

Ing. Jiří M a l ý, VÚHU

K některým otázkám dispečerského řízení povrchových dolů

Při studiu problematiky dispečerského řízení povrchových dolů se setkáváme s otázkou účinnosti řídicích opatření a celého dispečerského řízení vůbec. Je proto namístě zkoumat tuto záležitost jako samostatný problém. Toto hledisko není nové, spíše v současné době "oprašujeme" původní význam pojmů jako dispečink, velín, dispečerské řízení. Původní významový obsah je odvozen z angl. "dispatch" a jeho složenin, což znamenalo kdysi jen odesílat, rychle vybavovat např. zprávy v poštovní službě, vlaky z nádraží apod. S rostoucím uplatňováním v průmyslu se později, zejména v americkém slangu, tento význam přesunul do významové oblasti "popoháněti". Tento významový přesun prakticky předznamenává i rozdíl původního a současného poslání dispečerské činnosti. Zvyšuje se význam řídicí složky dispečerské činnosti ke zvýšení výrobního efektu a do pozadí ustupuje evidenční a výkonná složka činnosti podle předem zadaných pravidel. Toto pojetí se v mnohých pracech a studiích dlouho prosazovalo, praktická činnost dispečerů pak přerostla až na funkci organizátorů bezprostřední činnosti ve výrobě. Pokud šlo o tradiční a malé výrobní celky, závisela úspěšnost tohoto pojetí praxe na schopnostech pracovníka, dispečera a velínáře a dlouho vyhovovala. Operativní řízení výroby mohlo se opírat o zkušenosti pracovníků, znalost místních poměrů. Ze systémového hlediska to znamená nízkou entropii systému. Pro účinnost činnosti dispečera v těchto historických podmínkách může mít význam pak i osobní autorita, konexe, neformální funkční spojení apod.

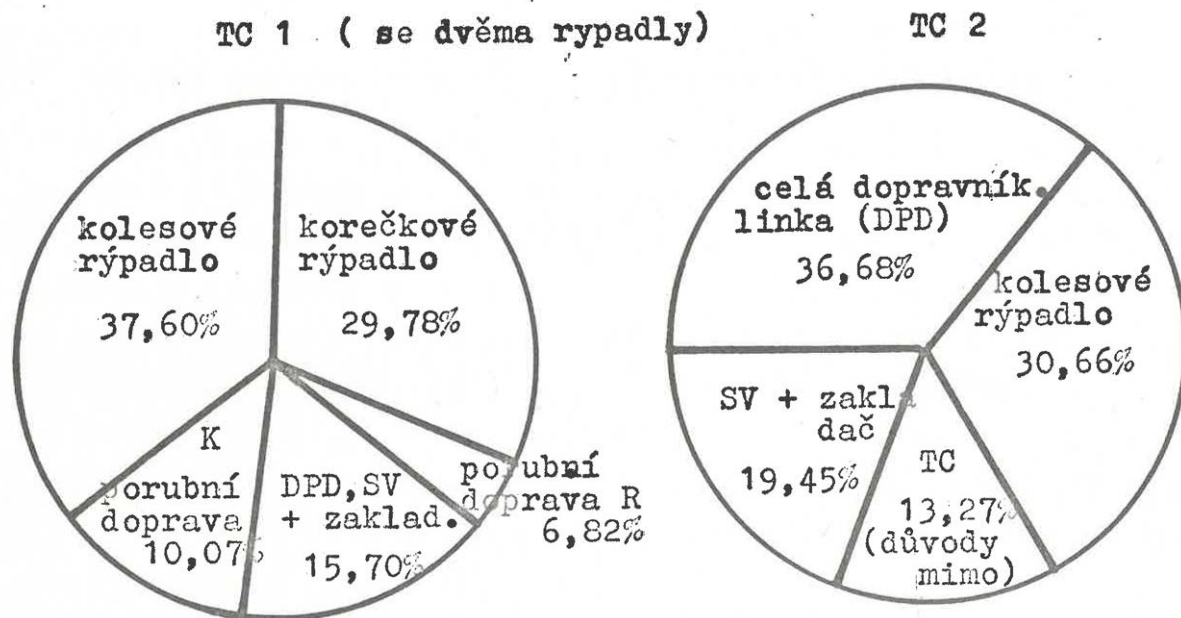
S postupující náročností na výrobu se zvyšují objemy těžných a přepravovaných hmot, prodlužují se dopravní vzdálenosti na skrývkách i v lomech, po určitou dobu roste počet pracovních sil, zvyšuje se provázanost podniků revíru s kooperujícími organizacemi i mimo resort, zvyšuje se objem in-

vestiční výstavby a to vše znamená nejen extenzivní rozvoj, ale i kvalitativně nové problémy v řízení samotné výroby.

Bohužel se tento trend nedostatečně přenesl do pojetí dispečerského řízení. Projevuje se to i dodnes v řadě projektů tím, že v duchu tradičního pojetí funkce dispečera /to jest současně ještě fungujícího/ se dispečinky vybavují stále větším počtem komunikačních pojítek, mnohde velinář funguje navíc jako pracovník odbytu, kvality, telefonistka v ústředně a projektant jakoby předpokládal, že řízení výroby je věc pouze technického vybavení dispečinku. /Bohužel, ani to často není na potřebné úrovni/. Oprostit velináře i dispečera větších technologických komplexů od přemíry rozhodování, které závisí pouze na jeho schopnostech, změnit tak dosavadní praxi - to je úkol budoucnosti a měl by nalézt realizaci již v báňských projektech v současné době zpracovávaných.

Pokusím se v tomto článku stručně uvést důvody tohoto požadavku a některé možnosti, jak zajistit plnění dnešních dispečerských funkcí jiným způsobem.

Prvním důvodem, proč účinnost dispečerské činnosti v dnešním pojetí je nízká je prostý fakt, že velináři jsou sdělovány informace a požadavky, které vůbec nemůže ovlivnit, nebo ovlivnit jen málo. Na obr. 1 je jeden z výsledků analýzy jednoho technologického celku na skrývce typu TC 2 a jiného technologického celku na skrývce typu TC 1 podle místa vzniku důvodu proč TC nepracuje /je prostoj/. Je patrné, že většina těchto důvodů vzniká v oblasti rýpadel, případně porubní pásové dopravy, což je místo několik set metrů nebo i kilometry vzdálené od velínu. Také věcné členění těchto důvodů je zajímavé /viz tabulka 1./



Obr.1 : Rozdělení příčin prostoje podle místa vzniku

Legenda: K - kolesové rýpadlo, RK - korečkové rýpadlo,
 ZP - zakladač, DPD - pásová doprava šíře 1800 mm,
 PD - pásová doprava 1200 mm.

Za sledované dvouměsíční období bylo pro TC 2 k dispozici 437 důvodů prostoje, z nichž 340 mělo vyšší četnost než 5. Těchto 340 jevů lze rozdělit na technologické důvody /závaly, blíže neurčené výpadky a běžná vybočení pásů apod., tzv. poruchy strojní a elektro /mezi něž však řadíme i střížení kolíku - mechanické pojistky, výpadky elektrické sítě, výměny válečků atd./ a další různé činnosti, které označují jako manipulace /kráčení a pojezdy, čištění a kontroly apod./ Za totéž období bylo u TC 1, které však pracuje se dvěma rýpadly, z nichž jedno je korečkové, celkem 1561 informací, které je možné rozdělit podobným způsobem. Rozdělení tab. 1:

Tabulka č. 1

U TC 1 se týká 911 informací rýpadla K U TC 1 se týká 650 informací rýpadla RK	TC 2 (%)	TC 1	
		tah K (%)	tah RK (%)
důvody technologické	27,91	18,55	30,0
poruchy strojní a elektro	10,29	25,13	21,8
manipulace a jiné činnosti	31,12	42,04	34,6

Chybějící procenta pak představují méně významné činnosti pro malou četnost. Podotýkáme, že dopravníky jsou u obou celků provozovány s obsluhami. Z uvedené tabulky a podrobnější analýzy /ostatní výsledky přesahují rámec a účel článku/ pak vyplývá, že převážná část informací, které docházejí na velín o prostojích je o činnostech - manipulacích, které si většinou řídí a organizují jednotlivé obsluhy, zejména řidič rýpadla nebo o poruchových a technologických situacích, jejichž odstraňování si organizují opět jednotlivé osádky /čištění např./ a považují to za běžnou činnost.

Vlastní ovládání technologického celku je omezeno častěji pouze na dálkové spouštění dopravní linky z velínu, což se děje mnohem častěji než dálkové vypnutí dopravní linky. Pokud jde tedy o řízení TC vzniká logicky otázka, proč takové informace mají opticky, zvukově apod. působit na dispečera /velínáře/, zaměstnávat je jejich zapisováním, když ve většině případů nemůže sám nic podniknout.

Druhým důvodem je praktická neexistence řídicích schémat, kromě rozpisu výrobního plánu na směnu. Dispečer má sice k dispozici provozní řád, který mu ukládá povinnosti jak zacházet se zařízením velínu, jak dodržovat bezpečnostní ustanovení a základní informace o komunikaci s nadřízenými pracovníky, avšak chybí základní /řízená/ představa o řešení provozních situací na technologickém celku pro nejbližší budoucí období. Spolupráce s revírníkem, případně dalšími funkcionáři TC, probíhá pak se silně subjektivním výsledkem.

Je proto vhodné celkově zhodnotit a analyzovat současné i budoucí poslání velínářů v systému řízení výroby dolu. K tomu je možno využít některých novějších poznatků z oblasti komunikace a řízení - jako vědního oboru.

U složitějších činností, kterou bude řízení kombinovaných dopravních linek ze smíšených řezů s různými typy rýpadel jak co do konstrukce, tak co do výkonu a různý počet odtahových linek přepravujících volitelně uhlí nebo skryvku by slovní popis všech vztahů v systému řízení dolu byl značně nepřehledný.

Proto bude vhodné využít symbolické formy mikropopisu dispečerských vztahů. Tato metoda se opírá o :

a/ popis zobrazovací množiny časoprostorových vztahů ve výrobním systému několika /např. čtyřmi/ příznaky $/p_1, p_2, p_3, p_4/$. Každý příznak může nabývat jedné nebo více hodnot z definované podmnožiny - viz dále.

b/ množinu binárních vztahů /relací/ mezi dvěma základními pojmy definovanými příznaky podle a/. Pak označení a_j $\overrightarrow{r_k} a_j$ představuje situaci, kdy pojem a_j je ve vztahu /relaci/ "k" k pojmu a_j . Relační vztahy představují různě číselně vyjádřitelné nebo jen obsažným textem popisovatelné vztahy jako např.

r_2 ... "vyznačovat se"

r_7 ... "analyzovat /pozorovat, zkoumat/"

r_{14} ... "rozhodovat" atd.

Čtyřznakový popis ad a/ může představovat

p_1 ... strukturní rozměrový příznak, který může určovat zda jde o pojem: prvek systému, podsystému, určovat významnost, prioritu pojmu atd.

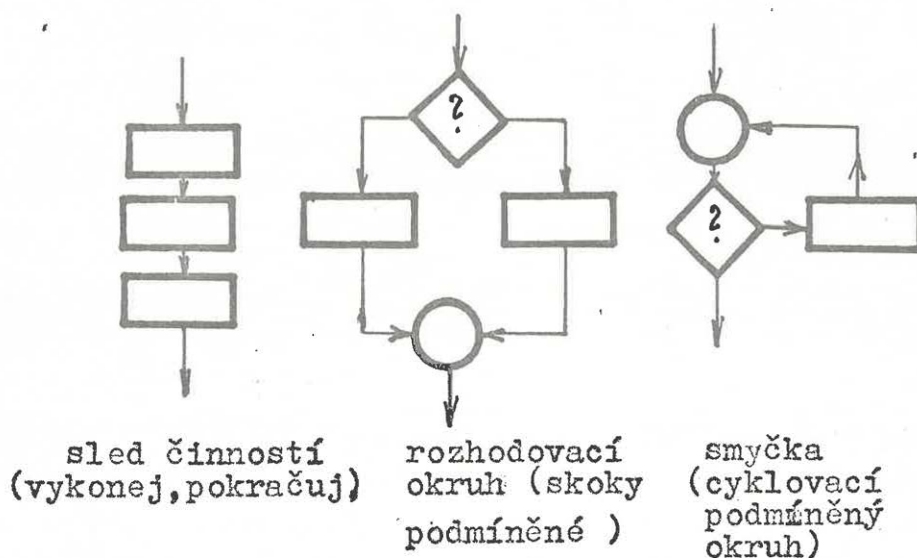
p_2 ... druhově-místní příznak, který může nabývat i několika set hodnot číselného označení technické součásti, detailního členění normálních, kritických, maximálních mezi, typ materiálu, sociálně-personální příznaky atp.

p_3 ... kvantitativní a kapacitní příznak. Určuje zpravidla dynamiku pojmu jako rychlost pohybu, vytižení, efektivnost, zálohování, poměrný rozsah změn /poškození/ atd.

p_4 ... časový příznak. Určuje určité definované časové období např. životnost, interval údržby, trvání opravy, typ směny, poločas obnovy, dobu jízdy.

V takovéto symbolické formě by např. záznam $(/p_2/ = v1) \overrightarrow{r_{17}} \Delta!$ a dále $(/p_2/ = K57) \overrightarrow{r_1} (/p_2/ = 005)$

znamenal "druh - velinář na velině 1 zjistil odchylku! obsazení osádky na rypadle je na mezi povolené neúplnosti!" Takovýto popis značně sestručňuje zápis různých vztahů a je možno jít do značných detailů. Podstatné je, že jde o binární relace a záleží na definici pojmů. Dále touto formou je možné přehledně popsat časoprostorové výrobní a přepravní charakteristiky do tabulek nebo karet. Hodí se pro technology a analýzu, pro provozní využití velináře je příliš složitý. Pro příruční použití k řízení by bylo možno použít symbolické formy blokových symbolů. Příklad je uveden v tabulce 2. Jde v podstatě o převzetí symbolů známých z vývojových diagramů každé programovatelné činnosti např. programů pro samočinné počítače. Rozlišují se zásadně sledy, posloupnosti činností, opakovací činnosti /cykly/ a rozhodovací místa /podmíněná a nepodmíněná/.



Tabulka 2 : Symboly pro znázornění operačních postupů

Tento systém už předpokládá zmechanizování rozhodování podle předem známých pravidel. Otázkou ovšem zůstává jak zjistit řadu skutečností nutných k časoprostorovému popisu binárních relací a rozhodovacích pravidel. Může zde značně pomoci

nasazení malých počítačů, původně třeba za jiným hlavním účelem /operativní sledování výroby/ a za určité období dešifrovat významnost a frekvence jevů.

V některých případech by bylo možné využít pro optimalizaci řízení hodnotové analýzy. K časoprostorovému popisu by pak přibyl ještě pátý, hodnotový parametr pojmu, který by mohl ovlivňovat nejen rozhodnutí v systému, ale i vytvářet požadavky např. na nasazení nebo konstrukci mechanismu náhradou za činnost pracovníka.

Druhou možností je popis standardních situací. Vychází se z psychologických a ergonómických výsledků výzkumu lidské činnosti na straně jedné, na druhé straně z výsledků výzkumu teorie her a strategického rozhodování. Zvyky a návyky chování člověka jsou rozloženy na soubor elementárních vztahů v systému, které jednotlivě nemají valný význam, ve svém komplexním působení však se stávají rozhodujícím faktorem. Např. rychlost pásu dopravníku pod spodní povolenou mez může dopravní linka určitou dobu "přežít" avšak v kombinaci s prokluzem může rychle dojít k havárii. Nicméně nejen tyto dva faktory, ale ještě další např. jde-li o pásmo šíře 1200 mm nebo 1800 mm ovlivňují rozhodnutí za jak dlouho dojde k závalu nebo k požáru. Vzájemné kombinace rozhodujících nebo všech jevů v systému existujících se dají řešit pomocí popisu rozhodovacími tabulkami. Ty jak známo vytvářejí matice v matematickém smyslu s možností nalézt nadbytečné nebo nepřipustné stavy, hledat rozhodující jevy pro popis dané situace. Metoda je vhodná pro řešení situací počítačem, vyžaduje však jednoznačné přiřazení, nezávislost jevů a přesné definice stavů. Hodí se proto pro jasně binární relace /zařízení je v chodu, není v chodu/ a staticky popisuje situaci. Optický vjem při pohledu na tabulku mnoho neříká, rozhodující jsou logické vazby mezi prvky. Nebylo by proto účelné používat rozhodovací tabulku jako operátorskou dokumentaci velináře. Jiná situace však je, jestliže se pokusíme o obrazový popis standardní situace pomocí piktogramů. Na obr. 2 je znázorněn příklad takové možnosti. Ze znaků alfanumerických a diakritických

znamének je sestaven čtyřdílný vzor situace:

a//vlevo nahoře/ kolesové rýpadlo hrabe druhou lávku ve středně tvrdém materiálu s nevyužitým /nízkým/ výkonem bez problémů. Horní lávka má materiál měkký. V podloží se objevuje voda.

b//vpravo nahoře/ korečkové rýpadlo má prostoj, vyměňují /osádka/ závlačky. Výměna trvá již déle než určuje obvyklá norma.

c//vlevo dole/ pásová doprava od korečkového rýpadla je vypnuta. Doprava od kolesového rýpadla a dálková doprava je zapnuta, přepravuje materiál k zakladači. Počínaje čtvrtým dopravníkem DPD jsou dopravníky ještě vytiženy efektivně. Ostatní přepravují málo materiálu. Druhý dopravník před zakladačem hlásil již potřetí za směnu vybočení pásma.

d//vpravo dole/ pomocné mechanismy a údržba se nehlásí již celou hodinu.

Celkově jde o obvyklou situaci číslo 37.

Srovnáme-li text a/ až d/ potřebuji ke slovnímu popisu situace zhruba 500 znaků seřazených do českého textu včetně mezer a znamének. Použiji-li stejného /postačuje i mezinárodní abeceda/ rozsahu znaků postačuje mi k piktografickému popisu /viz obr. 2/ méně než 50 znaků, tedy 10x méně. Podstatné je i to, že k přečtení textu potřebuji čas řádu minut, k optickému vjemu čas řádu sekund. Na obr. 2 byl uveden příklad černobílého obrazu maximálního rozměru 12x12, ve kterém maximální možný počet pozic znaků je využit zhruba na jednu třetinu. Je jasné, že využitím barevných obrazovek s větším počtem řádků bude možné optický vjem i počet možných situací výrazně zvýšit.

Výše uvedený popis standardních situací jediným obrazem složeným z piktogramů zvyšuje možnost zapamatování, umožňuje technický prostředek výstupního obrazu vytvářet počítačem a řízení TC řešit automaticky.

								0	0		
A			0	→			0			0	
B		0						0	0		
B	X							0	0		
B								0	0		
			&			S	T	0			0
-						3	7				
	0	0	0	>	>						
0					V						N
					V		N	N	N	N	
	Z	<	<	<	<			N		N	
			3								

Obr 2.: Popis technologické situace piktogramy na obrazovce velínu počítačem

Pro ověření možnosti provést popis situací na velině a TC standardními vzory situací byl analyzován základní průzkum na velině uhelného TC 1 s výsledkem zjištění 40 až 50 situací, které za několikaměsíční období /6 měs./ pokrývají více než 90 % času provozu i prostojů. U skryvkových TC /TC 2 i TC 1/ ukazuje základní průzkum na větší rozmanitost situací, avšak i tak téměř 80 % času provozu i prostojů lze standardně popsat 70ti vzory. Tyto výsledky tedy vzbuzují naději, že hlubší analýza vzorových standardních situací by mohla přinést značné zobecnění pro všechny TC. Metoda popisu standardních situací

má některé závažné aspekty. Především nevyžaduje přesnou definici vztahů /binárních, booleovské algebry/ mezi všemi prvky a pojmy vyskytujícími se v systému. Pro daný konkrétní TC nemusím zkoumat a jednoznačně přiřadit relaci např. mezi počtem pracovníků potřebných k odstranění zátrhu na pryžovém pásu dopravníku linky a počtem pracovníků a dobou potřebnou k provedení kráčení zakladače. Záleží na tom, jak často se taková situace na daném TC vyskytuje a zda je tedy možno ji považovat za standardní. Dále nás vůbec nemusí zajímat jak k dané standardní situaci došlo, můžeme situaci řešit pravidelně. Tento systém technicky převádí zkoumání řízení na určitý heuristický postup, který se více přibližuje skutečnému lidskému chování v rozmanitých životních situacích a navozuje orientaci řídicího článku na možnost učit se. Tímto způsobem je možno řešit i přiřazení rozhodovacích pravidel určité standardní situaci a postup řídicího článku algoritmizovat tak, aby po zjištění, že na TC se vyskytla standardní vzorová situace, řídicí článek přešel na vzorový informační tok, rozeslal příslušné příkazy, požádal o doplňující informace a celou akci automaticky sledoval. Velinář by kromě optického sdělení na obrazovce /piktogram/ se nemusel dále o věc zajímat. Tím dochází k usnadnění práce velináře cca v 75 % případů a navrátíme jej původnímu poslání kontrolního článku jen s korekčním účinkem nikoliv na výkonný orgán, který se o věc snaží, snaží se řešit situaci, ale mnohdy nic vyřešit nemůže.

Za této situace vzniká otázka, jak využít velináře k jiné činnosti, respektive jak změnit jeho poslání.

Především je nutno si uvědomit, že výběr standardních situací vyžaduje skutečně precizní analýzu a delší sledování. Soubor dat takto získaných bude možno a nutno podrobit modelování, provést simulaci standardních situací a ověřit verifikaci modelu v praxi. Dále vyžaduje určité zaběhnuté provozní prostředí, které samo má tendenci k organizaci a nízké entropii systému. Některá zjištění na velinech tomu nasvědčují i v oblasti informace. Např. na velinech uhelných TC se pro

komunikaci vytvořil ve slovech a textech určitý slang, který se slovní zásobou cca 300 slov postačuje pokrýt popis stavů a příkazů téměř veškerých situací. Bude tedy možná i slovní analýza, zjištění sémantických charakteristik informačního toku a stanovit možnosti komunikace řečí nebo volným textem s řídícím článkem /počítačem/.

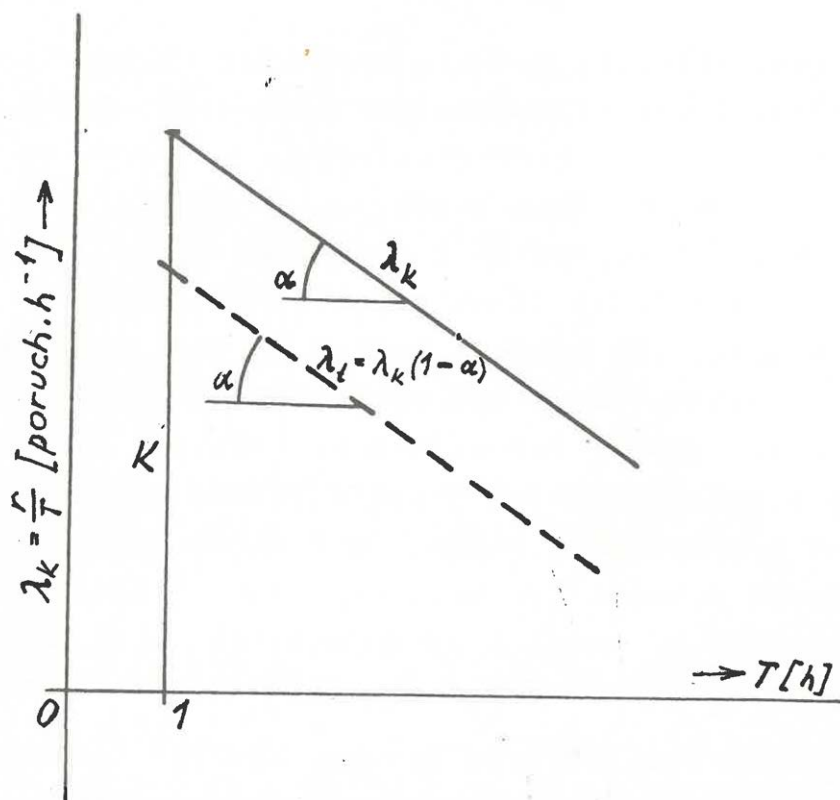
Důležitým produktem, který z této analýzy může vzniknout je představa o celkové spolehlivosti a provozuschopnosti technologického celku. Nejde nám tu o zjišťování technických parametrů jednotlivých součástí a prvků na TC, jde nám celkovou schopnost TC jako systému plnit základní účelovou funkci, to jest těžit a plnit plán. Technické parametry jsou jen částí této funkce a bude úkolem analýz zjistit do jaké míry. Je možno vycházet z analogie známé z jiných průmyslových odvětví, ve kterých se pracuje s velkými technologickými nebo technickými celky obsahujícími značné množství strojních a elektrických či elektronických součástí. Publikované výsledky ukazují na platnost "Duanova modelu zvyšování spolehlivosti" takového celku podle exponenciální závislosti. Obr. 3 ukazuje tento model konstruovaný ve vztahu ke kumulované intenzitě poruch /v našem případě za poruchu považujeme jakýkoliv prostoj/ λ_K .

Platí pak tyto vztahy

$$\lambda_K = K \cdot T^{-\alpha}$$

$$\lambda_K = \frac{r}{T}$$

kde r ... je kumulovaný počet poruch během doby T
 K ... je konstanta
 T ... kumulovaná doba provozu zařízení / $\sum t$ /
 α ... exponent



Obr. 3 : Závislost λ na T podle Duanova modelu.

Neznámými parametry jsou K, ω . Stupnice obou os se udávají logaritmické, takže průběh je přímkový. Praktickým ověřováním se zjistilo, že koef. se pohybuje v rozmezích od 0,3 do 0,5. Konstanta "K" závisí na účinnosti souboru opatření programu zvyšování spolehlivosti /buď existuje spontánně nebo programově/. Z Duanova modelu vyplývají i další možnosti např. zjištění spolehlivosti celku za určitou dobu /v budoucnosti/ nebo okamžitá spolehlivost celku. K tomu postačuje tento výpočet:

$$\lambda_t = \lim_{\Delta T \rightarrow 0} \frac{\Delta r}{\Delta T} = \frac{dr}{dT}$$

$$\lambda_t = \frac{dr}{dT} = \frac{d}{dT} [KT^{1-\omega}] = 1 - \omega / KT^{-\omega}$$

a podle /1/
je po dosazení

$$\lambda_t = 1 - \omega / \lambda_k$$

Je tedy okamžitá hodnota intenzity poruch odvoditelná lineární závislostí z kumulované intenzity poruch pro daný celek v daném každém okamžiku provozu. Průběh je znázorněn v obr. 3 čárkovaně. Pozoruhodné na tomto je, že v praxi je mnohonásobně ověřen, teorie k němu však dosud zpracována podrobně není. Pro účely TC na povrchových dolech je významná možnost praktického ověření modelu na více celcích, neboť literatura uvádí, že je tak možné přesně získat předpovědi růstu spolehlivosti. Při existenci takových podkladů by velínář se začal orientovat nikoliv hlavně na bezprostřední sledování a operativní řízení "v reálném čase", ale na situaci, které v nejbližší době nastanou. Řízení by se mohlo stát dopředným a současně by automaticky mohl být zaznamenáván skutečný průběh pro účely zpřesňování modelu.

Jestliže tedy shrneme otázky, kterými jsme se v předchozím zabývali ve vztahu k dispečerskému řízení, je možno odvodit určité základní směry aplikovaného výzkumu v této oblasti pro nejbližší dobu.

Půjde o konkrétní aplikace nasazování prostředků pro automatizovaný sběr dat z reálného prostředí, postupující automatizací řízení na základě zpřesňovaných analýz, zobecňování poznatků s cílem oprostit nejnižší článek dispečerského řízení - velín - od algoritmizovatelných činností a hledání těchto činností na základě různých poznávacích a komunikačních metod. Větší část rozhodovacích činností přenést na technické prostředky a stupňovat inteligenci koncových terminálů do té míry, aby ve spolupráci s pracovníkem na velínu byly schopny předvídat situace, které nastanou, rozlišit zda půjde o běžné, známé a standardně řešitelné situace nebo se připravovat na mimořádné akce. Mimořádné akce na TC se pak stanou řídkým případem, neboť bude možno většinu /množinu/ běžně řešitelných situací v souladu s plněním základních funkcí rozšiřovat.