

Mr. sc. Bojana Dalbello Bašić  
Šumarski fakultet, Zagreb

# Umrežavanje računala u upravljачko-proizvod- nim sustavima

## Computer Networking in Production Control Systems

### Stručni rad

Prispjelo: 14. 09. 1995. • Prihvaćeno: 20. 11. 1995. • UDK 630\*945

**SAŽETAK** • U radu se iznose neke prednosti umrežavanja računala i neke od mogućih opcija pri njihovoj izgradnji. Postoje različite podjele mreža, ovisno o izabranim kriterijima (zemljopisna rasprostranjenost, namjena mreže, građa mreže itd.). Dva tipa lokalnih mreža značajnih za upravljačko-proizvodne sustave jesu: industrijske i uredske mreže. U članku se također objašnjava zamisao o slojevnoj strukturi mreže koja je temelj za izgradnju komunikacijskog sustava prilagođenog potrebama i mogućnostima korisnika. Opisan je model ISO/OSI. Izneseni su temeljni načini povezivanja računala u lokalnu mrežu i fizička sredstva za ostvarenje tih veza. Dan je primjer mogućnosti neovisnog izbora mrežnoga operacijskog sustava za lokalnu mrežu osobnih računala.

**Cljučne riječi:** umrežavanje računala, model ISO/OSI, lokalne mreže, topologija mreža, prijenosni mediji. *Computer Networking in Production Control Systems*

**SUMMARY** • The paper presents certain advantages of computer networking and some options in networking. There are different classifications for networks, depending criteria chosen (geographical spreading, purpose, construction etc.). Two local network types are important for production control systems: industrial and office networks. The paper also explains the concept of layered network structure which is the basis for standardisation procedures and therefore also for the establishment of communication systems adjusted to the needs and possibilities of the user. The ISO/OSI model is described. The basic methods of computer connection to local networks and the physical means for these connections are presented. The possibility of an independent selection of the local computer network operating

---

Rad je prezentiran na znanstveno-stručnom savjetovanju "Uključivanje znanosti u gospodarski sustav preradbe drva u Hrvatskoj" u Novom Vinodolskom, 11. i 12. travnja 1994. u organizaciji Zavoda za istraživanje u drvnjoj industriji, Šumarskog fakulteta i Croatia drvo d. d. Zbog interesa stručne javnosti za ovu problematiku rad prenosimo u neznatno izmijenjenom obliku.

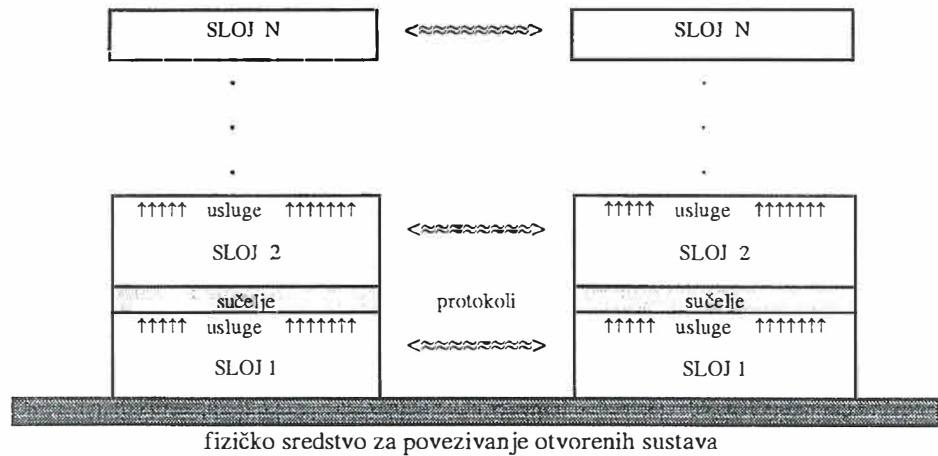






**Slika 2.**

Prikaz slojeva, sučelja, usluga, protokola i fizičkog sredstva • Presentation of layers, interfaces, services, protocols, and physical means



sloja te ih obogaćene predaju višem sloju. Svaka viša razina znači obogaćivanje mrežnog sustava uslugama i još veću transparentnost složenosti mrežnog sustava prema korisniku. Na prijelazu između dva susjedna sloja postoji skup pravila koja obje strane moraju zadovoljavati. Ta pravila nazivamo sučeljem (engl. interface). Preko sučelja viši sloj zahtijeva, a niži sloj pruža uslugu.

Posebice je važno u slojevitoj mrežnoj arhitekturi precizno definirati sučelja te su ona važan objekt standardizacije. Naime, mehanizmi svakog sloja, kao i njegove mogućnosti, mijenjaju se kako napreduje tehnologija, te je nužno omogućiti zamjenu jednog mehanizma drugim bez utjecaja na druge slojeve. Na primjer, vrlo je važno da prethodno napisana aplikacija (program) i dalje radi iako smo, slijedeći razvoj tehnologije računalnih komponenata, nabavili jače računalo ili ako smo koaksijalni kabel zamijenili bržim i sigurnijim optičkim kabelom. Standardizacija razumijeva neovisnost slojeva.

Time što je upravo izneseno dan je jedan od razloga zašto je važna slojevitost sustava i njegova standardizacija.

Naime, u počecima razvoja računalnih komunikacija umrežena su računala mogla komunicirati samo ako ih je proizveo isti proizvođač. Zatvorenost takvih sustava značila je plaćanje visoke cijene, neprilagodljivost tehnološkom razvoju i potrebama korisnika. Nasuprot tome, uvođenjem

modela slojevite strukture mreža te definiranjem javnih konvencija (standarda) o zadaćama svakoga pojedinog sloja nastaje nov pristup koncepciji umrežavanja nazvanom povezivanje otvorenih sustava (Open System Interconnection). Prikaz povezivanja otvorenih sustava s označenim razinama slojeva, sučeljima i uslugama dan je na slici 2.

Sa stajališta korisnika, koncepcija otvorenosti znači mogućnost jednostavnog povezivanja opreme različitih proizvođača (i postojeće opreme u koju je korisnik već uložio) te širok izbor novih rješenja i opreme koji najbolje odgovaraju potrebama i mogućnostima korisnika. Povećanjem potreba ili naprosto razvojem tehnologije otvorenost osigurava mogućnost jednostavne nadogradnje pojedinih dijelova sustava (ili njihove zamjene tehnološki boljima), i to bez utjecaja na rad već postojeće strojne opreme i aplikacija.

Međunarodna organizacija za standarde ISO (International Standards Organization) dala je 1983. godine preporuke u obliku osnovnoga referentnog modela ISO/OSI (Open System Interconnection) za povezivanje otvorenih sustava (sl. 3). Taj model definira koncepciju umrežavanja kao niz od sedam slojeva. Kako slojevi obavljaju zaokruženu zadaću, znači da se standardi jednog sloja mogu definirati neovisno o standardima za druge slojeve. Svaki od tih slojeva ima svoju funkciju i precizno definirano sučelje prema susjednim slojevima. Najniži sloj je sloj same fizičke veze. Fizički sloj, zajedno s još tri sloja iznad sebe, čini transportni podsustav. Ono s čime se susreće krajnji korisnik, odnosno njegova aplikacija, jest najviši sloj. Detaljan opis referentnog modela ISO/OSI dan je u (Martin, 1988).

Model ISO/OSI definira samo okvir za standardizaciju. Usluge i protokoli (sl. 2) standardiziraju se odvojeno. Da bi se osigurala prilagodljivost korisničkim potrebama, standardi dopuštaju postojanje opcija i parametara. Stoga je moguće odabrati više

**Slika 3.**

Referentni model za povezivanje otvorenih sustava • Reference model for the interconnection of open systems

7. SLOJ PRIMJENE - APPLICATION LAYER
6. SLOJ PREDOŠAVANJA - PRESENTATION LAYER
5. SLOJ SJEDNICE - SESSION LAYER
4. PRIJENOSNI SLOJ - TRANSPORTATION LAYER
3. MREŽNI SLOJ - NETWORK LAYER
2. SLOJ PRIJENOSA PODATAKA - DATA TRANSFER
1. SLOJ FIZIČKE VEZE - PHYSICAL LINK LAYER

različitih kombinacija usluga i protokola.

Primjer odabira standardnih usluga i protokola za potrebe automatizacije tvornice, odnosno za podršku računalom upravljane proizvodnje (engl. CIM - Computer Integrated Manufacturing) jest MAP/TOP (Glavinić, 1993), koji uređuje:

- industrijske mreže (engl. Manufacturing Automation Protocol - MAP)
- uredske mreže (Technical and Office Protocol - TOP)
- međusobno povezivanje industrijske (MAP) i uredske (TOP) mreže te njihovo povezivanje s javnim mrežama. Detaljniji opis modela MAP/TOP, s predviđenim standardima usluga i protokola za svih sadam slojev referentnog modela ISO/OSI, dan je u (Glavinić, 1993). Napomenimo samo da se unutar te mrežne arhitekture razrađuju i posebni standardi za specifična područja upravljanja proizvodnjom kao što su numeričko upravljanje, upravljanje robotima i vođenje procesa.

## 5. OBLICI POVEZIVANJA RAČUNALA U LOKALNU MREŽU

### 5. Forms of Computer Connection to a Local Network

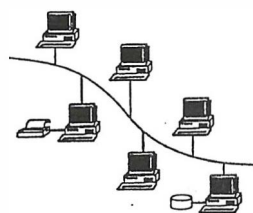
Mreže mogu biti oblikovane na vrlo različite koji se mogu izvesti iz sljedeća tri temeljna oblika povezivanja: sabirnice, zvijezde i prstena (sl. 4). Oblik povezivanja računala u mrežu naziva se topologijom mreže.

Sabirnica (engl. bus) - Mreža čini komunikacijski medij - kabel s oba slobodna kraja. Svaki se čvor spaja na sabirnicu prikladnim međusklopom. EtherNet je najčešća implementacija sabirnice. To je standard koji se odnosi na prva dva sloja modela ISO/OSI. Prednost takve topologije jest funkcionalnost mreže u slučaju ispada jedne stanice ili više njih.

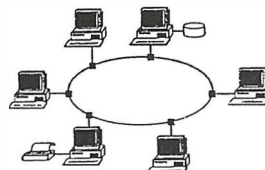
Prsten (engl. ring) - Sva računala u mreži spojena su neprekidnim prstenastim kabelom. Podaci se šalju u krug, od jednog računala do drugoga, i svaki čvor analizira podatke. Ako podaci nisu namijenjeni tom čvoru, predaju se ljedećemu u prstenu, sve dok ne dođu do primatelja. Najpopularnija implementacija te topologije jest IBM Token Ring. Takva topologija zahtijeva mnogo manju duljinu prijenosnog medija (kabela) nego zvjezdasta topologija i ne zahtijeva centralnu stanicu. Nedostatak joj je da ispod bilo koje stanice iz sustava onemogućuje rad cijele mreže.

Zvijezda (engl. star) - Karakterizira je centralna mrežna stanica na koju su izravnom vezom priključene sve ostale jedinice u mreži. Mreža nije u radnom stanju samo ako je centralna stanica izvan uporabe, inače ispod pojedine stanice iz sustava ne utječe na rad mreže u cjelini.

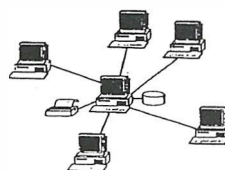
a)



b)



c)



Slika 4.

Prikaz umreženih računala u obliku: a) sabirnice, b) prstena, c) zvijezde • Presentation of different kinds of computer networks: a) bus, b) ring, c) star

## 6. FIZIČKA SRDSTVA ZA PRIJENOS PODATAKA

### 6. Physical Means of Data Transfer

Odabir prijenosnog sredstva vrlo je važan sa stajališta pouzdanosti prijenosa te cijene izgradnje mreže. Da bi se prenosili, digitalni se signali, svojstveni svijetu računalne opreme, moraju prilagoditi svojstvima prijenosnog medija, pa se adi prijenosa nekim medijem poaci električno ili elektromagnetski kodiraju. Često je za prilagodbu prijenosnom mediju digitalne podatke potrebno pretvoriti u analogne (i zatim obrnuto), pa se govori o postupku modulacije odnosno demodulacije. Primjer takvog postupaka jest prijenos digitalnih signala telefonskim linijama, pomoću uređaja za modulaciju i demodulaciju, modemom.

Parica (engl. twisted pair). Najstariji i najuobičajeniji medij svakako je parica. To je par izoliranih bakrenih vodiča promjera oko 1 mm, koji su helikoidno upredeni radi smanjenja električnih utjecaja na susjedne parove. Parica se pojavljuje u dvije izvedbe: kao okopljena (engl. shielded twisted pair) ili kao neokopljena (engl. unshielded twisted pair). Koristi za prijenos analognih i digitalnih signala. Brzina prijenosa podataka ovisi o udaljenosti, a kreće se oko reda veličine do nekoliko Mbit/s. Izvedba Ethernet mreže pomoću parica vrlo je popularna jer se s vremenom cijena tog prijenosnog medija smanjuje, a pouzdanost povećava.

Koaksijalni kabel (engl. coaxial cable). Taj prijenosni medij ima vrlo dobre električne i fizikalne karakteristike te osigu-

