



РЕПУБЛИКА СРБИЈА  
ЗАВОД ЗА ИНТЕЛЕКТУАЛНУ СВОЈИНУ

990 број 2014/27-П-2012/0396

Датум: 09.01.2014. године

Београд, Кнегиње Љубице 5

2-3/9

БАЈИЋ, Драгана  
Хаџи-Проданова 21, 11000 Београд

**ПРЕДМЕТ: ОБАВЕШТЕЊЕ** о објави пријаве  
број П-2012/0396

У управном поступку по предметној пријави утврђено је да се иста, сходно члану 102. Закона о патентима („Службени гласник РС”, бр. 99/11), може објавити.

У „Гласнику интелектуалне својине” број **2 / 2 0 1 4 3 0** од **3 0 APR 2014** биће објављени следећи подаци о пријави патента:

(51) МКП: **Н03М 13/03 (2006.01)**

(11) Број документа: П-2012/0396

(13) А1

(21) Број пријаве: П-2012/0396

(22) Датум подношења:  
11.09.2012.

(61) Број основне пријаве: П-  
или патента:

(62) Број првобитне пријаве: П –

(30) Подаци о праву првенства:

(86) Број и датум подношења РСТ/  
међународне пријаве

(87) Број и датум међународне ВО  
објаве пријаве

(23) Датум излагања на међународној изложби:

(54) Назив проналаска:

(RS) ЦЕЛОБРОЈНИ КОД НИСКЕ ПОТРОШЊЕ ЗА ИСПРАВЉАЊЕ ГРЕШАКА НА  
ЗДРУЖЕНИМ ПАКЕТИМА НЕЈЕДНАКЕ ДУЖИНЕ

(EN)

(71) Подносилац пријаве: БАЈИЋ, Драгана,Хаци-Проданова 21, 11000 Београд, RS

(72) Проналазач-и: БАЈИЋ, Драгана,Хаци-Проданова 21, 11000 Београд, RS

(74) Пуномоћник: , , RS

Уз објаву пријаве биће објављен извештај о претраживању стања технике по предметном проналаску.

**Обавештење доставити:**

- документацији
- издаваштву
- у спис

Телефон: 011/20-25-800

Локал испитивача:972

Самостални саветник

*Здравковић Саша*

Саша Здравковић, дипл. инж.

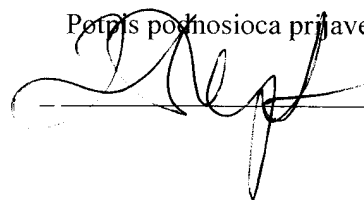
## Apstrakt

Kod niske potrošnje za ispravljanje grešaka na združenim paketima nejednake dužine pripada oblasti telekomunikacija. Namenjen je združenoj zaštiti paketa nejednake dužine pri čemu se ne štiti svaki paket posebno, već se na združeni paket dodaju dve združene ček-sume koje omogućavaju, u prvoj varijanti, ispravljanje jedne bitske greške i para susednih bitskih grešaka unutar bajta, uključujući i cirkularnu susednost, pod uslovom da su greške različite polarnosti i da nema više od jednog pogrešnog bajta au u drugoj varijanti ispravljanje jedne bitske greške i para susednih bitskih grešaka neovisno od polarnosti. Iako se za ispravljanje bitske greške koriste po pravilu binarni kodovi, predloženi kod za kodovanje na predaji i za formiranje sindroma na prijemu koristi operacije isključivo nad prstenom celih brojeva, bez i jedne binarne ili decimalne operacije. Ispravljanje grešaka se radi udvostručavanje prvog sindroma dok ne postane jednak pozitivnim ili negativnim koeficijentima, što pokazuje u kojem je paketu greška, na kom bajtu, njenu apsolutnu težinu i znak, uz dodatnu mogućnost detekcije onih grešaka koje se ne mogu ispraviti.

## Abstract

Low power error control code for aggregated packets of unequal length belongs to a communications engineering field. It is intended for aggregated protection of unequal length packets, without an individual packet protection. Instead, two aggregated check-sums are attached to a group of packet that form an aggregated packet, enabling a single-bit error correction, and adjacent double-bit error correction including the circular adjacency, given that the adjacent errors are of opposite sign and that no more than a single byte within a packet is corrupted (variant 1) or a single-bit error correction, and adjacent double-bit error correction regardless of the polarity of adjacent errors (variant 2). Although binary error correction is, as a rule, performed by binary codes, the proposed codes implements only integer ring operations, i.e. modular operations, for coding procedure at the transmitter and for syndrome forming at the receiver, with neither a single binary, nor a decimal operation. Error correction is performed by doubling the first syndrome value until it becomes equal to the positive or negative coefficient, yielding the information which packet contains the error, which byte, the absolute error weight and its sign, with an additional possibility of detecting the errors that cannot be corrected.

Potpis poslozioca prijave

A handwritten signature in black ink, written over a horizontal line. The signature is stylized and appears to be a cursive name.

## Celobrojni kod niske potrošnje za ispravljanje grešaka na združenim paketima nejednake dužine

### Oblast tehnike na koju se pronalazak odnosi

Pronalazak pripada oblasti elektrotehnike, užoj oblasti telekomunikacija, još uže "zelene komunikacije". Odnosi se na problem ispravljanja grešaka koje se dešavaju tokom prenosa podataka organizovanih u pakete nejednake dužine u sistemima sa ograničenim energetske resursima u kojima je neophodno koristiti rešenja koja smanjuju potrošnju.

Prema međunarodnoj klasifikaciji патената (MKP) oznaka je: H03M 13/03

### Tehnički problem

Združivanje paketa je mera koja se koristi za povećanje energetske efikasnosti smanjenjem redundanse koja bi bila potrebna kada bi se svaki paket prenosio nezavisno. Paketski prenos podrazumeva zaštitno kodovanje dodavanjem zaštitne redundanse. Ako su paketi nejednakih dužina, procedura združenog zaštitnog kodovanja može da bude nepraktična i stoga se paketi dele na fragmente jednakih dužina kojima se, svakom posebno, dodaje zaštitna redundansa što umanjuje efekte združivanja. Predloženi zaštitni kod rešava problem ispravljanja grešaka nastalih pri prenosu podataka združenim paketima nejednake dužine dodavanjem zajedničke redundanse združenom paketu. Kodovanje i formiranje sindroma vrše se operacijama isključivo nad prstenom celih brojeva, sa dve operacije po bajtu te je kod niske potrošnje. Kodna brzina je bliska ili jednaka teorijskom maksimumu a kod na združenom paketu ispravlja jednu bitsku grešku i greške različite polarnosti na susednim bitima unutar bajta, uključujući i cirkularnu susednost.

### Stanje tehnike

Za ispravljanje jedne bitske greške koriste se po pravilu binarni kodovi u kojima se operacije rade nad poljem binarnih brojeva i time se bave brojna rešenja koja pripadaju, u okviru teorije zaštitnog kodovanja, binarnim kodovima. Ako je prenos višesimbolski, greške na simbolima ispravljaju zaštitni kodovi koji operišu nad poljem Galoa. Kodovi koji rade po modulu (u prstenu celih brojeva) su retki i bave se isključivo ispravljanjem specifičnih grešaka, na primer usled greške u sinhronizaciji. U svetskoj literaturi ne postoji primer za ispravljanje jedne bitske greške (binarne greške, greške na jednom bitu) operacijama koje se rade isključivo nad prstenom celih brojeva, bez uključivanja binarnih ili decimalnih operacija, sem kratkih radova (abstracta) [1,2] u kojima se naznačava teorijska mogućnost takvog rešenja i radova [3,4] u kojima je opisana jedna moguća varijanta rešenja. U odnosu na javno dostupne radove [3,4], rešenje koje se predlaže uvodi sledeće novine: paketi mogu da budu različite dužine što je bitno kod združenog prenosa paketa, procedura ispravljanja grešaka je pojednostavljena jer ne koristi modularno deljenje i šiftovanje, uvedena je dodatna mogućnost detekcije grešaka, izlistani su do sada neobjavljeni koeficijenti za dužine bajta veće od  $L=8$  i dodata je opcija koda skraćenog na jedan paket koji, za prsten celih brojeva u kojem je broj elemenata prost, ispravlja sve greške po bajtu.

- [1] D. Bajić, D. Drajić: An integer based error-control code for computer communication, IEEE International Symposium on Information Theory 1994, Trondheim, Norway: IEEE, June, 1994, strana 506 (konferencijski abstrakt, nije prezentovan jer autori nisu dobili vizu).
- [2] L. Correia (Editor): Towards Mobile Broadband Multimedia Networks, Oxford U.K.: Academic Press Elsevier Ltd, 2006, ISBN 13: 978-0-12-369422-, strane 39-40.
- [3] Dragana Bajić, Alister Burr: A Simple Suboptimal Integer Code, International Symposium on Information Theory and its Applications, ISITA2004, Parma, Italy: ISITA2004, 10–13 October, 2004, strane 1315-1320, ISBN 4-902087-08-1.
- [4] D. Bajic, C. Stefanovic: Low Power Consuming FEC Scheme, International Workshop on Optimal Codes and Related Topics 2005, Pamporovo, Bulgaria, June, 2005. strane 17-23.

### **Izlaganje suštine pronalaska**

Svaka operacija (sabiranje, oduzimanje-komplementiranje, množenje, deljenje i određivanje znaka) u predloženom rešenju radi se nad prstenom celih brojeva, to jest po modulu  $2^L-1$ , gde je  $L$  dužina bajta iskazana u bitima. Na grupu paketa koja čini združeni paket dodaju se dve ček-sume koje omogućavaju ispravljanje jedne bitske greške i para susednih bitskih grešaka unutar bajta, uključujući i cirkularnu susednost, pod uslovom da su greške različite polarnosti i da se desila jedna takva greška na združenom paketu. Pored jednostruke greške (kao najčešće greške) i uzastopnih grešaka (posledica obrade, na primer diferencijalnim dekoderom), kod ispravlja i sve paterne binarnih grešaka u kojima grešku jedne polarnosti sledi niz od  $g$  grešaka suprotne polarnosti,  $g = 0, \dots, L-1$ , i sve cirkularne pomeraje svih navedenih paterne grešaka.

Niz bajtova koji čine jedan paket koduje se tako što se vrednost bajta sabere sa prvim pomoćnim registrom, a zatim se vrednost prvog pomoćnog registra dodaje drugom pomoćnom registru. Vrednost prvog pomoćnog registra za konkretan paket množi se zatim koeficijentom koji odgovara konkretnom paketu. Sumiranjem vrednosti pomoćnih registara za svaki paket formiraju se dve ček-sume koje se dodaju na kraju združenog paketa. Na prijemu se ponavlja ista procedura i formira se sindrom koji treba da je nula u slučaju bez grešaka. Ako se desi greška, iz vrednosti prvog sindroma, njegovim sukcesivnim množenjem sa dva i upoređivanjem sa koeficijentima iz Tabela dobijaju se apsolutna težina greške, znak greške i paket u kojem se desila greška, a iz drugog sindroma njegovim sukcesivnim množenjem sa dva dobija se redni broj bajta nad kojim se greška desila. Ti podaci omogućavaju ispravljanje greške. Ako se dobije redni broj bajta koji je veći od dužine dotičnog paketa, greška je otkrivena ali ju je nemoguće ispraviti. Sukcesivno množenje sa dva može da se realizuje uzastopnim sabiranjem sindroma sa samim sobom, ili šiftovanjem sadržaja registra u koji je sindrom smešten za jedno mesto ulevo.

Prednost ovog koda je što, uz kodnu brzinu blisku teorijskoj granici, štiti združene pakete različite dužine, što su kodovanje i formiranje sindroma jednostavne procedure koje zahtevaju dva sabiranja po bajtu i jedno množenje po paketu i što se ispravljanje grešaka radi jednostavnim sukcesivnim množenjem sa dva i poređenjem sindroma.

### Kratak opis slika nacрта

Rešenje ispravljanja greške je detaljno opisano nacrtom prema kome:

**Slika 1** – prikazuje dijagram toka procedure ispravljanja težine greške koja odgovara jednoj binarnoj grešci, uključujući i par uzastopnih grešaka različite polarnosti (ispravljač grešaka).

**Slika 2** – prikazuje dodatak dijagramu toka sa Slike 1 koji uključuje ispravljanje težine grešaka koje odgovaraju parovima uzastopnih grešaka bez obzira na polarnost.

### Detaljan opis pronalaska

Osnovna jedinica združenih paketa podataka koji se prenose od predajnika do prijemnika je bajt sastavljen, u opštem slučaju, od  $L$  bita. Svaka operacija (sabiranje, oduzimanje-komplementiranje, množenje, deljenje i određivanje znaka), bez izuzetka, radi se nad prstenom celih brojeva po modulu  $2^L-1$ . Sa  $b_i(j)$  je označen  $i$ -ti bajt u  $j$ -tom paketu. Znak minus (–) označava komplement.

Bajtovi  $b_i(j)$ ,  $i = 1, \dots, Lp(j)$  su organizovani u pakete promenljive dužine  $Lp(j) \leq 2^L-2$ ,  $j = 1, \dots, M$ . Zaštitna redundansa združenog paketa su dve ček-sume,  $C_1$  i  $C_2$ . Ukupan broj bajtova u združenom paketu je  $N = \sum_{j=1}^M Lp(j)$ .

Za predajnu proceduru u procesoru je potrebno rezervisati i setovati na nulu dva registra za formiranje ček-suma i po dva pomoćna registra za svaki paket. Svaki od dolaznih bajtova paketa dodaje se sadržaju prvog pomoćnog registra tog paketa, a zatim se sadržaj registra dodaje sadržaju drugog pomoćnog registra paketa. Na taj način se sa samo dve operacije po bajtu realizuju pomoćne ček-sume  $C_{1j}$  i  $C_{2j}$ ,  $j = 1, \dots, M$  za svaki paket, odnosno eliminisano je množenje koeficientima  $(Lp(j)+1-i)$ . Svaka pomoćna ček-suma  $C_{1j}$  se zatim množi koeficijentom  $K_j$ ,  $j = 1, \dots, M$ , (coset leaders, dobijeni računarskom pretragom i navedeni u Tabeli 1, zajedno sa maksimalnim brojem paketa za združivanje  $M$ ) i sabira sa sadržajem prvog registra. Svaka pomoćna ček-suma  $C_{2j}$  sabira se sa sadržajem drugog registra. Tako se energetski efikasno realizuju ček-sume formalno – simbolički - predstavljene formulama:

$$C_1 = b_{N+1} = -\sum_{j=1}^M K_j \sum_{i=1}^{Lp(j)} b_i(j) = \sum_{j=1}^M K_j \cdot C_{1j}, \quad (1)$$

$$C_2 = b_{N+2} = -\sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^{Lp(j)} (Lp(j)+1-i) \cdot b_i(j) = \sum_{j=1}^M C_{2j}. \quad (2)$$

Ček-sume  $C_1$  i  $C_2$  se dodaju na združeni paket i šalju na prijemnu stranu. Napominjem da su sve formule samo simbolički prikaz fizičke realizacije procesa kodovanja i dekodovanja. Iako prema formulama izgleda da bi se, u okviru jednog paketa, za svaki bajt trebalo da uradi jedno sabiranje u prvoj ček sumi, jedno množenje koeficijenom  $(Lp(j)+1-i)$  u drugoj ček-sumi i zatim sabiranje proizvoda, fizička realizacija putem pomoćnih registara zahteva samo dva sabiranja.

Na prijemu identičnom procedurom i sa istim rezervisanim resursima nad nizom primljenih bajtova (označenih sa "  $\hat{b}_i(j)$  ") formiraju pomoćne sume  $\hat{X}_{1j}$  i  $\hat{X}_{2j}$ ,  $j = 1, \dots, M$ , i glavne sume  $\hat{X}_1$  i  $\hat{X}_2$  čijim se sabiranjem sa dve prenete ček-sume  $\hat{C}_1 = \hat{b}_{N+1}$  i  $\hat{C}_2 = \hat{b}_{N+2}$  formiraju sindromi:

$$S_1 = \hat{X}_1 + \hat{C}_1 = \sum_{j=1}^M K_j \cdot \hat{X}_{1j} + \hat{C}_1 = \sum_{j=1}^M K_j \cdot \sum_{i=1}^{Lp(j)} \hat{b}_i(j) + \hat{b}_{N+1} \quad (3)$$

$$S_2 = \hat{X}_2 + \hat{C}_2 = \sum_{j=1}^M \hat{X}_{2j} + \hat{C}_2 = \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^{Lp(j)} (Lp(j) + 1 - i) \cdot \hat{b}_i(j) + \hat{b}_{N+2} \quad (4)$$

Ako nema grešaka u prenosu, oba sindroma su ravna nuli. Ako se desi greška na jednom bajtu, vrednosti sindroma su:

$$S_1 = K_j \cdot e; \quad S_2 = (Lp(j) + 1 - i) \cdot e. \quad (5)$$

Ako težina greške  $e$  pripada skupu težina grešaka koje odgovaraju jednoj bitskoj greški,  $Err = \{e\} = \{\pm 2^j \mid j = 0, \dots, L-1\}$ , greška može da se ispravi. Ispravljanje je detaljno prikazano dijagramom toka na Slici 1. Binarni paterni grešaka koji odgovaraju težini jedne bitske greške su:

- Pozitivna greška ( $0 \rightarrow 1$ ) nakon koje sledi  $l$  negativnih grešaka ( $1 \rightarrow 0$ ),  $l = 0, \dots, L-1$ ;
- Niz od  $L-1$  pozitivnih grešaka ( $0 \rightarrow 1$ );
- Svi ciklični pomeraji binarnih paterna navedenih pod a) i b);
- Binarni paterni koji se dobijaju kada pozitivne greške iz paterna navedenih pod a), b) i c) pređu u negativne, a negativne u pozitivne.

Sukcesivnim udvostručavanjem vrednosti prvog sindroma  $S_1 = K_j \cdot e$  njegova vrednost će, nakon  $n < L$  udvostručavanja, postati jednaka  $S_{1x2}(n) = \pm K_j$ , jer težina greške pripada podskupu konjugovanih elemenata za operaciju sabiranja po modulu u prstenu celih brojeva, te nakon dovoljnog broja udvostručavanja postaju identički jednak jedinici. Na osnovu rezultata poređenja sukcesivno udvostručanih vrednosti prvog sindroma sa koeficijentima  $\pm K_j$  određuje se u kojem se od  $M$  paketa javila greška (paket br.  $j$ ) i znak težine greške (da li je  $K_j$  pozitivno ili negativno, po modulu  $2^L - 1$ ). Apsolutna vrednost težine greške se određuje na osnovu broja sukcesivnih množenja  $n$  kao  $e = 2^{(L-n)}$ . Istovremenim udvostručavanjem drugog sindroma omogućava se nalaženje pogrešnog bajta u paketu:

$$\begin{aligned} S_{1x2}(n) = \pm K_j &\Rightarrow \text{pogresan paket} = j; \\ \text{znak}(S_{1x2}(n)) = \text{modular\_sign}(\pm K_j) &\Rightarrow \text{znak greske odgovara znaku sindroma}; \\ S_{2x2}(n) = \pm(Lp(j) + 1 - i) &\Rightarrow i = Lp(j) + 1 - \text{znak}(S_{1x2}(n)) \cdot S_{2x2}(n) \Rightarrow \text{pogresan bajt} = i; \\ e = 2^{L-n} &\Rightarrow \text{apsolutna tezina greske} = e; \end{aligned} \quad (6)$$

Skup podataka (paket, bajt, znak greške, apsolutna težina greške) omogućavaju ispravljanje greške. Redni broj bajta veći od dužine paketa označava grešku koja ne može da se ispravi. Množenje prvog sindroma koje nakon  $L$  sukcesivnih množenja sa dva ne dovede do koeficijenta detektuje grešku koja ne može da se ispravi. Procedura ispravljanja i detekcije grešaka (ispravljač greške) detaljno je prikazana dijagramom toka na Slici 1. Na osnovu ulaznih podataka (sindromi, broj paketa u združenom paketu, dužina svakog pojedinačnog paketa) i unapred poznatih podataka (dužina bajta  $L$ , moduo, koeficijenti) određuje se tip greške: I - nema grešaka, II - greška pripada dozvoljenom skupu i

na osnovu podataka o paketu, bajtu i težini može da se ispravi, i III - greška je detektovana ali ne može da se ispravi.

Vrednosti koeficijenata neophodnih za proceduru kodovanja, formiranja sindroma i ispravljanja grešaka date su u Tabeli 1.

### Varijanta 1:

Ako težina greške ne pripada skupu koje odgovaraju jednoj bitskoj greški, odnosno ako  $e$  uzima proizvoljnu vrednost  $1 \leq e \leq 2^L - 2$ , kod može da ispravi takvu grešku pod sledećim uslovima:

- Kod se skрати na jedan paket (tj.  $M = 1, K_1 = 1$ );
- Moduo po kojem se radi mora da bude prost broj, što, za  $L \leq 32$ , odgovara dužinama bajta  $L = 5, 7, 13, 17$  i  $19$ .

Vrednosti sindroma su tada:

$$S_1 = e; \quad S_2 = (Lp(1) + 1 - i) \cdot e. \quad (7)$$

Prvi sindrom tada direktno pokazuje težinu greške i njen znak, a redni broj pogrešnog bajta se dobija postupkom modularnog deljenja drugog sindroma (već je napomenuto da su sve operacije po modulu, pa i deljenje; modularno deljenje je iterativni postupak).

$$e = S_1 \quad \text{težina i znak greske;} \quad (8)$$

$$i = Lp(1) + 1 - S_2 / e \quad \text{redni broj pogresnog bajta;} \quad (9)$$

**Varijanta 2:** Pored ispravljanja susednih grešaka različite polarnosti, u drugoj varijanti kod može dodatno da ispravlja i sve susedne greške. Drugim rečima, pored ispravljanja težina  $Err = \{e\} = \{\pm 2^j \mid j = 0, \dots, L-1\}$  kod može da ispravlja i greške težine  $Err = \{e\} = \{\pm 3 \cdot 2^j \mid j = 0, \dots, L-1\}$ . U tom slučaju, koeficijenti koji učestvuju u formiranju prve ček-sume (jednačina 1) i prvog sindroma (jednačine 3 i 5) drugačiji su, ima ih manje i izlistani su u Tabeli 2. Dodatno, ako je moduo  $2^L - 1$  po kojem se radi deljiv sa tri (što je ispunjeno za svako parno  $L$ ), maksimalna dužina paketa nije  $2^L - 2$ , već  $(2^L - 1)/3$ , odnosno kod je nešto kraći.

Ispravljanje grešaka se radi po identičnoj proceduri kao u osnovnoj varijanti, sa sledećim izmenama:

- Poređenje udvostručavanih vrednosti prvog sindroma se radi sa  $\pm 3 \cdot K_j$ ;
- Izračunavanje pogrešnog bajta se radi po neznatno drugačijoj formuli.

Kompletna procedura opisana je sledećim postupkom:

$$\begin{aligned} S_{1x2}(n) = \pm 3 \cdot K_j &\Rightarrow \text{pogresan paket} = j; \\ \text{znak}(S_{1x2}(n)) = \text{modular\_sign}(\pm 3 \cdot K_j) &\Rightarrow \text{znak greske odgovara znaku sindroma}; \\ S_{2x2}(n) = \pm 3 \cdot (Lp(j) + 1 - i) &\Rightarrow i = Lp(j) + 1 - S_{2x2}(n) / (3 \cdot \text{znak}(S_{1x2}(n))) \Rightarrow \text{pogresan bajt} = i; \\ e = 3 \cdot 2^{L-n} &\Rightarrow \text{apsolutna težina greske} = e; \end{aligned} \quad (10)$$

Ova opcija se lako uključuje u ispravljač grešaka, ako se u tački označenu sa 3x na Slici 1 veza raskine i ubaci deo prikazan na Slici 2.



**Ilustrativni primer:**

Funkcionisanje rešenja ilustrovano je primerom gde su hipotetični bajtovi petobitni ( $L=5$ ) a moduo po kome se radi  $m=31$ . Dužine paketa su:  $Lp(1) = 4$ ,  $Lp(2) = 2$ ,  $Lp(3) = 5$ , manje od maksimalno dozvoljene koja je 30. Vrednosi bajtova paketa su:

1. Paket: 12, 19, 7, 26
2. Paket: 2, 30
3. Paket: 14, 1, 3, 23, 17

Prva ček-suma:

$$C_1 = -\sum_{j=1}^M K_j \sum_{i=1}^{Lp(j)} b_i(j) = \sum_{j=1}^M K_j \cdot C_{1j} = -1 \cdot (12 + 19 + 7 + 26) - 3 \cdot (2 + 30) - 5 \cdot (14 + 1 + 3 + 23 + 17) =$$

$$= -1 \cdot 2 - 3 \cdot 1 - 5 \cdot 27 = -2 - 3 - 11 = -16 = 15 \Rightarrow$$

$$C_1 = 15;$$

Druga ček-suma:

$$C_2 = -\sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^{Lp(j)} (Lp(j) + 1 - i) \cdot b_i(j) = \sum_{j=1}^M C_{2j} =$$

$$= -(4 \cdot 12 + 3 \cdot 19 + 2 \cdot 7 + 1 \cdot 26) - (2 \cdot 2 + 1 \cdot 30) - (5 \cdot 14 + 4 \cdot 1 + 3 \cdot 3 + 2 \cdot 23 + 1 \cdot 17) =$$

$$= -(17 + 26 + 14 + 26) - (4 + 30) - (8 + 4 + 9 + 15 + 17) =$$

$$= -145 - 34 - 146 = 10 + 28 + 9 = 16 \Rightarrow$$

$$C_2 = 16;$$

Pretpostavimo da se greška desila na četvrtom bajtu trećeg paketa i da je težina greške 4, tako da bajt na prijemu ima vrednost 27 umesto 23.

Na prijemu se računaju sindromi:

$$S_1 = \sum_{j=1}^M K_j \cdot \sum_{i=1}^{Lp(j)} \hat{b}_i(j) + \hat{C}_1 = 1 \cdot (12 + 19 + 7 + 26) + 3 \cdot (2 + 30) + 5 \cdot (14 + 1 + 3 + 27 + 17) + 15 =$$

$$= 1 \cdot 2 + 3 \cdot 1 + 5 \cdot 0 + 15 = 5 + 15 = 20 \Rightarrow$$

$$S_1 = 20;$$

(3)

$$S_2 = \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^{Lp(j)} (Lp(j) + 1 - i) \cdot \hat{b}_i(j) + S_2 =$$

$$= (4 \cdot 12 + 3 \cdot 19 + 2 \cdot 7 + 1 \cdot 26) + (2 \cdot 2 + 1 \cdot 30) + (5 \cdot 14 + 4 \cdot 1 + 3 \cdot 3 + 2 \cdot 27 + 1 \cdot 17) + 16 =$$

$$= 21 + 3 + 30 + 16 = 23 + 16 = 8 \Rightarrow$$

$$S_2 = 8;$$

Procedura ispravljanja grešaka:

Prvi korak:

$$n = 0;$$

$$j = 1 : 3;$$

$$S_1 = 20, \quad S_2 = 8;$$

Prvi sindrom nije ni 1, ni 3, ni 5, ni 30, ni 28, ni 26

Drugi korak:

$$n = 1;$$

$$j = 1 : 3;$$

$$S_1 = 40 = 9, \quad S_2 = 16;$$

Prvi sindrom nije ni 1, ni 3, ni 5, ni 30, ni 28, ni 26

Treći korak:

$$n = 2;$$

$$j = 1 : 3;$$

$$S_1 = 18, \quad S_2 = 32 = 1;$$

Prvi sindrom nije ni 1, ni 3, ni 5, ni 30, ni 28, ni 26

Četvrti korak:

$$n = 3;$$

$$j = 1;$$

$$S_1 = 36 = 5, \quad S_2 = 2;$$

Prvi sindrom nije ni 1, ni 30

$$j = 2;$$

Prvi sindrom nije ni 3, ni 28

$$j = 3;$$

Prvi sindrom je jednak 5!

Prvi sindrom je izjednačen sa koeficijentom 5. Koeficijent 5 odgovara trećem paketu, znači greška je na trećem paketu. Koeficijent je pozitivan, znači znak greške je pozitivan. Težina greške je

$$e = 2^{L-m} = 2^{5-3} = 2^2 = 4.$$

$$\text{Pogrešan bajt } i = Lp(3) + 1 - \text{znak}(S_{1 \times 2}(3)) \cdot S_{2 \times 2}(3) = 5 + 1 - (+) \cdot 2 = 6 - 2 = 4.$$

Znači pogrešan je četvrti bajt.

Konačan rezultat: greška je u trećem paketu, na četvrtom bajtu, pozitivna je i njena težina je ravna 4.



$M=72$											
1	11	17	19	23	29	31	37	41	43	47	53
59	61	67	71	73	79	83	89	97	101	103	107
109	113	121	137	139	149	151	157	163	167	173	179
181	187	197	199	209	211	227	229	233	239	277	281
283	293	307	311	313	331	341	347	349	359	361	397
407	409	421	437	439	587	589	613	619	661	683	691
$L=13$											
$M=315$											
1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47
49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71
73	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95
97	99	101	103	105	107	109	111	113	115	117	119
121	123	125	131	133	135	137	139	141	143	145	147
149	151	153	155	157	159	161	163	165	167	169	171
173	175	177	179	181	183	185	187	189	195	197	199
201	203	205	207	209	211	213	215	217	219	221	223
225	227	229	231	233	235	237	239	241	243	245	247
265	267	269	271	273	275	277	279	281	283	285	291
293	295	297	299	301	303	305	307	309	311	313	315
317	323	325	327	329	331	333	335	337	339	341	343
345	347	349	355	357	359	361	363	365	367	369	371
373	375	377	391	393	395	397	399	401	403	405	407
409	411	413	419	421	423	425	427	429	431	433	435
437	439	441	443	453	455	457	459	461	463	465	467
469	471	473	475	477	547	549	551	553	555	557	563
565	567	569	571	581	583	585	587	589	595	597	599
601	603	605	611	613	615	617	619	621	627	629	651
653	659	661	663	665	667	669	675	677	679	681	683
685	691	693	695	697	711	713	715	717	723	725	727
729	731	733	739	741	743	793	795	805	807	809	811
813	819	821	823	825	839	841	843	845	851	853	855
857	859	869	871	873	875	877	1171	1173	1179	1189	1195
1197	1203	1205	1227	1229	1235	1237	1323	1325	1331	1333	1355
1357	1363	1365									
$L=14$											
$M=378$											
1	5	7	11	13	17	19	23	25	29	31	35
37	41	47	49	53	55	59	61	65	67	71	73
77	79	83	85	89	91	95	97	101	103	107	109
113	115	119	121	125	131	133	137	139	143	145	149
151	155	157	161	163	167	169	173	175	179	181	185

187	191	193	197	199	203	205	209	211	217	221	223
227	229	233	235	239	241	245	247	251	263	265	269
271	275	277	281	283	287	289	293	295	299	305	307
311	313	317	323	325	329	331	335	337	341	343	347
349	353	355	359	361	365	367	371	373	377	379	389
391	395	397	401	403	407	409	413	415	419	421	425
427	431	433	437	439	443	445	451	455	457	461	463
467	469	475	479	481	485	487	491	493	529	533	535
539	541	547	551	553	557	563	565	569	571	581	583
587	589	593	595	599	601	605	611	613	617	619	623
625	629	631	647	649	653	655	659	661	665	667	677
679	683	685	689	691	695	697	701	707	709	713	715
719	721	725	727	733	739	743	745	749	751	755	781
785	787	791	793	797	803	805	809	811	815	821	823
827	839	841	845	847	851	853	857	859	869	871	875
877	881	883	887	905	907	911	913	917	919	923	925
931	935	937	941	943	947	949	953	955	1093	1097	1099
1109	1111	1115	1117	1123	1127	1129	1133	1139	1141	1163	1165
1171	1175	1177	1181	1187	1189	1193	1195	1205	1207	1211	1223
1225	1229	1235	1237	1241	1243	1253	1255	1259	1301	1303	1307
1309	1315	1319	1321	1325	1331	1337	1351	1355	1357	1363	1367
1369	1373	1379	1381	1385	1387	1421	1427	1429	1433	1435	1445
1447	1451	1453	1459	1463	1465	1481	1483	1589	1607	1609	1613
1619	1621	1625	1627	1637	1639	1643	1645	1685	1687	1691	1703
1705	1709	1715	1717	1721	1735	1739	1741	1747	1751	1753	2341
2347	2357	2381	2387	2389	2395	2405	2411	2453	2459	2477	2645
2731	2741	2765	2771	2861	2867						

 $L=15$  $M=900$ 

1	3	5	9	11	13	15	17	19	23	25	27
29	33	37	39	41	43	45	47	51	53	55	57
59	61	65	67	69	71	73	75	79	81	83	85
87	89	95	97	99	101	103	107	109	111	113	115
117	121	123	125	127	129	131	135	137	139	141	143
145	149	153	157	159	163	165	167	169	171	173	177
179	181	183	185	187	191	193	195	197	199	201	205
207	209	211	213	215	219	221	223	225	227	229	233
235	237	239	241	243	247	249	251	253	261	263	265
267	269	271	275	277	281	283	285	289	291	293	295
297	299	303	305	307	309	311	313	317	319	321	323
325	327	331	333	335	337	339	345	347	349	351	353
355	359	361	363	365	367	369	373	375	377	379	381
387	389	391	393	395	397	401	405	407	409	411	415

417	419	421	423	425	429	431	433	435	437	439	443
445	447	449	451	457	459	461	463	467	471	473	475
477	479	481	485	487	489	491	493	495	499	501	503
521	523	529	531	533	535	537	541	543	545	547	549
551	555	557	559	561	563	565	569	571	573	579	583
585	587	591	593	597	599	601	603	605	607	611	613
615	617	619	621	625	627	629	631	633	635	643	645
647	649	653	655	657	659	661	663	667	669	671	673
675	677	681	683	685	687	689	691	695	697	699	701
709	711	715	717	719	723	725	727	729	731	733	737
739	741	743	745	747	751	753	757	759	761	779	781
783	785	787	789	793	795	797	799	801	803	807	809
811	813	815	817	821	823	825	827	829	835	839	841
843	845	849	851	853	855	857	859	863	865	867	869
871	873	877	879	881	883	885	887	891	901	905	907
909	911	913	915	919	921	923	925	927	929	933	935
937	939	941	943	947	949	951	953	955	957	963	965
967	969	971	975	977	979	981	983	985	989	991	1059
1061	1063	1065	1067	1069	1073	1075	1077	1079	1081	1083	1091
1093	1095	1097	1101	1103	1105	1107	1109	1111	1115	1117	1123
1125	1129	1131	1133	1135	1137	1139	1143	1145	1157	1159	1161
1163	1165	1167	1171	1173	1175	1177	1179	1181	1187	1189	1191
1193	1195	1199	1201	1203	1205	1207	1213	1219	1221	1223	1227
1229	1231	1233	1235	1237	1241	1243	1245	1251	1255	1257	1259
1261	1263	1265	1269	1291	1293	1297	1299	1301	1303	1305	1307
1315	1317	1319	1321	1325	1327	1329	1331	1335	1339	1341	1347
1349	1353	1355	1357	1361	1363	1367	1369	1371	1373	1381	1383
1385	1387	1389	1391	1397	1399	1401	1415	1417	1419	1423	1425
1427	1429	1431	1433	1437	1443	1445	1447	1451	1453	1455	1459
1461	1465	1467	1469	1475	1479	1481	1483	1485	1487	1489	1493
1495	1497	1499	1501	1507	1509	1511	1563	1565	1571	1573	1577
1579	1583	1585	1587	1591	1593	1595	1605	1607	1609	1611	1613
1615	1619	1621	1623	1625	1627	1629	1635	1637	1639	1641	1647
1649	1651	1653	1655	1657	1671	1675	1677	1679	1681	1683	1685
1689	1691	1693	1699	1703	1707	1709	1711	1713	1717	1719	1721
1723	1733	1735	1737	1739	1741	1745	1747	1749	1751	1753	1755
1763	1765	1769	1773	1775	1777	1807	1809	1811	1815	1817	1819
1821	1831	1833	1835	1837	1839	1843	1845	1847	1849	1851	1861
1863	1865	1867	1871	1873	1875	1877	1879	1881	1885	1893	1895
1899	1901	1903	1905	1907	1909	2185	2187	2189	2195	2197	2199
2203	2211	2213	2215	2217	2221	2227	2229	2231	2235	2245	2249
2251	2253	2259	2267	2269	2277	2279	2281	2283	2285	2323	2327
2329	2333	2339	2341	2343	2347	2349	2355	2357	2361	2363	2375

2377	2379	2381	2389	2391	2393	2395	2397	2403	2405	2407	2409
2411	2413	2419	2421	2445	2451	2453	2455	2459	2461	2467	2469
2473	2475	2477	2483	2487	2489	2491	2501	2503	2505	2507	2509
2515	2517	2519	2601	2603	2605	2613	2615	2617	2631	2633	2637
2643	2645	2647	2649	2651	2659	2661	2663	2665	2669	2675	2677
2699	2701	2707	2711	2713	2715	2717	2725	2727	2729	2731	2733
2739	2741	2743	2745	2761	2763	2771	2773	2775	2777	2781	2787
2789	2791	2839	2841	2843	2845	2851	2853	2855	2857	2859	2861
2867	2871	2873	2887	2889	2893	2899	2901	2903	2907	2909	2915
2917	2921	2923	2925	2931	2957	2963	2965	2967	2969	2971	2973
3173	3175	3177	3179	3181	3187	3219	3221	3223	3225	3237	3239
3243	3245	3251	3253	3257	3271	3273	3275	3277	3285	3287	3289
3291	3301	3355	3365	3369	3371	3373	3383	3385	3399	3401	3403
3405	3411	3413	3415	3417	3419	3429	3431	3433	3435	3475	3477
3481	3483	3495	3497	3499	3501	3509	3511	3513	3527	4685	4691
4693	4699	4709	4715	4717	4755	4757	4763	4773	4779	4787	4789
4811	4813	4819	4821	4909	4915	4917	4939	4941	4947	4955	5291
5293	5323	5325	5331	5333	5419	5421	5427	5429	5451	5459	5461

 $L=16$  $M=1024$ 

1	7	11	13	19	23	29	31	37	41	43	47
49	53	59	61	67	71	73	77	79	83	89	91
97	101	103	107	109	113	121	127	131	133	137	139
143	149	151	157	161	163	167	169	173	179	181	191
193	197	199	203	209	211	217	223	227	229	233	239
241	247	251	253	259	263	269	271	277	281	283	287
293	299	301	307	311	313	317	319	329	331	337	341
343	347	349	353	359	361	367	371	373	377	379	383
389	397	401	403	407	409	413	419	421	427	431	433
437	439	443	449	451	457	461	463	467	469	473	479
481	487	491	497	499	503	517	521	523	529	533	539
541	547	551	553	557	559	563	569	571	577	581	583
587	589	593	599	601	607	611	613	617	619	623	631
637	643	647	649	653	659	661	667	671	673	677	679
683	689	691	701	703	707	709	713	719	721	727	733
737	739	743	749	751	757	761	763	773	779	781	787
791	793	797	803	809	811	817	821	823	827	829	839
841	847	851	853	857	859	863	869	871	877	881	883
887	889	893	899	907	911	913	917	919	923	929	931
937	941	943	947	949	953	959	961	967	971	973	977
979	983	989	991	997	1001	1007	1043	1049	1051	1057	1061
1063	1067	1069	1073	1079	1081	1091	1093	1097	1099	1103	1109
1111	1117	1121	1123	1127	1129	1133	1141	1147	1157	1159	1163

1169	1171	1177	1181	1183	1187	1189	1193	1199	1201	1211	1213
1219	1223	1229	1231	1237	1243	1247	1249	1253	1259	1261	1267
1271	1273	1289	1291	1297	1301	1303	1307	1313	1319	1321	1327
1331	1333	1337	1339	1349	1351	1357	1361	1363	1367	1369	1373
1379	1381	1387	1391	1393	1397	1399	1403	1417	1421	1423	1427
1429	1433	1439	1441	1447	1451	1453	1457	1459	1463	1469	1477
1481	1483	1487	1489	1493	1499	1501	1507	1511	1517	1519	1523
1549	1553	1559	1561	1567	1571	1573	1577	1579	1583	1589	1591
1597	1603	1607	1609	1613	1619	1621	1627	1631	1633	1637	1639
1643	1651	1657	1669	1673	1679	1681	1687	1691	1693	1697	1699
1703	1709	1711	1721	1723	1733	1739	1741	1747	1753	1757	1759
1763	1769	1771	1777	1781	1783	1801	1807	1811	1813	1817	1823
1829	1831	1837	1841	1843	1847	1849	1859	1861	1867	1871	1873
1877	1879	1883	1889	1891	1897	1901	1903	1907	1909	1913	1927
1931	1933	1937	1939	1943	1949	1951	1957	1961	1963	1967	1969
1973	1979	1981	2117	2119	2123	2129	2131	2137	2141	2147	2149
2153	2161	2167	2171	2183	2189	2191	2197	2201	2203	2213	2219
2221	2231	2233	2237	2243	2249	2251	2257	2263	2267	2269	2279
2281	2287	2291	2293	2317	2321	2323	2327	2333	2339	2341	2347
2351	2353	2357	2359	2371	2377	2381	2383	2387	2389	2393	2407
2411	2413	2417	2419	2423	2437	2441	2443	2447	2449	2453	2459
2461	2467	2471	2473	2477	2479	2483	2489	2491	2501	2503	2507
2509	2513	2519	2521	2531	2537	2539	2581	2587	2597	2599	2603
2609	2611	2617	2621	2627	2629	2633	2639	2641	2647	2651	2653
2659	2663	2671	2677	2681	2699	2701	2707	2711	2713	2717	2723
2729	2731	2741	2743	2747	2749	2759	2761	2767	2773	2777	2779
2789	2791	2797	2801	2803	2831	2833	2837	2843	2851	2857	2861
2863	2867	2869	2887	2891	2893	2897	2899	2903	2909	2917	2921
2923	2927	2929	2933	2951	2953	2957	2959	2963	2969	2971	2981
2983	2987	2989	2993	2999	3001	3011	3013	3017	3019	3023	3121
3127	3131	3143	3149	3151	3157	3161	3163	3173	3181	3187	3191
3193	3209	3211	3217	3221	3223	3227	3229	3239	3241	3251	3253
3257	3259	3269	3271	3277	3283	3287	3289	3293	3299	3301	3307
3311	3313	3343	3347	3353	3367	3371	3373	3377	3379	3397	3401
3403	3407	3409	3413	3419	3421	3427	3431	3433	3437	3439	3443
3449	3463	3467	3469	3473	3479	3481	3491	3493	3497	3499	3503
3509	3511	3527	3529	3533	3539	3541	3547	3613	3619	3623	3629
3631	3637	3641	3643	3653	3659	3661	3667	3671	3673	3677	3683
3691	3697	3701	3703	3721	3727	3731	3733	3737	3739	3749	3751
3761	3763	3767	3769	3781	3787	3793	3797	3799	3803	3811	3817
3821	3823	4373	4379	4381	4387	4391	4393	4397	4409	4411	4421
4423	4427	4429	4439	4441	4451	4453	4457	4459	4469	4489	4493
4499	4501	4507	4517	4519	4523	4531	4537	4549	4553	4567	4571



4649	4651	4661	4663	4667	4679	4681	4691	4693	4697	4699	4711
4717	4723	4747	4757	4759	4763	4771	4781	4787	4789	4793	4807
4813	4819	4823	4829	4837	4841	4843	4889	4891	4901	4903	4907
4909	4919	4921	4933	4937	4939	4949	4951	4957	4963	4967	4969
4973	4979	5003	5011	5017	5021	5027	5029	5033	5203	5207	5209
5213	5221	5227	5237	5261	5267	5269	5273	5291	5293	5299	5303
5323	5333	5339	5341	5347	5351	5353	5399	5401	5411	5413	5417
5419	5429	5431	5447	5449	5453	5459	5461	5467	5477	5479	5483
5527	5531	5533	5539	5543	5549	5557	5561	5579	5581	5587	5677
5683	5687	5689	5707	5717	5719	5723	5731	5737	5741	5747	5773
5779	5783	5789	5801	5803	5813	5833	5837	5843	5849	5851	5861
5863	5917	5923	5927	5929	5939	5941	6343	6347	6349	6359	6361
6373	6427	6437	6439	6451	6457	6473	6487	6491	6503	6509	6541
6547	6551	6553	6569	6571	6581	6583	6599	6601	6709	6713	6727
6731	6733	6739	6743	6757	6761	6763	6803	6809	6811	6821	6823
6827	6829	6839	6841	6857	6859	6869	6871	6949	6967	6983	6989
6997	7001	7003	7013	7019	9371	9389	9397	9419	9421	9427	9517
9523	9547	9557	9563	9581	9619	9637	9643	9811	9829	9883	9893
9899	9901	9907	10571	10573	10579	10603	10667	10837	10933	10957	10963
11053	11059	11083	11443								

**Tabela 2: Koeficijenti (coset leaders) za dužinu bajta  $L$  i maksimalni broj koeficijenata (maksimalni broj paketa za združivanje)  $M$  za ispravljanje težina jedne bitske greške i parova susednih grešaka**

$L=5$											
$M=1$											
1											
$L=6$											
$M=1$											
1											
$L=7$											
$M=4$											
1	5	9	13								
$L=8$											
$M=4$											
1	7	11	13								
$L=9$											
$M=10$											
1	5	9	11	13	19	23	25	29	51		
$L=10$											
$M=15$											
1	5	7	13	17	19	23	25	29	35	43	49

53	71	89									
$L=11$											
$M=37$											
1	5	7	9	11	13	17	19	25	29	31	35
37	41	45	47	49	53	55	61	67	71	73	77
81	91	99	101	119	151	153	155	185	203	205	215
217											
$L=12$											
$M=24$											
1	11	17	19	23	29	31	37	41	47	59	61
67	71	73	79	97	103	109	113	121	137	199	239
$L=13$											
$M=133$											
1	5	7	9	11	13	17	19	23	25	29	31
35	37	41	43	45	47	49	53	55	59	61	63
67	71	73	77	79	81	83	89	91	95	97	99
101	103	107	109	113	115	117	119	121	125	131	137
139	143	145	151	153	155	157	161	163	167	179	181
185	187	195	197	199	203	205	207	209	211	215	217
221	225	227	229	233	241	247	265	271	279	281	283
293	295	301	305	307	311	313	315	317	323	355	359
361	365	369	371	377	391	397	399	403	407	409	413
419	421	423	441	461	467	477	551	563	567	589	605
611	695	711	729	739	807	819	825	839	841	855	873
1179											
$L=14$											
$M=189$											
1	5	7	11	13	17	19	23	25	29	31	35
37	41	47	49	53	55	59	61	65	67	71	73
77	79	83	85	89	91	95	97	101	103	107	109
113	115	119	121	125	131	133	137	139	143	145	151
155	157	161	163	167	173	179	181	185	187	191	193
197	199	203	205	209	211	217	221	223	227	229	233
239	241	247	251	263	265	269	271	275	277	281	283
287	289	293	295	299	305	307	311	313	317	325	337
343	349	355	361	365	367	371	373	377	391	395	397
401	403	407	409	413	415	419	425	431	439	443	445
451	455	457	461	463	469	479	481	487	491	493	529
535	539	541	547	551	557	563	565	569	583	587	589
595	601	611	617	623	647	665	683	689	695	707	713
719	743	755	781	785	793	803	809	815	823	827	847
853	871	881	905	911	913	919	923	935	947	953	1093
1111	1117	1141	1237	1303	1309	1351	1369	1381			
$L=15$											
$M=389$											
1	5	9	11	13	17	19	23	25	29	37	41
43	45	47	53	55	59	61	65	67	71	73	79
81	83	85	89	95	97	99	101	103	107	109	113
115	117	121	125	131	137	139	143	145	149	153	157

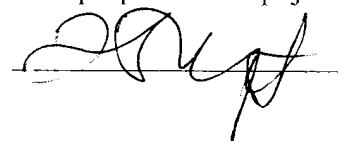
163	167	169	173	179	181	185	187	191	193	197	199
205	207	209	211	215	221	223	225	227	229	233	235
239	241	247	251	253	261	263	265	269	271	275	277
281	283	289	293	295	305	307	311	313	317	323	325
331	333	335	337	347	349	353	355	359	361	365	367
369	373	377	379	381	387	389	391	395	397	401	405
407	409	419	421	423	425	431	433	437	439	443	445
451	457	461	463	467	473	475	477	479	481	485	487
491	495	503	521	529	531	541	547	549	551	557	559
563	565	569	571	583	585	587	593	599	601	603	605
611	613	617	625	629	631	643	649	653	655	657	659
667	697	701	709	711	715	719	727	729	731	733	739
743	745	757	761	779	781	785	787	793	797	801	803
809	815	817	821	823	827	829	835	839	841	845	859
863	865	869	871	873	877	883	887	891	901	905	907
909	911	913	919	923	925	927	929	935	943	955	957
963	967	977	979	985	1063	1069	1073	1075	1081	1103	1105
1115	1117	1123	1125	1129	1133	1139	1145	1157	1159	1165	1171
1175	1177	1179	1181	1187	1201	1207	1213	1219	1229	1233	1235
1241	1243	1245	1251	1255	1303	1305	1307	1319	1427	1433	1445
1459	1467	1469	1475	1479	1483	1487	1489	1497	1499	1501	1507
1511	1565	1571	1573	1583	1585	1591	1605	1607	1609	1613	1627
1629	1635	1637	1639	1649	1655	1679	1681	1683	1719	1721	1733
1735	1737	1751	1765	1773	1775	1807	1811	1819	1821	1835	1843
1845	1847	1849	1863	1865	1867	1871	1895	1901	1905	1907	2231
2253	2259	2277	2279	2285	2327	2333	2339	2407	2455	2461	2467
2483	2491	2501	2503	2509	2663	2841	2843	2855	2873	2967	2973
3177	3179	3187	3223	3273	3275	3277	3287	3289	3291	3301	3355
3433	3475	3481	3483	3501							
$L=16$											
$M=512$											
1	7	11	13	19	23	29	31	37	41	43	47
49	53	59	61	67	71	73	77	79	83	89	91
97	101	103	107	109	113	121	127	131	133	137	139
143	149	151	157	161	163	167	169	173	179	181	191
193	197	199	203	209	211	217	223	227	229	233	239
241	247	251	253	259	263	269	271	277	281	283	287
293	301	307	311	313	317	319	329	331	341	347	349
353	359	361	367	371	373	377	379	383	389	397	401
403	407	409	413	419	421	427	431	433	437	439	443
449	451	457	461	463	467	473	479	481	487	497	499
503	517	521	523	529	533	539	541	547	551	553	557
559	563	569	571	577	581	583	587	589	593	599	601
607	611	613	617	619	623	631	637	643	647	649	653
659	667	673	679	691	703	707	709	713	719	721	727
733	737	739	743	749	751	761	763	773	781	787	791
793	797	803	809	811	817	821	823	827	829	839	841
851	857	863	869	871	877	881	883	887	889	893	899
907	911	913	917	919	923	929	931	937	943	947	953
959	961	967	973	977	979	983	989	991	997	1001	1007

1043	1049	1051	1057	1061	1063	1069	1073	1079	1081	1091	1093
1097	1099	1103	1109	1117	1121	1123	1127	1129	1133	1147	1157
1159	1169	1171	1177	1181	1183	1189	1201	1211	1213	1219	1223
1229	1231	1243	1247	1249	1253	1261	1267	1271	1273	1289	1301
1307	1313	1319	1331	1337	1349	1361	1367	1373	1379	1391	1397
1403	1421	1427	1433	1439	1457	1459	1463	1469	1481	1483	1487
1489	1493	1501	1507	1511	1517	1519	1523	1549	1553	1559	1561
1567	1571	1579	1583	1589	1591	1597	1603	1607	1609	1613	1619
1631	1633	1637	1639	1651	1657	1673	1679	1681	1687	1693	1699
1711	1723	1741	1753	1757	1759	1763	1771	1777	1781	1783	1801
1807	1811	1817	1823	1829	1831	1837	1841	1843	1847	1849	1859
1871	1877	1889	1897	1901	1903	1907	1913	1927	1933	1937	1939
1943	1949	1951	1963	1969	1973	1981	2117	2119	2129	2141	2147
2161	2167	2183	2189	2191	2201	2203	2221	2233	2237	2243	2249
2251	2269	2279	2281	2287	2291	2317	2321	2323	2327	2333	2339
2347	2357	2381	2387	2393	2417	2423	2443	2449	2467	2473	2479
2491	2503	2539	2587	2599	2611	2617	2659	2671	2713	2731	2743
2761	2767	2779	2791	2803	2833	2851	2857	2863	2929	2953	2959
2971	2983	3001	3019	3121	3127	3143	3149	3161	3173	3187	3191
3193	3209	3211	3217	3241	3259	3269	3271	3287	3293	3307	3311
3353	3407	3413	3431	3449	3473	3479	3527	3529	3533	3619	3631
3641	3643	3653	3671	3677	3691	3697	3721	3727	3739	3751	3763
3769	3787	3811	3817	3823	4373	4409	4421	4439	4469	4493	4949
5207	5213	5237	5333	5399	5447	5477	5687				

### Način industrijske primene

Kod niske potrošnje je namenjen prenosu podataka u bežičnim mrežama, najčešće senzora, smeštenim na nedostupnim lokacijama bez infrastrukture a koji treba da budu skromne cene što onemogućava samonapajajuća rešenja. Dva proizvoda za koji je namenjen su a) sistem bežičnih senzorskih mreža sa primenom u poljoprivredi koji se razvija u Institutu Mihailo Pupin i b) BAN (body area networks) koje se planiraju u saradnji sa Instituto Superior Technico, Lisabon, Portugal, ako se projekat usvoji.

Potpis podnosioca prijave



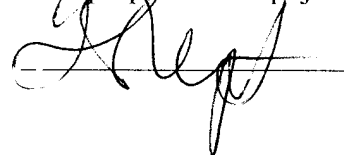
**Patentni zahtev**

1. Celobrojni kod niske potrošnje za ispravljanje grešaka na združenim paketima sastavljenim od nejednakog broja bajtova od  $L$  bita, to jest paketa nejednake dužine, formira se isključivo operacijama nad prstenom celih brojeva dodavanjem na predaji dveju ček-suma na združeni paket, od kojih je druga ček-suma zbir dolaznih bajtova ponderisanih monotonim nizom celih brojeva, a prva ček-suma zbir dolaznih bajtova, **karakterisan time**, što je svaki bajt prve ček-sume ponderisan koeficijentima  $K_j$  koji odgovaraju rednom broju paketa, pri čemu je za slučaj samo jednog paketa (redni broj 1) vrednost koeficijenta uvek ravna jedan, a vrednosti koeficijenta za pakete većeg rednog broja od 1 predstavljaju najmanje elemente (*coset leaders*) podskupova konjugovanih elemenata za operaciju sabiranja po modulu  $2^L-1$  na koje je prsten celih brojeva razložen, sa osobinom da je taj element primitivan i jedinstven u podskupovima koji odgovaraju pozitivnim i negativnim greškama na jednom bitu, za slučaj ispravljanje težine greške ekvivalentne jednoj bitskoj greški, a za slučaj ispravljanje težina koje odgovaraju jednoj i svim parovima bitskih grešaka, najmanji element se određuje tako da bude primitivan i jedinstven u podskupovima koji odgovaraju pozitivnim i negativnim greškama na jednom bitu, i podskupovima u kojima su pozitivne i negativne težine jedne bitske greške pomnožene sa tri.
2. Celobrojni kod niske potrošnje za ispravljanje grešaka na združenim paketima nejednake dužine koristi isključivo operacije nad prstenom celih brojeva, to jest po modulu  $2^L-1$  gde je  $L$  dužina bajta, prema zahtevu 1, i ispravlja težine grešaka koje odgovaraju jednoj bitskoj greški na jednom bajtu združenog paketa, ili detektuje ostale greške, tako što u prijemniku formira dva sindroma te uzastopno množi i prvi i drugi sindrom sa dva  $n$  puta,  $n < L$ , sve dok se vrednost prvog sindroma  $S_{1x2}(n)$  ne izjednači sa pozitivnim ili negativnim koeficijentom  $\pm K_j$ ,  $j=1, \dots, M$  čime se određuje koji je od  $M$  združenih paketa pogrešan, a tada se iz vrednosti drugog sindroma  $S_{2x2}(n)$  određuje pozicija pogrešnog bajta unutar pogrešnog paketa paketa, dok su težina, znak i detektovana greška koja ne može da se ispravi, **karakterisane time**, što se težina greške  $e$  određuje brojem sukcesivnih množenja sa dva,  $n$  puta, kao  $e=2^{(L-n)}$ , znak greške kao modularna funkcija znaka vrednosti prvog sindroma nakon sukcesivnih množenja sa dva  $n$  puta, a detekcija grešaka koje ne mogu da se isprave označena je ili pozicijom pogrešnog bajta većom od dužine paketa ili time što  $L$ -tostruko uzastopno množenje sa 2 prvog sindroma ne dovodi do koeficijenta  $\pm K_j$ .
3. Celobrojni kod niske potrošnje za ispravljanje grešaka na združenim paketima sastavljenim od nejednakog broja bajtova od  $L$  bita, to jest paketa nejednake dužine označene sa  $Lp(j)$ , prema zahtevu 1, **karakterisan time**, što dužine  $Lp(j)$  svakog od  $M$  paketa združenih u jedinstveni zajednički paket mogu da budu međusobno različite a obavezno kraće od  $2^L-1$ , i kao takve ulaze u proceduru za formiranje druge ček-sume u predajniku koja je označena sa  $C_2$ , koja se dobija kao suma svih bajtova u svakom paketu pri čemu je svaki bajt pomnožen težinskim faktorom  $(Lp(j)+1-i)$  koji odgovaraju rednom broju bajta broj  $i$  u okviru paketa broj  $j$ , zatim ulaze u proceduru za formiranje drugog sindroma u prijemniku koji je označen sa  $S_2$ , koji se dobija kao zbir primljene druge ček-sume i zbira primljenih svih bajtova pri čemu je svaki primljeni bajt pomnožen težinskim faktorom  $(Lp(j)+1-i)$  koji odgovaraju rednom broju primljenog bajta  $i$  u okviru paketa  $j$ , i konačno ulaze u proceduru za lokaciju pogrešnog bajta  $i$  u okviru paketa broj  $j$  koja se dobija kao dužina paketa  $Lp(j)$  uvećana za jedan od koje se oduzima drugi sindrom  $n$  puta pomnožen sa 2  $S_{2x2}(n)$  i pomnožen *znakom* greške.
4. Celobrojni kod niske potrošnje za ispravljanje grešaka na združenim paketima nejednake dužine prema zahtevima 1, 2 i 3, ispravlja, pored težina grešaka koje odgovaraju jednoj bitskoj greški na bajtu, i težine grešaka koje odgovaraju parovima susednih grešaka na bajtu uključujući i cirkularnu susednost, ili detektuje preostale greške, tako što na prijemu formira

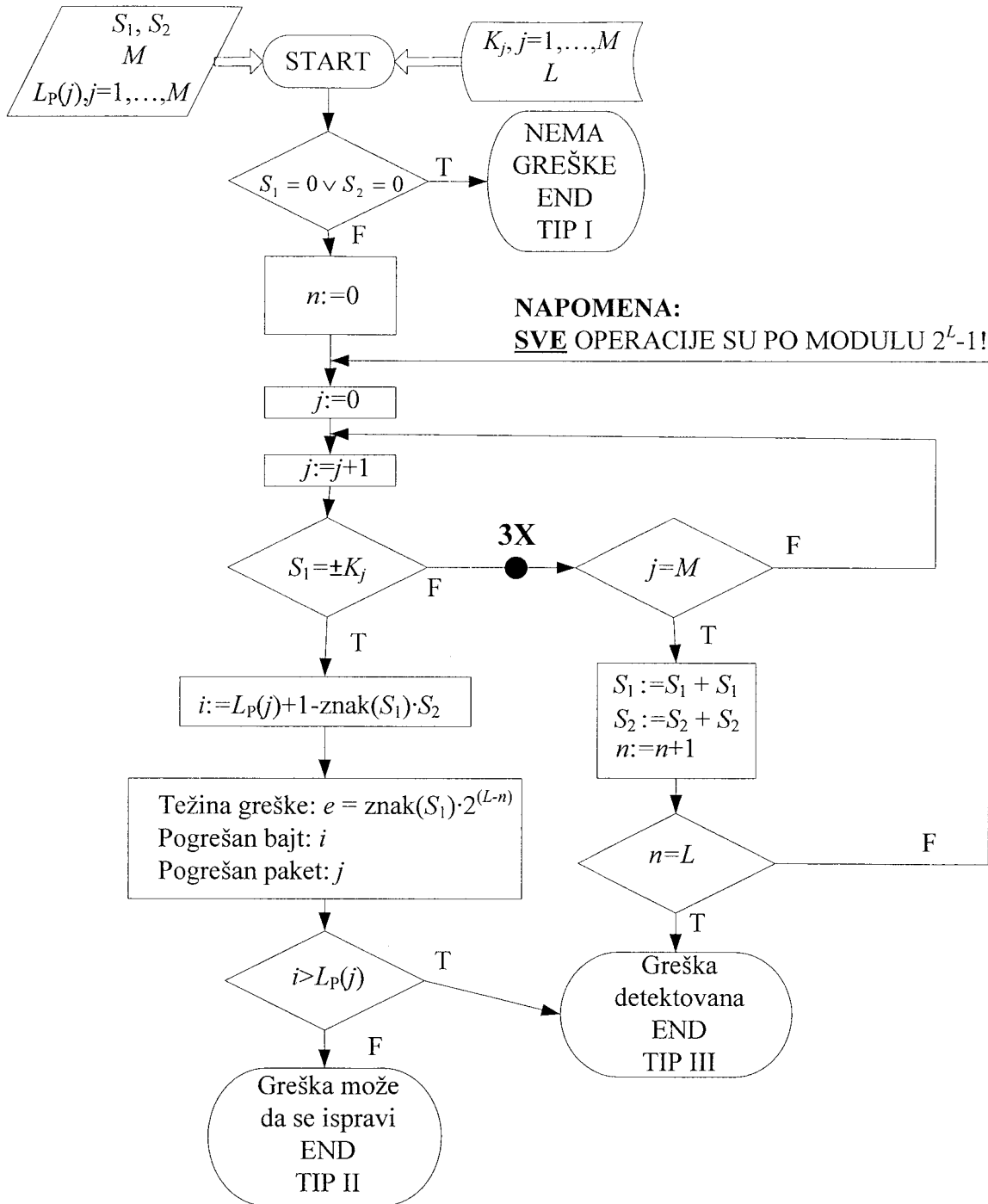
dva sindroma te množenjem prvog sindroma sa dva,  $n$  puta,  $n < L$ , sve dok se vrednost sindroma ne izjednači sa pozitivnim ili negativnim koeficijentom pomnoženim sa 3, tj. sa  $\pm 3^{K_j}$ ,  $j=1, \dots, M$ , određuje pogrešan paket, isim brojem množenja sa dva drugog sindroma određuje poziciju greške unutar paketa, dok su težina, znak i detekcija greške, **karakterisane time**, što se težina greške određuje brojem sukcesivnih množenja sa dva  $n$  kao  $e=3^{2(L-n)}$ , *znak* greške kao modularna funkcija znaka vrednosti prvog sindroma nakon sukcesivnih množenja sa dva a lokaciju pogrešnog bajta se dobija kada se od za jedan uvećane dužine paketa u kojem je greška  $Lp(j)$  oduzme drugi sindrom pomnožen sa 2  $n$  puta  $S_{2 \times 2}(n)$  i celobrojno podeljen sa trostrukim *znakom* greške.

5. Celobrojni kod niske potrošnje za ispravljanje grešaka na združenim paketima nejednake dužine prema zahtevima 1, 2 i 3 koji na prijemu formira dva sindroma, **karakterisan je time** što, u realizaciji skraćenoj na jedan paket ( $M=1$ ,  $K_1=1$ ) i pod uslovom da je moduo  $2^L-1$  prost broj ( $L = 5, 7, 13, 17$  i  $19$ ), ispravlja sve težine grešaka  $1 \leq e \leq 2^L-2$ , tako što iz prvog sindroma izračunava težinu koja uključuje i znak greške  $e = S_1$  a iz drugog sindroma direktno izračunava redni broj pogrešnog bajta  $i = Lp(1) + 1 - S_2 / e$ , pri čemu je operacija deljenja, kao i sve ostale operacije, modularna.

Podpis podnosioca prijave



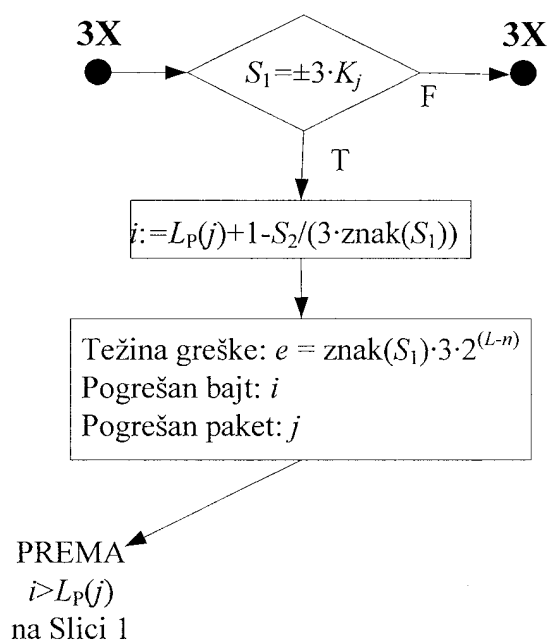
Nacrt



Celobrojni kod niske potrošnje za ispravljanje grešaka na združenim paketima nejednake dužine

Slika 1

Potpis podnosioca prijave



Celobrojni kod niske potrošnje za ispravljanje grešaka na združenim paketima nejednake dužine

Slika 2

Potpis podnosioca prijave





РЕПУБЛИКА СРБИЈА  
ЗАВОД ЗА ИНТЕЛЕКТУАЛНУ СВОЈИНУ

990 број 2013/3464-П-2012/0396

Датум: 08.05.2013. године

Београд, Кнегиње Љубице 5

2-3/9

БАЈИЋ, Драгана  
Хаџи-Проданова 21, 11000 Београд

**ПРЕДМЕТ: ИЗВЕШТАЈ** о претраживању  
стања технике по пријави патента  
број П-2012/0396

Име, презиме и адреса односно фирма и седиште подносиоца пријаве патента:  
БАЈИЋ, Драгана, Хаџи-Проданова 21, 11000 Београд, RS

Признати датум подношења пријаве:  
11.09.2012.

Датум првенства:

У току управног поступка по предметној пријави патента, након пријема Захтева за израду извештаја о претраживању број RS/E/2012/5065 од 02.10.2012. године и доказа о плаћеној такси за израду извештаја о претраживању, Завод је, у смислу члан 100. ст. 3, 4, 5, 6. и 7. Закона о патентима („Службени гласник РС”, бр. 99/11), на основу патентних захтева предметне пријаве патента, а имајући у виду садржај описа и нацрта израдио овај извештај о претраживању, као:

**потпун извештај**

**делимични извештај\***

\*Завод је утврдио да пријава патента није у складу са Законом о патентима тако да није могуће у погледу предмета патентних захтева израдити потпун извештај о претраживању.

1.\*  Проналазак није описан потпуно и јасно, тако да га стручњак из одговарајуће области може извести, у смислу члана 82. Закона.

2.\*  Завод је утврдио да пријава патента садржи следеће:

- наводе или слике противне закону или моралу;
- наводе који омаловажавају производе или поступак било ког трећег лица или квалитет и значај пријаве или патента или малог патента тог лица;
- наводе који очигледно нису значајни, ни потребни.

Завод ће ове наводе изоставити приликом објављивања пријаве патента, у складу са чланом 81. став 2. Закона о патентима.

3.\*  Завод је утврдио да пријава патента не испуњава услове јединства проналаска, у смислу члана 78. Закона.

Пре пријема извештаја о претраживању, подносилац пријаве не може да мења опис, патентне захтеве и нацрт пријаве, а по пријему извештаја о претраживању, подносилац пријаве може сам да измени опис, патентне захтеве и нацрт у смислу одредбе члана 101. став 3. Закона о патентима. Према одредби става 2. истог члана измене и допуне података садржаних у пријави које не проширују предмет пријаве могу се вршити до доношења решења по пријави патента.

Класе по којима је извршено претраживање:

H03M 13/03 (2006.01)

Базе у којима је извршено претраживање:

MIMOSA RS

Espacenet

Eropuonet (Erodos)

K-pion

Непатентна литература

**РЕЛЕВАНТНА ДОКУМЕНТА КОЈА СУ РАЗМАТРАНА**

Категорија**	Документ	Доступан јавности	Остало
A	YU 49283 B	15.03.2005.	види остале примедбе
A	WO 2011108904 A2	09.09.2011.	
A	CN 102065289 A	18.05.2011.	
A	CN 102130691 A	20.07.2011.	
A	WO 0124379 A2	05.04.2001.	

**\*\*Категорије цитираних докумената**

„X” - означава документ од посебног значаја **када се посматра самостално**. Проналазак за који се тражи заштита патентом не може се сматрати новим или се не може сматрати инвентивним.

„T” - означава каснији документ, објављен после датума подношења или приоритетног датума, који не оспорава пријаву али је користан за разумевање принципа или теорије проналаска.

„Y” - означава документ од посебног значаја ако се комбинује са другим документом исте категорије. Проналазак се не може сматрати инвентивним када се документ комбинује са једним или више докумената исте категорије при чему је та комбинација очигледна стручњаку из те области.

„E” - означава ранију пријаву или патент која/и је објављен(а) на или после датума подношења испитиване пријаве (не датума првенства) а садржај те пријаве би сачињавао стање технике релевантно за новост.

„A” - означава документ који припада стању технике.

„D” - означава документ који је већ цитиран у опису пријаве која се испитује. Документ „D” може бити пропраћен ознаком која означава његову релевантност, као нпр: „DX” или „DY” или „DA”.

„O” - означава документ који се односи на откривање патента који није у писаној форми. Документ "O" увек је пропраћен ознаком која означава његову релевантност, нпр: „OX”, „OY” или „OA”.

„L” - означава документ цитиран из других разлога који, нпр.:

- сумња на право првенства,
- наводи датум објаве неког другог цитата (откривање на Интернету),
- је релевантан за питање двоструког патентирања.

„P” - означава документ чији датум објаве пада између датума подношења пријаве која се испитује и најранијег датума првенства који се тражи. Документ „P” је увек пропраћен ознаком која дефинише његову релевантност, нпр: „PX”, „PY” или „PA”.

„&” - означава патентни документ који је члан исте патентне фамилије .

Разматраним релевантним документима можете приступити преко следећих линкова:

- <http://worldwide.espacenet.com>.
- <http://pub.zis.gov.rs/rs-pubserver/search.jsp?lg=sr>

Остале примедбе испитивача:

Претраживање урађено према патентним захтевима и нацрту проналаска. Патентни захтеви се односе на поступак и нису потпуно и прецизно дефинисани, где су математичке формуле и табеле.

**Напомена:** Овај извештај о претраживању нема карактер управног акта којим се стичу или оспоравају права на предметној пријави патента и служи искључиво у сврху информисања. Завод за интелектуалну својину је претраживање стања технике спровео по правилима струке и предузео све да наведене базе података буду са комплетним и ажурним подацима у време претраживања. Имајући у виду наведено, Завод не преузима било какву одговорност нити накнаду штете која би евентуално могла настати као резултат коришћења овог претраживања.

**Извештај доставити:**

- документацији
- у спис

Саветник  
*Здравковић Саша*

Саша Здравковић, дипл. инж.

Телефон: 011/20-25-800

Локал испитивача: 972