

Cursul 2

Înțelegem înainte de a delega

Analiza și Modelarea Sistemelor Software

Traian-Florin Șerbănuță

Începem cu întrebări

Ce trebuie să înțelegem înainte de a propune o soluție?

Întrebarea de astăzi

Ce trebuie să înțelegem înainte de a cere unei persoane sau unui asistent AI să propună o soluție?

Astăzi analizăm o problemă de dimensiuni reduse, comparăm decizii și verificăm ce anume le susține.

Citatul zilei

> **„Simplitatea este o condiție necesară pentru fiabilitate.”**
>
> Original: “Simplicity is prerequisite for reliability.”

— Edsger W. Dijkstra

Sursa: How do we tell truths that might hurt? — EWD498

Pornim de la o solicitare

Biblioteca este beneficiarul sistemului informatic. Bibliotecara o reprezintă și ne prezintă solicitarea:

> „Avem nevoie de un sistem informatic pentru gestionarea împrumuturilor și returnărilor de cărți. Membrii ar trebui să poată și depune o cerere de împrumut pentru o carte atunci când aceasta este împrumutată.”

Înainte de a cere unui agent AI să construiască ceva:

Ce ar trebui să înțelegeți?

Exercițiu: întrebări înainte de soluții

> „Avem nevoie de un sistem informatic pentru gestionarea împrumuturilor și returnărilor de cărți. Membrii ar trebui să poată și depune o cerere de împrumut pentru o carte atunci când aceasta este împrumutată.”

Lucrați pe o coală albă, mai întâi singuri, apoi cu un coleg.

1. Scrieți două întrebări ale căror răspunsuri ar putea schimba proiectarea.
2. Descrieți un exemplu concret de împrumut.
3. Numiți un lucru pe care l-ați exclude din prima versiune.

În pereche: alegeți una dintre întrebări și explicați **cum ar putea răspunsul bibliotecarei să schimbe proiectarea**.

Clarificăm solicitarea și limitele

Ce comportament convenim cu bibliotecara?

Ce precizează bibliotecara: identitate

R1 — Identitate

- Fiecare titlu, exemplar și membru are un identificator distinct.
- Un titlu poate avea mai multe exemplare fizice; fiecare exemplar aparține unui singur titlu.
- Catalogul și evidența membrilor există deja.

Un exemplar este **disponibil** dacă nu este nici împrumutat, nici rezervat.

Ce precizează bibliotecara: împrumut

R2 — Împrumut

- Un membru poate împrumuta un exemplar disponibil sau unul rezervat chiar pentru el.
- Se creează un împrumut care leagă exemplarul de membru. Un exemplar are cel mult un împrumut activ.
- **Ridicarea** este împrumutul exemplarului rezervat de către solicitant: rezervarea se încheie, iar cererea de împrumut este îndeplinită.
- Dacă exemplarul este împrumutat sau rezervat altcuiva, operația se respinge fără modificarea stării.

Rezervarea păstrează exemplarul pentru membru; împrumutul începe la ridicare.

Ce precizează bibliotecara: returnare

R3 — Returnare

- Returnarea închide împrumutul activ al exemplarului și îl păstrează în istoric.
- În aceeași operație, exemplarul este rezervat primei cereri în așteptare pentru titlul său, conform R5.
- Dacă nu există cereri în așteptare, exemplarul devine disponibil.
- Fără împrumut activ, returnarea se respinge fără modificarea stării.

Returnarea poate face exemplarul **rezervat**, nu neapărat disponibil.

Ce precizează bibliotecara: cerere de împrumut

R4 — Cerere de împrumut

- Membrul cere un **titlu**, fără să aleagă un exemplar.
- Cererea se acceptă numai dacă titlul nu are exemplare disponibile și membrul nu are deja o cerere neîncheiată pentru același titlu.
- Se înregistrează membrul, titlul și ordinea depunerii; cererea intră în așteptare.
- O cerere în așteptare sau cu exemplar rezervat este **neîncheiată**. Duplicatul și cererea pentru un titlu cu exemplar disponibil se resping fără modificări.

Cererea îi dă membrului un loc în ordinea de așteptare pentru exemplarele returnate; nu este nici o căutare în catalog, nici un împrumut.

Ce precizează bibliotecara: rezervare

R5 — Ordinea cererilor și rezervarea

- Pentru fiecare titlu, cererile în așteptare sunt servite în ordinea înregistrării.
- Fiecare exemplar returnat este rezervat primei cereri încă în așteptare. Cererea reține exemplarul alocat.
- O cerere cu exemplar deja rezervat nu mai participă la alocarea altui exemplar.
- Un exemplar are cel mult o rezervare activă și nu poate fi simultan împrumutat și rezervat.

Doar solicitantul poate ridica exemplarul rezervat; ridicarea îndeplinește cererea (R2).

Și delimitarea funcționalității este o decizie

R6 — Delimitare. Includem:

- Împrumutul și returnarea, cu păstrarea istoricului.
- Cererea de împrumut, ordinea de așteptare și rezervarea la returnare.
- Ridicarea exemplarului rezervat, care îndeplinește cererea.

Operațiile folosesc identificatori cunoscuți și se procesează **pe rând**, inclusiv înregistrarea cererilor. Rezervarea rămâne până la ridicare.

Rămân în afara exercițiului: expirarea/anularea rezervărilor și cererilor, notificările, amenzile, prelungirile, autentificarea și modificarea catalogului.

Construim un model

Ce concepte, responsabilități și reguli explică problema?

Cinci tipuri de afirmații

Tip de afirmație	Exemplu din bibliotecă
Informație convenită	R2: un exemplar are cel mult un împrumut activ.
Consecință dedusă	Exemplarele unui titlu pot avea stări diferite.
Întrebare deschisă	Poate returna exemplarul și altcineva? R3 nu spune.
Ipoteză	Provizoriu: oricine poate returna exemplarul.
Propunere de proiectare	Operația de împrumut verifică R2.

Ipoteza răspunde provizoriu unei întrebări deschise. Ea și propunerea devin informație convenită numai după confirmarea bibliotecarei.

Exercițiu: propuneți un model

Date: Titlul **T** are exemplarele **C1** împrumutat lui M1 și **C2** împrumutat lui M3. Nu există cereri sau rezervări. M2 depune o cerere de împrumut pentru T, apoi M1 returnează C1.

Reguli: R1: titlul și exemplarele sunt distincte. R4: cererea leagă membrul de titlu; se acceptă dacă niciun exemplar nu este disponibil. R3: returnarea închide împrumutul și îl păstrează în istoric. R5: exemplarul returnat se rezervă primei cereri în așteptare. R2: numai solicitantul îl ridică; ridicarea creează un împrumut nou, încheie rezervarea și îndeplinește cererea.

Pe hârtie, apoi în pereche:

1. Descrieți starea după returnarea lui C1: ce elemente există, ce știm despre fiecare și cum sunt legate?
2. Ce informație permite respingerea unei încercări a lui M3 de a împrumuta C1?
3. Ce se schimbă atunci când M2 ridică C1?

Modelarea domeniului

Modelul domeniului: conceptele bibliotecii și relațiile dintre ele, nu clasele unui program.

Concept	Ce reprezintă	Reguli
Titlu	Descrierea din catalog; poate avea mai multe exemplare	R1
Exemplar	Obiectul fizic; aparține unui singur titlu	R1
Membru	Persoana înscrisă; împrumută și depune cereri	R1
Împrumut	Leagă un membru de un exemplar; activ sau închis	R2–R3
Cerere de împrumut	Leagă un membru de un titlu; păstrează ordinea depunerii	R4–R5
Rezervare	Leagă cererea de exemplarul alocat solicitantului	R5

Cererea privește un **titlu**; rezervarea și împrumutul privesc un **exemplar**.

Proiectare: cine de ce răspunde?

Decizie: operația de împrumut răspunde de respectarea regulii din R2: un exemplar are cel mult un împrumut activ.

Ea trebuie să:

1. Identifice exemplarul și membrul.
2. Verifice că exemplarul nu este împrumutat și nici rezervat altui membru.
3. Înregistreze împrumutul; la ridicare, să încheie rezervarea și să marcheze cererea îndeplinită.

Ceea ce trebuie să asigure astfel o componentă a soluției (funcție, obiect, serviciu) se numește **responsabilitate**. Ecranul poate afișa disponibilitatea, dar regula trebuie verificată și în momentul împrumutului.

Contracte și invarianți: reguli verificabile

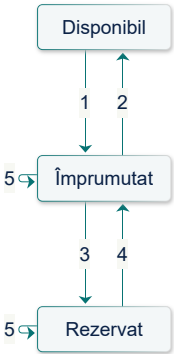
Invarianți — reguli care rămân adevărate înainte și după fiecare operație:

- Un exemplar are cel mult un împrumut activ.
- Un exemplar nu este simultan împrumutat și rezervat.

Contractul operației de împrumut — ce garantează operația, la reușită și la respingere:

- Dacă reușește, exemplarul are un nou împrumut activ, pe numele membrului care îl împrumută.
- Dacă exemplarul era rezervat acestui membru, rezervarea se încheie și cererea este îndeplinită.
- Dacă exemplarul este împrumutat sau rezervat altcuiva, încercarea este respinsă fără modificarea stării.
- Celelalte împrumuturi și rezervări rămân neschimbate.

Comportament: stările unui exemplar



Nr.	Eveniment și condiție
1	Împrumut al unui exemplar disponibil.
2	Returnare, fără cereri în așteptare.
3	Returnare; rezervare pentru prima cerere în așteptare.
4	Ridicare de către solicitant; cerere îndeplinită.
5	Împrumut respins: exemplar deja împrumutat sau rezervat altui membru; fără modificări.

Fiecare reprezentare răspunde la anumite întrebări

- Un glosar, ca tabelul conceptelor, fixează sensul cuvintelor.
- Un contract spune ce garantează o operație.
- O diagramă de stări arată schimbările de stare și unele încercări respinse.
- O schiță poate clarifica responsabilități sau limite.
- Scenariile concrete pun la încercare ce afirmă celelalte reprezentări.

Alegeți reprezentarea care face decizia mai ușor de verificat.

Punem modelul la încercare

Ce se întâmplă în scenarii concrete?

Scenariul 1 (S1): un titlu, două exemplare

Stare inițială: T are C1 și C2 disponibile; membrii M1–M4 există; niciun împrumut, nicio cerere, nicio rezervare.

S1: M1 împrumută C1. C1 devine împrumutat lui M1; C2 rămâne disponibil.

R1–R2: exemplarele sunt distincte; împrumutul privește un exemplar.

S2–S6 pornesc fiecare **independent după S1**, nu unul după altul.

Scenariul 2 (S2): de la cerere la împrumut

După S1: C1 este la M1, C2 disponibil; fără cereri sau rezervări.

Pas	Rezultat cerut
M3 împrumută C2; M2 depune o cerere de împrumut pentru T	Ambele exemplare împrumutate; cererea lui M2 așteaptă
M1 returnează C1	Împrumut închis; C1 rezervat lui M2
M3 încearcă să împrumute C1	Respingere; rezervarea rămâne
M2 ridică C1	Împrumut nou; cerere îndeplinită; rezervare încheiată

R4–R5: cererea se acceptă, fiindcă niciun exemplar nu este disponibil, și primește exemplarul returnat. **R2:** exemplarul rezervat poate fi ridicat doar de solicitant.

Exercițiu: respingerea păstrează starea

După S1: C1 este împrumutat lui M1, C2 este disponibil; nu există cereri sau rezervări. S3 și S4 pornesc separat din această stare.

M1 aduce C1 la ghișeu ca să-l returneze. După el, M2 vrea un exemplar din T, fără cerere depusă.

- **S3:** Bibliotecara, grăbită, scanează C1 pe contul lui M2, fără să înregistreze mai întâi returnarea. Ce răspunde sistemul? Ce s-ar strica dacă ar accepta?
- **S4:** Bibliotecara înregistrează returnarea lui C1, dar scanează exemplarul de două ori. Apoi îl împrumută lui M2. Ce se întâmplă la fiecare pas? Ce conține istoricul la final?

R2: un exemplar disponibil se poate împrumuta (împrumut nou); unul deja împrumutat, nu. **R3:** returnarea închide împrumutul activ și îl păstrează în istoric; fără cereri în așteptare, exemplarul devine disponibil. Fără împrumut activ, returnarea se respinge. Respingerile nu modifică starea.

Pe hârtie: starea după fiecare pas și regula aplicată.

Exercițiu: S5 — când acceptăm cererea?

După S1: C1 este la M1, C2 disponibil; fără cereri sau rezervări. M2 și M3 sunt membri cunoscuți.

1. M2 depune o cerere de împrumut pentru T.
2. M3 împrumută C2.
3. M2 depune o cerere de împrumut pentru T, apoi o repetă.

R4: acceptăm o cerere numai dacă nu există exemplare disponibile și nici altă cerere neîncheiată a aceluiași membru pentru același titlu. Respingerea nu modifică starea.

Pe hârtie: ce se acceptă, ce se respinge și câte cereri rămân?

Exercițiu: S6 — cine primește exemplarul?

După S1: C1 este la M1, C2 disponibil; fără cereri sau rezervări. M1–M4 sunt membri cunoscuți.

1. M3 împrumută C2.
2. M2 depune o cerere de împrumut pentru T, apoi M4 depune una.
3. M3 returnează C2, apoi M1 returnează C1.

R4: cererile se acceptă, fiindcă niciun exemplar nu este disponibil. **R5:** fiecare exemplar returnat merge la prima cerere încă în așteptare; o cerere care are deja un exemplar rezervat nu mai primește altul. **R2:** fiecare solicitant ridică exemplarul rezervat propriei cereri.

Pe hârtie: cui îi rezervăm fiecare exemplar? Poate M4 să-l ridice pe al său înainte de M2?

Delegăm și verificăm

Ce îi dăm agentului AI și cum îi evaluăm rezultatul?

AI poate accelera aceste activități

Putem cere unui agent AI să:

- Organizeze faptele date și întrebările deschise.
- Propună soluții de proiectare și să le compare consecințele.
- Construiască scenarii care pun la încercare o regulă.
- Explice o parte nefamiliară a unui sistem existent.
- Revizuiască o soluție pe baza unor criterii explicite.

Întrebare: ce stabilește fiecare verificare pe care o faceți deja (citiți propunerea, întrebați alt agent AI, rulați teste, cereți o explicație) și ce nu poate stabili?

Proiectăm înainte de a implementa

Problemă și specificație → proiectare → plan de implementare → implementare și testare

Revizuim rezultatul fiecărei etape înainte de a-l transmite mai departe. O problemă găsită târziu ne întoarce la decizia care a produs-o.

Înainte de implementarea de amploare:

- Stabiliți limitele, regulile și întrebările încă deschise.
- Explicați responsabilitățile, contractele și comportamentul.
- Verificați soluția pe scenariile importante, inclusiv pe respingeri.
- Transmiteți explicit sarcina și contextul etapei următoare.

Ce conține o predare utilă a sarcinii?

La predarea sarcinii (**handoff**), dați următorului agent AI:

- Limitele convenite și cerințele originale (R1–R6), nu doar un rezumat.
- Deciziile de proiectare și justificarea lor.
- Regulile care trebuie să rămână adevărate.
- Întrebările deschise și deciziile pe care le blochează.
- Rezultatul cerut și verificările pentru acceptarea lui.

„Construiește aplicația bibliotecii” lasă aceste decizii implicite.

Exemplu pregătit: delegare și verificare

Parcursul exemplului:

1. Identificăm contextul necesar unui agent AI cu rol de analist: enunțul clarificat al bibliotecii.
2. Verificăm conceptele, regulile și responsabilitățile propuse.
3. Examinăm pachetul pentru un evaluator (agent AI de revizuire): enunțul, soluția și criteriile de verificare.
4. Decidem ce constatări sunt susținute de enunț.

Sarcina voastră: explicați o decizie acceptată și puneți la încercare o afirmație.

Parcurgem pe slide-uri prompturile și **răspunsurile AI reale**, capturate înainte de curs (Codex, gpt-6.1-sol, 7 octombrie 2026). Analizați propunerea și revizuirea pe hârtie, folosind regulile și scenariile afișate.

Ce îi cerem agentului AI cu rol de analist

Context predat: solicitarea bibliotecarei, regulile R1–R6 și scenariile S1–S6 prezentate anterior. **Cele trei operații:** împrumutul (inclusiv ridicarea), returnarea și cererea de împrumut.

> Propune o proiectare concisă, fără codul aplicației. Distinge conceptele domeniului și atribuie responsabilitățile celor trei operații.
>
> Precizează regulile împrumutului și rezervării, ordinea cererilor și rezultatele la succes și respingere. Parcurge S1–S6 și indică regulile care susțin deciziile.
>
> Separă cerințele, alegerile și întrebările deschise. Respectă R6. Încheie cu ce poate fi predat etapei următoare și cu limitele soluției.

Proiectarea AI păstrează asocierile necesare?

Fragment din răspunsul AI — gpt-6.1-sol, analist, rularea 1:

> Împrumut | Înregistrare distinctă care leagă membrul de exemplar; activă sau închisă. Împrumuturile închise rămân în istoric.
>
> [...]
>
> Rezervare | Alocă un exemplar unei cereri și solicitantului ei; rămâne activă până la ridicare.

S2: C1 a fost returnat și rezervat lui M2; C2 este încă împrumutat lui M3.

R2: ridicarea este permisă numai solicitantului. **R5:** rezervarea identifică exemplarul alocat cererii.

Pe hârtie: ce asocieri verificăm pentru a decide dacă M3 poate împrumuta C1?

Ce predăm evaluatorului AI

Context nou: solicitarea, R1–R6, S1–S6 și proiectarea de examinat, fără conversația analistului. Poate fi același model AI, într-o conversație nouă.

> Revizuiește proiectarea față de regulile și scenariile date, fără să o modifici.
>
> Pentru fiecare constatare, indică afirmația vizată, regula și un scenariu sau o altă justificare verificabilă.
>
> Distinge defectele de alternativele de proiectare și de întrebările despre extinderi. Nu adăuga cerințe excluse prin R6. Dacă nu găsești defecte, precizează ce ai verificat și limitele revizuirii.

Ce ar lipsi dacă am preda doar proiectarea și instrucțiunea „verifică dacă e corect”?

Verificăm și revizuirea

Fragment din răspunsul AI — gpt-6.1-sol, evaluator, rularea 1:

> În S6, C2 este alocat lui M2, apoi C1 lui M4. Ridicarea mai devreme de către M4 nu afectează rezervarea lui M2.

R5: ordinea cererilor decide alocarea; o cerere cu exemplar rezervat nu mai așteaptă alocarea altuia. **R2:** fiecare membru poate ridica propriul exemplar rezervat.

S6: C2 a fost rezervat lui M2, apoi C1 lui M4. M4 ajunge primul la bibliotecă și ridică C1.

Pe hârtie: acceptați constatarea? Indicați regula și starea celor două exemplare după ridicare.

Decizia noastră asupra revizuirii

Concluzia evaluatorului AI — gpt-6.1-sol, rularea 1:

> Nu am identificat defecte în proiectarea prezentată față de R1–R6 și S1–S6.

Decizia noastră: acceptăm proiectarea ca bază pentru etapa următoare. Aici am verificat S2 și S6; parcurgerea S1–S6 din răspunsul integral a fost verificată înainte de curs.

Limita precizată de evaluatorul AI:

> Nu verifică o implementare, persistența datelor sau executarea efectivă a schimbărilor împreună.

Următorul agent AI: poate elabora planul pentru fluxul cerere → rezervare → împrumut. Rămân de clarificat expirarea, notificările, accesul simultan de la mai multe ghișee și punerea în producție.

Înainte de predare: ce păstrează rezumatul?

Fragment din răspunsul AI — gpt-6.1-sol, analist, rularea 1:

> Cererile sunt alocate în ordinea înregistrării, separat pentru fiecare titlu. O cerere cu exemplar rezervat nu mai participă la alocări. Ordinea ridicării poate fi diferită de ordinea alocării (R5).

Surse: R5 stabilește rezervarea și prioritatea; R2 permite ridicarea numai de către solicitant. R6 lasă expirarea în afara exercițiului.

Ce s-ar pierde dacă rezumatul ar spune doar „cererile sunt servite în ordine”? Indicați distincția omisă și regula sursă.

Revedem deciziile și sintetizăm

Ce schimbăm când modelul domeniului nu mai explică problema?

O ipoteză implicită: titlu = exemplar

Mesajul 1: solicitarea bibliotecarei, apoi „Propune un model de date și operațiile principale pentru acest sistem. Răspunde concis, fără cod complet.”

Fragment din răspunsul AI — Claude Haiku 4.5, rularea 2, 9 octombrie 2026:

> **Cărți** — ID, Titlu, Autor, ISBN, Anul publicării — Stare (disponibilă/împrumutată) — Locație în bibliotecă

Titlul și exemplarul devin un singur lucru, fără ca alegerea să fie marcată drept ipoteză. De ea depind ce alege membrul, ce identifică împrumutul, cum se calculează disponibilitatea și ce verifică testele returnării: o corectare ulterioară le schimbă pe toate.

Rulare selectată din patru: celelalte trei au separat titlul de exemplar din primul răspuns.

Corecție locală sau reproiectare?

Mesajul 2, în aceeași conversație:

> Bibliotecara a raportat o problemă: M2 a depus o cerere pentru „Ion”, care era împrumutată de M1. Când M1 a returnat-o, M3 a ajuns primul la ghișeu și a împrumutat-o, deși M2 o ceruse înaintea lui. Corectează modelul.

Fragment din răspunsul AI — Claude Haiku 4.5, rularea 2:

> **3. Regulă la împrumut nou** — **Verifică**: “Sunt cereri în așteptare pentru această carte?” — Dacă da → **Refuz împrumut** (carte e deja promisă) — Doar membrul cu rezervare activa poate o lua
> **4. Stări extinse pentru carte** — disponibilă, împrumutată, **rezervată (pentru ID Membru specific)**, sub întreținere

Exercițiu: două exemplare din „Ion”, unul împrumutat lui M1, celălalt pe raft: le poate reprezenta modelul corectat? Ce distincție lipsește?

Cinci idei fundamentale

1. **Formularea problemei și cerințele** — ce trebuie rezolvat?
2. **Modelarea domeniului** — ce concepte și reguli contează?
3. **Atribuirea responsabilităților** — cine asigură fiecare regulă și ce depinde de această alegere?
4. **Contractele și invarianții** — ce garantează o operație și ce rămâne mereu adevărat?
5. **Stările și comportamentul** — ce se poate întâmpla și în ce ordine?

Cursurile următoare reiau aceste idei, fiecare pe o altă problemă de dimensiuni reduse.

Argumentăm o decizie

Ce putem explica acum fără ajutorul unui agent AI?

Exercițiu final: explicați o decizie

Fără AI, scrieți trei răspunsuri scurte:

1. De ce distingem un titlu de un exemplar fizic?
2. Ce verificăm înainte să împrumutăm un exemplar?
3. Ce justificare ați cere înainte de a accepta o constatare dintr-o revizuire?

Cursul următor: formularea problemei și cerințele.