

UDK 778.14.072

## Vloga mikrofilmskega sistema v industrijski proizvodnji\*

Leta 1971 je bila sklenjena pogodba med Fakulteto za strojništvo (*Laboratorijem za tehnično kibernetiko, obdelovalne sisteme in kompjutersko tehnologijo — LAKOS*) in zveznim skladom za znanstveno delo oziroma njegovim naslednikom v Sloveniji Skladom Borisa Kidriča o nalogi: *Tehnologija strojništva, obdelovalnost in skupinska tehnologija*.

Članek z zgornjim naslovom je izveček iz sklepnega poročila naloge.

### 1. Uvod

V sodobno organizirani industrijski proizvodnji z visoko produktivnostjo pripada informacijsko krmilnemu sistemu posebno mesto. Od sistematične in smotrne organizacije geometričnih, tehnoloških in drugih splošnih informacij so bistveno odvisni zmogljivost proizvodnega sistema, konkurenčnost njegovih izdelkov in hitra prilagodljivost povpraševanju na tržišču.

Z nabavo računalnika je treba prirediti dosežanje nosilce informacij za konstrukcijo, planiranje proizvodnje, obračunavanje stroškov, za vodenje nabave in prodaje itd., tako da bodo primerni za računalniško obdelavo.

Analize kažejo, da se v proizvodnih sistemih začno uporabljati računalniki najprej za obračun plač ter vodenje nabave in prodaje. Veliko manj pa jih uporabljajo za ureditev konstrukcijskih oziroma geometričnih in tehnoloških informacij.

Organizacija geometričnih in tehnoloških informacij — kot osnova za uvajanje skupinske tehnologije, ter uvajanje optimalno avtomatiziranih obdelovalnih sistemov — pomeni prvo stopnjo k racionalnemu oblikovanju informacijskih sistemov, ki bodo omogočali računalniško planiranje in krmiljenje proizvodnje.

Predvsem zmotno je namreč domnevati, da podjetje s samo nabavo računalnika že hkrati reši vse probleme. Delo se prične šele tedaj, saj proizvajalci računalniških sistemov ne dajejo informacij, ki bi odločujoče povečevale učinkovitost dela. Vse to je treba analizirati in urediti po skupinsko-tehnoloških načelih, po katerih so že urejeni obrati strojne in elektro-tehnične industrije.

Posamična in maloserijska proizvodnja terjata obdelavo velikega števila informacij. Zaradi tega je nujno, da se ustrezno zmanjša število potrebnih informacij, tiste ki so neogibno potrebne, pa priredimo za posamezne postopke in sisteme. Tako omogočimo sodelavcem, da se — namesto rutinskemu delu — posvečajo konkretnim nalogam. Prav zato se danes tehnološke raziskovalne ustanove ukvarjajo z zbiranjem informacij in sistematičnim preskušanjem obdelovalnosti in drugih lastnosti materialov, ki jih srečujemo najpogosteje pri posameznih obdelovalnih postopkih. Tako se ustvarjajo osnove za organizacijo posebnih informacijskih centrov, ki naj bi imeli na voljo podatke o obdelovalnih karakteristikah posameznih materialov in naprave za njihovo vrednotenje z računalniškimi sistemi, ki jih imenujemo tehnološki procesorji. Tako bi izkoriščali že dobljene podatke in jim dodajali vedno nove.

V okviru uvodnih raziskav je bila razvita vrsta formularjev, ki rabijo za zbiranje in sistematično urejanje geometrijskih in tehnoloških informacij. Urejenost in pravilna uporaba teh informacij v tovarni mora omogočati celo vrsto organizacijskih in tehnoloških prijemov, ki lahko bistveno povečajo produktivnost na posameznih mestih in seveda tudi v celoti.

Mehanizacija in avtomatizacija proizvodnega procesa v serijski in množinski proizvodnji sta zasnovani na proizvodnji velikega števila enakih proizvodov. Misel, da bi lahko podobne ukrepe uvedli tudi v posamični in maloserijski proizvodnji, če bi združili elemente izdelkov v serije z enako obdelavo, je pospešila raziskavo o možnosti tehnološke in konstrukcijske klasifikacije.

Največji del razpoložljivega časa potrebujemo za sprejem, obdelavo in prenos informacij različnih oblik. Tehnična dokumentacija in ostali elementi so nosilci informacij v vsaki delovni organizaciji in se njihov obseg neprestano povečuje, s tem pa zmanjšuje preglednost. Še nekaj let nazaj je bil papir najbolj množičen nosilec informacij. Hiter razvoj tehnike — posebno elektronike, optike in fizike — je pa omogočil izdelavo novih nosilcev informacij. V poprečju je produktivnost delovnega mesta v proizvodnji od leta 1900 večja za faktor 10, produktivnost v konstrukciji pa le za 20 %. Vzrok temu je delo v konstrukcijskih birojih, ki je v največji meri razmišljanje, tega pa ne moremo pospešiti. Vendar je razmišljanje osnovano na prejšnjih konstrukcijskih rešitvah. Čas iskanja prvotnih konstrukcijskih rešitev pa znaša 30 do 40 % celotnega časa, ki je potreben za konstrukcijo. Torej je treba poiskati nov nosilec geometričnih informacij, ki lahko zmanjša ta čas na minimum.

Zato so bile analize usmerjene v zgoščevanje informacij na sekundarnem nosilcu, to je magnetnem traku ali mikrofilmu, vložnem ali vplepljenem v luknjičasto kartico. Mikrofilm je zato najugodnejši nosilec geometričnih informacij, ker je cenen, dovolj zanesljiv in po površini najmanjši.

### 2. Mikrofilm v konstrukcijskih birojih

Zamisel, da bi konstrukcijsko dokumentacijo snemali na mikrofilm, je vzniknila v ZDA že pred drugo svetovno vojno. V obdobju med drugo svetovno vojno so snemali konstrukcijsko dokumentacijo na 70 in 105 mm širok film po navadni fotografski tehniki, po letu 1950 pa na 35 mm film. Uporabniki mikrofilma, kot sredstva za arhiviranje, iskanje in reprodukcijo, zahtevajo, da so različni tudi najmanjši potrebni detajli risbe. Mikrofilmanje konstrukcijske dokumentacije postavlja tako določene pogoje, in sicer: kontrast, velikost in jasnost znakov, črk in linij. V ta namen je raziskovalna skupina LAKOS izdelala priporočila za risanje konstrukcijske dokumentacije, ki se pozneje preslika na mikrofilm. Pripravljena so tudi navodila za kontrolo posnete in reproducirane slike iz mikrofilma.

Namen tako posnete dokumentacije je bil v začetku pasiven, ker so posnetke shranjevali v posebnih celuloidnih žepkih samo v varnostnem arhivu. Ko so proizvajalci fotografskih naprav razvili posebne snemalne kamere, naprave za montažo filma na ustrezen nosilec in bralne ter reprodukcijske naprave, je ta tehnika arhiviranja dokumentov postala uporabna na skoraj vseh področjih človekovega življenja.

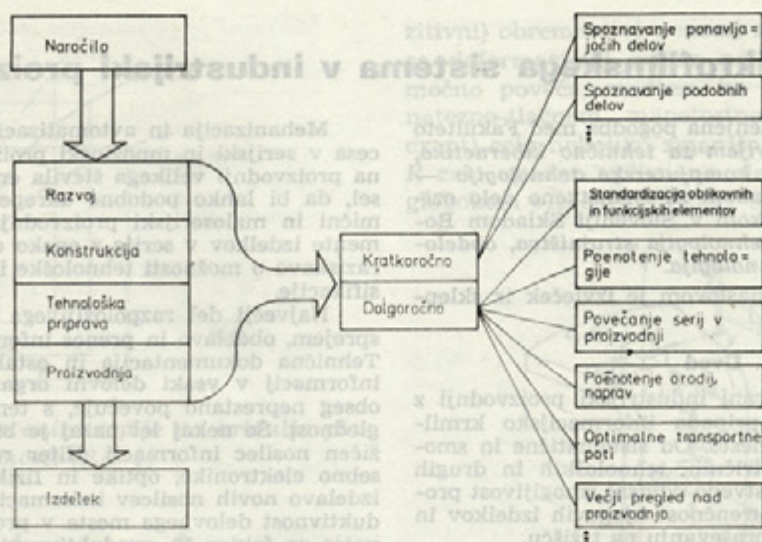
Iz statističnih podatkov v ZDA je razvidno, da od 114 anketiranih tipičnih predstavnikov vodijo banke s 94 %, nato industrija in zavarovalnice s 60 %. Po sistemski ureditvi so na prvem mestu uporabniki 16 mm mikrofilma, nato pa sledijo uporabniki luknjičastih kartic z vstavljenim 35 mm mikrofilmom.

Dokumentacija na mikrofilmu bo omogočila:

- sodobno ureditev centralnih in decentralnih arhivov,
- hitrejši dostop do informacij v posameznih oddelkih,

\* Povzetek poročila o raziskovalni nalogi





Slika 1

- pospešeno izmenjavo informacij,
- racionalni postopek v posameznih oddelkih,
- manjšo uporabo originalnih risb zaradi priložnostnih vpogledov v dokumentacijo,
- študij in sestavljanje geometrično in tehnološko podobnih skupin obdelovancev,
- izdatno zmanjšanje stroškov porabljenega papirja,
- možnost sortiranja luknjanih kartic po raznih vidikih,
- prostorsko bistveno zmanjšan arhiv in s tem lažje varovanje glede na strateške razloge in ob elementarnih nesrečah.

Na slikah 1 in 2 je prikazana organizacija geometrične in tehnološke informacije v tehnološki pripravi in konstrukciji. Ko konstruktor dobi nalog za konstrukcijo novega izdelka, ga najprej skicira in nato posamezne obdelovance klasificira skupaj z osebo, zadolženo za klasifikacijo. Na osnovi klasifikacije pregleda obstoječi arhiv v konstrukciji, če so morda v njem enaki ali podobni obdelovanci, ki bi jih lahko uporabil pri konstrukciji danega izdelka. S tem pa olajša delo tudi tehnologu v tehnološki pripravi dela, ker je dani obdelovalec vključen v določeno tehnološko skupino, za katero je skupinski tehnološki postopek že napisan. Podobne koristi so tudi v proizvodnji, kjer s tako zasnovano dela navidezno povečujemo serije obdelovancev, sestavljenih iz enakih ali podobnih oblikovnih elementov.

### 3. Mikrofilm in elektronski računski center

Znano je, da je elektronski računalnik idealen za delo s števili in besedami, mikrofilm pa za slikovno informacijo. Kombinacija mikrofila in računalnika združuje prednosti obeh sistemov.

Centralna enota elektronskega računalnika prenaša obdelane podatke na magnetni trak s hitrostjo 60 000 do 90 000 znakov na minuto.

V naslednji operaciji se podatki z magnetnega traku pišejo na papir s hitrostjo 2500 znakov na minuto. Prav tu pa je glavni problem. Hitrost tiskalnika je ozko grlo, ker je njegova hitrost 24- do 36-krat manjša od hitrosti, s katero dela centralna enota.

Ta problem lahko rešimo na naslednja dva načina:

Po prvi rešitvi se prenesejo podatki z magnetnega traku z elektronsko konverzijo na zaslon katodne cevi. Pred zaslonom katodne cevi je mikrofilmska kamera, ki snema z nje podatke.

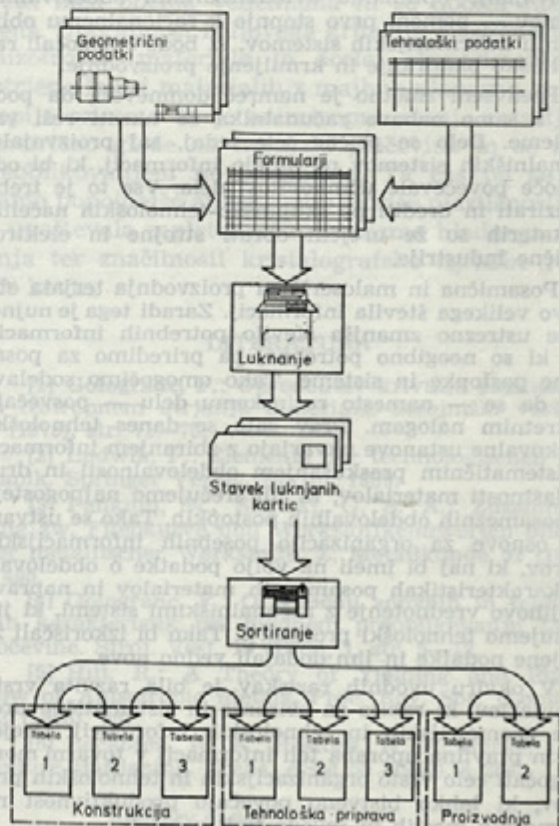
Po drugem načinu se podatki z magnetnega traku po elektronski konverziji z elektronskim snopom vpi-

sujejo direktno na mikrofilm. Tu se pojavljajo naslednje tri prednosti kombinacije mikrofila—elektronski računalnik:

- iskanje potrebnih informacij z mikrofila je hitrejšo in lažje kakor z ogromnih formatov, ki jih dobivamo iz tiskalnika,

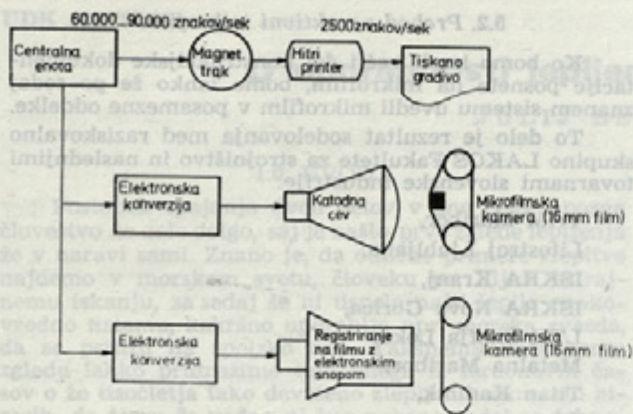
- mikrofilm omogoča, da isto informacijo pošljemo hitro in v primerni obliki večjemu številu zainteresentov,

- z dokumentacijo na mikrofilmu prihranimo mnogo prostora.



Slika 2





Slika 3

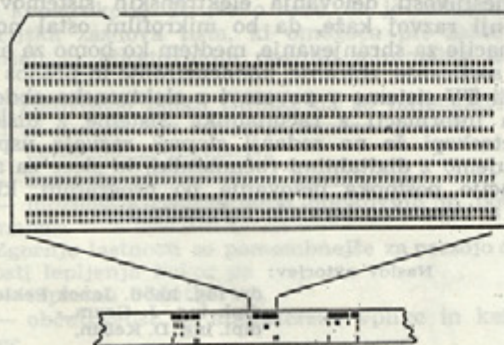
S takšno kombinacijo uporabe mikrofilma digitalnega računalnika združuje shranjevanje na mikrofilmu slikovne in alfanumerične tehnologije in arhivske informacije s Hollrithovo alfanumerično kodo na papirni računalniški kartici.

Na sliki 3 sta prikazani obe varianti povezave računalnika in mikrofilma.

#### 4. Vloga TV sistemov pri shranjevanju in obdelavi informacij v dokumentaciji

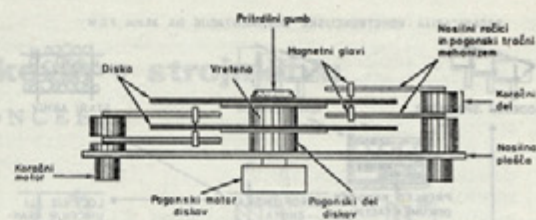
Uporaba sklenjenih TV sistemov se je pokazala kot zelo koristna, ker je z njimi mogoče hitro prenašati napisane informacije bodisi v rokopisu ali natipkane. V veliko primerih branje napisanega besedila na daljavo (npr. po telefonu) ne more odtehtati slikovnega signala. Signal v tej obliki najbolje ohranja avtentičnost dokumenta. Pri prenosu slikovnega signala se bistveno zmanjšuje možnost vpliva napake v kanalu zveze na razumljivost sprejetega sporočila. Iz tega izhaja, da ima takšen informacijski kanal večjo zmogljivost. Če za shranjevanje TV informacij uporabljamo magnetoskope za snemanje na trakove ali plošče, lahko ostane informacija ohranjena v prvotni obliki poljubno dolgo.

Za primer si oglejmo informacijsko zmogljivost standardne luknjane kartice in zapisa v digitalni obliki na magnetnem traku. Na sliki 4 sta v pomanjšanem merilu prikazana standardna računalniška kartica FORTRAN in magnetni trak z digitalnim zapisom. Takšne kartice so v današnjem času med najbolj uporabljanimi sredstvi za vnašanje programov in podatkov v digitalni računalnik. Velike hitrosti delovanja aritmetičnih enot računalnika ne morejo dosti pomagati, če



PRIMERJAVNA ZAPISA PODATKOV NA LUKNJANO KARTICO IN MAGNETNI TRAK (MERILO 1:1)

Slika 4



Slika 5

je hitrost branja vhodnih podatkov in programov omejena s hitrostjo delovanja optičnega bralnika. Da bi se ognili tej oviri ali jo vsaj ublažili, so skušali odkriti nove načine vnašanja informacij v računalnik. Eden od teh je razvoj posebne naprave za digitalen zapis na magnetni trak (v izvedbi podjetja MOHAVK DATA SCIENCIES, ZDA). Pri tej napravi (Keyed Data-Recorder) vnašamo podatke prek tastature, ki je podobna tastaturi luknjalnika ali pisalnega stroja. Slike 5 je razvidna prednost takega zapisa podatkov, ker se dimenzije nosilca iste informacije precej zmanjšajo in tudi hitrost vnašanja podatkov se dosti poveča. Posebna novost je še to, da so zapisani podatki že lahko prekodirani v računalniški jezik. Podatki se najprej prenesejo v poseben pomnilnik in se v dekodirani obliki prenašajo na magnetni trak. Čas, ki ga naprava porabi za dekodiranje signala, je zanemarljivo majhen v primerjavi s časom tipkanja. Z uporabo spominskih in logičnih elektronskih elementov te naprave lahko preverjamo in korigiramo podatke, ki so že v spominu, niso pa še na registrirnem magnetnem traku. Prenos podatkov na trak se lahko opravlja avtomatično po 80 znakov, ki smo jih vpisali v spomin. Delovanje stroja je izredno tiho, kar omogoča zbranost in koncentracijo pri tipkanju.

Slaba stran tega načina je ta, da zahteva posebno enoto za branje magnetnega traku. Z združevanjem TV in računalniških sistemov z enotami za registracijo na magnetno emulzijo dobimo sisteme z novimi možnostmi za obravnavo dokumentacijskega gradiva, v pisani ali grafični obliki.

Slika 6



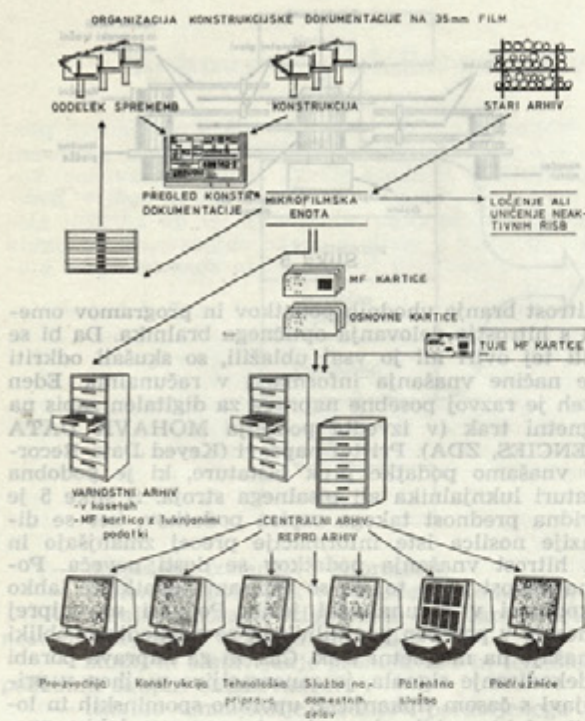
1 — jarem s tuljavama za odklon žarka, 2 — objektiv, 3 — film ali diapozitiv, 4 — kondenzator, 5 — fotopomoževalka

Kot primer TV sistema za obravnavo dokumentacijske informacije si oglejmo eno od prvih načel za pretvorbo optične informacije v električno. Katodna cev s premikajočo se svetlo točko je prikazana poenostavljeno na sliki 6. Pri tej izvedbi je elektronski žarek uporabljen za ustvarjanje točkastega svetlobnega vira. Ta sistem je znan kot sistem brez spomina. Tako se imenuje zato, ker je v času otipavanja osvetljena samo tista točka na objektu, ki oddaja shranjeno informacijo. Svetla točka se pomika po določenem programu. Skozi objektiv 2 in kondenzator 4 je svetlobni žarek usmerjen na fotopomoževalko 5. Signal je amplitudno moduliran in ga na izhodu fotopomoževalke dobimo ojačenega v električni obliki.

#### 5. Delo po podjetjih

Osnovni cilj uvodnih raziskav je bil ugotoviti raven izdelave tehnologije ter organizacije geometričnih in tehnoloških informacij v naših podjetjih kovinske in elektro industrije, nato pa pripraviti organizacijske in tehnološke osnove za izgradnjo informacijskih sistemov. Kakor je bilo poudarjeno že prej, temeljito na skupinski tehnologiji, ki je najprimernejša metoda glede na stanje v naših podjetjih.





Slika 7

Z uvodnimi raziskavami smo seznanili strokovnjake po podjetjih o namenu, cilju in predvidenem načinu uvajanja skupinsko tehnoloških načel s klasificiranjem obdelovancev po tehnoloških in geometrijskih vidikih, v integriranem obdelovalnem sistemu pa obdelujemo — glede na obseg dela — le eno ali več skupin, ki so si tehnološko in oblikovno podobne.

To zasledovanje podobnih obdelovancev po klasifikacijskem sistemu z velikimi delavnimi načrti v roki ni dalo zaželenih rezultatov. Zato smo najprej skicirali obdelovalec na posebno GT karto, ki je bila prilagojena za ročno in poznejšo računalniško obdelavo. Ker so naprave za prenos delavnih risb na mikrofilm in naprave za reprodukcijo in uporabo precej drage, smo se na Fakulteti za strojništvo odločili, da organiziramo v okviru *Laboratorija za tehnično kibernetiko, obdelovalne sisteme in kompjutersko tehnologijo* mikrofilmsko enoto. Ta bo opremljena s potrebnimi napravami, tako da bomo lahko izdelali mikrofilmsko kartico, jo razmnoževali in reproducirali. Organizacija med Fakulteto za strojništvo in posameznimi podjetji oz. naročniki ter uporaba novega informacijskega nosilca je prikazana na sliki 7. Pri prehodu na nov nosilec informacij smo naredili v posameznih podjetjih analizo obstoječega informacijskega sistema in ga reorganizirali tako, da bodo pri najmanjših spremembah vidni organizacijski in tehnični prihranki. V fazi uvajanja mikrofilma smo ločili dve mejni področji: prehod na pasivni oz. aktivni mikrofilm.

#### 5.1. Prehod na pasivni mikrofilm

Za tako hranjenje dokumentacije so bile najprej potrebne določene priprave. Pregledati je bilo treba ves arhivski material ter oceniti dotok novih in spremenjenih originalov.

Ker so arhivi stari, smo ločili aktivno od neaktivne dokumentacije. V tej fazi smo seznanjali konstrukterje o novih metodah dela z uporabo mikrofilmskih kartic.

V večini sodelujočih podjetij so že uvedli nov način risanja tehniške dokumentacije, ki je prilagojen za poznejše snemanje in reproduciranje.

#### 5.2. Prehod na aktivni mikrofilm

Ko bomo imeli večji del konstrukcijske dokumentacije posnete na mikrofilm, bomo lahko že po sedaj znanem sistemu uvedli mikrofilm v posamezne oddelke.

To delo je rezultat sodelovanja med raziskovalno skupino LAKOS Fakultete za strojništvo in naslednjimi tovarnami slovenske industrije:

TAM Maribor,  
Litostroj Ljubljana,  
ISKRA Kranj,  
ISKRA Nova Gorica,  
LTH Skofja Loka,  
Metalna Maribor,  
Titan Kamnik,  
Železarna Ravne,  
Železarna Store,  
Rudnik lignita Velenje,  
Strojna tovarna Trbovlje,  
IMPOL Slovenska Bistrica itd.,  
TOMOS Koper,  
TAP — Ptuj,  
Mariborska livalna Maribor,  
Veriga — Lesce,  
Gorenje Velenje.

Le zaradi plodne izmenjave informacij in izkušenj je bilo mogoče ustvariti delo, ki pomeni osnovo za nadaljnje sodelovanje na poti k modernizaciji naše industrije.

#### 6. Perspektivni razvoj dokumentacijskega sistema

Glede na tehnično-znanstveni razvoj informacijskih sistemov se obdelava informacij razvija v področje elektronske obdelave podatkov, in sicer na sedanjih stopnjah v dve ločeni veji: v področje digitalnih računalnikov in v področje elektronske obdelave slikovnega signala s televizijsko tehniko. Ze danes so izdelani sistemi, ki združujejo elektronsko obdelavo tehnoloških podatkov. Te lahko zajamemo z alfanumeričnimi podatki in jih obdelujemo z digitalnimi računalniki, po drugi strani pa shranjujemo slikovno informacijo na magnetni trak in diske s konverzijo slike prek televizijskih sistemov, tj. kamer, magnetoskopov in diskov. Takšen sistem je že izdelala sloveča tovarna Ampex z imenom Videofile.

Investicijski stroški za takšen sistem so večji kakor za aktivni mikrofilmski trak, v poznejši uporabi pa se kaže doste večji izkoristek prav zaradi izredne hitrosti in zanesljivosti delovanja elektronskih sistemov. Za nadaljnji razvoj kaže, da bo mikrofilm ostal nosilec informacije za shranjevanje, medtem ko bomo za ažuriranje, sortiranje, zbiranje, kondenziranje in prenos uporabljali TV sisteme v povezavi z elektronsko obdelavo drugih informacij z računalniki. Sisteme z diski in magnetoskopi že na sedanji stopnji razvoja uspešno povezujemo z digitalnimi računalniki, in sicer za avtomatizacijo postopka delovanja po programih, ki jih lahko avtomatično izvajajo računalniki.

Naslov avtorjev:

dr. ing. habil. Janez Peklenik,  
dipl. ing. J. Grum,  
dipl. ing. D. Kešlin.

dr. ing. P. Leskovar,  
dr. ing. F. Roethel,  
dr. ing. Z. Seljak.

Vsi: Fakulteta za strojništvo  
Univerze v Ljubljani