

Fakultet elektrotehnike i računarstva
Zavod za elektroničke sustave i obradbu informacija
SUSTAVI ZA PRAĆENJE I VOĐENJE PROCESA

UPRAVLJANJE PROMETOM I SIGNALIZACIJA U ATM MREŽAMA

Seminarski rad

Karlo Ercegović
0036374651

Zagreb, svibanj 2004.

Sadržaj:

1. ATM	3
1.1 Povijest ATM-a	3
1.2. Osnovna obilježja ATM-a	3
1.3. ATM ćelija	4
2. Protokolna arhitektura ATM mreže	6
2.1. Vrste ATM ćelija.....	7
3. Upravljanje prometom u ATM mrežama.....	8
3.1. Prometni ugovor.....	8
3.2. Parametri kvalitete usluge	9
3.3. Kašnjenje u ATM mrežama	10
3.4. Metode upravljanja prometom u ATM mrežama.....	12
4. Signalizacija u ATM mrežama.....	13
4.1. Signalizacija na sučelju ATM UNI	13
4.2. Vrste veza u ATM mrežama	14
Literatura	15

1. ATM

1.1 Povijest ATM-a

Počeci asinkronog načina prijenosa (*Asynchronous Transfer Mode - ATM*) datiraju od 1983. g. kada su objavljeni prvi radovi na području asinkronog vremenskog multipleksiranja (*Asynchronous Time Division Multiplexing – ATDM*) koje je objavio francuski Cnet, dok je AT&T Bell radio na razvoju brze paketske komutacije (*fast packet switching – FPS*). 1988. g. objedinjeni su koncepti ATDM-a i FPS-a u jedan zajednički ATM. ATM koristi asinkroni TDM kojim se tok korisničkih informacija pakira u kratke pakete fiksne duljine – ATM ćelije. ATM je od samog početka vezan uz integriranu mrežu digitalnih usluga (*Integrated Service Digital Network – ISDN*). U okružju broadband ISDN-a (B-ISDN) ATM-u je namjenjena uloga transportne osnove koja treba omogućiti brzi prijenos i komutaciju informacija između poslužitelja širokopojsnih usluga i krajnjih korisnika.

1.2. Osnovna obilježja ATM-a

ATM je konekcijski orjentirana tehnika komuniciranja (*connection oriented – CO*), što znači da se prije transfera podataka između izvorišta i odredišta mora uspostaviti veza. Također, ATM podržava i bezkonekcijsku tehniku komuniciranja (*connectionless – CL*) za prijenos podataka datagramskog tipa (npr. IP datagrami).

U ATM mreži nekoliko izvora koristi zajednički link na koji se podaci iz pojedinih izvora statistički multipleksiraju. Na taj način se postiže dobra iskoristivost raspoloživog kapaciteta linka.

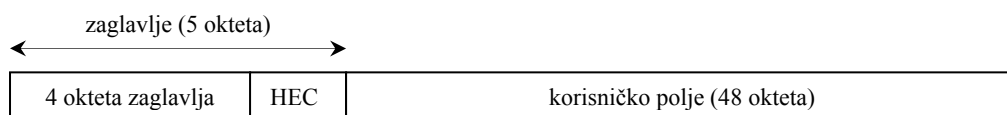
Statističko multipleksiranje također omogućava da se informacije iz nekoliko izvora multipleksiraju na zajednički link čiji je kapacitet manji od zbroja vršnih vrijednosti brzina pojedinog izvora. Takav pristup koristi se na temelju pretpostavke da su veze međusobno nekorelirane i da će se rijetko dogoditi da se u svim vezama podaci moraju istovremeno prenositi vršnom brzinom.

Osnovna usluga koju ATM pruža višim protokolnim slojevima naziva se komutacija ćelija (*cell relay*).

1.3. ATM ćelija

ATM ćelije su paketi nepromjenjive veličine. Takvi paketi se koriste stoga što je poboljšanje učinkovitosti transfera informacija u širokopojasnoj mreži koje se postiže promjenjivom duljinom paketa puno manje od poboljšanja koje je moguće postići paketima fiksne duljine. Fiksna duljina paketa doprinosi većoj brzini komutiranja i smanjenju složenosti hardvera.

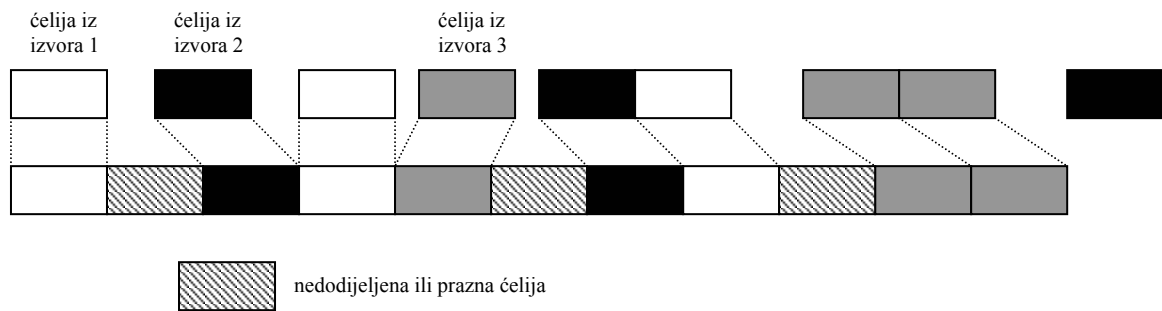
ATM ćelija je veličine 53 okteta od kojih 5 otpada na zaglavlje a 48 na korisničku informaciju (*sl. 1.1.*). HEC polje (*Header Error Control*) služi za nadzor pogreške zaglavlja.



sl. 1.1. Struktura ATM ćelije

Duljina ćelije utječe na parametre kao što su učinkovitost prijenosa korisničkih informacija ATM ćelijama, vrijeme prijenosa ćelije na link, kašnjenje, itd. Pri prijenosu najprije se šalje zaglavlje ćelije a zatim korisnička informacija. Bitovi unutar svakog okteta šalju se redom, od bita najveće težine (*Most Significant Bit*) do bita najmanje težine (*Less Significant Bit*).

Ćelije se na linku mogu pojavljivati u nepravilnim vremenskim intervalima (sl. 1.2.). Ukoliko u nekom trenutku nema raspoložive korisničke informacije za prijenos, na link se šalje nedodijeljena ćelija (*unsigned cell*) ili prazna ćelija (*idle cell*). ATM ćelije na određite dolaze istim redoslijedom kojim su poslone što znanči da ATM čuva integritet poretka ćelija (*cell sequence integrity*).



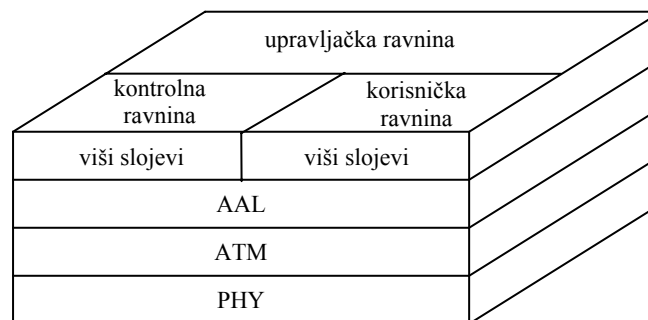
sl. 1.2. Multipleksiranje ćelija iz više izvora na zajednički link

2. Protokolna arhitektura ATM mreže

Modelom B-ISDN PRM opisan je protokolni složaj ATM mreže. Ovaj model sastoji se od 3 ravnine: **korisnička** (*user plane*), **kontrolna** (*control plane*) i **upravljачka** ravnina (*management plane*).

Korisnička ravnina osigurava prijenos podataka između korisnika. U nju su uključeni i mehanizmi upravljanja prometnim tokovima (*flow control*) i oporavka sustava od grešaka (*error recovery*). U upravljачku ravninu uključene su sve funkcije za uspostavu, održavanje i raskid veze, dok kontrolna ravnina obuhvaća signalizacijske funkcije (*sl. 2.1.*).

Svaka ravnina sastoji se od tri sloja: **fizički sloj** (*PHY*), **ATM sloj** (*ATM*) i **ATM prilagodni sloj** (*AAL*). ATM prilagodni sloj segmentira informacije iz različitih izvora u pakete duljine 48 okteta te ih takve isporučuje ATM sloju. Takvom paketu ATM sloj dodaje 5 okteta zaglavlja čime se formira ATM ćelija i šalje se fizičkom sloju. Fizički sloj dobivene ATM ćelije pakira u određene vrste okvira ovisno o vrsti prijenosa na fizičkom mediju.



sl. 2.1. Referentni protokolni model B-ISDN-a

2.1. Vrste ATM ćelija

Na fizičkom sloju definirane su tri vrste ćelija:

- prazne ćelije (*idle cells*)
- ispravne ćelije (*valid cells*)
- neispravne ćelije (*invalid cells*)

Prazne ćelije služe isključivo za usklađivanje brzina prijenosa ćelija. Ispravna ćelija je ćelija u čijem zaglavlju nisu otkrivene pogreške pomoću metode HEC ili je otkrivena jednostruka pogreška koja je ispravljena. Suprotno tome, neispravna ćelija je ćelija u kojoj su otkrivene višestruke pogreške. Takvu ćeliju prijemnik odbacuje na fizičkom sloju.

Na ATM sloju definirane su dvije vrste ćelija:

- dodijeljene ćelije (*assigned cells*)
- nedodijeljene ćelije (*unassigned cells*)

Dodijeljene ćelije pružaju uslugu transporta informacija aplikacijama koje koriste uslugu sloja ATM. Nedodijeljena ćelija je ATM ćelija koja nije dodijeljena nekoj od aplikacija koje koriste uslugu ATM sloja. Nedodijeljene ćelije ujedno karakteriziraju neiskorišteni dio kapaciteta linka na razini sloja ATM.

3. Upravljanje prometom u ATM mrežama

Cilj upravljanja prometom (traffic control) u ATM mrežama je maksimizirati učinkovitost te mreže te minimizirati kašnjenja i gubitke ćelija. Kako je ATM konekcijski orjentirana tehnika, korisnik treba prije slanja informacija obavijestiti mrežu o svojim zahtjevima za kvalitetom usluge (*Quality of Service – QoS*). Na osnovu toga mreža mora korisnikovom prometnom toku dodijeliti potrebne resurse duž cijele veze. Promet se u ATM mrežama opisuje hijerarhijskim modelom s tri razine: **razina poziva**, **razina snopa**, te **razina ćelije** koja je najniža.

3.1. Prometni ugovor

Prometni ugovor u ATM mrežama je dogovor između korisnika i mreže. Na temelju tog ugovora mreža jamči da će tijekom trajanja korisnikove veze podržati u ugovoru specificirani QoS, ali samo ako će se korisnički tok informacija podudarati s dogovorenim skupom prometnih parametara.

Parametri prometnog ugovora su:

- prometni opis veze (connection traffic descriptor)
- razred QoS koji korisnik traži
- mogućnosti transfera pridijeljene dotičnoj vezi.

Prometni opis veze čine parametri: vršna brzina ćelija, održiva brzina ćelija, minimalna brzina ćelija, tolerancija snopa, tolerancija kolebanja kašnjenja, i drugi.

3.2. Parametri kvalitete usluge

Parametri kvalitete usluge o kojima korisnik pregovara s mrežom su:

- gubici ćelija (*Cell Loss Ratio – CLR*)
- maksimalno kašnjenje ćelija (*maximum Cell Transfer Delay – max. CTD*)
- vršna vrijednost kolebanja kašnjenja ćelija (*peak-to-peak Cell Delay Variation - CDV*)

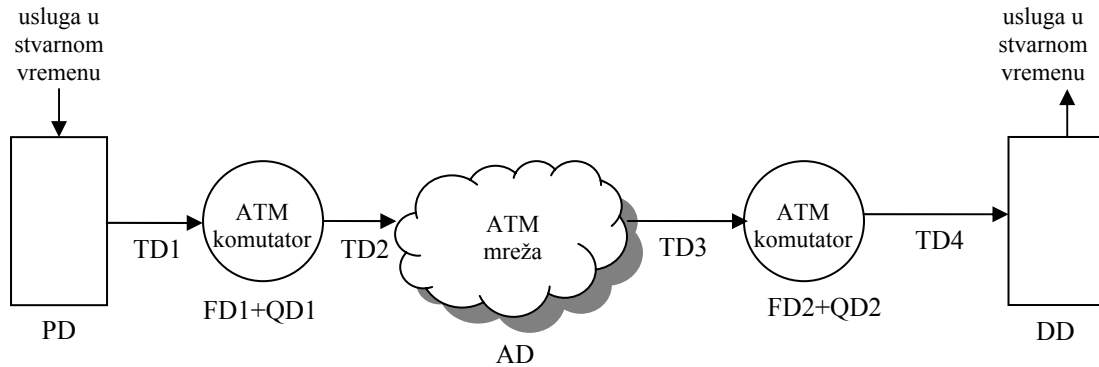
Ostali parametri o kojima korisnik ne pregovara s mrežom su:

- broj ćelija u jedinici vremena koje su zbog pogrešaka u zaglavlju isporučene na krivo odredište
- omjer broja ćelija isporučenih s pogreškama prema ukupnom broju ćelija isporučenih na određeno odredište
- omjer broja blokova ATM ćelija duljine N ćelija unutar kojih je M ili više ćelija primljeno s pogreškom prema ukupnom broju primljenih blokova ATM ćelija na nekom odredištu.

Parametri kvalitete usluge odnose se na mrežu i mjere se u prijemniku, za razliku od prometnih parametara koji određuju izvor informacija.

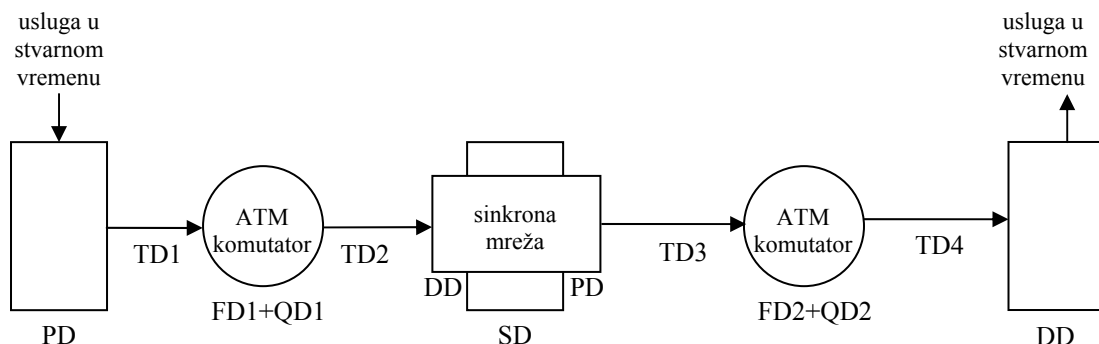
3.3. Kašnjenje u ATM mrežama

U mreži u kojoj se ATM koristi s kraja na kraj korisnička se informacija pakira u ćelije u terminalu na izvoru i depaketizira u terminalu na odredištu (sl. 3.1.)



sl. 3.1. Kašnjenje u mreži koja koristi ATM s kraja na kraj

U mješovitoj mreži koja se sastoji od ATM mreža i *non-ATM* mreža, dio mreže koristi ATM ćelije, a ostali dio okvire drugih vrsta (sl. 3.2.).



sl. 3.2. Kašnjenje u mreži koja koristi kombinaciju ATM-a i STM-a

Ukupnom kašnjenju pridonose različiti čimbenici:

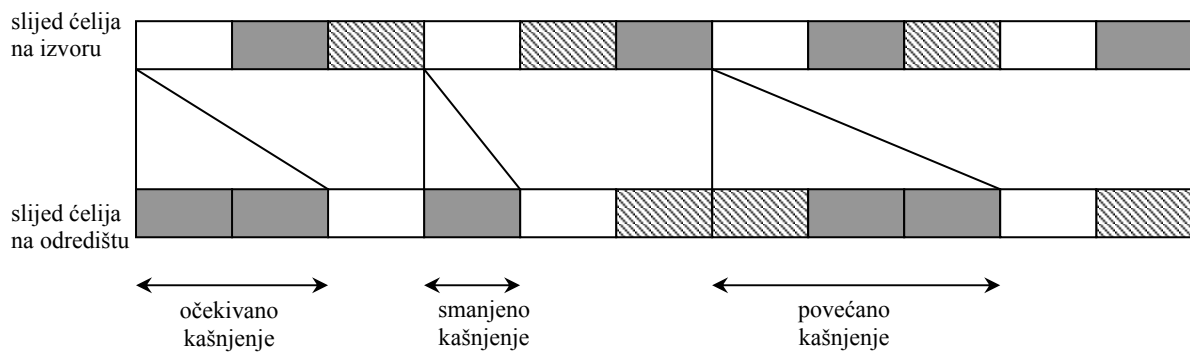
TD (*Transmission Delay*) – kašnjenje u prijenosu. Ovisi o udaljenosti između krajnjih točaka, i prijenosnom mediju, a vrijednost mu varira između 4 i 5 μ s po kilometru.

PD (*Packetization Delay*) – paketizacijsko kašnjenje javlja se svaki put kad se podaci koje generira usluga u stvarnom vremenu pretvaraju u ćelije.

SD (*Switching Delay*) – komutacijsko kašnjenje sastoji se od fiksnog dijela (*FD – Fixed Delay*) i promjenjivog kašnjenja u repovima (*QD – Queueing Delay*). FD je ovisan o hardverskoj izvedbi komutatora, a predstavlja kašnjenje koje se javlja prilikom transfera ćelija u komutator koji je prometno neopterećen. QD se mijenja ovisno o opterećenju mreže a

određen je razdiobom duljine repa, tj. pripadajućom funkcijom gustoće vjerojatnosti. QD je po iznosu veći od FD-a, a FD je u modernim arhitekturama vrlo malen.

Prilikom prijenosa kroz ATM mrežu ćelije prolaze kroz komutatore u kojima provode više ili manje vremena. Tu se spremaju u spremnike (*buffer*). U idealnom slučaju, kada ćelije ne bi trebale čekati u spremnicima, na odredište bi sve dolazile u jednakim vremenski razmacima. No u stvarnosti, neke ćelije u spremnicima provode više, a neke manje vremena, pa su i njihova kašnjenja različita. Uslijed toga javlja se kolebanje kašnjenja ćelija koje predstavlja ozbiljnu smetnju pri prijenosu podataka u stvarnom vremenu (*sl. 3.3*).



sl. 3.3. Kolebanje kašnjenja ćelija

3.4. Metode upravljanja prometom u ATM mrežama

Osnovna uloga upravljanja prometom u ATM mrežama je zaštita mreže i korisnika kako bi oboje postigli unaprijed definirane ciljane mrežne preformanse, s posebnim naglaskom na parametre CLR, CTD i CDV. Dodatni zadatak upravljanja prometom je postizanje optimalne iskoristivosti mrežnih resursa s ciljem ostvarenja realne učinkovitosti mreže.

Upravljanje prometom u ATM mrežama je definirano preporukom ATM Forum Traffic Management 4.0. (1996.). Mehanizmi upravljanja prometom u ATM mrežama su slijedeći:

- generičko upravljanje prometnim tokovima (GFC)
- upravljanje mrežnim resursima pomoću VP-a
- upravljanje prihvaćanjem veze (*Connection Admission Control – CAC*)
- upravljanje parametrima veze (*Usage Parameter Control/Network Parameter Control – UPC/NPC*)
- upravljanje prioritetom prometnih tokova (*priority control*)
- oblikovanje prometa (*traffic shaping*)
- upravljanje zagušenjem (*congestion control*)
- upravljanje mrežnim resursima (*resource management*)

4. Signalizacija u ATM mrežama

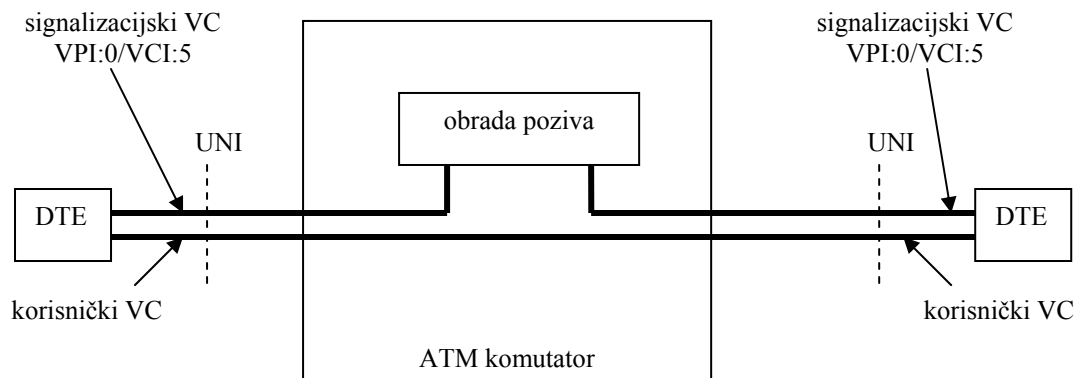
Budući da je ATM konekcijski orijentirana tehnika komuniciranja potrebno je koristiti signalizacijski protokol koji omogućava uspostavu, održavanje i raskid veze. Također je potrebno omogućiti da korisnici međusobno, ali i s mrežom mogu dogovoriti parametre prijenosa informacija. Taj dogovor mora obuhvaćati i sve komutatore koji se nalaze na putu između izvorišta i odredišta. U B-ISDN-u signalizacija se prenosi odvojeno od korisničke informacije. Ovaj koncept realiziran je postojanjem virtualnih kanala koji su logički odvojeni od kanala kojima se prenosi korisnička informacija.

Signalizacija se u B-ISDN-u prenosi paketski, pomoću posebnih ATM ćelija, kroz virtualni kanal. Korisnička informacija ne može se prenositi tim virtualnim kanalom.

Signalizacija u ATM mrežama usko je vezana uz vrstu ATM sučelja. Za signalizaciju između korisnika i ATM mreže koristi se sučelje UNI.

4.1. Signalizacija na sučelju ATM UNI

Koncept virtualnih kanala omogućava odvajanje signalizacijskih kanala od korisničkih kanala. Tako se signalizacijske poruke prenose virtualnim kanalom, a korisničke informacije korisničkim kanalom (sl. 4.1.).



sl. 4.1. Signalizacija fiksnim virtualnim kanalom

Signalizacijske poruke između korisnika i ATM komutatora prenose se pomoću posebnih signalizacijskih ćelija. Signalizacijska veza je dvosmjerna, što znači da se između korisnika i ATM komutatora uspostavljaju 2 VC-a (*Virtual Channel - VC*). Jednim se VC-om prenose poruke od korisnika prema komutatoru, a drugim od komutatora prema korisnicima.

Dva su načina definiranja signalizacijskog VC-a:

- unaprijed definirani VC s fiksnim oznakama VPI/VPC
- virtualni kanal definiran meta-signalizacijskim sustavom

U prvom slučaju se za potrebe signalizacije koriste oznake VPI:0/VPC:5. Signalizacijski kanal ima fiksnu prijenosnu brzinu i može se koristiti samo za potrebe signalizacije.

Sustav meta-signalizacije koristi se za uspostavu signalizacijskog kanala. Kod primjene ovog sustava signalizacijski se kanal, kao i njegova prijenosna brzina, definiraju po potrebi. Na svakom sučelju može biti definiran samo jedan meta-signalizacijski kanal (*Meta-signaling Virtual Channel – MSVC*). MSVC je trajno uspostavljen i na svakom se sučelju uvijek uspostavlja par MSVC-a kako bi se omogućila dvosmjerna veza. Meta-signalizacija se koristi samo na sučelju UNI.

4.2. Vrste veza u ATM mrežama

U ATM mrežama definirane su tri osnovne vrste mreža:

- trajne veze (*permanent connections*)
- polutrajne veze (*semi-permanent connections*)
- veze koje se uspostavljaju na zahtjev (*on-demand connections*)

Trajne se veze uvijek koriste za istu svrhu, npr. za signalizaciju ili mrežno upravljanje. Ove se veze ne uspostavljaju signalizacijskim procedurama niti im se mijenjaju dodijeljene vrijednosti oznaka VPI/VCI. Polutrajne veze uspostavlja operator mreže na zahtjev korisnika. Polutrajna veza naziva se još i trajna virtualna veza (*PVC – Permanent Virtual Connection*). Takve se veze nakon dogovorenog vremena raskidaju (same ili ih ručno ukida operator). Veze na zahtjev uspostavljaju se pomoću signalizacijskog protokola na inicijativu pozivajućeg korisnika. Ovakve veze nazivaju se još i komutirana virtualna veza (*SVC – Switched Virtual Connection*) čija se uspostava temelji na signalizaciji u stvarnom vremenu.

Literatura

1. A. Bažant i drugi: OSNOVNE ARHITEKTURE MREŽA, Element, 2003.
2. Telekomunikacijske mreže, predavanja, 2001.
3. <http://www.iec.org>
4. Sustavi za praćenje i vođenje procesa, predavanja, 2004.