

UDK 681.327.45:621.91

## Informacijski sistemi za obdelovalne podatke\*

ZORAN SELJAK

### 1. UVOD

Potrebe po povečanju produktivnosti in zmanjšanju stroškov v proizvodnji terjajo večjo izrabo obdelovalnih zmogljivosti. Zaradi tega že od začetka tega stoletja tečejo intenzivne raziskave obdelovalnosti v industriji in na univerzah. Cilj teh raziskav je, da bi dosegli boljše razumevanje mehanizma obdelovalnega procesa, razvili procese za povečano učinkovitost in uvedli nove obdelovalne procese. Velik napredek je bil z leti dosežen z izboljšanimi konstrukcijami obdelovalnih strojev in rezalnih orodij.

Poleg razvoja novih orodij in orodnih materialov je bil dosežen tudi znaten razvoj pri obdelovalnih materialih. Srečujemo se z jekli za obdelavo na avtomatih, pa tudi z drugimi kovinskimi materiali, ki imajo take legirne dodatke in tako strukturo, da omogočajo boljše obdelavo z zmanjšano obrabo orodij, primernimi odrezki ipd. Kljub temu imamo tudi vrsto materialov, ki jih razvrščamo med težko obdelovalne, ali pa se kvaliteta materiala spreminja od šarže do šarže, da ne omenjamo primerov, ko se kvaliteta spreminja od obdelovanca do obdelovanca.

V okviru raziskav obdelovalnosti domačih konstrukcijskih materialov smo dosegli vrsto kvalitetnih rezultatov. Ob tem se pojavlja problem hitrega in popolnega posredovanja rezultatov laboratorijskih poskusov industrijskim uporabnikom.

V proizvodnji in pri tehnološkem načrtovanju so potrebe po najnovejših podatkih o obdelovalnosti materialov, ki so prilagojeni razpoložljivim obdelovalnim strojem, zelo velike. Te vrednosti lahko dobimo z dobro organiziranim posredovanjem v tako imenovani banki tehnoloških podatkov.

Informacijski center mora sistematično zbirati tehnološke informacije. Center mora na svojem področju imeti stalni vir originalnih tehnoloških informacij oz. rezultatov laboratorijskih in industrijskih raziskav o obdelovalnosti konstrukcijskih materialov in kvaliteti orodij. Za široko uporabo teh rezultatov v industriji in za izmenjavo informacij z drugimi centri je nujno, da do določene stopnje pripravimo standardizacijo poskusov in poenotenje prikaza rezultatov.

Organizacija informacijskega centra mora biti prilagojena potrebam industrije. Notranji del organizacije skrbi za računalnik in pripravo informacij zanj, drugi del pa pripravlja informacije, izobražuje ter sprejema in odgovarja na vprašanja iz industrije. Tu je sodelovanje strokovnjakov iz industrije neogibno.

### 2. ORGANIZACIJA INFORMACIJSKEGA CENTRA ZA OBDELOVALNE PODATKE

#### 2.1. Problematika v industrijskih obratih

Pri določanju obdelovalnih podatkov moramo upoštevati značilnosti obdelovancev. Vsak obdelovanec mora izpolnjevati neko nalogo in zato mora biti izdelan z določeno natančnostjo oblike, kakor tudi z določeno kvaliteto površine. Pri tem moramo upoštevati stroške in čas obdelave, kakor tudi uporabo obratnih sredstev. Gospodarske razmere in konjunktura se tudi spreminjajo in zato se mora obdelovalni proces vedno znova prilagajati novim razmeram. Omejitve imajo prav tako velik pomen kakor zmogljivost obdelovalnega stroja, stabilnost vpetja, obdelovalnost obdelovalnega materiala ali obstojnost orodja. Le z upoštevanjem vseh teh

faktorjev lahko poteka proizvodnja brez motenj in zastojev.

Pri posredovanju obdelovalnih podatkov moramo imeti pred seboj cilj, da bomo bolje in ceneje obdelovali obdelovance z določeno obliko, natančnostjo izmer in kvaliteto površine. Pri določanju izdelovalnega procesa moramo upoštevati izdelovalne stroške in čas kakor tudi obstojnost orodij in naprav za proizvodnjo.

Zelo pomembna naloga pri pripravi dela je določiti obdelovalne pogoje v odvisnosti od zahtev obdelovanca in od gospodarskih faktorjev, ker je pač odgovorna za gospodarno izkoriščanje obratnih sredstev. Tehnoloških in ekonomsko vplivnih veličin ne moremo vedno izkoriščati tako, da bi delali pri optimalnih obdelovalnih pogojih. Pogostoma nam manjkajo posamezne informacije, ki bi pojasnjevale, kako vpliva sprememba posameznega parametra na odrezovalni proces. Ta nejasnost pri določanju obdelovalnih pogojev privaja ponavadi do tega, da tehnolog izbira raje manj zahtevne obdelovalne pogoje od optimalnih vrednosti. Tako prosto izbrane vrednosti povzročajo vedno manj ugodno gospodarnost in produktivnost. To pomeni, da je načrtovanje v veliki meri odvisno od kvalitete razpoložljivih tehnoloških informacij.

Pri konvencionalni posamični in maloserijski proizvodnji obsegajo delovni načrti bolj ali manj razčlenjene navedbe obdelovalnih pogojev, ki naj jih delavec izbere na stroju. Delavcu je pri stroju dopuščena znatna prostost odločanja pri dejanski nastavitvi stroja. Zaradi tega tudi ni tako ostrih zahtev po najnovejših informacijah.

Drugače je pri uporabi klasičnih eno- ali večvretenskih avtomatov ali celo NC-obdelovalnih strojev. Tu načrtujemo vsako fazo obdelave, ker je preverjanje, preizkušanje in popraviljanje podajalnih krivulj ali luknjanih travkov zaradi stroškov in časovnih izgub skoraj izključeno. V takem primeru moramo imeti na voljo najnovejše in zanesljive tehnološke informacije (sl. 2.1).

Prav tako lahko dosežemo pri adaptivno krmiljenih obdelovalnih strojih gospodarnejšo obdelavo. Primerne navedbe optimalnega območja z razmeroma majhnim vlaganjem omogočajo ugoden izkoristek obdelovalnih strojev [1, 2].

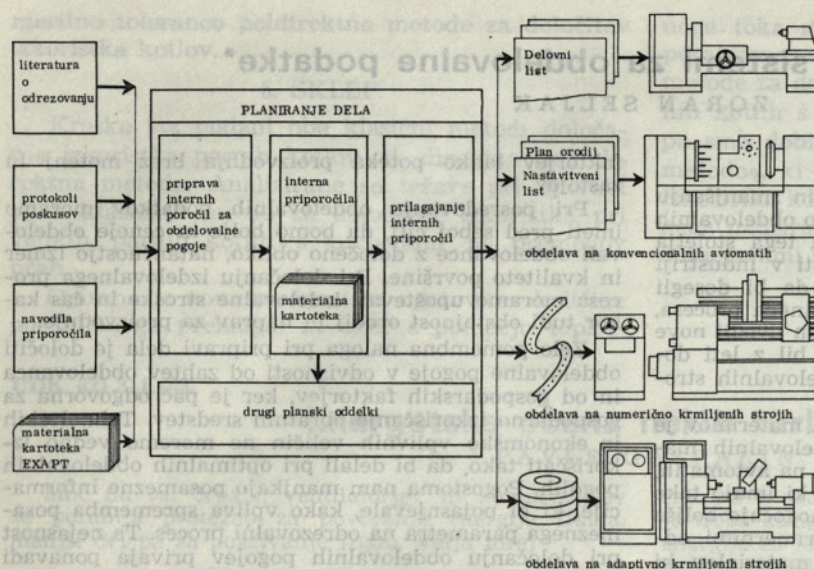
Zaradi napačne opremljenosti obdelovalnih strojev in njihove neprimerne konstrukcijske izvedbe se pogosto pojavljajo tehnične izgube. Razpoložljiva moč na obdelovalnih strojih in obdelovalni pogoji pogostoma ne dosegaajo možnosti, ki so tehnološko dopustne. Stroji so često izvedeni le za določene operacije in zato moramo obdelati posamezne obdelovance na več obdelovalnih strojih.

Časovne izgube zaradi praznikov, dopustov in pretežno enozmenskega dela obsegajo največji delež izgub (okoli 80 %). Povečujejo jih še zastoji strojev zaradi organizacijskih pomanjkljivosti. Za izboljšanje produktivnosti in znižanje stroškov moramo doseči zmanjšanje omenjenih izgub. V zadnjih letih je bilo ugotovljeno, da največje izboljšave v organizaciji proizvodnje dosežemo s sistemskim obravnavanjem proizvodnje. Izboljšave pri tem pa lahko dosežemo z uporabo računalnika. Tako lahko obdelovalni sistem dela z optimalnimi pogoji.

Uspešno delo za izboljšanje izkoriščanja proizvodnih zmogljivosti je mogoče le z zbiranjem, shranjevanjem, vrednotenjem, obdelavo, dokumentacijo, pripravo in razdeljevanjem velikega števila informacij o osnovah obdelave, priporočilih, podatkih in tehnologiji. Vse to pa bi postalo negospodarno za posamezna proizvodna

\* Članek je povzet po raziskovalni nalogi: Uvajanje grupne tehnologije in klasičniskih sistemov... — razvoj tehnološke banke podatkov; pog. 402/55-5/73, Sklada Borisa Kidriča.





Sl. 2.1. Naloge oddelka za načrtovanje pri določanju obdelovalnih pogojev [1]

podjetja, če bi morala samostojno zbirati te informacije. Zaradi tega so potrebni centralizirani informacijski centri za obdelovalne podatke, ki opravljajo takšne funkcije z računalniki.

## 2.2. Naloge informacijskega centra za obdelovalne podatke

Analiza problematike tehnoloških informacij kaže, da je nujen razvoj centraliziranih informacijskih centrov. Njihov način dela ni treba zasnovati tako, da bi odgovarjali »na pozive«, pač pa s posredovanjem sodobnih izkušenj na področju obdelave. Vplivali naj bi na podjetja, da bi v svojih obratih uvedla tehnološke izboljšave. Delo centra bi bilo v naslednjem [2]:

1. zbiranje tehnoloških informacij,
2. obdelava tehnoloških informacij,
3. opravljanje različnih uslug z uporabo zbranih informacij,
4. razvoj in vzdrževanje različnih računalniških programov, ki so potrebni za vrednotenje eksperimentalnih rezultatov in za opravljanje uslug industriji,
5. sestavljanje standardnih metod za preizkušanje obdelovanega materiala, orodja in obdelovalnih strojev,
6. izmenjava informacij med uporabniki in informacijskim centrom.

Pri zbiranju tehnoloških informacij je treba opraviti vrsto nalog, ki se nanašajo na orodja, stroje in tovarniška postrojenja. Naloge naj bi se nanašale na:

1. podatke o obdelovalnih pogojih za obdelovane materiale pri različnih obdelovalnih postopkih,
2. podatke o obdelovalnih pogojih za orodne materiale pri različnih obdelovalnih pogojih,
3. podatke o geometriji orodja in različnih konstrukcijskih izvedbah rezalnih orodij,
4. podatke o delovnih in vpenjalnih napravah,
5. podatke o karakteristikah obdelovalnih strojev in njihovem stanju, kakršni so: leto proizvodnje, vzdrževalne razmere, dinamične lastnosti itd.,
6. podatke o obdelovalnih operacijah, ki se nanašajo na obliko obdelovanja,
7. podatke o stroških obdelave,
8. podatke, ki so potrebni za projektiranje celokupnega obdelovalnega sistema, obdelovalnih strojev in druge opreme,
9. podatke o konfiguraciji obdelovancev, vključno togost obdelovancev,
10. opise posameznih problemov pri obdelavi v industriji.

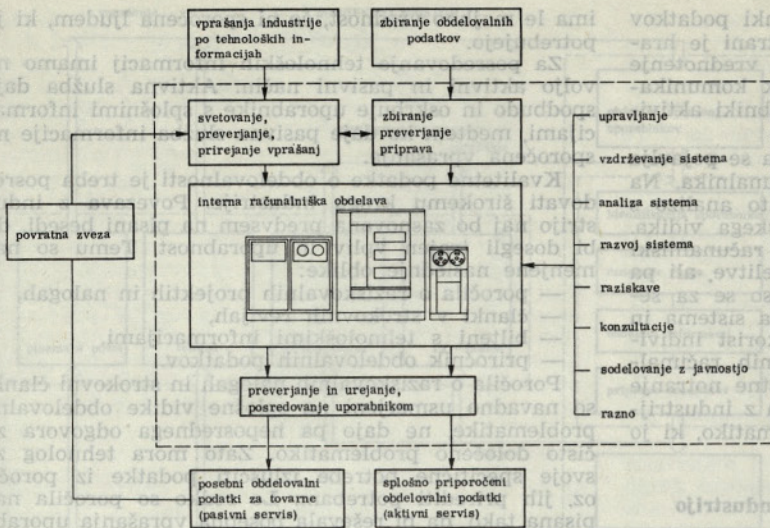
Področje, ki se nanaša na statistično obdelavo rezultatov poskusov in drugih informacij, delimo na naslednje posamezne naloge:

1. sestavljanje dokaj zanesljivega fonda informacij, ki jih skrbimo na obliko specifičnih parametrov (npr. potek obrabe),
2. posredovanje obdelovalnih pogojev z odrezovalnim modelom, ki ga opazujemo glede na obrabo,
3. optimizacijo obdelovalnih vrednosti po tehnoloških in ekonomskih vidikih,
4. reševanje posebnih problemov obdelave s primerjavo med podobnimi, že znanimi problemi obdelave,
5. strokovno svetovanje pri pripravljanju odrezovalnih vrednosti in njihovi realizaciji v proizvodnji,
6. pripravljanje obdelovalnih vrednosti za posebne namene (npr. materialne kartoteke za obdelovalne modele, ki so v rabi v oddelku tehnološke priprave),
7. preverjanje odrezovalnega modela s podatki, ki smo jih dobili iz tehnološke prakse oz. iz industrije,
8. vrednotenje zbranih podatkov z matematično-statističnimi postopki ter njihovo pripravo, s posebnim upoštevanjem pomembnih vplivov obdelovanega materiala, orodja in obdelovalnega stroja,
9. primerjavo na novo zbranih vrednosti z dosedanjim stanjem zaradi ugotavljanja in razlage ugotovljenih razvojnih tendenc,
10. ugotavljanje in določanje enoveljavnih kriterijev za oceno obdelovalnosti materialov ter zmogljivosti orodij in delovnih naprav.

Računalniški programi v informacijskem centru so namenjeni za statistično obdelavo zbranih rezultatov laboratorijskih poskusov in rezultatov, ki jih dobimo iz industrije ali drugih centrov. Še posebno vlogo imajo programi za optimizacijo obdelovalnih pogojev in programi, ki so potrebni za vodenje proizvodnje in NC-obdelovalnih strojev. Vključena je naslednja problematika:

1. obdelava tehnoloških informacij,
2. avtomatični programski sistemi za določanje načrtov obdelave, da bi dobili avtomatično programiranje tehnološkega načrtovanja,
3. avtomatični programski sistemi za pripravo NC podatkov, vključno reševanje dodajanja obdelovancev, obdelave in kvaliteten kontrole,
4. računalniški programi za diagnozo in odpravljanje napak na strojih,
5. informacije, ki so potrebne pri konstruiranju obdelovalnih strojev s pomočjo računalnika.





Sl. 2.2. Organizacijska shema tehnološkega informacijskega centra (2)

Naslednji skupek nalog zajema izmenjavo informacij med industrijskimi uporabniki in informacijskim centrom za obdelovalne podatke. Sem spadajo:

1. objavljane v centru ugotovljenih podatkov in informacij,
2. dokumentiranje vseh v centru zbranih podatkov in informacij,
3. organizacija redne informacijske službe, ki obvešča o novih ugotovitvah, razvojnih tendencah in priporočljivih obdelovalnih pogojih,
4. standardizacija informacij in vstopno/izstopnih formatov zaradi lažje izmenjave informacij med centri,
5. vzpostavitev povezav ter izmenjava izkušenj in informacij z drugimi centri,
6. svetovanje in šolanje uporabnikov uslug informacijskega centra.

### 2.3. Organizacija informacijskega sistema

V prejšnjem poglavju smo videli, da so naloge informacijskega centra za obdelovalne podatke izredno široke. Da bi ustregli resničnim potrebam industrije, je nujno potrebno sodelovanje strokovnjakov iz industrije. Taka strokovna skupina mora presoditi uporabnost posameznih informacij ter smotrnost predvidenih aktivnosti centra v delovnem krogu, v povezavi z industrijskimi obrati in drugimi centri. Vsaka zvrst dejavnosti bo nujno potrebovala najprej potrditev v industrijskih obratih in šele nato bosta informacija ali izvedba splošno uporabni.

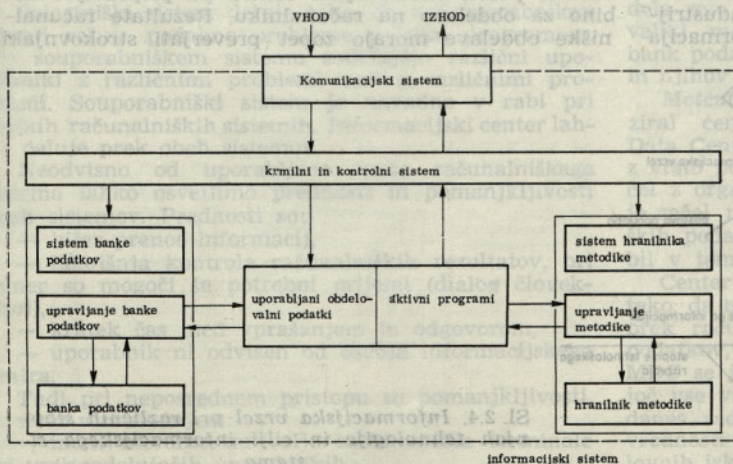
Zaradi pomena informacijskega centra za razvoj produktivnosti in ekonomičnosti v industriji je nujno, da je organiziran na nacionalni bazi. Tako so v mnogih deželah že organizirani taki centri, npr. v Nemčiji, Veliki Britaniji, na Japonskem, Norveškem, v ZDA in tudi v Jugoslaviji. Dejavnost teh centrov je v znatni meri ali v celoti financirana iz državnih skladov, nekaj pa iz skladov, ki jih zberejo uporabniki uslug iz industrije.

Organizacija informacijskih centrov za obdelovalne podatke je lahko deljena na dva dela — »notranje in zunanje informacije«. Notranji tok informacij so vse dejavnosti, ki jih opravi računalnik in skupina, ki ga upravlja. Zunanji del informacij pa je zbiranje podatkov, preverjanje in priprava za računalniški vhod. Zunanji tok informacij pripravlja še:

- dokumentacijo in izobraževanje,
- odgovore na posebna vprašanja iz industrije in
- analizo odgovorov iz industrije (slika 2.2).

Pri dosedanjih izgradnji centrov je bilo ugotovljeno, da preverjanje vhodnih oz. posredovanih informacij ne moremo prepuščati računalniku, pač pa moramo imeti v centru primerne strokovnjake, ki zanesljivo obvladajo to delo.

Za področje strojne obdelave informacij je pogoj informacijski sistem. Na sliki 2.3 je prikazana struktura takega informacijskega sistema. Sestoji se iz štirih podsistemov — za komunikacije, upravljanje in kontrolo, shranjevanje podatkov, zbiranje podatkov in or-



Sl. 2.3. Struktura informacijskega sistema



ganizacijo kakor tudi vrednotenje. V banki podatkov so shranjeni urejeni podatki. Na drugi strani je hranilnik metodike, ki zajema programe za vrednotenje in programe za dokumentacijo ipd. Prek komunikacijskega sistema pa osebe oziroma uporabniki aktivirajo kontrolni in krmilni sistem centra.

Ob organizaciji informacijskega sistema se pojavlja tudi vprašanje izbire določene vrste računalnika. Na vsak način terja vsakršna izbira temeljito analizo s tehničnega, gospodarskega in organizacijskega vidika. Na splošno veljata dve varianti — veliki računalniški sistem, ki deluje na temelju časovne dodelitve, ali pa lastni manjši sistem. Dosedanje analize so se za sedanjostopnjo organizacije informacijskega sistema in medsystemske komunikacije nagibale v korist individualnih računalniških sistemov. Pri lastnih računalniških sistemih je v obdobju razvoja lastne notranje organizacije in organizacije komuniciranja z industrijskimi partnerji dosti lažje reševati problematiko, ki jo ima center [8, 9].

#### 2.4. Komuniciranje med centrom in industrijo

Kakor smo ugotovili že v prejšnjih poglavjih, potrebujejo proizvodni obrati vrsto najnovejših in preverjenih podatkov. Stalni problem je v informacijski vrzeli, ki se pojavlja med doseženo tehnologijo in njevo uporabo v industrijskih obratih (slika 2.4) [8, 5].

Z raziskavami izkoriščenosti obdelovalnih strojev in orodij v proizvodnih obratih smo ugotovili, da so tu velike rezerve. Te rezerve bi bilo mogoče uporabiti brez velikih naporov. Pogoj pa je v vrsti faktorjev, ki vplivajo na odrezovalni proces. Vplivnih faktorjev, ki se nanašajo na obdelovanec, tehnologijo in gospodarnost, ne moreta planer ali delavec na stroju natančno oceniti. Njihov vpliv se stalno spreminja in je zato tudi ocena težavnejša. Poleg tega za nove materiale dostikrat ni na voljo primernih in dovolj zanesljivih tehnoloških informacij. Te pomanjkljivosti v oceni se odražajo v prej preizkušnih kakor previsokih vrednostih glede na optimalne. Gospodarnost obdelave in produktivnost sta zato na manj ugodni strani.

Industriji potrebnih informacij pogostoma ne moremo dati. Posebej še pri razvoju novih izdelkov nastane časovna in količinska vrzel med iskanimi in razpoložljivimi tehnološkimi informacijami (slika 2.4). Za tehnološki razvoj so značilne naslednje faze: raziskave, razvoj, pilotska uporaba, razmnoževanje, uporaba in zamenjava. Popraševanje je največje takrat, ko se neka tehnologija pojavi v industrijski praksi. Ponudba tehnoloških informacij pa je največja šele takrat, ko popraševanje že upada.

Iz teh izjav izhaja, da moramo skrbeti tako za vsebinski del kakor tudi za primerno obliko posredovanja med centrom oz. banko podatkov in industrijskimi uporabniki tehnoloških informacij. Informacija

ima le majhno vrednost, če ni sporočena ljudem, ki jo potrebujejo.

Za posredovanje tehnoloških informacij imamo na voljo aktivni in pasivni način. Aktivna služba daje spodbudo in oskrbuje uporabnike s splošnimi informacijami, medtem ko daje pasivna služba informacije na sporočena vprašanja.

Kvalitetne podatke o obdelovalnosti je treba posredovati širokemu krogu industrije. Povezava z industrijo naj bo zasnovana predvsem na pisani besedi, da bi dosegli trajen vpliv in uporabnost. Temu so namenjene naslednje oblike:

- poročila o raziskovalnih projektih in nalogah,
- članki v strokovnih revijah,
- bilteni s tehnološkimi informacijami,
- priročnik obdelovalnih podatkov.

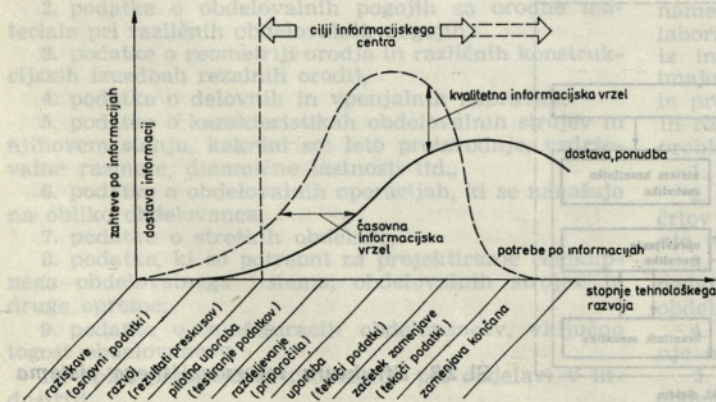
Poročila o raziskovalnih nalogah in strokovni članki so navadno usmerjeni na splošne vidike obdelovalne problematike, ne dajo pa neposrednega odgovora za čisto določeno problematiko. Zato mora tehnolog za svoje specifične potrebe izluščiti podatke iz poročil oz. jih prirediti potrebam. Le redko so poročila napisana tako, da bi reševala posebna vprašanja uporabnika ali skupine uporabnikov [10].

Bilteni in priročniki s tehnološkimi informacijami v znatni meri pomagajo tehnologu pri delu. Jasno je, da tudi ta oblika ne daje popolnega odgovora na množico posebnih problemov, ki se pojavljajo v proizvodnih obratih.

Potrebne so informacije za zadovoljevanje posebnih potreb obdelave — posebnih oblik obdelovancev, materialov, ki se težko obdelujejo, optimalnih pogojev obdelave, kvalitete površine itn. Poleg teh vrednosti potrebujemo tudi informacije, ki se nanašajo na omejitve pri obdelovalnih strojih, npr. o silah rezanja, vrtilnem momentu na delovnem vretenu, moči obdelovalnega stroja ipd. Vse te informacije so zelo razvejane in jih le težko izluščimo iz publikacij. V tem primeru uporabljamo pasivne oblike tehnoloških informacij. Informacijskemu centru za obdelovalne podatke postavljamo vprašanja, ki so natančno opredeljena za določene obdelovance ali skupino obdelovancev, obdelovani material, orodje in obdelovalni stroj.

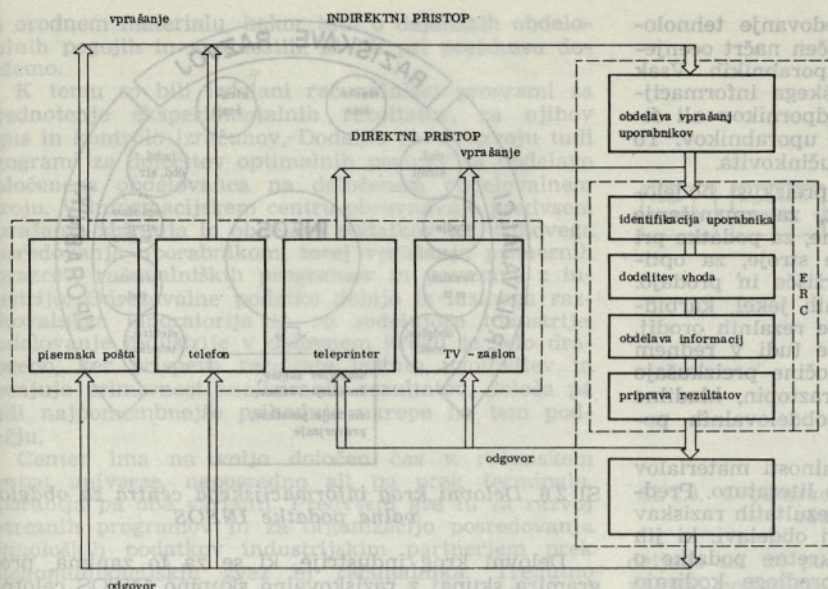
Pri pasivni obliki posredovanja informacij sta v osnovi dva načina prenosa informacij med uporabnikom in centrom, ki se ravnata po nujnosti časa za odgovor: neposredni in posredni pristop.

Pri posrednem pristopu uporabnik ne more sam aktivirati računalnika. Vprašanje lahko prosto oblikuje in ga pošlje informacijskemu centru. Da bi bila vprašanja nedvoumna in dane tudi vse potrebne informacije za pripravo odgovorov, imamo ustrezne vprašalnike. Izpolnjene vprašalnike pošljemo centru, s pisemsko pošto, strokovnjaki centra pa pripravijo vsebino za obdelavo na računalniku. Rezultate računalniške obdelave morajo zopet preverjati strokovnjaki



Sl. 2.4. Informacijska vrzel pri različnih stopnjah tehnologije in cilji informacijskega sistema





Sl. 2.5. Shema komunikiranja med centrom in uporabniki [8]

za obdelovalno tehnologijo in v posebnih primerih še nadalje precizirati, preden jih pošljejo uporabniku (sl. 2.5). Enako velja za nujna vprašanja, ko njihov prenos ne gre s pisemsko pošto, temveč po telefonu ali telexu.

Prednosti posrednega pristopa so naslednje:

- uporaba pisemske pošte ali telefona ne terja dragocenih naprav,
- stroški za prenos so majhni,
- vprašanj ni treba vnaprej prirediti za računalnik,

- uporabnik ne potrebuje računalniškega znanja,
- računalnik je sorazmerno manj zaseden.

Tem prednostim pa so nasprotne pomanjkljivosti:

- počasno prenašanje informacij s pisemsko pošto,
- velika možnost napak pri sporočilih po telefonu,
- pri vprašanjih, ki niso natančna, sledijo zamude zaradi popraševanj,

- uporabnik ne more takoj preverjati računalniških rezultatov,

- takojšnja informacijska obdelava ni mogoča,
- potrebno je več osebja v informacijskem centru.

Z neposrednim pristopom je prenos vprašanja in odgovora opravljen avtomatično. V tem primeru mora uporabnik imeti terminal, ki je lahko neposredno priključen na informacijski center. Pri obdelavi podatkov z neposrednim pristopom razlikujemo solastniško in souporabniško obliko delovanja.

Solastniški sistem deluje tako, da več uporabnikov hkrati rešuje podobne probleme z istim programom. Pri souporabniškem sistemu sodelujejo različni uporabniki z različnimi problemi tudi z različnimi programi. Souporabniški sistem je navadno v rabi pri velikih računalniških sistemih. Informacijski center lahko deluje prek obeh sistemov.

Neodvisno od uporabljenih vrste računalniškega sistema lahko osvetlimo prednosti in pomanjkljivosti obeh sistemov. Prednosti so:

- hiter prenos informacij,
- takojšnja kontrola računalniških rezultatov, pri čemer so mogoči še potrebni prijemi (dialog človek-stroj),

- kratek čas med vprašanjem in odgovorom,
- uporabnik ni odvisen od osebja informacijskega centra.

Tudi pri neposrednem pristopu so pomanjkljivosti, in sicer v naslednjem:

- imeti moramo na voljo računalniške terminale pri vseh sodelujočih uporabnikih,

- stroški prenosa informacij so veliki,
- uporabnik mora pravilno oblikovati vprašanja za RC,
- uporabnik mora imeti na voljo sodelavce, ki obvladajo potrebno programiranje,
- uporabnik mora rezultate oceniti sam in jih po potrebi prirediti za svojo problematiko,
- računalniški sistem je bolj zaseden,
- problem čakanja pri računalniku mora biti rešen optimalno.

Kateri način pristopa je ugodnejši, odločamo od primera do primera. Konkretne razmere je treba analizirati v vsakem primeru posebej in sklepati na podlagi take analize. Na splošno velja, da le v primeru večjih prihrankov v proizvodnji lahko zagovarjamo večje izdatke za neposredni pristop v računalnik [6, 7, 10, 3, 12, 13].

## 2.5. Delo nekaterih centrov v svetu

Omenili smo že, da je bilo v posameznih državah organiziranih mnogo informacijskih centrov. Njihova naloga je zbiranje tehnoloških informacij, obdelava in posredovanje industriji.

Potreba po organiziranju takih centrov se je posebno jasno pokazala z razvojem obdelovalne tehnologije, posebno še tiste, ki je povezana z računalniki. Za NC-obdelovalne stroje mora biti ekonomski učinek dela zelo zadovoljiv. Drug razlog, ki je vzpodbudil v veliki meri organizacijo informacijskih centrov in bank podatkov je bila konkurenčna sposobnost podjetij in njihov trud za dvig produktivnosti.

Metcut Research Ass., Cincinnati, ZDA, je organiziral center obdelovalnih podatkov (Machinability Data Center — MDC), ki ima široko, državno zasnovano z vrsto posebnih zadolžitve. V letu 1960 je Metcut začel z organizacijskimi pripravami. V oktobru 1964 pa je začel redno delovati informacijski center tehnoloških podatkov za letalsko industrijo, financiran pa je bil v tem obdobju od obrambnega ministrstva.

Center obdelovalnih podatkov (MDC) je zasnovan tako, da bi obdelava in posredovanje podatkov potekali prek računalnika. Delali naj bi z numerično banko podatkov, ki pa doslej še ni bila povsem realizirana. MDC se je prilagodil praktičnim zahtevam, upoštevajoč vse vidike začetne zasnove centra, da lahko danes zadošča potrebam industrije glede numeričnih vrednosti s področja obdelovalnosti. Po vrsti let delovnih izkušenj je danes v centru jasno, da mora vsak



dober projekt za pripravo ali posredovanje tehnoloških podatkov vključevati tudi praktičen načrt ocenjevanja učinkovitosti informacij pri uporabnikih. Vsak predlog ali načrt razvijanja tehnološkega informacijskega centra mora dobiti pomoč podpornikov ali financerjev, pogodbenih partnerjev in uporabnikov. To je dostikrat težavna pot, je pa zelo učinkovita.

V raziskave centra so vključeni preizkusi obdelovalnosti za povečano produktivnost, za zmanjšanje stroškov, za kontrolo kvalitete površine, za podatke pri NC-strojih in adaptivne obdelovalne stroje, za optimizacijo obdelovalnih pogojev, za tržišče in prodajo. Preizkušajo nova orodja iz hitroreznih jekel, karbidnih trdin ali keramike in druge vrste rezalnih orodij. Obdelovalnost različnih materialov je tudi v rednem programu preizkušanja. Hladilne tekočine preizkušajo glede na vrsto uporabljenega olja, raztopin, hladilne megle, prelivov ipd. pri različnih obdelovalnih pogojih.

Vzporedno z raziskavami obdelovalnosti materialov MDC sistematično zbira tudi ustrezno literaturo. Predvsem gre tu za znanstvene objave o rezultatih raziskav na področju obdelave, za napotke pri obdelavi, ki jih izdajajo proizvajalci orodja, za konkretne podatke o orodjih itd. Vse te informacijske predloge kodirajo tako, da jih lahko izbirajo prek računalnika. Tako je pristop k poljubni informaciji, ki je zbrana v MDC, zelo hiter.

Priročnik obdelovalnih podatkov (Machining Data Handbook) je obširno delo centra, ki ga je pripravil v lanskem letu. Obsega odrezovalne in brusilne vrednosti, ki so lahko tehnologu koristno napotilo za vse vrste operacij odvzemanja. Priročnik je bil pripravljen po raziskovalnih rezultatih mnogih laboratorijev, ki so bili v znatni meri preverjeni v industrijski praksi.

Drugo obširno področje raziskav v tej ustanovi je kakovost površin. Tu se analizira vpliv konvencionalnih in nekonvencionalnih obdelav, vključeno je posebno brušenje z majhnimi napetostmi za dele, ki so izdelani iz posebnih zlitin. Študije zajemajo vprašanja utrujenosti, napetostne porušitve in drugih lastnosti pri navadni in povišani temperaturi, upoštevajoč tudi korozijske pojave.

Trdnostne in metalografske raziskave obsegajo znaten delež delovnega programa. Trdnostne preizkuse opravljajo na zraku do temperature 1400 °C in v vakuumu do 2200 °C. Preizkusi utrujenosti materiala vključujejo natezne, upogibne in vzvojne obremenitve. Metalografske raziskave vključujejo analizo in razlago lomov ter mikrostrukturo. Predmet raziskav so: trdota, mikrotrdota, žilavost, korozija, napetostna korozija in eksperimentalna toplotna obdelava materialov.

Laboratorij je bogato opremljen za vse navedene preizkuse. Na voljo ima vrsto obdelovalnih strojev za standardne preizkuse obdelovalnosti, skupino strojev za preizkušanje konstrukcijskih delov z dinamičnimi obremenitvami, kompletno metalografsko opremo za optično in elektronsko mikroskopijo, rentgensko difrakcijsko napravo itd. Za vrednotenje eksperimentalnih rezultatov in za delo informacijskega centra je na voljo računalnik IBM 1130 z obsegom spomina 16 K [12, 13].

**INFOS** — Informationszentrum für Schnittwerte, Werkzeugmaschinenlabor RWTH — Aachen, Zvezna republika Nemčija

Kakor pove že naslov, je informacijski center INFOS posebna enota v okviru znanega laboratorija za obdelovalne stroje v Aachnu.

Osnovan je bil leta 1968, sestavljajo pa ga zastopniki železnar, izdelovalcev orodja, industrije obdelovalnih strojev in kovinske industrije, ki je uporabnik obdelovalnega in orodnega materiala (slika 2.6).



Sl. 2.6. Delovni krog informacijskega centra za obdelovalne podatke INFOS

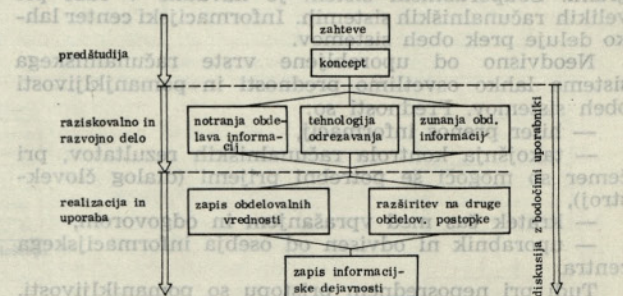
Delovni krog industrije, ki se za to zanima, programira skupaj z raziskovalno skupino INFOS celotno razvojno in raziskovalno delo informacijskega centra. Tako je mogoče doseči zelo učinkovito raziskovalno delo za potrebe neposrednih uporabnikov.

K organiziranju centra za odrezovalne podatke je veliko prispevala gospodarska potreba — zaradi konkurenčnosti. Pri stalno naraščajočih stroških poslovanja je bilo le s skrajšanjem obdelovalnih časov mogoče doseči zadovoljive izdelovalne rezultate. Zaradi tega je treba obdelovalne pogoje izbrati tako, da dosežemo optimalne rezultate glede na stroške in čas obdelave.

Zaradi teh in podobnih razlogov je bila sestavljena delovna skupina, ki je imela nalogo zbrati, obdelati in posredovati rezultate raziskav industrijskim uporabnikom. V prvi vrsti je bilo obravnavano struženje jekla in podobnih materialov. Pri zasnovi informacijskega centra za odrezovalne podatke je bila zadana trojna naloga (sl. 2.7):

- za interno obdelavo informacij ali predelavo informacij,
- za tehnologijo odrezavanja in
- za zunanje posredovanje podatkov.

Za začetek dela centra so bile zasnovane metode za zbiranje podatkov in oblikovani zbirni obrazci. Razvita sta bila dva obrazca. V prvem obrazcu so zajete vse trenutno znane veličine, ki vplivajo na odrezovalni proces. V drugem obrazcu je obseg podatkov skrčen na najnujnejše, vendar je še dovolj izčrpen za zanesljivo vrednotenje. Ta obrazec je namenjen predvsem industrijskim uporabnikom. V obrazcih so zbrane informacije o obdelovalnem materialu, obdelovalcu in njegovem vpetju, obdelovalnem stroju, o orodju



Sl. 2.7. Proces izgradnje informacijskega sistema za obdelovalne podatke



in orodnem materialu, kakor tudi o dejanskih obdelovalnih pogojih in vrednostih, ki jih pri preizkusu dosežemo.

K temu so bili izdelani računalniški programi za vrednotenje eksperimentalnih rezultatov, za njihov izpis in kontrolo izračunov. Dodatno so v razvoju tudi programi za določitev optimalnih pogojev za obdelavo določenega obdelovanca na določenem obdelovalnem stroju. V informacijskem centru obravnavajo predvsem vprašanja zbiranja in obdelave podatkov ter njihovega posredovanja uporabnikom, torej vprašanja primernih obrazcev, računalniških programov in povezave z industrijo. Odrezovalne podatke dobijo iz lastnega raziskovalnega laboratorija in od sodelujoče industrije. Sodelovanje industrije v delovnem krogu je zelo dragoceno, ker prispeva rezultate lastnih ugotovitev in ocenjuje primernost analiziranih rezultatov, določa pa tudi najpomembnejše prihodnje ukrepe na tem področju.

Center ima na voljo določen čas v računskem centru univerze, neposredno ali pa prek terminala, uporablja pa obe varianti. Predvsem gre tu za razvoj ustreznih programov in za organizacijo posredovanja tehnoloških podatkov industrijskim partnerjem prek telekomunikacijskih zvez in računalnika. Trenutno dela univerzitetni računski center le omejen čas, zaradi česar tudi izračunov ali informacij za določeno tehnologijo obdelave ni mogoče dobiti zunaj tega časa. V pripravi je velik informacijski sistem, ki bo zajemal tudi druge podatke o materialu, elementih, standardih ipd. Temu centru naj bi se priključil sistem tehnoloških podatkov (INFOS). Tako je zastavljen program izgradnje enotnega informacijskega centra za širši nemški industrijski kompleks, ki naj bi bil realiziran v prihodnjih letih [1, 5, 6, 7, 8, 9].

#### Servis za obdelovalne podatke na Japonskem

Naloge japonske industrije so usmerjene k racionalizaciji maloserijske proizvodnje in zmanjšanju ročnega dela v proizvodnih obratih. To je mogoče doseči z uvajanjem NC-obdelovalnih strojev in avtomatiziranih in integriranih obdelovalnih sistemov. Leta 1970 je začela japonska zveza za napredek strojne industrije s projektnim delom za postavitev Centra za obdelovalne podatke. Pri tem sodelujeta industrija in univerze.

Najprej je bila opravljena študija tujih informacijskih centrov in domačih privatnih servisov. Za ugotovitev potreb japonske industrije je bilo opravljenih nekaj obširnih raziskav z razdeljevanjem vprašalnikov in z obiski sodelavcev nastajajočega centra. Pri tem se je pokazalo, da so najbolj zaželenne informacije o optimalnih obdelovalnih pogojih, obratovni podatki, tehnično svetovanje in oskrba z literaturo.

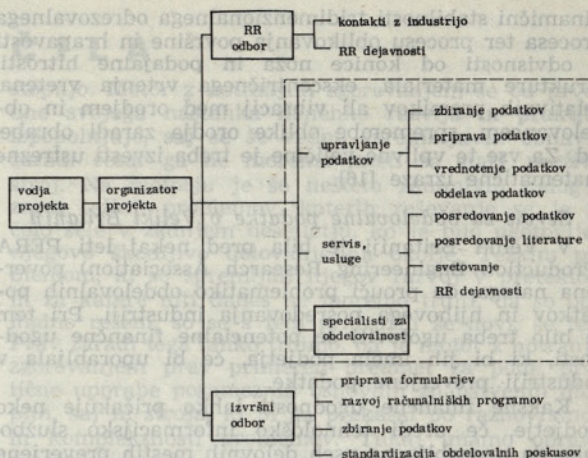
Na osnovi zbranih podatkov je bil organiziran center, katerega glavne naloge so:

- laboratorijski servis podatkov,
- delavniški servis podatkov,
- servis za literaturo,
- svetovanje.

Odločeno je tudi bilo, da bodo najprej začeli s sistematičnim raziskovalnim delom na področju struženja, nato freziranja, vrtnja in drugih obdelovalnih postopkov. Pripravljeni so bili obrazci za laboratorijske raziskave in za evidenco obrabe orodij v proizvodnih obratih.

Izvršni odbor centra pripravlja pregled tehnologov, ki bi bili pripravljeni sodelovati s centrom pri preverjanju pridobljenih rezultatov raziskav in za svetovalno službo v industriji. Shema organizacije je razvidna s slike 2.8.

Za nadaljnji razvoj dela v centru za obdelovalne podatke je treba opraviti različne osnovne raziskave obdelovalnosti, analizo obdelovalnih procesov in karakteristik obdelovalnih podatkov. Tekoče delo je raz-



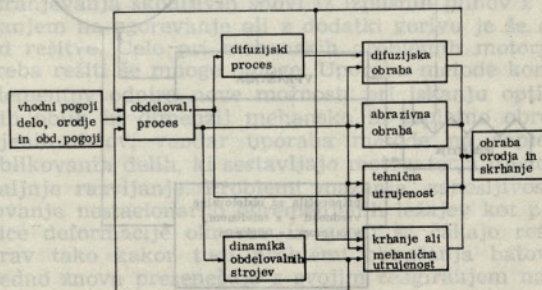
Sl. 2.8. Organizacija projektnega tima v centru za obdelovalne podatke [16]

deljeno na tri podskupine — pripravo banke obdelovalnih podatkov, študij odrezkov in obdelovalnost. Podskupina za banko obdelovalnih podatkov ugotavlja značaj statistične variance obdelovalnih podatkov pri različnih pogojih. Podskupina za študij odrezkov se ukvarja z geometričnim opisom različnih oblik odrezkov in analizo procesov nastanka odrezkov. Podskupina za obdelovalnost pa raziskuje vpliv sestave in strukture obdelovanega materiala na obdelovalnost (slika 2.9).

Preden je center začel z rednim delom, so morali preštudirati vrsto tehnoloških problemov, ki se nanašajo na vrednotenje in obdelavo podatkov. Prvič je treba pregledovati zbrane obdelovalne podatke, da bi izločili pomote ali napake pri zbiranju teh podatkov. Drugič lahko pri obilici podatkov, ki so popisani na evidenčnih formulirjih, izbiramo posamezne dele in jih preverjamo z računalnikom. Tretjič, če je mogoča analiza variance obdelovalnih podatkov, lahko s primernim računalniškim programom avtomatično izločimo vrednosti z ekstremnimi odstopanji. Za tako izločene vrednosti lahko ročno ugotavljamo vzroke odstopanja.

Priporočila za optimalne rezalne pogoje so med pomembnimi nalogami informacijskega centra. Optimalni obdelovalni pogoji so lahko izbrani za minimalne stroške ali obdelovalne čase z različnimi omejitvami, npr. z dopustno silo rezanja in močjo, z delom brez vibracij, z rezalnim robom orodja brez nastavka, z maksimalnim in minimalnim podajanjem ter maksimalno in minimalno vrtilno hitrostjo. Nadalje je treba pri vsaki vrednosti, ki smo jo dobili s statističnim vrednotenjem, upoštevati npr. 95-odstotno zanesljivost.

In prihodnje delo centra? Pokrivanje velikega števila obdelovalnih materialov in orodij s podatki o obdelovalnosti z različnimi obdelovalnimi postopki, o



Sl. 2.9. Razdelitev raziskovalnega dela za informacijski sistem



dinamični stabilnosti tridimenzionalnega odrezovalnega procesa ter procesu oblikovanja površine in hrapavosti v odvisnosti od konice noža in podajalne hitrosti, strukture materiala, ekscentričnega vrtenja vretena, relativnih premikov ali vibracij med orodjem in obdelovancem, spremembe oblike orodja zaradi obrabe, itd. Za vse te vplivne veličine je treba izvesti ustrezne matematične izraze [16].

#### Servis za obdelovalne podatke v Veliki Britaniji

V Veliki Britaniji je bila pred nekaj leti PERA (Production Engineering Research Association) poverjena naloga, da prouči problematiko obdelovalnih podatkov in njihovega posredovanja industriji. Pri tem je bilo treba ugotoviti še potencialne finančne ugodnosti, ki bi jih imela podjetja, če bi uporabljala v industriji preverjene podatke.

Kakšne finančne ugodnosti lahko pričakuje neko podjetje, če uredi tehnološko informacijsko službo, tako da uporablja na vseh delovnih mestih preverjene obdelovalne podatke in po kriteriju minimalnih stroškov? Med omenjeno študijo je bilo ugotovljeno, da lahko britanska industrija pričakuje 71 milijonov funtov prihrankov letno. To pomeni v poprečju 8 odstotkov prihrankov pri obdelovalnih stroških, kar bi bilo 4000 funkov prihrankov na leto za tipično podjetje, ki ima 25 obdelovalnih strojev [3].

Študija je pokazala, da so izredne razlike pri obdelavi med podjetji, pa tudi med delovnimi mesti. Nekatera podjetja so že v preteklosti uporabljala visoko stopnjo obdelave in bodo dosegla le posamezne izboljšave, na drugi strani pa so podjetja, ki sploh še niso sistematično uporabljala obdelovalnih podatkov.

Servis za obdelovalne podatke potrebuje za svoje redno delo:

1. vir podatkov,
2. sistem za obdelavo podatkov, ki je tako organiziran, da dobimo za vsak primer najboljšo rešitev.

Študija, ki jo je opravila PERA, je pokazala, da terja industrija obdelovalne podatke, ki so bili preizkušeni v delavniški praksi, in ne takih iz splošnih priročnikov. Večina teh podatkov izhaja iz same in-

dustrije. To so dejansko povratna informacija o rezultatih raziskav v raziskovalnih organizacijah. Tako je bilo preverjenih prek 10.000 podatkov in vloženih v banko podatkov (slika 2.10).

Izkušnje so pokazale, da so v večini primerov vprašanja iz industrije nujna. Odgovore lahko dajemo tako, da imamo hiter pristop k želenim informacijam prek računalnika. Odprto ostane vprašanje velikih razlik pogojev v delavniški praksi. Zato mora vsako vprašanje analizirati izkušen tehnolog in preštudirati računalniške rezultate, tako da dobi naročnik preverjene obdelovalne vrednosti.

Ceprav večina podjetij sprejema obdelovalne podatke iz servisa, je še mnogo dejavnikov, ki bi lahko omajali uporabo podatkov iz nekega centra. Najpomembnejše je zaupanje v dobljene podatke kakor tudi v organizacijo, ki jih daje. Poprejšnje izkušnje s svetovanjem pri obdelavi so pokazale, da je najboljša pot za pridobitev zaupanja v pomoči pri reševanju obdelovalnih problemov.

Glavna vprašanja, ki jih mora center upoštevati pri uporabi, so:

1. naključne razlike obdelovalnih lastnosti obdelovanih materialov,
2. razlike v togosti obdelovalnega stroja in orodja ter obdelovanca,
3. starost in stanje obdelovalnega stroja,
4. medsebojno razmerje časov za delo z obdelovancem in materialom ter časom za nastavljanje in obdelavo.

Po potrebi se obdelovalne vrednosti lahko hitro dobijo prek računalnika. Vendar v primeru, ko se mora sistem vzdrževati z opravljenimi uslugami, nastane vprašanje primerne cenvite teh uslug s plačevanjem.

PERA je organizirala tako imenovani klub za obdelovalne podatke kjer posamezna podjetja prispevajo deleže, s katerimi si pridobijo pravico do uporabe obdelovalnih podatkov. Na voljo sta dve vrsti uslug:

- a) Naročnikom redno dostavljajo mesečne biltene s posebej pripravljenimi obdelovalnimi podatki, ki jih je mogoče vlagati v ustrezne mape. Tako nastaja postopoma PERA priročnik za obdelovalne podatke.
- b) Omejen pristop k PERA servisu za obdelovalne podatke, kjer lahko podjetja zahtevajo podatke za posebne obdelovalne primere.

Če naročnik v biltenih ne najde želenih podatkov, jih zahteva od PERA kluba za obdelovalne podatke. V primeru, da PERA v svoji banki podatkov nima delavniško preverjenih podatkov, bo predlagala uporabo orodij in obdelovalnih vrednosti, ki so bila uporabljena pri podobnih problemih. Če predlog ne uspe, rešuje PERA problem z izvedbo preizkusov obdelovalnosti ali z neposredno pomočjo industrijskemu partnerju pri reševanju obdelovalnega problema.

Druga zadeva je skrb za tekoče obnavljanje priročnika. Če dobi center nove preverjene podatke, ki so ugotovljeni s preizkusi obdelovalnosti ali v proizvodnih obratih, zamenja obstoječe podatke z novim biltenom.

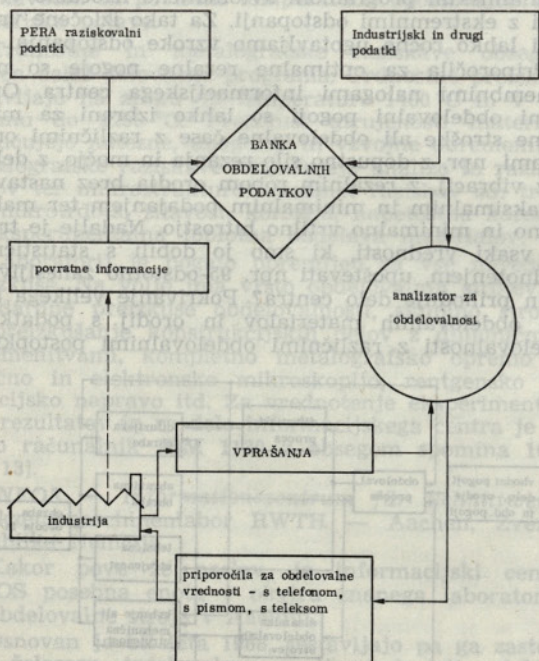
Iz navedenega lahko sklepamo, da je ta center usmerjen predvsem na posredovanje obdelovalnih podatkov. Eksperimentalno delo je v samem delovanju centra le malo zastopano. Tudi na problematiki računalniške opreme za doseg optimalnih pogojev ali podobnih problemov ne delajo v okviru kluba [3, 4, 10].

#### LITERATURA

(Podatki o literaturi bodo objavljeni v celoti na koncu članka — v prihodnji številki.)

(Nadaljevanje in konec prihodnjici)

Avtorjev naslov: dr. mag. ing. Zoran Seljak,  
Fakulteta za strojništvo  
Univerze v Ljubljani



Sl. 2.10. Organizacija PERA-servisa za obdelovalne podatke