

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA**  
Zavod za elektroničke sustave i obradbu informacija

Seminarski rad iz kolegija Sustavi za praćenje i vođenje procesa  
Ak. god. 2005/06.

## **Internet putem satelita**

Aleksandar Vučerić (MB 0036353161)

Zagreb, 2006.

## Sadržaj

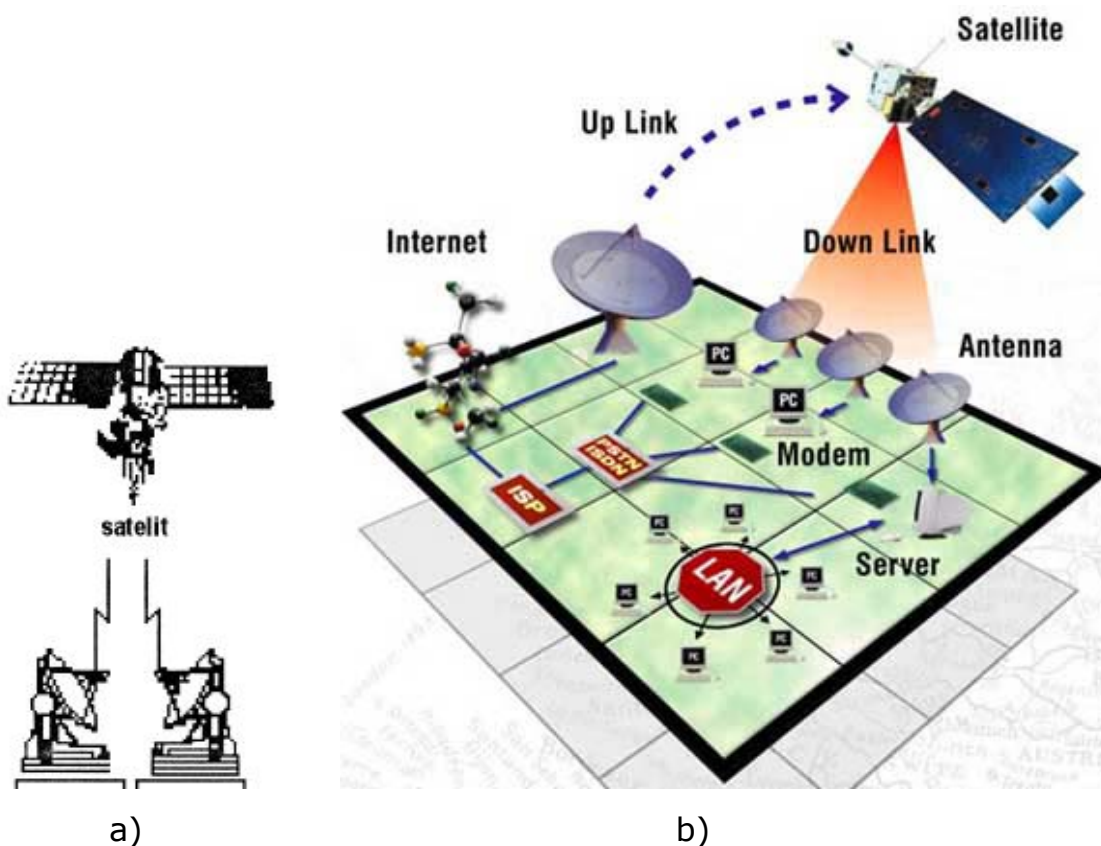
1. Uvod.....	3
1.1. Arhitektura DBS.....	3
1.2. Prednosti i nedostaci DBS arhitekture.....	6
2. Načini prijenosa podataka.....	6
2.1. Broadcasting.....	6
2.2. Multicasting.....	7
2.3. Unicasting.....	7
3. Potrebna oprema.....	8
3.1. Aktualne izvedbe.....	9
3.2. Princip korištenja.....	10
3.3. Područja pokrivenosti.....	11
4. Pružatelji usluga (provideri).....	12
4.1. Stanje u Hrvatskoj.....	13
5. Literatura.....	16

## 1. Uvod

Internet putem satelita, spada u vrstu bežičnih pristupa Internetu. Primjena bežične prijenosne tehnologije u pristupnoj mreži, u usporedbi s DSL-om ili korištenjem infrastrukture kableske televizije, jeftino je i isplativo rješenje koje korisnicima osigurava pristup u javnu mrežu velikim brzinama. Glavne odlike bežične prijenosne tehnologije su veliki doseg signala, rad u optimalnom frekvencijskom području i velike prijenosne brzine. Prema opsegu pokrivanja, ova bežična pristupna tehnologija spada u vrstu koja ima pokrivanje velikih područja preko satelita, tzv. DBS (Direct Broadcast Satellite).

### 1.1. Arhitektura DBS

Satelitski sustavi, kao poseban oblik bežičnih tehnologija, koriste se za prijenos širokopojsnih usluga u pristupnoj mreži.



**Slika 1. Konfiguracije satelitskih sustava**

Satelitski sustavi dijele se prema načinu prijenosa, na satelitske sustave za linkove tipa „od točke do točke“ u kojima satelit osigurava link između dvije zemaljske stanice (Slika 1.a) i na satelitske sustave koji osiguravaju veze od zemaljske stanice do više korisnika, tzv. DBS sustavi (Direct Broadcast Satellite) (Slika 1.b). Sustavi tipa „od točke do točke“ dugo godina su korišteni samo za prijenos govornih usluga u zemljama s razvijenom komunikacijskom mrežom.

Prijenos podatkovnih usluga putem satelitskih sustava može se izvoditi na dva načina. Prvi, kod kojeg se za dolazni smjer (od pružatelja internetskih usluga prema korisniku) koristi satelitski link, dok se kao odlazni smjer (prema pružatelju internetskih usluga) koristi modemska veza ili birani (dial-up) sustavi (Slika 2). Drugi način, koji za odlazni i dolazni smjer koristi satelitski link (Slika 3). Najčešće se koriste se koriste niskoorbitalni (LEO - Low Earth Orbit) i srednjeorbitalni (MEO - Middle Earth Orbit) satelitski sustavi, za razliku od stacionarnih satelitskih sustava (GEO - Geosynchronous Earth Orbit), iz razloga što imaju manje kašnjenje na linku i što za dvosmjernu komunikaciju ne zahtijevaju predajnike velike odašiljačke snage. DBS sustavi najviše se koriste za prijenos televizijske slike visoke kvalitete i pružanje usluge „video na zahtjev“.



**Slika 2. Jednosmjerni link**



**Slika 3. Dvosmjerni link**

Optimalni frekvencijski pojas prijenosa signala za satelitske sustave je između 1 i 10 GHz. Signali ispod 1 GHz su pod utjecajem različitih izvora smetnji, kao što su galaktički, svjetlosni i atmosferski šum, kao i šum iz različitih zemaljskih elektroničkih uređaja, dok su signali iznad 10GHz prigušeni uslijed atmosferske apsorpcije.

Satelitski sustavi „od točke do točke“ za prijenos signala prema satelitu koriste frekvencijski pojas između 5,925 i 6,425 GHz, dok se za prijenos od satelita prema zemaljskoj stanici koristi frekvencijski pojas između 3,7 i 4,2 GHz. Ova dva pojasa prijenosa kraće se označavaju kao frekvencijski pojas prijenosa „4/6 GHz“. Frekvencijski pojas prijenosa između 30 MHz i 1 GHz najčešće koriste satelitski razasiljački (broadcast) sustavi. Prijenosne brzine satelitskih sustava u dolaznom smjeru (prema korisnicima) su do 1Gb/s, dok su odlazne brzine puno manje.

Licenciranje i dodjeljivanje potrebnih kapaciteta i radnih frekvencija operatorima je u nadležnosti organizacije FCC (Federal Communications Commission).

## **1.2 Prednosti i nedostaci DBS arhitekture**

Jedna od glavnih prednosti satelitskih sustava je što pokrivaju veliko zemljopisno područje. S druge strane, satelitski sustavi susreću se s nizom tehničkih problema kao što su sunčev i gravitacijski utjecaj, propagacijsko kašnjenje, itd [1].

## **2. Načini prijenosa podataka**

U satelitskim komunikacijama postoje tri načina prijenosa podataka:

- broadcasting
- multicasting
- unicasting

### **2.1. Broadcasting**

Kada spominjemo i mislimo na satelitske komunikacije, u najvećem broju slučajeva mislimo na broadcast. Ako pri broadcastingu podesimo prijemnik (receiver) na valjanu frekvenciju, on će neprekidno primati sve podatke koji se šalju kroz eter. Najrasprostranjenija uloga ovoga načina slanja podataka je pri odašiljanju slobodnih (FTA – Free To Air) i kodiranih (Encrypted) digitalnih satelitskih programa. Velika većina digitalnih satelitskih programa šalju se digitalno u MPEG-2 formatu tzv. DVB-S (Digital Video Broadcast - Satellite) od odredišta (odašiljača TV postaje), preko satelita do korisnika. Odnedavno postoji i odašiljanje u formatu MPEG-4 tzv. DVB-S2. Ukoliko korisnik prima signal, može ga i gledati, dakako ovisno o tome da li je slobodan ili kodiran. Iako ih cijelo vrijeme emitiranja svi mogu primati, podaci ovih programa ne čine valjan MPEG-2 protok podataka (data streaming). Ispravnost se postiže određenim postupkom dekodiranja kojim se bitovi poslože u pravilan raspored.

## **2.2. Multicasting**

Za multicasting je karakteristično da korisnici ne primaju sve podatke, nego samo one koje odaberu. Postoji poseban kanal za sinkronizaciju prometa i samo se on konstantno prima. Ostali se kanali (frekvencije) ne primaju dok program koji prati kontrolni kanal ne primijeti najavu podataka koje želimo, a tek se tad po MAC adresi pošiljatelja izabire željeni tok podataka na njegovoj pripadnoj frekvenciji. Ovaj način prijenosa je najčešće korištena vrsta prijenosa podataka „Europe On Line“ servisa. Korisnik odabire željene datoteke sa servera i dobiva informacije o vremenu pojavljivanja tih podataka, u kojem će se toku podataka (stream) pojaviti, na kojoj frekvenciji i s koje adrese pošiljatelja. To omogućuje, primjerice, jednostavnu distribuciju datoteka, jer neograničeni broj korisnika može primiti iste podatke u isto vrijeme samo ako svi znaju potrebne parametre. Da bi se zaštitila sigurnost privatnih podataka koji se šalju multicasting-om, ti se podaci mogu kriptirati. Podaci o privatnim datotekama ne pojavljuju se u rasporedu slanja, a prilikom slanja su kriptirani varijantom „blowfish“ algoritma i ključem koji je poznat isključivo pošiljatelju i vlasniku podataka, što je pristojno visoka razina sigurnosti.

## **2.3. Unicasting**

Glavna karakteristika unicasting-a je isporuka samo jednom korisniku, tj. onome tko ih je zatražio. Podatci su zaštićeni i usmjereni adresom primatelja, tj. korisnika. Naime, iako se signal koji ih nosi emitira na širokom području, pravo na prihvatanje podataka ima samo uređaj koji ih je zatražio. Ovaj tip prijenosa podataka koristi „Open Sky“ za pružanje usluga surfanja Internetom preko satelita. Prilikom registracije korisnik pružatelju usluge povjerava MAC adresu svoje kartice, a prilikom prijave za korištenje usluge daje i svoju IP adresu. Pružatelj usluge od tada prepoznaje korisnika po njegovoj IP adresi, najčešće putem proxy servera kojeg korisnik mora upotrebljavati. Proxy server, naravno, preuzima korisnikove zahtjeve za podacima i dohvaća podatke s Interneta, ali umjesto da ih vraća korisniku

Internetom, šalje ih preko satelita. TCP paketi se prenose inkapsulirani u MPEG-2 toku, a korisnikova ih kartica dekodira svojom MAC adresom. Uz proxy server koji ima dovoljno brzu vezu s ostatkom Interneta i trenutni broj korisnika koji ne prekoračuju kapacitete satelita postiže se znatno ubrzanje prijenosa podataka. Ovaj tip satelitske veze je u pravilu najskuplji jer postavlja najveće hardverske i logističke zahtjeve pružatelju usluga, no u idealnim je uvjetima osjetno brži od većine omasovljenih komercijalnih veza na Internet (ISDN, DSL, kabel) [2].

### 3. Potrebna oprema



**Slika 4. Tanjur i LNB**



**Slika 5. Satelitski modem**

Satelitska je antena jedan od dijelova hardvera koji se nalazi izvan računala i najprimjetljivije je obilježje satelitske veze za Internet. Tanjur promjera 90 cm trebao bi biti sasvim dovoljan za kvalitetni signal, no bitno je i da mjesto na kojem se nalazi ima nezaklonjen pogled do satelita. Slijedeća komponenta je tzv. LNB (Low Noise Block) konverter. Njegova uloga je pretvaranje visokih frekvencija (preko 10 GHz) na kojima se šalje satelitski signal u one od nekoliko Gigahertza, koje su pogodnije za daljnju obradu. Bitno je naglasiti da LNB mora biti digitalan ili univerzalan.



Ukoliko želimo pratiti signale s više od jedne grupacije satelita s istom antenom, ali bez njenog okretanja, moguće je postaviti više LNB-ova na isti tanjur. No u tom nam je slučaju potreban i DiSEqC (Digital Satellite Equipment Controller), preklopnik koji će birati signal s jednog od LNB-ova. DiSEqC se obično postavlja pored same antene, u njega se spajaju kabeli sa svih LNB-ova, a iz njega izlazi samo jedan kabel, onaj koji dovodimo do našeg računala. Sam kabel je koaksijalan, no umjesto običnog antenskog tipično se koristi namjenski, oklopljeni kabel.

### **3.1. Aktualne izvedbe**



**Slika 6. PCI varijanta**



**Slika 7. USB varijanta**

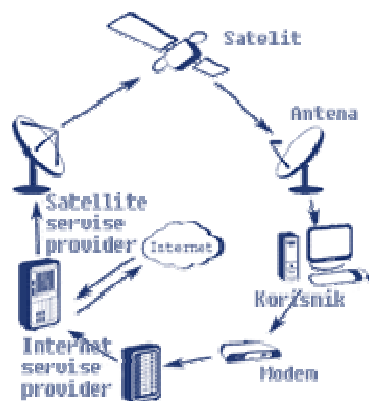
- PCI:

Netsystem SatModem PCI DVB (Technisat SkyStar2); kartica koja uz prijem IP podataka nudi mogućnost gledanja i pohrane svih digitalnih satelitskih sadržaja (TV, radio). Bazirana na B2C2 chipsetu.

- USB:

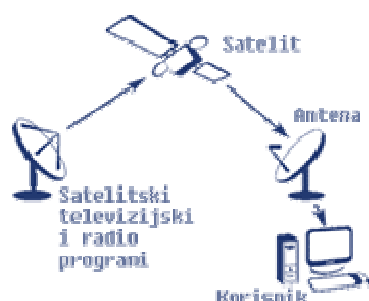
Netsystem SatModem USB DVB (Technisat SkyStar USB); USB verzija SkyStar2 kartice namijenjena je mobilnim sustavima i sadrži: Safe-Bus™ (inovativnu hardversku enkripciju) i FlexParser™ (PID filtriranje, IP Uni-Cast i multicast filtriranje, MAC filtriranje) tehnologiju, pružajući maksimalnu sigurnost i fleksibilnost. Ostale napredne osobine kao što su Multiple Transponder Switching (automatsko TP traženje) ili Section Packing/Interleaving također su podržane [3].

### 3.2. Princip korištenja



**Slika 8. Jednosmjerna veza**

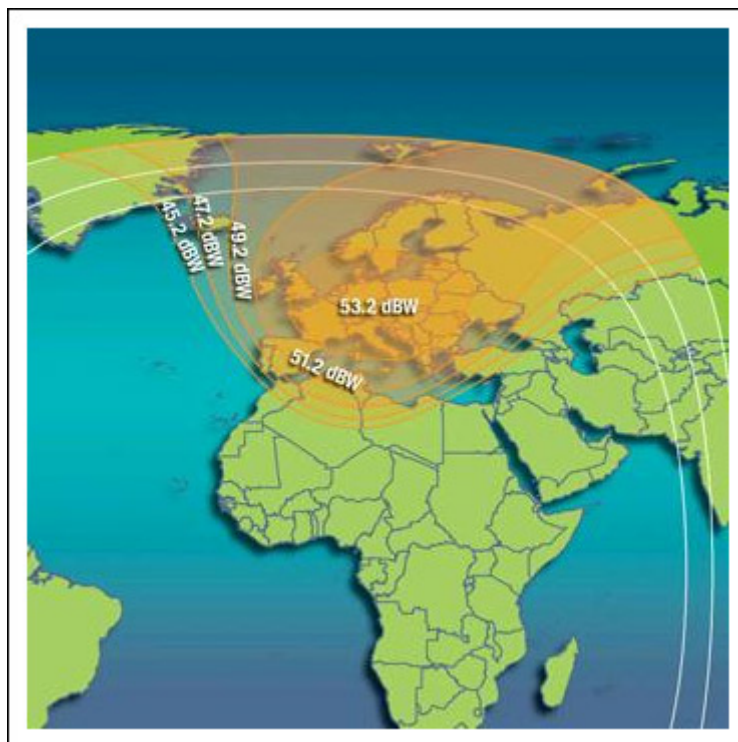
Internet putem satelita koristi se na način da se modemom spoji na svog uobičajenog internet davatelja usluga (providera), uz priložen software za DVB karticu i zavisno o servisu, „proxy client“ ili „VPN konfigurator“. Uz potrebna jednokratna postavljanja internet pretraživača ili definirati VPN konekciju. Obje varijante, proxy-client i VPN, su također podržane i pod Linux OS-om. Zbog već danas pristupačne cijene, ovaj način korištenja dostupan je fizičkim i pravnim korisnicima kao jedan od načina pristupa Internetu uz već raširen pristup putem modema, ISDN-a, DSL-a, kabela.



**Slika 9. Dvosmjerna veza**

Ovi sustavi (VSAT - Very Small Aperture Terminal) uglavnom su namijenjeni poslovnim korisnicima, ili svim korisnicima koji imaju potrebu za širokopojasnim vezama a nemaju mogućnost koristiti dostatnu zemaljsku infrastrukturu. Moguća primjena na mobilnim i stacionarnim objektima unutar pokrivanja satelita. Sustavi dijeljenog kapaciteta baziraju se na "flat-rate" principu, te omogućuju cjenovno prihvatljivu i stalnu prisutnost na internetu [5].

### 3.3. Područja pokrivenosti



**Slika 10. Područje pokrivenosti kod dvosmjernih veza**



**Slika 11. Područje pokrivenosti kod jedno/dvosmjernih veza**

Područja pokrivenosti ovise osim o vrsti veze (jedno/dvosmjerna), te o davatelju usluga koji pružaju usluga preko različitih satelita u orbiti [4].

#### 4. Pružatelji usluga (provideri)

Iako je stanje na svjetskoj razini u ovoj grani tehnologije vrlo dinamično i od kad je ona i puštena u komercijalnu upotrebu do danas, većina se pružatelja usluga zadržala i do danas. Na nama zanimljivom europskom tržištu, glavni akteri su:

- Europe On Line ( <http://www.europeonline.com> )
- Open Sky ( <http://opensky.eutelsat.net> )
- Xantic ( <http://www.ing-servis.com/viasat/shband.html> )
- Satlynx ( <http://www.sensolink.net/hr/> )

Uz već spomenute komercijale usluge (Internet, TV, radio) koje pruža većina davatelja usluga, satelitske veze koriste se i kao rezerva običnim mrežama. Tako postoje rješenja izvedena po narudžbi za zamjenu brze veze preko satelita, kao dodatak običnim zemaljskim vezama ili kao rezervna veza između ispada obične zemaljske mreže. Čak i najsigurnije mreže su pored ispada zbog tehničkih grešaka, podvrgnuta i ispadima zbog iskopavanja, požara, poplava ili potresa. Slaba točka običnih zemaljskih mreža često su lokalne zamke do pojedinih lokacija.

Satelitske zamjenske veze najviše su sigurne između ostalih alternativa i omogućuju najvišu moguću raspoloživost veze. Pristup internetu preko dva tako različita načina pristupa omogućuje praktično 100% raspoloživost sistema. Promet na zamjenskim vezama u primjeru ispada ostalih linija ima dodijeljen najviši mogući prioritet na satelitu. S tim je zagarantirana najviša moguća brzina veze, praktično jednaka najvišoj brzini izabranog paketa. Za dopunu običnih linija nude se prilagodljiva rješenja, zasnovana na prijenosu preko satelita, sa stalnom vezom i prijenosom od 256 kb/s do 2 Mb/s, te uspostavu prijenosa rezervnim putem u manje od 3 sekunde [6].

#### **4.1. Stanje u Hrvatskoj**

Kao svojevrsni zaključak, evo pregleda stanja „u Hrvata“. Dugogodišnjim frustracijama zbog cijena pružanja Internet usluga iz spoznaje da u europski skoro više nitko ne plaća cijenu veze na Internet prema vremenu trajanja, već prema propusnosti, brzini i eventualno količini prenesenih podataka, doživjeli smo telekomunikacijsku tehnološku revoluciju. ISDN, DSL, kabelski Internet, te konačno satelitske veze na Internet.

U segmentu tržišta kućnih korisnika i manjih tvrtki svoju ulogu prepoznala je tvrtka „Europe On Line“ i po uzoru na američku tvrtku „Hughes“ i njihovu uslugu DirecPC ponudila je korisnicima na području europske uslugu broadband Interneta pod nazivom Internet Via the Sky. Komunikacija se zasniva na broadband download kanalu i povratnom kanalu kojeg korisnik zasniva na fiksnoj mreži, poput dial-up pristupa modemom ili preko ISDN-a. Povratni kanal može biti malog bandwidth-a jer njime se šalju isključivo zahtjevi i potvrde o pristiglim paketima, te za okvirno pola sata rada sveukupni promet preko modema teško da će prijeći 100kb, a pritom može se preko satelita bez problema povući stotinjak MB.

Europe On Line emitira svoj signal s Astra grupacije satelita, kako svoje usluge pruža već nekoliko godina, imali su dovoljno vremena istjerati bugove iz svojih sistema i usluge su im kvalitetne i stabilne. Najvažnija pogodnost je download datoteka brzinom od 2 Mbit/s (oko 250 KB/s) bez aktivne modemske veze na Internet i nikad ne pada niže od 2 Mbit/s, no ipak postoji ograničenje. Nakon što se određenim brojem istovremenih slanja datoteka dosegne maksimalni protok podataka na nekoj frekvenciji, potrebno je pričekati da se stream oslobodi. To je gotovo stalno tako, no rijetko je potrebno čekati dulje od sat-dva. Moguće je skidati datoteke koje se nude izravno na EOL-ovoj web stranici (razni shareware, freeware, demo igara, ISO image-i raznih distribucija Linuxa, glazbeni spotovi itd.) ili, pomoću File Fetch odjeljka, datoteke s bilo kojeg FTP ili HTTP servera. Ovo potonje funkcionira tako da u File Fetch stranici upišemo URL datoteke koju želimo. Postojanje datoteke i njena veličina odmah se provjeravaju, no na

njeno pristizanje treba još pričekati. Ako datoteka postoji i ne prekoračuje dozvoljeni diskovni prostor na EOL-ovom serveru (700 MB po korisniku), ona ulazi u red čekanja na prijenos na EOL-ov server. Za to vrijeme se možemo odspojiti s Interneta i povremeno provjeravati napredak prijensa. Nakon što se cijela datoteka snimi na EOL-ov server, imamo tri dana da zatražimo njeno slanje preko satelitske veze. Web-stranica nam šalje Fazzt konfiguracijsku datoteku i obavijest u koje vrijeme će se slati naša datoteka. Ukoliko datoteku ne pokupimo u roku od tri dana, ona se briše. Valja napomenuti da, iako se datoteke šalju multicast metodom, za vrijeme slanja su enkriptirane i vrlo teško bi ih se dočepao netko drugi. Osim downloada kao najvažnije usluge, tu je i osam video-streamova koji također nakon pokretanja više ne traže modemsku vezu na Internet. Među njima možemo izdvojiti streamove posvećene filmu, računalnim igrama, glazbi, modi, erotici itd. Streamovi se šalju u MPEG-4 formatu brzinom od oko 1 Mbit/s, što daje dobru kvalitetu slike koju je na TV-u teško razlikovati od standardne digitalne satelitske televizije. Još jedna prednost je što se mogu gledati dok traje prijenos podataka File Fetchom. Naime, program za gledanje standardnih programa preuzima potpunu kontrolu nad satelitskom karticom, te zbog toga nije moguće istovremeno koristiti podatkovne i "slikovne" kapacitete kartice. Međutim, ove Internet streamove nije moguće snimati na disk, a zamjećuje se i niža kvaliteta slike (DivX). Na kraju spomenimo E-lert, programčić koji satelitom prima obavijesti o vama namijenjenim mailovima pristiglim na EOL-ov server (bez potrebe spajanja na Internet) i mogućnost kupovanja prava na gledanje filmova koji se nude na EOL-ovoj web-stranici.

Surfanje po Internetu više nije dio ponude EOL-a iako još uvijek postoje proxy serveri koji su nekad pružali tu uslugu, protok podataka je svega nekoliko kb/s. Godišnja je pretplata vrijedi bez ograničenja na korištenje usluga, a u Hrvatskoj se može dobiti na više mjesta (<http://www.clark.hr>, <http://www.ing-servis.hr>), uz hardver ili odvojeno.

Open Sky za razliku od EOL-a, nudi vrlo malo on-line sadržaja na svojem web-serveru i nema svoju varijantu File Fetcha, no zato pruža uslugu koju EOL više ne podržava - surfanje Internetom preko satelita. Kako je

veza preko satelita samo povratna, potreban je modem. Signal emitira s Eutelsat-a. Open Sky-ev sistem radi preko proxy-a koji nam dodjeljuje IP adresu, a sve podatke koje preko njega zatražimo vraćaju se putem satelita, što uključuje web-stranice, FTP i gotovo sav ostali internetski promet. Osim surfanja, i Open Sky nudi streaming satelitskih programa u MPEG-4 formatu, no protoka oko 500 Kbit/s, dakle duplo sporije od EOL-ovih streamova, pa samim time i slabije kvalitete. Od nedavno su počeli pružati i tzv. Push uslugu, gdje korisnik bira web sadržaj (npr. stranice) koji mu se periodički šalje bez potrebe za vezom na Internet. Tako da za neke od svojih omiljenih web-stranica među onima koji se nude u sklopu Push usluge, moguće je dobivati na lokalni disk preko satelita i čitati ga bez potrošenog impulsa. Za najnoviji sadržaj računalo mora biti uključeno u vrijeme kad se šalje novi sadržaj stranice.

Xantic je pridošlica na hrvatskom tržištu. Emitira sa Sirius 2 satelita koji je bliži Eutelsatu nego Astri. Nudi više modela preplate čije cijene ovise o maksimalnoj brzini protoka podataka i uključenoj količini prometa. Poslovni će korisnici biti vjerojatno najzadovoljniji njime, jer nudi stabilnu širokopojasnu vezu, više vrsta širokopojasne veze (file delivery, neprekidni i zakazani IP streaming, pristup Internetu) i tri modela preplate za poslovne korisnike. Zastupnik za Hrvatsku je ING servis iz Zagreba (<http://www.ing-servis.com/viasat/shband.html>).

## 5. Literatura

- [1] Grupa autora (2003): Osnovne Arhitekture Mreža, Element, Zagreb
- [2] [http://en.wikipedia.org/wiki/Satellite\\_Internet\\_access](http://en.wikipedia.org/wiki/Satellite_Internet_access)
- [3] [http://en.wikipedia.org/wiki/Direct\\_broadcast\\_satellite](http://en.wikipedia.org/wiki/Direct_broadcast_satellite)
- [4] <http://www.pmfst.hr/~slaber/inpresa/index.html>
- [5] <http://www.ing-servis.com/viasat.html>
- [6] [http://www.sensolink.net/hr/nad\\_povezave.html](http://www.sensolink.net/hr/nad_povezave.html)
- [7] <http://www.europeonline.com>
- [8] <http://opensky.eutelsat.net>
- [9] <http://www.clark.hr>
- [10] <http://www.ing-servis.com/viasat/shband.html>
- [11] <http://www.sensolink.net/hr/>