

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>1 RÝCHLE ZOTAVENIE SIETE</b> .....	<b>3</b>
1.1 Proces konvergencie v IP sieti.....	3
1.2 Princíp rýchleho zotavenia siete.....	4
1.3 Proaktívny prístup.....	6
1.4 Detekcia chýb.....	7
1.5 Typy ochrán poskytované rýchlym zotavením siete.....	8
1.6 Efektivita mechanizmov rýchleho zotavenia siete.....	9
1.7 Ideálny FRR mechanizmus.....	9
<b>2 EXISTUJÚCE RIEŠENIA</b> .....	<b>11</b>
2.1 Rýchla detekcia výpadku - BFD.....	11
2.2 FRR v oblasti IP.....	15
2.2.1 Loop-Free Alternates (LFA).....	15
2.2.2 Remote LFA (RLFA).....	19
2.2.3 Maximally Redundant Trees (MRT).....	22
2.3 FRR v oblasti multicast.....	24
2.3.1 BIER-TE.....	24
2.3.2 Implementácia protokolu BIER.....	25
2.4 FRR v oblasti BGP - SWIFT.....	26
2.5 FRR v oblasti SDN.....	27
2.6 Zhrnutie problematiky.....	28
2.6.1 Prípravné výpočty.....	29
2.6.2 Závislosť na link-state smerovacích protokoloch.....	30
2.6.3 Metódy pre meranie efektivity.....	30
2.6.4 IPFRR v IPv6.....	31
2.6.5 Modifikácia paketov.....	31
2.7 Smerovanie výskumu.....	31
<b>3 NÁVRH NOVÉHO M-REP FRR MECHANIZMU</b> .....	<b>33</b>
3.1 Technológia IP Multicast.....	33
3.2 Protocol Independent Multicast - Dense Mode (PIM-DM).....	34
3.3 Popis mechanizmu.....	37
<b>4 METODIKA OVERENIE RIEŠENIA</b> .....	<b>42</b>
<b>5 OVERENIE NOVÉHO M-REP IPFRR MECHANIZMU</b> .....	<b>43</b>
5.1 Matematický dôkaz korektnosti modifikácie RPF algoritmu.....	43
5.2 Overenie realizovateľnosti a implementovateľnosti simuláciou.....	46
5.2.1 Analýza nástrojov pre overenie simuláciou.....	46

5.2.2	OMNeT++ .....	46
5.2.3	Quagga .....	49
5.2.4	NS-3 .....	50
5.2.5	Vyhodnotenie analýzy simulačných nástrojov .....	52
5.3	Simulácie v OMNeT++ .....	52
5.3.1	Testovacia zostava .....	54
5.3.2	Testovacia topológia .....	55
5.3.3	Scenár č.1: výpadok linky .....	57
5.3.4	Scenár č.2: výpadok smerovača .....	60
5.3.5	Scenár č.3: simulácia viacnásobných výpadkov .....	62
5.4	Vyhodnotenie simulácií .....	65
<b>6</b>	<b>PRÍNOSY MECHANIZMU M-REP.....</b>	<b>67</b>
6.1	Nezávislosť na prípravných výpočtoch .....	67
6.2	Nezávislosť na smerovacích protokoloch.....	68
6.3	100% repair coverage .....	68
6.4	Viacnásobné výpadky liniek v sieti .....	69
6.5	Rýchlosť mechanizmu M-REP v porovnaní s ostatnými riešeniami.....	69
6.6	Jednoduchá implementácia.....	70
6.7	Problémové oblasti a budúcnosť výskumu.....	70
6.7.1	Siete s viacnásobným prístupom.....	70
6.7.2	Náhodná alternatívna cesta .....	72
6.7.3	Zapuzdrenie dát.....	72
6.7.4	Proces šírenia/odhlásenia v PIM-DM .....	73
<b>7</b>	<b>BUDÚCNOSŤ VÝSKUMU .....</b>	<b>74</b>
7.1	Návrh nového FRR mechanizmu využívajúci protokol BIER .....	74
7.2	Návrh nového PIM-SM FRR mechanizmu .....	77
	<b>ZÁVER.....</b>	<b>81</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>83</b>