Bakalářská práce:

Kontinuální integrace při vývoji webových aplikací v PHP

# Úvod

Při vývoji softwarového projektu většinou jednotliví vývojáři nebo jednotlivé vývojářské týmy pracují na samostatných subsystémech, které je poté nutné propojit dohromady. Tento proces se označuje jako integrace. Tradiční metodiky vývoje software jako je například Vodopádový model (@todo zdroj) zařazují fáze integrace, testování a kontroly kvality až po dokončení fáze vývoje (viz Obrázek 1.1). Doba samotného vývoje software je často odhadnuta nesprávně, i když tomu lze částečně předejít. [Odhadování SW projektů, @todo citace].

Obrázek . Schéma vodopádového modelu vývoje software

Odhad doby trvání integrační a QA[[1]](#footnote-1) fáze je vzhledem k jejich neurčitosti prakticky nemožný. Fáze s neznámou dobou trvání v závěru projektu, kdy už ostatní fáze mohly překročit odhadované doby trvání, může způsobit překročení plánované doby trvání celého projektu a tedy i rozpočtu.

S řešením problému neurčitosti integrační fáze přichází technika tzv. kontinuální (neboli průběžné) integrace. Fáze integrace, testování a kontroly kvality se rozloží do celého průběhu fáze implementace a jsou prováděny průběžně, vždy po každé změně programového kódu.

# Charakteristika konceptu Continuous Integration

Continous Integration[[2]](#footnote-2) je technika používaná při vývoji software, kdy členové týmu integrují svůj kód často, obvykle aspoň jednou za den, což vede k mnoha integracím každý den. Každá integrace je ověřená automatickým sestavením (včetně testů), aby byly případné problémy objeveny co nejdříve. Mnoho týmů zjistilo, že tento přístup vede k výraznému snížení problémů při integraci a umožňuje jim rychleji dodávat kvalitnější software.[[3]](#footnote-3)

Kontinuální integrace byla poprvé popsána[[4]](#footnote-4) jako jedna z praktik tzv. Extrémního programování[[5]](#footnote-5), nicméně je ji samozřejmě možné využít i bez implementace ostatních praktik EP.

## Techniky CI

Kontinuální integrace je souhrnem několika technik, které lze do týmového workflow zahrnout samostatně (a tedy postupně). V této kapitole a jejích podkapitolách shrnu jednotlivé techniky podle [Fowler, 2006] a [Duvall, et al., 2007].

### Jednotné úložiště zdrojových kódů

Každý softwarový projekt se skládá z mnoha souborů různých typů – soubory se zdrojovým kódem, konfigurační soubory, multimediální data (například obrázky, které jsou součástí webu). Při spolupráci více lidí na projektu může být problém zajistit, aby všichni měli všechny soubory v aktuální verzi. Dříve bylo běžné na sdílení projektových souborů používat sdílené síťové disky, ale toto řešení neumožňuje snadno získat starší verzi souboru se zdrojovým kódem.

Tento problém řeší nástroje pro správu zdrojového kódu[[6]](#footnote-6), které kromě úložiště (Repository) nabízejí i přístup ke starším verzím souborů. Úložiště může být buď centrální (VCS) anebo distribuované (DVCS). Mezi nejznámější open-source nástroje pracující s centrálním úložištěm patří Subversion[[7]](#footnote-7) nebo dnes již zastaralé CVS[[8]](#footnote-8). Z komerčních lze jmenovat Rational Team Concert[[9]](#footnote-9) od IBM nebo Team Foundation Server[[10]](#footnote-10) od společnosti Microsoft. Mezi nejznámější open-source nástroje pracující s distribuovaným úložištěm patří Git[[11]](#footnote-11) (je používaný pro verzování jádra operačního systému Linux), Mercurial[[12]](#footnote-12) nebo Bazaar[[13]](#footnote-13). Z komerčních lze uvést BitKeeper[[14]](#footnote-14) od společnosti BitMover, Inc. (používaný pro verzování jádra operačního systému Linux v letech 2002-2005[[15]](#footnote-15)).

Jakmile tým používá jednotné úložiště zdrojového kódu, odpadají problémy s dohledáváním chybějících souborů. To předpokládá, že do repositáře se ukládá opravdu vše – i konfigurační soubory, databázová schémata, instalační skripty a knihovny třetích stran. Fowler doporučuje jednoduché pravidlo: Pokud na čistě nainstalovaném počítači provedete checkout[[16]](#footnote-16) repositáře, tak by mělo být možné provést sestavení aplikace[[17]](#footnote-17). Výjimku tvoří například operační systém, JDK[[18]](#footnote-18) nebo databázový systém. Fowler také doporučuje do úložiště ukládat i další soubory, které nejsou nezbytně nutné k sestavení aplikace, ale mohou ušetřit práci ostatním členům týmu – například konfigurační soubory pro IDE[[19]](#footnote-19).

V úložišti by nemělo být uloženo vše, co je potřeba pro sestavení aplikace, ale nic z toho, co vznikne při sestavení – podle Fowlera to většinou znamená, že není snadné provést spolehlivé sestavení aplikace.

### Automatizované sestavení aplikace

Převod zdrojových kódů do funkční aplikace je často složitý proces, který zahrnuje kompilaci zdrojových kódů, přesouvání souborů, nahrávání schémat do databáze a další. Vzhledem k tomu, že tento proces lze automatizovat, tak by také automatizovaný měl být. Pokud ho provádí člověk ručně, tak zbytečně ztrácí čas a může se stát, že udělá chybu.

Mezi systémy pro automatizované sestavení aplikace lze zařadit make[[20]](#footnote-20) používaný v operačních systémech Linux a Unix, Ant[[21]](#footnote-21) používaný pro projekty psané v jazyce Java nebo Phing[[22]](#footnote-22) používaný pro projekty psané v jazyce PHP.

Častou chybou je, že automatizovaný build nezahrnuje všechny nutné kroky a je nutné manuálně provést některé další úkony po skončení automatizovaného sestavení. Fowler zde doplňuje svoje pravidlo: Pokud na čistě nainstalovaném počítači provedete checkout repositáře, tak by mělo být možné pomocí jednoho příkazu získat běžící aplikaci.

IDE často obsahují nástroje na provádění sestavení, ale jejich použití je problematické, protože soubory s popisem procesu sestavení jsou většinou proprietární pro dané IDE a není je možné bez něj spustit. Samozřejmě je možné, aby jednotliví vývojáři spouštěli lokální buildy přímo z IDE, ale vždy potřeba mít skript pro sestavení, který lze spustit na serveru a je nezávislý na IDE.

### Testovatelný build

Úspěšné sestavení neznamená, že aplikace bude fungovat správně. Pro odchycení chyb je vhodné do procesu sestavení zařadit i automatizované testování. Vhodným, nicméně ne nezbytným, přístupem je proto Test Driven Development[[23]](#footnote-23), kdy se nejdříve píše test a teprve poté kód aplikace. TDD je jednou z klíčových praktik EP [Beck, 2005].

Nejčastěji používanými testovacími nástroji jsou tzv. xUnit[[24]](#footnote-24) frameworky, kde x značí programovací jazyk. Existuje tedy JUnit[[25]](#footnote-25) pro Javu, NUnit[[26]](#footnote-26) pro .NET, PHPUnit[[27]](#footnote-27) pro PHP a další.

Testy jsou většinou sdružovány do sad testů a po jejich spuštění je vygenerován report, který informuje o tom, zda některé testy selhaly.

Fowler [Fowler, 2006] upozorňuje na to, že testy neobjeví všechny chyby. Nicméně nedokonalé testy, které jsou spouštěny často, jsou podle něj mnohem lepší než dokonalé testy, které nejsou nikdy napsány.

### Každý vývojář ukládá kód do úložiště alespoň jednou za den

Nejsnazším způsobem, jak může dát vývojář vědět ostatním kolegům v týmu o změnách v nějaké části aplikace je uložení změn do úložiště. Do úložiště je samozřejmě vhodné ukládat jen funkční kód, což nutí vývojáře rozdělit velký úkol na mnoho dílčích podúkolů, které lze řešit samostatně. To že je kód funkční ověří vývojář sestavením aplikace a spuštěním automatizovaných testů. Těsně před uložením změn si musí vývojář stáhnout případné změny, které provedli ostatní členové týmu a testy ověřit, že jeho kód stále funguje i s těmito změnami. Teprve poté může kód uložit.

Pokud by při stažení nejnovějších změn z úložiště narazil na nějaký konflikt, tak většinou nebude problém ho vyřešit, protože během těch několika hodin od minulého stažení nemohlo změn být mnoho.

### Po každém commitu proběhne sestavení aplikace na integračním stroji

Některé společnosti provádějí sestavení aplikace v naplánovaných intervalech (např. každou noc), ale to není úplně ideální, protože cílem kontinuální integrace je odhalit chyby co nejdříve je to možné. Pokud sestavení probíhá jednou za 24 hodin, může se stát, že chyby v systému zůstanou dlouhou dobu (a budou působit problémy ostatním členům týmu). Proto je mnohem lepší provádět sestavení po každé změně v úložišti. To může probíhat buď manuálně, nebo automaticky.

Při manuálním sestavení si vývojář po uložení změn do úložiště sedne k speciálnímu počítači, který je vyhrazen jen na integraci[[28]](#footnote-28). Stáhne si aktuální verzi z úložiště, spustí sestavení, a pokud to proběhne správně, tak je jeho úkol hotový.

Druhou variantou je využití integračního serveru, který sleduje úložiště a po každé změně spustí build a pošle autorovi změny e-mail s výsledkem.

Integrační server není nezbytně nutný, ale jeho použití je pohodlnější. Jeho další výhodou je, že pokud součástí buildu je i statická analýza zdrojového kódu[[29]](#footnote-29), můžeme na výstupu CI serveru sledovat dlouhodobé trendy v kvalitě kódu.

### Build musí být rychlý

Cílem kontinuální integrace je rychle poskytnout vývojářům zpětnou vazbu. Proto by sestavení na integračním serveru mělo být co nejrychlejší. Kent Beck [Beck, 2005] ve své metodice extrémního programování doporučuje, aby build netrval déle než 10 minut. Pokud by trval déle, výrazně se zvyšuje šance, že ho vývojáři nebudou spouštět jako lokální build.

Často je sestavení zpomalováno testy, které pracují s externími zdroji, jako je databáze nebo služby. V takovém případě je možné build rozdělit na dvě části – primární (spouští se po commitu do úložiště), sekundární (spouští se po úspěšném doběhnutí primárního). Výhoda tohoto přístupu je v tom, že vývojáři stačí, když počká na výsledek primárního sestavení. Pokud by sekundární build zjistil nějaké problémy, tak to není tak velký problém, protože testy důležité funkčnosti jsou zahrnuté v primárním sestavení.

Pokud by sekundární build trval moc dlouho, tak je možné využití například více serverů, na kterých testy poběží (integrační servery často funkčnost pro distribuované sestavení a testování obsahují). V tu chvíli musí být testy schopny běžet izolovaně. Hlubší rozbor možností paralelního spouštění testů na více strojích nicméně přesahuje rozsah této práce.

### Testování by se mělo provádět v prostředí co nejpodobnějším produkčnímu

Cílem testování je odhalit problémy, které by mohly nastat v produkčním prostředí. Proto je vhodné, aby testovací prostředí bylo co nejvíce podobné produkčnímu. Pokud se budou lišit, tak se může stát, že se některé chyby nepodaří odhalit nebo naopak bude docházet k planým poplachům.

Například pokud by vývojáři pracovali na počítačích s operačním systémem Microsoft Windows, integrační server by také používal Windows, ale na produkčním serveru by aplikace běžela na operačním systému Linux, neprojevily by se problémy s rozdílnými znaky pro konce řádků nebo oddělovače adresářů v cestě.

Proto by integrační server měl běžet na stejném operačním systému, používat stejné verze aplikací, běhových prostředí i knihoven.

### //Make it Easy for Anyone to Get the Latest Executable

### Každý má přístup k informacím

### Automatizujte nasazení

## Statická analýza kódu

## Typický průběh práce vývojáře v prostředí CI

1. Vývojář si z úložiště stáhne nejnovější verzi zdrojových kódů
2. Provede potřebné úpravy - většinou trvají jen několik hodin – všechny úkoly jsou rozložené na dílčí podúkoly
3. Spustí soukromé sestavení aplikace (včetně testů) a ověří, že vše funguje
4. Stáhne si z úložiště nejnovější změny zdrojových kódů
5. Pomocí soukromého sestavení aplikace ověří, že vše stále funguje
6. Uloží své změny do úložiště
7. Integrační server provede sestavení aplikace a spuštění testů a zašle informační e-mail
8. Pokud nedojde k žádným chybám, vývojář si úkol může označit jako dokončený

# Srovnání integračních serverů

* porovnání nástrojů
  + Jenkins (dříve Hudson) - http://jenkins-php.org/, <https://github.com/jenkinsci/jenkins>
    - reportovací pluginy do Eclipse/Netbeans/..
  + Xinc - <http://www.slideshare.net/arnoschn/continuous-integration-and-php>
  + CruiseControl + PhpUnderControl - <https://github.com/phpundercontrol/phpUnderControl>
* výběr konkrétního (asi Jenkins – je „standardnější“)

# Srovnání CI nástrojů pro PHP

CI nástroje použitelné pro jazyk PHP lze rozdělit do dvou velkých skupin:

* nástroje na kontrolu kvality zdrojových kódů pomocí statické analýzy
* nástroje pro tvorbu dokumentace, schématu tříd, @todo

Statická analýza

Code smell – dead code, ..

<http://en.wikipedia.org/wiki/Code_smell>

<http://www.codinghorror.com/blog/2006/05/code-smells.html>

http://martinfowler.com/bliki/CodeSmell.html

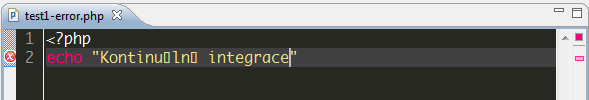
//Lepší kód -> větší zábava při programování -> spokojenější programátoři -> menší fluktuace

## PHP Lint

Kontrolu kvality kódu nemá smysl provádět dříve, než si jsme jisti, že napsaný kód je syntakticky v pořádku.

@todo Nástroje pro kontrolu kvality by s tím mohly mít problém - zkusit

Některá moderní IDE jako Zend Studio[[30]](#footnote-30), Eclipse PDT[[31]](#footnote-31) nebo Netbeans[[32]](#footnote-32) už sice kontrolu syntaktických chyb obsahují (viz Obrázek 4.1), ale slouží spíše jako upozornění pro vývojáře. Integrační nástroj nemůže spoléhat na to, že si vývojář chyby všimne a opraví ji.



Obrázek . Kontrola syntaktických chyb v editoru Zend Studio 8

Samotné PHP umožňuje provést kontrolu syntaxe PHP souboru pomocí přepínače '-l' (lint):

> php –help

-l Syntax check only (lint)

Pokud kontrolu spustíme na skriptu test1-error.php, který obsahuje syntaktickou chybu, dostaneme chybový výstup Kód 2 Chybový výstup z PHP Lint

<?php

echo "Kontinuální integrace" //chybí středník

Kód test1-error.php

> php -l test1-error.php

Parse error: syntax error, unexpected $end, expecting ',' or ';' in test1-error.php on line 2

Errors parsing test1-error.php

Kód Chybový výstup z PHP Lint

Pokud je soubor syntakticky v pořádku (@todo link), vrátí PHP Lint výstup (@todo link)

<?php

echo "Kontinuální integrace";

//test2-ok.php

> php -l test2-ok.php

No syntax errors detected in test2-ok.php

//Výstup z PHP Lint, když je kód v pořádku

#### Kontrola dopředné kompatibility

PHP Lint můžeme použít také pro kontrolu, zda zdrojové kódy budou zkompilovatelné i v další verzi PHP. Problém může nastat například, pokud jako identifikátor použijeme slovo, které je v další verzi zařazeno mezi klíčová slova.

Pokud provedeme kontrolu pomocí PHP Lint (verze PHP 5.3) na souboru (@todo link na test3-trait.php), tak je vše v pořádku (@link na výstup).

<?php

class Trait {}

//test3-trait.php

>php -l test3-trait.php

No syntax errors detected in test3-trait.php

//Výstup z PHP Lint (verze PHP 5.3) na souboru test3-trait.php

Pokud ovšem použijeme PHP ve verzi 5.4.0alpha2, kde trait je klíčovým slovem, dostaneme chybový výstup (@link)

> php -l test3-trait.php

PHP Parse error: syntax error, unexpected 'Trait' (T\_TRAIT), expecting identifier (T\_STRING) in test3-trait.php on line 2

Parse error: syntax error, unexpected 'Trait' (T\_TRAIT), expecting identifier (T\_STRING) in test3-trait.php on line 2

Errors parsing test3-trait.php

//Chybový výstup z PHP Lint (verze PHP 5.4.0alpha2) na souboru test3-trait.php

Pro účely CI je důležité spouštět kontrolu syntaktické správnosti pro aktuální verzi PHP, ale může být užitečné spouštět i kontrolu, zda skripty bude možné spustit v novější verzi PHP. Vzhledem k tomu, že novější verze PHP jsou většinou rychlejší[[33]](#footnote-33), můžeme díky zajištění dopředné kompatibility snadno získat výkonové zlepšení. Podle [Bergmann, 2008] je PHP 5.3 1,2x rychlejší než PHP 5.2, takže pokud by projekt vyvíjený v době PHP 5.2 měl podobně kontrolovanou kompatibilitu s PHP 5.3, mohl jen pomocí aktualizace na novou verzi PHP získat 20% zrychlení běhu.

## PHP\_CodeSniffer

http://pear.php.net/package/PHP\_CodeSniffer

Coding standards neboli Standardy pro psaní kódu označuje soubor pravidel jak formátovat zdrojový soubor..

precommit hook na coding standards – ne, pomalý

## PHP DCD

Dead Code Detector (DCD) for PHP code[[34]](#footnote-34) je nástroj, který v PHP souborech odhalí již nepoužívané části kódu (tzv. mrtvý kód). Není tak problém zjistit, které funkce (@př) nebo metody (@př) již nejsou odnikud volané.

<?php

function notCalled() {

return false;

}

function called() {

return true;

}

var\_dump(called());

//phpdcd01-global-functions.php

> phpdcd phpdcd01-global-functions.php

phpdcd 0.9.2 by Sebastian Bergmann.

- notCalled()

declared in phpdcd01-global-functions.php:2

//výstup při kontrole „mrtvého kódu“ v souboru phpdcd01-global-functions.php

<?php

class Test {

function notCalled() {

return true;

}

function called() {

return true;

}

}

$t = new Test();

$t->called();

//phpdcd02-class.php

> phpdcd phpdcd02-class.php

phpdcd 0.9.2 by Sebastian Bergmann.

- Test::notCalled()

declared in phpdcd02-class.php:3

//výstup při kontrole „mrtvého kódu“ v souboru phpdcd02-class.php

Nicméně nástroj má zatím problém s privátními nebo protected metodami, které hlásí jako nepoužívané, i když jsou v kódu volané (@příklad). Chyba již autorovi byla nahlášena[[35]](#footnote-35), tak ji snad brzy opraví. Dalším problémem je to, že phpdcd provádí jen statickou analýzu kódu a nerozpozná některá dynamická volání (Reflection API, call\_user\_func, použití proměnné pro název třídy a další[[36]](#footnote-36)).

<?php

class Test {

private function isOK() {

return false;

}

public function printStatus() {

var\_dump($this->isOK());

}

}

$a = new Test();

$a->printStatus();

//phpdcd03-bug-private-method.php

> phpdcd phpdcd03-bug-private-method.php

phpdcd 0.9.2 by Sebastian Bergmann.

- Test::isOK()

declared in phpdcd03-bug-private-method.php:3

//chybný výstup při kontrole „mrtvého kódu“ v souboru phpdcd03-bug-private-method.php

Přesnost nástroje tedy sice není stoprocentní, ale určitě má smysl ho použít, i kdyby odhalil jen některé, již nepoužívané části kódu.

## PHP CPD

PHP Copy/Paste Detector je nástroj, který odhalí

https://github.com/sebastianbergmann/phpcpd

## PHP MD

<http://phpmd.org/rules/index.html>

## PHP Depend

<http://pdepend.org/>

## Neinicializované proměnné

http://code.google.com/p/php-initialized/

## Docblox

* Kontrola docbloků+ schéma

http://www.docblox-project.org/

## JS lint?

http://zdrojak.root.cz/clanky/kontrola-javascriptu-s-jslint-a-jshint/

http://www.tomas-dvorak.cz/clanky/jshint-a-spousteni-validace-javascriptu-z-prikazove-radky

# Praktická implementace CI platformy v malé firmě

* nastavení od A-Z
* Úprava procesů procesy
* praktické použití na nějakém projektu

integrační problémy = branch

# Závěr

* Zmínit continuous deployment/delivery

# Poznámky:

* Phing
* Má Zend Framework Continous Integration server?

[Obrázek 1.1 Schéma vodopádového modelu vývoje software 2](file:///I:\_BP\BP.docx#_Toc299278887)

[Obrázek 4.1 Kontrola syntaktických chyb v editoru Zend Studio 8 8](#_Toc299278888)

[Kód 1 test1-error.php 9](#_Toc299278890)

[Kód 2 Chybový výstup z PHP Lint 9](#_Toc299278891)

# Seznam použité literatury a zdrojů

**Beck, Kent. 2005.** *Extreme Programming Explained: Embrace Change.* Boston, MA : Addison-Wesley, 2005. ISBN: 0321278658.

**—. 2002.** *Test-driven Development: By Example.* Boston : Addison-Wesley Professional, 2002. ISBN: 0321146530.

**Bergmann, Sebastian. 2008.** Benchmark of PHP Branches 3.0 through 5.3-CVS. [Online] 7. Únor 2008. [Citace: 20. Červenec 2011.] http://sebastian-bergmann.de/archives/745-Benchmark-of-PHP-Branches-3.0-through-5.3-CVS.html.

**Duvall, Paul, Matyas, Stephen and Glover, Andrew. 2007.** *Continuous Integration: Improving Software Quality and Reducing Risk.* Upper Saddle River, NJ : Addison-Wesley Professional, 2007. http://www.amazon.com/Continuous-Integration-Improving-Software-Reducing/dp/0321336380. ISBN: 978-0321336385.

**Fowler, Martin. 2006.** Continuous Integration. [Online] 1. Květen 2006. [Citace: 18. Červenec 2011.] http://martinfowler.com/articles/continuousIntegration.html.

1. QA = quality assurance – kontrola kvality [↑](#footnote-ref-1)
2. Kontinuální (nebo také průběžná) integrace [↑](#footnote-ref-2)
3. Přeloženo z [Fowler, 2006] [↑](#footnote-ref-3)
4. Viz http://www.extremeprogramming.org/rules/integrateoften.html [↑](#footnote-ref-4)
5. Zkracováno jako EP - viz [Beck, 2005] [↑](#footnote-ref-5)
6. SCM - Source Code Management Tools [↑](#footnote-ref-6)
7. Viz http://subversion.tigris.org/ [↑](#footnote-ref-7)
8. Concurrent Versions System – viz http://savannah.nongnu.org/projects/cvs [↑](#footnote-ref-8)
9. Viz https://jazz.net/projects/rational-team-concert/ [↑](#footnote-ref-9)
10. Viz http://www.microsoft.com/visualstudio/en-us/products/2010-editions/team-foundation-server/overview [↑](#footnote-ref-10)
11. Viz http://git-scm.com/ [↑](#footnote-ref-11)
12. Viz http://mercurial.selenic.com/ [↑](#footnote-ref-12)
13. Viz http://bazaar.canonical.com/ [↑](#footnote-ref-13)
14. Viz http://www.bitkeeper.com/ [↑](#footnote-ref-14)
15. Viz http://kerneltrap.org/node/4966 [↑](#footnote-ref-15)
16. Získání kopie všech souborů z repositáře [↑](#footnote-ref-16)
17. Tzv. build [↑](#footnote-ref-17)
18. Java Development Kit http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index.html [↑](#footnote-ref-18)
19. Integrated development environment neboli Vývojové prostředí [↑](#footnote-ref-19)
20. Viz http://www.gnu.org/software/make/ [↑](#footnote-ref-20)
21. Viz http://ant.apache.org/ [↑](#footnote-ref-21)
22. Viz http://www.phing.info [↑](#footnote-ref-22)
23. TDD neboli vývoj řízený testy [Beck, 2002] [↑](#footnote-ref-23)
24. Viz http://www.martinfowler.com/bliki/Xunit.html [↑](#footnote-ref-24)
25. Viz http://www.junit.org/ [↑](#footnote-ref-25)
26. Viz http://www.nunit.org/ [↑](#footnote-ref-26)
27. Viz http://www.phpunit.de/ [↑](#footnote-ref-27)
28. Je důležité, aby integraci neprováděl na svém počítači, protože například pokud zapomene uložit nějaký soubor do úložiště, integrace by prošla (soubor má k dispozici), ale u ostatních členů týmu by selhala (neměli by k dispozici chybějící soubor). [↑](#footnote-ref-28)
29. Viz kapitola 2.2 [↑](#footnote-ref-29)
30. Viz http://www.zend.com/en/products/studio/ [↑](#footnote-ref-30)
31. Viz http://eclipse.org/pdt/ [↑](#footnote-ref-31)
32. Viz http://netbeans.org/features/php/ [↑](#footnote-ref-32)
33. Viz [Bergmann, 2008] [↑](#footnote-ref-33)
34. Viz https://github.com/sebastianbergmann/phpdcd [↑](#footnote-ref-34)
35. Viz https://github.com/sebastianbergmann/phpdcd/issues/5 [↑](#footnote-ref-35)
36. Viz https://github.com/sebastianbergmann/phpdcd#readme [↑](#footnote-ref-36)