

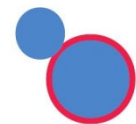
Hydraulické kapaliny pro moderní mobilní stroje

**Seminář/webinář ČSS
OS Tribotechnika a motorová paliva**

PRAHA 1, Novotného lávka 5

20. 11. 2024

TRIBO-kontakt
Odborné poradenství & konzultace



Ing. Petr Dobeš, CSc.
Certifikovaný tribodiagnostik

p.dobes@volny.cz
+420 737 860 070

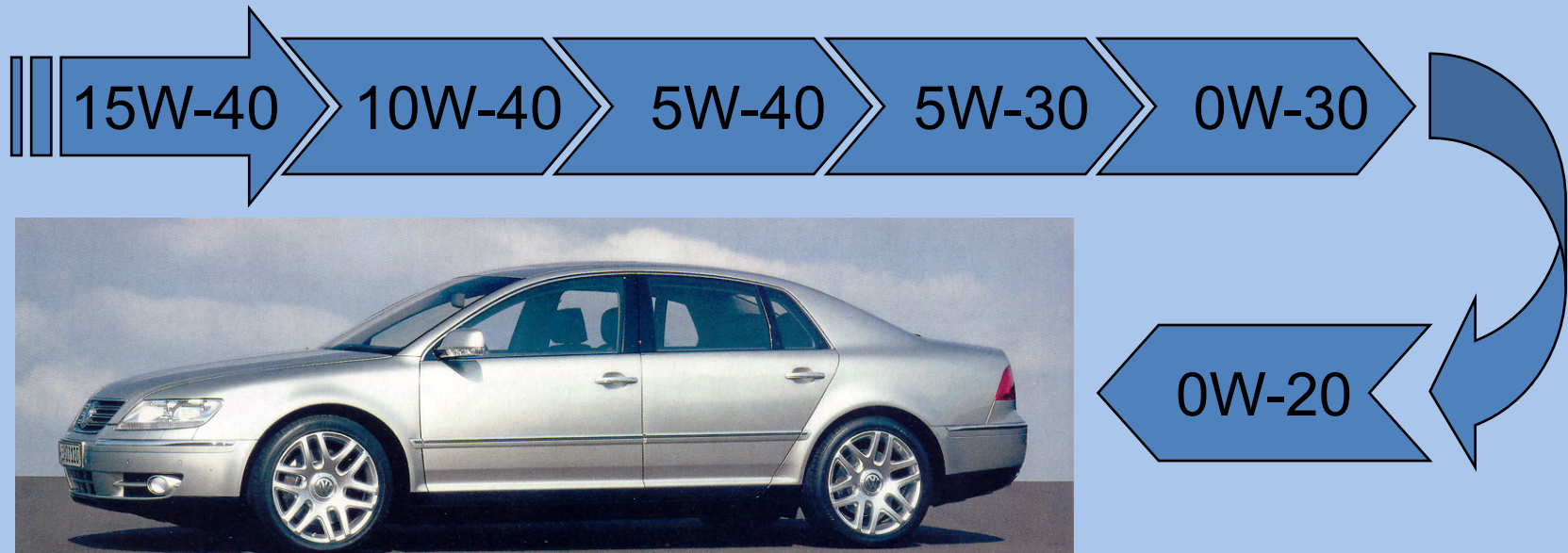
Dufkovo nábřeží 22
619 00 BRNO

O čem chci dnes mluvit

- **Úvod - Trendy**
- **Možnosti hydraulické kapaliny v systému**
 - Klasifikace viskozity dle ISO
 - Klasifikace výkonnosti dle ISO
 - Růst požadavků na hydraulické kapaliny / oleje
 - Vliv teploty na viskozitu
- **Srovnávací zkoušky hydraulických olejů**
- **Závěry**
- **Zdroje znalostí z tribologie**

Trendy motorových olejů

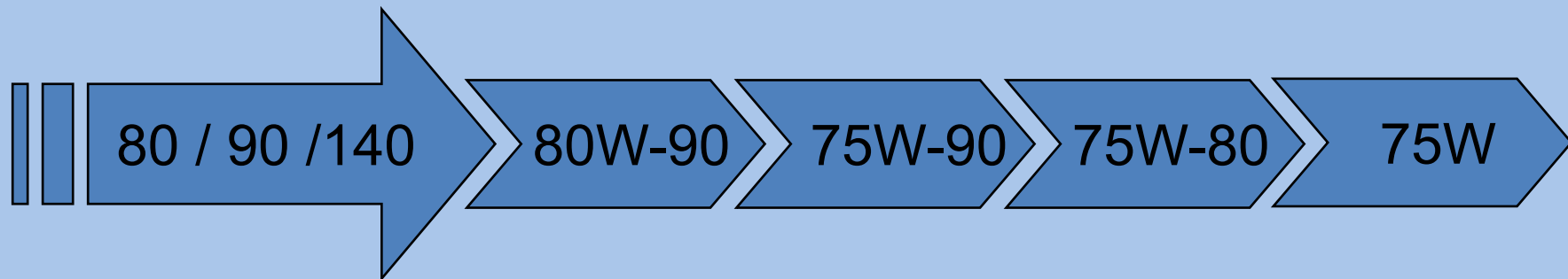
◆ Oleje pro osobní automobily



ACEA A1, A2, A3 → → → → → ACEA A3/B4, A5/B5, A7/B7
ACEA B1, B2, B3 → → → → → ACEA C2, C3, C4, C5, C6, C7

Trendy převodových olejů

◆ Oleje pro řazené převody



API GL-4 / API GL-5 → → → → API GL-4 / API GL-5 + předpisy výrobců

Základní charakteristiky olejů

⇒ viskozita

Koeficient úměrný vnitřnímu tření tekutiny, který charakterizuje odpor proti tečení.

ISO 3448:1992 Průmyslová kapalná maziva – viskozitní klasifikace ISO

⇒ výkonnost

Souhrnný ukazatel schopnosti výrobku plnit požadovanou funkci. Zastupuje tak široké spektrum dílčích ukazatelů a parametrů.

ISO 6743 Maziva, průmyslové oleje a příbuzné výrobky

ISO 3448:1992 Průmyslová kapalná maziva – viskozitní klasifikace ISO

- Tato mezinárodní norma ISO 3448:1992 byla připravena Technickou komisí ISO/TC 28, *Petroleum products and lubricants*.
- Toto druhé vydání ruší a nahrazuje první vydání (ISO 3448:1975) a je jeho revizí.
- Klasifikace stanovuje 20 viskozitních stupňů v rozsahu od 2 do 3200 mm²/s při 40°C. To pokrývá v případě kapalin na bázi ropy přibližně rozsah od kerosinu po válcový olej.
- Pro označení určitého viskozitního stupně se používá následující zápis: **Viskozitní stupeň ISO ... (ISO 3448)** nebo zkráceně: **ISO VG ...**

Viskozitní stupeň ISO	Střední kin. viskozita mm ² /s při 40°C	Meze kinem. viskozity mm ² /s při 40°C	
		min.	max.
ISO VG 2	2,2	1,98	2,42
ISO VG 3	3,2	2,88	3,52
ISO VG 5	4,6	4,14	5,06
ISO VG 7	6,8	6,12	7,48
ISO VG 10	10	9,00	11,0
ISO VG 15	15	13,5	16,5
ISO VG 22	22	19,8	24,2
ISO VG 32	32	28,8	35,2
ISO VG 46	46	41,4	50,6
ISO VG 68	68	61,2	74,8
ISO VG 100	100	90,0	110
ISO VG 150	150	135	165
ISO VG 220	220	198	242
ISO VG 320	320	288	352
ISO VG 460	460	414	506
ISO VG 680	680	612	748
ISO VG 1000	1000	900	1100
ISO VG 1500	1500	1350	1650
ISO VG 2200	2200	1980	2420
ISO VG 3200	3200	2880	3520

ISO 6743 Maziva, průmyslové oleje a příbuzné výrobky

Část 4: Rodina H (Hydraulické systémy) – tabulka 1 - I. část

Složení a vlastnosti	Symbol ISO-L	Typické použití	Poznámka	Mezinárodní norma
Neinhibované rafinované ropné oleje	HH			ISO 11158
Rafinované ropné oleje se zvýšenými antikorozními a antioxidačními vlastnostmi	HL		(Olej HL podle normy DIN 51 524)	ISO 11158
Oleje typu HL se zvýšenou ochranou proti opotřebení	HM	Všeobecné hydraulické systémy, které zahrnují vysoce zatížené součásti	(Olej HLP podle normy DIN 51 524)	ISO 11158
Oleje typu HM se zlepšenými viskozitně-teplotními vlastnostmi	HV	Použití ve stavebnictví a v lodním příslušenství	(Olej HVLP podle normy DIN 51 524)	ISO 11158

Specifikace oleje typu HM dle ISO 6743-4 – str. 1/2

*ISO 6743/4, ISO 11158: Specification for type HM mineral oil hydraulic fluids
Oils with improved anti-rust and anti-oxidant and anti-wear properties (a typical application is for general hydraulics)*

Characteristics or Test	Units	Specifications								Standard or Test Method
Viscosity grade		VG 10	VG 15	VG 22	VG 32	VG 46	VG 68	VG 100	VG 150	ISO 3448
Density at 15°C	kg/dm ³	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	ISO 3675
Colour ²⁾		1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	ISO 2049
Appearance at 25°C ³⁾		Clbr	Clbr	Clbr	Clbr	Clbr	Clbr	Clbr	Clbr	
Flash point, Cleveland open cup, min.	°C	100	140	140	160	180	180	180	180	ISO 2592
Pensky-Martens closed cup, min.	°C	88	128	148	168	168	168	168	168	ISO 2719
Kinematic viscosity at 40°C, min.-max. ⁴⁾	mm ² /s ⁴⁾	9,0– 11,0	13,5– 16,5	19,8– 24,2	28,8– 35,2	41,4– 50,6	61,2– 74,8	90,0– 110	135– 165	ISO 3104 & ISO 3105
Viscosity Index		1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	ISO 2909
Pourpoint, max.	°C	–30	–21	–18	–15	–12	–12	–12	–12	ISO 3016
Neutralisation value ⁵⁾	mg KOH/g	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	ISO 6618
Water content	% (m/m)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	ISO/DIS 6296 or DIN 51777-2 ⁶⁾
Copper corrosion, 100°C, 3 h, max.		2	2	2	2	2	2	2	2	ISO 2160
Rust prevention, procedure A		Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	ISO 7120
Foam: at 24°C, max.	ml	150/0	150/0	150/0	150/0	150/0	150/0	150/0	150/0	ISO/DIS 6247
at 93°C, max.	ml	75/0	75/0	75/0	75/0	75/0	75/0	75/0	75/0	
at 24°C, max.	ml	150/0	150/0	150/0	150/0	150/0	150/0	150/0	150/0	

Specifikace oleje typu HM dle ISO 6743-4 – str. 2/2

*ISO 6743/4, ISO 11158: Specification for type HM mineral oil hydraulic fluids
Oils with improved anti-rust and anti-oxidant and anti-wear properties (a typical application is for general hydraulics)*

Characteristics or Test	Units	Specifications								Standard or Test Method
Air release, 50°C, max.	min.	5	5	5	5	10	13	21	32	ISO/DIS 9120
Water separation										
time to 3 ml emulsion at 54°C	min.	30	30	30	30	30	30	–	–	ISO 6614
time to 3 ml emulsion at 82°C	min.	–	–	–	–	–	–	30	30	
Elastomer compatibility ⁷⁾		1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	ISO 6072
Oxidation stability, 1 000 h:										
delta neut. number, max.	mg KOH/g	–	–	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	ASTM D 4310
insoluble sludge	mg	–	–	1)	1)	1)	1)	1)	1)	
Wear protection, FZG A/8.3/90, min. ⁸⁾	Fail stage	–	–	–	10	10	10	10	10	DIN 51354
Vane pump ⁹⁾		–	–	1)	1)	1)	1)	–	–	BS 2000: part 281 or ASTM D 2882

1) Report only

2) For purposes of identification, dye may be used by agreement between supplier and end user.

3) Clear-bright is abbreviated as Clbr. Cleanliness level expressed according to ISO 4406 may be used by agreement between supplier and end user.

4) mm²/s is equivalent to cSt

5) Initial neutralization number is influenced by the presence of functional moieties in the total additive package.

6) DIN 51777-2 is applied to instances where interference by certain chemicals can be avoided.

7) The type of elastomer and definition of compatibility are to be agreed between supplier and end user.

8) Applicable from ISO VG 32 to ISO VG 150

9) Applicable from ISO VG 22 to ISO VG 68

Trendy hydraulických kapalin

- Zvyšování parametrů systému – vyšší výkonnost
- Zvyšování parametrů systému – vyšší tlaky
- Zmenšování objemu oleje v systému
- Prodlužování výměnného intervalu
- Zvyšování účinnosti systému
- Zvyšování teploty oleje
- Omezování emisí

Výměnný interval hydraulických kapalin

Vývoj délky výměnného intervalu ...

Historické hodnoty

Caterpillar – 2 000 h
Volvo – 2 000 h
JCB – 1 000 h
Komatsu – 2 000 h

Současné hodnoty

Caterpillar – 6 000 h
Volvo – 4 000 h
JCB – 3 000 h
Komatsu – 5 000 h

Budoucí hodnoty

Na úrovni 8 000 h až
16 000 h v souvislosti
s generální opravou

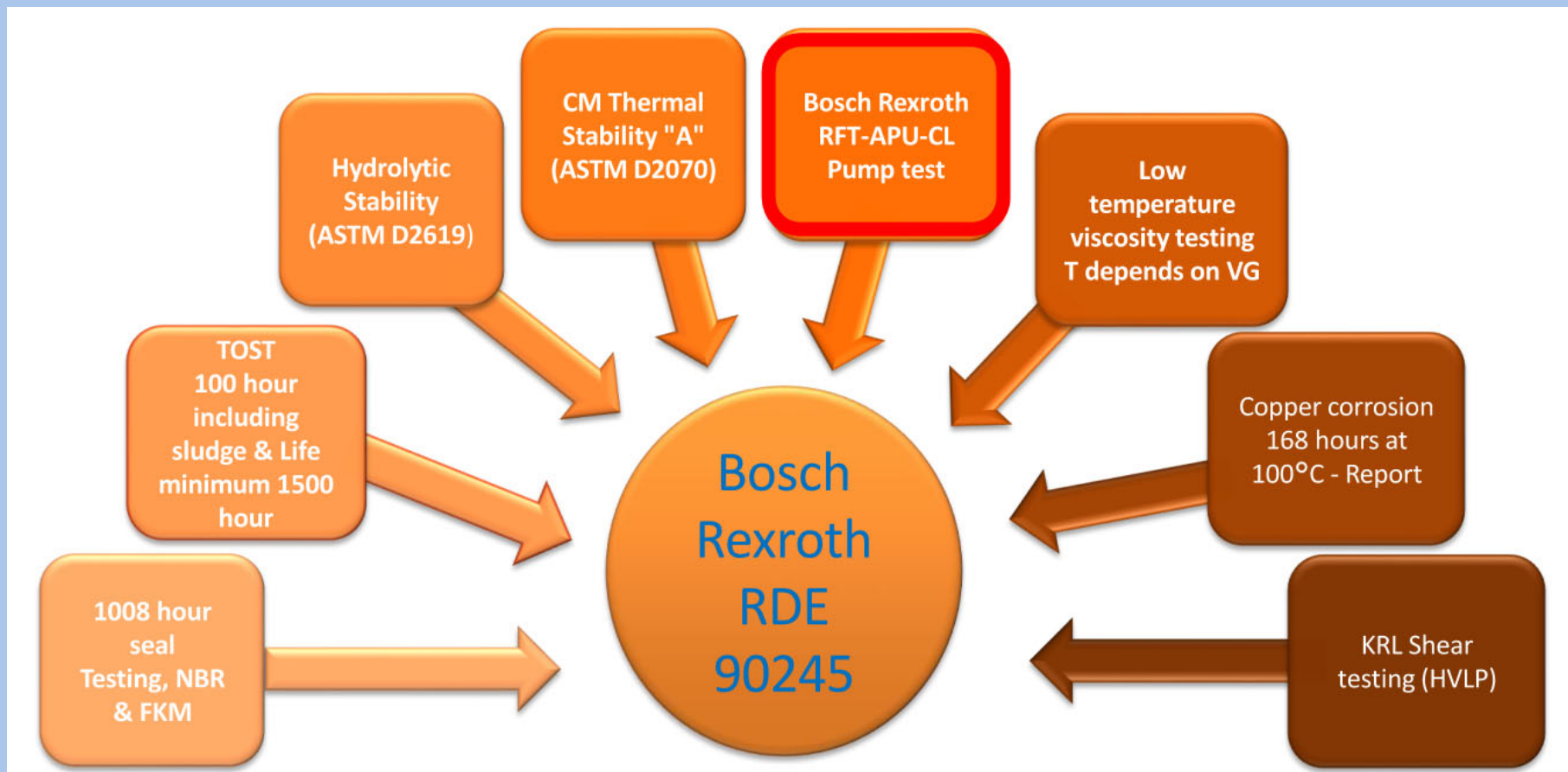
Stále delší a delší výměnné intervaly
Snižování nákladů na údržbu a celkových nákladů

1 rok = 8760 hodin

Požadavky na výkonnost hydraulických kapalin

- 1. Prodloužení životnosti kapaliny a servisních intervalů**
= požadována zvýšená tepelná a oxidační stabilita kapaliny
- 2. Systémy provozované za vyšších tlaků**
= požadavky na vyšší ochranu těsnění
- 3. Zlepšení životnosti a provozních vlastností čerpadla**
= požadavky na zvýšenou ochranu proti opotřebení
- 4. Přejít na používání základových olejů Group II a III**
= vysoká flexibilita složení bez omezení výkonnosti
- 5. Zvýšení energetické účinnosti hydraulického systému**
= nízkoviskózní kapaliny s vysokým viskozitním indexem
- 6. Menší dopady na životní prostředí**
= přechod k alternativním kapalinám a přísadám bez zinku

Normy výrobců strojů doplňují obecné normy



Srovnávací zkoušky hydraulických olejů

Cíle zkoušky:

- Porovnání výkonnosti
- Porovnání účinnosti
- Porovnání udržitelnosti

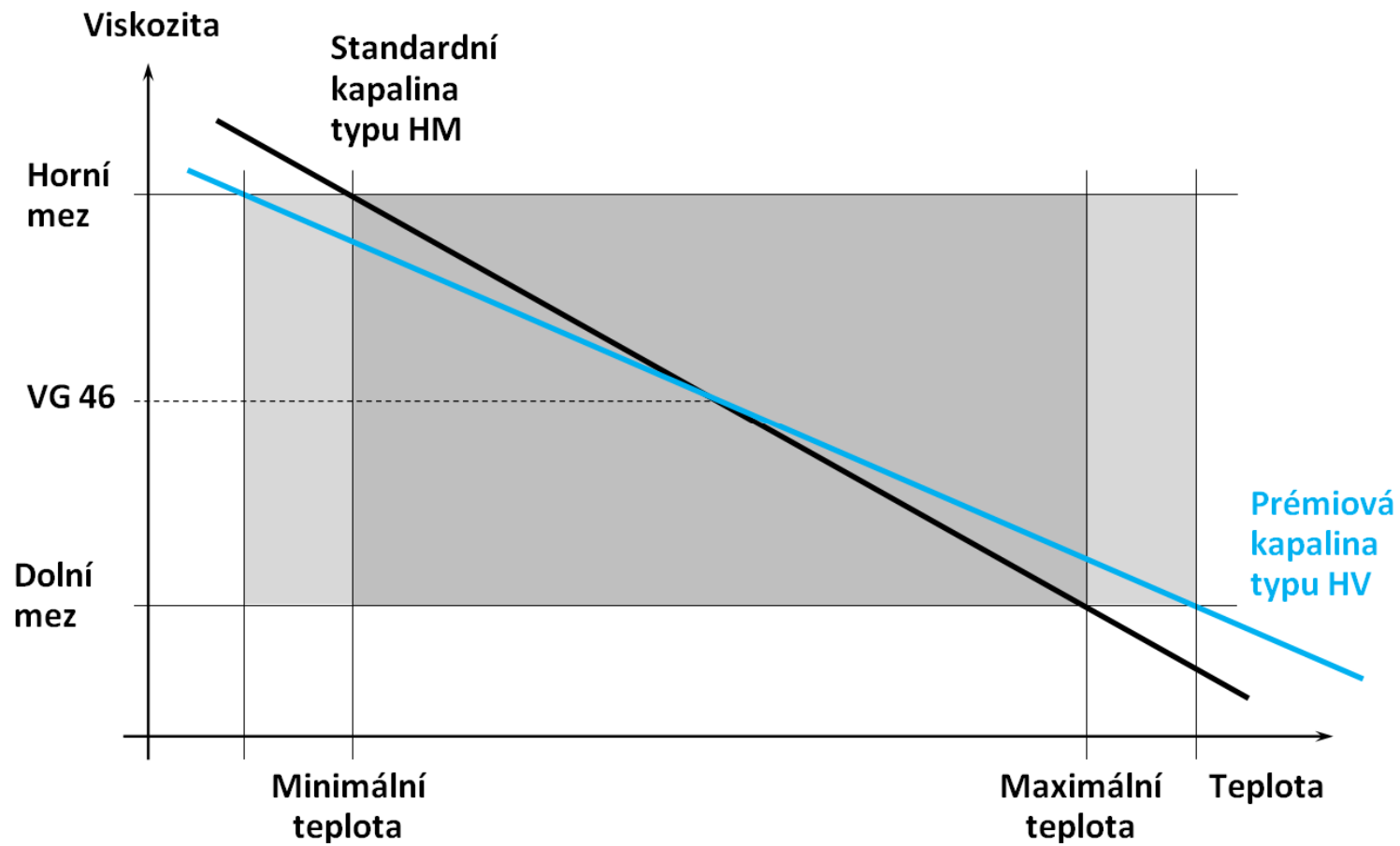
Parametry zkoušky:

- Hydraulický bagr/nakladač HITACHI ZX 290
- Trvání zkoušky – 8000 h
- Sledování a záznam všech provozních parametrů
- Video: <https://www.youtube.com/watch?v=E5lem32JoYM>

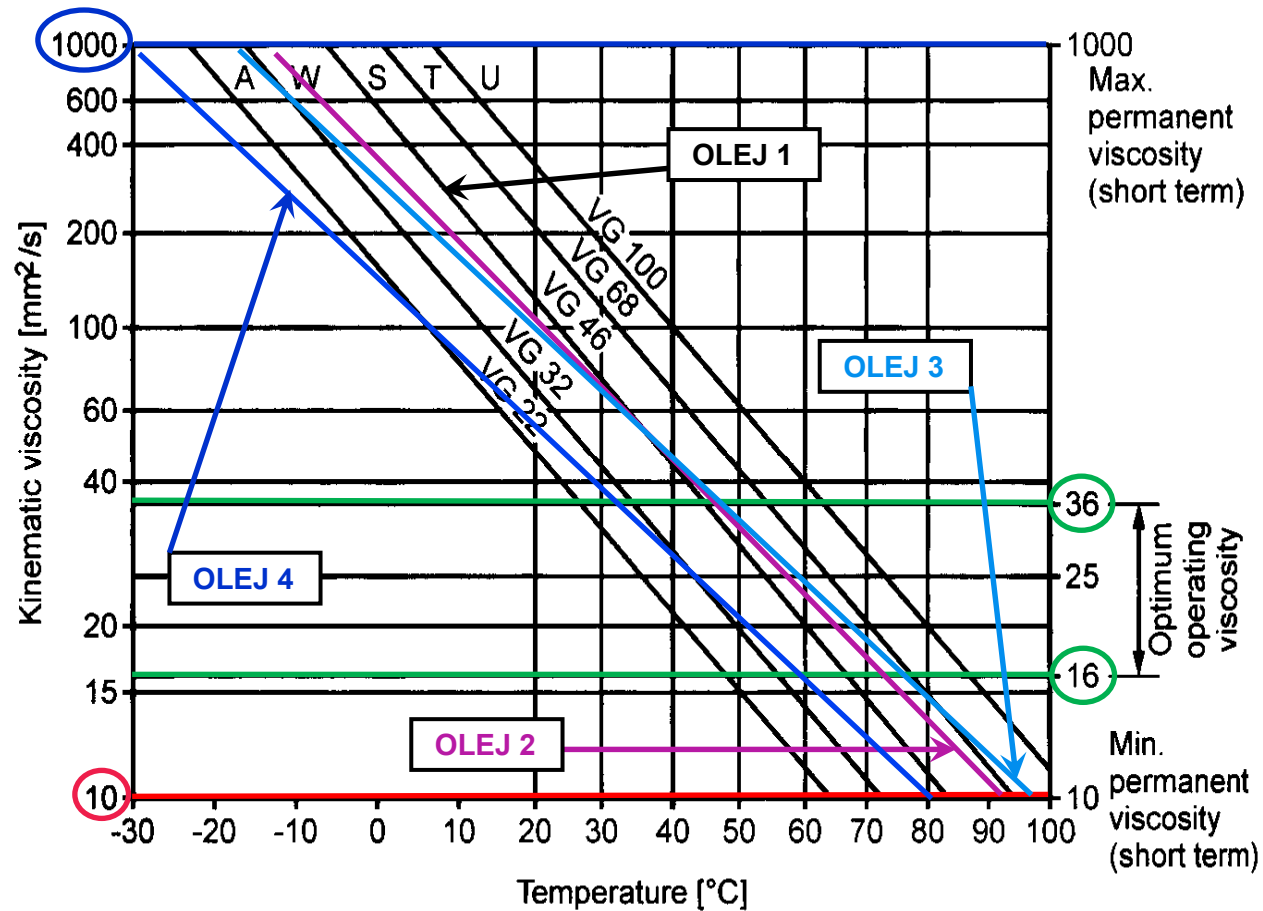
Porovnávané oleje

- 1. Standardní jednostupňový hydraulický olej L-HM 46 dle ISO 6743-4**
 - Viskozitní třída: VG 46 (ekvivalent: HLP 46 dle DIN 51 524-2)
 - Viskozitní index: 100
 - Složení: ropný základový olej Group I, přísady na bázi ZnDDTP
 - Výměnný interval: 2000 h
- 2. Standardní širokorozsahový hydraulický olej L-HV 46 dle ISO 6743-4**
 - Viskozitní třída: VG 46 (ekvivalent: HVLP 46 dle DIN 51 524-3)
 - Viskozitní index: 150
 - Složení: ropný základový olej Group I, přísady na bázi ZnDDTP
 - Výměnný interval: 2000 h
- 3. Prémiový širokorozsahový hydraulický olej L-HV 46 dle ISO 6743-4**
 - Viskozitní třída: VG 46 (ekvivalent: HVLP 46 dle DIN 51 524-3)
 - Viskozitní index: 180
 - Složení: ropný základový olej Group III, přísady bez ZnDDTP
 - Výměnný interval: 8000 h
- 4. Prémiový širokorozsahový hydraulický olej L-HV 32 dle ISO 6743-4**
 - Viskozitní třída: VG 32 (ekvivalent: HVLP 32 dle DIN 51 524-3)
 - Viskozitní index: 180
 - Složení: ropný základový olej Group III, přísady bez ZnDDTP
 - Výměnný interval: 8000 h

Vliv teploty na viskozitu



Závislost viskozity na teplotě



Výsledky zkoušek

Prémiové kapaliny byly mnohem úspornější, neboť zaznamenané údaje ukázaly, že:

- Spotřeba nafty byla nižší o 9600 litrů, to je úspora 30 tun CO₂
- Využití paliva, tedy celková účinnost, byla vyšší o 3 – 5 %
- Produktivita, tedy výkonnost stroje, byla vyšší o 7 – 9 %
- Kvalitní základový olej a přísady = 4x delší výměnný interval
- Moderní přísady zajišťují vyšší ochranu před opotřebením
- Velmi vysoký viskozitní index je smykově stabilní po celou dobu!
- Celkové provozní náklady byly nižší
- Doby prostojů byly kratší

Úspory dosažené výkonnými kapalinami

(viz Jost Report 1966)

- 1. Primární (samotné mazivo)**
 - Nižší náklady na kapalinu
 - Nižší náklady na péči o kapalinu
 - Nižší náklady na likvidaci odpadů
- 2. Sekundární (hydraulický systém a celý stroj)**
 - Delší životnost stroje (a nižší náklady na jeho údržbu)
 - Vyšší spolehlivost a pohotovost stroje
- 3. Terciární (používání stroje a jeho produktivita)**
 - Vyloučení prostojů a neplánovaných odstávek
 - Vyloučení výpadků výroby

ZÁVĚRY

- Moderní, vysoce výkonné hydraulické kapaliny jsou řešením rostoucích požadavků na hydraulické systémy budoucnosti
- Zkoušky ukázaly, že během životního cyklu hydraulické kapaliny má největší vliv na její udržitelnost období jejího provozního využívání
- Správný výběr hydraulické kapaliny zvyšuje
 - výkonnost
 - životnost
 - dostupnost
 - efektivitu nákladů a
 - udržitelnost

hydraulických systémů a tím i celých strojů

- **Hydraulické kapaliny jsou důležitým konstrukčním prvkem!**

Zdroje informací o Tribologii/Tribotechnice

TECHMAGAZÍN



LUBE



Děkuji za pozornost!