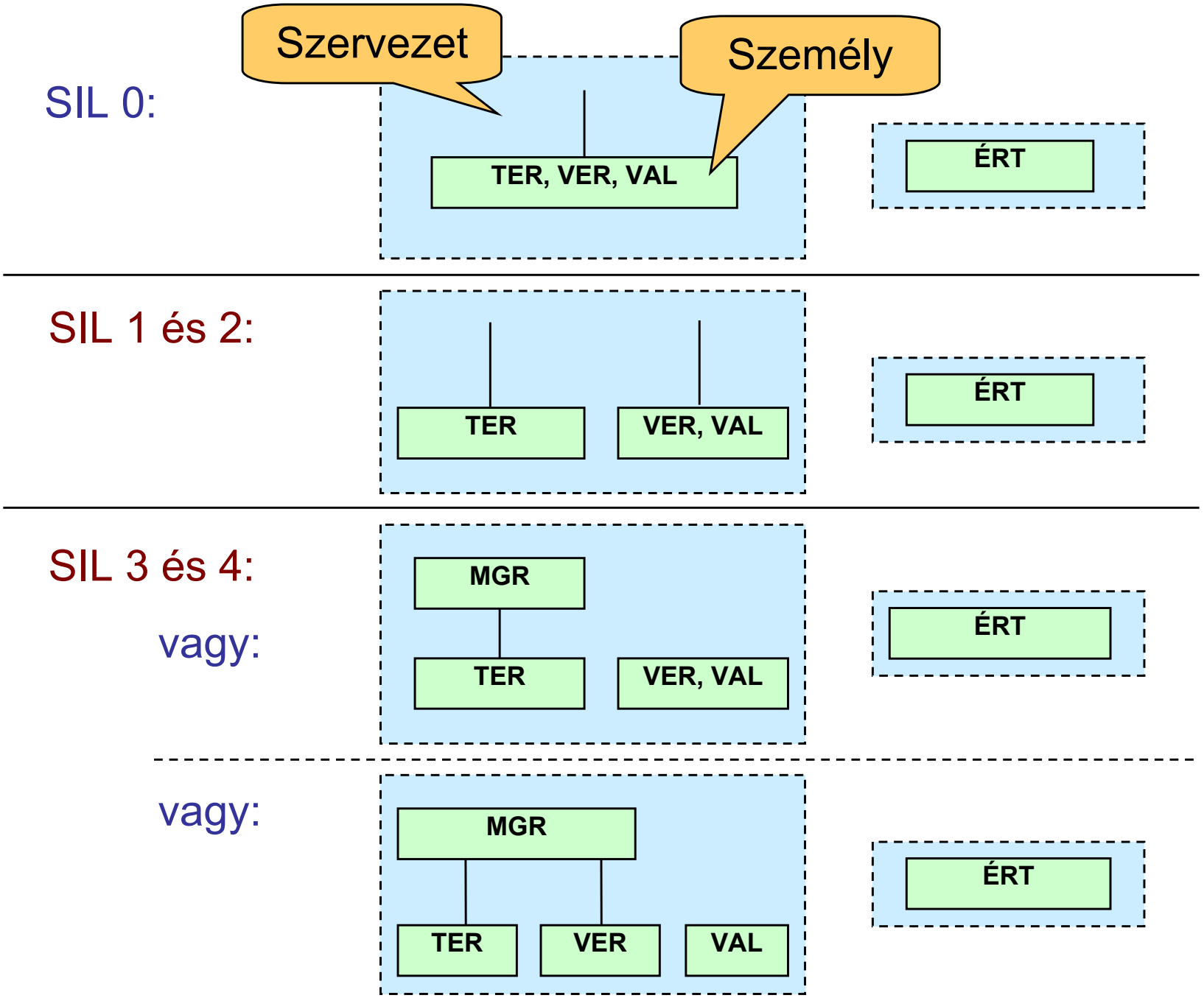
- ■ Dokumentum létrehozás
- ◆ Dokumentum felhasználása egy-egy fázisban

| cím | SRS | SA | SDD | SVer | S/H | SVal | Ass | Q | MA | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **FÁZISOK**<br>(*) = más fázisokkal párhuzamosan | | | | | | | | | | **DOKUMENTUMOK** |
| SW KÖVETELMÉNYEK | ■ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | | | Sw Követelményspecifikáció |
| | | | | | | | | | | Alkalmazási Követelmények Specifikációja |
| | ■ | | | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | | | Sw Követelmény Teszt Specifikáció |
| | | | | ■ | | | | | | Sw Követelmények Verifikációs Jelentése |
| SW KONSTRUKCIÓ KIALAKÍTÁS | | ■ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | | | Sw Architektúra Specifikáció |
| | | | ■ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | | | Sw Konstrukció specifikáció |
| | | | | ■ | | | | | | Sw Architektúra és Konstrukció Verifikációs Jelentés |
| SW MODUL KONSTRUKCIÓ KIALAKÍTÁS | | | ■ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | | | Sw Modul Konstrukció Specifikáció |
| | | | ■ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | | | Sw Modul Teszt Specifikáció |
| | | | | ■ | | | | | | Sw Modul Verifikációs Jelentés |
| KÓDOLÁS | | | ■ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | | | Sw Forráskód |
| | | | | ■ | | ◆ | ◆ | | | Sw Forráskód Verifikációs Jelentés |
| MODUL TESZTELÉS | | | ■ | ◆ | | | | | | Sw Modul Teszt Jelentés |
| SW INTERGRÁCIÓ | | | | ■ | | | | | | Sw Integráció Teszt Jelentés |
| | | | | | | | | | | Adatteszt Jelentés |
| SW/HW INTEGRÁCIÓ | | | | | ■ | | | | | Sw/Hw Integráció Teszt Jelentés |
| VALIDÁCIÓ (*) | | | | | | ■ | | | | Sw Validációs Jelentés |

# 4. Szervezeti rend

- Minőségi illetve biztonsági szervezet létrehozása: a biztonságmenedzselés bizonyítása
  - ISO 9001 vonatkozó részeinek alkalmazása
  - Konfigurációmenedzselés
- Képzettség (alkalmasság) igazolása
- Szereplők:
  - Tervező (elemző, tervező, kódoló, unit tesztelő) TER
  - Verifikátor (igazoló) VER
  - Validátor (érvényesítő) VAL
  - Értékelő (független felülvizsgáló) ÉRT
  - Projekt menedzser MGR
  - Minőségbiztosítási felelős MIN

# Minimális függetlenség követelményei



# Miről volt szó?

- Motiváció
  - Milyen minőségi igények vannak a szoftverrel szemben, és mit tud ma a szoftveripar?
  - Miért olyan nagy a szoftver ellenőrzési technikák jelentősége?
- A verifikáció és validáció technikái (áttekintés)
  - Milyen tipikus technikák vannak?
- Fejlesztési életciklus modellek
  - Milyen szerepet kapnak a tipikus technikák az egyes fejlesztési folyamatokban?
- Fejlesztési szabványok szerepe
  - Hogyan valósul meg a szisztematikus ellenőrzés?