



Lesnická
a dřevařská
fakulta

28. 2. 2018, Brno

Připravil:

doc. Ing. Zdeněk Kopecký, CSc.

Komplexní péče o stroje a systémy údržby

Předmět: Komplexní péče o výrobní techniku

Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obsah přednášky

Úvod

1. Systémy údržby
2. Vedená dokumentace
3. Provozní spolehlivost stroje



LEGISLATIVA:

Nařízení vlády 378/2001 Sb.

kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí

- ❖ Povinností výrobce a provozovatele stroje je zabezpečit jeho bezpečný provoz a používání, včetně dodaných přístrojů a nářadí.
- ❖ Nařízení vlády bylo plně převzato do právního řádu ČR na základě směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2009/104/ES - kodifikované znění směrnice 89/655/ES.



KOMPLEXNÍ PÉČE O TECHNIKU

➤ **Účel komplexní péče:**

- zabezpečit efektivní a optimální provoz stroje.

➤ **Cíl:**

- snížit riziko poruchy stroje během provozu na minimum,
- přenést maximum servisních prací mimo pracovní nasazení stroje,
- preventivně eliminovat velmi drahé opravy, případně přenést jejich náklady na jiný subjekt (pojištění stroje, prodloužená záruka).

SERVIS

„Servis = soubor opatření a úkonů, které vedou k zajištění vysoké spolehlivosti a optimálního využití stroje“

V části péče o stroje (servis) servisní středisko provádí:

- **předprodejní servis** – příprava stroje na prodej, případné dokompletace, školení obsluhy, vč. vysvětlení podmínek záruky, předání stroje zákazníkovi, včetně uvedení do provozu.
- **záruční servis** – oboustranné plnění podmínek záruky – údržba, originální náhradní díly, řešení případných reklamací.
- **pozáruční servis** – periodické prohlídky, diagnostika, sezónní prohlídky, opravárenství, seřízení stroje, školení a doškolení obsluh.

Poznámka: Vzhledem k opotřebení jsou ze záruky vyloučeny některé části strojů, nicméně je to významný prodejní a ekonomický argument pro koupi strojů.

ÚDRŽBA

„Údržba stroje je soubor činností, které mají zajistit zachování jejich provozuschopného stavu při vynaložení optimálních nákladů na provoz stroje“

Cílem je:

- Předcházet poruchám stroje a výpadkům ve výrobě.
- Zlepšit provozní spolehlivost a bezpečnost stroje.
- Prodloužit technický život stroje.
- Zvýšit připravenost stroje k použití.
- Snižovat náklady na provoz stroje.

Stále více firem opouští zastaralý názor, že
údržba je zbytečné utrácení peněz.



ROZSAH ÚDRŽBY

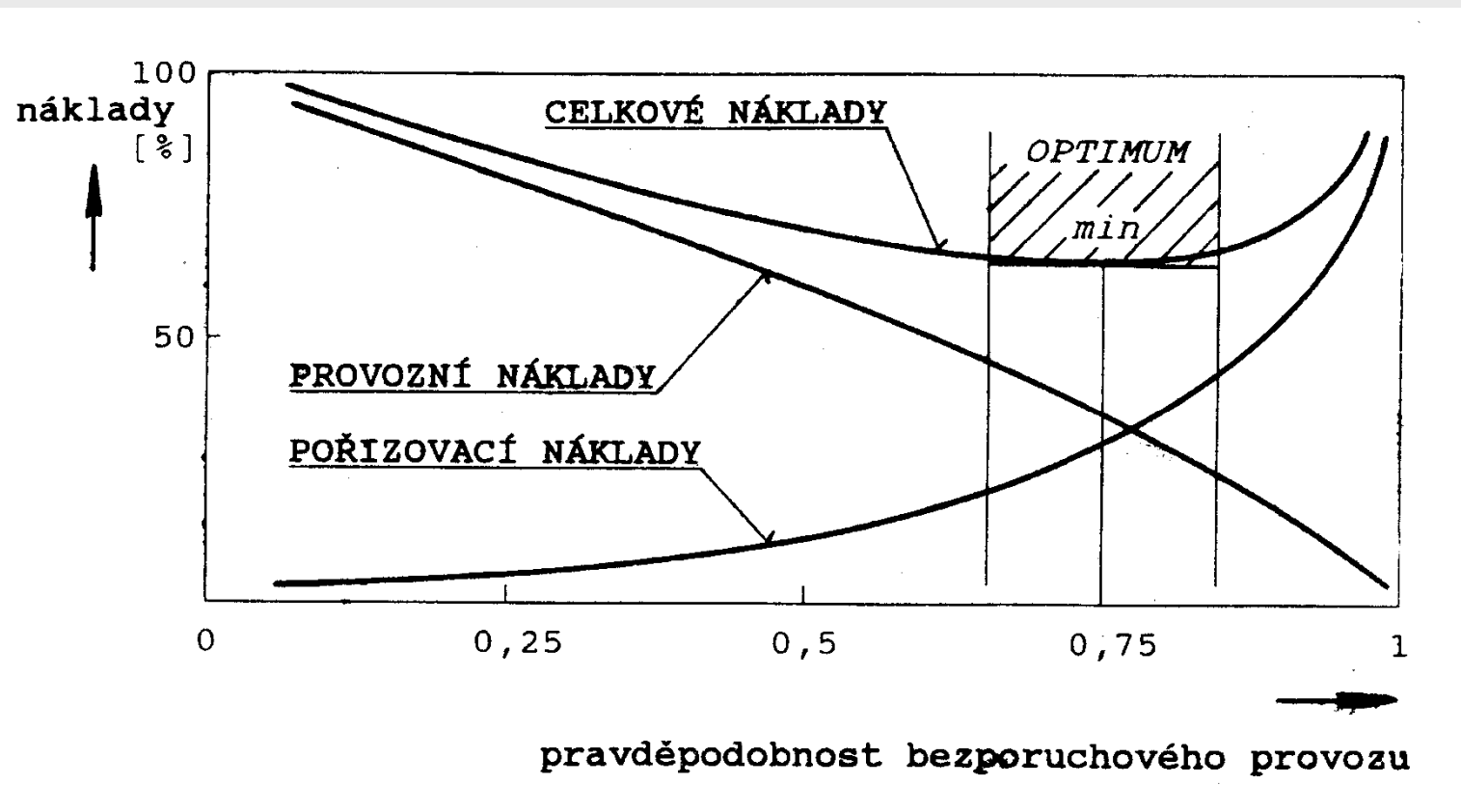
!ZAČÍNÁ JIŽ VOLBOU A NÁKUPEM STROJE!

Je nutné zvažovat:

- **kvalitu výroby a provedení stroje,**
- **snadnost údržby (diagnostikovatelnost systémů stroje, rychlost oprav a výměny dílů, ...),**
- **cenu a dostupnost náhradních dílů,**
- **servis výrobce.**



NÁKLADY NA PROVOZ A POŘÍZENÍ STROJE



1. Systémy údržby



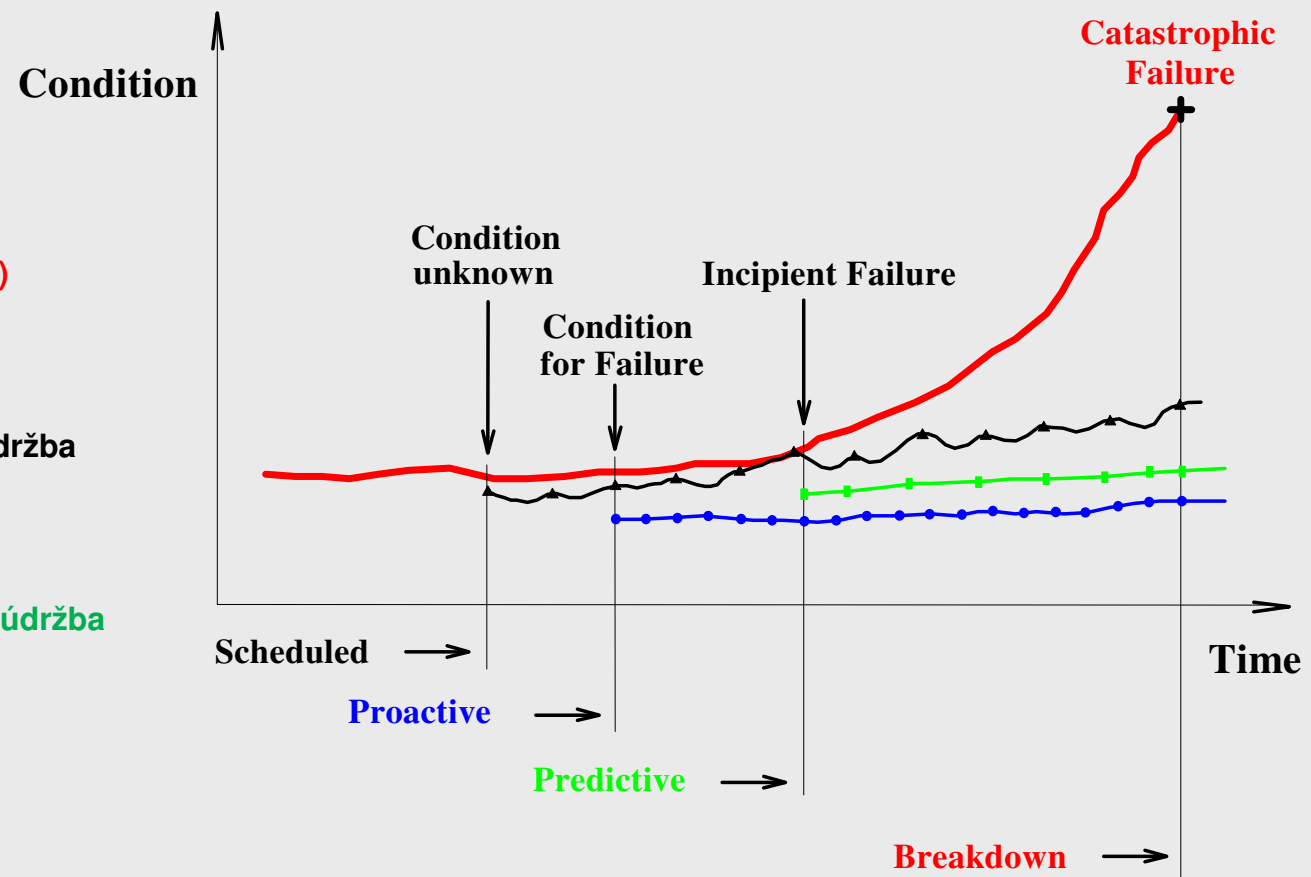
Typy údržby

Údržba po poruše (oprava)
(*Breakdown Maintenance*)

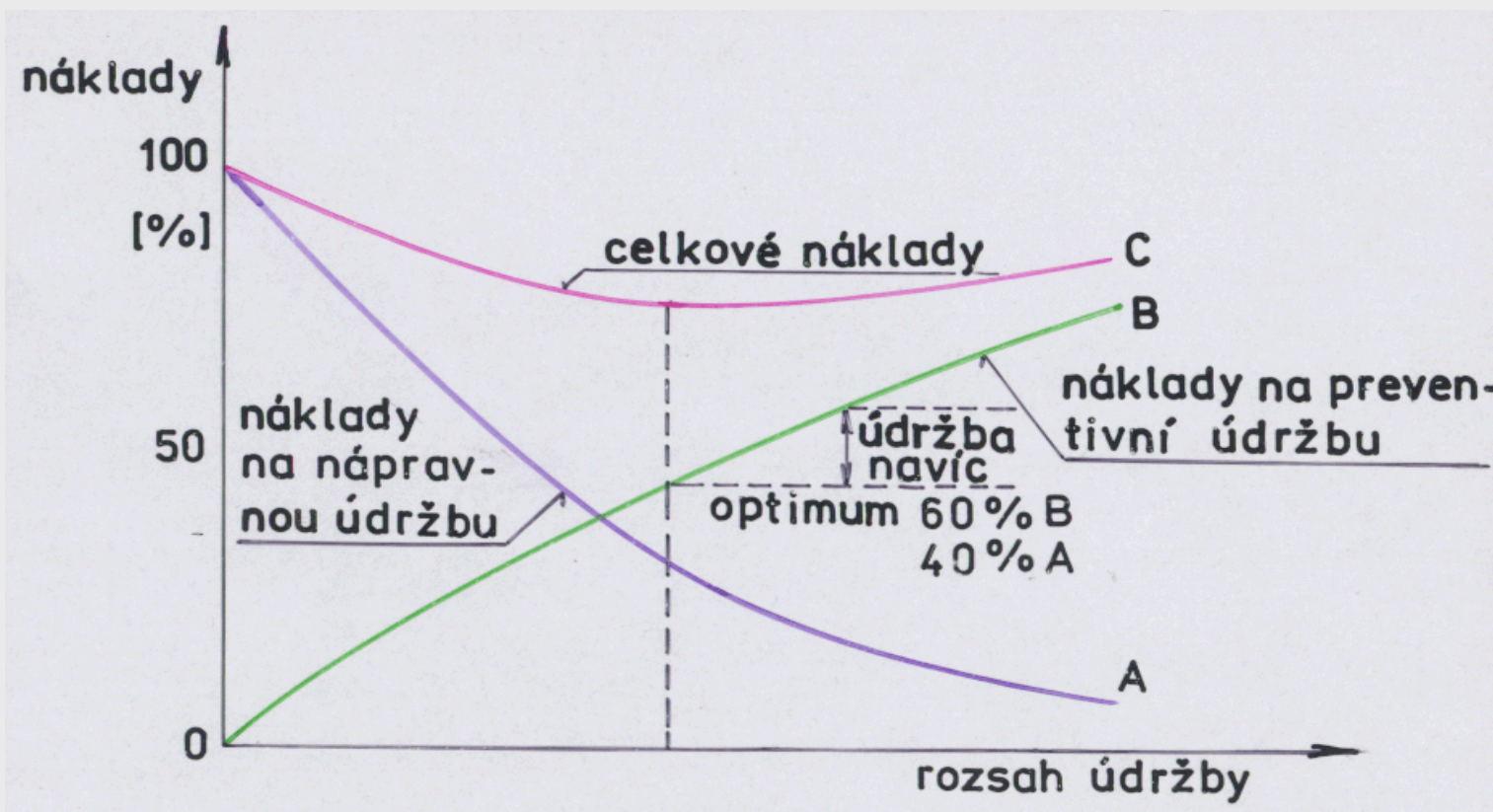
Preventivní (plánovaná) údržba
(*Scheduled Maintenance*)

Prediktivní (diagnostická) údržba
(*Predictive Maintenance*)

Proaktivní údržba
(*Proactive Maintenance*)



Průběh nákladů v závislosti na typu údržby



A. Údržba po poruše (oprava) (*Break - down Maintenance*)

Princip – údržbářský (servisní) zásah je proveden až v okamžiku, kdy dojde k havárii nebo poškození dané součásti (přístroje, stroje) = „*hašení požáru*“, což v některých případech může platit i doslovně.



Příklad údržba po poruše

prováděná po zjištění poruchy - je zaměřena na uvedení objektu do provozuschopného stavu

- Stroj (přístroj) je opravován v okamžiku, kdy je porucha objevena. Typickým příkladem je např. výměna žárovky v okamžiku, kdy přestane svítit.
- Při poruše uzlu či součásti, která je rozhodující pro funkčnost nebo bezpečnost celého stroje je tento systém údržby nepřijatelný.



B. Preventivní (plánovaná) údržba

Jedná se o pravidelnou péči o stroj podle předepsaných servisních intervalů, kdy servis (údržbář) provádí základní periodické údržbářské a seřizovací úkony, přičemž obvykle používá komplexní diagnostiku.

- **Nejčastěji prováděná údržba u dřevařské techniky.**
- Je prováděna v předem určených pravidelných intervalech HTL (**Hard Time Limits**).
- Jsou stanoveny úkony, které je třeba v rámci údržby provést.
- U vyhrazených zařízení (elektrická silová zařízení, zdvihací prostředky, tlakové nádoby) je uzákoněna a je prováděna formou zákonných revizních prohlídek (ZRP).



Intervaly preventivní plánované údržby:

- Údržba po použití stroje
- Údržba dle proběhu stroje
- Sezónní údržba (letní nebo zimní provoz, roční periodické servisní prohlídky, apod.)

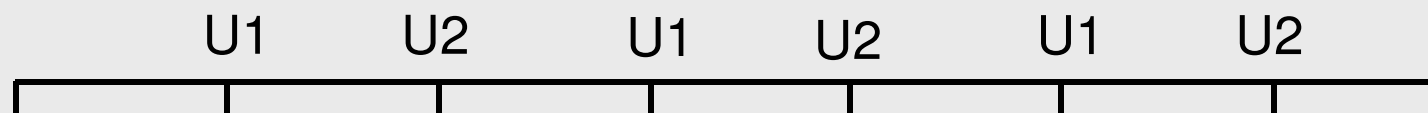


Preventivní údržba, je založena na normativech doby provozu nebo doby používání - HTL.

Např.: údržba se provádí v intervalu např. 7 dní, 200 h, 100Mh, 15 000km, ...

Výhoda: organizační jednoduchost a přehlednost, snadno se plánují a organizují

Nevýhoda: interval údržby (U1, U2) nemusí zohledňovat skutečný technický stav stroje (jeho pracovní vytížení během servisního intervalu)



Úkony preventivní údržby:

- a) čištění strojů (po každodenním použití),
- b) doplňování paliv (u mobilní techniky),
- c) mazání, výměna maziv a filtrů,
- d) kontrola elektronických řídicích systémů, seřizování strojů,
- e) zákonné revizní prohlídky (ZRP), (STK)
- f) preventivní výměny exponovaných strojních součástí,
- g) garážování (konzervace) strojů.

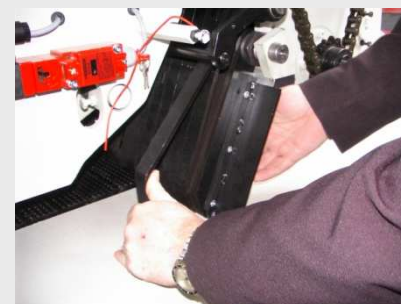


Preventivní údržba rozmítací kotoučové pily PWR 401 (TOS Svitavy)



Čištění stroje:

- Každý den po skončení směny, za klidu stroje a při vypnutém a zamčeném vypínači (nežádoucí zapnutí).
- Odstranit (vysát) usazený prach a piliny z pracovního prostoru.
- Zvýšenou pozornost věnovat čištění záchyťů proti zpětnému vrhu obrobku, nesmí být slepené nebo zaklíněné v otevřené poloze (nemazat žádnými mazivy!!)
- Podle potřeby (min. 1x za měsíc) vyčistit povrch elektromotoru, pilový hřídel uvnitř stojanu.
- Min. 1x za týden vyčistit podávací pás, zejména mezery mezi zuby článků.



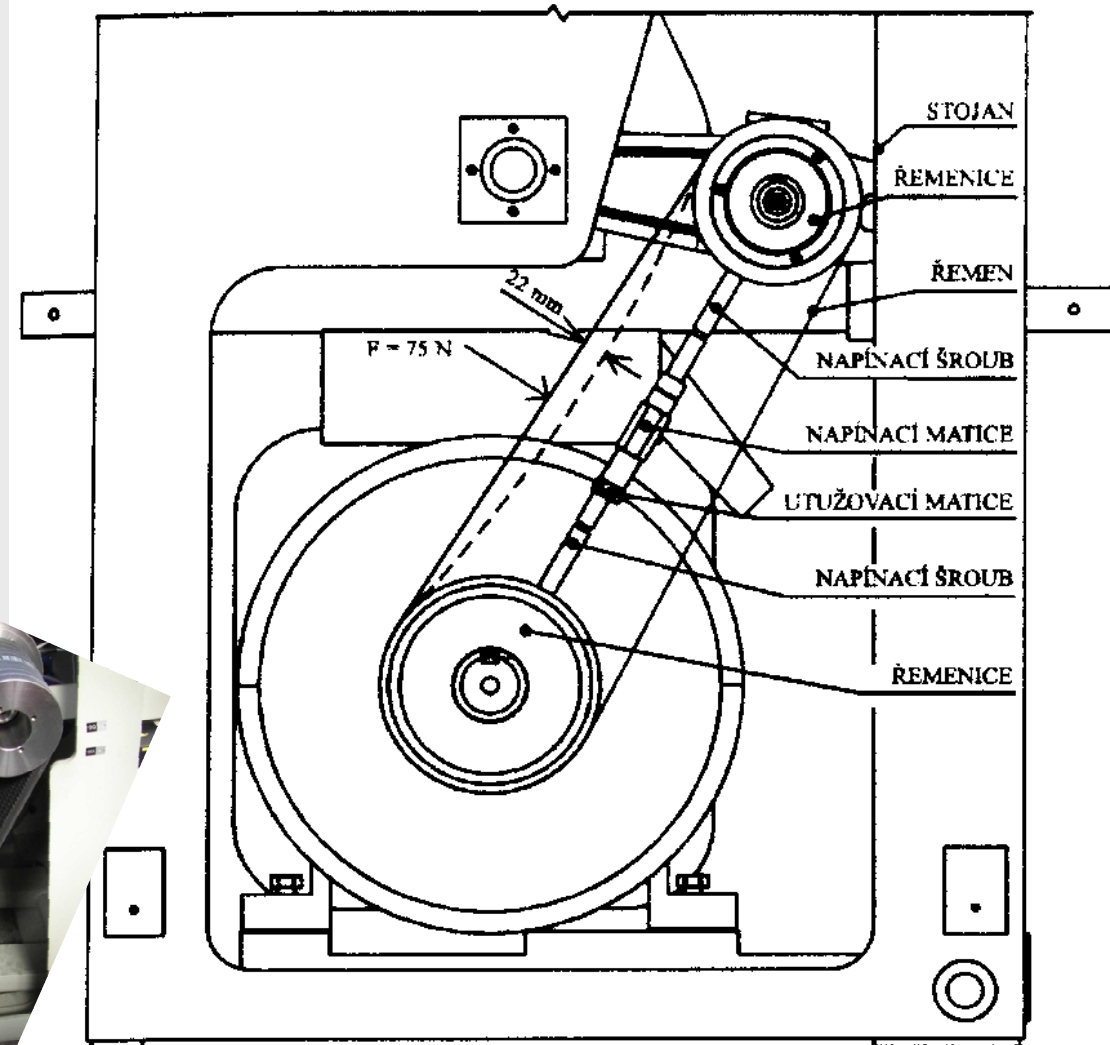
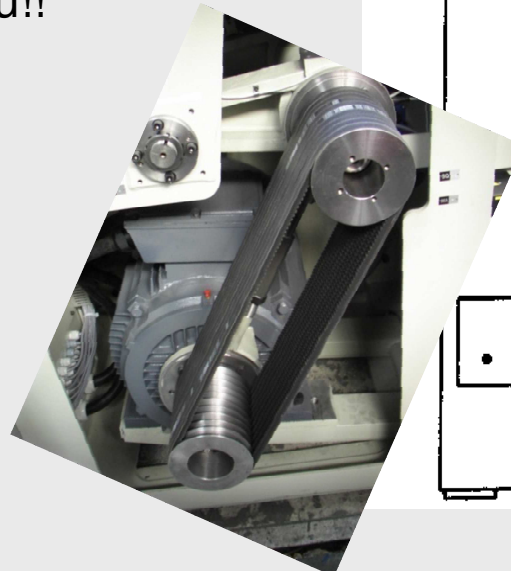
Mazání stroje a výměna maziv:

- rozmítací kotoučová pila je konstruována s min. nároky na domazávání a výměnu olejových náplní,
- většinu kluzných míst není třeba domazávat, pouze čistit (mají trvalé náplně),
- po 4000 provozních hodinách nebo po čtyřech letech provést komplexní výměnu maziv a olejových náplní (doporučeno provést servisem výrobce),
- články podávacího pásu olej K8 nebo ISO-L-DAA-100, variátor pro pohon pásu (Shell Donax TX), převodovka pohonu pásu (Shell Tivela Oil 320),
- ložiska uložení pilového hřídele (mazací tuk AESOL Litea EP6-077 (Shell),
- šrouby přestavování pilového hřídele lehce domazat tukem,
- cca po 10000 provozních hodin - výměna tuku v ložiskách elektromotorů.

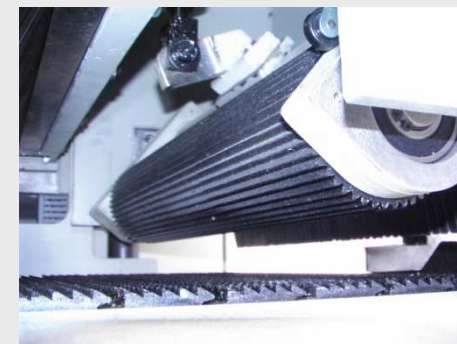
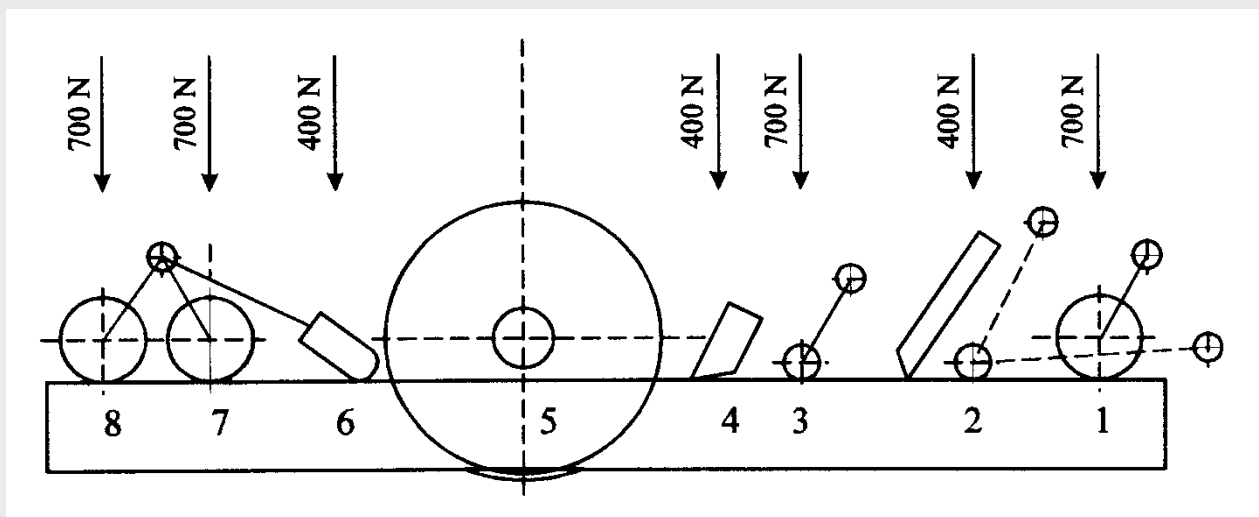
Seřízení stroje:

Napnutí řemenů pohonu pilové hřídele napínacím šroubem tak, aby síla 75 N prohnula řemeny cca o 22 mm.

Při větším napnutí se snižuje životnost řemenů i ložisek vřetena a motoru!!



Seřízení přítlaků v přítlačné skříni:



Seřízení pružinových přítlaků ozubených válců musí být provedeno podle schématu.



Upínání pilových kotoučů na pouzdra:

- Rozmítací pila pracuje s více pilovými kotouči na pouzdru pilového hřídele.
- Pilové kotouče se rozmísťují na pouzdře podle tl. rozřezávaných kusů pomocí distančních kroužků, jejichž šířka musí být tl. rozřezávaného kusu + rozvod pilového kotouče.
- Mezi upínací maticí a posledním kotoučem musí být alespoň jeden závěrný kroužek (kroužek se sraženou hranou většího průměru).



C. Prediktivní údržba

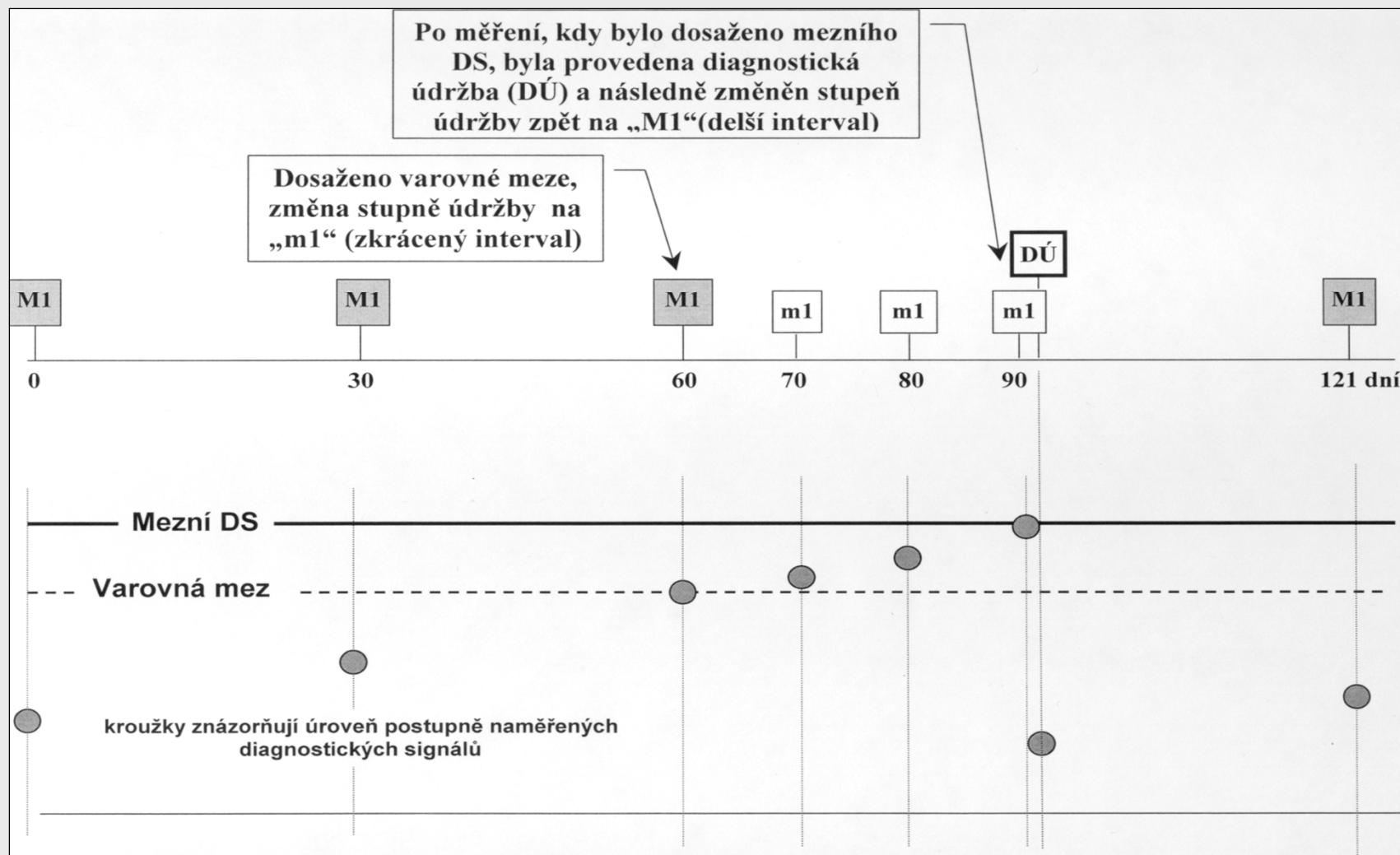
Je založena na znalosti (predikci \equiv předpovědi) diagnosticky zjištěného technického stavu stroje a stanovení údržbářských zásahů (odstavení stroje, jeho seřízení, výměna náplní, oprava – výměna dílů, které dosáhly mezního stavu).

- ✓ Jednotlivá opatření údržby jsou prováděna na základě statistické analýzy dat ze senzorů elektronického systému stroje - řídicích jednotek.
- ✓ Dle zjištěných korelací a kauzalit mezi jednotlivými faktory se přistupuje ke stanovení termínu údržby a k případné výměně dílů před ukončením jejich životnosti, resp. dosažení mezního stavu.



Realizace prediktivní údržby

1. Aplikována je u **rozhodujících a klíčových strojů ve výrobě**, může být aplikována např. u CNC strojů.
2. Výhodou je **prevence poruch** vyplývajících z postupně narůstajících diagnostických signálech, teplota nebo tlak oleje, zvýšené vibrace, množství otěrových kovů v mazací náplni, apod.
3. Podle výsledků **diagnostické kontroly** je stanoven druh, náplň a okamžiky vykonání údržbářských zásahů pro další období provozu.
4. Poskytuje **zvýšenou provozní spolehlivost** komponentů stroje = snižuje náklady na náhradní díly a práci při opravách, náklady z náhlého přerušování výroby.
5. Nevýhodou je **počáteční zvýšení investic** do diagnostického zařízení (senzorů), dále zvýšení investic do vzdělávání údržbářů (to se při správné implementaci brzy vrátí v úsporách na provádění údržby a ztrát na produkci výrobků!!).



Prediktivní údržba je založená na mezních diagnostických signálech a ekonomických ukazatelích.

Např.: údržba (oprava) se provádí, když klesne pracovní tlak HG na 9 MPa, měrná spotřeba paliva se zvýší nad 280 g/kWh apod.

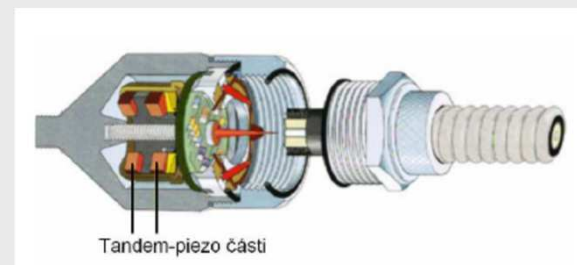
Diagnostické metody při prediktivní údržbě:

Kvalitní program prediktivní údržby je jedinečný v tom, že využívá ověřené bezdemontážní diagnostické metody realizované za provozu stroje:

- Vibrodiagnostika
- Tribodiagnostika
- Ultrazvukové testování
- Infračervená termografie



Vibrodiagnostika

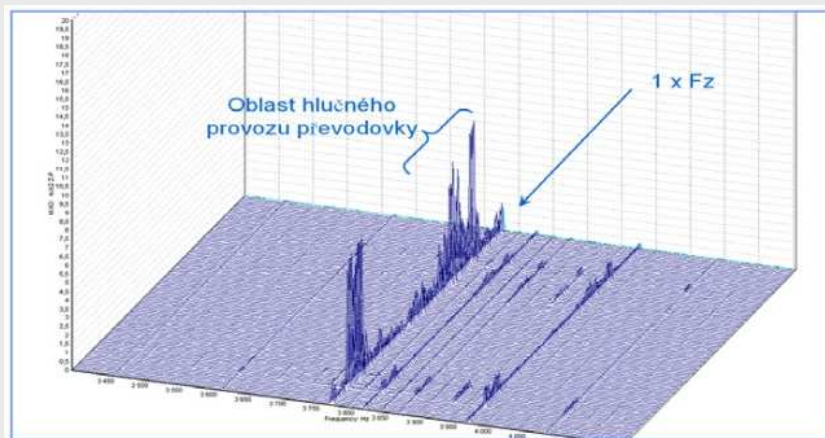


Piezoelektrický senzor snímání vibrací

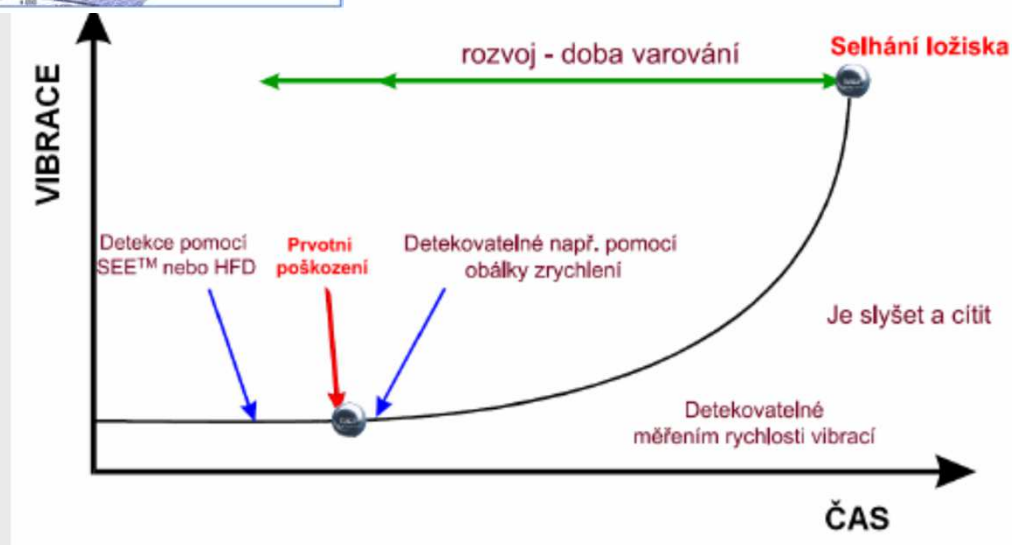
Analýza vibrací – tato technologie se stala jedním z nejsilnějších nástrojů v současném průmyslu pro posuzování rotujícího zařízení a rychlého určení stavu ložisek, sousosti, nevyváženosti a „obecného zdraví“ stroje. Data získaná permanentním nebo přenosným zařízením na měření vibrací jsou následně analyzována pro identifikaci konkrétní závady stroje.



Analýza vibrací

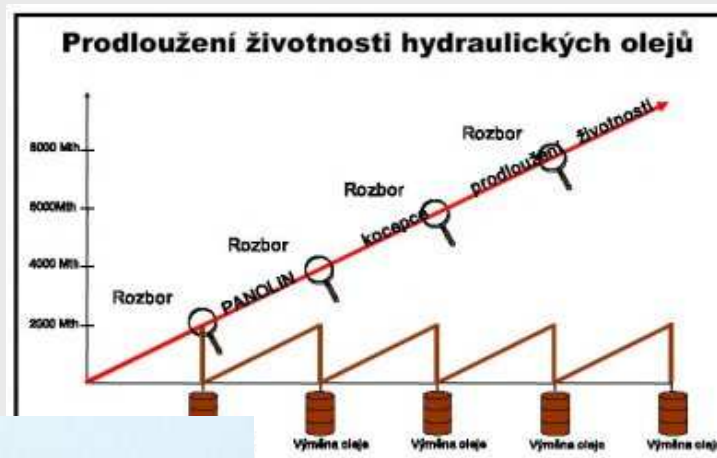


Počáteční pitting v ložisku



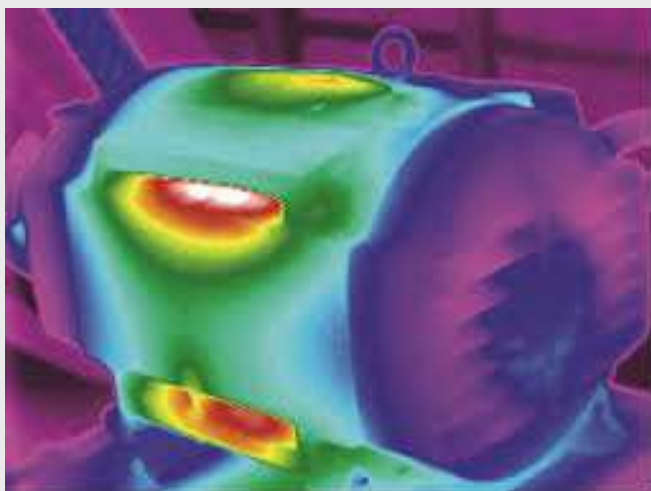
Tribodiagnostika

Mazací kapaliny mohou odhalit typ a míru opotřebení interních komponent stroje. Částice mohou ukazovat na znečištění prachem, chladivem, vlhkostí nebo na nesprávné používání zařízení či jeho přetížení. Všechny tyto ukazatele mohou pomoci identifikovat potenciální závady stroje.



Infračervená termografie

Většina potencionálních problémů, mechanických ztrát, přetížení elektrické sítě se v první řadě projevuje změnou teploty.



Abnormální zahřívání motoru zjištěné termální kamerou Fluke Ti100. Foto: Fluke



Podle změny teploty můžeme například na vodičích detekovat nesymetrický odběr proudu a přetížení některé fáze motoru.

Tyto jevy mohou mít dlouhodobě významný vliv na stálý odběr elektrické energie, ve finále mohou být i příčinou vzniku požáru vinou elektrické instalace.

Termovizní měření je tedy prvotní indikací toho, zda měřený objekt je nebo není v pořádku.



D. Proaktivní údržba

Zahrnuje všechny náležitosti prediktivní údržby s tím, že se navíc nezaměřuje pouze na aktuální symptomy stavu zařízení nebo stroje (např. poškození ložiska), ale zaměřuje se na vyhledání a odstranění příčin tohoto nežádoucího stavu (např. ložisko bylo poškozeno v důsledku špatného ustavení stroje, velkého napnutí řemenů, atd.).

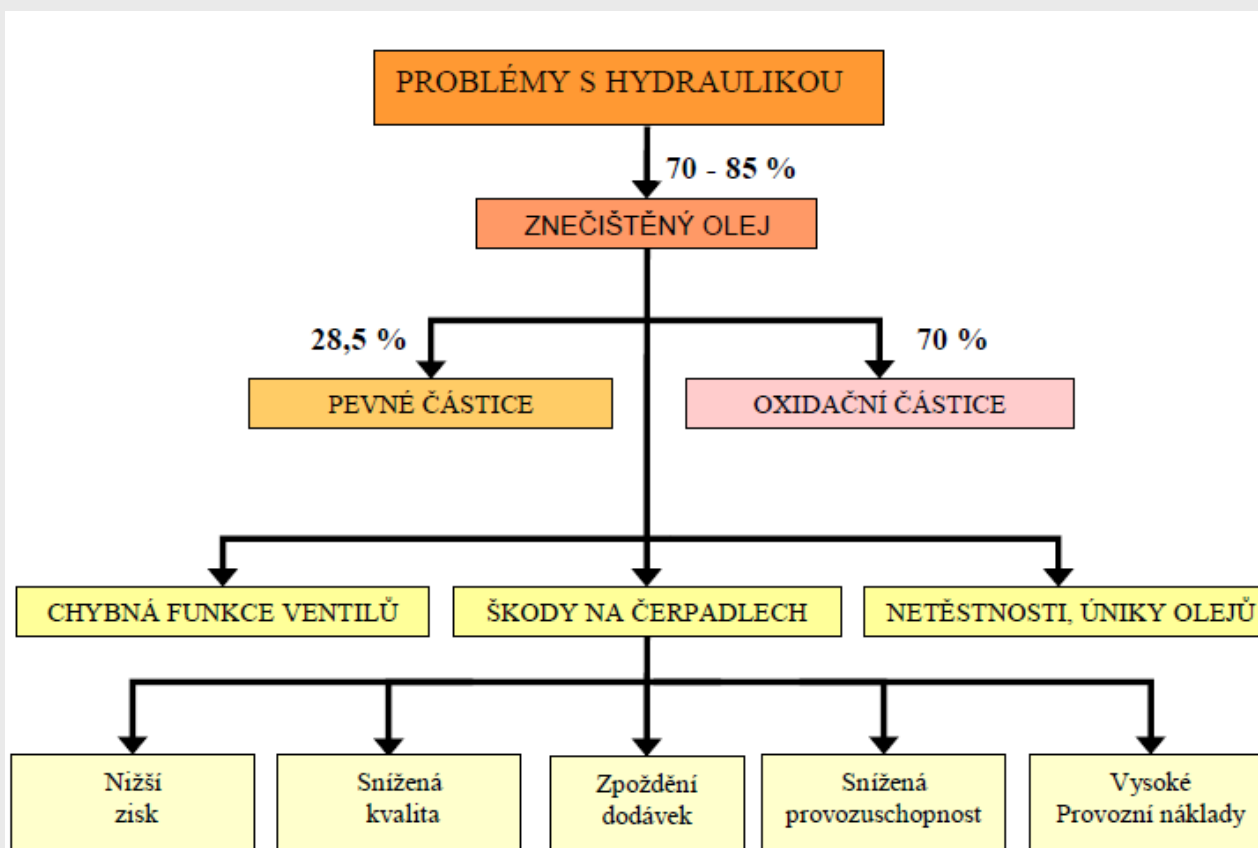
- Proaktivní přístup je takový, který je zaměřen na příčiny vzniku opotřebení a poruch.
- Jedná se o strategii údržby, která je založená obvykle na ON-LINE sledování mechanického stavu strojů – tzv. Condition monitoring (např. monitorování a udržení čistoty hydraulického oleje na předepsané úrovni).

Porovnání jednotlivých druhů údržeb z ekonomického hlediska Hydraulický systém stroje (krevní oběh člověka)

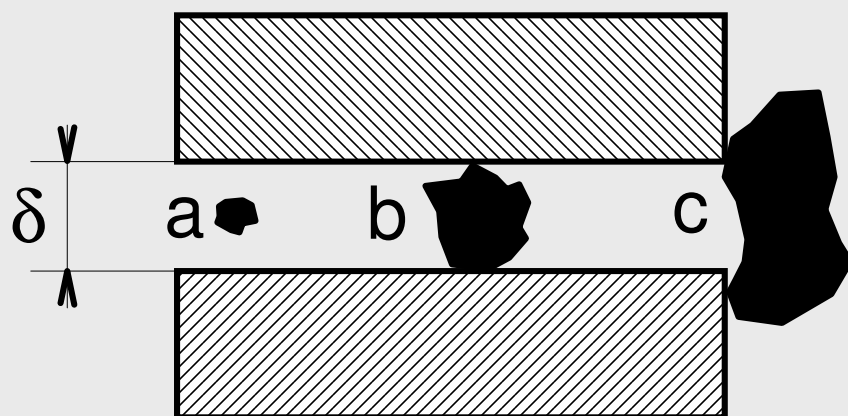
Maintenance Strategy	Cost per kW (estimation)	Human Body, Circulation of Blood	Machine, Hydraulic Circuit
Break Down Maintenance	\$20	Heart Attack, Death	Large Maintenance Budget
Preventive Maintenance	\$15	By-Pass, Surgery	Periodic Component Replacement
Predictive Maintenance	\$10	Heart Disease, Detection using (EKG/Ultrasonic)	Vibration Monitoring, Ultrasonic, Ferrography, Termography
Proactive Maintenance	\$0,1	Cholesterol and Blood pressure Monitoring, Diet Control	Monitoring Failure Root Causes - Contamination Control



Příklad aplikace proaktivní údržby



Největším nebezpečím pro hydraulické prvky jsou pevné nečistoty menší než kritická vůle



δ - kritická vůle

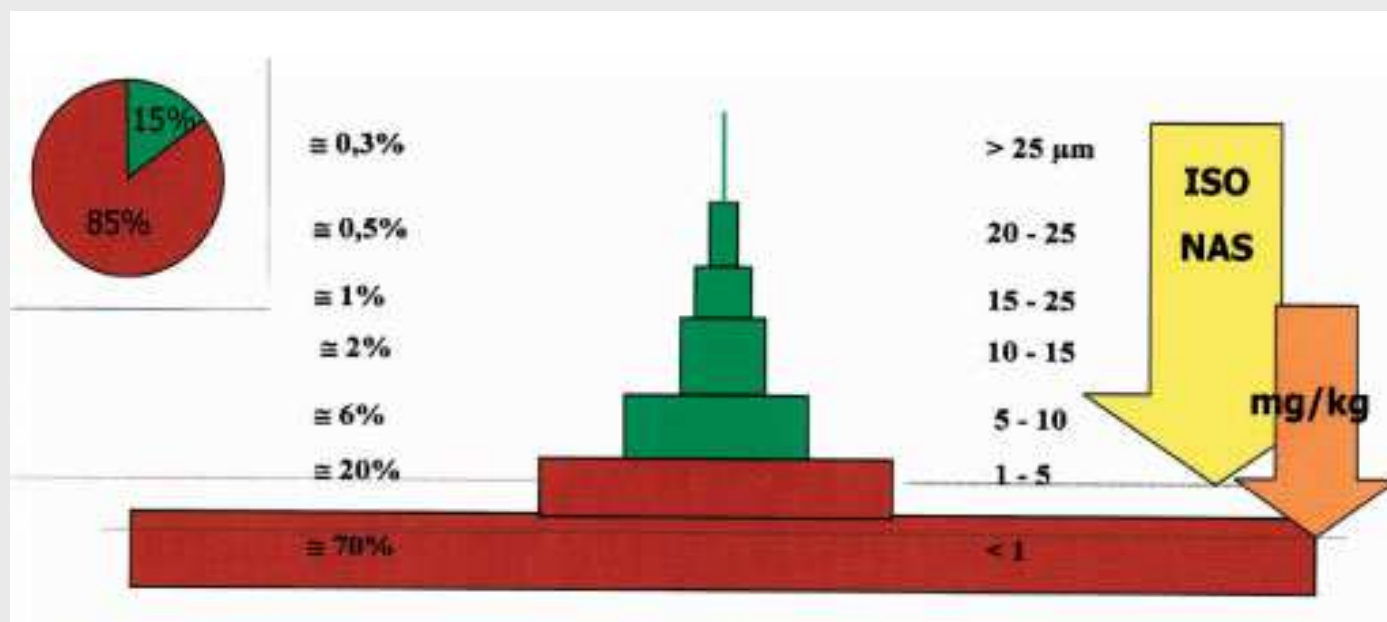
a - částice $<$ δ

b - částice $=$ δ

c - částice $>$ δ



Rozložení nečistot v hydraulickém oleji



Doporučené kódy čistoty pro hydraulické prvky a obvody (ČSN 65 62 06)

20 000	22		22	20 000
10 000	21		21	10 000
5 000	20		20	5 000
2 500	19	1	19	2 500
1 300	18		18	1 300
640	17	2	17	640
320	16		16	320
160	15	3	15	160
100	14		14	100
50	13	4	13	50
20	12		12	20
10	11	5	11	10
5	10		10	5
2,5	9	6	9	2,5
1	8		8	1
0,5	7		7	0,5
0,32	6		6	0,32
0,1	5		5	0,1
0,05	4		4	0,05
0,02	3		3	0,02
0,01	2		2	0,02
	1		1	0,01

> 5 μm

> 15 μm

- 1) Nízkotlaké systémy s velkými tolerancemi;
- 2) Nízkotlaké systémy u těžkých strojů a systémů, u kterých životnost nehraje rozhodující úlohu;
- 3) Všeobecné strojírenství a mobilní technika, střední tlaky a velikost;
- 4) Všeobecné strojírenství a mobilní technika s vysokými nároky na spolehlivost systému a kvalitu;
- 5) Výkonové servosystémy a vysokotlaké systémy s dlouhodobou životností, např. letecká technika, obráběcí stroje apod.;
- 6) Řídicí systémy citlivé na znečištění s vysokou provozní spolehlivostí, laboratorní technika, letecká a raketová technika;
- 7) Nejhorší stupeň čistoty u nových olejových náplní (obvykle se předpokládá 18/15).



Kódy čistoty podle normy ISO 4406

Tabulka 4 ISO 4406.2

Počet částic v 1ml kapaliny		KÓD ČISTOTY
Více než	Až do	
2 500 000		> 28
1 300 000	2 500 000	28
640 000	1 300 000	27
320 000	640 000	26
160 000	320 000	25
80 000	160 000	24
40 000	80 000	23
20 000	40 000	22
10 000	20 000	21
5 000	10 000	20
2 500	5 000	19
1 300	2 500	18
640	1 300	17
320	640	16
160	320	15
80	160	14
40	80	13
20	40	12
10	20	11
5	10	10
2.50	5	9
1.30	2.50	8
0.64	1.30	7
0.32	0.64	6
0.16	0.32	5
0.08	0.16	4
0.04	0.08	3
0.02	0.04	2
0.01	0.02	1
0.00	0.01	0

Většina počítačů částic hodnotí
čistotu hydraulických kapalin

3-číselným kódem

>2 μm , >5 μm a >15 μm .

Například kód 17/15/12

reprezentuje počet částic

(640 až 1300 částic) >2 μm ,

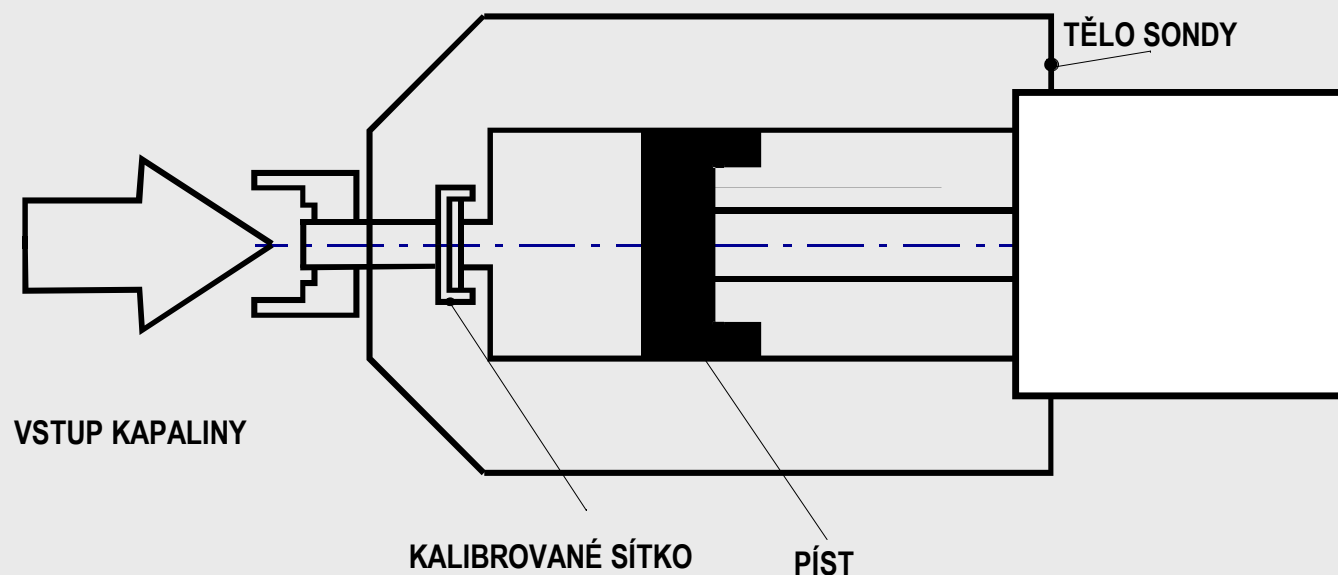
(160 až 320 částic) >5 μm ,

(20 až 40 částic) >15 μm .



Přenosný počítáč částic dCA

Analyzátor pracuje na principu patentované metody pórové blokády. Senzor měřící sondy používá princip rozkladného toku k určení koncentrace částic určitých velikostí ve vzorku kapaliny.





Měření znečištění je vhodné provádět například přenosným počítačem částic digital Contam-Alert (dCA- Diagnostics)

Výhody:

- výsledek známe během několika sekund - max. 3 minut.
- nevznikají přídatné chyby v měření (odpadají vzorkovnice)



2. Dokumentace a informační systémy údržby



Dokumentace o údržbě

- jaký objekt byl udržován a kde
- datum údržby
- druh údržby
- pracnost a ND
- doba prostojů
- náklady na údržbu

Klasická dokumentace systému údržeb

Firma _____ ZÁZNAM O PROVOZU STROJE ZE DNE _____ ZA _____ SMĚNU _____

STROJ: _____ / _____ MÍSTO NASTAZENÍ: _____ / _____

PRACOVNÍ PŘÍKAZ - označení práce - podmínky	Osádka stroje			Pracovní doba osádky - (hod. - min.)			Odprac. hodiny osádky	
	příjmení	jméno	osobní číslo	začátek	konec	doba trvání	v čas. mzdě	v úk. mzdě
Podpis pracovníka oprávněného vydat příkaz:								

VÝKON STROJE ZA SMĚNU							STAV POČÍTADLA	počátek	konečný	rozdíl			
označení práce	čís. výrobku	MJ	plán	skutečnost	strojohod.	Moto- hodiny							
Plánovaná údržba na pracovišti		X	X	X	X		Průto- koměr	počátek	konečný	rozdíl			
Celkem	X	X	X				Km	počátek	konečný	rozdíl			
- Objem výkonů odpovídá uvedenému množství a požadované kvalitě. Délka a příčiny prostojů odpovídají skutečnosti.*)	Příčiny a délka trvání prostojů (hod. - min.)						POHONNÉ HMOTY (l)	Použití	NAFTA	BENZIN			
- K provedené práci mám tyto výhody:*)	Text	Začátek	Konec	Doba trv.		Poc. stav					pou- kázky		
Podpis odběratele:	Nezajišť. práce a obsluhy					Čerpaln					nádrž		
Zápis kontrolních orgánů	Neplán. oprava na pracovišti					Spotřeba	pou- kázky						
Jiné hlášení osádky: přemístění, nárokování, opravy apod.	Přemíst. stroje mimo pracov.						Kon. stav	nádrž					
	Jiné					Spotřeba olejů (l)	pou- kázky						
	Celkem						nádrž						
	Podpis strojníka						motorový						
							hydraulický						

SEVT 30 651 3 *) nehodící se škrtněte Zjištěné závady a jiné poznámky uveďte na rubu. l:06 65/2006

AC 1093555

Počítačové systémy

V současné době existuje celá řada počítačových programů pro řízení údržby. Například firma Datastream Systems je vedoucí firmou v oblasti CMMS a EAM

CMMS (Computerized Maintenance Management Systems)

EAM (Enterprise Asset Management) - systémy pro řízení údržby.

- Datastream, MP2
- SG /Maintenance
- PREDIC-



<http://www.sgmaintenance.co.uk/>

Animace záznamu údržby v ISÚ

<http://www.synergit.cz/software-pro-rizeni-udrzby?gclid=CKuBnliktLUCFUWS3godW1sAEw>



Počítačové plánování a evidence údržeb v souladu s požadavky norem řady ČSN ISO 9000

Co (udržovat)

- databáze strojů a zařízení podniku

Kdy a v jakém rozsahu - databáze intervalů údržeb a mezních diagnostických signálů

Kdo

- databáze pracovníků údržby

Jak

- databáze údržbářských postupů

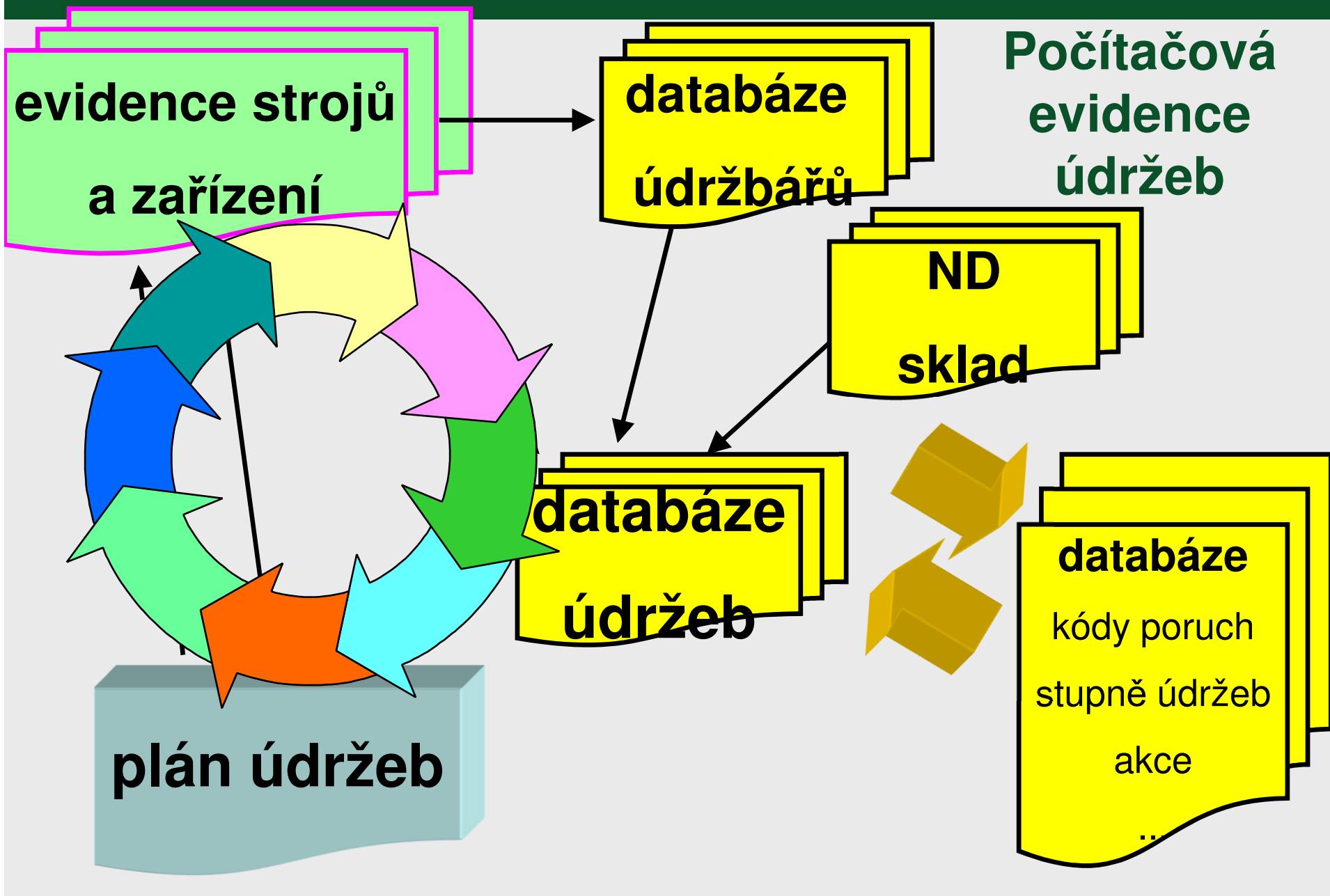
Čím

- databáze pomůcek, náradí, materiálu ...

Za kolik

- databáze nákladů vynaložených na údržbu

~~karty strojů, provozní sešity, listy údržeb~~



Zápis údržby

plánované

(preventivní)

neplánované

(po poruše)

sklad materiálu a ND

- druh
- množství
- jednotková cena

datum údržby

druh údržby

kód poruchy

stroj

pracnost

údržbář

materiál

náklady

na údržbu

Část databáze údržeb může vypadat například takto:

E_cis	Typ	Utvár	U_druh	Prac_pr1	Prac_jm	Tp1	U_datum	Naklady	
42399	Tloušťkovací frézka MRG 80	014 - obrobna	PP 1	Rys	Jiří	1,00	02.05.1997	500,0	
577564	Tlakový zásobník TZ 100 M	014 - obrobna	PP 2	Mareš	Václav	4,00	02.05.1997	13042,0	
14190	Srovnávací frézka DSZD 50	014 - obrobna	PP 1	Rys	Jiří	1,00	03.05.1997	1500,0	
111111	Vřtačka stojanová ST 16	016 - nástrojárna	PTU 1	Mareš	Václav	1,00	08.05.1997	254,0	
14190	Srovnávací frézka DSZD 50	014 - obrobna	Neplán	Rys	Karel	4,00	09.05.1997	9092,0	
14190	Srovnávací frézka DSZD 50	014 - obrobna	Neplán	Kareš	Václav	4,00	09.05.1997	6374,0	
589331	Zdroj tlakového vzduchu KT-6	016 - nástrojárna	P 1	Kaiserweiter	Jaroslav	1,00	21.05.1997	627,0	
111111	Vřtačka stojanová ST 16	016 - nástrojárna	Neplán	Kareš	Václav	5,00	01.06.1997	2940,0	
57857	Vícevřetenová vřtačka DCW/GW 19	014 - obrobna	PP 1	Mareš	Václav	6,00	02.06.1997	7370,0	
577564	Tlakový zásobník TZ 100 M	014 - obrobna	PP 1	Rys	Jiří	1,00	03.06.1997	304,0	
589331	Zdroj tlakového vzduchu KT-6	016 - nástrojárna	Neplán	Kareš	Václav	4,00	08.06.1997	6286,0	
00123	Kalibr K-123	001 - brusárna	KM	Rys	Jiří	0,50	10.06.1997	24,0	
589331	Zdroj tlakového vzduchu KT-6	016 - nástrojárna	P 1	Mareš	Václav	4,00	25.06.1997	3820,0	
107368	Horní frézka FAS	013 - obrobna 2	PP 1	Kaiserweiter	Jaroslav	1,00	25.06.1997	1240,0	
14190	Srovnávací frézka DSZD 50	014 - obrobna	PP 2	Kareš	Václav	2,00	25.06.1997	3708,0	
107368	Horní frézka FAS	013 - obrobna 2	GD	Rys	Jiří	6,00	10.08.1997	12854,0	
121031	Kombinovaná bruska DZXA	014 - obrobna	PP 2	Kareš	Václav	5,00	12.08.1997	25352,0	
93813	Spodní frézka MNF 300	014 - obrobna	GD	Kareš	Václav	6,00	20.08.1997	18496,0	
170200	Kombinovaná ostříčka OLNG 7	016 - nástrojárna	PP 2	Holub	Jan	4,00	20.08.1997	3864,0	
553301	Tlakový zásobník TZ 30 M	014 - obrobna	PP 2	Kaiserweiter	Jaroslav	4,00	20.08.1997	6252,0	
76870	Pásová bruska DZJB 250	014 - obrobna	GD	Holub	Jan	7,00	23.08.1997	18482,0	
499575	Čtyřsloupový zvedák EZ 1340	014 - obrobna	PP 2	Holub	Jan	3,00	23.08.1997	3238,0	
131762	Dvoukotoučová bruska DZTA 63	013 - obrobna 2	PTU 2	Rys	Karel	4,00	30.08.1997	14798,0	
567277	Tlakový zásobník TZ 60 M	014 - obrobna	PP 2	Externí		3,00	30.08.1997	8960,0	
577564	Tlakový zásobník TZ 100 M	014 - obrobna	REV	Externí		4,00	30.08.1997	18560,0	



ZÁPIS PROVEDENÉ ÚDRŽBY

Ev. číslo stroje: **14190**

Typ: **Srovnávací frézka DSZD 50**

Datum údržby: **12.05.1999**

ruh údržby:

Údržbaři

Údržbář	pracnost
Kaiserweiter	2,00
Mareš	2,00
Rys	1,00
	0,00
	0,00
	0,00
	0,00
	0,00
	0,00

1,00 hodin

258,00

0,00

3241,00

3451,00

0,000

Kód poruchy: **106**

Ze skladu

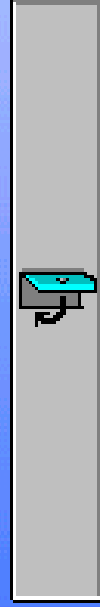
PP2
PP1
PP2
GO
Naplán.
materialovc.
Celkovc:

Náklady na údržbu

Provozní parametr:

Poznámky:

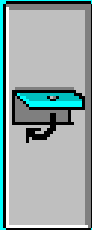
+ trhlina v přírubě PR 12/558 - příruba vyměněna.



Ctrl+W



pracnost	příjmení	jméno	hod sazba
2,00	Kaiserweiter	Jaroslav	40
2,00	Mareš	Václav	65
1,00	Rys	Jiří	48
0,00			0
0,00			0
0,00			0
0,00			0
0,00			0
0,00			0



Výběr údržbáře

- Externí
- Externí
- Holub
- Kaiserweiter
- Kareš
- Mareš
- odběr oleje
- Pralinková
- Rys
- Rys

Příjmení:

Jméno:

Hodinová sazba:



ZÁPIS PROVEDENÉ ÚDRŽBY

Ev. číslo stroje: **14190**

Typ: **Srovnávací**

Datum údržby: **12.05.1999**

Druh údržby: **PP 2**

Údržbař:

Pracnost:

Kaiserweiter	2,00
Mareš	2,00
Pys	1,00
	0,00
	0,00
	0,00
	0,00
	0,00

Délka práce: **230,00**

Interní:

Náklady na údržbu

0,00

Externí:

Materiálové:

3241,00

Celkové:

3451,00

Provozní parametr:

0,000

Kód poruchy: **106**

Poznámky:

+ trhlina v přírubě PR 12/558 - příruba vyměněna.

Celkový prostoř při údržbě

1,00

hodin

Obsluha

10

minut

Údržba-technol.

5

minut

Údržba-práce

40

minut

Předání

5

minut

0

minut

Sečíst a nahradit celk. prostoř

Ze skladu



Ctrl+W



Spotřeba skladové položky při údržbě

- 014575
- 352145
- 365897
- 421589
- 421896
- 465857A
- 465857B
- 465857C
- 465857D
- 465857D1
- 465857Dx
- 465857E
- 556891

Název položky: Tmel AX-14

Množství na skladě: 16,0

Jednotka množství: kg

Cena za jednotku: 589,00

Minimální zásoba: 2

Datum naskladnění: 10.03.1999

Dodavatel:

Umístění:

Poznámka:

1,0

Množství spotřebované při údržbě:

Zadat další

Ukončit zadávání

Výpis položek skladu

Ecis	Datumud	Druhud	Cispol	Nazev	Kolik	C_cena
14190	12.05.1999	PP 2	014575	Tmel AX-14	1,0	589,00
14190	12.05.1999	PP 2	55689	Příruba EC 1030	1,0	2652,00



ZÁPIS PROVEDENÉ ÚDRŽBY

Ev. číslo stroje: **14190**

Typ: **Srovnávací frézka DSZD 50**

Datum údržby: **12.05.1999**

Druh údržby: **PP 2**

Údržbaři

Údržbář	pracnost
Kaiserweiter	2,00
Mareš	2,00
Rys	1,00
	0,00
	0,00
	0,00
	0,00
	0,00

Délka prostoje: **1,00** hodin

258,00

0,00

3241,00

3451,00

Ze skladu

Interní:

Externí:

Materiálové:

Celkové:

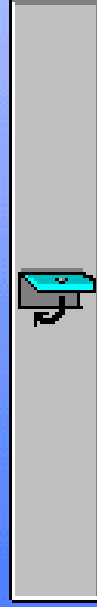
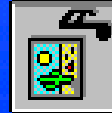
Náklady na údržbu

Provozní parametr:

Kód poruchy: **106**

Poznámky:

+ trhlina v přírubě PR 12/558 - příruha vyměněna.



Ctrl+W



Báze kódů poruch

```
000 porucha neudána
101 zadřené ložisko - bez mazání
102 zadřené ložisko - nečistoty v mazivu
103 zadřené ložisko - vyosení
104 ložisko - nadměrná radiální vůle, bez zjev.příč.
105 ložisko - nadměrná axiální vůle, bez zj.příč.
106 ložisko - vysypaná klec
M   porucha elektromotoru
M0  zkrat
M01 zkrat statoru na kostru
M02 zkrat rotoru na kostru
M03 mezizávitový zkrat statoru
M04 mezizávitový zkrat rotoru
M05 zkrat přívodního vedení
M06 zkrat ve svorkovnici motoru
M1  mechanická závada na elektromotoru
```



ZÁPIS PROVEDENÉ ÚDRŽBY

Ev. číslo stroje: **14190**

Typ: **Srovnávací frézka DSZD 50**

Datum údržby: **12.05.1999**

Druh údržby: **PP 2**

Údržbaři

Údržbář	pracnost
Kaiserweiter	2,00
Mareš	2,00
Rys	1,00
	0,00
	0,00
	0,00
	0,00
	0,00

Délka prostroje: **1,00** hodin

258,00

0,00

3241,00

3451,00

0,000

106

Náklady na údržbu

Interní:
Externí:
Materiálové:
Celkové:

Provozní parametr:

Kód poruchy:

Ze skladu

Poznámky:

+ trhlina v přírubě PR 12/558 - příruba vyměněna.



Ctrl+W



3. Provozní spolehlivost stroje



OPTIMÁLNÍ JAKOST VÝROBKU

TECHNICKÉ ASPEKTY

EKONOMICKÉ ASPEKTY

VÝKONNOST

FUNKČNOST

FUNKČNÍ
PŘESNOST

ERGONO-
MIČNOST

EKOLO-
GIČNOST

ESTE-
TIČNOST

BEZPEČNOST inherentní

SPOLEHLIVOST

OSTATNÍ ZNAKY

POHOTOVOST

ŽIVOTNOST

SKLADOVATELNOST

BEZPEČNOST

BEZPORUCHOVOST

UDRŽOVATELNOST

ZAJIŠTĚNOST ÚDRŽBY

UDRŽOVATELNOST
sadnost udržování

DIAGNOSTIKOVATELNOST

OPRAVITELNOST

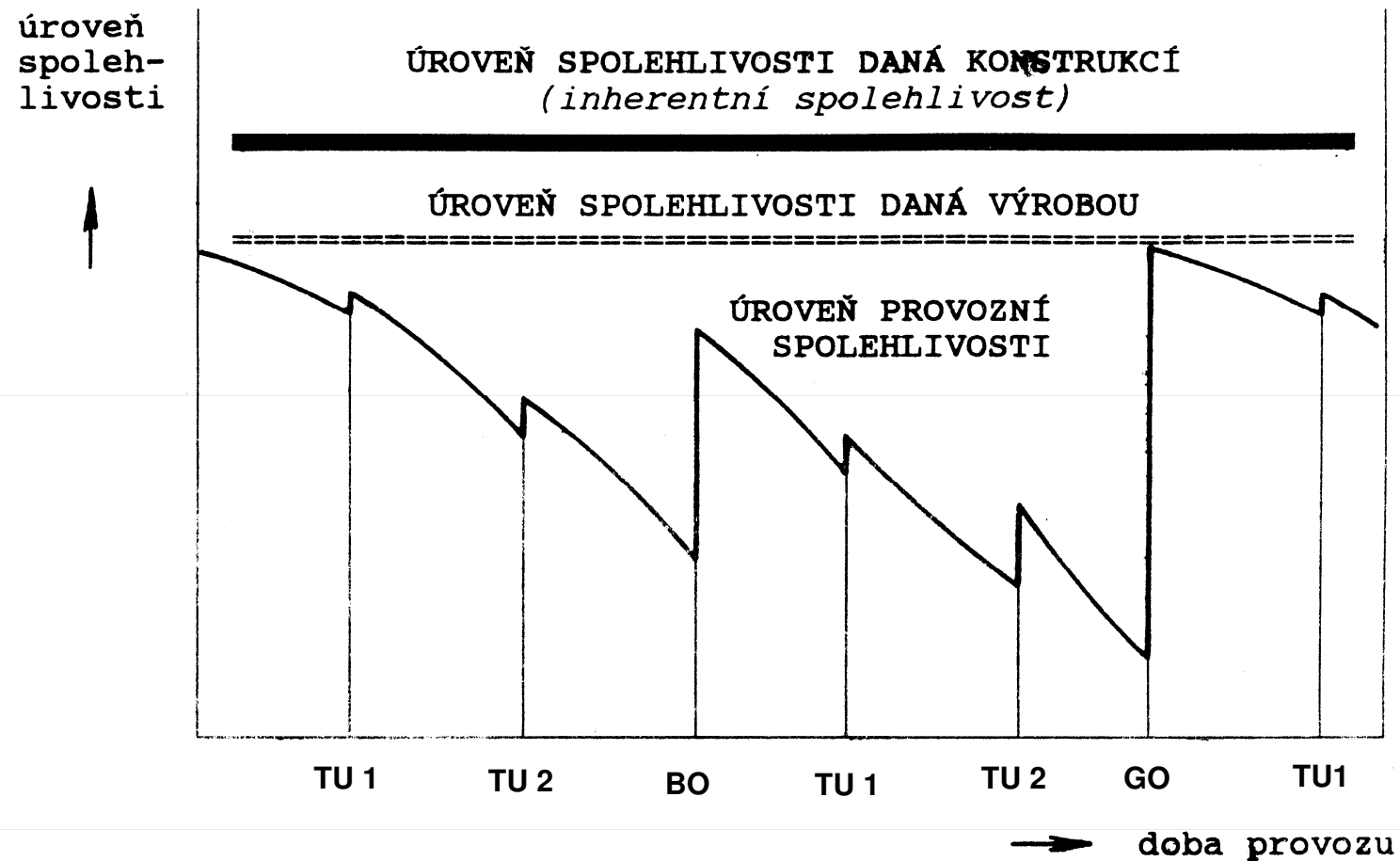
Vztahy mezi jakostmi, spolehlivostí a jejími dílčími vlastnostmi (znaky) výrobku

Definice spolehlivosti stroje (objektu)

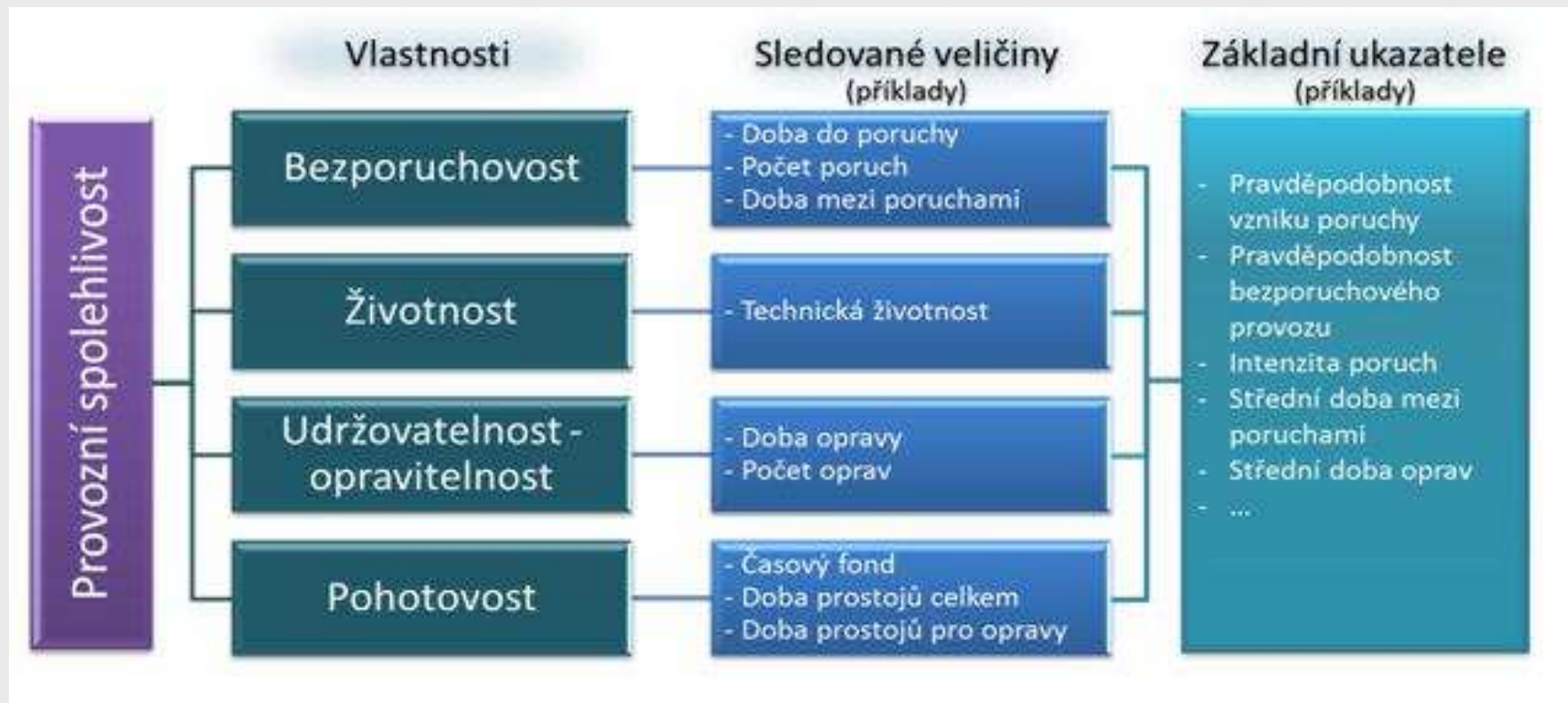
„ Provozní spolehlivost je schopnost stroje plnit požadované funkce po stanovenou dobu při zachování provozních parametrů, daných technickými podmínkami“

Je nedílnou součástí jakosti stroje: **hodnocena je životnost, bezporuchovost, udržitelnost, skladovatelnost, bezpečnost**
(ČSN IEC 50(191):1993).

ÚROVNĚ SPOLEHLIVOSTI STROJE



Vlastnostmi a ukazatele provozní spolehlivosti



Stavy strojů

- a) **BEZVADNÝ** - stroj odpovídá všem požadavkům a parametrům stanovených výrobně - technickou dokumentací.
- b) **PROVOZUSCHOPNÝ** - stroj je schopen plnit požadované funkce a hodnoty sledovaných parametrů jsou dodržovány v předepsaných mezích.
- c) **PORUCHOVÝ** - stroj není schopen plnit požadované funkce, resp. dodržovat hodnoty provozních parametrů ve stanovených mezích.

Např.: u soustruhu garantuje technická dokumentace házivost obrobku do 0,02 mm, vyrobená součást má toleranci rozměru do 0,09 mm.

Pak:

- bezvadný stav je – rozměr součásti do 0,05 mm
- provozuschopný - rozměr součásti do 0,09 mm
- poruchový - rozměr součásti nad 0,1 mm

Zařazení stroje do určitého stavu závisí též na požadavcích výroby.

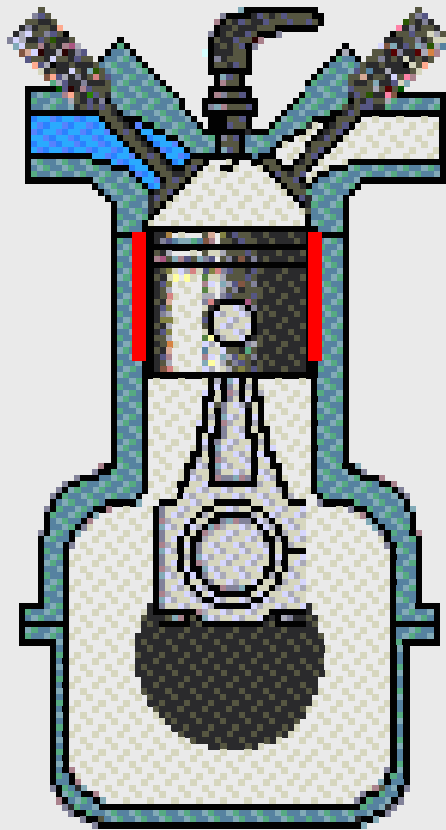
Mezní fyzický stav

Mezní fyzický stav (MFS) – je nejčastěji definován jako úplná ztráta schopnosti plnit požadované funkce. Po jeho dosažení je obvykle provedena oprava (obnova).

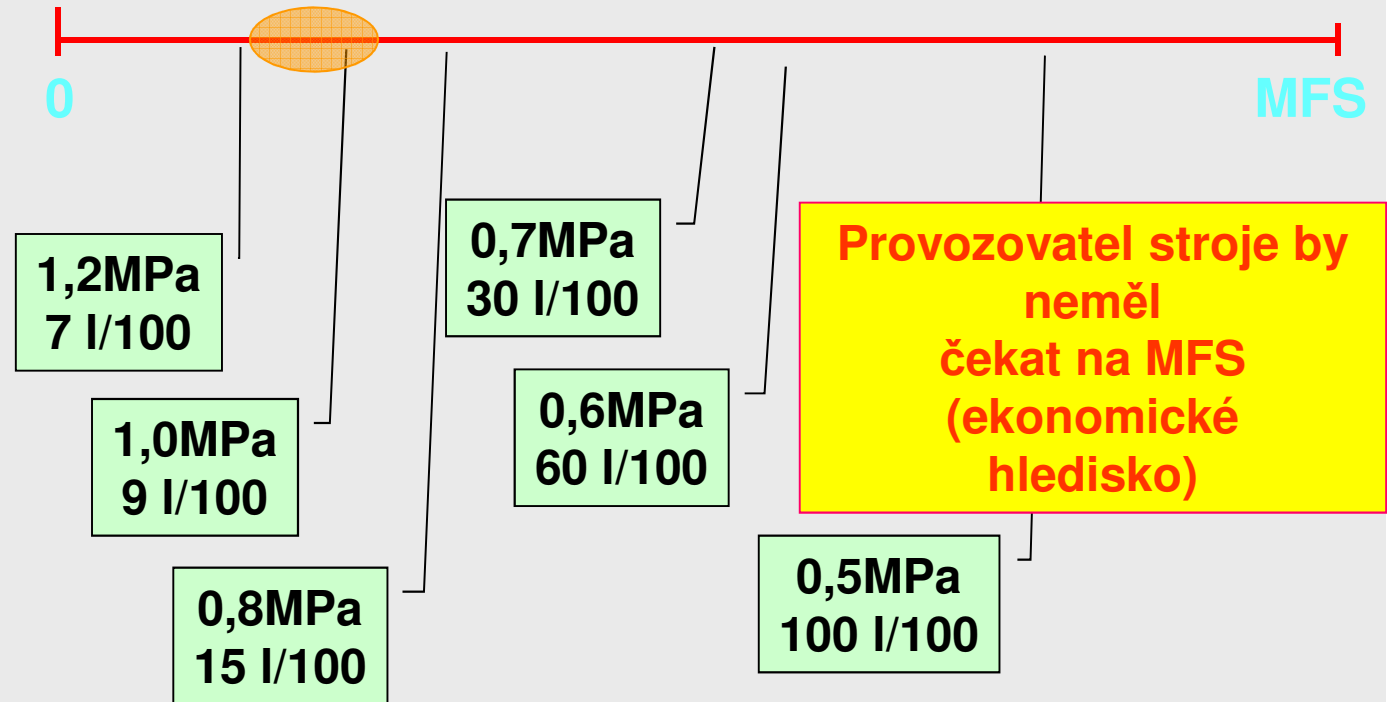
Důvod obnovy výrobního stroje může také být:

- a) **Fyzické opotřebení** a neúměrné náklady na jeho zprovoznění.
- b) **Vysoké náklady** na provoz stroje.
- c) **Morální opotřebení** - zastarání.

Příklad dosažení MFS



MFS z hlediska pístní skupiny:
Mezi pístem a vložkou je tak velká vůle,
že motor nelze nastartovat.



Postupné opotřebení pístní skupiny:
snižování kompresního tlaku a zvyšování spotřeby

DVOUSTAVOVÝ OBJEKT

- Diagnostika zde nemá smysl – objekt do poruchy nevykazuje žádná poškození.
- Obnova je provedena výměnou za nový objekt.

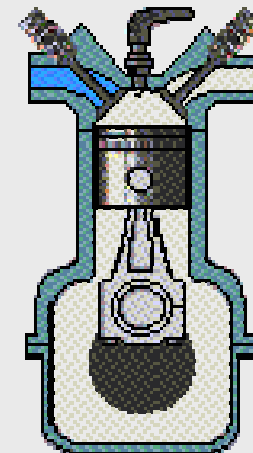
typický dvoustavový objekt - žárovka



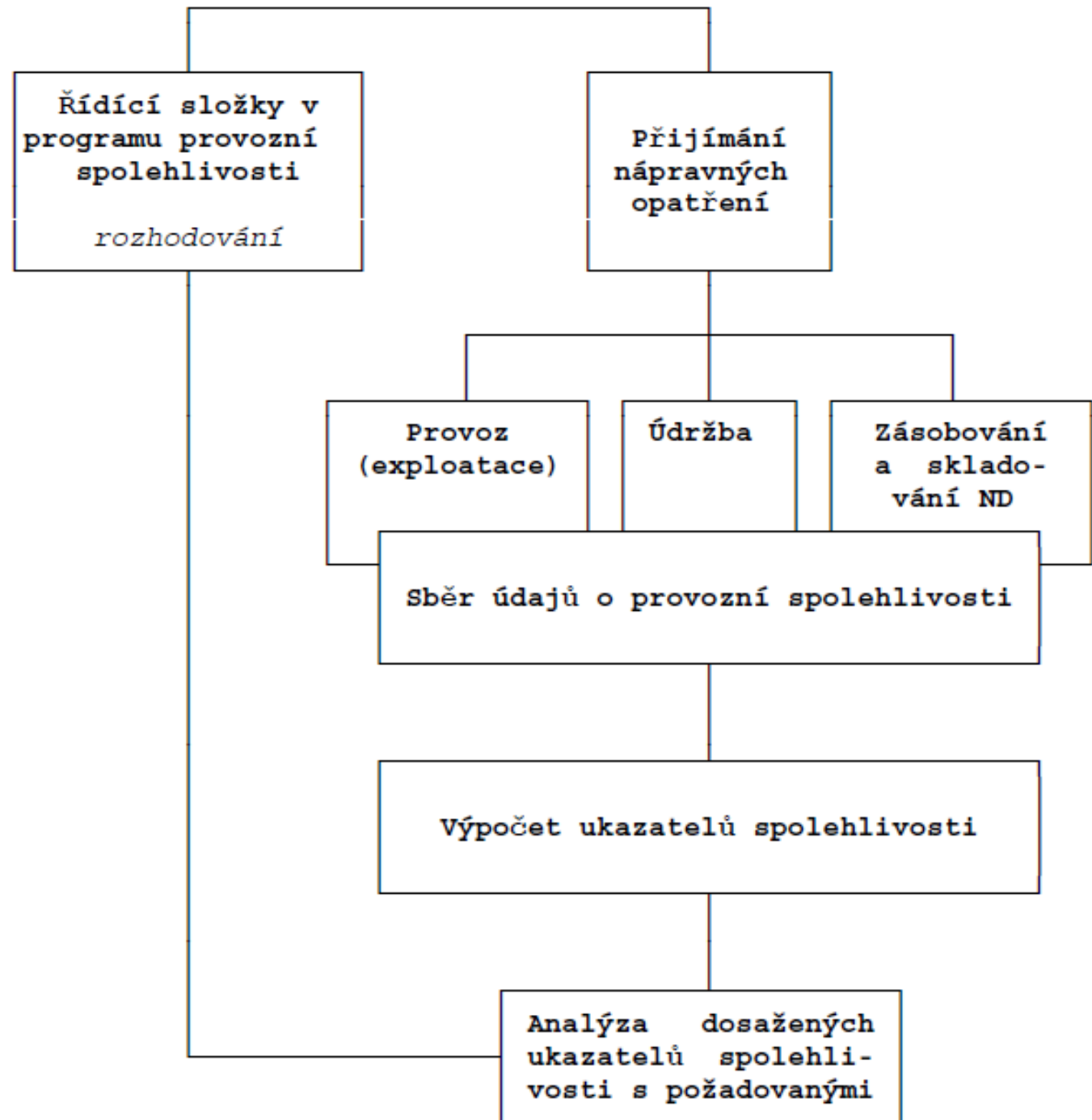
VÍCESTAVOVÝ OBJEKT

- každá změna TS má průběžný, měřitelný a zpravidla významný vnější technicko-ekonomický projev

- Ke stanovení diagnózy i prognózy lze využít diagnostiku.
- Po opravě (obnově) je objekt znovu používán.



**System
provozní
spolehlivosti
musí být
uzavřený
system se
zpětnou
vazbou**



Důležité kroky v informačním systému provozní spolehlivosti

- Stanovení počtu sledovaných (zkoušených) strojů (součástí).
- Využití databáze záznamu údajů o provozu a údržbě nebo stanovení metodiky zkoušky spolehlivosti.
- Výpočty ukazatelů spolehlivosti (výpočet základních statistik, odhady ukazatelů spolehlivosti z teoretických modelů spolehlivosti).

Minimální počet sledovaných objektů

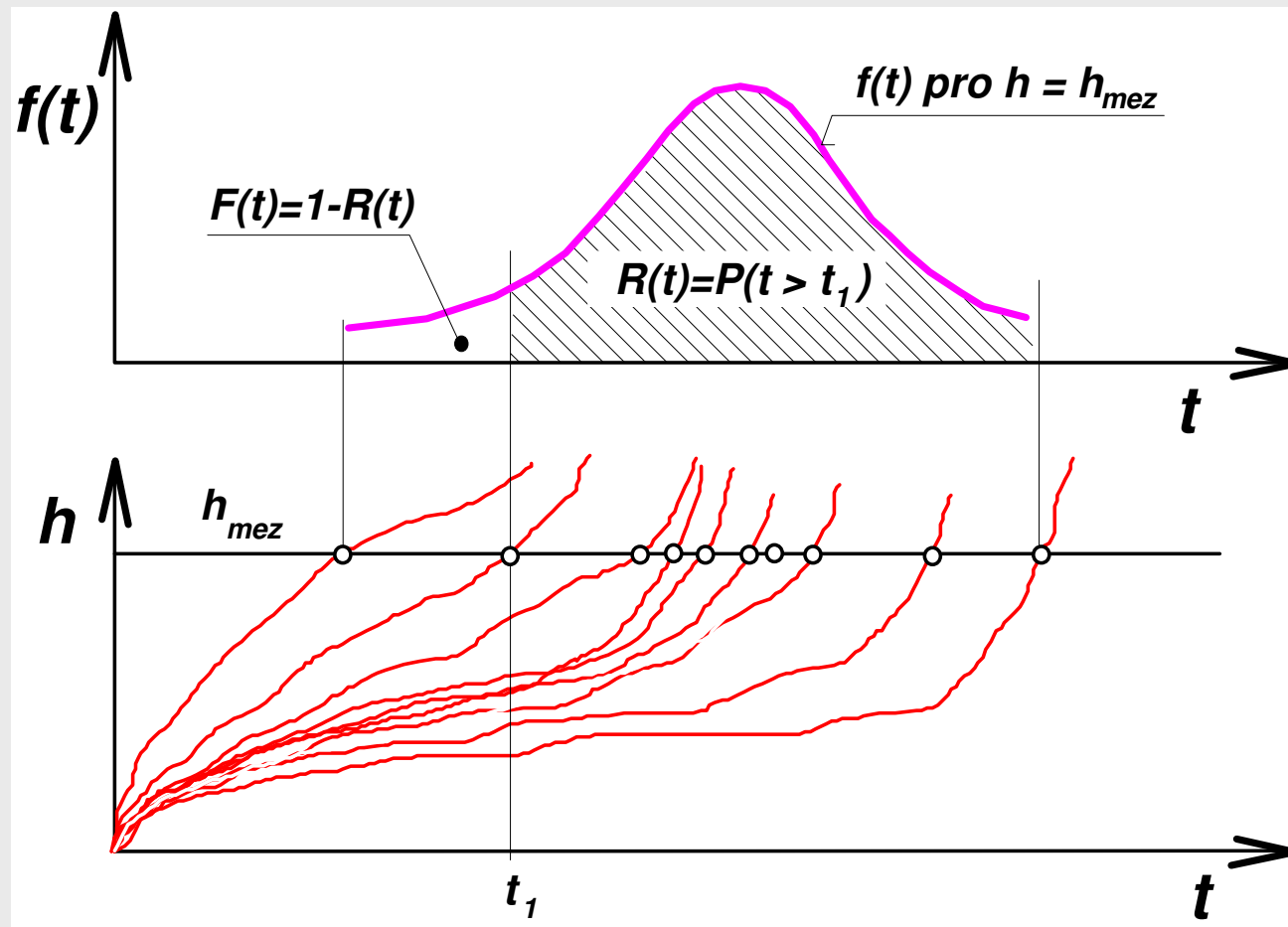
$$n_{\min} = \frac{\ln(1 - \beta)}{\ln R(t)}$$

kde n_{\min} ... minimální počet sledovaných (zkoušených) objektů
 β ... koeficient bezpečnosti odhadu ukazatele spolehlivosti $\langle 0,8; 0,99 \rangle$
 $R(t)$... předpokládaný ukazatel spolehlivosti (např. pravděpodobnost bezporuchového provozu)

Výpočet ukazatelů provozní spolehlivosti (metodika pro neobnovované součásti)

1. Výpočet základních statistik.
2. Volba teoretického modelu spolehlivosti (zákona pravděpodobnosti náhodné veličiny) a odhad jeho parametrů.
3. Výpočet ukazatelů spolehlivosti ze zvoleného modelu spolehlivosti, provedení testu dobré shody.

Opotřebení neopravované součásti jako náhodná veličina



Empirické ukazatele

(základní statistiky)

střední technický život

$$\bar{t}_{\check{z}} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n t_i$$

kde t_i ... technický život i -tého prvku (součásti)

n ... počet prvků (součástí) ve zkoumaném souboru (rozsah výběrového souboru).

variační rozpětí R_v

$$R_v = t_{\max} - t_{\min}$$

rozptyl s^2

$$s^2 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t}_{\check{z}})^2$$

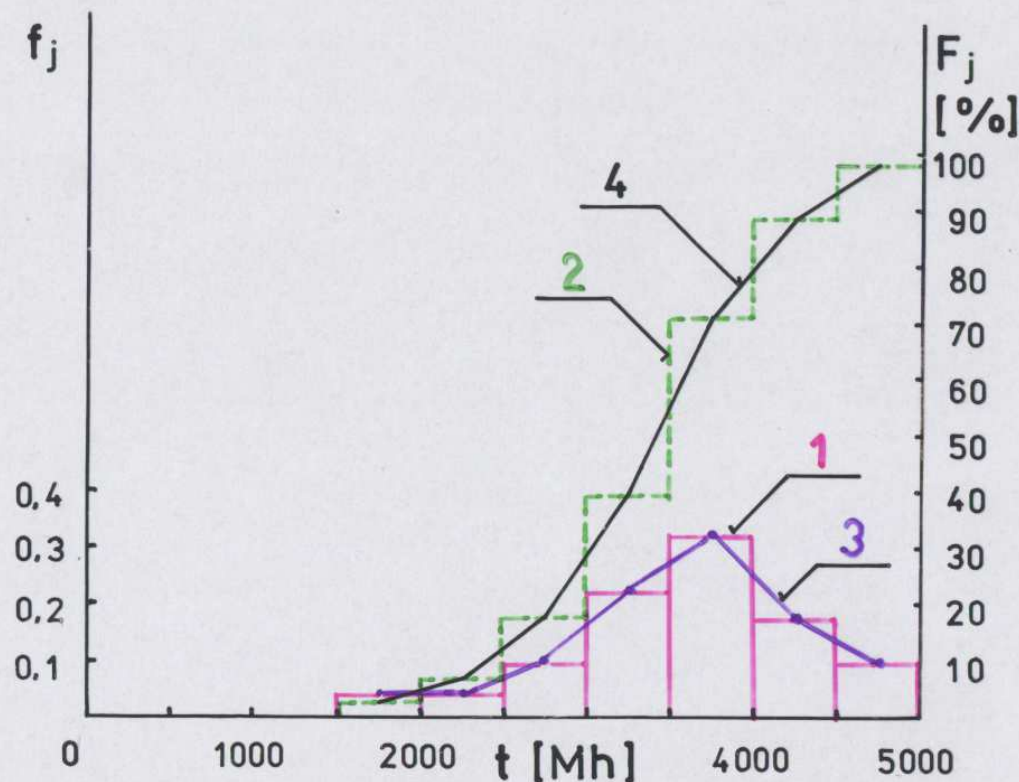
směrodatná odchylka s

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t}_{\check{z}})^2}$$

Statistická pravděpodobnost vzniku poruchy

$$F_j = \frac{1}{n+1} \cdot \sum_{j=1}^K n_j$$

kde K ... počet tříd
 n ... počet sledovaných součástí
 n_j .. Počet (četnost) poruch součástí v j-té třídě



Obr. 2 Histogram relativních f_j (1) a kumulativních relativních četností F_j (2); (3),(4) - polygony četností

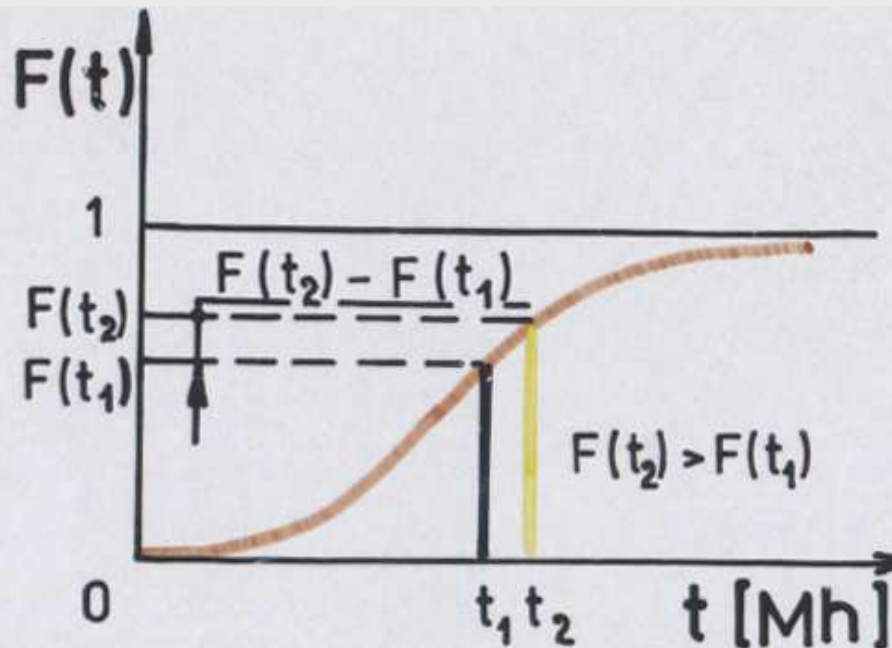
Stanoví se tak, že variační rozpětí R_v se rozdělí na přiměřený počet intervalů – tříd K (např. 0 až 1000, 1001 až 2000, 2001 až 3000 km ... atd). Dalším krokem je nalezení výskytu - četnosti výskytu poruch jednotlivých součástí ve stanovených třídních intervalech n_j .

Pravděpodobnost vzniku poruchy $F(t)$

Vyjadřuje pravděpodobnost, že k poruše dojde před stanovenou dobou provozu stroje t .

Tato funkce na počátku provozu nabývá hodnoty $F(0)=0$ a na konci provozu (teoreticky v nekonečnu) nabývá hodnoty $F(\infty)=1$.

Jedná se o rostoucí funkci [tj. při $t_2 > t_1$ je $F(t_2) > F(t_1)$].



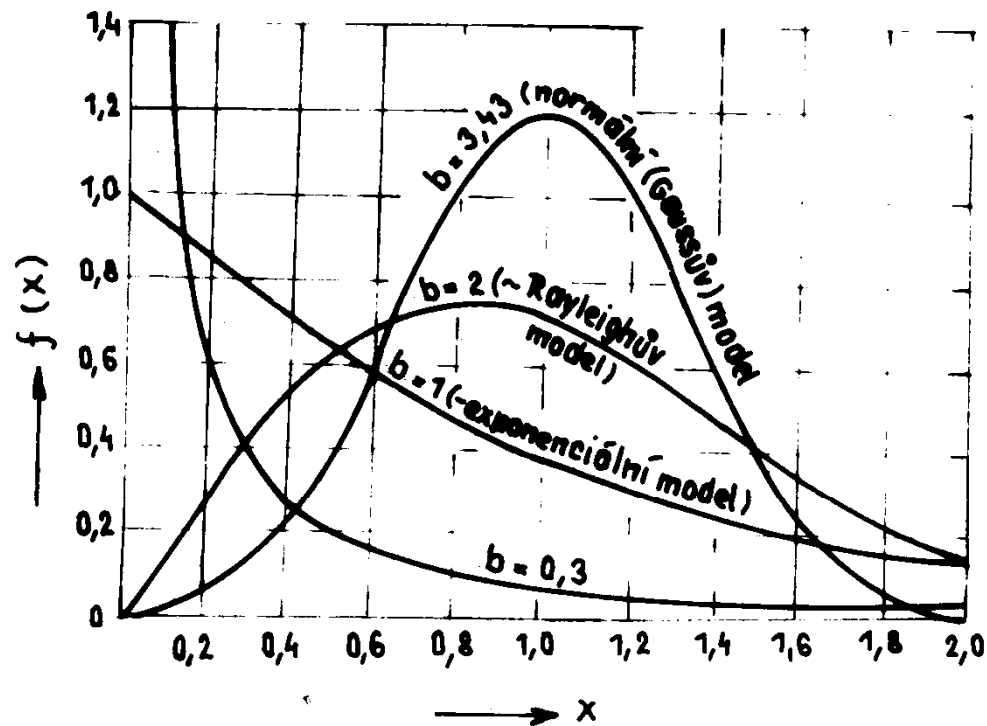
a) Pravděpodobnost vzniku poruchy (distribuční funkce)

Weibullův pravděpodobnostní model

$$F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{a}\right)^b\right]$$

Teoretický model spolehlivosti

(Weibullův model pravděpodobnosti)

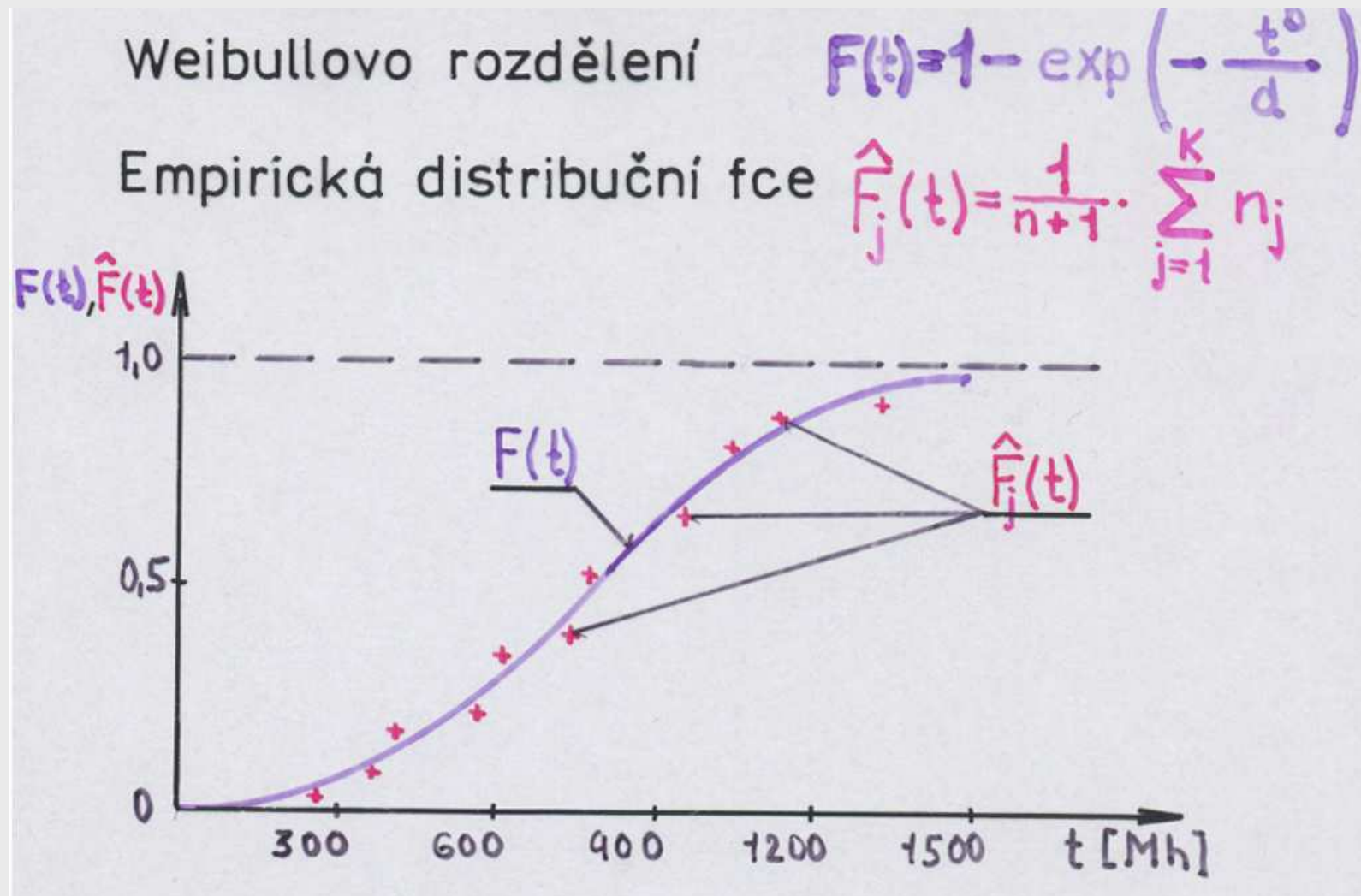


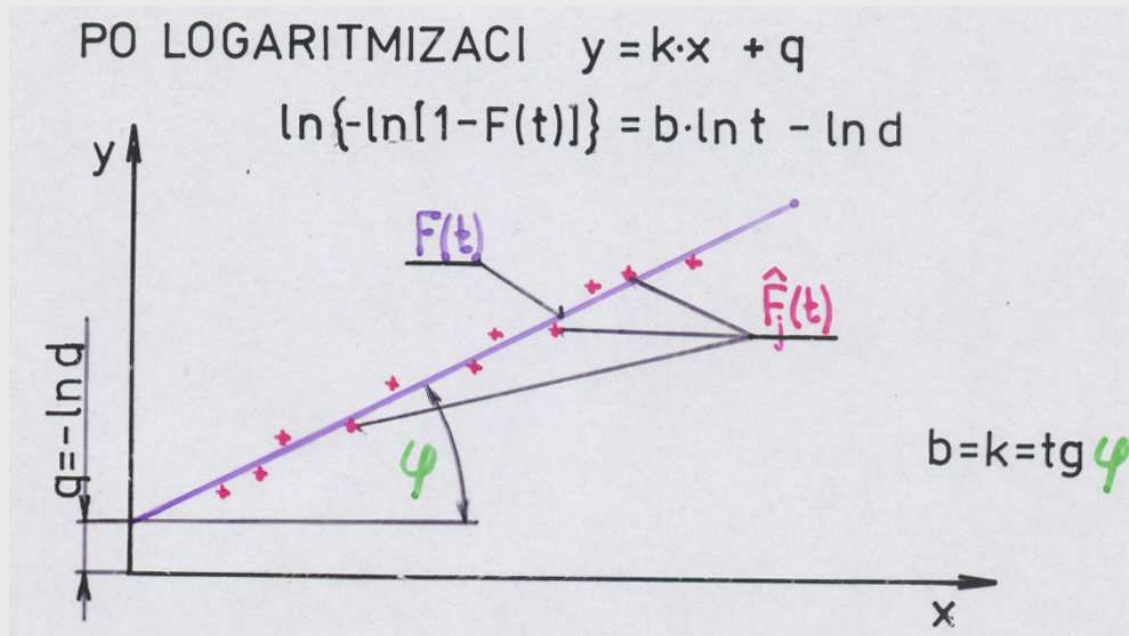
Průběh základních charakteristik Weibullova dvouparametrického rozdělení náhodně proměnné x při $x_{st#} = 1$

b) funkce hustoty pravděpodobnosti

Weibullův zákon pravděpodobnosti je často používán při popisu doby do poruchy mechanických strojních soustav nebo součástí, které jsou vystaveny únavovému namáhání, mechanickému opotřebení a korozi. Dále je používáno u výrobků, které nejsou dokonale zvládnuty konstrukčně, technologicky nebo výrobně.

Princip stanovení parametrů teoretického rozdělení pravděpodobnosti





$$F(t) = 1 - \exp(-t^b/d)$$

$$1 - F(t) = \exp(-t^b/d)$$

$$-\ln[1 - F(t)] = t^b/d,$$

[je použita substituce $d = a^b$]

po první logaritmicaci,

$$F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{a}\right)^b\right]$$

Přehození znaménka a po druhé logaritmicaci bude distribuční funkce Weibullova modelu v lineárním tvaru

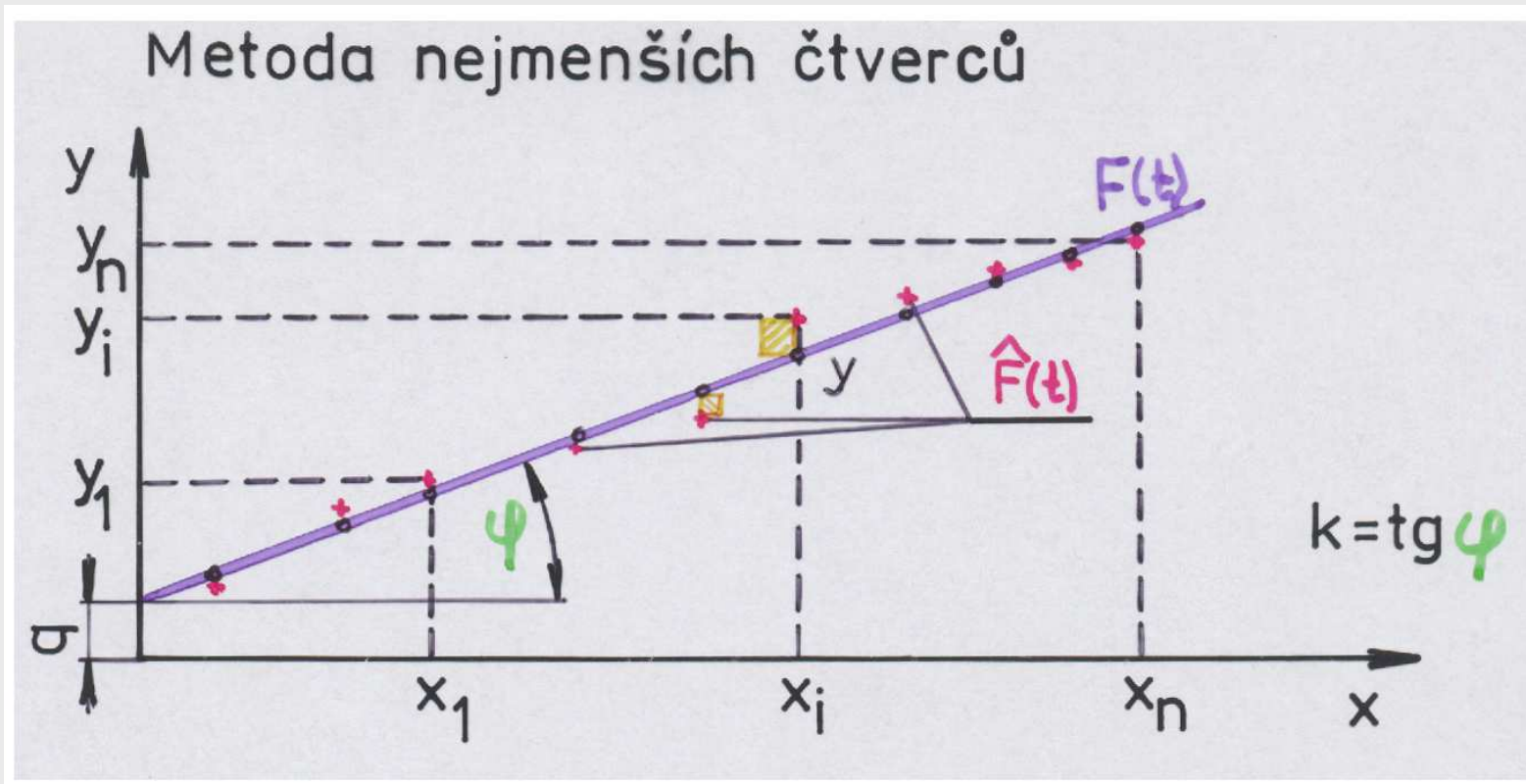
$$\ln\{-\ln[1-F(t)]\} = b \cdot \ln t - \ln d$$

Tento vztah představuje lineární tvar distribuční funkce Weibullova zákona vyjádřený směrnicovou rovnicí přímky

$$y = k \cdot x + q$$

Logaritmizace
exponenciální
distribuční
funkce a její
převedení na
rovnici přímky

Numerická metoda stanovení parametrů



$$S = \sum_{j=1}^K [y_j - f(x_j; k, q)]^2 = \min$$

Numerická metoda stanovení parametrů

Pro min. funkce platí

$$\frac{\delta S}{\mathbf{k}} = \mathbf{0}$$

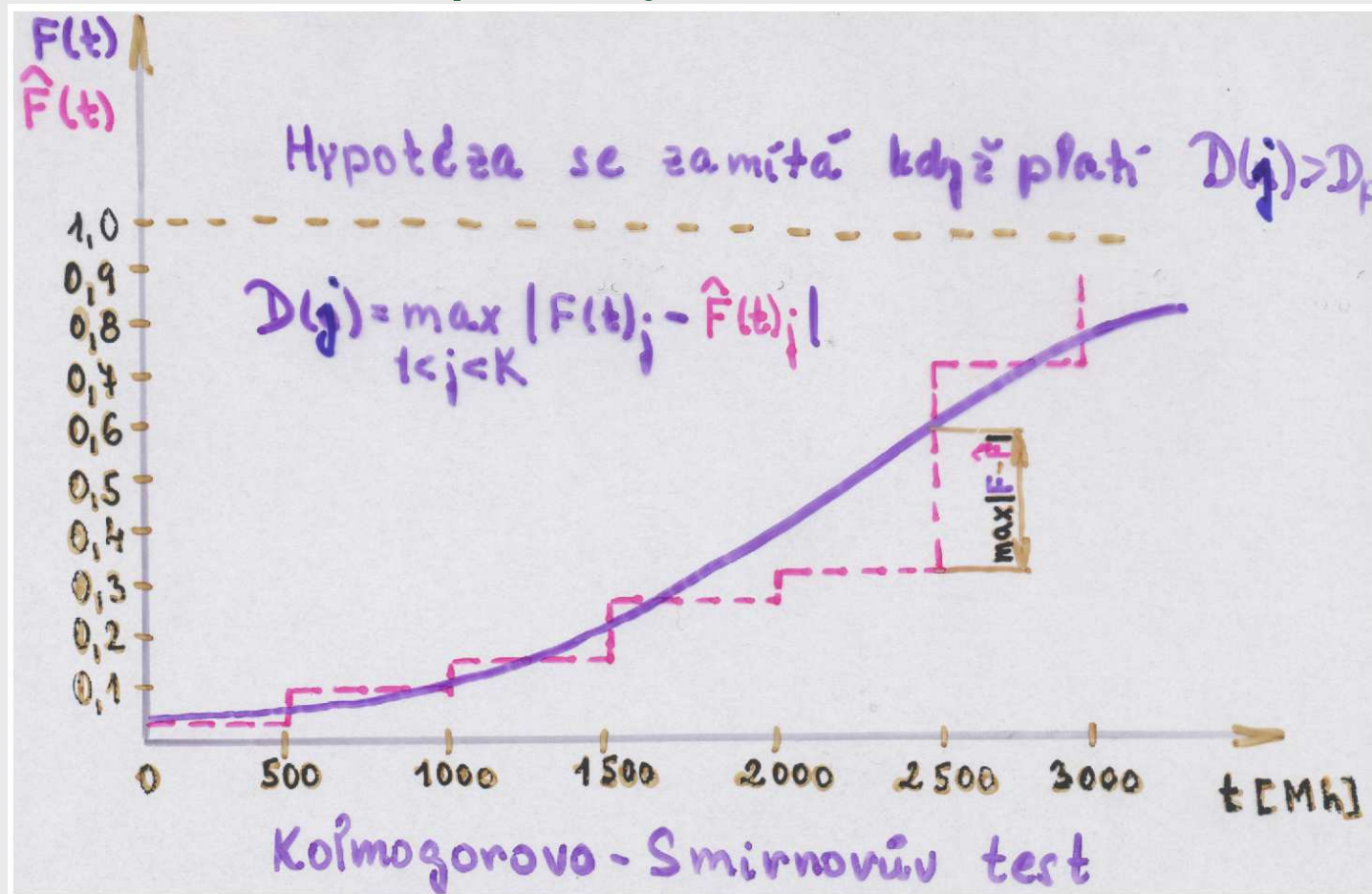
Po derivování parciální diferenciální rovnice a úpravách dostaneme výsledný vztah pro odhad směrnice přímky

$$\mathbf{k} = \frac{\mathbf{K} \cdot \sum \mathbf{x}_j \cdot \mathbf{y}_j - \sum \mathbf{x}_j \cdot \sum \mathbf{y}_j}{\mathbf{K} \cdot \sum \mathbf{x}_j^2 - (\sum \mathbf{x}_j)^2}$$

a obdobně pro posunutí přímky od počátku

$$\mathbf{q} = \frac{\sum \mathbf{x}_j^2 \cdot \sum \mathbf{y}_j - \sum \mathbf{x}_j \cdot \sum \mathbf{x}_j \cdot \mathbf{y}_j}{\mathbf{K} \cdot \sum \mathbf{x}_j^2 - (\sum \mathbf{x}_j)^2}$$

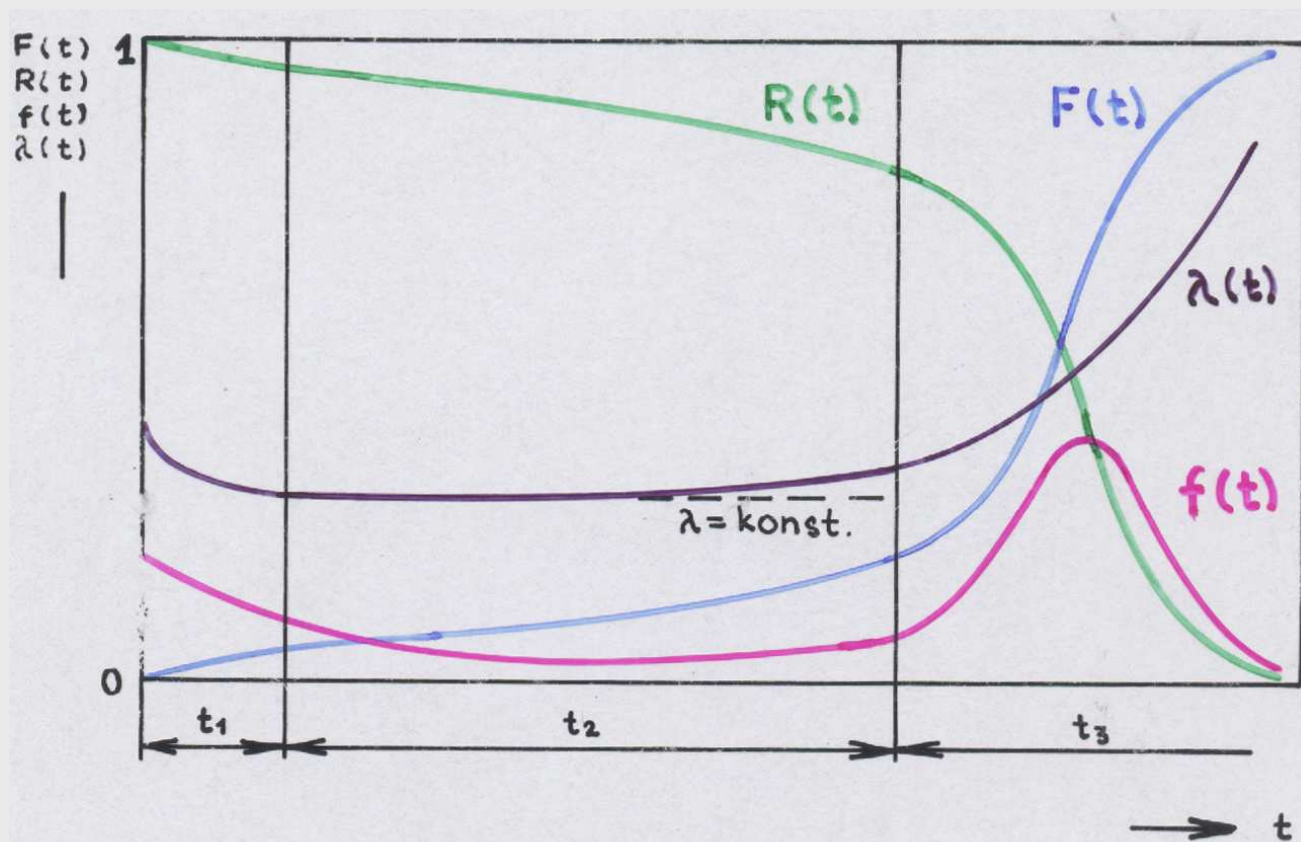
Test shody modelu pravděpodobnosti s empirickými ukazateli



kde $D(j)$... max. rozdíl funkcí F_j a $F(t)_j$

$D_p(K)$... mezní (kritická) hodnota testového kritéria stanovená s vysokou pravděpodobností $P \rightarrow 1$

Průběh ukazatelů bezporuchovosti během technického života stroje



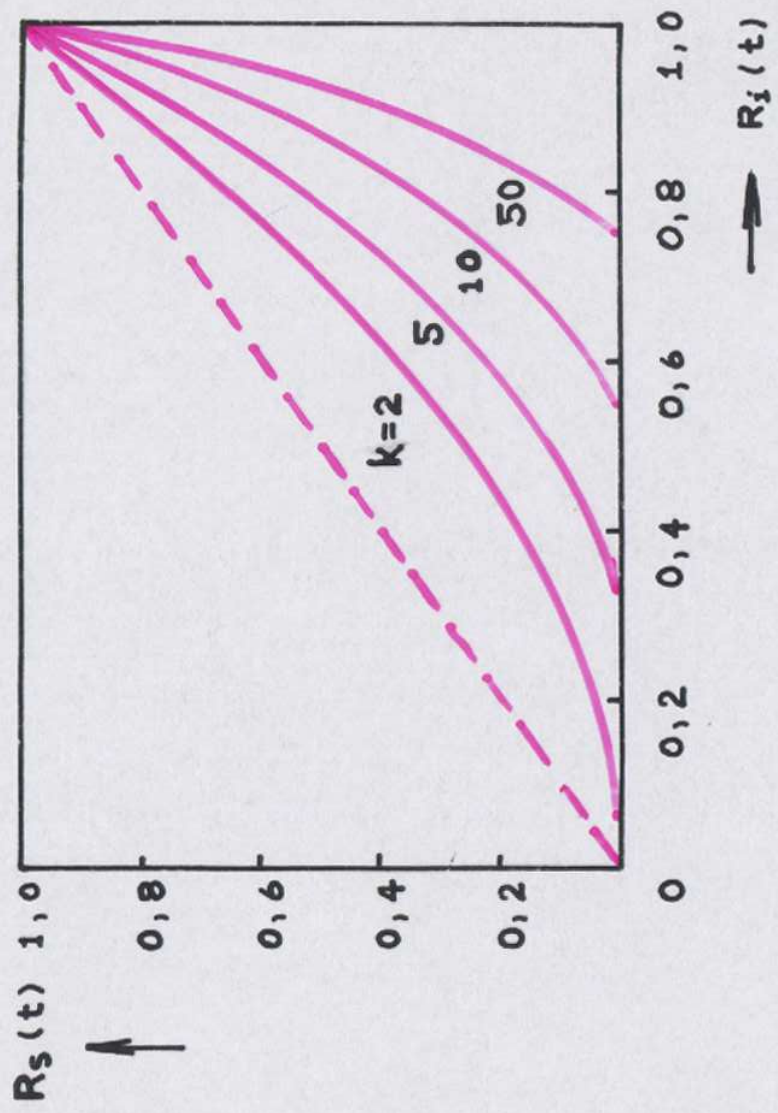
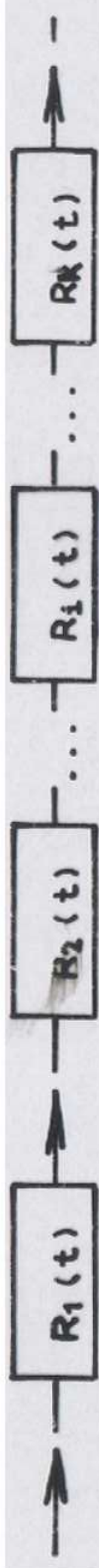
Obr. 5.7 Průběhy ukazatelů bezporuchovosti ženiijního stroje do prvních poruch vyřazujících stroj z provozu

Bezporuchovost stroje jako strojní soustavy se sériovou vazbou elementárních prvků

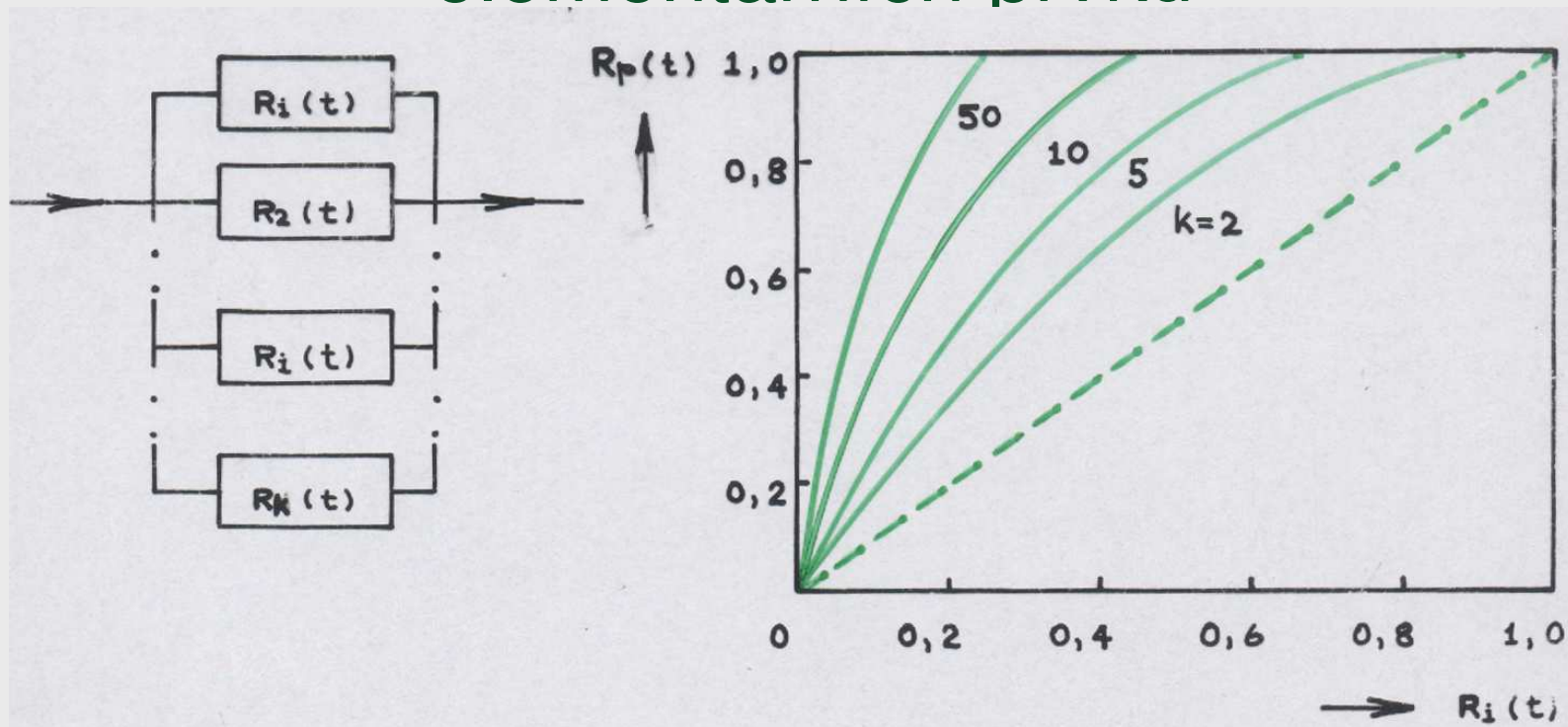


$$R_s(t) = R_1(t) \cdot R_2(t) \cdot \dots \cdot R_k(t) = \prod_{i=1}^k R_i(t)$$

Protože jde o součin čísel menších než jedna, platí, že výsledná pravděpodobnost bezporuchového provozu strojní sériové soustavy **je menší** než tentýž ukazatel nejhoršího elementárního prvku. Současně **s rostoucím počtem prvků** se pravděpodobnost bezporuchového provozu sériové soustavy **vždy snižuje**, zvýšit je jí možné v daném případě pouze zvýšením kvality tvořících prvků, což je samozřejmě spojeno s růstem výrobních nákladů.



Bezporuchovost stroje jako strojní soustavy s paralelní vazbou elementárních prvků



$$F_p(t) = F_1(t) \cdot F_2(t) \cdot \dots \cdot F_k(t) = \prod_{i=1}^k F_i(t)$$

$$R_p(t) = 1 - F_p(t)$$

Děkuji za pozornost

