

Osnova předmětu IB053

Část A: Efektivita práce při tvorbě programu

1. Snížení chybovosti při tvorbě programu
2. Snížení doby potřebné k odstraňování chyb
3. Využití dříve napsaných částí programu
4. Nezávislost programu na pozdějších úpravách
5. Přenositelnost do jiných prostředí
6. Moderní inženýrské metody
7. Další doporučení
8. Licence a formy šíření software

Část B: Efektivita programu

1. Optimalizace algoritmu
2. Mechanismus přístupu k datům
3. Implementace programových struktur
4. Rozdíl v interpretovaných a překládaných jazycích

Historie předmětu IB053

Autor předmětu se od roku 1990 komerčně zabývá tvorbou software a z této praxe čerpá většinu zkušeností použitých v předmětu Metody efektivního programování. Protože původně na fakultě informatiky vyučoval programování v jazycích C/C++, využívá též zkušeností získaných na cvičeních k tomuto předmětu. Výuka C/C++ byla postupně obohacována o doporučení či metody jak (ne)programovat. Po několika letech autor přestal zcela vyučovat programovací jazyk a začal učit předmět Metody efektivního programování. Obsah tohoto předmětu se také postupně vyvíjí s novými zkušenostmi z praxe, ale též od studentů, kteří se na přednáškách zapojují do diskusí a vnášejí tak na problematiku nový pohled.

Cíle IB053

Účelem IB053 je předat studentům znalosti a zkušenosti s praktickým každodenním vývojem software. Pojem efektivní programování je zde chápán ve dvou smyslech. Jednak z hlediska práce vynaložené na tvorbu programu, která má být samozřejmě co nejefektivnější a jednak z hlediska samotného programu, jehož implementace má být též co nejefektivnější, t.j. aby počítač při vykonávání programu prováděl minimum režijních (nevýkonných) činností.

Obsahem předmětu není samotný návrh algoritmu z hlediska jeho složitosti a ani výuka metod softwarového inženýrství (PB007, PA017, příp. PA102)

Řada přednášených metod a doporučení nebývá v praxi dodržována, mnohdy záměrně. Studenti by si měli umět udělat kritický pohled a být schopni posoudit, jestli je celkově dodržení výhodnější nebo naopak nevýhodnější.

Cvičení

- ~~• Napsání programu porušujícího co nejvíce zásad, účast = podmínka zápočtu~~
- Srovnání efektivity C++ Win/Linux, Java, C#, PHP na shodném HW (dvě úlohy: výpočet nad daty v paměti, zpracování textového souboru)
- ~~• Vytvoření týmového díla (C++ Win/Linux, Java) — každý tým bude mít jednoho koordinátora (rozděluje práci, organizuje týmové porady, analýzu), účast v týmu = podmínka zápočtu~~
- účast na cvičeních není evidována, ale bez prvotní domluvy na projektu a průběžného předvedení nelze na konci projekt předat

Organizační pokyny

- ~~rezervovány jsou 3 hodiny namísto dvou, ale počet hodin za semestr je vždy počet týdnů semestru krát dvě a tedy výuka v některých týdnech se neuskuteční~~
→ **letos neplatí**
- rozdělení přednášek a cvičení určuje vyučující průběžně, rozdělení celkového počtu hodin mezi přednášky a cvičení nemusí být přesně 1:1
- účast na přednáškách není vyžadována, ale je vřele doporučena, protože zkušenosti lze předat spíše ústním sdělením než písemně, ideálně samozřejmě dialogem

Látka, která z důvodu kolize s jinými předměty nebo z jiných důvodů již nebude přednášena a nebude ani u kolokvia

Látka, která z jiných důvodů nebude u kolokvia

Část A: Efektivita práce při tvorbě programu

K čemu efektivita: Čas = peníze

1. Snížení chybovosti při tvorbě programu

- Důkladná analýza (*shora dolů*)
 - funkční (*rozdělení celého systému na komponenty, jejich rozdělení na moduly/packages, moduly na třídy + interface, třídy na metody*)
 - datová (*objekty (třídy), DB-tabulky, UML <- víme všichni co to je?*)

S využitím programových prostředků pro zápis analýzy/modelování dat (Enterprise Architect, Papyrus, ArgoUML, ...), některé umí generovat zdrojový kód, některé ze zdrojového kódu rekonstruovat datový model.

Model na papíře je mnohem cennější než jen v počítači nebo jen v hlavě - je do něho vidět a dá se do něho čmárat.

Pokud není analýza (funkční i datová) dostatečně podrobná, bude nutné při vývoji vytvářet paralelně programátorskou dokumentaci (obyčejné komentáře, Javadoc, použití aplikací typu Confluence)

- Dostatek času (*podvědomí pracuje za nás*)
- Práce v týmu (*Brainstorming*)
- Programování (*zdola nahoru <- to se hezky řekne, ale špatně udělá nebo spíše odprostřed dolů a pak odprostřed nahoru → aby se dalo co nejdříve ladit*)

K ladění jakékoli funkce/metody potřebuji vstupní data, která nemám, pokud programuji odspodu -> nutnost psát kód, jehož jediným smyslem je testování a poté se zahodí.

S využitím programových prostředků JUnit, TestNG (Java), Arquillian (Java EE), NUnit (.NET) <- **vždy platí, že kvalita testu je přímo úměrná úplnosti sad testovacích dat**

Tyto prostředky testují funkčnost modulů na nižších úrovních, nikoli např. chování

aplikace při ovládání uživatelem. Úsporu času přinesou zejména při kontrole funkčnosti již odladěného kódu po dodatečných úpravách.

- Dobrá znalost programovacího jazyka (*chyby z neznalosti jazyka se špatně hledají*), knihoven a frameworků

```
char * strcpy ( char * destination, const char * source );  
char * retezec;  
strcpy(retezec, "AHOJ");
```

- Dobrá znalost vývojového prostředí a využívání jeho možností
 - refaktoring – přejmenování, přesunutí
 - automatizované generování kódu (setters+getters)
 - Prostředky pro sestavování aplikace (MAKE, ANT, MAVEN, Gradle)
 - view definition/declaration - přesunutí kurzoru na definici funkce/třídy
 - call hierarchy - vyhledání všech výskytů (volání funkce, užití proměnné)
- Soustředěnost při práci (*kolegové v kanceláři, hudba, TV, mail, prohlížení webu*)

2. Snížení doby potřebné k odstraňování chyb (ladění) (Analýza cizího programu, analýza vlastního programu s časovým odstupem)

(Člověk by neměl psát programy tak, aby se stal obětí své vlastní lenosti!)

- Čitelný zápis programu bez „hutných“ pasáží s mnoha vedlejšími efekty

```
for (int i = 0; suma(pocet = index++) < max; new_line(i++)  
    ) {...}  
v jazyce C: int *i; ... if (!i) { ... } správně je: if (i != NULL)  
...
```

- složité logické podmínky rozdělit na jednodušší
- zamezit negaci negovaného
- boolean metody vracející pozitivní stav (hasRestriction x hasNoRestriction)
- ctít logiku programované věci

např. místo

```
if (name.indexOf("$") > -1) raději  
if (name.indexOf("$") >= 0) (protože nás zajímá, jestli je znak $ na  
některé pozici řetězce, přičemž pozice se počítají od 0) a nebo případně  
if (name.indexOf("$") != -1) (protože v dokumentaci je, že funkce vrací  
-1, pokud se podřetězec nenajde a nás zajímá situace, kdy se podřetězec najde)
```

- nesnažit se za každou cenu zjednodušit logický výraz de Morganovými pravidly - zápis pak neodpovídá logice věci

např. $!(a \ \&\& \ !b) \rightarrow !a \ || \ b$

v zadání je: nesmí platit, že (**a** a současně neplatí **b**)

špatně by se pak kontrolovalo, že $!a \ || \ b$ odpovídá zadání

- Výpočty prováděné překladačem

```
2 * 3.14
```

```
6.28
```

```
#define POCET_ZNAKU_ADRESY (40 + 30 + 5)
```

```
#define POCET_ZNAKU_ADRESY 75
```

- Symbolické konstanty (*správná interpretace, hromadná změna; nevyužívat k jiným účelům*)

```
jmeno[POCET_ZNAKU_JMENA + 1];
```

```
prijmeni[POCET_ZNAKU_JMENA + 1]; - použití k nesprávnému účelu
```

```
jmeno[POCET_ZNAKU + 1]; - nejednoznačná konstanta
```

- Parametry procedur, proměnné (*výstižné, stručné, jednoznačné, pravdivé názvy, používat pouze k jednomu účelu*)

```
promennaObsahujiciPocetPrvku
```

```
pocetPrvku
```

```
pocet
```

```
poc
```

```
p
```

```
p q r x y i j k - za určitých okolností lze (kdy?)
```

příklady použití velkých a malých písmen:

```
proměnná;
```

```
Metoda();
```

```
PublicMetoda();
```

```
privateMetoda();
```

```
KONSTANTA
```

```
viceslovnáProměnná x viceslovná_proměnná
```

```
iPocet, fVelikost, sJméno
```

- Globální proměnné (*nepřehlednost*)

- Komentáře

(stručné, jasné, pravdivé, neplýtvat, nekomentovat jasné věci (i++; apod.)),

```
a = findMax(array); // najdeme největší prvek
```

```
a = findMax(array); // tady v tomto místě musíme najít
```

```
// prvek, který je v tom poli největší
```

```
a = findMax(array); // největší
```

```
a = findMax(array); // vytiskneme největší prvek
```

```
i++; // i zvýšíme o 1
```

```
i++; // jak by zněl smysluplný komentář?
```

jak se dostane do programu nepravdivý komentář ?

co komentovat:

- obtížně čitelné pasáže
- jednotlivé bloky kódu provádějící ucelenou činnost
- interface (hlavičky metod, rozhraní tříd, modulu) -> pokud je to možné, používat javadoc nebo obdobné systémy, ale pozor, jen popis parametrů metody opravdu nestačí, je potřeba k metodám a třídám uvést opravdu všechno, co musí programátor vědět, aby mohl třídy a jejich metody spolehlivě použít

Stojí za to zvážit jazyk komentářů s ohledem na osoby, které je mohou potenciálně někdy v budoucnu číst (i když aktuálně jsou to pouze místní programátoři, nemusí tomu tak být i v budoucnu; u nadnárodních společností vždy angličtina).

- Dokumentace dodatečných změn (vyplývajících z odstraňování chyb nebo ze změn zadání)
 - změny psát do komentářů
 - při použití systému pro shromažďování/hlášení/třídění chyb a požadavků (Bugzilla, Jira apod.) psát do komentářů reference na záznamy, kde si lze dodatečně připomenout důvod změny a posoudit tak později, jestli byla provedena dobře
- Evidence chyb zjištěných přímo při vývoji (pokud si vývojář sám sobě objeví chybu a z důvodu koncentrace na jiný problém ji nemůže/nechce odstranit ihned a nebo pokud se jedná o chybu jiného vývojáře podílejícího se rovněž na projektu)
 - v aplikaci (Jira, Bugzilla)
 - soubor v editoru (pohotovější řešení než aplikace, každou chybu na samostatný řádek, lze snadno měnit priority přesouváním řádků, mazat nebo škrtnat hotové)
 - systém papírků (zastaralý, ale stále funkční :-)
- Odstraňovat příčiny chyb, nikoli eliminovat jejich důsledky
- Použití Exceptions → zpřehlednění kódu (ale používat opravdu jen k řešení výjimečného stavu, nikoli jako řešení stavu,

který je sice význačný, ale žádoucí, např. tabulka neobsahuje žádnou větu)

- Styl zápisu (jednotný – graficky, odlišení proměnných, metod, konstant)
(často je řízen IDE - lze konfigurovat)
(zejména při práci v týmu je potřeba jednotnost stylu zápisu)
Není až tak podstatné, jaký styl zápisu zvolíme, podstatné je ho pak dlouhodobě dodržovat.

Příklady pro inspiraci (nikoli doporučení pro styl zápisu):

grafický styl bloku (odsazování):

<pre>záhlaví { } </pre>	<pre>záhlaví { } </pre>	<pre>záhlaví { } </pre>	<pre>záhlaví { } </pre>
--	--	--	-------------------------------

Mezery (každá neobvyklost musí mít své opodstatnění):

```
for ( int i = 0 ; i < 5 ; i++ ) třída.metoda ( x );
```

Přechody na nový řádek

<pre>příkaz 1; příkaz 2; příkaz 3; </pre>	<pre>příkaz 1; příkaz 2; příkaz 3; </pre>
---	--

- Práce v týmu (je potřeba tým umět vést a je potřeba umět být členem týmu) - pevnost řetězu závisí na každém článku

v praxi: **nepracuje-li jeden člen kvalitně, snižuje to kvalitu práce i dalších členů**, např. když dám týmu neodladěné zdroj. texty funkce, kterou volá funkce jiného člena týmu, tak mu to nebude fungovat, ale nebude vědět, jestli je chyba v jeho kódu, zejména ve způsobu volání té funkce a nebo chyba až ve funkci - ke kvalifikovanému rozhodnutí je často potřeba jít až do zdroj. textu té funkce nebo v debuggeru funkci prokrokovat

3. Využití dříve napsaných částí programů

Motivace:

použití vlastního (resp. týmového) zdrojového kódu vícekrát

použití cizího zdrojového kódu (frameworky, utils)

napsání zdrojového kódu, který může využít cizí osoba

- vhodné rozčlenění programu (třídy/modules aplikačně nezávislé, částečně závislé, závislé)
- při psaní jakéhokoli programu je potřeba neustále myslet na to, jestli se právě psaný kód nebude ještě někdy hodit a tomu přizpůsobit způsob psaní
- obecný algoritmus vždy vyčlenit z méně obecného (aplikačně závislého kódu) – zejména u často používané funkčnosti lišící se jen např. zpracováváním daty (**nejhorší je hotový zdrojový kód okopírovat a mírně upravit**)
- neslučovat do třídy/module/knihovny nesouvisející funkčnost
- OOP: používat abstraktní metody, interface
 - nepřehánět -> abstraktní část kódu je méně přehledná, většinou její vývoj je časově náročnější - vždy zvážit, kdy se vyplatí a kdy ne (zpravidla pokud bude použita 1-2x, tak se tento postup nevyplatí)
- tvořit knihovny (zdokumentované: nejen statický popis tříd a metod, ale i nezávislý popis realizace nejčastějších situací)
- využití částí programů napsaných cizími osobami (získané z internetu, např. www.sourceforge.net, apache.org, github, maven-repository)
- využití cizích knihoven a frameworků (volně šířených i placených)
 - např. pro konfigurační soubory (vyskytuje se prakticky v každém programu)
 - pro uložení dat (nejlépe SQLite, rovněž prakticky každý program potřebuje ukládat data; lze použít i rozsáhlé frameworky typu hibernate)
 - XML (např. v Javě JAXB)
 - frameworky pro programování web. aplikací (Angular, React, jQuery+jQueryUI, Bootstrap aj.)

- zdrojové texty nekopírovat do jiných projektů, ale sdílet v rámci možností, které dává použitý jazyk a vývojové prostředí (používat verzovací systémy jako je Git)
- při úpravách kódu, který je sdílen mezi více projekty, dodržovat zpětnou kompatibilitu

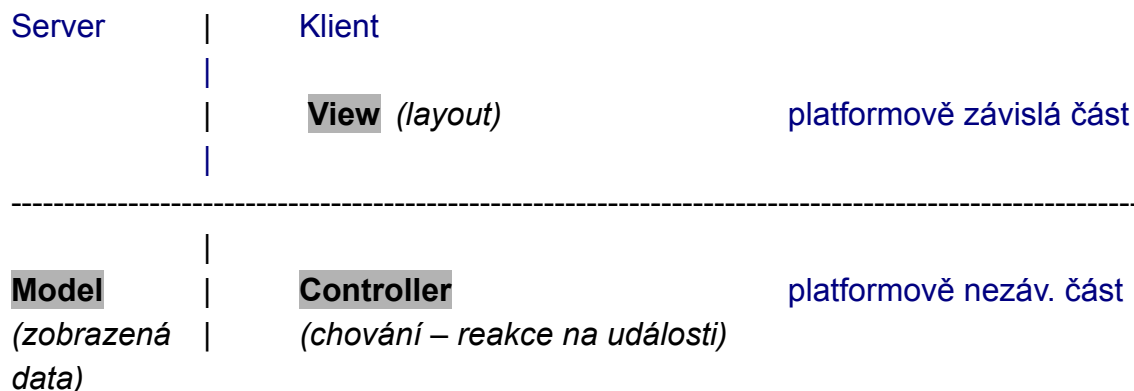
4. Nezávislost programu na pozdějších úpravách

- symbolické konstanty (*zde za účelem parametrizace programu*)
- dobře rozdělený program do modulů a funkcí nebo tříd
(*změna v jedné části programu se nesmí projevit jako vedlejší efekt v úplně jiné části programu*)
- prozíravost; odhad, co se reálně může v zadání později změnit
(*nedůvěra je vysoce pozitivní vlastnost tvůrce software*)

5. Přenositelnost programu do jiných prostředí

Myšleno: použití jiného kompilátoru nebo dokonce překlad pod jiným operačním systémem. V případě webových aplikací možnost provozování pod různými prohlížeči

- orientace na standardní prvky jazyka, případně na dané verze/standards jazyka (C++ 1998, C++ 2003, C++11, ... apod., v Javě 1.5 - 1.9, ..., v jiných jazycích existuje spousta kompilátorů, které více nebo méně dodržují standardy, v C++ např. pozor na Templates – nejsou všude)
- použití pouze standardních knihoven, tříd a funkcí (v Javě je prakticky všechno standard, u C/C++ bývají rozdíly větší)
- užití knihoven jejichž jeden z účelů je zajištění kompatibility (na webu např. jQuery, desktopové aplikace např. GTK+ nebo OpenGL)
- vyčlenit platformově (co to je? → Windows/Linux, KDE/GNOME atd.) nebo jinak závislé části
 - podmíněný překlad (co to je?, v Javě není – řeší se pomocí interface a tříd implementující daný interface, tyto třídy se případně umístí do různých jar-souborů)
 - konstanty pro podmíněný překlad v jednom souboru nebo případně ve vlastnostech projektu – závisí na vývojovém prostředí, některá prostředí mohou v projektu mít víc konfigurací lišící např. právě předdefinovanými konstantami
 - moduly ve více verzích
 - rozdělené UI-dialogy: návrhový vzor Model-View-Controller



- znalost implementačních detailů (tj. to, co norma jazyka neřeší a nechává to na tvůrci kompilátoru -> může způsobovat problémy) (např. *soubor s binárními daty*)
 - *implementace reálných čísel nemusí být vždy stejná*
 - *rozsahy datových typů (integer, long apod.)*
- spolupráce mezi částmi programů napsaných v různých prostředích/jazycích (kompilovaných) – další implementační detaily (a tedy další možné problémy)
Existují dva typy propojení těchto částí programů:
Programm – DLL (pozdní vazba – řeší OS nebo VM)
Modul – Modul (volání – řeší kompilátor)
 - pořadí parametrů
 - implementace datových typů (reálná čísla, rozsah integeru)
 - umístění prvků ve struktuře (atributů ve třídě)
- používat konstrukce nezávislé na implementačních detailech nebo případně závislé konstrukce předdefinovat na jednom místě (zač. modulu, hlavičkový soubor)
(počet bitů v int, short, long apod.)
~7

6. “Moderní” informatické metody

(“moderní” = přišly na svět v relativně nedávné době) :-)

- Používat **návrhové vzory** (Singleton, Object-pool, Lazy-initialization, Observer, Model-View-Controller, DAO)
- Metody **agilního vývoje** (XP-extrémní programování a SCRUM; tento přístup je v praxi poměrně častý, patří spíše do softwarového inženýrství, zde zmiňujeme spíš z důvodu konfliktu s tímto předmětem -> před nasazením jakékoli metodiky je vhodné uvážit, jestli přinese víc než vezme)
 - postupné předávání software po menších dokončených celcích (v některých metodách se nazývají sprinty) -> dřívější reakce na nepřesnosti v zadání
 - výhodné pro uživatele, který na začátku neví, co vlastně chce

- nemožnost plánovat vývoj (protože vývoj je určován předchozími reakcemi uživatele) -> komplikovanější určení ceny software při předem dané funkčnosti; toto je zpravidla obráceně: zákazník stanoví vyšší investice, ale není jisté, co za to dostane

- preference funkčního softwaru před dodržáním základních zásad, jako je dokumentace, komentáře, čitelný zdrojový text

spousta firem si na této metodě zakládá, ale je potřeba ji brát s rezervou: vysoké tempo se nedá vydržet stále a rovněž zanedbaná dokumentace se dřív nebo později negativně projeví, obzvlášť u rozsáhlých projektů (podrobněji viz manifest agilního vývoje <http://agilemanifesto.org/iso/cs/manifesto.html>)

- Použití netradičních databází (SQL x NoSQL, např. MongoDB)

- SQL: pevná struktura databáze je svazující, ale zajišťuje udržení pořádku

- SQL: léty vypracované mechanismy rozvržení struktury dat pro optimalizovaný přístup

- SQL existující frameworky a systémy pro usnadnění práce (hibernate, liquibase, ...)

- NoSQL: data uložená v různých fázích vývoje mohou mít různou strukturu, program na to musí umět reagovat

- NoSQL: nové možnosti optimalizace (související data, která jsou často potřeba současně, jsou uložena "na jednom místě" a tedy rychleji společně dostupná

- Mikroslužby (microservices), viz. např. <http://voho.eu/wiki/mikroslužba/>

7. Další doporučení

- Pořádek ve zdrojovém textu i po dokončení → využitím refaktoringu (pokud vývojové prostředí umožňuje) přejmenovat proměnné, metody i třídy, přesunout metody mezi třídami nebo dokonce moduly nebo projekty

- **Jakmile něco nefunguje podle očekávání, hledat pomoc na internetu vhodně formulovaným dotazem na google (málokdy se stane, že jsme první, kdo danou situaci řeší). Vysoká pravděpodobnost nalezení řešení je**

na stackoverflow.com.

- Použití sofistikovaných prostředků k úpravě zdrojových textů (editor Sublime)

- Ve zdrojovém textu využívat prostředky k tomu, k čemu jsou určeny
např. For-cyklus:

```
for ( inicializace proměnné cyklu ; podmínka pro další iteraci ; přechod na  
další iteraci)
```

```
for (int i = 0; i < počet; i++)  
for (String str = inputString; !str.isEmpty(); str =  
    str.substring(pozice)) ← (toto je ještě na hranici únosnosti)  
for (File f = new File(name); osoba.getPlat() > 20000.0;  
    osoba.hledej(hledOsoba))
```

- Využití enumerace v cyklu (pokud jí jazyk disponuje – Java od 1.6, C# nebo např. PHP)

```
for (int i = 0; i < seznamOsob.size(); i++)  
    { Osoba osoba = seznamOsob.get(i); ... }  
for (Osoba osoba : seznamOsob) { ... }
```

- Každá větev ve switch (Java, C/C++, C#, PHP aj.) má mít svůj break
pokud nemá, je potřeba okomentovat

```
switch (druh) {  
case POCITAC:  
    ...  
break;  
case NOTEBOOK: (zde nebude komentář, protože to není samostatná větev)  
case NETBOOK:  
    ...  
break;  
case TABLET:  
    ...  
// dále stejně jako u smartphone: (okomentováno nepoužití break)  
case SMARTPHONE:  
    ...  
break;  
case MOBIL:
```


...

} (poslední větvev `break` nepotřebuje, ale měl by se uvést! Proč?)

- Parametrizace programu pomocí konstant v projektu – případně s využitím podmíněného překladu, pokud jsou požadovány i odchylky ve funkčnosti (ideálně pokud vývojové prostředí umožňuje definovat více konfigurací projektu) – použije se v případě, že je potřeba udržovat více verzí jednoho programu (projektu) např. pro více zákazníků, kteří mají specifické požadavky (**nejhorší alternativou je okopírovat všechny zdrojové texty do jiného adresáře a tam upravit**)
- Umět negovat podmínku (`!a && !b → a || b` a `nikoli a && b`) (*pokud už to z nějakého důvodu je potřeba*)
- Udržování aktuálnosti databáze, struktury konfiguračního souboru
 - databáze, konf. soubor apod. má v sobě jako jednu z položek aktuální verzi a v programu musí být kód, který porovná tuto verzi s verzí programu a v případě nesouladu ví, co všechno musí aplikovat, aby výsledná struktura byla aktuální
 - tools pro databáze: liquibase, flywaydb
- Goto? (existuje, ale používat v opodstatněných případech) (každý program s lib. množstvím goto lze přepsat, tak aby neobsahoval jedině)