

# Metodika měření emisí výfukových plynů lodních motorů instalovaných na plavidlech

( Projekt v rámci programu TAČR –  $\beta$  – TB0300MD010 )



**Řešitel :** Československý Lloyd, spol. s r.o., Pobřežní 620/3, 186 00 Praha 8

15.7.2015

Ing.Jiří Dynybyl, MBA  
Československý Lloyd spol. s r.o.

## **Obsah**

Souhrn

### **1. Potřeba měření emisí**

1.1 Důvody

1.2. Výběr emisních složek pro lodě

### **2. Režimy měření**

2.1 Homologace

2.2 Možnosti měření motorů v provozu

### **3. Vývoj postupu pro měření**

3.1 Měřicí aparatura

3.2 Inspekční postup měření

3.3 Vlastní měření

### **4. Výsledky**

4.1 Souhrn naměřených výsledků

4.2 Porovnání starých a nových motorů

4.3 Doporučené limity emisí

### **5. Metodika**

## Souhrn

Projekt vychází ze situace, kdy emisní limity výfukových plynů pro vnitrozemská plavidla byly zavedeny teprve v r.2004 směrnicí EU č. 2004/26/EC. Tato směrnice ale zavádí emisní limity pouze pro nově vyrobené motory a ještě pouze pro jejich posouzení před uvedením do provozu. Měření emisních hodnot se provádí podle norem EN ISO 8178, což je laboratorní měření, kdy je motor umístěn na speciálním zkušebním stanovišti s dynamometrem pro simulování výkonu. Měření emisí motorů plavidel po jejich instalaci a v provozu není nikde v EU legislativně zavedeno a ani se ve skutečnosti neprovádí.

Pokud má vnitrozemská vodní doprava označení jako nejekologičtější druh dopravy, je evidentní, že jako důkaz metodika na kontrolu emisí plavidel v provozu chybí.

Proto byl v rámci Technologické agentury České republiky vypsána veřejná zakázka TB0300MD010 „Vypracování metodiky měření emisí výfukových plynů lodních motorů instalovaných na plavidlech“

V rámci projektu byly přezkoumány možnosti praktického měření emisí v provozu na plavidlech a bylo zjištěno, že je nutné vycházet z dostupných měřících aparatur, které jsou k dispozici pro měření nákladních vozidel v provozu a které ve skutečnosti ověřují z emisí pouze pevné částice – PM – kouřivost. K tomu, aby bylo možné měřit i jiné složky se výrobci aparatur vyjádřili tak, že by bylo nutné realizovat vlastní vývoj těchto aparatur. Pro technické složitosti takového požadavku by se k tomuto kroku výrobci uchýlili pouze tehdy, pokud by byli nuceni podobný vývoj provádět pro potřebu silničních motorových vozidel.

Po neúspěšných pokusech použít aparaturu CAPELEC, byla nakonec provedena měření s aparaturou – opacimetrem – f. AVL, MDO 2 a ukázalo se, že nejvhodnějším parametrem je měření nezatíženého motoru při jmenovitých otáčkách. Test volné akcelerace, který je obdobou měření emisí u nákladních motorových vozidel a autobusů, je vhodné použít jako doplňkový.

Na základě těchto výsledků vývoje byla zpracována „ Metodika měření emisí výfukových plynů lodních motorů instalovaných na plavidlech“, uvedená v Příloze A.

Protože uvedenou metodiku není z hlediska legislativy EU použít jako právně závazný předpis, budou další měření probíhat na základě dobrovolnosti, kdy bude moci provozovatel plavidla prokázat své chování vůči životnímu prostředí pomocí certifikátu.

## 1.Potřeba měření emisí

### 1.1 Důvody

Ochraně životního prostředí, do které patří ochrana ovzduší, je věnována v posledních letech stále rostoucí pozornost. Této pozornosti se nevyhnou ani spalovací motory, protože v nich dochází ke spalování uhlovodíkových paliv, při kterých vznikají látky nepřírodní pro životní prostředí.

Především vzniká:

CO- plyn, který je přímo jedovatý. S krevním barvivem vytváří velmi pevný karboxyhemoglobin, který omezuje přenos kyslíku z plic do krevního oběhu.

CO<sub>2</sub> – plyn, který je přirozenou součástí ovzduší. Překračuje-li však koncentrace tohoto plynu přirozenou hranici v přírodě, jeho množství začne vytěsňovat kyslík. Tento plyn ale patří díky své stabilitě k tzv. skleníkovým plynům, které při větší koncentraci způsobují radiační clonu, bránící sálání tepla ze země do vesmíru, což vede ke zvyšování teploty země a k posunu klimatických poměrů.

Sledování koncentrací tohoto plynu ukazuje, že došlo v posledních letech v důsledku průmyslové činnosti ke zvýšení jeho koncentrace v ovzduší celkově z 280 ppm na 350 ppm.

Na druhé straně ale provoz spalovacích motorů ke zvýšení antropogenních emisí přispívá necelými 10 %.

NO<sub>x</sub> – NO, N<sub>2</sub>O a NO<sub>2</sub> – nejnebezpečnější z uvedených oxidů je NO<sub>2</sub>, na který se postupně mění i předchozí oxidy. NO<sub>2</sub> při vdechování tvoří na sliznici HNO<sub>3</sub>, která vyvolává pocit dušení a nucení ke kašli již při velmi malých koncentracích.

HC – nespálené uhlovodíky, z nichž nejnebezpečnější jsou polycyklické aromatické uhlovodíky a aldehydy, které jsou považovány za silně rakovinotvorné.

PM ( particulate matter – pevné částice ) – obsahující ze 75 % C především v podobě sazí, představující především znečištění dýchacích cest a jsou rakovinotvorné. Jejich nebezpečnost především spočívá v tom, že na těchto částicích kondenzují některé nebezpečné uhlovodíky ( např. karcinogenní polycyklické aromáty ) .Proto i když PM tvoří 0,05 % výfukového plynu vznětového motoru, patří tato složka k silně hygienicky závadným.

Je v zájmu lidstva regulovat vznik výše uvedených látek.

Na druhé straně se doprava na vzniku těchto látek podílí 20%. Uvážíme-li, že v ČR bylo k 31.12.2014 provozováno celkem 6 775 877 motorových vozidel, z toho 4 893 562 osobních, 617 369 nákladních vozidel a 19 889 autobusů, představuje provoz 53 trakčních vnitrozemských plavidel a 80 osobních lodí z hlediska tvorby emisí naprosto zanedbatelnou položkou. To ovšem neplatí v místech s koncentrovanou lodní dopravou, např. provoz plavidel v hustě obydlené aglomeraci, v plavebních komorách atd.

Největší zájem z hlediska emisí je o provoz automobilů. Proto v Evropě byly první předpisy pro automobilové motory přijaty směrnicí EHK 15 v r. 1971. Iniciativu převzala EU a v současné době pro vozidla platí limity známé jako EURO ( EURO 1 v r.1992, dnes EURO 6 od 2013 ).

V r.1997 byla v EU přijata Direktiva 97/68/EC pro regulaci emisí u nesilničních pojízdných strojů. Její novela 2004/26/EC zavedla poprvé požadavky na emise i pro vnitrozemská plavidla.

Legislativní požadavky na emise plavidel jsou tedy až na motory, vyrobené po r. 2006. Další komplikací je, že podle 97/68/EC se používá metodika měření, definovaná v ISO 8178. Zkoušení motoru podle této normy vyžaduje umístění motoru na zkušební stanovišti s dynamometrem a měřicí aparaturou tak, aby bylo nastavitelné zatížení motoru ( kroučící moment a otáčky ) v režimech, definovaných v ISO 8178-4 E. Toto je velice nákladná zkouška, kterou si může dovolit prakticky pouze výrobce a to na novém motoru, který není ještě instalován v plavidle. Jedná se tedy čistě o legislativní požadavek, kdy od r. 2006 nesmí být na plavidla prakticky instalovány motory, které nesplňují limity uvedené směrnicí. Tyto limity deklaruje výrobce příslušným atestem a na plavidle se emise již nezkontrolují.

V ČR je průměrné stáří plavidel 35 let, což představuje, že prakticky všechna plavidla, pokud u nich již neproběhla výměna motorů za nové typy, jsou vybavena motory, které tyto limity zřejmě nesplňují a zároveň jejich posouzení podle norem ISO 8178 je nemožné.

Je proto potřeba najít metodiku měření emisí plavidel v provozu, která umožní :

- stanovení podmínek pro doporučení výměny motorů, u nichž je produkce emisí s ohledem na stáří a technický stav nepřijatelná
- navrhnout kritéria pro dotace na remotorizace plavidel
- prokázání, že vodní doprava je nejekologičtější dopravou v porovnání s ostatními druhy dopravy.

S ohledem na Směrnice EU se ale zatím nepředpokládá, že by na ověřování emisí plavidel v provozu byla vytvořena legislativa omezující provoz starších motorů, čili stále je omezování emisí starších plavidel na bázi dobrovolnosti.

Určitou inspirací je vyhláška MD č.302/2001 Sb. [5], která zavádí technické prohlídky a měření emisí pro silniční vozidla v provozu.

## 1.2. Výběr emisních složek pro lodě

Lodě jsou vesměs vybaveny vznětovými motory. U těchto motorů představují uvedené škodlivé emise CO, NO<sub>x</sub>, HC a PM celkově asi 0,3 % výfukového plynu. Největší podíl škodlivých látek je NO<sub>x</sub>, PM a HC. U vznětových motorů se obecně za nejškodlivější část emisí pokládají PM. Navíc ve vlhkém prostředí, v kterém se plavidlo určitě vyskytuje, se na PM mohou usazovat kapalné HC, což výrazně zvyšuje jejich škodlivost.

K úvaze je ještě nutné doplnit prostředí pohybu lodí. Lodě se většinou pohybují po volné hladině v dostatečně volném prostoru. To je prostředí, kde je intenzivnější ultrafialové záření a značná vlhkost, prostředí, ve kterém NO<sub>x</sub> a HC přispívají k tvorbě ozónu a fotochemického smogu.

Proto u lodních motorů si největší pozornost vyžadují složky emisí v podobě PM, NO<sub>x</sub> a HC. Škodlivost těchto složek relativně převyšuje dopady CO.

Metodika pro nové motory, zkoušené podle ISO 8178, se zaměřuje na složky CO, HC+NO<sub>x</sub> a PM.

Proto metodika měření a hodnocení emisí motorů plavidel v provozu by měla být na tyto složky rovněž zaměřena, pokud to měřicí zařízení dovolí.

## 2. Režimy měření

### 2.1 Homologace

Typ plavidel, na které se vztahují emisní požadavky, stanovené Směrnicí 2004/26/EC a je vymezen následující definicí:

„ Vnitrozemská plavidla“, jimiž se rozumí plavidlo určené k používání na vnitrozemských vodních cestách, o délce nejméně 20 m a výtoku nejméně 100 m<sup>3</sup> podle vzorce v oddíle 2 bodě 2.8a přílohy I, nebo vlečný nebo tlačný člun konstruovaný k vlečení nebo tlačení lodí o délce nejméně 20 m nebo k vedení těchto lodí bočně připojitelných.“

Měření je pak prováděno podle 2004/26/EC s použitím normy ISO 8178 -4, zkušební cyklus E3. Problém je v tom, že norma předepisuje režimy chodu motoru, které je nutno modelovat na zkušebním stanovišti s přesným dynamometrem.

Podle zkušebního cyklu E3 jsou předepsány režimy:

Otáčky (%)	100	91	80	63
Výkon (%)	100	75	50	25

Toho je možné dosáhnout pouze v laboratorních podmínkách. Proto plnění této směrnice musí být ponecháno pro v současné době vyráběné motory a na výrobci.

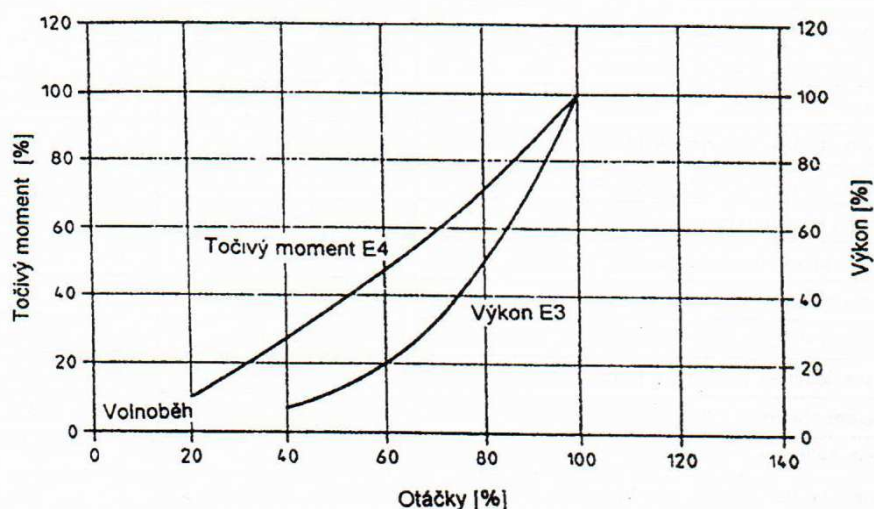
Navíc hodnoty při měření nového motoru na stanovišti, kde je podle ISO 8178 simulováno zatížení, jsou uváděny v jednotkách g/kWh.

Metody měření, použité při homologaci lodních motorů, jsou pro již instalované motory na plavidle nepoužitelné.

## 2.2 Měření motorů v provozu

Měření motorů plavidel v provozu je omezeno tím, že motor je pevně zabudován v tělese plavidla, není možné jej jednoduše vyjmout a instalovat na zkušebnu s pevným zkušebním stanovištěm, vybaveným dynamometrem. Rovněž je výrazně omezena možnost jednoduchého měření kroutícího momentu / výkonu přímo na plavidle, což neumožňuje modelovat a přesně měřit zatížení motoru v provozu. Plavidla vnitrozemské plavby nejsou vybavena měřením kroutícího momentu za motorem nebo na hřídelovém vedení, montáž příslušného měřícího zařízení na plavidle v provozu je nákladná, vyžaduje odstavení plavidla na potřebnou dobu instalace.

Pro lodní motory se obecně pro výpočty používá pro stanovení kroutícího momentu v závislosti na otáčkách tzv. „Lodní charakteristika“. Norma ISO 8178-4 uvádí tuto charakteristiku:



Teoreticky by bylo možné uvažovat o využití závislosti měřitelných otáček motoru a této lodní charakteristiky motoru – závislost  $M_k$  na  $n$  pro navození režimů se zatížením. Toto použití je ale zase velice nepřesné, protože lodní charakteristika se u každého plavidla liší podle skutečné charakteristiky vrtule, technického stavu vrtule, obtokových poměrů tvaru trupu plavidla v okolí vrtule, charakteru vodní cesty – ponor plavidla, proud vodního toku, plavební marže atd. Skutečná charakteristika pak může být při  $n_{jm}$  až o  $\pm 30-40\%$  odlišná.

Je zřejmé, že je nevhodné tuto teoretickou lodní charakteristiku pro její značné zatížení chybou, použít.

K dispozici je tedy pouze možnost měření :

- při volnoběžných otáčkách,
- při otáčkách bez zatížení
- volný akcelerační test
- při plavbě při známých otáčkách ale neurčeném zatížení, pokud to použitá měřící aparatura dovolí.

Poslední režim, měření při plavbě, je ovšem výrazně komplikovanější, než předchozí režimy a ani u ostatních aplikací vznětových motorů se nepoužívá.

Nabízí se tedy pouze možnost realizovat měření v režimech, analogických pro měření nákladních vozidel podle vyhlášky 302/2001 Sb.

Nabízí se obdoba vyhlášky 302/2001 Sb. v podobě :

*(3) U plavidla se vznětovým motorem se při měření emisí provádí*

*a) vizuální kontrola skupin a dílů ovlivňujících tvorbu emisí ve výfukových plynech zaměřená na úplnost a těsnost palivové, sací a výfukové soustavy a těsnost motoru; kontroluje se i neporušenost zajištění palivové soustavy proti neoprávněné manipulaci; ventilový rozvod a jeho stav se kontroluje bez demontáže, v rozsahu umožněném jeho konstrukcí; u neřízených systémů se kontroluje stav a případně i funkce přídatných zařízení ke snižování škodlivých emisí způsobem předepsaným výrobcem plavidla nebo motoru ,*

*b) kontrola seřízení motoru zahřátého na provozní teplotu, zejména volnoběžných otáček motoru, pravidelnosti chodu motoru při volnoběžných otáčkách, maximálních otáček (kontrola regulátoru)*

*c) měření PM,CO,HC a NO<sub>x</sub> ( Odlišné od 302/2001, kde se měří pouze PM –v podobě kouřivosti )*

*- při volnoběžných otáčkách po dobu 90s*

*- 50% jmenovitých otáček po dobu 90s*

*- metodou volné akcelerace, která spočívá v postupu, kdy motor běží na volnoběžné otáčky, následuje plná dávka paliva a setrvání 1-4 s na přeběhových otáčkách.*

### **3. . Vývoj postupu pro měření**

#### **3.1 Měřící aparatura**

Postupně byly zkoušeny dva typy aparatur.

##### **3.1.1 Aparatura f. CAPELEC – CAP3201-GO dodavatel f.UNIVER**

Tato aparatura je použita v ČR v několika emisních stanicích a je homologována pro použití podle vyhlášky 302/2001 Sb. o technických prohlídkách a měření emisí vozidel.

Firmě UNIVER byla zaslána poptávka s následující specifikací :

*Pro f.UNIVER*

*„ Podle dnešního tel. rozhovoru Vás prosím o nabídku zařízení pro orientační měření výfukových emisí spalovacích motorů.*

V této fázi se nám jedná o měření emisí u vznětových motorů

- o výkonu do 600 kW v provozu, instalovaných na lodích, čili obdoba měření emisí

- obdobně jako podle vyhl. 302/2001 Sb. v případě velkých nákladních vozů

- podmínkou je, že hodnoty musí být měřitelné na motoru již instalovaném a v provozu na plavidle.

Metodika není zatím přesně stanovena- bude ve stadiu vývoje

- jedná se nám o měření:

- kouřivosti

- CO,HC,NOx.

- Výstupy uváděné v % obj.“

Tato specifikace byla f.UNIVER akceptována, vis. E- mail :

„Dne 2014-10-23 12:30, UNIVER Praha napsal:

Dobrý den,

dle Vašich požadavků by Vám vyhovoval přístroj od renomovaného francouzského výrobce CAPELEC CAP3201-GO a pokud byste chtěli měřit i složku NOx, tak je potřeba dokoupit přídatný modul CAP3201-NOx. Dále je možné přístroj rozšířit o bezdrátový komunikační modul pro snímání otáček.“

Před zakoupením byl navštíven autoservis a STK s měřením emisí

IVESUR Česká republika, a.s.

U Trati 2213

412 01 Litoměřice,

Kde byl uvedený přístroj v provozu pro měření vozidel všech typů včetně těžkých nákladních vozů. Proto byla vybrána sestava:



Pro uvedení aparatury do provozu byla použita osobní loď Andante.

Osobní loď Andante byla vybrána z důvodu svého stáří a původního stavu. Jedná se o osobní loď typu BIFA III, rok výroby 1983, majitelem a provozovatelem je Prague Boats v Praze.





Typ hlavního motoru je IFA 6-VD 14,5/12-2 SRV, r.v. 1983, v.č. 308300052, výkon 89,5 kW,  $n_{jm}=1750 \text{ min}^{-1}$ . Čili motor značného stáří i opotrebení.



Aparatura na lodi :





11.2.2015 proběhlo seřizování aparatury CAP3201-GO a měření na lodi. Výsledky kouřivosti byly vyhodnoceny jako nespolehlivé. Ze 7 měření je rozptyl 4,87 – 0,83 1/m. F. UNIVER si aparaturu převzala spět k laboratornímu nastavení. Zkouška na lodi Andante se měla opakovat do konce února.

10.4.2015 proběhlo další ověřování přístroje rovněž na lodi Andante. Opět byly výsledky nespolehlivé, měření otáček bylo evidentně chybné a rozptyl kouřivosti byl nepravděpodobný.

Dodavatel f.UNIVER i samotný výrobce ve Francii, který byl s problémem rovněž kontaktován, konstatovali, že pro měření na plavidlech by aparatura vyžadovala další vývoj a byli ochotni se tomuto vývoji věnovat. Tato nabídka byla ale ze strany CS Lloydu odmítnuta – jednak není složitý vývoj aparatury výrobcem není předmětem úkolu. Použitelnost přístroje je záležitostí čistě výrobce a navíc toto řešení by bylo časově neúnosné.

Navíc byla spolupráce s dodavatelem přístroje značně problematická – f.UNIVER reagovala vždy až po urgencích, nebyly dodržovány dodací lhůty ani dohody na zprovoznění přístroje a ani přímý kontakt s výrobcem ve Francii nevedl k uspokojivým výsledkům a časově únosným reakcím na podněty a reklamace.

V pokusech použít tento přístroj se dále nepokračovalo, přístroj byl vrácen dodavateli s konečnou platností.

### **3.1.2. Měřicí aparatura kouřoměr ( opacimetr) typ MDO 2 – AVL DO 285**

Po předchozím výzkumu možností , existující měřicí aparatury a s ohledem na čas bylo přistoupeno k metodě měření pouze kouřivosti tak, jak to požaduje vyhláška 302/2001 Sb. u nákladních vozidel.

Dodavatelem je MAHA Consulting s.r.o,

#### **Opacimetr (kouřoměr) typ MDO2**

Kouřoměr (opacimetr) pro měření kouřivosti vznětových motorů.

Výrobce f. AVL je známa jako jedno z největších vývojových pracovišť na světě v oboru spalovacích motorů. O svém výrobku f. AVL uvádí:

„Díky své kompaktní konstrukci se MDO 2 zvláště dobře hodí k mobilnímu nasazení. Programové vybavení umožňuje jak měření metodou volné akcelerace, tak kontinuální měření při zatížení. Vysoce výkonné vytápění měrné trubice zaručuje rychlou provozní připravenost přístroje k měření i za mimořádných teplotních podmínek.“



Měření – uvedení přístroje do provozu proběhlo rovněž na lodi Andante 4.5.2015



V tomto případě byl již výsledek výrazně lepší a i zastoupení výrobce f. MAHA Consulting s.r.o. bylo na vyšší odborné úrovni.

Bylo proto rozhodnuto pro pokračování řešení úkolu použít tuto aparaturu. Přístroj byl s konečnou platností zakoupen.



**PRÜFBESCHEINIGUNG  
TEST CERTIFICATE  
CERTIFICAT D'ESSAI**

Wir garantieren, dass das unten angeführte Messgerät die von uns veröffentlichten Spezifikationen einhält. Die Spezifikationen wurden durch Kalibrierung überprüft; entweder gegen Normale, deren Genauigkeit auf nationale oder internationale Normale rückführbar ist oder durch Ableitung aus Kalibriertechniken. Die verwendeten Messmittel unterliegen der Prüfmittelüberwachung. Der Ablauf der Prüfungen entspricht den Forderungen gemäß ISO 9001.

We guarantee that the measuring instrument mentioned below corresponds to the specifications published by us. The specifications have been checked by means of calibration: either with standards, whose accuracy can be traced back to national or international standards, or by derivations from calibration techniques. The inspection, measuring and test equipment used is subject to monitoring. The sequence of the test and inspections is in accordance with the requirements of ISO 9001.

Nous garantissons que l'appareil de mesure ci-dessous correspond aux spécifications publiées par nous. Les spécifications ont été vérifiées par calibrage; soit à l'aide d'étalons dont la justesse peut être rattachée à des étalons nationaux ou internationaux soit par des dérivations de techniques de calibrage. Les équipements de contrôle, de mesure et d'essai sont soumis à une maîtrise. La séquence des contrôles et essais correspond aux exigences selon ISO 9001.

KUNDE  
CUSTOMER  
CLIENT

BEGEGENSTAND AVL DITEST SPEED 2000  
OBJECT  
SUJET

SERIEN NR. 3214  
SERIAL NO.  
NO. DE SERIES

AVL - PRÜFVEREHRBT AVL PRÜFVORSCHRIFT  
AVL TEST PROCEDURE  
REGLEMENT D'ESSAI DE L'AVL

ANLAGEN  
ENCLOSURE  
ANNEXE

23.04.2015  
DATUM / DATE / DATE  
D'ESSAI

BIANCA STEFANEZ  
PRÜFER / TEST ENGINEER / INGENIEUR DE CHAMP

### 3.2 Inspekční postup měření

Při jednání s výrobcí měřících aparatur – analyzátorů a opacimetrů a při jejich uvádění do provozu se ukázalo, že přes ujištění firmou UNIVER, která zastupuje výrobce f.Capelec, že bude možné měřit všechny emisní složky vznětového motoru se ukázalo, že výrobci nejsou schopni pro vznětové motory zajistit aparatury, které by dokázaly změřit i jenom orientační hodnoty CO, HC, NO<sub>x</sub>, ale pouze PM – kouřivost. Je to způsobeno tím, že všechny aparatury jsou přizpůsobeny požadavkům a homologaci pro STK – nákladní vozy, kde se měří výhradně kouřivost – „součinitel absorpce“. Viz. např. podle vyhlášky 302/2001 Sb.:

#### 1. Vznětové naftové motory

*Parametrem, popisujícím emisní chování vznětového motoru v provozu je kouřivost motoru, vyjádřená součinitelem absorpce světla (optickou hustotou - opacitou) výfukového plynu "k" (m<sup>-1</sup>), zjišťovanou metodou volné akcelerace. Součinitel "k" je aritmetickým průměrem hodnot součinitelů absorpce změřených při čtyřech za sebou jdoucích akceleracích, které splnily podmínku, že rozpětí (pásmo) jejich hodnot není větší než 0,25 m<sup>-1</sup>. Pro traktory, vyrobené do konce roku 1980, se připouští toto rozpětí 0,5 m<sup>-1</sup>.*

Výrobci nevyloučili, že by nebyli schopni vyvinout mobilní aparaturu s možností měřit více emisních složek motorů v provozu. Prozatím se ale tomuto problému nevěnovali, protože takový požadavek nevznikl. Firma CAPELEC po nezdařených pokusech navrhla vlastní vývoj aparatury, viz e-mail

„Proto navrhujeme:

*Přístroj a celou aparaturu odešleme na naše náklady k výrobcí Capelec do Francie, aby přístroj k Vašemu účelu kompletně otestovali, přizpůsobili a případně upravil tak, aby vyhovoval Vaším potřebám a stanovenému účelu. Vzhledem k tomu, že mají 5km od jejich sídla pobřeží, tak by mohli provést i testování přímo na lodních motorech. Zároveň Vás tímto prosím o kontakt na příslušné oddělení Technologické agentury ČR, s kým jste úkol řešili, abychom jim vysvětlili důvody zpoždění vývoje měřicí aparatury, protože se skutečně v našem případě jedná o technologický vývoj, nikoliv o pouhé objednání a dodání přístroje, to bych rád zdůraznil.“*

Nabízený vývoj aparatury firmou CAPELEC včetně dalšího software by si vyžádal více času a nákladů. Podle časových požadavků ČS Lloydů byl tento výrobce neúspěšný.

### 3.3 Vlastní měření

Použití přístroje **MDO -2 od výrobce AVL**

a) Osobní loď ANDANTE

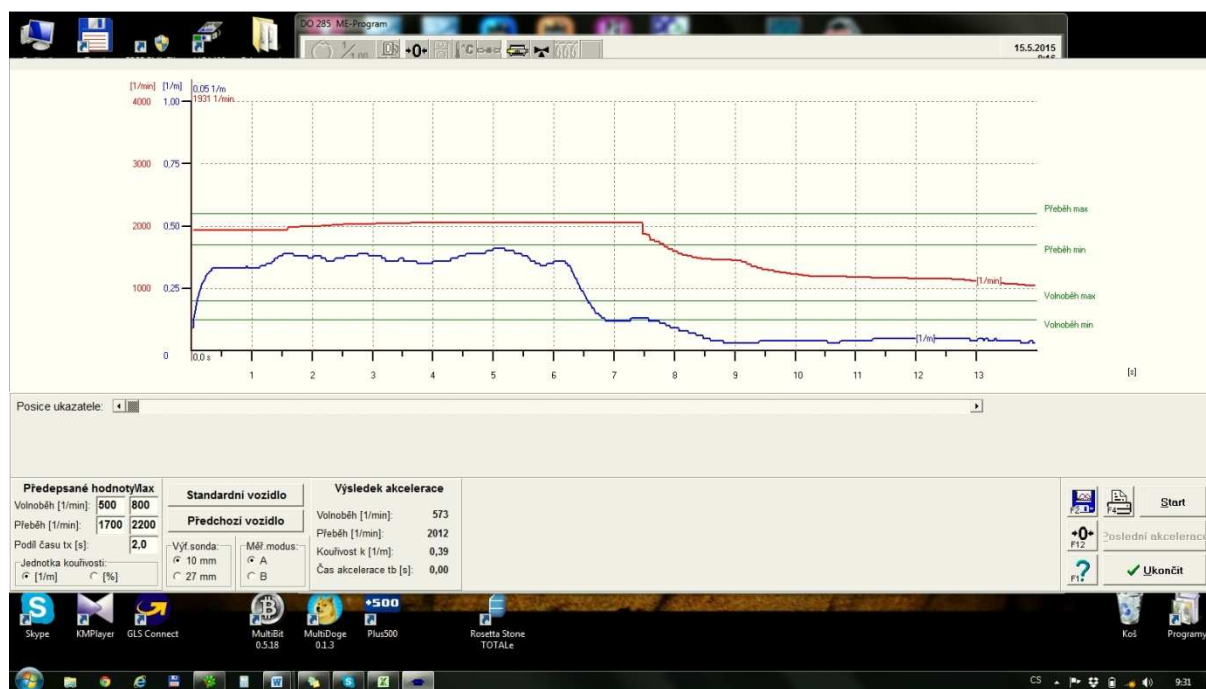
Osobní loď ANDANTE je vybavena původním motorem IFA – 6-VD 14,5/12-2 SRV, nepřepřítňovaný.



Naměřené výsledky jsou :

Měřené parametry	Volnoběžné otáčky $n = 573 \text{ min}^{-1}$	Zvýšené otáčky $n = 1316 \text{ min}^{-1}$	Jmenovité otáčky $n_{jm} = 2008 \text{ min}^{-1}$	Akcelerační test 4x opakovaný (přechod z volnoběhu $n = 573 \text{ min}^{-1}$ na $2012 \text{ min}^{-1}$ )
Hodnota kouřivosti ( $\text{m}^{-1}$ )	0,04	0,12	0,56	0,39
Opacita (%)	1,8	5,7	22,1	

Akcelerační test:



Průběh akceleračního testu ukázal, že u atmosférického motoru nedojde k podstatnému zvýšení kouřivosti v přechodovém režimu a zároveň se ukázalo, že nejméně příznivý režim jsou jmenovité otáčky motoru.

b) Tlačný remorkér TR 439

Tlačný remorkér typu TR 400 byl vyroben v Českých loděnicích v roce 1984



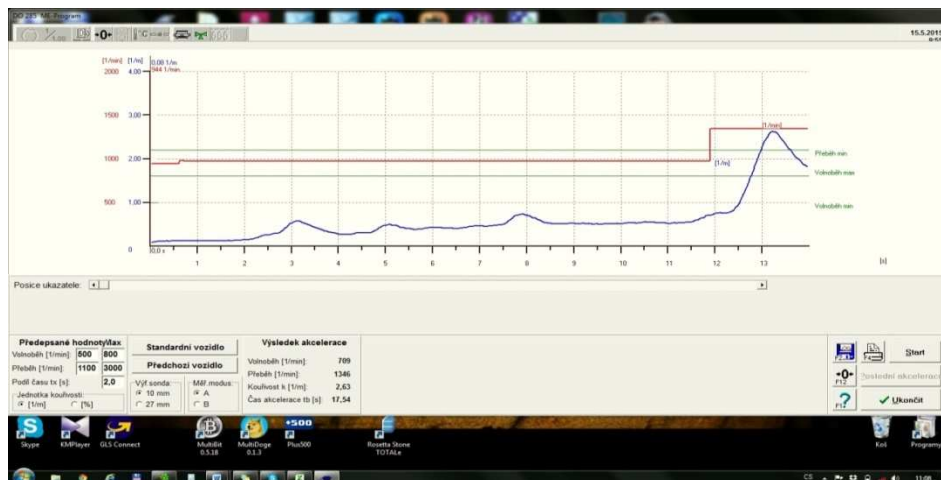


Naměřené výsledky jsou:

Měřené parametry	Volnoběžné otáčky $n = 610 \text{ min}^{-1}$	Zvýšené otáčky $n = - \text{min}^{-1}$	Jmenovité otáčky $n_{jm} = 1368 \text{ min}^{-1}$	Akcelerační test 4x opakovaný (přechod z volnoběhu $n = 709 \text{ min}^{-1}$ na $1346 \text{ min}^{-1}$ )
Hodnota kouřivosti ( $\text{m}^{-1}$ )	0,01		0,9	2,63
Opacita (%)	2,49		96,4	



Akcelerační test:



U přepřítovaného motoru s r. výroby 1984 se ukazuje, že největší kouřivost se objeví u volné akcelerace, která je ovšem omezena max. na 2 sec. Z ustáleného režimu je kritický opět provoz při jmenovitých otáčkách.

c) Osobní loď NATAL

Osobní loď opět typu BIFA III, ovšem po výměně hlavního motoru. Nyní je v lodi motor CATEPILLAR CAT 03056 DITA.







Specifikace motoru podle výrobce



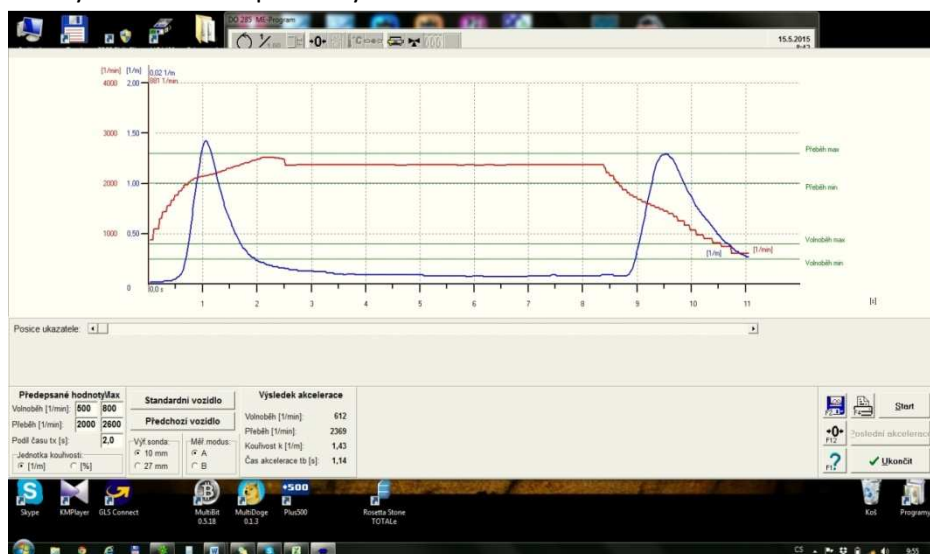
U tohoto motoru je pozoruhodné varování, že motor neodpovídá US normě 40 CFR 1068 230 a je určen pro export mimo USA



Naměřené hodnoty jsou:

Měřené parametry	Volnoběžné otáčky $n = 610 \text{ min}^{-1}$	Zvýšené otáčky $n = 1532 \text{ min}^{-1}$	Jmenovité otáčky $n_{jm} = 2242 \text{ min}^{-1}$	Akcelerační test 4x opakovaný (přechod z volnoběhu z $n = 612 \text{ min}^{-1}$ na $2369 \text{ min}^{-1}$ )
Hodnota kouřivosti ( $\text{m}^{-1}$ )	0,01	0,00	0,00	1,43
Opacita (%)	0,5	0,00	0,00	

Z akceleračního pokusu se ukazuje, že tento moderní motor má vlivem přepřívání turbodmychadlem největší kouřivost při přechodovém režimu, ale pouze po dobu 1 sec. V ustáleném režimu bez ohledu na otáčky má kouřivost prakticky nulovou.



Zajímavým jevem je zakouření motoru v případě přechodové charakteristiky z  $n_{jm}$  na volnoběžné otáčky. Tento jev nedokázal vysvětlit ani zástupce f.Caterpillar, který byl kontaktován.

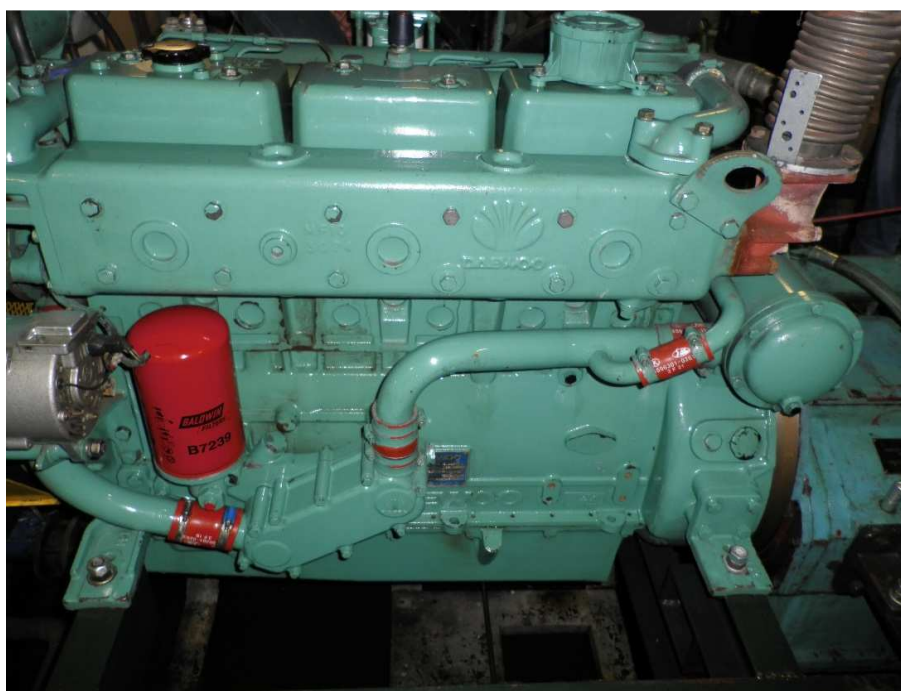
#### d) Osobní loď PORTO

Toto plavidlo je sesterskou lodí k NATAL a vybavené rovněž novým motorem CATERPILLAR, CAT 03056 DITA. Výsledky jsou stejné jako u osobní lodi NATAL.

e) Osobní loď TAURUS



Použitý motor je DAEWO MD 136

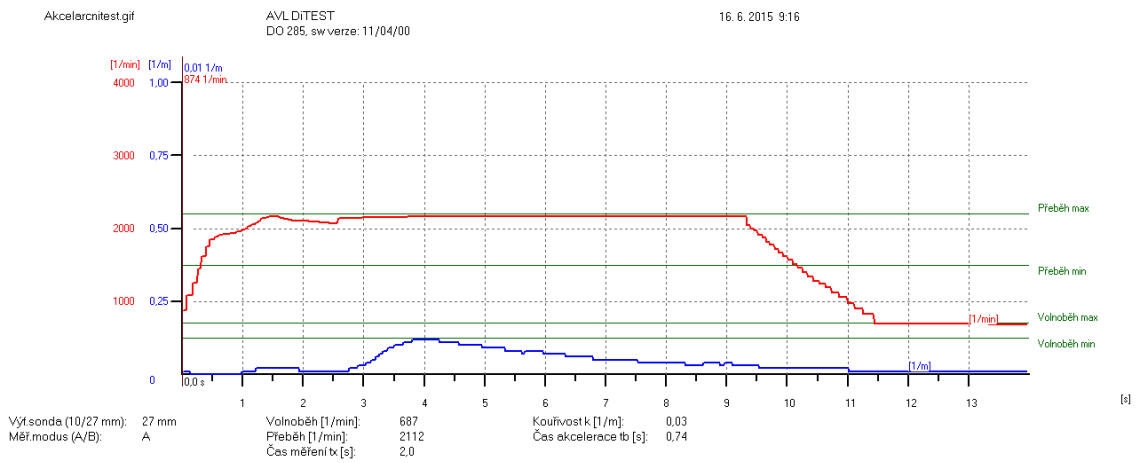


Naměřené hodnoty jsou:

Měřené parametry	Volnoběžné otáčky $n = 695 \text{ min}^{-1}$	Zvýšené otáčky $n = 1374 \text{ min}^{-1}$	Jmenovité otáčky $n_{jm} = 2112 \text{ min}^{-1}$	Akcelerační test 4x opakovaný (přechod z volnoběhu $n = 687 \text{ min}^{-1}$ na $2112 \text{ min}^{-1}$ )
Hodnota kouřivosti ( $\text{m}^{-1}$ )	0,01	0,01	0,03	0,13
Opacita (%)	0,5	0,9	2,7	



## Volná akcelerace:



Tento motor r. výroby 2003 je nepřepřlňovaný . Dosahuje při nezatížení při všech režimech stabilních otáček velmi nízké hodnoty kouřivosti a ani podle přechodové charakteristiky není navýšení kouřivosti příliš výrazné.

### f) Osobní loď CALYPSO



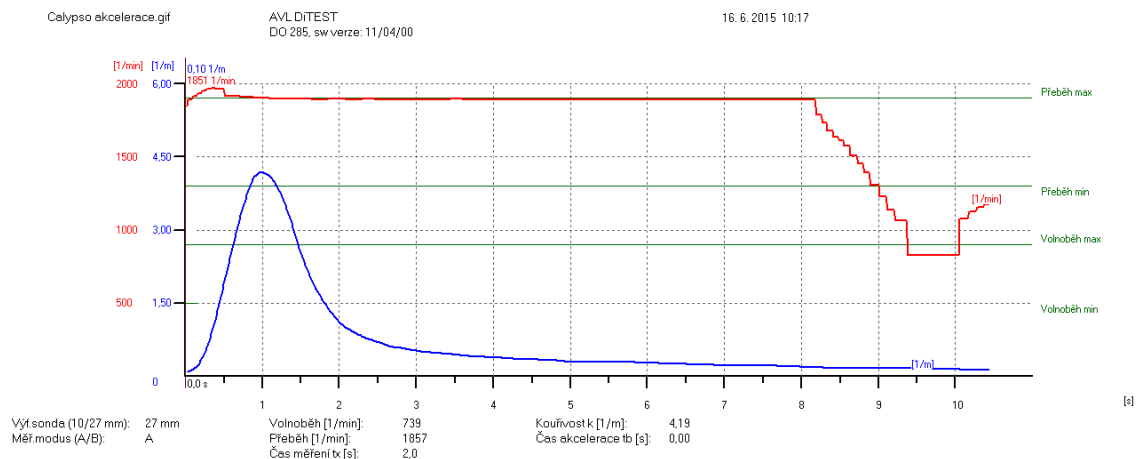
Použitým motorem je opět nepřepřlňovaný motor IFA/6-VD 14,5/12-2 z r. 1987.



Naměřené hodnoty jsou:

Měřené parametry	Volnoběžné otáčky $n = 758 \text{ min}^{-1}$	Zvýšené otáčky $n = 1000 \text{ min}^{-1}$	Jmenovité otáčky $n_{jm} = 1691 \text{ min}^{-1}$	Akcelerační test 4x opakovaný ( přechod z volnoběhu $n = 739 \text{ min}^{-1}$ na $1857 \text{ min}^{-1}$
Hodnota kouřivosti ( $\text{m}^{-1}$ )	0,0	0,01	0,2	4,19
Opacita (%)	0,0	0,5	1,8	

Volná akcelerace :



U tohoto motoru se největší kouřivost objevila v přechodovém režimu u akceleračního testu, přičemž v ustálených režimech je kouřivost stabilní a minimální.

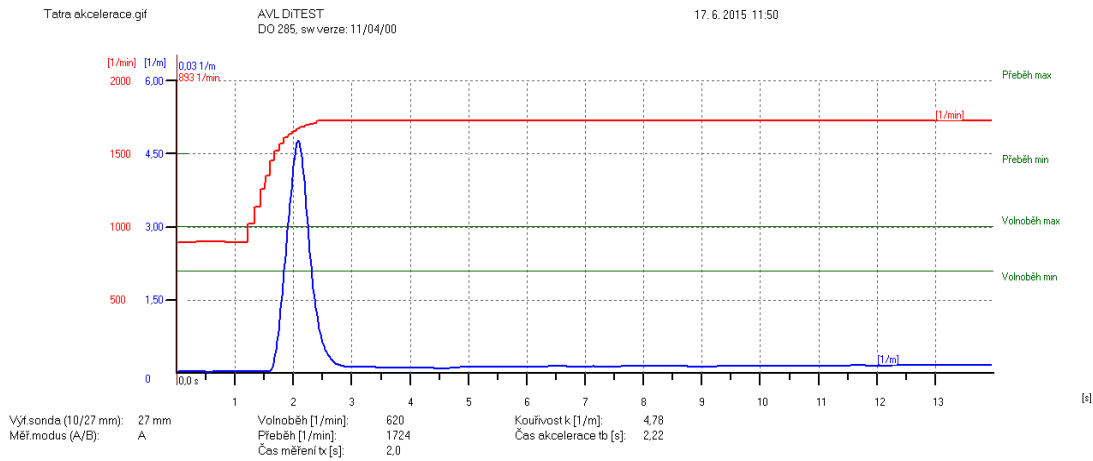
g) Tlačný remorkér TRD 120

Jedná se o tlačný remorkér , používaný pro tlačení výsypných člunů na pískovnách. Tento ke vybaven motorem Tatra 928

Naměřené hodnoty jsou:

Měřené parametry	Volnoběžné otáčky $n = 620 \text{ min}^{-1}$	Zvýšené otáčky $n = 847 \text{ min}^{-1}$	Jmenovité otáčky $n_{jm} = 1724 \text{ min}^{-1}$	Akcelerační test 4x opakovaný ( přechod z volnoběhu $n = 709 \text{ min}^{-1}$ na $1717 \text{ min}^{-1}$
Hodnota kouřivosti ( $\text{m}^{-1}$ )	0,02	0,02	0,44	4,78
Opacita (%)	0,9	0,9	17,0	

## Volná akcelerace



U toho motoru je patrné, že nejvyšší naměřené hodnoty jsou opět při jmenovitých otáčkách a akceleračním testu.

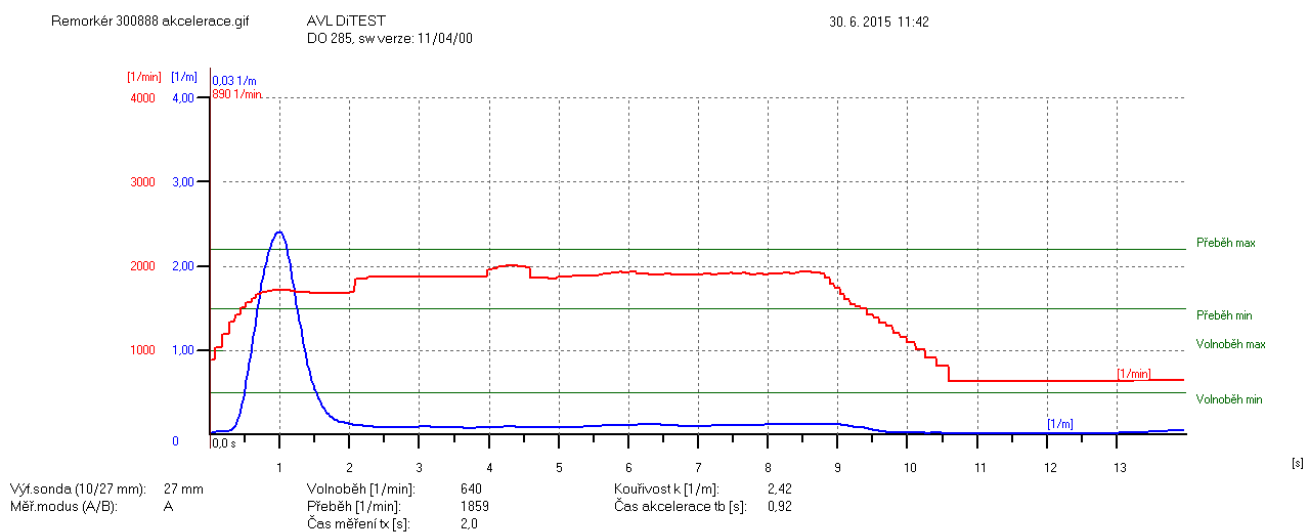
### h) TRD 120

Jedná se o obdobné plavidlo, vybavené rovněž motorem Tatra 928.

Naměřené hodnoty jsou:

Měřené parametry	Volnoběžné otáčky $n = 664 \text{ min}^{-1}$	Zvýšené otáčky $n = 1508 \text{ min}^{-1}$	Jmenovité otáčky $n_{jm} = 2002 \text{ min}^{-1}$	Akcelerační test 4x opakovaný (přechod z volnoběhu $n = 640 \text{ min}^{-1}$ na $1859 \text{ min}^{-1}$ )
Hodnota kouřivosti ( $\text{m}^{-1}$ )	0,04	0,04	0,79	2,42
Opacita (%)	1,8	3,6	8,3	

a akcelerační test :



### i) TRD 120

Opět se jedná o tlačný remorkér, tentokrát ale vybavený motorem Volvo Penta THD 70C.

Naměřené hodnoty jsou:

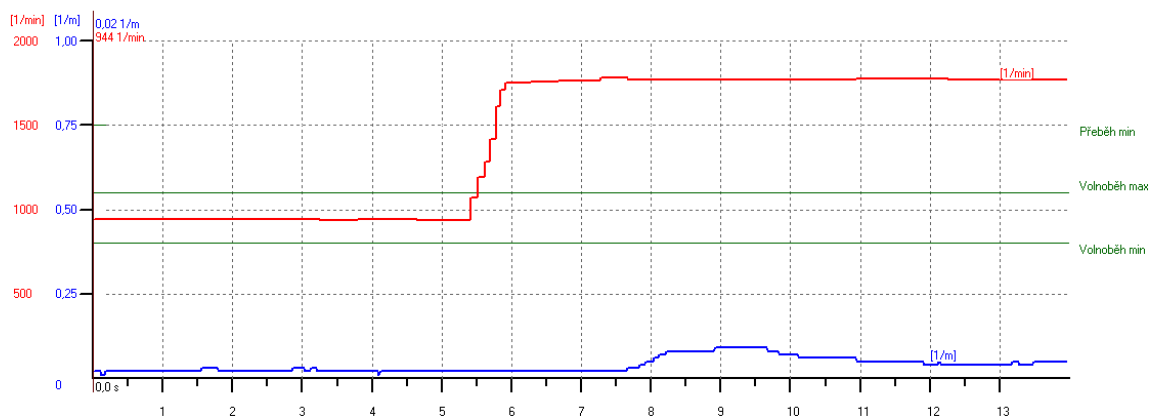
Měřené parametry	Volnoběžné otáčky $n = 938 \text{ min}^{-1}$	Zvýšené otáčky $n = 1403 \text{ min}^{-1}$	Jmenovité otáčky $n_{jm} = 1766 \text{ min}^{-1}$	Akcelerační test 4x opakovaný (přechod z volnoběhu $n = 800 \text{ min}^{-1}$ na $1771 \text{ min}^{-1}$ )
Hodnota kouřivosti ( $\text{m}^{-1}$ )	0,03	0,05	0,1	0,10
Opacita (%)	0,9	1,8	2,2	

## Akcelerační test

Remorkér 304562 akcelerace 01.gif

AVL DITEST  
DO 285, sw verze: 11/04/00

30. 6. 2015 11:57



Výf.sonda (10/27 mm): 27 mm  
Měř.modus (A/B): A

Volnoběh [1/min]: 800  
Přeběh [1/min]: 1771  
Čas měření  $t_x$  [s]: 2,0

Kouřivost  $k$  [1/m]: 0,10  
Čas akcelerace  $t_b$  [s]: 7,86

[s]

Tento motor, i když byl vyroben v r. 1993 vykazuje ve všech režimech minimální hodnoty kouřivosti.

j) TRD 120

Opět je použit motor Volvo Penta, ale typ D7B TA, r.v.2009.

Naměřené hodnoty jsou :

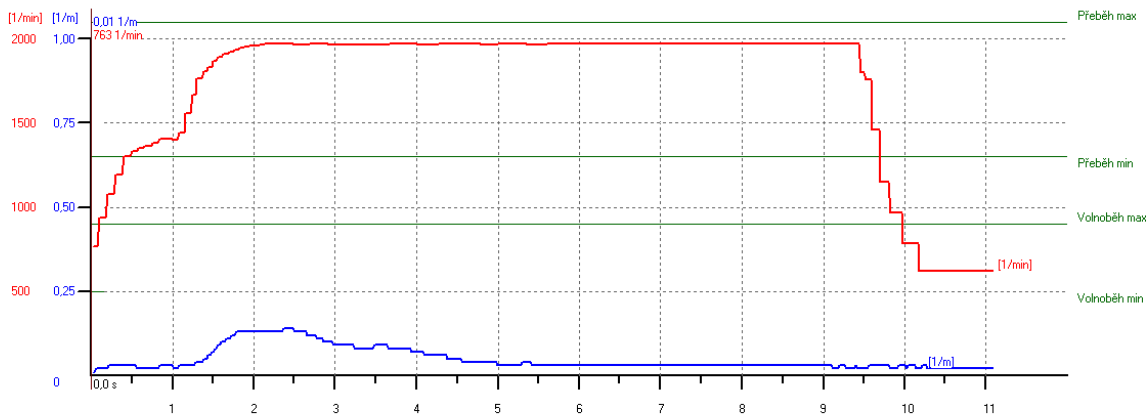
Měřené parametry	Volnoběžné otáčky $n = 620 \text{ min}^{-1}$	Zvýšené otáčky $n = 847 \text{ min}^{-1}$	Jmenovité otáčky $n_{jm} = 1962 \text{ min}^{-1}$	Akcelerační test 4x opakovaný (přechod z volnoběhu $n = 620 \text{ min}^{-1}$ na $1741 \text{ min}^{-1}$ )
Hodnota kouřivosti ( $\text{m}^{-1}$ )	0,02	0,02	0,06	0,14
Opacita (%)	0,9	0,9	4,4	

# Akcelerační test

Tovačov Volvo akcelerce.gif

AVL DITEST  
DO 285, sw verze: 11/04/00

17. 6. 2015 11:38



Výf.sonda (10/27 mm): 27 mm  
Měř.modus (A/B): A  
Volnoběh [1/min]: 620  
Přeběh [1/min]: 1741  
Čas měření tx [s]: 2,0  
Kouřivost k [1/m]: 0,14  
Čas akcelerace tb [s]: 1,56

[s]

Opět i zde jsou naměřené hodnoty minimální.

## 4. Výsledky

### 4.1 Souhrn naměřených výsledků

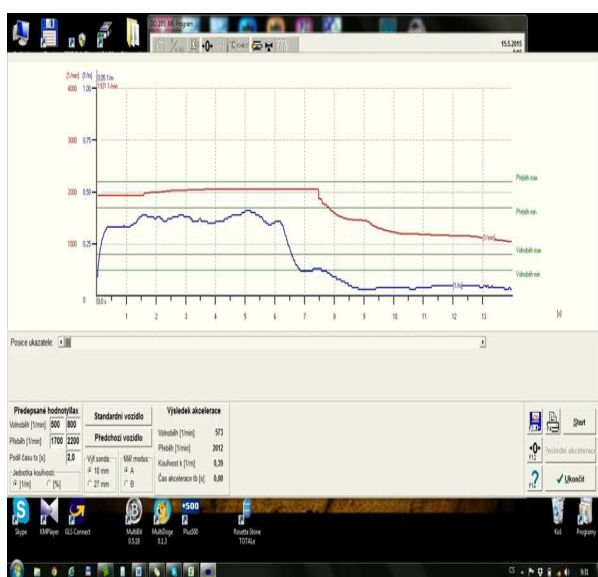
Jméno lodi	Motor r.v.	$n_{volnoběh}$	$n_{střední}$	$n_{jm}$	Akcelerační test
Andante	IFA 6-VD 14,5/12-2 SRV r.v.1983	0,04	0,12	0,56	0,39
Porto	CATERPILLAR CAT 03056 r.v. 2014	0,01	0,01	0,03	0,03 chyba záznamu
Natal	CATERPILLAR CAT 03056 r.v. 2014	0,01	0,00	0,00	1,43
TR 439	ČKD Hořovice 6L 150 PV r.v.1975	0,01		0,9	2,63
CALYPSO	IFA 6-VD 14,5/12-2 r.v. 1987	0,0	0,01	0,2	4,19
TAURUS	DAEWU MD 136 r.v. 2004	0,01	0,01	0,03	0,13
TRD 120	Tatra 928, r.v. 1995	0,02	0,08	0,44	4,78
TRD 120	Tatra 928, r.v. 1995	0,04	0,04	0,79	2,42
TRD 120	Volvo Penta D7B TA	0,02	0,02	0,06	0,14
TRD 120	Volvo Penta THD 70C	0,03	0,05	0,1	0,1



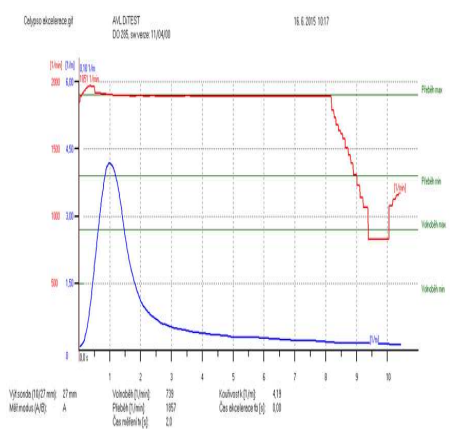
V uvedeném vzorku motorů jsou zastoupeny motory nepřepřlňované motory z 80tých a 90tých let, přepřlňované motory ze 70tých let, nepřepřlňované motory, vyrobené po roce 2000 a moderní motory přepřlňované.

Ukazuje se ale, že u starších motorů budou výsledky silně závislé na opotřebení a seřizení. Dokladem je např. porovnání stejných typů motorů IFA – výroba bývalé NDR, kde u jednoho motoru převládá kouřivost při ustálených maximálních otáčkách s nestabilní kouřivostí při akceleračním testu a ve druhém případě krátkodobá kouřivost při akceleračním testu. I při relativně vysoké kouřivosti v přechodovém režimu se průběh tohoto testu blíží tvarem novějšímu nepřepřlňovanému motoru a je dokladem toho, že druhý motor je ve výrazně lepším stavu, než první.

## 1. Motor IFA



## 2. Motor IFA



## 4.2 Porovnání starých a nových motorů

U starých motorů, vyrobených do r. 1990 jsou výrazné emise při jmenovitých otáčkách motoru jak u atmosférického, tak u přepřlňovaného motoru. Pevné částice se pohybují v tomto režimu v rozmezí 0,5 -1,0 m<sup>-1</sup>. V přechodovém režimu se projevuje krátkodobé zvýšení kouřivosti, které dosahuje hodnoty 0,4 až 4,2 m<sup>-1</sup>.

U nových motorů jsou ustálené režimy téměř bez kouřivosti, v přechodovém režimu dosahují krátkodobé hodnoty 1,5 m<sup>-1</sup>.

## 4.3 Doporučené limity emisí

Vyhláška 302/2001Sb.o technických prohlídkách a měření emisí vozidel ve své příloze č.1, část B uvádí jako povolené limity při akceleračním testu hodnoty:

- u motorů s atmosférickým sáním 2,5 m<sup>-1</sup>

- u přepřlňovaných motorů 3,0 m<sup>-1</sup> nebo u vozidel poprvé registrovaných nebo poprvé uvedených do provozu od 1.1.2007 : 1,5 m<sup>-1</sup>.

Podle tohoto srovnání ,i když u plavidel nebyl prováděn test volné akcelerace přesně podle metodiky vyhlášky a předepsaného nastavení software kouřoměru, je možné konstatovat, že u starých motorů r.v. do 2007 byl překročen limit pouze ve dvou případech, a to u motoru typu IFA, vyrobeném v r.1987 a Tatra ,928 r.v.1995.

Nové motory volnou akceleraci plní bez problémů.

Protože na rozdíl od nákladních automobilů , kde je přechodová charakteristika – akcelerace- častým jevem, u plavidel tomu tak není. Přechodové jevy se vyskytují pouze při manipulaci s plavidlem ( přistávání, odplutí ). Proto podstatný režim jsou ustálené, nejčastěji jmenovité otáčky. Rozhodujícím parametrem pro hodnocení motoru podle emisí bude kouřivost při jmenovitých otáčkách.

Podle naměřených výsledků a podle porovnání s praxí nákladních automobilů a autobusů by bylo vhodné, aby :

-součinitel  $k$  při jmenovitých otáčkách v nezátíženém stavu nepřekročil hodnotu  $0,5 \text{ m}^{-1}$

- orientačně při volné akceleraci žádná z hodnot, naměřených při volné akceleraci nepřekročila

hodnotu:

- u motorů s atmosférickým sáním  $2,5 \text{ m}^{-1}$

- u přeplňovaných motorů  $3,0 \text{ m}^{-1}$ ; u vyrobených po 1.lednu 2007  $1,5 \text{ m}^{-1}$ .

Rozhodující je ovšem kouřivost při jmenovitých otáčkách ; hodnoty zjištěné při volné akceleraci by přicházely v úvahu v případech, kdy by hodnoty, naměřené při jmenovitých otáčkách byly hraniční.

Z hlediska těchto parametrů by nevyhovující motory z naměřeného vzorku byly

- ČKD 6L150 PV

- Tatra 928.

Pokud by motor plavidla splnil tyto hodnoty, je možné na plavidlo vystavit certifikát, osvědčující tyto hodnoty .

V případě, kdy hodnota kouřivosti při jmenovitých otáčkách v nezátíženém stavu nepřesáhne hodnotu  $0,1 \text{ m}^{-1}$  a při volném akceleračním testu nepřesáhne hodnotu  $1,5 \text{ m}^{-1}$  přičemž přechodový jev trvá max. 2 vteřiny, je možné konstatovat, že plavidlo z hlediska emisí je možné označit, jako výrazně ekologické a šetrné k životnímu prostředí. Plavidlo pak může obdržet certifikát šetrnosti k životnímu prostředí.

Z uvedeného vzorku by jako výrazně šetrné motory k životnímu prostředí byly motory

- Caterpillar CAT 03056

- Volvo Penta D7B TA.

## **5. Metodika měření emisí výfukových plynů lodních motorů instalovaných na plavidlech**

Navržená metodika, která sleduje využití poznatků z kontroly emisí plavidel v provozu je v Př. A

Bibliografie :

- [1] Jan Hromádko, Jiří Hromádko, Vladimír Hönig, Petr Miler Spalovací motory, Grada Publishing, a.s. 2011
- [2] Tomáš Šmerda, Jiří Čupera, Martin Fajman , Vznětové motory vozidel, CPres, 2013
- [3] Prof. Ing. Jan Macek, DrSc, Spalovací motory – skriptum ČVUT Fakulta strojní, 2012
- [4] Doc. Ing. Michal Takáts, CSc, Měření emisí spalovacích motorů – texty ČVUT Fakulta strojní, 2012
- [5] Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů, č. 302/2001 Sb. o technických prohlídkách a měření emisí vozidel

Příloha č.1 Protokol o měření emisí plavidla se vznětovým motorem

## Metodika měření emisí výfukových plynů lodních motorů instalovaných na plavidlech

### § 1

#### Účel

Účelem metodiky je systém měření emisí vznětových spalovacích motorů, které slouží jako hlavní pohonné jednotky na plavidlech vnitrozemské plavby v provozu, vymezených Směrnicí 2006/87/ES v posledním platném znění. Vztahuje se na plavidla:

- a) o délce (L) 20 m a více,
- b) jejichž objem vyjádřený jako součin délky (L), šířky (B) a ponoru (T) dosahuje 100 m<sup>3</sup> a více.
- c) remorkéry a tlačné remorkéry určené k vlečení nebo tlačení nebo k bočnímu vedení plavidel nebo plovoucích strojů,
- d) určená k přepravě osob, jež nesou kromě posádky více než dvanáct cestujících,
- e) plovoucí stroje.

### §2

#### Rozsah a způsob měření emisí

U plavidel v §1 se vznětovým motorem se při měření emisí provádí :

(1) pokud výrobce poskytl pokyny pro provedení zkoušek, jak uvádí 2009/46/ES, zkoušky se provádějí podle odstavce 3 na základě pokynů výrobce motoru pro monitorování konstrukčních dílů a parametrů motoru významných z hlediska emisí výfukových plynů. V pokynech, které vypracovává výrobce a schvaluje příslušný orgán, se specifikují konstrukční díly významné z hlediska výfukových plynů a také seřízení a parametry, ze kterých lze vyvodit trvalé dodržování mezních hodnot emisí výfukových plynů. Pokyny obsahují minimálně tyto informace:

- a) typ motoru, případně rodinu motorů s uvedením jmenovitého výkonu a jmenovitých otáček;
- b) seznam konstrukčních dílů a parametrů motoru významných z hlediska emisí výfukových plynů;
- c) jednoznačné údaje potřebné pro identifikaci povolených konstrukčních dílů významných z hlediska emisí výfukových plynů (např. čísla částí vyznačená na konstrukčních dílech);
- d) parametry motoru významné z hlediska emisí výfukových plynů, jako je stanovení rozmezí pro časování vstřiku, povolená teplota chladicí vody, maximální přípustný protitlak výfukových plynů atd.

V případě motorů vybavených následným zpracováním výfukových plynů obsahují pokyny také postupy pro kontrolu, zda zařízení následného zpracování výfukových plynů účinně funguje.

(2) pokud výrobce neposkytl pokyny podle odst. (1) nebo chybí-li v pokynech výrobce následující požadavky, provádí se

- a) vizuální kontrola skupin a dílů ovlivňujících tvorbu emisí ve výfukových plynech zaměřená na úplnost a těsnost palivové, sací a výfukové soustavy a těsnost motoru;
- b) kontrola seřízení motoru zahřátého na provozní teplotu, zejména nastavení volnoběžných otáček a rovnoměrnost chodu při těchto otáčkách, maximálních otáček podle nastavení regulátoru.

(3) v obou případech v odst.(1) a (2) se provádí měření kouřivosti při volnoběhu a metodou volné akcelerace

### § 3

#### Přístroje a zařízení používané k měření emisí vznětových lodních motorů

- (1) Inspekční orgán měření emisí vznětových motorů plavidel musí být vybaven nejméně těmito přístroji:
  - a) Přístrojem na měření otáček motoru
  - b) Přenosným přístrojem k měření kouřivosti vznětových motorů ( opacimetrem ) vhodného typu.
- (2) Přístroje musí odpovídat základním charakteristikám podle přílohy č. 1.

### § 4

#### Protokol o měření kouřivosti a hodnocení výsledku měření

- (1) Protokol obsahuje
  - a) Logo inspekčního orgánu, akreditační znak, že je inspekční orgán akreditován v rámci EA podle ISO EN 17 020 jako inspekční orgán pro obor plavidel, jméno, IČ a adresa inspekčního orgánu
  - b) Číslo protokolu, které se skládá z pořadového čísla měření provedeného v kalendářním roce lomeného posledním dvojcíslím kalendářního roku a název protokolu o měření kouřivosti
  - c) Informace o plavidle a měřeném motoru – jméno plavidla, evidenční číslo, typ motoru, výrobce, výrobní číslo, jmenovitý výkon, jmenovité otáčky
  - d) Provozovatel plavidla – firma / osoba , adresa
  - e) Výsledek vizuální kontroly – stav sací, výfukové a palivové soustavy a celkového stavu motoru
  - f) Parametry měřené při měření kouřivosti, naměřené hodnoty
  - g) Informace o použitém kouřoměru s uvedením výrobce a typu
  - h) informace o tom, že záznam z kouřoměru tvoří přílohu protokolu
  - i) poznámky s uvedením zjištěných závad,
  - j) hodnocení výsledku měření
  - k) datum provedeného měření, jméno a podpis inspektora inspekčního orgánu, který měření provedl
- (2) Motor plavidla je z hlediska kouřivosti vyhovující, pokud na jeho technickém stavu nebyly zjištěny závady mající vliv na zhoršení emisního chování a kontrolovaný parametr se nachází v mezích stanovených výrobcem, nesmí však být překročeny hodnoty stanovené v příloze č.2.

### § 5

#### Osvědčení o měření emisí

- (1) Osvědčením emisí je Protokol o měření emisí
- (2) Pokud provozovatel plavidla požaduje po splnění limitů v Příloze 2 certifikát, tuto skutečnost potvrzuje.
- (3) V případě, že u motoru byla zjištěna kouřivost při jmenovitých otáčkách  $\leq 0,03 \text{ m}^{-1}$ , obdrží provozovatel certifikát, potvrzující jeho mimořádný postoj k ochraně ovzduší jako životního prostředí.

## Příloha č.1

### Přístroje

(1) Přístroj pro měření otáček motoru

Přístrojem musí měřit otáčky klikového hřídele zážehového motoru v rozsahu nejméně 600 až 6000 min<sup>-1</sup> s přesností :

- a) v rozsahu 600 až 1000 min<sup>-1</sup> - max. +/- 25 min<sup>-1</sup>
- b) v rozsahu nad 1000 min<sup>-1</sup> – nejvýše 20 min<sup>-1</sup>.

Lhůta kalibrace 2 roky.

(2) Přístroj pro měření kouřivosti vznětových motorů

Přístroj musí umožňovat měření optické hustoty ( opacity) výfukového plynu vznětového motoru při:

- a) Volnoběžných a jmenovitých otáčkách nezatíženého motoru
- b) Volné akceleraci.

Opacitu musí přístroj uvádět v absolutních jednotkách ( m<sup>-1</sup> ), volitelně v procentech ( % ) nebo jednotkách HSU.

Přístroj musí být schopen spojit měření otáček s měřením opacity.

Lhůta kalibrace 2 roky

## Příloha č. 2

### Doporučené hodnoty kouřivosti pro plavidla se vznětovými motory v provozu

Parametrem, popisujícím emisní chování vznětového motoru v provozu je kouřivost motoru, vyjádřená součinitelem absorpce světla ( optickou hustotou- opacitou ) výfukového plynu [ k ] ( m<sup>-1</sup>), naměřenou při jmenovitých otáčkách v nezatíženém stavu a orientačně při volné akceleraci.

Součinitel k při jmenovitých otáčkách v nezatíženém stavu nemá překročit hodnotu 0,5 m<sup>-1</sup> a orientačně při volné akceleraci by žádná z hodnot, naměřených při čtyřech za sebou jdoucích akceleracích, neměla překročit hodnotu .:

- u motorů s atmosférickým sáním 2,5 m<sup>-1</sup>

- u přeplňovaných motorů 30, m<sup>-1</sup>; u vyrobených opo 1.lednu 2007 1,5 m<sup>-1</sup>.

## Příloha č. 3

### Protokol a certifikáty

Československý Lloyd

PROTOKOL č..../2015  
o měření emisí plavidla se vznětovým motorem

Plavidlo :	Evid.č.:
Hlavní /pomocný motor ( výrobce/ typ/atmosférický/přepřloňovaný )	Výr.číslo:
$P_{jm} = \dots\dots\dots \text{ kW}$	Rok výroby:
$n_{jm} = \dots\dots\dots \text{ min}^{-1}$	

Provozovatel plavidla ( firma, adresa ) :

Kontrola

Výsledek vizuální kontroly ( stav sací, výfukové a palivové soustavy ) :

Na systémech nebyly zjištěny žádné netěsnosti, motor má podle provozovatele všechny součásti originální

Naměřené hodnoty

Měřené parametry	Volnoběžné otáčky $n = 758 \text{ min}^{-1}$	Zvýšené otáčky $n = 1000 \text{ min}^{-1}$	Jmenovité otáčky $n_{jm} = 1691 \text{ min}^{-1}$	Akcelerační test 4x opakovaný ( přechod z volnoběhu $n = 739 \text{ min}^{-1}$ na $1857 \text{ min}^{-1}$
Hodnota kouřivosti ( $\text{m}^{-1}$ )	0,0	0,01	0,2	4,19
Opacita (%)	0,0	0,5	1,8	

Použitý opacimetr : MDO 2 DO 285

Záznam z kouřoměru tvoří přílohu tohoto protokolu./ Naměřené hodnoty jsou přímým on-line záznamem měření kouřoměru.

Poznámky:

Datum provedení měření emisí : .....

Za správnost

.....  
podpis



**Československý Lloyd**

**CERTIFIKÁT**

č.

Československý Lloyd potvrzuje, že plavidlo

**NÁZEV PLOVIDLA**

společnosti :

**NÁZEV SPOLEČNOSTI, ADRESA**

Spĺňuje na základě provedených měření doporučené limity emisí výfukových plynů ,  
kdy součinitel absorpce hlavního motoru nepřekračuje hodnotu kouřivosti  $0,5 \text{ m}^4$ .

Praha: XX.XX.2015



Jiří Hendrych  
Československý Lloyd





## Československý Lloyd

### CERTIFIKÁT

č.

Československý Lloyd potvrzuje, že plavidlo

### NÁZEV PLOVIDLA

společnosti :

NÁZEV SPOLEČNOSTI, ADRESA

na základě provedených měření emisí výfukových plynů prokázalo,  
že je mimořádně šetrné vůči životnímu prostředí.

Naměřené hodnoty součinitele absorpce hlavního motoru jsou 5 x nižší, než je doporučená hodnota.



Praha: XX.XX.2015

Jiří Hendrych  
Československý Lloyd

