

Ing. Jiří K o n v a l i n k a , VÚHU

Některé možnosti hodnocení efektivnosti udržování technolo-
gických celků s pásovou dopravou

Péče o základní fondy a výrobní proces

Udržování strojů a zařízení je výrobní síla. Údržba a opravy, což jsou základní složky udržování i celé komplexní péče o technologické fondy, mají spolu se všemi ostatními jejími doplňkovými a pomocnými činnostmi bezprostřední vliv nejen na množství, ale i kvalitu produkce. V tomto smyslu je udržování naprosto rovnocenné prvkům vlastní výrobní činnosti, jejímuž řízení v organizačních podmínkách koncernu SHD podléhá.

Udržování bezesporu působí na výsledky výroby zachováním, resp. obnovováním stupně využitelnosti základních fondů. Způsoby vedení mechanismů při vlastní práci, podrobná znalost všech jejich možností, citlivé reagování na změny vnějších podmínek a podobně, jako přímé produkční komponenty, také ovlivňují pohotovost strojů a zařízení k provozu (jedné z charakteristik spolehlivosti). Jiné charakteristiky (jejich parametry), obvykle posuzované jako ukazatele kvality zařízení, zprostředkovaně úrovně udržování, mohou být vedením zařízení při těžbě právě tak znehodnoceny jako umocněny. A nejde jen o tyto ukazatele. Lze jen těžko odhadnout, jakou měrou se na poruchovosti zařízení podílí udržování a jak jejich provozování, odhlédne-li se pro tyto účely od vlastní spolehlivosti zařízení, dané mu při jeho výrobě a reprezentované kromě jiného také udržovatelností. V žádném případě však nelze připi-

sovat dobré výkony pouze pracovníkům výrobního úseku a poruchovost nedostatkům zařízení, resp. udržování. Někdy takto zjednodušenému hodnocení, především udržování, přispívají dosud používaná měřítka a ukazatele, které se nespojují pro tyto účely s výrobou. A hledět na kvalitu péče o základní fondy pouze ukazateli dosažené produkce není také zcela správné. Aby se hodnocení kvality údržby a oprav co nejvíce přiblížilo komplexnosti, musí být do jeho způsobů zahrnuta hlediska jak výsledků výroby, tak účinnosti udržování.

Základní způsoby hodnocení účinnosti udržování a jejich parametry

Každá koncepce hodnocení hledá v obecném smyslu mnohознаčné a tím, svým způsobem, členité založení pokud možno nejmenšího počtu, nejlépe jediného ukazatele, zajišťujícího pohled z co nejvíce pozic, ze kterých lze posuzovat hodnocený objekt - veličinu. Takto se vždy směřuje k ukazateli komplexnímu - syntetickému se snahou o jeho jednoduchost.

Nejinak je tomu i v případě hodnocení efektivnosti udržování, jejíž ukazatel, s ohledem na soubor jej ovlivňujících činností a na jejich většinou zprostředkovaně zjevné účinky, bude v tomto smyslu dosti náročný. V podstatě je od něj požadováno, aby obsahoval prvky hodnocení, které by prakticky postihly stránku výkonovou i technickou, právě tak jako spolehlivost, produktivitu a v neposlední řadě i hodnotovou (nákladovou) náročnost.

Všeobecně lze z těchto hledisek, avšak odděleně, posuzovat účinnost péče o základní fondy pomocí poměrně velkého počtu rozličných ukazatelů. Ovšem naprostá většina z nich tuto činnost hodnotí více či méně zprostředkovaně a bez žádoucí

komplexnosti.

Ukazatele výkonové - výkonů zařízení, o které je pečováno i vlastních výkonů udržování

těžba za rok Q (m^3 r.z./rok) (1)

výkony v udržování za rok
(finanční vyjádření) N_{PZF} (Kčs/rok) (2)

(naturální vyjádření) SM_{PZF} (sm/rok) (3)

Jde o ukazatele bez exaktních souvislostí. Nanejvýš je možné volně je spojovat dedukcemi, že

- . vysoké těžební výkony jsou umožněny dobrým stavem zařízení - kvalitní péčí o něj,
- . dobrý stav zařízení, aby bylo možné docílit požadovaných výkonů, je nutné zajistit finančně (hmotně) i personálně →
- srovnávání pohybu hladin těžebních výkonů a výkonů v udržování.

Technické ukazatele

součinitel poruchového zatížení:

$$\frac{\text{celk. doba všech poruch. prostojů}}{\text{celková doba těžby}} \rightarrow KPZ = \frac{\sum t_{oi}}{\sum t_i} \quad (4)$$

součinitel poruch na 1000 m^3 r.z. těžby:

$$\frac{\text{celková doba všech poruch. prostojů}}{\text{těžba v } 1000 \text{ } m^3 \text{ r.z.}} \rightarrow KUQV = \frac{\sum t_{oi}}{q} \left(\frac{h}{Q/1000 \text{ } m^3} \right) \quad (5)$$

frekvence poruch:

$$\frac{\text{celkový počet poruch}}{\text{celková doba těžby}} \rightarrow F_{toi} = \frac{\sum n_{oi}}{\sum t_i} \left(\frac{n_{por}}{\text{hod.}} \right) \quad (6)$$

Poznámka: Pro všechny hodnoty uvedené v čitatelích i jmenovatelích platí v jednotlivých zlomcích "ve stejném časovém intervalu" (obvykle v běžném kalendářním členění).

Tyto nenormované ukazatele formalizují, podle místního zavedení, vztah mezi úrovní těžby a poruchovostí v časových údajích pouze po kvantitativní stránce. Kvalitu činností v čase - ve zvolených časech - nevyjadřují. Uvedené formulace nevyčerpávají úplně všechny možnosti kombinace vstupů.

Ukazatele spolehlivosti - spolehlivostní

$$\text{střední doba mezi poruchami (aritmetický průměr)} \quad \frac{\sum t_i}{\sum n_{oi}} \quad (h) \quad (7)$$

$$\text{střední doba poruchového prostoju (aritmetický průměr)} \quad \frac{\sum t_{oi}}{\sum n_{oi}} \quad (h) \quad (8)$$

$$\text{součinitel pohotovosti} \quad K_p = \frac{\sum t_i}{\sum t_i + \sum t_{oi}} \quad (9)$$

$$\text{součinitel technického využití} \quad K_{tv} = \frac{\sum t_i}{\sum t_i + \sum t_{oi} + \sum t_{ui}} \quad (10)$$

Poznámka: Podrobně o těchto normovaných ukazatelích dle ČSN 010102 ve Zpravodaji VÚHU č. III/1986, str. 51-52.

Takto normované parametry charakteristik spolehlivosti zachycují při zavedení skutečných časů opět svým podílem na hodnocení spíše kvantitativní stránku úrovně péče o základní fondy. Při zavedení nezbytně nutných (normovaných) časů oprav ($\sum t_{oi}$) a údržby ($\sum t_{ui}$) do těchto vzorců, mohly by tyto při srovnání se vzorci naplněnými skutečnými časy obou činností péče o základní fondy sloužit po nezbytné konstrukci (rekonstrukci) cel-

kové doby těžby ($\sum t_i$ by se zvýšila o časy ušetřené na $\sum t_{oi}$ a případně i na $\sum t_{ui}$) jako kvalitativní cíl, ke kterému je nutné se přibližovat všestranným zlepšováním udržování. Zatím se však na normování opravářských činností pracuje a v normování údržbářských činností (prakticky plánovaných oprav) není zatím také jasno. Jako metoda pro stanovení cíle je však tento postup nezanedbatelný.

Ukazatele produktivity - produktivitní

Údržbová náročnost produkce: $\frac{\text{počet směn prac. v udržování}}{\text{těžba v } 1000 \text{ m}^3 \text{ r.z.}} \rightarrow$

$$\rightarrow \dot{U}N = \frac{\sum n_{sm}}{q} \left(\frac{n_{sm}}{Q/1000 \text{ m}^3} \right) \quad (11)$$

produktivita integrovaná: $\frac{\text{hodnota produkce x hodnota základních fondů výroby}}{\text{počet prac. v udržování x úplné náklady na udržování}} \rightarrow$

$$\rightarrow PI = \frac{N_Q \cdot ZF_Q}{n_{pPZF} \cdot H_{PZF}} \left(\frac{K\check{s}}{\text{prac}_{PZF}} \right) \quad (12)$$

produktivita závislá:

$$\begin{aligned} & \frac{\text{výkony udržování}}{\text{zákl.fondy udržování}} \times \frac{\text{zákl.fondy udržování}}{\text{poč.prac. v udržování}} = \\ & = \frac{\text{výkony udržování}}{\text{poč.prac. v údrž.}} \rightarrow PZ = \frac{N_{PZF}}{Z_{PZF}} \cdot \frac{ZF_{PZF}}{n_{PZF}} = \frac{N_{PZF}}{n_{PZF}} \\ & \left(\frac{K\check{s}}{\text{prac}_{PZF}} \right) \quad (13) \end{aligned}$$

Poznámka: Všechny součinitele uvedených výrazů jsou limitovány určitými zvolenými časovými intervaly, stejnými pro čitatele i jmenovatele zlomku (zlomků) v rámci jednoho (téhož) ukazatele.

Údržbová náročnost produkce (11) je ukazatel relativně často používaný hlavně při srovnávání efektivity udržování v různých organizačních jednotkách i s podniky v zahraničí (v socialistických státech). Jeho hodnota pro tyto účely je, mírně posuzováno, pochybná, protože nevyjadřuje ani nejzákladnější podmínky, ve kterých probíhá vlastní péče o základní fondy, např. rozlohu prostoru, v němž je rozmístěno zařízení, o které je pečováno, organizaci udržování apod. Pro hodnocení trendu účinnosti udržování v neměnných se podmínkách jednoho podniku, resp. závodu, je tento ukazatel vhodný.

Integrovaná produktivita (12) je jako parametr modifikací v poslední době neprávem opomíjené integrální produktivity. Mnohem lépe než často používaná prostá produktivita práce, na jejíž očividné nedostatky jako srovnávacího ukazatele je stále častěji poukazováno, vyjadřuje společenský efekt vzájemného působení živé práce a práce zpředmětnělé ve výrobních prostředcích. Uvedená formulace není jedinou možností jak využít tyto vstupní veličiny nebo použít je v kombinaci s jinými (např.: s výkony v údržbě nebo s hodnotami základních fondů v údržbě) pro hodnocení péče o základní fondy.

Ukazatel závislé produktivity (13) vychází z aplikace moderního rozborového prostředku, tzv. pyramidové analýzy. Tímto způsobem se daný objekt hodnotí soustavou ukazatelů tak zkonstruovaných, že jsou mezi sebou propojeny matematickými vazbami, zobrazujícími věcnou (logickou) souvztažnost jevů a procesů. Dominující (v pyramidě vrcholový) ukazatel je postupně rozkládán na součiny, podíly, součty či rozdíly dílčích ukazatelů. Analytičtější ukazatele, jako méně významné než syntetické, jsou postupně podle tohoto měřítko v nižších vrstvách pyramidy. Tak jsou v této stavbě ukazatele uspořádány hierarchicky dle svého významu.

V uvedeném případě (13) je produktivita závislá na využití základních fondů a vybavenosti pracovníků základními fondy. Růst efektivnosti udržování je dán růstem účinnosti živé práce i růstem účinnosti základních fondů. Vzroste-li vybavenost pracovníků základními fondy ($\frac{Z_{PZF}}{n_{PZF}}$), pak by závislá produktivita ($\frac{N_{PZF}}{n_{PZF}}$) měla vzrůst tolikrát, kolik činí součin indexu růstu $\frac{Z_{PZF}}{n_{PZF}}$ a indexu $\frac{N_{PZF}}{Z_{PZF}}$. V tom je výzham použití těchto ukazatelů ve směru především dovnitř, pro hodnocení vlastní efektivnosti udržování.

Ukazatele nákladové - výrobně spotřební

Náklady na udržování (vlastní hodnotová výrobní spotřeba činností péče o základní fondy) $\longrightarrow$ VS_{PZF} (Kčs/rok) (16)

měrné náklady udržování: $\frac{\text{náklady na udržování}}{\text{velikost těžby}} \longrightarrow MS_{PZF} =$
 $= \frac{VS_{PZF}}{Q} \left(\frac{\text{Kčs}}{\text{m}^3 \text{ r.z.}} \right)$ (17)

Jde o běžně používané ukazatele, které charakterizují finanční náročnost procesu udržování bez jakýchkoliv dalších souvztažností.

Syntetický ukazatel péče o základní fondy

Výčet ukazatelů si v předchozí kapitole nečiní nároky na úplnost. Byl motivován snahou uvést typické ukazatele, jejichž prostřednictvím je sice možné posuzovat účinnost udržování technologického zařízení na povrchových dolech a které jsou určeny pro hodnocení obsahově jiných vlastností. Kromě toho všechny (až na jedinou, kvalitativně však malou výjimku) mají vysloveně analytický charakter.

Nebylo by reálné pokoušet se o konstrukci takového syntetického ukazatele, který by zahrnoval všechny stránky hodnocení tak, jak jsou uvedeny v předchozí kapitole. Do syntetického vzorce pro hodnocení účinnosti péče o základní prostředky je nutné shromáždit analytické ukazatele nejen podle jejich důležitosti a vhodnosti jejich původního určení, ale i z hledisek racionálnosti jejich spojení v logický konečný tvar a přijatelný rozměr.

Tento komplikovaný požadavek alespoň z podstatné části splňuje nově zkonstruovaný ukazatel s pracovním názvem - měrná péče o základní fondy.

Je složen ze

- součinitele technického využití - K_{tv} (10) - bezrozměrného ukazatele
- dopravního výkonu - N_d - v m^3 km ("v kubíkokilometrech") (18)
- nákladů na udržování - VS_{PZF} v Kčs (použito v (16)), do nichž se z nákladových položek normovaného kalkulačního vzorce zahrnují "náklady na opravy a udržování" a "náklady na materiál".

Syntetický tvar ukazatele měrné péče o základní fondy

$$MP = K_{tv} \cdot \frac{N_d}{VS_{PZF}} = \frac{\sum t_i}{\sum t_i + \sum t_{oi} + \sum t_{ui}} \cdot \frac{N_d}{VS_{PZF}} \left(\frac{m^3 \text{ km}}{\text{Kčs}} \right) \quad (19)$$

Interpretace ukazatele:

Na 1 Kčs nákladů na opravy a materiál (technologického celku) připadá "x" m^3 km (jistý počet kubíkokilometrů) dopravního výkonu (daného technologického celku) při určitém (zjištěném) součiniteli technického využití (daného technologického celku).

Diskuse navrhované formulace ukazatele:

V součiniteli technického využití (K_{tv}) je pomocí časových ukazatelů udržování a jejich vztahu k době produkce vyjádřena

více objemová (kvantitativní) účinnost péče o základní fondy, i když neodráží skutečnou dobu ani údržby či oprav. Časy t_{oi} a t_{ui} jsou celkové doby odstávek pro opravy, resp. údržbu, včetně tzv. organizačních prostoje.

Kvalitu ("láci") udržování zase naopak podstatněji charakterizují náklady na péči o základní fondy (VS_{PZF}) v měrné formě na podkladě spojení s dopravním výkonem (N_d). Ve vzorci reprezentuje toto spojení hodnotový faktor posuzování.

Vedle toho samotný dopravní výkon ve svém parametru shrnuje nejen velikost těžby (v m^3 rostlé zeminy), ale i dopravní vzdálenost (v km). Ta v celém ukazateli měrné péče o základní fondy supluje, ne však beze zbytku, prostor (velikost areálu příslušné organizační jednotky), ve kterém musí pracovníci udržování operovat (zasahovat) a který svojí velikostí ovlivňuje časovou složku jejich vlastní kapacity (rozlehlejší prostor zvětšuje podíl organizačních ztrát v udržování hlavně při opravách neočekávaných poruch).

Hodnotová výrobní spotřeba procesu udržování (náklady na materiál a náklady na opravy) je velmi variabilní složka vlastních výrobních nákladů. Její "pohyblivost" v jednotlivých zúčtovacích obdobích je ovlivňována druhem i náročností plánovaných oprav, které byly vykonány v tomto období, resp. i poruchových oprav. Tyto rozdíly, zůstane-li nevysvětlena jejich příčina, mohou zdiskreditovat vypovídací schopnost ukazatele měrné péče o základní fondy. Především havárie, které nebyly způsobeny nedostatečností stroje (zavalení stroje skluzem apod.), odstraňování jejich následků bývá finančně náročné, je nutné z vlivu na uvedeného ukazatele eliminovat (v časech i nákladech).

Udržovatelnost a měření efektivnosti udržování výrobních prostředků

K objektivizaci hodnocení efektivnosti udržování strojů a zařízení na povrchových dolech by přispělo stanovení parametrů jejich udržovatelnosti, která je pro tyto účely prakticky určující mezi charakteristikami spolehlivosti.

Udržovatelnost (obecná) je komplexní vlastnost zahrnující jak udržovatelnost tak i opravitelnost (ČSN 010102 - heslo 4).

Udržovatelnost - (ČSN 010102/5) je vlastnost objektu, spočívající ve způsobilosti k předcházení poruchám předepsanou údržbou. Jejím vlastním a určujícím vyjádřením je pravděpodobnost provedení údržby ve stanovené době, pokud je ovšem předepsaná doba údržby známa (stanovena). Pak je také možné ji konfrontovat a tím také hodnotit udržovatelnost pomocí jednodušších charakteristik - parametrů, jako je např. střední doba údržby.

Naprosto stejně je tomu s parametrem sesterské charakteristiky spolehlivosti v rámci obecné udržovatelnosti - s opravitelností (ČSN 010102/6). Ta spočívá ve způsobilosti strojů a zařízení ke zjišťování příčin vzniku poruch a ve způsobilosti odstraňování příčin a následků poruch opravou, prováděnou předepsaným způsobem. Posuzovat opravitelnost lze snadněji např. střední dobou oprav.

Udržovatelnost je, jak již bylo v úvodu řečeno, vlastnost, jejíž základ musí být položen ve výrobě zařízení (při projektování, konstrukci i montáži). Není pochyb o tom, že čím je předpokládána delší doba životnosti mechanismu, naplněná obvykle více opravářskými cykly, tím je důležitost udržovatelnosti větší.

Podle zkušeností provozních pracovníků i členů údržbářských - opravářských čet, nejsou požadavky na udržitelnost (s těžištěm v opravitelnosti) příliš respektovány tuzemskými výrobci zařízení pro povrchovou těžbu. Za této situace je nutné hledat vlastní cesty k optimalizaci způsobů zjišťování poruch a jejich příčin i postupů provádění oprav, včetně minimalizace nezbytně nutných demontáží, resp. montáží, které doprovázejí prakticky každou z nich. V praxi přibližování se k takto stanoveným (cílovým) hodnotám by značnou měrou přispělo k posuzování účinnosti péče o základní fondy - především její časové složky. I v tomto případě by bylo nutné doplnit takový pohled na efektivnost měřítkem hodnotově kvalitativním.

V této souvislosti je vhodné připomenout způsob zcela prakticistního přístupu k hodnocení efektivnosti údržby v kapitalistických podmínkách, kdy hlavní úkoly plánované péče o technologická zařízení jsou v převážné většině záležitostmi dodavatelskou. Tam je základním kritériem posuzování kvality zařízení a tím i účinnosti údržby a oprav, které jsou určeny k tomu, aby tuto kvalitu obnovovaly, schopnost strojů a zařízení pracovat s garantovaným výkonem po stanovenou, zaručenou dobu za předepsaných podmínek. V podstatě to znamená hodnocení stupně přiblížení se k těmto garantovaným, smluvně zakotveným výkonům po dobu celého opravářského cyklu, resp. inovačního cyklu, který bývá obvykle kratší než je tomu v tuzemsku. Podle tohoto dosaženého stupně a dalších okolností se mění buď dodavatel oprav nebo frekvence či způsob oprav. Takové ekonomické okolí vytváří přirozeně mnohem intenzivnější tlak na výrobce zařízení z hlediska požadavků na udržitelnost.

Posílení možností hodnocení účinnosti udržování

Adresnější a přesnější měření účinnosti péče o základní fondy na povrchových dolech je jedním ze základních kamenů,

ze kterých je nutné vybudovat výkonnější způsoby udržování těchto výrobních prostředků. Nejen hodnocení, ale celý systém údržby a oprav je zapotřebí postavit na solidní základy exaktních podkladů a předpokladů jeho správného fungování, mezi kterými je rozhodující

- na podkladě zpracovaných standardních technologických postupů údržby a oprav konstituovat (stanovit, odzkoušet a závazně zavést) normy všech operací, které se vyskytují při běžných činnostech komplexní péče o stroje a zařízení na povrchových dolech. Kromě jejich původního určení stanovit tyto hodnoty jako srovnávací pro posuzování kvantitativní stránky účinnosti péče o základní fondy;
- zavést do procesu udržování všechny vhodné a dostupné způsoby a postupy bezdemontážní diagnostiky i jiné neinvazivní kontrolní metody jako podmínku pro zvýšení časového využití technologických komplexů vlivem zkrácení technických i organizačních prostoje v rámci údržby a oprav a rozsahem jejich využívání také poměřovat úroveň péče o základní fondy;
- sledovat komplex péče o výrobní prostředky soustavnou hodnotovou analýzou za účelem posuzování jeho spotřeby s cílem snížit ji na nezbytně nutné minimum.

Toto nejsou cesty sledující pouze možnosti zlepšení posuzování účinnosti péče o základní výrobní fondy na uhelných lozech. Směřují také k rozšíření prostoru pro realizaci úplného chozrasčotu a jeho cílů, protože náklady na udržování tvoří podstatnou část výrobní spotřeby v odvětví, které je základní v celém národním hospodářství ČSSR.