OCENA INFORMACIJSKE ŠKODE STROŠKOVNO IN DOHODKOVNO TRANSFORMIRANIH PROIZVODNIH SISTEMOV

INFORMATICA 1/89

Deskriptorji: PROIZVODNJA, ORGANIZACIJA, VODENJE, MODELIRANJE, STROŠEK, DOHODEK

Viljem Rupnik
Reboljeva 16, Ljubljana

Modeliranje proizvodnih struktur je še posebej občutljivo na kriterij modeliranja. Tu obravnavamo stroškovni in dohodkovni kriterij za meritve uspešnosti delovanja proizvodnega sistema in njun vpliv na izgubo informacij, pomembnih za upravljanje.

1. Uvod

Na področju organizacije in vodenja proizvodnje poznamo zelo pestro množico modelov, ki so (vsaj v praksi) pretežno statične narave in ki kljub morebitni visoki parametrizaciji zaradi svoje arhitekture spravljajo v zadrego, ko želimo doseči največji možni sinergetski efekt tako pri planiranju, kakor tudi pri upravljanju proizvodnih procesov. Ta primanjkljaj sinergetske mase - kot se da pokazati - je še najmočnejši pri operativnih oblikah upravljanja, manj pa pri taktičnih verzijah modelov proizvodnih sistemov, kjer se ta defekt izgubi oziroma preglasi z razponom možne disperzije, ki jo povzroča slučajnostni značaj pogojev delovanja proizvodnega sistema predvsem v njegovi okolici. Naravna se zdi zahteva po ločeni "odgovornosti" ekonomista od "odgovornosti" tehnika, zato je smiselna takšna gradnja modelov proizvodnih sistemov, ki so zlahka dostopni za različne vrednostne transformacije, kot so npr. stroškovne in dohodkovne transformacije. V dosedanji literaturi, še bolj pa v praksi, prevladujejo modeli, ki so mešanega tipa, torej vsebujejo tako tehnične in tehnološke kot tudi ekonomske kategorije kot konstituante v istem modelu, pri tem pa je redkokdaj ločljiva ena množica konstituant od druge na način, ki bi omogočal preproste razumljive preslikave.

Da bi ocenili informacijske izgube, ki nastanejo pri prehodu modela proizvodnega sistema v "naturalni" obliki v vrednostno obliko modela, predpostavimo poljubni proizvodni sistem, ki naj bo po svoji naravi dinamični sistem ter sintetizirane oblike glede na posamične proizvodne podsisteme (npr. stroškovna mesta). Za tako oblikovani model proizvodnega sistema lahko uporabimo rezultate o njegovi multikriterialni upravljivosti (/1/). Znano je namreč, da praksa zahteva že v tehnološki sferi optimizacijo proizvodnih sistemov po več kriterijih hkrati. Eksistenčni izreki multikriterialne upravljivosti dinamičnega modela splošnega proizvodnega sistema

$$\hat{S}_\Sigma = (S_o, S_1, \ldots, S_s; R, \Phi_\Sigma) \qquad (1)$$

slonijo na razmeroma ostrih lastnostih posameznih informacijskih razredov, vendar ne tako težko izpolnjivih, da se ne bi potrudili zanje v zameno za optimalnost, ki daleč presega koncepcijo neparetovske optimalnosti. Zgoraj pomenijo $S_1, \ldots, S_s$ proizvodne podsisteme, od katerih je S_o okolica proizvodnega sistema, R pomeni množico binarnih, triadnih, itd. relacij med podsistemi $S_1, \ldots, S_s$, Φ_Σ pa je operator upravljanja dinamičnega sistema v multikriterialnem prostoru upravljalskih kriterijev. Glede na /1/ natanko vemo, kdaj je tak proizvodni sistem popolno in hkrati polno upravljiv na danem upravljalskem horizontu T; podali smo tudi pogoje absolutne in enakomerne upravljivosti kot tisto zaostritev polne upravljivosti, ki jo terjajo proizvodni sistemi, ki jih moramo upravljati v realnem času (procesna kontrola). Dovolj bo, da matematičnemu sistemu (1) dopustimo kalmanovsko naravo, saj ta zelo visoko prekriva večino proizvodnih sistemov, ki so hibridi končne množice elementarnih tehnoloških procesov in operacij. Opozoriti pa je treba, da takrat, ko proizvodni sistem (1) oklenemo z organizacijskim sistemom, predpostavka o kalmanovski naravi sistema (1) ne zadošča več. To velja toliko bolj za oba sistema, tj. proizvodni in organizacijski sistem (za katere se da ne tako enostavno dokazati, da organizacijski sistem vsebuje proizvodni sistem in ne narobe). Toda oblikovanje poslovnega sistema terja še dve inkluziji: objem pravkar zgrajenega tandema s strani informacijskega sistema in objem vseh treh v upravljalski sistem. Pri določenih sistemskih lastnostih lahko tako dobljeno četverico obravnavamo kot poslovni sistem. Zanj se da uvideti, da je njegova matematična struktura mnogo bolj zahtevna (/2/) kot pa je matematična struktura, ki smo jo privzeli za (1).

Oznaka proizvodnega sistema (1) kot "naturalnega" modela je opravičena z lastnostjo, da so vsi inputi kot tudi outputi nevrednostne dimenzije, medtem ko operator upravljanja Φ_Σ lahko vsebuje tudi kakšno vrednostno kategorijo kot kriterij upravljanja. Vrednostna transformacija, kot sta npr. stroškovna, dohodkovna, prihodkovna in druge, je definirana kot tista transformacija, ki obravnava vrednostne inpute in outpute, pri čemer z izrazom "vrednost" označujemo poljubno vrednost v najširšem pomenu besede (korist, "benefit"). Preden se lotimo ocene informacijskih izgub, ki jih s seboj prinašata dve najbolj pogosti vrednostni transformaciji, tj. stroškovna in dohodkovna transformacija proizvodnega sistema (1), povzemimo peterico izrekov v (/1/) s tem, da navedemo osnovni izrek o zadostnem pogoju terminalne multikriterialne upravljivosti:

Proizvodni sistem $\hat{S}_\Sigma$ z vektorskim kriterijem

($\hat{\phi}_\Sigma$) in omejenim normiranim vektorskim prostorom upravljanja U_Σ kot komutativnima grupama, z monoidnim prostorom običajnih vhodov $\overline{X}_\Sigma$, operatorjem $\hat{\phi}_\Sigma$, ki je aditivno separabilen glede na $\overline{X}_\Sigma$ in U_Σ v smislu

$$\forall\, x,u:\ \hat{\phi}_\Sigma = \hat{\phi}_{\Sigma(1)}(t,\, x_\Sigma(t)) + \hat{\phi}_{\Sigma(2)}(t,\, u_\Sigma(t))$$

in ki je aditivno homomorfen z ozirom na $u_\Sigma(t)$ v smislu

$$\hat{\phi}_\Sigma(\cdot,u_{\Sigma 1}(t) + u_{\Sigma 2}(t)) = \hat{\phi}_{\Sigma(2)}(\cdot,u_{\Sigma 1}(t)) + $$
$$+ \hat{\phi}_{\Sigma(2)}(\cdot,u_{\Sigma 2}(t))$$

je na Δ - popolnoma upravljiv in na T polno upravljiv, če je

1) $\hat{S}_\Sigma$ popolnoma upravljiv na

$$\Delta \hat{\mathfrak{K}}\Big|_{U'_\Sigma} = \hat{\phi}_\Sigma(T,\, \overline{X}_\Sigma,\, U'_\Sigma),\quad \exists U'_\Sigma \subset U_\Sigma,\ U'_\Sigma \neq \emptyset$$

2) če velja

$$\Delta\, \hat{\mathfrak{K}} = \bigcap_{u_\Sigma \in U_\Sigma} \mathfrak{K}\, \{\hat{\phi}_\Sigma(T,\, \overline{X}_\Sigma, \{u_\Sigma\}\}$$

Pri tem naj spomnimo, da popolna upravljivost pomeni upravljivost glede na vse izbrane kriterije istočasno in da ta upravljivost ne dopušča paretovskega kompromisa. Opozarjamo tudi, da je naloga, oceniti informacijsko škodo zaradi transformacije (1) na stroškovno in dohodkovno izražene konstituante proizvodnega sistema, precej ožja od naloge, oceniti upravljalsko škodo, ki utegne nastati pri kakšni drugi transformaciji. Naša naloga torej pomeni napor, ugotoviti, ali stroškovna in dohodkovna transformacija vplivata na definicijske prostore proizvodnega sistema (1). Pri tem se bomo zaradi obsežnosti problematike informacijskih izgub, ki nastanejo zaradi dimenzijske redukcije proizvodnega sistema (1), popolnoma izognili vprašanjem reducibilnosti tega sistema in jih obravnavali kdaj drugič.

2. Stroškovne in dohodkovne transformacije proizvodnega sistema

Med najrazličnejšimi vrednostnimi transformacijami proizvodnega sistema (1) si oglejmo dohodkovno in stroškovno transformacijo posameznih ali celo vseh naturalnih konstituant modela proizvodnega sistema (1). Predpostavimo, da je $\hat{S}_\Sigma$ dimenzijsko nereduciran in si najprej oglejmo prostor običajnih vhodov $X_\Sigma =$ $= (X_{\Sigma\rho},\, X_{\Sigma\chi},\, X_{\Sigma\omega})$, kjer pomeni $X_{\Sigma\rho}$ podprostor neinformacijskih vhodov (proizvodni materiali, energija itd.), $X_{\Sigma\chi}$ podprostor karakteristik nematerialnega vhoda in $X_{\Sigma\omega}$ podprostor informacijskih vhodov v informacijski sistem (1). Na te podprostore uporabimo naslednje stroškovne transformacije

$$\begin{aligned} &X_{\Sigma\rho} \xrightarrow{C_\rho^{(x)}} \tilde{X}^{(c)}_{\Sigma\rho} \\ &X_{\Sigma\chi} \xrightarrow{C_\chi^{(x)}} \tilde{X}^{(c)}_{\Sigma\chi} \\ &X_{\Sigma\omega} \xrightarrow{C_\omega^{(x)}} \tilde{X}^{(c)}_{\Sigma\omega} \end{aligned} \qquad (1)$$

kjer npr. operator $C_\rho^{(x)}$ zavisi o cenovnih parametrih na nabavnem tržišču (npr. materialov). Pri tem v splošnem pričakujemo $C_\rho^{(x)} =$ $= C_\rho^{(x)}\left[C_\omega^{(x)},\, X_{\hat{\chi}}^{(x)}\right]$ in ta transformacija vedno eksistira, če $\hat{S}_\Sigma$ deluje kot samostojna proizvodna celota, ki komunicira z okolico. Ker se lastnosti X_χ posredno izražajo preko nabavnih cen za X_ρ, imamo običajno $C_\chi^{(x)} \equiv 0$; vendar pa je v splošnem $C_\omega^{(x)} \neq 0$. Naslonimo se na rezultate iz (/2/) o načinu sinteze posameznih proizvodnih podsistemov S_i, $\forall i$. Proizvodnemu sistemu tako vedno lahko najdemo totalni primarni običajni vhod $X_\Sigma = \overset{s}{\underset{k}{\pi}} X_k/Y^{(x)}$; temu glede na (1) pripada stroškovno transformirani prostor

$$X_\Sigma = \overset{s}{\underset{k}{\pi}}\, X_k/Y^{(x)} \qquad (2)$$

ki je <u>stroškovni totalni primarni običajni vhod</u> za S_Σ s strukturo $X_\Sigma = (X_{\Sigma\rho},\, 0,\, X_{\Sigma\omega})'$. Tako smemo predpostaviti $C_\Sigma^{(x)} = (C_\rho^{(x)},\, 0,\, C_\omega^{(x)}$ in imamo spet

$$X_\Sigma \xrightarrow{C_\Sigma^{(x)}} \tilde{X}_\Sigma \qquad (3)$$

kot osnovno stroškovno transformacijo proizvodnega sistema S_Σ.

Za stroškovni transformat (rezultat transformacije, ki pripada totalnemu navadnemu sekundarnemu izhodu $Y^{(x)}$, moramo dovoliti obstoj operatorja kot kompozitum operatorja $C^{(u)}$ z lastnostjo

$$U_k \xrightarrow{C_k^{(u)}} \tilde{U}_k \qquad (4)$$

in imamo s tem

$$\overline{X}_{kj} \xrightarrow{C_{kj}^{(\overline{x})}} \tilde{\overline{X}}_{kj} \qquad (5)$$

ter je $C_{kj}^{(\overline{x})} = (C_{kj}^{(u)},\, C_{kj}^{(x)})$

stroškovna transformacija navadnega in upravljalskega vhoda v proizvodni sistem. V poslovnem svetu velja načelo, da se vrednost ne sme izgubljati, zato to načelo - imenovano načelo kompenzacije - določa identiteto $Z_\chi \equiv 0$, $Y_{jk} \equiv \overline{X}_{kj}$. Po definiciji celotnega izhoda iz S_Σ pa imamo sedaj

$$\overset{s-1}{\underset{k}{\pi}}\, Y_{jk} = \overset{s-1}{\underset{k}{\pi}}\, (Y_{jk}^{(x)} \times X_{jk}^{(u)}) \subset Y_j \qquad (6)$$

kjer so $Y_{jk}^{(x)}$, $Y_{jk}^{(u)}$ in Y_j stroškovni transformati prostorov $Y_{jk}^{(x)}$, $Y_{jk}^{(u)}$ in Y_j. Na tem mestu seveda še nismo ugotovili, ali ustrezni stroškovni operatorji sploh obstajajo. Iz (6) sledi, da je $Y_{jk}^{(x)}$ <u>stroškovni navadni sekundarni vhod</u>, ki ga generira podsistem S_j; za celotni proizvodni sistem pa imamo

$$\overset{s}{\underset{j}{\pi}}\ \overset{s-1}{\underset{k}{\pi}}\ Y_{jk}^{(x)} = Y^{(x)} \qquad (7)$$

<u>kot totalni stroškovni navadni sekundarni vhod</u>

za S_Σ. Glede na rezultate v /2/ pa lahko sklepamo, da stroškovni operatorji, ki se nanašajo na sekundarne vhode, ne zavisijo samo od nabavnih cen, temveč tudi od operatorjev tipa G (operatorji outputov) in relacije R med podsistemi S_j. Ker operatorji G_j zavisijo od prostora stanj Z_j v vsakem podsistemu, si najprej oglejmo stroškovne transformacije

$$\begin{aligned} Z_{\Sigma\rho} &\xrightarrow{C_\rho^{(z)}} \tilde{Z}_{\Sigma\rho} \\ Z_{\Sigma\chi} &\xrightarrow{C_\chi^{(z)}} \tilde{Z}_{\Sigma\chi} \\ Z_{\Sigma s} &\xrightarrow{C_s^{(z)}} \tilde{Z}_{\Sigma s} \end{aligned} \qquad (8)$$

in ki torej stroškovno izražajo stanje proizvodnega sistema (npr. revalorizirana neodpisana vrednost osnovnih sredstev, ki še "čaka" za vkalkulacijo v stroške bodoče proizvodnje). Pri tem $C_\rho^{(z)}$ pomeni kompozitum za posamične S_j, $j=1,\ldots,s$, tako kot prej. Za proizvodni podsistem S_j npr. $Z_{j\rho}$ vsebuje vsa možna stanja v pogledu cepitve materialnih tokov tako znotraj S_j kot tudi med njimi. V prvem primeru $Z_{j\rho}$ c $Z_{\Sigma\rho}$ učinkuje preko G_j na y_j pa je zato ustrezna stroškovna transformacija sposobna vključevati posledice takšnih dogajanj za y_j kot stroškovni transformat vektorskega outputa y_j proizvodnega podsistema S_j. V drugem primeru $Z_{\Sigma\rho}$ sodeluje pri oblikovanju medfaznih transformatov, tj. stroškovnih izrazov notranje navadne emisije Y_{jk}, kar pomeni, da zaradi $Z_{\Sigma\rho} \neq 0$ načelo kompenzacije dobi naslednjo obliko

$$\begin{aligned} \tilde{Y}_{kj} = \tilde{\bar{X}}_{kj} &+ C^{(z)}_{\rho,kj}\,(Z_{\rho,kj}) + \\ &+ C^{(z)}_{\chi,kj}\,(Z_{\chi,kj}) + C^{(z)}_{s,kj}\,(Z_{s,kj}) \end{aligned} \qquad (9)$$

Tako lahko sedaj stroškovni princip kompenzacije izrazimo krajše

$$\tilde{Y}_{kj} = \tilde{\bar{X}}_{kj} + \left[C^{(z)}_{\rho,kj},\ C^{(z)}_{\chi,kj},\ C^{(z)}_{s,kj}\right] \begin{bmatrix} R_{\rho,kj}(\bar{X}_{kj}) \\ R_{\chi,kj}(\bar{X}_{kj}) \\ R_{s,kj}(\bar{X}_{kj}) \end{bmatrix} \qquad (9')$$

Diskusija trojice stroškovnih operatorjev izhaja iz same definicije prostorov $Z_{\Sigma\rho}$, $Z_{\Sigma\chi}$ in $Z_{\Sigma s}$. Tako se $C^{(z)}_{\rho,kj}$ definira kot enotna projekcija stroškov transporta izhoda $\bar{X}_{kj}$ od S_k k S_j, kar pomeni, da je ta projekcija stroškovni parameter povsem internega značaja. Podobno se pri $C^{(z)}_{\chi,kj}$ definirajo enotne projekcije stroškov, ki povzročajo procesne lastnosti proizvodnega sistema na relaciji od S_k k S_j. Kar zadeva transformacijo $C^{(z)}_{s,kj} : Z_{s,kj} \to \tilde{Z}_{s,kj}$, velja opozoriti na naslednji problem. V prostor Z_s spadajo fizikalne lastnosti osnovnih sredstev, naprav itd., izražene z njihovimi projekcijami na čas. Zato se $C_s^{(z)}$ definira s projekcijo kontingenčne cene na življenjski horizont materialnega substrata takšnega elementa; nabavna vrednost npr. se projecira na življenjsko dobo neke naprave. Tako torej $C_s^{(z)}$ skupek "cen" odnosno stroškov vzdrževanja eksistenčnih lastnosti materialnih tokov (vhodov, izhodov in vmesnih produktov) med proizvodnimi podsistemi.

Stroškovne transformacije izhodov Y_{kj} v $\tilde{Y}_{kj}$ so s tem v celoti opravljene s pomočjo operatorja $C^{(z)}_{kj} = (C^{(z)}_{\rho,kj}, \ldots)$. Z uporabo preslikav $Y^{(x)}_{kj} \to \tilde{Y}^{(x)}_{kj}$, $\forall k$ in uporabo zaporedja operatorjev tipa $C_\Sigma^{(x)}$, $C_\Sigma^{(z)}$ in $C_\Sigma^{(u)}$ smo našli

$$\begin{aligned} &Y^{(x)}_{kj} \longrightarrow \tilde{Y}^{(x)}_{kj} && k=1,\ldots,s \\ &Y^{(u)}_{kj} \longrightarrow \tilde{Y}^{(u)}_{kj} && k=0,\ldots,s \qquad j=1,\ldots,s \\ &Y_j \longrightarrow \tilde{Y}_j \end{aligned}$$

kar vodi k stroškovnim transformacijam

$$Y^{(x)}_{j_o} \longrightarrow \tilde{Y}^{(x)}_{j_o} \quad \text{oziroma} \quad Y^{(u)}_{j_o} \longrightarrow \tilde{Y}^{(u)}_{j_o} \qquad (10)$$

kar pomeni, da smo našli stroškovne transformate totalnega navadnega izhoda in totalnega upravljalskega izhoda za vsak proizvodni podsistem S_j. Sedaj je možna tudi stroškovna transformacija

$$U_\Sigma \to \tilde{U}_\Sigma^{(c)} = \overset{s}{\underset{k}{\pi}} \tilde{U}_\Sigma^{(c)} \,/\, \tilde{Y}^{(u)} \qquad (11)$$

kar pomeni, da poznamo tudi totalni stroškovni primarni upravljalski vhod, medtem ko je totalni stroškovni sekundarni upravljalski vhod vključen v $\bar{X}_\Sigma$.

Da bi dobili popoln stroškovni obračun procesov v proizvodnem sistemu, moramo podvreči stroškovni transformaciji tudi vse izhode. V ta namen moramo osvetliti obstoj $\tilde{Y}_j$, $\forall j$. Predvsem pričakujemo naslednje implikacije $Y_{j\rho} \neq 0 \Rightarrow \tilde{Y}^{(c)}_{j\rho} \neq 0$, $\tilde{Y}_{j\omega} \neq 0 \Rightarrow Y_{j\omega} \neq 0$. V splošnem lahko rezultat "ostroškovanja" izrazimo kot $\tilde{Y}_j = \tilde{Y}_{j\rho} + \tilde{Y}_{j\chi}$, kajti stroški, ki imajo svoj "izvor" v lastnostih materialnih vhodov, dodatno obremenjujejo stroške "proizvodnje" totalnega izhoda. Vendar pa redkeje lahko pričakujemo eksplicitno poznavanje $Y_{j\chi}$, ker stroške izhodov proizvodnega sistema ne zajemamo istočasno kot za materialni substrat izhoda in pa njegove lastnosti kot posledice sistemskih izhodov. Zaradi preglednosti lahko v nadaljnjem povzamemo kar $\tilde{Y}_{j\chi} = 0$ oziroma $\tilde{Y}_{j\rho} + \tilde{Y}_{j\chi} = \tilde{Y}_{j\rho}$, odkoder sledi

$$\begin{aligned} \tilde{y}_j &= G_j\left[t,\ t_o,\ C_j^{(z)} z(t_o),\ (t,\ C_j^{(x)} x(t),\ C_j^{(u)} u(t))\right]_{[t_o,t)} \\ &= (C_j^{(z)},\ C_j^{(x)},\ C_j^{(u)})\ G_j\left[t, t_o, z(t_o), (t,x,u)_{[t_o,t)}\right] = \\ &= \tilde{G}_j\,[\cdot] \end{aligned} \qquad (12)$$

če le poznamo operator izhoda G_j in stroškovne transformacije na desni strani v (12). Tako smo ugotovili, da so za poznavanje stroškovnega transformata y_j potrebne vse stroškovne transformacije upravljalskega vhoda, običajno vhoda in stanja, kar lahko zapišemo takole

$$G_j \xrightarrow{c_j^{(x)},\ c_j^{(u)},\ c_j^{(z)}} \tilde{G}_j$$

Podobno se lahko prepričamo tudi o transformaciji $H_j \longrightarrow \tilde{H}_j$ preko istih stroškovnih transformacij.

V celoti smo našli stroškovne transformacije in sicer: za totalni stroškovni navadni primarni in sekundarni vhod, za totalni stroškovni upravljalski primarni in sekundarni vhod in za totalni stroškovni upravljalski in navadni izhod. Na kratko zapišemo $C_\Sigma = (C_\Sigma^{(x)}, C_\Sigma^{(z)}, C_\Sigma^{(u)})$, s tem pa stroškovno izražena operatorja prehoda stanj v sistemu in izhoda iz sistema $\tilde{G}_j = C_\Sigma G_j$ in $\tilde{H}_j = C_\Sigma H_j$ omogočata, da je definicijsko področje stroškovno transformiranega proizvodnega sistema

$$\mathcal{D}(\hat{S}_{\Sigma,c_\Sigma}) = \{(X_k, Z_k, Y_k) \in S_k,\ k=0,\ldots,s,(R,\ C_\Sigma)\} =$$
$$= \{(\bar{X}_{kj}, Y_{kj}, Z_{kj}), (Z_k, Z_j), Y_{j_o}^{(u)}, Y_{j_o}^{(x)};$$
$$k,j = 0,\ldots,s;\ X_\Sigma,\ U_\Sigma\}$$

oziroma da smo prišli na stroškovno transformirani proizvodni sistem (stroškovno-proizvodni transformat)

$$\hat{S}_{\Sigma,c_\Sigma} = \{S_o, S_1, \ldots, S_s; R, C_\Sigma, \hat{\phi}_\Sigma\} \qquad (13)$$

Tako smo torej spoznali, da je stroškovna transformacija definirana v načelu nad celotno množico definicijskih prostorov proizvodnega sistema (1), da pa so oblike takšne transformacije le prostori, katerih število je manjše od števila definicijskih prostorov prvotnega sistema. Sistem (13) ima torej manjše informacijsko bogastvo, čeprav se na tem omejenem prostoru ni mogoče lotiti obsežnega razmišljanja o posledicah zmanjšanega informacijskega ozadja na upravljivost sistema $\hat{S}_{\Sigma,c_\Sigma}$, vendarle že vidimo, da je zaradi obstoja $\{\tilde{H}_k\}$ in $\{\tilde{G}_k\}$ stroškovno transformirani sistem $\hat{S}_{\Sigma,c_\Sigma}$ upravljiv na isti način kot so upravljivi vsak S_j posebej. Dalje, stroškovni operator C_Σ v $\hat{S}_{\Sigma,c_\Sigma}$ definira množico $\phi_1,\ldots,\phi_s$ funkcionalov s stroškovno dimenzijo; takšno naravo pričakujemo tudi od $\phi_\Sigma(\phi_1,\ldots,\phi_s)$. Odtod pa vidimo, da ostane definicija upravljivosti stroškovno-proizvodnega sistema (13) ista kot v primeru (1). Vendar pa nas specifikacija definicijskih področij za $\phi_1,\ldots,\phi_s$ vodi do vprašanja upravljivosti $\hat{S}_{\Sigma,c_\Sigma}$ glede na

a) X_Σ, Z_Σ, Y_Σ, U_Σ pri C_Σ = const ;

b) vsaj en stroškovni transformat izmed X_Σ, Z_Σ, Y_Σ, U_Σ ;

c) C_Σ kot prostor kontrolnih parametrov.

S tem pa smo pripravili tla za študij upravljivosti poljubnega "stroškovno-proizvodnega" sistema, ki se tako rad ponuja v obdelavo v okviru ekonomije. Odtod je tudi očitno, da upravljivost proizvodnega sistema, ki ga pričakujemo v sferi tehnologije, še ne zagotavlja upravljivosti iste vrste tudi za sistem (13).

Oglejmo si sedaj dohodkovno transformirane proizvodne sisteme. Da ne bi preveč izgubili na širini veljavnosti razmišljanja, naj opozorimo, da z manjšimi spremembami tako razmišljanje lahko ponovimo tudi na primeru poljubne dohodkovne transformacije. Najprej se spomnimo, da po definiciji interna emisija Y_j podsistema S_j v smeri k podsistemu S_k ni predmet "trženja", zato ne more biti nosilec niti prihodka niti dohodka; ostaja samo nosilec stroškov. Proizvodni sistem izhodno komunicira samo preko $Y_{j_o}^{(x)}$ in $Y_{j_o}^{(k)}$. Pri tej izbrani stroškovni transformaciji velja

$$Y_{j_o}^{(x)} = (Y_{j_o,\rho}^{(x)}, Y_{j_o,\chi}^{(x)}, Y_{j_o,\omega}^{(x)}) \to (\tilde{Y}_{j_o,\rho}^{(x),(c)}, 0, Y_{j_o,\omega}^{(x),(c)})$$

$$Y_{j_o}^{(u)} = (Y_{j_o,\rho}^{(u)}, Y_{j_o,\chi}^{(u)}, Y_{j_o,\omega}^{(u)}) \to (Y_{j_o,\rho}^{(u),(c)}, 0, Y_{j_o,\omega}^{(u),(c)})$$

in je za $t \in T$ znan sistem prodajnih cen

$$P_{j_o} = \{P_{j_o,\rho}^{(x)} = (p_{j_o,1}^{(\rho)},\ldots,p_{j_o n_{j_o}}^{(\rho)}),\ P_{j_o,\chi}^{(x)} = (0,\ldots,0),$$
$$P_{j_o,\omega}^{(x)} = (p_{j_o,1}^{(\omega)},\ldots,p_{j_o n_{j_o}}^{(\omega)}),\ P_{j_o,p}^{(u)} =$$
$$= (p_{j_o,1}^{(u)},\ldots,p_{j_o n_{j_o}}^{(u)}),$$
$$P_{j_o,\chi}^{(u)} = (0,\ldots,0),\ P_{j_o,1}^{(u)},\ldots,P_{j_o,n_{j_o}}^{(u)})\}$$
$$\forall j \in \{1,\ldots,s\}$$

ki omogoča prehod

$$(Y_{\Sigma,0}^{(x)}, Y_{\Sigma,0}^{(u)}) \xrightarrow{\mathfrak{P}_\Sigma} (Y_{\Sigma,o}^{(x),(p)}, Y_{\Sigma,o}^{(u),(p)}) \qquad (14)$$

imamo tedaj z operatorjem določeno transformacijo finalnih izhodov za njihove tržne vrednosti. Zaradi preglednosti razmišljanja predpostavimo, da se ta tržna vrednost tudi realizira, torej je operator π definiran takole

$$(Y_{\Sigma,o}^{(x)}, Y_{\Sigma,o}^{(u)}) \xrightarrow{\pi_\Sigma} (Y_{\Sigma,o}^{(x),(p)} - Y_{\Sigma,o}^{(x),(c)},\ Y_{\Sigma,o}^{(u),(p)} - Y_{\Sigma,o}^{(u),(c)})$$
$$(15)$$

oziroma krajše $\pi_\Sigma = \mathfrak{P}_\Sigma - C_\Sigma$ je operator, ki finalnim izhodom prireja njihove dohodke. Odtod vidimo, da π_Σ deluje na precej manjšem številu prostorov kot pa delujejo operatorji $\mathfrak{P}_\Sigma$ in C_Σ, namreč samo na prostorih $Y_{\Sigma,o}^{(x)}$ in $Y_{\Sigma,o}^{(u)}$. V (2) smo pokazali, kako ta dva prostora zavisita od $\prod_{k=1}^{s} (Y_{kj}^{(x)} \times \prod_{k=0}^{s} Y_{kj}^{(u)})$, Y_j in $\prod_{k=0}^{s} Y_{kj}^{(x)} \times \prod_{k=1}^{s} Y_{kj}^{(u)}$, ki so preko operatorja tipa G povezani s prostori U_Σ, Z_Σ in X_Σ. Analogno kot prej, imamo torej dohodkovno-transformirani proizvodni sistem podan kot

$$\hat{S}_{\Sigma, \bar{\pi}_\Sigma} = (S_o, \ldots S_s, R, \bar{\pi}_\Sigma) \quad (16)$$

ki je definiran na podmnožici $(Y^{(x)}_{\Sigma,o}, Y^{(u)}_{\Sigma,o})$ celotne množice definicijskih prostorov proizvodnega sistema, če informacijsko ozadje pripravljamo za analizo upravljivosti proizvodnegi sistema samo z ozirom na $Y^{(x)}_{\Sigma,o}$, $Y^{(u)}_{\Sigma,o}$ in π_Σ. Ta vrsta upravljivosti je najbolj pogosta v praktičnih primerih za naše gospodarstvo; kadar pa gre za močnejše vzvode optimizacije, kakršne terja sanacija gospodarjenja, procesi prestrukturiranja itd., pa je treba definirati celotno definicijsko področje proizvodnega sistema. Ta dva primera v nadaljnjem ne bomo formalno ločevali in bomo torej splošneje predstavljali dohodkovni transformat proizvodnega sistema v obliki

$$\hat{S}_{\Sigma, \Phi_\Sigma - C_\Sigma} = (S_o, \ldots S_s; R, \Phi_\Sigma, C_\Sigma, \hat{\Phi}_\Sigma) \quad (16')$$

Tako smo torej prišli do naslednjega spoznanja: dohodkovna transformacija deluje nad manjšim prostorom iz množice konstituant proizvodnega sisitema ter je zato tudi operator Φ_Σ enostavnejši. Informacijsko ozadje dohodkovno transformiranih proizvodnih sistemov je torej še skromnejše kot pa informacijsko ozadje stroškovno transformiranih proizvodnih sistemov. To pa nadalje pomeni, da v primeru (16') pričakujemo vse slabše efekte upravljanja, kot so v primeru (13). Vprašanje upravljivosti sistema (16') glede na funkcional ϕ_Σ je analogno prejšnjemu vprašanju, in je treba prav tako upoštevati primere a), b) in c), vendar dodatno še primer d): Φ_Σ je lahko prostor upravljalskih parametrov in to celo v kombinaciji z ostalimi prostori, pri katerih je $\hat{S}_\Sigma$ definiran. To pa je osnova za najbolj splošen primer upravljivosti dohodkovno transformiranega proizvodnega sistema.

Viri:

1) Viljem Rupnik, Eksistenčni izreki multikriterialne upravljivosti dinamičnih sistemov; Ekonomska revija, 1981, št. 3-4.

2) Viljem Rupnik, Matematična teorija sistemov; RCEF, Ljubljana, 1977.