Szoftverellenőrzési technikák

# Tesztelés a fejlesztés különböző fázisaiban

Majzik István, Micskei Zoltán

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

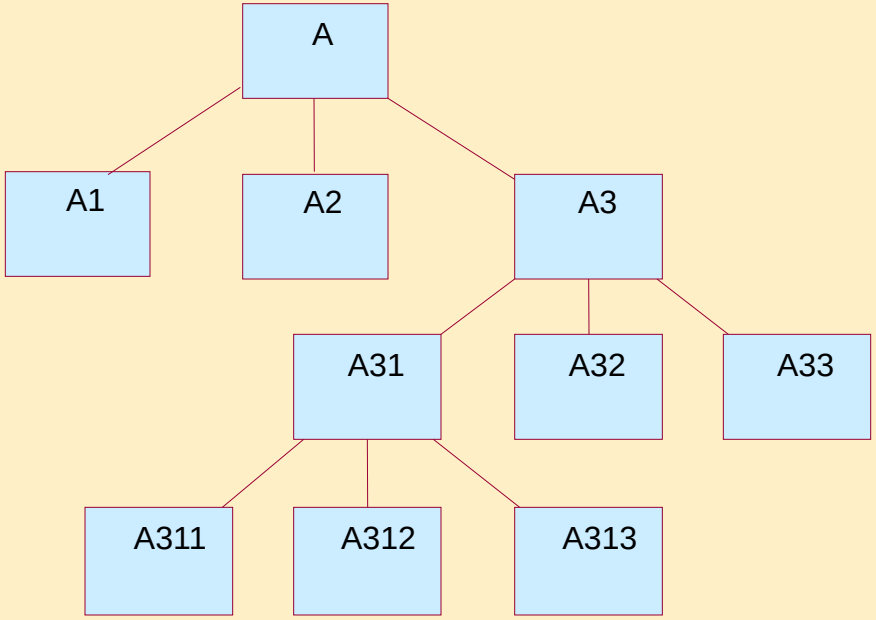
# Tartalom

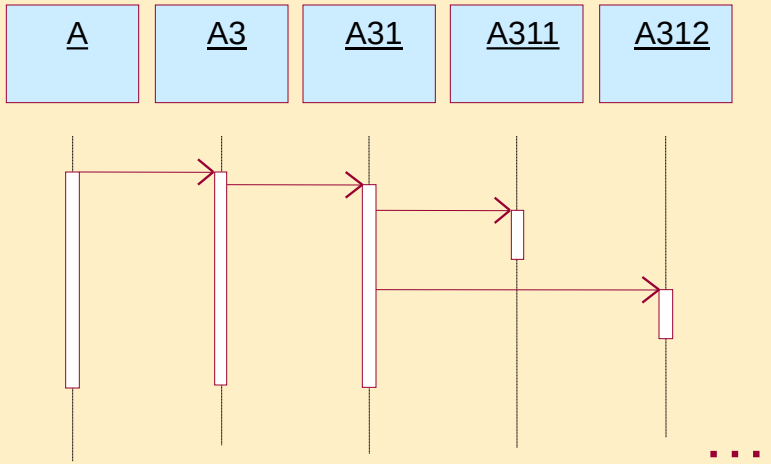
- Modul / unit tesztelés
- Integrációs tesztelés
- Rendszer tesztelés
- Elfogadás tesztelés

- Tesztek leírása: U2TP

# Modul / unit tesztelés

- Modul / Unit:
  - Logikailag egy egységként kezelhető elem
  - Jól meghatározott interfésszel rendelkezik
  - OO fejlesztés: Osztály (csomag, komponens is lehet)
- Modul hívási hierarchia (ideális eset):



# Miért van szükség modulltesztelésre?

- Cél: Hibák gyors kijavítása a fejlesztés után (legalacsonyabb szinten)
  - Integrációs fázis hatékonyabb, ha a modulok teszteltek
  - A modul fejlesztője által leggyorsabb a javítás
- Modulok külön-külön tesztelhetők
  - Komplexitás kézbentartható
  - Hibák helye egyszerűbben felderíthető, javítás olcsóbb
  - Párhuzamosítható folyamat
- Unit teszt jellegzetességek
  - A kód egy-egy speciális funkcióját ellenőrzi
  - „Szerződés” ellenőrzése a modul működéséről
  - Példaként szolgálhat az egység használatához
  - (Nem feltétlenül automatikus)

# Unit teszt futtató keretrendszerek

- Unit tesztek: Gyakran kell futtatni
  - Fejlesztés közben, kód változásakor (pl. refactoring)
  - Környezet változása esetén
  - → Épp ezért gyorsnak kell lennie
- Jó eszköztámogatás
  - Keretrendszerek (JUnit, xUnit, TestNG, …)
  - Támogatás az IDE-kben (Eclipse, VS, ...)
- Általában egyszerű funkcionalitású eszközök
  - Tesztek és ellenőrzések megadása
  - Tesztek futtatása
  - Eredmény megjelenítése (red-green)

# Egy egyszerű JUnit teszt

```
public class ListTests{
  List list;   // SUT

  @Before public void setUp(){
     list = new List();
  }

  @Test public void add_EmptyList_Success(){
     list.Add(1);
     assertEquals(1, list.getSize());
  }
}
```

Teszt előkészítése

SUT meghívása

Ellenőrzés

# Jó unit teszt jellegzetessége

- Egyszerű, megbízható
  - Nincs benne bonyolult logika (pl. ciklusok, try/catch)
- Egy teszt egy dolgot vizsgál
- Ez is jó minőségű kód
  - Duplikáció elkerülése
  - Jól áttekinthető, módosítható
- Tesztek függetlenek egymástól
- Ellenőrzések nincsenek túlspecifikálva
- …

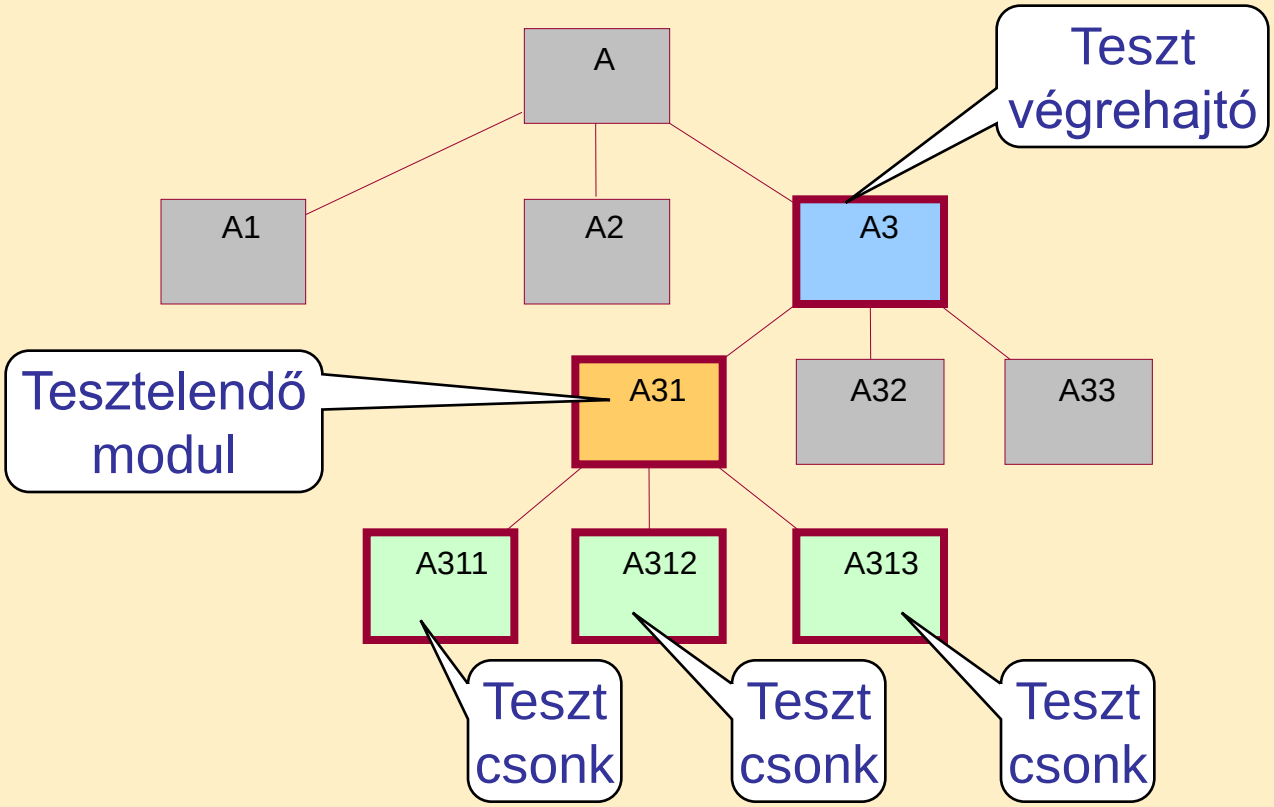
# Unit teszt konvenciók

- Teszt osztály neve: **`[Unit_neve]Tests`**
- Teszt metódus neve:
  - **`Method_StateUnderTest_ExpectedBehavior`**
  - **`MethodName_DoesWhat_WhenTheseConditions`**
  - **`[feature being tested]`**
- Teszt szerkezete:

```
// Arrange          // Given
// Act              // When
// Assert           // Then
```

# Modulok izolációs tesztelése

- Modulok egyenként, elszigetelten teszteltek
- Teszt végrehajtó és teszt csonkok szükségesek



# Probléma: Függőségek kezelése

- Mi tekinthető függőségnek?

  Bármi, amivel

  – a SUT együttműködik,

  – de nem hozzá tartozik (nem közvetlenül befolyásolja)

- Példák:

  – Másik modul

  – Fájlrendszer hívás

  – Dátum lekérdezése

  – …

# Példa: Nehezen tesztelhe

Nehezen helyettesíthető, ha pl. speciális teszt da szükséges

```
public class PriceService{
  private DataAccess da = new DataAccess();

  public int getPrice(String product)
   throws ProductNotFoundException {
     Integer p = this.da.getProdPrice(product);
     if (p == null)
          throw new ProductNotFoundException();

     return p;
  }
}
```

# Példa: SUT tesztelhetővé tétele

```
public class PriceService{
   private IDataAccess da;

   public PriceService(IDataAccess da){
       this.da = da;
   }

   public int getPrice(String product)
    throws ProductNotFoundException {
       Integer p = this.da.getProdPrice(product);
       if (p == null)
             throw new ProductNotFoundException();

       return p;
   }
}
```

Implementáció átadása pl. a konstruktorban

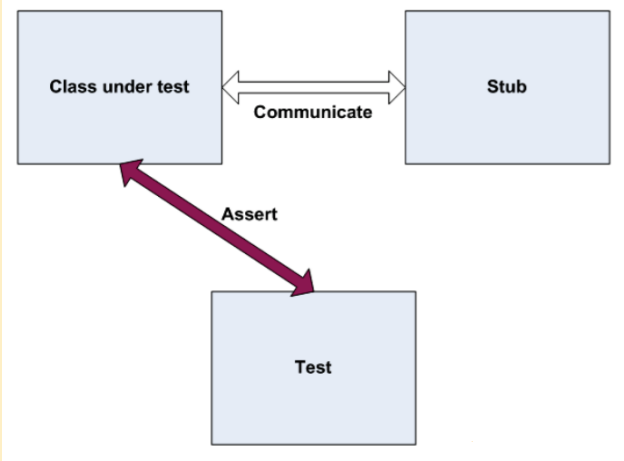
# Példa: Unit tesztek a SUT-hoz

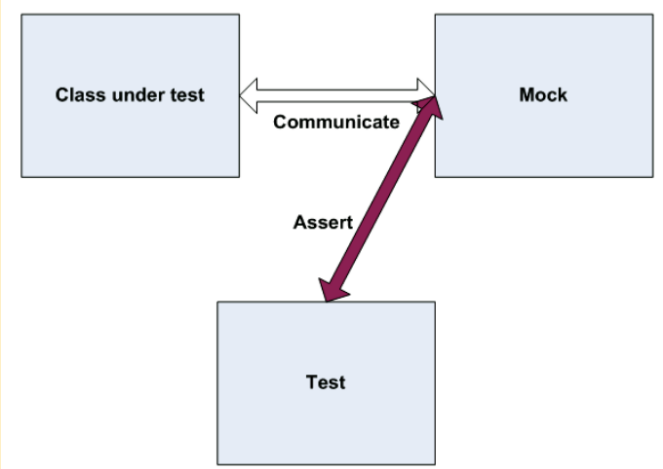
Tesztben egy csonk használata

```
public class PriceServiceTests{
   @Before public void init(){
       DataAccessStub das = new DataAccessStub();
       das.add("A100", 50);
       ps = new PriceService(das);
   }

   @Test public void SuccessfulPriceQuery(){
       int p = ps.getPrice("A100");
       assertEquals(50, p);
   }

   @Test(expected = ProductNotFoundException.class)
   public void NotExistingProduct(){
       ps.getPrice("notExists");
   }
}
```

# Stub, Mock, Dummy, Fake, … objektumok

- Sokféle technika a helyettesítésre
  - Eltérő elnevezések (ld. *xUnit Patterns* könyv)
  - Összefoglaló név: Test double
    - Helyettesítő elem teszteléshez
- Stub (csonk)
  - SUT állapotának ellenőrzésére
  - Rögzített válaszok adott hívásokra
- Mock
  - SUT interakcióinak ellenőrzésére
  - Elvárt és ellenőrzött viselkedés
- Dummy
  - Nem használt („kitöltő”) objektum
- Fake
  - Működő, de nem az „éles” objektum



# Isolation frameworks

- Csonkok és mockok kézi elkészítése nehézkes
  - Sok manuális munka
  - Karbantartása időigényes lehet
- Keretrendszerek:
  - Osztály/interfész leírás alapján
  - Dinamikus csonkok vagy mockok készítése
- Példák:
  - JMock, Mockito, Rhino Mocks, Typemock…

# Példa: Mock használata (Mockito)

```
public class PriceServiceTests{
   @Before public void init(){
        DataAccess mockDA = mock(DataAccess.class);
        ps = new PriceService(mockDA);
   }

   @Test public void SuccessfulPriceQuery(){
        // Setup
        when(mockDA.getProdPrice("A100")).thenReturn(50);

        // Excercice
        int p = ps.getPrice("A100");

        // Verify
        verify(mockDA, times(1)).getProdPrice("A100")
   }
   …
}
```

Megfelelő típusú test double kérése

„Működési szabályok” megadása

Milyen működést kellett megfigyelnie

# Megéri ilyen unit teszteket készíteni?

- Egy példa pilot projekt számai:

| Stage | Team without tests | Team with tests |
|---|---|---|
| Implementation (coding) | 7 days | 14 days |
| Integration | 7 days | 2 days |
| Testing and bug fixing | Testing, 3 days<br>Fixing, 3 days<br>Testing, 3 days<br>Fixing, 2 days<br>Testing, 1 day<br>Total: 12 days | Testing, 3 days<br>Fixing, 1 day<br>Testing, 1 day<br>Fixing, 1 day<br>Testing, 1 day<br>Total: 8 days |
| Overall release time | 26 days | 24 days |
| Bugs found in production | 71 | 11 |

Forrás: Roy Osherove, The Art of Unit Testing, 2009.

# Olvasnivalók

- Martin Fowler: Mocks Aren't Stubs,  2007,
  - URL: http://martinfowler.com/articles/mocksArentStubs.html

- Roy Osherove: The Art of Unit Testing: With Examples in .Net.
  - Manning Publications; 1st edition (June 3, 2009),
  - URL: http://artofunittesting.com/

- Brett L. Schuchert: Mockito.LoginServiceExample
  - URL: http://schuchert.wikispaces.com/Mockito.LoginServiceExample

# Tartalom

- Modul / Unit tesztelés
- Integrációs tesztelés
- Rendszer tesztelés
- Elfogadás tesztelés

- Tesztek leírása: U2TP

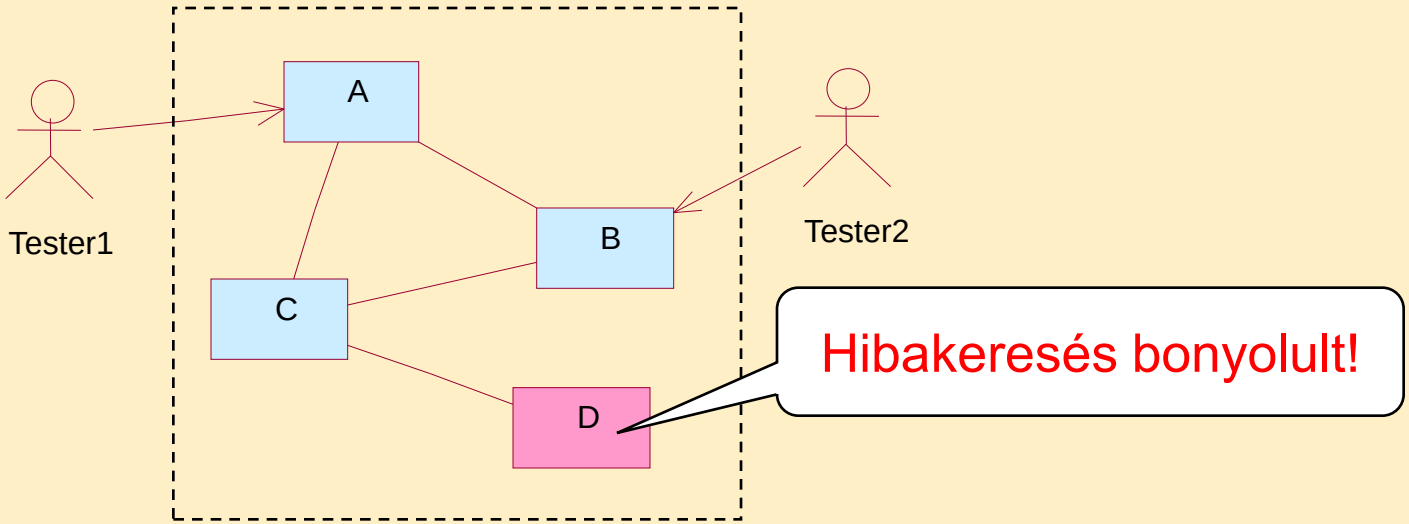
# Integrációs tesztelés

Modulok együttműködésének ellenőrzése

- Kapcsolódási interfészek tesztelése
  - A rendszer annak ellenére hibás lehet, hogy minden modul egyenként hibátlan!
- Módszerek:
  - Funkcionális tesztelés: Forgatókönyvek tesztje
    - Ez sokszor a specifikáció része (scenario)
  - (Strukturális tesztelés csak modulszinten!)
- Megközelítés:
  - “Big bang”: minden modult egyszerre integrálni
  - Inkrementális: egyenként összerakni a modulokat

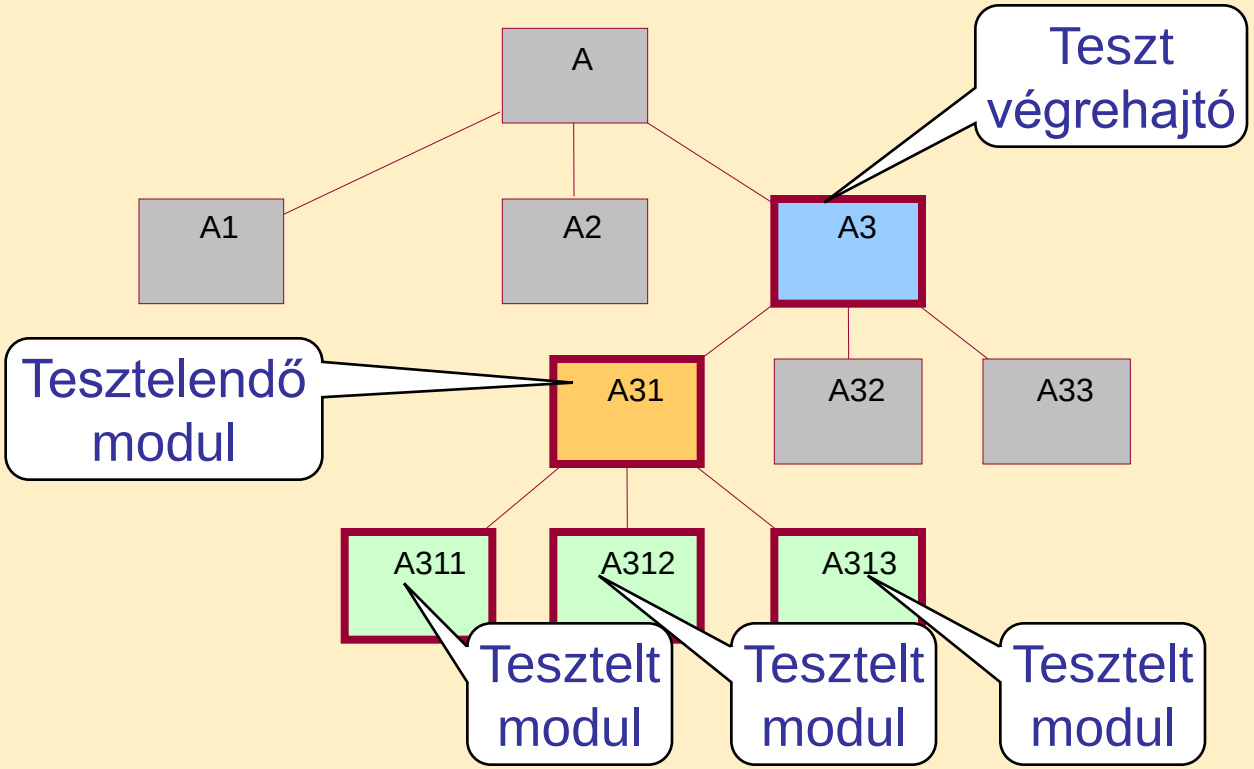
# “Big bang” integrációs tesztelés

- Tesztelés a külső interfészeken keresztül
- Külső teszt végrehajtó
- Rendszer funkcionális specifikáció alapján történik
- Modul módosítás: Újratesztelés
- Kis rendszerek esetén alkalmazható



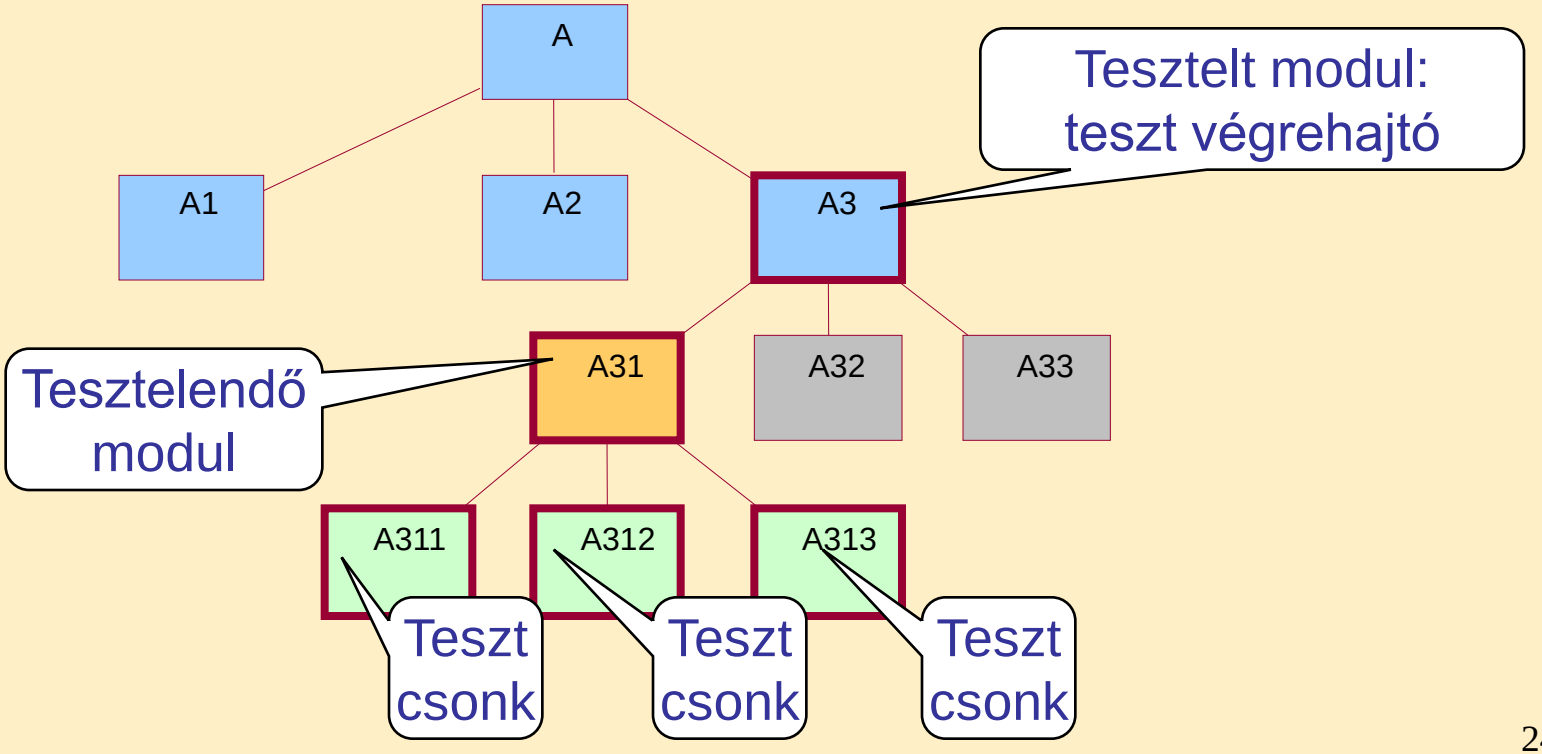
# Alulról felfelé történő integrációs tesztelés

- Tesztelendő modul a már teszteltet használja
- Teszt végrehajtó szükséges
- Integrációval párhuzamosan megtehető
- Modul módosítás: felette lévők tesztjére hatással van



# Felülről lefelé történő integrációs tesztelés

- Modulok a hívó modulokból kerülnek tesztelésre
- Csonkok helyettesítése tesztelendő modulokkal
- Erősen követelmény-orientált (“fentről” tesztelünk)
- Modul módosítás: alatta lévők tesztelését módosítja



# Felülről lefelé vs. alulról felfelé

- Felülről lefelé
  - + Követelmény-orientált, ellenőrzéshez jól illeszkedő
  - + Hamar összeállhat egy demonstrálható „szkeleton”
  - - Csonkok készítése általában nehezebb
  - - Teszt bemenetek távol lehetnek az épp integrálandó modultól
- Alulról felfelé
  - + Integráció orientált, konstruktívabb
  - + Könnyebb megfigyelni és irányítani a teszteket
  - - A rendszer maga csak a legvégén áll össze

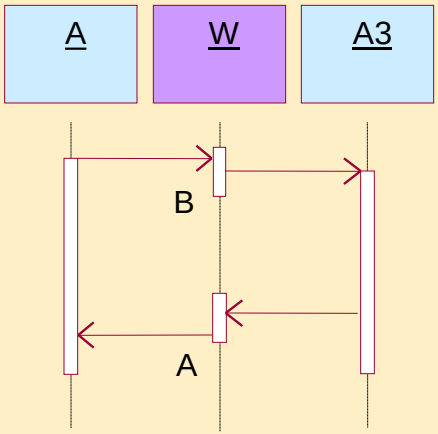
# Futtató rendszer integrációja

- Motiváció:
  Nehéz csonkokat írni a futtató rendszerhez
  - Pl. OS, J2EE konténer, …

- Stratégia:
  1. Alkalmazás modulok integrációja felülről lefelé, a futtató rendszer szintjéig
  2. Futtató rendszer alulról felfelé történő tesztelése
     - Funkciók izolációs tesztje (ha szükséges)
     - „Big bang” tesztelés az alkalmazás hierarchia legalsó rétegével
  3. Alkalmazás és futtatórendszer integrációja, a felülről lefelé történő tesztelés befejezése

# Eszközök az integrációs teszteléshez

- Wrapper (csomagoló) kódrészletek
  - „before” wrapper: A hívás végrehajtása előtt
    - Paraméterek vizsgálata
    - Hívási szekvencia ellenőrzése
  - „after” wrapper: A hívás végrehajtása után
    - Visszaadott érték ellenőrzése vagy módosítása
  - „replace” wrapper: A hívott helyettesítése
    - Teszt csonk megvalósítás



# Tartalom

- Modul / Unit tesztelés
- Integrációs tesztelés
- Rendszer tesztelés
- Elfogadás tesztelés

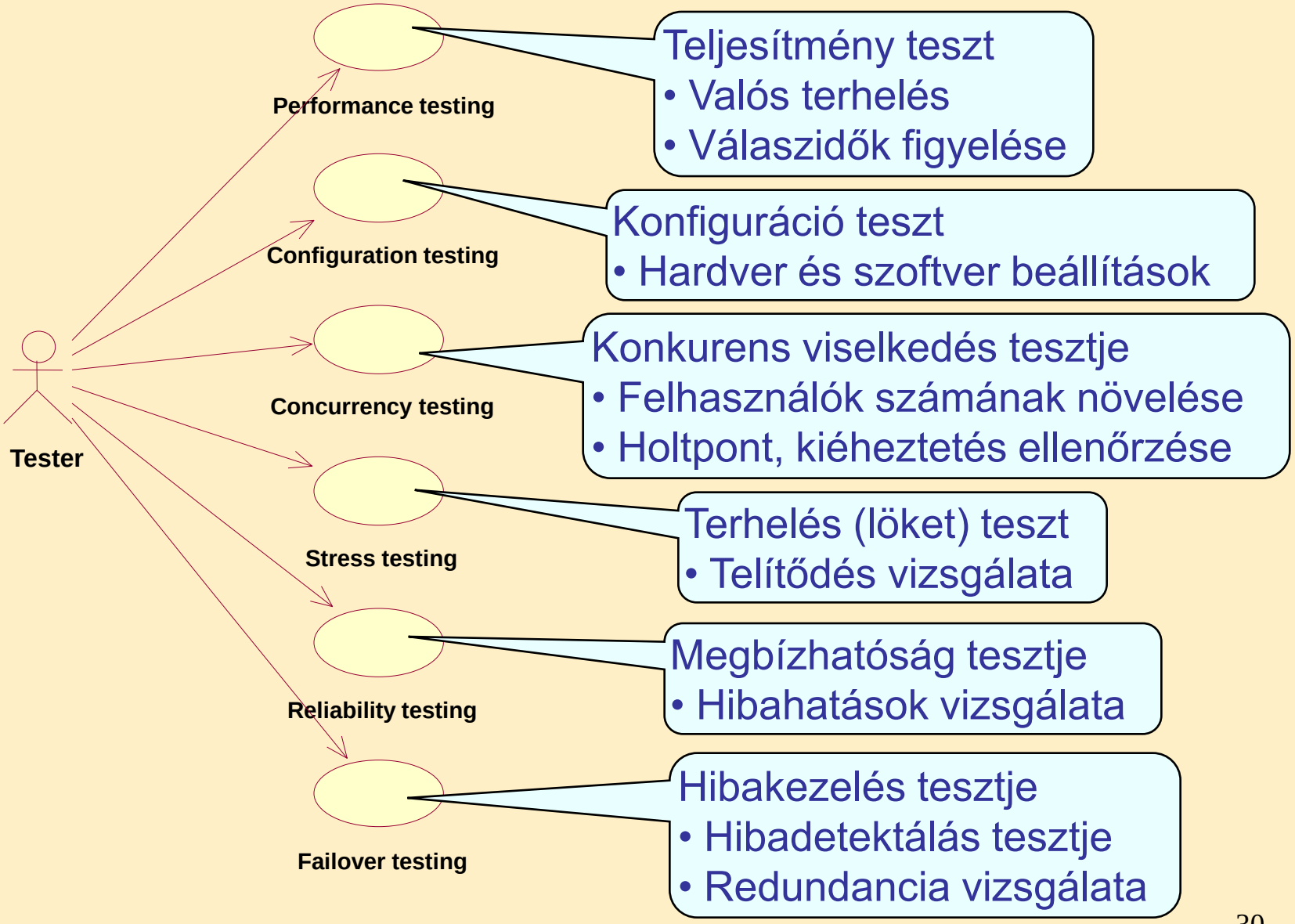
- Tesztek leírása: U2TP

# Rendszertesztelés

## Tesztelés a rendszerszintű specifikáció alapján

- Jellemzők:
  - Hardver-szoftver integráció után végezhető
  - Funkcionális tesztek +
    nem-funkcionális jellemzők tesztje is!
- Kiemelhető:
  - Adat integritás vizsgálata
  - Felhasználói profil figyelembe vétele (terhelés)
  - Rendszer alkalmazhatósági korlátok megállapítása (erőforrás-használat, telítődés)
  - Hibahatások vizsgálata

# Rendszerteszt típusok



# Tartalom

- Modul / Unit tesztelés
- Integrációs tesztelés
- Rendszer tesztelés
- Elfogadás tesztelés

- Tesztek leírása: U2TP

# Elfogadás tesztelése (validációs tesztelés)

- Cél: Valóságos környezet hatásának tesztelése
  - Felhasználói elvárások figyelembe vétele:
    Nem specifikált felhasználói elvárások is megjelennek
  - Váratlan eseményekre való reagálás:
    Kis valószínűségű eseménykombinációk is megjelennek
- Időzítési szempontok
  - Időzítések megfigyelése az adott környezetben
  - Korlátok ellenőrzése: Valósidejű monitorozás
- Környezeti szimuláció
  - Adott szituációk valóságban nem tesztelhetők
    (pl. védelmi rendszerek)
  - Szimulátorokat is validálni kell

# Összefoglalás: Tesztelési feladatok

1. Modul/unit tesztelés
   - Izolációs tesztelés
2. Integrációs tesztelés
   - „Big bang” tesztelés
   - Top-down (felülről-lefelé) tesztelés
   - Bottom-up (alulról-felfelé) tesztelés
   - Futtató környezet integrációja
3. Rendszertesztelés
   - Teljes rendszer együttes tesztelése
4. Validációs tesztelés
   - Felhasználói elvárások tesztelése
   - Környezeti szimuláció

# Összefoglalás: Különbség a szintek között

## *How Google Tests Software* könyv ajánlásai:

| | Small | Medium | Large |
|---|---|---|---|
| Javasolt futási idő | < 100 ms | < 1 sec | minél gyorsabban |
| Időkorlát (kill) | 1 perc | 5 perc | 1 óra |

| Erőforrás | Small | Medium | Large |
|---|---|---|---|
| Hálózat (socket) | Mocked | csak localhost | Igen |
| Adatbázis | Mocked | Igen | Igen |
| Fájl hozzáférés | Mocked | Igen | Igen |
| Rendszerhívás | Nem | Nem javasolt | Igen |
| Több szál | Nem javasolt | Igen | Igen |
| Sleep utasítás | Nem | Igen | Igen |
| Rendszer tulajdonságai | Nem | Igen | Igen |

# Tartalom

- Modul / Unit tesztelés
- Integrációs tesztelés
- Rendszer tesztelés
- Elfogadás tesztelés

- Tesztek leírása: U2TP

# U2TP: UML 2 Testing Profile (OMG, 2004)

- Able to capture all needed information for functional black-box testing (specification of test artifacts)
  - Mapping rules to TTCN-3, JUnit
- Language (notation) and not a method (how to test)

Packages (concept groups):

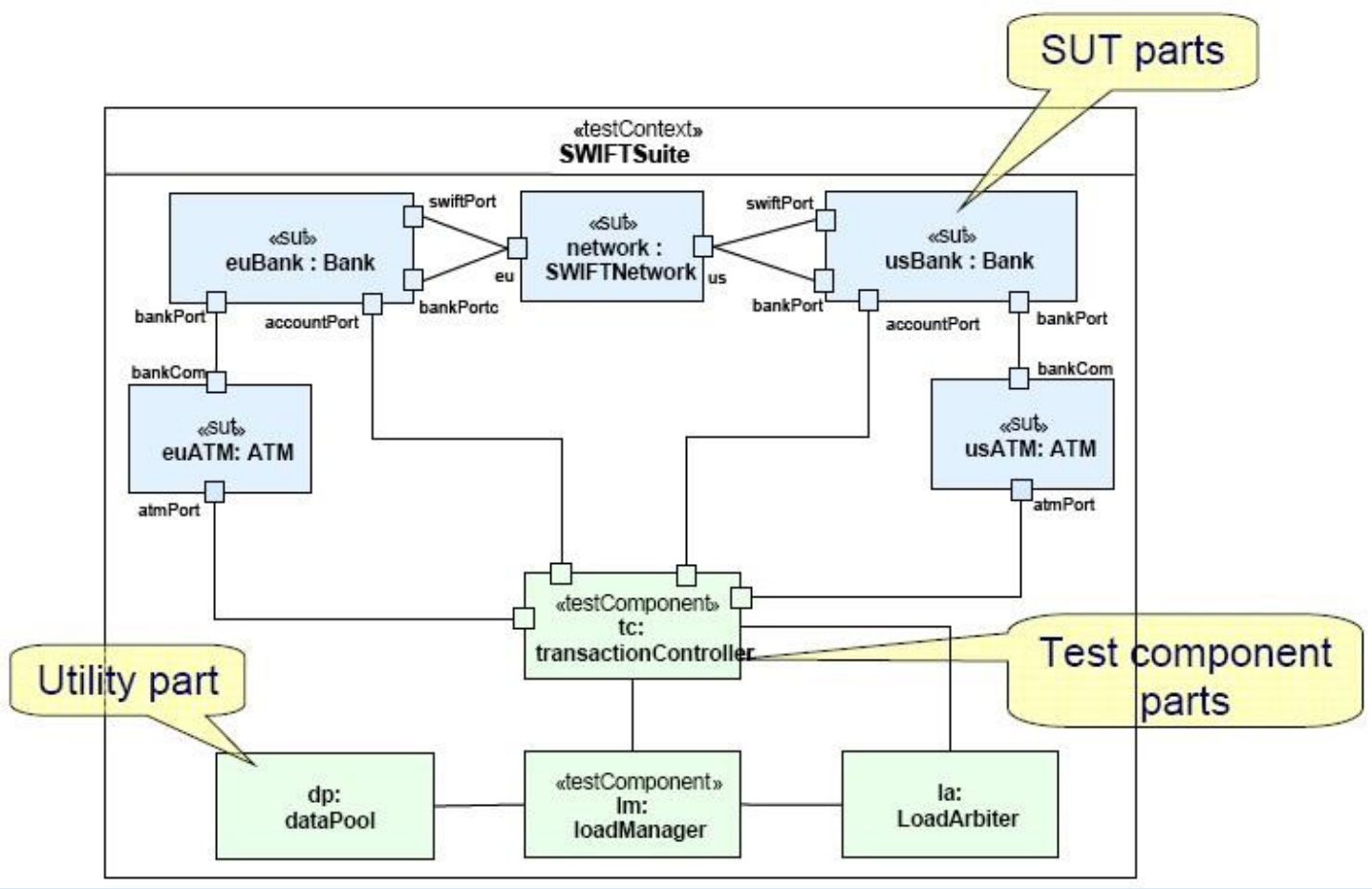
- Test Architecture
  - Elements and relationship involved in test
  - Importing the UML design model of the SUT
- Test Data
  - Structures and values to be processed in a test
- Test Behavior
  - Observations and activities during testing
- Time Concepts
  - Timer (start, stop, read, timeout), TimeZone (synchronized)

# U2TP Test Architecture package

Identification of main components:

- SUT: System Under Test
  - Characterized by interfaces to control and observation
  - System, subsystem, component, class, object
- Test Component: part of the test system (e.g., simulator)
  - Realizes the behavior of a test case
    (Test Stimulus, Test Observation, Validation Action, Log Action)
- Test Context: collaboration of test architecture elements
  - Initial test configuration (test components)
  - Test control (decision on execution, e.g., if a test fails)
- Scheduler: controls the execution of test components
  - Creation and destruction of test components
- Arbiter: calculation of final test results
  - E.g., threshold on the basis of test component verdicts

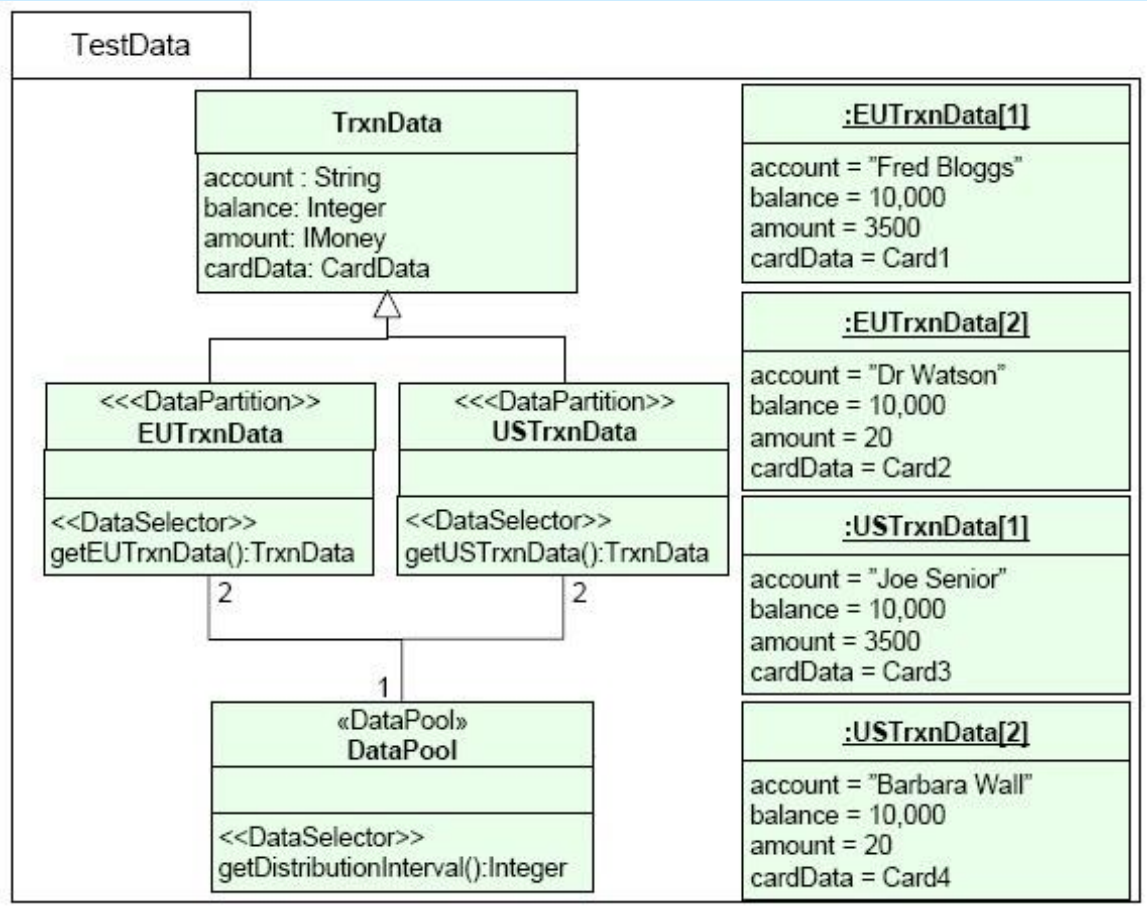
# U2TP Test Architecture example



# U2TP Test Data package

- Identification of types and values for test (sent and received data)
  - Wildcards (* or ?)
  - Test Parameter
    - Stimulus and observation
  - Argument
    - Concrete physical value
  - Data Partition: Equivalence class for a given type
    - Class of physical values, e.g., valid names
  - Data Selector: Retrieving data out of a data pool
    - Operating on contained values or value sets
  - Templates

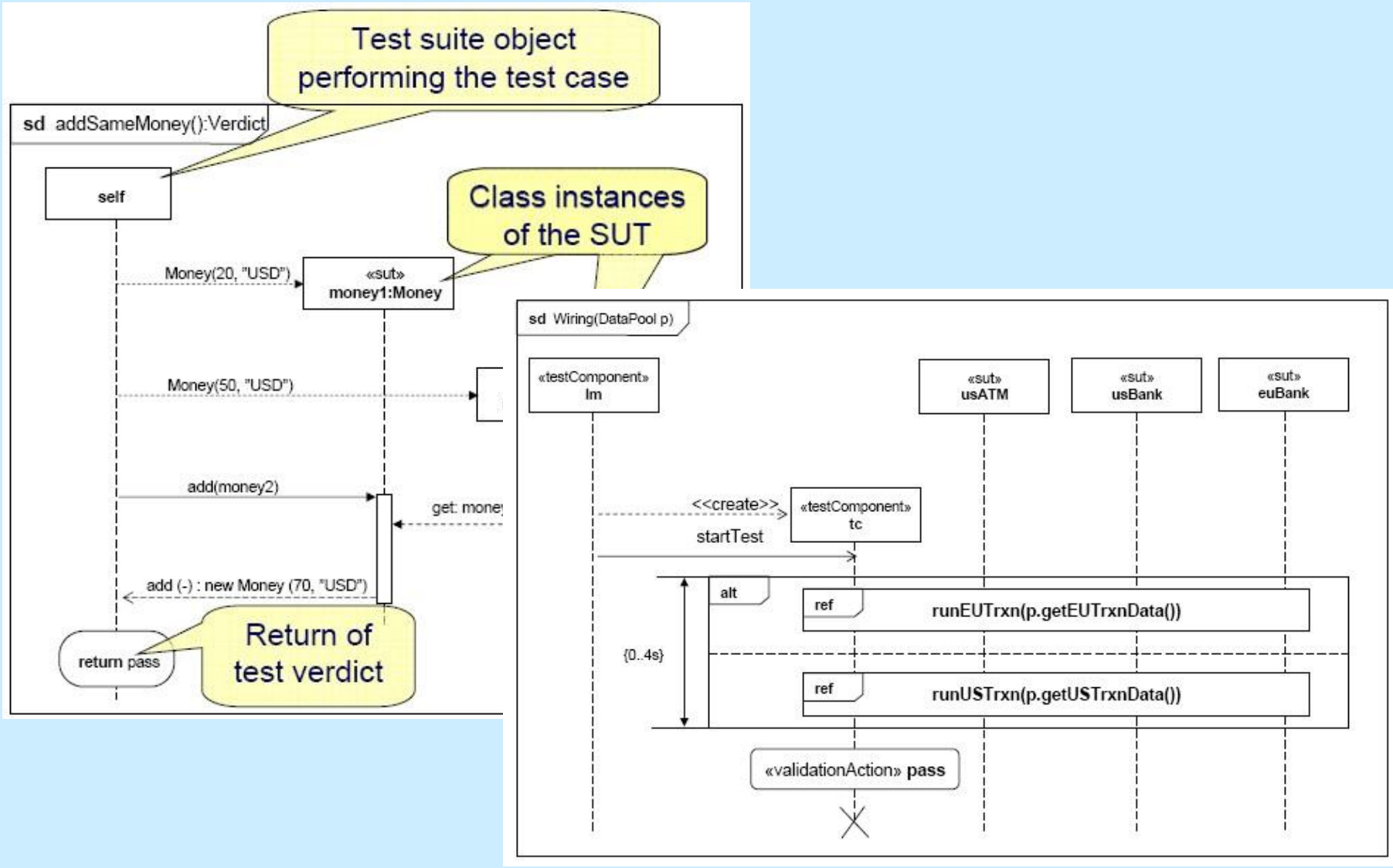
# U2TP Test Data example



# U2TP Test Behavior package

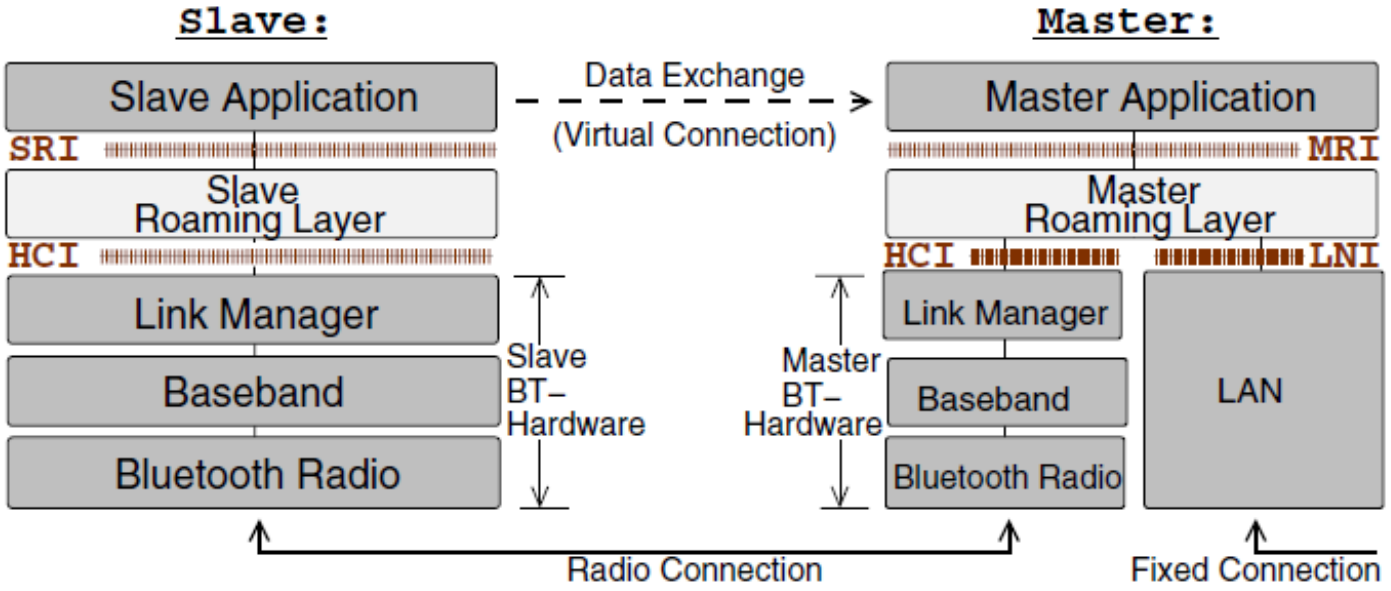
- Specification of default/expected behavior
- Identification of behavioral elements:
  - Test Stimulus: test data sent to SUT
  - Test Observation: reactions from the SUT
  - Verdict: pass, fail, error, inconclusive values
  - Actions: Validation Action (inform Arbiter), Log Action
- Test Case: Specifies one case to test the SUT
  - Test Objective: named element
  - Test Trace: result of test execution
    - Messages exchanged
  - Verdict

# U2TP Test Behavior example



# Mintapélda: BlueTooth roaming

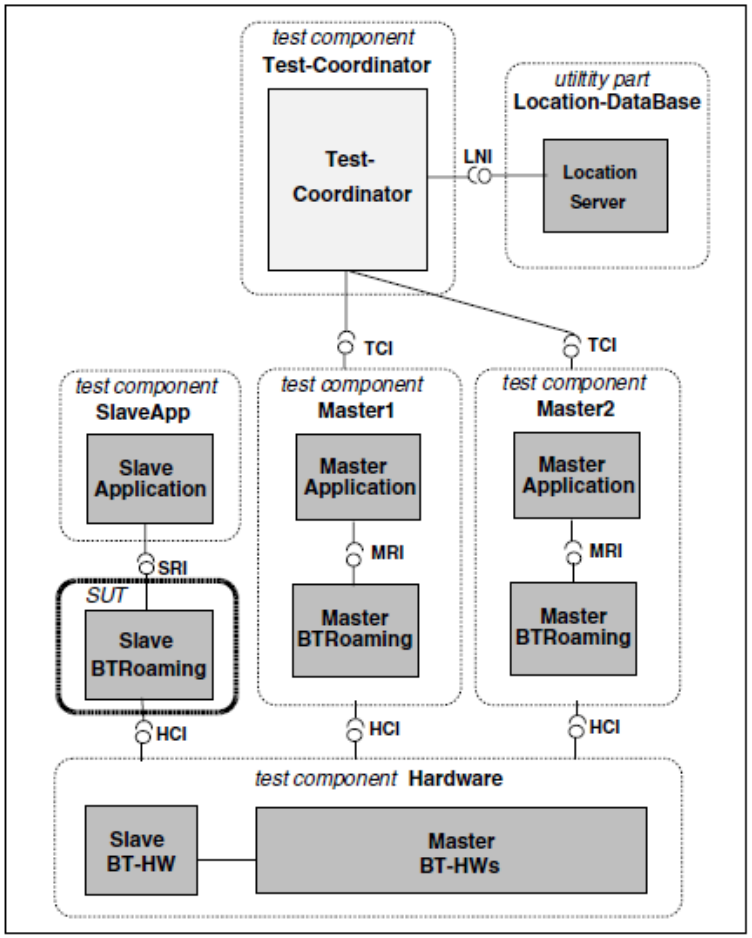
## Tesztelendő rendszer:

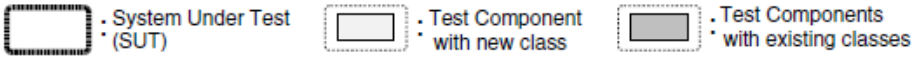



## Teszt cél:

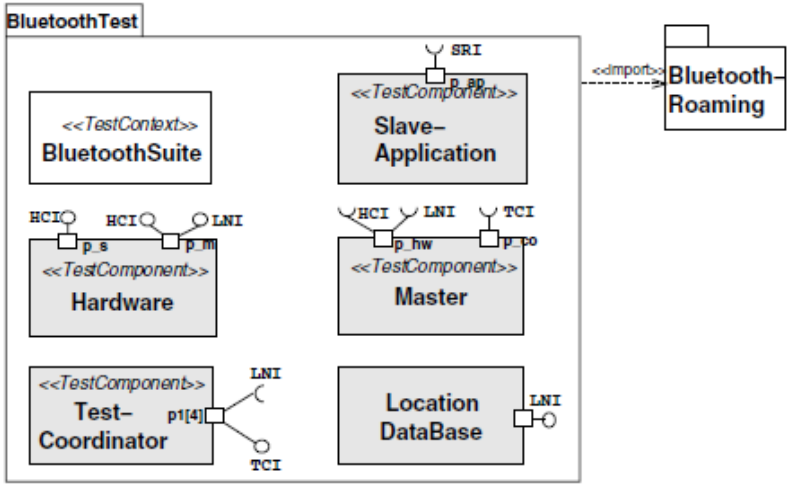
- Slave Roaming Layer funkciói
  - Link minőségének figyelése
  - Kapcsolat létesítése másik masterrel

# Komponensek szerepei

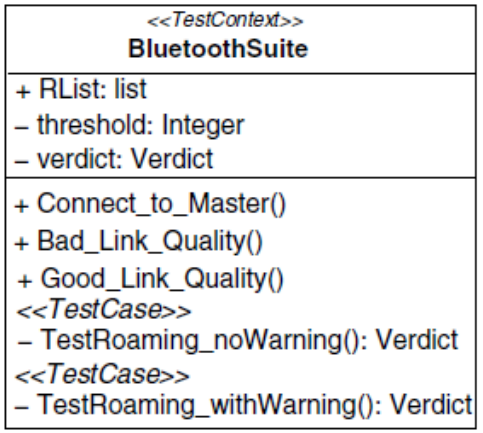



Overview

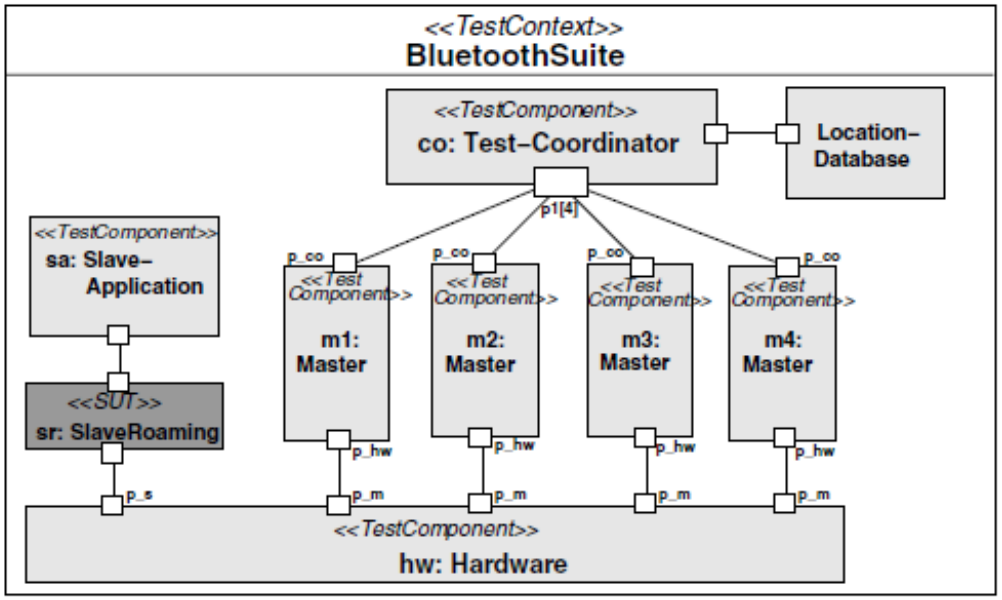



Test package

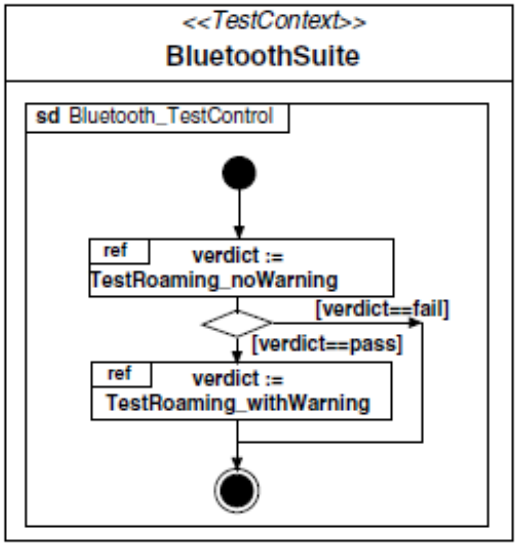



Test context

# Teszt konfiguráció és teszt vezérlés




Test configuration

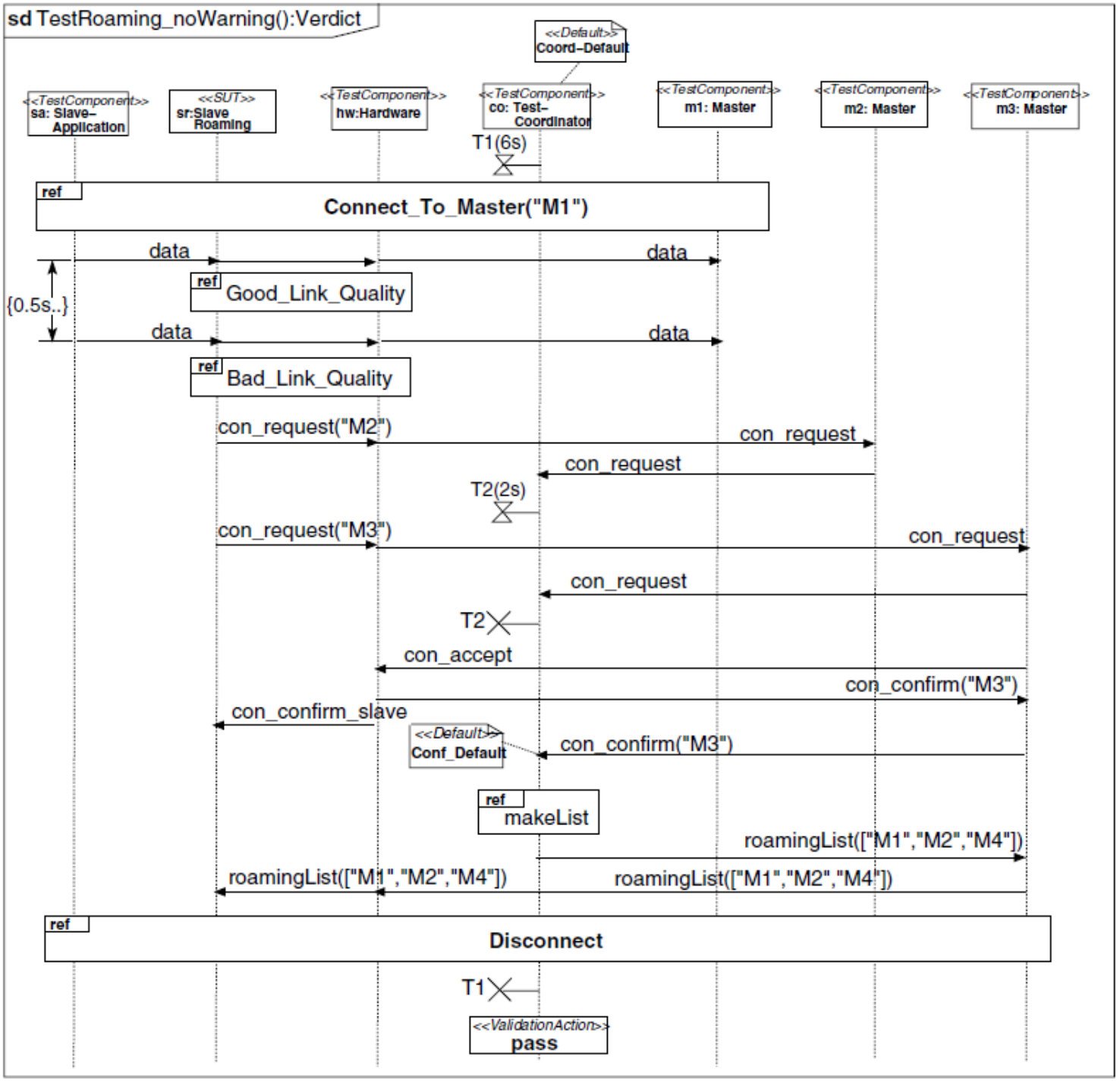



Test control

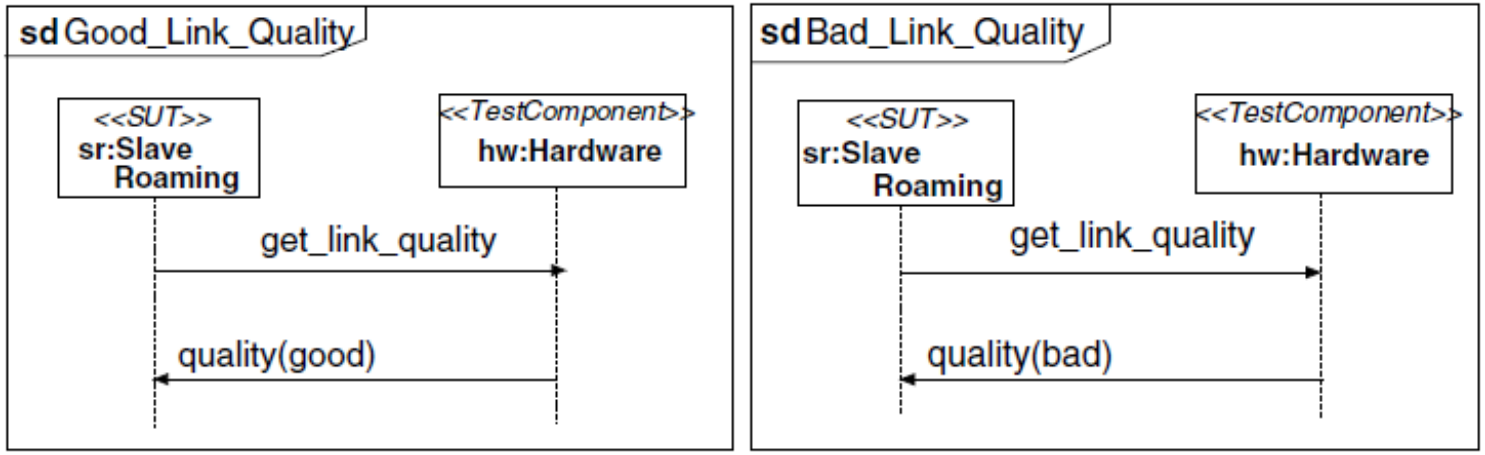
# Test scenario

Test case implementation (see BlueToothSuite)

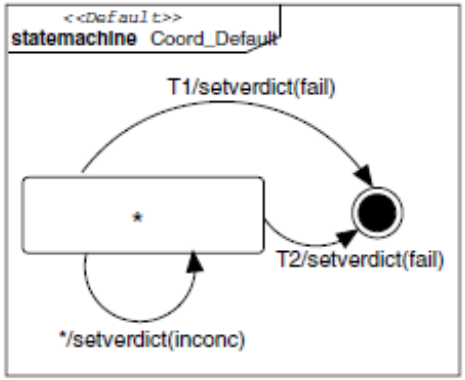
- References
- Timers
- Defaults



# Néhány hivatkozott részlet




Sequence diagrams




Default behaviours specified to catch the observations that lead to verdicts

- Here: Processing timer events