



INTELIGENTNÍ ŘEŠENÍ ŘÍZENÍ DOPRAVY VE ZLÍNSKÉM KRAJI – NÁVRHOVÁ ČÁST -

Příloha 1 k části 3.3.1.

příklad Metodiky systémových parametrů.

ZLÍNSKÝ KRAJ

třída Tomáše Bati 21, 761 90 Zlín

Dodavatel: KPM CONSULT, a.s.

Kounicova 688/26, 602 00 Brno

Listopad. 2021

Autorský tým:

Ing. František Kopecký, Ph.D.

Ing. Arnošt Matlafus

Ing. Lubomír Malínek

Bc. Marek Večerka

Metodika systémových parametrů-přenos informací v dopravní telematice

Příloha 6-10

Identifikační údaje

Číslo metodiky: M/2006/2

Rok vzniku metodiky: 2006

Tvůrci metodiky: Prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek,
Doc. Ing. Tomáš Zelinka, CSc,
Ing. František Kopecký Ph.D,

Rámec metodiky:

Metodika vznikla v rámci řešení projektu V+V MD „Telematická podpora udržitelného rozvoje dopravy v regionech“. Hlavním řešitelem je KPM CONSULT, a.s. Doba řešení 2005-2008. Cílem projektu je stanovit principy tvorby telematiky veřejné dopravy pro zabezpečení interoperability v systému s položeným důrazem na polohovou

Obsah

1. Předmět metodiky.....	4
2. Související právní předpisy	4
3. Termíny a definice	5
3.1. Architektura systému.....	5
3.2. Controlling.....	5
3.3. Dispečink.....	5
3.4. Dopravní telematika / ITS	5
3.5. Prvky systému	5
3.6. Struktura systému	5
3.7. Systémové parametry v telekomunikacích.....	5
3.7.1. Aktivační doba dostupnosti služby	5
3.7.2. Dostupnost služby (např. virtuálního okruhu).....	6
3.7.3. Střední doba mezi dvěma poruchami (Mean Time Between Failures, MTBF):.....	6
3.7.4. Doba obnovení služby - MTTR (Mean Time to Restore):	6
3.7.5. Zpoždění	7
3.7.6. Ztráta paketů	7
3.7.7. Bezpečnost.....	8
4. Postup.....	9
4.1. Cíl metodiky	9
4.2. Související metodiky.....	9
4.2.1. Nadřazené metodiky	9
4.2.2. Podřazené metodiky.....	9
4.2.3. Předcházející metodiky.....	9
4.2.4. Následující metodiky	9
4.3. Obecná východiska	10
4.3.1. Výchozí projekty	10
4.3.2. Použitá literatura	10
5. Výstupy	11

1. Předmět metodiky

Přenos informací v dopravní telematice je zásadním problémem rozvoje. Volba systému a druhu přenosu může výrazně ovlivnit úroveň služeb. V této oblasti se dělají nejvíce chyby v realizaci. V dopravní telematice hrají a budou hrát významnou roli tzv. systémové parametry (performance parameters), pomocí kterých je možno definovat systémové požadavky na telematickou aplikaci. Pro specifiku a výjimečnost přenosu informací je potřebné rozšíření základních systémových parametrů do této oblasti.

Předmětem metodiky je definovat systémové parametry telekomunikačního prostředí v dopravní telematice.

Přínosy metodiky:

- Zefektivnění provozu telematických systémů v dopravní telematice.
- Umožnit systémový rozvoj dopravní telematiky.

2. Související právní předpisy

Následující právní předpisy včetně všech jejich prováděcích vyhlášek:

- Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změně některých zákonů, v platném znění.
- Zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.
- Zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě, v platném znění.
- Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, v platném znění.
- Zákon č. 266/1994 Sb., o dráhách, v platném znění.
- Zákon č. 49/1997 Sb., o civilním letectví, v platném znění.
- Zákon č. 114/1995 Sb., o vnitrozemské plavbě, v platném znění.
- Zákon č. 151/2000 Sb., o telekomunikacích a o změně dalších zákonů, v platném znění
- Zákon č. 101/2001 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 133/2000 Sb., o evidenci obyvatel a rodných číslech a o změně některých zákonů
- zákonu
- Zákon č. 227/2000 Sb., o elektronickém podpisu
- Zákon č. 320/2001 Sb., o finanční kontrole ve veřejné správě a o změně některých zákonů

Normy:

- ČSN 73 6380 Železniční přejezdy a přechody
- ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic
- ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací
- ČSN 28 0318 Průjezdne průřezy tramvajových tratí

3. Termíny a definice

3.1. Architektura systému

Architektura systému definuje základní uspořádání subsystémů a funkčních bloků, jejím cílem je co největší přehlednost a srozumitelnost.

3.2. Controlling

Controlling je rozsáhlý koordinační koncept, který má za úkol pomáhat vedení a odpovědným osobám usměrňovat chod podniku. (z anglického to control - regulovat, usměrňovat).

3.3. Dispečink

Dispečink je ústředí řízení provozu určitého celku.

3.4. Dopravní telematika / ITS

Dopravní telematika integruje *telekomunikační* a *informační* technologie s dopravním inženýrstvím tak, aby se pro stávající dopravní infrastrukturu zvýšily přepravní výkony, stoupla bezpečnosti a zvýšila se psychická pohoda uživatelů dopravní infrastruktury

3.5. Prvky systému

Prvky systému jsou dále nedělitelné části systému nesoucí dílčí resp. implicitní funkce systému - v některých studiích jsou označovány jako p-funkce.

3.6. Struktura systému

Struktura systému definuje podrobné uspořádání subsystémů (jde až na prvky systému). V porovnání s architekturou je složitější, úplnější ale nepřehlednější.

3.7. Systémové parametry v telekomunikacích

Pro stanovení metodiky návrhu telekomunikačního subsystému vycházíme z definice performačních indikátorů systémů v oblasti monitorování polohy a stavu mobilních prostředků a předkládáme definice performačních indikátorů komunikačního řešení, které reflektují fakt, že komunikační subsystém je integrální součástí telematického řetězce. Definice komunikačních parametrů je koncipována ve snaze maximální možné kompatibility s telematickými indikátory.

3.7.1. Aktivační doba dostupnosti služby

$$P\left(|a_i - a_{m,i}| \leq \varepsilon_1\right) \geq \gamma_1 \quad (1)$$

tj., rozdíl požadovaného času úspěšného *i*-té aktivace systému a_i a naměřeného aktivačního času $a_{m,i}$ nepřekročí hodnotu ε_1 na hladině pravděpodobnosti γ_1 .

3.7.2. Dostupnost služby (např. virtuálního okruhu)

Je schopnost okruhu plnit požadované funkce bez přerušení během daného postupu v průběhu definovaného časového intervalu:

$$P\left(\left|ca_t - ca_{m,t}\right| \leq \varepsilon_2\right) \geq \gamma_2, t \in \langle 0, T \rangle \quad (2)$$

tj., že rozdíl mezi požadovanými parametry ca_t a měřenými (skutečnými) parametry $ca_{m,t}$ nepřesáhne hodnotu ε_2 na hladině pravděpodobnosti γ_2 v každém čase t v intervalu $\langle 0, T \rangle$.

Specifikace systémového parametru

Dostupnost virtuálního okruhu je chápána jako podíl dostupnosti okruhu v daném čase sledování. V telekomunikacích se obvykle uvádí hodnotami dostupnosti služby v období 1 roku. Např. roční dostupnost 99,95% reprezentuje nedostupnost okruhu cca 4 hod. v průběhu jednoho roku s tím, že v 99 pokusech ze 100 pokusů je v 99 případech dostupnost splněna. S ohledem na paritní definici spolehlivosti telematických služeb je takto stanovená hodnota nesouměřitelná a je nutno ji kombinovat s veličinami MTBF a MTTR, jejichž definice následuje.

3.7.3. Střední doba mezi dvěma poruchami (Mean Time Between Failures, MTBF):

$$P\left(\left|f_i - f_{m,i}\right| \leq \varepsilon_3\right) \geq \gamma_3, \quad (3)$$

tj. i -tý rozdíl vzorku požadované doby mezi dvěma poruchami f_i a skutečné hodnoty tohoto parametru $f_{m,i}$, který je menší než ε_3 na hladině pravděpodobnosti γ_3 .

Specifikace systémového parametru

Pokud je interval MTBF na dané hladině pravděpodobnosti řádově větší, než je interval $\langle 0, T \rangle$ definice, lze tento parametr, tj. dobu mezi dvěma poruchami, považovat na dané hladině pravděpodobnosti za nevýznamný. Tento stav ale není dosažitelný zejména u mobilních komunikačních systémů aplikovaných v členitém terénu. Obdobně ale v těchto prostorách bude pro zachování služby nutné alternovat i polohovací metody GNSS např. inerciálními systémy.

Je proto nezbytné v komplikovanějších aplikacích co nejpřesněji specifikovat území s různou úrovní (rozptylem) požadavků na performační parametry, např.:

- místa s kritickým požadavkem (uzly a jejich okolí)
- místa s nekritickým požadavkem (širá trať, dálnice apod.)
- vozovny, depa apod.

3.7.4. Doba obnovení služby - MTTR (Mean Time to Restore):

$$P\left(\left|rc_i - rc_{m,i}\right| \leq \varepsilon_4\right) \geq \gamma_4, \quad (4)$$

tj. rozdíl požadované rc_i a skutečné hodnoty $rc_{m,i}$ i -tého obnovení funkcionality po poruše sítě je menší než ε_4 na hladině pravděpodobnosti γ_4 .

Specifikace systémového parametru

Tato hodnota je samozřejmě vázaná na redundantní síťová telekomunikační řešení s automatickou obnovou. Tato veličina je interpretovatelná jako (dominantní) součást parametru kontinuita), tj. maximální doba výpadku služby v daném intervalu na dané hladině pravděpodobnosti. S ohledem na možnost způsobení výpadku třetí stranou (poškození kabelu, úder blesku apod.) považujeme za vhodné s touto hodnotou vždy počítat – tedy alespoň při stanovování kritických časových prodlev způsobených kumulací zpoždění signálu komunikačním zařízením. Je ale třeba zmínit, že tyto hodnoty se liší i o několik řádů podle použitého síťového řešení (např. IP VPN/L2 versus MPLS/L3).

3.7.5. Zpoždění

$$P\left(|d_t - d_{t,m}| \leq \varepsilon_5\right) \geq \gamma_5, t \in \langle 0, T \rangle, \quad (5)$$

tj., rozdíl požadované hodnoty zpoždění d_t a měřené hodnoty zpoždění $d_{t,m}$ nepřesáhne hodnotu ε_5 na hladině pravděpodobnosti γ_5 . Zpoždění má akumulární charakter a je mj. ovlivněno:

- přenosovou rychlostí rozhraní,
- velikostí paketu/rámce/buňky a
- zatížením každého z uzlů, kterými spojení prochází.

Specifikace systémového parametru

Zatímco přenosová rychlost rozhraní a velikost paketu jsou veličiny statické (za předpokladu konstantní délky paketu/rámce), je zatížení uzlu, jak již bylo uvedeno, veličinou pravděpodobností svou příslušností patřící do kategorie „měkkých“ systémů. Důvodem je skutečnost, že existují nástroje řízení sítě, které mohou snížit pravděpodobnost vlivu zatížení uzlů sítě zejména u nejvyšší třídy služby na hodnotu blízkou nule. Pokud není přetížení sítě způsobené třetí stranou, tj. jev z kategorie bezpečnosti sítě, je v možnostech správce sítě (je-li k tomu vůle z ekonomických důvodů využití sítě) udržet stupeň vytížení uzlů pod kritickou hodnotou především korektní konfigurací sítě, tj. jejích jednotlivých uzlů a příslušných rozhraní.

V kompetenci řešitele telematického systému je volba spolehlivého poskytovatele služby a příslušné třídy služby, která obsahuje mj. i toleranční pásmo zpoždění přeneseného paketu každým uzlem a kumulativně celou sítí.

3.7.6. Ztráta paketů

$$P\left(\left(\frac{pl_{t,d}}{pl_t}\right) \geq \varepsilon_7\right) \geq \gamma_7, t \in \langle 0, T \rangle \quad (6)$$

tj., podíl počtu dodaných paketů $pl_{t,d}$ a celkového počtu odeslaných paketů pl_t je roven anebo větší než ε_7 na hladině pravděpodobnosti γ_7 , pro každý čas t z intervalu $\langle 0, T \rangle$.

Specifikace systémového parametru

Problematika ztráty paketů souvisí, stejně jako v předešlém odstavci, na korektnosti konfigurace sítě a volbě odpovídající třídy služby. Významnou úlohu má i relevantně navržená aplikační vrstva, případně v kombinaci s TCP anebo RTP/UDP transportními protokoly.

Vysoké procento ztracených paketů ve svém důsledku vyvolává změnu průchodnosti sítě - v případě jednoduché aplikace protokolu TCP, může mít lokální přetížení sítě důsledek v možnosti až patologického nárůstu zpoždění přenosu paketů. Proto jsou často užívány např. pro multimediální aplikace právě kombinace protokolů RTP/UDP, které s ohledem na typ aplikace spíše tolerují ztrátu jednotlivého paketu, než narůstající zpoždění generované měnicími se časovými podmínkami odesílání paketů protokolem TCP. Opět i zde platí důležitost volby adekvátní třídy služby, která je svými parametry relevantní dané aplikaci.

3.7.7. Bezpečnost

je schopnost systému, že v případě vzniku poruchy nedojde k poškození vlastní funkcionality komunikačního systému:

$$P\left(|W_{C_i} - W_{C_{m,i}}| \leq \varepsilon_6\right) \geq \gamma_6 \quad (7)$$

tj. že rozdíl mezi i -tou požadovanou hodnotou rizikové situace W_{C_i} a skutečnou hodnotou rizikovou situací $W_{C_{m,i}}$ nepřekročí hodnotu ε_6 na hladině pravděpodobnosti γ_6 .

Specifikace systémového parametru

Nebezpečným stavem je, pokud jsou třetí stranou poškozovány přenášené informace, tj. bezpečnostním rizikem je odstranění/modifikace anebo zaslání falešné informace jiným zdrojem, než je vlastní relevantní zdroj informace.

4. Postup

4.1. Cíl metodiky

Příprava prostředí pro specifikaci požadavků na techniku telekomunikační architektury dopravní telematiky s respektováním:

- Možností jejich rozšíření do technických systémů všech makrofunkcí architektury.
- Možností univerzálního využití měřících metod zkušebních laboratoří

Díličmi cíly metodiky jsou pak:

- Přenos informací v telematice veřejné dopravy.
- Platební elektronické systémy
- Aplikace služeb družicových systémů Galileo, GPS, Glonas apod.
- Systémy přenosu informací v celé dopravní telematice
- Systémy zpracování informací v dopravní telematice

Metodika je samostatným aplikačním produktem. Je navržena tak, že je implementována do obecné verze metodického postupu. V jeho rámci můžou být například realizovány dispečinky koordinátorů veřejné hromadné dopravy v různých místních podmínkách a specifikách.

Výsledky získané aplikací této metodiky jsou použitelné jako pro specifikaci konkrétních hodnot systémových parametrů a rozpracování konkrétních měřících metodik pro přezkušování splnění předdefinovaných hodnot požadavků.

4.2. Související metodiky

Zde jsou vyjmenovány metodiky, které mají k popisované metodice, dle jejich tvůrců, přímý vztah.

4.2.1. Nadřazené metodiky

- Metodika následné kontroly systémových parametrů v dopravní telematice

4.2.2. Podřazené metodiky

- nejsou

4.2.3. Předcházející metodiky

- Metodika následné kontroly systémových parametrů v dopravní telematice

4.2.4. Následující metodiky

- nejsou

4.3. Obecná východiska

4.3.1. Výchozí projekty

[1] Projekt V+V MD s názvem "ITS v dopravně- telekomunikačním prostředí ČR". Hlavní řešitel ČVUT FD ve sdružení s CDV. Čas řešení 2001-2006 - Projekt sjednocuje terminologii a definuje základní principy tvorby architektury ITS ve všech dopravních oborech.

[2] Projekt MD "Rozvoj ITS ve vazbě na výkon státní správy a územní samosprávy". Hlavní řešitel KPM CONSULT, a.s. ve sdružení s ČVUT FD. Čas řešení 2001-2002 - Projekt analyzuje příčiny nepropojitelnosti informací v architektuře ITS s důrazem na možnosti tvorby nových systémů a aplikací dopravní telematiky podporující udržitelný rozvoj dopravy s položeným důrazem na veřejnou dopravu. Výstupem projektu byla metodická, legislativní a organizační doporučení tak, aby byl zajištěn a podpořen rozvoj ITS. Součástí výstupu byly i návrhy pilotů pro standardizaci informačních vazeb.

4.3.2. Použitá literatura

- [1] Test of normality
[http://www.caspur.it/risorse/softappl/doc/sas_docs/qc/chap1/sect19.htm]
- [2] Novovicova J.: *Probability and mathematical statistics*, textbook, Faculty of transportation sciences, CTU Prague, 1999.
- [3] Jilek M.: *Statistical confidence intervals*, Teoreticka kniznice inzenyra, SNTL, Prague, 1988.
- [4] Howe W.G.: *Two-sided tolerance limits for normal populations*, JASA, 64, 1969.
- [5] Bowker A.H.: *Computation of factors for tolerance limits on a normal distribution when sample is large*, AMS 17, 1946.
- [6] Ghosh D.T.: *A note on computation of factor for tolerance limits for a normal distribution*, Sankhya B42, 1980.
- [7] COST 323, *European Specification on Weigh-In-Motion of Road Vehicles*. Draft 3.0, EUCO-COST/323/x/99, June 1999.
- [8] Jacob, B., *Assessment of the Accuracy and Classification of Weigh-In-Motion Systems*, Part 1 - Statistical Background. March 1997.
- [9] Lieshout, R.A. van, Zoutenbier, M.H.H., *Weigh-In-Motion of Road Vehicles*. WIM-VID/IMP1, nr 6800.0770, E1655-01, CQM. May 1998.
- [10] Lieshout, R.A. van, Zoutenbier, M.H.H., *Weigh-In-Motion of Road Vehicles*. WIM-VID/IMP1, nr 68000.0821- Studying Measurement Accuracy-, E1657-01, CQM. Sept 1999.
- [11] Owen, D.B., *Handbook of Statistical Tables*. Reading, Mass, 1962.
- [12] Stig Danielson: *Accuracy in WIM systems - An examination of different methods for determining precision*, Report, Linkoping University, Department of Mathematics Statistics.

5. Výstupy

- Výstupy metodiky jsou jasné a konkrétní definice systémové parametrů techniky telekomunikační architektury dopravní telematiky.
- Specifikované systémové parametry jsou základem pro tvorbu odborných odhadů konkrétních systémových parametrů a metod přezkušování.