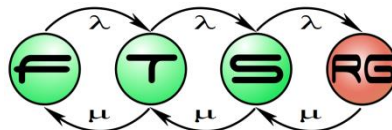


Informatikai rendszertervezés

Dr. Micskei Zoltán

(Dr. Varró Dániel fóliái alapján)

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Hibatűrő Rendszerek Kutatócsoport



A tárgy kontextusa

Előzmények

- Rendszermodellezés

Rendszertervezés
BSc specializáció

- Informatikai rendszertervezés
- Ipari informatika

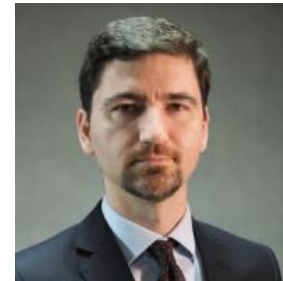
MSc szakirány
Kritikus rendszerek

- Modellalapú rendszertervezés
- Szoftver- és rendszerellenőrzés
- Kiber-fizikai rendszerek

A tárgy oktatói

■ Előadók

- Dr. Bergmann Gábor
- Dr. Horváth Ákos
- Dr. Micskei Zoltán
- Molnár Vince
- Vörös András



- Gyakorlat / házi feladat: demonstrátorok

Tárgykövetelmények

- Házi feladat:
 - Rendszertervezési feladat 3 fős csapatoknak
 - Végső jegy 50%-a (!)
 - Formátum
 - 6 részfeladat, két blokkban, két határidőre
 - „Előhatáridő” – a leadott feladatokra előzetes visszajelzés
 - Vezető ipari tervezőeszköz használata (MagicDraw)
- Írásbeli vizsga
 - Elméleti kiskérdések és gyakorlati feladatok

Határidők, fontosabb dátumok

- HF csapatalakítás: most, első héten!
- Beadási határidők, 1. blokk
 - HF1 előhatáridő: 3. hét
 - HF2 előhatáridő: 5. hét
 - HF1+2+3 határidő: 7. hét
- Beadási határidők, 2. blokk
 - HF4 előhatáridő: 10. hét
 - HF5 előhatáridő: 12.hét
 - HF4+5+6 határidő: 14. hét
- Pótlás: egy héttel az eredmény utánig

Weboldalak

■ <https://inf.mit.bme.hu/edu/courses/rete>

- Hírek, naptár
- Segédanyagok
- HF feladatok

Hibatűrő Rendszerek Kutatócsoport
Mérésleltétel és Információs Rendszerek Tanszék

Kezdőlap Események Oktatás Kutatás Hallgatóink sikerei Magunkról

Oktatás

- Specializációválasztás
- BSc tárgyak (Új képzés)
 - Rendszermodellelés
 - Rendszermodellelés (német)
- Informatikai rendszertervezés
 - Hírek
 - Segédanyagok
 - Házi feladat
 - Vizsga
 - Záróvizsga
 - Rendszertervezés lab 1
 - Rendszertervezés lab 2
 - Skalmái gyakorlat
 - MSc tárgyak (Új képzés)
 - Onálló munka
 - Választható tárgyak
 - Doktori tárgyak
 - Korábbi tárgyak

Mérésleltétel és Információs Rendszerek Tanszék

Mérésleltétel és Információs Rendszerek Tanszék - Segédanyagok - Mérésleltétel és Információs Rendszerek Tanszék - Hírek - Informatikai rendszertervezés

Informatikai rendszertervezés

Megtekintés Szerkesztés

Tárgylefelelős: Varró Dániel Oktatók: Horváth Ákos Micskei Zoltán Imre Molnár Vince Vörös András Korábbi oktatók: Búr Márton Debreceni Csaba Majzik István Nagy András Szabolcs
Tárgy adatlap: <http://www.vik.mit.bme.hu/kepzes/targyak/VIMAC01>

Célkitűzés

A tárgy célkitűzése, hogy bemutassa a modellalapú rendszertervezés alapvető folyamatait és eszközeit. Ismerteti a specifikáció- és követelménymodellelés alapjait, a funkcionális és extrafunkcionális nézőpontokat integráló modellalkotást, a platform/infrastruktúra modellezést, a modellalapú telepítést, a verifikáció és validáció folyamatait és technikáit (pl. statikus analízis, tesztesítés), valamint az automatikus modelltranszformációk és kódgenerátorok szerepét (teszt-, kódkövetés-, konfiguráció-, telepítési leíró, dokumentáció-, monitor-generálás). A tárgy alkalmazási példáit az üzleti rendszerek, illetve az intelligens komponensek integrációján alapuló beágyazott rendszerek területéről veszi.

Felépítés

A tantárgy 6+1 blokkra van felosztva. Az első hat blokk blokkonként két előadásból és egy paper alapú gyakorlatból áll. Az utolsó blokkban csak előadások lesznek kapcsolódó témákban.

1 Rendszertervezési alának és követelménymodellelés

■ <http://q2a.inf.mit.bme.hu/questions/rete>

- Technikai kérdések
- HF segítség

Recent questions and answers in Rendszertervezés

▲ 0 ▼ votes	1 answer	Trigger cannot be empty!	answered Apr 30 in Rendszertervezés by dkmsu (510 points)
▲ +1 ▼ vote	1 answer	4. HáziTopEvent FTA üres emailt küld.	answered Dec 9, 2017 in Rendszertervezés by btimi (113 points)
▲ 0 ▼ votes	0 answers	4. házi: voter evaluation	asked Nov 9, 2017 in Rendszertervezés by qxe35v (22 points)

rete hf4

■ [YouTube csatorna](#): HF eszköz használata

MOTIVÁCIÓ

Miért van szükség rendszertervezésre?

Hol fontos a rendszertervezés?



Járműipar, közlekedés, űripar, orvosi eszközök, robotika, nukleáris technológia, ipari rendszerek, gyártás...

Continental



PROLAN

NATIONAL INSTRUMENTS

ThyssenKrupp



BOSCH



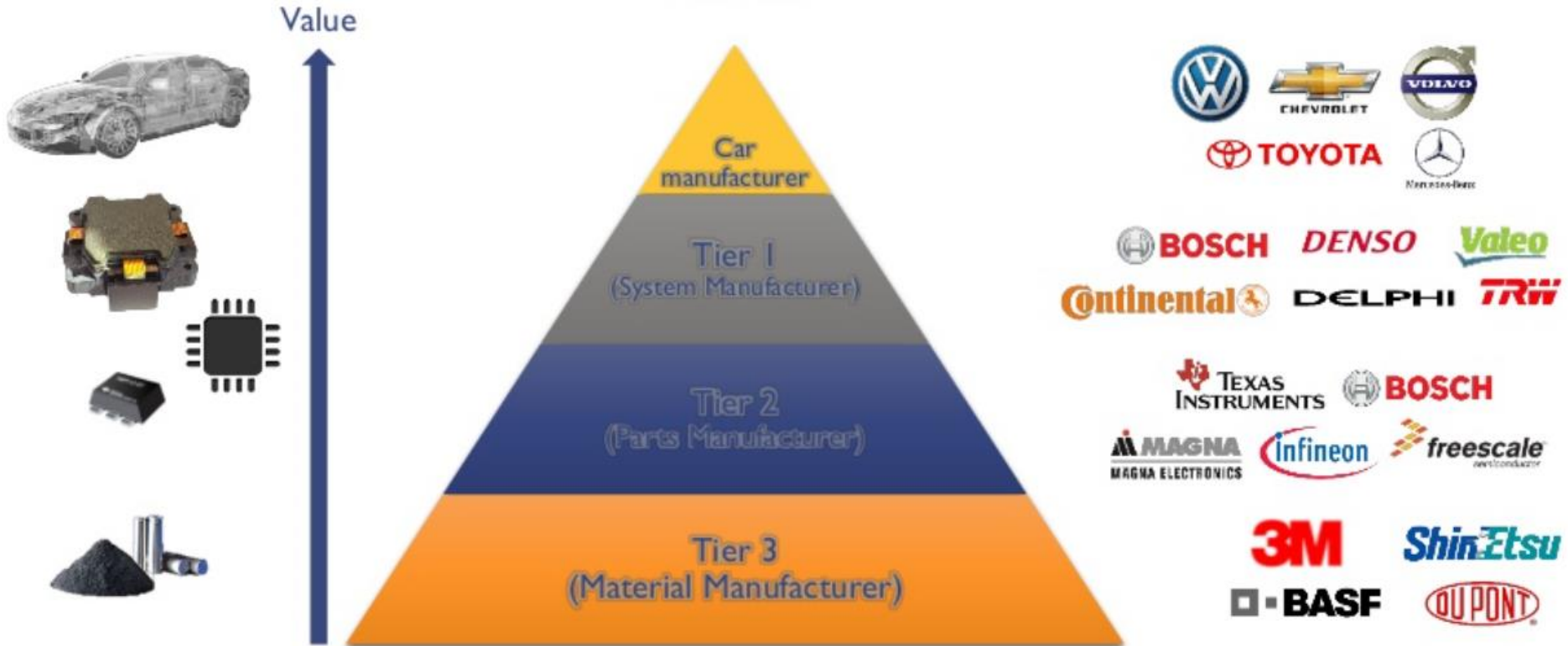
KNORR-BREMSE

Egy mai modern autóban...



- ~20 ezer kis alkatrész
- ~1000 főbb komponens
- Több száz beszállító

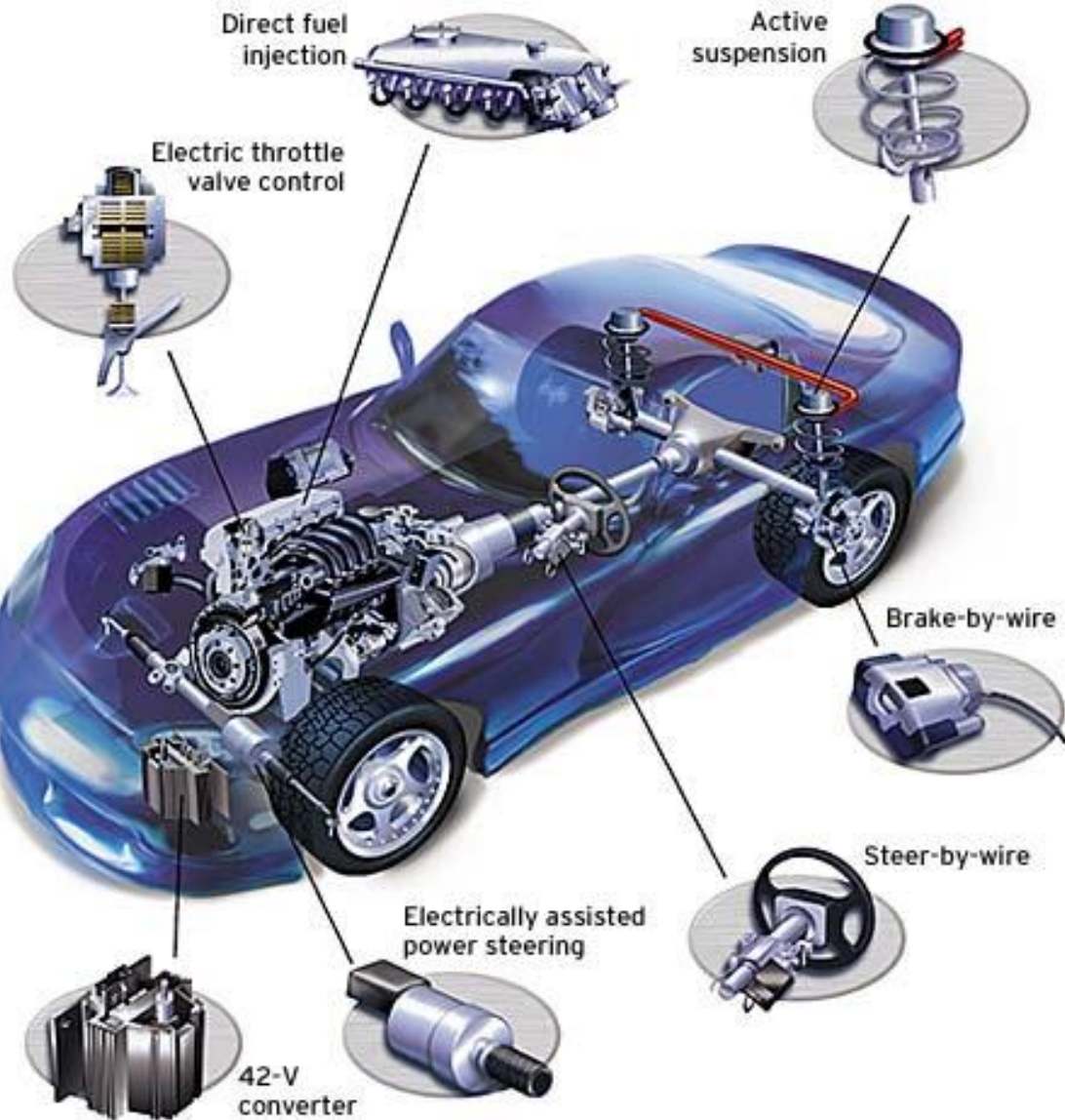
Egy mai modern autóban...



Autógyártó feladata

- Követelmények megadása
- Komponensek integrálása

Egy mai modern autóban...



Drive-by-wire: Nincs mechanikus kapcsolat

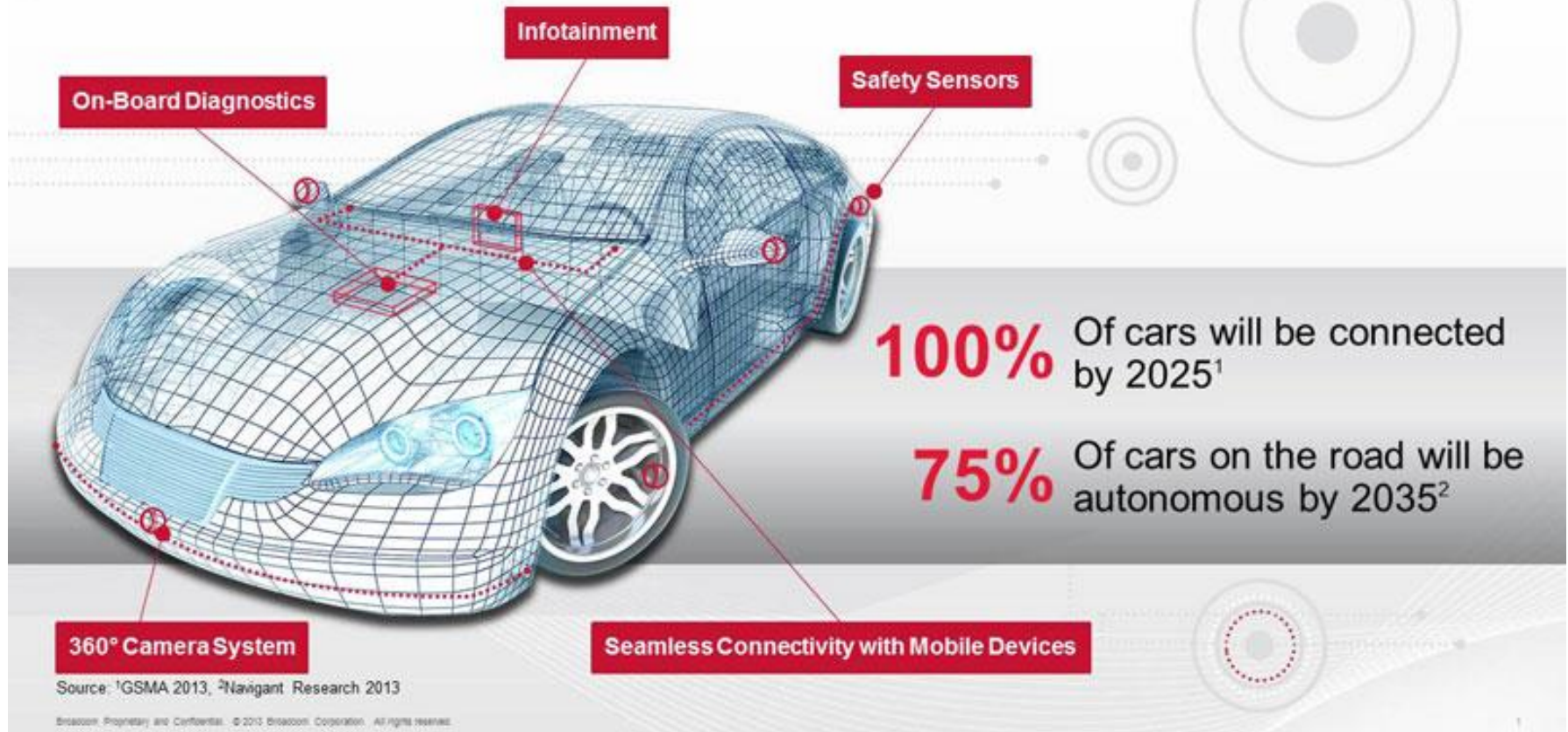
- Kormánykerék ⇔ kormányzott kerék
- Fékpedál ⇔ fékbetétek
- Gázpedál ⇔ motor

Van viszont helyette

- 50-100 vezérlőegység (ECU)
- 5-7 busz
- 100 millió sornyi forráskód
- 80 millió autó / év

... és a jövő autójában

THE CONNECTED CAR



Kiber-fizikai rendszerek

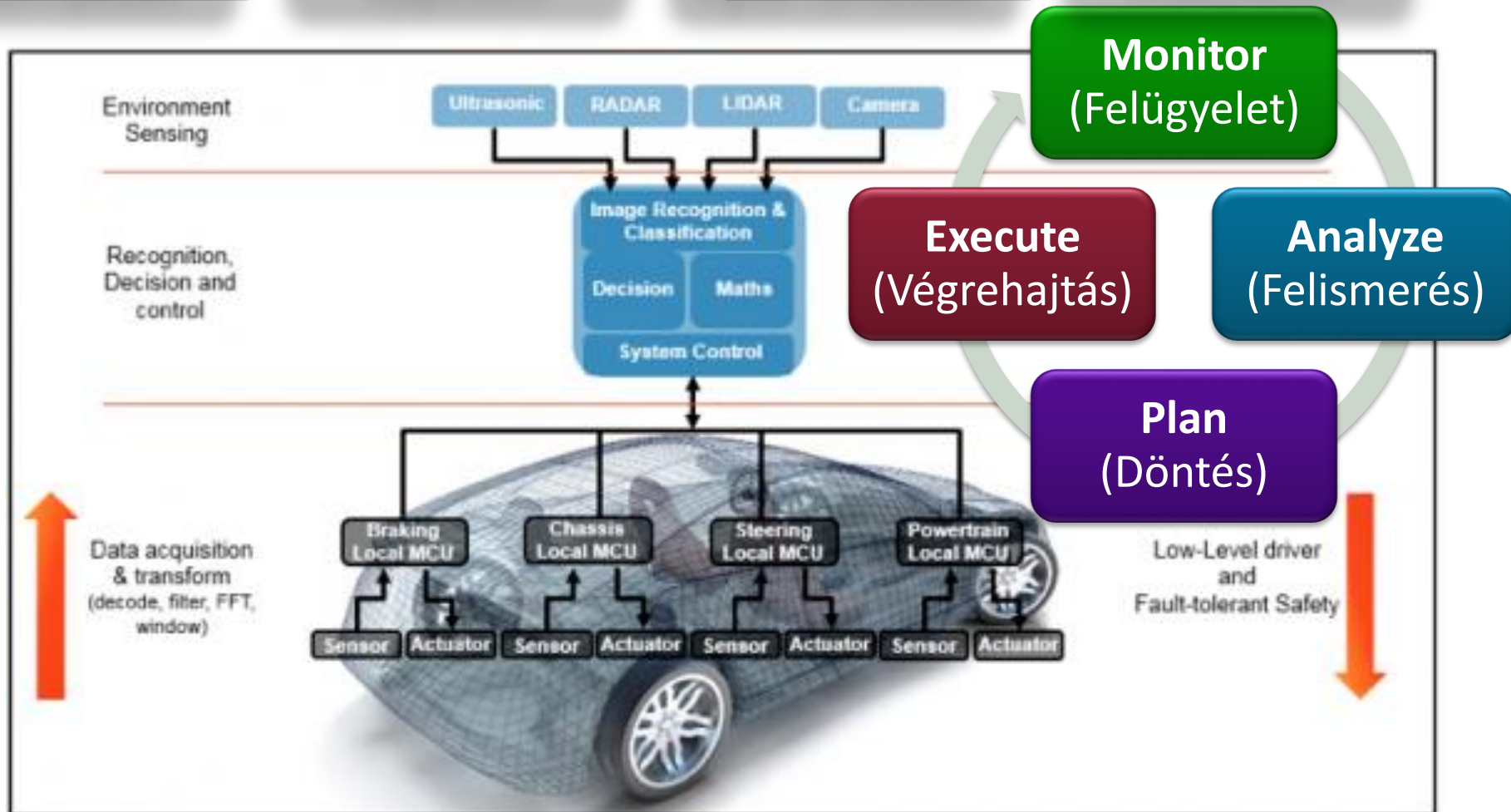
... és a jövő autójában

Változó fizikai környezet

Hálózatba kapcsolt

Dinamikus nyílt rendszer

Biztonságos működés?



MODELLEK A RENDSZERTERVEZÉSBEN

Hol és miért használunk modelleket?

Különböző absztrakciós szinteken...

Rendszer

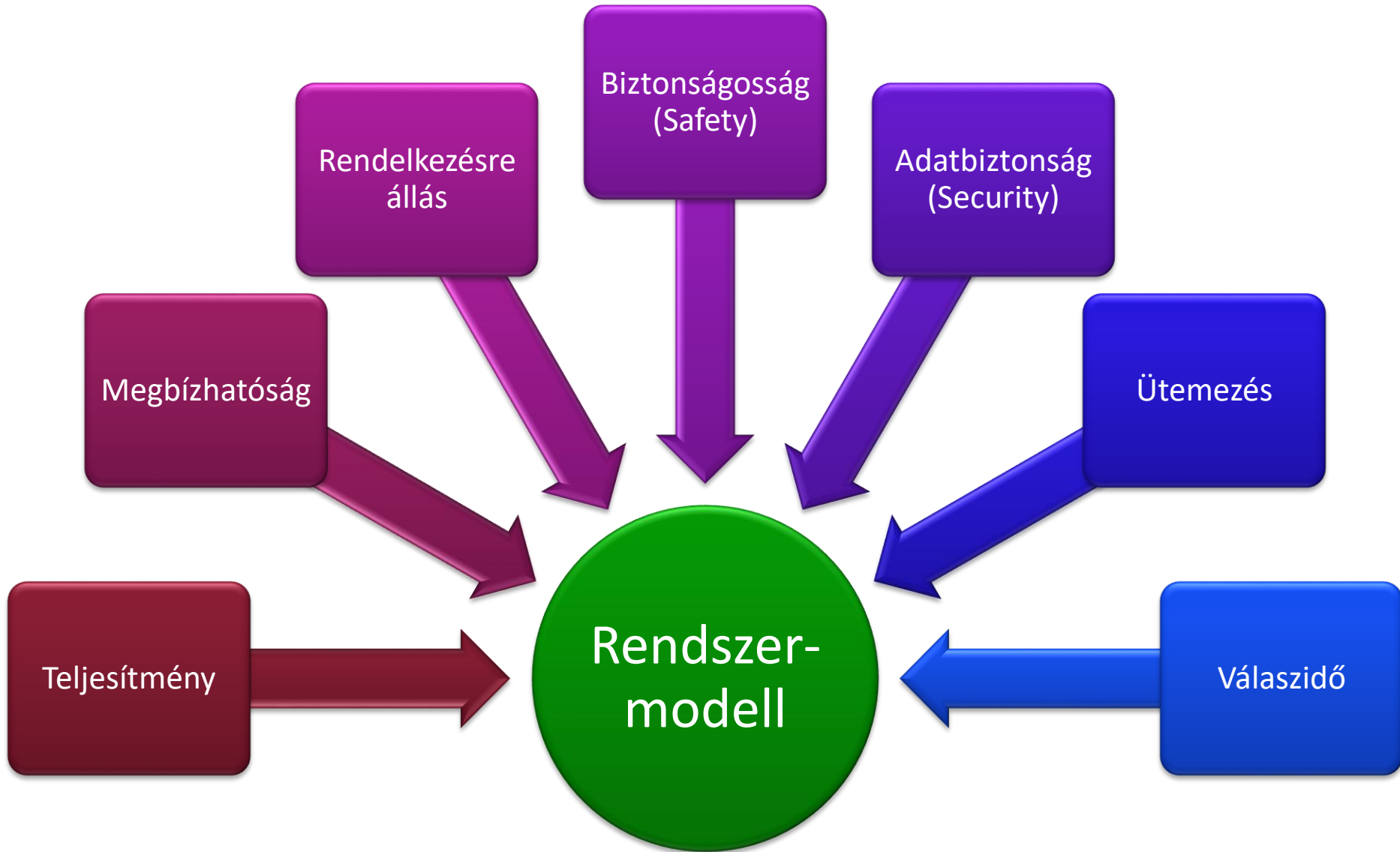
Architektúra

Komponens

Különböző tervezési fázisokban...



Többféle nézőpontból...



Többféle célból...

Statikus
modellezés

Dinamikus
modellezés

Tervezési
folyamat

Tervezési-
bejárás,
Optimalizáció

Architektúra-
tervezés

Platform-
modellezés

Allokáció,
Telepítés

Tesztelés,
V&V

Szimuláció

Kódgenerálás

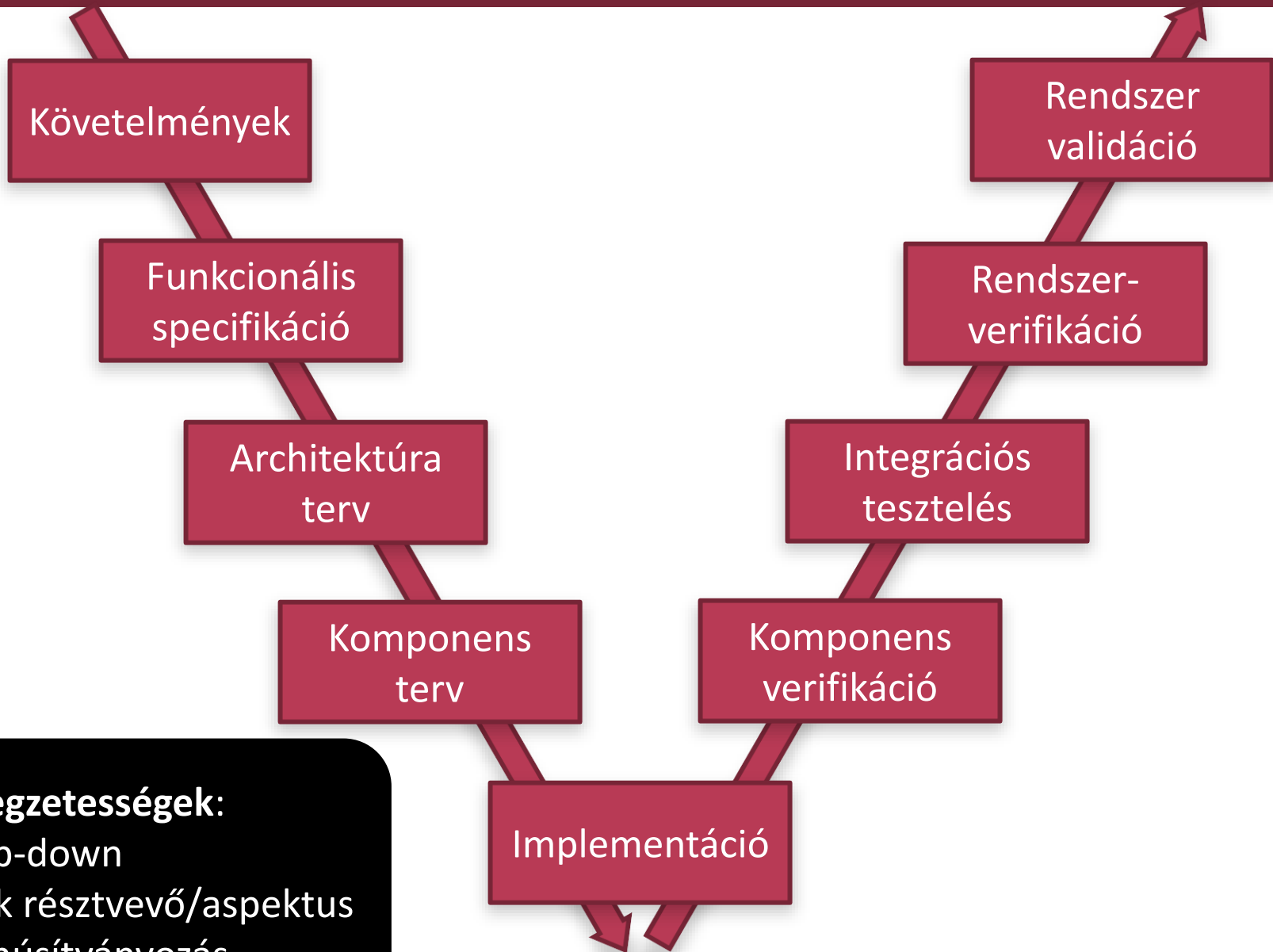
Dokumentáció-
generálás

Fizikai és
mérnöki
modellek

A RENDSZERTERVEZÉS FOLYAMATA

Milyen tipikus lépésekből áll a rendszertervezés?

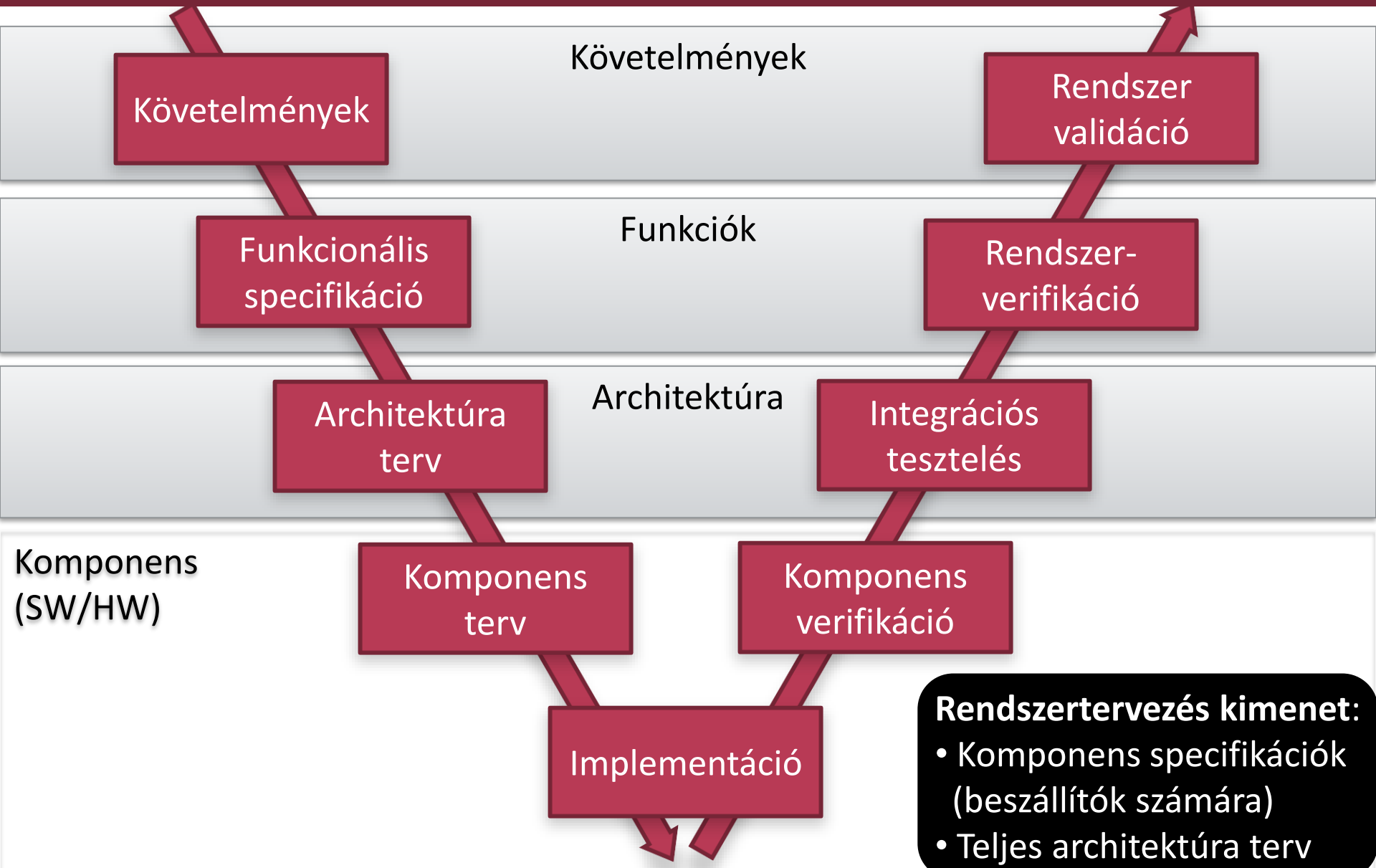
V-modell: Kritikus rendszerek



Jellegzetességek:

- Top-down
- Sok résztvevő/aspektus
- Tanúsítványozás

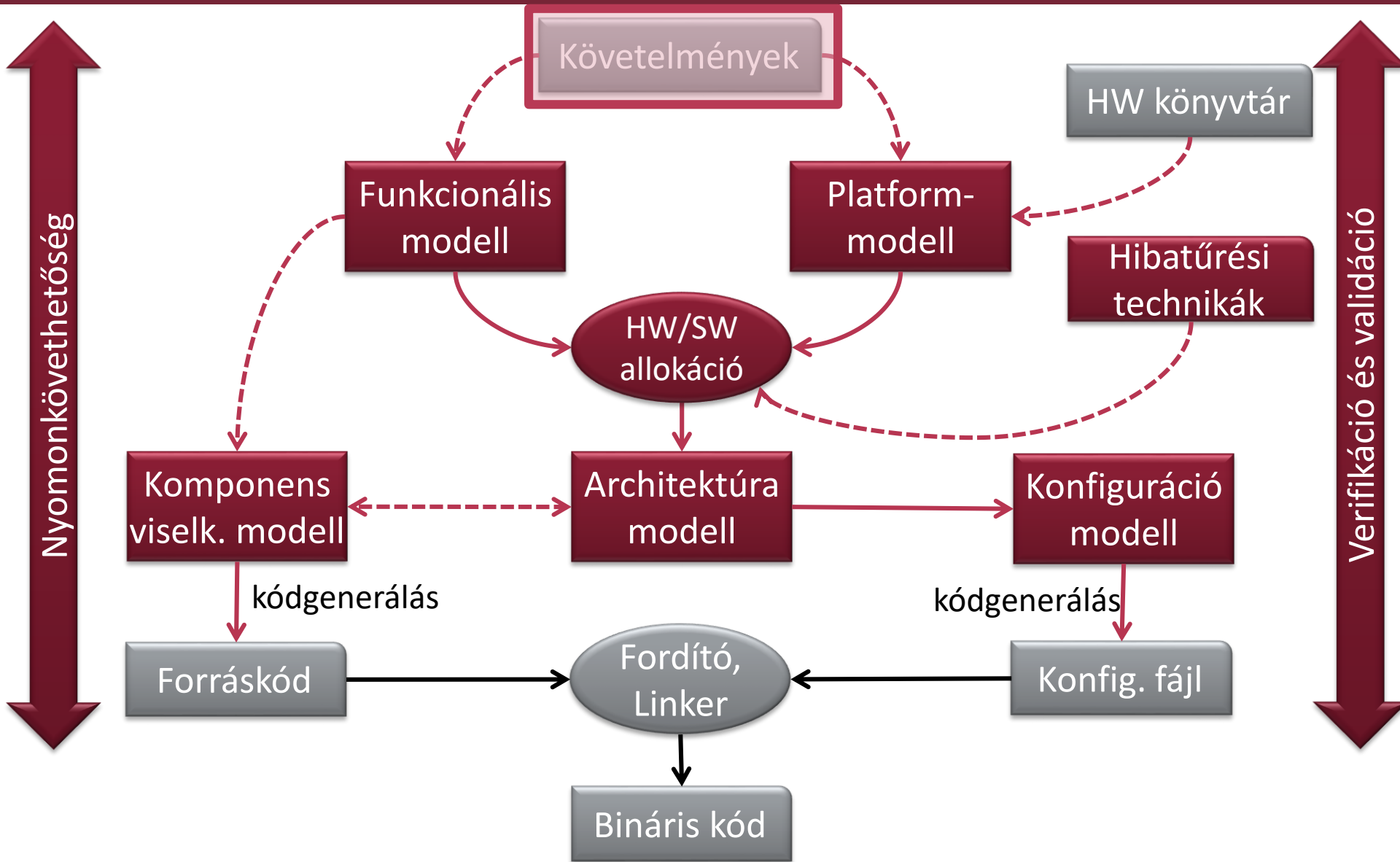
A rendszertervezés feladata



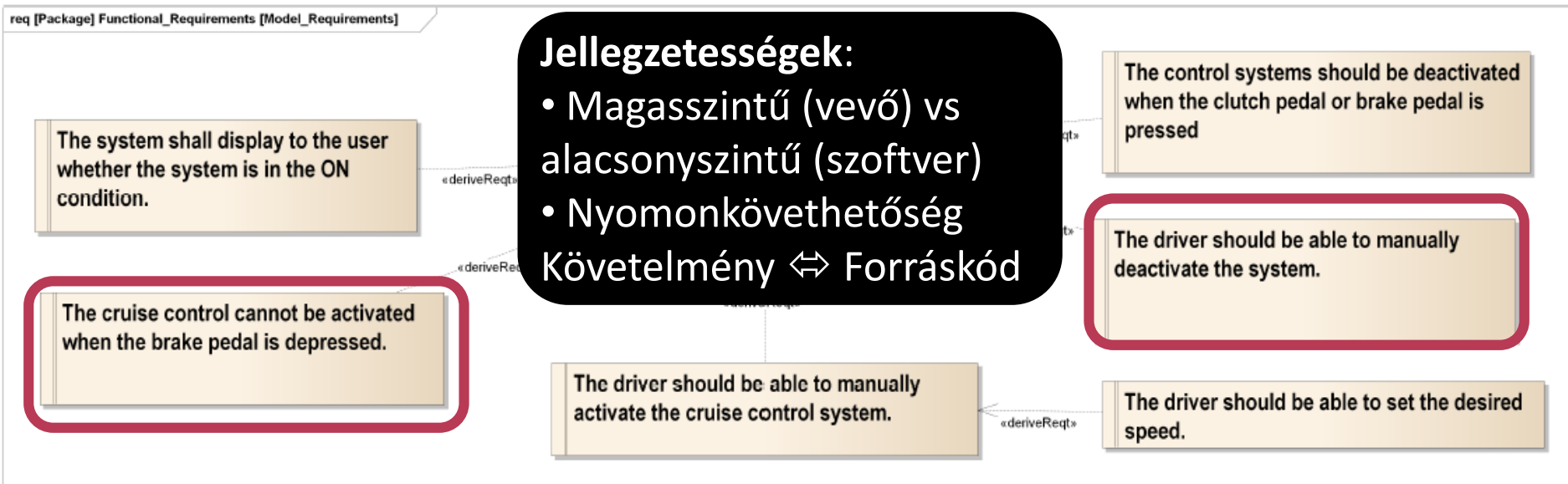
Rendszertervezés kimenet:

- Komponens specifikációk (beszállítók számára)
- Teljes architektúra terv

Platform-alapú rendszertervezés



Követelmények



Példa

- A vezető kézzel kikapcsolhatja a tempomatot.
- A tempomat nem aktiválható, ha a fékpedál le van nyomva.

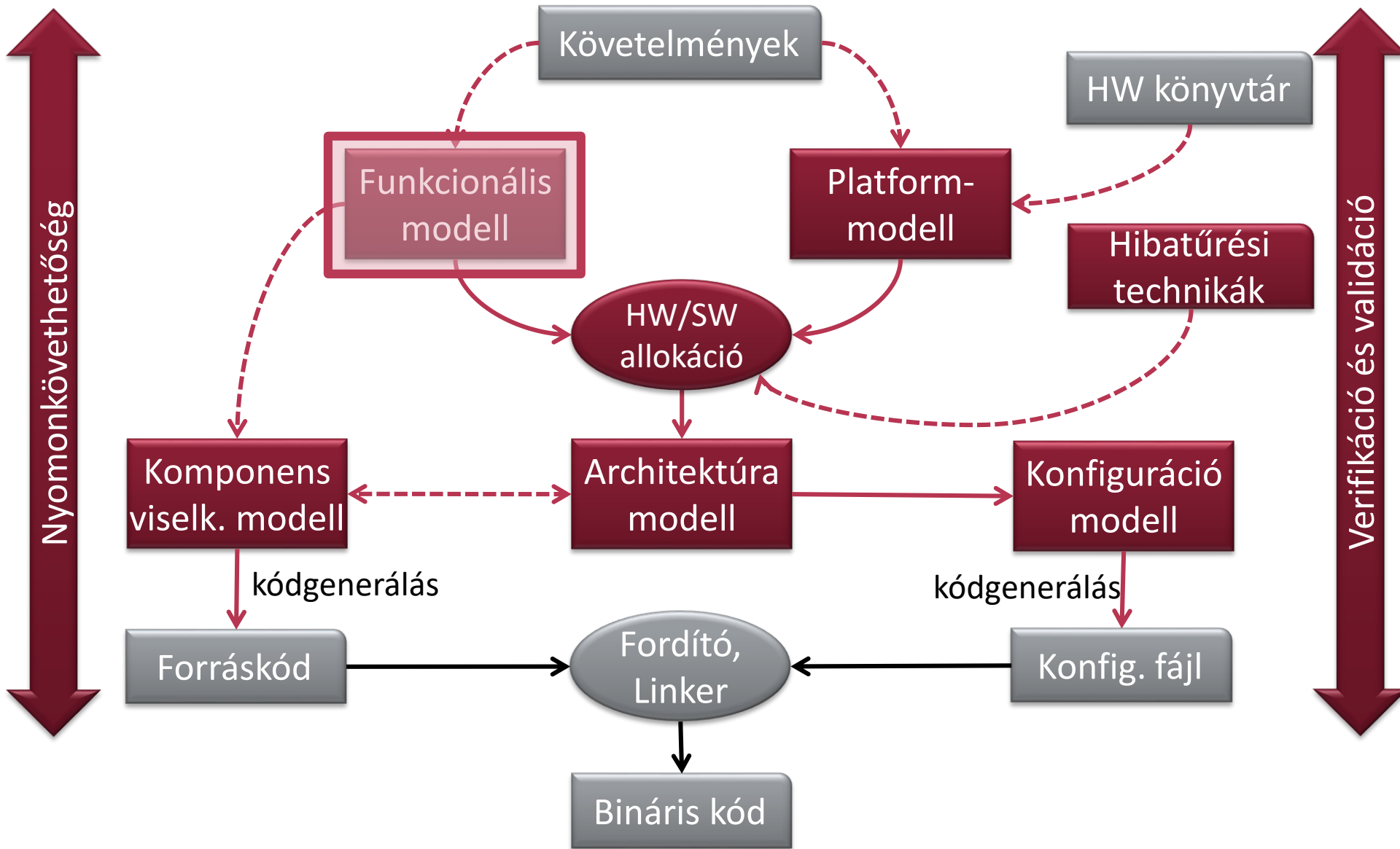
■ REMO:

- Követelmények modellezése
- Funkcionális / nemfunkcionális
- Finomítás / Konfliktus

■ RETE (UML / SysML):

- Requirements diagram
- Use case diagram

Platform-alapú rendszertervezés



Funkcionális specifikáció

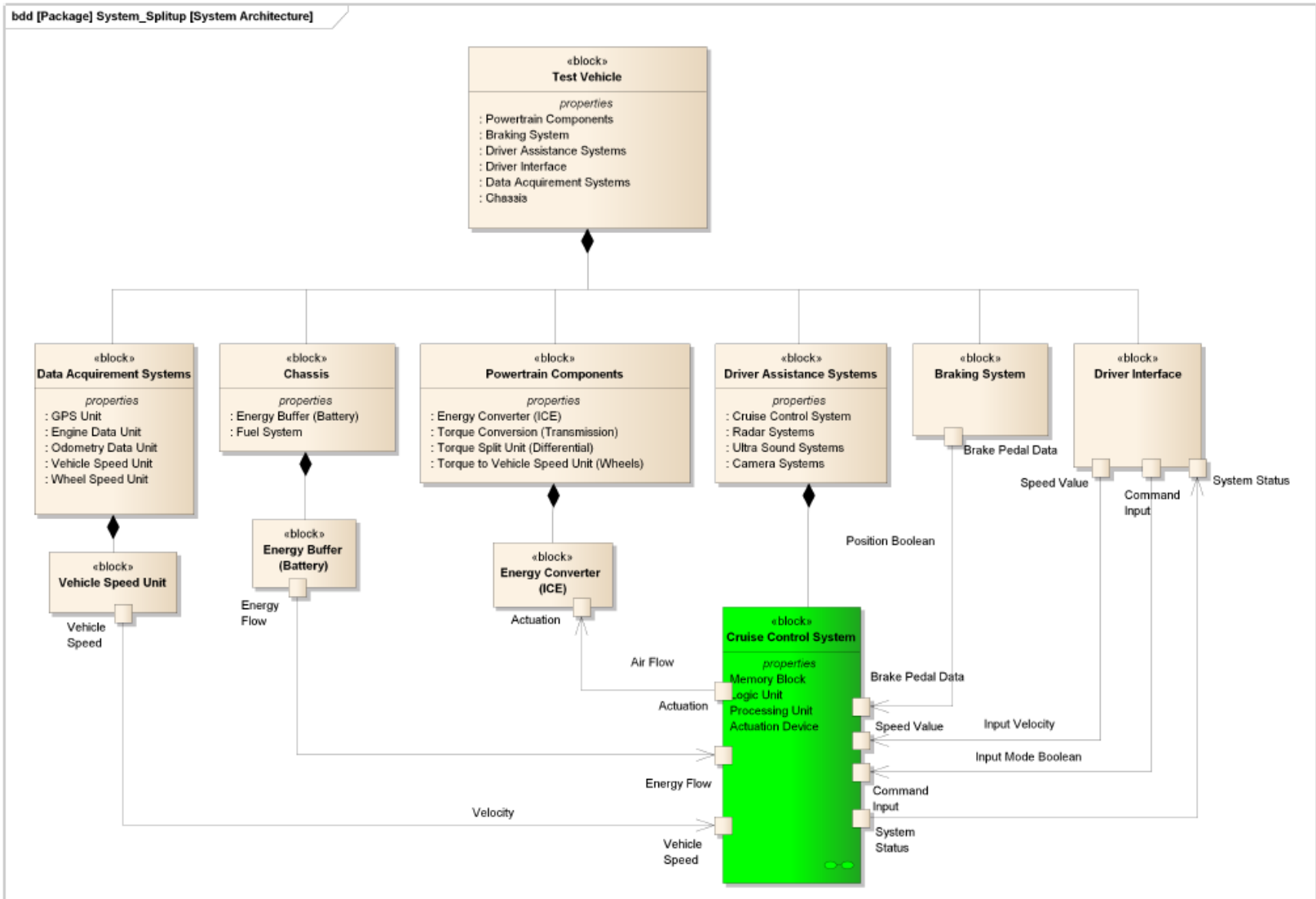
- 1 Adaptive Cruise Control
- 2 Electronic Brake System MK60E
- 3 Sensor Cluster
- 4 Gateway Data Transmitter
- 5 Force Feedback
Accelerator Pedal
- 6 Door Control Unit
- 7 Sunroof
Control Unit

Funkcionális specifikáció =
Funkciók / szolgáltatások +
interfészek + kapcsolatok +
+ kapcsolódó követelmények

- 8 Reversible Seatbelt
Pretensioner
- 9 Seat Control Unit
- 10 Brakes
- 11 Closing Velocity Sensor
- 12 Side Satellites
- 13 Upfront Sensor
- 14 Airbag Control Unit

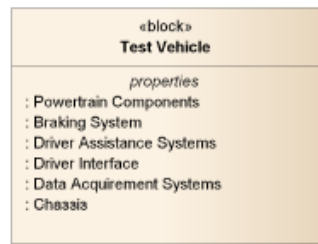


Példa: Funkcionális specifikáció



Példa: Funkcionális specifikáció

bdd [Package] System_Splitup [System Architecture]



■ Tempomat bemenete:

- Aktuális sebesség
- Elvárt sebesség
- Fékpedál állapota
- Vezető parancsa
- Energia

■ Tempomat kimenete:

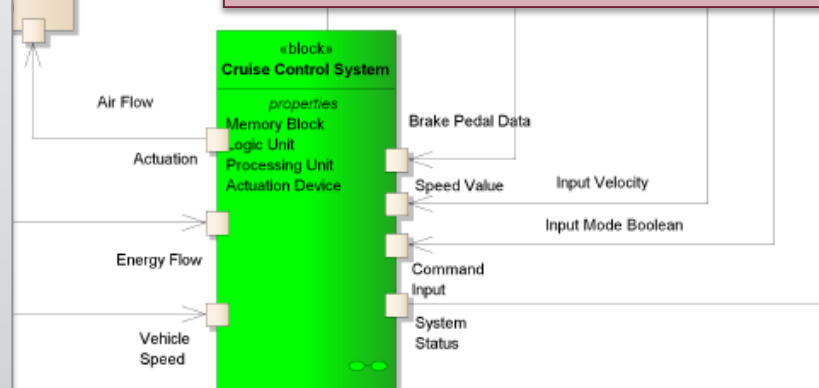
- Vezérlőjel
- Tempomat ki/be

■ REMO:

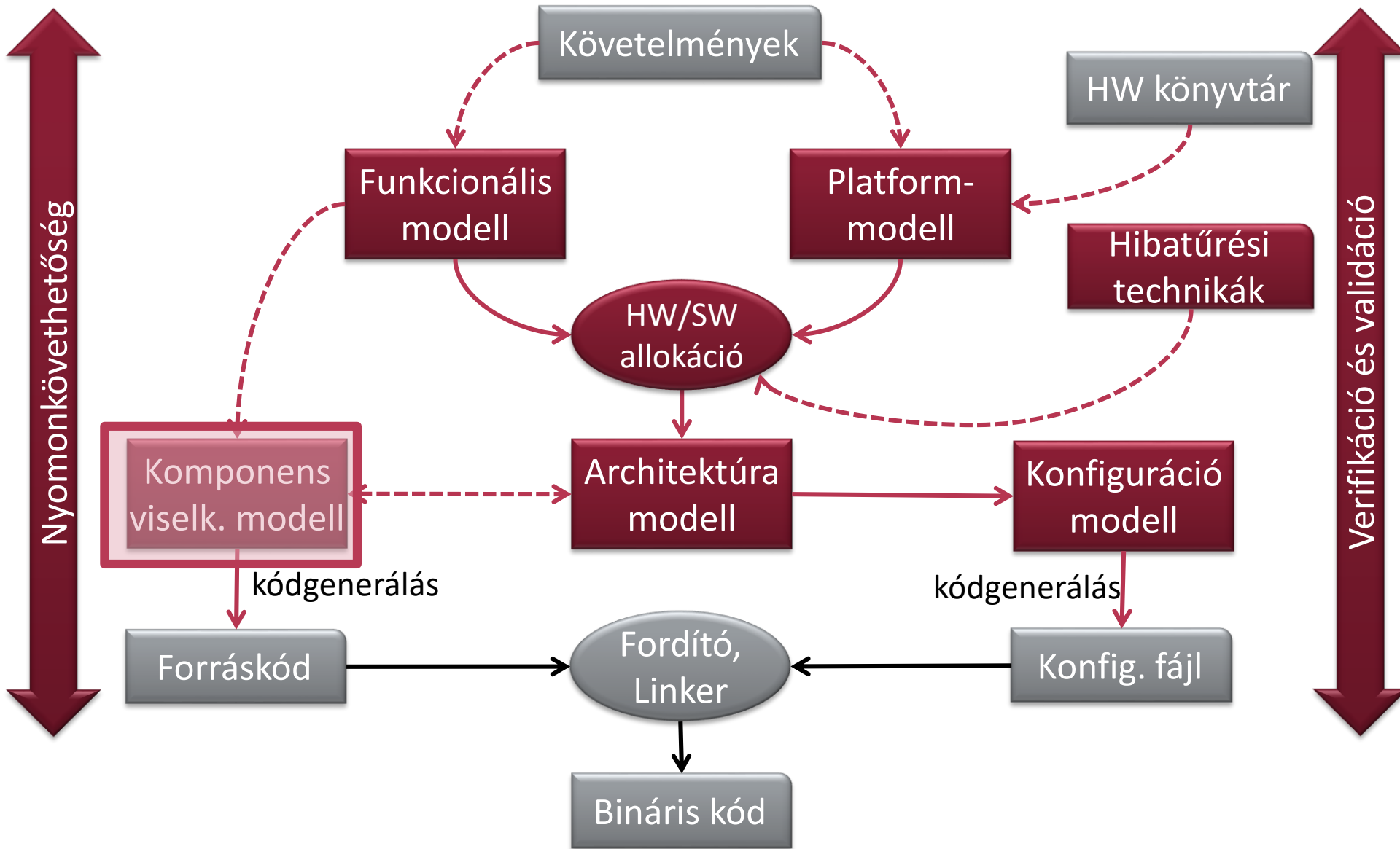
- Funkcionális dekompozíció
- Strukturális modellek (pl. példány- és típusgráf)

■ RETE (SysML/UML):

- Osztály diagram
- Komponens diagram
- (Internal) Block diagram



Platform-alapú rendszertervezés

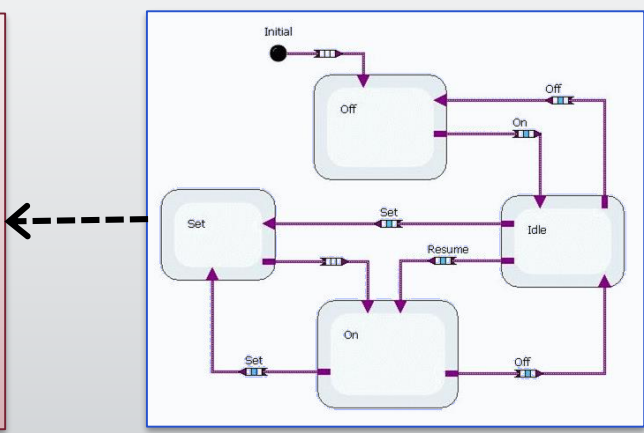
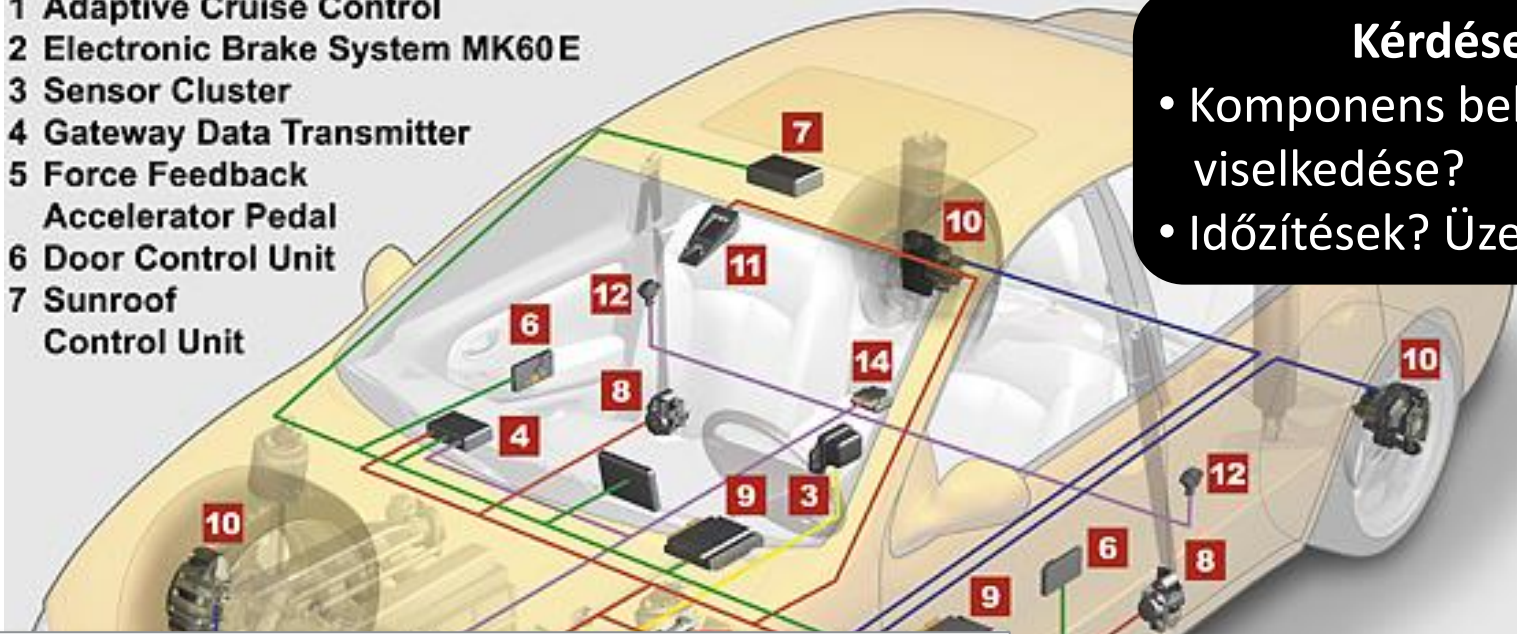


Komponens terv

- 1 Adaptive Cruise Control
- 2 Electronic Brake System MK60 E
- 3 Sensor Cluster
- 4 Gateway Data Transmitter
- 5 Force Feedback Accelerator Pedal
- 6 Door Control Unit
- 7 Sunroof Control Unit

Kérdések:

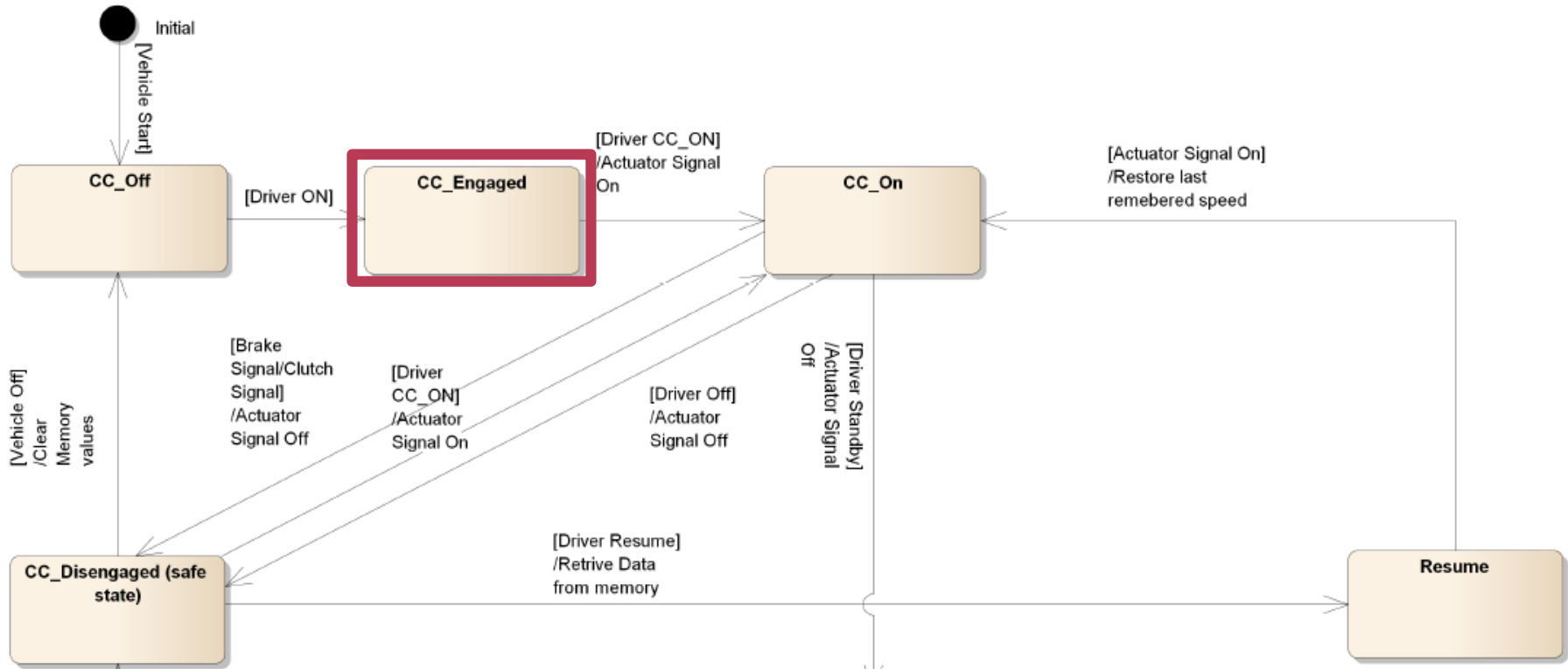
- Komponens belső viselkedése?
- Időzítések? Üzenetküldés?



- 8 Reversible Seatbelt Pretensioner
- 9 Seat Control Unit
- 10 Brakes
- 11 Closing Velocity Sensor
- 12 Side Satellites
- 13 Upfront Sensor
- 14 Airbag Control Unit

Példa: Komponens belső viselkedés

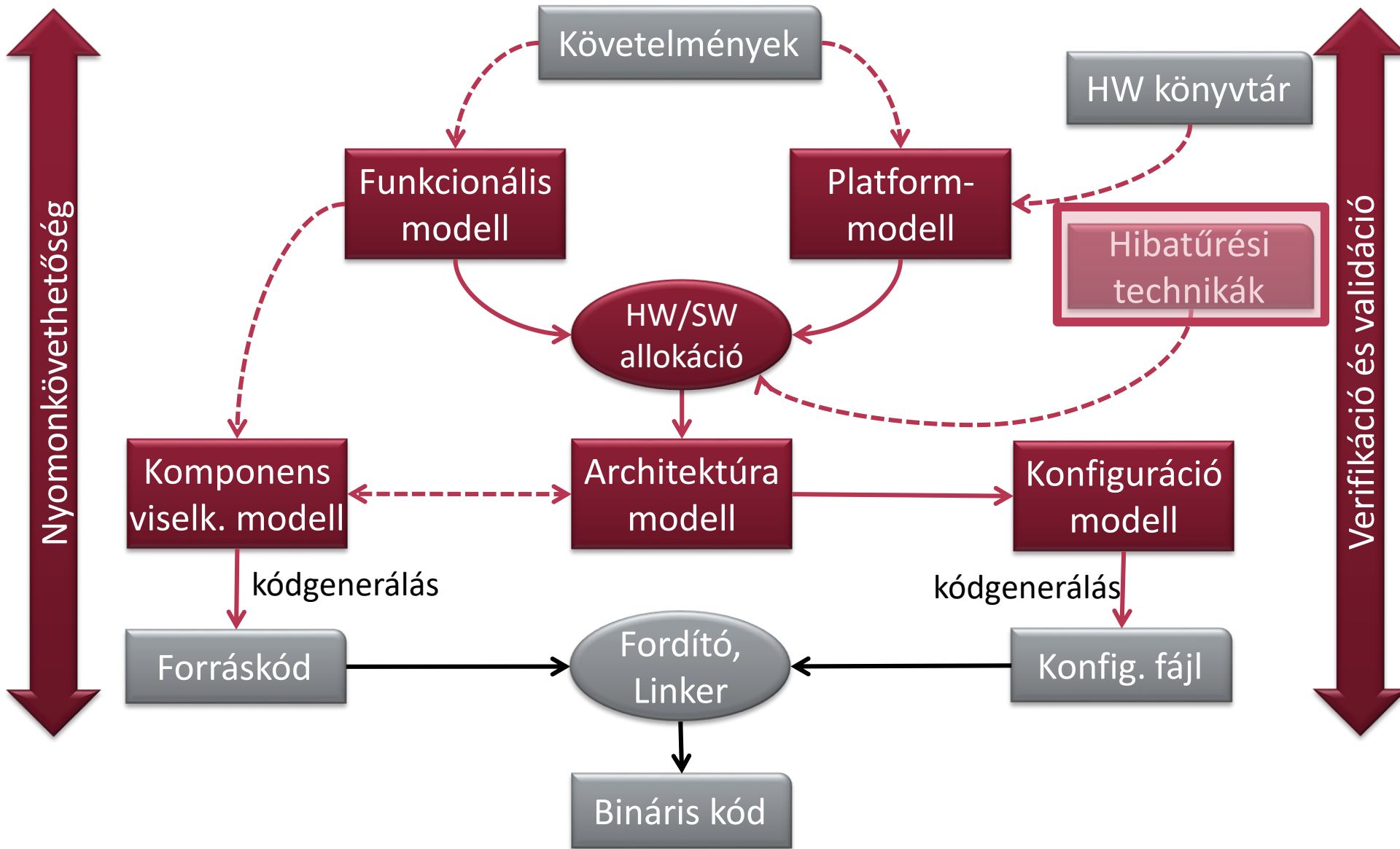
stm [StateMachine] StateMachine [StateMachine]



- CC_Engaged állapotban
 - Driver_CC_ON üzenet hatására
 - Actuator Signal_On akció
 - CC_On állapotba lépés

- REMO:
 - Állapotgép (Statechart)
 - Folyamatmodell (Activity)
- RETE (UML/SysML)
 - Statechart, Activity diagram
 - Sequence diagram

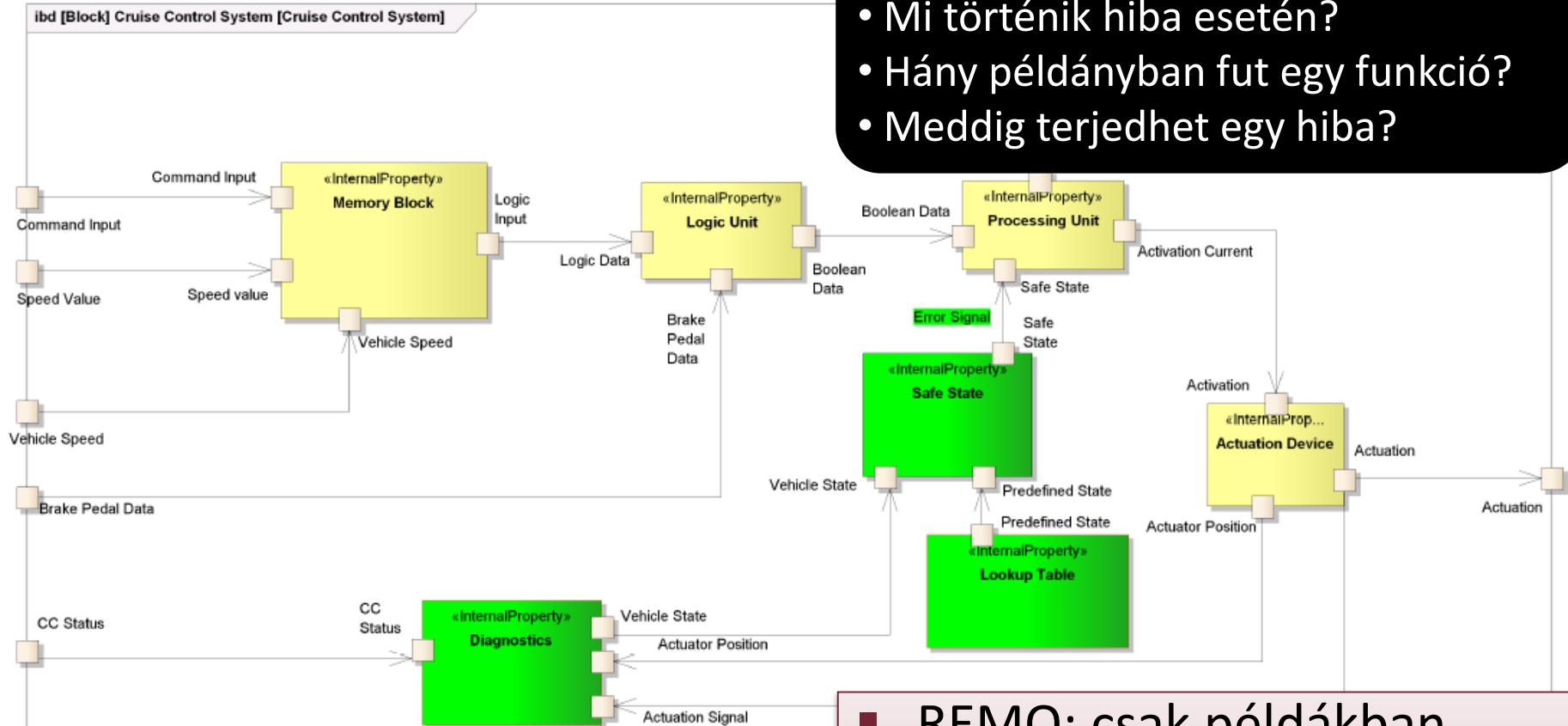
Platform-alapú rendszertervezés



Biztonságra tervezés / Hibatűrés

Kérdések:

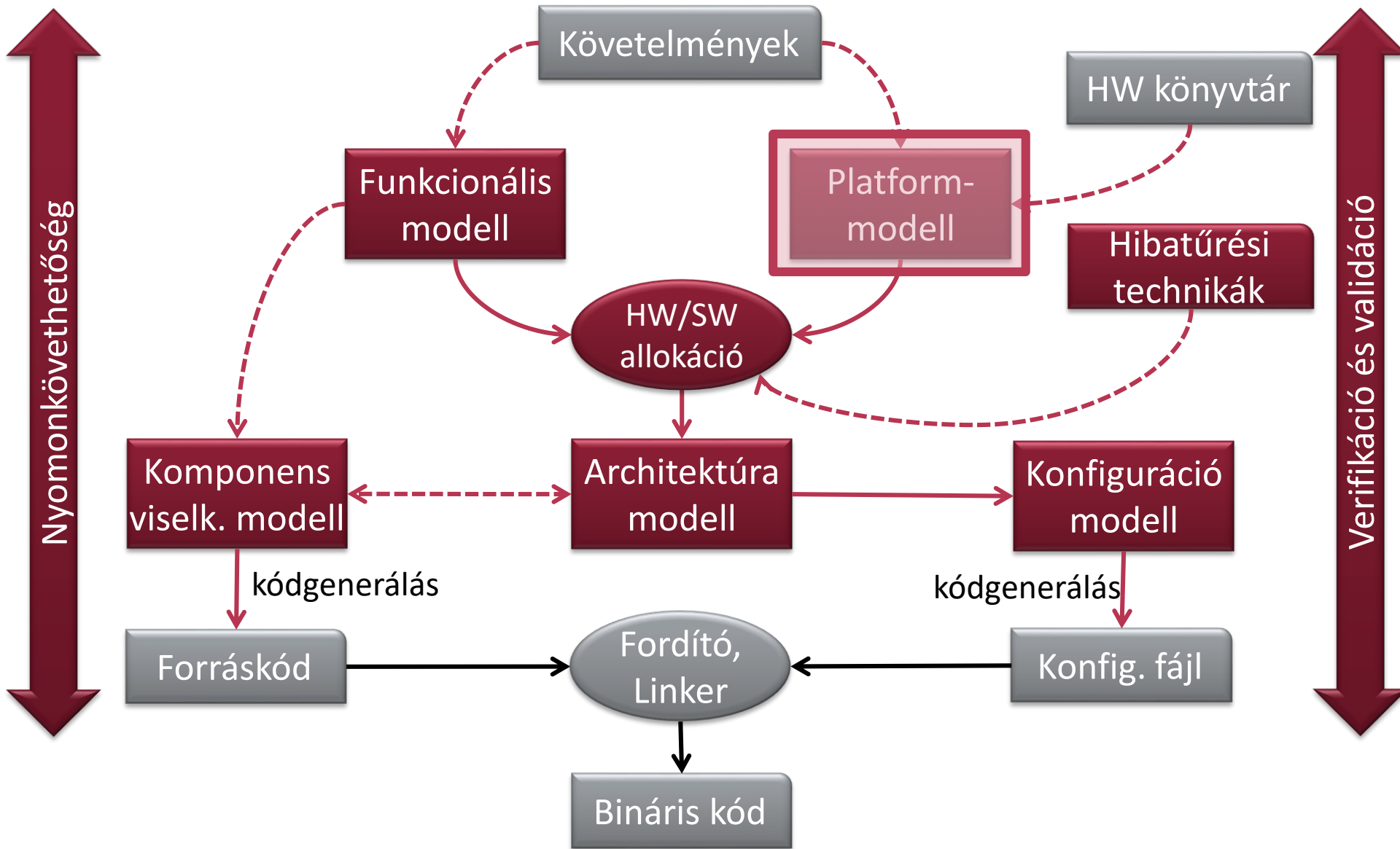
- Mi történik hiba esetén?
- Hány példányban fut egy funkció?
- Meddig terjedhet egy hiba?



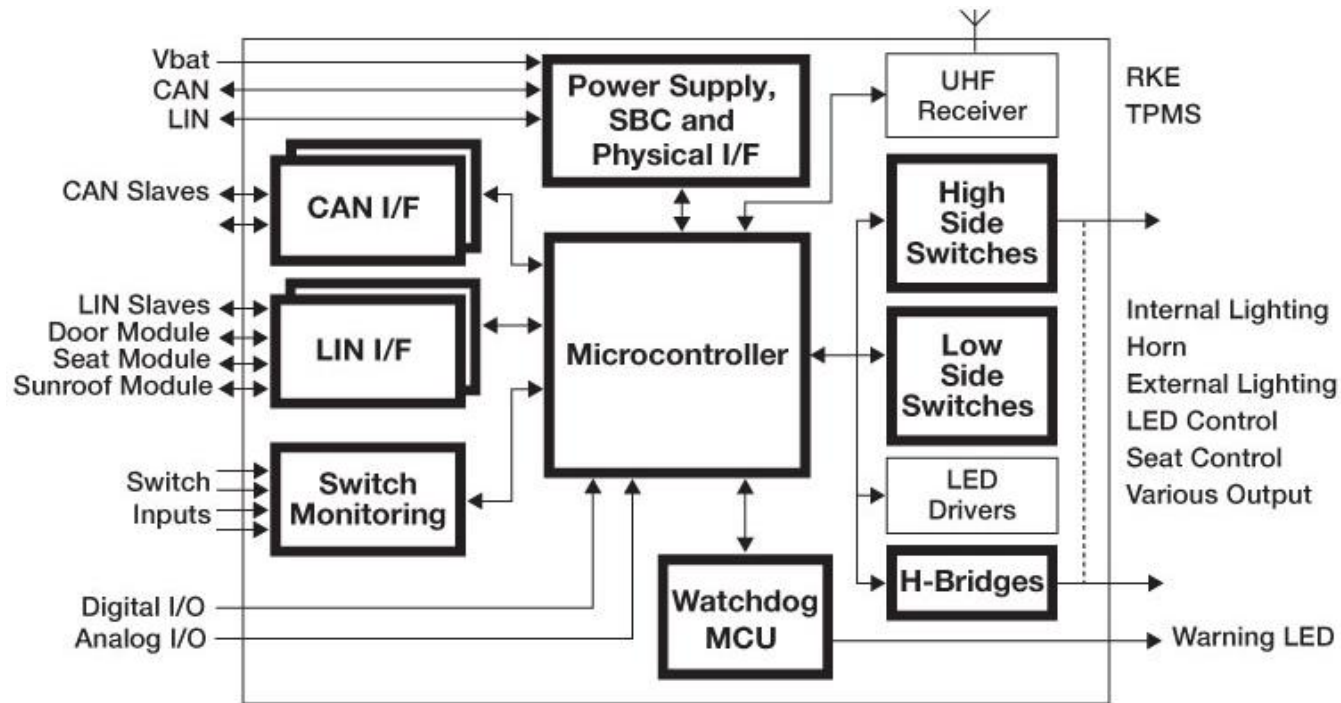
- Tempomat-kimenet monitorozása
- Összehasonlítás tárolt adatokkal
- Jelentős eltérés esetén hibajelzés
- Hibajelzés esetén deaktiválás

- REMO: csak példákban
- RETE:
 - Biztonság alapfogalmai
 - Hibatűrés technikák
 - Kockázatanalízis

Platform-alapú rendszertervezés



Platform modellezés

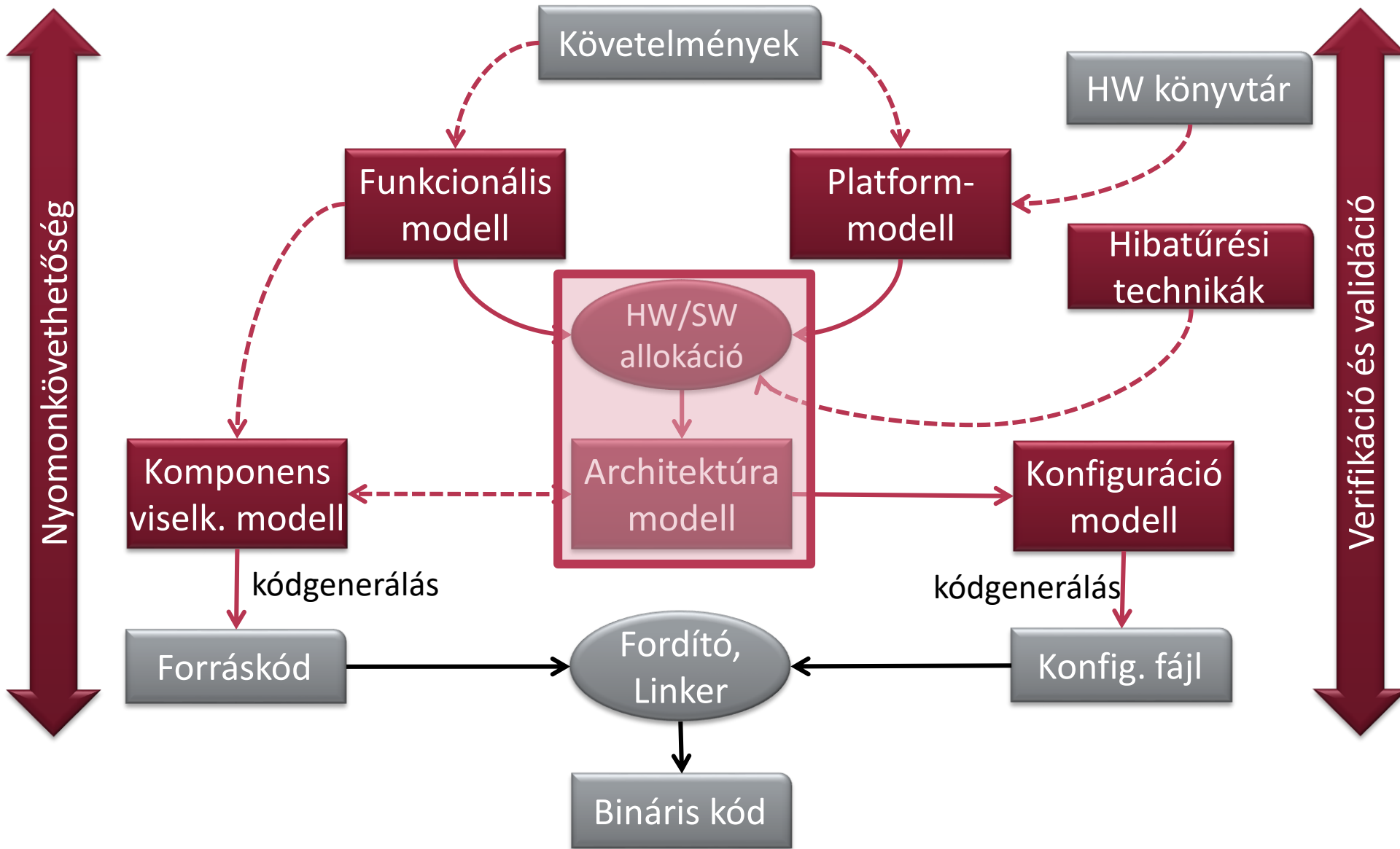


Példa

- Mikrovezérlő
- Kapcsolat szabványos interfészekkel (CAN, LIN)
- Watchdog processzor folyamatos ellenőrzésre

- DIGIT
- (REMO: Néhány példa)
- RETE:
 - Internal block diagram
 - Hibatűrés technikák

Platform-alapú rendszertervezés



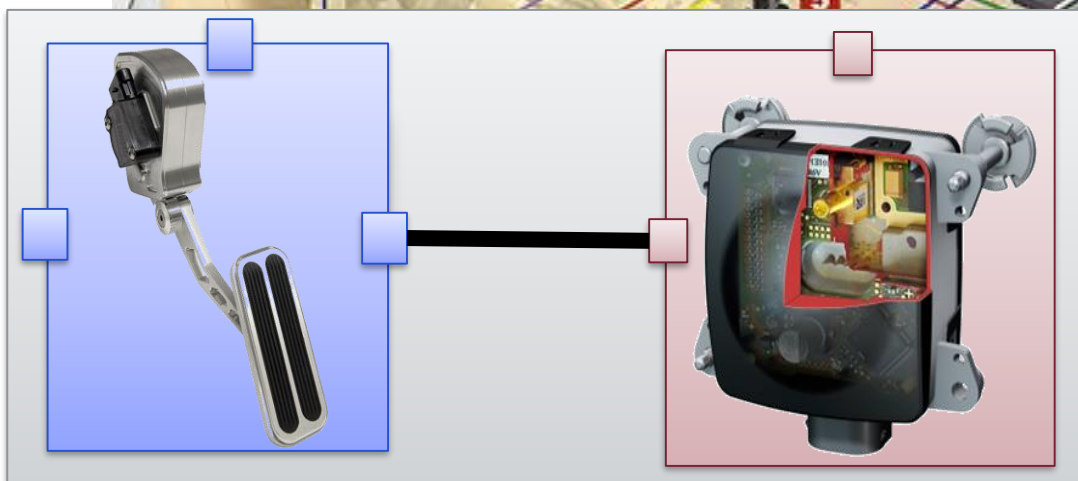
Architektúra terv (aka. Rendszermodell)

- 1 Adaptive Cruise Control
- 2 Electronic Brake System MK60E
- 3 Sensor Cluster
- 4 Gateway Data Transmitter
- 5 Force Feedback Accelerator Pedal
- 6 Door Control Unit
- 7 Sunroof Control Unit

Kérdések:

A funkciók példányai

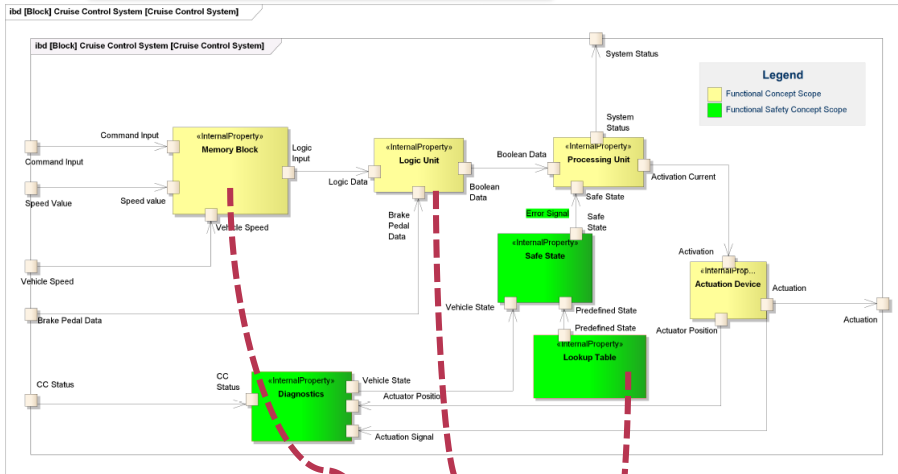
- Hol / mikor futnak?
- Mikor kommunikálnak?
- Melyik buszon?
- Mivel áll kapcsolatban?



- 8 Reversible Seatbelt Pretensioner
- 9 Seat Control Unit
- 10 Brakes
- 11 Closing Velocity Sensor
- 12 Side Satellites
- 13 Upfront Sensor
- 14 Airbag Control Unit

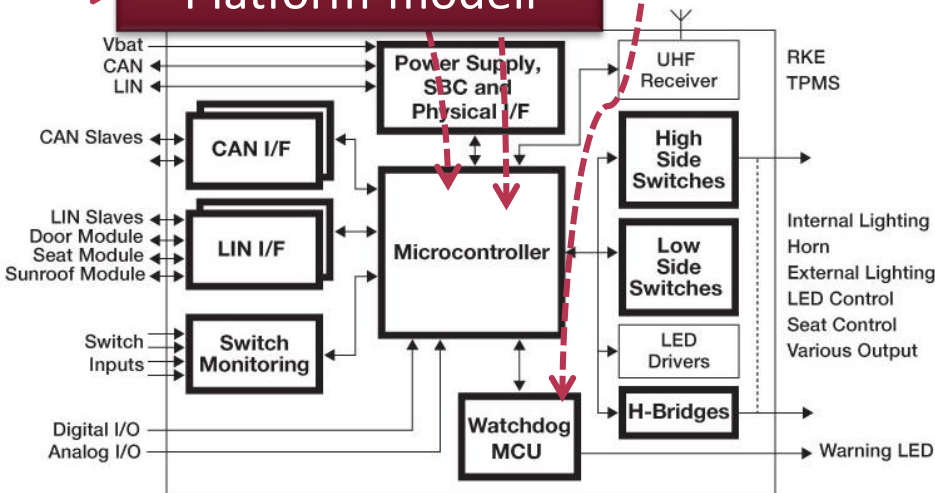
Példa: Architektúra terv (Rendszermodell)

Funkcionális modell



HW/SW
allokáció

Platform-modell



REMO

- Nemfunkcionális követelmények
- Teljesítménymodellezés

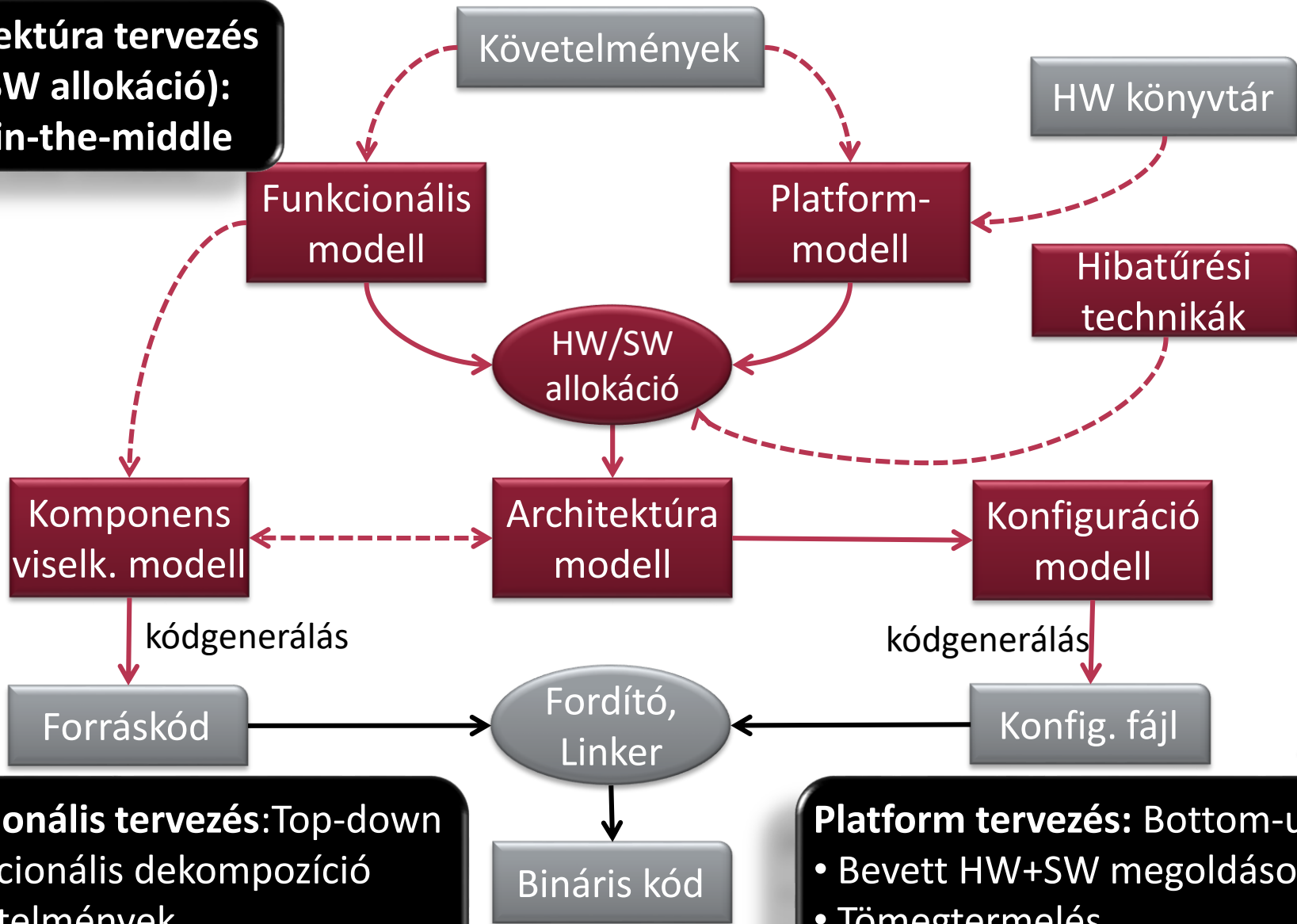
RETE

- Nemfunkcionális követelmények analízise
 - Ütemezés
 - Rendelkezésre állás
- Allokáció és telepítés

Platform-alapú rendszertervezés

**Architektúra tervezés
(HW/SW allokáció):
Meet-in-the-middle**

Nyomonkövethetőség



Verifikáció és validáció

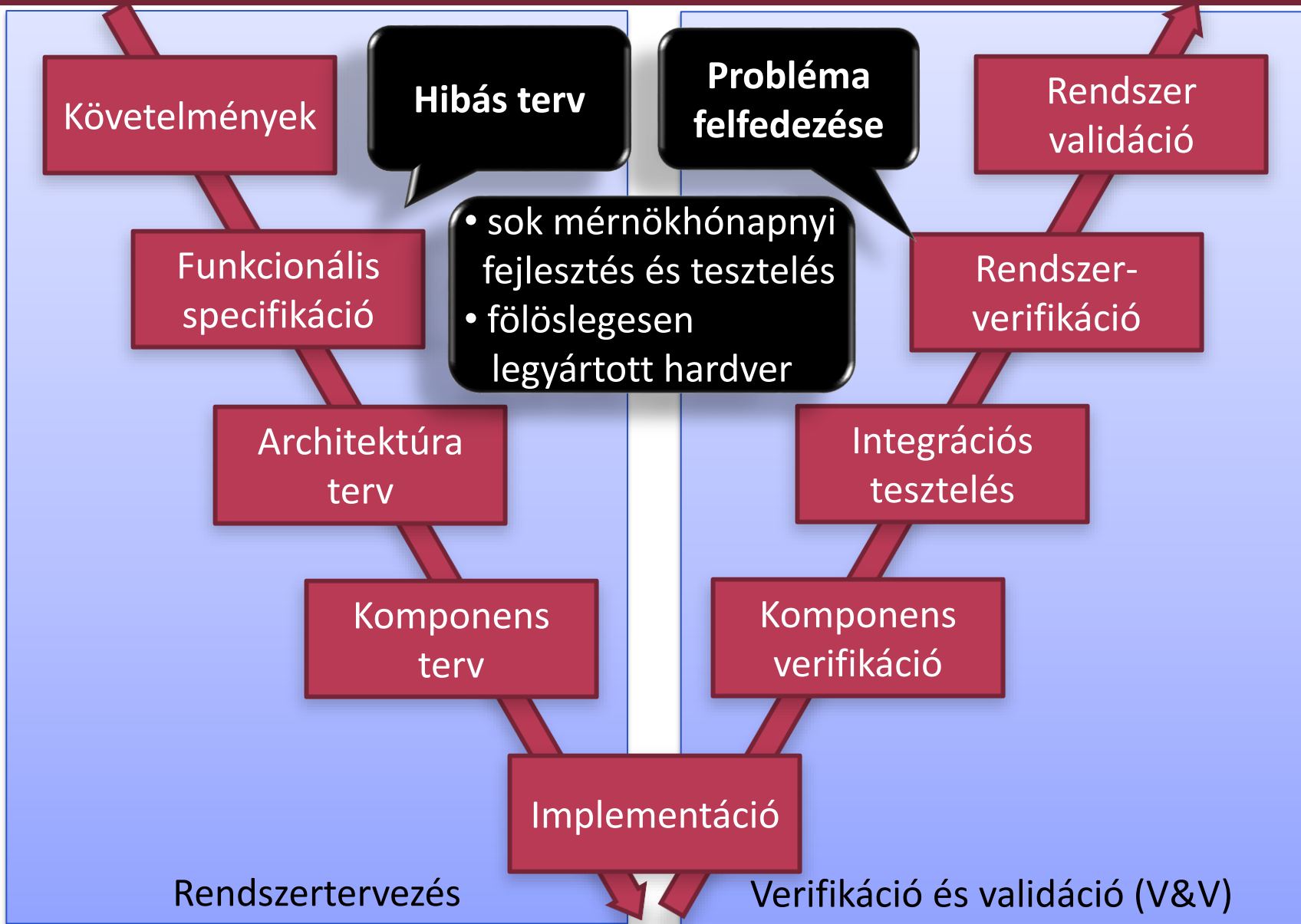
Funkcionális tervezés: Top-down
• Funkcionális dekompozíció
• Követelmények nyomonkövethetősége

Platform tervezés: Bottom-up
• Bevert HW+SW megoldások
• Tömegtermelés (minél olcsóbb hardver)

VERIFIKÁCIÓ ÉS VALIDÁCIÓ A RENDSZERTERVEZÉSBEN

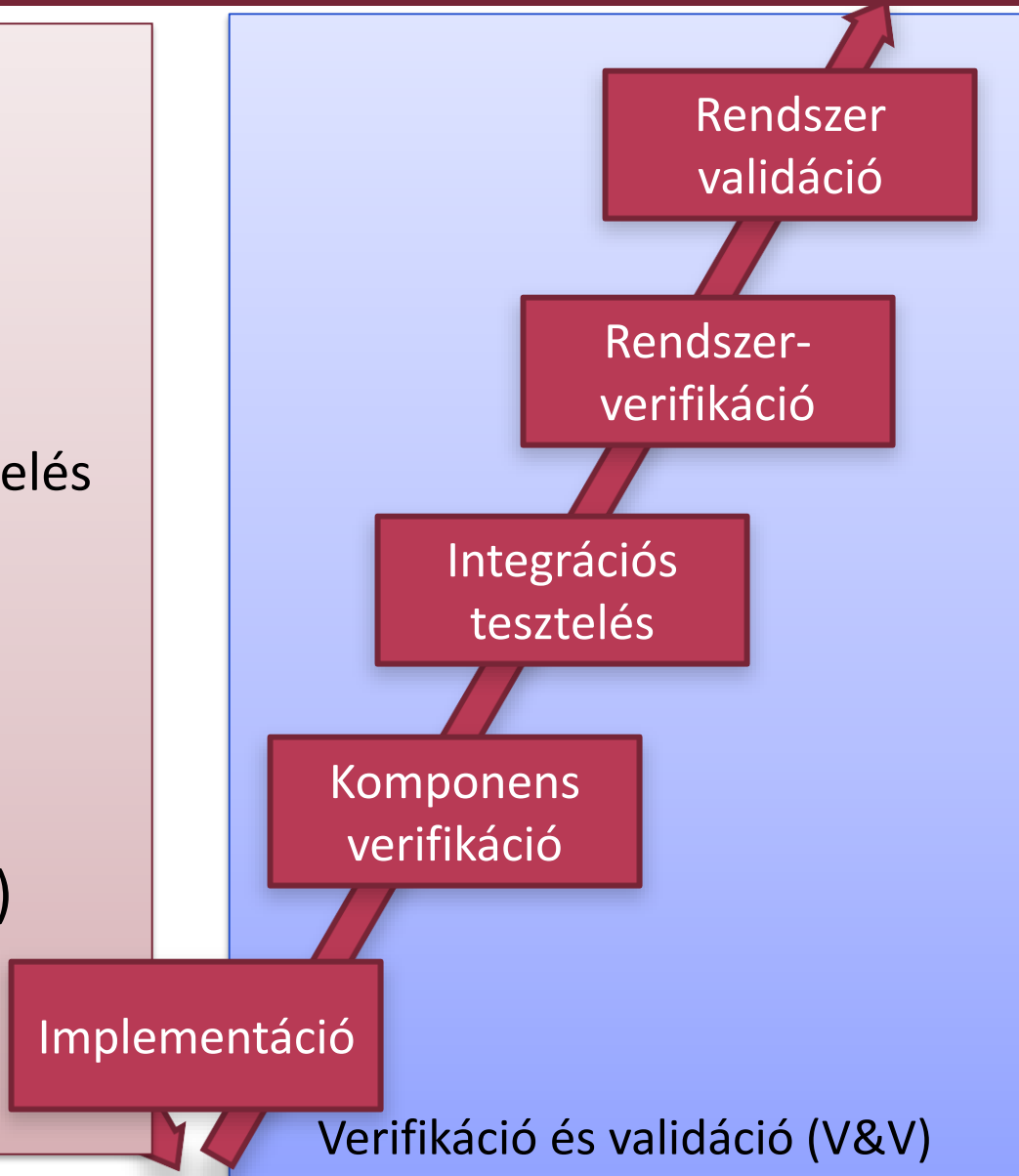
Miért működik mégis egy ennyire komplex rendszer?

Motiváció

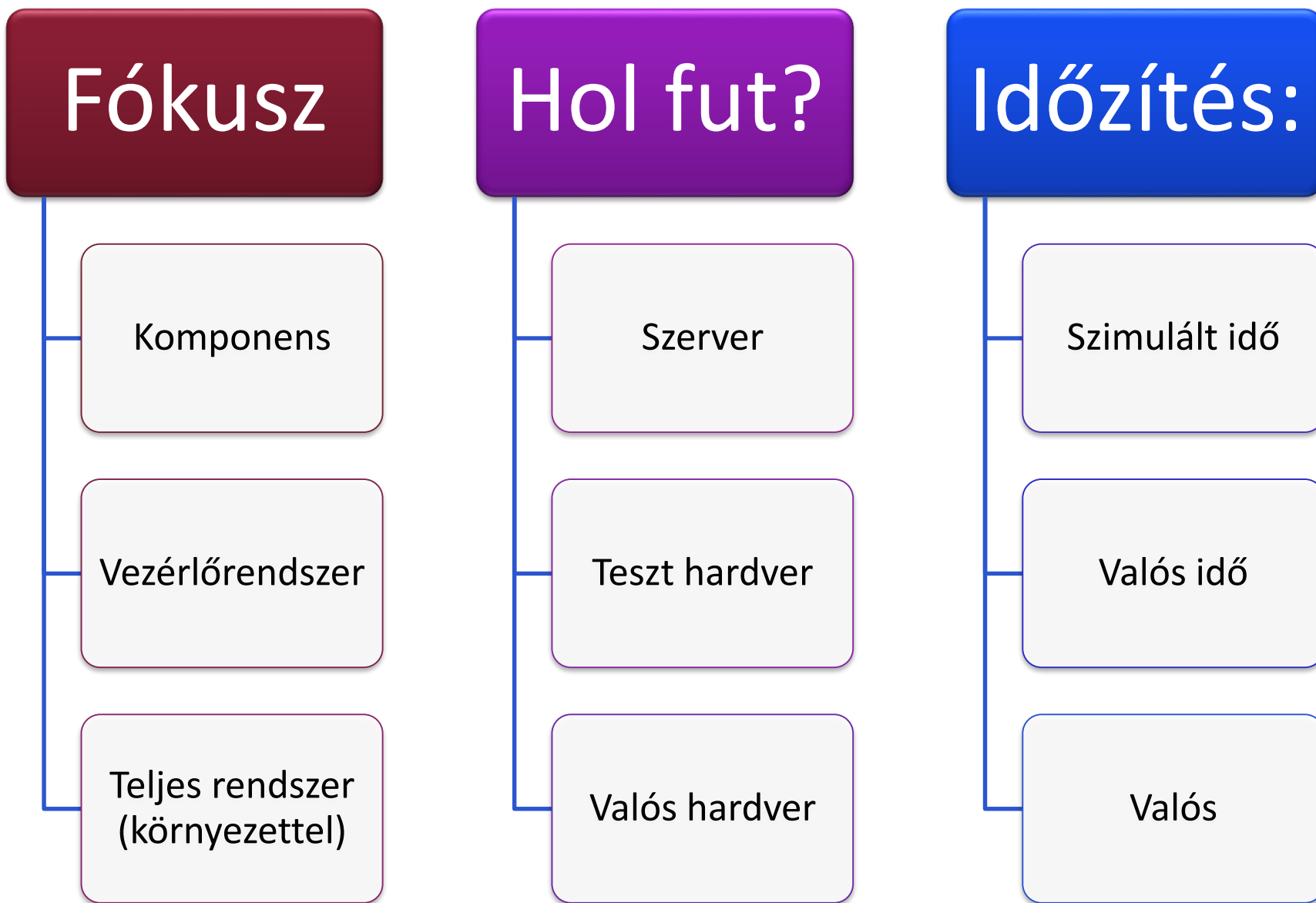


V&V technikák a képzésben

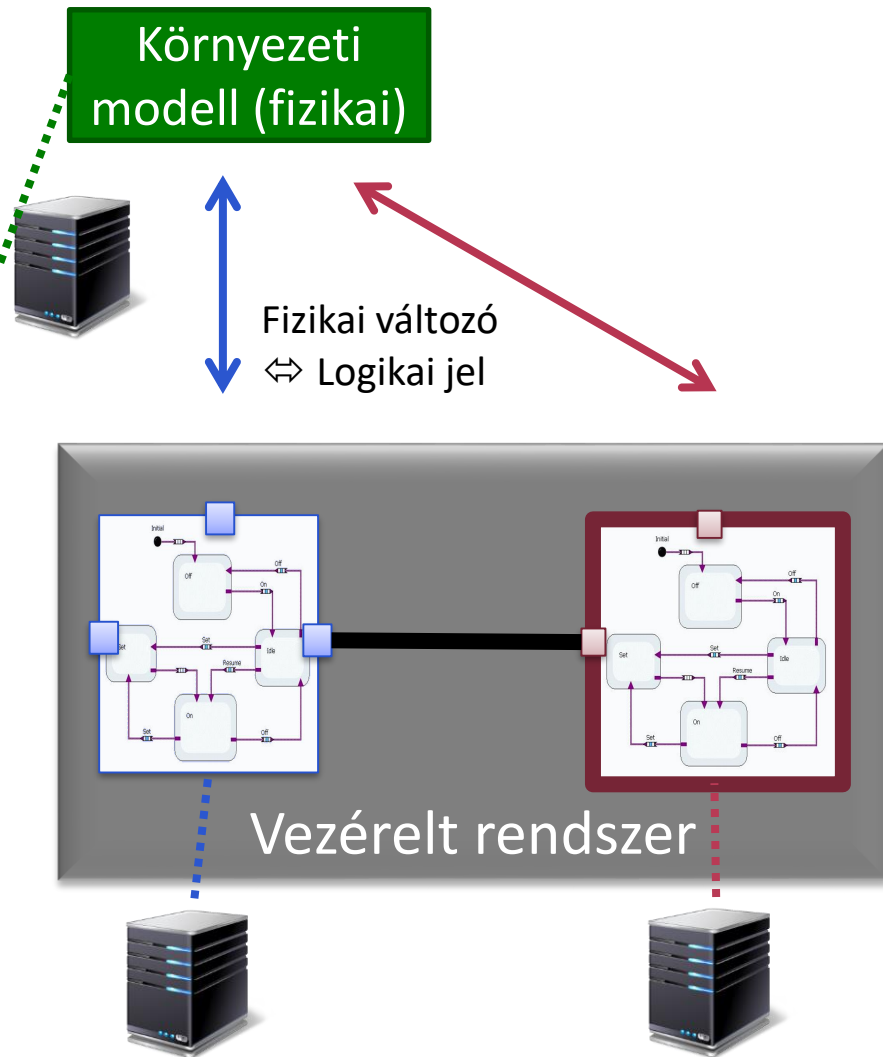
- **REMO**
 - Szimuláció (folyamat)
 - Tesztelés (orákulum / fedettség / öntesztelés)
 - Modellellenőrzés alapok
- **RETE**
 - Követelmény alapú tesztelés
 - Modellalapú tesztelés
- **Ipari Informatika**
 - HIL / SIL
 - Szimuláció
- **Szoftver- és rendszerellenőrzés (MSc)**
 - Számos további módszer



Szimuláció/tesztelés alapú verifikáció és validáció



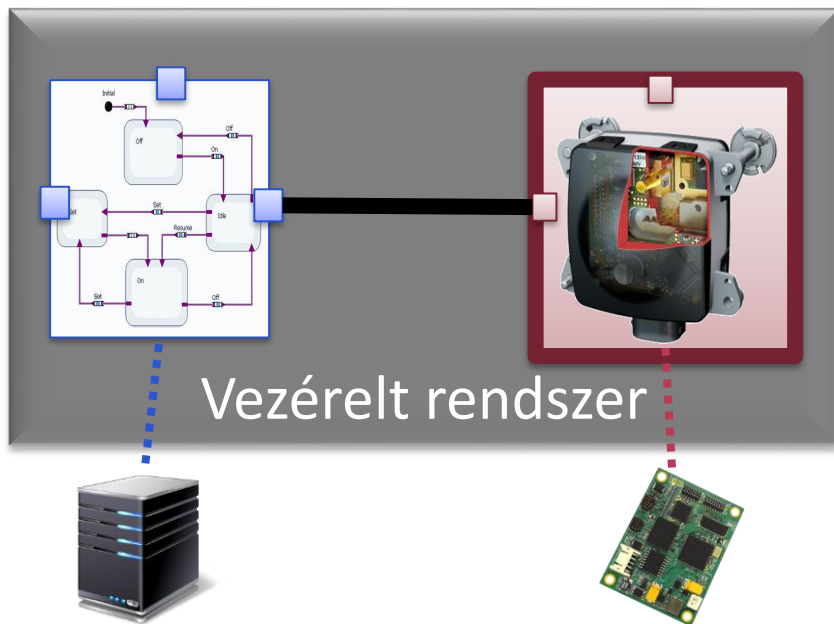
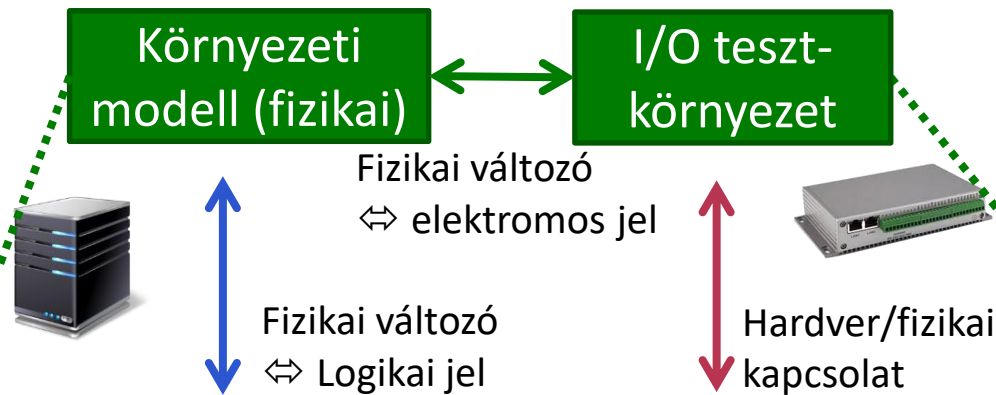
Komponens verifikáció



Software-in-the-loop

- **Rendszer:**
 - Szimulált (nem valós idejű)
 - Integrálandó komponens
 - Modell / Lefordított kód
 - Más komponens szimulált
 - Modell / Telepített szoftver
- **Fizikai környezet:**
 - Szimulált (nem valós idejű)
- **Ellenőrzés:**
 - Jellegzetes futási utak (szcenáriók) vizsgálata
 - Modellalapú tesztelés

Integrációs tesztelés



Hardware-in-the-loop

■ Rendszer:

- Valós idejű szimuláció
- Integrálandó komponens: valós hardverre telepített
- Egyéb komponens: szimulált
 - (modell) / fordított szoftver

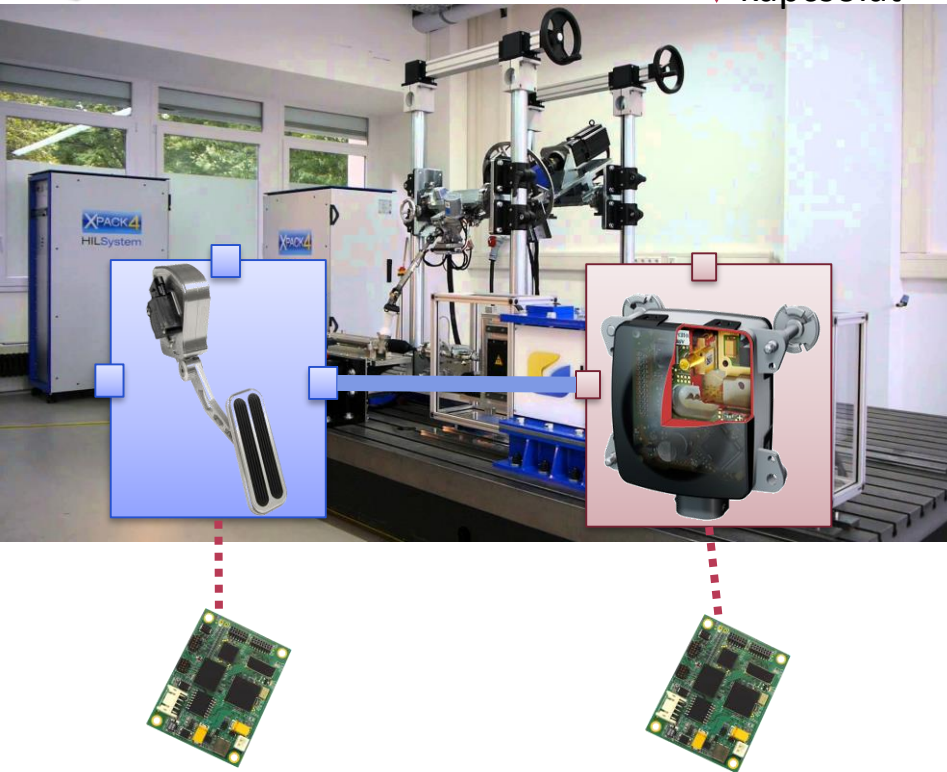
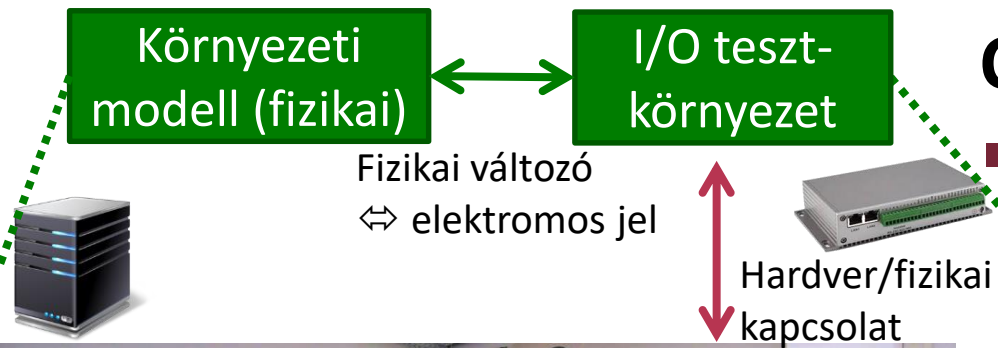
■ Fizikai környezet:

- Valós idejű, szimulált
 - Környezeti modellből számított
 - Korábbi mérési adatok (benchmark)

■ Ellenőrzés:

- Hardveres integráció helyessége

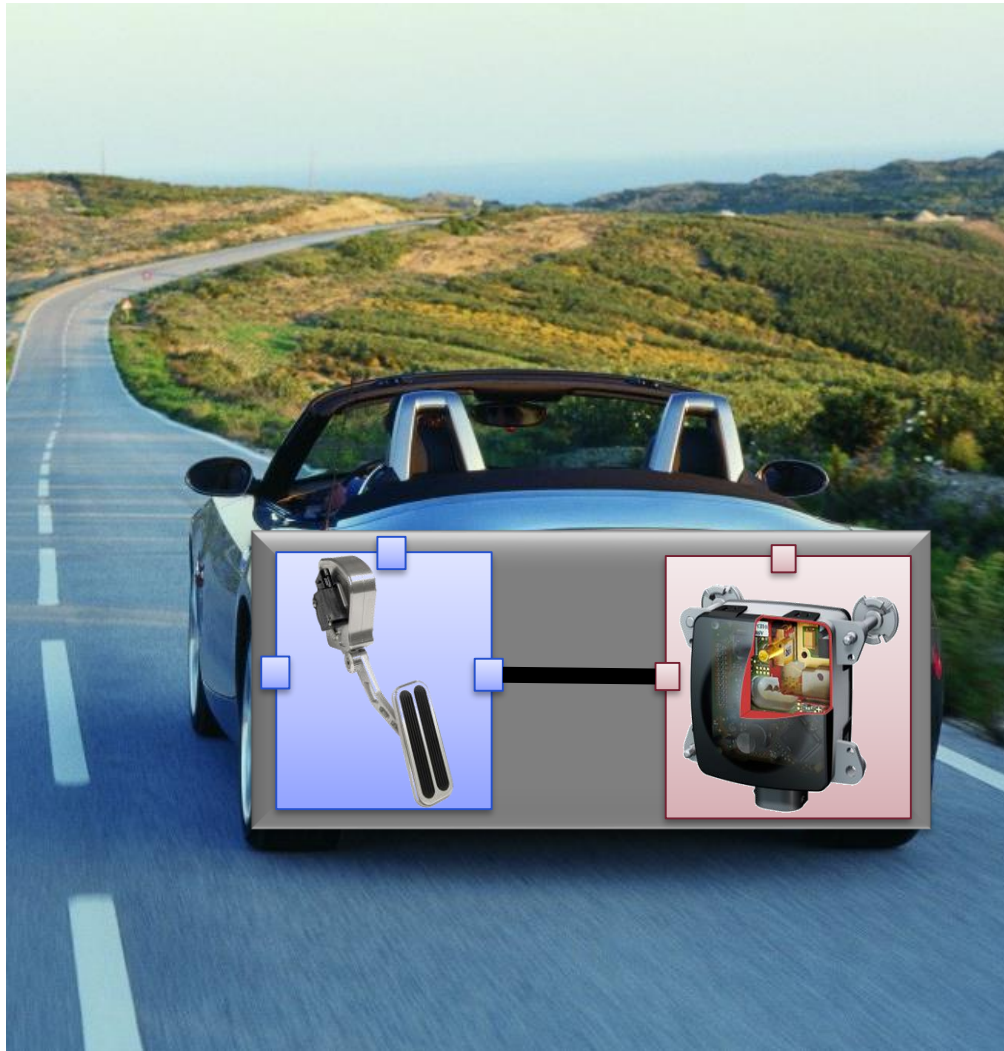
Rendszerverifikáció



Component-in-the-loop

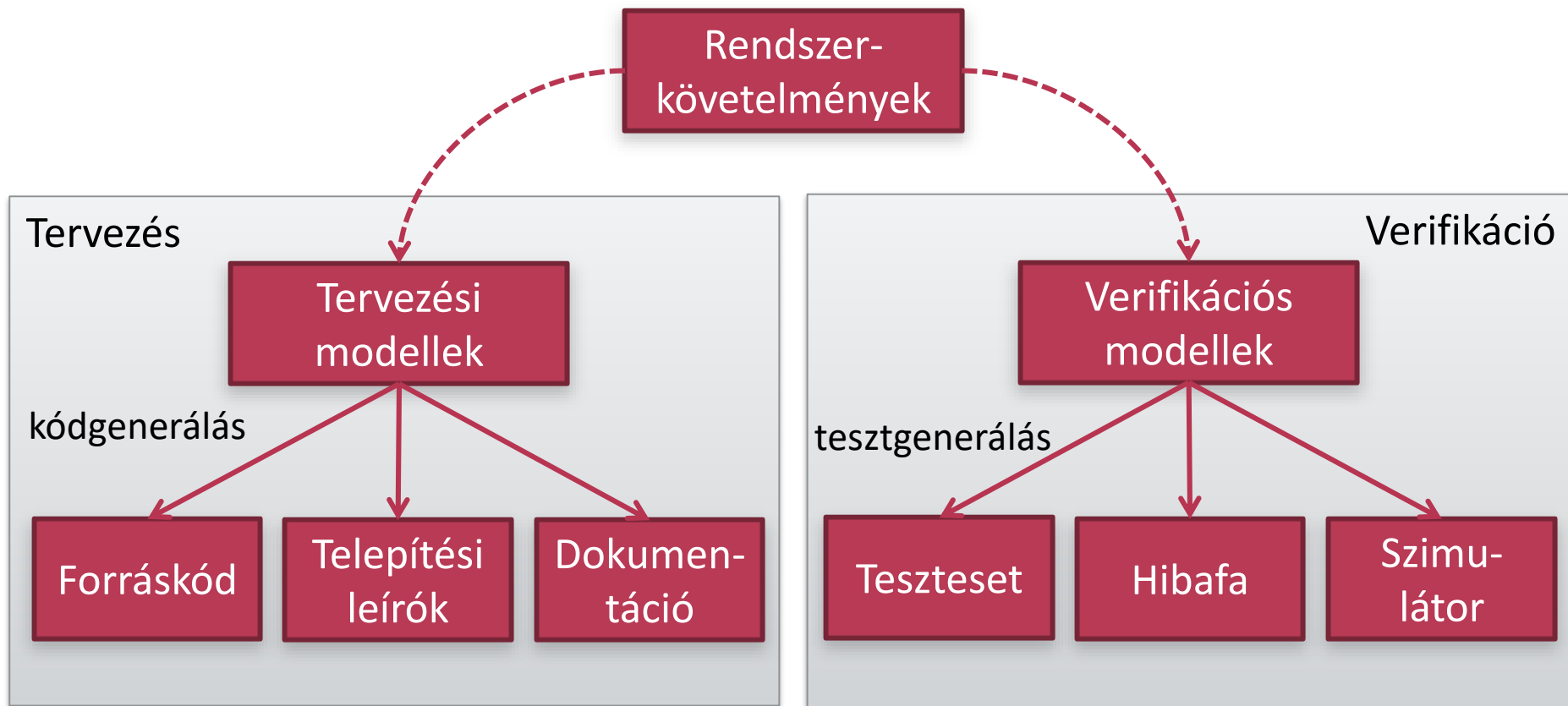
- **Rendszer: Integrált**
 - Valós hardverre telepített komponensek
 - Elektromos integráció (vezérlőjelek, tápellátás)
 - Valós működés
- **Fizikai környezet:**
 - Valós idejű, szimulált
- **Ellenőrzés:**
 - Korábbi mérési adatok (benchmark)
 - Virtuális törésteszt, stb.

Rendszervalidáció



- **Rendszer:**
 - Valós hardverre telepített komponensek
 - Teljeskörű integráció (mechanika, stb.)
- **Fizikai környezet:** valós
 - Közút
 - Tesztpálya
- **Ellenőrzés:**
 - Tesztvezetés:
pl. hirtelen fékező autó
 - Törésteszt
 - Valós mérési adatok

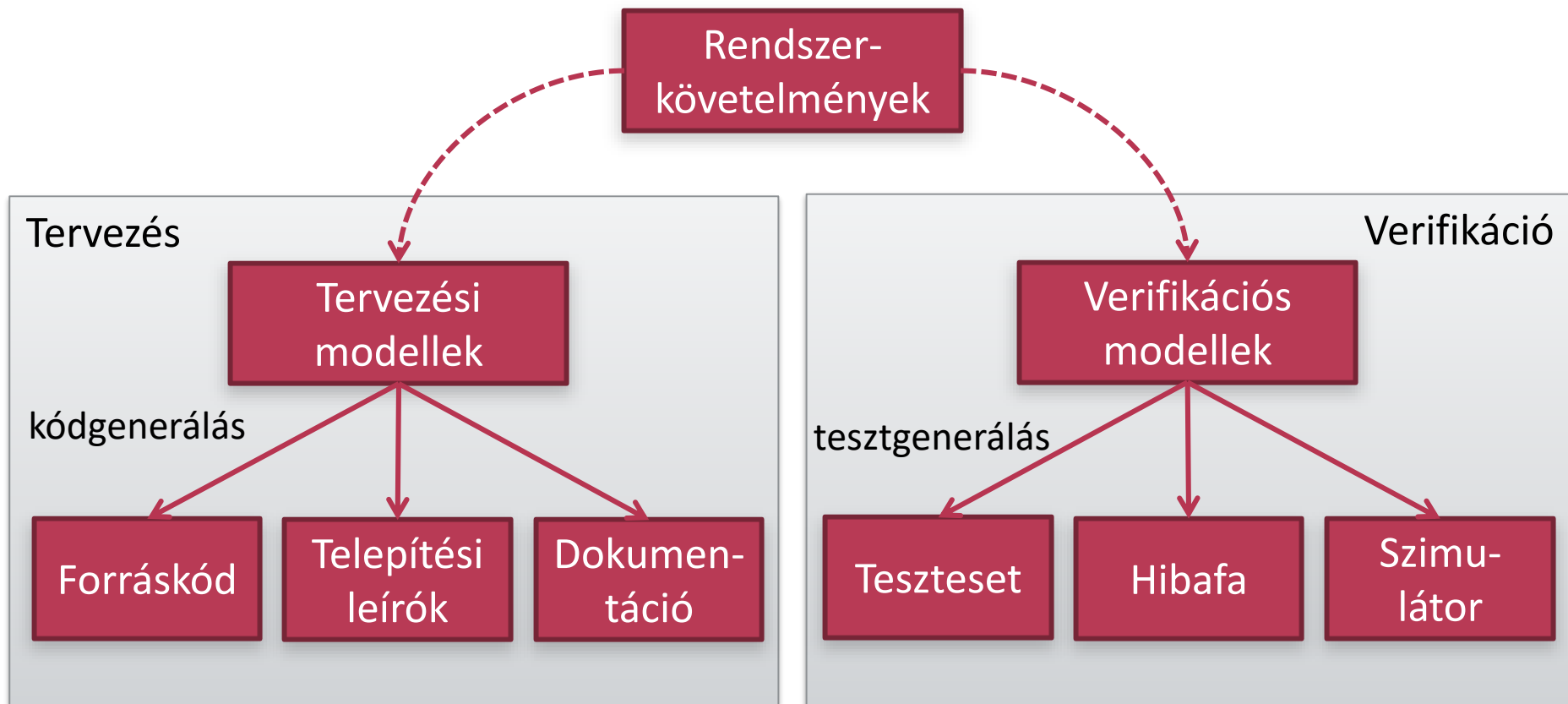
Modellek felhasználási célja



Miért nem közös modellből generálunk?

Biztosítani kell a tervezés és ellenőrzés függetlenségét!

Modellek felhasználási célja



Példák tervezési modellekre

- Állapotgépek (hierarchikus)
- Aktivitás diagramok
- Osztály diagram, Komponens diagram
- Telepítési modellek

Példák verifikációs modellekre

- Állapotgépek (gyakran lapos)
- Szekvencia diagramok
- Petri hálók, Adatfolyam hálók
- Sorbanállási + ütemezési modellek

ÖSSZEFOGLALÁS

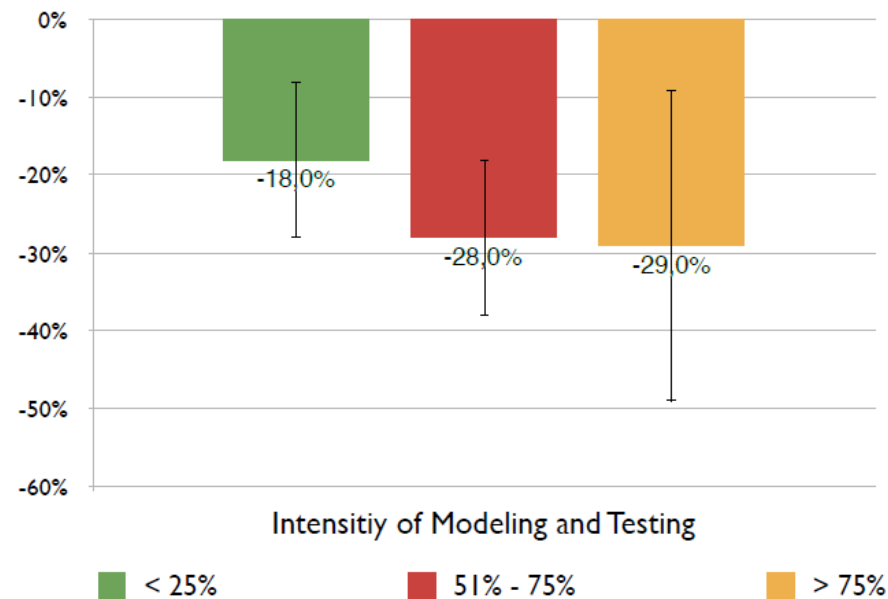
A modell alapú tervezés előnyei

■ Jellegzetességek:

- Tervezés:
 - 30-40%-kal több idő/költség
- Ellenőrzés:
 - Átlagosan 40%-kal kevesebb
- Kódgenerálás:
 - >90% a résztvevők 40%-nál!
 - 40-50%-os megtakarítás
- 3 éves megtérülés

■ Miért?

- Tervezési hibák 60%-a korai fázisban felderíthető
- Virtuális prototípusok



Felmérés:

- autóiipari szereplők
- 180 ember (14 országból)
- menedzserek, fejlesztők, R&D

Informatikai rendszertervezés (áttekintés)

- Követelmények rögzítése
- Használati esetek

Követelmény
analízis

- Funkcionális dekompozíció
- Komponens + Interfészek

Komponens
tervezés

- Állapotgépek
- Adatfolyam
- Jellegzetes futási utak (szekvencia)

Viselkedés
modellezés

- Biztonság (safety) alapok
- Hibatűrő rendszer-architektúrák

Biztonságra
tervezés

- Platform modellezés
- Nemfunkcionális analízis
- Allokáció

Architektúra
tervezés

- Specifikáció alapú, modellalapú tesztelés
- Tesztfedettség
- Szimuláció

Verifikáció és
validáció

- Modell-transzformáció
- Kódgenerálás

Automatizálási
módszerek

Összegzés: Informatikai rendszertervezés

