

Inž. Jiří Konvalinka, VÚHU:

EKONOMICKÁ EFEKTIVNOST AUTOMATIZACE TECHNOLOGICKÝCH CELKŮ PRO POVRCHOVÉ DOBÝVÁNÍ UHLÍ

Problém předběžného stanovení reálných hospodářských výsledků, které by mělo přinést zavádění automatizace, nebyl dořešen ještě v žádném průmyslovém odvětví. Přitom stupeň automatizace je v mnohých chemických i strojírenských závodech nesrovnatelně vyšší vzhledem k povrchovým dolům, kde zatím nedošlo prakticky vůbec k automatizaci jednotlivých výrobních prostředků. Tím také nemůže být v tomto oboru hornické činnosti u nás zatím ani řeči o komplexním řízení výrobního procesu jako celku pomocí exaktních metod prostřednictvím počítače. Nejsou zde ani důležitá zkušenosti s vlivem automatizace na hospodářské výsledky výroby. Proto se při ekonomických prognosách zavádění automatizace v uhelném průmyslu celkem nesprávně aplikují výsledky z jiných průmyslových odvětví. Podle našeho názoru nesprávně proto, že stálost fyzikálních výrobních podmínek ve zmíněných průmyslových odvětvích se nedá se stálostí adekvátních podmínek při povrchovém dobývání uhlí téměř vůbec srovnávat. Obvykle se setkáváme ve vyhodnoceních ekonomické efektivity automatizace s relací mezi růstem investičních nákladů na zavádění automatizace a snížením provozních nákladů vlivem jejího působení, vyjádřených v procentech původních nákladů. Tak často ve studiích o automatizaci výrobního zařízení na povrchových dolech nacházíme následující hodnoty:

zvýšení investičních nákladů na automatizační prvky oproti stávajícím bez tohoto vybavení se udává 8 % a snížení ročních provozních nákladů ve srovnání s provozními náklady neautomatizovaných výrobních prostředků se odhaduje na 15 %.

Této cestě při stanovení vlivu automatizace na hospodářské výsledky jsme se chtěli vyhnout. Proto jsme přistoupili k řešení tohoto problému jiným způsobem, který vychází z použití produkční křivky povrchového dobývání hnědého uhlí, zkonstruované podle údajů z minulosti a její rektifikace pomocí parametru technického pokroku "r".

Metodika tohoto způsobu stanovení vlivu automatizace na hospodářské výsledky spočívá na několika na sebe navazujících logických úvahách:

- postupné vybavování povrchových dolů mělo až doposud vysloveně extenzivní charakter a v proponované, částečně již realizované řadě technologických celků TC 1 ÷ 3 - dospělo (zatím bez automatizace) - pravděpodobně k vrcholu mechanizace vzhledem k lomovým podmínkám v ČSSR;
- produkční křivka, zachycující tento stav, je více-méně statická v průběhu námi sledovaného období s téměř zanedbatelným vlivem technického pokroku. Ten totiž po dosažení určité úrovně mechanizace objektivně vyžaduje odpovídající stupeň automatizace. Zvýšení technické úrovně v tomto období je charakterizováno pouze zavedením pásového důlnědopravního systému bez dalšího, tj. bez automatizování výrobního procesu, ke kterému mělo dojít. Proto pásová doprava ve srovnání s dobře organizovanou kolejovou dopravou doposud nepřináší výrazné změny v celkových hospodářských výsledcích. K využití výrobních parametrů pásových dopravníků chybí právě automatizace nejen jejich samotných, ale především dobývacího stroje;
- jestliže pak přizpůsobíme produkční křivku pomocí dosazeného parametru technického pokroku "r", který v kombinaci s ostatními jejími určujícími prvky vyjadřuje právě vliv technického rozvoje jako funkce času, dostaneme pro stejné výchozí údaje teoretický průběh produkční křivky, sledující technický pokrok. Ten je v našem případě reprezentován automatizací, která ovšem nebyla u nás zaváděna;
- potom je možné na tvaru křivky stálé produkce zjistit, oč nižší by byla spotřeba živé nebo zpředmětnělé práce na jednotku produkce, kdybychom v minulosti sledovali objektivní trend technického vývoje - automatizaci.

Stanovení ekonomického efektu automatizace

Údaje pro stanovení substituční křivky stálé produkce povrchového dobývání hnědého uhlí z let 1955 - 1965 jsme upravili tím způsobem, že

jsme na stálou produkci 1 mil. m³ těžných hmot vypočítali hodnotu základních prostředků a počet dělníků v ročním členění.

Hyperbolická aproximace seskupení takto získaných bodů v soustavě x (počet dělníků na 10⁶ m³ těžných hmot) a y (hodnota základních prostředků v 10⁶ Kčs na 10⁶ m³ těžných hmot), získaná metodou nejmenších čtverců, má analytický tvar

$$y = \frac{1225}{x} + 19,48 \quad (1)$$

a hodnoty:

$x =$	60	80	100	120	140	160	180
$y =$	39,9	34,79	31,73	29,69	28,23	27,14	26,28

x počet dělníků/10⁶ m³ těžných hmot

y základ. prostř. 10⁶ Kčs/10⁶ m³ těž. hmot

Volba vyrovnání hyperbolou vychází z reálného vztahu obou sledovaných veličin, protože křivka stálé produkce se logicky nemůže v žádném případě dotknout os, i když se k nim v extrémních hodnotách mimo hranice praktické interpretace velmi těsně přibližuje.

Hyperbola vyrovnávající vztahy je v intervalu hodnot let 1960 - 1965, které jsme na grafu pro ilustraci vyznačili, zhruba v přechodu z povlnného do strmého průběhu. Signalizuje to rostoucí fondovou náročnost úspory pracovní síly v jednotlivých letech. Znamená to, že při rostoucí vybavenosti práce základními prostředky, což je právě charakteristické pro extenzivní vývoj na povrchových dolech, se v závislosti na čase zvyšuje obtížnost nahrazování živé práce zpředmětnělou ve výrobních prostředcích pouhou změnou výrobních technologií. Je to místo nutného nástupu cesty ke zvyšování objemu produkce na jednotku základních fondů. K tomu ovšem nemůže dojít jinak než zaváděním automatizace. V našem případě jde právě o průběh v letech 1960 - 1965, kdy se postupně uvádějí do provozu investičně náročné pásové dopravníky. Kvalitativní změny ve výrobě by bývaly mohly nastat těmito inovacemi teprve tehdy, kdyby provozy byly zároveň automatizovány.

Tendence, vyrovnávající substituční křivky stálé produkce (1), je ve smyslu přírůstků podílů základních fondů v čase na jednotku produkce ve srovnání se seskupením bodů, vyjadřujících skutečnost, povlovnější. Z toho je možno usuzovat, že hyperbolická aproximace na rozdíl od skutečnosti zdánlivě vyjadřuje relativně větší vliv intenzitního faktoru na velikost produkce. Kompenzuje v sobě celým svým teoretickým průběhem částečně i působení parametru technického pokroku jako pozůstatek z doby, kdy extenzivita vývoje nebyla v takovém objektivním rozporu s činitelem technického pokroku, jako je tomu později. Avšak tento vliv intenzitních činitelů je velmi malý, protože je svou velikostí úměrný faktickému vlivu technického pokroku, což nakonec potvrzují i úvahy vyslovené v úvodu tohoto článku. V žádném případě nemohl tedy činitel technického pokroku dosáhnout takové velikosti v průměru za celé sledované období, jaká se traduje v ekonometrické literatuře na podkladě zkušeností s objektivním vývojem produkce ve světě. Nemohl mít tudíž na výrobní spotřebu živé i mrtvé práce přiměřený vliv.

Podle relativně vysokého stupně fondové vybavenosti jsme pro další výpočty zvolili parametr technického pokroku $r = 0,02$. Tím je vliv technického zdokonalování základních prostředků, (které je možné od určitého okamžiku jejich automatizací), vyjádřen v závislosti na čase jako objektivní složka tempa růstu výroby a hodnocen jako 2 % efekt. Tak je umožněna-samozřejmě po teoretické stránce-úprava původní produkční křivky (1) ve smyslu snížení potřeby pracovních sil růstem objemu produkce na jednotku základních fondů. Ve srovnání s plánovaným růstem produktivity živé práce za rok v našem národním hospodářství není tento navrhovaný růst ukazatele ve smyslu všestranného využití práce nijak vysoký. Kromě toho nedosahuje námi dosazený činitel technického pokroku "r" průměrné světové úrovně, která je $0,025 \div 0,035$.

Při konstrukci produkční křivky, respektující vliv dosazeného parametru technického pokroku, jsme postupovali takto:

- skutečné hodnoty, zachycující spotřebu živé i zpředmětnělé práce na jednotku produkce, jsme upravili podle vzorce

$$y = \frac{1225}{x e^{rt}} + 19,48 ,$$

kde jsme jako neměnné v příslušných letech brali hodnoty "y", tj. fondovanou vybavenost, k nimž jsme vypočítali příslušné hodnoty "x" s tím, že $t = 0$ pro rok 1955.

Takže skutečné hodnoty pro sledovaná léta jsou:

Rok	1955	1960	1961	1962	1963	1964	1965
x	178,4	125,1	125,3	121,1	117,4	111,5	118,3
y	25,83	30,60	29,06	31,35	30,17	28,45	29,80

a přepočtené hodnoty "x" pro skutečné "y"

t	0	5	6	7	8	9	10
x'	192,90	96,63	109,28	86,03	93,16	108,41	92,04
y	25,83	30,60	29,06	31,35	30,17	28,45	29,80

- takto získané hodnoty jsme opět vyrovnali metodou nejmenších čtverců do hyperboly tvaru

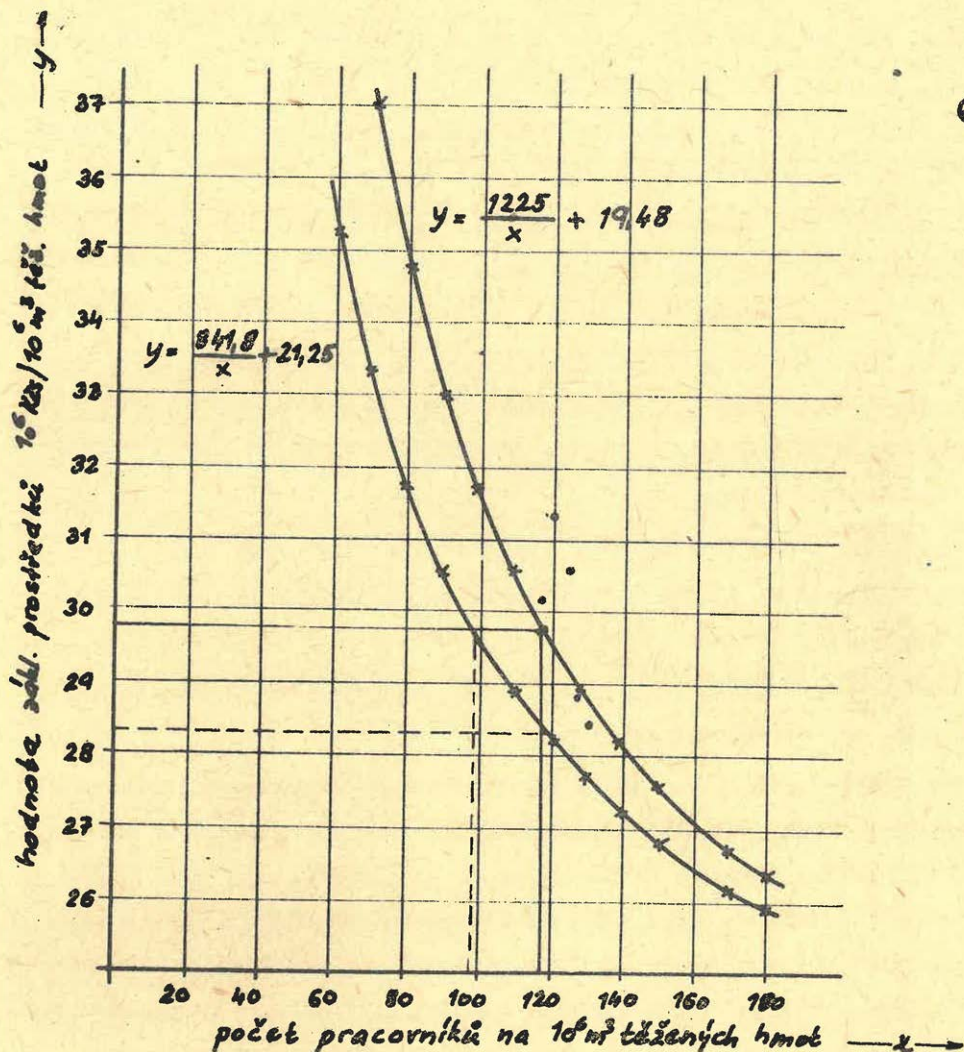
$$y = \frac{841,8}{x} + 21,25 \quad (2)$$

s hodnotami pro "x" a "y"

x =	60	80	100	120	140	160	180
y =	35,28	31,77	29,67	28,27	27,26	26,51	25,93

Znázornění průběhu vyrovnávacích křivek je na připojeném grafu čís. 1.

Porovnáním obou křivek a tím také vztahů, které vyjadřují, můžeme dospět k určitým závěrům pokud se týče úspor živé práce nebo snížení potřeby fondové vybavenosti jednotkového výkonu. Podmínkou vzniku takových úspor je automatizování výrobního procesu, jímž je ztělesňován technický pokrok.



Jestliže hovoříme o úsporách živé práce, nemáme na mysli faktické snížení počtu pracovních sil. Tady jde v podstatě o snížení pracnosti na jednotku produkce nebo o zvýšení účinnosti živé práce, vybavené pro tento účel dokonalejšími pracovními stroji. Současně to také znamená snížení investičních nákladů na jednotku produkce za předpokladu, že by investice byly uvážlivěji vkládány do výrobních prostředků na odpovídající úrovni automatizace při neměnném počtu pracovních sil.

Pro konkrétní vyhodnocení - samozřejmě v rámci teoretických závěrů - jsme si vybrali rok 1965, protože v něm je skutečná hodnota základních

fondů na stálou jednotku produkce nejbližší k některé hodnotě produkční křivky, zachycující vliv parametru technického pokroku a současně leží téměř na hyperbole, vyrovnávající skutečný průběh produkce. V roce 1965 byl skutečný stav základních fondů v mil. Kčs na 1 mil. m³ těžených hmot 29,80 a počet pracovníků na stejnou jednotku produkce 118,3. Na grafu č. 1 je to vyznačeno slabými souřadnicemi.

Při tomto vybavení základními prostředky výroby mohlo být stejné produkce dosaženo pouze 99 pracovníky nebo také vybavením stávajícího počtu pracovníků (118) základními prostředky ve výši pouze 28,35 mil. Kčs. Obě eventuality jsou vyznačeny čárkovanými souřadnicemi na grafu č. 1. Při reálnějším zachování počtu pracovníků to vyjadřuje absolutní úsporu 1,45 mil. Kčs investic na 1 mil. m³ těžených hmot. A nejen to. Současně to znamená formou zvýšení produkce na jednotku objemu základních fondů právě žádané lepší kapacitní využití pracovních strojů. K tomu ovšem nemůže dojít při stávající úrovni mechanizace pracovních procesů jinak než vlivem automatizace.

Teoretickou velikost úspor, vzniklých působením automatizace, by bylo možno vyjádřit na podkladě předchozích závěrů pro rok 1965 takto:

- úspory živé práce 19 pracovníků na 1 mil. m³ těžených hmot při průměrné mzdě 25 000,- Kčs/prac./rok jsou 450 000,- Kčs/rok, tj. 0,45 Kčs/m³ těž. hmot. Jestliže náklady na 1 m³ těžených hmot byly v roce 1965 7,07 Kčs, znamená to jejich snížení na 6,62 Kčs/m³ těžených hmot, tj. o 6,36 %;
- úspora investic ve výši 1,5 mil. Kčs/10⁶ m³ těž. hmot ročně při stávajícím počtu pracovníků znamená vedle samotného snížení nákladů na investice - a tím také možnosti použít jich efektivněji - ještě snížení provozních nákladů o odpisovou částku, která při průměrném odpisovém procentu výrobního zařízení různého druhu ve výši 6 % činí ročně cca 90 000,- Kčs;
- absolutní úspory v roce 1965 při celkové těžbě hmot při povrchovém dobývání hnědého uhlí v ČSSR ve výši přibližně 191 000 000 m³ by byly:

na živé práci 85 950 000,- Kčs nebo
na prostých investicích 286 500 000,- Kčs.

Jakkoliv se tyto úspory zdají být veliké, nedosahují hodnot dosud udávaných v pracích, zmíněných v úvodu tohoto článku a zbývají se hodnocením vlivu automatizace na hospodářské výsledky. Je to vlivem dosažení relativně nízkého parametru technického rozvoje, který jsme si s ohledem na naše podmínky zvolili.

Hodnocení minulosti má význam teprve tehdy, přenášíme-li jeho závěry jako poučení pro budoucnost. Matematika nám dává možnost celkem jednoduše vyjádřit velikost úspor živé práce za předpokladu, že se napříště technický rozvoj přizpůsobí objektivním požadavkům technického pokroku, který je v exaktních vztazích reprezentován parametrem "r". Teoreticky je stanovení velikosti úspory živé práce na 1 mil. m³ těžných hmot provedeno v následujícím výpočtu a znázorněno na grafu čís. 2.

Pro daný stav fondové vybavenosti "y" ji lze vypočítat podle rovnice

$$\sigma = x_1 - x_2 \quad (3)$$

kde: σ počet pracovních sil

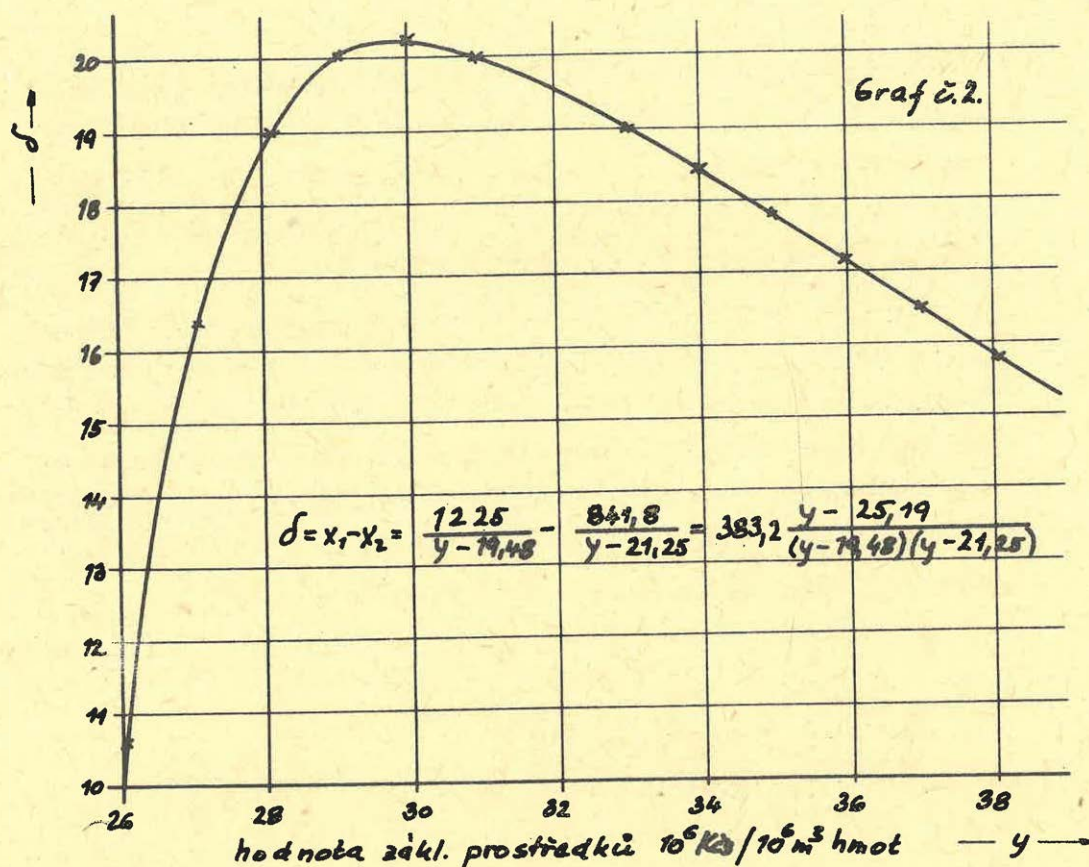
x_1 počet pracovních sil na 10⁶ m³ těž.hmot z rovnice (1)

x_2 počet pracovních sil na 10⁶ m³ těž.hmot z rovnice (2)

y hodnota základních prostředků v 10⁶ Kčs/10⁶ m³ těž.hmot

Realizovat tuto prognózu v praxi znamená vybavit co nejrychleji stávající výkonnou mechanizaci povrchového dobývání uhlí automatizací na patřičné úrovni - u technologických celků komplexní.

Přitom je třeba si uvědomit, že přednosti automatizace nespočívají pouze v hospodářském efektu, jehož velikost jsme se snažili nekonvenčním, ale jistě ne jediným způsobem vyčíslit. Největší přínos automatizace spočívá ve snížení podílu živé práce na výrobě, hlavně z hlediska přímé fyzické účasti člověka na vlastním výrobním procesu. Člověk se tak postupně stává nositelem takových hodnot pro výrobu potřebných, v jejichž tvorbě je strojem nenahraditelný. A to je jeden z velkých cílů automatizace.



Shrnutí

V článku se hovoří o jedné z možností, jak stanovit ekonomickou efektivnost automatizace technologických celků pro povrchové dobývání hnědého uhlí pomocí produkční křivky tohoto dobývání a její rektifikace dosažením parametru technického pokroku "r". Ten při dosažení vrcholného stupně mechanizace technologického zařízení vyjadřuje z větší části vliv automatizace na hospodářské výsledky jejich činnosti. Substituční charakter konstruované produkční křivky, respektující vliv parametru "r", potom umožňuje teoreticky vyjádřit úspory produkční spotřeby živé nebo zpřemětnělé práce, k němuž by došlo, kdyby technologické celky byly automatizovány na odpovídající úrovni.