

Česká strojnická společnost, z.s.  
**ČESKÁ ASOCIACE PRO HYDRAULIKU A PNEUMATIKU**  
**Odborný seminář 20. listopadu 2024**  
ve spolupráci s odbornou sekcí **Tribotechnika a Motorová paliva.**



## **APLIKACE HYDRAULICKÝCH KAPALIN V EXTRÉMNÍCH PROVOZNÍCH PODMÍNKÁCH**

**Ing. Pavel Růžička, Ph.D.**

**Technický a odborný poradce**

Technické a Odborné Poradenské Centrum TechPor

**Tech Por**

*Technické a odborné poradenství*



## **APLIKACE V EXTRÉMNÍCH PODMÍNKÁCH**

**Tech Por**

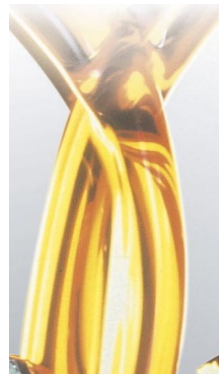
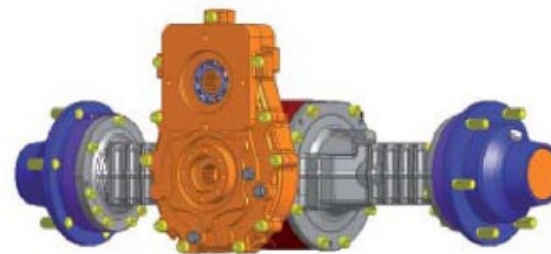
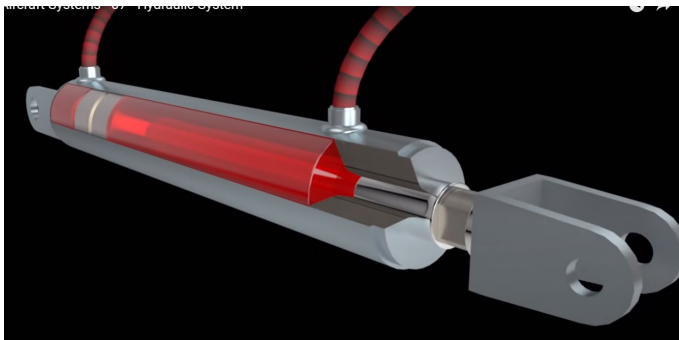
*Technické a odborné poradenství*

# „EXTRÉMNÍ“ PODMÍNKY

**Tech Por**

*Technické a odborné poradenství*

- **Zatížení - Tlak hydraulický**
- **Teplota (nízkoteplotní a vysokoteplotní extrémny)**
- **BIO požadované provozní podmínky**
- **Možný kontakt s potravinami v potravinářství**
- **Provozní prostředí možného požáru**
- **Speciální provozní podmínky – čistota, voda...**
- **Úspora energie, prodloužené servisní intervaly**



# Iso 6743/0 - Maziva, průmyslové oleje a příbuzné produkty (klasifikační třída L)

## Klasifikace maziv do jednotlivých skupin dle použití:

- C převody (převodové oleje)
- D kompresory (včetně chladících kompresorů a vývěv )
- F ložiska (rychloběžná vřetena)
- G kluzná vedení
- H hydraulické systémy**
- M kapaliny pro obrábění
- N elektroizolační oleje
- P pneumatická nářadí
- Q produkty pro přenos tepla
- R prostředky proti korozi
- T turbínové oleje
- X aplikace plastických maziv

INTERNATIONAL  
STANDARD

ISO  
6743-4

Third edition  
2015-08-01

---

---

**Lubricants, industrial oils and related  
products (class L) — Classification —**

Part 4:

**Family H (Hydraulic systems)**

***Tech Por***

*Technické a odborné poradenství*

**Table 1 – Classification of hydraulic fluids**

Code letter	General applications	Particular applications	More specific applications	Composition and properties	Symbol ISO-L	Typical applications	Remarks	International Standard
H	<b>Hydraulic Systems</b>	Hydrostatic		Non-inhibited refined mineral oils	HH			ISO 11158
				Refined mineral oils with improved anti-rust and anti-oxidation properties	HL			ISO 11158
				Oils of HL type with improved anti-wear properties	HM	General hydraulic systems which include highly loaded components		ISO 11158
				Oils of HM type with improved viscosity/temperature properties	HV	Construction and marine equipment		ISO 11158
			Applications where environmentally acceptable fluids are requested	Triglycerides	HETG	General hydraulic systems		ISO 15380
Polyglycols	HEPG							
Synthetic esters	HEES							
Polyalphaolefin and other synthetic hydrocarbons	HEPR							

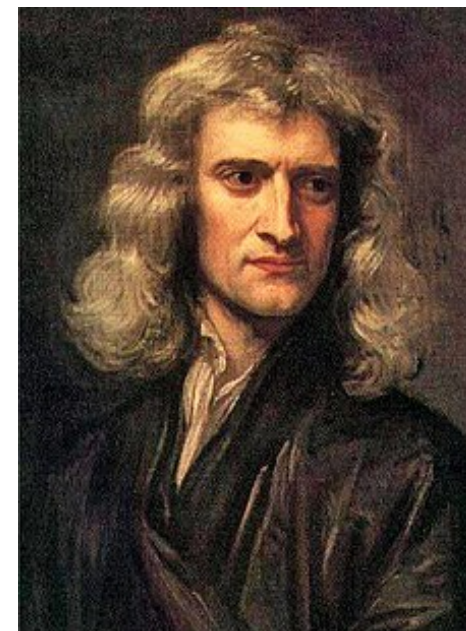
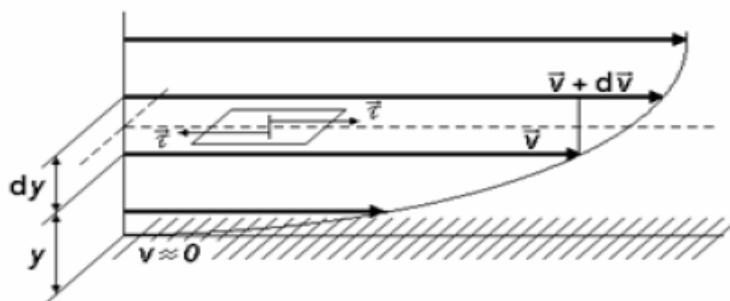
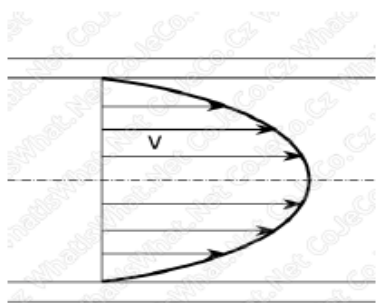
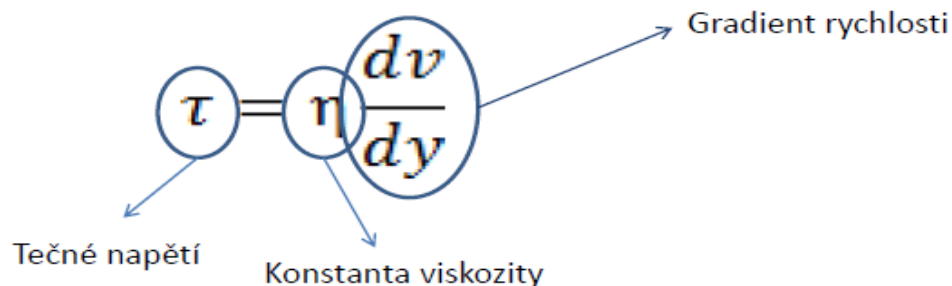
			Hydraulic slideway systems	Oils of HM type with anti-stick/slip properties	HG	Machines with combined hydraulic and plain bearing way lubrication systems where vibration or intermittent sliding (stick/slip) at low speed is to be minimised	These fluids are intended to be multi-functional but they do not function successfully under all hydraulic applications	ISO 11158
		Applications where fire-resistant fluids are required		Oil in water emulsions	HFAE		Typically more than 95 % mass fraction of water.	ISO 12922
				Chemical solutions in water	HFAS		Typically more than 95 % mass fraction of water.	
				Water in oil emulsions	HFBB		Typically more than 40 % mass fraction of water.	
				Water polymer solutions	HFC		Typically more than 35 % mass fraction of water.	
				Synthetic fluids containing no water and consisting phosphate esters	HFDR			
				Synthetic fluids containing no water and of other composition	HFDU			

= „Newtonské“ kapaliny

Platí pro ně **Newtonův viskozitní zákon** vyjadřující vlastnosti tekutosti kapaliny v závislosti na jejím vnitřním tření

**ZÁKLADNÍ VLASTNOST  
HYDRAULICKÉHO OLEJE  
= VISKOZITA (DYNAMICKÁ)**

Viskozita kapalin





# HYDRAULICKÉ OLEJE ISO 6743/4 HM, HV DIN 51524 HLP(D), HVLP(D)

## ZÁKLADNÍ VLASTNOST HYDRAULICKÉHO OLEJE = VISKOZITA (kinematická)

kde  $\tau$  ..... tečné napětí, (Pa)

$\frac{\partial v}{\partial y}$  ..... gradient rychlosti v závislosti na vzdálenosti vrstev, ( $s^{-1}$ )

$\eta$  ..... dynamická viskozita oleje, (Pa.s)

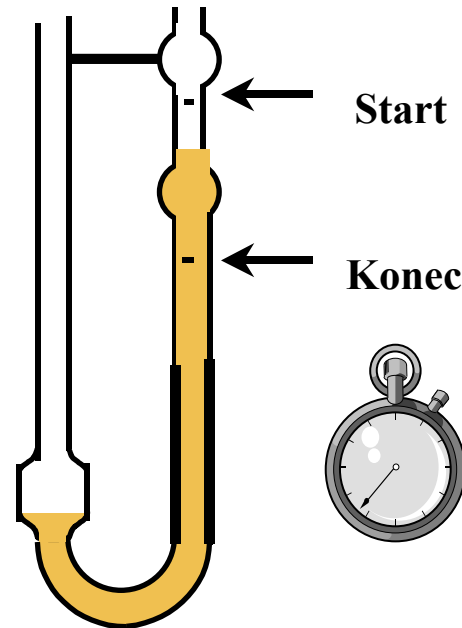
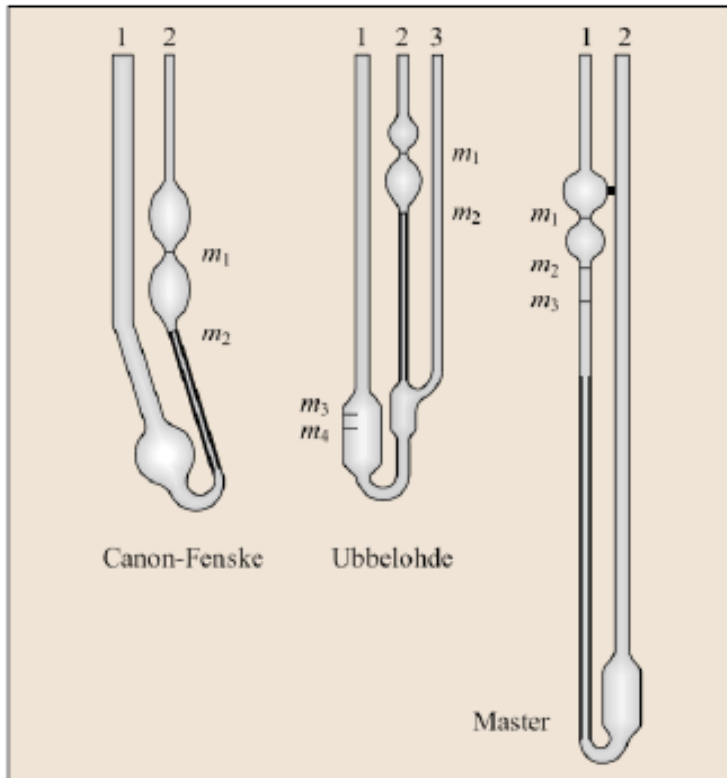
$$\nu = \frac{\eta}{\rho}$$

Pro praktická sledování tekutostí se pak využívá tzv. kinematické viskozity oleje, která je dána podílem dynamické viskozity a hustoty mazacího oleje :

# ZÁKLADNÍ VLASTNOST HYDRAULICKÉHO OLEJE = Kinematická viskozita

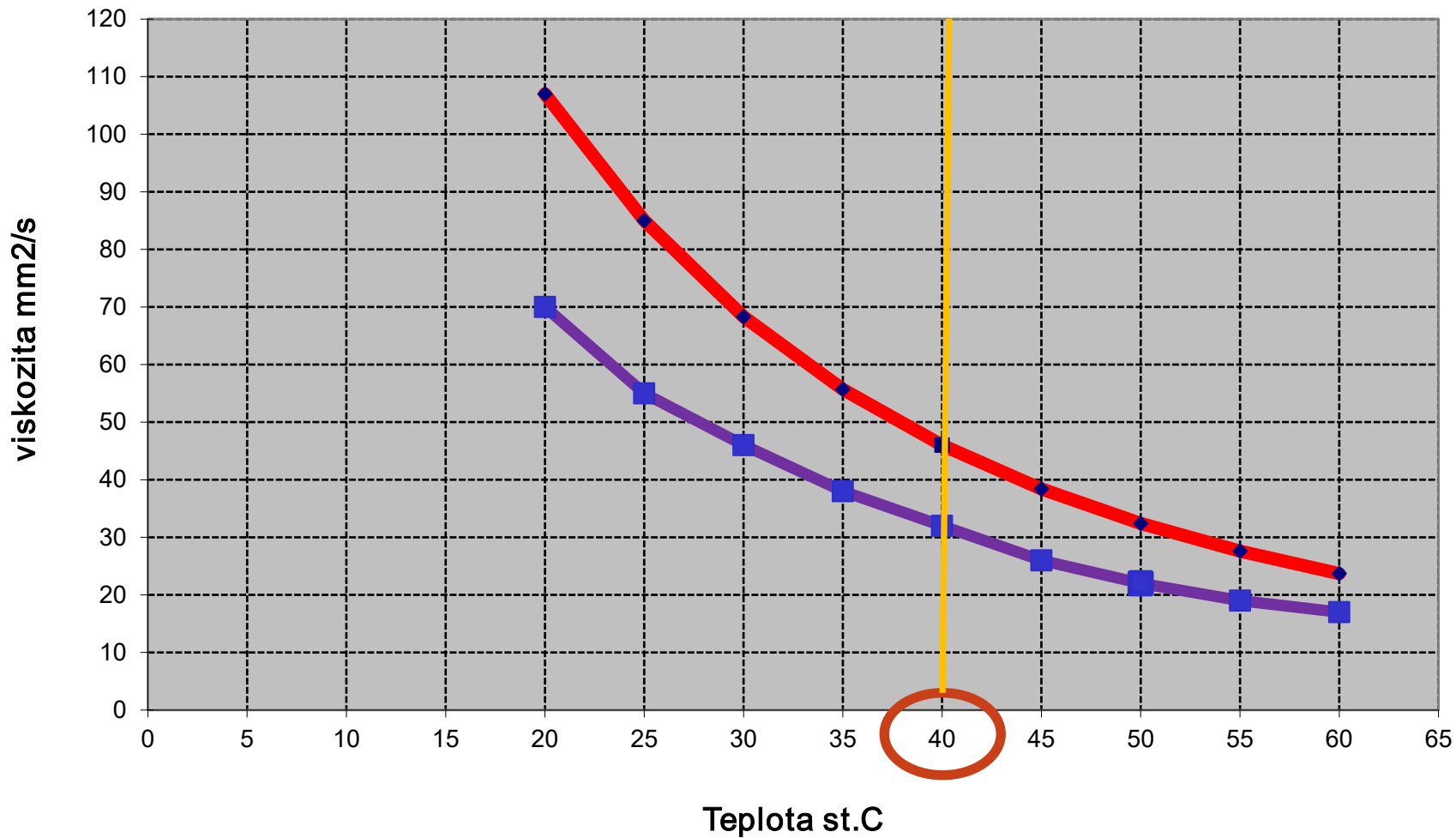


- Míra **vnitřního tření** kapaliny  
vlastnost **silně závislá na teplotě**



**KV40 (mm<sup>2</sup>/s)  
(při 40° C)**

# Kin.viskozita hydraulického oleje BIOHYDRAN TMP 32 a 46



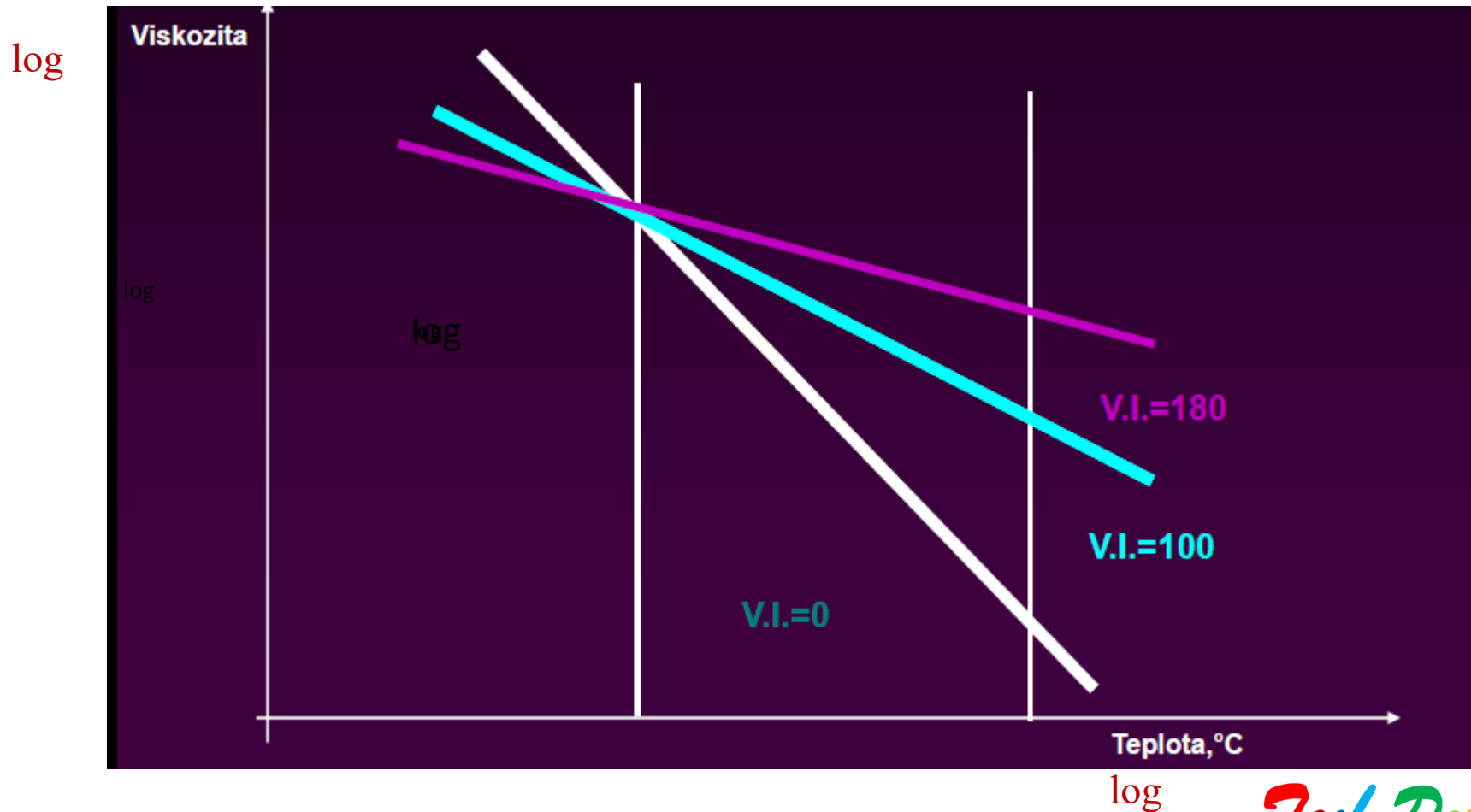
# Viskozitní klasifikace průmyslových olejů ISO 3448/ASTM D 2422

Viskozitní třída	Kinematická viskozita při 40°C (mm <sup>2</sup> /s)	
	min	max
ISO VG 2	1.98	2.42
ISO VG 3	1.98	3.52
ISO VG 5	4.14	5.06
ISO VG 7	6.12	7.48
ISO VG 10	9.0	11.0
ISO VG 15	13.5	16.5
ISO VG 22	19.8	24.2
ISO VG 32	28.8	35.2
ISO VG 46	41.4	50.6
ISO VG 68	61.2	74.8
ISO VG 100	90.0	110
ISO VG 150	135	165
ISO VG 220	198	242
ISO VG 320	288	352
ISO VG 460	414	506
ISO VG 680	612	748
ISO VG 1000	900	1100
ISO VG 1500	1350	1650



**ÚSPORA ENERGIE**  
(redukce vnitřních odporů kapaliny)

# VISKOZITNÍ INDEX – VYJÁDŘENÍ INTENZITY ZMĚNY KIN. VISKOZITY NA TEPLOTĚ (BEZROZMĚRNÁ VELIČINA)



log

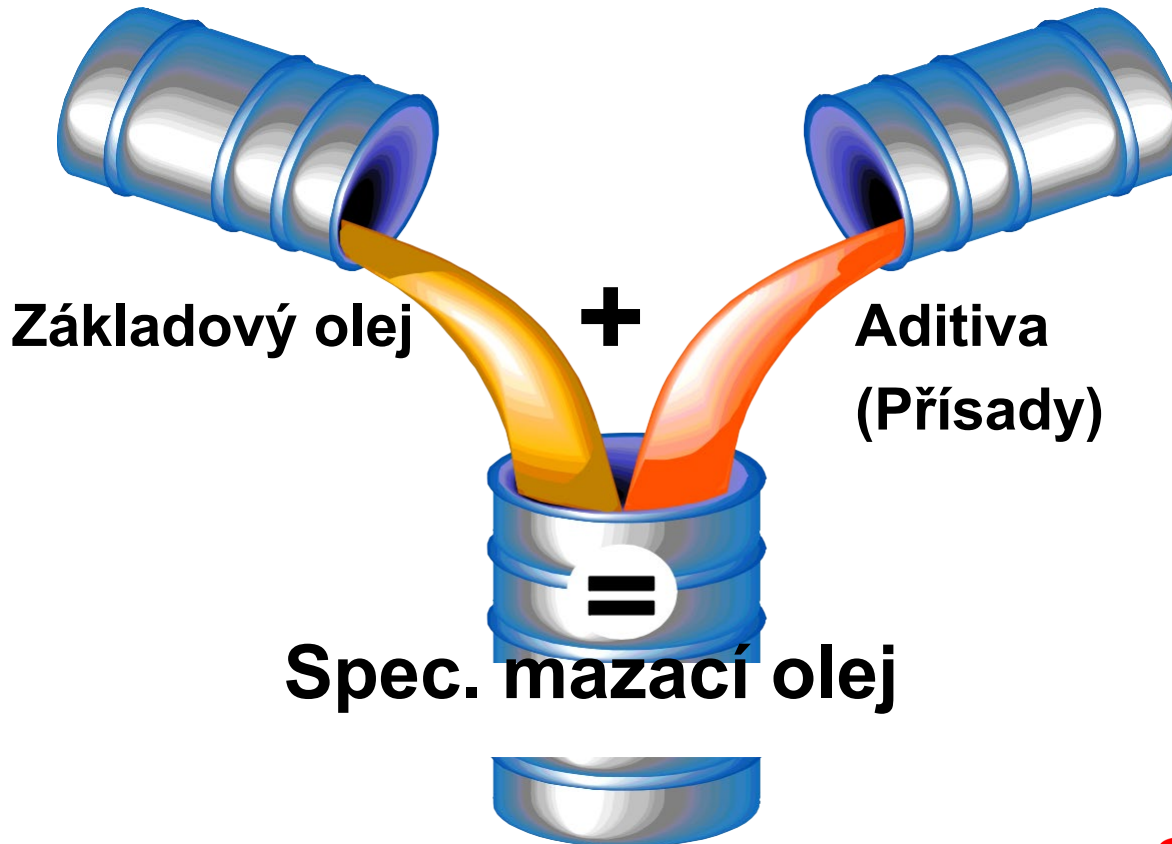
**Tech Por**

Technické a odborné poradenství

# APLIKACE V EXTRÉMNÍCH PODMÍNKÁCH



## SLOŽENÍ MAZACÍHO OLEJE



**Tech Por**

*Technické a odborné poradenství*

# HYDRAULICKÉ OLEJE – VÝVOJOVÉ TRENDY

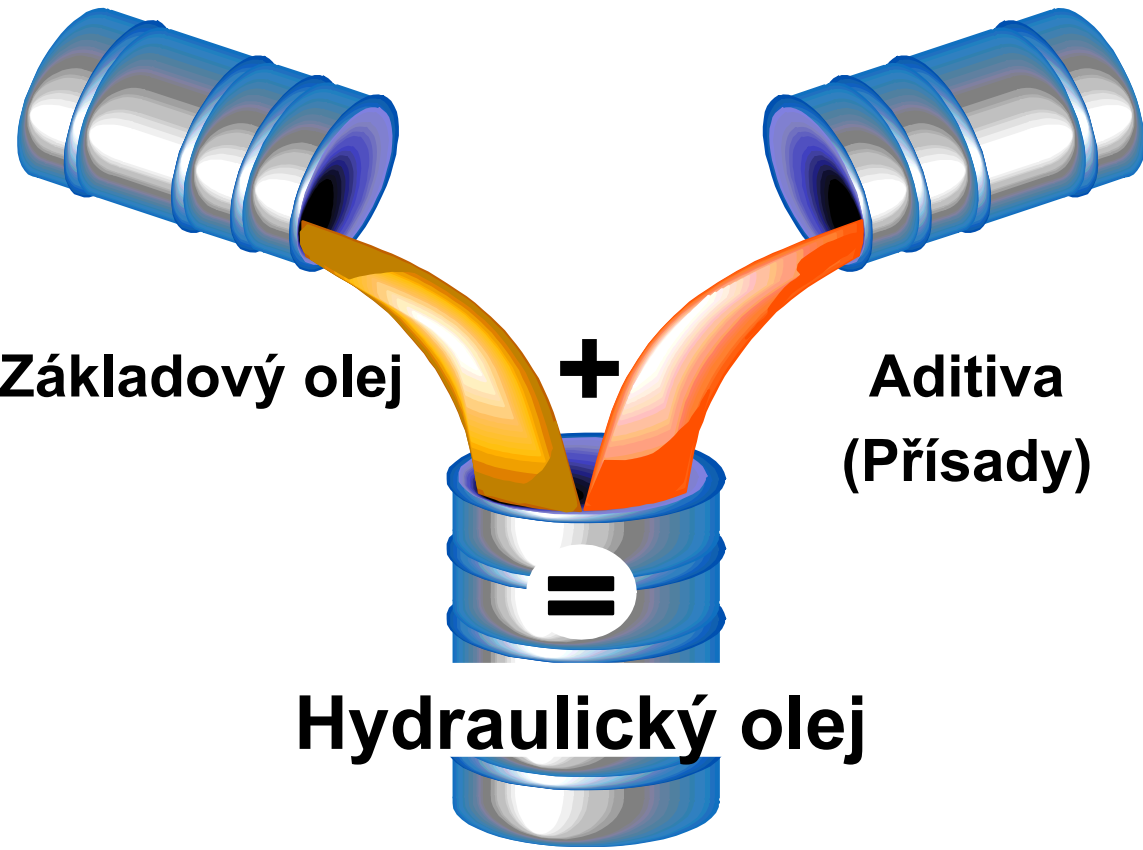
GROUP I



GROUP V

II

III



ADITIVA KLASICKÁ

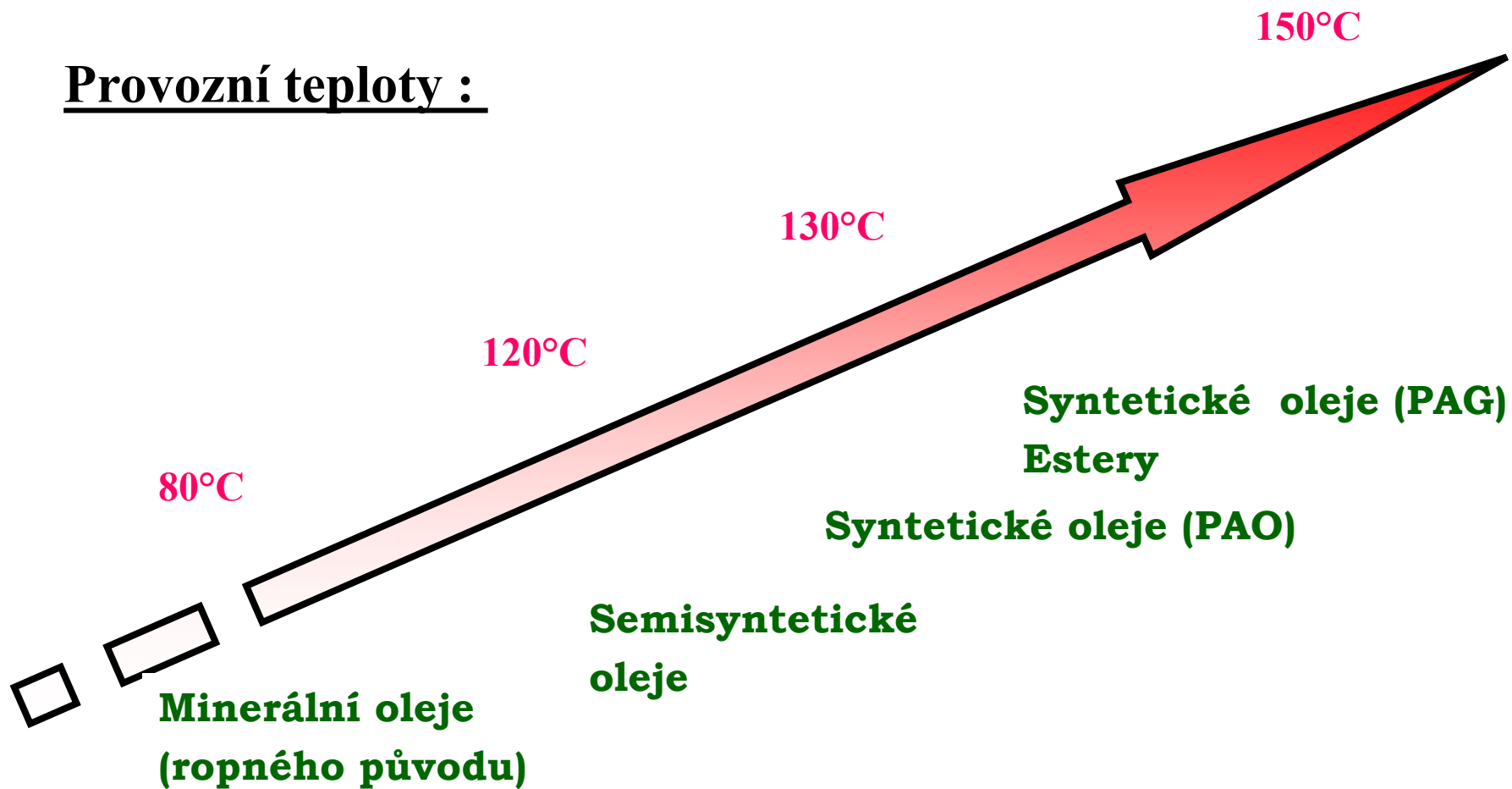


= **Hydrokrak + Aditiva**



# Tepelná zatížení mazacích olejů

Provozní teploty :



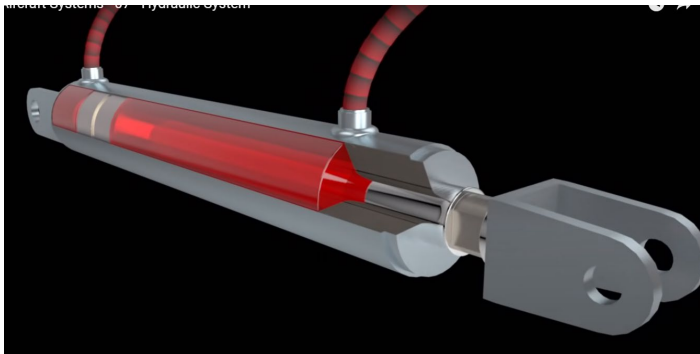
**Tech Por**

Technické a odborné poradenství

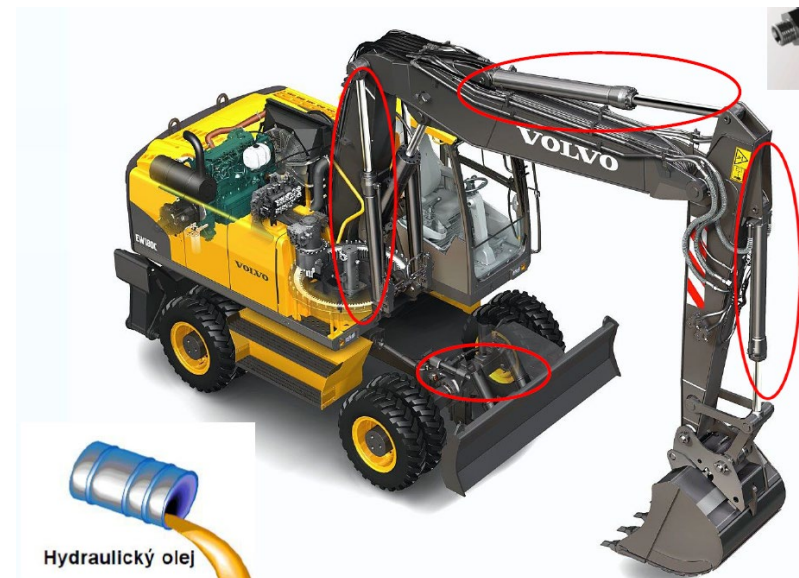


# EXTRÉMNÍ TLAKOVÉ ZATÍŽENÍ ÚSPORA ENERGIE – SNÍŽENÍ TŘECÍCH ODPORŮ

## ➤ HYDRAULICKÉ OLEJE



POUŽITÍ V **HYDROSTATICKÝCH**  
A **HYDRODYNAMICKÝCH** SYSTÉMECH  
K PŘENOSU SIL A ENERGIÍ S VYSOKOU  
MÍROU ÚČINNOSTI PŘESAHOJÍCÍ 95 %



**Tech Por**

*Technické a odborné poradenství*

# EXTRÉMNÍ TLAKOVÉ ZATÍŽENÍ ÚSPORA ENERGIE – SNÍŽENÍ TŘECÍCH ODPORŮ

HYDRAULIKA – PRACOVNÍ TLAK 35 MPA  
SNÍŽENÍ TŘECÍCH ODPORŮ

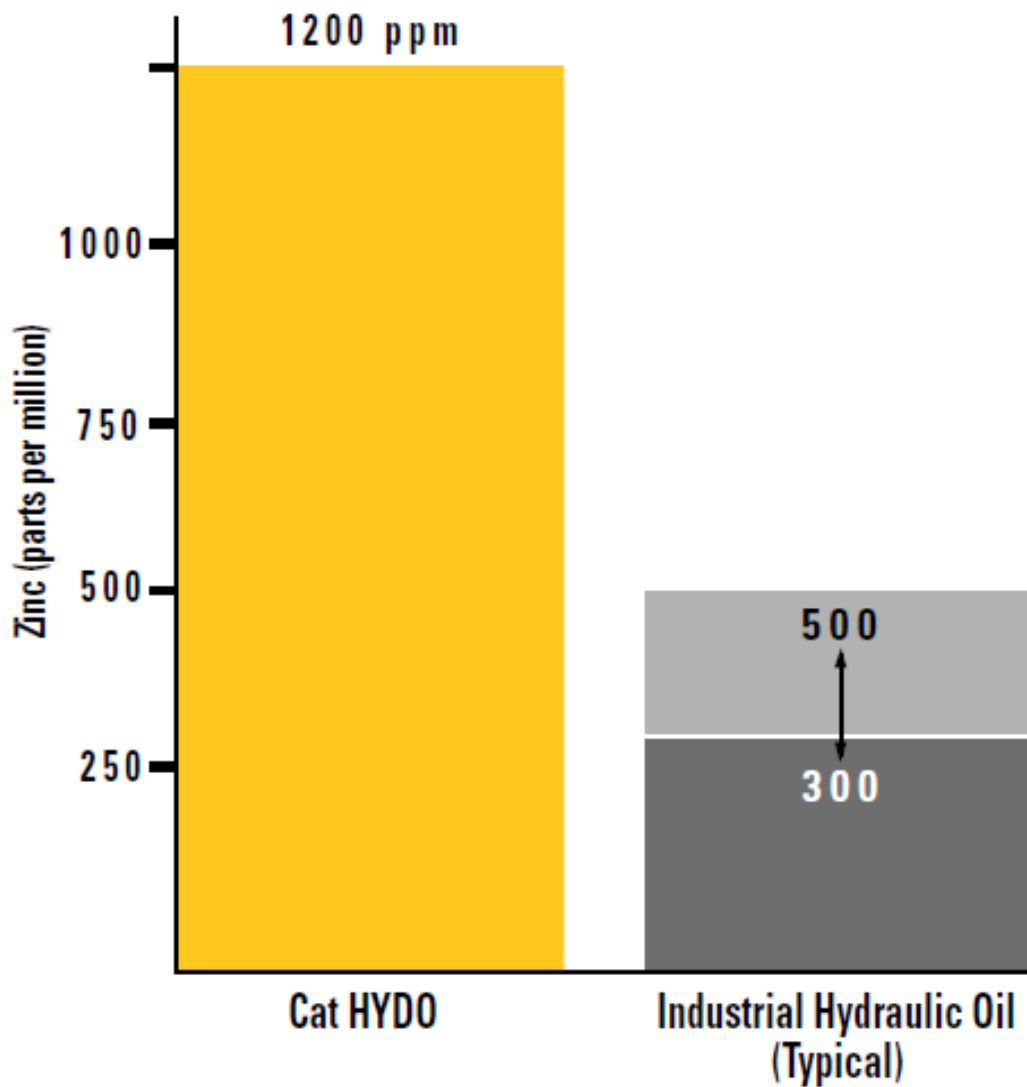


ADITIVACE P > 1000 ppm, Zn > 1200 ppm

**7ech Por**

*Technické a odborné poradenství*

## Hydraulic oil zinc additive levels



# HYDRAULICKÉ KAPALINY POUŽÍVANÉ V MOBILNÍ TECHNICE, **VÝVOJOVÉ TRENDY**

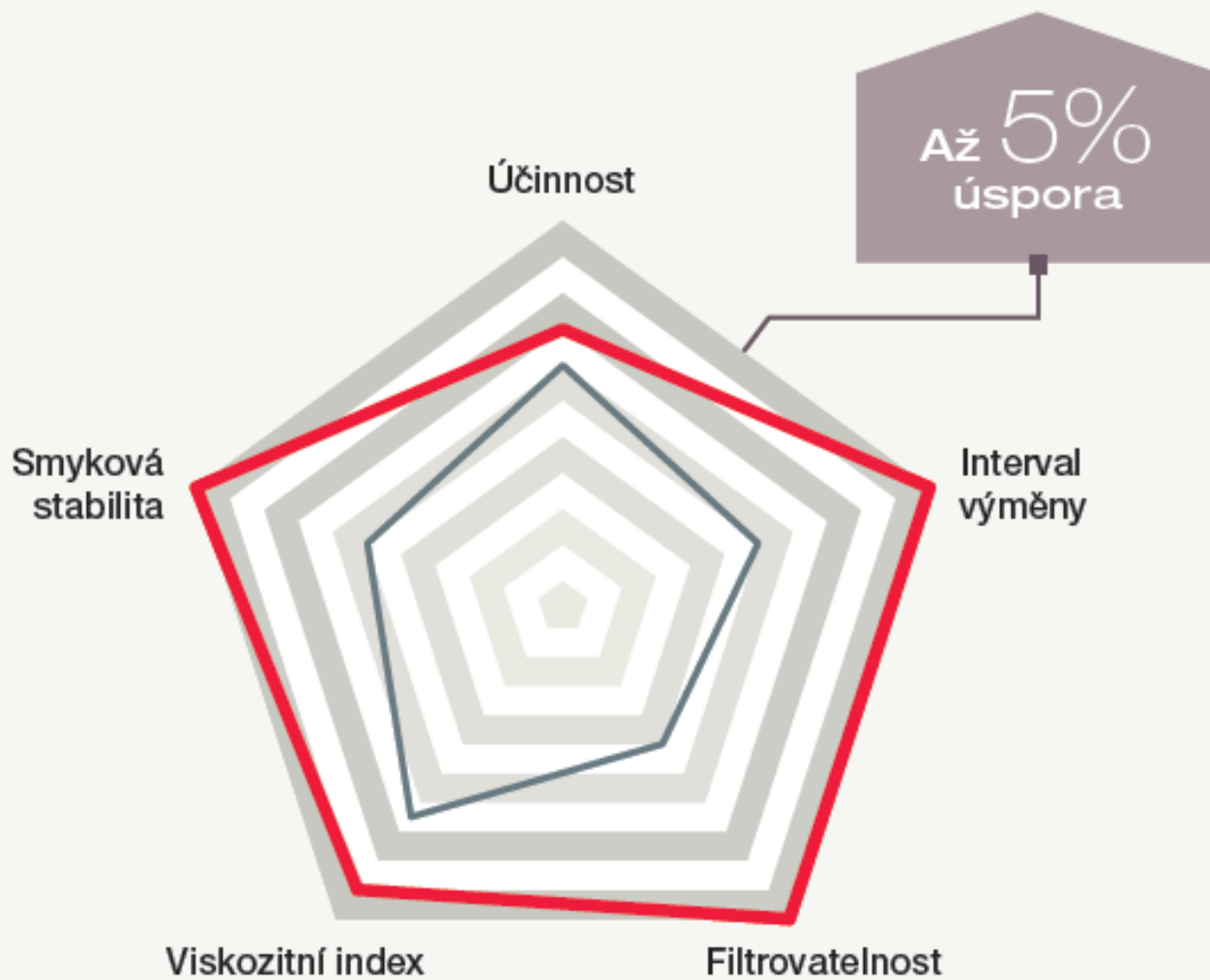
## **HE** hydraulický olej

Základový olej – Hydrokrak **vysoký VI = 190**

Aditiva



Nižší třecí odpory : **ISO VG 32 x ISO VG 46**



◆ EQUIVIS HE

◆ Standardní hydraulický olej (HV)

EQUIVIS HE je dostupný ve viskozitních třídách od 32 do 68

**Tech Por**

Technické a odborné poradenství

# HYDRAULICKÉ KAPALINY POUŽÍVANÉ V MOBILNÍ technice a průmyslu **HYDROKRAK - VÝVOJOVÉ TRENDY**



## HYDRAULICKÉ OLEJE



Parametr	METODA	JEDNOTKA	Olej TYPU HM	Olej Typu <b>HIGH</b>
Kín. Viskozita při 40 °C	ISO 3104	mm <sup>2</sup> /s	46	<b>32</b>
Kín. Viskozita při 100 °C	ISO 3104	mm <sup>2</sup> /s	6,8	<b>7,2</b>
Viskozitní index	ISO 2909	-	100	<b>185</b>
Bod tekutosti	ISO 3016	°C	-27	<b>-45</b>

**Tech Por**

Technické a odborné poradenství



**Machine New Holland E385B**

**Tech Por**

*Technické a odborné poradenství*

Fuel consumption	Oil HLPD 46	Oil EQUIVIS HE
Average fuel consumption	31,89 L/h	28,96 L/h
Savings fuel	-	9,18 %



**Machine HYUNDAI 220LC-5**

Fuel consumption	Oil HLPD 46	Oil EQUIVIS HE
Average fuel consumption	13,7 L/h	12,8 L/h
Savings fuel	-	6,57 %



# Aplikační studie

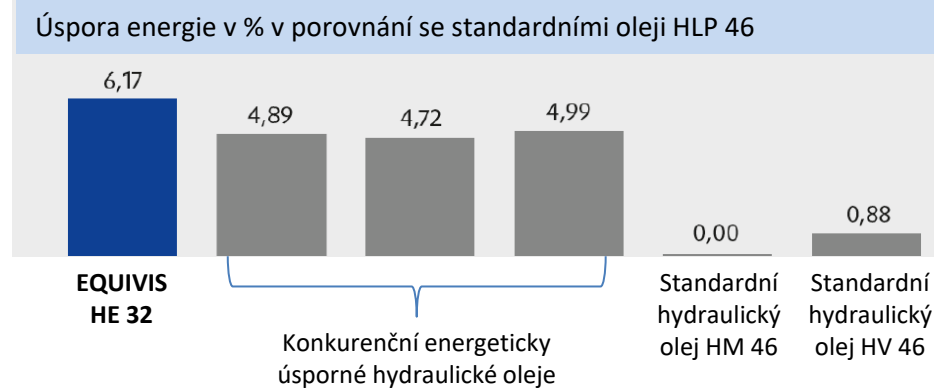
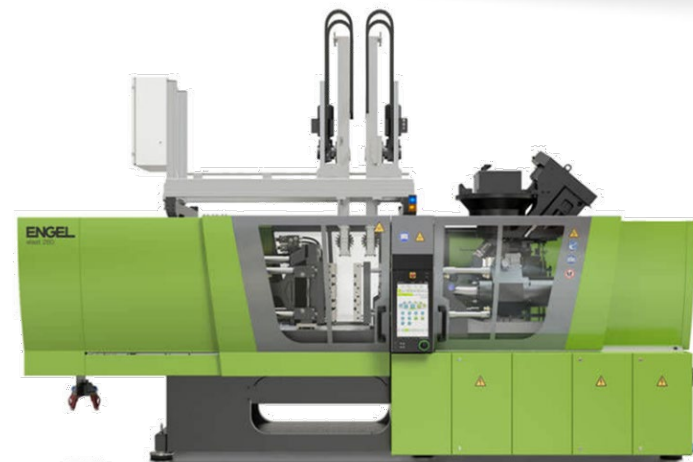
## ENGEL®

### TESTOVACÍ PROVOZ:

ENGEL® posuzoval 6 různých hydraulických olejů, 4 HV hydraulické oleje (včetně **EQUIVIS HE 32**) a 2 standardní HM hydraulické oleje.

### Výsledky :

- **EQUIVIS HE 32** vykazuje **nejnižší** viskozitu při nízkých teplotách (kapalinu je snadnější čerpat)
- **EQUIVIS HE 32** předvedl **nejvyšší** viskozitu při vysokých teplotách
- **EQUIVIS HE 32** zajistil **6,17% úspory energie**.





Kontaminace vodou je **nežádoucí** (200 -400 ppm)

Výjimka – oleje typu **HLPD**

## Detergentní protioděrový hydraulický olej bez obsahu Zn

### POUŽITÍ

**Hydraulické systémy**

- Veškeré hydraulické systémy, kde se nelze vyhnout velkému množství vody, které by bylo možno odstranit (nepřetržitě provozované systémy).
- Hydraulické systémy provozované pod vysokým zatížením : mazání tvářecích lisů ... (např. homologace Müller Weingarten ).

## VÝHODY

### Detergentní vlastnosti

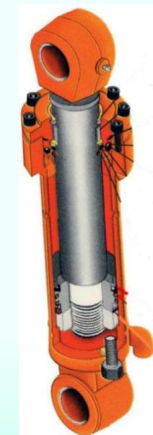
- Detergentní charakteristiky umožňují, že si kapalina uchovává při absorbování velkého množství vody své vlastnosti.

Tech. parametry	METODY	JEDNOTKY	AZOLLA DZF					
			10	22	32	46	68	100
Hustota při 15 °C	ISO 3675	kg/m <sup>3</sup>	852	866	875	880	882	888
Kin. viskozita při 40 °C	ISO 3104	mm <sup>2</sup> /s	9,8	22,5	32,7	46,4	67,1	100,2
Kin. viskozita při 100 °C	ISO 3104	mm <sup>2</sup> /s	2,6	4,4	5,5	6,9	8,6	11,3
Viskozitní index	ISO 2909	-	101	103	102	106	100	98
Bod vzplanutí (OK)	ISO 2592	°C	164	202	210	215	230	240
Bod tuhnutí	ISO 3016	°C	-39	-36	-33	-33	-30	-24
FZG test	DIN 51354	Stupeň			12	12	12	
Brügger EP est	-	N/mm <sup>2</sup>				58		

## Hydraulické BIO oleje

(syntetické oleje – estery)

- ✓ Přenos sil a tlaků v hydrostatických a hydrodynamických mechanismech
- ✓ Mechanismy provozované v ochranných vodních, lesních a horských zónách
- ✓ Syntetické estery klasifikace VDMA 24568 HEES výkonové specifikace ISO 6743/4 HM, HV
- ✓ Aplikace : Plnohodnotná náhrada ropných minerálních hydraulických olejů v místech možné kontaminace vody (zavlažování, bagrování řečišť, šterkovny...)
- ✓ Kapaliny s výborným viskozitním rozsahem a širokým rozsahem provozních teplot ( – 20 až + 100 °C, přechodně až + 120 °C )
- ✓ Velmi dobrá BIO rozložitelnost



## BIOLOGICKY ROZLOŽITELNÁ MAZIVA (BIO Maziva)

- **BIO MAZIVA** - pozitivní vliv na životní prostředí
- **BIO MAZIVA** dobře rozložitelná pomocí mikroorganismů – bakterie (úniky, likvidace zbytků...) přeměňující tato maziva na buněčnou biomasu, oxid uhličitý a vodu



## Kriteria a testy BIO odbouratelnosti :

**CEC L-33-A-93** (obsah zbylého maziva po 21 dnech za přítomnosti vody, živné soli a mikroorganismů)

**CEC L-103 (12)** (nově vyvinutá verze)  
(**C**oordinating **E**uropean **C**ouncil)

**OECD 301 A-F** (**O**rganisation for **E**conomic **C**o-operation and **D**evelopment)

- **BIO rozložitelnost** - **<< 60 %** - pomalá, horší, špatná  
(minerální oleje na ropné bázi, bílé oleje..)
- **60 - 80 %** - střední, dobrá  
(některé estery a polyglykoly...)
- **60 - 80 %** - rychlá, velmi dobrá  
(rostlinné estery, nasycené syntetické estery)



## BIOLOGICKY ROZLOŽITELNÁ MAZIVA (BIO Maziva) :



- **BIO MAZIVA** - pozitivní vliv na životní prostředí – aplikace zejména v oblastech, kde existuje ekologické riziko

- vodní zdroje
- horské oblasti
- zemědělské a lesní plochy



## Hydraulické BIO oleje      Technické parametry

(syntetické oleje – estery)

- ✓ Patří sem skupina olejů s označením **ECOLABEL** – produkty šetrné k životnímu prostředí dle Evropské legislativy (nízká ECotoxicita, vysoká BIO rozložitelnost, minimální BIO akumulace, aditiva nezařazená na "černou listinu", přiměřená výkonnostní úroveň, obnovitelná surovina, balení v odpovídajících schválených nezávadných obalech)



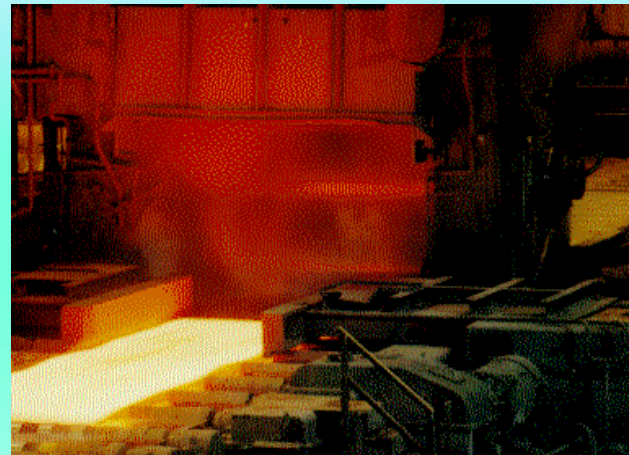
TYPICKÉ PARAMETRY	METODY	JEDNOTKY	ISO VG		
			32	46	68
Vzhled	Vizuální	-	čirý	čirý	čirý
Hustota při 15 °C	ISO 3675	kg/m <sup>3</sup>	938	933	925
Kinemat. viskozita při 40°C	ISO 3104	mm <sup>2</sup> /s	32	46	68
Kinemat. viskozita při 100°C	ISO 3104	mm <sup>2</sup> /s	5,9	7,7	10,3
Viskozitní index	ISO 2909	-	150	148	142
Bod vzplanutí (OK)	ISO 2592	°C	255	280	280
Bod tuhnutí	ISO 3106	°C	-42	-42	-30
Biologická odbouratelnost	OECD 310	Obsahuje více než 98% plně BIO. odbouratelných substancí			

# Hydraulické kapaliny s omezenou hořlavostí

- Proč „nehořlavé“ ???:

Konvenční hydraulické oleje ropného původu jsou za určitých podmínek relativně snadno zápalné („horké“ provozy s vydatnými žhavými zdroji tepla, ohně – kovárny, ocelárny, pece, slévárny, elektrárny, důlní prostředí, požadavek zvýšené bezpečnosti z požárního hlediska, kdy vzniká riziko úniku kapaliny ze systému a kontaktu se žhavými povrchy

Pro tyto „rizikové“ provozy jsou vyvinuty různé formulace tzv „s omezenou hořlavostí“





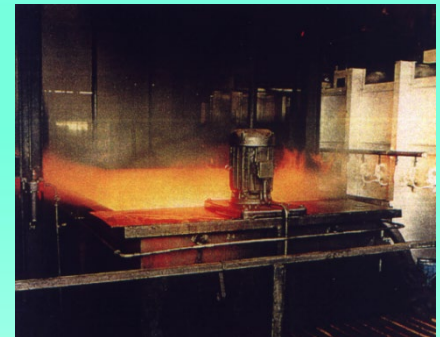
# Nehořlavé hydraulické kapaliny – typy dle ISO 6743:

## Nehořlavé hydraulické kapaliny obsahující vodu :

- > **HFA E** Koncentrát pro přípravu emulze „olej –voda“ ( > 80% vody)
- > **HFAS** Koncentrát synt.chem. roztoků ve vodě ( > 80% vody)
- > **HFC** Roztok voda – polymer, k přímému použití (ethylen glykol, propylen glykol) (< 80% vody)

## Nehořlavé hydraulické kapaliny neobsahující vodu :

- > **HFDU** Na bázi syntetických esterů (TMP - trimethylpropan ester) - „přátelské“ životnímu prostředí
- > **HFDR** Na bázi esterů kys.fosforečné („hasící látky“)
- > ~~HFDS~~ ~~Na bázi chlorovaných uhlovodíků~~



# Nehořlavé hydraulické kapaliny – aplikace

## Nehořlavé hydraulické kapaliny obsahující vodu :

> **HFA S** synt. koncentrát rozpuštěný ve vodě

všeobecně nevhodné pro použití v „normálních“ hydraulických systémech, vyžadují speciální komponenty, zejména pokud se týká čerpadel...

**Aplikace : ocelářský průmysl, důlní průmysl**

**Provozní rozsah +5 až +55°C**

**Doporučená koncentrace 3 až 5% koncentráту v roztoku s vodou**

Tech. parametry	METODY	JEDNOTKY	HFAS
Vzhled	Vizuální	-	Žluto – hnědý roztok
Hustota při 20 °C	ASTM D 4052	kg/m <sup>3</sup>	1053
Kin. viskozita při 40 °C	ASTM D 445	mm <sup>2</sup> /s	5,0
Bod tuhnutí	ISO 3016	°C	- 30
3% roztok ve vodě (11 °dH) :			
pH	ASTM D 1172		8,7
Test koroze	DIN 51360-2	Hodnocení	0/1
4-kuličkový vodní test, průměr rýh	NF 60603	mm	0,78

# Nehořlavé hydraulické kapaliny – aplikace

## Nehořlavé hydraulické kapaliny obsahující vodu :

> **HFC** voda-polymer roztok k přímému použití (polyglykoly)

velmi dobré protioděrové vlastnosti

vyšší viskozita a viskozitní index

obecně lze použít do klasických hydraul. systémů s minerálními oleji po vyčištění a po kontrole klíčových součástí (filtry....)

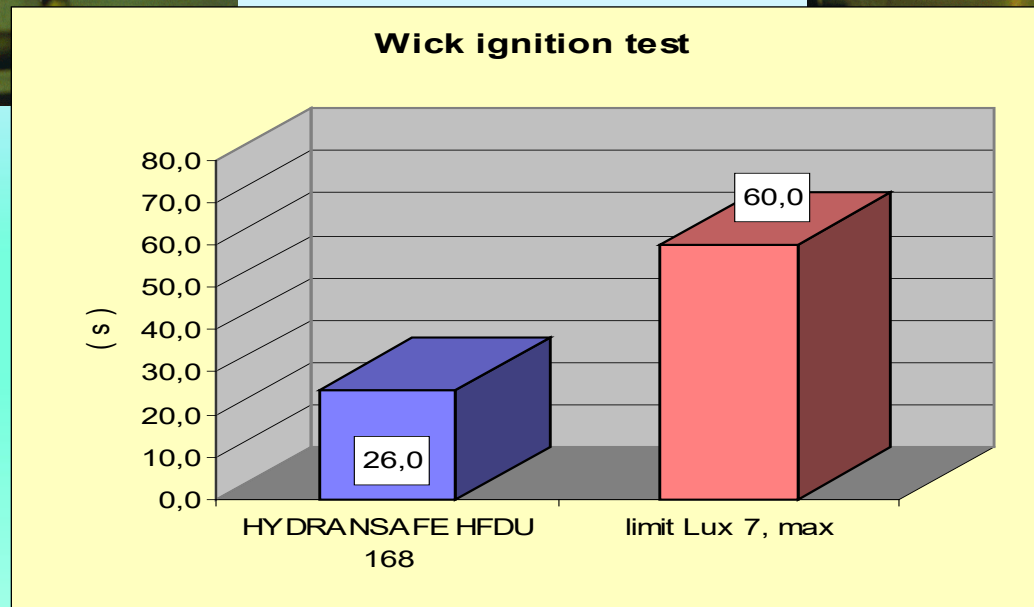
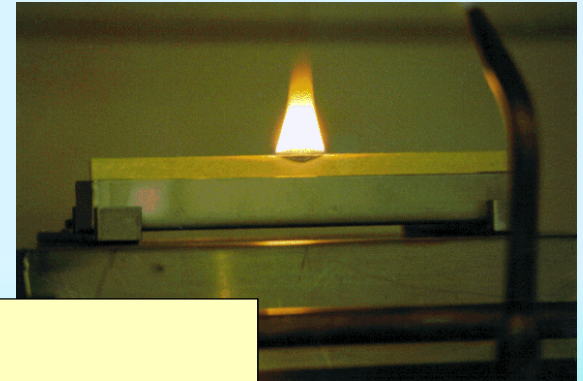
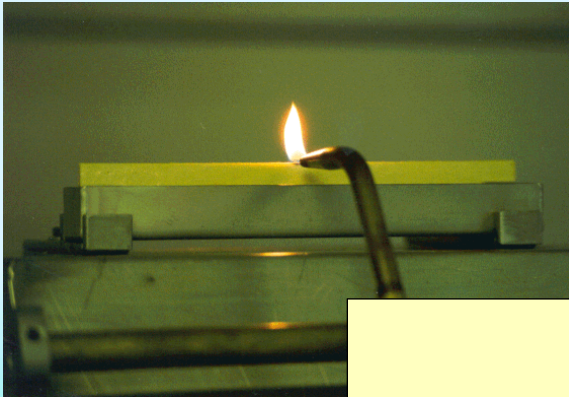
Aplikace : ocelářský průmysl, Islévarny Al, kovárny, důlní průmysl...

Tech. parametry	METODY	JEDNOTKY	HFC
Vzhled	Vizuální		Zeleno-žlutý
Hustota při 15 °C	ASTM D 4052	kg/m <sup>3</sup>	1080
Kinemat. viskozita při 20°C	ASTM D 445	mm <sup>2</sup> /s	99,5
Kinemat. viskozita při 40°C	ASTM D 445	mm <sup>2</sup> /s	44,5
Viskozitní index	ASTM D 2270	-	206
Bod tuhnutí	ASTM D 97	°C	- 60
pH při 20 °C	ASTM D 1172	-	8.9
4 kuličkový test, průměr zón	NF 60603	mm	0.61
Test vznícení	7.Luc. protokol	RI	1
Wick test	7.Luc. protokol		2

# Nehořlavé hydraulické kapaliny – testy

## Wick test (7.Lucemburský protokol)

> test na keramickém materiálu namočeném v kapalině v kontaktu se zdrojem plamene, měří se expanze plamene podél keramického proužku a doba potřebná na uhasnutí plamene



# Nehořlavé hydraulické kapaliny – aplikace

Nehořlavé hydraulické kapaliny neobsahující vodu :

> **HFDU syntetické estery (ISO VG 46,68)**

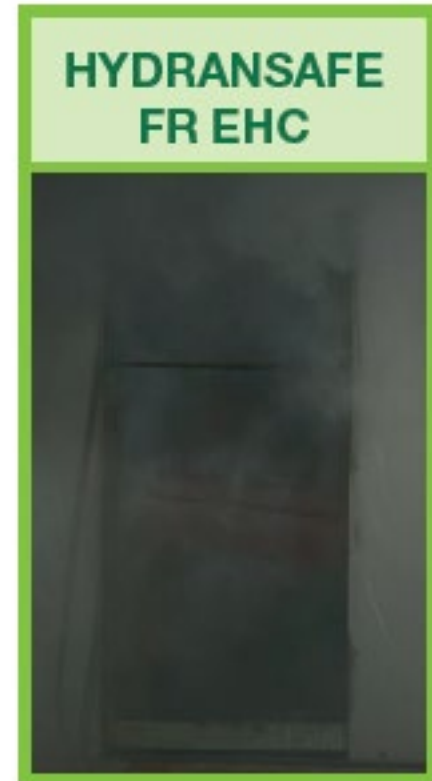
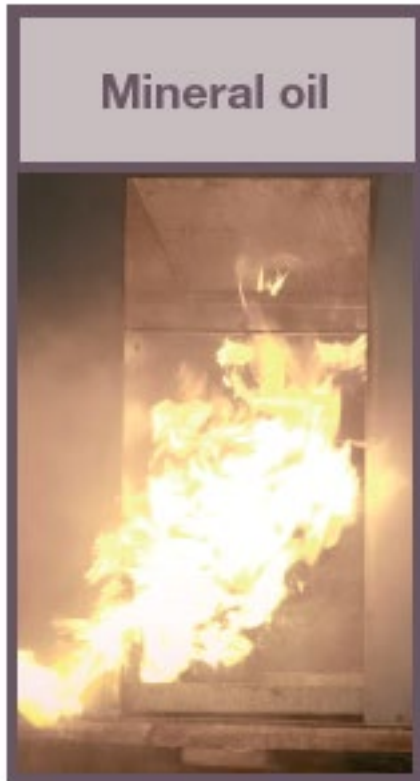
lepší odolnost vůči hořlavosti ve srovnání s minerálními oleji  
mísitelné, kompatibilní s minerálními oleji, snadná záměna  
výborné protioděrové vlastnosti  
vysoký přirozený viskozitní index  
netoxické, BIO odbouratelné  
provozní rozsah -20 až +120°C  
Aplikace : ocelářský a Al-průmysl, doly, pece, kovárny...

TYPICKÉ PARAMETRY	METODY	JEDNOTKY	HFDU
Vzhled	Vizuální	-	Čirý, jasný
Hustota při 20 °C	ASTM D 4052	kg/m <sup>3</sup>	922
Kinemat. viskozita při 40°C	ASTM D 445	mm <sup>2</sup> /s	68
Kinemat. viskozita při 100°C	ASTM D 445	mm <sup>2</sup> /s	13
Viskozitní index	ASTM D 2270	-	196
Bod vzplanutí (OK)	ASTM D 92	°C	298
Neutralizační číslo	ASTM D 664	mgKOH/g	0,85
Bod tuhnutí	ASTM D 97	°C	- 33

## Nehořlavé hydraulické kapaliny – aplikace

Nehořlavé hydraulické kapaliny neobsahující vodu :

> HFDR syntetické estery na bázi fosfátových esterů



**ISO 20823 Hot Manifold Ignition Test at 600 °C :** In this test, an oil leak on a hot spot of 600°C is simulated.

## Nehořlavé hydraulické kapaliny – aplikace

**Nehořlavé hydraulické kapaliny neobsahující vodu (řídící systémy parních turbín, elektrohydraulická servořízení) :**

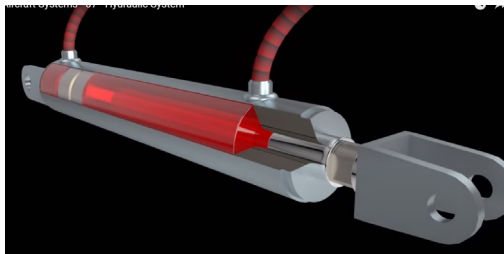
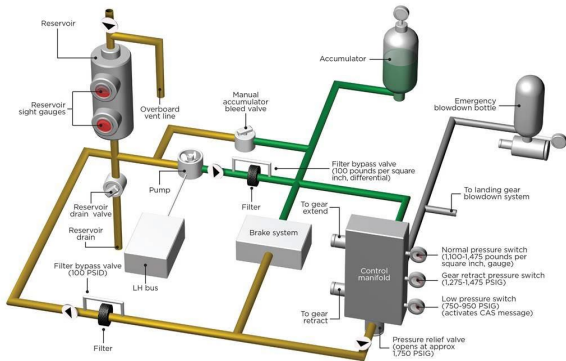
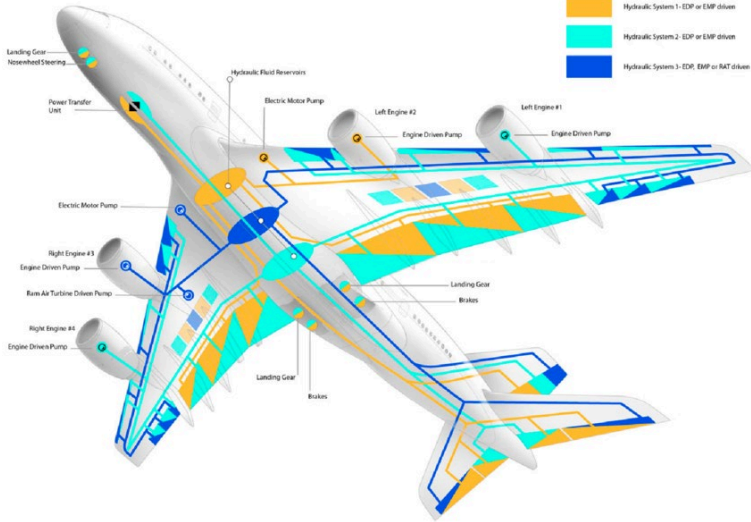
> **HFDU syntetické estery na bázi fosfátových esterů**



**Spray Ignition Test (DIN ISO 15029-1) :** In this test, a fire source is applied on an oil spray.

Hydraulic System Redundancies

- Hydraulic System 1: EDP or EDP driven
- Hydraulic System 2: EDP or EDP driven
- Hydraulic System 3: EDP, EDP or RAT driven



**Tech Por**

*Technické a odborné poradenství*



# HYDRAULICKÉ KAPALINY

## PRO

# LETECKÉ HYDRAULICKÉ SYSTÉMY

- vysoký viskozitní index
- nízký bod tekutosti (tuhnutí)
- čisté až superčisté (mikrofiltrované – červené barvy) oleje – nízký kód čistoty = vysoká čistota
- nízkoviskózní až ultra – nízkoviskózní hydraulické oleje
- minimální tendence k pění
- minimální obsah vody (max. desítky mg/kg)
- antikorozivní, antioxidační a protioděrové přísady (vysoká smyková stabilita)
- široký teplotní rozsah použití ( -55 až +135 st.C, resp. +205 st.C)
- velmi dobrá odlučivost vzduchu



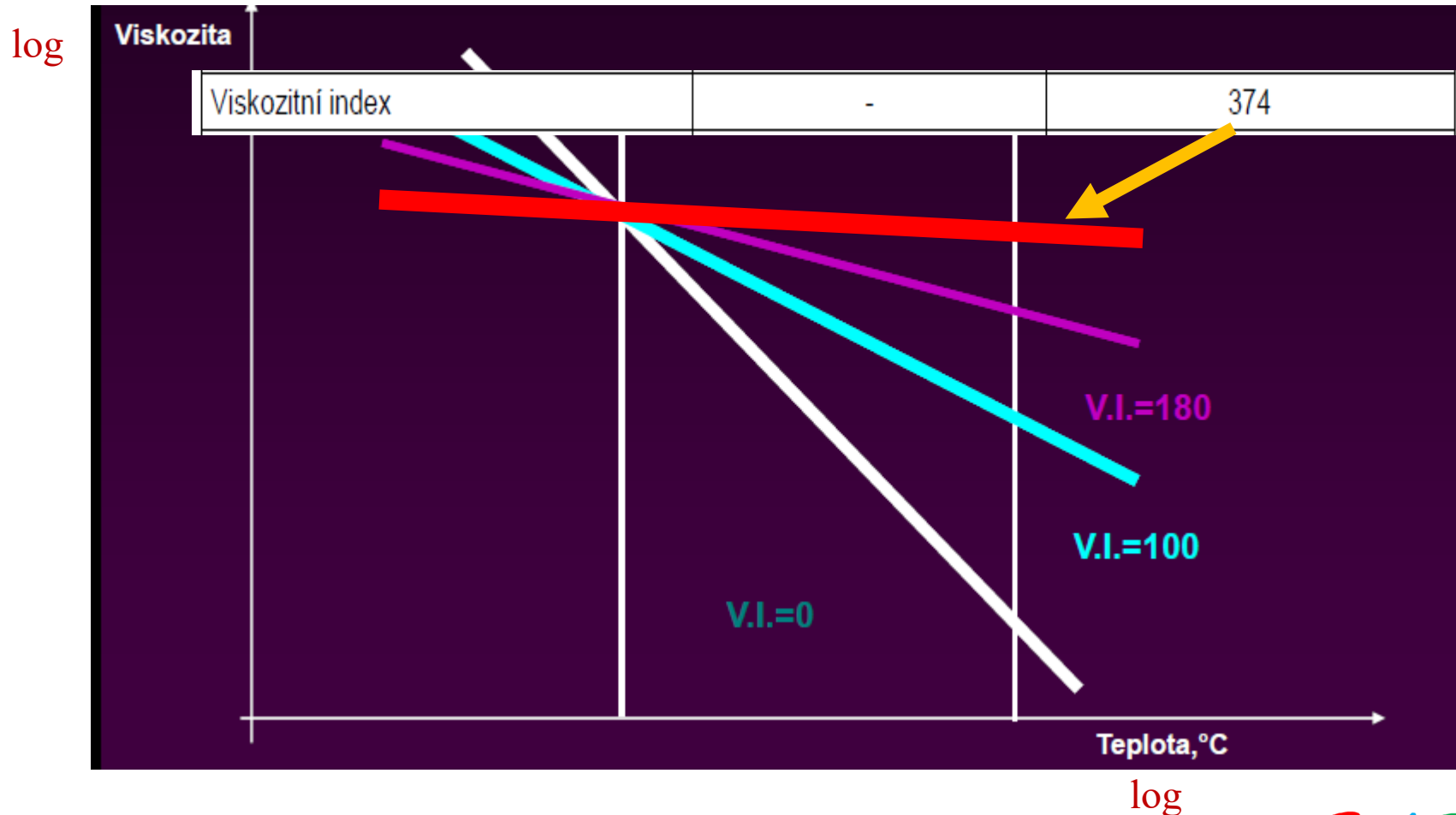
**Tech Por**

*Technické a odborné poradenství*

- US : splňuje MIL-H-5606 A specifikace
- UK : splňuje DEF STAN 91-48/1 (ex DTD 585)
- Joint Service Designation : OM-18
- NATO kód : **H-520**

výťah z normy ISO 4406						
třída čistoty dle ISO	počet částic v 1 ml vzorku				třída čistoty dle NAS	zóna
	velikost > 5 µm		velikost > 15 µm			
	od	do	od	do		
10/07	500	1 000	64	130	2	B E Z P E Č N Á
11/08	1 000	2 000	130	250	3	
12/09	2 000	4 000	250	500	4	
13/08	4 000	8 000	130	250	5	
13/10	4 000	8 000	500	1 000		
14/09	8 000	16 000	250	500	6	
14/11	8 000	16 000	1 000	2 000		
15/09	16 000	32 000	250	500	7	
15/12	16 000	32 000	2 000	4 000		
16/12	32 000	64 000	2 000	4 000	8	
16/14	32 000	64 000	8 000	16 000		
17/12	64 000	130 000	2 000	4 000	9	
17/14	64 000	130 000	8 000	16 000		
18/12	130 000	250 000	2 000	4 000	10	
18/15	130 000	250 000	16 000	32 000		
19/14	250 000	500 000	8 000	16 000	11	
19/17	250 000	500 000	64 000	130 000		
20/15	500 000	1 000 000	16 000	32 000	12	
20/17	500 000	1 000 000	64 000	130 000		
21/17	1 000 000	2 000 000	64 000	130 000		
21/19	1 000 000	2 000 000	250 000	500 000		
22/17	2 000 000	4 000 000	64 000	130 000		
22/19	2 000 000	4 000 000	250 000	500 000		
23/17	4 000 000	8 000 000	64 000	130 000		
23/19	4 000 000	8 000 000	250 000	500 000		
24/20	8 000 000	18 000 000	500 000	1 000 000		
24/24	8 000 000	18 000 000	8 000 000	18 000 000		

# Viskozitní index – vyjádření intenzity změny kin. viskozity na teplotě (bezrozměrná veličina)



# Viskozitní klasifikace průmyslových olejů ISO 3448/ASTM D 2422

Viskozitní třída	Kinematická viskozita při 40°C (mm <sup>2</sup> /s)	
	min	max
ISO VG 2	1.98	2.42
ISO VG 3	1.98	3.52
<b>ISO VG 5</b>	4.14	5.06
ISO VG 7	6.12	7.48
ISO VG 10	9.0	11.0
<b>ISO VG 15</b>	13.5	16.5
ISO VG 22	19.8	24.2
<b>ISO VG 32</b>	<b>28.8</b>	<b>35.2</b>
<b>ISO VG 46</b>	<b>41.4</b>	<b>50.6</b>
ISO VG 68	61.2	74.8
ISO VG 100	90.0	110
ISO VG 150	135	165
ISO VG 220	198	242
ISO VG 320	288	352
ISO VG 460	414	506
ISO VG 680	612	748
ISO VG 1000	900	1100
ISO VG 1500	1350	1650

## Syntetický hydraulický olej

- ✓ Vysoký stupeň čistoty (Kód čistoty 17/15-ISO 4406)
- ✓ Vysoký viskozitní index Nízký bod tekutosti
- ✓ Nízkoviskózní olej (ISO VG 5)
- ✓ Zvýšený bod vzplanutí 218 st.C = zvýšená odolnost vůči hořlavosti
- ✓ Zesílená deemulgace



PROPERTIES	TEST METHOD	ROYCO® 757
Kinematic Viscosity, cSt		
@ 100°C	ASTM D445	1.53
@ 40°C	ASTM D445	3.82
@ -40°C	ASTM D445	104



**-40 st:C až + 205 st.C**  
**raketové a zbraňové systémy**

**Tech Por**

Technické a odborné poradenství

# HYDRAULICKÉ KAPALINY POUŽÍVANÉ **V MOBILNÍ TECHNICE**, NÍZKOVISKŮZNÍ OLEJE S VYSOKÝM VI



Hydraulický olej

„On Road“

Osobní vozidla

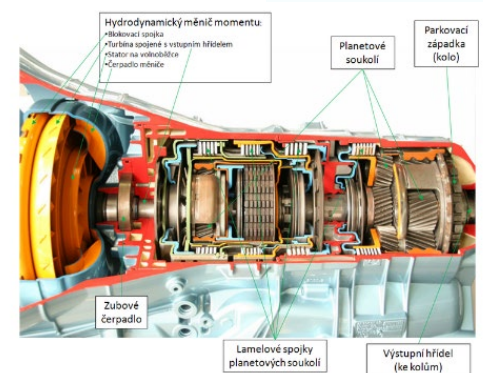
Posilovač řízení

Ovládní střechy

vozidla - kabriolety

ISO VG 22, 15

VI = 350



Tech. parametry	METODY	JEDNOTKY	EQUIS XLT		
Vzhled	vizuální	-	15 Transparentní	22 Transparentní červený	32 Transparentní
Hustota při 15 °C	ISO 3675	kg/m <sup>3</sup>	847	852	854
Kin. viskozita při 40 °C	ISO 3104	mm <sup>2</sup> /s	15	22	32
Kin. viskozita při 100 °C	ISO 3104	mm <sup>2</sup> /s	5,3	7,5	10,7
Kin. Viskozita při -40 °C	ISO 3104	mm <sup>2</sup> /s	600	900	1200
Viskozitní index	ISO 2909	-	350	350	350
Bod vzplanutí (OK)	ISO 2592	°C	110	110	110
Bod tuhnutí	ISO 3016	°C	-57	-54	-51
4 kuličkový test na opotřebení	ASTM D 4172	mm	0,44	0,44	0,44
FZG (A/8, 3/90) test	DIN 51354	stupeň	-	10	10

Česká strojnická společnost, z.s.  
**ČESKÁ ASOCIACE PRO HYDRAULIKU A PNEUMATIKU**  
**Odborný seminář 20. listopadu 2024**  
ve spolupráci s odbornou sekcí **Tribotechnika a Motorová paliva.**



## **APLIKACE HYDRAULICKÝCH KAPALIN V EXTRÉMNÍCH PROVOZNÍCH PODMÍNKÁCH**

**Ing. Pavel Růžička, Ph.D.**

**Technický a odborný poradce**

Technické a Odborné Poradenské Centrum TechPor

**Tech Por**

*Technické a odborné poradenství*