

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ  
A ROBOTIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS  
AND ROBOTICS

# PREDIKCE NÁKLADŮ NA ZÁRUKY ZA JAKOST

PREDICTION OF WARRANTY COSTS

TEZE DISERTAČNÍ PRÁCE  
CONDENSED VERSION OF PhD THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Ing. Michal VINTR

BRNO 2009



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ**  
**Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky**

**Ing. Michal VINTR**

**PREDIKCE NÁKLADŮ NA ZÁRUKY ZA JAKOST**

**PREDICTION OF WARRANTY COSTS**

Teze disertační práce

Obor: Metrologie a zkušebnictví

Školitel: doc. Ing. Vasilij Teš, CSc.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Záruka za jakost, záruční náklady, dvourozměrná záruka za jakost, predikce, bezporuchovost.

## **KEY WORDS**

Warranty, warranty costs, two-dimensional warranty, prediction, reliability.

## **MÍSTO ULOŽENÍ DP**

Areálová knihovna FSI VUT v Brně

# OBSAH

1 ÚVOD .....	4
2 CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE .....	5
3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY .....	6
4 HLAVNÍ VÝSLEDKY DISERTAČNÍ PRÁCE .....	8
4.1 Predikce záručních nákladů u složitých produktů .....	8
4.2 Začlenění predikce záručních nákladů do FMEA/FMECA .....	11
4.3 Stanovení okamžiku ukončení záruční doby při použití dvourozměrné záruky .....	12
4.4 Predikce časového vývoje záručních nákladů .....	16
4.5 Průběžné sledování a vyhodnocování záručních nákladů a souvisejících ukazatelů .....	18
5 ZÁVĚR .....	20
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	21
SEZNAM PUBLIKACÍ AUTORA .....	24
CURRICULUM VITAE AUTORA .....	27
ABSTRACT .....	29

# 1 ÚVOD

V současné době je ve většině vyspělých zemí, včetně České republiky, téměř samozřejmostí, že jsou na dodávané produkty poskytovány záruky za jejich jakost. Nejvýznamnější roli přitom mají záruky za jakost při dodávkách produktů koncovým zákazníkům – spotřebitelům.

V rámci České republiky a celé Evropské unie je význam záruk za jakost dán zejména dvěma následujícími faktory. V první řadě, v rámci ochrany spotřebitelů, na kterou je v ČR i EU kladen značný důraz, platí zákonná povinnost v určitých případech poskytovat dvouletou záruku na prodávané produkty. V druhé řadě se poskytování záruk za jakost stalo významným a běžně používaným nástrojem konkurenčního boje mezi dodavateli, kteří se snaží získat zákazníky poskytováním záruk nad rámec stanovený legislativou.

Značný význam v oblasti záruk za jakost, který je však často podceňován, představuje skutečnost, že poskytování záruk za jakost má pro dodavatele nezanedbatelné ekonomické dopady. Poskytování záruk je totiž vždy provázeno dodatečnými náklady, nazývanými záruční náklady, které jsou obvykle chápány jako náklady vynaložené dodavatelem při vyřizování reklamací v záruční době. Je tedy zřejmé, že všechna racionální rozhodnutí spojená se stanovením rozsahu poskytovaných záruk by měla být podložena odpovídající analýzou, jejímž základem je predikce výše záručních nákladů.

Zvláštní důraz je v disertační práci kladen na problematiku takzvaných vícerozměrných záruk za jakost a zejména na jejich dvourozměrnou variantu. Ta je v současnosti velmi moderní a s jejím poskytováním se můžeme setkat zejména v automobilovém průmyslu. Při použití vícerozměrných záruk je okamžik ukončení záruční doby definován více způsoby. U dvourozměrné záruky nejčastěji garantovanou kalendářní dobou používání a garantovanou dobou provozu, přičemž záruční doba končí dosažením kterékoliv z uvedených hodnot.

V současnosti jsou široce rozpracovány soubory metod, které umožňují predikovat záruční náklady a jejich vývoj v čase, případně vývoj počtu reklamací produktu. Metody jsou založeny na základním předpokladu, že jsou s produktem zkušenosti, a tudíž jsou k dispozici jeho „charakteristiky“ jako celku. Uvedený fakt značně omezuje praktickou využitelnost zmíněných metod zejména u nových produktů v raných etapách životního cyklu, u složitých produktů složených z mnoha částí a u produktů, které se neopakují (produkční linky, produkční komplexy...).

S predikcí záručních nákladů při použití vícerozměrných záruk za jakost úzce souvisí problematika stanovení okamžiku ukončení záruční doby. Při použití vícerozměrné záruky za jakost jsou záruční náklady ovlivněny nejen „charakteristikami“ produktu, ale také způsobem, jakým je produkt používán. Současné metody tento fakt dostatečně nezohledňují, a pokud ano, tak jsou založeny na omezujícím předpokladu, že jsou k dispozici data z reklamačních řízení.

Je třeba také zmínit, že problematice predikce záručních nákladů, i přes její význam, nebyla a zatím není v ČR věnována dostatečná pozornost a dosud u nás nebyla vydána žádná publikace komplexně se zabývající danou problematikou.

## 2 CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

Vzhledem k výsledkům provedené analýzy současného stavu (viz kapitola 3) a potřebám praxe, byl stanoven hlavní cíl disertační práce následovně:

- Navrhnout prakticky použitelné metody a postupy, které umožní dodavatelům získat informace nezbytné pro racionální rozhodování při poskytování jednorozměrných a zejména dvourozměrných záruk za jakost u složitých produktů již v počátečních etapách jejich životního cyklu.

V rámci tohoto hlavního cíle byly vytyčeny následující čtyři dílčí cíle:

- Analyzovat možnosti predikce záručních nákladů při použití jednorozměrných a zejména dvourozměrných záruk za jakost.
- Navrhnout postup predikce záručních nákladů u složitých produktů založený na znalosti ukazatelů bezporuchovosti a udržitelnosti jednotlivých prvků produktu.
- Navrhnout postup umožňující predikci záručních nákladů při použití dvourozměrné záruky, a to zejména v situacích, kdy nejsou k dispozici dostatečné informace z reklamačních řízení.
- Navrhnout způsob predikce časového vývoje záručních nákladů a souvisejících ukazatelů a v návaznosti navrhnout způsob průběžného sledování a vyhodnocování záručních nákladů a souvisejících ukazatelů.

### 3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Konkrétní období vzniku záruk za jakost není přesně známo, avšak historické důkazy o jejich existenci nacházíme již v době 2000 př. n. l [3]. Ve dvacátém století v souvislosti nejen se zvyšující se složitostí produktů, ale hlavně jejich snadnou dostupností pro spotřebitele došlo k rozvoji v poskytování záruk za jakost. Protože bylo nezbytné chránit zákazníky, byla ve Spojených státech amerických problematika záruk začleněna do obchodního zákoníku a v roce 1975 vyšel tzv. Magnuson-Mossův záruční zákon [51]. USA byly následovány dalšími zeměmi a v dnešní době je ve většině vyspělých zemí poskytování záruk za jakost upraveno platnou legislativou (v ČR zejména obchodním zákoníkem [54], občanským zákoníkem [53] a zákonem o ochraně spotřebitele [55]).

Historický vývoj v oblasti predikce záručních nákladů úzce souvisí s vývojem teorie spolehlivosti a aplikované statistiky, konkrétně stochastických procesů. První práce z této oblasti byly publikovány na přelomu 60. a 70. let minulého století. V průběhu 80. a 90. let docházelo ke značnému rozvoji a byly publikovány práce především pro složitější typy záruk za jakost. Predikci záručních nákladů při použití dvourozměrných záruk se věnuje pozornost od počátku 90. let minulého století. Určitý mezník v oblasti predikce záručních nákladů znamenalo v polovině 90. let minulého století vydání obsáhlých monografií *Warranty Cost Analysis* [4] a *Product Warranty Handbook* [3]. Na začátku nového milénia byla na světových sympóziích a v prestižních časopisech publikována řada nejnovějších poznatků v oblasti predikce záručních nákladů (viz Seznam použitých zdrojů).

V současné době je záruka za jakost chápána jako slib nebo ujištění dodavatele vůči zákazníkovi, že produkt je nebo bude takový, jak je prezentován. Záruka je přitom považována za smluvní dohodu mezi zákazníkem a dodavatelem, která vstupuje v platnost ihned po koupi nebo dodání produktu. V odborné literatuře a v praxi se lze setkat s nejrůznějšími typy záruk za jakost, které jsou detailně popsány v odborné literatuře (viz [3], [4]). Mezi nejpoužívanější patří zejména následující:

- *Jednorozměrná neobnovovaná plná záruka* – dodavatel se během záruční doby zavazuje provést bezplatnou opravu nebo výměnu vadného produktu. Délka záruční doby je pevně dána, případná oprava či výměna produktu ji neovlivňuje.
- *Jednorozměrná obnovovaná plná záruka* – od předchozí se liší tím, že všechny opravené nebo vyměněné produkty jsou kryty stejnou zárukou jako nově prodáváný produkt, tj. záruka u nich začíná běžet znovu od počátku.
- *Dvourozměrná neobnovovaná plná záruka* – dodavatel se během záruční doby zavazuje provést bezplatnou opravu nebo výměnu vadného produktu. Délka záruční doby je pevně dána, případná oprava či výměna produktu ji neovlivňuje. Produkt je kryt zárukou nejčastěji po určité (garantované) kalendářní dobu používání a po určité (garantované) dobu provozu, přičemž záruka končí překročením jedné z těchto hodnot.



Záruční náklady jsou obvykle chápány jako náklady vynaložené dodavatelem při vyřizování reklamací v záruční době, přičemž výše nákladů na záruky závisí zejména na podmínkách záruky (na typu a parametrech záruky) a na úrovni spolehlivosti produktu. Obecně lze tedy konstatovat, že záruční náklady závisí na dvou veličinách: počtu reklamací (poruch) během záruční doby a nákladech spojených s vyřízením jednotlivých reklamací v záruční době. Predikce záručních nákladů je v rámci disertační práce chápána jako předpověď výše nákladů, které bude muset dodavatel vynaložit na vyřízení všech reklamací v záruční době. Základními dvěma problémy při predikci záručních nákladů jsou predikce počtu reklamací (poruch) v záruční době a predikce nákladů na jednotlivé reklamace v záruční době.

V současnosti známé přístupy k predikci záručních nákladů u jednorozměrných záruk za jakost nahlíží na produkt jako na celek, pro nějž vyžadují určení středních nákladů spojených s vyřízením reklamace (odstraněním poruchy) a určení pravděpodobnosti vzniku poruch. Použití uvedených přístupů je relativně jednoduché a může vést k přiměřeně přesným výsledkům, avšak k dispozici musí být věrohodné vstupní informace, které však zejména u nových produktů v etapě vývoje a návrhu k dispozici zpravidla nejsou. V těchto případech lze uvedené přístupy odhadů záručních nákladů využívat jen omezeně. Také jejich použitelnost u složitých produktů skládajících se z více prvků je limitována.

V současnosti známé přístupy k predikci záručních nákladů u dvourozměrných záruk za jakost vyžadují přesnou znalost chování náhodné proměnné charakterizující vznik poruch, která je chápána jako dvourozměrná (kalendářní doba do poruchy a doba provozu). Určení typu rozdělení takové náhodné proměnné a jeho parametrů je však obtížné a značně limituje využitelnost zmiňovaných přístupů. Uvedené přístupy také chápou produkt jako celek a jsou založeny na analýze množství dat získaných z reklamačních řízení. Avšak zejména u nových produktů v počátečních etapách životního cyklu tato data k dispozici nejsou. S predikcí záručních nákladů u dvourozměrných záruk za jakost úzce souvisí problematika určení okamžiku ukončení záruční doby, pro který budou záruční náklady predikovány. V literatuře je uvedeno, jak tento okamžik určit s pomocí informací získaných z reklamačních řízení, ale nejsou uvedeny jiné možnosti, které by bylo možné využít, pokud informace z reklamačních řízení nejsou k dispozici.

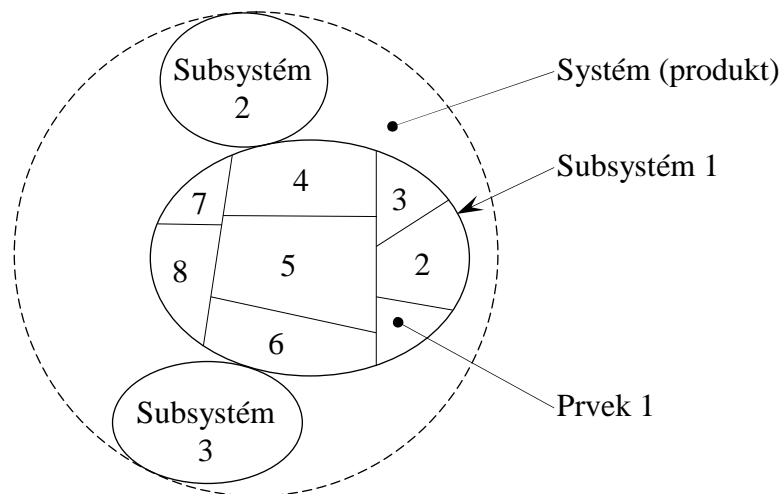
Stručně lze shrnout, že současné přístupy k predikci záručních nákladů nahlíží na produkt jako na celek, jehož charakteristiky je však obtížné získat. Většinou také přístupy vyžadují znalost dat získaných z reklamačních řízení, avšak ta mnohdy nejsou k dispozici. Z uvedených důvodů používané přístupy lze jen s obtížemi aplikovat při predikci záručních nákladů pro zcela nové produkty v raných etapách životního cyklu a pro komplexní produkty.

Řešené problematice v ČR i přes její význam není věnována dostatečná pozornost, proto byla východiskem zhodnocení současného stavu zejména zahraniční literatura a praxe užívaná v zahraničí.

## 4 HLAVNÍ VÝSLEDKY DISERTAČNÍ PRÁCE

### 4.1 PREDIKCE ZÁRUČNÍCH NÁKLADŮ U SLOŽITÝCH PRODUKTŮ

U produktů, které jsou složeny z mnoha částí, mají neopakovatelný charakter nebo se často mění jejich varianty, je velice obtížné získat informace na úrovni celku. Avšak pokud na složitý produkt nahlédneme jako na „systém“, který je složen z jednotlivých subsystémů a prvků (viz Obr. 1 [12]), je situace řešitelnější. O chování jednotlivých subsystémů a prvků, pokud jsou vhodně zvoleny, lze informace získat relativně snadno.



Obr. 1: Schematické zobrazení systému

Při predikci záručních nákladů u složitých produktů je nezbytné realizovat následující logicky navazující kroky:

- Dekompozice systému na subsystémy a prvky;
- Identifikace poruch prvků;
- Predikce bezporuchovosti prvků;
- Určení způsobů odstranění poruch prvků a predikce souvisejících nákladů;
- Predikce počtu poruch prvků v záruční době;
- Syntéza získaných informací – predikce záručních nákladů pro celý systém.

Jednotlivé kroky lze realizovat více způsoby. Dále jsou popsány vybrané způsoby řešení, které autor považuje za vhodné a prakticky realizovatelné.

V prvním kroku je na produkt nahlíženo jako na systém, který lze metodou dekompozice rozčlenit na jednotlivé subsystémy a prvky. Při dekompozici systému je důležité stanovit úroveň rozčlenění systému (tj. zda prvkem bude např. hnací ústrojí vozidla, převodovka nebo konkrétní ozubené kolo v převodovce). Dekompozici systému a hlavně volbu její úrovně je vhodné provést s ohledem na: typ a složitost produktu, konstrukční a funkční uspořádání produktu, podmínky poskytované záruky (na jednotlivé subsystémy nebo prvky mohou být poskytovány záruky s různými podmínkami), charakter vzniku poruch prvků a způsoby

odstranění poruch prvků. Systém je vhodné rozčlenit až do úrovně, na které jsou k dispozici dostatečné informace o jednotlivých prvcích.

V dalším kroku je nezbytné pro každý prvek identifikovat jeho potenciální poruchy. Identifikace potenciálních poruch prvků je dílčí součástí analýzy FMEA/FMECA [35], [41], [43], [44], přičemž v rámci uvedené analýzy se hovoří o zjišťování způsobů poruch. Pro jeden prvek je možné identifikovat i více způsobů poruch než jeden. Pro usnadnění dalšího řešení problematiky predikce záručních nákladů pro dvourozměrné záruky byl přijat následující zásadní a zjednodušující předpoklad o vzniku poruch. U prvků mohou v průběhu záruční doby vznikat v zásadě dva typy poruch:

- Poruchy, jejichž pravděpodobnost vzniku závisí na kalendářní době používání (době uplynulé od prodeje) a jejichž vznik v podstatě není ovlivňován dobou provozu.
- Poruchy, jejichž pravděpodobnost vzniku závisí na době provozu (např. počtu najetých km od prodeje) a jejichž vznik v podstatě není ovlivňován kalendářní dobou používání.

Pro každý prvek a jeho možné identifikované způsoby poruch je nezbytné předpovědět (predikovat), jejich bezporuchovost. Predikcí bezporuchovosti prvku je chápána předpověď vybraného ukazatele bezporuchovosti, který je obecně charakterizován číselnou hodnotou nebo funkcí použitou pro popis rozdělení pravděpodobnosti náhodné proměnné, která charakterizuje bezporuchovost prvku.

Pro přesné určení typu rozdělení náhodné proměnné a jeho parametrů lze využít nejrůznější postupy založené na zkušenostech z provozu obdobných prvků, zkouškách prvků, expertních odhadech apod. Avšak v počátečních etapách životního cyklu může být použití zmíněných postupů komplikované, ne-li nemožné. Proto je vhodné, využít sofistikované nástroje, jakými jsou databáze bezporuchovosti a metodiky predikce bezporuchovosti. Ty umožňují pro jednotlivé prvky stanovit hodnotu vybraného ukazatele bezporuchovosti. V práci jsou představeny následující mezinárodně uznávané databáze bezporuchovosti prvků a metodiky predikce bezporuchovosti prvků, které patří mezi nejpoužívanější v oblasti strojírenství a elektrotechniky: NPRD-95, EPRD-97, SPIDR™, MIL-HDBK-217F, PRISM<sup>®</sup>, 217Plus™, FIDES, RDF 2000, Telcordia SR-332, GJB/z 299B a NSWC-09.

Každému prvku získanému dekompozicí systému a jeho možným identifikovaným poruchám (způsobům poruch) je nezbytné přiřadit odpovídající způsob odstranění těchto poruch. V odborné literatuře je obecně popsáno několik typů oprav z hlediska chování prvku po opravě [3], [4], [25]. V práci jsou uvažovány pouze úplné (po opravě má prvek stejné vlastnosti jako nový prvek) a minimální opravy (po opravě má prvek stejné vlastnosti jako před poruchou). S ohledem na uvedené rozdělení oprav a uvedené předpoklady lze definovat následující způsoby odstranění poruch prvků: výměna prvku (úplná oprava), oprava prvku úplnou opravou, oprava prvku minimální opravou, seřízení prvku (minimální oprava), výměna subsystému (úplná oprava). Konkrétní způsob odstranění poruchy závisí na rozhodnutí dodavatele, které je ovlivněno zejména typem prvku,

identifikovaným způsobem poruchy, konstrukčním uspořádáním a vychází z předpokládané politiky údržby a politiky záruk. Je důležité zmínit fakt, že v záruční době bývají obvykle způsoby odstranění poruch dodavatelem předem přesně definovány.

Při odstraňování poruchy prvku v záruční době je nezbytné vynaložit jisté finanční prostředky, které lze rozdělit do následujících tří skupin:

- Náklady na náhradní díly a materiály, Náklady na pracovní kapacitu, Další náklady.

Je proto nezbytné provést predikci středních hodnot zmíněných nákladů pro všechny identifikované poruchy (způsoby poruch).

Pro jednotlivé identifikované poruchy je nezbytné predikovat počet jejich výskytů v záruční době. Přičemž způsob predikce závisí na určeném způsobu odstranění dané poruchy a také je třeba respektovat rozdělení poruch do dvou již uvedených skupin (poruchy, jejichž pravděpodobnost vzniku závisí na kalendářní době používání, a poruchy, jejichž pravděpodobnost vzniku závisí na době provozu). Vzhledem k tomu, že predikce počtu poruch v záruční době je založena na ukazatelích bezporuchovosti, je třeba počet poruch v záruční době chápat jako náhodnou proměnnou. Proto je nezbytné provést predikci středního počtu poruch (počtu výskytů poruch) v záruční době pro všechny identifikované poruchy.

Na základě dosud uvedených informací lze získat data potřebná pro provedení predikce hodnot vztahujících se k produktu jako celku. Finální vztah pro predikci středních záručních nákladů pro celý systém (produkt) byl odvozen v následujícím tvaru:

$$\bar{C} = \sum_{i=1}^m \bar{N}_i \bar{R}_i + \sum_{j=1}^k \bar{N}_j \bar{R}_j \quad (1)$$

kde:  $\bar{N}_i$  = střední počet výskytů  $i$ -té poruchy v záruční době;  $\bar{N}_j$  = střední počet výskytů  $j$ -té poruchy v záruční době;  $\bar{R}_i$  = střední hodnota nákladů souvisejících s odstraněním  $i$ -té poruchy;  $\bar{R}_j$  = střední hodnota nákladů souvisejících s odstraněním  $j$ -té poruchy;  $i$  = pořadové označení veličin vztahujících se k identifikovaným poruchám, jejichž pravděpodobnost vzniku závisí na kalendářní době používání;  $j$  = pořadové označení veličin vztahujících se k identifikovaným poruchám, jejichž pravděpodobnost vzniku závisí na době provozu;  $m$  = počet identifikovaných poruch, jejichž pravděpodobnost vzniku závisí na kalendářní době používání;  $k$  = počet identifikovaných poruch, jejichž pravděpodobnost vzniku závisí na době provozu.

Navržený postup predikce záručních nákladů u složitých produktů ukazuje, že je možno na produkt nahlížet jako na systém složený ze subsystémů a prvků a že tento předpoklad usnadňuje její praktickou realizaci. U složitých produktů je potřeba jednotlivé kroky aplikovat systematicky a cílevědomě a je třeba postupovat prvek po prvku. Jednotlivé kroky jsou logicky navazující, ale u složitých produktů je jejich provedení náročné nejen časově. Je proto vhodné uvažovat o využití běžně dostupné softwarové podpory.

## 4.2 ZAČLENĚNÍ PREDIKCE ZÁRUČNÍCH NÁKLADŮ DO FMEA/FMECA

V počátečních etapách životního cyklu produktu se obvykle provádí prediktivní analýzy spolehlivosti, ke kterým je většinou využívána metoda FMEA/FMECA. FMEA značí analýzu způsobů a důsledků poruch (*Failure Modes and Effects Analysis*) a FMECA značí analýzu způsobů, důsledků a kritičnosti poruch (*Failure Modes, Effects and Criticality Analysis*). Metoda FMEA/FMECA je standardizována zejména následujícími technickými normami: ČSN EN 60812 [35], SAE ARP5580 [43], SAE J1739 [44] a MIL-STD-1629A [41].

Při vlastní analýze metodou FMEA jsou postupně všechny prvky systému podrobeny zkoumání, v rámci kterého se realizují zejména tyto kroky:

- Identifikace způsobů poruch prvku, jejich důsledků a pravděpodobných příčin;
- Identifikace metod a opatření k detekci a izolaci poruch;
- Kvalitativní posouzení významnosti poruch a alternativní opatření.

V případě analýzy metodou FMECA se provádí ještě následující kroky:

- Určení kritičnosti poruch;
- Vyhodnocení pravděpodobnosti poruch.

Výsledky analýzy FMEA/FMECA je vhodné průběžně zaznamenávat do pracovního formuláře, který zachycuje podrobnosti analýzy v tabulkové formě. Obsah a uspořádání pracovního formuláře neupravuje žádný závazný předpis, proto může být jeho uspořádání různorodé. Vhodný příklad pracovního formuláře FMEA umožňuje zaznamenání následujících informací:

- Číslo řádku, Identifikace prvku, Název prvku, Funkce prvku, Způsob poruchy, Příčina poruchy, Místní důsledek, Důsledek na systém, Závažnost důsledků.

Navržený postup predikce záručních nákladů a metoda FMEA/FMECA mají společné první kroky, kterými jsou dekompozice systému na prvky a identifikace způsobů poruch prvků. Proto lze informace získané na základě navrženého postupu predikce záručních nákladů snadno začlenit do analýzy FMEA. Výsledkem je poté pracovní formulář FMEA rozšířený o následující údaje vztahující se k predikci záručních nákladů:

- *Typ poruchy*: Udává typ poruchy (způsobu poruchy). Rozlišují se dva typy poruch: poruchy, jejichž pravděpodobnost vzniku závisí na kalendářní době používání, a poruchy, jejichž pravděpodobnost vzniku závisí na době provozu.
- *Pořadí*: Udává pořadí daného typu poruchy.
- *Způsob odstranění poruchy*: Stručně popisuje způsob odstranění poruchy. Udává také informaci o typu opravy (úplná nebo minimální).
- *Náklady na ND a materiály*: Udává střední hodnotu nákladů na náhradní díly a materiály nezbytné k odstranění dané poruchy.
- *Náklady na pracovní kapacitu*: Udává střední hodnotu nákladů na pracovní kapacitu potřebnou k odstranění dané poruchy.
- *Další náklady*: Udává střední hodnotu dalších nákladů souvisejících s odstraněním dané poruchy.

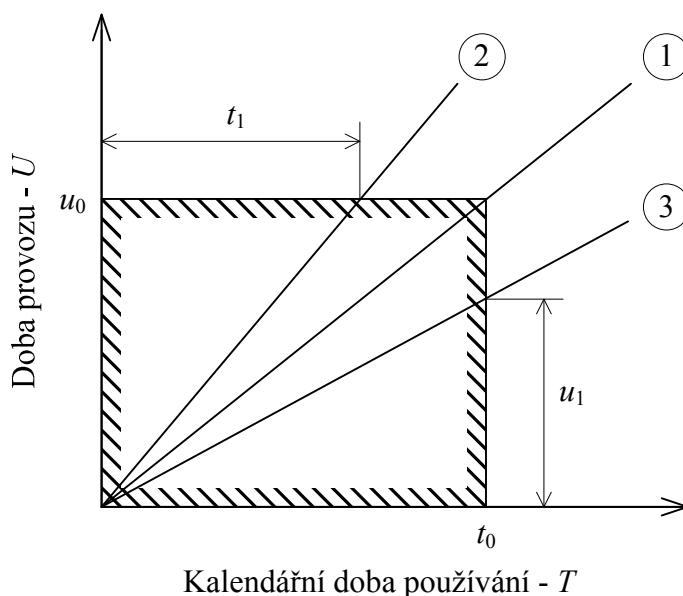
- *Počet poruch:* Udává střední počet výskytů dané poruchy v záruční době.
- *Záruční náklady:* Udává střední hodnotu záručních nákladů vztahujících se k dané poruše.

Z navrženého způsobu začlenění predikce záručních nákladů je zřejmé, že relativně malým rozšířením analýzy FMEA/FMECA lze dosáhnout potřebných výsledků a značného usnadnění řešení problému predikce záručních nákladů u složitých produktů. Vzhledem k předpokládané náročnosti provádění rozšířené FMEA/FMECA je vhodné uvažovat o využití dostupného kancelářského softwaru nebo specializovaného softwaru pro analýzu FMEA/FMECA.

### 4.3 STANOVENÍ OKAMŽIKU UKONČENÍ ZÁRUČNÍ DOBY PŘI POUŽITÍ DVOUROZMĚRNÉ ZÁRUKY

Při použití dvourozměrné záruky za jakost nejsou záruční náklady ovlivněny jen podmínkami záruky a úrovní spolehlivosti. Je proto nezbytné stanovit okamžik, ve kterém dojde k ukončení záruční doby. Disertační práce je zaměřena na situaci, kdy nejsou k dispozici informace o předpokládaném použití produktu ani dostatečné informace z reklamačních řízení.

V případě uvažované dvourozměrné záruky, jejíž oblast krytí je znázorněna na Obr. 2, může záruční doba u produktu probíhat v podstatě třemi vyznačenými způsoby, které následně určují okamžik ukončení záruční doby. Pro potřeby řešení můžeme předpokládat, že průběh záruční doby je konstantní.



Obr. 2: Oblast krytí 2-D zárukou a konstantní průběhy záruční doby

V případě tzv. produktů určených pro trh (spotřebních produktů), kde záruky nacházejí největší uplatnění, jednotliví zákazníci používají produkt s různou intenzitou, která se může v jednotlivých případech výrazně lišit. Nabízí se proto možnost „identifikovat“ chování zákazníků, tzn. zjistit intenzitu používání produktu

jednotlivými zákazníky, konkrétně předpokládanou dobu provozu (např. počet km), kterou realizuje produkt za určitou kalendářní dobu používání (např. jeden rok).

V disertační práci navržený postup predikce okamžiku ukončení záruční doby je založen na běžně využívaném dotazování zákazníků a lze jej rozdělit do následujících logicky navazujících kroků:

- Dotazování zákazníků;
- Statistické zpracování získaných dat;
- Predikce okamžiku ukončení záruční doby.

V prvním kroku je nezbytné dotázat se dostatečného počtu stávajících či potenciálních zákazníků (uživatelů) příslušného typu produktu na intenzitu, s jakou produkt používají (u stávajících zákazníků) či s jakou intenzitou by produkt v případě pořízení používali (u potenciálních zákazníků).

V dalším kroku je nezbytné statisticky zpracovat data získaná dotazováním. Je vhodné získané rozdělení náhodné proměnné (intenzity používání) nahradit některým ze známých spojitých rozdělení pravděpodobnosti, se kterým se snáze pracuje.

Poté je možné vypočítat střední dobu provozu, které bude dosaženo v kalendářní době  $t_0$ :

$$\bar{u}_1 = t_0 \int_0^{\infty} yf(y)dy \quad (2)$$

kde:  $t_0$  = garantovaná kalendářní doba používání;  $y$  = realizace náhodné proměnné (intenzity používání produktu);  $f(y)$  = funkce hustoty pravděpodobnosti náhodné proměnné.

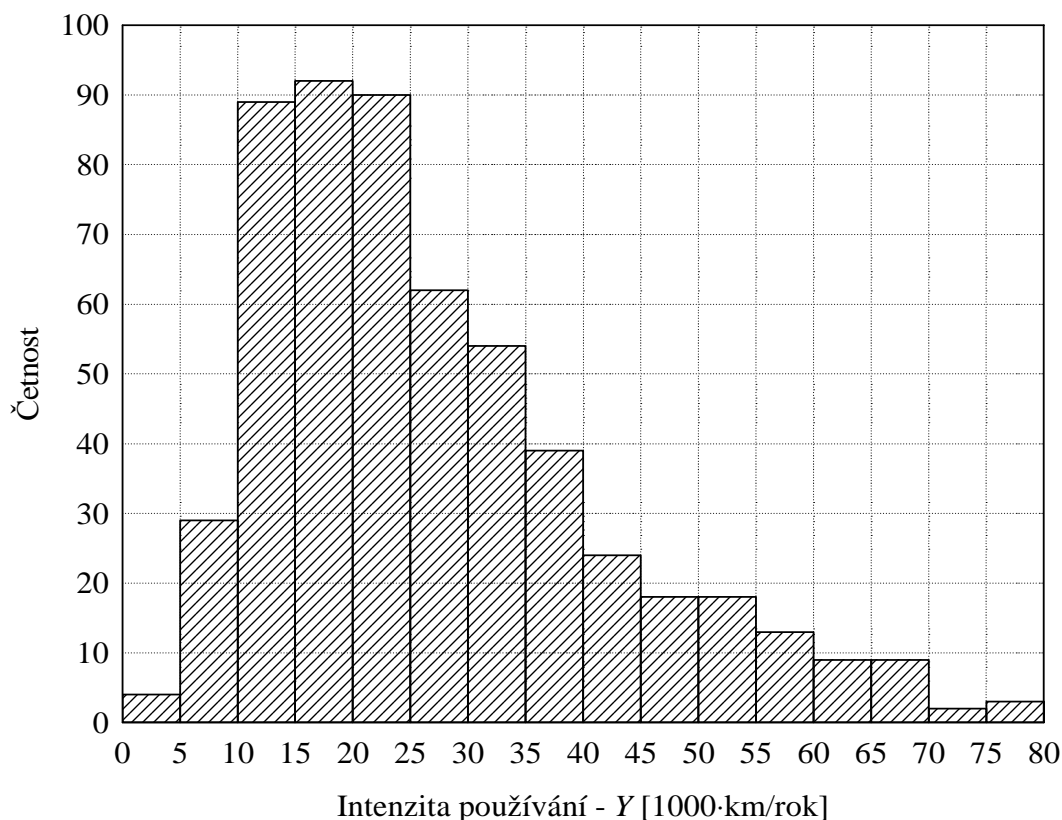
S využitím získané hodnoty lze snadno predikovat okamžik ukončení záruční doby (s ohledem na předpokládaný průběh záruční doby, viz Obr. 2).

V některých případech je vhodné predikovat také střední dobu provozu, která bude realizována produktem v rámci záruky. U určitého počtu produktů totiž bude záruka ukončena překročením garantované doby provozu  $u_0$  a tudíž tyto produkty v záruce realizují dobu provozu rovnu právě  $u_0$ . Předmětem zájmu je pouze doba provozu realizovaná v rámci záruky, a nikoliv doba realizovaná po ukončení záruky. Střední dobu provozu produktu v záruce lze určit následovně:

$$\bar{u}_w = t_0 \int_0^{y_0} yf(y)dy + u_0 \int_{y_0}^{\infty} f(y)dy \quad (3)$$

kde:  $u_0$  = garantovaná doba provozu;  $y_0$  = záruční intenzita používání.

Popsaný postup byl prakticky použit na příkladu osobního vozu nižší střední třídy, který je vyráběn v České republice. V prvním kroku byl proveden průzkum chování zákazníků (majitelů vozů daného typu) s cílem zjistit intenzitu, s jakou vůz používají. Data byla získána dotazováním (osobním nebo zprostředkovaným) majitelů jednotlivých vozidel. Celkem byla získána data o více než 550 vozidlech. Do průzkumu byla zahrnuta pouze vozidla, od jejichž uvedení do provozu neuplynulo více než 6 let. Zjištěný histogram četností počtu najetých kilometrů za jeden rok používání (intenzity používání) je zobrazen na Obr. 3.



Obr. 3: Histogram intenzity používání

Získaná a upravená data byla následně statisticky zpracována a byly provedeny dosud popsané výpočty okamžiku ukončení záruční doby a střední doby provozu produktu v záruce.

Informace získané při predikci okamžiku ukončení záruční doby lze využít pro řešení následujících tří základních problémů v oblasti záručních nákladů u dvourozměrných záruk za jakost:

- Predikce záručních nákladů při použití dvourozměrné záruky;
- Analýza vlivu změn parametrů dvourozměrné záruky na záruční náklady;
- Návrh parametrů dvourozměrné záruky při daných záručních nákladech.

V případě, že je použit navržené postup predikce záručních nákladů pro složité systémy (viz kap. 4.1), lze střední záruční náklady pro celý systém a do něj vstupující informace predikovat nikoliv pro parametry záruky, ale pro predikovaný okamžik ukončení záruční doby.

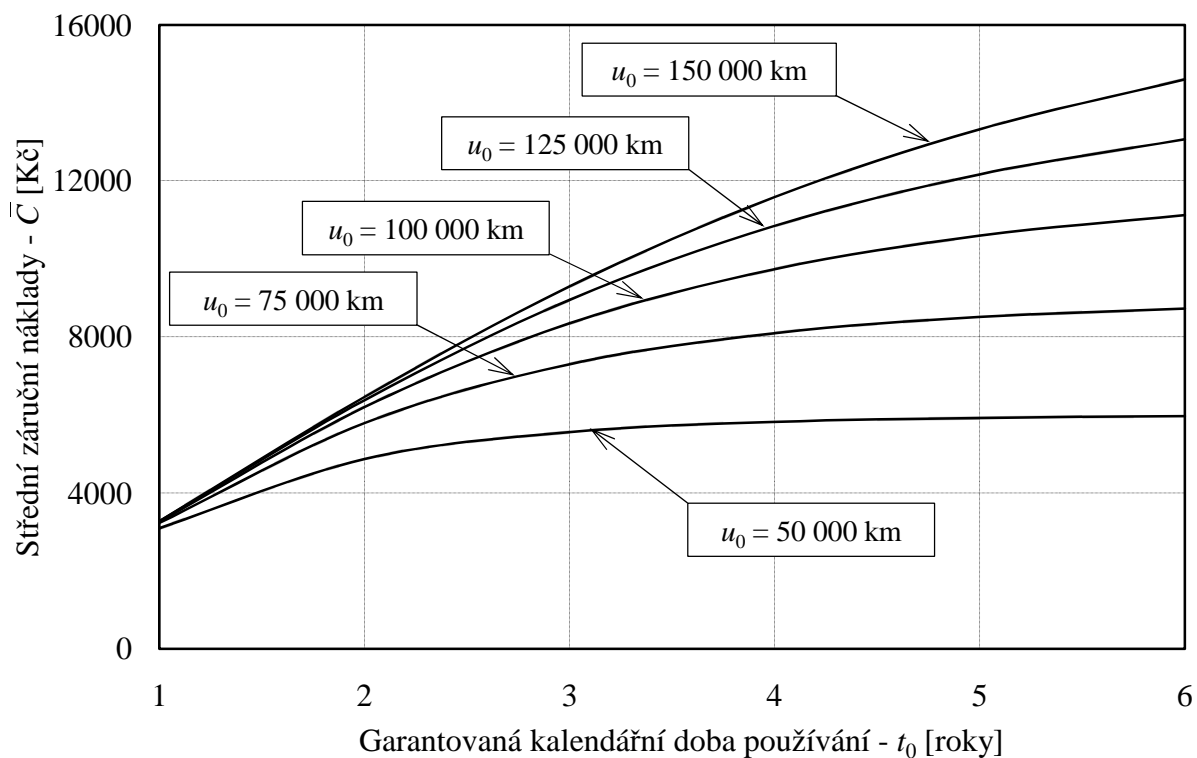
V případě, že jsou k dispozici informace o jednotkových záručních nákladech (vztažených na jednotku doby provozu), lze střední záruční náklady pro celý systém predikovat následovně:

$$\bar{C} = \bar{c}\bar{u}_w \quad (4)$$

kde:  $\bar{c}$  = jednotkové záruční náklady pro celý systém;  $\bar{u}_w$  = střední doba provozu produktu v záruce.



Dále lze získané informace využít k analýze vlivu změn parametrů dvourozměrné záruky na záruční náklady. Nejprve je třeba predikovat střední záruční náklady celého systému pro různé parametry záruky a tudíž pro různé okamžiky ukončení záruční doby. Poté je vhodné výsledky zaznamenat do přehledných grafů, které umožní postihnout vliv změn parametrů dvourozměrné záruky na střední záruční náklady. Příklad takového grafu je uveden na Obr. 4.



Obr. 4: Závislost záručních nákladů na garantované kalendářní době používání

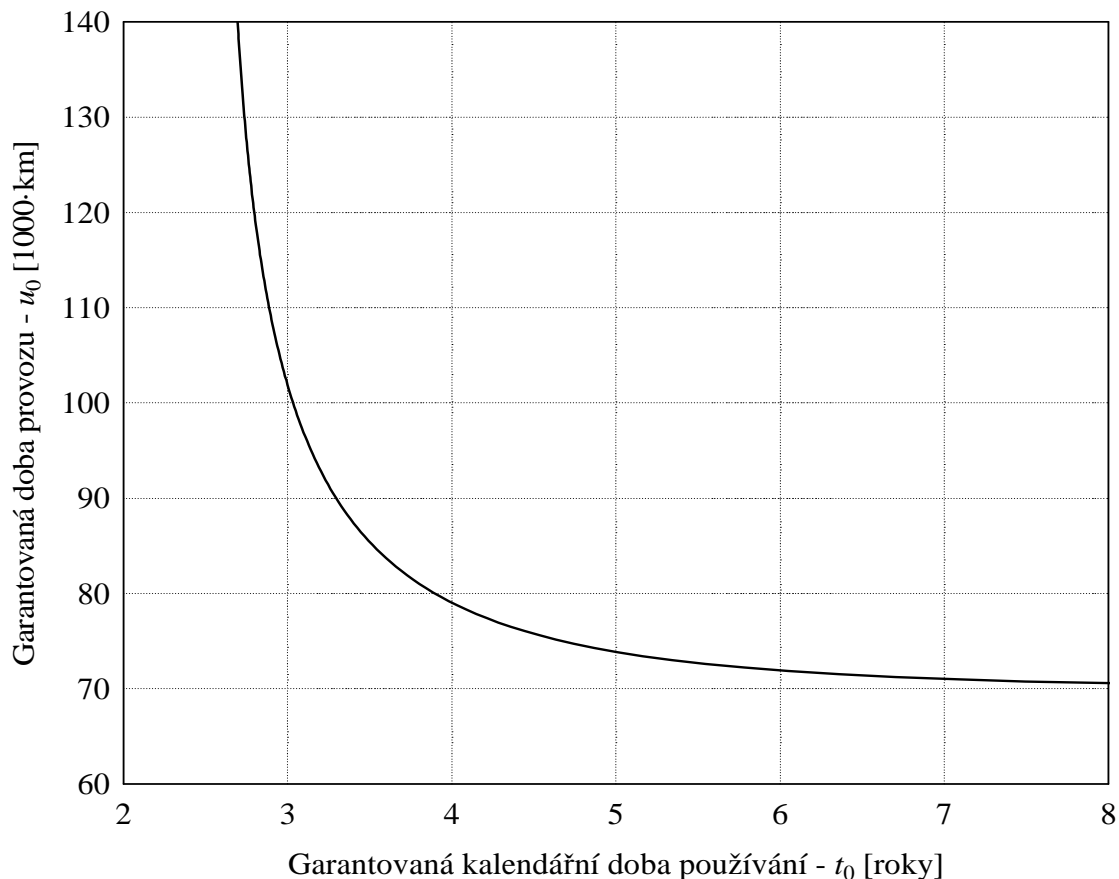
Třetí možností využití získaných informací je návrh parametrů dvourozměrné záruky při pevně stanovené výši záručních nákladů. Předpokládá se, že je stanovena maximální výše záručních nákladů pro celý systém  $C_{max}$  a že je k dispozici informace o jednotkových záručních nákladech  $\bar{c}$  pro celý systém. Poté lze odvodit vztah pro určení hodnot parametrů dvourozměrné záruky  $t_0$  a  $u_0$  při maximální akceptovatelné výši záručních nákladů následovně:

$$t_0 = \frac{C_{max}}{\bar{c} \left( \int_0^{y_0} yf(y)dy + y_0 \int_{y_0}^{\infty} f(y)dy \right)} \quad (5)$$

$$u_0 = y_0 \frac{C_{max}}{\bar{c} \left( \int_0^{y_0} yf(y)dy + y_0 \int_{y_0}^{\infty} f(y)dy \right)} \quad (6)$$

kde:  $C_{max}$  = maximální výše záručních nákladů pro celý systém.

Pokud vypočteme hodnoty  $t_0$  a  $u_0$  pro vhodně zvolený počet hodnot  $y_0$ , můžeme je vynést do grafu a proložit křivkou. Příklad takového grafu je uveden na Obr. 5. Křivka v grafu rozděluje plochu na dvě části: pole přijatelných hodnot záručních parametrů (pod křivkou) a pole nepřijatelných hodnot záručních parametrů (nad křivkou).



Obr. 5: Závislost záručních parametrů pro stanovenou výši záručních nákladů

Výsledky získané aplikací navržených postupů jsou do značné míry ovlivněny „kvalitou“ vstupních dat získaných průzkumem chování zákazníků. Je také zřejmé, že při praktickém použití navrženého postupu se nelze obejít bez moderních softwarových produktů z oblasti statistiky a matematiky.

#### 4.4 PREDIKCE ČASOVÉHO VÝVOJE ZÁRUČNÍCH NÁKLADŮ

K predikcím záručních nákladů pro celý produkt popsaným v předchozích kapitolách je vhodné přiřadit také časové hledisko. Přesněji řečeno je vhodné predikovat vývoj záručních nákladů a souvisejících ukazatelů v čase. Celková výše záručních nákladů v čase není ovlivněna pouze dosud uváděnými faktory (podmínky záruky, úroveň spolehlivosti a chování zákazníků), ale navíc i množstvím produktů, které jsou kryty zárukou (objemem produkce). Je vhodné zdůraznit skutečnost, že

dodavatelé musí počítat s vynakládáním záručních nákladů i po ukončení produkce, protože „poslednímu“ dodanému produktu začne záruční doba běžet právě v okamžiku ukončení produkce.

Obecně lze tvrdit, že záruční náklady jsou ovlivněny zejména počtem reklamací (poruch) v záruční době a náklady souvisejícími s vyřízením jednotlivých reklamací. Z hlediska časového vývoje má významnější vliv počet reklamací v záruční době, který je ovlivněn množstvím produktů krytých zárukou a úrovní jejich bezporuchovosti. Náklady související s vyřízením jednotlivých reklamací obvykle, na rozdíl od počtu reklamací, nejsou funkcí času. Množství produktů, které jsou kryty zárukou a u kterých je nezbytné řešit případné reklamace, závisí především na celkovém objemu produkce (množství produkovaných produktů) a jeho rozložení v čase.

Pokud bude produkce popsána vhodnou funkcí (např. intenzitou produkce), bude charakterizován vznik poruch (reklamací) v čase (např. funkcí intenzity poruch) a budou stanoveny náklady související s odstraněním jedné poruchy, lze poté časový vývoj záručních nákladů charakterizovat s využitím kumulativních záručních nákladů:

$$C_0(t) = \bar{C}_R N_0(t) \quad (7)$$

kde:  $\bar{C}_R$  = střední náklady související s odstraněním jedné poruchy;  $N_0(t)$  = kumulativní počet poruch, které se vyskytly u produktů krytých zárukou.

Z hlediska praktického využití však není příliš vhodné pracovat se spojitými funkcemi, vhodnější je kalendářní dobu rozdělit na určité diskrétní části (jednotlivá časová období), kterými mohou být měsíce, týdny nebo dny. Volba délky období závisí na konkrétní situaci, zejména na typu a množství produkce. Pro potřeby řešení byl zvolen týden, přičemž veličina  $w$  vyjadřuje dobu od zahájení prodeje produktů počítanou v týdnech a veličina  $s$  vyjadřuje pořadí týdne, ve kterém byl konkrétní produkt prodán.

Při uvážení předchozího lze množství produkce charakterizovat prostřednictvím počtu produktů  $n_s$ , které byly prodány v týdnu  $s$ . Tato veličina by měla být pro jednotlivé týdny „předpovězena“, nejlépe na základě obchodních plánů a kapacitních možností dodavatele.

S ohledem na výše uvedené rozdělení kalendářní doby na týdny je nezbytné predikovat vývoj počtu reklamací (poruch) v jednotlivých týdnech. Přičemž predikce je vztažena ke kalendářní době používání. U poruch, jejichž pravděpodobnost vzniku závisí na době provozu, je nezbytné vztáhnout jejich vznik k době provozu, např. předpokladem lineárního průběhu záruční doby.

S využitím uvedeného je třeba predikovat střední počet reklamací (poruch), které se vyskytnou v týdnu  $w$  u všech produktů prodaných v týdnu  $s$ . Tato veličina závisí na počtu reklamací (poruch) jednoho produktu a na počtu produktů prodaných v týdnu  $s$ . Dále je třeba provést predikci časového vývoje nákladů na vyřízení jednotlivých reklamací, tj. nákladů souvisejících s odstraněním jednotlivých poruch, které se u produktu vyskytnou v záruční době. Z hlediska časového vývoje jsou sice uvedené náklady náhodnou proměnnou, ale jejich konkrétní hodnota není na rozdíl

od počtu reklamací funkcí času. Na základě uvedeného proto postačuje predikovat střední náklady související s odstraněním jedné poruchy (vyřízením jedné reklamace).

Vzhledem k uvedenému lze střední hodnotu záručních nákladů, které bude třeba vynaložit v týdnu  $w$  a které budou způsobeny produkty prodanými v týdnu  $s$ , predikovat následovně:

$$\bar{C}_{ws} = \bar{C}_R \bar{N}_{Cws} \quad (8)$$

kde:  $\bar{C}_R$  = střední náklady související s odstraněním jedné poruchy;  $\bar{N}_{Cws}$  = střední počet reklamací všech produktů, které budou prodány v týdnu  $s$  a které se vyskytnou v týdnu  $w$ .

Z uvedeného vztahu je zřejmé, že hodnota záručních nákladů závisí na nákladech souvisejících s vyřízením reklamace a počtem reklamací (poruch). Počet reklamací je ovlivněn zejména bezporuchovostí produktu a také počtem produktů krytých zárukou.

Výsledky predikcí pro jednotlivé týdny je vhodné přehledně zaznamenávat do vhodně navržených tabulek. Pro vedení záznamů je vhodné využít některý z běžně dostupných kancelářských softwarů.

#### 4.5 PRŮBĚŽNÉ SLEDOVÁNÍ A VYHODNOCOVÁNÍ ZÁRUČNÍCH NÁKLADŮ A SOUVISEJÍCÍCH UKAZATELŮ

V návaznosti na predikci časového vývoje záručních nákladů by měli dodavatelé po zahájení dodávek produktů průběžně sledovat a vyhodnocovat skutečný vývoj záručních nákladů a souvisejících ukazatelů v čase. Proto je nezbytné zavést systém průběžného sledování a vyhodnocování skutečného vývoje. Navržený způsob realizace průběžného sledování a vyhodnocování záručních nákladů a souvisejících ukazatelů lze rozdělit do dvou navazujících částí:

- Sběr dat;
- Vyhodnocení sebraných dat.

Nejprve je třeba zavést systém sběru a záznamu patřičných dat, která lze získat z reklamačních řízení. Sběr dat je prvním a současně nejdůležitějším krokem při vyhodnocování záručních nákladů. Systém sběru dat má zajistit, aby pro každou reklamaci byly zjištěny a zaznamenány přinejmenším následující informace:

- Datum prodeje produktu – týden, ve kterém byl produkt prodán;
- Datum obdržení reklamace produktu – týden, ve kterém byl produkt reklamován (ve kterém došlo k poruše);
- Rozpis nákladů, které byly vynaloženy na vyřízení reklamace produktu.

Uvedená data získaná pro každou reklamaci jsou nezbytná pro vyhodnocování časového vývoje záručních nákladů a souvisejících ukazatelů. Je třeba zdůraznit, že data je třeba sbírat průběžně.

S použitím dat získaných z jednotlivých reklamačních řízení lze stanovit skutečné hodnoty záručních nákladů a souvisejících ukazatelů. Skutečný stav je vhodné

vyhodnocovat v oblasti záručních nákladů, počtu reklamací a nákladů vynaložených na vyřízení jednotlivých reklamací. Vyhodnocování je třeba provádět průběžně, tj. vždy co nejdříve po konci sledovaného týdne. Finálně lze určit zejména skutečnou hodnotu záručních nákladů, které byly vynaloženy v týdnu  $w$  a které byly způsobeny produkty prodanými v týdnu  $s$ :

$$C_{ws} = \sum_{l=1}^{N_{Cws}} R_l \quad (9)$$

kde:  $N_{Cws}$  = skutečný počet reklamací, které se vyskytly v týdnu  $w$  u produktů prodaných v týdnu  $s$ ;  $R_l$  = skutečné náklady související s vyřízením  $l$ -té reklamace;  $l$  = pořadové označení reklamace (v týdnu  $w$  u produktů prodaných v týdnu  $s$ ).

S využitím zjištěných hodnot lze analogicky určovat hodnoty ukazatelů v libovolných intervalech (pro libovolné skupiny týdnů). Získané skutečné hodnoty záručních nákladů  $C_{ws}$  je pro větší přehlednost vhodné průběžně zaznamenávat do vhodně navržených tabulek, které dávají obraz o jejich časovém vývoji. Pro vedení záznamů je vhodné využít některý z běžně dostupných kancelářských softwarů, případně záznamy začlenit do informačního systému organizace.

Je zřejmé, že skutečný časový vývoj záručních nákladů a souvisejících ukazatelů se bude lišit od predikovaného časového vývoje. Odlišnost predikce a skutečnosti může být v zásadě způsobena dvěma faktory. V první řadě je možné, že vzorek sebraných dat z reklamačních řízení nedostatečně reprezentuje základní soubor. Tato situace je běžná v počátečních týdnech po zahájení prodeje produktů. Druhá a častější možnost je, že jeden z parametrů ovlivňujících záruční náklady (např. bezporuchovost produktu nebo jednotlivé nákladové položky) má ve skutečnosti jinou hodnotu, než byla hodnota uvažovaná při predikci.

Navržené způsoby predikce vývoje a vyhodnocení skutečného vývoje umožňují průběžně porovnávat predikované a skutečné hodnoty ukazatelů. Návrh také umožňuje vyhodnocovat případné odchylky hodnot. Metody porovnávání predikovaných a skutečných hodnot a vyhodnocování odchylek jsou statistický a především ekonomický problém, který však přesahuje rámec disertační práce.

## 5 ZÁVĚR

Hlavním cílem disertační práce byl návrh prakticky použitelných metod a postupů, které umožní dodavatelům získat informace nezbytné pro racionální rozhodování při poskytování jednorozměrných a zejména dvourozměrných záruk za jakost u složitých produktů již v počátečních etapách jejich životního cyklu. Tento hlavní cíl byl dále rozdělen na čtyři dílčí cíle. Lze konstatovat, že hlavní i dílčí cíle byly v disertační práci splněny.

Za hlavní výsledky a přínosy práce lze považovat:

- Zformulování prakticky použitelného postupu, který umožňuje predikovat záruční náklady u složitých produktů na základě informací o bezporuchovosti a udržitelnosti jednotlivých prvků produktu.
- Návrh postupu predikce okamžiku ukončení záruční doby při použití dvourozměrné záruky v situacích, kdy nejsou k dispozici dostatečné informace z reklamačních řízení.
- Návrh modelu časového vývoje záručních nákladů, na jehož základě lze predikovat vývoj záručních nákladů a souvisejících ukazatelů v čase.

Navržené postupy a modely přispívají nejen k teoretickému rozvoji problematiky predikce záručních nákladů, ale mohou také nalézt široké uplatnění v aplikační sféře. O tom svědčí i ohlasy na zveřejněné výsledky disertační práce ze strany mezinárodní vědecké a odborné veřejnosti.

Další přínos práce lze spatřovat v provedené analýze současného stavu v oblasti predikce záručních nákladů, díky níž práce získává charakter uceleného souboru postupů a nástrojů umožňujících praktickou realizaci predikce záručních nákladů u nejpoužívanějších typů jedno a dvourozměrných záruk za jakost.

Práce může najít uplatnění jak v aplikační sféře, jako prakticky použitelný návod pro predikci záručních nákladů, tak i v oblasti vzdělávání, jako studijní materiál pro přípravu studentů v magisterském a doktorském studiu u technických oborů. Tuto skutečnost podtrhuje i fakt, že předložená disertační práce je vůbec první publikací vydanou v ČR, která se systematicky a v takovém rozsahu zabývá problematikou predikce záručních nákladů.

Z hlediska vědního oboru lze disertační práci zařadit do oblasti inženýrství spolehlivosti a do oblasti managementu záruk za jakost.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] BHARATENDRA, R. – SINGH, N. A modeling framework for assessing the impact of new time/mileage warranty limits on the number and cost of automotive warranty claims. *Reliability Engineering & System Safety*, 2005, vol. 88, p. 157–169. ISSN 0951-8320.
- [2] BIROLINI, A. *Reliability Engineering – Theory and Practice*. 4<sup>th</sup> ed. Berlin: Springer-Verlag, 2004. ISBN 3-540-40287-X.
- [3] BLISCHKE, W.R. – MURTHY, D.N.P. *Product Warranty Handbook*. 1<sup>st</sup> ed. New York: Marcel Dekker, 1996. ISBN 0-8247-8955-5.
- [4] BLISCHKE, W.R. – MURTHY, D.N.P. *Warranty Cost Analysis*. 1<sup>st</sup> ed. New York: Marcel Dekker, 1994. ISBN 0-8247-8911-3.
- [5] CHATTOPADHYAY, G. – RAHMAN, A. Development of lifetime warranty policies and models for estimating costs. *Reliability Engineering & System Safety*, 2008, vol. 93, p. 522–529. ISSN 0951-8320.
- [6] CHEN, T. – POPOVA, E. Maintenance policies with two-dimensional warranty. *Reliability Engineering & System Safety*, 2002, vol. 77, p. 61–69. ISSN 0951-8320.
- [7] CHUKOVA, S. – HAYAKAWA, Y. Warranty cost analysis: quasi-renewal inter-repair times. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 2005, vol. 22, p. 687–698. ISSN 0265-671X.
- [8] DANĚK, A. – ŠIROKÝ, J. *Teorie obnovy dopravních prostředků*. 1. vyd. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 1999. ISBN 80-7078-568-3.
- [9] ELSAYED, E.A. *Reliability Engineering*. 1<sup>st</sup> ed. Reading: Addison Wesley Longman, 1996. ISBN 0-201-63481-3.
- [10] HEBÁK, P. aj. *Vícerozměrné statistické metody (1)*. 1. vyd. Praha: Informatorium, 2004. ISBN 80-7333-025-3.
- [11] HOLUB, R. – VINTR, Z. *Aplikované techniky spolehlivosti. Část 1. – Specifikace požadavků na spolehlivost*. 1. vyd. Brno: Vojenská akademie v Brně, 2002.
- [12] HOLUB, R. – VINTR, Z. *Základy spolehlivosti*. 1. vyd. Brno: Vojenská akademie v Brně, 2002.
- [13] JACK, N. – MURTHY, D.N.P. – ISKANDAR, B.P. Comments on “Maintenance policies with two-dimensional warranty”. *Reliability Engineering & System Safety*, 2003, vol. 82, p. 105–109. ISSN 0951-8320.
- [14] JACK, N. – ISKANDAR, B.P. – MURTHY, D.N.P. A repair–replace strategy based on usage rate for items sold with a two-dimensional warranty. *Reliability Engineering & System Safety*, 2008, vol. 94, p. 611–617. ISSN 0951-8320.
- [15] JUNG, M. – BAI, D.S. Analysis of field data under two-dimensional warranty. *Reliability Engineering & System Safety*, 2007, vol. 92, p. 135–143. ISSN 0951-8320.
- [16] JURAN, J.M. – GODFREY, A.B. *Juran’s Quality Handbook*. 5<sup>th</sup> ed. New York: McGraw-Hill, 1999. ISBN 0-07-034003-X.
- [17] KOTLER, P. – KELLER, K.L. *Marketing Management – 12. vydání*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. ISBN: 978-80-247-1359-5.
- [18] KRIVTISOV, V. – FRANKSTEIN, M. Nonparametric Estimation of Marginal Failure Distributions from Dually Censored Automotive Data. In *Proc. Ann. Reliability & Maintainability Symp., 2004*. Piscataway: Institute of Electrical & Electronics Engineers, 2004, ISBN: 0-7803-8216-1.
- [19] LEGÁT, V. aj. *Systémy managementu jakosti a spolehlivosti v údržbě*. 1. vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 2007. ISBN 978-80-02-01949-7.
- [20] MAJESKE, K.D. A non-homogeneous Poisson process predictive model for automobile warranty claims. *Reliability Engineering & System Safety*, 2007, vol. 92, p. 243–251. ISSN 0951-8320.

- [21] MURTHY, D.N.P. – BLISCHKE, W.R. *Warranty Management and Product Manufacture*. 1<sup>st</sup> ed. London: Springer-Verlag, 2006. ISBN 1-85233-933-0.
- [22] MURTHY, D.N.P. – DJAMALUDIN, I. New product warranty: A literature review. *International Journal of Production Economics*, 2002, vol. 79, p. 231–260. ISSN 0925-5273.
- [23] PHAM, H. *Handbook of Reliability Engineering*. 1<sup>st</sup> ed. London: Springer-Verlag, 2003. ISBN 1-85233-453-3.
- [24] PRÁŠKOVÁ, Z. - LACHOUT, P. *Základy náhodných procesů*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1998. ISBN 80-7184-688-0.
- [25] RIGDON, S.E. – BASU, A.P. *Statistical Methods for the Reliability of Repairable Systems*. 1<sup>st</sup> ed. New York: John Wiley & Sons, 2000. ISBN 0-471-34941-0.
- [26] THOMAS, M.U. Quality, Reliability & Warranties: A Tutorial on Understanding and Practice. In *Proc. Ann. Reliability & Maintainability Symp., 2003*. Piscataway: Institute of Electrical & Electronics Engineers, 2003, ISBN: 0-7803-7718-4.
- [27] VINTR, M. Estimating Warranty Costs in the Initial Stages of Product Life. In *Proceedings of the European Safety and Reliability Conference (ESREL 2005)*. London: Taylor & Francis Group, 2005, p. 1995 – 1999. ISBN 0-415-38340-4.
- [28] VINTR, M. Warranty Cost Estimate for Vehicles. In *Proceedings of the second international conference Reliability, safety and diagnostics of transport structures and means 2005*. Pardubice: University of Pardubice, 2005, p. 380 – 387. ISBN 80-7194-769-5.
- [29] VINTR, M. Reliability Assessment for Components of Complex Mechanisms and Machines. In *Proceedings of Twelfth World Congress in Mechanism and Machine Science – IFToMM 2007*. Besançon: Comité Français pour la Promotion de la Science des Mécanismes et des Machines, 2007.
- [30] VINTR, Z. – VINTR, M. Continuous Monitoring of Warranty Costs. In *Proceedings of the European Safety and Reliability Conference (ESREL 2005)*. London: Taylor & Francis Group, 2005, p. 1989 – 1993. ISBN 0-415-38340-4.
- [31] VINTR, Z. – VINTR, M. FMEA Used in Assessing Warranty Costs. In *2005 Proc. Ann. Reliability & Maintainability Symp.* Piscataway: Institute of Electrical & Electronics Engineers, 2005. ISBN 0-7803-8825-9.
- [32] VINTR, Z. – VINTR, M. Estimate of Warranty Costs Based on Research of the Customer's Behavior. In *2007 Proc. Ann. Reliability & Maintainability Symp.* Piscataway: Institute of Electrical & Electronics Engineers, 2007, p. 327 – 332. ISBN 0-7803-9767-3.
- [33] YANG, G. – ZAGHATI, Z. – KAPADIA, J.A. Sigmoid Process for Modeling Warranty Repairs. In *2005 Proc. Ann. Reliability & Maintainability Symp.* Piscataway: Institute of Electrical & Electronics Engineers, 2005, ISBN: 0-7803-8825-9.
- [34] ČSN EN 60300-3-3 (01 0690). *Management spolehlivosti – Část 3-3: Pokyn k použití – Analýza nákladů životního cyklu*. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [35] ČSN EN 60812 (01 0675). *Techniky analýzy bezporuchovosti systémů – Postup analýzy způsobů a důsledků poruch (FMEA)*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [36] ČSN EN ISO 9000:2006 (01 0300). *Systémy managementu kvality – Základy, zásady a slovník*. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [37] ČSN IEC 50(191) (01 0102). *Mezinárodní elektrotechnický slovník – Kapitola 191: Spolahlivosť a akosť služieb*. Praha: Český normalizační institut, 1993.
- [38] DGA-DM/STTC/CO/477-A. *FIDES Guide 2004 issue A – Reliability Methodology for Electronic Systems*. FIDES Group, 2004.
- [39] IEC/TR 62380. *Reliability Data Handbook – A Universal Model for Reliability Prediction of Electronics Components, PCBs and Equipment*. Geneva: International Electrotechnical Commission, 2004.



- [40] MIL-HDBK-217F. *Military Handbook: Reliability Prediction of Electronic Equipment*. Washington: Department of Defense, 1991.
- [41] MIL-STD-1629A. *Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*. Washington: Department of Defense, 1984.
- [42] NSWC-09. *Handbook of Reliability Prediction Procedures for Mechanical Equipment*. West Bethesda: Naval Surface Warfare Center, 2009.
- [43] SAE ARP5580. *Recommended Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) Practices for Non-Automobile Applications*. Warrendale: Society of Automotive Engineers, 2001.
- [44] SAE J1739. *Potential Failure Mode and Effects Analysis in Design (Design FMEA), Potential Failure Mode and Effects Analysis in Manufacturing and Assembly Processes (Process FMEA), and Potential Failure Mode and Effects Analysis for Machinery (Machinery FMEA)*. Warrendale: Society of Automotive Engineers, 2002.
- [45] UTE C 80-810. *RDF 2000 – Reliability Data Handbook – A Universal Model for Reliability Prediction of Electronics Components, PCBs and Equipment*. Fontenay-aux-Roses: Union Technique de l'Electricité, 2000.
- [46] *Electronic Parts Reliability Data (EPRD-97)*. Rome: Reliability Analysis Center, 1997.
- [47] *Failure Mode/Mechanism Distributions (FMD-97)*. Rome: Reliability Analysis Center, 1998.
- [48] *FIDES Guide 2009 – Reliability Methodology for Electronic Systems*. FIDES Group, 2009.
- [49] *Handbook of 217Plus™ Reliability Prediction Models*. Utica: Reliability Information Analysis Center (RIAC), 2006.
- [50] *Nonelectronic Parts Reliability Data (NPRD-95)*. Rome: Reliability Analysis Center, 1995.
- [51] 15 U.S.C. §2301 et seq. (United States Code, Title 15: Commerce and Trade, Chapter 50: Consumer Product Warranties) (Magnuson-Moss Warranty Act).
- [52] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 1999/44/ES o některých aspektech prodeje spotřebního zboží a záruk na toto zboží.
- [53] Zákon č. 40/1964 Sb., občanský zákoník, ve znění pozdějších předpisů.
- [54] Zákon č. 513/1991 Sb., obchodní zákoník, ve znění pozdějších předpisů.
- [55] Zákon č. 634/1992 Sb., o ochraně spotřebitele, ve znění pozdějších předpisů.
- [56] Automotive Warranties. *Warranty Week: the Newsletter for Warranty Management Professionals* [online]. 10<sup>th</sup> July, 2008. [cit. 2009-07-17] Dostupný z: <<http://www.warrantyweek.com/archive/ww20080710.html>>. ISSN 1550-9214.
- [57] Warranty Cost per Vehicle. *Warranty Week: the Newsletter for Warranty Management Professionals* [online]. 16<sup>th</sup> July, 2008. [cit. 2009-07-17] Dostupný z: <<http://www.warrantyweek.com/archive/ww20080716.html>>. ISSN 1550-9214.
- [58] Worldwide Auto Warranties. *Warranty Week: the Newsletter for Warranty Management Professionals* [online]. 2<sup>nd</sup> July, 2009. [cit. 2009-07-17] Dostupný z: <<http://www.warrantyweek.com/archive/ww20090702.html>>. ISSN 1550-9214.
- [59] *ISI Web of Knowledge: Web of Science* [online]. [cit. 2009-01-26]. Dostupný z: <<http://apps.isiknowledge.com/>>
- [60] *Reliability HotWire: the eMagazine for the Reliability Professionals* [online]. ReliaSoft Corporation, 1992- [cit. 2009-01-26]. Dostupný z: <<http://weibull.com/hotwire>>.
- [61] *Warranty Week: the Newsletter for Warranty Management Professionals* [online]. Warranty Week, [cit. 2009-01-26]. Dostupný z: <<http://www.warrantyweek.com>>. ISSN 1550-9214.
- [62] *Weibull.com: Reliability Engineering Resource* [online]. ReliaSoft Corporation, 1992-[cit. 2009-07-17]. Dostupný z: <<http://weibull.com>>.
- [63] *STATISTICA Cz* [počítačový program]. Verze 8.0. Praha: StatSoft CR s r.o., 2007. Počítačový program pro analýzu dat.
- [64] *Mathcad* [počítačový program]. Verze 13.0. Cambridge (USA): Mathsoft Engineering & Education, Inc., 2005.

## SEZNAM PUBLIKACÍ AUTORA

- 1) VINTR, M. Modelování nákladů na záruky za jakost. In *Matematické modelování spolehlivosti: sborník abstraktů příspěvků semináře*. Ostrava: Ediční středisko VŠB-TU Ostrava, 2004.
- 2) VINTR, M. Odhad záručních nákladů s využitím ukazatelů bezporuchovosti produktu. In *Sborník přednášek 27. mezinárodní konference TD 2004 – DIAGON 2004*. Zlín: Academia centrum UTB ve Zlíně, 2004, s. 73–78. ISBN 80-7318-195-6.
- 3) VINTR, M. Odhad záručních nákladů s ohledem na bezporuchovost produktu. In *Zborník prednášok zo 6. medzinárodnej vedeckej konferencie TRANSFER 2004*. Trenčín: FŠT TU A.D. v Trenčíne, 2004, s. 550–555. ISBN 80-8075-030-0.
- 4) VINTR, Z. – VINTR, M. After-Sales Management of Product Warranty. In *Proceedings of International Engineering Management Conference 2004*. Piscataway: Institute of Electrical & Electronics Engineers, 2004, p. 199–203. ISBN 0-7803-8519-5.
- 5) VINTR, Z. – VINTR, M. Product Warranty Costs Assessment at Development and Design Phase. In *Sborník přednášek konference Opatřebení, spolehlivost, diagnostika 2004*. Brno: VA v Brně, 2004, s. 173–180. ISBN 80-85960-77-X.
- 6) VINTR, Z. – VINTR, M. Planning a Vehicle Warranty. In *Proceedings of International Conference Transport Means 2004*. Kaunas: Kaunas University of Technology, 2004, p. 9–13. ISBN 9955-09-735-3.
- 7) VINTR, M. Modelování nákladů na záruky za jakost s ohledem na parametry spolehlivosti výrobku. In *Sborník FSI Junior konference 2004*. Brno: FSI VUT v Brně, 2005.
- 8) VINTR, Z. – VINTR, M. FMEA Used in Assessing Warranty Costs. In *2005 Proc. Ann. Reliability & Maintainability Symp.* Piscataway: Institute of Electrical & Electronics Engineers, 2005, p. 331–336. ISBN 0-7803-8825-9.
- 9) VINTR, M. Současné přístupy k predikci bezporuchovosti prvků. In *Sborník přednášek 28. mezinárodní konference TD 2005 – DIAGON 2005*. Zlín: Academia centrum UTB ve Zlíně, 2005, s. 41–46. ISBN 80-7318-293-9.
- 10) VINTR, M. Estimating Warranty Costs in the Initial Stages of Product Life. In *Proceedings of the European Safety and Reliability Conference (ESREL 2005)*. London: Taylor & Francis Group, 2005, p. 1995–1999. ISBN 0-415-38340-4.
- 11) VINTR, Z. – VINTR, M. Continuous Monitoring of Warranty Costs. In *Proceedings of the European Safety and Reliability Conference (ESREL 2005)*. London: Taylor & Francis Group, 2005, p. 1989–1993. ISBN 0-415-38340-4.
- 12) VINTR, M. Warranty Cost Estimate for Vehicles. In *Proceedings of the second international conference Reliability, safety and diagnostics of transport structures and means 2005*. Pardubice: University of Pardubice, 2005, p. 380–387. ISBN 80-7194-769-5.
- 13) VINTR, Z. – VINTR, M. An Integrated RAMS Program for Systems of Traction Vehicles. In *Proceedings of the second international conference Reliability, safety and diagnostics of transport structures and means 2005*. Pardubice: University of Pardubice, 2005, p. 388–394. ISBN 80-7194-769-5.
- 14) VINTR, M. Současné přístupy k predikci bezporuchovosti prvků. *Automa: časopis pro automatizační techniku*, 2005, roč. 11, č. 7, s. 46–48. ISSN 1210-9592.
- 15) VINTR, M. Odhad záručních nákladů v počátečních etapách života produktu. In *Zborník prednášok 7. medzinárodnej vedeckej konferencie TRANSFER 2005*. Trenčín: FŠT TU A.D. v Trenčíne, 2005, s. 567–572. ISBN 80-8075-070-X.
- 16) VINTR, M. Současné přístupy k predikci bezporuchovosti prvků. *Perspektivy jakosti*, 2005, roč. 2, č. 3, s. 27–31. ISSN 1214-8865.
- 17) VINTR, Z. – VINTR, M. Assessing Warranty Costs for Vehicle and its Parts. In *Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Conference Transport Means 2005*. Kaunas: Kaunas University of Technology, 2005, p. 81–84. ISBN 9955-09-935-6.

- 18) VINTR, Z. – VINTR, M. A Method of Economic Evaluation of Vehicle Reliability. In *Proceedings of the International Conference on Automotive Technology for Vietnam (ICAT 2005)*. Hanoi: Vietnamese Society of Automotive Engineers, 2005, p. 100–104.
- 19) VINTR, M. Warranty Cost Estimate for Vehicles. In *3<sup>rd</sup> International PhD Conference on Mechanical Engineering – PhD 2005: Book of Abstract*. Pilsen: University of West Bohemia in Pilsen, 2005, p. 163–164. ISBN 80-7043-414-7.
- 20) VINTR, M. Warranty Cost Estimate for Vehicles. In *Proceedings of the XII international scientific-technical conference Trans & MOTAUTO'05+*. Sofia: Scientific-technical Union of Mechanical Engineering, 2005, p. 146–149. ISBN 954-9322-10-6.
- 21) VINTR, Z. – VINTR, M. Reliability and Safety Providing for Railway Applications. In *Proceedings of the XII international scientific-technical conference Trans & MOTAUTO'05+*. Sofia: Scientific-technical Union of Mechanical Engineering, 2005, p. 78–81. ISBN 954-9322-10-6.
- 22) VINTR, M. Warranty Cost Estimate for Vehicles. *Mashinostroene & Elektrotehnika*, 2005, no. 6, p. 6–9. ISSN 0025-455X.
- 23) VINTR, Z. – VINTR, M. Reliability and Safety Providing for Railway Applications. *Mashinostroene & Elektrotehnika*, 2005, no. 9, p. 32–35. ISSN 0025-455X.
- 24) VINTR, Z. – VINTR, M. An Integrated Safety and Reliability Program for Systems of Traction Vehicles. In *Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management (PSAM 8)*. New York: ASME, 2006. ISBN 0-7918-0244-2.
- 25) VINTR, Z. – VINTR, M. Decision Making in Two-Dimensional Warranty Planning. In *Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management (PSAM 8)*. New York: ASME, 2006. ISBN 0-7918-0244-2.
- 26) VINTR, M. Současný stav v oblasti predikce záručních nákladů. In *Sborník konference Statistické dny v Brně*. Brno: FSI VUT v Brně, 2006, s. 59–60. ISBN 80-214-3214-4.
- 27) VINTR, M. Reliability Modelling of Mechatronics Systems. In *Proceeding of 1st International Conference Advances in Mechatronics*. Trenčín: Fakulta Mechatroniky TU A.D. v Trenčíne, 2006, p. 106–110. ISBN 80-8075-112-9.
- 28) VINTR, Z. – VINTR, M. Cost of Two-Dimensional Warranty. In *Proceedings of the European Safety and Reliability Conference 2006 (ESREL 2006)*. London: Taylor & Francis Group, 2006, p. 2377–2382. ISBN 0-415-41620-5.
- 29) VINTR, Z. – VINTR, M. Modeling Warranty Cost Based on Assessment of Product Components Reliability. In *Proceedings of the European Safety and Reliability Conference 2006 (ESREL 2006)*. London: Taylor & Francis Group, 2006, p. 2383–2388. ISBN 0-415-41620-5.
- 30) VINTR, Z. – VINTR, M. A Model of Warranty Cost Time Development. In *TRANSFER 2006*. Trenčín: FŠT TU A.D. v Trenčíne, 2006, s. 605–610. ISBN 80-8075-154-4.
- 31) VINTR, M. Utilization of the Research of the Customer's Behaviour in Warranty Planning. *Transport Means*, 2006, no. 1, p. 60 – 62. ISSN 1822-296-X.
- 32) VINTR, M. Odhad rozsahu provozu vozidla během záruky. In *Sborník konference Opatřebení, spolehlivost, diagnostika 2006*. Brno: Univerzita obrany, 2006, s. 339–344.
- 33) VINTR, Z. – VINTR, M. Continuous Monitoring of Warranty Costs. *International Journal of Materials & Structural Reliability*, 2006, vol. 4, no. 2, p. 199–206. ISSN 1685-6368.
- 34) VINTR, Z. – VINTR, M. Estimate of Warranty Costs Based on Research of the Customer's Behavior. In *2007 Proc. Ann. Reliability & Maintainability Symp.* Piscataway: Institute of Electrical & Electronics Engineers, 2007, p. 327 – 332. ISBN 0-7803-9767-3.
- 35) VINTR, Z. – VINTR, M. Reliability and Safety of Rail Vehicle Electromechanical Systems. In *Proceedings of Twelfth World Congress in Mechanism and Machine Science – IFToMM 2007*. Besançon: Comité Français pour la Promotion de la Science des Mécanismes et des Machines, 2007.

- 36) VINTR, M. Reliability Assessment for Components of Complex Mechanisms and Machines. In *Proceedings of Twelfth World Congress in Mechanism and Machine Science – IFToMM 2007*. Besançon: Comité Français pour la Promotion de la Science des Mécanismes et des Machines, 2007.
- 37) VINTR, Z. – VINTR, M. Influence of Customers Behaviour on Passenger Car Warranty Cost. In *Proceedings of the European Safety and Reliability Conference 2007 (ESREL 2007)*. London: Taylor & Francis Group, 2007, p. 2173–2178. ISBN 978-0-415-44786-7.
- 38) VINTR, Z. – VINTR, M. Analysis of Warranty Cost Time Development. In *Proceedings of the Seventh International Conference on Reliability, Maintainability and Safety (ICRMS 2007)*. Beijing: China Astronautic Publishing House, 2007, p. 230–234. ISBN 978-7-80144-682-4.
- 39) VINTR, M. Tools for Reliability Prediction of Systems. In *Proceedings of the Risk, Quality and Reliability Conference 2007 (RQR 2007)*. Ostrava: VSB – Technical University of Ostrava, 2007, p. 205–210. ISBN 978-80-248-1575-6.
- 40) VINTR, Z. – VINTR, M. Two-Dimensional Warranty Costs Estimation. In *TRANSFER 2007 – The Utilization of the New Knowledge in the Engineering Practice – International Scientific Conference*. Trenčín: Digital Graphic, 2007, p. 475–480. ISBN 978-80-8075-236-1.
- 41) VINTR, Z. – VINTR, M. RAMS Program for Electromechanical Systems of Railway Applications. In *The 2<sup>nd</sup> IET International Conference on System Safety 2007*. London: Institution of Engineering and Technology, 2007, p. 200–205. ISBN 9780863418631.
- 42) VINTR, M. Úloha záruk za jakost v životním cyklu produktu. In *Sborník semináře Řízení strojírenských podniků 2007*. Otrava: VŠB – TU Ostrava, 2007, s. 116–122.
- 43) VINTR, Z. – VINTR, M. Safety Management for Electromechanical Systems of Railway Vehicles. In *2008 Proc. Ann. Reliability & Maintainability Symp.* Piscataway: Institute of Electrical & Electronics Engineers, 2008, p. 155–160. ISBN 1-4244-1461-X.
- 44) VINTR, Z. – VINTR, M. Determination of Parameters of Two-Dimensional Warranty at Limited Level of Warranty Costs. In *Proceedings of the Ninth International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management (PSAM 9)*. Hong Kong: Lammar Offset Printing Limited, 2008, ISBN 978-988-99791-5-7.
- 45) VINTR, M. Metody a nástroje pro odhad bezporuchovosti. In *Sborník konference CQR – REQUEST 2008*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2008, s. 223–232.
- 46) VALIS, D. – VINTR, Z. – VINTR, M. Reliability Predictions of New Developed Systems. In: *Materialy Szkoły Niezawodności Polska Akademia Nauk (Niezawodność Systemów Antropotechnicznych, XXXVII Zimowa Szkoła Niezawodności)*. Warszawa: Wydział Transportu Polytechniki Warszawskiej, 2009, p. 355–363. ISBN 978-83-7204-737-3.
- 47) VINTR, M. Současné přístupy k predikci bezporuchovosti mechanických a elektronických součástí. In *Partnerství k úspěšnosti (Setkání absolventů kurzů a držitelů certifikátů) – Sborník přednášek*. Praha: Česká společnost pro jakost, 2009, s. 26–30. ISBN 978-80-02-02137-7.
- 48) VINTR, M. Metoda FMECA jako nástroj analýzy bezpečnosti a spolehlivosti komponent systému. In *Analýzy spolehlivosti a bezpečnosti v praxi*. Praha: Česká společnost pro jakost, 2009, s. 35–50. ISBN 978-80-02-02156-8.
- 49) VINTR, Z. – VINTR, M. An Application of FMEA for Warranty Cost Assessment. In *The Proceedings of 2009 8<sup>th</sup> International Conference on Reliability, Maintainability and Safety (ICRMS'2009)*. Piscataway: Institute of Electrical & Electronics Engineers, 2009, p. 612–616. ISBN 978-1-4244-4905-7.
- 50) VINTR, Z. – VINTR, M. Tools for Monitoring and Evaluating of Warranty Costs Development. In *Proceedings of the European Safety and Reliability Conference 2009 (ESREL 2009)*. London: Taylor & Francis Group, 2009, p. 2045–2049. ISBN 978-0-415-55509-8.

# CURRICULUM VITAE AUTORA

## OSOBNÍ ÚDAJE:

Jméno Michal VINTR  
Adresa Molákova 19, 628 00 Brno  
E-mail mvintr@seznam.cz  
Datum narození 26. 2. 1980

## ZAMĚSTNÁNÍ:

03/2004 - dosud OSVČ  
*Specialista v oblasti spolehlivosti a bezpečnosti produktů*  
10/2006 - 06/2009 VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, ÚMZ  
*Technický pracovník (částečný úvazek)*  
09/2003 - 12/2006 VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, ÚMZ  
*Interní doktorand*

## VZDĚLÁNÍ:

1998 - 2003 VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství  
magisterský obor *Řízení jakosti*  
1994 - 1998 Střední průmyslová škola strojnická, Sokolská 1, Brno  
čtyřletý obor *Strojírenství* zakončený maturitní zkouškou

## PEDAGOGICKÁ ČINNOST:

2009 - dosud Ústav soudního inženýrství VUT v Brně  
vedení přednášek a cvičení předmětu *Provozní spolehlivost vozidel a strojů*  
2004 - dosud FSI VUT v Brně, Ústav automobilního a dopravního inženýrství  
vedení cvičení předmětu *Spolehlivost dopravních strojů a zařízení*  
2007 - 2009 FSI VUT v Brně, Ústav metrologie a zkušebnictví  
vedení laboratorních cvičení předmětu *Strojírenská metrologie*  
2004 FSI VUT v Brně, Ústav metrologie a zkušebnictví  
vedení cvičení předmětu *Teorie spolehlivosti*

## VĚDECKO-VÝZKUMNÁ ČINNOST:

2006 - 2009 Člen řešitelského týmu Projektu MŠMT ČR č. 1M06047:  
*Centrum pro jakost a spolehlivost výroby*  
2003 - 2005 Spoluřešitel Projektu MO ČR č. ONVTUPV200306:  
*VERIFIKACE (v oboru Spolehlivost a udržitelnost)*  
2004 Hlavní řešitel Grantového projektu Fondu vědy FSI č. BD1343055:  
*Modelování nákladů na záruky za jakost s ohledem na parametry spolehlivosti výrobku*

## **SPOLUPRÁCE S PRAXÍ:**

- 05/2004 - dosud *Lekov, a.s., Blovice* – dlouhodobá spolupráce při zajišťování spolehlivosti a bezpečnosti elektromechanických zařízení kolejových vozidel
- 02/2009 *SKF, a.s., Praha* – realizace školení na téma Zabezpečování RAMS u dodavatele ložisek pro drážní aplikace
- 12/2008 *AppecAstro, spol. s r.o., Ořechov* – vypracování Metodiky sledování a hodnocení spolehlivosti kombinační váhy v provozu
- 02/2006 - 12/2007 *Alopex, s.r.o., Desná* – spolupráce při implementaci systému managementu spolehlivosti ve společnostech Škoda Transportation s.r.o. a Škoda Electric a.s.

## **VYBRANÁ VYSTOUPENÍ NA MEZINÁRODNÍCH KONFERENCÍCH:**

- 09/2009 *European Safety and Reliability Conference (ESREL 2009), Praha*, Přednesení příspěvku v anglickém jazyce
- 09/2007 *Risk, Quality and Reliability Conference 2007 (RQR 2007), Ostrava*, Přednesení příspěvku v anglickém jazyce
- 06/2007 *World Congress in Mechanism and Machine Science (IFTOMM 2007), Besancon, Francie*, Přednesení dvou příspěvků v anglickém jazyce
- 06/2005 *European Safety and Reliability Conference (ESREL 2005), Gdynia, Polsko*, Prezentace posteru v anglickém jazyce

## **OCENĚNÍ:**

- 08/2006 *Cena děkana Fakulty Mechatroniky Trenčianskej Univerzity A. Dubčeka v Trenčíne*, za článek na mezinárodní konferenci AiM 2006
- 11/2003 *Čestné uznání VUT v Brně, České společnosti pro jakost a Nadačního fondu NEJ-EQF*, za účast v celostátní soutěži diplomových prací 2003

## **JAZYKOVÉ ZNALOSTI:**

Anglický jazyk aktivně (slovem, písmem)

## **ZNALOST PRÁCE S PC:**

Velmi dobře MS Windows, MS Office, Mozilla Thunderbird  
software pro spolehlivost (RAC Databook, SPIDR, 217Plus)

Základy matematický a statistický software (MathCad, Statistica)

## **OSTATNÍ:**

Řidičský průkaz skupina B od roku 1998

Členství Česká společnost pro jakost, Odborná skupina pro spolehlivost

Zájmy turistika, cyklistika, volejbal, logicko-šifrovací týmové hry

## **ABSTRACT**

The thesis deals with warranty costs and their prediction when providing one-dimensional and two-dimensional warranties.

This thesis focuses on the presentation of practically applied methods and procedures which enable suppliers and manufacturers to get the information necessary for rational decision making while providing warranties for complex products as early as in the initial stages of their life cycle.

The thesis starts with a concise summary and evaluation of a present state of the issue. In the first part of the thesis the possibilities of warranty costs prediction for complex products are analyzed when using one-dimensional and namely two-dimensional quality warranties. In this part there is a detailed analysis of different possibilities when predicting systems and items reliability. Next, there is introduced the way of integrating warranty costs prediction into the FMEA/FMECA method. In the second part of the thesis there is specified the procedure for determining the moment of warranty period termination using two-dimensional warranty in case sufficient data from complaint procedure is not available. In the third part the time development of warranty costs and related measures are determined, and the way of prediction of their time development is suggested. The way of continuous monitoring, and evaluating warranty costs and related measures are also introduced in this part of the thesis.