

Zvyšování provozní spolehlivosti rýpadel

1. Úvod

Základním cílem výrobců strojů je dále zvyšovat užité vlastnosti svých výrobků. Fundamentálním faktorem užité hodnoty je jeho vysoká a trvalá provozní spolehlivost. V současné době se výrobce navíc snaží, aby životnost stroje odpovídala jeho ceně.

Součástí cesty k trvalé záruce vysoké provozní spolehlivosti je objektivní analýza současného stavu. Analýza provedená jak z hlediska výrobce, tak z hlediska zkušeností provozovatele. Následně pak syntéza takto získaných poznatků, jejich zhodnocení a využití jsou základem pro další operativu a strategii činnosti výrobce. Je žádoucí, aby získané výsledky byly komplexně využity ve všech oblastech činnosti výrobce, zejména ve vývoji a konstrukci, v technologii výroby a v marketingu včetně servisní činnosti.

2. Založení a činnost oddělení spolehlivosti a diagnostiky a.s. UNEX

Na základě pokynu generálního ředitele a.s. Unex byla v lednu 1995 vytvořena odborná expertní skupina pro oblast zvyšování provozní spolehlivosti výrobků Unexu, zejména rýpadel a velkostrojů. Tuto skupinu tvoří externí odborníci - specialisté. Organizačně je skupina oddělení spolehlivosti a diagnostiky (dále OSD) začleněna v podřízenosti technického ředitele.

Prvním úkolem OSD UNEX v roce 1995 bylo posoudit provozní spolehlivost nového výrobku, rýpadla DH-28. V souladu s trendy světového strojařského průmyslu byl navržen rámcový program dalšího zvyšování jeho provozní spolehlivosti, který vycházel ze zásad filozofie řízeného celoživotního cyklu výrobku (life cycle). Např. obsahoval komplexní starostlivost výrobce o stroj jako celek po celou dobu jeho technického života, vytvoření počítačového databázového systému individuálního sledování provozuschopnosti, trvalé ověřování jakosti subdodávek, posouzení konstrukce stroje a pravidel údržby z hlediska zavedení automatizované diagnostiky technického stavu stroje (informační diagnostický systém).

Aby byly pro hodnocení provozní spolehlivosti lopatového rýpadla DH-28 získány referenční hodnoty, byl využit princip tvůrčí a výrobní dědičnosti, která je zakódována ve všech relevantních výrobcích daného podniku. Proto byly analyzovány archivní i aktuální data o provozní spolehlivosti rýpadel typu DH-441, DH-631, DH-641, SM-15, SR-15.

Současně OSD věnovalo pozornost průzkumu stávajících znalostí a rozšiřování znalostí o řízení provozní spolehlivosti u vybraných pracovníků z různých oblastí a.s. Unex. Stalo se tak formou pilotního kurzu „Zvyšování provozní spolehlivosti a dalších užitečných vlastností strojů vyráběných v a.s. Unex“.

V roce 1996 zaměřilo OSD svoji činnost na spolehlivostní analýzu kolesového rýpadla K2000. Jako ilustrace činnosti OSD jsou v následující části článku uvedeny první výsledky, které je nutné brát jako předběžné.

3. Provozní spolehlivost velkstroje K2000

3.1 Úvod

OSD vypracovalo v období červenec-listopad 1996 prvou část spolehlivostní analýzy K2000. Množství údajů, jež jsou k dispozici pro zpracování za období téměř celých čtyř let, je uctyhodné. Tato prvá část posloužila pro specifitější orientaci v problematice a umožnila stanovit další analytické cíle a upřesnění lokalizací spolehlivostních dějů v prostoru a čase.

Pro prvou etapu OSD UNEX stanovilo tyto cíle:

- vyhodnotit sumárně poruchy a prostoje jimi vyvolané
- zjistit střední hodnoty ze sumárních veličin (na základě znalosti akumulovaného pracovního času), tj. střední dobu mezi poruchami T_p a střední dobu mezi technologickými prostoji τ_p (včetně odhadu intervalu těchto číselných charakteristik)
- vyhodnotit časové řady jevů poruch, od kterých bude odečten průměr za zkoumané období. Z takto vzniklých reziduí na základě spektra reziduí stanovit, zda rezidua nemají trend. *(Toto zjištění nám dává základní informaci o úseku tzv. „spolehlivostní vany“, kde se nacházíme, tj. zda v úseku bez trendové složky (ustálený, též normální provoz), nebo v úseku s trendem poklesu intenzity poruch (záběh, implementace), či v úseku s trendem růstu intenzity poruch (oblast mezních stavů).*
- v případě reziduí bez trendu (což bylo prokázáno u všech předtím zkoumaných řad rýpadel) zpracovat z detailních záznamů o poruchách histogramy dob mezi poruchami a proložit Weibullova trojparametrická rozdělení pravděpodobnosti s cílem získání číselných charakteristik W3PV modelů těchto poruch
- vyhodnotit sumárně technologické příčiny prostojů a sumárně prostoje jimi vyvolané.

= Tyto základní údaje poslouží pak pro stanovení priorit opatření pro zvýšení spolehlivosti a nasměrování změn, rekonstrukcí a úprav.

3.2 Zdroje informací

Zdrojem informací byla data ze systému sledování provozuschopnosti, které realizují Severočeské doly a.s. Doly Bílina pomocí počítačové sítě budované pro jednotlivé technologické celky včetně trvalého monitorování činnosti kompletního technologického celku. Systém je v provozu 24 hodin denně a jsou proto k dispozici denní záznamy všech poruch daného technologického celku.

Provozní stav je monitorován operátorovi jako funkční, jestliže se koleso velkstroje točí (nemusí být v záběru). Pokud se koleso z nějakých důvodů zastaví, je

na pracovišti operátora okamžitě počítačovým systémem zaznamenán čas. Důvod zastavení je specifikován telefonicky bagristou a operátor zakóduje příčinu prostřednictvím základního číselníku. V některých případech zapisuje i podrobnější specifikaci závady. Při opětovném spuštění kola je opět automaticky zapsán čas.

Stroj K-2000 je tímto způsobem sledován od jeho nasazení do provozu. Třeba poznamenat, že se jedná o těžbu v obtížných geologických podmínkách (některé partie nelze těžit kontinuálním způsobem a musí se po obnažení odstřelit).

Vytvořené počítačové sestavy poruchovosti technologického celku lze vytisknout podle různých požadavků. Např. sestava pro technologický celek, kde je K 2000 zařazen pod důlním označením K-101: první sloupec obsahuje datum, druhý název zařízení, třetí sloupec je doba trvání poruchy (vyjádřena v hod:min), textová část obsahuje slovní příčinu poruchy, další sloupce obsahují důlní informace (nesouvisí s provozní spolehlivostí ani odstávkou stroje), následující sloupec obsahuje kód příčiny zastavení kola, dále číslo elementu pro danou bližší specifikaci poruchy.

Při zpracování v OSD byly všechny zápisy rozděleny do dvou hlavních skupin podle číselníku poruch a definice činností na poruchy (kód 25 - 34) a technologické příčiny zastavení kola (kód 1-23 a kód 35 - 89), protože technologické prostoje nesouvisí se spolehlivostí stroje. Pro obě skupiny byly vyčísleny četnosti zastavení kola a výsledný čas zastavení kola v daném dni, měsíci a roku. Celková doba poruchy a doba prostoje byla ve zpracovaných tabulkách již v hodinách a to z důvodů dalšího zpracování.

Úsek od 01/1995 do 08/1996 byl zpracováván jako první z dvou důvodů - dá se předpokládat již ustálený stav, tedy bez fáze záběhu a jedná se o aktuální minulé období. Další část záznamů - roky 1993 a 1994 - se zpracovává.

3.3 Vlastní vyhodnocení

Zpracování podrobných tabulkových záznamů probíhalo takto:

- zpracované tabulky za sledovaných 20 měsíců byly převedeny do databázového prostředí, kde bylo možné třídění a úpravy
- v databázi byly zpracovány intervaly dob mezi poruchami a z denního fondu pracovní doby byly odečteny prostoje, tím se získal skutečný pracovní čas - relevantní pro výpočty poruchových intervalů
- byly roztříděny prostoje opět v relevantních časových měřítkách. Výsledný soubor byl převeden do prostředí Microsoft Excel 5cz, kde probíhalo vlastní zpracování ukazatelů - histogramů pro Weibullový 3parametrické modely pro skupiny poruch.

Výpočet Weibullových modelů probíhal v prostředí Quick-Basicu, programem WEPB. Obrázky byly exportovány (po úpravě) do listů Excelu.

Rozdělení podle počtu poruch udává toto pořadí:

- 1) příčina 28 45% [28.řídící systém + S]
- 2) příčina 34 25% [34.ochrany, zab.zař.,nouz.vyp.]
- 3) příčina 25 12% [25.strojní porucha + S]

Údaje o sumě prostojů, zapříčiněných tou kterou poruchou, udávají toto pořadí :

- 1) příčina 33 34% [33.mazání]
- 2) příčina 31 33% [31.doh.odst. v ověř. provozu]
- 3) příčina 25 8% [25.strojní porucha + S]

Tato rozdělení je vidět na obr.1 a 2.

Rozdělení podle početnosti příčin technologických prostojů udává toto pořadí :

- 1) příčina 51-55 63% [51-55 Vliv materiálu]
- 2) příčina 35-48 19% [35-48 Str.+el.bez proud,technol.prost.]
- 3) příčina 56-89 15% [56-89 Závaly,čišt.,vyboč.,prokluz]

Údaje o sumě prostojů, zapříčiněných tou kterou technologickou příčinou, udávají toto pořadí :

- 1) příčina 18-23.... 46% [18-23 Plánované prostoje]
- 2) příčina 35-48....28% [35-48 Str.+el.bezproud,technol.prost.]
- 3) příčina 51-55 14% [51-55 Vliv materiálu]

- viz obr 3. a 4.

Počty nám udávají opakovanost dějů (tedy jejich četnosti), sumy prostojů pak jisté ekonomické vyjádření omezení produkce. Tyto dvojice údajů jsou schopny posloužit pro určení směrů ke zlepšení spolehlivosti - a tím zvýšení vlastních užitných (jakostních) charakteristik.

3.4 Výsledné tabulky dějů

K2000	Období 01/1995-08/1996	
Prac. fond	Poruch. prostoje	Technol. Prostoje
13 711	3 615	3 121

Zde uvádíme srovnávací tabulku dob mezi poruchami, získanou metodou akumulovaného pracovního času, který za sledované období dosáhl 13 711,- hod. Vydělením počtem poruch dostáváme první ukazatel - střední dobu mezi poruchami T_s .

Důležitý u Weibullových modelů je hlavně parametr m , který nám dává výpověď o srovnatelnosti ukazatelů, nalezených výpočtem z akumulovaného pracovního času. V případě, že m je blízké 1, můžeme očekávat dobrý souhlas, vidíme ho u skupin p25 (37,1-38,5), p26 (46,2-34,9), p28 (154,1-120), p29 (72,5-61,5) a p34(17,3-25,5). Rozdíly jsou tu většinou v rozmezí 20%, což se dá považovat za dobrý souhlas. Podstatnější rozdíly jsou u skupin p27 (381-159) a p33 (259-47,6), kde je menší počet výskytů, proto je třeba vzít do úvahy hodnoty z Weibullových modelů.

Porucha	p25	p26	p27	p28	p29	p33	p34	Celk.
Počet	370	297	36	89	189	53	792	1826

Střední doba mezi poruchami z akumul. prac. času									
Ts (hod)	37,06	46,16	380,86	154,06	72,54	258,70	17,31	7,50	13711

Weibullový modely

c	1,3	3,2	0	0	0	16	1,97
TO	26,9	29,8	133,7	63,9	63,9	136,6	23,8
m	1,03	0,91	0,5	0,88	1	0,87	1,28
Xs	38,5	34,9	158,8	120	61,5	147,6	25,5

Celková doba mezi poruchovými prostoji je na úrovni 7.5 hod. Zde je třeba uvědomit si složitost komplexu, jedná se vlastně o „továrnu“ s množinou funkčních činností, řazených sériově, kde se dá vytvořit specifikační mapa ve vztahu k činnostem. Podstatná bude vazba poruchovosti k vlastním technologickým činnostem velkstroje, která by si vyžádala další problémově orientovanou studii.

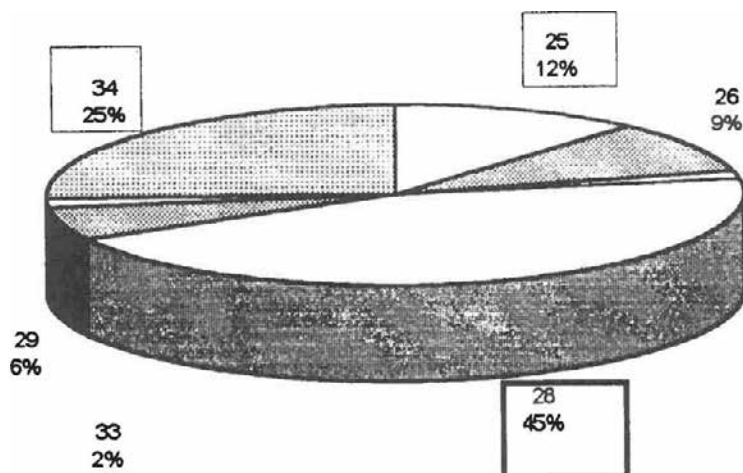
4. Závěr

Expertní skupina - OSD Unex se snaží postupně na základě objektivní nebo aspoň objektivizované analýzy dostupných informací zmapovat dosavadní úroveň provozní spolehlivosti běžných rýpadel a velkstrojů. Na základě těchto analýz pak vytvořit metodiku dalšího zvýšení provozní spolehlivosti vyráběných i nově vyvíjených strojů, a zejména precizovat pravidla pro její trvalé udržení. Současně jsou akceptovány stávající možnosti a.s. Unex v oblasti lidských zdrojů, technických a technologických podmínek výroby. Nejsou zanedbány ani ekonomické ukazatele dané prodejným trhem.

5. Literatura

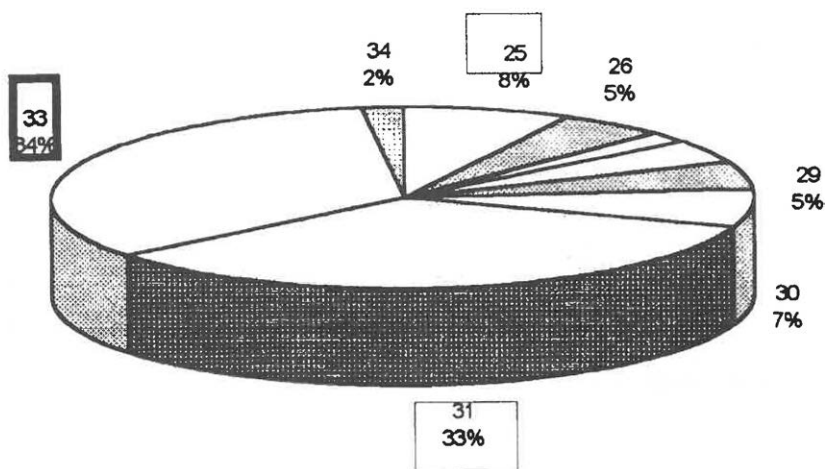
1. Soubor prací: Zvyšování provozní spolehlivosti výrobků Unex a.s. se zaměřením na rýpadlo DH-28. Část I-XII. Unex-OSD. Uničov, 1995-96.
2. Provozní spolehlivost K2000. Část I. Zpráva. Unex-OSD. Uničov, 1996.

Příčiny poruch - po skupinách



Obr. 1

Prostoje z poruch

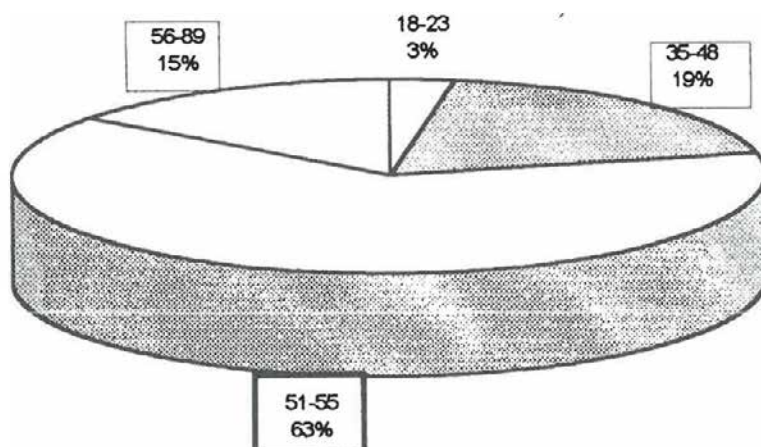


Obr. 2

Číselník poruch a definice činností

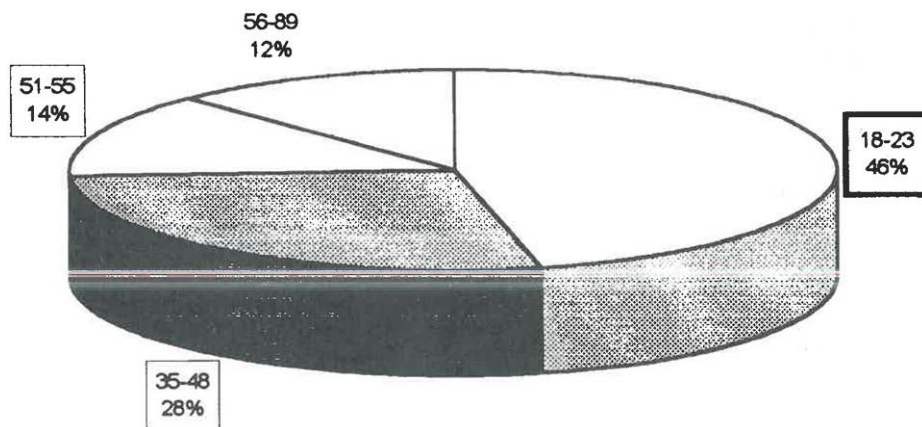
- 25 - strojní porucha + S
- 26 - elektroporucha + S
- 28 - řídicí systém + S
- 29 - kontrola při příznaku poruchy
- 30 - havárie strojní a elektro
- 31 - dohodnutá odstávka u ověř. programu
- 33 - mazání
- 34 - ochrany, zabezpečovací zařízení, nouzové vypnutí
- +S - bližší specifikace činnosti

Techol. prostoje- % příčin



Obr. 3

Doby technol. prostojů podle technol. příčin



Obr. 4

Číselník technologických prostojů

18-23 - plánované prostoje

35-48 - bez proudu, nutné technolog. manipulace

51-55 - vliv materiálu

56-89 - závaly, čištění, prokluzu, báňské problémy