Úvod do softwarového inženýrství

IUS 2024/2025

2. přednáška

Ing. Radek Kočí, Ph.D.
Ing. Bohuslav Křena, Ph.D.

23. září a 27. září 2024

Téma dnešní přednášky

- **Analýza a specifikace požadavků**

- Modely jazyka UML používané při specifikaci požadavků
  - **Diagram případů užití** (*Use Case Diagram – UCD*)
  - **Diagram aktivit** (*Activity Diagram*)
  - **Stavový diagram** (*State Diagram*)

Činnosti spojené s vývojem softwaru

- **analýza a specifikace požadavků** (**8 %**),
  - **Cíl: Stanovení služeb, které zákazník požaduje od systému, a vymezení podmínek jeho vývoje a provozu.**
  - transformace neformálních požadavků uživatele do strukturovaného popisu požadavků,
  - zdůraznění požadavků uživatele, ne jak toho docílit (realizovat),
  - provedení studie vhodnosti, identifikace a analýza rizik,
  - získávání, analýza, definování a specifikace požadavků,
  - plánování akceptačního testování.
- architektonický a podrobný návrh (**7 %**),
- implementace (**12 %**),
- integrace a testování (**6 %**),
- provoz a údržba (**67 %**).

Analýza a specifikace požadavků – příklad

Příklad komunikace mezi zákazníkem a dodavatelem.

K. Wiegers, J. Beatty: Software Requirements. Microsoft Press, 2013.

Gerhard (senior manager): „Potřebujeme systém pro sledování chemikálií. Systém by měl sledovat pohyb všech kontejnerů s chemikáliemi, které jsou ve skladě nebo v laboratořích. Tímto by měli chemici přehled o stavu chemikálií a nemuseli by kupovat nové, když jsou k dispozici ve skladu nebo v jiné laboratoři. Dále, ministerstvo chce zprávy o používání chemikálií a jejich dostupnosti, což dnes zabírá mnoho času. Systém by měl umět generovat podklady pro tyto zprávy.“

Cynthia (IT specialist): „Dobře, vidím, proč je to důležité. Nyní potřebuji pochopit požadavky na systém pro sledování chemikálií.“

Gerhard: „?? Právě jsem je řekl.“

⇒ **Rozdílné pohledy na to, jaké informace jsou důležité.**

⇒ **Kdo vše se účastní projektu?**

Zainteresované strany

Pojem *stakeholder*

- (původně) dočasný držitel peněz či majetku
- člověk nebo skupiny lidí, bez jejichž podpory by organizace přestala existovat
- (obecně chápán jako) zainteresované strany v projektu – zákazník, uživatel, analytik, návrhář, tester, manažer, ...

Je důležité

- zapojit nejen zákazníka, ale všechny zainteresované strany (stakeholders)
- tyto strany na začátku *identifikovat* – pokud analytik v průběhu tvorby požadavků zjistí, že existuje ještě někdo, kdo by se měl k něčemu vyjádřit, zdržuje to průběh projektu; pokud se to nezjistí, může být v požadavcích chyba

Analýza a specifikace požadavků – příklad

Gerhard (senior manager): „Potřebujeme systém pro sledování chemikálií. Systém by měl sledovat pohyb všech kontejnerů s chemikáliemi, které jsou ve skladě nebo v laboratořích. Tímto by měli chemici přehled o stavu chemikálií a nemuseli by kupovat nové, když jsou k dispozici ve skladu nebo v jiné laboratoři. Dále, ministerstvo chce zprávy o používání chemikálií a jejich dostupnosti, což dnes zabírá mnoho času. Systém by měl umět generovat podklady pro tyto zprávy.“

Cynthia: „Popsal jste *general business objectives*. To mi nedává dostatek informací, abych věděla, jaký software vytvořit a jak dlouho to bude trvat.“

⇒ **Jaké mohou být požadavky?**

Typy požadavků

- **Obchodní požadavky** (*Business Requirements*)
  - proč zákazník potřebuje systém
    $\Rightarrow$ pochopení a definování cílů a smyslu projektu
  - zaměřeno na obchodní cíle (úspora nákladů, času)
  - *úspora nákladů při práci s chemikáliemi*

- **Uživatelské požadavky** (*User Requirements*)
  - úlohy, které uživatel se systémem provádí
    $\Rightarrow$ co je možné se systémem dělat
  - *zjistit dostupnost chemikálie na skladě nebo v laboratoři*
  - use cases, ...

Typy požadavků

- **Funkční požadavky** (*Functional Requirements*)
  - chování systému v různých podmínkách
    $\Rightarrow$ co musí být realizováno, aby mohly být vykonány úlohy (user requirements), a tím splněny obchodní požadavky (business requirements)
  - *co vše je potřeba pro zjištění dostupnosti chemikálie*
  - diagram aktivit, ...

- **Nefunkční požadavky** (*Nonfunctional Requirements*)
  - Vlastnosti a charakteristiky, které musí systém splňovat, a omezení, která musí respektovat.

Nefunkční požadavky

Požadavky na provoz systému

- statické – např. počet uživatelů, ...
- dynamické – např. čas odezvy, počet transakcí na jednotku času, ...

Požadavky na výsledný systém

- počítačové vybavení – např. HW náročnost (paměť, ...)
- programové vybavení – např. operační systém, programovací jazyky, ...
- vyvíjený software – např. efektivnost, spolehlivost, odolnost vůči chybám, přenositelnost, bezpečnost, ...

Nefunkční požadavky

Požadavky na vývojový proces

- dodržování norem
- odevzdání systému

Požadavky na rozhraní

- software $\rightarrow$ uživatel
- software $\rightarrow$ jiné součásti systému (HW, SW)

Externí požadavky

- legislativní požadavky (ochrana informací, . . .)

Nefunkční požadavky

Požadavky na vývojový proces

- dodržování norem
- odevzdání systému

Požadavky na rozhraní

- software $\rightarrow$ uživatel
- software $\rightarrow$ jiné součásti systému (HW, SW)

Externí požadavky

- legislativní požadavky (ochrana informací, . . .)

měřitelnost požadavků

Analýza a specifikace požadavků – příklad

Cynthia: „Popsal jste general business objectives. To mi nedává dostatek informací, abych věděla, jaký software vytvořit a jak dlouho to bude trvat.“

Cynthia: „Jeden analytik by se měl účastnit práce s některými uživateli, abychom přesně pochopili všechny požadavky.“

⇒ **Jaké jsou techniky získávání informací?**

Metody získávání informací

Interview (orientační, strukturované)

- základní běžná forma zjišťování potřeb zákazníka
- orientační – první setkání, získat základní přehled
- strukturované – připravené otázky, získat hlubší představu
- nejen naslouchat, ale navrhovat alternativy

Dotazníky

- lze obsáhnout velkou skupinu lidí
- na základě zkušeností připravené otázky s definovaným způsobem vyhodnocení

Pracovní setkání (workshop, elicitation meeting)

- skupina lidí (stakeholders) vyjednává o požadavcích a pracuje společně na specifikaci požadavků
- menší skupiny jsou efektivnější, různá setkání s různou skupinou lidí

Metody získávání informací

Pozorování prací u zákazníka

- prostá specifikace nemusí být úplná, některé detaily nemusí být zachyceny, neboť jsou „*zjevné*“ (nemusí pro každého)
  Recept: „přidejte dvě nebo tři vejce“
  Za jakých podmínek dvě vejce? Co skořápka?
- umožňuje lépe pochopit aktivity a procesy, ověřit získané informace, odhalit dosud neznámé informace
- časově náročné, není vhodné pro všechny projekty a uživatele

Další metody

- studium dokumentů
- přímá účast na pracech zákazníka
- analýza existujícího softwarového systému

Metody získávání informací

Kvalitní získávání informací o problémové oblasti a požadavcích snižuje riziko vytvoření systému, který nebude vyhovovat **potřebám** uživatele.

Důležitá je motivace ze strany zákazníka (uživatele).

Pro analytika jsou nutné komunikační schopnosti i zkušenosti.

Problémy při specifikaci požadavků

Přirozená neúplnost a nepřesnost

- nejasná a neúplná formulace požadavků zákazníkem
- neucelená představa uživatele o výsledném softwarovém systému
- problém rozhodování, jaké požadavky už nezačleňovat do specifikace
- pro komunikaci se používá přirozený jazyk, který je nejednoznačný

Nedostatek znalostí

- vývojář (analytik) se neorientuje v doménové problematice analyzované oblasti, nezná terminologii
  - specialista na doménovou oblast ve vývojovém týmu
- zákazník se neorientuje v problematice vývoje softwaru, nezná terminologii
  - vyčleněný člověk od zákazníka (orientuje se ve vývoji, zaškolení, . . .)

Problémy při specifikaci požadavků

Nekonzistence požadavků

- různí uživatelé mají různé požadavky a priority
- různé požadavky uživatele a zákazníka (objednavatele)
- požadavky jsou mnohdy rozporné

Další problémy

- špatná predikovatelnost dopadu nového systému na organizaci, kde se nasadí
  - otázka naplnění *obchodních požadavků*
- problémy s testováním a validací požadavků
  - zapojení zákazníka
  - prototypování, pravidelná setkání, ...

Problémy při specifikaci požadavků

Problémy plynou z použití **přirozeného jazyka**.

- **Vyřazení** – *Používají systém k výpůjčkám knih.*
  Kdo?
- **Deformace, zkreslení** – *Čtenáři si nemohou půjčit další knihu, dokud nevrátí knihy s prošlou výpůjční lhůtou.*
  Když je zaplatí, tak mohou!
- **Zobecnění** – *Každý, kdo si chce vypůjčit knihu, musí mít průkazku.*
  A co výpůjčky mezi knihovnami?

Slovníček pojmů

- zachycuje obchodní jazyk (terminologii) pro daný projekt,
- řeší synonyma (slova téhož nebo podobného významu, např. dopis – psaní, směle – statečně, holka – dívka) výběrem nejčastějšího,
- řeší homonyma (slova s odlišným významem znějící stejně, např. pila, zámek, diskrétní) definicí jejich významu.

Analýza a specifikace požadavků – příklad

Cynthia: „Jeden analytik by se měl účastnit práce s některými uživateli, abychom přesně pochopili všechny požadavky.“

Gerhard: „Jsou to vytížení lidé. Nemají čas vysvětlovat někomu každý detail. Nemůžete sami určit, co se má vytvořit?“

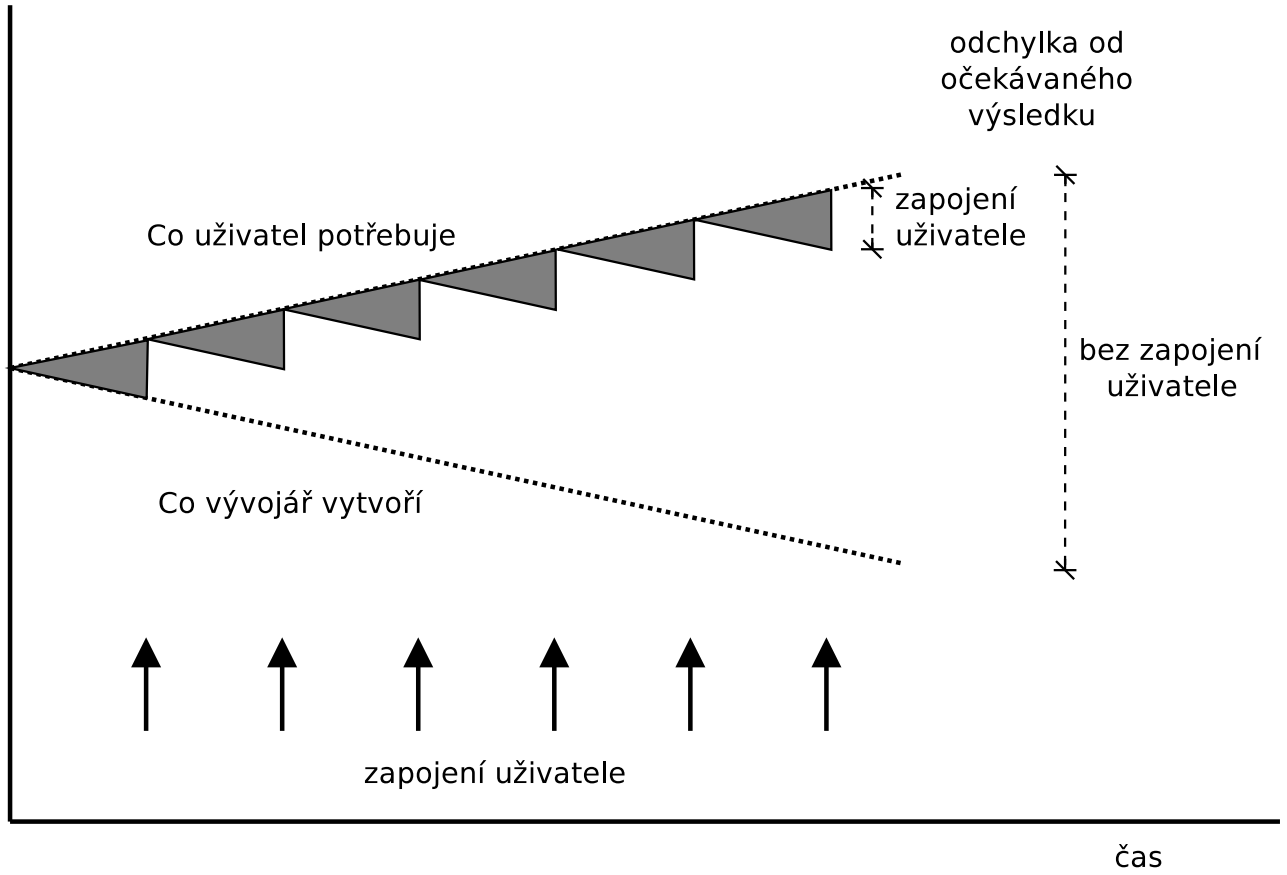
Cynthia: „Můžeme vytvořit pouze náš nejlepší odhad, ale my nejsme chemici. Podle mých zkušeností, pokud nebudeme mít čas na pochopení problému, nikdo nebude spokojený s výsledkem.“

Gerhard: „Na to nemáme čas. Moje požadavky jsem vám dal. Prostě ten systém vytvořte.“

⇒ **Jak je to se zapojením uživatelů do tvorby požadavků?**

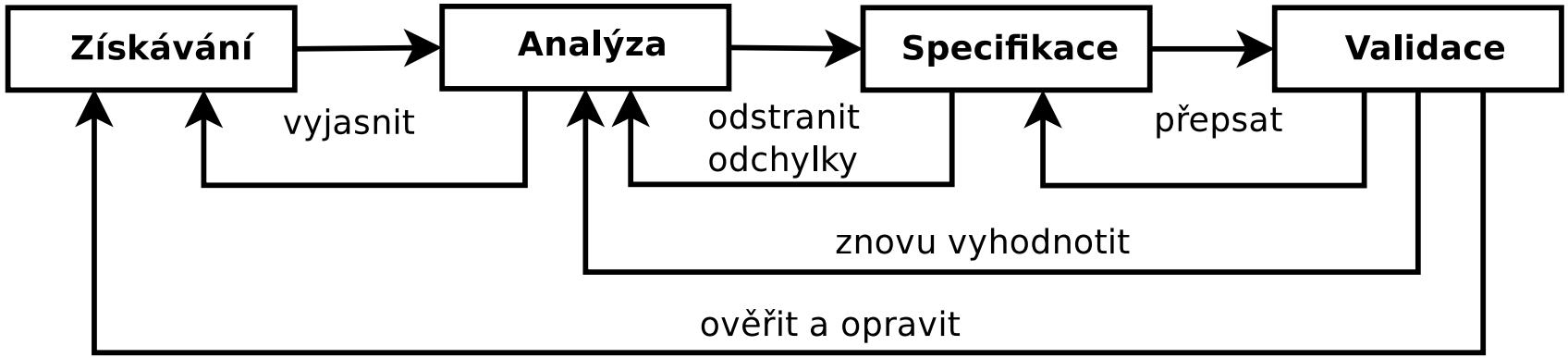
Zapojení uživatelů

Zapojení uživatele/zákazníka do procesu tvorby je důležité.



Postup při specifikaci požadavků

Tvorba požadavků je iterativní proces.



Získávání informací

- definice cílů projektu
- identifikace uživatelských požadavků, . . .
- interview, pozorování práce, . . .

Postup při specifikaci požadavků

Analýza požadavků

- *studie vhodnosti* = odhad, zda je reálné vytvořit systém s danými vlastnostmi za daných podmínek; musí být provedena rychle a levně
- zkoumání současného stavu
- modelování, prototypování, ...

Specifikace požadavků

- transformace informací z analýzy do dokumentu
- specifikace nefunkčních požadavků, ...

Validace požadavků

- vyhodnocení požadavků, simulování, prototypování, ...
- definování kritérií pro akceptování produktu

Prototypování

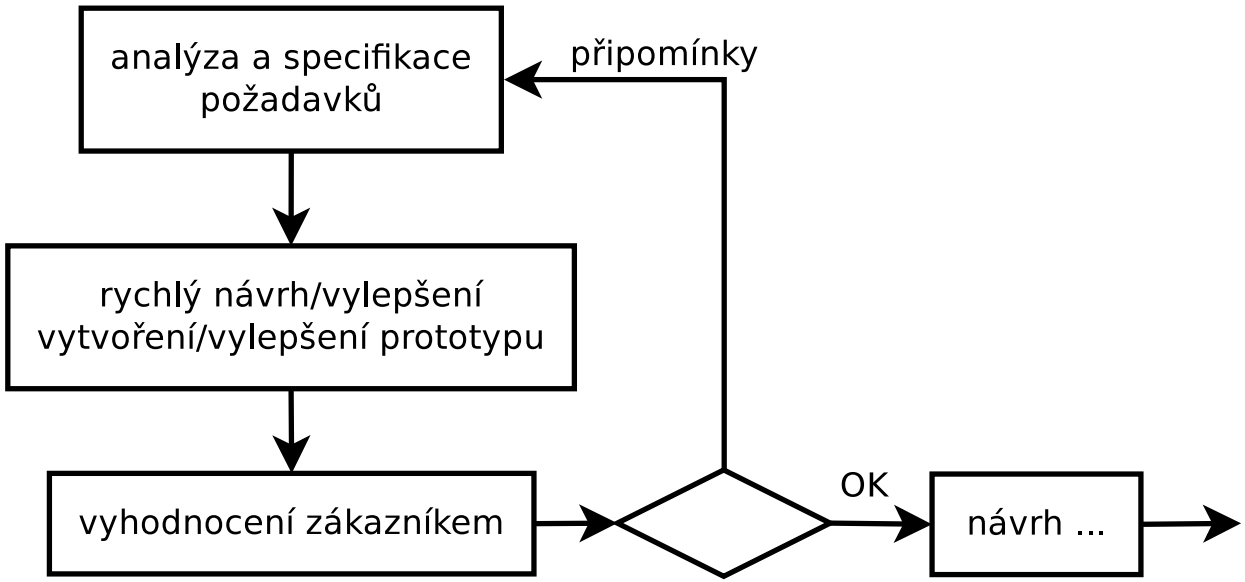
Motivace

- uživatelé mají problémy s přesnou specifikací svých požadavků, avšak dokáží lépe formulovat požadavky v reakci na práci s „reálným“ produktem $\Rightarrow$ prototypem
- prototypování dokáže ověřit správnost návrhu v počátečních fázích $\Rightarrow$ **validace požadavků** (snižují se rizika projektu)
- může nastínit různé alternativy návrhu

Prototyp

- částečná implementace produktu
- prototyp je většinou implementován rychle s cílem demonstrovat potenciální rozhraní či chování systému, není kladen důraz na kvalitu návrhu a programování

Prototypování



Problém dokončení prototypu

- není kladen důraz na kvalitu návrhu a implementace prototypu $\Rightarrow$ prototyp je špatně udržovatelný
- po vyjasnění specifikace a návrhu se prototyp dále nepoužívá
- *pokud se prototypy od začátku realizují plnohodnotně, lze je využít v implementaci (např. metodika RAD)*

Dobrá specifikace požadavků

Specifikace by měla být

- **seřazená podle důležitosti**
  - poznačte si datum vytvoření požadavku
  - seskupte požadavky do tříd důležitosti
- **sledovatelná**
  - původ (smysl) požadavku je jasný
  - na každý požadavek je možné se odkazovat v další dokumentaci
- **modifikovatelná**
  - struktura a styl specifikace je konzistentní a bez redundancí
  - snadné úpravy a doplňování požadavků
- **jednoznačná**
  - neumožňuje více interpretací
  - požadavky pište jasně a jednoznačně (přirozený jazyk je zdrojem nejednoznačnosti)

Dobrá specifikace požadavků

Specifikace by měla být

- **úplná**
  - obsahuje všechny důležité požadavky a definice reakcí systému na všechny třídy vstupních údajů
  - specifikujte situace, ve kterých se porušuje akceptovatelné chování
- **konzistentní**
  - požadavek není v rozporu s jinými požadavky
  - buďte konzistentní v používání názvů
- **verifikovatelná**
  - existuje proces kontroly, zda software splňuje požadavek
  - měřitelnost splnění požadavků

Dobrá specifikace požadavků

Během procesu specifikace požadavků

- **Udržujte specifikaci čitelnou pro zákazníka.**
  - zákazník se musí umět orientovat ve specifikaci
- **Ve specifikaci nenavrhujte řešení.**
  - cílem specifikace je získat úplný a správný pohled na potřeby zákazníka
  - realizace požadavků je záležitostí dalších etap
- **Validujte požadavky.**
  - prototyp snižuje riziko špatného pochopení požadavků
  - slabá specifikace $\Rightarrow$ špatný odhad nákladů
- **Zainteresujte uživatele**
  - uživatel se musí podílet na procesu formování a validace požadavků
  - nechte si výsledek zkontrolovat a potvrdit druhou stranou

Cena chyb ve specifikaci

Přibližný odhad nákladů na opravu chyb ve specifikaci

Etapa	Náklady (člověko-hodiny)
Specifikace	2
Návrh	5
Implementace	15
Akceptační testování	50
Údržba	150

Dobře identifikované požadavky snižují cenu vývoje softwaru!

Myšlenka pro analytika

Úlohou analytika je dát zákazníkovi včas a za určenou cenu ne to, co chce, ale to, o čem nikdy ani nesnil, že chce; až když to dostane, zjistí, že je to přesně to, co vlastně celý čas chtěl.

Specifikace požadavků – dokumentace

Dokumentace spojená se specifikací požadavků

- různorodá, od textu až po formální specifikace
- čím formálnější podoba, tím méně lidí je schopno tuto podobu akceptovat
- praxe ukazuje, že pro mnoho softwarových projektů se používá kombinace strukturovaného jazyka, vizuálních modelů a dalších prezentačních technik (tabulky, matematické výrazy, ...)
- přiměřený rozsah dokumentace!

Formy dokumentace požadavků

- strukturovaný text
- tabulky
- vizuální modely
- spustitelné modely
- formální modely
- ...

Specifikace požadavků – modelování

Modelování dat

- *Entity Relationship Diagram* (*ERD*) – strukturovaný model dat
- *Class Diagram* – objektově orientovaný model dat a protokolu (rozhraní, zodpovědnosti)

Modelování funkčních požadavků

- *Data Flow Diagram* (*DFD*) – specifikace chování systému; strukturovaný přístup
- *Use Case Diagram* (*UCD*) – diagram případů užití, specifikuje možnosti použití systému; jazyk UML
- UCD je doplněn dalšími modely z jazyka UML, např. *Activity Diagram*

Podívejte se na učební text zaměřený na jazyk UML 2.0, který máte k dispozici v systému Moodle!

Diagram případů užití

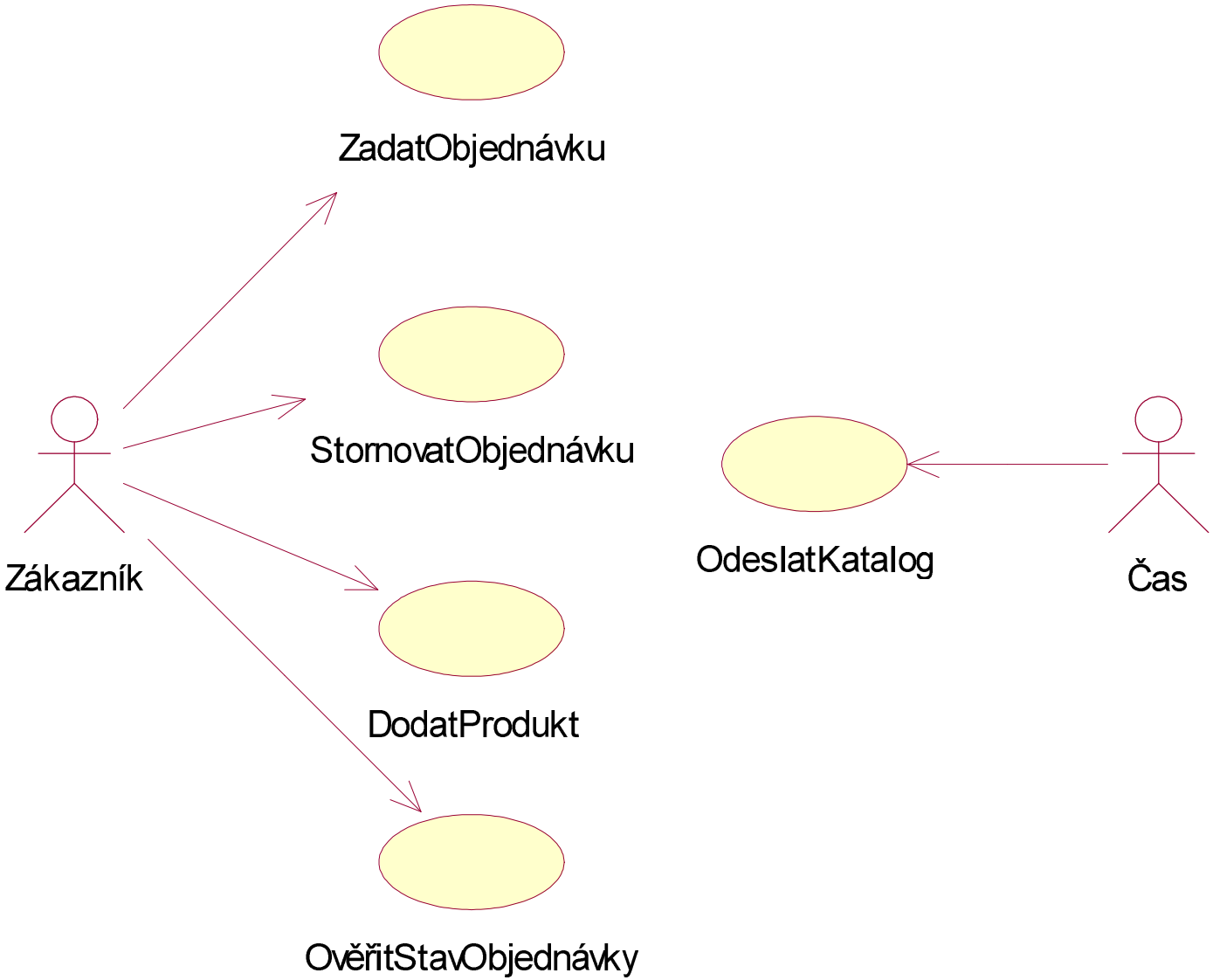
Use-case-driven approach (např. metodika RUP)

- Klíčovými aktivitami při specifikaci požadavků je *nalezení účastníků* a *nalezení případů užití*.
- K tomu se využívají diagramy případů užití doplněné o *detaily (specifikace) případů užití*.

Prvky diagramu užití

- *hranice systému*
- *účastník* (*aktor*) – subjekt, který se systémem pracuje (může mít i speciální podobu, např. čas nebo jiný systém)
- *případ užití* – funkce, kterou systém vykonává jménem jednotlivých účastníků nebo v jejich prospěch.
- *interakce* – ukazuje účast aktora na provádění případu užití

Diagram případů užití



Detail (Specifikace) případu užití

- Konkretizace (specifikace) případu užití.
- Neexistuje standard, většinou se však využívá tabulka.
- Případ užití má svůj
  - název,
  - jedinečný identifikátor a
  - specifikaci.
- Specifikace případu užití má:
  - vstupní podmínky,
  - tok událostí a
  - následné podmínky.

Specifikace případu užití

název	**Případ užití: Platit daň z přidané hodnoty**
identifikátor	**ID: UC1**
účastníci	**Účastníci:** Čas finanční úřad
stav před	**Vstupní podmínky:** 1. Je konec fiskálního čtvrtletí?
kroky	**Tok událostí:** 1. Případ užití začíná na konci fiskálního čtvrtletí. 2. Systém určuje výši daně z přidané hodnoty, kterou je třeba odvést státu. 3. Systém odesílá elektronickou platbu finančnímu úřadu.
stav po	**Následné podmínky:** 1. Finanční úřad přijímá daň z přidané hodnoty.

Specifikace případu užití – alternativní toky

Případ užití: Zobrazit košík
ID: UC11
Účastníci: Zákazník
Vstupní podmínky: 1. Zákazník je přihlášen do systému.
Tok událostí: 1. Případ užití začíná volbou „zobrazit obsah košíku“. 2. KDYŽ je košík prázdný: 2.1 Systém oznámí Zákazníkovi, že košík neobsahuje žádné položky. 2.2 Případ užití končí. 3. Systém zobrazí seznam všech položek v nákupním košíku zákazníka včetně ID, názvu, množství a ceny každé položky.
Následné podmínky:
...

Specifikace případu užití – alternativní toky

...
Alternativní tok 1: 1. Zákazník může kdykoliv opustit obrazovku košíku.
Následné podmínky:
Alternativní tok 2: 1. Zákazník může kdykoliv opustit systém.
Následné podmínky:

Pokročilé techniky modelování případů užití

- **Pokročilé techniky**:
  - zobecnění účastníka
  - zobecnění případu užití
  - relace ≪`include`≫
  - relace ≪`extend`≫

- Pokročilé techniky používejte pouze pro zjednodušení modelu.
- Případ užití je způsob zápisu požadavků.
  Musí být tedy čitelný i pro uživatele.
  Je proto žádoucí, aby byl co nejjednodušší.
- Uživatelé těžko chápou zobecnění účastníka.
- Význam relace ≪`extend`≫ často nechápou ani analytici či návrháři.

- Závěr: Pokročilé techniky používejte co nejméně!

Diagram bez zobecnění účastníka

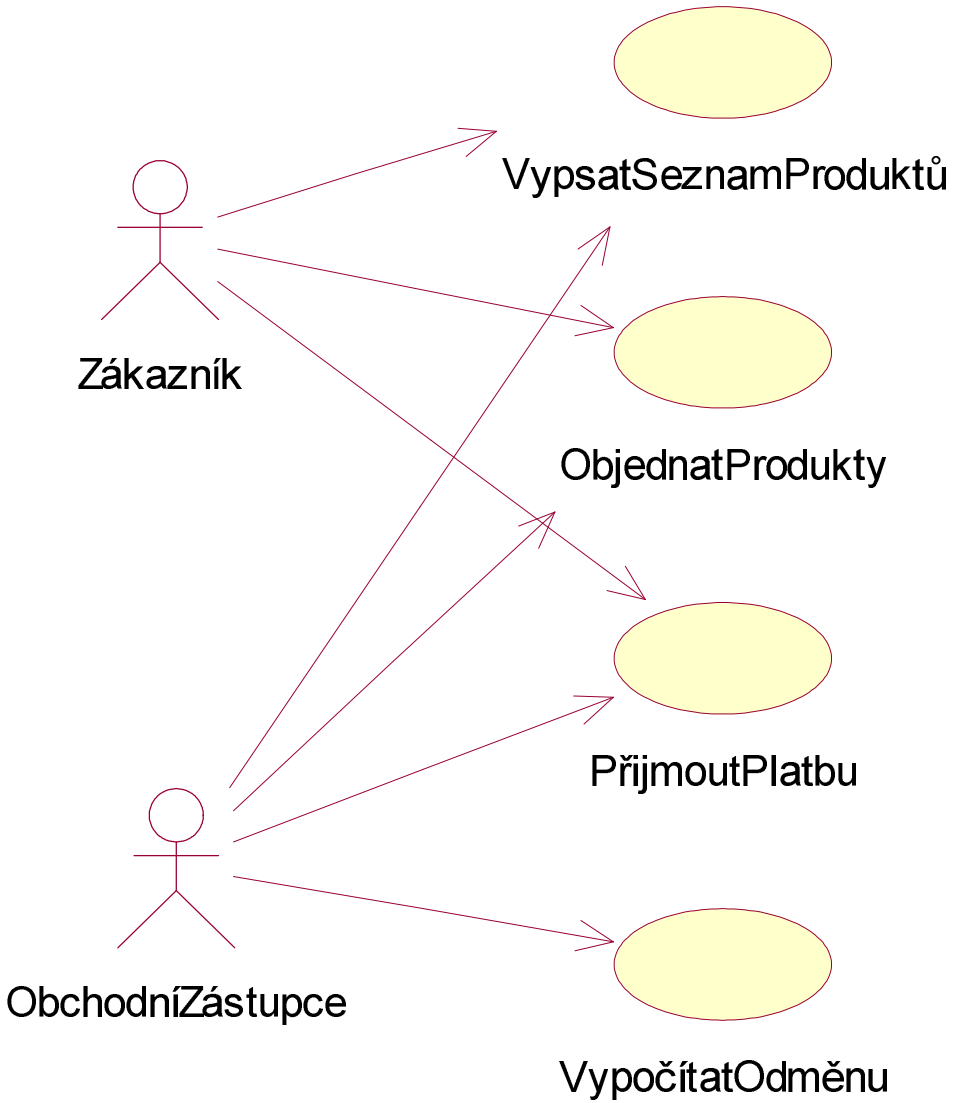
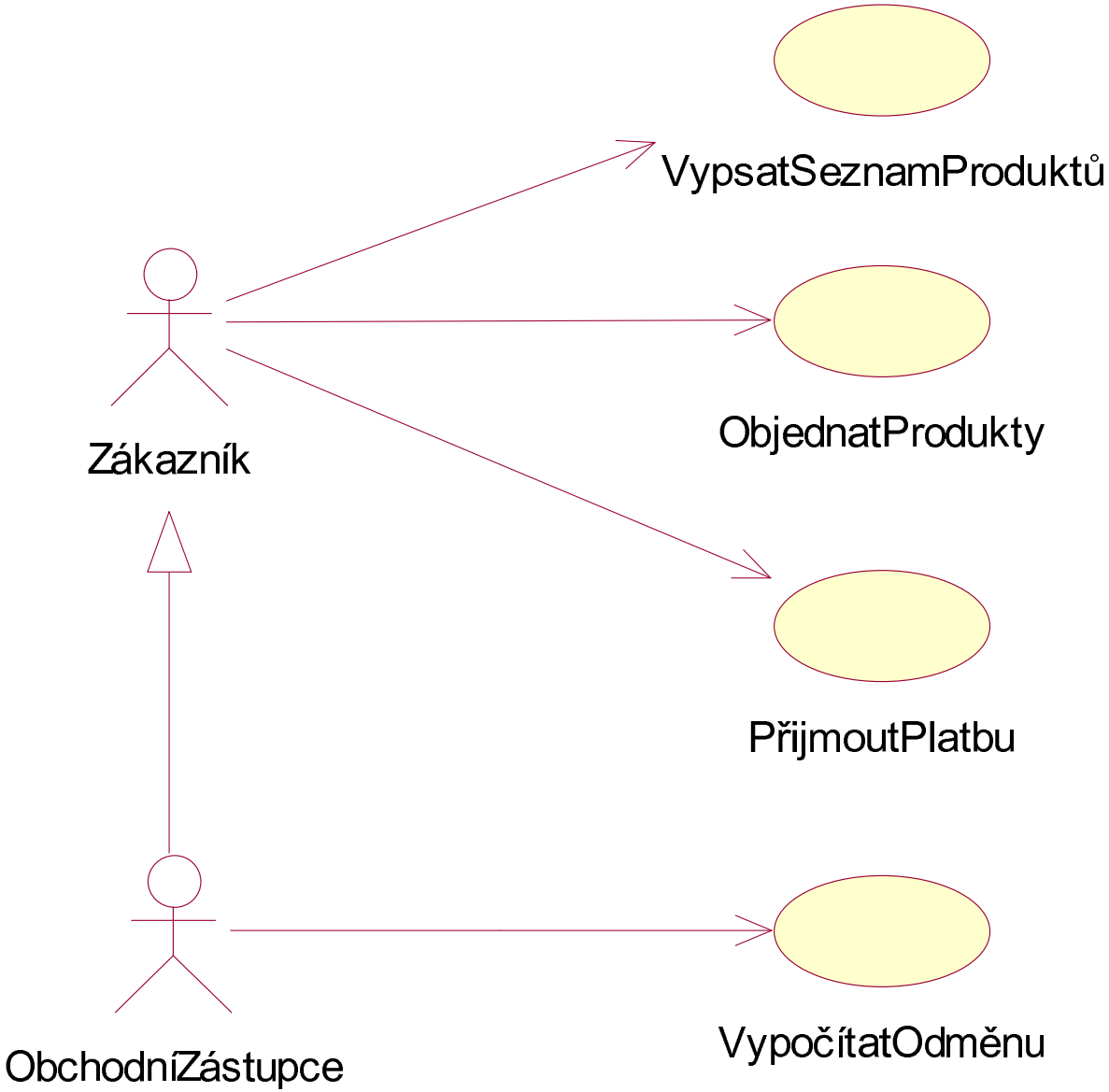
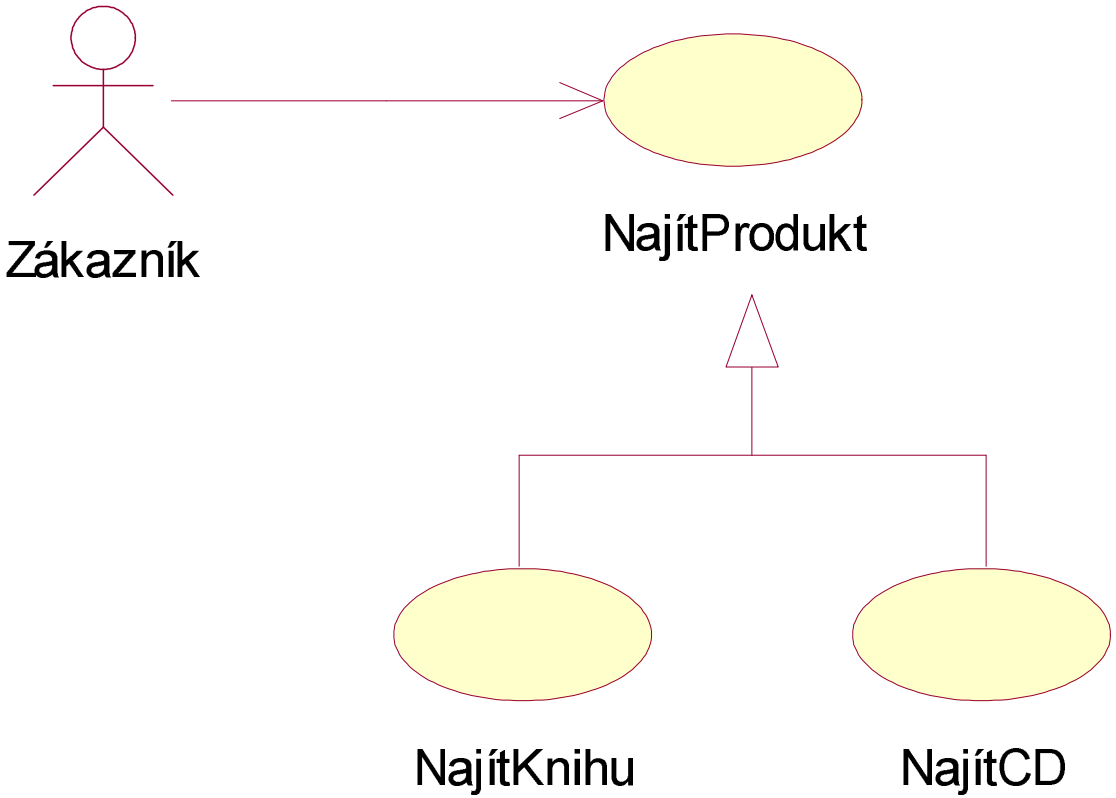


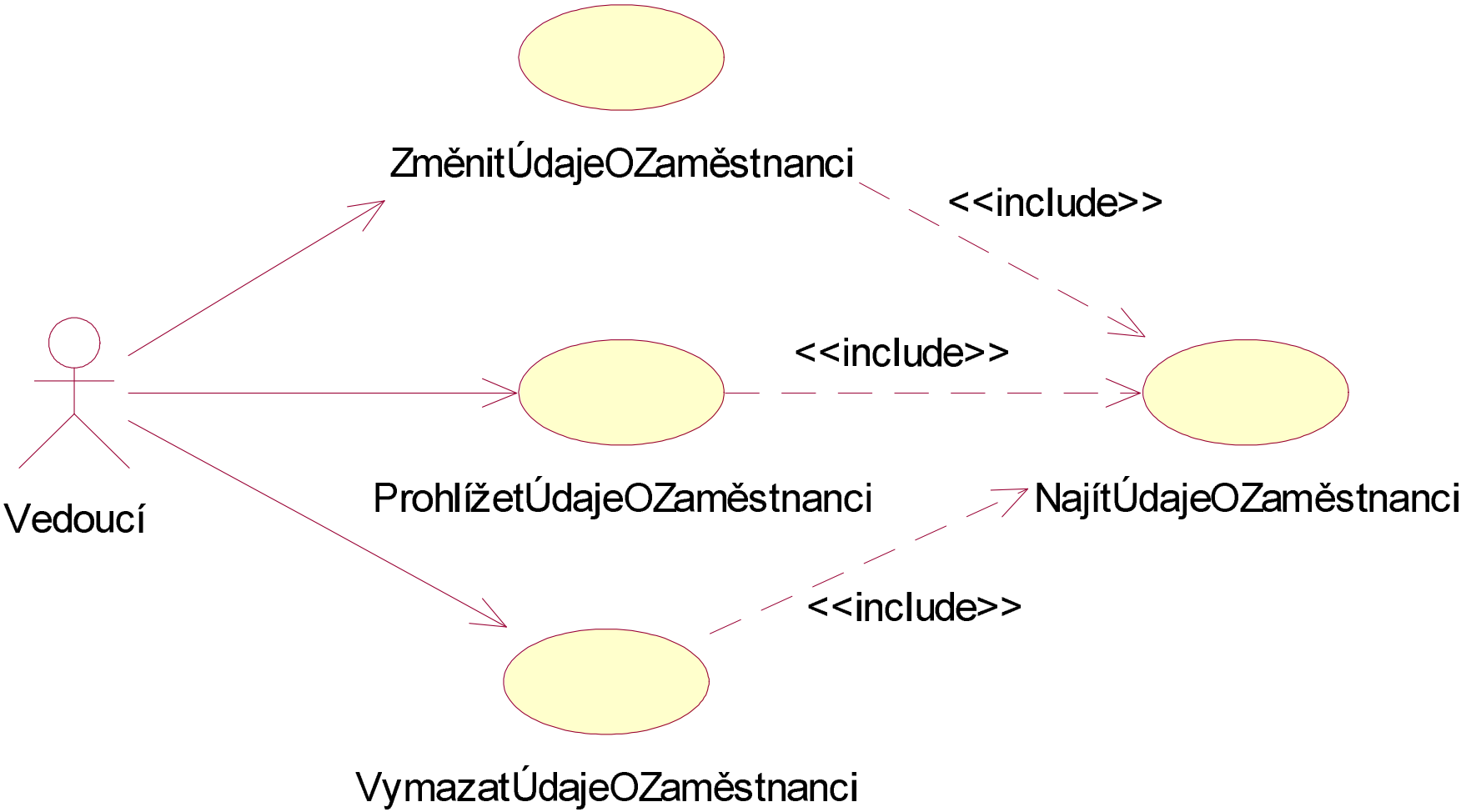
Diagram se zobecněním účastníka



Zobecnění případu užití



Relace <<include>>



Relace <<extend>>

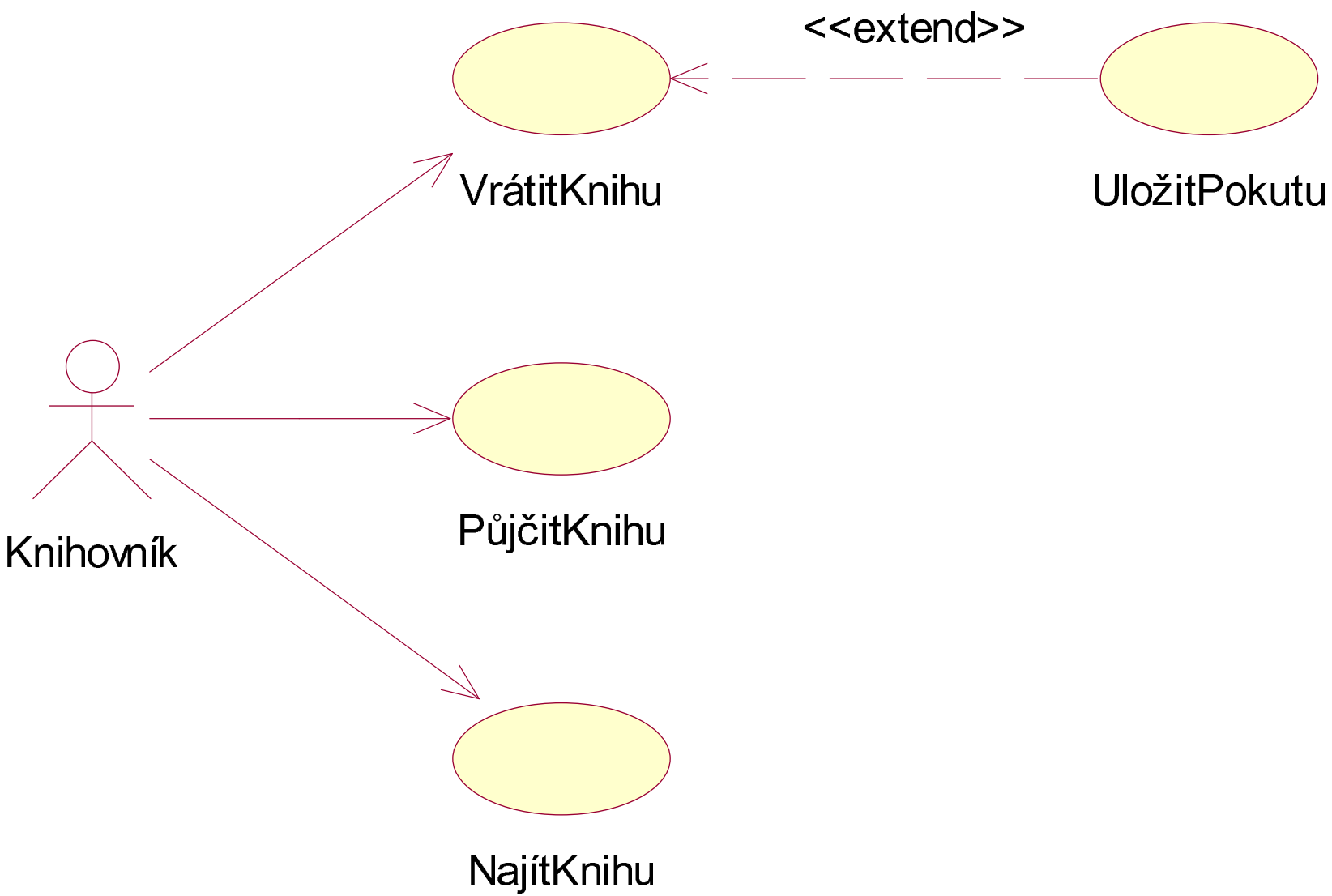


Diagram případů užití – alternativní notace

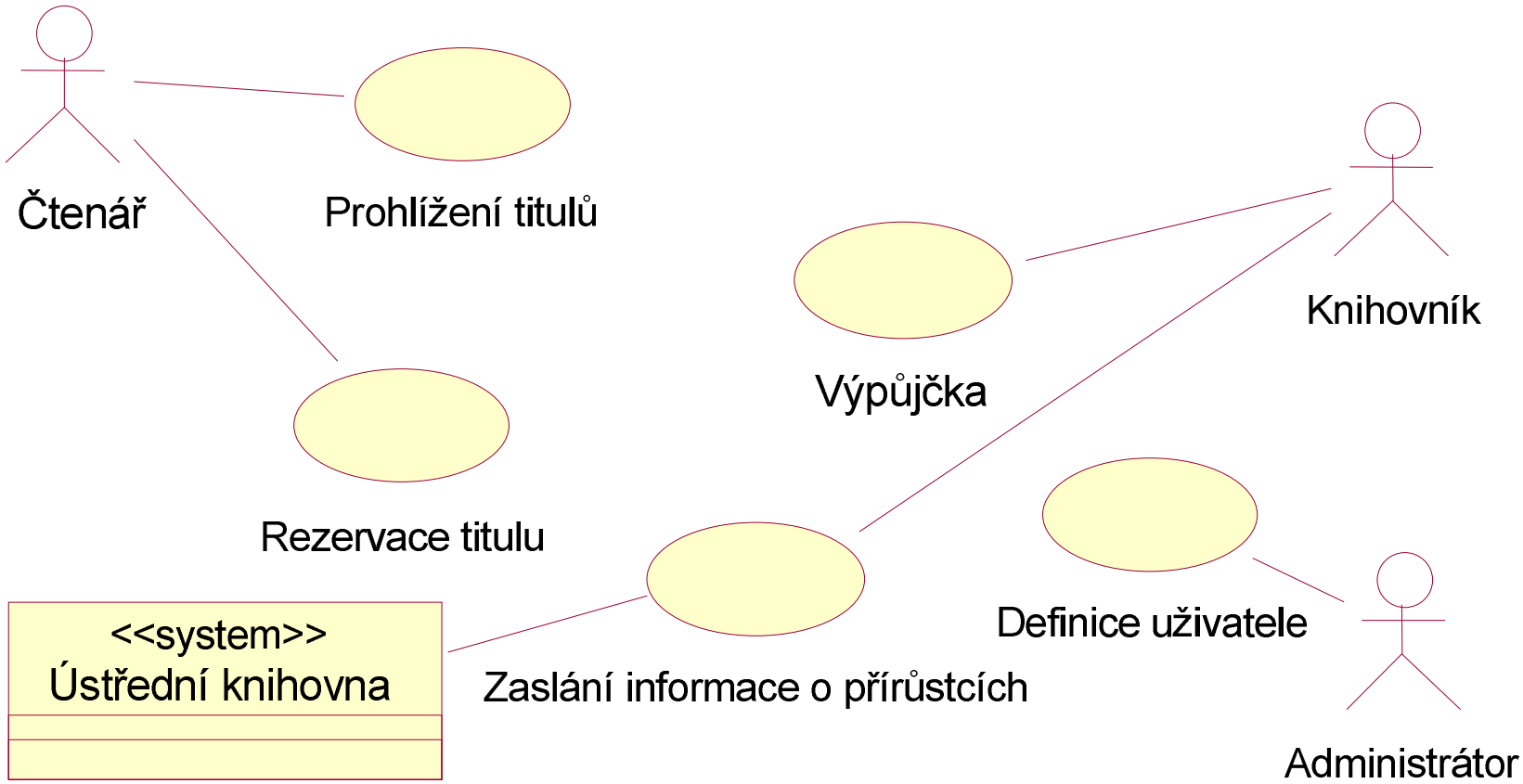


Diagram aktivit

Diagramy aktivit (*Activity Diagrams*)

- reprezentují objektově orientované vývojové diagramy
- modelování procesů, kterých se typicky účastní více objektů
- lze je připojit k libovolnému modelovanému elementu
  - případ užití
  - třída
  - komponenty
  - ...

Využití diagramu aktivit

- modelování scénářů případů užití
- modelování detailů operace nebo algoritmů
- ...

Diagram aktivit – Prvky

Prvky diagramu

- uzly
  - akční uzly: modelují aktivitu
  - řídicí uzly: modelují rozhodování; počáteční uzel; koncový uzel; ...
  - objektové uzly: modelují objekty podílející se na aktivitách
- hrany
  - řídicí hrany: modelují přechody mezi uzly
  - objektové hrany: modelují cesty objektů mezi uzly

Možnosti modelování

- tok událostí (včetně toku dat)
- rozhodování
- větvení a spojení
- iterace
- paralelní toky

Diagram aktivit – Příklad

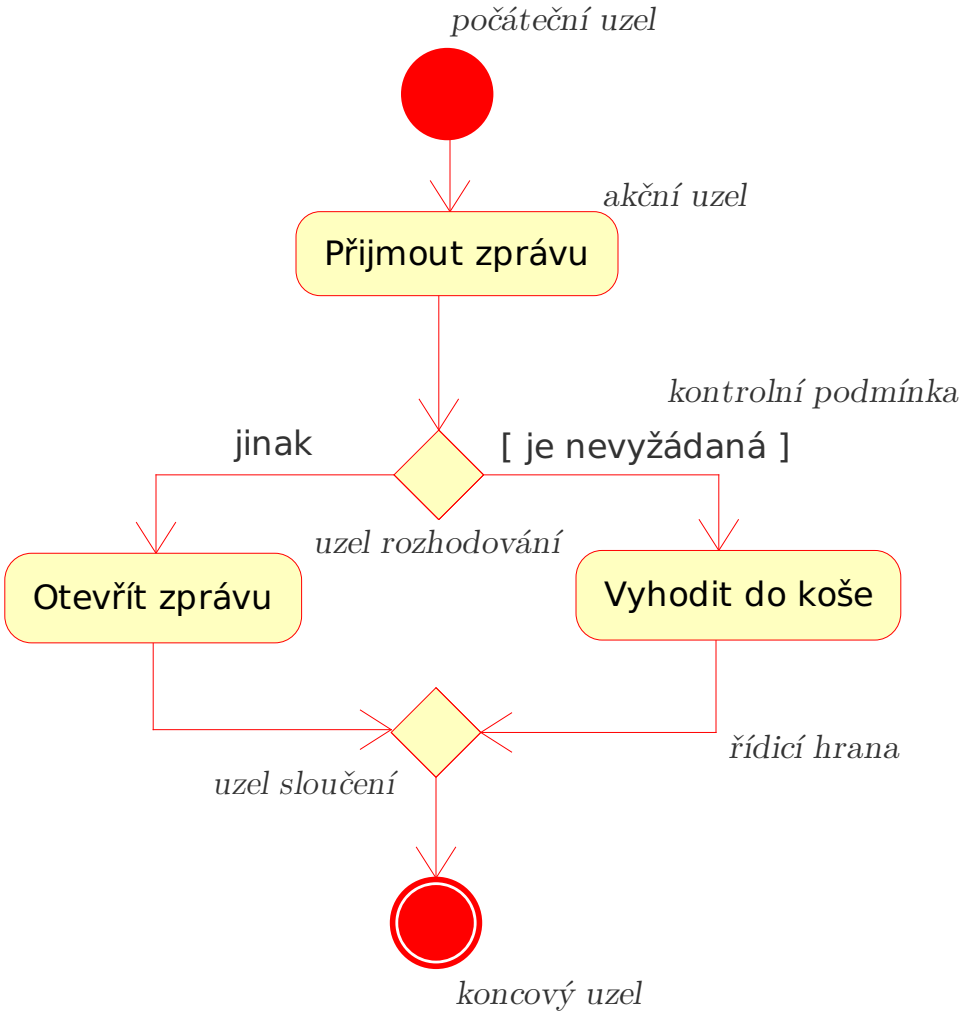


Diagram aktivit

Akční uzly

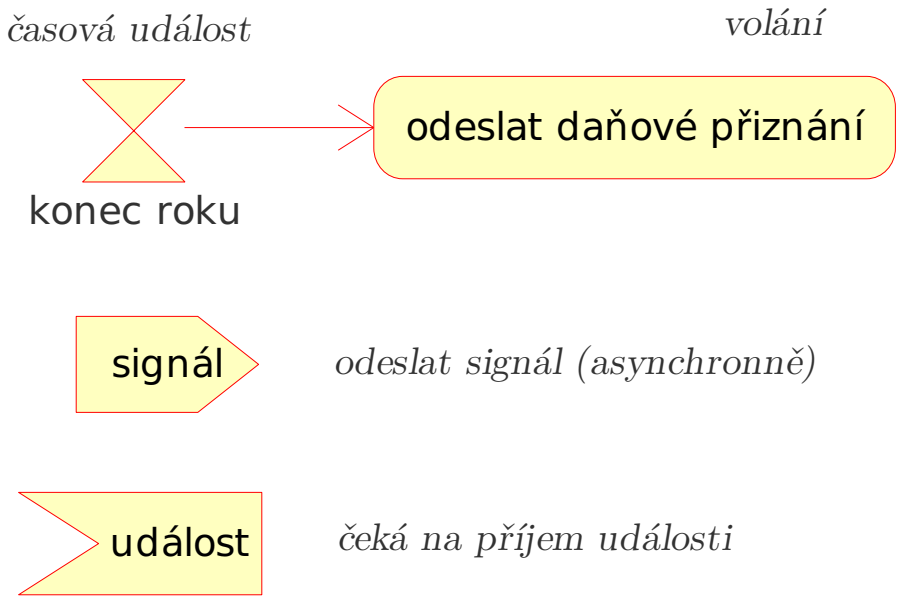


Diagram aktivit

- rozvětvení, spojení
- oddíly aktivit

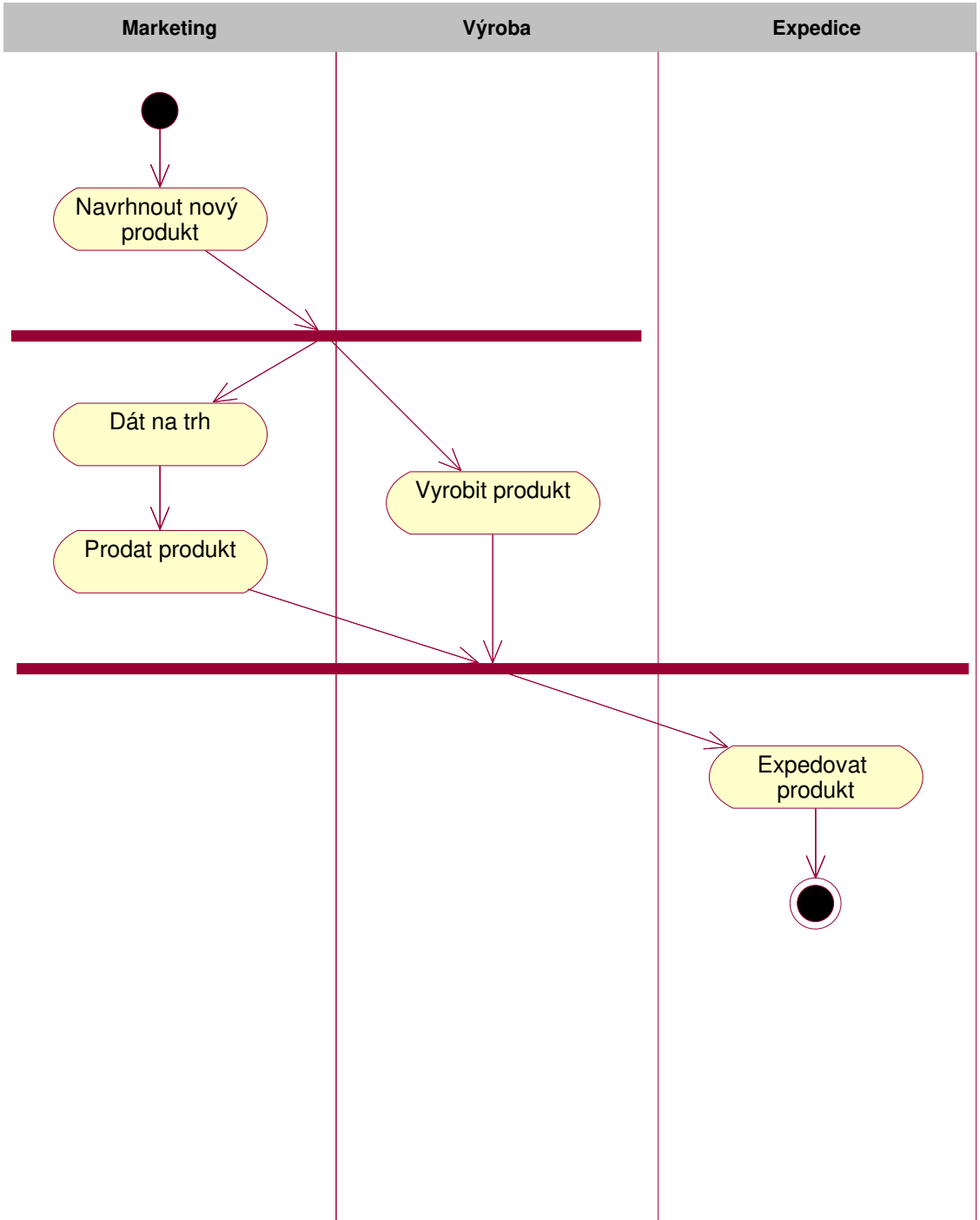
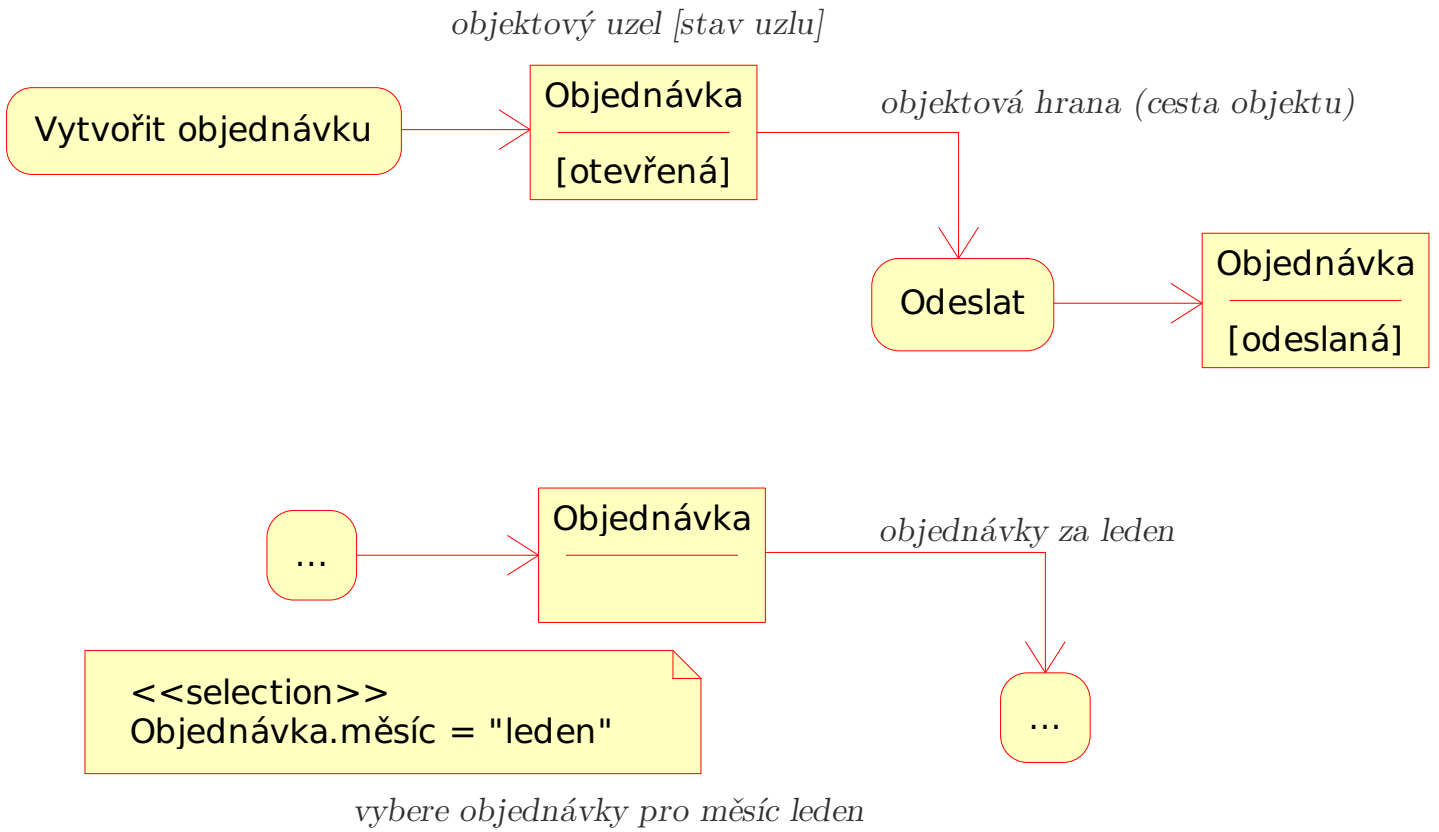


Diagram aktivit

- objektové uzly a hrany
- stav objektu, výběr objektů



Stavový diagram

Stavové diagramy

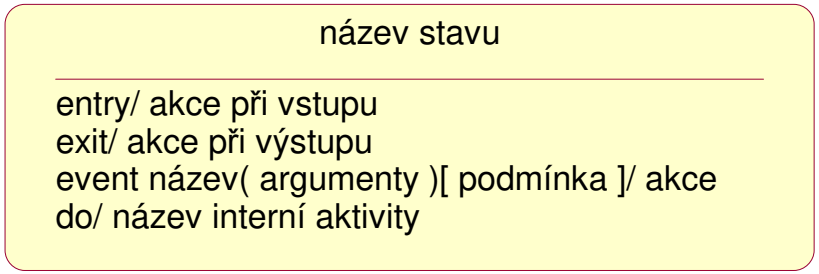
- modelování životního cyklu jednoho reaktivního objektu
- vycházejí ze stavového automatu (Harel)
- mohou modelovat dynamické chování těchto reaktivních objektů
  - třídy, resp. instancí tříd (nejčastější)
  - případy užití
  - podsystémy
  - systémy

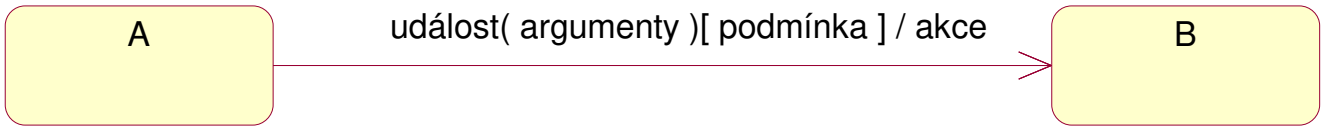
Reaktivní objekt

- reaguje na vnější události
- životní cyklus je modelován jako řada stavů, přechodů a událostí
- chování je důsledkem předchozího chování (následný stav závisí na aktuálním stavu)

Stavový diagram

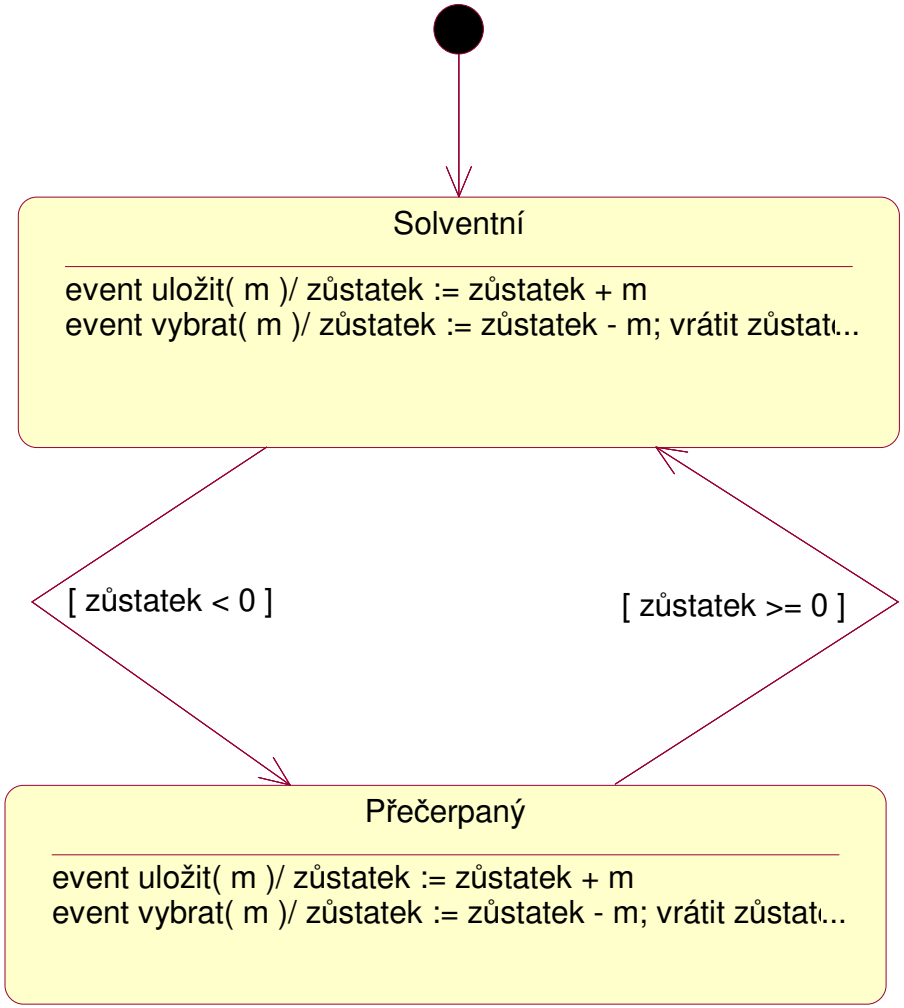
- stav
- přechod mezi stavy





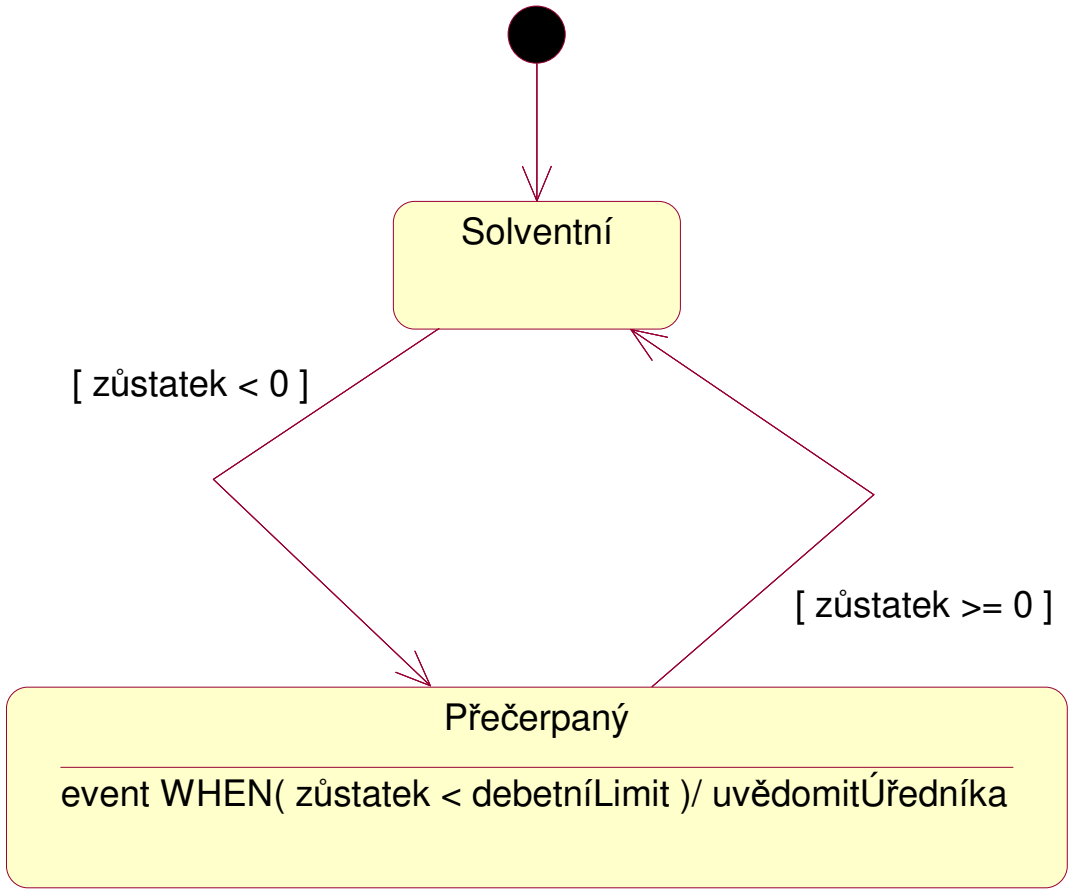
Stavový diagram

- událost volání



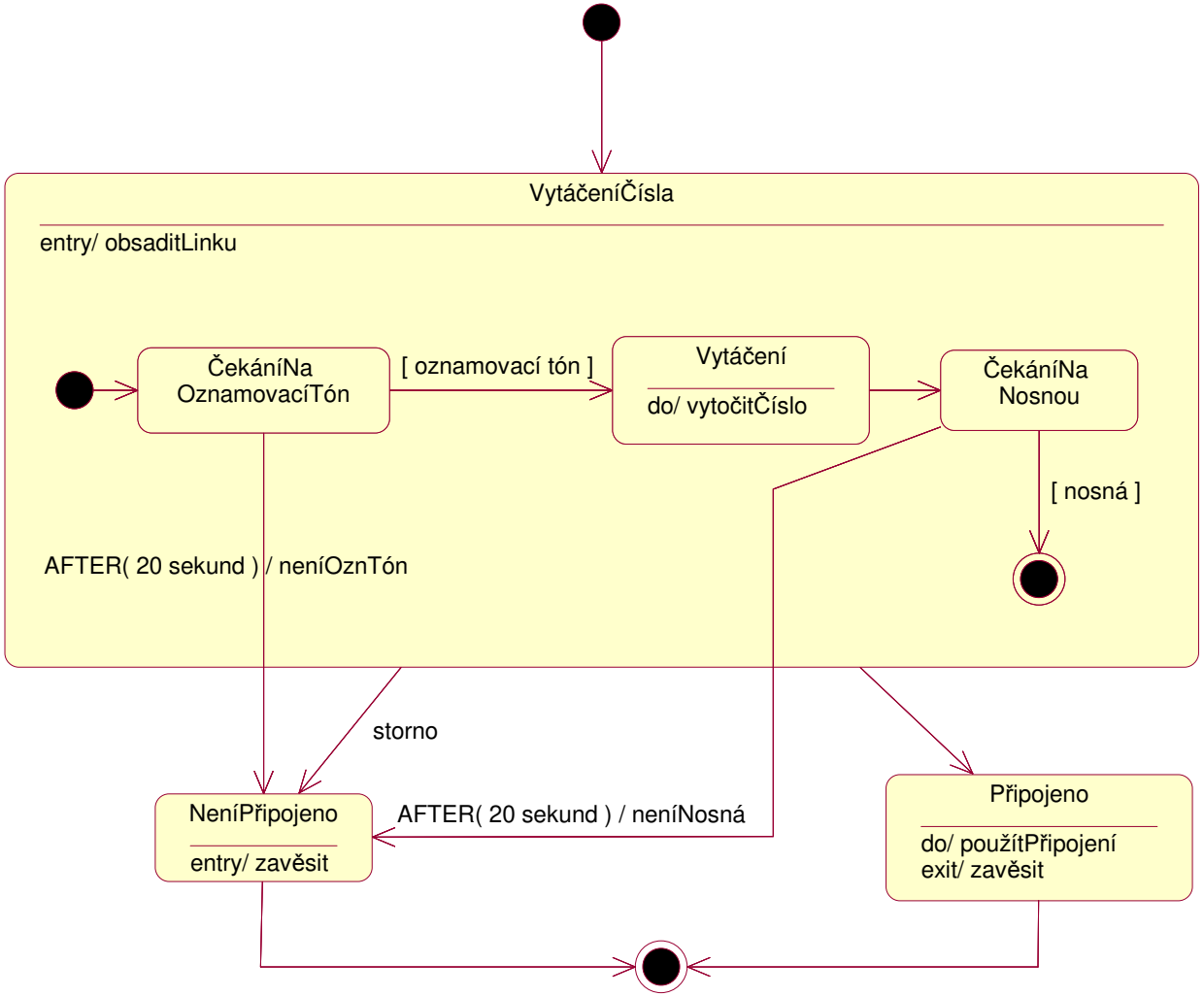
Stavový diagram

- událost změny (WHEN)



Stavový diagram

- sekvenční složený stav
- událost AFTER



Akademický senát VUT v Brně

AS VUT v Brně

- schvaluje předpisy platné pro celou školu,
- volí kandidáta na rektora a schvaluje rozpočet VUT v Brně,
- je volen akademickou obcí celé školy,
- je složen ze dvou komor:
  - komora akademických pracovníků
  - studentská komora
- Fakultu zastupují 2 zaměstnanci a 1 student,
- `https://www.vutbr.cz/vut/struktura/as`

Vnitřní předpisy VUT, které se nejvíce dotýkají studentů:

- Studijní a zkušební řád VUT v Brně,
- Stipendijní řád VUT v Brně,
- Disciplinární řád VUT v Brně.
- `https://www.vutbr.cz/uredni-deska/vnitrni-predpisy-a-dokumenty`

Akademický senát FIT

AS FIT VUT v Brně

- schvaluje předpisy FIT, které doplňují vnitřní předpisy VUT v Brně,
- volí děkana a schvaluje rozpočet FIT,
- je volen akademickou obcí FIT (a tedy i studenty),
- je složen ze dvou komor:
  - komora akademických pracovníků (8 členů)
  - studentská komora (4 + 1 člen)
- `https://www.fit.vut.cz/fit/as`

Vnitřní předpisy a normy FIT, které se nejvíce dotýkají studentů:

- Pravidla o organizaci studia na FIT,
- Registrace předmětů a individuální studijní plány v předmětech v bakalářském a magisterském studiu,
- Podmínky pro přiznání stipendia studentům FIT,
- Disciplinární řád pro studenty FIT,
- `https://www.fit.vut.cz/fit/info/predpisy/`
- `https://www.fit.vut.cz/fit/info/smernice/`

Volby do AS

Doplňovací volby do AS FIT VUT (funkční období 2022 až 2025)

- připravují se doplňovací volby do Studentské komory AS FIT v obvodu studentů bakalářských a magisterských programů
- termín elektronických voleb: 10. 10. 2024
- termín podání návrhů na kandidáty: 1. 10. 2024
- budou se volit 2 členové
- podrobné pokyny budou zveřejněny na stránkách AS FIT
- `https://www.fit.vut.cz/fit/as/`