

II. Softwarové inženýrství

Update: 30. dubna 2018

1 Softwarový proces. Jeho definice, modely a úrovně vyspělosti.

Softwarové inženýrství je inženýrská disciplína zabývající se praktickými problémy vývoje rozsáhlých softwarových systémů.

Softwarový proces

Softwarový proces je po částech uspořádaná množina kroků směřujících k vytvoření nebo úpravě softwarového díla.

- Krokem může být **aktivita** nebo opět **podproces** (hierarchická dekompozice procesu).
- Aktivita a podprocesy mohou **probíhat v čase souběžně**, tudíž je vyžadována jejich koordinace.
- Je **nutné zajistit opakovatelnost použití procesu ve vztahu k jednotlivým softwarovým projektům**, tedy zajistit jeho **znovupoužitelnost**. Cílem je dosáhnout stabilních výsledků vysoké úrovně kvality.
- Řada činností je zajišťována lidmi vybavenými určitými schopnostmi a znalostmi a majícím k dispozici technické prostředky nutné pro realizaci těchto činností.
- **Softwarový produkt** je realizován v kontextu organizace s danými ekonomickými možnostmi a organizační strukturou.

Vyspělost úrovně

Úroveň definice a využití softwarového procesu je hodnocena dle stupnice **SEI (Software Engineering Institute) 1 - 5** vyjadřující vyspělost firmy či organizace z daného hlediska. Tento model hodnocení vyspělosti a schopností dodavatele softwarového produktu se nazývá **CMM (Capability Maturity Model)** a jeho jednotlivé úrovně lze stručně charakterizovat asi takto:

1. **Počáteční (Initial)** - firma **nemá definován softwarový proces** a každý projekt je řešen **případ od případu** (ad hoc).
2. **Opakovatelná (Repeatable)** - firma identifikovala v jednotlivých projektech **opakovatelné postupy** a tyto je schopna reprodukovat v každém novém projektu.

3. **Definovaná (Defined)** - softwarový proces je **definován (a dokumentován)** na základě integrace dříve identifikovaných opakovatelných kroků.
4. **Řízená (Managed)** - na základě definovaného softwarového procesu je firma schopna jeho **řízení a monitorování**.
5. **Optimalizovaná (Optimized)** - zpětnovazební informace získaná **dlouhodobým procesem monitorování** softwarového procesu je využita ve prospěch jeho optimalizace.

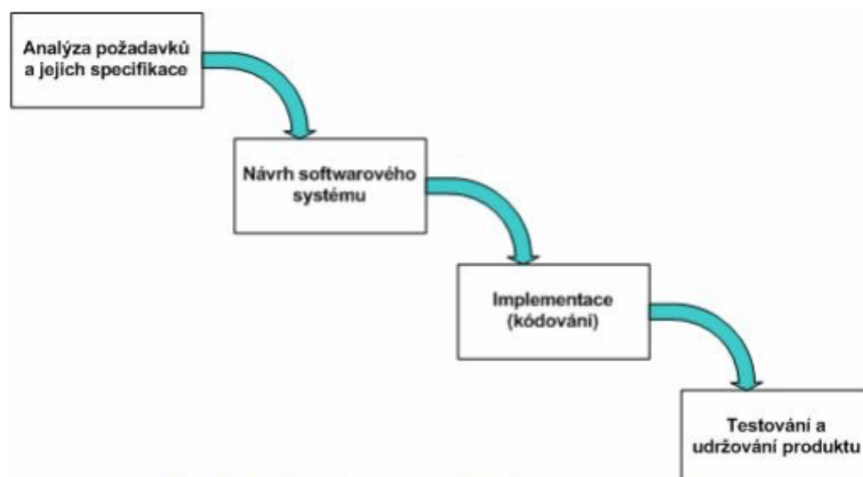
Modely softwarového procesu

Vodopádový model

Základem téměř všech modelů softwarového procesu se stal vodopádový model. Tento vodopádový model vychází z **rozdělení životního cyklu softwarového díla** na čtyři základní fáze:

1. Analýza požadavků a jejich specifikace.
2. Návrh softwarového systému.
3. Implementace.
4. Testování a udržování vytvořeného produktu.

Princip vodopádu spočívá v tom, že **následující množina činností spjatá s danou fází** nemůže započít dříve, než skončí předchozí. Jinými slovy řečeno, výsledky předchozí fáze „vtékají“ jako vstupy do fáze následující.



Obr. 2.1: Vodopádový model softwarového procesu

Model je možno v **různých modifikacích a rozšířeních** nalézt ve většině současných přístupů. Tyto modifikace vznikly především kvůli odstranění některých jeho **nedostatků**, mezi které patří:

- **Prodleva** mezi zadáním projektu a vytvořením spustitelného systému je příliš dlouhá.
- **Výsledek závisí na úplném a korektním zadání požadavků** kladených na výsledný produkt.
- **Nelze odhalit výslednou kvalitu produktu** danou splněním všech požadavků, dokud není výsledný softwarový systém hotov.

Modifikace Vodopádového modelu

- **Inkrementální: postupné vytváření verzí** softwaru zahrnujících postupně širší spektrum funkcí definovaných postupně v průběhu jeho vytváření. V podstatě se jedná o více menších vodopádů provedených za sebou tak, aby každý z nich odpovídal nové sadě doplněných požadavků.
- **Spirálový:** zahrnuje do svého **životního cyklu další fáze** jako je vytvoření a hodnocení **prototypu** ověřující funkcionality cílového systému, přičemž **každý cyklus nabaluje další požadavky** specifikované zadavatelem.

RUP (Rational Unified Process)

Rational Unified Process (RUP) je **metodika vývoje softwaru** vytvořená společností Rational Software Corporation. Je použitelná pro **jakýkoliv rozsah projektu**, ale díky vysoké rozsáhlosti RUPu je vhodné přizpůsobit metodiku specifickým potřebám. RUP je vhodnější spíš pro **rozsáhlejší projekty** a **větší vývojové týmy**, neboť klade důraz na **analýzu a design, plánování, řízení zdrojů a dokumentaci**.

Hlavní znaky

- Softwarový produkt je vyvíjen **iteračním způsobem**.
- Jsou **spravovány požadavky** na něj kladené.
- Využívá se **již existujících softwarových komponent**.
- Model softwarového systému je **vizualizován (UML)**.
- Průběžně je **ověřována kvalita** produktu.
- **Změny systému jsou řízeny** (každá změna je přijatelná a změny jsou sledovatelné).

V současné době, kdy se předmětem vývoje staly softwarové systémy vysoké úrovně sofistikace, je **nemožné nejprve specifikovat celé zadání**, následně navrhnout jeho řešení, vytvořit softwarový produkt implementující toto zadání, vše otestovat a předat zadavateli k užívání. Jediné možné řešení takovému problému je přístup postavený na **iteracích**, umožňující **postupně upřesňovat cílový produkt** cestou jeho **inkrementálního rozšiřování** z původní hrubé formy do výsledné podoby. Softwarový systém je tak **vyvíjen ve verzích**, které lze průběžně ověřovat se zadavatelem a případně jej pozměnit pro následující iteraci.

Cykly, fáze, iterace (Stále se váže k RUP)

Každý **cyklus vede k vytvoření takové verze systému**, kterou lze **předat uživatelům a implementuje jimi specifikované požadavky**. Jak již bylo uvedeno v předchozí kapitole, každý takový vývojový cyklus lze rozdělit do **čtyř** po sobě jdoucích **fází**:

1. **Zahájení**, kde je původní myšlenka rozpracována do **vize koncového produktu** a je definován rámec toho, jak celý systém bude vyvíjen a implementován.
2. **Rozpracování** je fáze věnovaná **podrobné specifikaci požadavků a rozpracování architektury** výsledného produktu.
3. **Tvorba** je zaměřena na **kompletní vyhotovení požadovaného díla**. Výsledné programové vybavení je vytvořeno kolem navržené kostry (architektury) softwarového systému.
4. **Předání** je závěrečnou fází, kdy **vytvořený produkt je předán do užívání**. Tato fáze zahrnuje i další aktivity jako je **beta testování, zaškolení** apod.

Každá fáze může být dále **rozložena do několika iterací**.

Iterace

Iterace je **úplná vývojová smyčka vedoucí k vytvoření spustitelné verze systému** reprezentující **podmnožinu** vyvíjeného cílového produktu, a která je **postupně rozšiřována každou iterací** až do výsledné podoby.



2 Vymezení fáze „sběr a analýza požadavků“. Diagramy UML využité v dané fázi.

Model analýzy, **zkoumá specifikované požadavky** z pohledu objektů, které lze nalézt v problémové doméně. **Kvalita** výsledného produktu je dána **mírou uspokojení požadavků zadavatele**. Právě otázka **korektní specifikace všech požadavků** bývá **problémem** všech softwarových systémů. Velmi často výsledek i mnohaletého úsilí týmu softwarových inženýrů propadne díky nedostatečné specifikaci zadání.

Jazyk UML

Slouží k **vytváření** výše uvedených **modelů vznikajících v průběhu realizace** požadovaného produktu. V průběhu let se UML stal standardizovaným jazykem určeným pro vytvoření výkresové dokumentace (softwarového) systému. UML je jazyk umožňující **specifikaci, vizualizaci, konstrukci a dokumentaci** artefaktů softwarového systému. K vytváření jednotlivých modelů systému jazyk UML poskytuje celou **řadu diagramů** umožňujících **postihnout různé aspekty** systému. Jedná se celkem o **čtyři základní náhledy** a k nim přiřazené diagramy:

1. Funkční náhled

- (a) **Diagram případů užití** - popisující vztahy mezi aktéry a jednotlivými případy použití.

2. Logický náhled

- (a) **Diagram tříd** - specifikující množinu tříd, rozhraní a jejich vzájemné vztahy. Tyto diagramy slouží k vyjádření statického pohledu na systém.
- (b) **Objektový diagram**

3. Dynamický náhled popisující chování

- (a) **Stavový diagram** - dokumentující životní cyklus objektu dané třídy z hlediska jeho stavů, přechodů mezi těmito stavy a událostmi, které tyto přechody uskutečňují.
- (b) **Diagram aktivit** - popisující podnikový proces pomocí jeho stavů reprezentovaných vykonáváním aktivit a pomocí přechodů mezi těmito stavy způsobených ukončením těchto aktivit. Účelem diagramu aktivit je blíže popsat tok činností daný vnitřním mechanismem jejich provádění.
- (c) **Interakční diagramy**
 - i. **Sekvenční diagramy** - popisující interakce mezi objekty z hlediska jejich časového uspořádání.

- ii. **Diagramy spolupráce** - je obdobně jako předchozí sekvenční diagram zaměřen na interkace, ale z pohledu strukturální organizace objektů. Jinými slovy není primárním aspektem časová posloupnost posílaných zpráv, ale **topologie rozmístění objektů**.

4. Implementační náhled

- (a) **Diagram komponent** - ilustrující organizaci a závislosti mezi softwarovými komponentami.
- (b) **Diagram nasazení** - upřesněný nejen ve smyslu konfigurace technických prostředků, ale především z hlediska rozmístění implementovaných softwarových komponent na těchto prostředcích.

Specifikace požadavků

Jazyk UML pro potřeby sestavení modelů **specifikace požadavků** využívá dvou typů diagramů:

- **Diagram případů užití** popisující **vztahy** mezi **aktéry** a jednotlivými **případy použití**.
- **Sekvenční diagram** zobrazující **vzájemnou interakci** participujících **objektů** organizovanou podle časového hlediska.

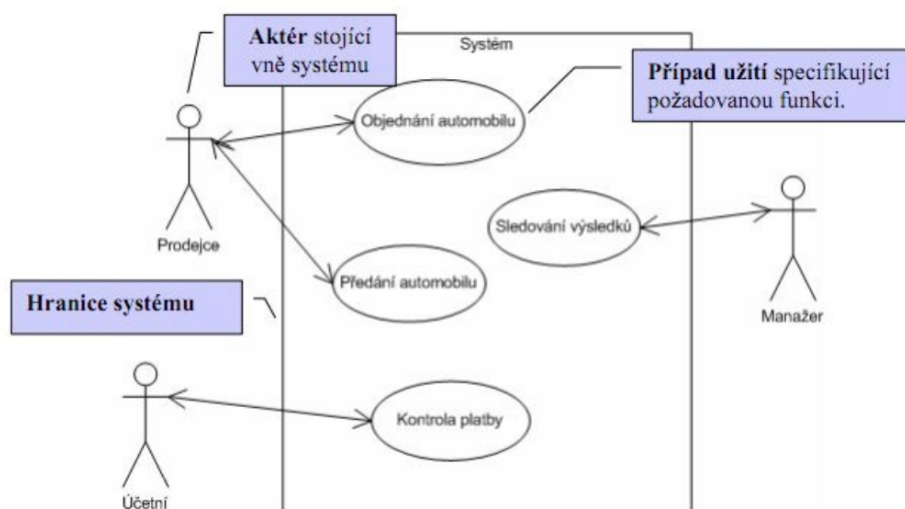
Cílem specifikace požadavků je **popsat co má softwarový systém dělat prostřednictvím specifikace jeho funkcionality**. Modely specifikace požadavků slouží k odsouhlasení zadání mezi vývojovým týmem a zadavatelem.

Diagram případů užití

Modely, které jsou v rámci specifikace činností vytvářeny vychází z tak zvaných **případů užití** (Use Cases) tvořených:

- **Aktéry** definující **uživatele** či **jiné systémy**, kteří budou vstupovat do interakce s vyvíjeným softwarovým systémem.
- **Případy užití** specifikující vzory chování realizovaných softwarovým systémem. Každý případ užití lze chápat jako **posloupnost vzájemně navazujících transakcí** vykonaných **v dialogu mezi aktérem a vlastním softwarovým systémem**.

Účelem diagramu případů užití je **definovat co existuje vně vyvíjeného systému (aktéři) a co má být systémem prováděno (případy užití)**. Vstupem pro sestavení diagramu případů užití je **byznys model**, konkrétně modely podnikových procesů. **Výsledkem** analýzy těchto procesů je **seznam požadovaných funkcí softwarového systému**, které podpoří nebo dokonce nahradí některé z uvedených aktivity cestou jejich softwarové implementace.



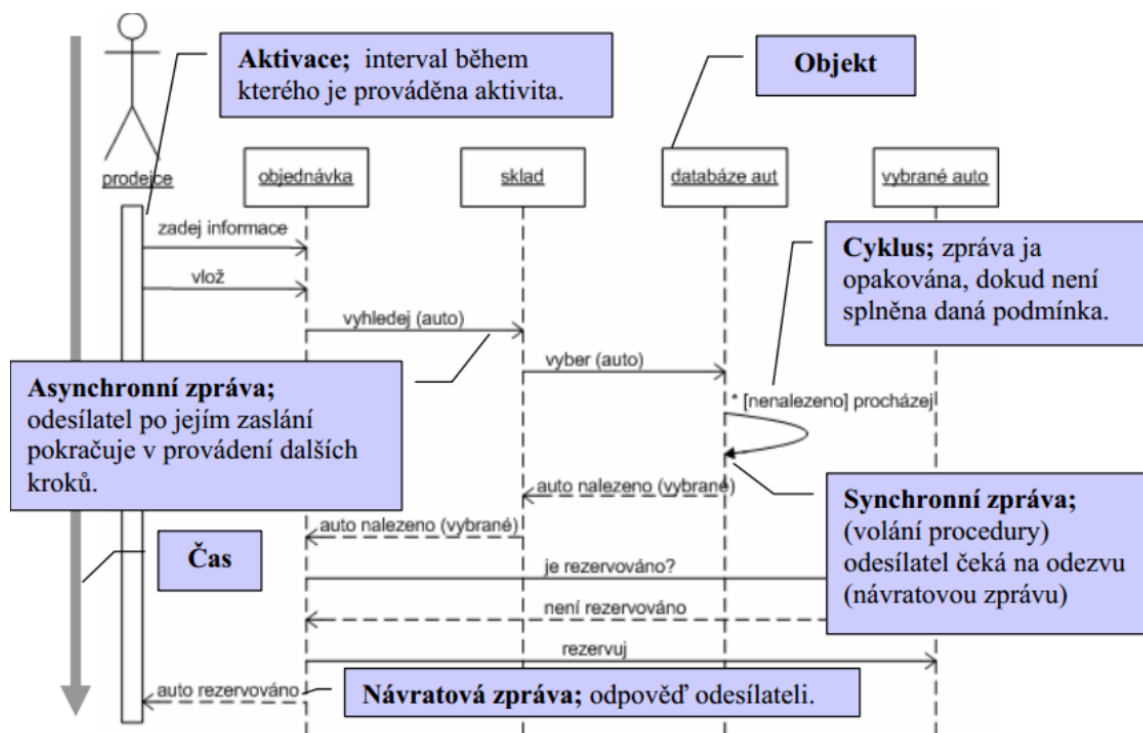
Obr. 4.1: Diagram případů užití

Pro složitější a obsáhlejší diagramy případy užití se zavádí **tři typy vztahů mezi jednotlivými případy užití**:

- **Include** – případ užití může **obsahovat** jiný (UC s include se vždy provede před samotným UC).
- **Extend** – případ užití může **rozšiřovat** jiný (UC s extend se může nebo nemusí provést).
- **Generalization** – případ užití může být **speciálním případem** jiného (dědičnost).

Sekvenční diagram

Jazyk UML poskytuje pro účely zaznamenání těchto **vzájemných intrakcí** tzv. sekvenční, někdy také nazývaný interakční, diagram. Tento diagram postihuje jaké **zprávy (požadavky) jsou mezi objekty zasílány z pohledu času**. Diagram je tvořen **objekty uspořádanými do sloupců** a šipky mezi nimi odpovídají vzájemně si zasílaným zprávám. Zprávy mohou být synchronní nebo asynchronní. V případě **synchronních zpráv odesílatel čeká na odpověď** (odezvu) adresáta, v případě **asynchronní zprávy odesílatel nečeká** na odpověď a pokračuje ve vykonávání své činnosti. Souvislé provádění nějaké činnosti se v sekvenčním diagram vyjadřuje svisle orientovaným obdélníkem. Odezvu adresáta lze opět modelovat, v tomto případě tzv. **návratovou zprávou (přerušovaná čára)**. Tok času probíhá ve směru od shora dolů.



Obr. 4.5: Sekvenční diagram

3 Vymezení fáze „Návrh“. Diagramy UML využití v dané fázi. Návrhové vzory – členění, popis a příklady.

Model návrhu dále **upřesňuje model analýzy ve světle skutečného implementačního prostředí**. Model návrhu tak představuje abstrakci zdrojového kódu, jinými slovy řečeno, reprezentuje „výkresovou“ dokumentaci určující jak bude zdrojový kód strukturován a napsán. Cílem etapy návrhu v rámci toku činností zabývajících se analýzou a návrhem je **vytvoření modelu návrhu**. Co je model návrhu můžeme definovat následujícím způsobem:

- Model návrhu dále **upřesňuje model analýzy** ve světle skutečného implementačního prostředí.
- Model návrhu tak **představuje abstrakci zdrojového kódu**, jinými slovy řečeno, reprezentuje „výkresovou“ dokumentaci určující jak bude zdrojový kód strukturován a napsán.

Implementační prostředí

Pojem implementační prostředí v podstatě vyjadřuje **možnost namapovat navržené softwarové komponenty** obsažené v modelu analýzy na architekturu systému určeného k provozu vyvíjené aplikace s **maximálním možným využitím služeb již existujících softwarových komponent**. Postup včlenění implementačního prostředí do vyvíjené aplikace je dán následující posloupností činností:

1. Definice **systémové architektury**.
2. Identifikace **návrhových vzorů** a možnosti znovupoužití tzv. rámcových řešení.
3. Definice softwarových komponent a jejich **znovupoužití**.

Jako v předchozích tocích činností, tak i v analýze a návrhu jsou výše uvedené **modely vytvářeny pomocí** k tomu určených **diagramů**. V tomto případě se jedná o následující diagramy, přičemž první dva z nich jsem již poznali v předcházejících kapitolách popisujících úvodní etapy vývoje softwarového systému zabývajících se byznys modelováním (**diagram tříd**) a specifikací požadavků (**sekvenční diagram**):

- **Diagram tříd** specifikující **množinu tříd, rozhraní a jejich vzájemné vztahy**. Tyto diagramy slouží k vyjádření **statického** pohledu na systém.
- **Sekvenční diagram** popisující **interakce mezi objekty** z hlediska jejich časového pořádku.
- **Diagram spolupráce** je obdobně jako předchozí sekvenční diagram zaměřen na **interakce**, ale z pohledu strukturální organizace objektů. Jinými slovy není primárním aspektem časová posloupnost posílaných zpráv, ale **topologie rozmístění objektů**.

- **Stavový diagram** dokumentující **životní cyklus objektu** dané třídy z hlediska jeho stavů, přechodů mezi těmito stavy a událostmi, které tyto přechody uskutečňují.
- **Diagram nasazení** popisující **konfiguraci** (topologii) **technických prostředků** umožňujících běh vlastního softwarového systému.

Návrhové vzory - členění

Návrhové vzory můžeme chápat jako **abstrakci imitování užitečných částí jiných softwarových produktů**. Volně interpretováno, pokud zjistíme že používáme k řešení určitého problému úspěšné řešení, které se opakuje v různých produktech z různých doménových oblastí, pak zobecnění tohoto řešení se stává návrhovým vzorem. Každý takový **návrhový vzor je popsán množinou komunikujících objektů a jejich tříd**, které jsou přizpůsobeny řešení obecného problému návrhu v daném konkrétním kontextu, tedy již existujícímu okolí. Klasifikovat můžeme návrhové vzory podle **způsobu jejich použití** do těchto základních **3 skupin**:

- Návrhové vzory **tvořící** určené k řešení problému vytváření instancí tříd cestou delegace této funkce na speciálně k tomuto účelu navržené třídy. Patří sem návrhový vzor **Továrna**.
- Návrhové vzory **strukturální** řešící problémy způsobu strukturování objektů a jejich tříd. Patří sem návrhový vzor **Kompozit**.
- Návrhové vzory **chování** popisující algoritmy a spolupráci objektů. Sem se řadí návrhový vzor **Pozorovatel**.

4 Objektově orientované paradigma. Pojmy třída, objekt, rozhraní. Základní vlastnosti objektu a vztah ke třídě. Základní vztahy mezi třídami a rozhraními. Třídní vs. instanční vlastnosti.

Třída

Třída je **základní konstrukční prvek objektově orientovaného programování** sloužící jako **předpis** pro objekty, pro instance třídy. Definuje jejich vlastnosti a metody. Hodnoty vlastností, atributů, se mohou u jednotlivých instancí objektů odlišovat. Metody, funkce objektu, určují chování objektu a jeho schopnosti. Třída také definuje **třídní vlastnosti**, ty jsou k dispozici v rámci dané třídy, nejsou vázány na žádné objekty a jsou viditelné bez nutnosti vytváření objektů.

- **Vztahy** (relace) mezi třídami specifikují **způsob**, jak mohou objekty mezi sebou **kommunikovat**.
- **Role** definuje specifické chování objektu v daném kontextu jeho použití.
- **Typ objektu** specifikuje skupinu operací, které mohou být objektem prováděny.

Objekt, jeho vlastnosti a vztahy

Objekt je **identifikovatelná samostatná entita** daná svou:

- **Identitou** - jedinečností umožňující ji odlišit od ostatních,
- **Chováním** - službami poskytovanými v interakci s ostatními objekty.

Kromě těchto primárních vlastností vyjádřených v definici má objekt také sekundární vlastnosti, kterými jsou:

- **Atributy** - (v čase se měnící) datové hodnoty popisující objekt.
- **Doba existence** - časový interval daný okamžikem vzniku a zániku objektu.
- **Stavy** - odrážející různé fáze doby existence objektu.

Ve vztahu k definovaným případům užití je nutné definovat takové interakce mezi objekty, které povedou ke splnění jejich funkcionality, účelu ke kterému byly navrženy. Jazyk UML poskytuje pro účely zaznamenání těchto vzájemných interakcí tzv. **sekvenční diagram**.

Rozhraní

Rozhraní entity je **souhrn informací, kterým entita specifikuje, co o ní okolí ví a jakým způsobem je možné s ní komunikovat**. Je to množina metod, která může být implementována třídou. Interface **pouze popisuje metody**, jejich vlastní implementace však neobsahuje. Je **pojmenování skupiny externě viditelných operací**. Každá třída

však může implementovat libovolný počet rozhraní, do jisté míry tedy rozhraní vícenásobnou dědičnost nahrazují. Implementace rozhraní není na hierarchii tříd nijak vázána a nevzniká z ní vztah dědičnosti.

Základní vztahy

Vztahy (relace) mezi třídami **specifikují cestu, jak mohou objekty mezi sebou komunikovat**. Relace složení částí do jednoho celku, má v podstatě dvě možné podoby. Jedná se o tzv. **agregaci**, pro kterou platí, že části mohou být obsaženy i v jiných celcích, jinými slovy řečeno, jsou sdíleny. Nebo se jedná o výhradní vlastnictví částí celkem, pak hovoříme o složení typu **kompozice**. Druhá z uvedených typu složení má jednu důležitou vlastnost z hlediska životního cyklu celku a jeho částí. Existence obou je totiž totožná. **Zánik celku (kompozitu) vede i k zániku jeho částí** na rozdíl od agregace, kde části mohou přežívat dále jako součástí jiných celků.

- **Asociace** popisující **skupinu spojení (mezi objekty)** mající společnou strukturu a sémantiku. Vztah mezi asociací a spojením je analogický vztahu mezi třídou a objektem. Jinými slovy řečeno, jedná se tedy o dvousměrné propojení mezi třídami popisující množinu potenciálních spojení mezi instancemi asociovaných tříd stejně jako třída popisuje množinu svých potenciálních objektů.
- **Složení** popisující **vztah mezi celkem a jeho částmi**, kde některé objekty definují komponenty jejichž složením vzniká celek reprezentovaný jiným objektem.
- **Závislost** reprezentující slabší formu **vztahu mezi klientem a poskytovatelem služby**.
- **Zobecnění (generalizace)** je taxonomický **vztah mezi obecnějším elementem a jeho více specifikovaným elementem**, který je plně konzistentní s prvním z uvedených pouze k jeho specifikaci **přidává další konkretizující informaci**.

5 Mapování UML diagramů na zdrojový kód.

Důsledná a přesná specifikace objektů a jejich tříd v etapě návrhu umožňuje automatické generování zdrojových kódů dle následující tabulky. Tabulka má dva sloupce, první z nich odpovídá elementům jazyka UML, zatímco druhá z nich popisuje jejich zobrazení v programovacím jazyce, v našem případě se jedná o jazyk Java.

Analýza a návrh (UML)	Zdrojový kód (Java)
Třída	Struktura typu class
Role, Typ a Rozhraní	Struktura typu interface
Operace	Metoda
Atribut třídy	Statická proměnná označená static
Atribut	Instanční proměnná
Asociace	Instanční proměnná
Závislost	Lokální proměnná, argument nebo návratová hodnota zprávy
Interakce mezi objekty	Volání metod
Případ užití	Sekvence volání metod
Balíček, Subsystem	Kód nacházející se v adresáři specifikovaném pomocí package

Cílem implementace je doplnit navrženou architekturu (kostru) aplikace o programový kód a vytvořit tak kompletní systém. **Implementační model** specifikuje, jak jsou jednotlivé elementy (objekty a třídy) vytvořené v etapě návrhu implementovány ve smyslu softwarových komponent, kterými jsou zdrojové kódy, spustitelné kódy, data a podobně. **Softwarová komponenta** je definována jako fyzicky existující a zaměnitelná část systému vyhovující požadované množině rozhraní a poskytující jejich realizaci. Podle **typu softwarových komponent** hovoříme o:

- **Zdrojovém kódu**, částech systému zapsaném v programovacím jazyce.
- **Binárním** (přeloženém do strojové kódu procesoru) a spustitelném kódu.
- **Ostatních částech** reprezentovaných databázovými tabulkami, dokumenty apod.

Jestliže jsme ve fázi analýzy a návrhu pracovali pouze s abstrakcemi dokumentovanými v podobě jednotlivých **diagramů**, pak v **průběhu implementace dochází k jejich fyzické realizaci**. Implementační model se tedy také zaměřuje na specifikaci toho, jak budou tyto **komponenty fyzicky organizovány podle implementačního prostředí** a programovacího jazyka poskytujícího konkrétní mechanismus strukturování a modularizace. Ke splnění těchto cílů, stejně jako v předchozích případech, nabízí jazyk UML prostředky, kterými jsou v tomto případě tyto **dva následující diagramy**:

- **Diagram komponent** ilustrující organizaci a závislosti mezi softwarovými komponentami.

- **Diagram nasazení** upřesněný nejen ve smyslu konfigurace technických prostředků, ale především z hlediska rozmístění implementovaných softwarových komponent na těchto prostředcích.

6 Správa paměti (v jazycích C/C++, JAVA, C#, Python), virtuální stroj, podpora paralelního zpracování a vlákna.

Většina moderních jazyků používá zejména **automatické správy paměti**: BASIC, C#, Dylan, Erlang, Haskell, Java, JavaScript, Lisp, ML, Modula-3, Perl, PHP, Prolog, Python, Ruby, Scheme, Smalltalk, atd.

Výhody Automatické správy paměti

- Programátor se může věnovat řešení skutečného problému.
- **Rozhraní modulů jsou přehlednější** - není třeba řešit problém zodpovědnosti za uvolnění paměti pro objekty vytvořené různými moduly.
- Nastává **menší množství chyb** spojených s přístupem do paměti.
- **Správa paměti je často mnohem efektivnější.**

Nevýhody Automatické správy paměti

- Paměť může být zachována jen proto, že je dostupná, i když není dále využita.
- Automatická správa paměti **není k dispozici ve starších**, ale často používaných jazycích.

Pro zjištění toho, které úseky paměti se již nepoužívají, je k dispozici mnoho algoritmů. Většinou spoléhá automatická regenerace paměti na informace o tom, na které bloky paměti **neukazuje žádná programová proměnná**. V zásadě existují **dvě skupiny** metod - metody založené na **sledování odkazů** a metody založené na **čítačích odkazů**.

C

Správa paměti je v **rukou programátora**. V jazyce C se setkáme se správou paměti pouze pro **dynamicky alokovanou paměť**, tu spravujeme pomocí **4 funkcí** (malloc, realloc, calloc, free). **Staticky alokovaná** paměť (pole, datové typy) je známá v době kompilace a je tedy v paměti pořád. Dynamicky alokovanou paměť musíme spravovat sami.

C++

C++ obsahuje volitelnou podporu pro Garbage Collectory třetích stran, nicméně standard jako takový nepředepisuje jejich použití. Správa paměti je tedy víceméně v **rukou programátora**. K správě paměti tedy využíváme operátorů **new** (přiděluje) a **delete** (ruší). Zároveň specifikace třídy implementuje **destruktor**, kde je programátor povinen uvolnit veškerou alokovanou paměť v rámci dané třídy (objektu). Tento destruktor se volá při zavolání operátoru **delete** na daný objekt.

C#

Správa paměti je v jazyce C# **plně automatizovaná**, paměťový prostor se přiděluje operátorem **new**, jeho uvolnění zajistí systém **řízení běhu programu**. Varianta **Mark & Sweep** je použita v **.NET**.

Java

V jazyce Java je správa paměti rovněž **plně automatizovaná**, o **uvolňování** paměti se stará **separátní vlákno**, které běží s nízkou prioritou a zajišťuje kontinuální sledování nepoužitých bloků paměti. Přidělování paměti se provádí operátorem **new**. **Java GC** používá **5 algoritmů** (JDK 7, Serial GC, Paralel GC, Paralel Old GC, Garbage First GC, Mark & Sweep GC).

Garbage collector

Garbage collecting je **způsob automatické správy paměti**. Uvolňování paměti šetří čas při vývoji a osvobozuje programátora od uvolňování objektů, které již dále nejsou zapotřebí, což ho většinou stojí značné úsilí. Je to vlastně **pomůcka pro stabilnější program**, protože zabraňuje některým třídám provozních chyb. Například zabraňuje **chybám ukazatelů**, které ukazují na již nepoužívaný objekt, nebo který je již zrušen a tato paměť se dále k ničemu nevyužívá. **Základní princip garbage collectingu:**

1. Vyhledají se v programu takové datové objekty, které nebudou v budoucnu použity.
2. Vrácení zdrojů, kde se vyskytovaly nalezené objekty.

Mark & Sweep (Typ GC)

Algoritmus nejdříve nastaví všem objektům, které jsou v paměti, **speciální příznak** navštíven na hodnotu **ne**. Poté projde všechny objekty, ke kterým se lze dostat. Těm, které takto navštívil, nastaví příznak na hodnotu **ano**. V okamžiku, kdy se už nemůže dostat k žádnému dalšímu objektu, znamená to, že všechny objekty s příznakem navštíven majícím hodnotu **ne** jsou odpad - a mohou být tedy uvolněny z paměti.

Tato metoda má několik nevýhod. Největší je, že při garbage collectionu je **přerušen běh programu**. To znamená, že programy **pravidelně zamrznou**, takže je nemožné pracovat s aplikacemi používající reálný čas.

Reference counting (Typ GC)

Ke každému objektu je přiřazen **čítač referencí**. Když je objekt vytvořen, jeho čítač je nastavena **hodnota 1**. V okamžiku, kdy si nějaký jiný objekt nebo kořen programu (kořeny jsou hledány v programových registrech, v lokálních proměnných uložených v zásobnících jednotlivých vláken a ve statických proměnných) uloží referenci na tento objekt, hodnota

čítače je **zvětšena o 1**. Ve chvíli, kdy je reference mimo rozsah platnosti (např. po opuštění funkce, která si referenci uložila), nebo když je referenci přiřazena nová hodnota, čítač je **snížen o 1**. Jestliže je hodnota čítače některého objektu nulová, může být tento objekt uvolněn z paměti.

Generační algoritmus (Typ GC)

Staví na **dvou základních principech**:

- Mnoho objektů se stane **odpadem** krátce **po** svém **vzniku**.
- Jen malé procento **referencí** ve „starších“ objektech **ukazuje na objekty mladší**.

Rozděluje si paměť programu do několika částí, tzv. „generací“. Objekty jsou vytvářeny ve spodní (nejmladší) generaci a po splnění určité podmínky, obvykle stáří, jsou přerazeny do starší generace. Pro každou generaci může být **úklid** prováděn v rozdílných **časových intervalech** (nejkratší intervaly obvykle budou platit pro nejmladší generaci) a dokonce pro rozdílné generace mohou být použity **rozdílné algoritmy úklidu**. V okamžiku, kdy se prostor pro spodní generaci zaplní, všechny dosažitelné objekty v nejmladší generaci jsou zkopírovány do starší generace. I tak bude množství kopírovaných objektů pouze zlomkem z celkového množství mladších objektů, jelikož většina z nich se již stala odpadem.

Nevýhody GC

- Garbage collector potřebuje ke své práci **procesorový čas**, aby mohl rozhodovat o tom, jestli je objekt v paměti „mrtvý“, nebo „živý“.
- Některé garbage collectory mohou způsobit i dosti znatelné **pauzy**, což je vážný problém pro systémy běžící v reálném čase.
- O stavu objektů musí mít garbage collector uloženou informaci. Tyto informace vyžadují určitou **paměť navíc**.
- Některé jazyky s garbage collectorem neumožňují programátorovi **znovupoužití paměti**, i když ví, že paměť už nebude použita. To vede k **nárůstu alokace paměti**.

Virtuální stroj

Je v informatice software, který **vytváří virtualizované prostředí mezi platformou počítače a operačním systémem**, ve kterém koncový uživatel může provozovat software na abstraktním stroji.

Hardwarový virtuální stroj

Označuje **několik jednotlivých totožných pracovních prostředí na jediném počítači**, z nichž na každém běží operační systém. Díky tomu může být aplikace psaná pro jeden

OS používána na stroji, na kterém běží jiný OS, nebo zajišťuje vykonání sandboxu, který poskytuje **větší úroveň izolace** mezi procesy než je dosaženo při vykonávání několika procesů najednou (multitasking) na stejném OS. Jedním využitím může být také poskytnutí iluze mnoha uživatelům, že používají celý počítač, který je jejich „soukromým“ strojem, izolovaným od ostatních uživatelů, přestože všichni používají jeden fyzický stroj.

Podobný software je často označován termíny jako **virtualizace** a **virtuální servery**. Hostitelský software, který poskytuje tuto schopnost je často označován jako **hypervisor** nebo **virtuální strojový monitor** (virtual machine monitor). Softwarové virtualizace mohou být prováděny **ve třech hlavních úrovních**:

- **Emulace**, plná systémová simulace nebo „plná virtualizace s dynamickým přestavěním (recompilation)“ — virtuální stroj simuluje kompletní hardware, dovolující provoz nemodifikovaného OS na úplně jiném procesoru.
- **Paravirtualizace** — virtuální stroj nesimuluje hardware, ale místo toho nabídne **speciální rozhraní API**, které vyžaduje modifikace OS.
- **Nativní virtualizace** a „**plná virtualizace**“ — virtuální stroj jen částečně simuluje dost hardwaru, aby mohl nemodifikovaný OS běžet samostatně, ale hostitelský OS musí být určený pro stejný druh procesoru. Pojem nativní virtualizace se někdy používá ke zdůraznění, že je **využita hardwarová podpora pro virtualizaci** (tzv. virtualizační technologie).

Aplikační virtuální stroj

Dalším významem termínu virtuální stroj je počítačový software, který **izoluje aplikace používané uživatelem na počítači**. Protože **verze virtuálního stroje jsou psány pro různé počítačové platformy**, jakákoliv aplikace psaná pro virtuální stroj může být provozována na kterékoli z platforem, místo toho, aby se musely vytvářet oddělené verze aplikace pro každý počítač a operační systém. Aplikace běžící na počítači používá **interpret** nebo **Just in time kompilaci**. Jeden z nejlepších známých příkladů aplikace virtuálního stroje je **Java Virtual Machine (JVM)** od firmy Sun Microsystems.

Virtuální prostředí

Virtuální prostředí je jiný **druh virtuálního stroje**. Ve skutečnosti, to je **virtualizované prostředí pro běh programů na úrovni uživatele** (tj. ne jádra operačního systému a ovladače, ale aplikace). Virtuální prostředí jsou vytvořena použitím softwaru zavádějícího virtualizaci na úrovni operačního systému.

Podpora paralelního zpracování

Paralelně programovaný software využívá možnost rozdělení jednoho velkého výpočetního problému na několik menších problémů, které jsou řešeny „**současně**“. Prvky sloužící

k paralelnímu zpracování výpočtu mohou být různé. Jedná se například o jeden **počítač s více procesory**, **několik počítačů** v síti, **specializovaný hardware** nebo **kombinaci** těchto prvků.

Vlákn označuje v informatice **odlehčený proces**, pomocí něhož se **sníží reží** operačního systému při změně kontextu, které je nutné pro zajištění **multitaskingu** nebo při masivně **paralelních výpočtech**. Zatímco běžné procesy jsou navzájem striktně odděleny, **sdílí** vlákna nejen **společný paměťový prostor**, ale i **další struktury**.

Operační systém, který vlákna nepodporuje, má technicky jedno vlákno na každý proces, zatímco při podpoře vláken je možné v rámci jediného procesu vytvořit mnoho vláken. Vlákna usnadňují díky sdílené paměti vzájemnou komunikaci, což však přináší další komplikace v podobě **souběhu** (race condition).

Shrnutí

- Vlákno - **Thread**.
- Vlákno je **samostatně prováděný výpočetní tok**.
- Vlákna běží v **rámci procesu**.
- Vlákna jednoho procesu běží v rámci stejného prostoru paměti. **Sdílí jeho prostředky**.
- Každé vlákno má vyhrazený prostor pro specifické proměnné (runtime prostředí).

Semafor

Semafor je založen na **atomických operacích V** (verhogen, též označováno jako **up**) a **P** (proberen, též označováno jako **down**). Operace down otestuje stav čítače a v případě že je nulový, zahájí čekání. Je-li nenulový, je čítač snížen o jedničku a vstup do kritické sekce je **povolen**. Při výstupu z kritické sekce je vyvolána operace up, která **odblokuje** vstup do kritické sekce pro další (čekající) proces. Čítač je možné si představit jako **omezení počtu procesů**, které mohou zároveň vstoupit do kritické sekce nebo například jako **počítadlo volných prostředků**. Tato implementace neodstraňuje problém aktivního čekání.

Vlákna v operačním systému

Vlákna **běží v rámci výpočetního toku procesu**. S ohledem na realizaci se mohou nacházet:

- V **uživatelském prostoru procesu** - realizace vláken je na úrovni knihovnických funkcí. Vlákna nevyžadují zvláštní podporu OS, jsou rozvrhována uživatelským knihovnickým rozvrhovatelem. **Nevyužívají více procesorů**.

- V **prostoru jádra OS** - tvoří entitu OS a jsou také rozvrhována systémovým rozvrhovačem. Mohou **paralelně běžet na více procesorech**.

Kdy použít vlákna?

Vlákna je výhodné použít, pokud aplikace splňuje některé následující kritérium:

- Je **složena z nezávislých úloh**.
- Může být **blokována** po dlouho dobu.
- Obsahuje **výpočetně náročnou část**.
- Musí reagovat na asynchronní události.
- Obsahuje úlohy s nižší nebo vyšší prioritou než zbytek aplikace.

Typické aplikace

- **Servery** - obsluhují více klientů najednou. Obsluha typicky znamená **přístup k několika sdíleným zdrojům** a hodně vstupně výstupních operací (I/O).
- **Výpočetní aplikace** - na **víceprocesorovém systému** lze výpočet urychlit rozdělením úlohu na více procesorů.
- **Aplikace reálného času** - lze využít specifických rozvrhovačů. Více vláknová aplikace je výkonnější než složité asynchronní programování, neboť vlákno čeká na příslušnou událost namísto přerušování vykonávání kódu a přepínání kontextu.

Typické aplikace

Modely řeší způsob **vytváření a rozdělování práce** mezi vlákna:

- **Boss/Worker** - hlavní vlákno, řídí rozdělení úlohy jiným vláknům.
- **Peer** - vlákna běží paralelně bez specifického vedoucího.
- **Pipeline** - zpracování dat sekvencí operací. Předpokládá dlouhý vstupní proud dat.

Mechanismy synchronizace

Stejné principy jako synchronizace procesů. Základními primitivy jsou:

- **Mutex** - zámek kritické sekce.
- **Podmíněná proměnná** (condition variable) synchronizace hodnotou proměnné. Čekání vlákna na probuzení od jiného vlákna.

Mutex

Mutex = mutual exclusion, neboli vzájemné vyloučení je algoritmus používaný v programování jako **synchronizační prostředek**. Zabraňuje tomu, aby byly současně vykonávány dva (nebo více) kódy nad stejným sdíleným prostředkem. Základní operace:

- **Lock** - uzamknutí mutexu (přiřazení mutexu vláknu). Pokud nelze mutex získat, vlákno přechází do blokováného režimu a čeká na uvolnění zámku.
- **Unlock** - uvolnění zámku. Pokud jiná vlákna čekají na uvolnění, je vybráno jedno vlákno, které mutex získá.
- **Rozšířené metody:**
 - **Rekursivní** - vícenásobné zamykání stejným vláknem.
 - **Try** - okamžitý návrat pokud není možné mutex získat.
 - **Timed** - pokus o získání zámku s omezenou dobou čekání.

7 Zpracování chyb v moderních programovacích jazycích, princip datových proudů – pro vstup a výstup. Rozdíl mezi znakově a bytově orientovanými datovými proudy.

Správné programování je situace, kdy vše půjde podle plánu a nikdy nedojde k nějaké nepředvídané situaci. Pod takovouto situací si můžeme představit **chyby** programu **způsobené programátorem** – dělení nulou, sáhnutí **mimo rozsah pole**, pokus o volání **metody na nulové referenci** a podobně. Druhou skupinou pak mohou být neplatné **uživatelské vstupy** – pokud uživatel předá do kolonky věk řetězec, pokusí se uložit soubor někam, kam nemá přístup a jiné. Poslední skupinou jsou chyby mimo kontrolu a moc programátora – **vyčerpání paměti**, **zásah operačního systému** atd.

Při všech těchto situacích (a mnohých dalších) dojde k vyvolání výjimky. **Výjimky** (exceptions) dovolují tvorbu programů, které mohou reagovat na různé **chybové stavy vzniklé za běhu**. Cílem výjimek je učinit programy **robustnější** tím, že jsou rozšířeny o schopnosti správy chyb vzniklých na úrovni aplikace nebo operačního systému.

C#

Výjimky v jazyce C#:

- Jsou **objektově orientované**.
- Oddělují zpracování chyb od výkonného kódu.
- Nejsou hlídané (jsou **unchecked**).
- Měly by být dokumentovány.

Každá výjimka v jazyce C# je:

- **Objekt**.
- Odvozena z třídy **Exception** nebo z některé z je-jich následníků.
- Obsahuje informace o:
 - Svém původu.
 - Důvodu vzniku.

Pomocí zachycení výjimky je možné vzniklý (chybový) stav **zpracovat (obsloužit)**. Jestliže dojde ke vzniku výjimky, která není nijak obsloužena, pak dochází k **ukončení programu** s odpovídající **běžovou chybou**. Mechanismus výjimek je v jazyce C# založen na klíčových slovech: **try**, **catch**, **finally**. Vlastní vyhození výjimky lze pomocí klíčového slova **throw**.

try

- Vymezuje začátek **chráněného bloku** kódu.
- Jestliže nějaká operace v tomto bloku způsobí výjimku, pak je okamžitě **řízení předáno do bloku**, který je umístěný za klíčovým slovem **catch**.

catch

- Slouží k zápisu bloku, který se provede, jestliže ve sdruženém chráněném bloku dojde ke vzniku výjimky.
- Po bloku try může následovat **více bloků catch**, z nichž každý slouží pro **ošetření specifického typu výjimky**.
- **Zápis:** `catch (typ_výjimky err){ ... }`
- Proměnná **err** obsahuje **objekt** vyjadřující podrobné údaje o vzniklé výjimce (např. vlastnost **Message** obsahuje textový popis chyby, která způsobila výjimku).

finally

- Udává **volitelný blok** používaný většinou **k uvolnění zdrojů** alokovaných v bloku try.
- Blok **finally** se vykoná vždy po opuštění try/catch.

Třída Exception

- Definovaná ve **jmenném prostoru** System.
- Reprezentuje chyby, ke kterým dochází v **době běhu programu**.
- Slouží jako **výchozí třída** pro všechny další výjimky.

Java

Výjimky samotné jsou objekty, které dědí ze speciální hierarchie, jejímž kořenem je třída **Throwable**. Throwable dále rozšiřují třídy **Error** a **Exception**.

Error

Výjimky typu Error bychom **neměli v žádném případě ošetřovat** - značí totiž **kritickou chybu** (nedostatek zdrojů pro práci virtuálního stroje, přetečení zásobníku, nenalezení potřebné třídy při classloadingu atp.) – a většině případů **je ani ošetřit nemůžeme**.

Runtime exception

Mezi výjimky dědící z `Exception` patří také podtřída `RuntimeException` (dokumentace). Runtime exception jsou výjimky, které sice nejsou kritické z hlediska samotné možnosti pokračování aplikace (na rozdíl od `Error`), ale přesto se **velmi často neošetřují**. Značí totiž **obvyklé chyby**, které **způsobil sám programátor** (neplatný index pole, volání nad nullovým ukazatelem...).

Zvláštní vlastností těchto výjimek je, že **nemusíme deklarovat v hlavičce metody možnost jejich vyvolání** (klíčové slovo `throws`). Tím je usnadněno vybublání chyby skrz program a jeho případné ukončení. Tyto výjimky označujeme jako **nekontrolované (unchecked exceptions)**.

Exception

Zbylé výjimky dědící přímo z `Exception` značí ty situace, které by se sice neměly stávat, ale na které **jsme schopni adekvátně zareagovat**. Pokud uživatel zadá neplatný adresář, tak mu vyhubujeme a řekneme, že to má zkusit ještě jednou. Obdobně jsme schopni vyřešit situaci, kdy uživatelské rozhraní nenalezne knihovny potřebné pro uživatelský motiv (`look and feel`) na daném systému. V tomto případě můžeme přejít k výchozímu nastavení uživatelského rozhraní. (Klasické chyby které normálně ošetřujeme).

Protože se jedná, jak jsme si již řekli, o chyby, ze kterých se program může snadno zotavit, tak je **vždy musíme uvést v hlavičce metody, jež je může vyvolat**. To učiníme pomocí klíčového slova `throws` a seznamu jmen tříd vyvolávaných výjimek. Ve volající metodě se pak musíme rozhodnout, zda-li výjimky ošetříme, nebo necháme vybublat dál (opět je uvedeme v hlavičce). Tyto výjimky označujeme jako **kontrolované (checked exceptions)**.

Vyvolávání výjimek

Výjimku můžeme vyvolat v našem kódu prostřednictvím příkazu `throw` následovaným objektem výjimky (`throw new NumberFormatException()`).

Try-catch-finally

Každou výjimku bez ohledu na její typ můžeme zpracovat. K tomu používáme bloky `try`, `catch` a `finally`. V bloku `try` uvedeme sekci, která je kritická a vyvolává výjimku. Až v **mnoha blocích catch** můžeme postupně zpracovávat případné výjimky dle jejich typu. Volitelný blok `finally` obsahuje kód, který **se vyvolá vždy**, bez ohledu na to, k čemu dojde v bloku `try` (dokonce se vyvolá i případě, že dojde k opuštění metody prostřednictvím příkazu `return`).

Datové proudy

Proudy **streamy** můžeme dělit dle jejich směru na **vstupní** (přenášejí data do aplikace) a na **výstupní** (přenášejí data z aplikace). Proudy také rozlišujeme na **binární** a **znakové**. Jak již názvy napovídají, tak zatímco binární proudy využijeme pro libovolná binární data (tj. data vkládáme je po bajtech), tak znakové proudy jsou určeny pouze pro text (znaky).

Proudy jsou základní cestou jak pracovat s daty, náhodným i sekvenčním přístupem. Mezi nejjednodušší stream patří výpis na obrazovku `System.out.print()`; `console.WriteLine()`;

Streamy v .NET

- **Textové:** `StreamWriter`, `SreamReader`
- **Binární:** `BinaryWriter`, `BinaryReader`
- **Další:** `MemoryStream`, `GZipStream`, `Bufferedstream`

Streamy v Javě

V Javě všechny vstupní streamy dědí z abstraktní třídy **InputStream** a všechny výstupní z **OutputStream** a obě tyto abstraktní třídy ze třídy `Object`.

- **Textové:** `FileWriter`, `FileReader` (Tyto streamy jsou obaly pro bytové streamy, tzn. přijímají jako argument objekt `FileInputStream` nebo `FileOutputStream`)
- **Binární:** `FileInputStream`, `FileOutputStream`
- **Další:** `ObjectInputStream`, `ObjectOutputStream`

Binární

Binární proudy umožňují přenést **libovolná data**. Základní operací definovanou v `InputStream` je metoda **read**, pomocí které můžeme z proudu přečíst jeden byte. Analogicky výstupní proud definuje metodu **write**. **Čtení a zápis po jednotlivých bytech je velmi pomalé**, zvláště pokud uvažíme, že na druhé straně proudu může být disk – a každý dotaz může velmi snadno znamenat nutnost nového vystavení hlaviček.

Třídy **BufferedInputStream** a **BufferedOutputStream** (v Javě) za nás tento nedostatek řeší. Tyto proudy obsahují **pole, které slouží jako vyrovnávací paměť**. V případě čtení z disku bufferovaný proud načte celý blok dat a uloží jej do pole, ze kterého data dále posílá našemu programu. V okamžiku, kdy se pole vyprázdní, učiní dotaz na další blok. Tímto způsobem dochází k eliminaci velkého množství zbytečných a drahých volání. (V .NET existuje třída **BufferedStream**, nicméně .NET implementuje buffering do určité míry i u jiných streamů, nesetkáme se tedy s jeho použitím tak často.)

Textový

Znakové proudy fungují stejným způsobem jako ty binární, pouze **operují s textem**. Poměrně důležitou poznámkou je, že **Java** interně uchovává řetězce ve znakové sadě **Unicode**. Z toho plyne, že při každém zápisu a čtení ze znakového proudu dochází k překódování daného řetězce (znaků).

8 Jazyk UML – typy diagramů a jejich využití v rámci vývoje.

Jazyk UML

UML je jazyk umožňující specifikaci, vizualizaci, konstrukci a dokumentaci artefaktů softwarového systému. V průběhu let se UML stal **standardizovaným jazykem** určeným pro vytvoření výkresové dokumentace (softwarového) systému. K vytváření jednotlivých modelů systému jazyk UML poskytuje **celou řadu diagramů** umožňujících **postihnout různé aspekty systému**. Jedná se celkem o čtyři základní náhledy a k nim přiřazené diagramy:

1. Funkční náhled

- (a) **Diagram případů užití** - popisující vztahy mezi aktéry a jednotlivými případy použití.

2. Logický náhled

- (a) **Diagram tříd** - specifikující množinu tříd, rozhraní a jejich vzájemné vztahy. Tyto diagramy slouží k vyjádření statického pohledu na systém.
- (b) **Objektový diagram**

3. Dynamický náhled popisující chování

- (a) **Stavový diagram** - dokumentující životní cyklus objektu dané třídy z hlediska jeho stavů, přechodů mezi těmito stavy a událostmi, které tyto přechody uskutečňují.
- (b) **Diagram aktivit** - popisující podnikový proces pomocí jeho stavů reprezentovaných vykonáváním aktivit a pomocí přechodů mezi těmito stavy způsobených ukončením těchto aktivit. Účelem diagramu aktivit je blíže popsat tok činností daný vnitřním mechanismem jejich provádění.
- (c) **Interakční diagramy**
 - i. **Sekvenční diagramy** - popisující interkace mezi objekty z hlediska jejich časového uspořádání.
 - ii. **Diagramy spolupráce** - je obdobně jako předchozí sekvenční diagram zaměřen na interkace, ale z pohledu strukturální organizace objektů. Jinými slovy není primárním aspektem časová posloupnost posílaných zpráv, ale **topologie rozmístění objektů**.

4. Implementační náhled

- (a) **Diagram komponent** - ilustrující organizaci a závislosti mezi softwarovými komponentami.

- (b) **Diagram nasazení** - upřesněný nejen ve smyslu konfigurace technických prostředků, ale především z hlediska rozmístění implementovaných softwarových komponent na těchto prostředcích.

Diagramy a jejich použití v rámci fází vývoje

- **Specifikace požadavků:** Diagram případů užití, Sekvenční diagramy, Diagram aktivit.
- **Návrh:** Diagram tříd, Objektový diagram, Stavový diagram, Sekvenční diagramy.
- **Implementace:** Diagramy spolupráce, Diagram komponent, Diagram nasazení.