

Interakcie ekologických, technických a ekonomických hľadísk priemyselnej činnosti v ČSFR

ŠTEFAN KACHAŇÁK

Komplexnou antropogénnou a najmä priemyselnou činnosťou sa výrazne menia životné podmienky ľudstva. Jej intenzívnym rozvojom sa relatívne zvyšuje a modernizuje životný štandard obyvateľstva, ale na druhej strane sa prudko vyčerpávajú nielen nereprodukovateľné fosílné suroviny, ale devastujú sa všetky základné zložky biosféry, hlavne ovzdušie, voda a pôda. V konečnom dôsledku sa narušuje biologický cyklus a celý ekosystém. V pretechnizovanej konzumnej spoločnosti sa často zabúda na principiálny atribút, podľa ktorého človek závisí od prírody, a nie príroda od človeka. V tomto kontexte nastáva až patologická degradácia materiálových a morálnych hodnôt spoločnosti, deformuje sa ich objektívna hierarchia, nastáva egocentrizmus až sebeckosť v medziľudských vzťahoch. Vývoj nových generácií sa stále viac vzdaluje prírodným podmienkam, izoluje sa do uzavretých interiérov a celkovo sa zhoršuje ich zdravotná a psychická adaptabilita. Zvyšuje sa chorobnosť a znižuje priemerný vek obyvateľstva. Aktuálnosť ekologických kríz až katastrof sa teda stáva stále výraznejším imperatívom.

Riešenie týchto problémov nadobúda stále významnejší celosvetový charakter a ekologické hľadiská sa stávajú určujúcim faktorom technickej a ekonomickej efektívnosti priemyselnej činnosti. Objektívne efektívna je len tá priemyselná činnosť, v ktorej sa racionálne využívajú prírodné zdroje a ich energetický potenciál, nenastáva ireverzibilná devastácia životného prostredia a hlbšie sa nenarušujú vzájomné vzťahy medzi zložkami ekosystému.

Tieto priority, ktoré sú určujúcim faktorom nielen prosperity, ale aj ďalšej existencie ľudstva, u nás v minulosti sa podceňovali. Extenzívny rozvoj nášho priemyslu, jeho ťažisková orientácia na hutníctvo, metalurgiu a ďalšie veľkokapacitné výroby ťažkého priemyslu si vyžiadali enormný vývoj veľkokapacitných elektrární a teplární, ťažiskovo stavaných na báze vysokosírneho a popolnatého hnedého uhlia. V dôsledku toho sa neúnosne zvyšoval výron exhalátov, tvorba toxických a agresívnych odpadových vôd, ako aj ťažko spracovateľných kalov a tuhých odpadov. V množ-

stve emisií oxidu siričitého a popolčeka sa napr. vo vyjadrení na obyvateľa, ako aj na mernú plochu územia zaraďujeme na jedno z popredných miest na svete. Negatívny vplyv týchto škodlivín umocňuje na rozptyl exhalátov nevhodný reliéf nášho územia, malá kapacita našich vodných tokov, ako aj veľká koncentrácia priemyslu do sídelných aglomerácií. Preto vo viacerých lokalitách nastala už ireverzibilná veľkoplášna devastácia prírodného prostredia a výrazne sa zhoršil zdravotný stav obyvateľstva.

Tento nepriaznivý vývoj v minulých rokoch prehľbilo nevhodné administratívne centrálné riadenie, v ktorom sa nielen podceňovali ekologické hľadiská priemyselnej činnosti, ale často sa úplne negovali. Nerešpektovali sa fundované návrhy vedeckých a technických pracovníkov z tejto oblasti, ale často sa presadili direktívne stanoviská politických a hospodárskych pracovníkov z ústredných orgánov, nezriedka potvrdzované vládnyimi výnimkami. So skrytým heslom „cieľ svätí prostriedky“ sa v záujme kvantitatívneho plnenia a prekračovania plánu „za každú cenu“ nebrala do úvahy

ochrana životného prostredia a racionálne využívanie prírodných zdrojov. Prechod z extenzívnych na intenzívne formy priemyselnej činnosti sa zväčša len proklamoval, ale nerozvíjal a neplnili sa teda úlohy v minimalizácii spotreby surovín a energie. Preto oproti celosvetovému štandardu je u nás vysoká spotreba surovín a energie na mernú jednotku produktu, a často prevláda výroba poloproduktov na úkor ich racionálnej finalizácie.

Riešenie problematiky racionalizácie priemyselnej činnosti z ekologických hľadísk je veľmi zložitá a vyžaduje si komplexný systémový prístup. V sústave vystupuje množina veľkého počtu faktorov, ktoré vzájomne interagujú v priamych a spätných väzbách. V úhrnnom bilancovaní ich však možno zoskupiť do troch základných vzájomne spätých podskupín, a to technické, ekologické a ekonomické aspekty. Diferenciácia a následná integrácia týchto troch principiálnych priorít umožňuje optimalizovať ich vzájomnú interakciu, samozrejme vždy pre špecifické priemyselné modely.

Aby sa zvýšila názornosť a prehľadná interpretácia tejto zložitej sústavy, uplatní sa v ďalšom na túto aplikáciu úplne nový a autor-sky pôvodný systém grafického modelovania. Formálne je tento postup podobný grafickému modelovaniu fázových rovnováh v termodynamike heterogénnych sústav, najmä vo vyjadrení ich ternárnych a kvartérnych izoterií v kondenzovaných dimenziách. Základný model sa uvádza na obr. 1 a prezentuje ho rovnostranný trojuholník. Volil sa preto, že pre trojzložkovú sústavu je najsymetrickejší a umožňuje teda najpresnejšie a najjednoduchšie kvalitatívne a kvantitatívne bilancovať vzájomné vzťahy medzi jednotlivými zložkami sústavy. V bodoch P, R, teda v počiatoch základne sa vyjadruje priemyselná činnosť a jej ekonomické efektivity. Vo vrchole trojuholníka E sa koncentrujú ekologické hľadiská. Je teda charakteristické, že ekologické hľadiská z vrcholu sú postavené kontraverzne voči priemyselnej činnosti a ekonomickej aktivite na základni, tak ako v praxi sú tieto hľadiská protichodné.

Vrcholy PRE nemožno nikdy v priemyselnej praxi dosiahnuť a predstavujú hraničné podmienky sústavy $\lim (P R E) \rightarrow \infty$. Každá priemyselná činnosť sa vždy spája s jej prislúchajúcou ekonomicou efektívnosťou a vždy viac alebo menej spôsobuje exploataciu prírodných zdrojov, tvorbu odpadov a degradáciu energie. Aj každá ekonomicá efektívnosť priemyselnej činnosti R je funkciou technickej úrovne výroby a intenzity jej dopadu na životné prostredie. Preto sa aj v bode E vyjadruje v praxi nedosiahnuteľný limitný prípad, keď ekologické hľadiská nezávisia od priemyselnej činnosti a jej ekonomickej efektívnosti. Aj strany trojuholníka vyjadrujú hraničné v praxi nedosiahnuteľné stavy, v ktorých vzájomne interagujú vždy dve zložky, vyjadrené na príslušnej strane, bez vplyvu tretej z protíľahlého vrcholu.

Z uvedenej charakteristiky strán a vrcholov trojuholníka vy-

plýva, že jeho plocha je geometrickým miestom bodov, v ktorých sa rôznou intenzitou uplatňuje vzájomná interakcia všetkých troch zložiek sústavy. Z geometrickej symetrie trojuholníka vyplýva, že v bode D je vplyv všetkých troch zložiek sústavy vyvážený a rovnakou mierou vplyvajú na celkový stav sústavy. Tým sa v diagrame vytvorili 3 rovnostranné trojuholníky. V trojuholníku PDR sa zvyrazňuje racionalizácia priemyselnej činnosti, v trojuholníku PDE ochrana životného prostredia pred priemyselnými odpadmi a v trojuholníku EDR racionalizácia sociálno-ekonomického rozvoja. Podrobnejšia špecifikácia týchto oblastí sa uvedie neskôr.

Dôležité je vyjadriť viaceré klauzuly, ktoré vyplývajú z geometrickej symetricnosti diagramu a umožňujú bilancovať vplyv jednotlivých zložiek sústavy na jej celkový stav. Predovšetkým platí, že na ľubovoľnej priamke, ktorá sa v ploche trojuholníka vedie rovnobežne s jednou zo strán, mení sa pomer vplyvu na celkovú sústavu zložiek, ktoré vyjadruje táto strana, vplyv zložky z protíľahlého vrcholu je konštantný. Na priamke FG (obr. 2) sa mení teda vplyv PR a E je konštantné. Na priamke z príslušného vrcholu sa zasa mení len vplyv zložky, ktorú vyjadruje tento vrchol, ale pomer vplyvu zložiek z protíľahlej strany sa nemení. Teda na priamke EB (obr. 2) sa mení vplyv E a pomer P : R je konštantný.

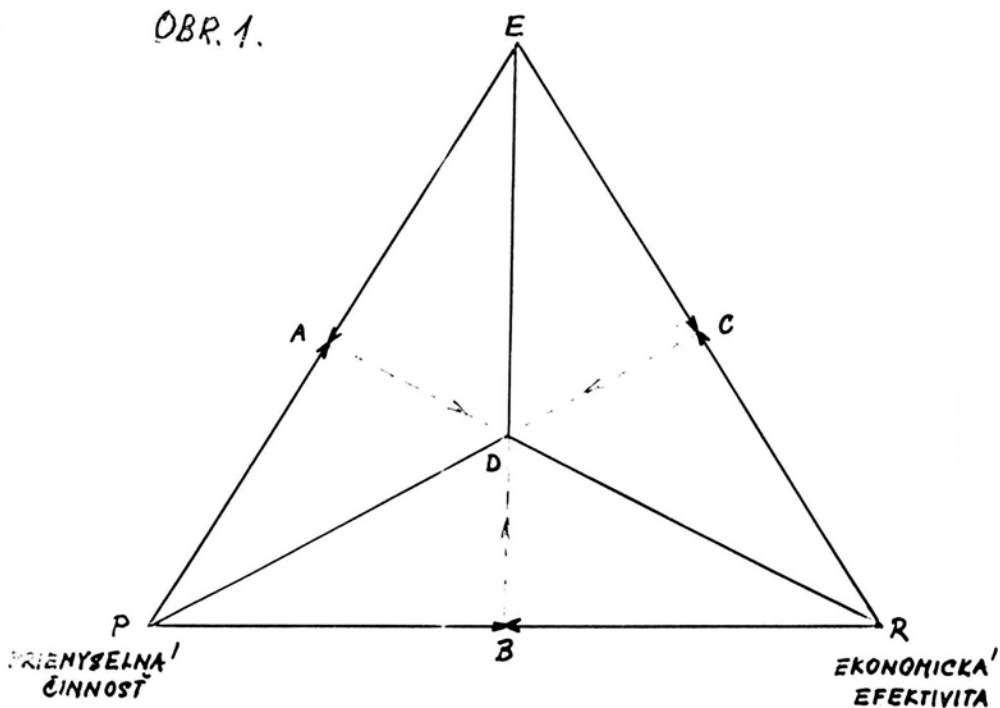
Pri grafickom modelovaní sa predpokladá, že dĺžka strany zodpovedá celkovej, teda 100-percentnej účinnosti všetkých zložiek. Geometrická symetricnosť diagramu umožňuje pre ľubovoľný bod v ploche trojuholníka určiť parciálne účinnosti jednotlivých zložiek. Grafická extrapolácia týchto hodnôt sa uvádza na obr. 3 pre bod O. Z opisu pod týmto diagramom je zrejme dedukcia celkovej a parciálnych účinností a ich súvis s geometrickou symetriou grafického modelu.

Tento stručný rozbor a symetria grafického modelu potvrdzuje vhodnosť jeho použitia na kvalitatívne a kvantitatívne bilancovanie interakcie predmetných sústav. Na kvantitatívne bilancovanie však treba určiť miery, resp. účinnosti jednotlivých zložiek. Pre zložitú problematiku sa musia vyjadriť pre každý špecifický prípad osobitne. Najzložitejšie je určiť ekologickú mieru účinnosti príslušného procesu. Obsahuje množinu viacerých devastáčných faktorov, z ktorých napr. straty spôsobené zhoršením zdravotného stavu obyvateľstva nemožno prakticky objektívne vyjadriť. Zväčša ide o rozsiahle štatistické spracovanie veľkého počtu údajov a ich objektívne zhodnotenie na špecifické podmienky sústavy. To, pravda, nemôžeme obsiahnuť v tejto publikácii. Preto sa v ďalšom zameriame na kvalitatívne zhodnotenie problematiky, osobitne na špecifické podmienky hodnotených interakcií v ČSFR.

Z obr. 1 vyplýva, že komplexná vyváženosť medzi technikou, ekonomikou a ekológiou priemyselnej činnosti sa dosahuje v geo-

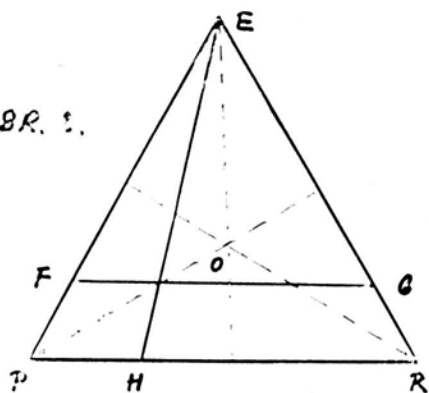
Ekologické hľadiska'

OBR. 1.



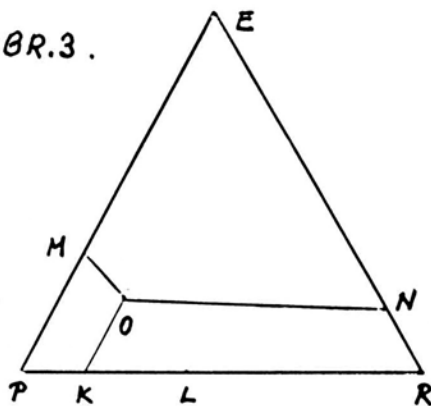
- \triangle PDR RACIONALIZÁCIA PRIEMYSELNEJ ČINNOSTI
- \triangle PDE OCHRANA ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA PRED PRIEMYSELNÝMI ODPADMI
- \triangle EDR RACIONALIZÁCIA SOCIÁLNO - EKONOMICKÉHO ROZVOJA

OBR. 2.



KA \overline{FG} JE E KONŠT; P:R VARIABILNÉ
 KA \overline{EH} JE P:R KONŠT; E VARIABILNÉ

OBR. 3.



\overline{PK} PARCIÁLNA ÚČINNOSŤ R
 \overline{KL} PARCIÁLNA ÚČINNOSŤ E
 \overline{PN} PARCIÁLNA ÚČINNOSŤ P

$\overline{PK} + \overline{OK} + \overline{ON} = \overline{PR}$ CELKOVÁ ÚČINNOSŤ \leq PER

metrickom centre trojuholníka, teda v bode D. Jeho najkratšiu vzdialenosť od strán vyjadrujú priamky AD, BD, CD. Teda ak skúmame vplyv priemyselnej činnosti a jej ekonomickej efektívnosti na ekológiu, je najracionálnejšie dosiahnuť vzájomnú vyváženosť týchto dvoch zložiek sústavy (bod B). Tým sa okrem iných priorit získa najväčšie množstvo prostriedkov, ktoré možno využiť napr. na ochranu životného prostredia pred priemyselnými odpadmi alebo priamo na minimalizáciu spotreby surovín a energie priamo vo výrobe, a tým po priamke BD meniť polohu úhrnného bodu sústavy smerom k bodu D.

Obdobne skutočne objektívna ekonomickej efektívnosti priemyselnej činnosti sa dosahuje vtedy, keď táto činnosť dôsledne rešpektuje ekologické hľadiská a je s nimi teda vo vzájomnej rovnováhe (bod A). Potom sa možno opäť po úsečke AD najracionálnejšie bližšie k bodu D racionalizáciou ekologickej základne priemyslu.

Rozvoj spoločnosti bez priemyselnej činnosti nie je možný. Získavajú sa ňou prostriedky nielen na zabezpečenie požadovaného životného štandardu, ale ich časť sa môže použiť napr. na rekultiváciu prírodného prostredia devastovaného touto činnosťou. Limitné, v praxi však neuskutočniteľné optimálne vyváženie ekonomickej a ekologickej faktorov sa vyjadruje v obr. 1 (bod C). V týchto podmienkach možno aj ďalším racionálnym rozvojom priemyselnej činnosti po priamke CD do bodu D optimalizovať interakciu celej sústavy napr. tým, že prostriedkami získanými vysokou ekonomickej efektívnosťou sa bude dostatočne tmiť negatívny vplyv priemyselnej činnosti na celý ekosystém.

V optimalizácii hodnotených interakcií je veľmi účinná priama racionalizácia priemyselnej činnosti, ktorá sa v grafickom modeli lokalizuje v trojuholníku PDR. Jej vývoj, stav a perspektívy sa v ďalšom zhodnotia pre špecifické podmienky priemyselnej základne ČSFR. Až do druhej svetovej vojny vplyv priemyselnej činnosti na životné prostredie nebol výrazný. Napriek tomu, že sa ČSR zaraďovala medzi priemyselne vyspelé štáty, štruktúra jej priemyslu, orientovaná hlavne na ľahký priemysel a strojárstvo s vysokou finalizáciou, podstatnejšie neovplyvňovali na životné a prírodné prostredie. Prvý výrazný devastáčny efekt spôsobila exploatacia našich prírodných zdrojov a deformácia priemyselnej činnosti jej vojenským nasadením r. 1939—1945. Najväčšie negatívne zmeny nastali však v päťdesiatych rokoch neúnosnou orientáciou na rozvoj ťažkého priemyslu, predovšetkým hutníctva a ťažkého strojárstva. S tým súvisel prudký nárast spotreby energie, exponenciálny rast ťažby sírnych fosílnych palív, prudké vyčerpávanie nedostatkových vodných zdrojov, vysoký výron exhalátov, odpadových vôd, kalov a tuhých odpadov, ako aj komplexná až ireverzibilná degradácia celého ekosystému.

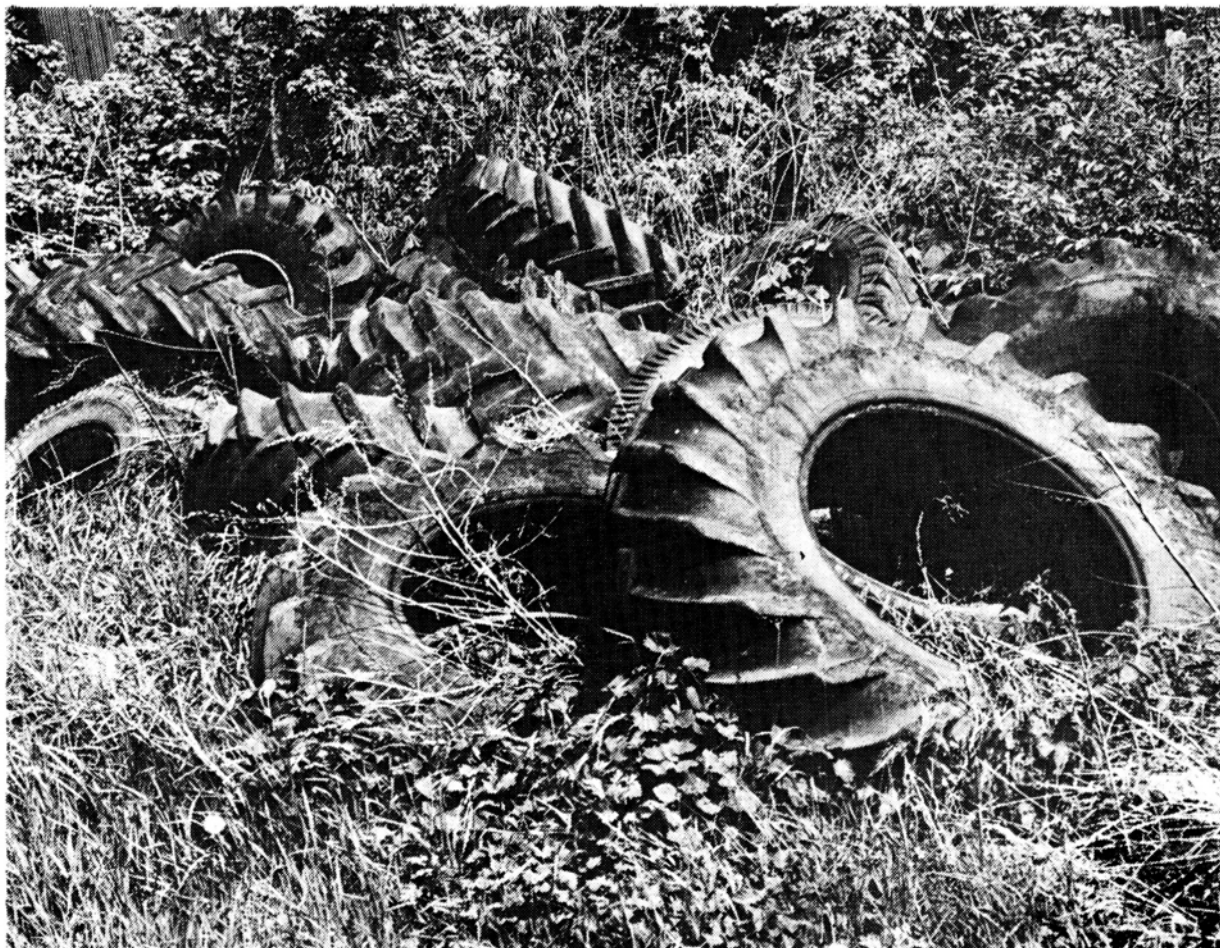
Tento nepriaznivý trend sa mimoriadne prejavil na Slovensku. Pod heslom „industrializácia Slovenska“ sa začali budovať veľkokapacitné prevádzky hutníckej prvovýroby. Napriek tomu, že

sa na Slovensku už vyčerpali priemyselne spracovateľné železné rudy a nie je ani na výrobu surového železa druhá základná surovina čierne uhlie, vystavali sa Východoslovenské železiarne v Košiciach, ktoré spôsobili nielen vážne ekologické, ale aj ekonomickej problémy. Východné Slovensko je veľmi nedostatkové na vodné zdroje a ich vysoká spotreba pri výrobe železa a ocele spôsobuje často až havarijné stavy v komunálnej oblasti. Nemôže sa ani rozvíjať priemysel na báze komplexného spracovania surovín východného Slovenska (magnezit, zbudská soľ atď.), čo spôsobuje vysoké ekonomickej straty. V ČSFR sa r. 1988 vyrobilo až 15,5 mil. ton ocele, čo je ekonomickej aj ekologicky neúnosné. V procese vzniká až 18 mil. ton ťažko spracovateľných tuhých odpadov a vyrobená oceľ bez hlbšej finalizácie sa sčasti vyvážala aj na dlhodobý úver do rozvojových krajín, ktorého návratnosť je veľmi problematická. Takéto nezodpovedné postupy samozrejme obmedzovali možnosti získať prostriedky aspoň na čiastočnú rekultiváciu devastovaných oblastí.

Aj ďalšie technicky, ekonomickej a ekologicky nevyvážené prevádzky spôsobili úhrnnú degradáciu životného prostredia Slovenska. Z nich uvádzame monopolnú výrobu hliníka v závodoch SNP v Žiari nad Hronom, ktorou sa prudko devastovala oblasť stredného Slovenska. Nevhodná lokalizácia závodu do Žiarskej kotliny a ekologicky neúnosná tavba elektrolytu v neuzavretých elektrolyzéroch exponenciálne zvýšili tento devastáčny vplyv. V poľnohospodársky veľmi produkčnej oblasti sa vystavala Niklová huta Sereď na spracovanie albánskej rudy s obsahom len 1 % niklu. Ročne vzniká až 350 000 ton lúženca, ktorý najmä zlúčeniami chrómu zameruje ovzdušie a preniká do podzemných vôd. V tejto lokalite je aj nedostatok energetických zdrojov, čo ovplyvňuje nepriaznivo ekonomiku procesu. Vystavali sa závody na výrobu ferozliatin v Istebnom. Tak sa prudko narušila nielen esteticky, ale aj ekologicky a hygienicky jedna z prírodných najkrajších a predtým prakticky neporušených oblastí Slovenska. Ťažbou a spracovaním rúd sa devastovala oblasť Spiša. Napr. v Bratislave sa prakticky bez nijakých ochranných opatrení oproti odpadom postavila rafinéria ropy s plánovanou kapacitou až 15 mil. ton ropy, s veľkými ekologickými dôsledkami, najmä pokiaľ išlo o zameranie podzemných vôd Žitného ostrova ropnými frakciami.

Tento ekologicky a ekonomickej veľmi nepriaznivý trend si vynútili prudké zvýšenie ťažby vysokosírneho a popolnatého hnedého uhlia až na 130 mil. ton ročne. Jeho spaľovaním hlavne v tepelných elektrárňach, ale aj v komunálnych a priemyselných teplárňach nastala ďalšia devastácia rozsiahlych oblastí, napr. Mostecká a Hornej Nitry.

Z tohto vyplýva, že priemyselná činnosť v ČSSR nielen nerešpektovala ekologické hľadiská, ale aj jej skutočná ekonomickej efektívnosť bola veľmi nízka. V diagrame na obr. 1 sa teda lokalizuje v trojuholníku PDR v blízkosti priamky PR v malej vzdialenosti



od bodu P. Ak teda chceme obmedziť negatívny vplyv priemyselnej činnosti na životné prostredie, musí sa zvýšiť jej ekonomická efektívnosť v ich vzájomnom vyvážení do bodu B a ich ďalšou racionalizáciou po priamke BD do bodu D. Riešenie tohto komplexného problému zoskupuje operatívne aj koncepčné hľadiská. Tieto zásady uvedieme iba v stručných tézach.

Concepčné hľadiská:

- Reprofilizácia štruktúry priemyselnej základne v ČSFR z ekologických a ekonomických hľadísk.
- Optimalizácia a racionalizácia súčasných technologických procesov v ČSFR z ekologických aspektov.
- Dôsledný prechod z extenzívnych na intenzívne formy priemyselnej činnosti.
- Racionálne využívanie surovín a zníženie ich spotreby na mernú jednotku produktov.
- Minimalizácia spotreby energie v priamych a spätných prúdoch.
- Dôsledná finalizácia produktov v priamom zameraní na zvýšenie ich úžitkovej hodnoty a komerčnej efektívnosti aj pre export.
- Minimalizácia tvorby odpadov a racionálne využívanie nevyhnutne vzniknutých odpadov ako druhotných surovín v priamom a rozvetvenom recykle.
- Dôsledná asanácia nevyužitelných odpadov a ich deponovanie na ekologicky bezpečné skládky.
- Toxické odpady asanovať hlavne spaľovaním pri racionálnom hospodárení s prídavnou energiou a dôsledným čistením spaľín.

Ťažiskové operatívne hľadiská sú:

- Dôsledné dodržiavanie optimálnych podmienok technologického procesu a nepreťažovanie výrobných kapacít. Intenzitu výroby prispôbiť najmä skladbe surovín a technickému stavu výrobných zariadení.
- Sústavné sledovanie materiálových bilancií surovín v ťažiskových uzloch výroby a ich konfrontácia s príp. variabilitou tvorby odpadov.
- Pri minimalizácii spotreby energie vychádzať z konfrontácie spotreby tepla s entalpickými a exergickými bilanciami procesu.
- Optimalizácia hydrodynamického režimu všetkých transportných dejov a ich účinné zladenie v hlavných a dopĺňajúcich uzloch technologickkej linky. Zhodnotiť vhodnosť viacstupňového dimenzovania niektorých zariadení. Popri mechanických operáciách a difúzných dejoch osobitne z týchto hľadísk optimalizovať transport a prestup tepla.
- Zabezpečenie optimálneho prechodu reagujúcich zložiek cez jednotlivé uzly výrobnej linky.
- Vývoj a použitie účinnejších katalyzátorov s vyššou selektivitou a chemickou, mechanickou, ako aj termickou odolnosťou. Od nich často ťažiskovo závisí minimalizácia tvorby odpadov.
- Uplatňovanie optimálneho počtu recyklov materiálových prúdov, predovšetkým v hlavných uzloch technologického procesu, v ktorých nastáva konverzia surovín na produkty.
- Využívanie odpadového citeľného a chemického tepla v spätných tepelných prúdoch tak v základnej, ako aj v pridružených prevádzkach a v komunálnej oblasti.
- Náhrada vodného chladenia technologických procesov vzdušným chladením, najmä v podnikoch, v ktorých je vodné hospodárstvo veľmi preťažené.
- Automatická regulácia riadenia všetkých uzlov výrobnej linky, ako aj permanentné spracovanie prevádzkových údajov počítačmi.
- Automatická synchronizácia výrobných a pomocných operácií pomocou mikropočítačov.
- Postupne prechádzať na súčasný celosvetový trend, v ktorom sa mikroprocesory s integrovanými čidlami využívajú na optimalizáciu riadenia celého výrobného procesu.

V trojuholníku BDE sa priamo zosúlaďuje priemyselná činnosť s jej ekologickými hľadiskami. Účinná môže byť len vtedy, ak sa dostatočne dotuje prevádzkovými a investičnými prostriedkami, teda ak sa z bodu A presúva ich vzájomná interakcia do optimálneho bilančného centra D. Ťažisko riešenia v tejto interakčnej oblasti spočíva v účinnom a racionálnom selektívnom získavaní nevyhnutných odpadov a v ich účelnom využívaní ako druhotných surovín, ako aj v nevyhnutných prípadoch ich ekologicky bezpečnou asanáciou.

Základné prvky tejto racionalizácie pre exhaláty sú:

- V projekcii a vo výstavbe nových prevádzok sa zamerať na dôslednú hermetizáciu zariadení. Tým sa zníži objem exhalátov a koncentrácia emisných zložiek v nich. Čistenie týchto exhalátov je oveľa účinnejšie a menej nákladné.
- V súčasných prevádzkach sústavne porovnávať materiálové bilancie surovín s obsahom ich zložiek v produktoch a v exhalátoch. Permanentne z týchto hľadísk sledovať aj tzv. bodové zdroje úniku, cez ktoré najmä pri starších prevádzkach preniká do ovzdušia značná časť exhalátov.
- V prevádzkach s nedostatočnou hermetizáciou uskutočniť primárne odsávanie odplynov a ostatné exhaláty odstraňovať z výrobných hál tzv. náporovým vetraním. Tak možno aspoň časť emisií racionálne regenerovať.
- Pri čistení exhalátov preferovať hlavne adsorpčné a katalytické procesy, ktoré sú v porovnaní s absorpčnými energeticky menej náročné, majú spravidla až 100-percentnú účinnosť, a získavajú sa koncentrované produkty, ktoré možno racionálne využiť ako druhotné suroviny.
- Pri aplikácii absorpčných procesov používať absorbéry s intenzívnym hydrodynamickým režimom a podľa možnosti pracovať s absorbentom, ktorý chemicky reaguje so zložkami emisií, a teda sa proces nielen fyzikálne, ale aj chemicky intenzifikuje.
- Absorpčné procesy uplatňovať len vtedy, keď možno vzniknuté roztoky a kaly racionálne spracovať. Často môžu tieto kvapalné odpady devastaçnejšie pôsobiť na životné prostredie ako pôvodne čistené exhaláty.

V oblasti racionalizácie odpadového vodného hospodárstva je potrebné predovšetkým rešpektovať tieto zásady:

- Dosiahnuť, alebo sa aspoň priblížiť uzavretému cyklu vodného hospodárstva, čo je v tejto oblasti celosvetový trend. Voda v recykle sa má dopĺňať iba množstvom, ktoré nahradzuje straty spôsobené len prirodzeným odparovaním. Aby sa striktno vynútilo dôsledné čistenie odpadových vôd, musí podnik túto uhradovú vodu čerpať len z recipienta za výpusťou vyčistených odpadových vôd z podniku.
- Zamerať sa na budovanie dôslednej stokovacej siete odpadových vod v areáli závodu, ktorá umožní nielen selektívne čistenie toxických odpadových vôd z jednotlivých prevádzok, ale podľa potreby aj ich segregáciu a komplexné čistenie v ústrednej čistiarni odpadových vôd.
- Uprednostňovať v prevádzke vysokotlakové procesy (absorpcia, chladenie), pri ktorých vzniká menšie množstvo odpadových vôd s vyššou koncentráciou čistených zložiek, ktoré možno racionálnejšie čistiť a často ich využiť ako druhotné suroviny pri rozpúšťaní základných surovín technologického procesu.

- Významné je optimálne dimenzovať a riadiť mechanické, chemické a biologické čistenie odpadových vôd s osobitným zreteľom hlavne na vylúčenie inhibície tohto procesu.
- Preferovať moderné čistiace postupy, napr. ionovýmenu, osmózu, membránovú filtráciu, elektrokoaguláciu atď.

Pri spracovaní kalov a tuhých odpadov treba uplatňovať predovšetkým tieto zásady:

- Komplexne zhodnotiť možnosti minimalizácie tvorby tuhých odpadov a kalov a využitie nevyhnutne vzniknutých odpadov ako druhotných surovín.
- Odpady izolovať čo najkoncentrovanejšie a v rámci možnosti ich predovšetkým využiť priamo v recykle, alebo ich dislokovať ako druhotné suroviny do iných prevádzok závodu, a iným podnikom.
- Odpady pred ich spracovaním selektívne skladovať a vylúčiť ich znehodnotenie vzájomným zmiešaním.
- Kaly, ktoré sa nedajú spracovať ako druhotné suroviny, účinne koncentrovať najmä prirodzeným odparovaním na odkaliskách, sedimentáciou a filtráciou.
- Toxické a chemicky agresívne tuhé odpady a kaly zneškodňovať predovšetkým spaľovaním a chemickým alebo biologickým rozkladom. Spaľovanie, ktoré sa pokladá za najúčinnějšíu deštrukciu toxicít, je však často neaplikovateľné pre veľkú spotrebu energie a tvorbu toxických spalín.
- Nespáliteľné toxické odpady treba deponovať do dokonale izolovaných kaziet, ktoré po naplnení treba uzavrieť a povrch rekultivovať.
- Netoxické, v súčasnosti nespracovateľné odpady treba selektívne skladovať na organizovaných skládkach, aby sa mohli využiť ako bilančné suroviny v budúcnosti desaťročiach.
- V okolí skládok toxických odpadov sledovať, či nimi nastáva kontaminácia podzemných vôd a pôdy.

V trojuholníku EDR, v ktorom sa zoskupuje racionalizácia sociálno-ekonomického rozvoja, vzájomne interagujú ekologické a ekonomické hľadiská pod vplyvom priemyselnej činnosti rôznej intenzity a kvality. Vzájomnú vyváženosť prvých dvoch premenných vyjadruje bod C a účelnou racionalizáciou priemyselnej činnosti možno po priamke CD optimalizovať sústavu až do jej geometrického stredu D. Podceňovanie až negovanie ekologických hľadísk priemyselnej činnosti na úkor „rezortnej ekonomickej efektívnosti“ spôsobilo v minulosti nielen neúnosnú exploataciu našich prírodných zdrojov a prudkú devastáciu prírodného prostredia, ale aj zníženie životného štandardu a zdravotného stavu obyvateľstva. Za uplynulých ca 40 rokov sa podstatne znížil priemerný vek obyvateľstva a zvýšila sa úmrtnosť hlavne na srdcové a cievne choroby a na novotvary. Ide predovšetkým o dôsledok

zlej životosprávy a zlých podmienok pracovného a komplexne životného prostredia obyvateľstva. Tento nepriaznivý vzostupný trend pretrváva a je predovšetkým dôsledkom devastácie celého ekosystému neracionálnou priemyselnou činnosťou a neúčelnou chemizáciou a technizáciou celého životného štandardu. Z mnohých problémov tohto heterogénneho komplexu sa uvedú aspoň niektoré, ktoré sú pre vývin a stav v tejto oblasti pre ČSFR špecifické:

- Preexponovanou chemizáciou poľnohospodárstva nastal prudký prenik toxických rezíduí do celého biogénneho cyklu až po ľudský organizmus. Nevhodná fyzikálna konzistencia a chemické zloženia priemyselných hnojív, ako aj ich aplikácia vo veľkých množstvách, spôsobili prenik ich veľkých množstiev hlavne do podzemných vôd a poľnohospodárskych produktov a odtiaľ do ľudského organizmu. Značná časť toxických prostriedkov na ochranu rastlín sa aj v bioprocese úplne neodbúra a ich rezíduá atakujú organizmus. Dôsledkom toho je objektívne dokázaný vzostup karcinogenosti.
- Hlavne z tepelných elektrární, hutníctva a automobilovej dopravy preniká do životného prostredia veľké množstvo ťažkých kovov, najmä kadmium, olovo, ortuť, arzén, vanád, ktoré sa kumulujú v organizme s následnou deštrukciou hlavne krvotvorby a s veľkým rizikom génovej mutagenity.
- Veľmi toxicky pôsobia aj viaceré plynné zložky exhalátov, hlavne zlúčeniny fluóru, oxid siričitý, oxidy dusíka, sírovodík, sírouhlík, aromatické uhľovodíky atď. Viaceré z nich v atmosfére katalyticky integrujú, čím zvyšujú svoju agresivitu najmä voči respiračnému systému.
- Vysoká produkcia potravín s veľkým obsahom cholesterolu a ich cenové zvýhodnenie oproti biologicky hodnotnejším a zdravotne neškodným potravinám spôsobila prudký rast cievnych chorôb hlavne akútnych srdcových a mozgových prípadov.

Riešenie problémov, o ktorých sme hovorili, je veľmi zložitá. Vyžaduje si dlhodobú systémovú reprofiliáciu nielen našej priemyselnej základne, ale celej štruktúry životných podmienok našej spoločnosti. Celý rozvoj sa musí stavať na dôslednej vedeckovskumnej základni v ucelenej kooperácii so zahraničím. Osobitný význam v tejto oblasti má legislatíva, ktorá v minulých desaťročiach svojou administratívnou direktívnosťou a násilnou technizáciou spôsobila vážne degradácie prírodného a celého životného prostredia nášho obyvateľstva. Postupné odstraňovanie týchto, pre celú spoločnosť veľmi významných problémov, musí byť systémové, komplexné a postavené na pevnej vedeckej analýze a syntéze. Pri uskutočňovaní týchto cieľov má pomôcť aj v práci uvedené grafické modelovanie vzájomných interakcií priemyselnej činnosti s jej ekologickými a ekonomickými dôsledkami.

