

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
**PROVOZNĚ EKONOMICKÁ FAKULTA**

METODIKA HODNOCENÍ KVALITY APLIKAČNÍHO SOFTWARE TYPU ERP

---

dizertační práce

Autor: Ing. Vít Borovička  
Školitelka: doc. RNDr. Dana Klimešová, CSc.  
Katedra informačního inženýrství

Praha 2014

*Rád bych na tomto místě poděkoval svým školitelům doc. PhDr. Ivaně Švarcové, CSc., in memoriam, a doc. RNDr. Daně Klimešové, CSc. za poskytnutí cenných rad při studiu a přípravě dizertační práce.*

# Metodika hodnocení kvality aplikačního software typu ERP

## Methodology of ERP application software quality rating

### **Souhrn**

Posláním dizertační práce je nalezení odpovídajícího modelu kvality kontextu užití pro prostředí informačních systémů typu ERP ve spojení s metodikou pro její hodnocení za účelem optimalizace produktivního provozu. Motivací pro výběr zkoumaného předmětu modelování kvality informačních systémů byla stávající situace, kde modely kvality informačních systémů a hlavně samotný model kvality v používání neodpovídají kontextu produktivního provozu IS typu ERP. Kvalita jako vybraná oblast problematiky je řešena především z pohledu uživatele.

V modelu je zdůrazněn zejména pohled řízení jakosti, a proto se zde uplatňuje statistická metoda regulačních diagramů, diagramy příčin a následků a přístup Six Sigma reprezentující moderní metody řízení. Následně je tento model komparován se stávajícími modely kvality a kriticky zhodnocen.

V práci je rovněž popsána problematika metody benchmarkingu a aktuální možnosti její aplikace v českém prostředí.

### **Klíčová slova**

Kvalita, informační systém, ERP, model, kontext, užití, uživatel, míra, indikátor, norma

## **Summary**

The view of the doctoral thesis is focused finding a model for quality in use context which would be suitable for the ERP type of information systems environment together with evaluation methodology in order to productive operation optimizing. The current situation was the impulse for choosing the information systems quality modeling as investigating subject because information systems quality models especially the quality in use model are not corresponding with the productive operation context for ERP type of information systems.

The model accent primarily the view of quality control and that is the reason for the regulation diagram statistical method, Ishikawa diagram and Six Sigma approach applying as modern control method representing. Then proposed model is at first comparing with the current quality model and at second critically evaluated.

The doctoral thesis describes the benchmarking method problematic and its current possibilities in the Czech environment for applying too.

## **Key words**

Quality, information system, ERP, model, context, use, user, measure, indicator, norm

## Obsah

1.	ÚVOD .....	7
2.	CÍL PRÁCE A METODIKA .....	9
2.1	Metodika výzkumu .....	9
2.2	Struktura práce .....	10
3.	SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY .....	12
3.1	Informační systémy a jejich význam v podniku .....	12
3.1.1	Konkurenční výhoda .....	15
3.2	Informační systémy typu ERP .....	17
3.2.1	Kategorizace ERP systémů a jejich zavádění .....	21
3.3	Cloud computing v provozu informačních systémů .....	22
3.4	Hlediska kvality IS/ICT .....	23
3.4.1	Kvalita IS/ICT z uživatelského pohledu .....	26
3.4.2	Kvalita IS/ICT z technologického/technického pohledu .....	28
3.4.3	Výdajová stránka IS/ICT .....	29
4.	STÁVAJÍCÍ STAV NORMALIZACE JAKOSTI SOFTWARE A JEJÍ MĚŘENÍ .....	31
4.1	Norma a technické zprávy řady ČSN ISO/IEC 9126 .....	32
4.2	Normy ČSN ISO/IEC 14598 .....	32
4.3	Norma ČSN ISO/IEC 15939 .....	32
4.4	Modelování jakosti software .....	33
4.5	Jakost užití a její charakteristiky .....	38
4.6	Atributy modelů jakosti .....	39
4.7	Měření kvality software .....	40
4.8	Hodnocení efektivnosti IS/ICT pomocí měř [27] .....	43
4.8.1	Hodnocení kvality s využitím benchmarkingu .....	46
4.9	Projekt SQuaRE .....	46
5.	NÁVRH MODELU KVALITY PRO PROSTŘEDÍ ERP SYSTÉMŮ .....	54
5.1	Navrhovaný model kontextu kvality užití .....	56
5.2	Navrhované hodnocení kontextu kvality užití .....	66
5.2.1	Regulační diagramy pro jednotlivé hodnoty .....	67
5.2.2	Regulační diagramy pro atributy .....	68
5.3	Aplikace a testování navrhovaného modelu .....	70
6.	VÝSLEDKY A DISKUZE .....	91
6.1	Význam navrhovaného modelu .....	91
6.2	Přínosy navrhovaného modelu .....	92
6.3	Srovnání navrhovaného modelu se současnými modely kvality .....	92

6.4 Srovnání navrhovaného modelu s projektem SQuaRE.....	95
6.5 Sporné otázky ve vztahu ke kvalitě užití .....	96
6.6 Uplatnění navrhovaného modelu .....	98
7. ZÁVĚR .....	99
8. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	100
9. PŘÍLOHY .....	110

## 1. ÚVOD

Dizertační práce byla zpracovávána v souladu s posláním Katedry informačních technologií Provozně ekonomické fakulty České zemědělské univerzity v Praze. Tematicky je s prací spojen autorův článek „Uplatnění manažerských metod při hodnocení kvality informačních systémů“ [1]. Autor také využívá pedagogické zkušenosti získané při výuce předmětu „Informační systémy“ garantovaném Katedrou informačních technologií Provozně ekonomické fakulty České zemědělské univerzity v Praze.

Zkoumaným předmětem práce je poukázat na chybějící model kvality užití ve vazbě na kontext produktivního provozu ERP systémů. Autor se zde snaží propojit teorii s praxí a pokouší se nalézt jednu z možných variant modelu. Je si vědom toho, že najít variantu ideální nikdy není zcela možné, nicméně předpokládá, že jeho návrh lze rozhodně řadit mezi varianty kompromisní, nikoliv bazální. Jako aktivní pracovník v oblasti podpory obchodu se snaží o aplikaci zkušeností přímo do modelu kvality.

V současné době stále existující důvody, proč se vůbec problematikou hodnocení kvality software zabývat [2]:

- software se stal velmi rozšířeným zbožím a zákazníci by měli být chráněni před nekvalitními produkty;
- do software se investují obrovské finanční částky a z celospolečenského i tržního hlediska je potřeba zajistit jejich efektivní zhodnocení;
- stále více se používá software v aplikacích pro automatické řízení procesů, kde chyby v programovém vybavení mohou mít velké, často katastrofální důsledky (řízení jaderných reaktorů, řízení zdravotnických zařízení, navigace letadel, apod.).

Lacko [2] rovněž zmiňuje, že systémový a systematický přístup, na jehož základě firma navrhne a zavede dobrý systém řízení jakosti, přináší firmě značný přínos a nezanedbatelnou konkurenční výhodu.

Hodnocením uživatelské kvality IS/ICT podle různých hledisek se zabývá Molnár [3]. Provádí se buď přímým měřením, nebo výpočtem tam, kde to je možné (doba odezvy, četnost výpadků, počet datových položek v integrované databázi, apod.), většinou ale

dotazníkovým průzkumem u uživatelů. Při pořizování nového IS/ICT je to záležitost výběrového řízení a u stávajícího IS/ICT je toto záležitostí auditu IS/ICT. V obou případech je třeba mít k dispozici alespoň minimální znalosti o tom, co je tzv. „standardní“ úroveň jednotlivých charakteristik. Těmito znalostmi by měly disponovat prakticky všechny poradenské firmy, které se zabývají poradenstvím v oblasti IS/ICT, a proto se doporučuje při výběru nebo hodnocení účast nějakého nezávislého externího experta.

Postup při hodnocení jakosti popisuje Vaníček [4]. Ve stručné podobě se jedná o následující kroky:

1. Stanovení požadavků na jakost – jedná se o milník pro hodnocení u produktu jako celku, a to zejména porovnání produktu s alternativními nabídkami, případně výběr mezi alternativami. Dále je třeba vybrat pohled, ze kterého se bude kvalita systému hodnotit. Ve výzkumu se uplatňuje hledisko jakosti užití jako pohled uživatele, případně vedení podniku, ve kterém je IS již využíván.  
Na základě těchto údajů lze navrhnout model jakosti ve formě požadovaných úrovní, kterých má být dosaženo pro jednotlivé charakteristiky a podcharakteristiky kvality.
2. Specifikace a plán hodnocení jakosti – v tomto kroku následuje volba měr a atributů na základě disponibilních údajů a také specifikace metod pro měření jakosti. Vždy se zde nabízí prostor pro diskuzi ohledně porovnání nákladů s přínosem, který hodnocení jakosti přinese.
3. Vytvoření a odsouhlasení plánu hodnocení – vymezení časového plánu realizace hodnocení jakosti.
4. Vlastní hodnocení – jedná se především o pozorování práce se systémem, vstupní a výstupní data systému, kód softwaru, hodnocení dokumentace (uživatelské i „řešitelské“). Poté následuje porovnání výsledků se zadanými kritérii odděleně pro každou charakteristiku, případně i pro některé podcharakteristiky, které jsou pro použití produktu klíčové.
5. Posouzení výsledků – graf, kde každý paprsek představuje normované a měřením zjištěné skutečně dosažené hodnoty požadované charakteristiky jakosti. Účelem hodnocení by měl být výběr alternativ.



## 2. CÍL PRÁCE A METODIKA

Základním záměrem dizertační práce je nalezení odpovídajícího modelu kvality kontextu užití pro prostředí informačních systémů typu ERP ve spojení s metodikou pro její hodnocení za účelem optimalizace produktivního provozu. Motivací pro výběr zkoumaného předmětu modelování kvality informačních systémů byla stávající situace, kde modely kvality informačních systémů a hlavně samotný model kvality v používání neodpovídají kontextu produktivního provozu IS typu ERP. Kvalita jako vybraná oblast problematiky je řešena především z pohledu uživatele.

Dílní cíle zaměřují na následující otázky:

- Analýza a kritické zhodnocení stávajících modelů a norem pro problémovou oblast kvality informačních systémů.
- Návrh modelu jakosti kontextu užití v prostředí ERP systémů za účelem optimalizace produktivního provozu.
- Nalezení aplikovatelných měr systému k navrženému modelu pro praktické využití.
- Koncept hodnocení kvality kontextu užití na základě navrženého modelu.
- Posouzení vhodnosti modelu z hlediska ekonomické stránky podniku.

### 2.1 Metodika výzkumu

Výzkum vychází především ze zkušeností autora získaných při práci v provozu informačních systémů kategorie ERP a svým charakterem spadá do oblasti výzkumů kvantitativních, explorativních a aplikovaných s předpokladem návrhu řešení aplikovatelného v praxi. Na počátku stojí analýza stávajícího stavu norem v oblasti hodnocení kvality informačních systémů a jeho kritické zhodnocení. Následující část je věnována návrhu modelu kvality užití v kontextu produktivního provozu informačního systému typu ERP a také návrhu měr pro praktické využití tohoto modelu. Důvodem pro tuto skutečnost je zejména neexistence jednoznačného vymezení modelu kvality užití IS (tj. nástroje pro hodnocení kvality z hlediska uživatele) a jeho měr pro konkrétní kategorie IS. Jako výzkumných technik pro tvorbu tohoto modelu se využívá především studia dokumentů, pozorování a měření. V modelu je zdůrazněn zejména pohled řízení jakosti, a proto se zde uplatňuje statistická metoda regulačních diagramů, diagramy příčin a následků

a přístup Six Sigma reprezentující moderní metody řízení. Následně je tento model komparován se stávajícími modely kvality a kriticky zhodnocen. V práci je rovněž popsána problematika metody benchmarkingu a aktuální možnosti její aplikace v českém prostředí.

## 2.2 Struktura práce

Dizertační práce je rozdělena do sedmi kapitol:

- První kapitola je věnována obecnému uvedení do problematiky informačních systémů a hodnocení jejich kvality.
- Následující druhá kapitola zmiňuje zvolený základní záměr návrhu modelu jakosti kontextu užití pro prostředí produktivního provozu ERP systémů a z něho plynoucí dílčí cíle dizertační práce. Dále je v ní popsána metodika řešení zkoumaného předmětu a struktura jednotlivých kapitol dizertační práce.
- Třetí kapitola obsahuje literární rešerši spočívající v rozboru současného stavu informačních systémů obecně, ERP systémů, moderních řešení provozu IS a pohledů na kvalitu IS z různých úhlů.
- Čtvrtá kapitola pojímá stávající stav normalizace kvality IS a software. Jsou v ní rozebrány platné normy a dále modelování, měření a hodnocení kvality IS. Dále obsahuje problematiku hodnocení efektivnosti IS a v neposlední řadě zmiňuje navrhovaný projekt SQuaRE.
- Vlastní návrh modelu kontextu kvality užití v produktivním provozu ERP systémů a metodiku hodnocení pojímá pátá kapitola. Pojímá také jeho aplikaci a testování demonstrací na třech příkladech ve vybraném podniku.
- Šestá kapitola vyhodnocuje význam navrhovaného modelu společně s jeho přínosy navrhovaného modelu a porovnává ho se stávajícími modely kvality a připravovaným projektem SQuaRE. Dále jsou diskutovány sporné otázky spojené s kvalitou užití a charakterizováno jeho uplatnění v praxi.
- Závěrečná sedmá kapitola hodnotí metodiku návrhu modelu, jeho uplatnění v praxi a možný rozvoj modelu do budoucna. Zmiňuje také přínos navrženého modelu pro rozvoj vědního oboru Informační management.

Přílohy se skládají z konceptů pro navrhovaný projekt SQuaRE, tabulek naměřených dat a vypočítaných odvozených měř z produktivního provozu ERP systému a dále odvozených měř a regulačních diagramů pro aplikaci a testování navrhovaného modelu ve vybraném podniku.

### 3. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

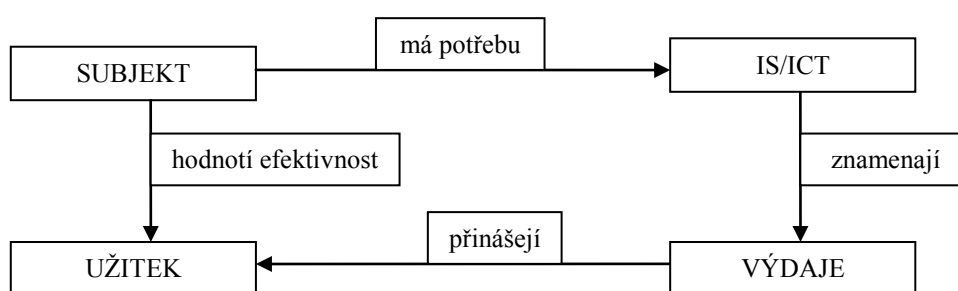
#### 3.1 Informační systémy a jejich význam v podniku

Z hlediska teorie systémů lze systém definovat jako uspořádanou množinu prvků spolu s jejich vlastnostmi a vztahy mezi nimi, jež vykazuje jako celek určité vlastnosti neboli „chování“. Jinými slovy řečeno, systém je množina vzájemně propojených komponent, které musí pracovat dohromady pro celý systém tak, aby tento systém naplnil daný účel (daný cíl). Z toho ovšem vyplývá, že i když každý jednotlivý prvek systému je dobře navržen a pracuje efektivně, jestliže tyto prvky nepracují dohromady, systém neplní svoji funkci. Znamená to také, že změna v jednom prvku se vždy nějak dotkne ostatních prvků [5].

Informaci je možné definovat jako data, kterým jejich uživatel přisuzuje určitý význam a které uspokojují konkrétní informační potřebu svého příjemce [6]. Nositelem informace jsou číselná data, text, zvuk, obraz, případně další smyslové vjemy. Informaci nelze na rozdíl od dat, zvuků, obrázků, apod. skladovat. Na druhé straně informace jako zdroj poznání jsou zdrojem obnovitelným, nevyčerpatelným. I když má informace nehmotný charakter, vždy se spojuje s nějakým fyzickým pochodem, který je jejím nositelem.

Informační systém definuje Molnár [7] jako soubor lidí, technických prostředků a metod (programů) zabezpečující sběr, přenos, zpracování a uchování dat za účelem prezentace informací pro potřeby uživatelů činných v systémech řízení. Důvodem k rozlišení pojmů data a informace je právě jejich vztah k uživateli. Data (údaje) jsou vhodným způsobem zachycené (vyjádřené) zprávy, které vypovídají o světě a jsou srozumitelné pro příjemce, kterým může být člověk, nebo technický prostředek. Data jako každý jiný produkt lidské činnosti vyžadují na svoje zpracování vynaložení určité práce, která má smysl jedině tehdy, jestliže se tím vytvoří nějaká hodnota – užitek. A je to právě informační obsah, který je touto užitnou hodnotou dat. Informace vznikají z dat až v okamžiku jejich užití, tj. u uživatele-příjemce, kdy mu přinášejí něco nového, tj. snižují neurčitost světa. Zůstává již na příjemci, jak s takto získanou informací naloží. Zda ji použije pro nějaké rozhodnutí ve svůj prospěch, nebo si ji nechá jen tak pro sebe, pro potěšení z toho, že ví něco víc než ostatní lidé.

Na problém efektivnosti IS/ICT se lze dívat tak, že u určitého subjektu (člověk, manažer, majitel podniku, apod.) vznikne určitá potřeba informací (požadavek na určitý IS) a z uspokojení této potřeby se očekává nějaký užitek (jinak by IS nebyl chtěný). Vzniklou potřebu informačního systému uspokojí určitá aplikace informační technologie, která ovšem stojí peníze. Tím se okruh uzavírá, a pokud stupeň uspokojení potřeby informací je vysoký, lze předpokládat, že i efektivnost vynaložených prostředků je vysoká [3].



*Obr. č. 1: Model užitku IS [3].*

Problematika hodnocení efektivnosti IS/ICT je do značné míry otázkou nejen potřeb a jejich efektivního uspokojování, ale také otázkou očekávání, kterou mají lidé, jakožto koneční hodnotitelé a příjemci užitku. Kdo a jaký užitek očekává, to je samozřejmě velmi složitá otázka, kterou lze dále analyzovat. Z pohledu podnikové sféry lze identifikovat celkem čtyři kategorie subjektů a jejich očekávání:

- majitelé, kterým by měla IS/ICT přinášet trvalé zhodnocování jejich majetku vloženého do podniku;
- manažeři, kterým by měla IS/ICT dávat možnost úspěšně řídit podnik tak, aby bylo dosahováno žádoucích výsledků s minimem potřeby zdrojů jim svěřených do správy;
- zaměstnanci, kterým by IS/ICT měla nabídnout lepší pracovní prostředí, vyšší společenský status a větší pocit sounáležitosti s podnikem; a
- v konečném důsledku pak zákazník, který by toto všechno měl pocítit tím, že bude dostávat produkt či službu s vyšší přidanou hodnotou za přijatelnou cenu.

Přirozenou potřebou každého racionálně se chovajícího subjektu by mělo být hledání optimálního (tj. vyváženého) poměru mezi užitek, který získá z IS/ICT a výdaji, které

musí na získání tohoto užitku vynaložit, ale také mezi časem potřebným na získání tohoto užitku a riziky spojenými s tím, že tohoto očekávaného užitku nedosáhne. Tímto způsobem definovaný systém pak lze považovat za efektivní, protože je z hlediska subjektu „vyvážený“.

Efektivnost podle Dolanského [8] vyjadřuje účinnost prostředků vložených do nějaké činnosti hodnocenou z hlediska užitečného výsledku této činnosti. Vložené prostředky lze jinými slovy také pojmenovat jako výdaje do IS/ICT a jejich účinnost lze měřit přínosy z IS/ICT. Zatímco výdaje do IS/ICT jsou „viditelné“, přínosy z nich (užitek) jsou „neviditelné“, a proto se také zatím nepodařilo žádným výzkumem či statistikami prokázat nějaký významný a konzistentní vztah mezi výdaji do IS/ICT a ukazateli úspěšnosti podniku. Je to dáno zejména tím, že přínosy z IS/ICT se v hospodaření podniku projevují nepřímo prostřednictvím systému řízení neboli prostřednictvím lepších nebo horších rozhodnutí řídicích pracovníků, u kterých se obtížně odděluje, co je výsledkem „objektivních“ informací poskytnutých řídicímu pracovníkovi informačním systémem a co je výsledkem manažerovy intuice, která ovšem mohla být inspirována některými informacemi z informačního systému. Navíc se efekty ze zavedení IS/ICT dostávají až po dosti dlouhé době, kdy již většinou není patrné, jaké požadavky, tj. cíle a očekávání, byly na začátku zavádění IS/ICT definovány. Často jsou tyto požadavky velmi obecné a mlhavé, takže ani není možné sledovat stopu užitku IS/ICT v podnikovém systému řízení.

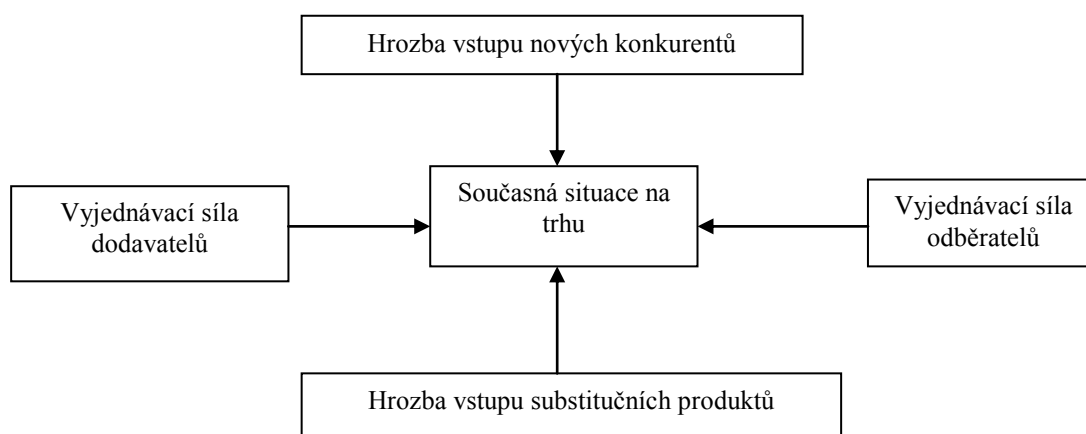
Nabízí se proto otázka, zda je možné vymezit model, prostřednictvím něhož by bylo možné měřit kvalitu systému v kontextu jeho produktivního provozu již od doby jeho implementace v podniku, díky čemuž by bylo možné identifikovat a případně eliminovat negativní vlivy působící na jeho provozu tak, aby dlouhodobé přínosy byly čisté a prokazatelné.

### 3.1.1 Konkurenční výhoda

Situaci podniku v tržním prostředí zásadně ovlivňuje pět faktorů, jejichž působení může představovat hrozbu. Podle Portera [9] se jedná o:

- vstup nových subjektů na trh,
- tvorbu nových (zástupných) produktů a služeb,
- stávající situaci mezi konkurenty na trhu,
- vyjednávací sílu dodavatelů, a
- vyjednávací sílu odběratelů.

Situaci ilustruje následující schéma:



*Obr. č. 2: Schéma Porterova modelu (vlastní zpracování).*

Faktory vymezené Porterem v kontextu IS/ICT vysvětluje Molnár následovně:

Hrozba vstupu nových subjektů (konkurentů) na trh znamená, že by mohlo dojít ke globálnímu zvýšení výrobních kapacit a tím pádem k převaze nabídky nad poptávkou a tudíž k poklesu ceny. Čelit této hrozbě lze pomocí IS/ICT:

- důslednějším řízením dosavadních nákladů výroby z důvodu připravenosti na cenovou válku (např. rychlým zavedením IS/ICT pro řízení nákladů);
- zvýšením podílu inovovaných výrobků, zejména jejich kvality a služeb tak, aby se podnik odlišil od případné konkurence, zvýšením přidané hodnoty aplikací IS/ICT

svému produktu (např. aplikací elektronických prvků do výrobku nebo zavedením IS pro adresné sledování funkce výrobku u zákazníka);

- zvýšením úrovně řízení distribučních kanálů, aby se konkurenci omezila možnost zapojení se do distribučních kanálů (např. elektronickým napojením vlastního informačního systému s informačními systémy distributorů EDI);
- daleko detailnější segmentací trhu, aby se přesněji vyhovělo požadavkům trhu a tím pokrylo široké spektrum zákazníků (např. důsledným zavedením modulové struktury produktu, která umožní jeho hromadnou „customizaci“ s využitím systémů CAD/CAM).

Hrozba nových (zástupných) produktů nebo služeb může být buď přímá (např. přechod z benzinového na plynový pohon) nebo nepřímá (např. nákup pračky místo chladničky). Znamená to, že je opět třeba počítat s „cenovou válkou“, zejména v situaci, kdy výše fixních nákladů je vysoká. Vhodná aplikace IS/ICT zde pomůže:

- snížením relace cena/užitek stávajícího produktu, snížením jeho ceny a lepší kontrolou nákladů pomocí nebo přidáním hodnoty IS/ICT;
- předvídáním zákaznických preferencí včasným zavedením marketingového IS/ICT;
- změnou svého investičního portfolia (např. využíváním expertních systémů pro generování a vyhodnocování investičních záměrů);
- zvýšením užité hodnoty produktu, např. nabídkou nových služeb (zavedením dálkové diagnostiky, ...);
- vlastním aktivním přístupem k tvorbě nových výrobků a nabídce nových služeb (např. důsledným používáním nových informačních technologií pro tvorbu elektronických prototypů).

Hrozba stávajících konkurentů na trhu je nebezpečná zejména v etapě poklesu trhu. To samozřejmě nutí výrobce ke snižování nákladů a zlepšování služeb. Mít správný produkt na správném místě ve správný čas za správnou cenu znamená mít perfektně fungující IS/ICT o všech těchto aspektech podnikání. IS/ICT musí důsledně podporovat podnikatelskou strategii, kterou Porter [9] rozlišuje na strategii nízkých nákladů, strategii odlišení se nebo strategii nalezení mezery na trhu. Konkrétně to znamená zavedení perfektně fungujícího marketingového IS/ICT, který bude poskytovat informace o



zákazníkovi (kde žije, jaké jsou jeho zákaznické zvyklosti, ...), zavedení počítačem integrované výroby – CIM, která umožňuje výrazně zrychlit a zkvalitnit výrobu, nebo nový kalkulační informační systém objektivně vypovídající o skutečných nákladech výroby jednotlivých podnikových produktů.

Vyjednávací síla dodavatelů nebo odběratelů je nebezpečná zejména tehdy, existuje-li na některé z těchto stran monopol, nebo je nedostatek potřebných zdrojů pro vlastní výrobu, nebo naopak převaha nabídky vlastních produktů na trhu nad poptávkou. V obou případech IS/ICT znovu nabízí řadu možností, jak se s těmito problémy vypořádat:

- vybudování dobře fungujícího marketingového IS/ICT, a to jak pro oblast prodeje, tak i pro oblast nákupů;
- mít k dispozici dokonalý přehled o jednotlivých dodavatelích i odběratelích, jejich zvyklostech, cenách, dotacích, podmínkách, ...;
- mít možnost variantní kalkulace obchodních nákladů (přirážek, rabatů, ...) i mít k dispozici IS/ICT pro propočty případných nákladů spojených se změnou dodavatele nebo odběratele (switching costs).

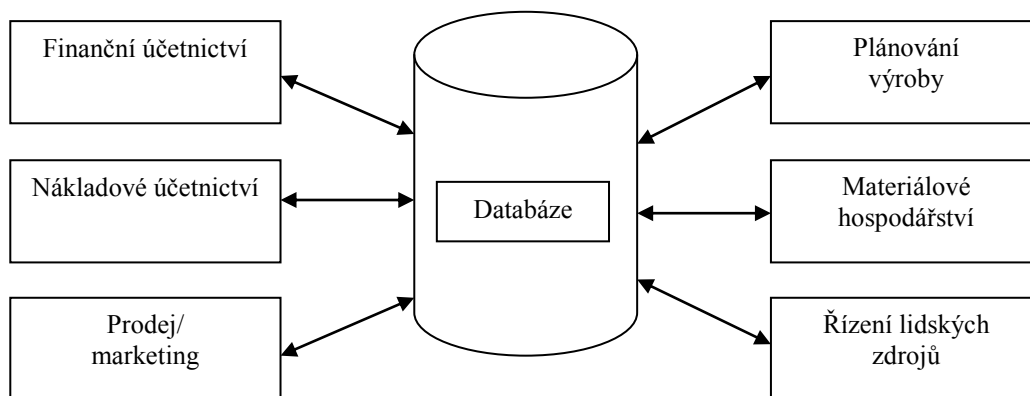
Faktory uváděné Porterem a upřesněné Molnárem lze ovlivnit ze strany IS/ICT. Proto je možné konstatovat, že IS/ICT se, ať už přímo či nepřímo, podílí na utváření konkurenční výhody podniku v tržním prostředí.

### **3.2 Informační systémy typu ERP**

Základem podnikových informačních systémů (neboli kategorie informačních systémů pro řízení podnikových zdrojů - ERP) je jedna společná databáze, díky níž jsou tyto systémy schopny zcela podporovat všechny procesy související s ekonomikou daného podniku. Typickými příklady mohou být procesy finanční účtárny nebo controllingu, plánování a řízení výroby, nákupu a logistiky, prodeje a expedice nebo řízení lidských zdrojů [10].

Zásadním charakteristickým rysem integrovaného standardního systému je společné využití dat. To znamená, že například data prodeje (mezi něž patří kmenová data zákazníků) jsou zakládána pracovníky oddělení prodeje. Účetní, kteří pracují se saldokonty

jednotlivých odběratelů, pak jsou schopni si všechna tato data (jako např. adresu) zobrazit a případně je rozšířit o data specifická pro oddělení účetnictví (mohou zadat bankovní spojení, úvěrový limit, platební podmínky, apod.). Přitom všichni pracovníci budou pracovat se stejnými daty.



*Obr. č. 3: Integrace dat v systému typu ERP [10].*

Výhody integrace dat jsou patrné především v „přímém zúčtování“ veškerých obchodních případů ve všech aktivovaných komponentách standardního systému. Používá-li např. podnik nějaký integrovaný systém zahrnující funkce logistiky, materiálového hospodářství, plánování výroby a finančního účetnictví, pak zaúčtování příjmu nějaké suroviny nezbytné pro řízení výroby způsobí v systému následující aktivity:

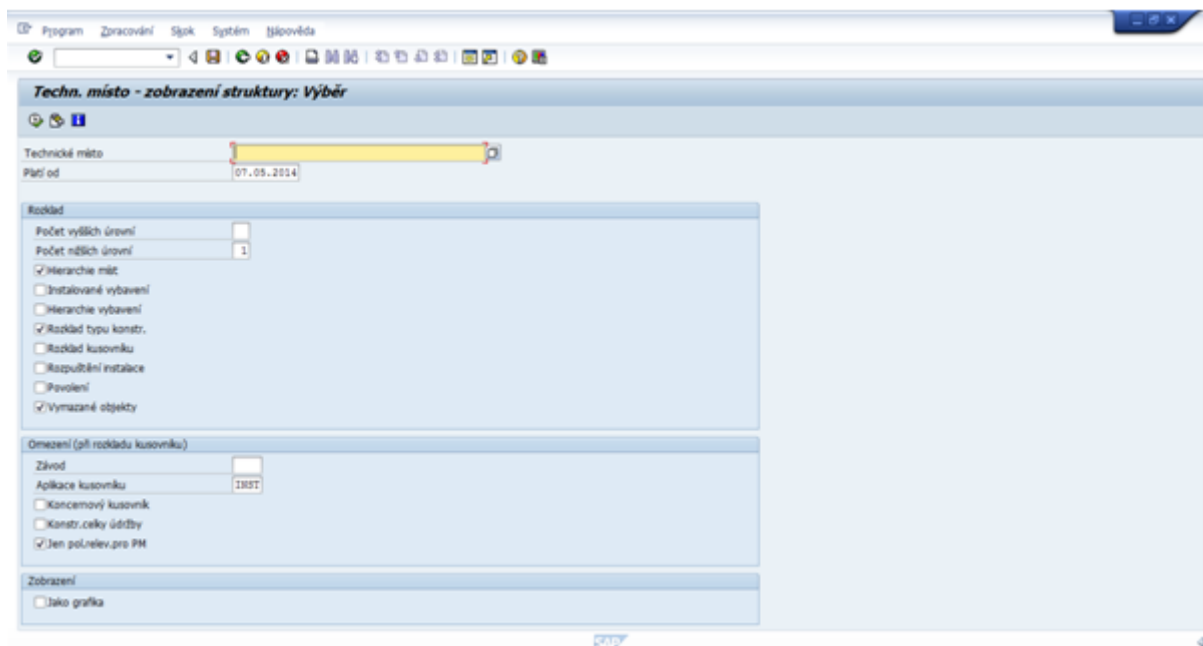
- změnu množství dané suroviny v logistice a materiálovém hospodářství,
- spuštění výrobní zakázky čekající na danou surovinu, a
- zvýšení hodnoty skladu dané suroviny ve finančním účetnictví.

Pouze díky všeobecnému a úplnému propojení více aplikačních komponent s jedním obchodním procesem je možné ustoupit od využívání různých rozhraní a data zadávat pouze jednou, na místě jejich vzniku. Po zadání jsou data ihned přístupná ve všech zbývajících komponentách. Integrované databáze však vyžadují ověření správnosti veškerých dat již v okamžiku jejich zadávání do systému. To znamená, že i při zadávání příjmu materiálu (tj. při zadávání přijatého množství) je nezbytné pořídit a zkontrolovat všechna datová pole týkající se účetnictví. Pokud by příjem materiálu měl být zaúčtován např. na nákladové středisko, je nezbytné ověřit existenci zadaného střediska. Stejně tak

platí, že data daného obchodního případu musí být předána dále – neboli „přímo zaúčtována“ – do všech zbývajících aplikačních komponent.

Systémy ERP obvykle podporují funkce nezbytné k operativnímu zpracování všech obchodních případů pravidelně se opakujících v daném podniku. Typickými příklady takových funkcí jsou zpracování nákupních objednávek, zakázek, zpracování mezd nebo vyúčtování práce ve mzdě. Díky datům, se kterými systémy ERP pracují, tyto systémy hraničí s manažerskými informačními systémy, které mohou být používány pro provádění analýz dat, např. analýz obrátů jednotlivých zákazníků.

Integrované standardní systémy jsou založeny na jednotném vývojovém konceptu. V některých případech nelze ojedinelé vzájemně nezávisle koncipované funkce zahrnout do celkového systému. Jednotný vývojový koncept má obvykle podobu vrstevného modelu. Na spodní úrovni se nachází základní systém, obsahující obecné „služby“ potřebné pro všechny další dílčí funkce. Např. systém SAP pracuje se specifickým programovacím jazykem čtvrté generace ABAP/4, vyvinutým firmou SAP AG z Německa. Tento jazyk je spolu s datovým slovníkem využíván všemi ostatními softwarovými moduly. Kromě toho integrované systémy pracují s jednotnými standardy, což např. znamená zajištění určitého vzhledu obrazovek nebo tisků, používání určitých databázových systémů a s nimi souvisejících rozhraní a dále používání otevřených rozhraní (např. protokolu TCP/IP).



*Obr. č. 4: Rozhraní ERP systému SAP R/3 (vlastní zpracování).*

Obecně je možné konstatovat, že systémy ERP rozhodně nejsou určeny k nasazení na jedno pracoviště (jako např. textový editor), tj. nepředpokládá se, že budou zcela instalovány a využívány pouze na jednom pracovním místě. Tyto systémy totiž podporují takové funkce podniku, které jsou využívány více pracovníky nejen v různých odděleních, ale i v různých lokalitách. Z tohoto důvodu je použití vrstevové architektury nezbytné. Ve většině případů se využívá jako základní architektura klient/server oddělující vrstvu databáze, aplikace a prezentace.

Podpora operativních obchodních případů vyžaduje možnost změny dat pomocí transakcí při běhu programu. Systémy ERP obvykle pracují transakčně, tj. vytvářejí řadu transakcí sloužících k podpoře obchodních procesů (např. transakcí pro založení zákaznické zakázky, zadání nákupní objednávky, změnu kmenových dat zaměstnance, ...). Přitom transakcemi se míní logicky ukončené operace sestávající z jednotlivých akcí. Platí, že každá akce musí být zcela dokončena; v opačném případě nesmí být vůbec provedena. Jedině tak lze zajistit převod databáze, která je základem daného systému ERP, z původního konzistentního stavu do nového konzistentního stavu.

Návrh modelu kvality pro IS typu ERP předpokládá zahrnutí principů architektury klient/server s jejími třemi vrstvami a transakčního zpracování procesů.

### 3.2.1 Kategorizace ERP systémů a jejich zavádění

Informační systémy typu ERP lze podle velikosti podniku rozdělit následovně [11]:

kategorie ERP	počet zaměstnanců	obrat (mil. Kč)
pro velké společnosti	>500	>800
pro střední společnosti	25-500	100-800
pro malé společnosti	<25	<100

*Tab. č. 1: Rozdělení ERP systémů podle velikosti podniku [11].*

Jiný náhled představuje rozdělení podle pokrytí klíčových oblastí podnikového řízení:

1. All-in-one – představují rozsáhlý aplikační software, jsou také charakteristické rozsáhlou funkcionalitou a pokrývají celé podnikové řízení. Jejich výhodou je komplexní funkcionalita a vysoká úroveň integrace řešení, nevýhodou je podstatně vyšší složitost řešení a obvykle i vyšší nároky na „customizaci“, a s tím spojené i vyšší náklady na realizaci.
2. Best-of-Breed – specializují se na vybranou podnikovou oblast, případně oblasti nebo procesy, které jsou specifické pouze pro podniky určitého odvětví (např. v chemickém průmyslu). Jejich výhodou je vysoce kvalitní funkcionalita pro danou oblast, nevýhodou je, že obvykle nepokrývají kompletně celé spektrum podnikového řízení a musí být doplněny dalšími produkty a projekty.
3. Lite ERP – představují odlehčené verze ERP systémů a jsou určeny především pro malé a střední podniky. Jejich výhodou je nižší cena a nižší nároky na implementaci, nevýhodou je především omezená funkcionalita a omezené možnosti následného rozšiřování systému.

Zavedení nového standardního systému ERP mnohdy pro zaměstnance daného podniku znamená, že jsou postaveni před dosud neznámé požadavky. Kromě mnoha otázek, souvisejících s jednotlivými konkrétními činnostmi, jsou zaměstnanci podniku postaveni před zcela nové požadavky na vzájemnou spolupráci uvnitř jednotlivých oddělení a mezi odděleními, neboť integrované softwarové systémy neznají žádné hranice mezi odděleními. Zavedení standardního podnikového softwaru, především pak klasického ERP, znamená značný zásah do stávajícího uspořádání podniku, který obvykle nelze překonat

bez konfliktů. Z tohoto důvodu je výběr vhodné strategie obzvláště citlivým a pro další průběh projektu důležitým úkolem vyžadujícím podporu a účast vedení podniku [10].

I proto by měla stát v popředí zájmu z hlediska celého podniku otázka užití IS v produktivním provozu, a to již od jeho implementace. Jako nástroj pro sledování denního provozu systému se nabízí již zmíněný model bez ohledu na velikost podniku a také zpětná vazba na používání IS od jeho uživatelů, neboť právě jejich dojem by měl být hlavním faktorem při vyhodnocování produktivního provozu IS ze strany podniku.

### 3.3 Cloud computing v provozu informačních systémů

Pojem „cloud computing“ představuje poskytování IT služeb, tj. infrastruktury i správy dat, prostřednictvím komunikační sítě (např. Internetu). Dá se vymezit jako outsourcing IT služeb spojený s péčí o data. V současnosti existují tři modely definující IT služby zahrnuté v cloudu [12]:

- Infrastructure as a service (IaaS) – základní model poskytování fyzického výpočetního prostředí, který obsahuje potřebný hardware včetně jeho konfigurace: fyzické nebo virtuální servery, datová úložiště, síťová infrastruktura. V tomto modelu je uživatel zodpovědný za instalaci a správu operačních systémů a vyšších vrstev.
- Platform as a service (PaaS) – rozšířený model poskytování výpočetní platformy jako služby. Výpočetní platforma typicky obsahuje komponenty pro stavbu aplikace, jako jsou operační systém, databázový systém, webový server nebo jiné aplikace.
- Software as a service (SaaS) – model poskytování aplikačního software jako služby. Uživatel většinou nemá přímý přístup k infrastruktuře ani znalosti o použité infrastruktuře a platformě.



Obr. č. 5: Architektura služeb zařazených v cloudu podle jednotlivých modelů [12].

Někdy se lze také setkat s označením „IT as a service“ (ITaaS), které zastřešuje všechny uvedené modely.

Modely cloudu lze rozdělit také podle vlastnictví:

- veřejný cloud – služby jsou nabízeny a zároveň sdíleny mezi navzájem nesouvisejícími uživateli;
- privátní cloud – privátní cloud, který je poskytován v rámci jedné organizace a většinou je touto organizací i vlastněn a administrován; a
- hybridní cloud – hybridní cloud je kombinace obou výše uvedených přístupů, např. model privátního cloudu propojený s veřejným – v běžném provozu jsou služby provozovány v privátním cloudu, v případě potřeby jsou přesunuty do veřejného sektoru.

Takovýto přístup k provozu informačního systému se dá uplatnit i v oblasti ERP systémů. Nicméně objevuje se zde velké riziko spojené především se sdílením dat a jejich umístěním mimo správu vlastníka. Řešení pomocí cloudu funguje v současné době na vzájemné důvěře, protože přístup k bezpečnosti dat a rozdílnost v legislativních úpravách problematiky se mezi jednotlivými státy značně liší. Stávající trendy ve využití cloudových řešení pro ERP systémy hodnotí Sodomka [13].

### 3.4 Hlediska kvality IS/ICT

Kvalita IS/ICT je podle Molnára [3] dána mírou, kterou IS/ICT přispívá k výkonnosti a efektivnosti podnikových procesů, činností a jednotlivých uživatelů. U IS/ICT lze

aplikovat obecně platná hlediska pro posuzování kvality, která za kvalitní považují takový IS/ICT, který splňuje požadavky, nebo takový, který je způsobilý k zamýšlenému užití nebo účelu.

Podle normy ISO 9000 [14] je kvalita definována jako souhrn všech vlastností a charakteristik produktu nebo služby, které jsou důležité pro splnění předepsaných nebo samozřejmých potřeb.

Nicméně kvůli možnosti srovnání se mezi parametry kvality obecně řadí:

- funkčnost,
- vzhled nebo komfort,
- spolehlivost a udržovatelnost,
- trvanlivost, a
- bezpečnost.

Vlček [15] formuluje následující hlediska uživatelského hodnocení informačních soustav (kvality IS/ICT, které informace poskytují):

- hodnocení integrity informační soustavy, které se rozděluje na integritu:
  - > informační soustavy s okolím (vnější integritu) - ta zabezpečuje relevanci zobrazení vnějších objektů reality vnitřními objekty;
  - > úloh (vnitřní integritu) - ta zajišťuje, že datové výstupy z jedné funkce jsou syntakticky i sémanticky vytvořeny tak, že mohou být přijaty jako vstupy následující funkce;
- hledisko redundance (nadbytečnosti) informační soustavy vyjádřené počtem „nadbytečných“ datových vstupů pro jednotlivé funkce IS/ICT;
- hledisko propustnosti (výkonu) informační soustavy vyjádřené počtem informací za časovou jednotku;
- hledisko účinnosti informační soustavy, které vychází ze Shannonova konceptu množství informace vyjádřené složitostí funkce, kterou tato informace aktivuje (čím neurčitější je budoucí vývoj řízeného objektu, tím složitější funkci je třeba na jeho predikci);



- hledisko pohotovosti informační soustavy, kterou lze měřit „vzdáleností“ mezi místem (funkcí) vzniku a místem (funkcí) užití informace, kde se délka cesty vyjadřuje počtem zpracovatelských míst (funkcí), které leží mezi místem vstupu a výstupu;
- hledisko organizovanosti informační soustavy, které je vyjádřitelné počtem vstupů pro každou úlohu (čím vyšší je tento počet, tím vyšší je pravděpodobnost vzniku konfliktů); a
- a také hledisko efektivnosti informační soustavy, které se dále rozvádí na hledisko nákladů, výnosů, reprodukce, transformace a systémové hledisko.

Vysušil [16] klade důraz na to, že při zkoumání kvality informační soustavy je nutné především vycházet z účelu, pro jaký byla vytvořena. Nesmí být vytvořena samoučelně, ale musí sloužit systému řízení a přispívat k jeho zkvalitňování a proto je nutné se v této souvislosti zabývat třemi oblastmi problémů:

- informační soustava by měla být co nejsprávnějším odrazem řízení reality,
- měla by poskytovat maximální variantnost informací pro rozhodování, a
- měla by být optimálním způsobem technicky (technologicky) zabezpečena.

Dále upozorňuje, že je třeba se zaměřit především na diagnostické metody, které by odhalily nedostatky v informačních soustavách, a tím určily jejich kvalitu. Je vcelku přirozené, že s ohledem na velké množství aplikací informačních soustav v nejrozmanitějších oblastech lidské činnosti, není možné stanovit jeden jediný hodnotící systém kvality, ale že u každého jednotlivého případu je třeba aplikovat kontingenční princip podmíněnosti hodnotících hledisek specifikám užití informační soustavy. Pro oblast průmyslových podniků nicméně navrhuje Vysušil [16] tři kategorie charakteristik v souladu s výše uvedenými oblastmi problémů:

1. Soubor charakteristik týkajících se správnosti zobrazení průběhu reálného procesu, a to řád informace, obsah informace, rozsah informace a frekvence informace.
2. Soubor charakteristik vyjadřujících kvalitu informací pro řízení, a to podle toho, zda informace vznikla jako výsledek optimalizačních a/nebo bilančních propočtů, metodami podílové analýzy, ekonometrie, matematické statistiky, metodami grafickými nebo neformalizovanými, případně metodami ostatními.

3. Soubor charakteristik vyjadřujících konzistenci a integrovanost informačních soustav, což souvisí především s optimálním využitím informačních a komunikačních technologií, které se aplikují především na požadavek konzistence a integrity kalkulačních veličin v průmyslovém podniku.

Jiné vyjádření kvality IS/ICT používá Moos [17], a to konkrétně pojem informační ekologie, jakožto ukazatele kvality informačního prostředí. Potvrzuje výše Vlčkem uváděná hlediska a mezi důležité faktory, které ovlivňují kvalitu informačního prostředí, zařazuje především přesnost zobrazování prvků reálného světa a jejich vazeb do informačního prostředí a účinnost působení na objekty reálného světa v oblasti objektů, systémů a procesů. Za hlavní objekt zkoumání informační ekologie pak Moos považuje identifikaci faktorů, které poškozují informační prostředí, a tím snižují jeho kvalitu. Za tím účelem doporučuje zaměřit se především na kvalitu informačních zdrojů, které by měly být spolehlivé, neobsahovat redundantní prvky a byly pohotové.

### **3.4.1 Kvalita IS/ICT z uživatelského pohledu**

Výkonnost podnikových procesů je podstatně ovlivněna prací uživatelů a dosažením takové kvality IS/ICT, která plně uspokojuje jejich potřeby. Obecně se předpokládá, že existuje úzká souvislost mezi kvalitou informací poskytovaných uživateli prostřednictvím IS/ICT a kvalitou řízení. Také lze obecně předpokládat, že nekvalitní IS/ICT nebude poskytovat uživateli kvalitní informace a naopak. V neposlední řadě je třeba zvážit fakt, že kvalita není nějaká fyzikální veličina, která se dá změřit, případně vyjádřit nějakým číslem, ale že se jedná o pestrý souhrn vlastností, podle kterých uživatel usoudí, že tato informace jakožto produkt/služba IS/ICT je kvalitnější než jiná. Navíc je třeba počítat s tím, že se uživatelské názory na kvalitu informace mohou s časem měnit a to dost výrazně. Uživatel (zákazník) je konečným a často i okamžitým hodnotitelem kvality a arbitrem ve sporech, co je kvalitnější a co je méně kvalitní.

Uživatel obvykle posuzuje kvalitu IS/ICT z hlediska obsahu a formy prezentace informací, na což také poukazuje Molnár.

Z hlediska obsahu požaduje uživatel pro informace parametry jako:

- významnost pro daný účel,
- dostatečnou přesnost,
- dostatečnou kompletnost,
- přiměřenou detailnost, a
- čerpání ze spolehlivých zdrojů.

Z hlediska formy prezentace posuzuje, zda jsou informace srozumitelné příjemci a předávány:

- správným osobám,
- včas z hlediska okamžiků jejich potřeb, a
- vhodným způsobem.

Formálně jsou výše uvedená uživatelská hlediska často vyjadřována, případně transformována, do ukazatelů technologických, podle kterých je možné více formalizovat systém hodnocení kvality IS/ICT. Potom je hodnocení kvality IS/ICT formálně prováděno převážně v následujících kategoriích [3]:

- Spolehlivost aplikací IS/ICT, která je dána mírou dosažitelnosti a použitelnosti aplikací v potřebnou dobu a jejich výstupů dle stanoveného harmonogramu. Dalším kritériem je pak rychlost odstraňování případných problémů, které snižují spolehlivost.
- Dostupnost aplikací IS/ICT, která je charakterizována rozsahem zpracování v reálném čase, doba odezvy při vyžádání informace a možností přístupu k historickým datům.
- Integrita a komplexnost aplikací IS/ICT, která je dána stupněm korektnosti a integrity dat, jejich aktuálností a synchronizací.
- Bezpečnost aplikací IS/ICT, podle toho, jak a jakým způsobem aplikace zamezují neautorizovaným přístupům k informacím.
- Snadnost užívání aplikací IS/ICT, což zahrnuje hlediska jako jednoduchost, flexibilita, odolnost proti náhodným chybám, možnost individuální konfigurace a řadu dalších charakteristik z kategorie „uživatelské přívětivosti“.

### 3.4.2 Kvalita IS/ICT z technologického/technického pohledu

Technické hledisko je neoddelitelnou součástí hodnocení IS/ICT, i když je pro uživatelské útvary zdánlivě nepodstatné. Postihuje aspekty podmiňující úspěšné provozování a údržbu aplikace IS/ICT, a tím i dosažení kvality z hlediska uživatelů. Nejvýznamnějšími kategoriemi pro hodnocení z tohoto pohledu jsou [3]:

- Provozní aspekty zahrnující snadnost užívání v trvalém provozu, tj. zejména úroveň podpory pro průběžné sledování provozních charakteristik a řešení problémových stavů a úroveň nároků na rutinní obsluhu.
- Aspekty údržby zaměřené na vhodnost pro dlouhodobé používání aplikace IS/ICT, při kterém je třeba upravovat a rozšiřovat její funkčnost. Je hodnocena například komplexnost, kvalita dokumentace, vícenásobná použitelnost komponent a možnosti testování.
- Architektura řešení, která úzce souvisí s dosažením dlouhodobé stability a spolehlivosti IS/ICT. Vhodnými kritérii jsou zejména přenositelnost na různá systémová prostředí, rozšiřitelnost pro větší rozsah dat i uživatelů, vzájemná kompatibilita a propojitelnost a bezpečnostní aspekty.

Pro praktické využití pak Molnár jmenuje často používané charakteristiky technologické kvality IS/ICT, jako jsou např.:

- přesnost, tj. systém se chová tak, jak bylo určeno při specifikaci jeho funkcí,
- spolehlivost, tj. systém vykazuje minimum výpadků,
- robustnost, tj. systém se chová „rozumně“ i za krajních podmínek, které nebyly uvažovány při jeho specifikaci,
- efektivnost, tj. systém užívá počítačové zdroje ekonomicky a má vyvážené náklady s průchodností a dobou odezvy,
- škálovatelnost, tj. schopnost systému být spuštěný „rozumnou“ dobu na počítačích s různým výkonem,
- přenositelnost, tj. systém může být spuštěný na různých platformách (HW, SW), aniž by ztratil své funkce,
- propojitelnost, tj. schopnost systému existovat a spolupracovat s jinými systémy,

- udržovatelnost, tj. systém může být snadno měněn podle dodatečných požadavků uživatelů, a
- verifikovatelnost, tj. vlastnosti systému mohou být snadno ověřeny.

Každá z výše uvedených charakteristik by měla být v podniku systematicky sledována a vyhodnocována, a to zejména z hlediska jejího dopadu na efektivnost IS/ICT (na výdaje a přínosy).

### 3.4.3 Výdajová stránka IS/ICT

Obyčejně nemá smysl směřovat výdaje do IS/ICT v absolutních číslech, protože vypovídací schopnost takového údaje je velice nízká, pokud není známo nic o velikosti podniku, jeho charakteru a historii. Smysl mají jenom poměrové ukazatele, pomocí kterých lze srovnávat podniky mezi sebou a u kterých má smysl sledovat vývoj v čase [3].

Nejčastěji se sledují např.:

- roční výdaje (rozpočet) na IS/ICT jako procento celkového ročního obratu, příjmů, tržeb podniku,
- roční výdaje (rozpočet) na IS/ICT jako procento celkových ročních výdajů podniku,
- roční mzdové výdaje na IS/ICT jako procento celkových ročních výdajů na mzdy a platy,
- poměr mezi výdaji na HW, SW a služby IS/ICT,
- roční výdaje na IS/ICT na pracovníka (řídící a THP pracovníci),
- procento výše ročních investic do IS/ICT z celkového objemu ročních investic,
- procento „zůstatkové hodnoty“ investic do IS/ICT z ročního obratu.

Žádný z těchto ukazatelů sám o sobě nic moc neznamená a nízká nebo vysoká hodnota některého z nich nemusí být vždy špatná nebo dobrá. Každý z těchto ukazatelů a zejména jeho trend je nutno interpretovat v závislosti na momentální situaci v podniku a jeho strategických záměrech. Důležité je také sledování trendů v rozdělení nákladů do

jednotlivých kategorií, které odpovídá dosaženému stupni využití IS/ICT v dané organizaci. Kromě toho se každý z těchto ukazatelů musí používat velmi opatrně, protože některé výdaje na IS/ICT jsou skryté v důsledku jejich možné široké distribuce jak po různých podnikových útvarech, tak i pod různými účetními položkami (např. výdaje za služby, provoz kanceláří, nákup za hotové, školení).

## 4. STÁVAJÍCÍ STAV NORMALIZACE JAKOSTI SOFTWARE A JEJÍ MĚŘENÍ

Základní myšlenkou celé normalizace systému řízení jakosti je definovat minimální skupinu součástí systému jakosti a jejich propojení, která zaručuje, že organizace je schopna řídit jakost svých výrobků a služeb, a na základě splnění požadavků na jakost jednotlivé firmy certifikovat. To umožňuje odběratelům orientovat se na firmy, u kterých mají značnou jistotu, že jim budou schopny dodávat výrobky (software) po dlouhou dobu na zajištěné úrovni jakosti, a na druhou stranu firmám splňujícím požadavky norem získávat nové zákazníky [18].

Mezinárodní normy pro systém jakosti byly určeny hlavně pro průmyslovou výrobu, což ovšem nebrání jejich použití pro vývoj software.

Vaníček [19] vymezuje technickou normu jako společně dohodnutý předpis pro technický nebo technicko-ekonomický stav nějaké entity nebo průběh nějakého jevu.

V oblasti IS/ICT se celosvětové normy přebírají do evropské normalizace beze změn. V tuzemsku působící Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ) vystupuje při rozvoji standardizace na poli IS/ICT pouze v roli přejímatele mezinárodních norem.

Mezi významné aktuální normy pro oblast kvality IS/ICT lze zařadit především normu a technické zprávy ČSN ISO/IEC 9126, normy ČSN ISO/IEC 14598 a normu ČSN ISO/IEC 15939. Norma ČSN ISO/IEC 12119 „Informační technologie – Softwarové balíky - Požadavky na jakost a zkoušení“, která byla zaměřena na softwarové produkty nabízené a dodávané masově, byla zrušena bez náhrady.

## 4.1 Norma a technické zprávy řady ČSN ISO/IEC 9126

Tato řada norem obsahuje jak samotnou normu ČSN ISO/IEC 9126-1 „Informační technologie – Jakost softwarového produktu – Model jakosti“, která popisuje model jakosti software zmiňovaný později, tak i tři navazující zprávy:

- TR ISO/IEC 9126-2 Informační technologie – Jakost softwarového produktu – Část 2: Vnější metriky,
- TR ISO/IEC 9126-3 Informační technologie – Jakost softwarového produktu – Část 3: Vnitřní metriky, a
- TR ISO/IEC 9126-4 Informační technologie – Jakost softwarového produktu – Část 4: Metriky pro jakost užití.

Tyto zprávy obsahují návrhy jednotlivých typů měř pro atributy jakosti.

## 4.2 Normy ČSN ISO/IEC 14598

V této řadě norem se pojednává o postupech při hodnocení jakosti produktu [20]. Jejím úplným názvem je ČSN ISO/IEC 14598 „Informační technologie – Hodnocení produktů“ a obsahuje šest částí:

- Obecný přehled,
- Plánování a řízení,
- Postup pro projektanty,
- Postup pro akvizitéry,
- Postup pro nezávislé hodnotitele, a
- Dokumentace vyhodnocovacích postupů.

## 4.3 Norma ČSN ISO/IEC 15939

Tato norma se týká obecných principů měření všech vlastností (atributů) softwaru a systému a má úplný název ISO/IEC 15939 „Informační technologie – Softwarové inženýrství – Proces měření softwaru“. Jak uvádí Vaníček [21], zavádí přesnou terminologii do oblasti měření a popisuje jednotlivá pravidla a nutné aktivity, které je třeba při měření zajistit, a požadavky na to, aby měření bylo korektní.



## 4.4 Modelování jakosti software

Jakost produktu vymezuje norma ISO 9000 [22] jako souhrn podstatných vlastností produktu, které určují míru uspokojení daných (obecně očekávaných) a stanovených potřeb uživatele produktu, v případě užití produktu stanoveným způsobem. Produkt norma popisuje jako výsledek procesu. Proces je poté definován jako soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících činností, který přeměňuje vstupy na výstupy.

Jakost lze posuzovat buď na základě zkoumání produktu samotného, nebo na základě používání tohoto produktu. Podle toho se jakost člení na druhy [19]:

- vnitřní, kterou se míní souhrn podstatných vlastností produktu, které určují jeho schopnost uspokojovat stanovené a dané potřeby při používání za stanovených podmínek, a
- vnější, která představuje rozsah uspokojování stanovených a daných potřeb příslušným produktem při jeho používání za stanovených podmínek.

Mezinárodní normy kromě tohoto rozdělení vymezují i pojem jakost užití („jakost při používání“). Softwarový produkt totiž nemůže být k uspokojení potřeb užít nikdy sám o sobě, ale vždy pouze v rámci nějakého systému, který zahrnuje i hardware, data, organizační opatření a uživatele, kteří s ním pracují. Do důsledku vzato jakost je vždy vlastností celého systému, protože pouze ten, jako celek, uspokojuje naše potřeby. Pouze působení systému jako celku lze zkoumat. Právě to, jak systém jako celek uspokojuje potřeby uživatelů, se nazývá jakostí užití.

Hodnocení informačního systému jako celku lze zajistit kvalitativními charakteristikami, které O'Brien [23] charakterizuje jako „atributy kvality“. Rozděluje je podle tří dimenzí na typy:

- obsahové (přesnost, závažnost, úplnost, účelnost, vhodný záběr, možnost být využit k požadovaným informačním nárokům),
- časové (včasnost, požadovaná doba dostupnosti a frekvence poskytnutí, aktuálnost informace), a

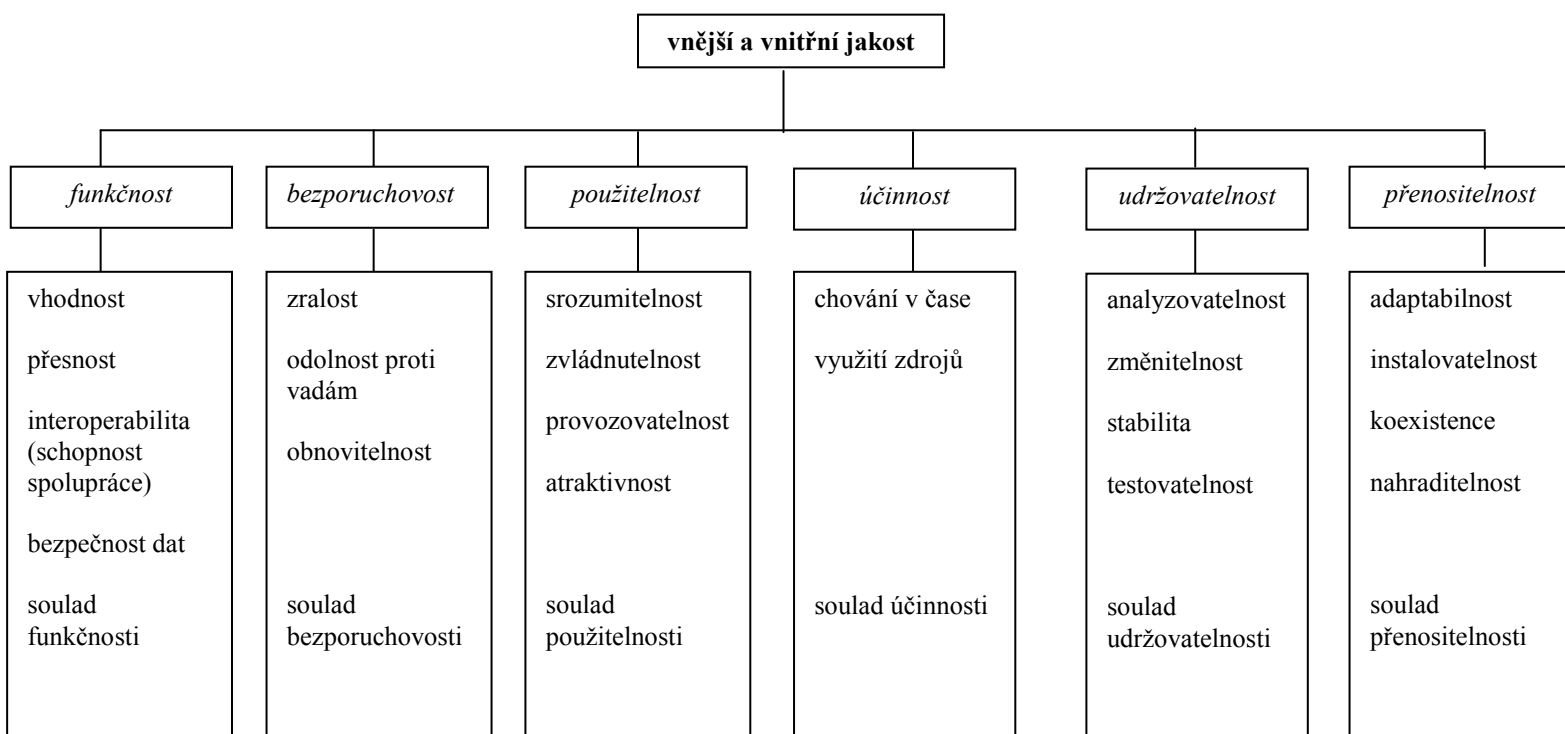
- formy (srozumitelnost, potřebná podrobnost, požadovaná zařaditelnost, způsob prezentace, způsob poskytnutí).

Mezi charakteristiky jakosti informačních systémů, které uvádí norma 9126-1 [24], se řadí:

- funkčnost,
- bezporuchovost,
- použitelnost,
- účinnost,
- udržitelnost, a
- přenositelnost.

Jednotlivé charakteristiky lze definovat následovně:

- funkčnost je vymezena jako schopnost informačního systému nebo softwarového produktu obsahovat funkce, které zabezpečují předpokládané nebo stanovené potřeby uživatele při používání systému za stanovených podmínek;
- bezporuchovost je vymezena jako schopnost informačního systému nebo softwarového produktu zachovat specifickou úroveň výkonu při používání systému za stanovených podmínek;
- použitelnost je vymezena jako schopnost informačního systému nebo softwarového produktu být srozumitelný, se snadno naučitelnou obsluhou a atraktivní při používání za stanovených podmínek;
- účinnost je vymezena jako schopnost informačního systému nebo softwarového produktu poskytovat potřebný výkon vzhledem k množství použitých zdrojů při používání za stanovených podmínek;
- udržitelnost je vymezena jako schopnost informačního systému nebo softwarového produktu být modifikován. Modifikace zahrnují opravy nedostatků, vylepšování a adaptaci vzhledem ke změnám prostředí, změnám požadavků a změnám funkční specifikace;
- přenositelnost je vymezena jako schopnost informačního systému být přenesen z jednoho prostředí do jiného.



Obr. č. 6: Model jakosti pro vnější a vnitřní jakost [24].

Vaniček [19] konstatuje, že tyto charakteristiky vrhají na hodnocení jakosti příliš hrubý pohled, a proto byly dohodnuty následující podcharakteristiky jednotlivých charakteristik:

- podcharakteristiky funkčnosti:
  - > funkční přiměřenost,
  - > přesnost,
  - > schopnost spolupráce,
  - > bezpečnost, a
  - > shoda ve funkčnosti.
- podcharakteristiky bezporuchovosti:
  - > zralost,
  - > odolnost vůči vadám,
  - > schopnost zotavení,
  - > shoda v bezporuchovosti.
- podcharakteristiky použitelnosti:
  - > srozumitelnost,

- > naučitelnost,
- > provozovatelnost,
- > atraktivnost, a
- > shoda v použitelnosti.
- podcharakteristiky účinnosti:
  - > časové chování,
  - > využití zdrojů, a
  - > shoda v účinnosti.
- podcharakteristiky udržovatelnosti:
  - > analyzovatelnost,
  - > měřitelnost,
  - > stabilitnost,
  - > testovatelnost, a
  - > shoda v udržovatelnosti.
- podcharakteristiky přenositelnosti:
  - > přizpůsobitelnost,
  - > instalovatelnost,
  - > slučitelnost,
  - > nahraditelnost, a
  - > shoda v přenositelnosti.

Norma 9126-1 [24] jednotlivé podcharakteristiky definuje následovně:

- funkční přiměřenost je vymezena jako schopnost poskytovat funkce pro zajištění specifikovaných úloh a cílů uživatele;
- přesnost je vymezena jako schopnost poskytnout správné a požadované výsledky s potřebnou úrovní přesnosti;
- schopnost spolupráce je vymezena jako schopnost spolupracovat s jedním nebo několika jinými specifikovanými systémy;
- bezpečnost je vymezena jako schopnost chránit informace a data tak, aby neautorizovaná osoba nebo systém neměla možnost je číst nebo modifikovat a přitom autorizovaným subjektům nebyla odepřena stanovená úroveň přístupu k datům;

- zralost je vymezena jako schopnost systému vyvarovat se poruchám (selháním) v důsledku závad systému nebo důsledky takovýchto selhání minimalizovat;
- odolnost vůči vadám je vymezena jako schopnost systému zachovat si při selhání systému nebo při nedodržení požadovaného rozhraní ze strany uživatele určitou úroveň výkonu (poskytovaných služeb);
- schopnost zotavení je vymezena jako vlastnost systému obnovit úroveň výkonu a zachovat data po odstranění poruchy;
- srozumitelnost je vymezena jako vlastnost systému, která umožňuje uživateli rozhodnout, zda se systém hodí pro řešení jeho problémů, jak je možné jej užít pro řešení jednotlivých úloh a za jakých podmínek. Je charakterizována mírou úsilí, které je potřeba pro to, aby uživatel porozuměl tomu, co může od systému očekávat;
- naučitelnost je vymezena jako vlastnost systému, charakterizovaná mírou úsilí, které je třeba vynaložit pro rutinní využívání jeho možností;
- provozovatelnost je vymezena jako vlastnost systému usnadňující jeho obsluhu a řízení rutinní práce se systémem;
- atraktivnost je vymezena jako schopnost systému umožnit příjemnou obsluhu a učinit užití systému přitažlivým;
- časové chování je vymezeno jako schopnost systému zajistit požadovanou propustnost úloh za dané časové období, dobu výpočtu úlohy nebo odezvu systému při používání systému za daných podmínek;
- využití zdrojů je vymezeno jako schopnost systému zajistit požadované funkce přiměřeným počtem typů a množstvím a rozsahem užitých zdrojů, které jsou potřeba k zabezpečení systému;
- analyzovatelnost je vymezena jako schopnost systému usnadnit nalezení vady v případě výskytu poruch a schopnost určit, co má být změněno, aby byla vada odstraněna;
- změnitelnost je vymezena jako schopnost systému usnadňující provedení modifikace;
- stabilitnost je vymezena jako schopnost systému zabránit nežádoucím důsledkům provedených modifikací;
- testovatelnost je vymezena jako schopnost systému zabezpečit snadnou validaci po provedení modifikace;

- přizpůsobitelnost je vymezena jako schopnost systému být vlastními prostředky, které jsou jeho součástí, v průběhu používání přizpůsoben různým prostředím, ve kterých má být využíván;
- instalovatelnost je vymezena jako vlastnost systému být zaveden tak, aby vyhovoval použití a práci v konkrétním prostředí;
- slučitelnost je vymezena jako schopnost systému pracovat dohromady s jinými systémy ve společném prostředí a využívat jeho společné zdroje;
- nahraditelnost je vymezena jako schopnost systému nahradit funkci jiných systémů, určených pro stejný účel a pracujících ve shodném nebo podobném prostředí;
- shody ve funkčnosti, v bezporuchovosti, v použitelnosti, v účinnosti, v udržovatelnosti a v přenositelnosti jsou vymezeny jako schopnosti pracovat ve shodě s normami, standardy, zákony, konvencemi a zvyklostmi obvyklými v prostředí, ve kterém je systém nebo produkt využíván.

#### 4.5 Jakost užití a její charakteristiky

Při hodnocení jakosti užití se neposuzuje na rozdíl od výše zmíněného modelu jakost produktu jako takového, ale jakost procesu jeho použití. Představuje sama o sobě zvláštní model jakosti, který zahrnuje pohled uživatele systému získaný použitím v konkrétním prostředí.

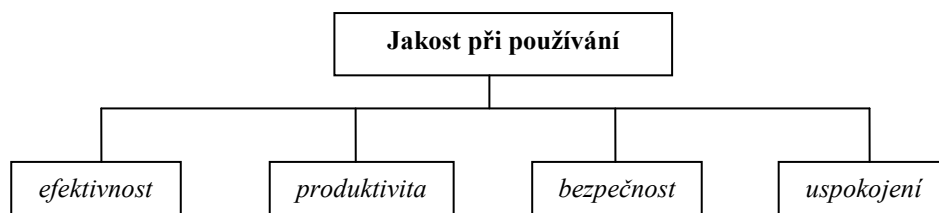
Podle normy 9126-1 [24] se za její charakteristiky považují:

- efektivnost,
- výkonnost (produktivita),
- zabezpečení (bezpečnost) a
- uspokojení.

Jednotlivé charakteristiky norma poté vymezuje následovně:

- efektivnost je vymezena jako schopnost systému zajistit v daném kontextu stanovené cíle úplně a přesně;

- výkonnost je vymezena jako schopnost systému v daném kontextu zabezpečit efektivnost s přiměřenými zdroji;
- zabezpečení je vymezeno jako schopnost systému dopustit pouze přijatelnou úroveň rizika ohrožení lidí, prostředí, majetku nebo obchodních zájmů při použití systému v daném kontextu;
- uspokojení je vymezené jako schopnost systému uspokojit v daném kontextu použití uživatele.



*Obr. č. 7: Model jakosti pro jakost při používání [24].*

#### 4.6 Atributy modelů jakosti

Atributy představují ještě jemnější pohled na jakost než její podcharakteristiky. Jsou definovány jako měřitelné fyzické nebo abstraktní vlastnosti entity [19]. Jeden atribut zpravidla ovlivňuje více podcharakteristik jakosti, často i podcharakteristik zahrnutých do různých charakteristik jakosti.

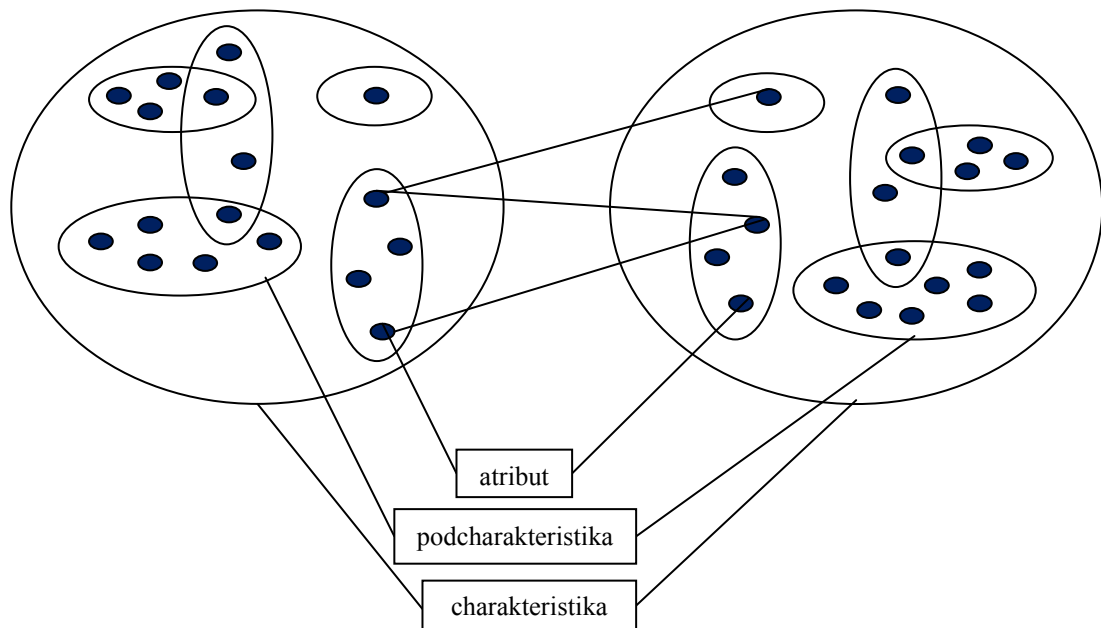
Atributy lze rozlišit podle vztahu ke druhu jakosti na:

- vnější atributy jakosti,
- vnitřní atributy jakosti, a
- atributy jakosti užití.

Vnitřní i vnější atributy jakosti musí být měřitelné, atributy jakosti užití jsou často kvalitativního typu, tudíž u nich tuto podmínku nelze vždy splnit.

Vztah charakteristik, podcharakteristik a atributů není podmnožinového typu. Existují atributy, které lze zařadit zároveň do různých podcharakteristik nebo i charakteristik.

Kromě toho se také vyskytují podcharakteristiky, ale i charakteristiky vzájemně se mezi sebou překrývající.



*Obr. č. 8: Charakteristiky, podcharakteristiky a atributy jakosti [10].*

#### 4.7 Měření kvality software

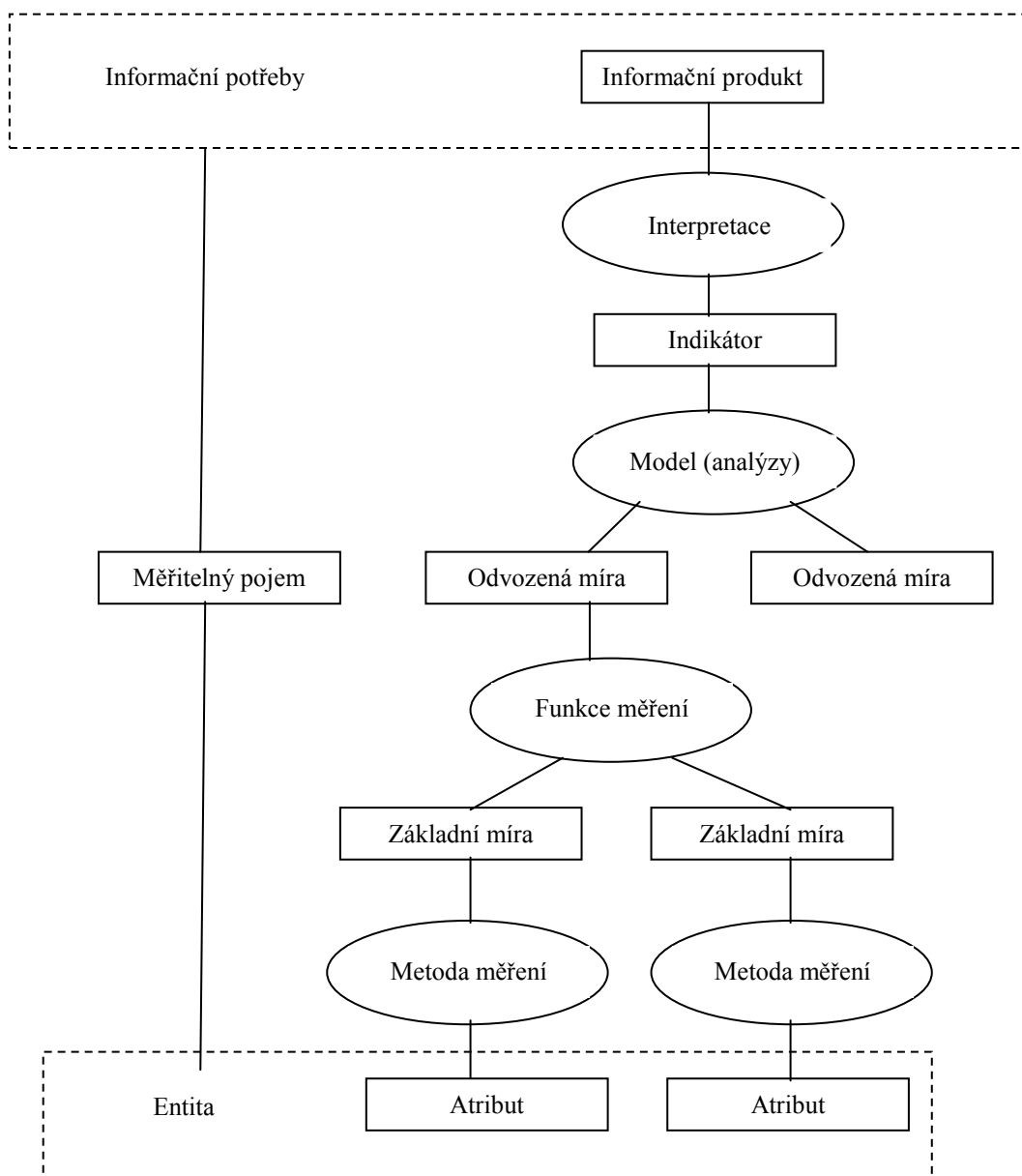
Míra (historicky také metrika) je podle normy 9126-1 [24] vymezena jako konkrétně definovaná metoda měření a definovaný rozsah měření. Jedná se o měřitelný ukazatel použitý pro stanovení kvality, kvantity a finanční kategorie (např. náklad nebo cena). Dále představuje ukazatel výkonnosti, jenž je tmelem pro spojení individuálního a týmového úsilí pro dosažení stanovených cílů.

Informační model měření znázorňuje vztah atributů entit, měřitelných pojmů, základních a odvozených měř, indikátorů a informačních potřeb vzhledem k informačnímu produktu. Zmiňován je v normě 15939 [25].

Atribut zde představuje vlastnost vztahující se k informačním potřebám. Základní míra je vymezena jako proměnná přiřazená hodnotě jednoho atributu s použitím metody měření, odvozená míra jako proměnná přiřazená hodnotě dvou nebo několika hodnot základních měř s použitím funkce měření a indikátor jako proměnná přiřazená hodnotě základních



a/nebo odvozených měř s použitím modelu (analýz). Konečně informační produkt je formulován jako výstup procesu měření, který uspokojuje informační potřeby.



Obr. č. 9: Klíčové vztahy v informačním modelu měření [25].

Příklady měr modelu jakosti užití uvádí technická zpráva č. 4 normy 9126 [26]:

Charakteristika	Míra
Efektivnost	Efektivnost úlohy
	Dokončení úlohy
	Frekvence chyb
Produktivita	Čas úlohy (poměrná doba trvání úlohy)
	Efektivita úlohy
	Ekonomická produktivita
	Podíl produktivity
	Relativní uživatelská efektivita
Bezpečnost	Zdraví a bezpečnost uživatele
	Bezpečnost lidí ovlivněných používáním systému
	Ekonomické poškození
	Poškození SW
Uspokojení	Stupnice uspokojení
	Dotazník uspokojení
	Rozvážnost užití

Tab. č. 2: Příklady měr ve vztahu k charakteristikám kvality užití [26].

Popis vybraných měr uvádí norma následovně:

➤ Efektivnost úlohy

Jaká část úlohy je dokončena korektně?

$$M1 = |1 - SA_i|_1 \quad (1)$$

kde  $A_i$  je proporční hodnota každé komponenty úlohy, která chybí na výstupu.

➤ Poměrná doba trvání úlohy

Jak dlouho trvá dokončit úlohu?

$$X = Ta/Tb \quad (2)$$

kde  $Ta$  je celkový čas strávený čekáním,  $Tb$  je doba vykonávání úlohy.

➤ Zdraví a bezpečnost uživatelů

Jaký je výskyt problémů týkajících se bezpečnosti a zdraví mezi uživateli?

$$X = A/B \quad (3)$$

kde  $A$  je počet uživatelů, kteří ohlásili problémy bezpečnosti nebo zdravotní problémy spojené se SW a  $B$  je celkový počet uživatelů.

➤ Dotazník uspokojení

Jak je uživatel spokojen se specifickými vlastnostmi SW?

$$X = A \quad (4)$$

kde  $A$  jsou odpovědi v dotazníku.

Uvedené příklady měř s jejich vybranými popisy se jeví jako příliš obecné. Existuje řada dalších návrhů měř pro kvalitu užití, ovšem při jejich hodnocení se dojde ke stejnému závěru. Návrhy měř vnitřní a vnější kvality popisují technické zprávy č. 2 a 3 normy 9126 [26, 27].

#### 4.8 Hodnocení efektivnosti IS/ICT pomocí měř [27]

Pojem míra se používá v souvislosti s hodnocením a měřením výkonnosti, ať již celopodnikové nebo konkrétní dílčí oblasti (řízení IS/ICT). Lze ji charakterizovat jako přesně vymezený finanční nebo nefinanční ukazatel nebo hodnotící kritérium, které je používáno k hodnocení úrovně efektivnosti konkrétní oblasti řízení podnikového výkonu a jeho efektivní podpory prostředky IS/ICT.

Skupina měř sdružených za určitým cílem (tzn. vztahujícím se ke konkrétní oblasti, procesu nebo projektu) se poté označuje jako „portfolio měř“.

Míry slouží jako nástroj hodnocení efektivnosti a výkonnosti, zejména se zaměřením na:

- cíle,
- kritické faktory úspěchu,
- procesy,
- aktivity, a
- výkonnost zdrojů.

Obecně se míra dá kategorizovat podle následujících nejčastěji uplatňovaných hledisek do čtyř úrovní:

úroveň 1	úroveň 2	úroveň 3	úroveň 4
je ukazatel hodnocení efektivnosti a výkonnosti:	finanční - sleduje:	absolutní veličiny	
		poměrové ukazatele	
	nefinanční		
člení se dle úrovně řízení:	strategické		
	taktické		
	operativní		
je vymezena pro:	perspektivy DSC		
	procesy		
	funkční oblasti		
umožňuje:	hodnocení cílů		
	optimalizaci procesů		
	provázání všech úrovní řízení		
	nastavení pravidel vztahů:	dodavatel - podnik	
		zákazník - podnik	
		zaměstnanec - podnik	
	podporu rozhodování		
	snížení rizika		
v informatice se aplikuje pro oblast hodnocení efektivnosti:	užití IS/ICT:	interní	
		externí:	outsourcing
			outhosting
	provozu IS/ICT		
	inovace IS/ICT		
	vývoje SW		
má tyto atributy:	název a identifikace		
	definice (vzorec)		
	vlastník		
	dimenze		
	výchozí a cílová hodnota		
	zdroje pro měření dat		
	postupy měření		
	postupy ověřování		
podle „tvrdoosti“:	tvrdá:	interní	
		externí	
		diskrétní	
		kontinuální:	výsledkové
			výkonové
	měkká:	interní	
		externí	
		diskrétní	
		kontinuální	

Tab. č. 3: Obecná hlediska kategorizace měř [27].

Každá míra je charakterizována následujícími vlastnostmi:

- název a identifikace;
- algoritmus, resp. vzorec (týká se tvrdých metrik);
- definice (týká se měkkých měř);
- vlastník;
- dimenze (měrná jednotka, organizační jednotka, časové období, ...);
- výchozí a cílovou (požadovanou) hodnotou;
- zdroje dat pro měření;
- měření (postup, způsob, periodicita, harmonogram, odpovědnost a vykazování výsledků); a
- ověřování (postup, způsob, periodicita, odpovědnost a vykazování výsledků ověřování správnosti měření).

Mezi obecně platné kritické faktory úspěchu pro nasazení měř do oblasti řízení informatiky a hodnocení efektivnosti a přínosů IS/ICT se řadí:

- existence podnikové a informační strategie,
- poznání základních vlastností měř,
- hodnocení na základě měření,
- znalosti a dovednosti pro práci s mírami, a
- zdravý rozum.

Společně s těmito faktory, majícími charakter doporučených pravidel, platí alespoň tři komplementární zásady:

- a) struktura měř musí odpovídat stadiu rozvoje firmy.
- b) v některých případech vůbec nemá smysl snažit se stanovit zvláště míry pro souběžně realizované inovační aktivity, např. pro BPR, inovaci IS/ICT, zavedení řízení podle cílů, controlling, apod. V tom případě je výhodnější rezignovat na měření „zásluh“ jednotlivých složek inovace a míry koncipovat komplexně.
- c) Některé oblasti nemá smysl měřit vůbec, respektive je třeba důkladně zvážit realnost měřitelnosti dané oblasti. K takovým diskutabilním oblastem náleží např. knowledge management.

Míry mají ve skutečnosti průřezový charakter a stěží lze dosáhnout jednoznačného přiřazení měr do nějaké předem definované oblasti IS. Proto je třeba brát přiřazení míry k dané oblasti pouze jako pracovní nástroj pro systematizaci míry. Tuto okolnost je také třeba vzít v úvahu při stanovení „vlastníka“ míry.

#### 4.8.1 Hodnocení kvality s využitím benchmarkingu

Vhodným komplementem míry je benchmarking, uplatnitelný všude tam, kde je to možné. Platí, že v některých případech je pro objektivizaci závěrů hodnocení měr benchmarking velmi žádoucí. Pro míry obecně platí, že účast třetí strany na měření a vyhodnocování je žádoucí.

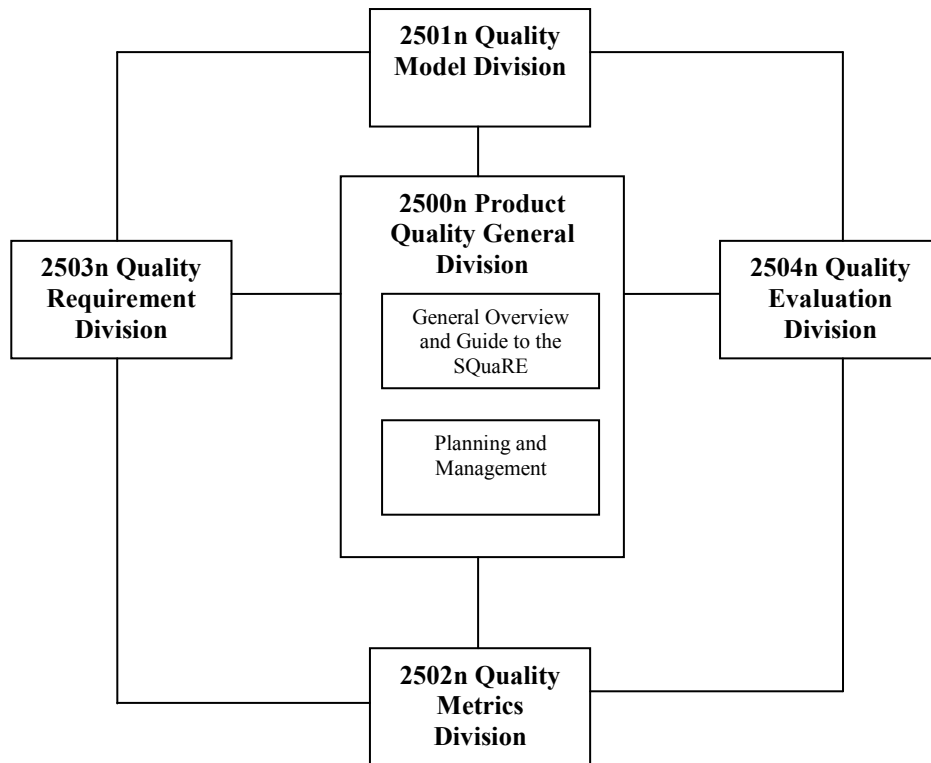
Metoda benchmarkingu využívá porovnání procesů a výsledků organizace nebo útvaru s nejlepšími „konkurenčními“ organizacemi nebo útvary s cílem nalézt nejlepší praktiky. Těmito nejlepšími praktikami je pak inspirováno řízení útvaru nebo organizace. Důležitým aspektem celé metody je její důsledné a neustálé opakování.

#### 4.9 Projekt SQuaRE

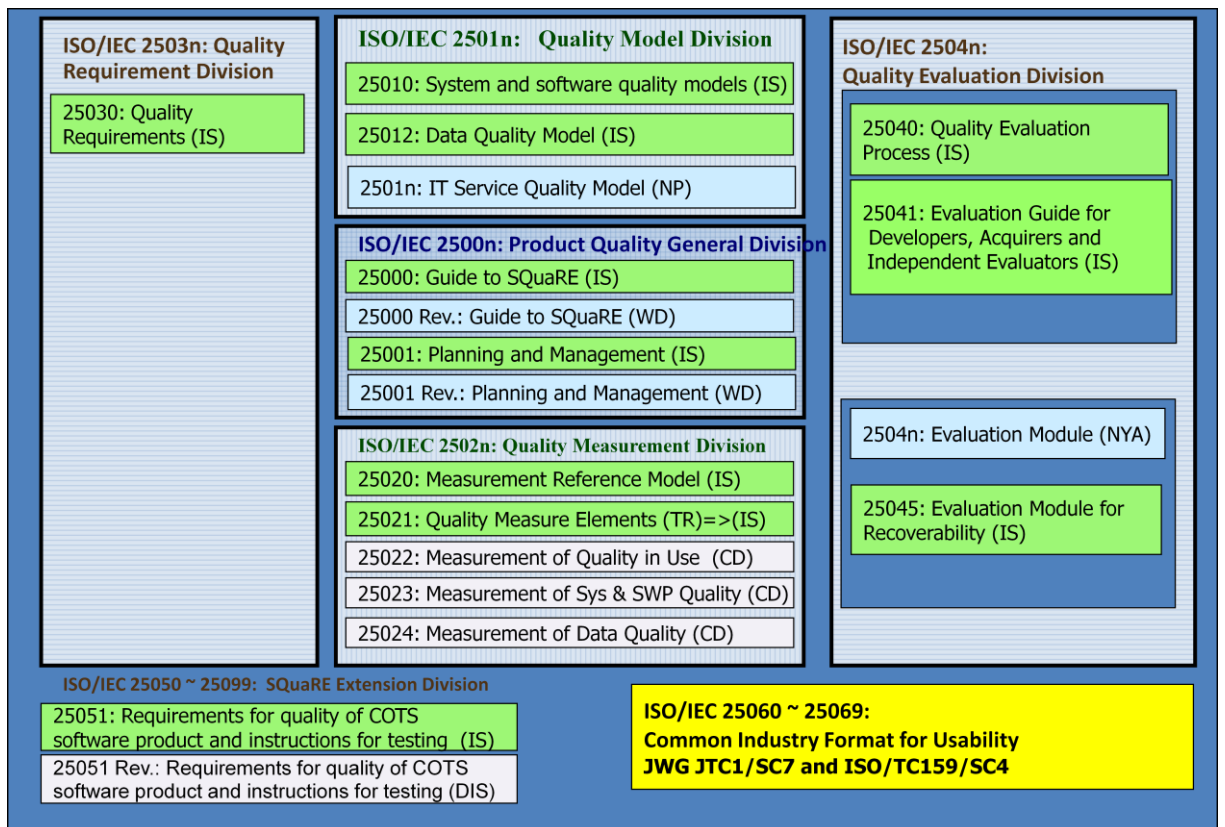
Především z důvodu roztržitosti problematiky modelování, měření a hodnocení jakosti software do více norem a jejich vzájemné nekonzistenci byl v roce 2000 zahájen mezinárodní projekt s názvem SQuaRE („Service (Systems and Software) Quality Requirements and Evaluation“ – Požadavky na jakost a hodnocení jakosti softwaru). V projektu je navržen plán nové řady norem ISO/IEC, která má vyhrazeno číslování v rozsahu 25000 – 25900 a rozděluje se do pěti skupin:

- 2500n – Obecná část
- 2501n – Model jakosti
- 2502n – Míry jakosti
- 2503n – Požadavky na jakost
- 2504n – Postupy při hodnocení jakosti

Následující schémata znázorňují vzájemný vztah jednotlivých součástí koncepce projektu SQuaRE, její rozšíření, jednotlivé normy podprojektu „Common Industry Format for Usability“ a také vazbu na původní normy řad 9126 a 14598:



*Obr. č. 10: Skladba norem ISO/IEC řady 250xxx (projekt SQuaRE) [21].*



Obr. č. 11: Architektura projektu SQuaRE a jeho podprojekty [28].

<b>25060: General framework for usability-related information (TR)</b>
<b>25062: Common Industrial Format (CIF) for usability test reports (IS)</b>
<b>25063: Context of use description (CD)</b>
<b>25064: User needs description (CD)</b>
<b>25065: User requirements specification (NP)</b>
<b>25066: Evaluation report (NP)</b>

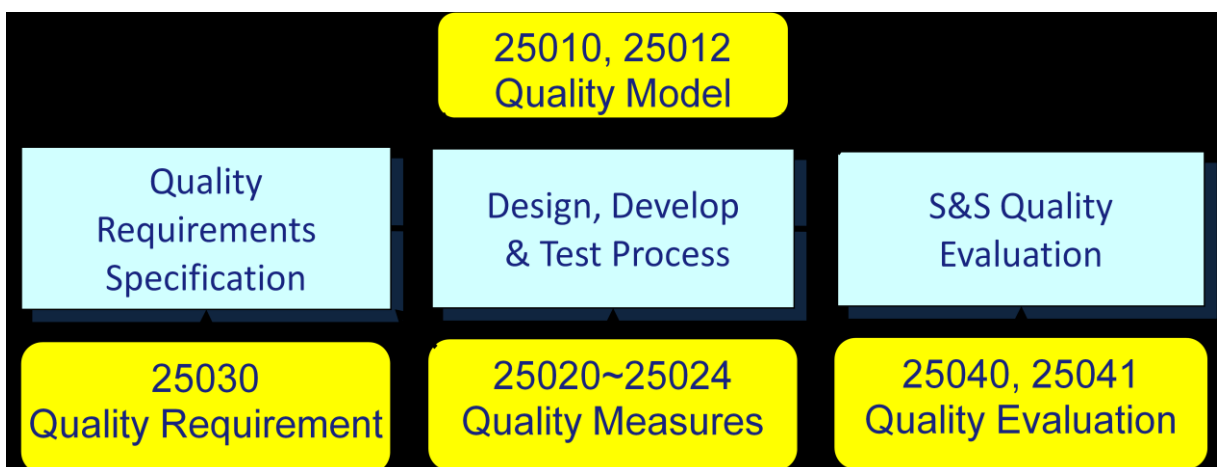
Obr. č. 12: Jednotlivé normy podprojektu Common Industry Format for Usability [28].



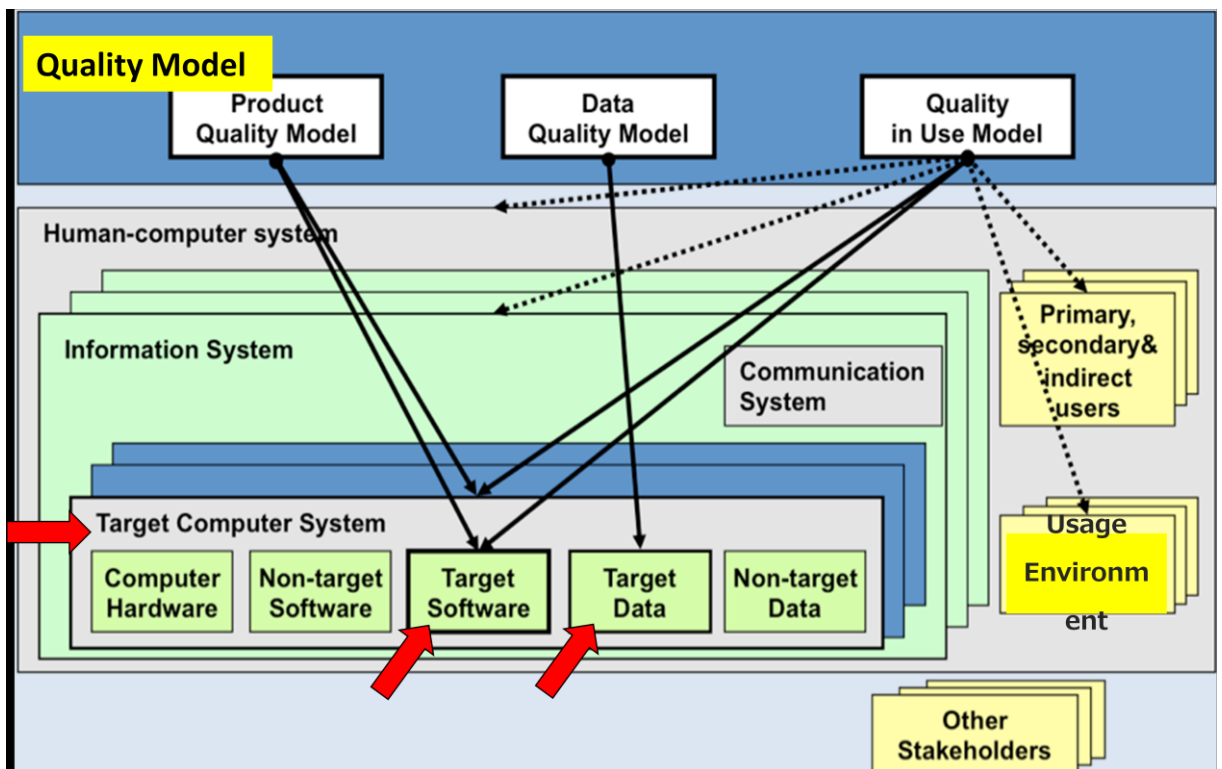
9126-1: Quality model	25000: Guide to SQuaRE (IS => WD for Rev.)
9126-2: External metrics	25001: Planning and management (IS)
9126-3: Internal Metrics	25010: System and software product quality models (IS)
9126-4: Quality in use metrics	25012: Data quality model (IS)
14598-1: General guide	2501n: IT service quality model (NP)
14598-2: planning and management	25020: Measurement reference model and guide (IS)
14598-3: Developers' evaluation guide	25021: Quality measure elements (TR => IS)
14598-4: Acquirers' evaluation guide	25022: Measurement of quality in use (CD)
14598-5: Evaluators' guide	25023: Measurement of sys. & SWP quality (CD)
14598-6: Documentation of Evaluation Module	25024: Measurement of data quality (CD)
14756: Measurement and rating of performance	25030: Quality requirements (IS)
12119: Quality requirements and testing	25040: Evaluation process (IS)
	25041: Evaluation guide for developers, acquires and independent evaluators (IS)
	2504n: Evaluation modules (NYA)
	25045: Evaluation module for recoverability (IS)
	25051: Requirements for quality of COTS software product and instructions for testing (IS => DIS for Rev.)

Obr. č. 13: Vztah mezi normami řady SQuaRE a normami řad 9126 a 14598 [28].

Další schémata ukazují vztah fází životního cyklu software ke skupinám norem projektu SQuaRE a vztah dílčích modelů k jednotlivým součástem informačního systému vzhledem k celkovému modelu kvality:



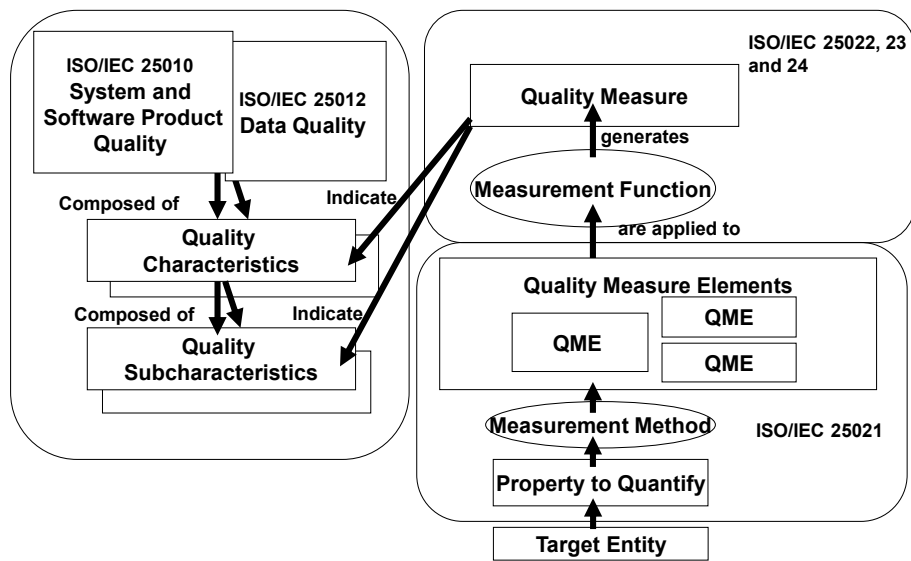
Obr. č. 14: Koncepce standardů řady SQuaRE [28].



Obr. č. 15: ISO/IEC 25010 System/software quality model [28].

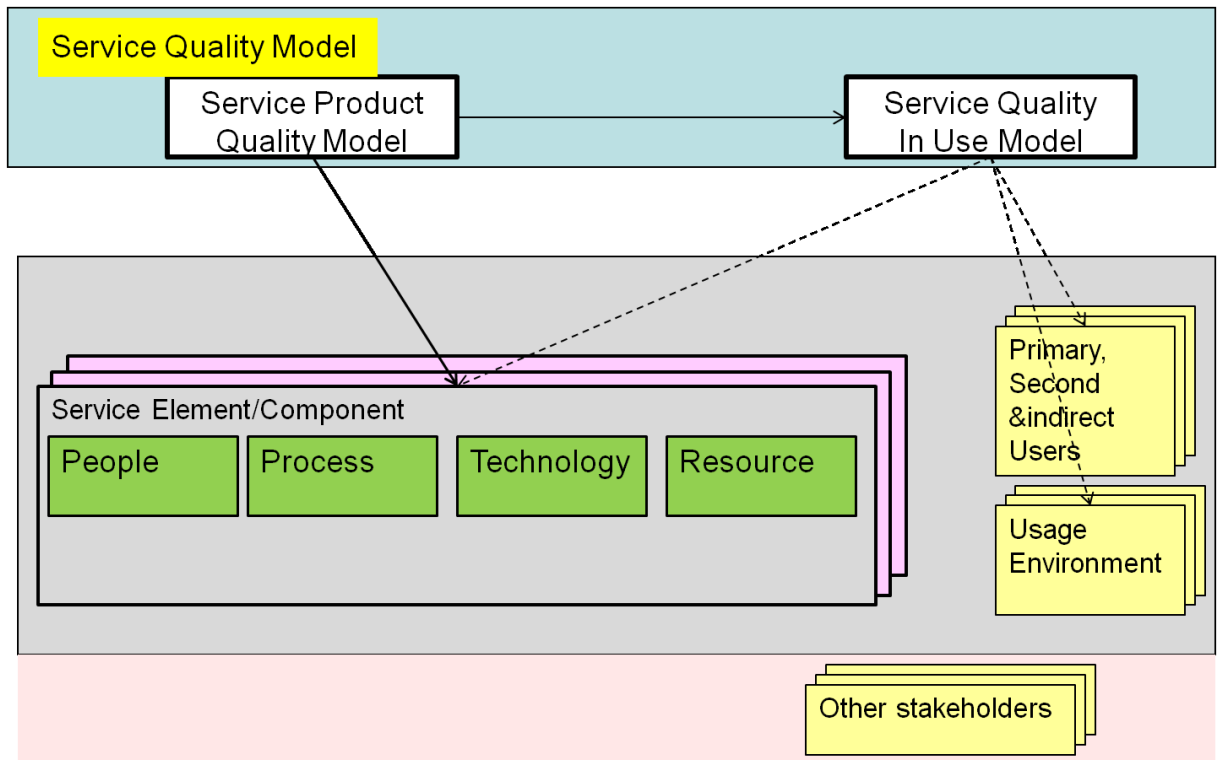
Dílčí modely kvality uvádí příloha 9.1.

Z hlediska koncepce měření kvality softwarového produktu se v projektu SQuaRE objevuje definice pojmu „Quality Measure Element“ (QME) označující prvek měření. Vlastní míry kvality mají být získávány jako funkce závislé na těchto prvcích měření, které sice samy o sobě kvalitu neměří, ale lze je získat přímo z hodnoceného software, viz následující schéma:



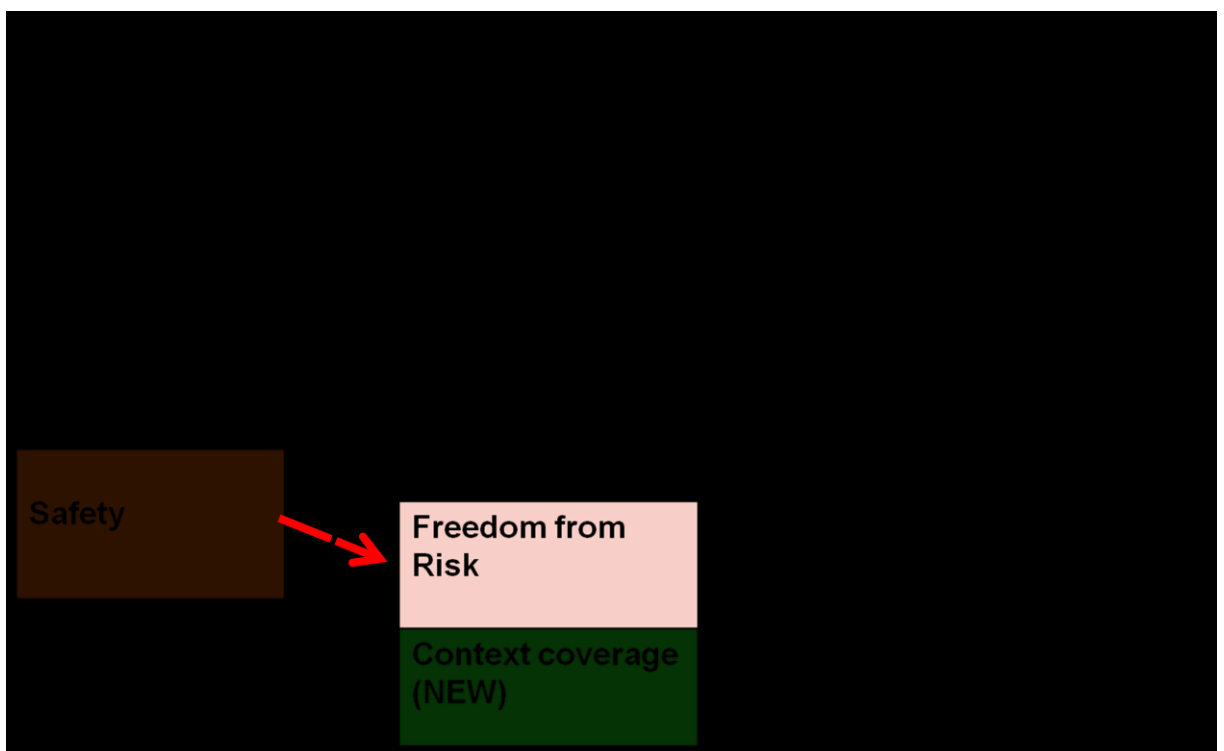
*Obr. č. 16: Vztah mezi vlastností ke kvantifikaci, QME a mírou kvality [28]*

Pohled zaměřený na kvalitu systému jako službu představuje připravovaná norma ISO/IEC 25011 „Information Technologies – Service Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Service Quality model“, jejíž koncepce je znázorněna v obrázku:



Obr. č. 17: Koncepte modelu kvality systému jako služby [28].

Vazbu mezi modelem kvality užití normy 9126-1 a připravované normy 25010 ilustruje poslední schéma:



*Obr. č. 18: Kvalita užití - vztahy mezi normou 9126-1 a 25010 [28].*

Ze zmíněných dílčích modelů kvality systému se jeví jako nejdůležitější z hlediska praktického uplatnění model kvality užití, který zahrnuje kromě samotného softwarového produktu i vliv hardware, uživatelů, organizačních opatření a dat na jeho kvalitu. Měření kvality užití je v projektu SQaURE věnována připravovaná norma 25022. Referenční model měření pak obsahuje norma 25020 „Measurement reference model and guide“.

Dále se v technické zprávě ISO/IEC TR 12182 „Categorization of system and software products“ objevuje snaha o nový způsob kategorizaci systémů a softwarových produktů.

Přínosy projektu SQaURE spočívají v posílení pozice uživatele software a také výrobce na trhu IS/ICT.

Mezi nedostatky lze zařadit opoždění práce na normách vzhledem k vlastnímu rychlému rozvoji oboru (uzavřené problematiky zaostávají). Díky tomu se soustava norem rozrůstá a stává se tak nepřehlednou. Jejich pořízení se velmi prodražuje. V současné době také stále není vymezen konečný soubor atributů a měř, který představuje pro modelování a hodnocení jakosti software v projektu SQaURE nejpodstatnější součást. Normy této řady spíše přebírají původní obsah norem ISO/IEC 9126, 14598 a 15939. Podrobněji stav projektu a jeho perspektivu hodnotí např. Vaníček [21, 29].

## 5. NÁVRH MODELU KVALITY PRO PROSTŘEDÍ ERP SYSTÉMŮ

Informační systémy typu ERP zaujímají v architektuře podnikových IS klíčovou roli. Jejich optimální provoz má pro podnik v tržním ekonomickém prostředí doslova životní význam. Ze strany uživatelů zároveň přichází díky stále rostoucímu tlaku na produktivitu a efektivitu požadavky na kvalitu jeho užití. V současné době má proto otázka modelu kvality užití pro takovýto typ informačních systémů velkou důležitost.

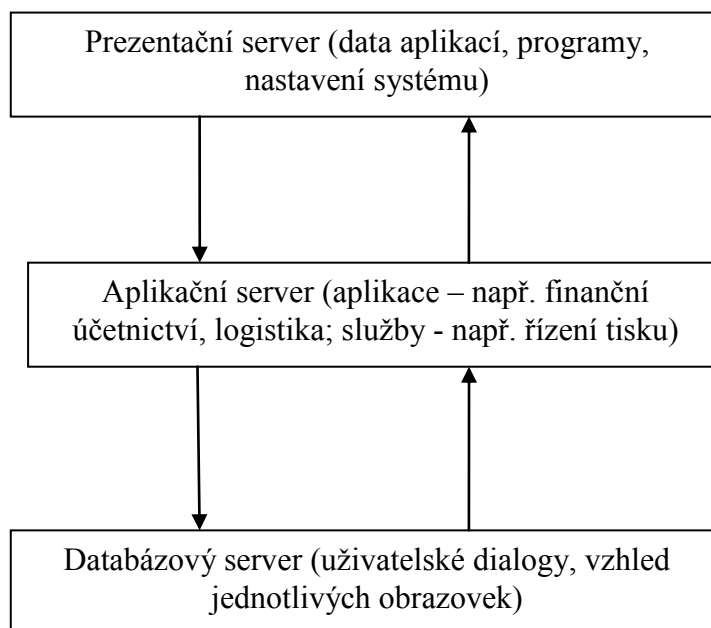
Stávající model kvality užití popisovaný v technické zprávě č. 4 normy ISO/IEC 9126 [26], znázorněný dále, vymezuje sice charakteristiky kvality užití IS, ovšem opomíjí bližší určení prvků kontextu jeho užití. Pokus o zlepšení situace se objevuje v rozpracovaném projektu SQuaRE, jehož součástí je připravovaná norma ISO/IEC 25010, která zavádí přímo v modelu kvality užití novou charakteristiku „Context coverage“ společně s podcharakteristikami „Flexibility“ a „Context completeness“, nicméně jejich specifikace stále chybí.

Z uvedených skutečností vyplývá potřeba modelu kontextu kvality užití pro prostředí ERP systémů se zaměřením na optimalizaci jeho produktivního provozu. Autorem navrhovaný model vychází z principu třívrstvé architektury klient-server a postihuje faktory kontextu ovlivňující celkovou kvalitu užití. Zahrnuje vymezení konkrétních charakteristik, podcharakteristik a měř a poskytuje metodiku pro měření a hodnocení kvality kontextu užití IS.

Základním principem systémů typu ERP je třívrstvá architektura klient-server. Jednotlivé vrstvy tvoří následující služby [10]:

- databázové – sloužící k ukládání a načítání dat;
- aplikační – zajišťující provádění jednotlivých funkcí souvisejících s řízením podnikové ekonomiky;
- prezentační – využívané k vykreslování grafického uživatelského rozhraní na pracovní ploše počítače uživatele.

To znamená, že veškerá data (programy, nastavení systému nebo data aplikací) jsou uložena na databázovém serveru a z něj jsou také načítána. Jednotlivé aplikace (finanční účetnictví, logistika a jiné) jsou zpřístupněny na jednom nebo více aplikačních serverech. Uživatelské dialogy jsou pak vykreslovány prezentačním serverem, který je vždy instalován na osobním počítači uživatele. V případě menších instalací se v praxi postupuje mnohdy tak, že se databázový a aplikační server instaluje na jediný počítač.

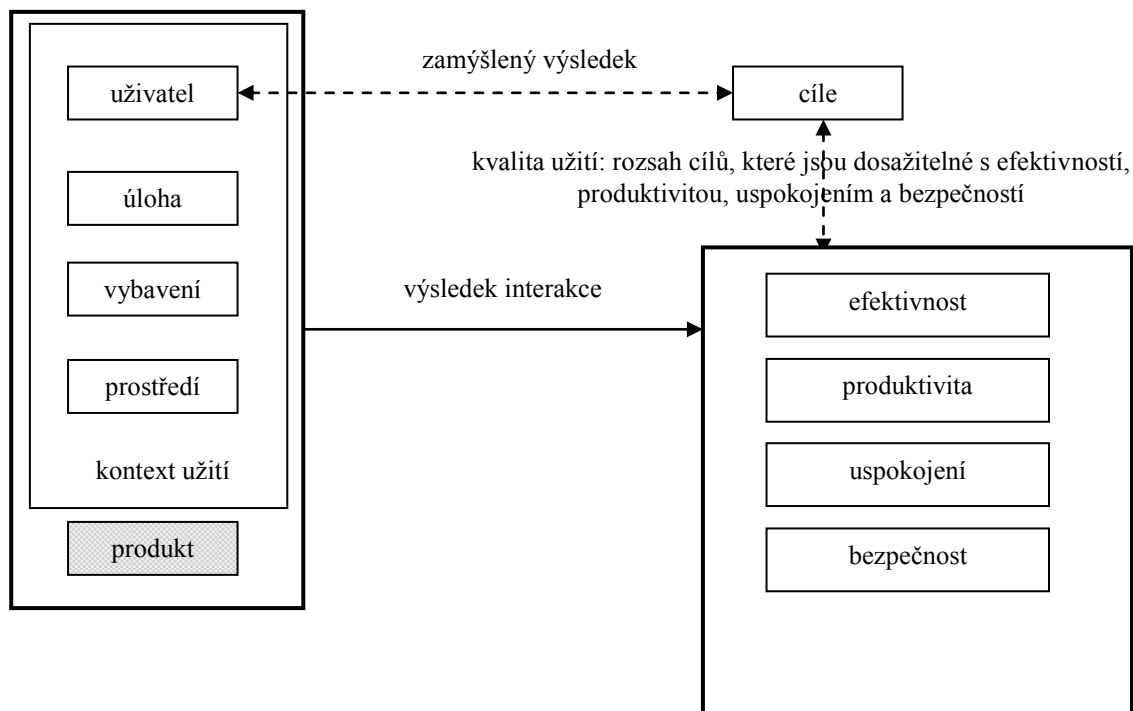


*Obr. č. 19: Třívrstvá architektura klient-server [10].*

Obecně je možné říci, že architektura klient-server představuje kooperativní formu zpracování informací, při níž se na vykonání jednoho úkolu podílí více softwarových komponent. Přitom tyto softwarové komponenty se mohou nacházet jak na jednom počítači, tak mohou být rozděleny na několika počítačích. V tomto případě ale musí být jednotlivé počítače vzájemně propojeny sítí. Pro komunikaci mezi jednotlivými softwarovými komponentami se vždy využívá protokol TCP/IP. Některé softwarové komponenty nabízí služby (servery), jiné komponenty (klienti) tyto služby v případě potřeby využívají.

Podle vymezení třívrstvé architektury klient-server v prostředí ERP systémů se z pohledů produktivního provozu a uživatele dostává do popředí především problematika prezentačního serveru a jeho komunikační vazby na aplikační server. Rámcově lze

popsanou architekturu chápat jako kontext užití, který je definován v technické zprávě č. 4 normy 9126 pro model kvality užití [26]. Tento model kromě dříve zmíněných charakteristik kvality užití postihuje také produkt v kontextu užití, společně ve vazbě na stanovené cíle:

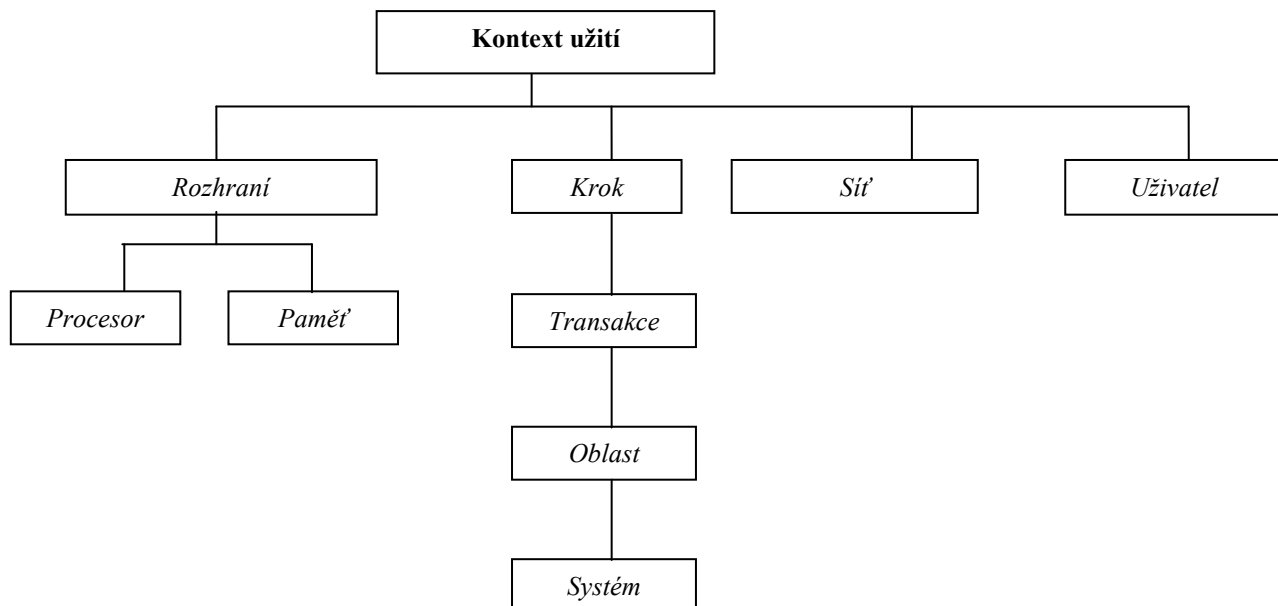


Obr. č. 20: Model kvality užití normy 9126 [26].

## 5.1 Navrhovaný model kontextu kvality užití

Ze stávající situace popsané výše plyne aktuálnost požadavku na vymezení modelu zohledňujícího specifika kontextu ERP systémů v produktivním provozu za účelem zajištění optimalizace kvality užití. Navrhovaný model kvality kontextu užití pro prostředí ERP systémů v produktivním provozu znázorňuje následující schéma:

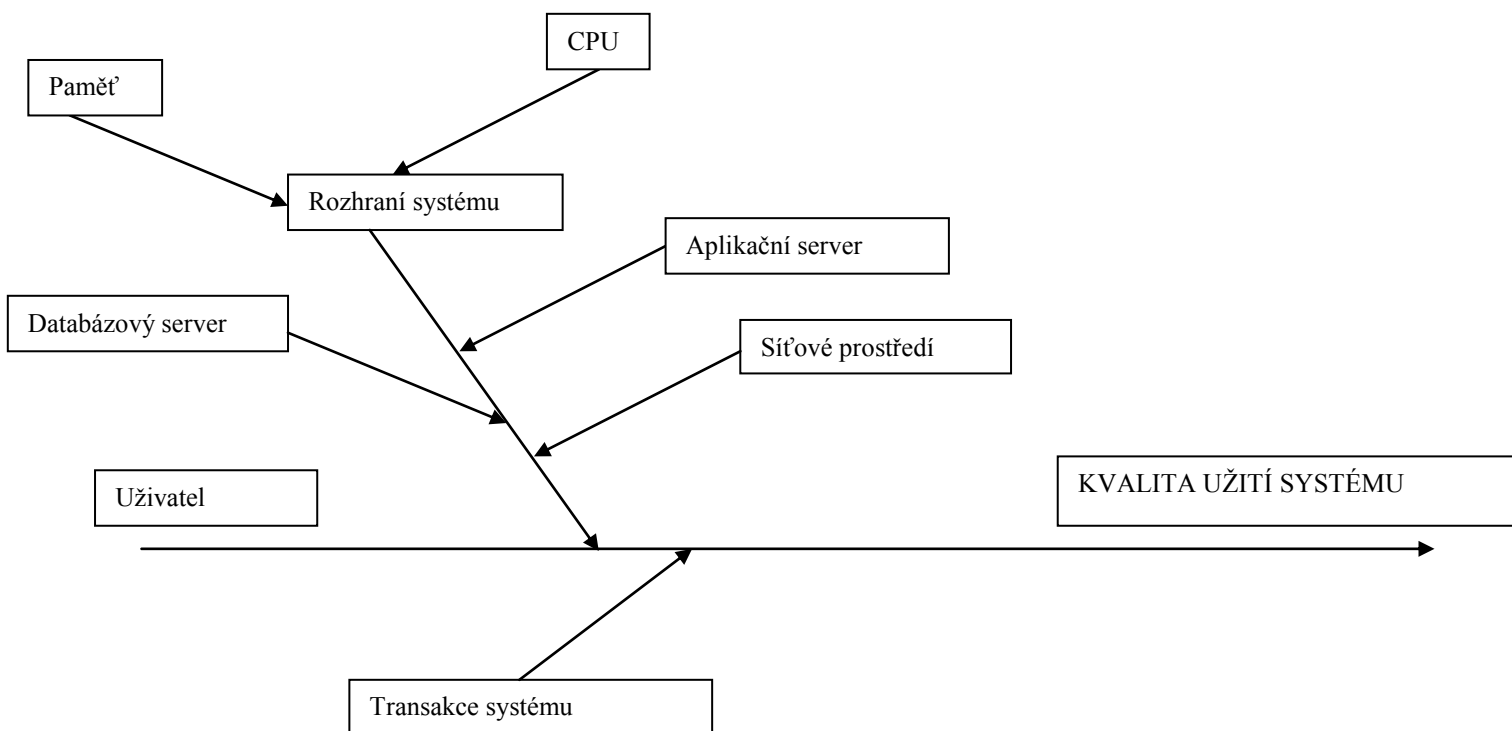




*Obr. č. 21: Model kvality kontextu užití ERP systémů v produktivním prostředí (vlastní zpracování).*

Charakteristika jednotlivých prvků modelu kvality kontextu užití je uvedena níže.

Jednotlivé faktory ovlivňující celkovou kvalitu užití pro prostředí ERP systémů znázorňuje níže zobecněný Ishikawův diagram, který postihuje příčiny působící na výslednou kvalitu užití především z pohledu optimalizace doby odezvy systému. Identifikace faktorů proběhla na základě důkladné analýzy procesů pro ERP systémy a dlouhodobých zkušeností s produktivním provozem ERP systémů.



Obr. č. 22: Ishikawův diagram pro navrhovaný model kvality kontextu užití (vlastní zpracování).

Na základě stanovených faktorů byly odvozeny charakteristiky a podcharakteristiky vycházející z navrhovaného modelu kontextu kvality užití uvedeného výše:

- Rozhraní – slouží pro interakci uživatele a systému. Zahrnuje jak technické, tak programové vybavení na straně uživatele (např. osobní počítač nebo čtečka čárových kódů s instalovaným operačním systémem a klientem systému). Rozděluje se dále na podcharakteristiky „procesor“ a „paměť“.
- Transakce – jedná se o produktivní činnost uživatele v ERP systému rozdělující se dále na jeden nebo více dialogových kroků a přiřazená do určité oblasti (jednotky organizační struktury podniku). Oblasti sdružuje dohromady systém jako samostatný celek.
- Prostředí – představuje prvky interakce rozhraní s infrastrukturou systému, která je tvořena fyzickým médiem sloužícím ke komunikaci a dalším technickým vybavením (např. prostředí podnikové informační sítě s aplikačním serverem).
- Uživatel – vystupuje v navrhovaném modelu jako zaměstnanec podniku s určenou funkcí a přiřazenými rolami (např. plánovač výroby v oddělení logistiky).

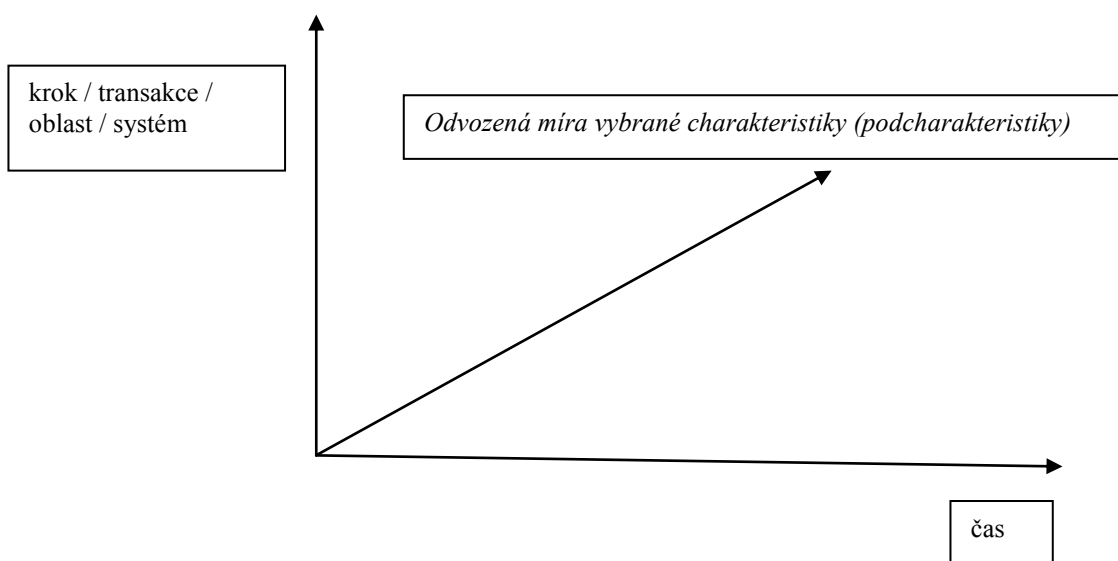
Zmíněné charakteristiky a podcharakteristiky navrhovaného modelu jsou z hlediska měření příliš obecné. Detailnější pohled na kontext ERP systému představují vybrané odvozené míry:

Charakteristika	Míra
Rozhraní	Množství spotřebované paměti aktivních transakcí pro oblast/system
Transakce	Relativní počet aktivních transakcí pro oblast/system
	Počet kroků aktivních transakcí pro oblast/system
Uživatel	Relativní počet aktivní uživatelů pro oblast/system
Prostředí	Množství požadovaných dat transakcí v oblasti/systemu
	Množství požadovaných dat transakcí pro rozhraní v oblasti/systemu
	Množství požadovaných dat transakcí pro aplikační server v oblasti/systemu

Tab. č. 4: Odvozené míry navrhovaného modelu (vlastní zpracování).

Jejich konstrukce vychází z koncepce informačního modelu měření definovaného v normě 15939 [25], který je popsán v kapitole 4.7, a ze tří vymezených dimenzí navrhovaného modelu:

- odvozená míra vybrané charakteristiky (podcharakteristiky),
- čas, a
- krok/transakce/oblast/system.



Obr. č. 23: Dimenze navrhovaného modelu kvality kontextu užití (vlastní zpracování).

Příklad odvozené míry „relativní počet aktivních transakcí pro oblast/systém“ se souborem prvků informačního modelu měření uvádí následující tabulka:

<b>Informační potřeba</b>	Hodnocení výkonnosti oblasti/systému
<b>Měřitelný pojem</b>	Využití transakcí oblasti/systému
<b>Relevantní entity</b>	1. Přehled transakcí 2. Přehled aktivních transakcí po dnech
<b>Atributy</b>	1. Seznam transakcí 2. Seznam aktivních transakcí po dnech
<b>Základní míry</b>	1. Počet transakcí 2. Počet aktivních transakcí po dnech
<b>Metoda měření</b>	1. Počítání počtu transakcí 2. Počítání počtu aktivních transakcí po dnech
<b>Typ metody měření</b>	1. Objektivní 2. Objektivní
<b>Stupnice</b>	1. Celá čísla od 0 do nekonečna 2. Celá čísla od 0 do nekonečna
<b>Typ stupnice</b>	1. Absolutní 2. Poměrová
<b>Jednotka měření</b>	1. Transakce 2. Transakce
<b>Odvozená míra</b>	Relativní počet aktivních transakcí pro oblast/systém
<b>Funkce měření</b>	Dělit počet aktivních transakcí oblasti systému počtem uživatelů oblasti systému po dnech
<b>Indikátor</b>	Průměrný počet aktivních transakcí pro oblast/systém
<b>Model</b>	Konstrukce Shewhartových regulačních diagramů pro atributy (c, u) s využitím hodnot počtu aktivních transakcí
<b>Rozhodovací kritéria</b>	Výsledky, které jsou mimo kontrolní limity, vyžadují další zkoumání

*Tab. č. 5: Příklad odvozené míry pro navrhovaný model (vlastní zpracování).*

Jako informační potřeba je zde chápáno hodnocení výkonnosti oblasti nebo systému. Pro její vyhodnocení je třeba mít k dispozici celkový seznam transakcí a seznam aktivních transakcí v jednotlivých dnech figurujících v informačním modelu měření jako atributy. Oba seznamy slouží jako podkladová data pro základní míry, které v tomto případě představují celkový počet transakcí a počet aktivních transakcí v jednotlivých dnech. Dělením počtu aktivních transakcí celkovým počtem transakcí pro jednotlivé dny se získají hodnoty odvozené míry relativního počtu aktivních transakcí pro oblast nebo systém v určitém období. Na základě vypočítaných hodnot odvozené míry se konstruují Shewhartovy regulační diagramy c a u, které představují modely pro získání hodnoty indikátoru průměrný počet aktivních transakcí pro oblast nebo systém. Interpretace jeho průběhu v čase je výstupem procesu měření a slouží jako nástroj podpory pro rozhodování při hodnocení výkonnosti oblasti nebo systému. Konstrukce modelů pro získání hodnoty indikátoru a jejich interpretace je popsána dále.

Další odvozené míry se soubory prvků informačního modelu měření pro jednotlivé charakteristiky a podcharakteristiky navrhovaného modelu uvádí příloha 9.2.

Produktivitu a efektivitu uživatelů ERP systému ovlivňuje kromě výše uvedených faktorů především doba odezvy dialogového kroku transakce nebo transakce jako celku. Uživatel ji vnímá v produktivním provozu ze všech faktorů kontextu navrhovaného modelu nejvíce, a to proto, že se mu jeví jako výsledek jejich působení. Doba odezvy se skládá z následujících vybraných komponent, které významně ovlivňují výkon systému:

- Doba odezvy ( $t_r$ ) – odezva celého dialogového kroku (zahrnuje posláni požadavku AS (aplikační server) pracovního procesu dialogem, zpracování dialogu, dokončení dialogu a odevzdání dat prezentační vrstvě; nezahrnuje čas odezvy mezi GUI a AS v obou směrech komunikace - čas přenosu dat, jinak také doba síťového prostředí). Rozděluje se na čas čekání a čas vyřízení (jinak také čas provedení vypočítaný jako součet času DB a doby zpracování).
- Úplná doba odezvy ( $t_{r_{TOTAL}}$ ) – odezva celého dialogového kroku obsahující vliv doby CPU a doby síťového prostředí.
- Doba CPU ( $t_{CPU}$ ) – čas využití procesoru AS pracovním procesem, který je předurčen použitým operačním systémem AS a není součástí doby odezvy (jedná se o dodatečnou a nezávislou informaci k době odezvy).
- Doba síťového prostředí ( $t_{NE}$ ) – doba odezvy mezi AS a rozhraním v obou směrech komunikace.
- Doba DB ( $t_{DB}$ ) – čas vyřízení databázového požadavku včetně odezvy sítě.
- Doba zpracování ( $t_p$ ) – čas pro vlastní vykonání úlohy procesu (jinak také čas vytváření).
- Doba GUI ( $t_{GUI}$ ) – doba posláni dat na rozhraní a čekání na znovu nastavení uživatelských obrazovek dialogu (jinak také doba odezvy mezi AS a rozhraním).
- Doba aplikačního serveru ( $t_{AS}$ ) – rozdíl mezi dobou síťového prostředí a dobou GUI (jinak také doba komunikace od rozhraní k aplikačnímu serveru).
- Čekací doba ( $t_w$ ) – čas, který vzniká, když AS přiděluje nezpracované části úlohy procesu z fronty volným pracovním procesům.

Popsané vztahy mezi jednotlivými komponentami doby odezvy vyjadřují následující vzorce:

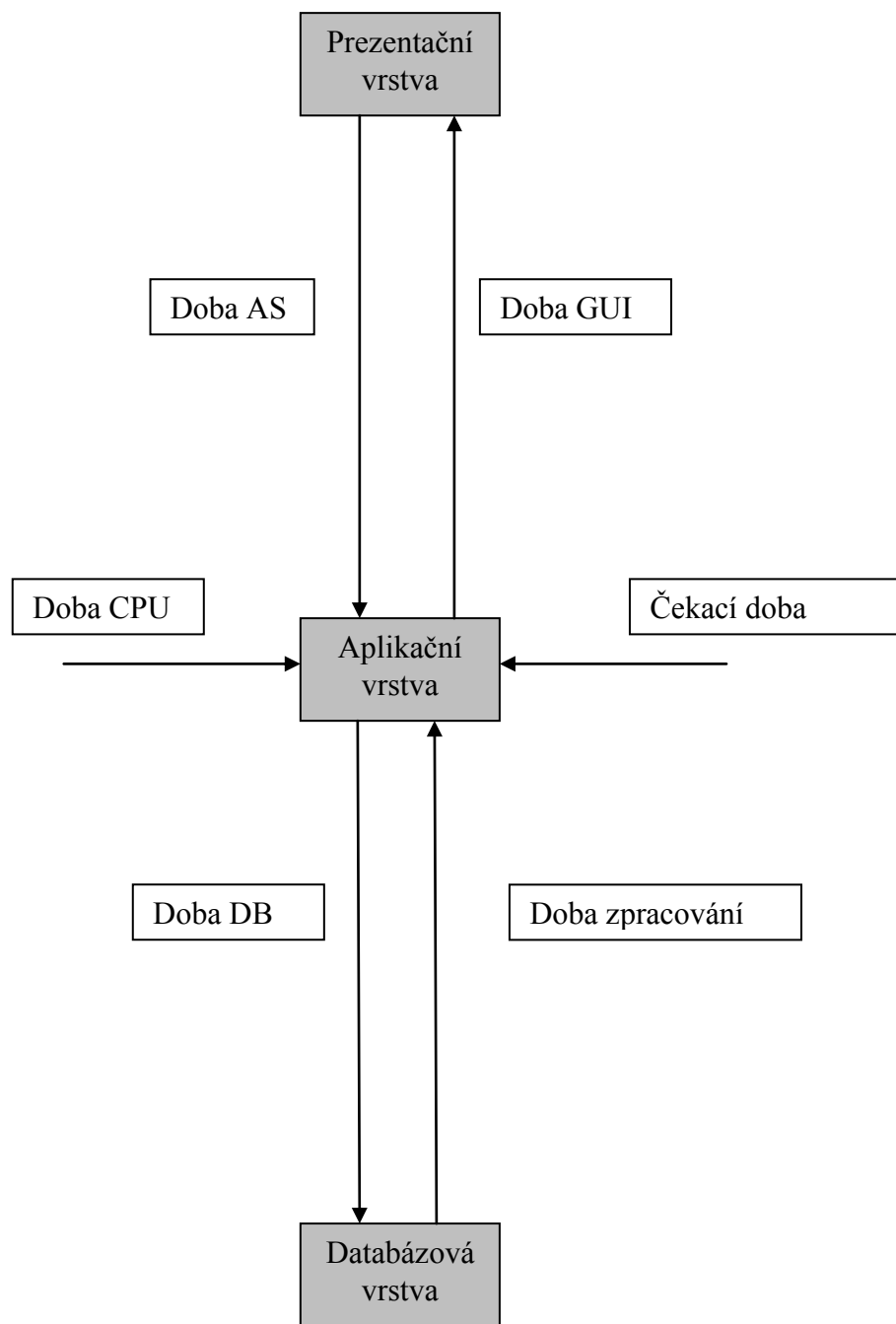
$$t_r = t_w + t_p + t_{DB} \quad (5)$$

$$t_{rTOTAL} = t_r + t_{CPU} + t_{GUI} \quad (6)$$

$$t_{NE} = t_{GUI} + t_{AS} \quad (7)$$

Ze vztahu 5.1.2 plyne, že úplnou dobu odezvy, která je pro uživatele systému směrodatná, neovlivňuje doba AS (komunikace od rozhraní k aplikačnímu serveru). Tento předpoklad je podložen úvahou o zanedbatelném vlivu této komponenty a ověřen dlouhodobými zkušenostmi z produktivního provozu ERP systémů. Naopak působení doby CPU a čekací doby ve vztahu k aplikačnímu serveru na výkon systému opomenout nelze, protože v případě produktivního provozu ERP systémů se jedná o komponenty vypovídající o dostatečném výkonu CPU a volném počtu pracovních procesů.

Následující schéma znázorňuje prvky třívrstvé architektury klient-server a vybraných komponent doby odezvy:



*Obr. č. 24: Jednotlivé složky doby odezvy dialogového kroku v třívrstvé architektuře klient-server (vlastní zpracování).*

Uživatelskému rozhraní v ERP systému odpovídá prezentační vrstva architektury.

Doba odezvy jako další z charakteristik navrhovaného modelu se vztahuje k dialogovému kroku transakce nebo k transakci jako celku. Její vybrané komponenty figurují v modelu jako podcharakteristiky.

Charakteristika „doba odezvy“ a její podcharakteristiky podobně jako výše zmíněné charakteristiky a podcharakteristiky jsou z hlediska měření příliš obecné. Detailnější pohled na provoz systému představují vybrané odvozené míry:

Charakteristika/podcharakteristika	Míra
Doba odezvy	Doba odezvy aktivních transakcí/kroků aktivních transakcí
Doba CPU	Podíl doby CPU na době odezvy pro kroky/transakce
Doba síťového prostředí	Podíl doby síťového rozhraní na době odezvy pro kroky/transakce
Doba DB	Podíl doby DB na době odezvy pro kroky/transakce
Doba zpracování	Podíl doby zpracování na době odezvy pro kroky/transakce
Doba GUI	Podíl doby GUI na době odezvy pro kroky/transakce
Čekací doba	Podíl čekací doby na době odezvy pro kroky/transakce

*Tab. č. 6: Odvozené míry navrhovaného modelu pro „dobu odezvy“ a její podcharakteristiky (vlastní zpracování).*

Jejich konstrukce také vychází z informačního modelu měření definovaného v normě 15939 [25], který je podrobně popsán v kapitole 4.7, a ze tří vymezených dimenzí navrhovaného modelu. Odvozené míry podcharakteristik „doby odezvy“ se měří jako její podíly.

Příklad odvozených měř „Doba odezvy kroků aktivních transakcí“ a „Podíl doby DB na době odezvy pro kroky/transakce“ s uvedením prvků informačního modelu měření popisují následující tabulky:



<b>Informační potřeba</b>	Hodnocení výkonnosti transakcí
<b>Měřitelný pojem</b>	Kvalita doby odezvy
<b>Relevantní entity</b>	1. Přehled doby odezvy kroků transakcí 2. Přehled kroků transakcí po dnech
<b>Atributy</b>	1. Seznam doby odezvy kroků transakcí 2. Seznam kroků transakcí po dnech
<b>Základní míry</b>	1. Doba odezvy kroků aktivních transakcí 2. Počet kroků transakcí po dnech
<b>Metoda měření</b>	1. Počítání doby odezvy kroků transakcí oblasti systému 2. Počítání kroků transakcí oblasti systému po dnech
<b>Typ metody měření</b>	1. Objektivní 2. Objektivní
<b>Stupnice</b>	1. Reálná čísla od 0 do nekonečna 2. Celá čísla od 0 do nekonečna
<b>Typ stupnice</b>	1. Poměrová 2. Poměrová
<b>Jednotka měření</b>	1. Sekunda 2. Krok
<b>Odvozená míra</b>	Doba odezvy kroků aktivních transakcí
<b>Funkce měření</b>	Dělit dobu odezvy kroků transakcí oblasti systému počtem kroků transakcí oblasti systému po dnech
<b>Indikátor</b>	Průměrná doba odezvy aktivních transakcí pro oblast
<b>Model</b>	Výpočet středního procesu a kontrolních limitů s použitím hodnot doby odezvy kroků transakcí pro oblast systému
<b>Rozhodovací kritéria</b>	Výsledky, které jsou mimo kontrolní limity, vyžadují další zkoumání

*Tab. č. 7: Příklad odvozené míry pro navrhovaný model (vlastní zpracování).*

<b>Informační potřeba</b>	Hodnocení kvality doby odezvy
<b>Měřitelný pojem</b>	Způsobitost doby DB
<b>Relevantní entity</b>	1. Přehled doby odezvy kroků transakcí 2. Přehled doby DB kroků transakcí
<b>Atributy</b>	1. Seznam doby odezvy kroků transakcí 2. Seznam doby DB kroků transakcí
<b>Základní míry</b>	1. Doba odezvy kroků transakcí 2. Doba DB kroků transakcí
<b>Metoda měření</b>	1. Počítání doby odezvy kroků transakcí 2. Počítání doby DB kroků transakcí
<b>Typ metody měření</b>	1. Objektivní 2. Objektivní
<b>Stupnice</b>	1. Reálná čísla od 0 do nekonečna 2. Reálná čísla od 0 do nekonečna
<b>Typ stupnice</b>	1. Poměrová 2. Poměrová
<b>Jednotka měření</b>	1. Sekunda 2. Sekunda
<b>Odvozená míra</b>	Podíl doby DB na době odezvy pro kroky/transakce
<b>Funkce měření</b>	Dělit dobu DB pro kroky, transakce a oblasti systému dobou odezvy pro kroky, transakce a oblasti systému po dnech
<b>Indikátor</b>	Podíl doby DB na době odezvy v oblasti/systému
<b>Model</b>	Výpočet středního procesu a kontrolních limitů s použitím podílů hodnot doby DB na době odezvy pro kroky, transakce a oblasti systému
<b>Rozhodovací kritéria</b>	Výsledky, které jsou mimo kontrolní limity, vyžadují další zkoumání

*Tab. č. 8: Příklad odvozené míry pro navrhovaný model (vlastní zpracování).*

V případě „doby odezvy kroků aktivních transakcí“ jako informační potřeba vystupuje hodnocení výkonnosti transakcí. K jejímu měření je třeba mít k dispozici nejdříve seznam doby odezvy kroků transakcí a seznam kroků transakcí v jednotlivých dnech figurujících v informačním modelu měření jako atributy. Oba seznamy slouží jako podkladová data pro základní míry, které v tomto případě představují doba odezvy kroků aktivních transakcí a počet kroků transakcí v jednotlivých dnech. Dělením doby odezvy kroků transakcí počtem

kroků transakcí ve vybrané oblasti pro jednotlivé dny se získají hodnoty odvozené míry doba odezvy kroků aktivních transakcí v určitém časovém období. Na základě těchto hodnot se konstruuji Shewhartovy regulační diagramy c a u, které představují model pro získání indikátoru průměrná doba odezvy aktivních transakcí pro oblast. Interpretace jeho hodnot je výstupem procesu měření a slouží jako nástroj podpory pro rozhodování při hodnocení výkonnosti transakcí. Konstrukce indikátorů a jejich interpretace bude popsána níže.

V případě „způsobilosti doby DB“ jako informační potřeba vystupuje hodnocení kvality doby odezvy. K jejímu měření je třeba mít k dispozici nejdříve seznam doby odezvy kroků transakcí a seznam doby DB kroků transakcí figurujících v informačním modelu měření jako atributy. Oba seznamy slouží jako podkladová data pro základní míry, které v tomto případě představují doba odezvy kroků transakcí a doba DB kroků transakcí. Dělením doby DB kroků transakcí dobou odezvy kroků transakcí pro vybrané kroky/transakce/oblasti v jednotlivých dnech se získají hodnoty odvozené míry podíl doby DB na době odezvy pro kroky/transakce v určitém časovém období. Na základě těchto hodnot se konstruuji Shewhartovy regulační diagramy c a u, které představují model pro získání indikátoru podíl doby DB na době odezvy v oblasti/systému. Interpretace jeho hodnot je výstupem procesu měření a slouží jako nástroj podpory pro rozhodování při hodnocení kvality doby odezvy. Konstrukce indikátorů a jejich interpretace bude popsána níže.

Další odvozené míry pro dobu odezvy a její podíly s prvky informačního modelu měření pro jednotlivé charakteristiky a podcharakteristiky navrhovaného modelu uvádí příloha 9.2.

## **5.2 Navrhované hodnocení kontextu kvality užití**

Odvozené míry navrhovaného modelu kvality užití ukazují průběh naměřených hodnot z hlediska kroku/transakce/oblasti/systému v určitém období. Pro podporu rozhodování pohledem optimalizace produktivního provozu systému je třeba využít modelovací nástroje, které umožňují statistickou analýzu dat. Jedním z takových modelovacích

nástrojů jsou Shewhartovy regulační diagramy, jejichž využití obecně směřuje především do oblasti regulace výrobních procesů.

Regulační diagram má obecně sloužit jako diagnostický nástroj k posouzení, zda se sledovaný proces (představovaný nějakou veličinou nebo veličinami, které jej charakterizují) chová tak, jak se očekává. Zvláště pak, nedošlo-li k nečekané změně procesu. Došlo-li k takové změně, je třeba ji interpretovat a případně přistoupit k nějakému zásahu. Kromě samotné hodnoty je nutno v případě spojité veličiny sledovat také její variabilitu (míru kolísání nebo rozptylu), která je pro posouzení procesu stejně důležitá. Proto Shewhartův diagram musí vždy obsahovat informace jak o sledované hodnotě samotné, tak o její variabilitě [30].

Zvláštní případy jsou takové situace, které jsou při optimálním průběhu procesu velmi nepravděpodobné. Historicky prvním případem je překročení regulačních mezí (kvantilů). Jsou-li regulační meze pro normálně rozdělená data stanoveny jako  $\pm 3\sigma$ , je pravděpodobnost jejich překročení 0,27 %. To znamená, že k překročení dojde v průměru jednou z 370 případů.

Pro data a procesy z oblasti IS/ICT je možné využít dva typy regulačních diagramů:

- pro jednotlivé hodnoty – diagram x-individual a MR diagram, a
- pro atributy – C diagram a U diagram.

### 5.2.1 Regulační diagramy pro jednotlivé hodnoty

Při konstrukci těchto diagramů se vychází z průměrů a směrodatných odchylek přímo naměřených hodnot  $x_i$ . Aby bylo možné sledovat jak úroveň procesu, tak i průběh jeho variability, je nutné používat dva diagramy. První je založen na průměrech (x-individual), druhý na rozpětí mezi po sobě následujícími hodnotami – klouzavém rozpětí (MR-diagram).

Základní linie a regulační meze diagramů se určí následovně:

#### *X-individual*

$$UCL (\text{horní regulační mez}) = \bar{x} + 3\sqrt{\frac{MR}{d_2}} \quad (8)$$

$$CL \text{ (základní linie)} = \bar{x} \quad (9)$$

$$LCL \text{ (dolní regulační mez)} = \bar{x} - 3\sqrt{\frac{\overline{MR}}{d_2}} \quad (10)$$

$$MR_i = |x_i - x_{i-1}| \quad (11)$$

$$d_2 = 1,128 \quad (12)$$

### MR diagram

$$UCL \text{ (horní regulační mez)} = D_4\overline{MR} \quad (13)$$

$$CL \text{ (základní linie)} = \overline{R} \quad (14)$$

$$LCL \text{ (dolní regulační mez)} = 0 \quad (15)$$

$$D_4 = 3,269 \quad (16)$$

### 5.2.2 Regulační diagramy pro atributy

Je-li sledovaným parametrem diskrétní veličina (atribut), používají se regulační diagramy pro atributy (regulační diagramy srovnáním). Jejich princip je stejný jako u diagramů pro spojité veličiny. Protože však rozdělení počtů není normální, používají se pro výpočet regulačních mezí jiné vztahy, odpovídající příslušným kvantilům Poissonova rozdělení. Toto rozdělení má počty, které nejsou omezené pevnou hodnotou. Používají se zde diagramy C a U.

### C diagram

Jedná se o diagram pro diskrétní, celočíselné hodnoty (diagram srovnáním). Počet  $c$  je hodnota, která se vynáší do diagramu. Velikost nebo množství musí být stále stejné.

$$ZL \text{ (základní linie)} = \bar{c} \quad (17)$$

$$LCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} \quad (18)$$

$$UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} \quad (19)$$

### *U diagram*

Diagram pro diskrétní hodnoty (diagram srovnáním) vhodný pro sledování počtu na proměnlivém množství. Počet  $u$  je hodnota, která se vynáší do diagramu. Velikost nebo počet nemusí být stále stejný. Základní linie diagramu je konstantní, šířka regulačních mezí je proměnná, závisí na velikosti dávky (čím je větší dávka, tím je šířka menší).

$$ZL \text{ (základní linie)} = \bar{u} = \sum_{i=1}^M c_i / \sum_{i=1}^M N_i \quad (20)$$

$$LCL \text{ (horní regulační mez)} = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{N_i}} \quad (21)$$

$$UCL \text{ (dolní regulační mez)} = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{N_i}} \quad (22)$$

Veškeré uvedené vztahy jsou aplikací pravidla  $3\sigma$ , u něhož platí, že mimo interval  $\pm 3\sigma$  se obvykle nenaměří žádné hodnoty. Hodnoty LCL a UCL představují 0,135% a 99,865% kvantily. Interval (LCL, UCL) tak vymezuje 99,73% očekávaných naměřených dat. Pravděpodobnost překročení regulačních mezí je tak malá (0,27%), že toto překročení lze považovat za indikaci poruchy procesu.

Z Shewhartových regulačních diagramů zkonstruovaných pro hodnoty odvozených měř jednotlivých charakteristik a podcharakteristik navrhovaného modelu se získají jejich indikátory. Přehled indikátorů pro celý model uvádí následující tabulka:

Charakteristika	Míra
Uživatel	průměrný počet aktivních uživatelů oblasti/systému
Prostředí	průměrné množství požadovaných dat transakcí v oblasti/systému
	průměrné množství požadovaných dat transakcí pro rozhraní v oblasti/systému
	průměrné množství požadovaných dat transakcí pro aplikační server v oblasti/systému
Rozhraní	průměrná spotřeba paměti aktivních transakcí pro oblast/systém
Transakce	průměrný počet aktivních transakcí pro oblast/systém
	průměrný počet kroků aktivních transakcí pro oblast/systém
Doba odezvy	průměrná doba odezvy aktivních transakcí pro oblast/systém
	podíl doby CPU na době odezvy v oblasti/systému
	podíl doby DB na době odezvy v oblasti/systému
	podíl doby GUI na době odezvy v oblasti/systému
	podíl čekací doby na době odezvy v oblasti/systému
	podíl doby zpracování na době odezvy v oblasti/systému
	podíl doby aplikačního serveru na době odezvy v oblasti/systému

*Tab. č. 9: Indikátory pro navrhovaný model (vlastní zpracování).*

Interpretace hodnot indikátorů pro danou informační potřebu slouží jako nástroj podpory pro rozhodování z hlediska optimalizace produktivního provozu systému.

Indikátory s prvky informačního modelu měření pro jednotlivé charakteristiky a podcharakteristiky navrhovaného modelu uvádí příloha 9.2.

### **5.3 Aplikace a testování navrhovaného modelu**

Model kvality užití je navržen tak, aby mohl být použit ve stávajícím prostředí podnikových informačních systémů kategorie ERP.

Jeho využití lze demonstrovat na podniku s počtem 2000 zaměstnanců z odvětví automobilového průmyslu. Jako oblast ERP systému ve vztahu k organizační struktuře podniku je vybrána organizační jednotka procesů údržby a oprav (PM). Počet vybraných uživatelských účtů využívajících přímo tuto oblast činí třináct, z toho sedm zahrnuje uživatele výroby zadávající hlášení poruchy a zbylých šest připadá na uživatele údržby provádějící vlastní zakázky. Počet transakcí v produktivním provozu ERP systému

zabezpečující procesy údržby a oprav činí deset. Výčet uživatelských účtů a transakcí pro vybranou organizační jednotku obsahují následující tabulky:

Organizační jednotka	Uživatelský účet
údržba	UDRZBA01
	UDRZBA1
	UDRZBA2
	UDRZBA3
	UDRZBA5
	UDRZBA6
výroba	LINE1
	LINE2
	LINE3
	LINE5
	LINE6
	LINE7
	LINE8

*Tab. č. 10: Seznam uživatelských účtů vybrané organizační jednotky (vlastní zpracování).*

Oblast	Uživatelský účet
údržba a opravy	ZPMP001A
	ZPMP002A
	ZPMP003A
	ZPMR001A
	ZPMR003A
	ZPMR004A
	ZPMR006A
	ZPMR662A_RIAUFGK20
	ZPMR662A_IP24
	ZPMP

*Tab. č. 11: Seznam transakcí vybrané organizační jednotky (vlastní zpracování).*

Všechna data z produktivního provozu ERP systému hodnoceného podniku se vztahují k časové jednotce jeden den a jejich výběr je omezen pouze na dny pracovní. Doba odezvy a podíly jejich vybraných komponent pro krok/transakci/oblast/systém jsou vypočteny vždy jako průměr v daném dni. Aplikace modelu kvality užití je popsána v následujících příkladech.

Cílem prvního příkladu je analyzovat výkonnost oblasti údržby a oprav. Naměřená data z produktivního provozu ERP systému z období 27 dnů společně s vypočítanou odvozenou mírou „relativní počet aktivních transakcí pro oblast/systém“ ukazuje následující tabulka:

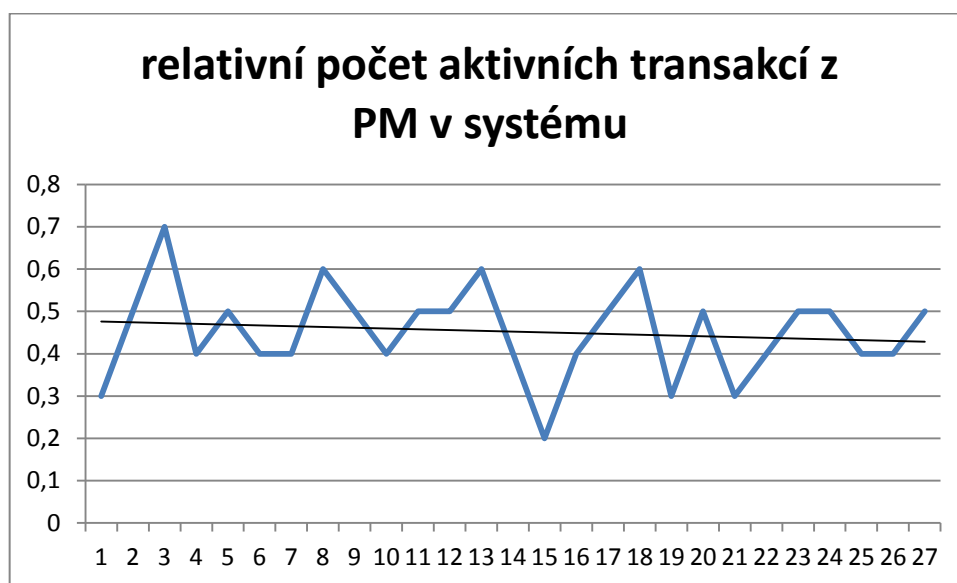
den	počet aktivních transakcí PM v systému	počet aktivních transakcí systému	relativní počet aktivních transakcí z PM v systému	relativní počet aktivních transakcí PM v systému
1	3	438	30,00%	0,68%
2	5	559	50,00%	0,89%
3	7	513	70,00%	1,36%
4	4	441	40,00%	0,91%
5	5	553	50,00%	0,90%
6	4	399	40,00%	1,00%
7	4	580	40,00%	0,69%
8	6	454	60,00%	1,32%
9	5	561	50,00%	0,89%
10	4	507	40,00%	0,79%
11	5	515	50,00%	0,97%
12	5	594	50,00%	0,84%
13	6	498	60,00%	1,20%
14	4	434	40,00%	0,92%
15	2	378	20,00%	0,53%
16	4	441	40,00%	0,91%
17	5	538	50,00%	0,93%
18	6	437	60,00%	1,37%
19	3	511	30,00%	0,59%
20	5	507	50,00%	0,59%
21	3	437	30,00%	0,92%
22	4	538	40,00%	0,93%



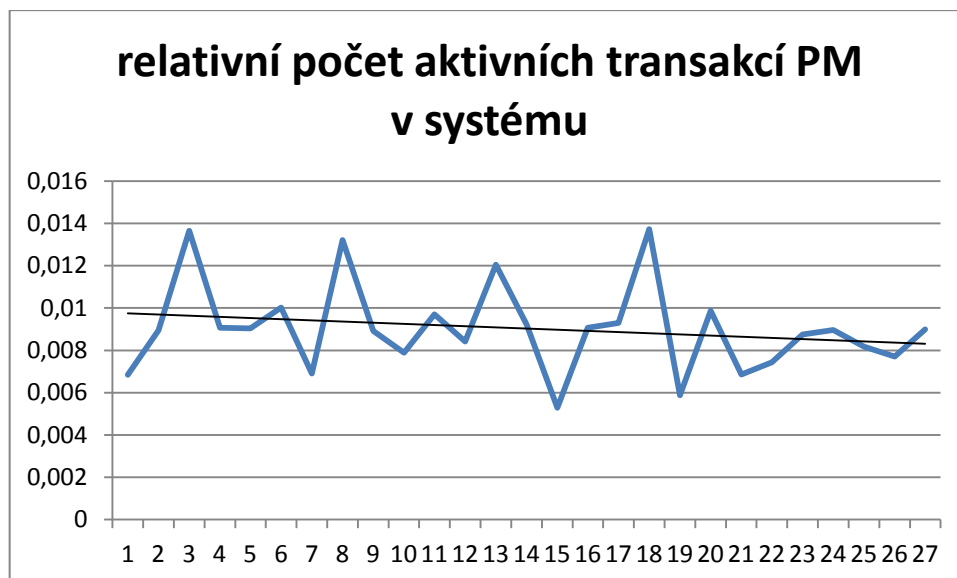
23	5	571	50,00%	0,88%
24	5	558	50,00%	0,72%
25	4	489	40,00%	0,82%
26	4	519	40,00%	0,96%
27	5	556	50,00%	0,00%

*Tab. č. 12: Data z produktivního provozu ERP systému a vypočtená odvozená míra (vlastní zpracování).*

Grafické znázornění odvozených měr pro analýzu výkonnosti vybrané oblasti ukazují následující obrázky:



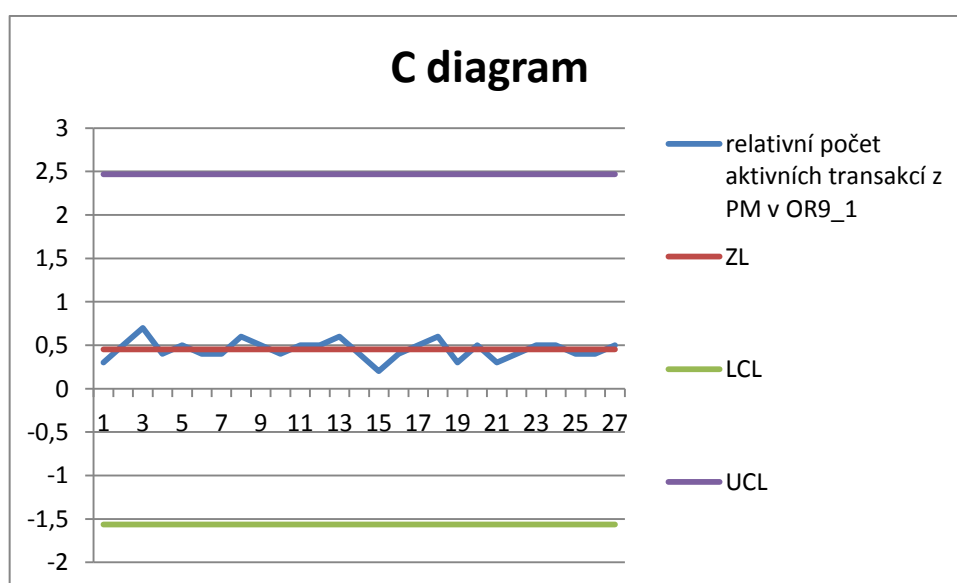
*Obr. č. 25: Relativní počet aktivních transakcí pro oblast (vlastní zpracování).*

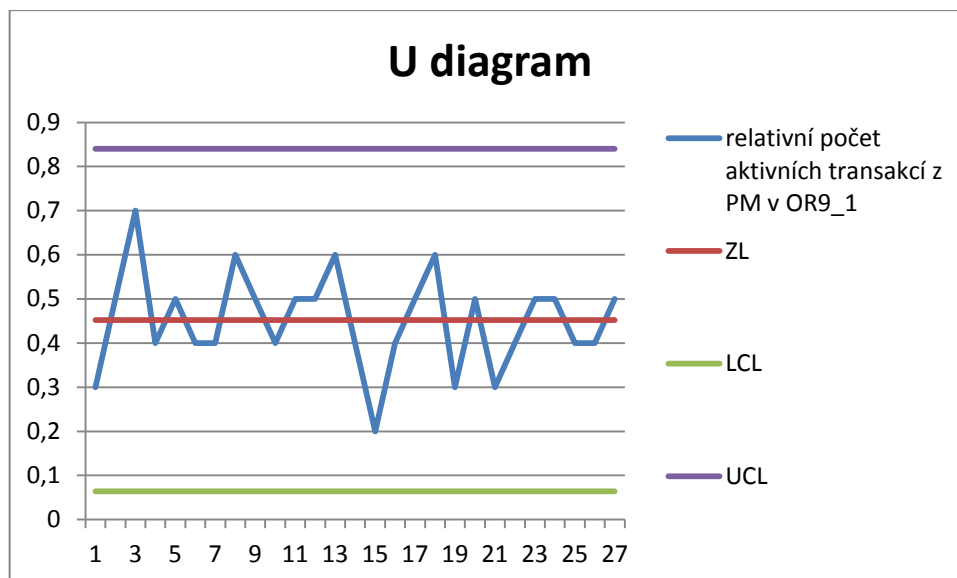


Obr. č. 26: Relativní počet aktivních transakcí pro systém (vlastní zpracování).

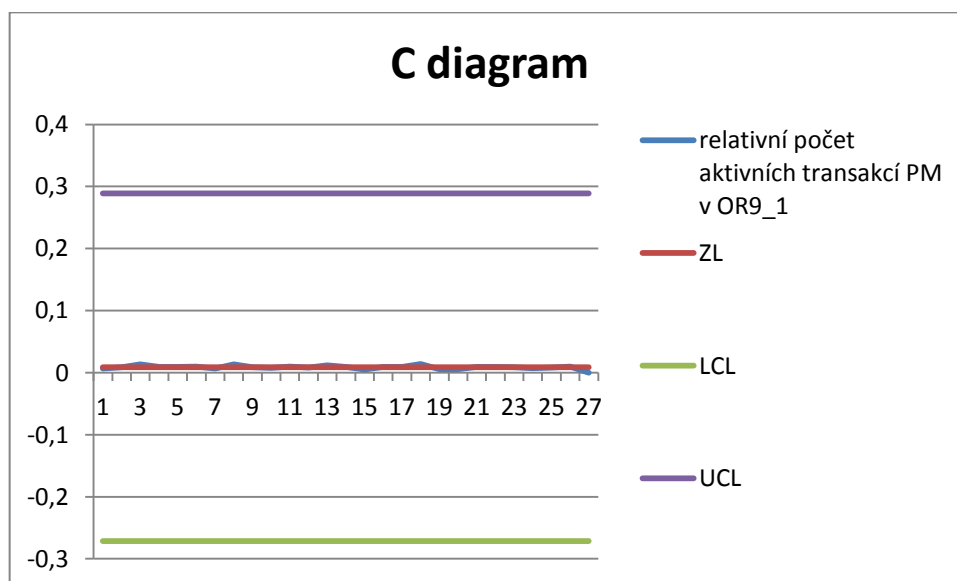
Z prvního grafu lze vyvodit, že relativní počet aktivních transakcí vybrané oblasti v daném období s využitím lineárního trendu kolísal přibližně mezi 40% a 50%. Druhý graf zobrazuje relativní počet aktivních transakcí pro celý systém, který kolísal přibližně mezi 0,8% a 1,0%, za stejných podmínek jako graf předchozí.

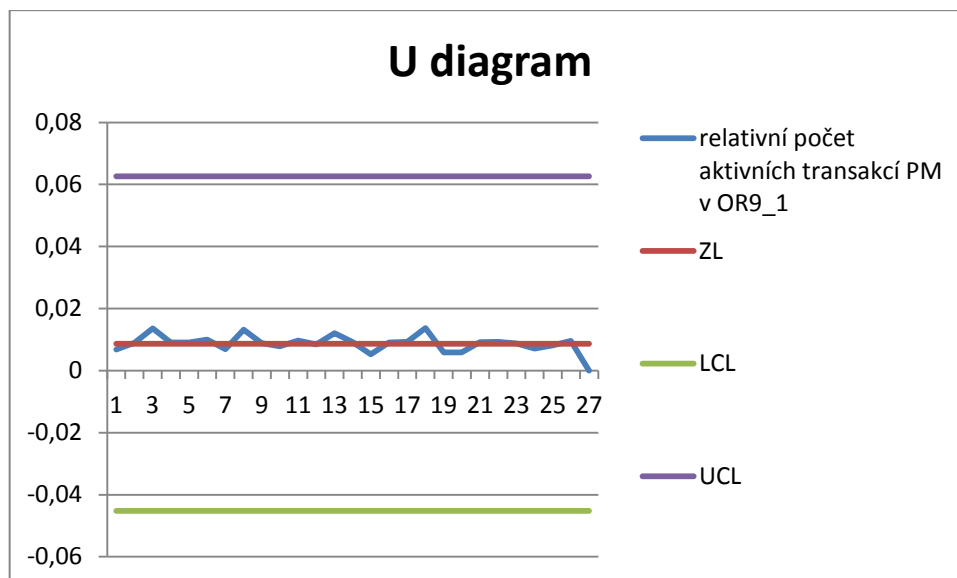
Regulační diagramy pro modelování indikátoru „průměrný počet aktivních transakcí pro oblast nebo systém“ ilustrují následující grafy:





Obr. č. 27: Regulační diagramy relativního počtu aktivních transakcí vybrané oblasti (vlastní zpracování).



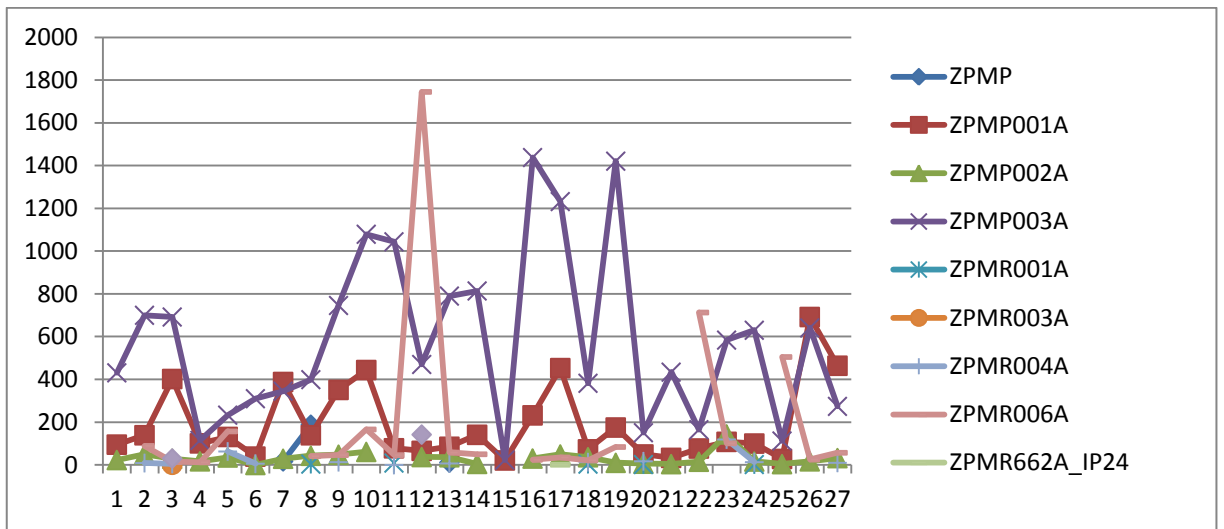


*Obr. č. 28: Regulační diagramy relativního počtu aktivních transakcí pro celý systém (vlastní zpracování).*

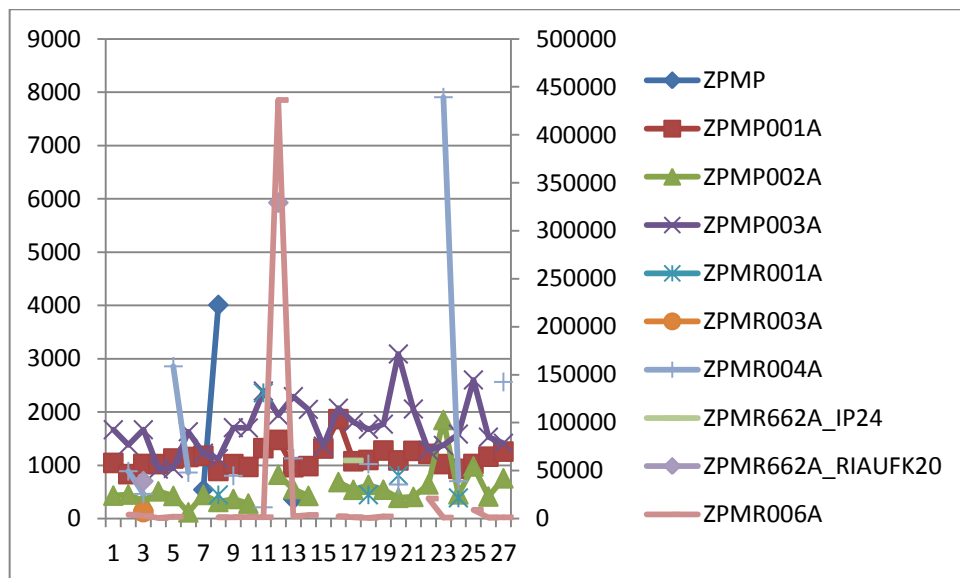
Všechny výše uvedené diagramy ukazují, že hodnoty relativního počtu aktivních transakcí pro vybranou oblast v daném období kolísají přibližně okolo průměru v rámci regulačních mezí. Indikátor „průměrný počet aktivních transakcí pro vybranou oblast“ lze považovat za směrodatný a jeho hodnoty interpretovat při hodnocení výkonnosti vybrané oblasti. Hodnocený podnik má průměrný počet aktivních transakcí v daném období pro vybranou oblast přibližně 50% a pro celý systém přibližně mezi 0% a 10% (statisticky významné jsou u těchto hodnocení příslušné C diagramy, neboť velikost/množství je konstantní). K překročení regulačních mezí nedošlo ani v jednom případě, a tak není nutné přijímat jakékoliv nápravné opatření. Pro další hodnocení je třeba využít analýzu jednotlivých aktivních transakcí ve stejném období pro vybranou oblast.

Další příklad se zaměřuje na analýzu výkonnosti transakcí oblasti údržby a oprav. Naměřená data z produktivního provozu ERP systému z období 27 dnů pro kroky a transakce, 19 dnů pro oblast a 20 dnů pro systém nejsou v práci z důvodu přílišné rozsáhlosti uvedena. Data vypočítaných odvozených měř „doba odezvy kroků aktivních transakcí (aktivních transakcí) pro oblast systému“ a „doba odezvy oblasti systému (systému)“ jsou uvedena v příloze 9.3 jako výstupy kontingenčních tabulek.

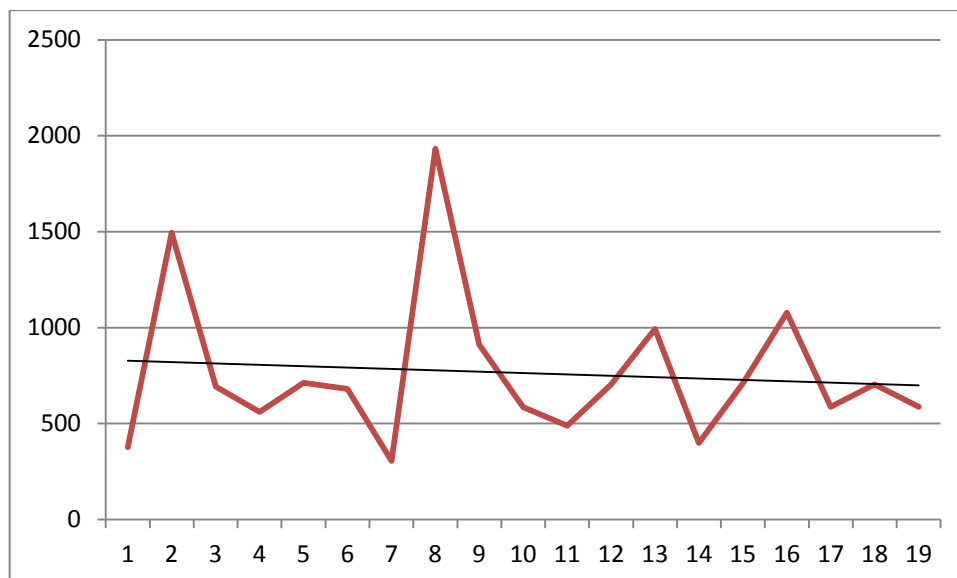
Grafické znázornění odvozených měř pro analýzu výkonnosti transakcí vybrané oblasti ukazují následující obrázky:



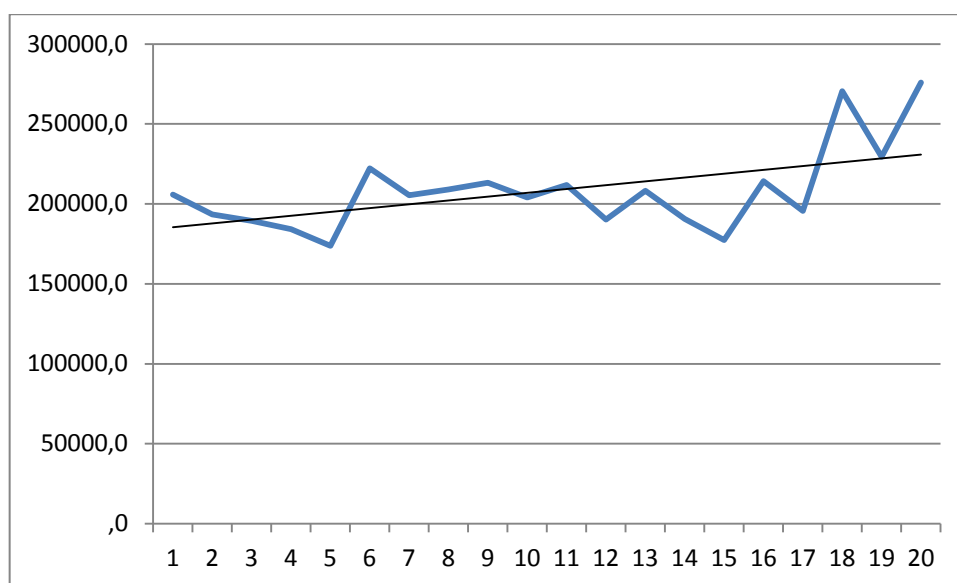
Obr. č. 29: Doba odezvy kroků aktivních transakcí pro oblast systému [ms] (vlastní zpracování).



Obr. č. 30: Doba odezvy aktivních transakcí pro oblast systému [s] (vlastní zpracování).



Obr. č. 31: Doba odezvy oblasti systému [ms] (vlastní zpracování).



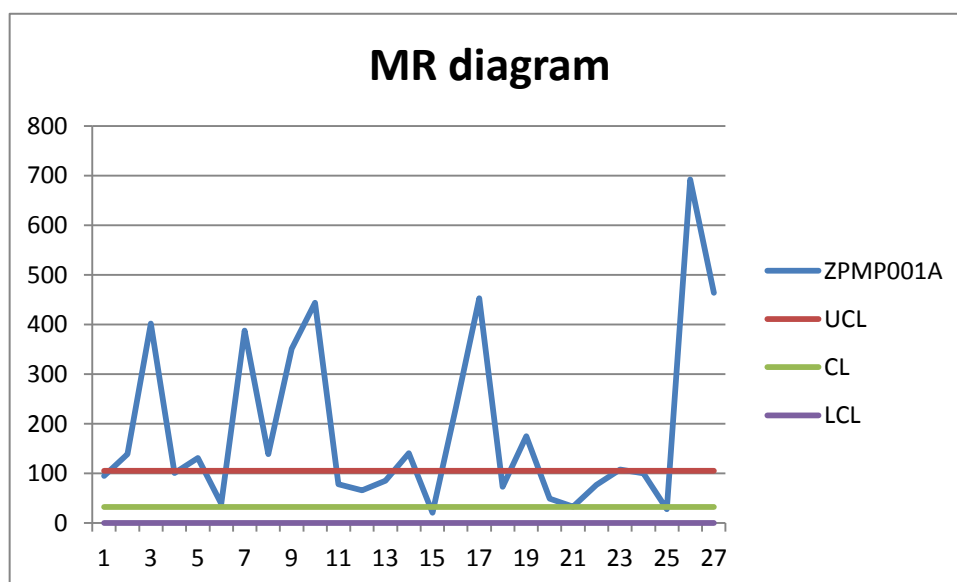
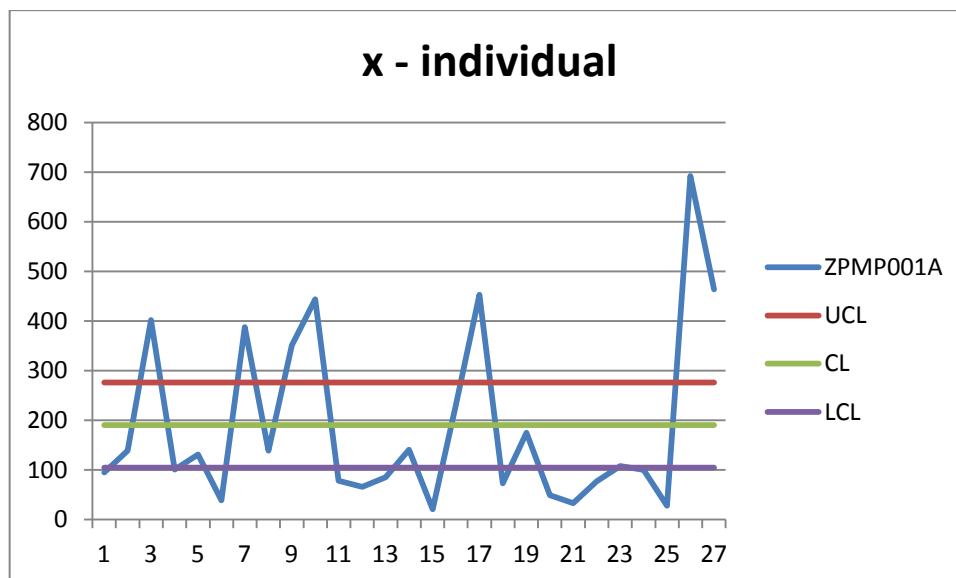
Obr. č. 32: Doba odezvy systému [s] (vlastní zpracování).

Z prvního grafu lze vyvodit, že doba odezvy kroků aktivních transakcí pro vybranou oblast v daném období dosahovala s výjimkou 2 transakcí (ZPMP003A a ZPMR006A) maximální hodnoty přibližně 800 milisekund. Druhý graf zobrazuje dobu odezvy aktivních transakcí, která dosahovala s výjimkou 3 transakcí (ZPMP, ZPMR006A, ZPMR004A) maximální hodnoty přibližně 3 000 milisekund za stejných podmínek jako graf předchozí. Doba odezvy oblasti systému vybrané oblasti v daném období znázorněná ve třetím grafu při použití lineárního trendu kolísala přibližně mezi 500 až 1000 milisekundami. A

nakonec doba odezvy celého systému kolísala přibližně mezi 150 000 až 250 000 sekundami za stejných podmínek jako graf předchozí, což je ukázáno v posledním čtvrtém grafu.

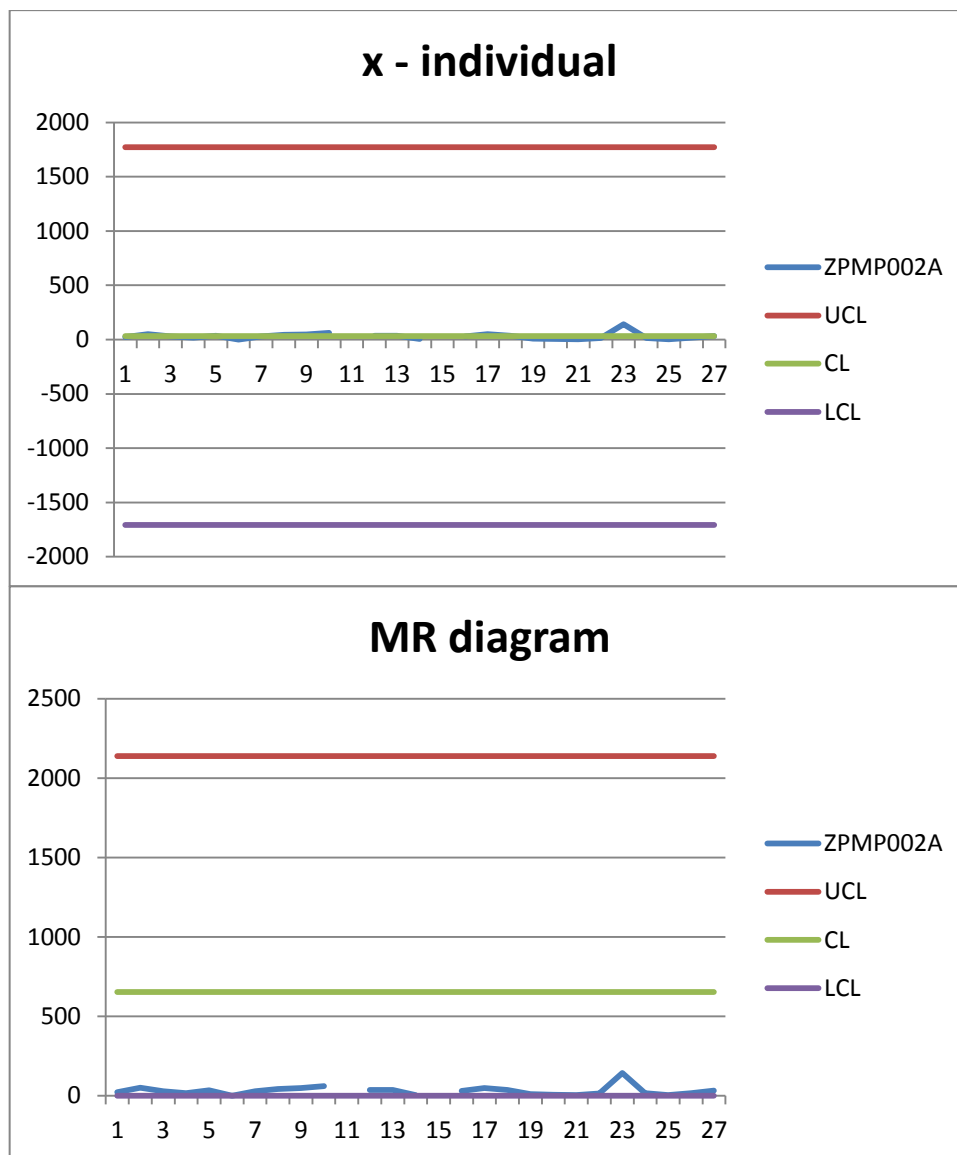
Za pozornost stojí především průběh transakce ZPMR006A znázorněný ve druhém grafu, který obsahuje vybočující měření s hodnotou 436 302,3 milisekund. Příčinou jeho výskytu může být hrubá chyba, překlep nebo prokazatelné selhání techniky nebo lidí. V takovém případě se rozhodne o vyloučení nebo opravě takového měření. Jinou příčinou může být důsledek poruch, chybného měření, technologických chyb, apod. Tehdy je nutné provést identifikaci příčiny vybočení, její vysvětlení a potvrdit oprávněnost předpokladu, že již nenastane. Následně pak toto měření lze vyloučit.

Regulační diagramy pro modelování indikátoru „průměrná doba odezvy aktivních transakcí vybrané oblasti“ ilustrují u tří vybraných transakcí následující grafy:

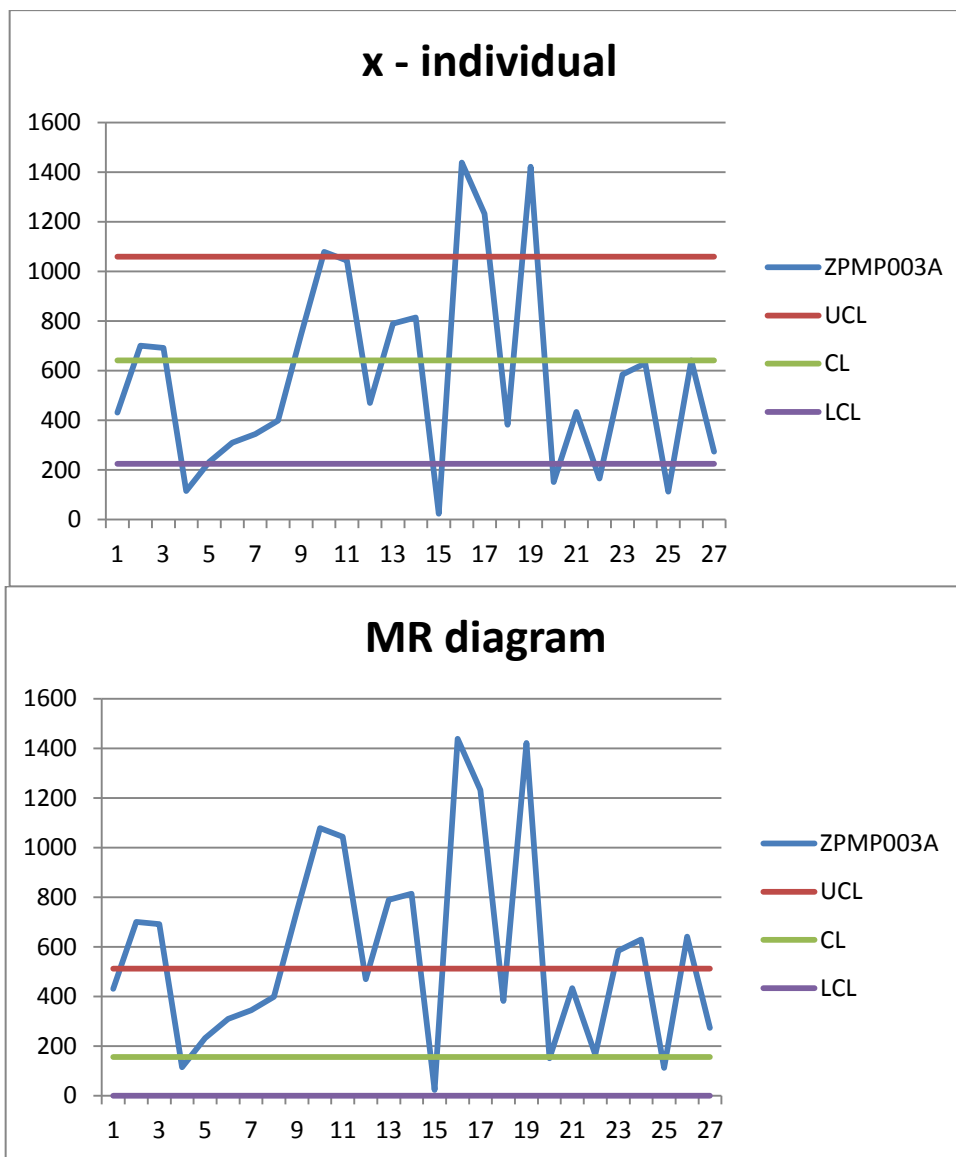


Obr. č. 33: Regulační diagramy průměrné doby odezvy aktivních transakcí vybrané oblasti u transakce ZPMP001A (vlastní zpracování).





Obr. č. 34: Regulační diagramy průměrné doby odezvy aktivních transakcí vybrané oblasti u transakce ZPMP002A (vlastní zpracování).



*Obr. č. 35: Regulační diagramy průměrné doby odezvy aktivních transakcí vybrané oblasti u transakce ZPMP003A (vlastní zpracování).*

První z výše uvedených diagramů ukazuje u několika hodnot překročení horních i dolních regulačních mezí pro průměrnou dobu odezvy aktivní transakce ZPMP001A vybrané oblasti v daném období. Hodnoty průměrné doby odezvy aktivní transakce ZPMP002A znázorněné v druhém diagramu za stejných podmínek jako graf předchozí kolísají přibližně okolo průměru v rámci regulačních mezí. A nakonec v případě transakce ZPMP003A, jejíž průměrnou dobu odezvy aktivní transakce ilustruje poslední třetí diagram za stejných podmínek jako u předchozího grafu, se u několika hodnot vyskytuje překročení dolních i horních regulačních mezí.

Indikátor „průměrná doba odezvy aktivních transakcí pro vybranou oblast“ lze považovat u transakce ZPMP002A za směrodatný a jeho hodnoty interpretovat při hodnocení výkonnosti vybrané oblasti. Hodnocený podnik má průměrnou dobu odezvy aktivní transakce ZPMP002A v daném období pro vybranou oblast přibližně 33 sekund (základní linie diagramu x-individual) s odchylkou blízkou 0 (dolní regulační mez MR diagramu). U transakcí ZPMP001A a ZPMP003A je třeba přistoupit k dalšímu zkoumání příčin a následků překročení regulačních mezí, např. pomocí Ishikawova diagramu nebo analýzy podílů vybraných komponent doby odezvy, a následně přijmout nápravné opatření. Pro další hodnocení je třeba využít analýzu doby odezvy kroků jednotlivých aktivních transakcí ve stejném období pro vybranou oblast.

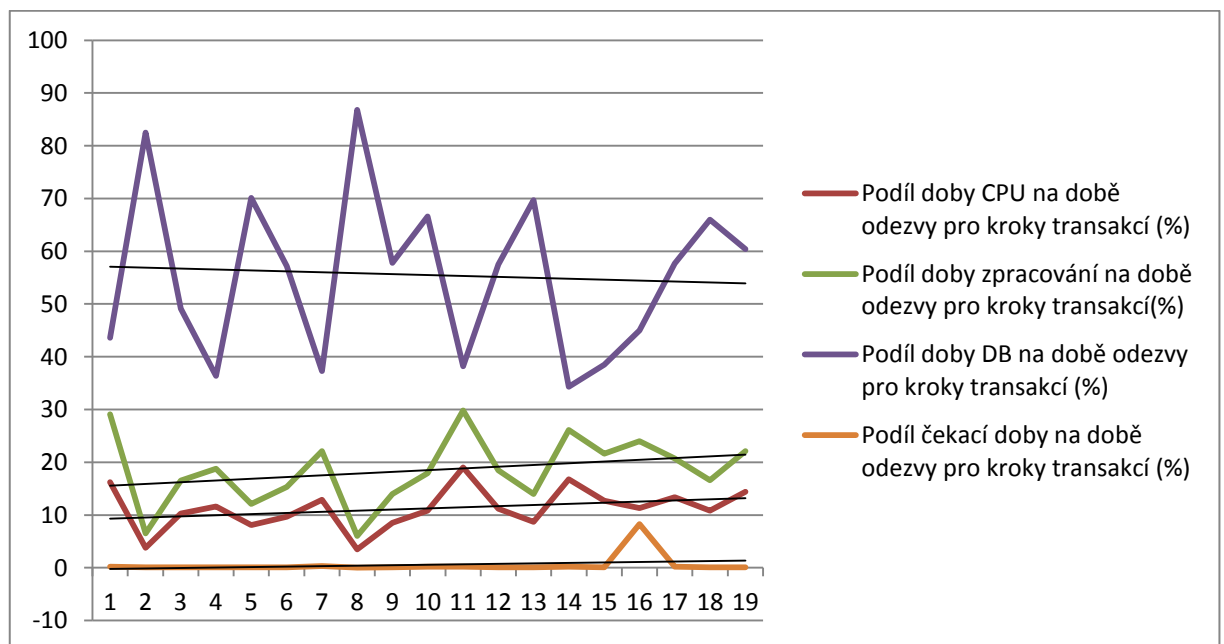
Poslední příklad se zaměřuje na analýzu kvality doby odezvy (podílů vybraných komponent doby odezvy) transakcí oblasti údržby a oprav. Naměřená data z produktivního provozu ERP systému z období 19 dnů nejsou v práci z důvodu přílišné rozsáhlosti uvedena. Data vypočítaných odvozených měř „podíl doby CPU (doby zpracování, doby DB, čekací doby) na době odezvy pro kroky transakcí“ ukazuje následující tabulka:

Den	Podíl doby CPU na době odezvy pro kroky transakcí (%)	Podíl doby zpracování na době odezvy pro kroky transakcí (%)	Podíl doby DB na době odezvy pro kroky transakcí (%)	Podíl čekací doby na době odezvy pro kroky transakcí (%)
1	16,2	29,1	43,6	0,2
2	3,8	6,5	82,5	0,1
3	10,3	16,5	49,1	0,1
4	11,6	18,8	36,4	0,1
5	8,1	12,1	70,1	0,1
6	9,7	15,3	57,2	0,1
7	12,9	22,1	37,3	0,3
8	3,5	6,0	86,8	0,0
9	8,5	14,0	57,8	0,1
10	10,8	17,9	66,6	0,2

11	19,0	29,8	38,2	0,2
12	11,2	18,5	57,5	0,1
13	8,7	14,0	69,7	0,1
14	16,8	26,1	34,3	0,2
15	12,7	21,6	38,5	0,1
16	11,3	24,0	45,0	8,3
17	13,4	20,7	57,7	0,2
18	10,8	16,6	66,0	0,1
19	14,4	22,1	60,4	0,1

Tab. č. 13: Data vypočítaných odvozených měř „podíl doby CPU (doby zpracování , doby DB, čekací doby) na době odezvy pro kroky transakcí“ (vlastní zpracování).

Grafické znázornění odvozených měř pro analýzu podílů vybraných komponent doby odezvy ukazují následující obrázky:



Obr. č. 36: Podíly vybraných komponent doby odezvy pro kroky transakcí (vlastní zpracování).

Z uvedeného grafu lze vyvodit, že podíly vybraných komponent doby odezvy pro kroky transakcí v daném období s využitím lineárního trendu kolísaly přibližně mezi 50% a 60% pro dobu DB, mezi 10% a 30% pro dobu zpracování, do 20% pro dobu CPU a do 10% pro čekací dobu.

V případě podílů vybraných komponent doby odezvy jednotlivým odvozeným mírám odpovídají indikátory, které se s nimi shodují. Není proto nutné je modelovat pomocí regulačních diagramů, ale je možné přistoupit přímo k jejich interpretaci, a to srovnáním s příslušnými doporučenými hodnotami těchto podílů.

Na základě zkušeností z produktivního provozu ERP systémů jsou doporučené hodnoty podílů vybraných komponent doby odezvy stanoveny následovně:

$$\overline{t_w} - \text{řádově několik ms} \quad (23)$$

$$\overline{t_w} < 0,01 \overline{t_r} \quad (24)$$

$$\overline{t_r} \cong 1s \quad (25)$$

$$\overline{t_{CPU}} \cong 0,4 \overline{t_r} \quad (26)$$

$$\overline{t_{DB}} \cong 0,04 \overline{t_r} \quad (27)$$

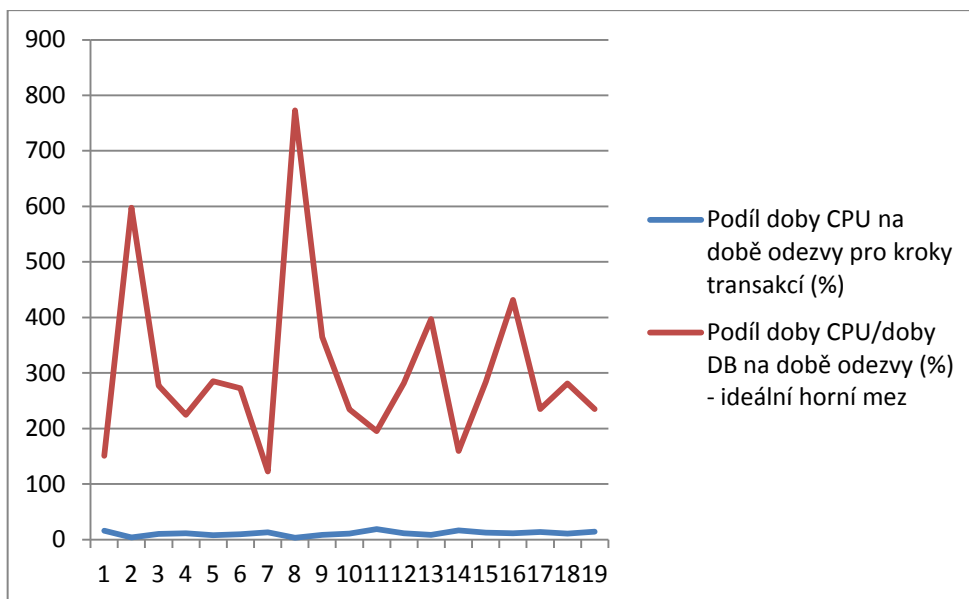
Přitom platí, že OS může tyto hodnoty ovlivnit přibližně z 10% a poměr  $t_{CPU}/t_{rTOTAL}$  by neměl klesnout pod 5%.

Data vypočítaných odvozených měř „podíl doby CPU (doby DB, čekací doby) na době odezvy pro kroky transakcí“, „doba odezvy kroků transakcí“ a „podíl doby CPU na úplné době transakcí“ společně s vypočítanými ideálními mezemi ukazuje následující tabulka:

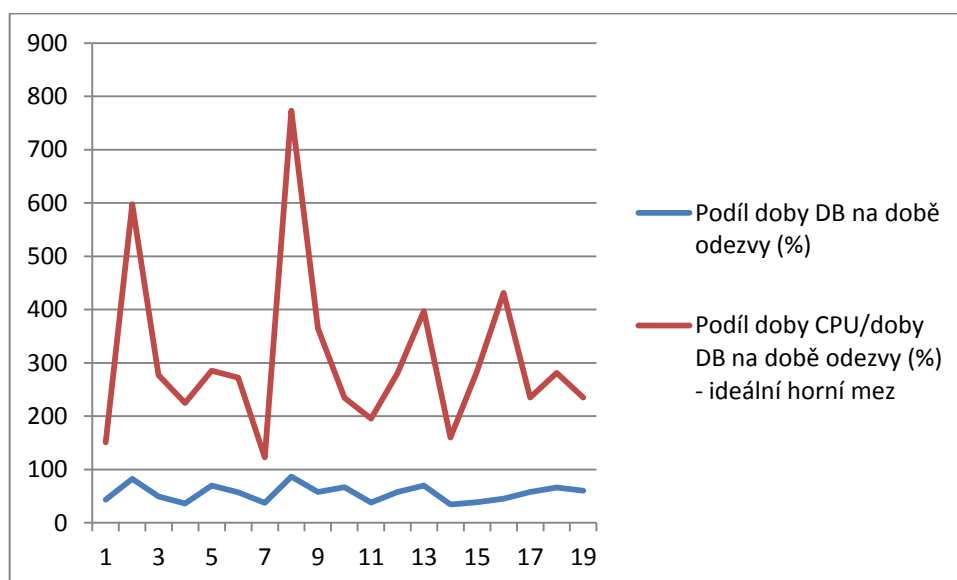
Den	Doba odezvy kroků transakcí [ms]	Podíl doby CPU/doby DB na době odezvy (%) - ideální horní mez	Podíl čekací doby na době odezvy (%) - ideální horní mez	Doba odezvy kroků transakcí [ms] - ideální horní mez	Úplná doba odezvy kroků transakcí [ms]	Podíl doby CPU na úplné době odezvy kroků transakcí (%)	Podíl doby CPU na úplné době odezvy kroků transakcí (%) - ideální dolní mez
1	376,8	150,7	3,8	1000,0	537,8	0,11	0,05
2	1494,6	597,8	14,9	1000,0	1713,3	0,03	0,05
3	692,3	276,9	6,9	1000,0	999,2	0,07	0,05
4	561,5	224,6	5,6	1000,0	875,9	0,07	0,05
5	713,2	285,3	7,1	1000,0	897,1	0,06	0,05
6	681,0	272,4	6,8	1000,0	921,0	0,07	0,05
7	305,9	122,4	3,1	1000,0	430,5	0,09	0,05
8	1932,0	772,8	19,3	1000,0	2135,9	0,03	0,05
9	911,4	364,6	9,1	1000,0	1242,5	0,06	0,05
10	586,2	234,5	5,9	1000,0	726,9	0,09	0,05
11	488,7	195,5	4,9	1000,0	724,1	0,13	0,05
12	703,7	281,5	7,0	1000,0	910,2	0,09	0,05
13	993,1	397,2	9,9	1000,0	1225,9	0,07	0,05
14	399,5	159,8	4,0	1000,0	619,4	0,11	0,05
15	710,7	284,3	7,1	1000,0	1076,4	0,08	0,05
16	1078,6	431,4	10,8	1000,0	1416,9	0,09	0,05
17	588,1	235,2	5,9	1000,0	785,9	0,10	0,05
18	703,5	281,4	7,0	1000,0	892,4	0,08	0,05
19	587,3	234,9	5,9	1000,0	766,3	0,11	0,05

*Tab. č. 14: Data vypočítaných odvozených měř společně s vypočítanými ideálními mezemi (vlastní zpracování).*

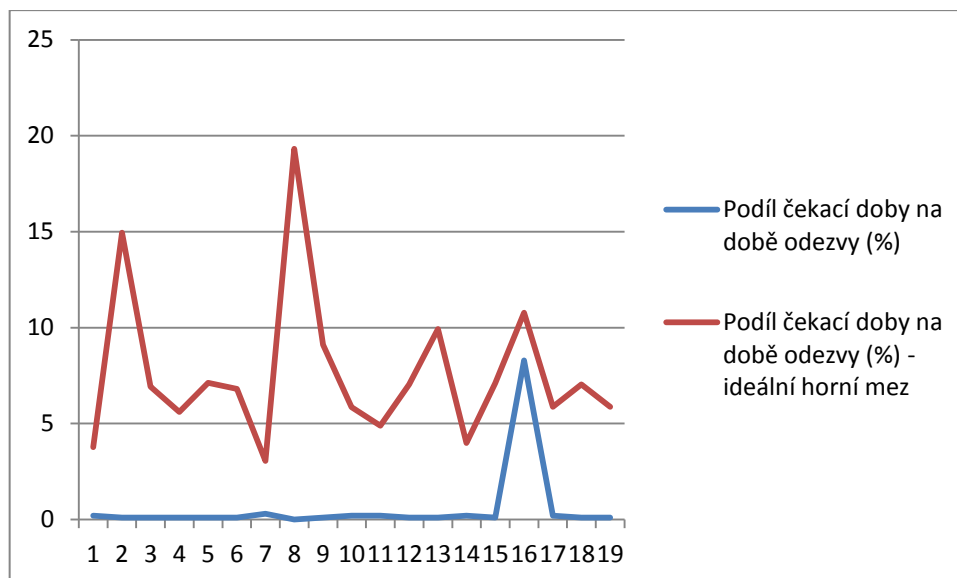
Grafické znázornění naměřených hodnot odvozených měř pro analýzu podílů vybraných komponent doby odezvy ve vztahu k doporučeným hodnotám ukazují následující obrázky:



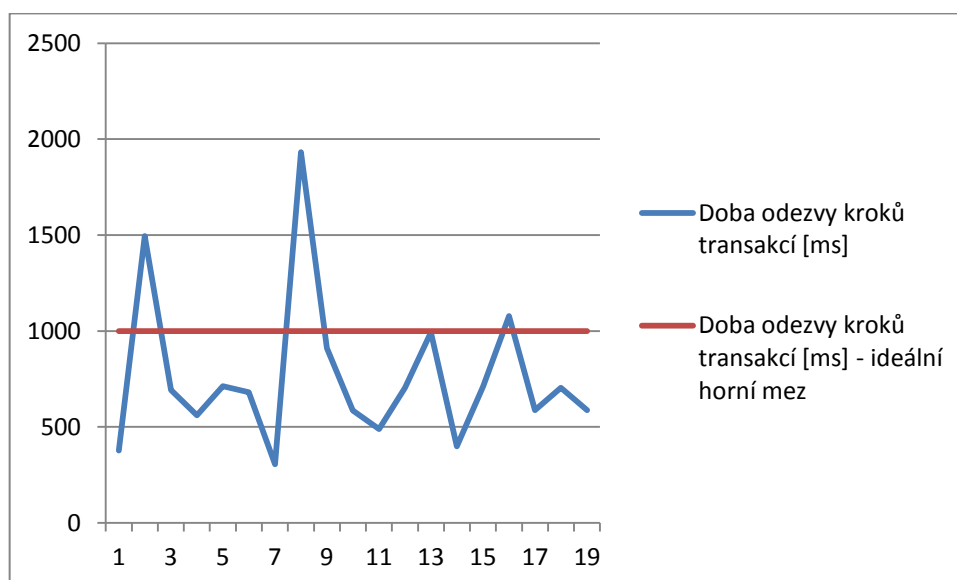
Obr. č. 37: Podíl doby CPU na době odezvy (vlastní zpracování).



Obr. č. 38: Podíl doby DB na době odezvy (vlastní zpracování).

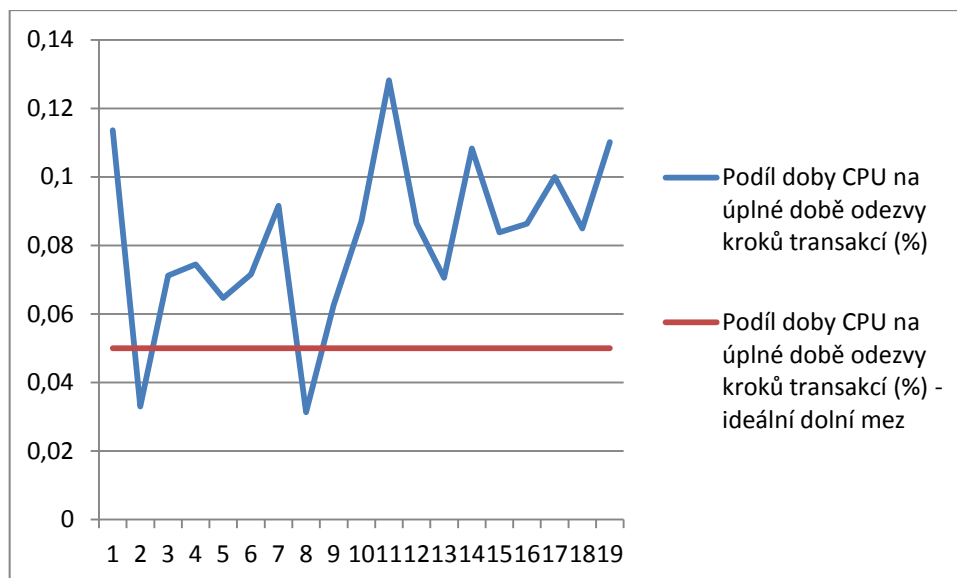


Obr. č. 39: Podíl čekací doby na době odezvy (vlastní zpracování).



Obr. č. 40: Doba odezvy kroků transakcí (vlastní zpracování).





Obr. č. 41: Podíl doby CPU na úplné době odezvy (vlastní zpracování).

Z prvních tří diagramů je možné vyvodit, že hodnoty indikátorů pro vybranou oblast v daném období nepřekračují stanovené horní meze, a není tak nutné přijímat jakékoliv nápravné opatření.

Diagram doby odezvy kroků transakcí ukazuje překročení stanovené horní meze ve třech případech, a proto je třeba přistoupit k dalšímu zkoumání jeho příčin a následků, např. pomocí Ishikawova diagramu nebo analýzy podílů vybraných komponent doby odezvy, a následně přijmout nápravné opatření. Pro další hodnocení je třeba využít analýzu doby odezvy kroků jednotlivých aktivních transakcí ve stejném období pro vybranou oblast.

Poslední diagram podílu doby CPU na úplné době odezvy znázorňuje překročení stanovené dolní meze ve dvou případech. Proto je třeba podobně jako u předchozího diagramu přistoupit k dalšímu zkoumání jeho příčin a následků, např. pomocí Ishikawova diagramu nebo analýzou doby CPU kroků jednotlivých aktivních transakcí ve stejném období pro vybranou oblast, a následně přijmout nápravné opatření. Pro další hodnocení je vhodné sledovat indikátor v delším období. Obecně je možné takové případy interpretovat jako možný výskyt překážky na vstupu/výstupu nebo tak, že přetížení databáze způsobuje dlouhé čekací doby.

Výše uvedené příklady byly použity pro demonstraci aplikace a testování navrhovaného modelu. Další naměřená data z produktivního provozu ERP systému a vypočítané hodnoty

základních měr, odvozených měr a indikátorů jednotlivých charakteristik a podcharakteristik modelu nejsou v práci z důvodu přílišné rozsáhlosti obsaženy. Příklady vybraných dalších odvozených měr a regulačních diagramů uvádí přílohy 9.4 a 9.5.

## 6. VÝSLEDKY A DISKUZE

### 6.1 Význam navrhovaného modelu

Výše uvedené příklady aplikace modelu prokázaly jeho vhodnost pro využití v praxi. Jeho prostřednictvím je možné analyzovat kvalitu kontextu užití ERP systému prostřednictvím pěti různých charakteristik v daném období pro krok/transakci/oblast/systém a následně optimalizovat produktivní provoz tohoto systému. Kromě těchto charakteristik model zohledňuje charakteristiku doba odezvy a podíly na ní jako podcharakteristiky.

Vypovídající hodnotu indikátorů konstruovaných na základě Shewhartových regulačních diagramů ovlivňuje splnění základních předpokladů pro naměřená data z produktivního provozu ERP systému. Jedná se o:

- normalitu rozdělení dat, symetrii;
- konstantní střední hodnotu procesu;
- konstantní rozptyl (směrodatnou odchylku) dat;
- nezávislost, nekorelovanost dat; a
- nepřítomnost vybočujících hodnot.

Tyto předpoklady je nutno testovat před konstrukcí regulačních diagramů postupy pro analýzu a grafickou exploratorní analýzou [30].

Regulační meze jsou stanoveny na základě pravidla  $3\sigma$  popsaného v kapitole 5.2. V mnoha procesech lze ovšem pozorovat v průběhu času více či méně závažné posuny průměru procesu a není tím dodržen předpoklad konstantní střední hodnoty procesu [31]. Příčinou může být např. změna v okolních podmínkách. Základní pravidlo očekávaného posunu je stanoveno na  $1,5\sigma$ . Proto se v praxi uplatňuje koncept Six Sigma představující ve skutečnosti interval  $\pm 4,5\sigma$  pro očekávané hodnoty.

Kromě toho Six Sigma označuje manažerskou metodologii používanou v projektovém řízení. V oblasti IS/ICT se uplatňuje při implementaci informačních systémů, na což autor upozorňuje ve svém článku [1]. Kozubík [32] poukazuje na překážky bránící dalšímu rozšíření Six Sigma:

- existence dvou sad podnikových procesů,
- existence přílišného množství IS/ICT procesů, a
- nedostatečná digitalizace IS/ICT procesů.

## 6.2 Přínosy navrhovaného modelu

Hlavní výsledek práce představuje aplikovatelný model kvality ve spojení s použitelnými mírami a indikátory pro hodnocení užití informačního systému kategorie ERP v kontextu produktivního provozu za účelem jeho optimalizace s uplatněním nástrojů pro řízení kvality. Vzhledem k neexistenci takového typu modelu se předpokládá i jeho možné uplatnění v praxi, zejména ve vztahu zákazníka s dodavatelem systému.

Mezi identifikované přínosy modelu patří:

- vymezení modelu kvality podle charakteru systému,
- vymezení modelu kvality pro produktivní provoz,
- zaměření se na pohled uživatele a dobu odezvy,
- ustanovení měr použitelných v praxi,
- metodika pro hodnocení kvality kontextu užití,
- využití nástrojů pro řízení kvality v modelu,
- identifikace vlivů na kvalitu užití,
- možnost zahrnutí modelu do smlouvy mezi dodavatelem a zákazníkem (SLA).

Navrhovaný model poskytuje možnost zachytit vlastnosti produktu, procesu a organizace a odhad nebo předpověď faktorů ovlivňujících kvalitu. Slouží tedy jako víceúčelový model, protože vychází z koncepce hierarchických modelů prostřednictvím měr a meta-modelů prostřednictvím indikátorů.

## 6.3 Srovnání navrhovaného modelu se současnými modely kvality

Mezi nejpopulárnější modely kvality software se řadí McCallův model kvality software, Boehmův model kvality softwarového produktu, Dromeyho model kvality, model kvality FURPS a model kvality podle normy ISO/IEC 9126 [33].

McCallův model je jeden z nejběžněji používaných modelů kvality software [34]. Tento model poskytuje rámec pro hodnocení kvality prostřednictvím tří úrovní. Nejvyšší úroveň se skládá z jedenácti faktorů kvality, které představují vnější pohled na software (hledisko zákazníka), naproti tomu střední úroveň poskytuje třiatdvacet kritérií kvality pro faktory kvality. Tato kritéria reprezentují vnitřní pohled na software (hledisko vývojáře). Konečně na nejnižší úrovni poskytuje sada matic míru pro kritéria kvality [35]. Výhodou McCallova modelu je hodnocení vztahů mezi vnějšími faktory kvality a kritérii kvality produktu [36]. Nicméně nevýhody tohoto modelu spočívají v tom, že funkčnost softwarového produktu není vyjádřena a ne všechny matice jsou objektivní, mnoho z nich je subjektivních [37].

Za účelem hodnocení kvality softwarových produktů předkládá Boehmův model kvality založený na McCallově modelu. Navržený model představuje hierarchickou strukturu podobnou McCallově modelu [34]. Boehmův model ustanovuje mnoho výhod, zejména bere v úvahu užití systému a rozšíření McCallova modelu přidáním charakteristik k vysvětlení faktoru udržitelnosti softwarových produktů [36]. Bohužel nevyjadřuje přístup k hodnocení jeho charakteristik kvality [38].

Model FURPS byl představen Robertem Gradym v roce 1992 [39]. Stojí za pozornost zmínit, že jméno tohoto modelu pochází z pěti charakteristik kvality, zahrnujících funkcionalitu, použitelnost, spolehlivost, výkonnost a možnost podpory. Tyto charakteristiky kvality jsou rozloženy do dvou kategorií: funkční a nefunkční požadavky [39]. Funkční požadavky definují vstupy a očekávané výstupy (funkčnost), zatímco nefunkční požadavky tvoří spolehlivost, výkonnost, použitelnost a možnost podporovy. Avšak jednou nevýhodou tohoto modelu je, že nebyla uvažována přenositelnost software.

Dromeyho model rozšiřuje model podle normy ISO/IEC 9126 přidáním dvou vysokoúrovňových charakteristik k uvedení rámce pro hodnocení kvality softwarových produktů. Proto tento model obsahuje osm vysokoúrovňových charakteristik. Charakteristiky jsou uspořádány do tří modelů kvality zahrnujících model kvality požadavku, model kvality návrhu a model kvality implementace [40]. Podle Behkamala a kol. [37] hlavní myšlenka vedle Dromeyho modelu odhaluje formulaci modelu kvality, který je dostatečně široký pro rozdílné systémy a hodnotí vztahy mezi charakteristikami a podcharakteristikami kvality softwarového produktu. Jednou nevýhodou Dromeyho

modelu je, že spolehlivost a udržitelnost charakteristik nemůže posuzována před skutečnou implementací produktu [36].

Model kvality podle normy ISO/IEC 9126 a jeho rozšíření v rozpracovaném projektu SQuaRE byly podrobně rozebrány v kapitole 4. Hlavní výhodou tohoto modelu je možnost jeho aplikace pro kvalitu libovolného softwarového produktu [36]. Protože model podle normy ISO/IEC 9126 poskytuje charakteristiky a podcharakteristiky kvality, které jsou obecné a společné pro hodnocení kvality softwarových produktů veškerého typu, modely kvality navržené v poslední době jsou odvozené z tohoto modelu. Například Kumar a kol. [41] navrhnul model kvality závislý na modelu podle normy ISO/IEC 9126 za účelem hodnocení kvality software orientovaného podle hlediska. Dále Adnan a kol. [42] navrhnul model pro hodnocení kvality COTS systémů. V neposlední řadě Bertoa a kol. [43] přizpůsobil model podle normy ISO/IEC 9126 pro zajištění modelu kvality systémů založených na komponentách.

Z uvedených modelů kvality pouze Boehmův neuvažuje charakteristiku použitelnosti, která má vazbu na kvalitu užití IS. Bevan [44] ji popisuje jako charakteristiku modelu kvality užití, který dále obsahuje charakteristiky bezpečnost a flexibilita.

Model ERPSQM (ERP System Quality Model) podle normy ISO/IEC 9126 přizpůsobený prostředí ERP systémů představuje Al-Rawashdeh a kol. [33]. Tvrdí, že za účelem definice modelu kvality software, který by měl obsahovat všechny charakteristiky ERP systémů, by měly být uznány nové charakteristiky ERP systémů. Jedná se o kompatibilitu a modularitu jako podcharakteristiky funkčnosti, komplexitu jako podcharakteristiku použitelnosti a znovupoužitelnost jako podcharakteristiku udržitelnosti.

Boehmův a McCallův model se společně s modely FURPS a normy 9126-1 řadí mezi hierarchické modely. Jejich hlavní myšlenka spočívá v hierarchické dekompozici dolů k úrovni, kterou je možné změřit a takto hodnotit kvalitu.

Dromeyho model typově spadá do modelů kvality založených na meta-modelech. Meta-model představuje model modelu kvality, tj. popisuje, jak jsou platné modely kvality strukturovány. Takové modely ukazují složitost koncepce kvality, jež vyžaduje větší

strukturovanost než abstraktní charakteristiky a míry kvality. Nezavádějí ale obecně založený model kvality, který je možné jen přijmout a uplatnit.

#### 6.4 Srovnání navrhovaného modelu s projektem SQuaRE

Současný návrh projektu SQuaRE doporučuje sadu prvků měření k použití u softwarového produktu jako vstupu pro míry kvality vnitřní, vnější a užití v normě 25021 [46]. Soubor měř vnější kvality uvádí následující tabulka:

Jméno třídy prvků měření	Míra
Externí míry	Čas
	Počet funkcí
	Počet chyb
	Počet dat
	Počet operací
	Počet testovacích případů

*Tab. č. 15: Doporučená sada prvků měření [46].*

S koncepcí prvků měření se pojí množství sporných otázek:

- Definice prvků měření neposkytuje kritéria, která dovolí ověřit úplnost a správnost navrhovaného seznamu.
- Seznam prvků obsahuje pouze základní míry, a proto neukazuje, že existují případy prvků měření, které jsou odvozenými mírami.
- Není vysvětleno, proč není využita přijatá terminologie měření zahrnující základní a odvozené míry.
- Je uvedeno, že položky ve výše uvedené tabulce byly určeny a vybrány pomocí průzkumu, ovšem kritéria pro tento průzkum nejsou dokázána, a proto postrádá průhlednost.
- Dokonce ačkoli návrh zmiňuje, že vymezení prvků měření je založeno na normě ISO/IEC 15939, není schopen zpětně sledovat tento standard.

Zatím poslední návrh pro kvalitu užití v rozpracovaném projektu SQuaRE uvádí Bevan [47]. Model kvality užití má nově tři charakteristiky - použitelnost užití, pružnost užití a

bezpečnost. K navrhovanému modelu kvality užití v této práci se váže především charakteristika pružnost užití, která se dále dělí na podcharakteristiky shoda kontextu užití, rozšiřitelnost kontextu užití a přístupnost užití.

Jednotlivé podcharakteristiky pružnosti užití jsou vymezeny takto [47]:

- Shoda kontextu užití – stupeň, kterým použitelnost a bezpečnost vyhovuje požadavkům ve všech zamýšlených kontextech užití.
- Rozšiřitelnost kontextu – stupeň použitelnosti a bezpečnost v kontextech za těmi původně zamýšlenými.
- Přístupnost kontextu – stupeň použitelnosti pro uživatele s nezpůsobilostmi.

Různorodá kritika [48, 49] současného návrhu projektu SQuaRE poukazuje na častou nejednoznačnost principů dekompozice užívaných pro charakteristiky kvality. Dále také upozorňuje na problém nedostatečné podrobnosti výsledných charakteristik kvality pro přímou měřitelnost ve většině případů. Navíc jeden uskutečněný průzkum ukazuje, že méně než 28% podniků používá tyto standardizované modely a 71% z nich si vyvinulo vlastní varianty [50]. Odtud plyne potřeba přizpůsobení systému potřebám uživatele („customizace“), která v současné době stále není dostatečně brána na zřetel.

## 6.5 Sporné otázky ve vztahu ke kvalitě užití

Hlavní vizí stávajících i rozpracovaných modelů kvality je posílení pozice uživatelů software i výrobce na trhu IS/ICT. Otázkou zůstává, zda se vzhledem k velmi rychlému vývoji oboru daří tento záměr naplnit. Shoda na modelu kvality by totiž v ideálním případě měla panovat celosvětová, což ovšem přináší značné časové nároky pro všechny zúčastněné strany.

Další sporný bod představuje otázka, jak obecný má model kvality být ve vztahu k informačním systémům. Možná právě zde spočívá jádro problému, kdy se neuplatňují modely kvality při uzavírání smluv pro nákup nebo provoz informačních systémů.



Bevan [44] podotýká, že kvalita užití může být posuzována jak z hlediska cílů organizace, tak z hlediska cílů uživatele. Uvádí příklad, jak mohou míry efektivity, zdrojů, uspokojení, pružnosti a bezpečnosti být vybírány pro měření kvality užití podle zúčastněných stran.

POHLED	Koncový uživatel <i>Použitelnost</i>	Organizační použití <i>Nákladová efektivnost</i>	Technická podpora <i>Udržování</i>
CÍL	Uspokojení v účelnosti a požitku	Cíle úlohy	Cíle podpory
<b>MÍRY</b>			
<b>Efektivnost</b>	Uživatelská efektivnost	Efektivnost úlohy	Efektivnost podpory
<b>Zdroje</b>	Produktivita (čas)	Nákladová efektivita (penize)	Náklady podpory
<b>Uspokojení</b>	Uspokojení v požitku a účelnosti	Uspokojení managementu	Uspokojení podpory
<b>Pružnost</b>	Individualizace	Přizpůsobení	Přizpůsobitelnost
<b>Bezpečnost</b>	Risk k uživateli (zdraví a bezpečnost)	Komerční risk	Chybovost nebo narušení systému

*Tab. č. 16: Pohledy na kvalitu užití podle zúčastněných stran [49].*

Nové vymezení kvality užití poskytuje rámec pro úplnější přístup ke zpřesnění požadavků na použitelnost a její měření. Bere v úvahu následující otázky:

- Ze kterých pohledů (např. uživatelů, zaměstnanců a/nebo manažerů) je třeba použitelnost zpřesnit a měřit?
- Jaká je širší kontextu užití, ve kterém je důležité ustanovit požadavky na použitelnost?
- Jaké stránky efektivity, produktivity a uspokojení jsou nejdůležitější a jak mohou být měřeny?
- Jaké jsou přijatelné úrovně rizika potenciálních nepříznivých důsledků na rozpoznané pohledy plynoucí z chabé použitelnosti nebo nevhodného výstupu?
- Jaké atributy produktu jsou potřebné k dosažení rozpoznaných cílů?
- Jak mohou tyto atributy produktu být sledovány během vývoje?
- Které jsou nejdůležitější kontexty užití, ve kterých se hodnotí použitelnost?

Pokud je třeba přímo popsat charakteristiky produktu, slouží k tomuto účelu model kvality užití, který bere v úvahu charakteristiky interakcí rozdílných hledisek se systémem. Nejvýznamnějším z těchto hledisek je představa primárního uživatele. To je důvod, proč je kvalita užití často spojována zcela s použitelností. Nicméně kvalita užití může také označovat kvalitu v udržování nebo přenesení produktu, případně poskytování obsahu produktu. Proto pojmy užití a uživatel mají velmi široký význam ve svém kontextu.

## 6.6 Uplatnění navrhovaného modelu

Účelnost modelu kvality užití spočívá především ve sledování vybrané charakteristiky v průběhu času a možnosti její další analýzy. Jako nástroj pro srovnání mezi systémy, oblastmi, transakcemi nebo kroky lze s výhodou využít benchmarking.

Hodnocení stavu kvality je prováděno pracovníky dodavatele IS/ICT nebo nějakou nezávislou poradenskou firmou a to vůči „standardním“ charakteristikám pro jednotlivá kritéria.

Pro podnik by zavedení modelu představovalo přínos díky možnosti zefektivnění provozu IS, případně procesů a jednotlivých činností, které by informační systém zabezpečoval společně s lidmi a organizačními opatřeními. Zároveň by měl jistě pozitivní dopad do celkových nákladů spojených s informačním systémem. Hodnoty jednotlivých měř by bylo možno např. zakotvit přímo do smlouvy s dodavatelem systému ve formě SLA [51].

Navrhovaný model je zaměřen na pohled uživatele a vyzdvihuje především dobu odezvy, na jejíž důležitost poukazuje Jirůtka [45]. Při výběru IS je rovněž nutné zohlednit jeho charakter (rozdílnost mezi např. ERP systémem, CRM systémem a systémem pro rozvoj lidského kapitálu), který ovlivňuje důležitost schopnosti a ochoty uživatele systém užívat. Právě tato skutečnost přispívá k závažnosti požadavku na uživatelskou přívětivost při výběru a následném produktivním provozu IS, protože následně působí na uživatelskou efektivnost a produktivitu.

Možnosti uplatnění navrhovaného modelu jsou následující:

- hodnocení kvality kontextu užití, možnost odhadů a predikcí;
- implementace v jakémkoli podniku bez ohledu na odvětví, počet zaměstnanců nebo obrat finančních prostředků;
- využití ve spojení s benchmarkingem;
- zlepšení produktivity a efektivnosti uživatelů systém;
- nástroj pro podporu rozhodování;
- snadnější identifikace nápravných opatření;

- zahrnutí modelu do SLA.

## 7. ZÁVĚR

Hlavním záměrem dizertační práce bylo nalézt modelu kvality užití pro produktivní provoz v kontextu nasazených systémů typu ERP ve spojení s metodikou pro její hodnocení. Navrhovaný model zaplňuje mezeru v oblasti modelů kvality užití podle konkrétního charakteru informačního systému. Vymezuje kontext užití se zahrnutím jednotlivých faktorů působících na výslednou kvalitu užití v produktivním provozu ERP systémů na principů třivrstvé architektury klient/server při zaměření se na koncového uživatele. Dále stanovuje míry použitelné v praxi a určuje indikátory, které s využitím regulačních diagramů představují nástroj pro hodnocení kvality, možnost odhadů, predikcí a konečně podporu rozhodování o případném přijetí nápravného opatření. Vzhledem k analyzování doby odezvy a jejích komponent lze prostřednictvím příslušných indikátorů ovlivnit produktivitu a efektivitu koncových uživatelů.

Pro další rozvoj modelu je třeba porovnávat výsledky mezi organizacemi navzájem prostřednictvím benchmarkingu a následně jej zpřesňovat např. s pomocí ekonometrického modelování. Poté jej lze zahrnout do SLA, ovšem je třeba zohlednit skutečnost, že SLA může mít rozdílné parametry pro různé kategorie koncových uživatelů. K provozu IS patří také různé možnosti servisních služeb ovlivňujících kvalitu užití, které představují zajímavý přínos pro zákazníka [52].

ERP systémy se v současné době přibližují lidem s důrazem na použitelnost, jednoduchost a efektivnost [53], což pro podnik může představovat úsporu nákladů na školení uživatelů. Nastartovaný relativně pomalý proces obměny naznačuje odklon od stavu na českém ERP trhu z let minulých, kdy bylo poukazováno na nekvalitu konzultantů IS, bránění se jeho rozvoji ze strany podniků a nezavádění moderních technologií (např. cloud řešení) pro jejich provoz [54].

Výsledky dizertační práce přispívají k rozvoji vědního oboru Informační management na Provozně ekonomické fakultě České zemědělské univerzity v Praze. Poskytují model kvality s metodikou hodnocení, který je možné uplatnit v podniku nezávisle na odvětví, ve kterém působí, počtu zaměstnanců nebo obratu finančních prostředků.

## 8. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] BOROVIČKA, V. Uplatnění manažerských metod při hodnocení kvality informačních systémů. *Systémová integrace* [online]. 2012, č. 4 [cit. 2014-4-15]. Dostupný z WWW:  
<[http://www.cssi.cz/cssi/system/files/all/SI\\_2012\\_04\\_14\\_Borovicka\\_0.pdf](http://www.cssi.cz/cssi/system/files/all/SI_2012_04_14_Borovicka_0.pdf)>.
- [2] ČSN ISO/IEC 14598 (369028). *Informační technologie – Hodnocení produktů*. 2000
- [3] MOLNÁR, Z. *Efektivnost informačních systémů*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing, 2001. 180 s. ISBN 80-247-0087-5.
- [4] VANÍČEK, J. *Měření a hodnocení jakosti informačních systémů*. 2. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2004. 328 s. ISBN: 80-213-1206-8.
- [5] MOLNÁR, Z. *Podnikové informační systémy*. 2. vyd. Praha: 2009, České vysoké učení technické. 196 s. ISBN 978-80-01-04380-6.
- [6] VODÁČEK, L., ROSICKÝ, A. *Informační management – pojetí, poslání a aplikace*. 1. vyd. Praha: Management Press, 1997. 146 s. ISBN 80-85943-35-2.
- [7] MOLNÁR, Z. *Moderní metody řízení informačních systémů*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 1992. 347 s. ISBN 80-85623-07-2.
- [8] DOLANSKÝ, V., NĚMEC, V., MĚKOTA, V. *Projektové řízení*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 1996. 372 s. ISBN 80-7169-287-5.
- [9] PORTER, M. *Konkurenční výhoda*. Praha: Victoria Publishing, 1995. 626 s. ISBN 80-85605-12-0.
- [10] MAASSEN, A. a kol. *SAP R/3 Kompletní průvodce*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2007. 733 s. ISBN 978-80-251-1750-7.
- [11] GÁLA, L., POUR, J., ŠEDIVÁ, Z. *Podniková informatika*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing, 2009. 496 s. ISBN 978-80-247-2615-1.
- [12] FOLDYNA, P. Cloud není revoluce, ale evoluce. *IT systems* [online]. 2012, č. 5 [cit. 2014-4-1]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.systemonline.cz/virtualizace/cloud-neni-revoluce-ale-evoluce-1.htm>>.  
ISSN 1802-615X

- [13] SODOMKA, P., KLČOVÁ, H. Aktuální trendy českého ERP trhu. *IT Systems* [online]. č. 1-2, 2014 [cit. 2014-3-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.systemonline.cz/clanky/aktualni-trendy-ceskeho-erp-trhu.htm>>.
- [14] ČSN EN ISO 9000 (010300). *Systémy managementu jakosti – Základy, zásady a slovník*. 2006
- [15] VLČEK, J. *Inženýrská informatika*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 1994. 281s. ISBN 80-01-01071-6.
- [16] VYSUŠIL, J. *Kvalita informací*. 1. vyd. Praha: Institut řízení, 1986. 319 s. ISBN 990000512X.
- [17] MOOS, P. *Informační technologie*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 1993. 200 s. ISBN 80-01-01048-1.
- [18] UČEŇ a kol. *Metriky v informatice: Jak objektivně zjistit přínosy informačního systému*. 1. vyd. Praha: Grada, 2001. 140 s. ISBN 80-247-0080-8.
- [19] VANÍČEK, J. *Měření a hodnocení jakosti informačních systémů*. 2. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2004. 328 s. ISBN: 80-213-1206-8.
- [20] ČSN ISO/IEC 14598 (369028). *Informační technologie – Hodnocení produktů*. 2000
- [21] VANÍČEK, J. *Stav a perspektivy mezinárodní normalizace v oblasti měření a hodnocení jakosti informačních a softwarových produktů*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2004. 67 s. ISBN: 80-213-1129-0.
- [22] ČSN EN ISO 9000 (010300). *Systémy managementu jakosti – Základy, zásady a slovník*. 2006
- [23] O'BRIEN, J. A. *Introduction to Information Systems*. 12. vyd. New York: McGraw-Hill, 2004. 536 s. ISBN: 978-00-728-9042-6.
- [24] ČSN ISO/IEC 9126-1 (369020). *Informační technologie – Jakost softwarového produktu – Model jakosti*. 2002.
- [25] ČSN ISO/IEC 15939 (369040). *Softwarové inženýrství – Proces měření softwaru*. 2003
- [26] ČSN ISO/IEC TR 9126-4. *Charakteristiky a metriky jakosti softwaru – Část 4: Metriky jakosti v užití*. 2004
- [27] UČEŇ a kol. *Metriky v informatice: Jak objektivně zjistit přínosy informačního systému*. 1. vyd. Praha: Grada, 2001. 140 s. ISBN 80-247-0080-8.
- [28] ISO/IEC JTC1/SC7/WG6: Sdílené dokumenty ze zasedání. Montreal. 2013.

- [29] VANÍČEK, J.: Kvalita informačních systémů z pohledu mezinárodní normalizace (aktuální informace). In: *Sborník ze semináře Systémy řízení kvality a bezpečnosti informačních systémů ve zdravotnictví a veřejné správě 2007*. Břeclav: Nemocnice Břeclav, 2007, s. 4-12.
- [30] KUPKA, K. *Statistické řízení jakosti*. 1. vyd. Pardubice: TriloByte, 2001. 191 s. ISBN 80-238-1818-X.
- [31] TÖPFER, A. a kol. *Six Sigma: Koncepce a příklady pro řízení bez chyb*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2008. 508 s. ISBN: 978-80-251-8.
- [32] KOZUBÍK, L.. Six Sigma v informačních technologiích, proč ne? *Centrum pro výzkum informačních systémů* [online]. 2004 [cit. 2014-1-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.cvis.cz/hlavni.php?stranka=novinky/clanek.php&id=70>>.
- [33] AL-RAWASHDEH, T.A.. a kol. Evaluation of ERP Systems Quality Model Using Analytic Hierarchy Process (AHP) Technique. In: *Journal of Software Engineering and Applications*. Sandy Bay: Science & Engineering Support soCiety, 2014, s. 225-232.
- [34] PANOVSKI, G. *Product Software Quality*. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven, Department of Mathematics and Computing Science, 2008. 103 s.
- [35] MCCALL, J.A., RICHARDS, P.K., WALTERS, G.F. *Factors in Software Quality*. Washington: US Department of Commerce: US Rome Air Development Center Reports, 1977.
- [36] FAHMY, S. a kol. Evaluating the Quality of Software in e-Book Using the ISO 9126 Model. In: *International Journal of Control and Automation*. Sandy Bay: Science & Engineering Support soCiety, 2012. s. 115-122.
- [37] BEHKAMAL, B., KAHANI, M., AKBARI, M.K. Customizing ISO 9126 Quality Model for Evaluation of B2B Applications. In: *Information and Software Technology* [online]. č. 51, 2009 [cit. 2014-5-1] Dostupný z WWW: <<http://www.journals.elsevier.com/information-and-software-technology>>.
- [38] BOEHM, B.W. a kol. *Characteristics of Software Quality*. Amsterdam: North Holland Publishing, 1978. ISBN 0444851054.
- [39] GRADY, R.B. *Practical Software Metrics for Project Management and Process Improvement*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1992. ISBN 0-1372-0384-5.
- [40] ROMEY, R.G. Concerning The Chimera. In: *IEEE Software*. Los Alamitos: IEEE Computer Society, 1996. s. 33-43.

- [41] KUMAR, A., GROVER, P.S., KUMAR, R. A Quantitative Evaluation of Aspect-Oriented Software Quality Model (AOSQUAMO). In: *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*. East Lansing: Department of Computer Science, Michigan State University, 2009. s. 1-9.
- [42] ADNAN, R., BASSEM, M. A New Software Quality Model for Evaluating COTS Components. In: *Journal of Computer Science* [online]. č. 2, 2006 [cit. 2014-4-15] Dostupný z WWW: < <http://thescipub.com/journals/jcs> >.
- [43] BERTOIA, M., VALLECILLO, A. Quality Attributes for COTS Components. In: *The 6th International ECOOP Workshop on Quantitative Approaches in Object-Oriented Software Engineering*. Malaga: Universidad de Castilla-La Mancha, 2002, s. 54-66.
- [44] BEVAN, N. Extending Quality in Use to Provide a Framework for Usability Measurement. In: *Proceedings of HCI International 2009* [online]. 2009 [cit. 2014-3-10]. Dostupný z WWW: <[http://www.nigelbevan.com/papers/Extending\\_Quality\\_in\\_Use.pdf](http://www.nigelbevan.com/papers/Extending_Quality_in_Use.pdf)>.
- [45] JIRŮTKA, P. Cena uživatelské přívětivosti. *IT Systems* [online]. 2014, č. 6 [cit. 2014-2-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.systemonline.cz/erp/cena-uzivatelske-privetivosti.htm>>.
- [46] ISO/IEC PDTR 25021. *Software and System Engineering - Software Product Quality Requirements and Evaluation (SQuARE) – Measurement Primitives*. 2004
- [47] BEVAN, N. Classifying and selecting UX and usability measures. In: *COST294-MAUSE Workshop: Meaningful Measures: Valid Useful User Experience Measurement* [online]. 2008 [cit. 2014-2-2]. Dostupný z WW: < <http://nigelbevan.com/papers/Classifying%20and%20selecting%20UX%20and%20usability%20measures.pdf> >.
- [48] AL-KILIDAR, H., COX, K., KITCHENHAM, B. The use and usefulness of the ISO/IEC 9126 quality standard. In: *Proceedings of the International Symposium on Empirical Software Engineering (ISESE '05)*. Noosa: IEEE Computer Society, 2005.
- [49] DEISSENBOECK, F. a kol. An activity-based quality model for maintainability. In: *Proceedings of the 23rd International Conference on Software Maintenance (ICSM '07)*. Paris: IEEE Computer Society, 2007.
- [50] WAGNER, S. a kol. *Software quality in practice: Survey results*. München: Technische Universität München, 2012. 24 s.

- [51] UČEŇ, P. Service Level Agreement aplikačních služeb? *IT Systems* [online]. 2002, č. 3 [cit. 2014-3-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.systemonline.cz/clanky/service-level-agreement-aplikacnich-sluzeb.htm>>.
- [52] KLČOVÁ, H. Jak dodavatelé ERP pečují o své zákazníky: Co lze očekávat od servisních služeb k ERP systémům na českém trhu? *IT Systems* [online]. 2007, č. 12 [cit. 2014-4-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.systemonline.cz/erp/servisni-sluzby-k-erp-systemum.htm>>.
- [53] KRÁLÍČEK, V. ERP systémy se přibližují lidem. *ERP Forum* [online]. 2014 [cit. 2014-4-17]. Dostupný z WWW: <<http://www.erpforum.cz/erp-systemy/erp-systemy-se-priblizuji-lidem.html>>.
- [54] SODOMKA, P. Kritický pohled na realitu českého ERP trhu: Světové trendy se prosazují pomalu. *IT Systems* [online]. 2007, č. 10 [cit. 2014-4-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.systemonline.cz/erp/kriticky-pohled-na-realitu-ceskeho-erp-trhu.htm>>.



## Seznam zkratk a slovník

ABAP – Advanced Business Application Programming

SAP – Systems – Application – Product in data processing

HW - hardware

SW – software

THP – technicko hospodářský pracovník

DSC – dlouhodobé strategické cíle

BPR – Business Proces Re-engineering

ČSN - Česká technická norma

ISO - International Organization for Standardization

IEC - International Electrotechnical Commission

TR - Technical Report

ERP – Enterprise Resource Planning

BPR – Business Process Reengineering

CPU - Central Processing Unit

DB – databáze

GUI – Graphic User Interface

OS – operační systém

AS – aplikační server

COTS – Commercial Off The Shelf

SLA – Service Level Agreement

Cloud – technologie Cloud computing

Outsourcing – správa operačního systému (platformy, aplikace, apod.) třetí osobou

Knowledge management – management znalostí

## Seznam obrázků

<i>Model užítku IS [3].</i>	13
<i>Schéma Porterova modelu (vlastní zpracování).</i>	15
<i>Integrace dat v systému typu ERP [10].</i>	18
<i>Rozhraní ERP systému SAP R/3 (vlastní zpracování).</i>	20
<i>Architektura služeb zařazených v cloudu podle jednotlivých modelů [12].</i>	23
<i>Model jakosti pro vnější a vnitřní jakost [24].</i>	35
<i>Model jakosti pro jakost při používání [24].</i>	39
<i>Charakteristiky, podcharakteristiky a atributy jakosti [10].</i>	40
<i>Klíčové vztahy v informačním modelu měření [25].</i>	41
<i>Skladba norem ISO/IEC řady 250xxx (projekt SQuaRE) [21].</i>	47
<i>Architektura projektu SQuaRE a jeho podprojekty [28].</i>	48
<i>Jednotlivé normy podprojektu Common Industry Format for Usability [28].</i>	48
<i>Vztah mezi normami řady SQuaRE a normami řad 9126 a 14598 [28].</i>	49
<i>Koncepce standardů řady SQuaRE [28].</i>	49
<i>ISO/IEC 25010 System/software quality model [28].</i>	50
<i>Vztah mezi vlastností ke kvantifikaci, QME a mírou kvality [28].</i>	51
<i>Koncepce modelu kvality systému jako služby [28].</i>	52
<i>Kvalita užítí - vztahy mezi normou 9126-1 a 25010 [28].</i>	53
<i>Třívrstvá architektura klient-server [10].</i>	55
<i>Model kvality užítí normy 9126 [26].</i>	56
<i>Model kvality kontextu užítí ERP systémů v produktivním prostředí (vlastní zpracování).</i>	57
<i>Ishikawův diagram pro navrhovaný model kvality kontextu užítí (vlastní zpracování).</i>	58
<i>Dimenze navrhovaného modelu kvality kontextu užítí (vlastní zpracování).</i>	59
<i>Jednotlivé složky doby odezvy dialogového kroku v třívrstvé architektuře klient-server (vlastní zpracování).</i>	63
<i>Relativní počet aktivních transakcí pro oblast (vlastní zpracování).</i>	73
<i>Relativní počet aktivních transakcí pro systém (vlastní zpracování).</i>	74
<i>Regulační diagramy relativního počtu aktivních transakcí vybrané oblasti (vlastní zpracování).</i>	75
<i>Regulační diagramy relativního počtu aktivních transakcí pro celý systém (vlastní zpracování).</i>	76
<i>Doba odezvy kroků aktivních transakcí pro oblast systému [ms] (vlastní zpracování).</i>	77
<i>Doba odezvy aktivních transakcí pro oblast systému [s] (vlastní zpracování).</i>	77
<i>Doba odezvy oblasti systému [ms] (vlastní zpracování).</i>	78
<i>Doba odezvy systému [s] (vlastní zpracování).</i>	78
<i>Regulační diagramy průměrné doby odezvy aktivních transakcí vybrané oblasti u transakce ZPMP001A (vlastní zpracování).</i>	80
<i>Regulační diagramy průměrné doby odezvy aktivních transakcí vybrané oblasti u transakce ZPMP002A (vlastní zpracování).</i>	81
<i>Regulační diagramy průměrné doby odezvy aktivních transakcí vybrané oblasti u transakce ZPMP003A (vlastní zpracování).</i>	82
<i>Podíly vybraných komponent doby odezvy pro kroky transakcí (vlastní zpracování).</i>	84

<i>Podíl doby CPU na době odezvy (vlastní zpracování)</i> .....	87
<i>Podíl doby DB na době odezvy (vlastní zpracování)</i> .....	87
<i>Podíl čekací doby na době odezvy (vlastní zpracování)</i> .....	88
<i>Doba odezvy kroků transakcí (vlastní zpracování)</i> .....	88
<i>Podíl doby CPU na úplné době odezvy (vlastní zpracování)</i> .....	89

## Seznam tabulek

<i>Rozdělení ERP systémů podle velikosti podniku [11]</i> .....	21
<i>Příklady měř ve vztahu k charakteristikám kvality užití [26]</i> .....	42
<i>Obecná hlediska kategorizace měř [27]</i> .....	44
<i>Odvozené míry navrhovaného modelu (vlastní zpracování)</i> .....	59
<i>Příklad odvozené míry pro navrhovaný model (vlastní zpracování)</i> .....	60
<i>Odvozené míry navrhovaného modelu pro „dobu odezvy“ a její podcharakteristiky (vlastní zpracování)</i> .....	64
<i>Příklad odvozené míry pro navrhovaný model (vlastní zpracování)</i> .....	65
<i>Příklad odvozené míry pro navrhovaný model (vlastní zpracování)</i> .....	65
<i>Indikátory pro navrhovaný model (vlastní zpracování)</i> .....	70
<i>Seznam uživatelských účtů vybrané organizační jednotky (vlastní zpracování)</i> .....	71
<i>Seznam transakcí vybrané organizační jednotky (vlastní zpracování)</i> .....	71
<i>Data z produktivního provozu ERP systému a vypočtená odvozená míra (vlastní zpracování)</i> .....	73
<i>Data vypočítaných odvozených měř „podíl doby CPU (doby zpracování , doby DB, čekací doby) na době odezvy pro kroky transakcí“ (vlastní zpracování)</i> .....	84
<i>Data vypočítaných odvozených měř společně s vypočítanými ideálními mezemi (vlastní zpracování)</i> .....	86
<i>Doporučená sada prvků měření [46]</i> .....	95
<i>Pohledy na kvalitu užití podle zúčastněných stran [49]</i> .....	97

## Seznam vzorců

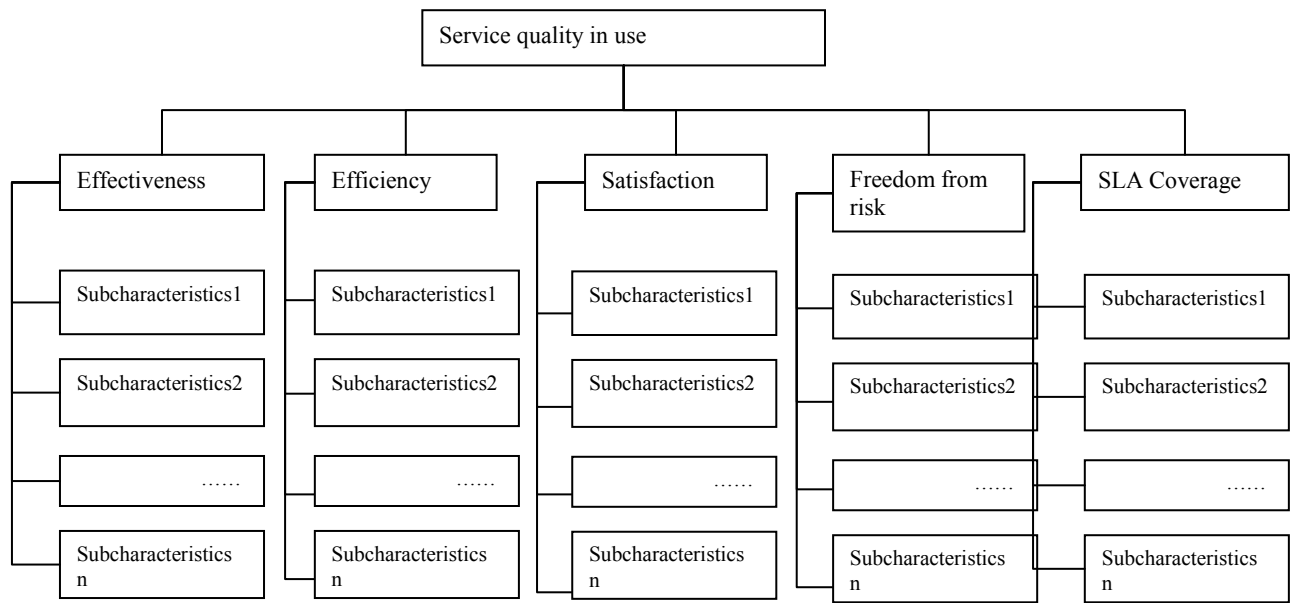
$M1 = 1 - SAi1$ (1)	42
$X = Ta/Tb$ (2)	42
$X = A/B$ (3)	43
$X = A$ (4)	43
$tr = tw + tp + tDB$ (5)	62
$trTOTAL = tr + tCPU + tGUI$ (6)	62
$tNE = tGUI + tAS$ (7)	62
$UCL$ (horní regulační mez) $= x + 3MRd2$ (8)	67
$CL$ (základní linie) $= x$ (9)	68
$LCL$ (dolní regulační mez) $= x - 3MRd2$ (10)	68
$MRI = xi - xi - 1$ (11)	68
$d2 = 1,128$ (12)	68
$UCL$ (horní regulační mez) $= D4MR$ (13)	68
$CL$ (základní linie) $= R$ (14)	68
$LCL$ (dolní regulační mez) $= 0$ (15)	68
$D4 = 3,269$ (16)	68
$ZL$ (základní linie) $= c$ (17)	68
$LCL = c - 3c$ (18)	68
$UCL = c + 3c$ (19)	69
$ZL$ (základní linie) $= u = i = 1Mci / i = 1MNi$ (20)	69
$LCL$ (horní regulační mez) $= u - 3uNi$ (21)	69
$UCL$ (dolní regulační mez) $= u + 3uNi$ (22)	69
$tw$ - řádově několik ms (23)	85
$tw < 0,01 tr$ (24)	85
$tr = 1s$ (25)	85
$tCPU = 0,4 tr$ (26)	85
$tDB = 0,04 tr$ (27)	85

## Seznam příloh

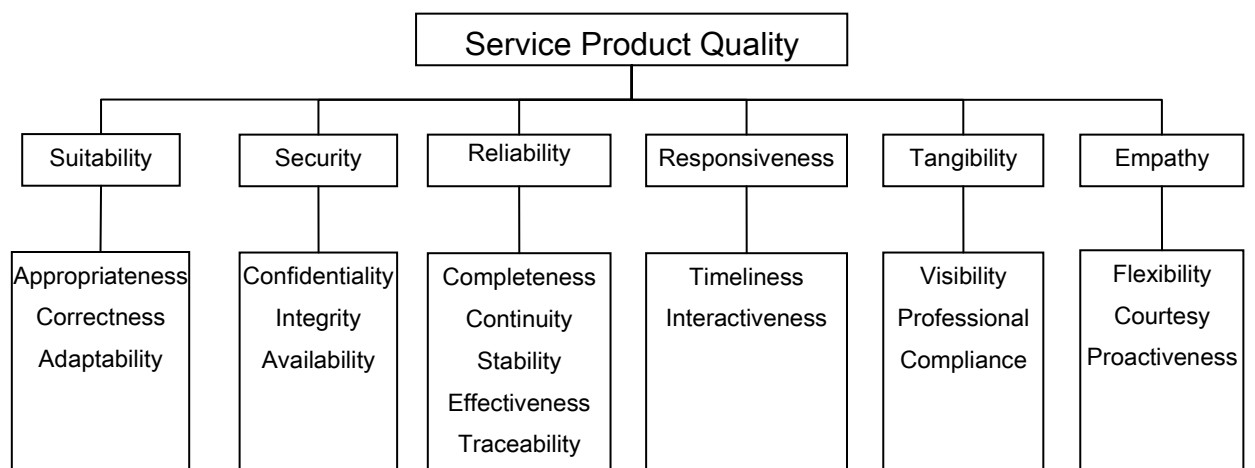
9.1 Projekt SQuaRE – dílčí modely kvality [24] .....	110
9.2 Odvozené míry navrhovaného modelu .....	111
9.2.1 Uživatel .....	111
9.2.2 Síť .....	111
9.2.3 Paměť .....	112
9.2.4 Transakce .....	113
9.2.5 Krok .....	113
9.2.6 Doba odezvy .....	114
9.2.7 Podíly na době odezvy .....	115
9.3 Aplikace a testování navrhovaného modelu – naměřená data a vypočítané odvozené míry .....	117
9.3.1 Doba odezvy kroků aktivních transakcí pro oblast systému [ms] .....	117
9.3.2 Doba odezvy aktivních transakcí pro oblast systému [s] .....	118
9.3.3 Doba odezvy oblasti systému [ms] .....	119
9.3.4 Doba odezvy systému [s] .....	119
9.4 Aplikace a testování navrhovaného modelu – odvozené míry .....	121
9.4.1 Uživatelé .....	121
9.4.2 Transakce .....	122
9.4.3 Kroky transakcí .....	123
9.4.4 Doba odezvy .....	124
9.5 Aplikace a testování navrhovaného modelu – regulační diagramy .....	126
9.5.1 Relativní počet aktivních uživatelů pro oblast .....	126
9.5.2 Relativní počet aktivních uživatelů oblasti pro systém .....	127
9.5.3 Relativní počet aktivních transakcí pro oblast .....	128
9.5.4 Relativní počet aktivních transakcí oblasti pro systém .....	129
9.5.5 Počet kroků aktivních transakcí pro oblast systému .....	130
9.5.6 Doba odezvy transakcí pro oblast systému .....	132

## 9. PŘÍLOHY

### 9.1 Projekt SQuaRE – dílčí modely kvality [24]



*Service quality in use model*



*Service product quality model*

## 9.2 Odvozené míry navrhovaného modelu

### 9.2.1 Uživatel

<b>Informační potřeba</b>	Hodnocení výkonnosti oblasti/systému
	2. Přehled aktivních uživatelů po dnech
<b>Atributy</b>	1. Seznam uživatelů oblasti systému
	2. Seznam aktivních uživatelů oblasti systému po dnech
<b>Atributy</b>	1. Seznam uživatelů
	2. Seznam aktivních uživatelů po dnech
<b>Stupnice</b>	1. Celá čísla od 0 do nekonečna
	2. Objektivní
<b>Stupnice</b>	1. Celá čísla od 0 do nekonečna
	2. Celá čísla od 0 do nekonečna
<b>Typ stupnice</b>	1. Absolutní
	2. Poměrová
<b>Jednotka měření</b>	1. Uživatelé
	2. Uživatelé
<b>Odvozená míra</b>	Relativní počet aktivních uživatelů pro oblast systému
<b>Funkce měření</b>	Dělit počet aktivních uživatelů oblasti systému počtem uživatelů oblasti systému po dnech
<b>Odvozená míra</b>	Relativní počet aktivních uživatelů pro oblast/systém
<b>Funkce měření</b>	Dělit počet aktivních uživatelů oblasti systému počtem uživatelů oblasti systému po dnech
<b>Indikátor</b>	Průměrný počet aktivních uživatelů oblasti/systému
<b>Model</b>	Konstrukce Shewhartových regulačních diagramů pro atributy (c, u) s využitím hodnot relativního počtu aktivních uživatelů
<b>Rozhodovací kritéria</b>	Výsledky, které jsou mimo kontrolní limity, vyžadují další zkoumání

### 9.2.2 Síť

<b>Informační potřeba</b>	Hodnocení výkonnosti oblasti/systému
<b>Měřitelný pojem</b>	Využití oblasti/systému přenosem dat
<b>Relevantní entity</b>	1. Přehled množství požadovaných dat
	2. Přehled aktivních transakcí po dnech
<b>Atributy</b>	1. Seznam množství požadovaných dat po dnech
	2. Seznam aktivních transakcí po dnech
<b>Základní míry</b>	1. Množství požadovaných dat po dnech
	2. Počet aktivních transakcí po dnech
<b>Metoda měření</b>	1. Počítání množství požadovaných dat po dnech
	2. Počítání počtu aktivních transakcí po dnech
<b>Typ metody měření</b>	1. Objektivní
	2. Objektivní
<b>Stupnice</b>	1. Celá čísla od 0 do nekonečna
	2. Celá čísla od 0 do nekonečna
<b>Typ stupnice</b>	1. Poměrová
	2. Poměrová
<b>Jednotka měření</b>	1. kB
	2. Transakce
<b>Odvozená míra</b>	Množství požadovaných dat transakcí v oblasti/systému
<b>Funkce měření</b>	Dělit množství požadovaných dat počtem aktivních transakcí oblasti systému po dnech
<b>Indikátor</b>	Průměrné množství požadovaných dat transakcí v oblasti/systému
<b>Model</b>	Konstrukce Shewhartových regulačních diagramů pro atributy (c, u) s využitím hodnot množství požadovaných dat transakcemi oblasti systému
<b>Rozhodovací kritéria</b>	Výsledky, které jsou mimo kontrolní limity, vyžadují další zkoumání

<b>Informační potřeba</b>	Hodnocení množství požadovaných dat transakcí pro rozhraní
<b>Měřitelný pojem</b>	Množství požadovaných dat transakcí pro rozhraní
<b>Relevantní entity</b>	1. Přehled množství požadovaných dat pro rozhraní 2. Přehled aktivních transakcí po dnech
<b>Atributy</b>	1. Seznam množství požadovaných dat po dnech pro rozhraní 2. Seznam aktivních transakcí po dnech
<b>Základní míry</b>	1. Množství požadovaných dat po dnech pro rozhraní 2. Počet aktivních transakcí po dnech
<b>Metoda měření</b>	1. Počítání množství požadovaných dat po dnech pro rozhraní 2. Počítání počtu aktivních transakcí po dnech
<b>Typ metody měření</b>	1. Objektivní 2. Objektivní
<b>Stupnice</b>	1. Celá čísla od 0 do nekonečna 2. Celá čísla od 0 do nekonečna
<b>Typ stupnice</b>	1. Poměrová 2. Poměrová
<b>Jednotka měření</b>	1. kB 2. Transakce
<b>Odvozená míra</b>	Množství požadovaných dat transakcí pro rozhraní v oblasti/systému
<b>Funkce měření</b>	Dělit množství požadovaných dat pro rozhraní počtem aktivních transakcí oblasti systému po dnech
<b>Indikátor</b>	Průměrné množství požadovaných dat transakcí pro rozhraní v oblasti/systému
<b>Model</b>	Konstrukce Shewhartových regulačních diagramů pro atributy (c, u) s využitím hodnot množství požadovaných dat transakcemi pro rozhraní
<b>Rozhodovací kritéria</b>	Výsledky, které jsou mimo kontrolní limity, vyžadují další zkoumání

<b>Informační potřeba</b>	Hodnocení množství požadovaných dat transakcí pro aplikační server
<b>Měřitelný pojem</b>	Množství požadovaných dat transakcí pro aplikační server
<b>Relevantní entity</b>	1. Přehled množství požadovaných dat pro aplikační server 2. Přehled aktivních transakcí po dnech
<b>Atributy</b>	1. Seznam množství požadovaných dat po dnech pro aplikační server 2. Seznam aktivních transakcí po dnech
<b>Základní míry</b>	1. Množství požadovaných dat po dnech pro aplikační server 2. Počet aktivních transakcí po dnech
<b>Metoda měření</b>	1. Počítání množství požadovaných dat po dnech pro aplikační server 2. Počítání počtu aktivních transakcí po dnech
<b>Typ metody měření</b>	1. Objektivní 2. Objektivní
<b>Stupnice</b>	1. Celá čísla od 0 do nekonečna 2. Celá čísla od 0 do nekonečna
<b>Typ stupnice</b>	1. Poměrová 2. Poměrová
<b>Jednotka měření</b>	1. kB 2. Transakce
<b>Odvozená míra</b>	Množství požadovaných dat transakcí pro aplikační server v oblasti/systému
<b>Funkce měření</b>	Dělit množství požadovaných dat pro aplikační server počtem aktivních transakcí oblasti systému po dnech
<b>Indikátor</b>	Průměrné množství požadovaných dat transakcí pro aplikační server v oblasti/systému
<b>Model</b>	Konstrukce Shewhartových regulačních diagramů pro atributy (c, u) s využitím hodnot množství požadovaných dat transakcemi pro aplikační server
<b>Rozhodovací kritéria</b>	Výsledky, které jsou mimo kontrolní limity, vyžadují další zkoumání

## 9.2.3 Paměť

<b>Informační potřeba</b>	Hodnocení výkonnosti oblasti/systému
<b>Měřitelný pojem</b>	Využití oblasti/systému spotřebou paměti
<b>Relevantní entity</b>	1. Přehled spotřeby paměti 2. Přehled aktivních transakcí po dnech
<b>Atributy</b>	1. Seznam spotřeby paměti 2. Seznam aktivních transakcí po dnech
<b>Základní míry</b>	1. Množství spotřebované paměti 2. Počet aktivních transakcí po dnech
<b>Metoda měření</b>	1. Počítání množství spotřebované paměti 2. Počítání počtu aktivních transakcí po dnech
<b>Typ metody měření</b>	1. Objektivní 2. Objektivní
<b>Stupnice</b>	1. Celá čísla od 0 do nekonečna 2. Celá čísla od 0 do nekonečna
<b>Typ stupnice</b>	1. Poměrová 2. Poměrová
<b>Jednotka měření</b>	1. kB 2. Transakce
<b>Odvozená míra</b>	Množství spotřebované paměti aktivních transakcí pro oblast/systém
<b>Funkce měření</b>	Dělit množství spotřebované paměti oblasti systému počtem aktivních transakcí oblasti systému po dnech
<b>Indikátor</b>	Průměrná spotřeba paměti aktivních transakcí pro oblast/systém
<b>Model</b>	Konstrukce Shewhartových regulačních diagramů pro atributy (c, u) s využitím hodnot množství spotřebované paměti
<b>Rozhodovací kritéria</b>	Výsledky, které jsou mimo kontrolní limity, vyžadují další zkoumání



## 9.2.4 Transakce

<b>Informační potřeba</b>	Hodnocení výkonnosti oblasti/systému
<b>Měřitelný pojem</b>	Využití transakcí oblasti/systému
<b>Relevantní entity</b>	1. Přehled transakcí 2. Přehled aktivních transakcí po dnech
<b>Atributy</b>	1. Seznam transakcí 2. Seznam aktivních transakcí po dnech
<b>Základní míry</b>	1. Počet transakcí 2. Počet aktivních transakcí po dnech
<b>Metoda měření</b>	1. Počítání počtu transakcí 2. Počítání počtu aktivních transakcí po dnech
<b>Typ metody měření</b>	1. Objektivní 2. Objektivní
<b>Stupnice</b>	1. Celá čísla od 0 do nekonečna 2. Celá čísla od 0 do nekonečna
<b>Typ stupnice</b>	1. Absolutní 2. Poměrová
<b>Jednotka měření</b>	1. Transakce 2. Transakce
<b>Odvozená míra</b>	Relativní počet aktivních transakcí pro oblast/systém
<b>Funkce měření</b>	Dělit počet aktivních transakcí oblasti systému počtem uživatelů oblasti systému po dnech
<b>Indikátor</b>	Průměrný počet aktivních transakcí pro oblast/systém
<b>Model</b>	Konstrukce Shewhartových regulačních diagramů pro atributy (c, u) s využitím hodnot počtu aktivních transakcí
<b>Rozhodovací kritéria</b>	Výsledky, které jsou mimo kontrolní limity, vyžadují další zkoumání

## 9.2.5 Krok

<b>Informační potřeba</b>	Hodnocení výkonnosti transakcí
<b>Měřitelný pojem</b>	Využití kroků transakcí
<b>Relevantní entity</b>	1. Přehled kroků transakcí 2. Přehled aktivních transakcí po dnech
<b>Atributy</b>	1. Seznam kroků 2. Seznam aktivních transakcí po dnech
<b>Základní míry</b>	1. Počet kroků transakcí 2. Počet aktivních transakcí po dnech
<b>Metoda měření</b>	1. Počítání kroků transakcí 2. Počítání počtu aktivních transakcí po dnech
<b>Typ metody měření</b>	1. Objektivní 2. Objektivní
<b>Stupnice</b>	1. Celá čísla od 0 do nekonečna 2. Celá čísla od 0 do nekonečna
<b>Typ stupnice</b>	1. Poměrová 2. Poměrová
<b>Jednotka měření</b>	1. Krok 2. Transakce
<b>Odvozená míra</b>	Počet kroků aktivních transakcí pro oblast/systém
<b>Funkce měření</b>	Dělit počet kroků transakcí oblasti systému počtem aktivních transakcí oblasti systému po dnech
<b>Indikátor</b>	Průměrný počet kroků aktivních transakcí pro oblast/systém
<b>Model</b>	Konstrukce Shewhartových regulačních diagramů pro atributy (c, u) s využitím hodnot počtu kroků transakcí
<b>Rozhodovací kritéria</b>	Výsledky, které jsou mimo kontrolní limity, vyžadují další zkoumání

## 9.2.6 Doba odezvy

<b>Informační potřeba</b>	Hodnocení výkonnosti transakcí
<b>Měřitelný pojem</b>	Kvalita doby odezvy
<b>Relevantní entity</b>	1. Přehled doby odezvy kroků transakcí 2. Přehled kroků transakcí po dnech
<b>Atributy</b>	1. Seznam doby odezvy kroků transakcí 2. Seznam kroků transakcí po dnech
<b>Základní míry</b>	1. Doba odezvy kroků aktivních transakcí 2. Počet kroků transakcí po dnech
<b>Metoda měření</b>	1. Počítání doby odezvy kroků transakcí oblasti systému 2. Počítání kroků transakcí oblasti systému po dnech
<b>Typ metody měření</b>	1. Objektivní 2. Objektivní
<b>Stupnice</b>	1. Reálná čísla od 0 do nekonečna 2. Celá čísla od 0 do nekonečna
<b>Typ stupnice</b>	1. Poměrová 2. Poměrová
<b>Jednotka měření</b>	1. Sekunda 2. Krok
<b>Odvozená míra</b>	Doba odezvy kroků aktivních transakcí
<b>Funkce měření</b>	Dělit dobu odezvy kroků transakcí oblasti systému počtem kroků transakcí oblasti systému po dnech
<b>Indikátor</b>	Průměrná doba odezvy aktivních transakcí pro oblast
<b>Model</b>	Výpočet středního procesu a kontrolních limitů s použitím hodnot doby odezvy kroků transakcí pro oblast systému
<b>Rozhodovací kritéria</b>	Výsledky, které jsou mimo kontrolní limity, vyžadují další zkoumání

<b>Informační potřeba</b>	Hodnocení výkonnosti transakcí
<b>Měřitelný pojem</b>	Kvalita doby odezvy
<b>Relevantní entity</b>	1. Přehled doby odezvy transakcí 2. Přehled transakcí po dnech
<b>Atributy</b>	1. Seznam doby odezvy transakcí 2. Seznam transakcí po dnech
<b>Základní míry</b>	1. Doba odezvy aktivních transakcí 2. Počet transakcí po dnech
<b>Metoda měření</b>	1. Počítání doby odezvy transakcí oblasti systému 2. Počítání transakcí oblasti systému po dnech
<b>Typ metody měření</b>	1. Objektivní 2. Objektivní
<b>Stupnice</b>	1. Reálná čísla od 0 do nekonečna 2. Celá čísla od 0 do nekonečna
<b>Typ stupnice</b>	1. Poměrová 2. Poměrová
<b>Jednotka měření</b>	1. Sekunda 2. Krok
<b>Odvozená míra</b>	Doba odezvy aktivních transakcí
<b>Funkce měření</b>	Dělit dobu odezvy kroků transakcí oblasti systému počtem kroků transakcí oblasti systému po dnech
<b>Indikátor</b>	Průměrná doba odezvy aktivních transakcí pro systém
<b>Model</b>	Výpočet středního procesu a kontrolních limitů s použitím hodnot doby odezvy kroků transakcí pro oblast systému
<b>Rozhodovací kritéria</b>	Výsledky, které jsou mimo kontrolní limity, vyžadují další zkoumání

## 9.2.7 Podíly na době odezvy

<b>Informační potřeba</b>	Hodnocení kvality doby odezvy
<b>Měřitelný pojem</b>	Způsobilost doby CPU
<b>Relevantní entity</b>	1. Přehled doby odezvy kroků transakcí 2. Přehled doby CPU kroků transakcí
<b>Atributy</b>	1. Seznam doby odezvy kroků transakcí 2. Seznam doby CPU kroků transakcí
<b>Základní míry</b>	1. Doba odezvy kroků transakcí 2. Doba CPU kroků transakcí
<b>Metoda měření</b>	1. Počítání doby odezvy kroků transakcí 2. Počítání doby CPU kroků transakcí
<b>Typ metody měření</b>	1. Objektivní 2. Objektivní
<b>Stupnice</b>	1. Reálná čísla od 0 do nekonečna 2. Reálná čísla od 0 do nekonečna
<b>Typ stupnice</b>	1. Poměrová 2. Poměrová
<b>Jednotka měření</b>	1. Sekunda 2. Sekunda
<b>Odvozená míra</b>	Podíl doby CPU na době odezvy pro kroky/transakce
<b>Funkce měření</b>	Dělit dobu CPU pro kroky, transakce a oblasti systému dobou odezvy pro kroky, transakce a oblasti systému po dnech
<b>Indikátor</b>	Podíl doby CPU na době odezvy v oblasti/systému
<b>Model</b>	Výpočet středního procesu a kontrolních limitů s použitím podílů hodnot doby CPU na době odezvy pro kroky, transakce a oblasti systému
<b>Rozhodovací kritéria</b>	Výsledky, které jsou mimo kontrolní limity, vyžadují další zkoumání

<b>Informační potřeba</b>	Hodnocení kvality doby odezvy
<b>Měřitelný pojem</b>	Způsobilost doby DB
<b>Relevantní entity</b>	1. Přehled doby odezvy kroků transakcí 2. Přehled doby DB kroků transakcí
<b>Atributy</b>	1. Seznam doby odezvy kroků transakcí 2. Seznam doby DB kroků transakcí
<b>Základní míry</b>	1. Doba odezvy kroků transakcí 2. Doba DB kroků transakcí
<b>Metoda měření</b>	1. Počítání doby odezvy kroků transakcí 2. Počítání doby DB kroků transakcí
<b>Typ metody měření</b>	1. Objektivní 2. Objektivní
<b>Stupnice</b>	1. Reálná čísla od 0 do nekonečna 2. Reálná čísla od 0 do nekonečna
<b>Typ stupnice</b>	1. Poměrová 2. Poměrová
<b>Jednotka měření</b>	1. Sekunda 2. Sekunda
<b>Odvozená míra</b>	Podíl doby DB na době odezvy pro kroky/transakce
<b>Funkce měření</b>	Dělit dobu DB pro kroky, transakce a oblasti systému dobou odezvy pro kroky, transakce a oblasti systému po dnech
<b>Indikátor</b>	Podíl doby DB na době odezvy v oblasti/systému
<b>Model</b>	Výpočet středního procesu a kontrolních limitů s použitím podílů hodnot doby DB na době odezvy pro kroky, transakce a oblasti systému
<b>Rozhodovací kritéria</b>	Výsledky, které jsou mimo kontrolní limity, vyžadují další zkoumání

<b>Informační potřeba</b>	Hodnocení kvality doby odezvy
<b>Měřitelný pojem</b>	Způsobilost doby GUI
<b>Relevantní entity</b>	1. Přehled doby odezvy kroků transakcí 2. Přehled doby GUI kroků transakcí
<b>Atributy</b>	1. Seznam doby odezvy kroků transakcí 2. Seznam doby GUI kroků transakcí
<b>Základní míry</b>	1. Doba odezvy kroků transakcí 2. Doba GUI kroků transakcí
<b>Metoda měření</b>	1. Počítání doby odezvy kroků transakcí 2. Počítání doby GUI kroků transakcí
<b>Typ metody měření</b>	1. Objektivní 2. Objektivní
<b>Stupnice</b>	1. Reálná čísla od 0 do nekonečna 2. Reálná čísla od 0 do nekonečna
<b>Typ stupnice</b>	1. Poměrová 2. Poměrová
<b>Jednotka měření</b>	1. Sekunda 2. Sekunda
<b>Odvozená míra</b>	Podíl doby GUI na době odezvy pro kroky/transakce
<b>Funkce měření</b>	Dělit dobu GUI pro kroky, transakce a oblasti systému dobou odezvy pro kroky, transakce a oblasti systému po dnech
<b>Indikátor</b>	Podíl doby GUI na době odezvy v oblasti/systému
<b>Model</b>	Výpočet středního procesu a kontrolních limitů s použitím podílů hodnot doby DB na době odezvy pro kroky, transakce a oblasti systému
<b>Rozhodovací kritéria</b>	Výsledky, které jsou mimo kontrolní limity, vyžadují další zkoumání

<b>Informační potřeba</b>	Hodnocení kvality doby odezvy
<b>Měřitelný pojem</b>	Způsobilost čekací doby
<b>Relevantní entity</b>	1. Přehled doby odezvy kroků transakcí 2. Přehled čekací doby kroků transakcí
<b>Atributy</b>	1. Seznam doby odezvy kroků transakcí 2. Seznam čekací doby kroků transakcí
<b>Základní míry</b>	1. Doba odezvy kroků transakcí 2. Čekací doba kroků transakcí
<b>Metoda měření</b>	1. Počítání doby odezvy kroků transakcí 2. Počítání čekací doby kroků transakcí
<b>Typ metody měření</b>	1. Objektivní 2. Objektivní
<b>Stupnice</b>	1. Reálná čísla od 0 do nekonečna 2. Reálná čísla od 0 do nekonečna
<b>Typ stupnice</b>	1. Poměrová 2. Poměrová
<b>Jednotka měření</b>	1. Sekunda 2. Sekunda
<b>Odvozená míra</b>	Podíl čekací doby na době odezvy pro kroky/transakce
<b>Funkce měření</b>	Dělit čekací dobu pro kroky, transakce a oblasti systému dobou odezvy pro kroky, transakce a oblasti systému po dnech
<b>Indikátor</b>	Podíl čekací doby na době odezvy v oblasti/systému
<b>Model</b>	Výpočet středního procesu a kontrolních limitů s použitím podílů hodnot doby DB na době odezvy pro kroky, transakce a oblasti systému
<b>Rozhodovací kritéria</b>	Výsledky, které jsou mimo kontrolní limity, vyžadují další zkoumání

<b>Informační potřeba</b>	Hodnocení kvality doby odezvy
<b>Měřitelný pojem</b>	Způsobilost doby zpracování
<b>Relevantní entity</b>	1. Přehled doby odezvy kroků transakcí 2. Přehled doby zpracování kroků transakcí
<b>Atributy</b>	1. Seznam doby odezvy kroků transakcí 2. Seznam doby zpracování kroků transakcí
<b>Základní míry</b>	1. Doba odezvy kroků transakcí 2. Doba zpracování kroků transakcí
<b>Metoda měření</b>	1. Počítání doby odezvy kroků transakcí 2. Počítání doby zpracování kroků transakcí
<b>Typ metody měření</b>	1. Objektivní 2. Objektivní
<b>Stupnice</b>	1. Reálná čísla od 0 do nekonečna 2. Reálná čísla od 0 do nekonečna
<b>Typ stupnice</b>	1. Poměrová 2. Poměrová
<b>Jednotka měření</b>	1. Sekunda 2. Sekunda
<b>Odvozená míra</b>	Podíl doby zpracování na době odezvy pro kroky/transakce
<b>Funkce měření</b>	Dělit dobu zpracování pro kroky, transakce a oblasti systému dobou odezvy pro kroky, transakce a oblasti systému po dnech
<b>Indikátor</b>	Podíl doby zpracování na době odezvy v oblasti/systému
<b>Model</b>	Výpočet středního procesu a kontrolních limitů s použitím podílů hodnot doby DB na době odezvy pro kroky, transakce a oblasti systému
<b>Rozhodovací kritéria</b>	Výsledky, které jsou mimo kontrolní limity, vyžadují další zkoumání

<b>Informační potřeba</b>	Hodnocení kvality doby odezvy
<b>Měřitelný pojem</b>	Způsobilost doby aplikačního serveru
<b>Relevantní entity</b>	1. Přehled doby odezvy kroků transakcí 2. Přehled doby aplikačního serveru kroků transakcí
<b>Atributy</b>	1. Seznam doby odezvy kroků transakcí 2. Seznam doby aplikačního serveru kroků transakcí
<b>Základní míry</b>	1. Doba odezvy kroků transakcí 2. Doba aplikačního serveru kroků transakcí
<b>Metoda měření</b>	1. Počítání doby odezvy kroků transakcí 2. Počítání doby aplikačního serveru kroků transakcí
<b>Typ metody měření</b>	1. Objektivní 2. Objektivní
<b>Stupnice</b>	1. Reálná čísla od 0 do nekonečna 2. Reálná čísla od 0 do nekonečna
<b>Typ stupnice</b>	1. Poměrová 2. Poměrová
<b>Jednotka měření</b>	1. Sekunda 2. Sekunda
<b>Odvozená míra</b>	Podíl doby aplikačního serveru na době odezvy pro kroky/transakce
<b>Funkce měření</b>	Dělit dobu aplikačního serveru pro kroky, transakce a oblasti systému dobou odezvy pro kroky, transakce a oblasti systému po dnech
<b>Indikátor</b>	Podíl doby aplikačního serveru na době odezvy v oblasti/systému
<b>Model</b>	Výpočet středního procesu a kontrolních limitů s použitím podílů hodnot doby DB na době odezvy pro kroky, transakce a oblasti systému
<b>Rozhodovací kritéria</b>	Výsledky, které jsou mimo kontrolní limity, vyžadují další zkoumání

## 9.3 Aplikace a testování navrhovaného modelu – naměřená data a vypočítané odvozené míry

### 9.3.1 Doba odezvy kroků aktivních transakcí pro oblast systému [ms]

den	ZPMP	ZPMP001A	ZPMP002A	ZPMP003A	ZPMR001A	ZPMR003A	ZPMR004A	ZPMR006A	ZPMR662A_IP24	ZPMR662A_RIAUFK20
1		95	23,0	431						
2		139	50,0	700			9,0	89		
3		402	29,0	692		1	5,0	15		30
4		101	17,0	115				12		
5		131	35,0	233			63,0	157		
6		39	0,0	310			6,0			
7	17,0	388	29,0	345						
8	188,0	139	43,0	399	4,0			41		
9		351	48,0	746			13,0	46		
10		444	61,0	1079				166		
11		78		1044	9,0		0,0	46		
12		66	37,0	470				1745		142
13	11,0	85	36,0	790			7,0	58		
14		141	5,0	814				50		
15		21		23						
16		232	30,0	1438				24		
17		453	49,0	1232				35	1,0	
18		73	36,0	382	4,0		13,0	21		
19		175	10,0	1421				84		
20		49	6,0	151	2,0		17,0			
21		33	4,0	434						
22		77	15,0	165				713		
23		108	143,0	584			119,0	101		
24		100	16,0	630	2,0		13,0			
25		28	4,0	112				505		
26		692	17,0	641				25		
27		464	32,0	274			10,0	57		

### 9.3.2 Doba odezvy aktivních transakcí pro oblast systému [s]

den	ZPMP	ZPMP001A	ZPMP002A	ZPMP003A	ZPMR001A	ZPMR003A	ZPMR004A	ZPMR006A	ZPMR662A_IP24	ZPMR662A_RIAUFK20
1		1045,3	432,5	1668,9						
2		835,3	452,3	1381,6			889,7	4224,8		
3		1025,6	329,6	1668,2		122,3	464,4	2944,2		703,6
4		1023,5	511,6	929,7				584,9		
5		1127,9	426,1	941,7			2857,5	2035,7		
6		1156,4	118,0	1630,5			865,0			
7	544,1	1179,5	445,2	1228,3						
8	4009,3	894,5	313,8	1124,5	446,0			1470,6		
9		1023,1	369,3	1707,4			803,4	1540,1		
10		970	282,4	1702,3				1845		
11		1322,4		2393,4	2360,5		213,0	1499		
12		1477	824,3	1940,6				436302,3		5927,3
13	364,3	964,7	556,1	2289,2			1129,5	2525,3		
14		985,6	426,8	2049,9				3855,1		
15		1315,3		1361,7						
16		1867,2	686,0	2072,1				2433,2		
17		1076,7	542,0	1807,1				1505,2	1092,0	
18		1100,6	634,9	1677,4	447,3		1024,4	857,2		
19		1278,1	543,4	1772,2				2333,4		
20		1092,1	391,4	3089	810,7		640,3			
21		1271,5	408,1	2057,2						
22		1215	643,0	1282,3				20961,9		
23		1023,8	1850,9	1375			7905,5	1175		
24		935	455,7	1586,6	389,4		703,6			
25		1025,1	979,3	2602,6				9186,7		
26		1162,2	415,5	1529,9				1197,9		
27		1257,8	756,3	1413,8			2564,8	1348		

### 9.3.3 Doba odezvy oblasti systému [ms]

Den	Doba odezvy oblasti systému [ms]
1	376,8
2	1494,6
3	692,3
4	561,5
5	713,2
6	681,0
7	305,9
8	1932,0
9	911,4
10	586,2
11	488,7
12	703,7
13	993,1
14	399,5
15	710,7
16	1078,6
17	588,1
18	703,5
19	587,3

### 9.3.4 Doba odezvy systému [s]

Den	Doba odezvy systému [s]
1	205 754
2	193 338
3	189 476
4	184 130
5	173 704
6	222 215
7	205 472
8	209 054
9	213 316
10	203 932
11	211 744

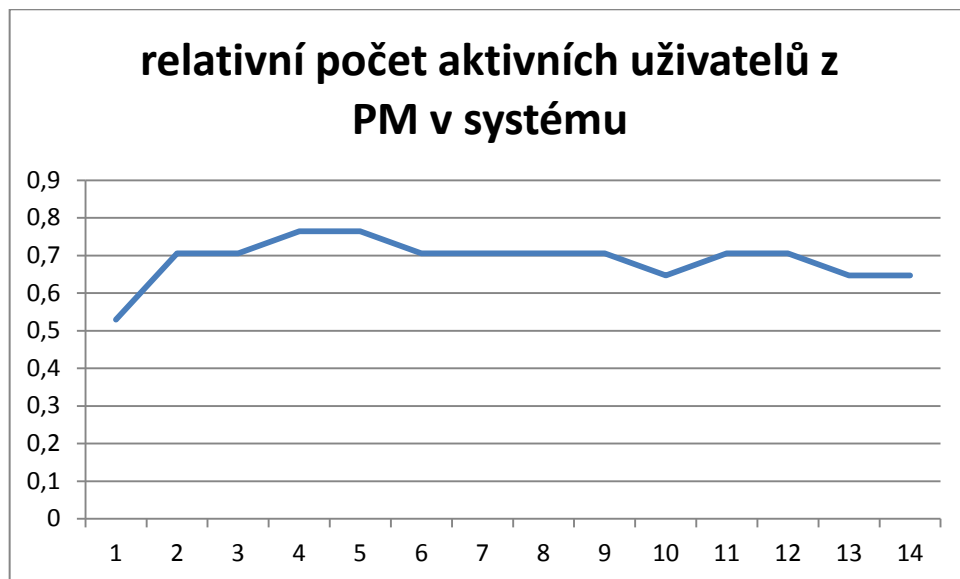
12	190 156
13	208 217
14	190 551
15	177 314
16	214 157
17	195 560
18	270 482
19	229 500
20	275 850



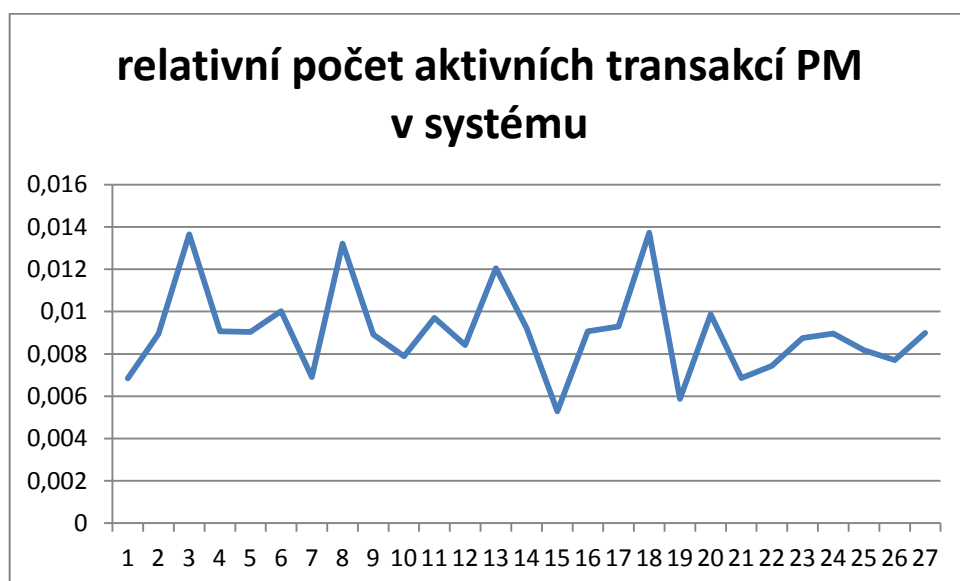
## 9.4 Aplikace a testování navrhovaného modelu – odvozené míry

### 9.4.1 Uživatelé

#### *Relativní počet aktivních uživatelů pro oblast*

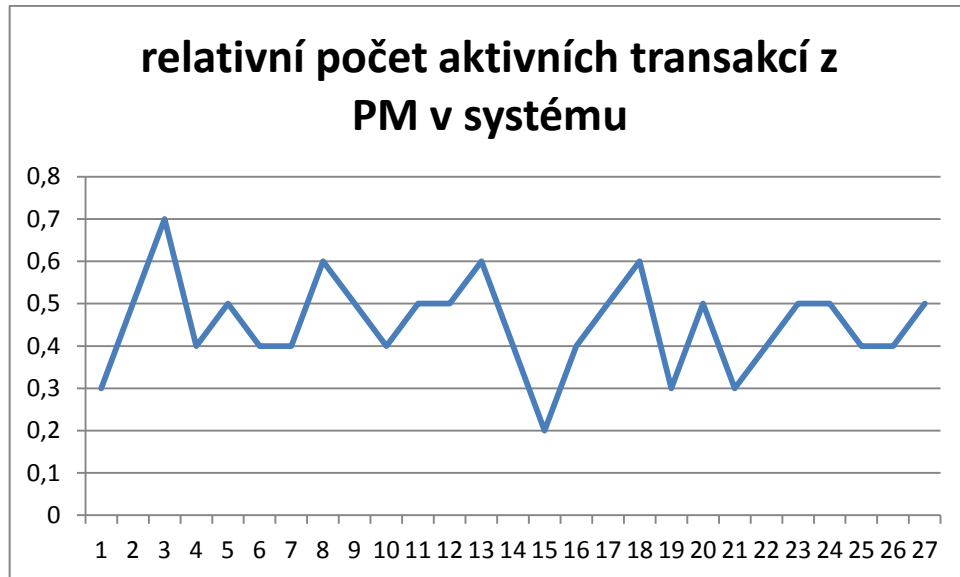


#### *Relativní počet aktivních uživatelů oblasti pro systém*

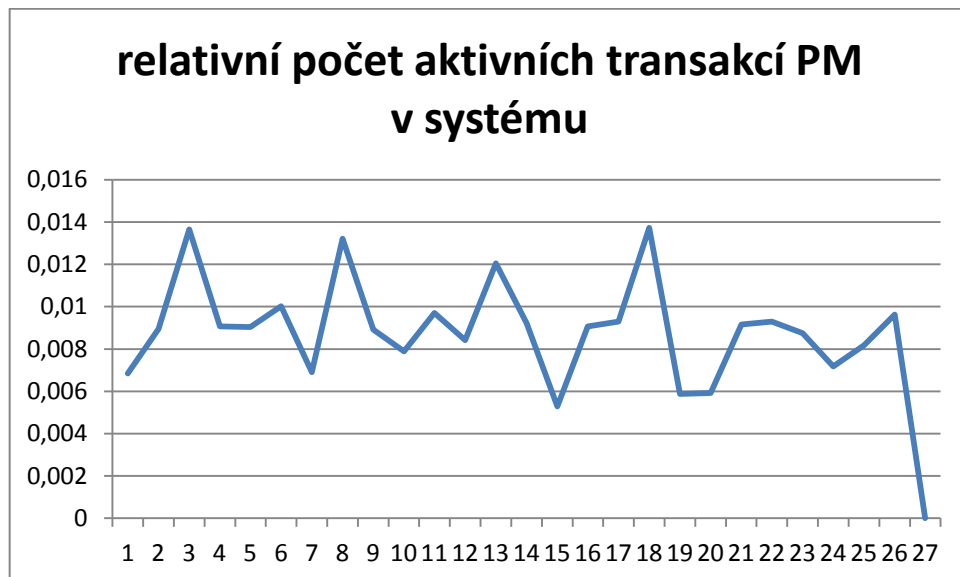


## 9.4.2 Transakce

### *Relativní počet aktivních transakcí pro oblast*

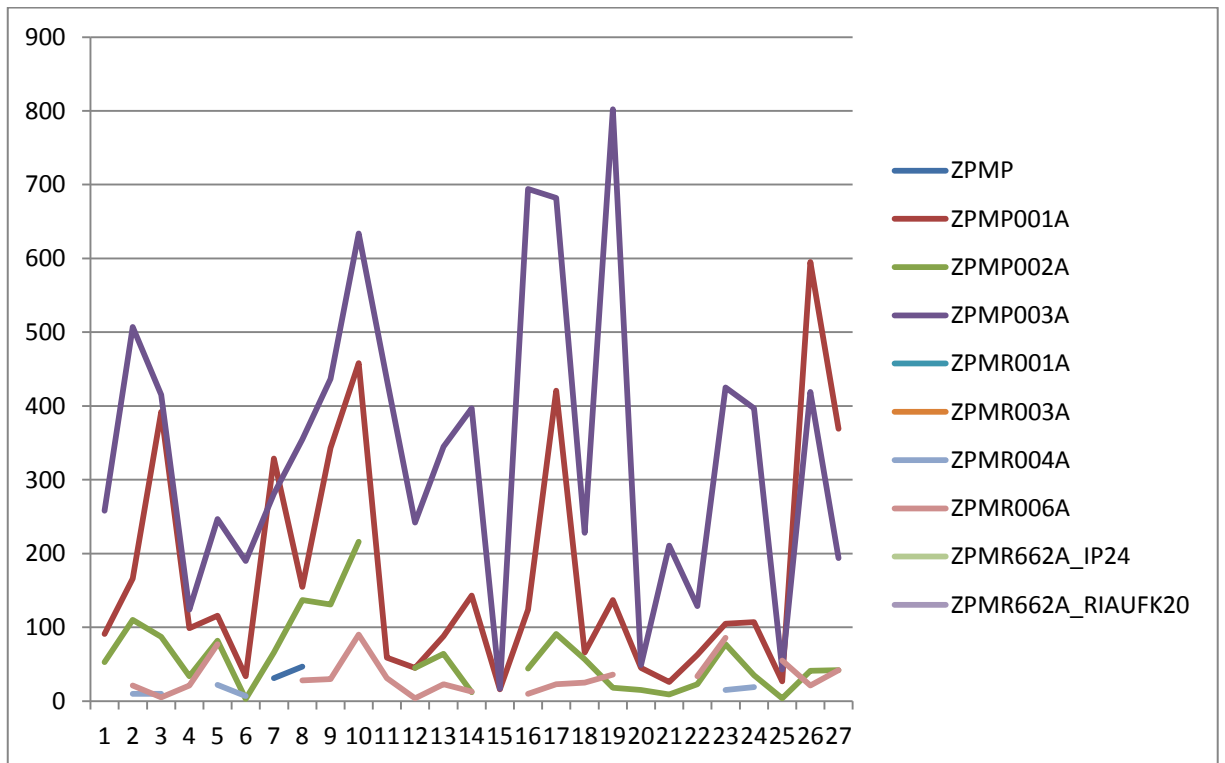


### *Relativní počet aktivních transakcí oblasti pro systém*



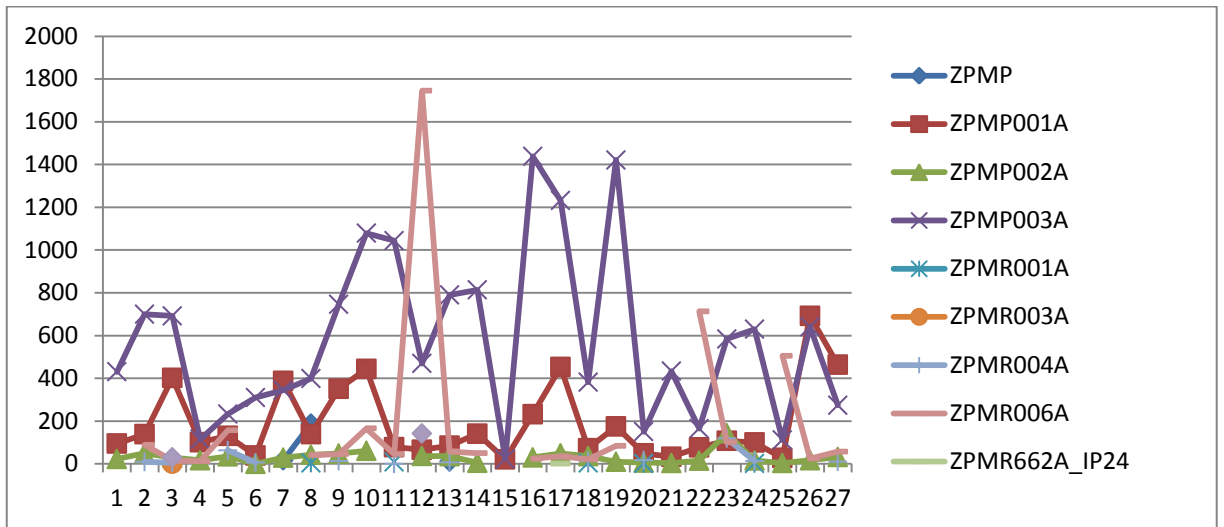
### 9.4.3 Kroky transakcí

*Počet kroků aktivních transakcí pro oblast systému*

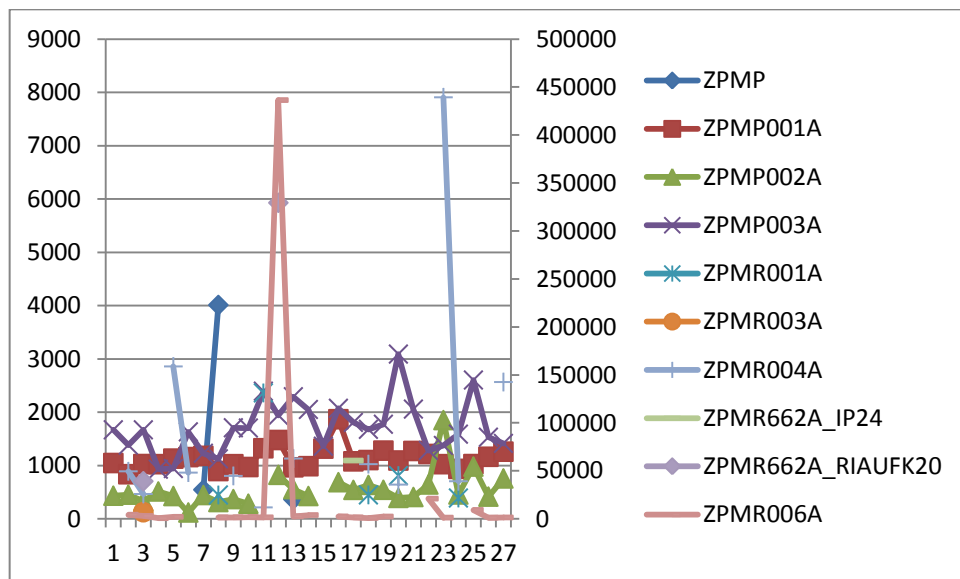


### 9.4.4 Doba odezvy

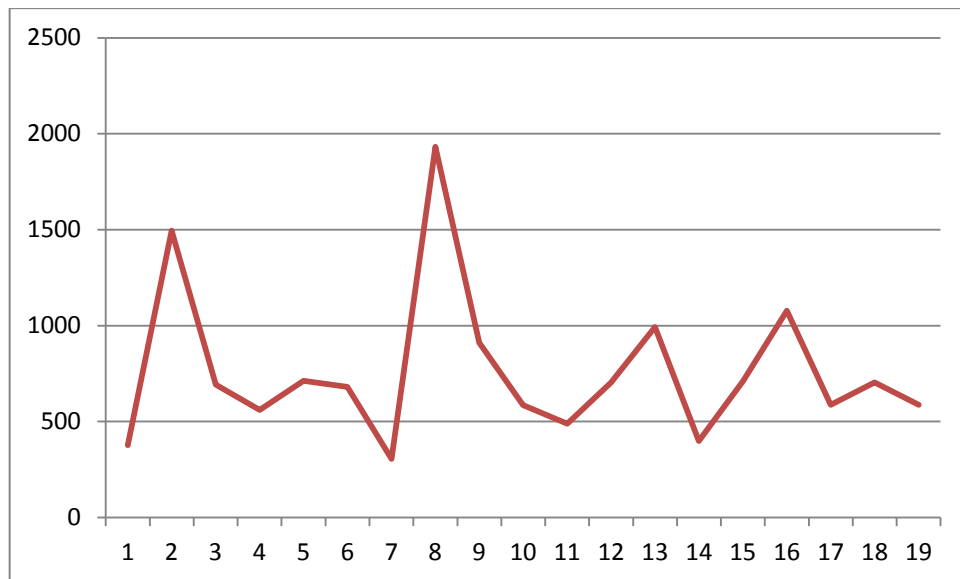
#### *Doba odezvy kroků aktivních transakcí pro oblast systému [ms]*



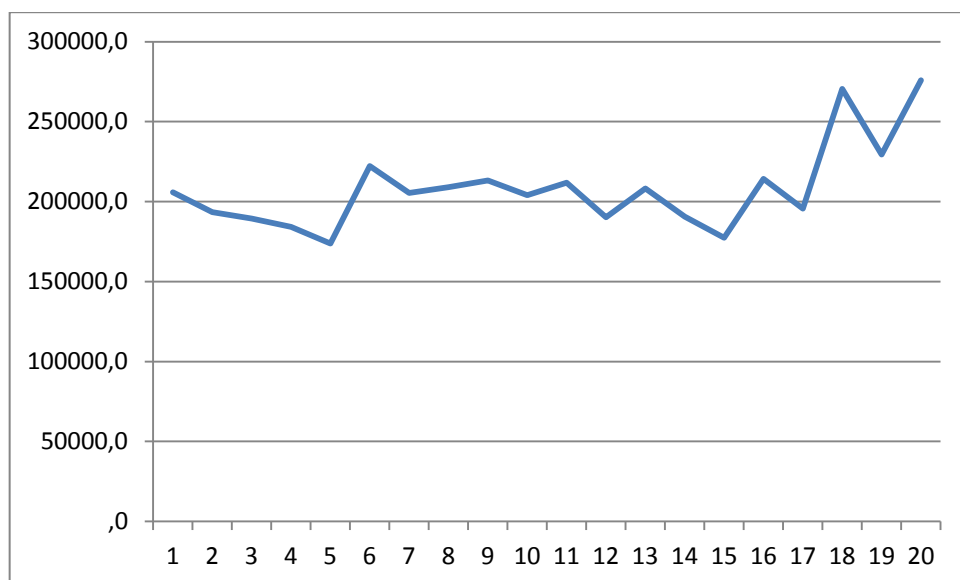
#### *Doba odezvy aktivních transakcí pro oblast systému [s]*



#### *Doba odezvy oblasti systému [ms]*

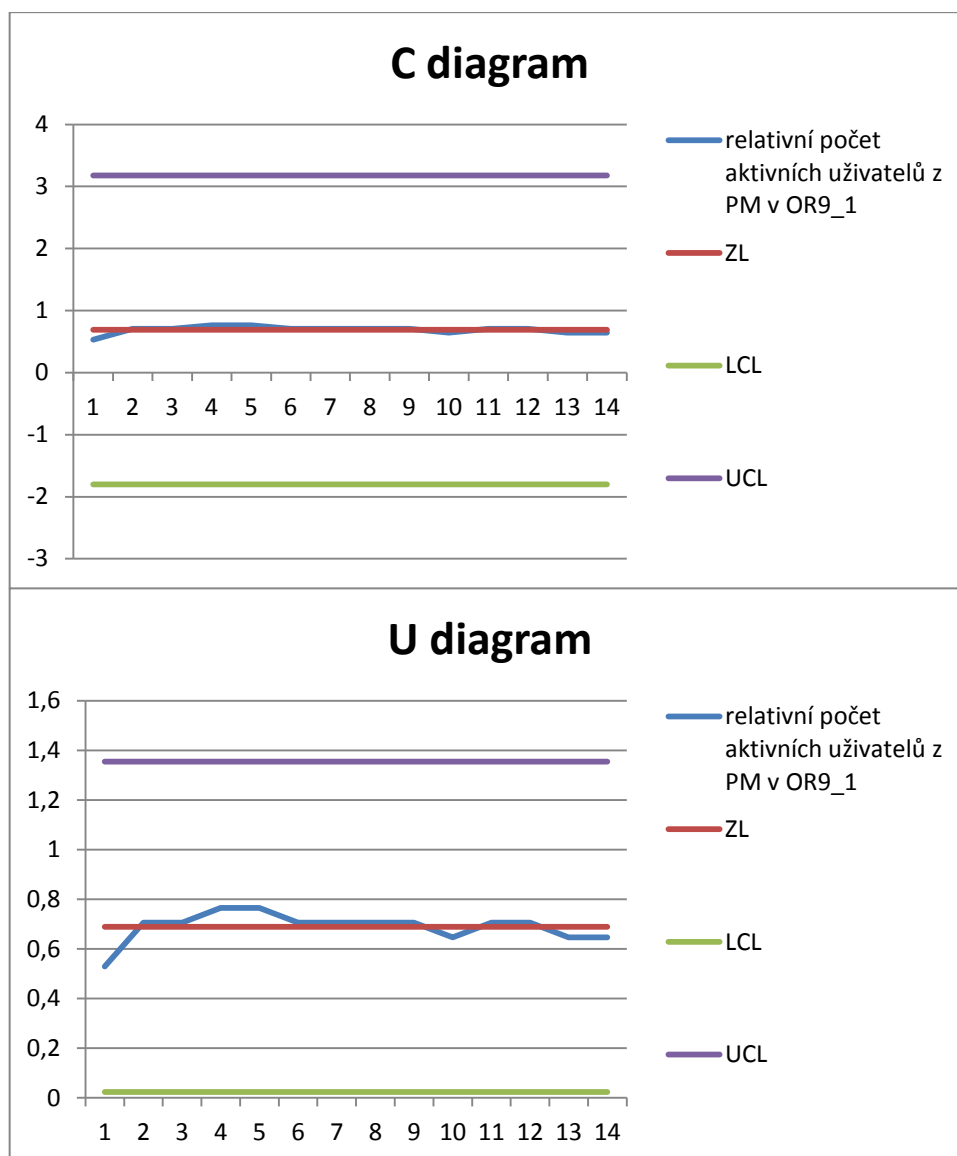


*Doba odezvy systému [s]*

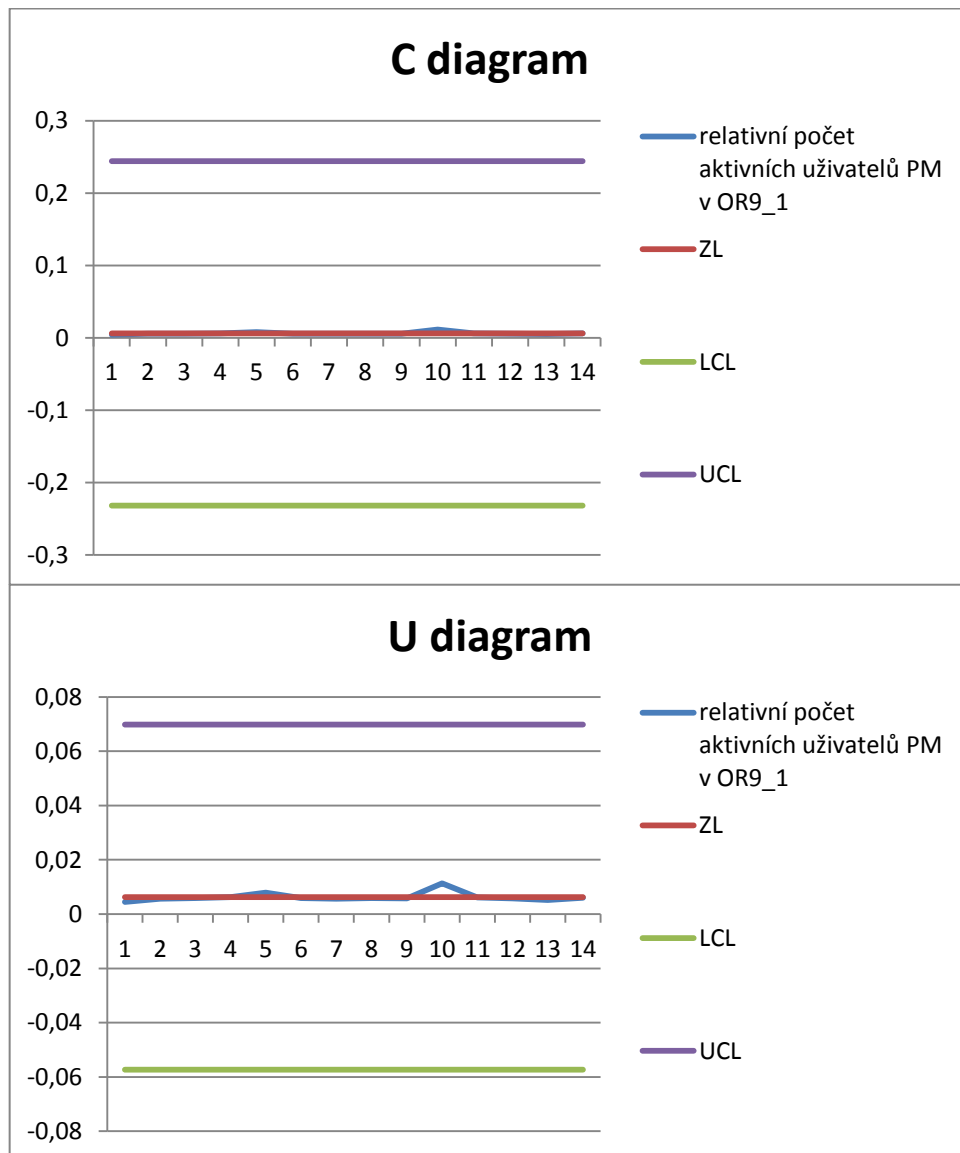


## 9.5 Aplikace a testování navrhovaného modelu – regulační diagramy

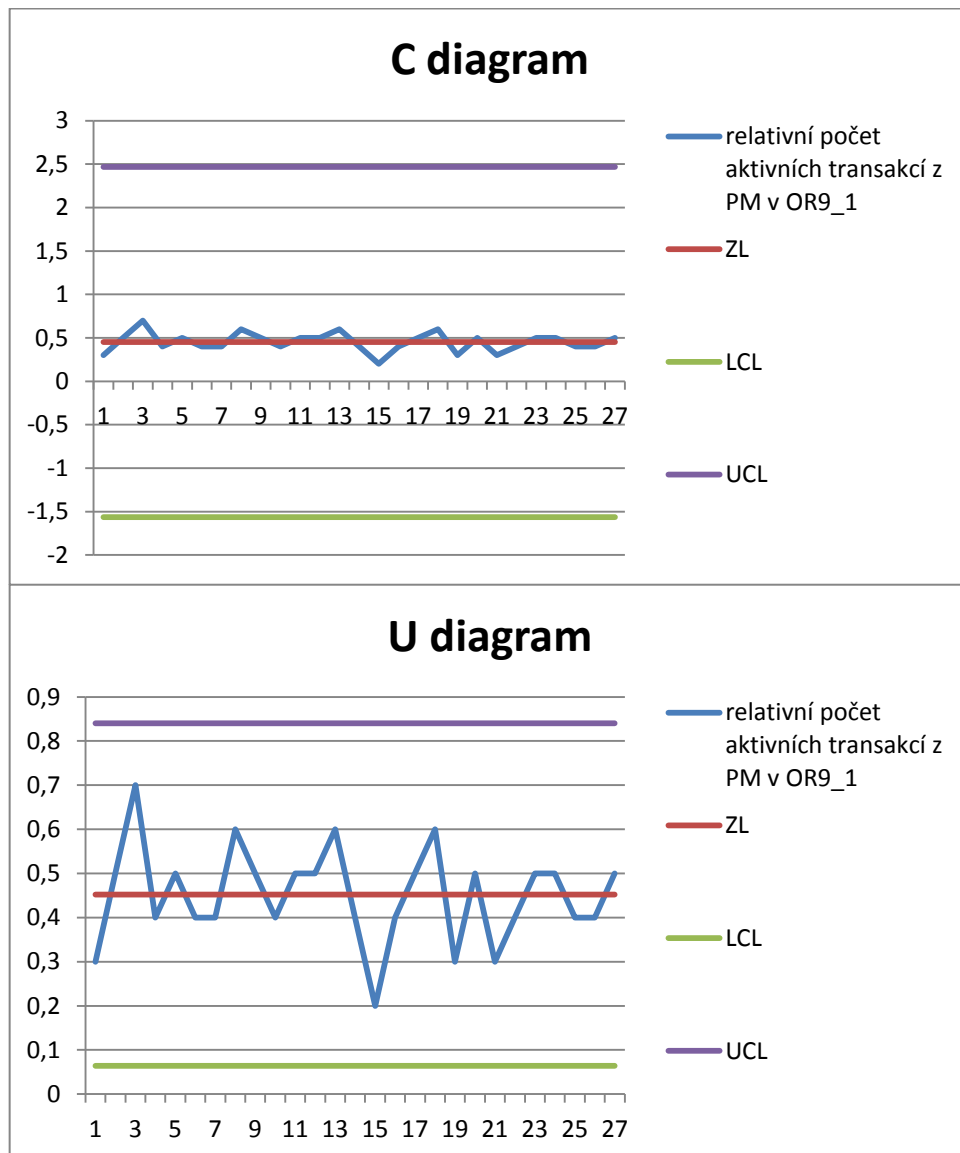
### 9.5.1 Relativní počet aktivních uživatelů pro oblast



## 9.5.2 Relativní počet aktivních uživatelů oblasti pro systém

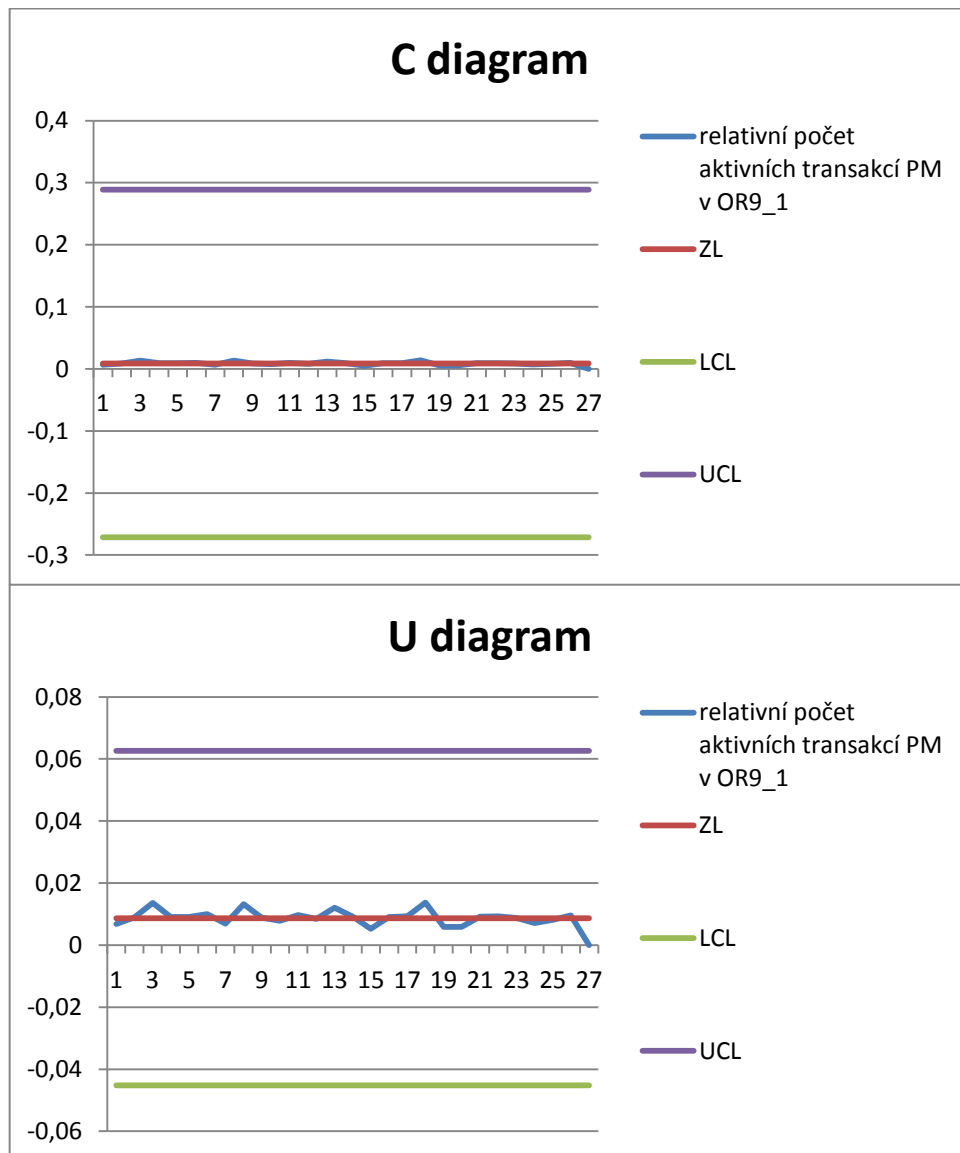


### 9.5.3 Relativní počet aktivních transakcí pro oblast

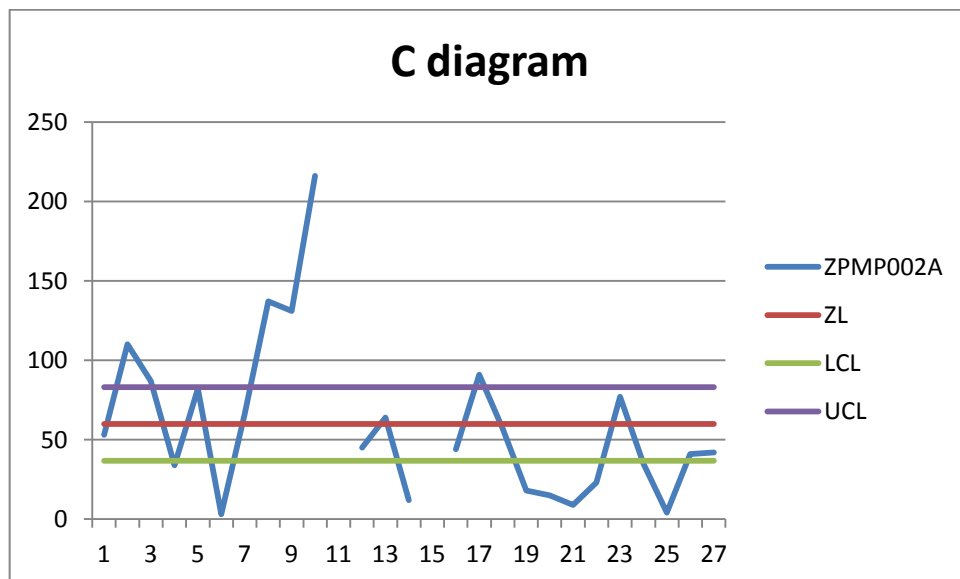
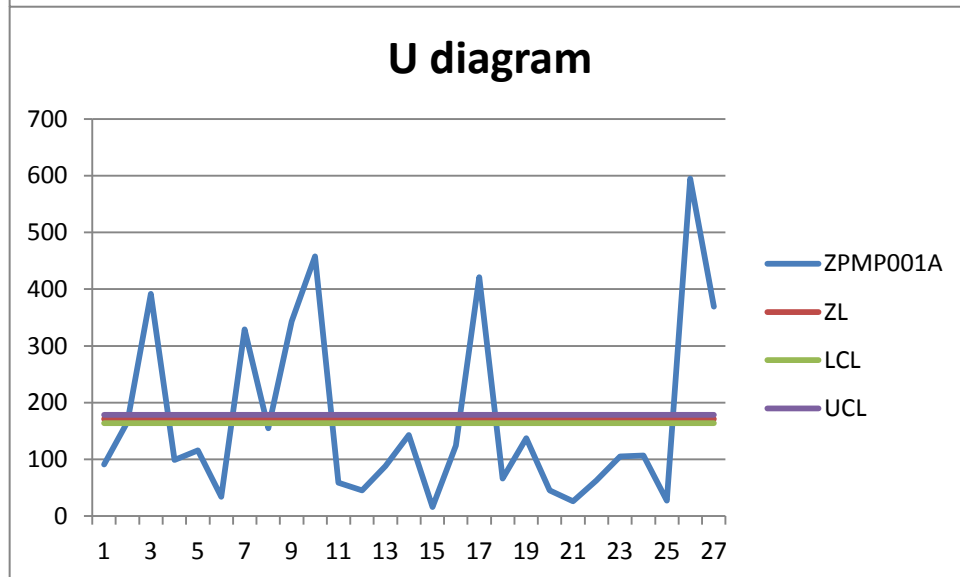
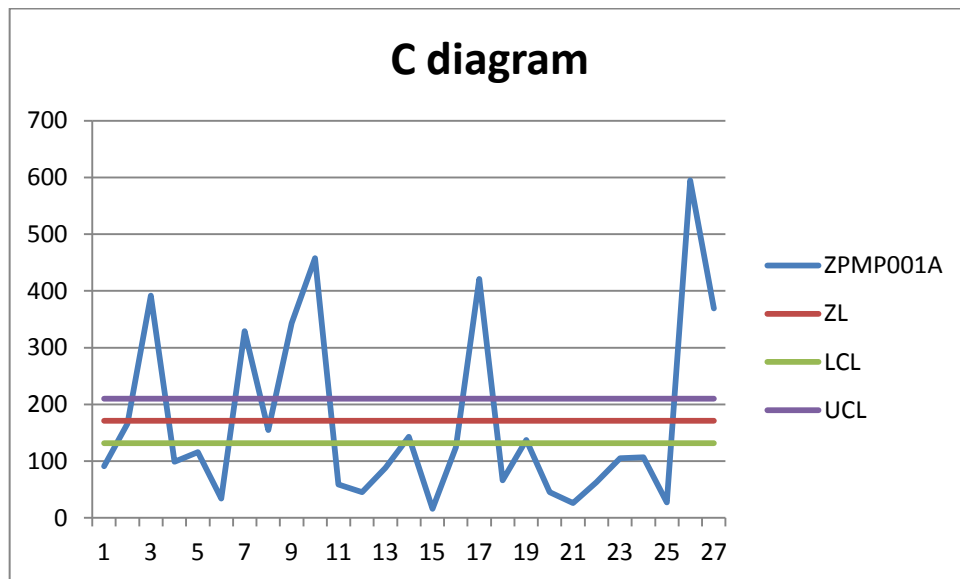


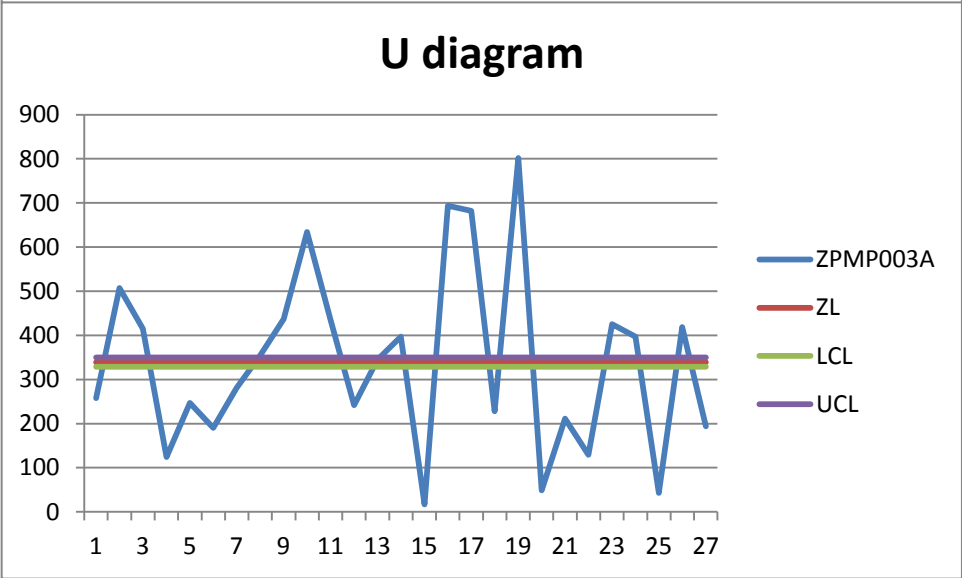
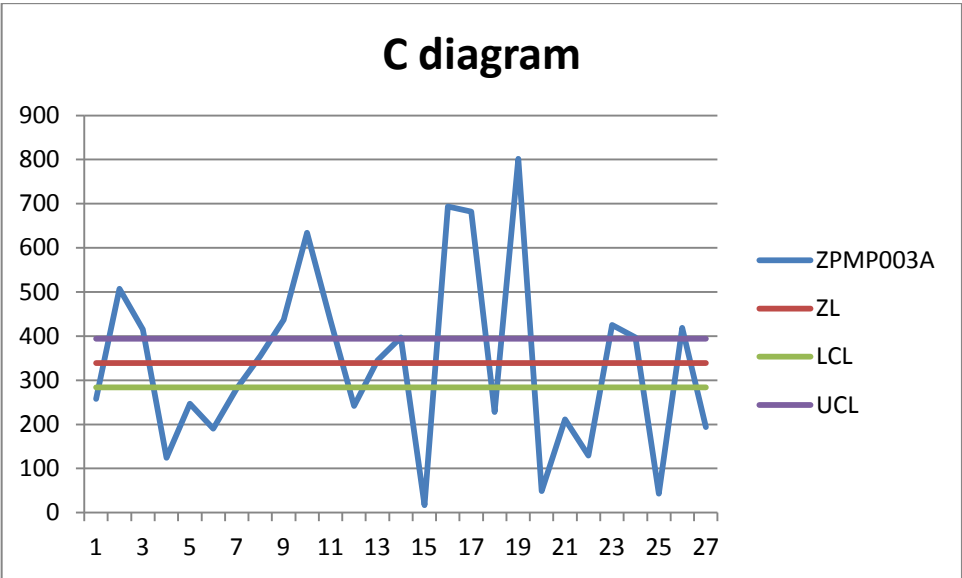
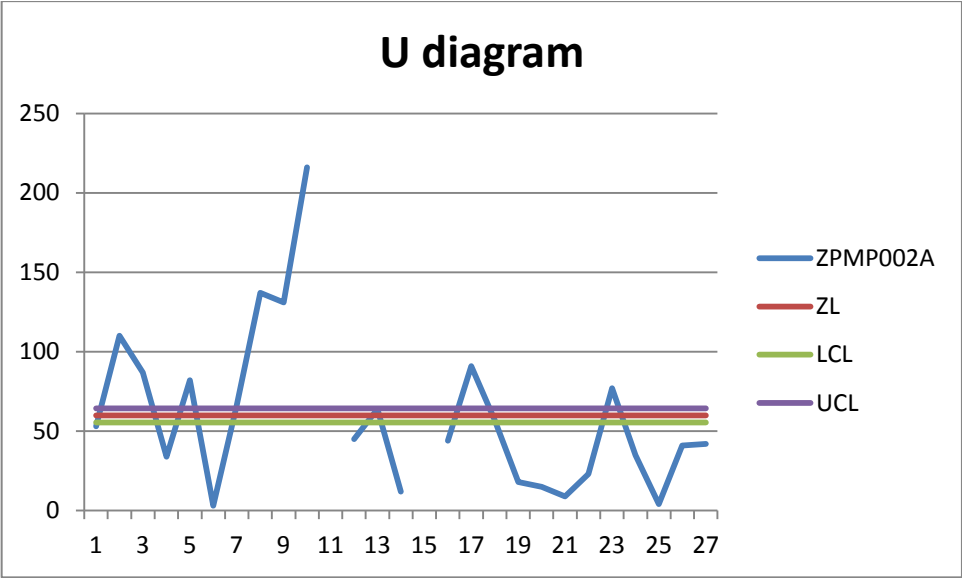


### 9.5.4 Relativní počet aktivních transakcí oblasti pro systém



### 9.5.5 Počet kroků aktivních transakcí pro oblast systému





### 9.5.6 Doba odezvy transakcí pro oblast systému

