



## DYNAMICKÁ PREZENTACE SABATOVA TEPELNÉHO OBĚHU DYNAMICAL PRESENTATION OF SABAT'S THERMAL CIRCUIT

MARTIN POSPÍŠIL - JOSEF FILÍPEK

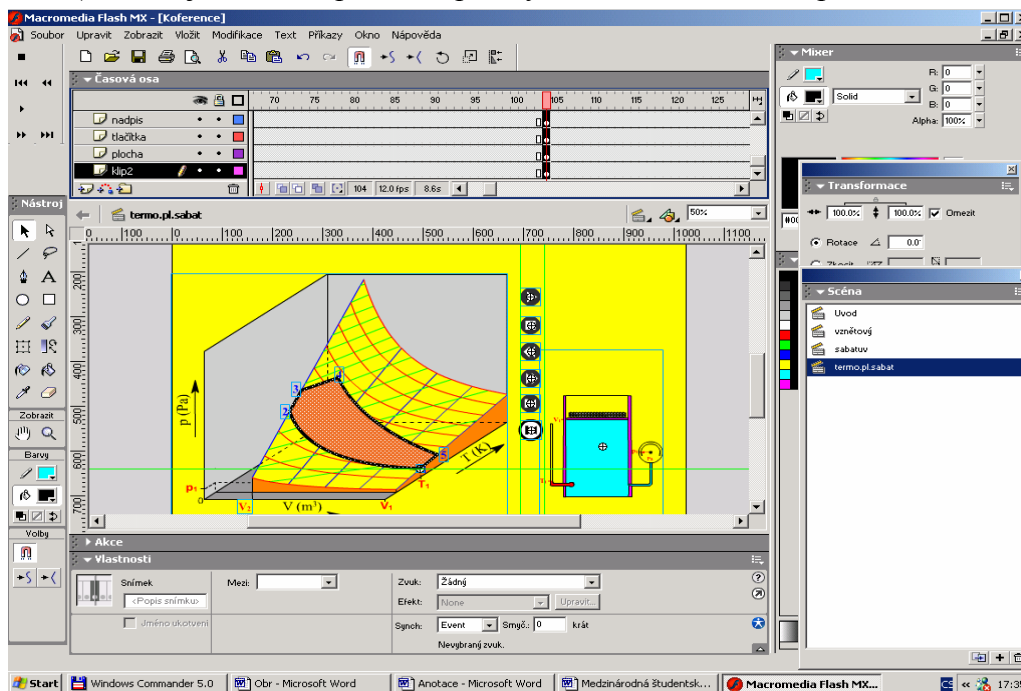
### Abstract

Authors will present multimedia educational programme „Sabat's Thermal Circuit“ at the conference. Interactive animation compares real and theoretical circuit of compression ignition engine in thermodynamical terms.

**Key words:** Sabat's Thermal Circuit, compression ignition engine, state (conditions) changes of gas, interactive animation

### Úvod

Dynamická prezentace Sabatova tepelného oběhu byla vytvořena v programu Flash MX, který je vhodný k vytváření animací (Obr. 1). Základními prvky programu jsou pracovní plocha, časová osa (*rozdělená do jednotlivých vrstev*), nástrojová lišta a plovoucí panely, sloužící k nastavení parametrů všech objektů.



Obr. 1 Pracovní prostředí software Flash MX

### Kontaktní adresa:

Martin Pospíšil, Doc. Ing. Josef Filípek, CSc., Ústav techniky a automobilové dopravy, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: [filipek@mendelu.cz](mailto:filipek@mendelu.cz)



Výukový program je tvorený troma samostatnými animáciami (Obr. 2):

- Sabatův tepelný oběh,
- termodynamická plocha,
- čtyřdobý vznětový motor.



Obr. 2 Animace zahrnuté v projektu

### Sabatův tepelný oběh

V původním rovnotlakém systému vznětových motorů použil Diesel pro dopravu paliva do spalovacího prostoru stlačeného vzduchu. Dnes se využívají převážně vstříkovací čerpadla. Při rychlém vstříknutí paliva do válce proběhne hoření z části při konstantním objemu a z části při konstantním tlaku (*izobarický a izochorický přívod tepla*). Pracovní cyklus se nazývá Sabatův podle konstruktéra, který v roce 1909 sestrojil ve Francii motor, pracující daným způsobem. Sabatův porovnávací tepelný oběh je uveden na Obr. 3. Tepelný oběh zahrnuje adiabatickou kompresi ( $Q = 0$ ), izochorický ( $V = k$ ) a izobarický přívod tepla ( $p = k$ ), adiabatickou expanzi ( $Q = 0$ ) a izochorický odvod tepla ( $V = \text{konst}$ ). Při sestavování animace se vycházelo z řady teoretických předpokladů (*dokonalé adiabatické, izochorické a izobarické stavové změny ideálního plynu, dostatečná tepelná kapacita teplé a studené lázně, dokonalá tepelná izolace, těsnost pracovního válce atd.*).

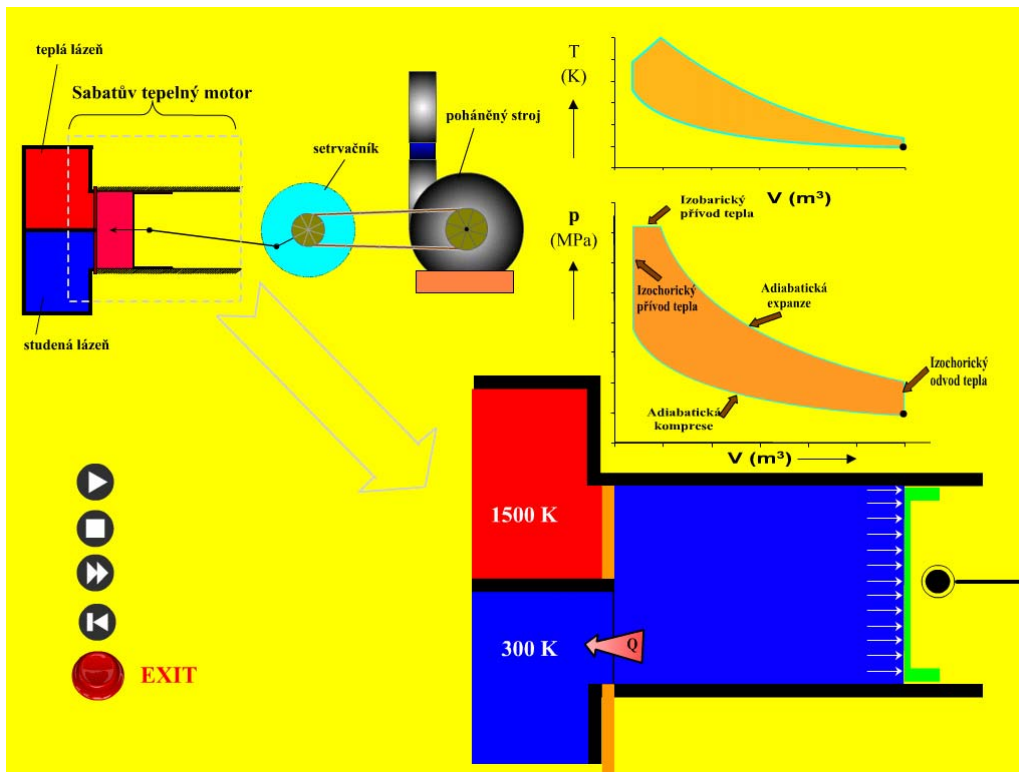
### Termodynamická plocha

Za předpokladu platnosti stavové rovnice ( $p \cdot V/T = k$ ) je každý termodynamický stav plynu určen bodem, který se nachází na termodynamické ploše (Obr. 4). Pohyb bodu po ploše je synchronizovaně doprovázen změnou  $p$ ,  $T$  a  $V$  plynu ve válci uzavřeném pohyblivým pístem. Z animace názorně vyplývá, že po realizaci kruhového cyklu se vrátíme do výchozího stavu.

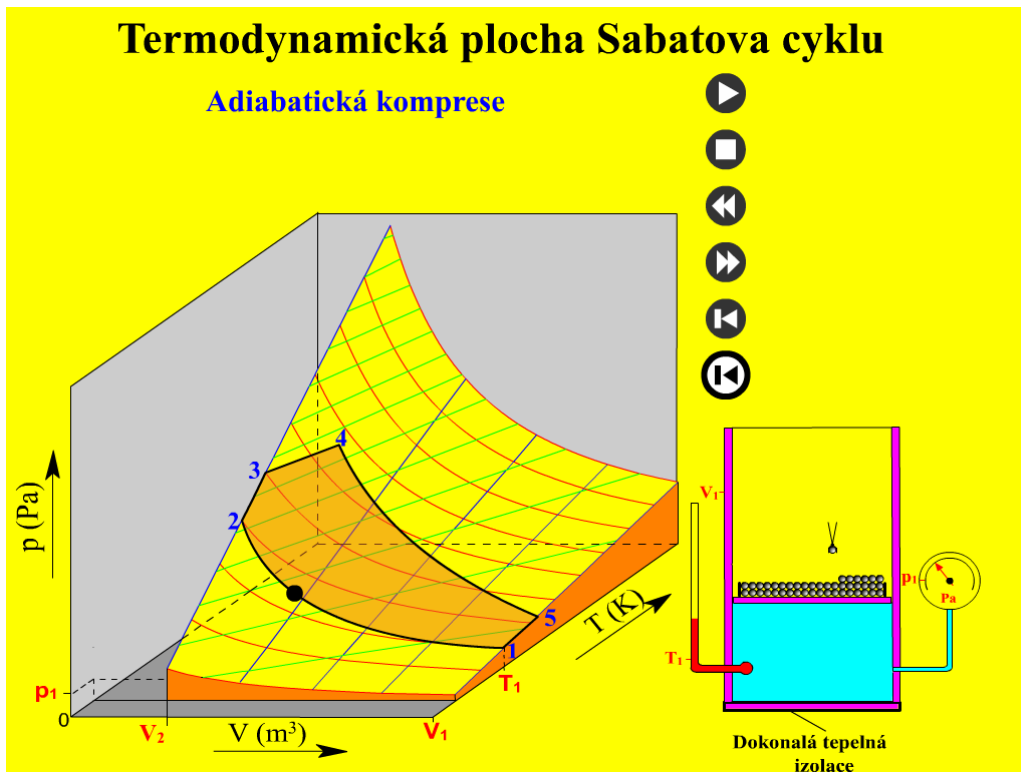


### Čtyřtaktní vznětový motor

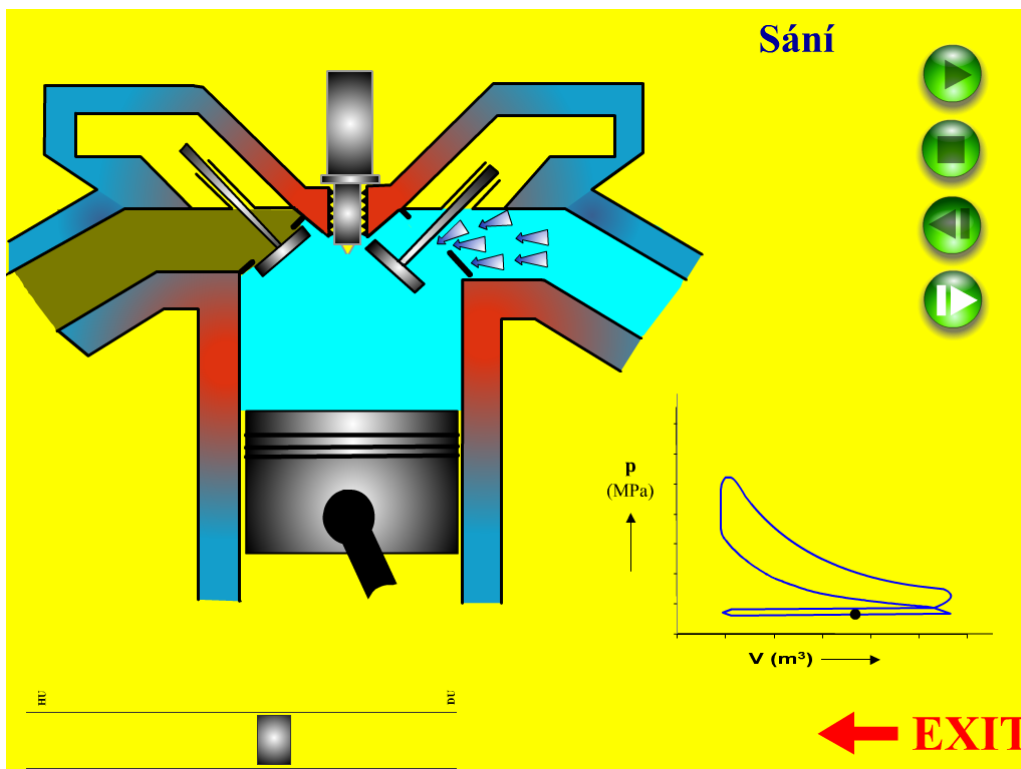
Princip činnosti čtyřtaktního vznětového motoru je zřejmý z Obr. 5. V průběhu animace můžeme sledovat časový sled jednotlivých taktů (*sání, komprese, expanze, výfuk*). Poloha pístu v motoru je indikována i polohou bodu ve skutečném  $p - V$  diagramu.



Obr. 3 Sabatův tepelný oběh



Obr. 4 Termodynamická plocha



Obr. 5 Princíp činnosti vznětového motoru



## Závěr

Interaktivní animace prezentovaná na mezinárodní vědecké konferenci v Nitře byla vyvinuta jako názorná učební pomůcka, která má sloužit k lepšímu pochopení termodynamických zákonitostí v tepelném oběhu vznětového motoru. Usnadňuje učiteli výklad a umožňuje studentům průběžně sledovat dění a změny v Sabatově cyklu. V průběhu výukového procesu je možné animaci zastavit, vrátit se k problematickému místu, postupovat po krocích, popř. děj opakovat.

## Použitá literatura

1. Pavelek, M. a kol.: Termomechanika. Akademické nakladatelství CERM 2003, s.r.o. Brno, s. 283, ISBN 80 – 214 – 2409 – 5.
2. Vykoukal, R.: Automobily. SNTL Praha 1971, s. 410.
3. Klána, J., Košek, J. a kol.: Příručka opraváře automobilů. Litera Brno 1995, s. 502, ISBN 80 – 85763 – 06 – 0.
4. Fotr, J.: Macromedia Flash MX - podrobná příručka. Computer Press Praha 2002, s. 355, ISBN 80 – 7226 – 677 – 2.

Autoři představí na konferenci multimediální výukový program „Sabatův tepelný oběh“. Interaktivní animace porovnává skutečný a teoretický oběh vznětového motoru z termodynamického hlediska.

Sabatův tepelný cyklus, vznětový motor, stavové změny plynu, interaktivní animace