

**Vysoké učení technické v Brně  
Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií  
Ústav elektroenergetiky**

# **Bakalářská práce**

**Termodynamický cyklus**

**Příloha J - Návod k použití výpočtového programu**

**2009**

**Ing. Oto Zatloukal  
ID: 18996**

**Vysoké učení technické v Brně  
Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií  
Ústav elektroenergetiky**

# **Návod k použití**

**Programu pro výpočet Stirlingova termodynamického cyklu**

**2009**

**Ing. Oto Zatloukal**

## Obsah

Obsah .....	3
Úvod .....	4
Vstupní data do výpočtu .....	4
Výstupní data výpočtu .....	4
Výpočtový program – aplikace pro prostředí Matlabu .....	5
Výpočtový program – spustitelná aplikace „vypocet.exe“ .....	9
Výpočtový program – webová aplikace „html“ .....	12
Závěrem .....	14

## Úvod

Dostal se Vám do rukou program pro výpočet Stirlingova termodynamického cyklu, který Vám umožní na základě zadaných hodnot vypočítat parametry teoretického Stirlingova cyklu a provede vykreslení cyklu do diagramů p-V a T-S. Program má zabudovanou jednoduchou kontrolu vstupních dat tak, aby se výpočet pohyboval v rámci prakticky dosažitelných hodnot.

Program byl vytvořen v prostředí Matlabu verze 7.1.0.246 jako součást Bakalářské práce. Program existuje ve třech variantách pro různé možnosti přístupu a podle toho se skládá z různých funkcí a vyžaduje specifické podmínky pro svůj běh.

Verze pro prostředí Matlab, spustitelná aplikace ve formátu „exe“ a aplikace pro přístup přes internet.

## Vstupní data do výpočtu

Vstupní data jsou pro všechny varianty stejná, zadávají se pomocí dialogových oken. Po zadání jsou data zkontrolována, zda jsou v povoleném rozsahu a splňují další podmínky pro korektní výpočet. Pokud se vyskytne nějaká nesrovnalost, budete na toto upozorněni formou chybového hlášení v novém okně, poté se lze vrátit zpět do zadávání vstupních dat a případnou chybu opravit.

Zadávanými vstupními daty a povolenými rozsahy jsou:

Spodní pracovní teplota v Kelvinech, povolený rozsah je od 273 do 1500 K

Horní pracovní teplota v Kelvinech, povolený rozsah je od 273 do 1500 K

Objem kompresního prostoru v metrech krychlových, povolený rozsah je od 0 do 1 m<sup>3</sup>

Celkový objem válců v metrech krychlových, povolený rozsah je od 0 do 1 m<sup>3</sup>

Plnicí tlak náplně v Pascalech, povolený rozsah je od 0 do 10000000 Pa

Účinnost regenerace v procentech, povolený rozsah je od 0 do 100 %

## Výstupní data výpočtu

Výstupní data jsou také pro všechny verze stejná, jsou vypsána na obrazovku. Součástí je i vykreslení grafu průběhu cyklu v pracovní diagramu p-V a tepelném diagramu T-S.

Výstupními hodnotami jsou:

Přivedené teplo v průběhu jednoho cyklu v Joulech

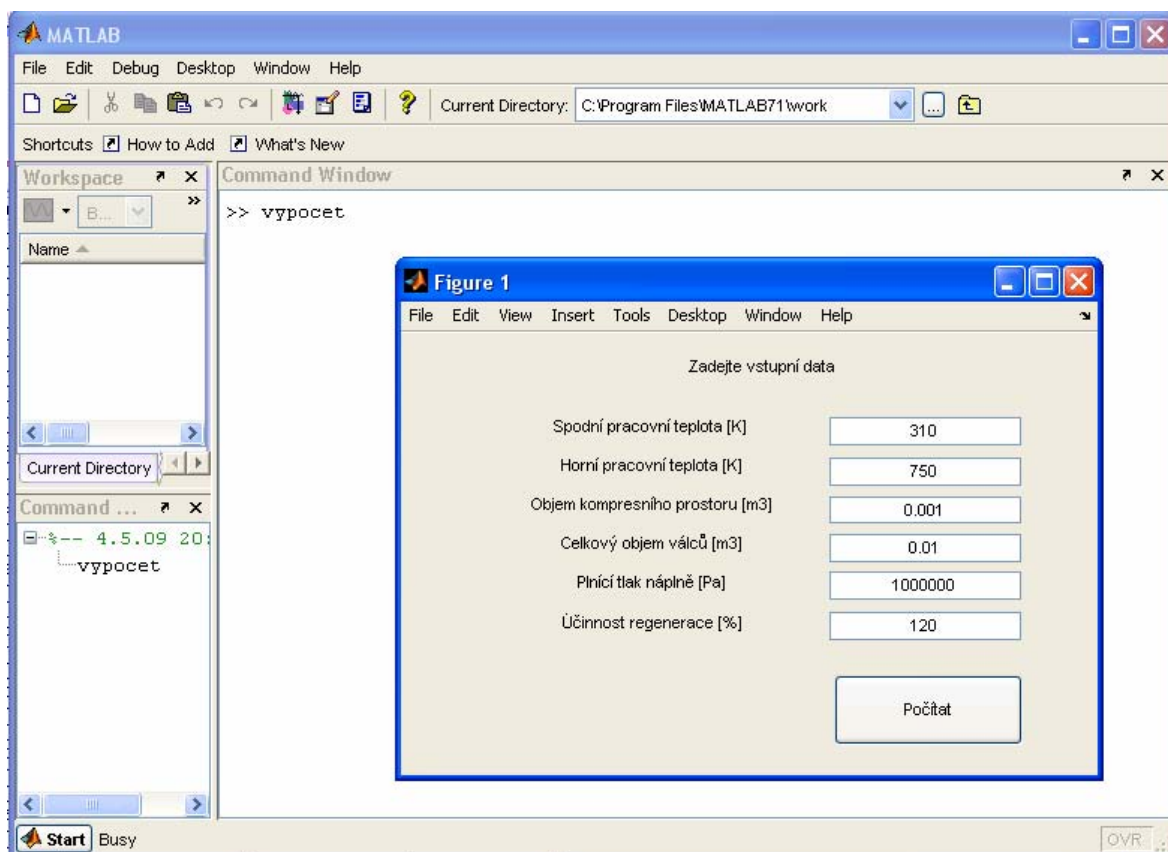
Odvedené teplo v průběhu jednoho cyklu v Joulech

Termická účinnost počítaného oběhu

Termická účinnost Carnotova cyklu pracujícího mezi stejnými teplotami

## Výpočtový program – aplikace pro prostředí Matlabu

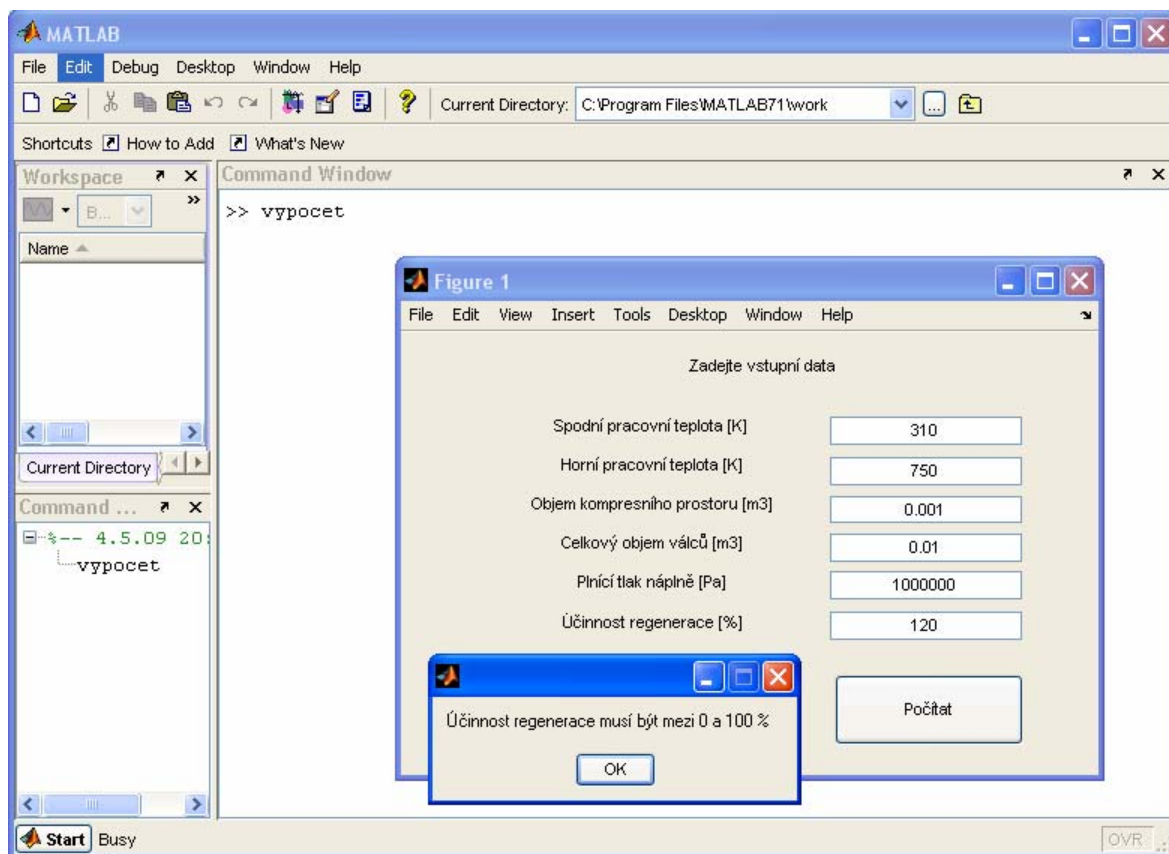
Pro používání musíte mít nainstalován výpočtový program Matlab, nejlépe ve verzi 7.1 a vyšší. Všechny soubory (funkce) musí být nahrány v pracovním adresáři. Spuštění výpočtu provedte voláním funkce „výpočet“ v příkazovém okně Matlabu. Tím je spuštěn výpočtový program, který vás vyzve k zadání vstupních dat do nově otevřeného dialogového okna.



Spuštění výpočtu a zadání vstupních dat

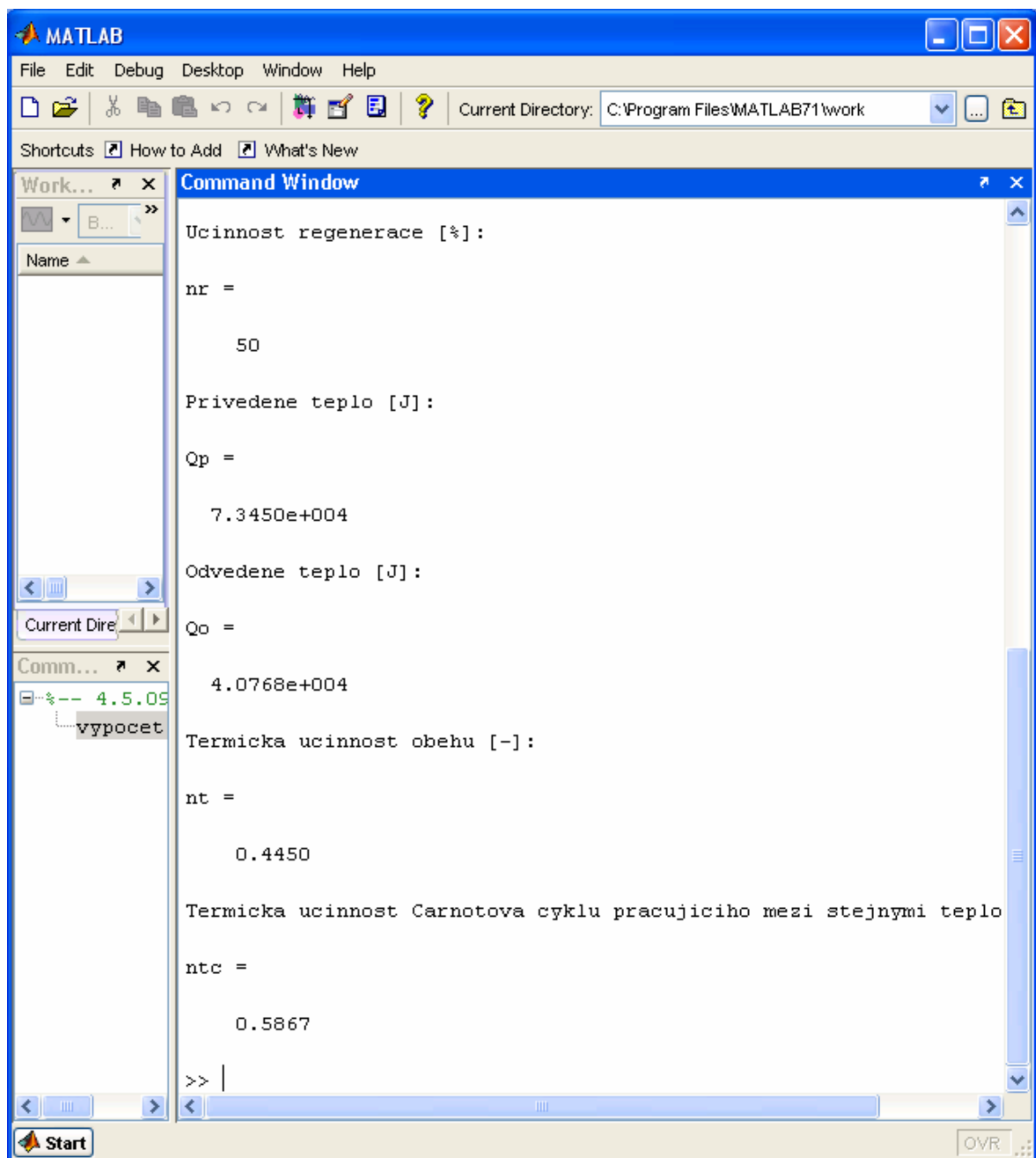
Vstupní data jsou již v jednotlivých buňkách předdefinována, pokud chcete některou hodnotu změnit, zvolte kurzorem příslušné pole a hodnotu přepište. Jakmile máte zadána všechna vstupní data, potvrďte toto stiskem tlačítka „Počítat“.

Program nyní provede kontrolu vstupních dat. Pokud jsou některé hodnoty v rozporu s podmínkami pro výpočet, program vás na to upozorní vypsáním hlášení do nového okna. Po potvrzení hlášení se vrátíte zpět do okna zadávání vstupních dat. Všechna doposud zadaná data zůstávají platná, můžete tedy provést opravu a opět pokračovat ve výpočtu novým stiskem tlačítka „Počítat“.

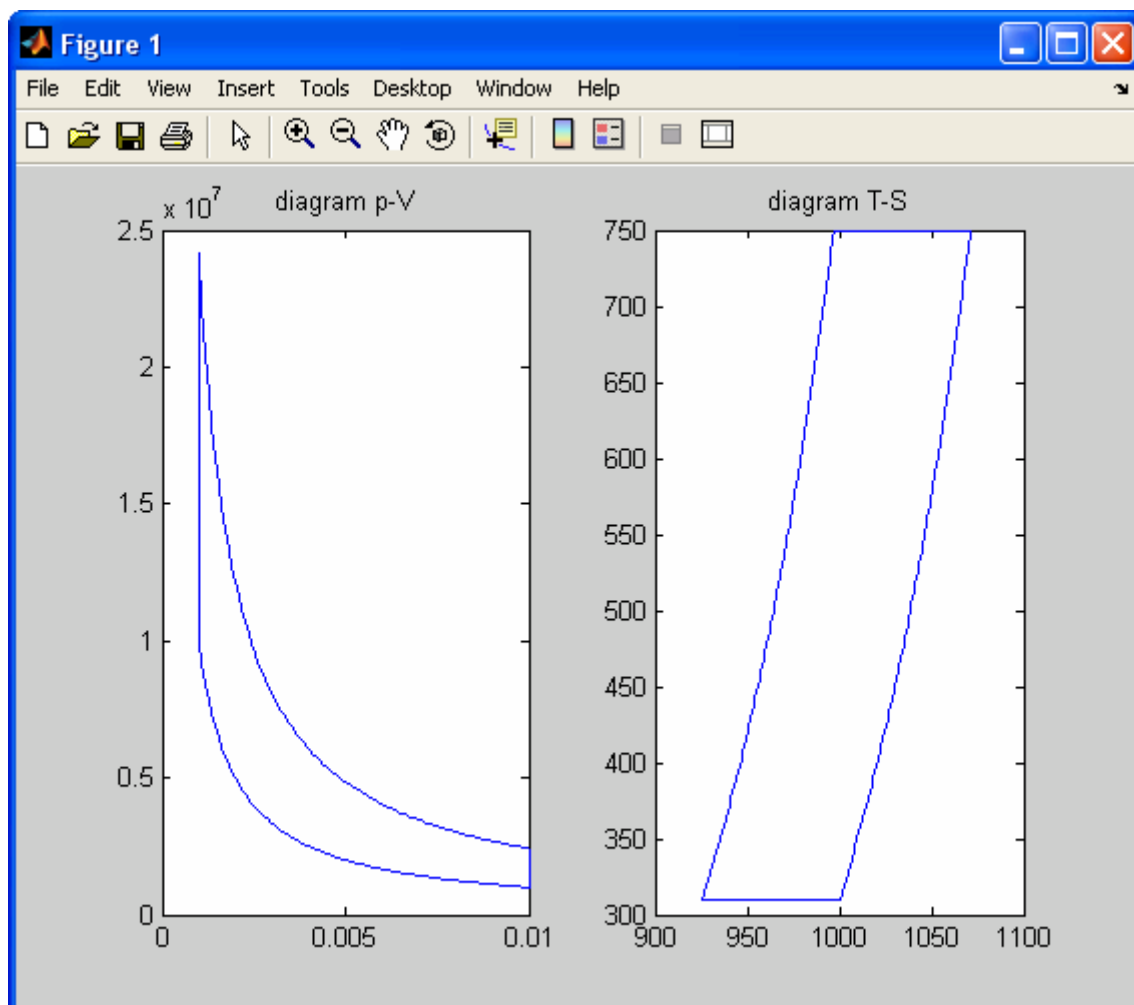


Chybové hlášení – parametr mimo rozsah

Znovu proběhne kontrola zadaných hodnot a je-li vše v pořádku, proběhne výpočet, na jehož konci jsou do příkazového okna vypsány vypočtené hodnoty a do nového okna vykresleny p-V a T-S diagramy cyklu.



Výpis vypočtených hodnot



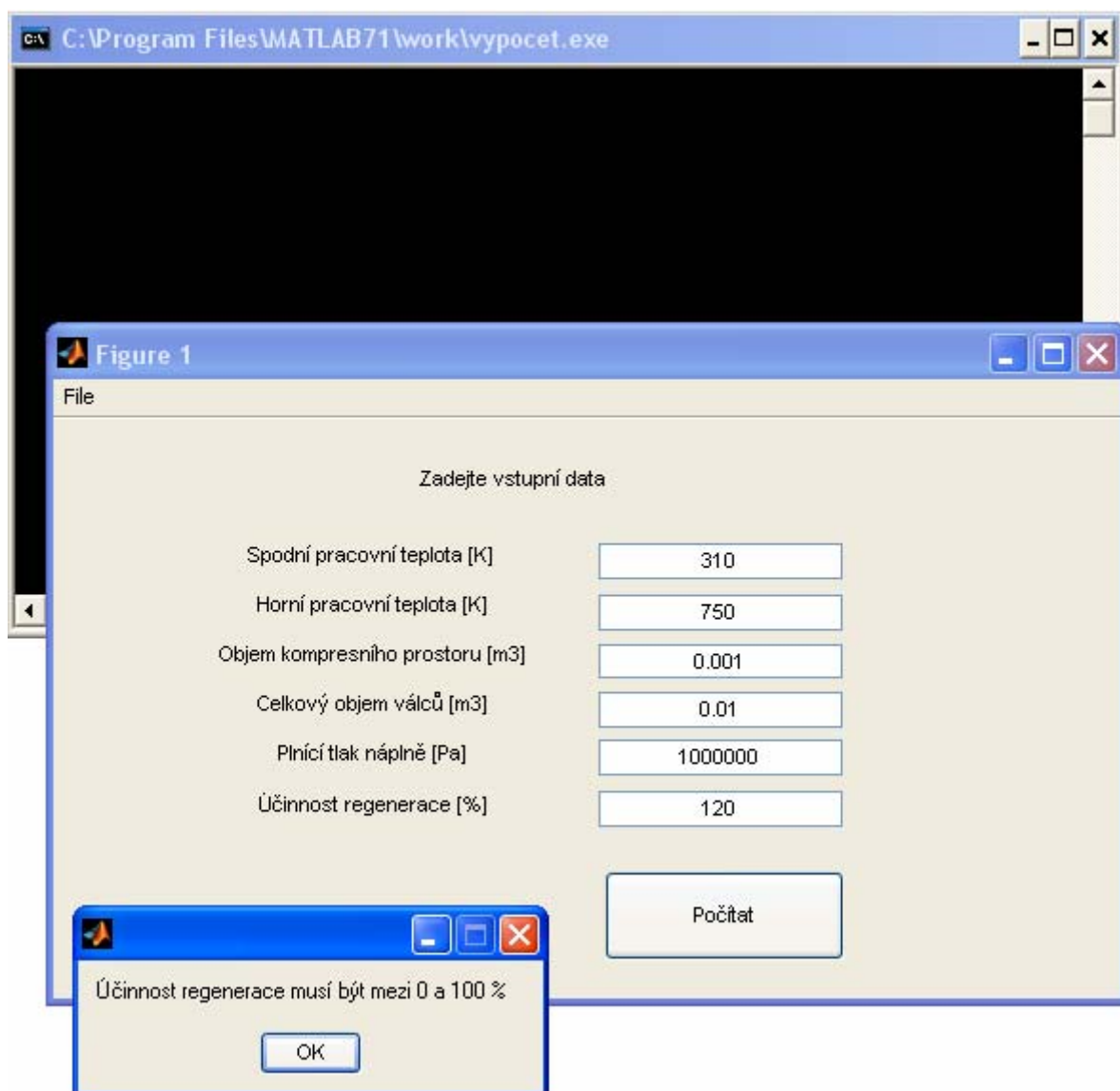
Vykreslení průběhu cyklu do diagramu p-V a T-S



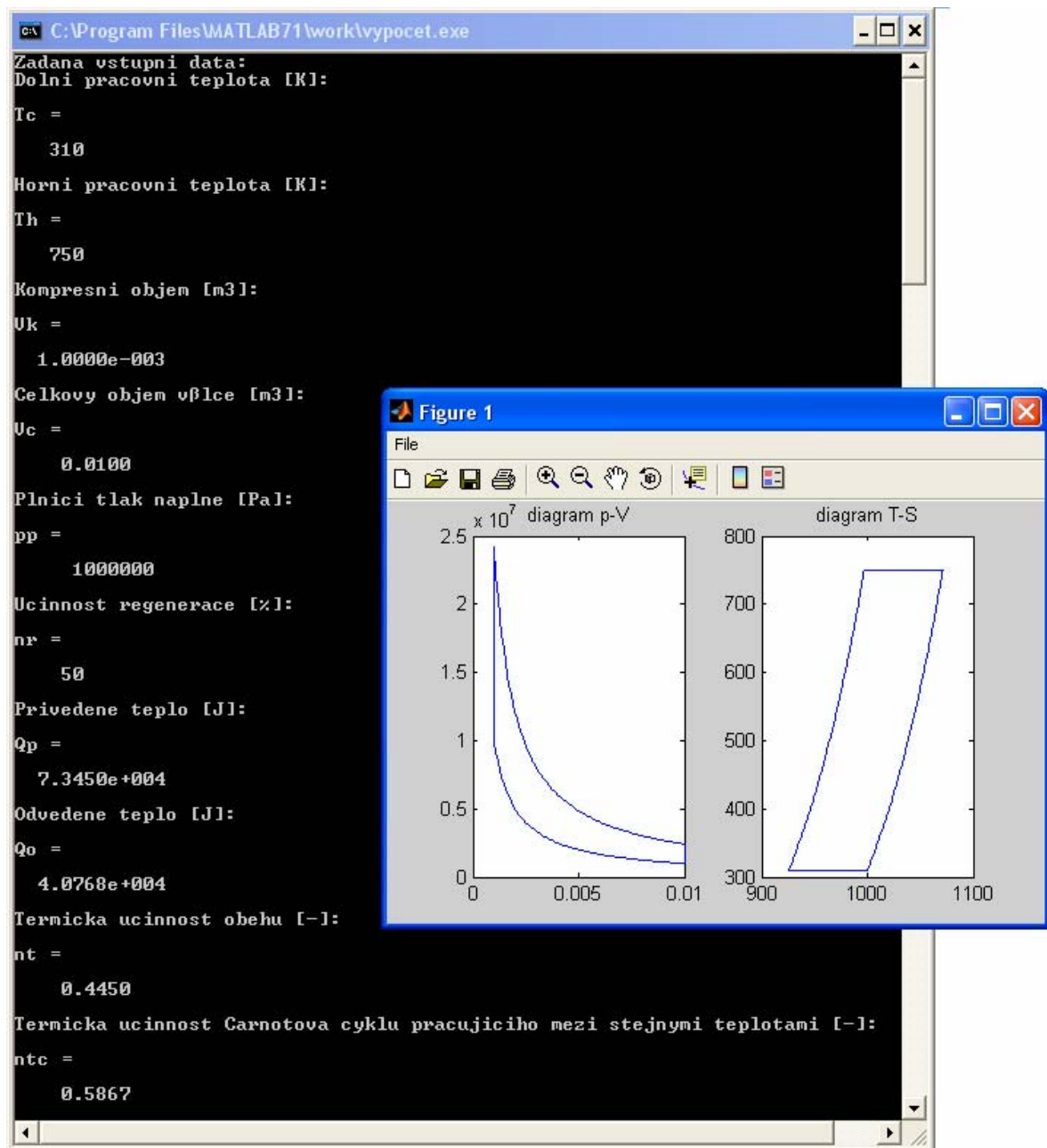
## **Výpočtový program – spustitelná aplikace „vypocet.exe“**

Pro používání musíte mít nainstalován výpočtový program Matlab ve verzi 7.1. V jiné verzi pravděpodobně nebude možné program korektně spustit, neboť výpočet se odkazuje na knihovny Matlabu. Pokud máte jinou verzi výpočetního programu Matlab, je nutné zkompileovat spustitelný soubor pro vaši aktuální verzi. Jako zdrojová data použijte m-soubory určené pro prostředí Matlabu. Pro kompilaci potřebujete mít nainstalován toolbox „MCC Invoke MATLAB to C/C++ Compiler“.

Spuštění výpočtu proved'te spuštěním souboru „vypocet.exe“ z příkazového řádku nebo pomocí zástupce, kterého je možné si vytvořit. Pokud spouštíte tento soubor poprvé, provede se rozbalení součástí výpočtového programu do podadresáře nazvaného „vypocet\_mcr“, poté se program rozběhne. Příštím spuštění programu již budou využity rozbalené komponenty a program se rozběhne ihned. Po startu programu se na obrazovce objeví konzolové okno, do něhož budou vypisovány vypočtené hodnoty, dále je zobrazen dialog pro zadávání vstupních dat. Výpočet probíhá obdobně jako v prostředí Matlabu. Po zadání vstupních dat je provedena kontrola s výzvou na případné opravy, je-li vše v pořádku, proběhne výpočet a do konzolového okna jsou vypsány zadané a vypočtené hodnoty oběhu, dále je v novém okně vykreslen průběhu cyklu do diagramu p-V a T-S.



Spuštění výpočtu, zadání vstupních dat a výzva k opravě

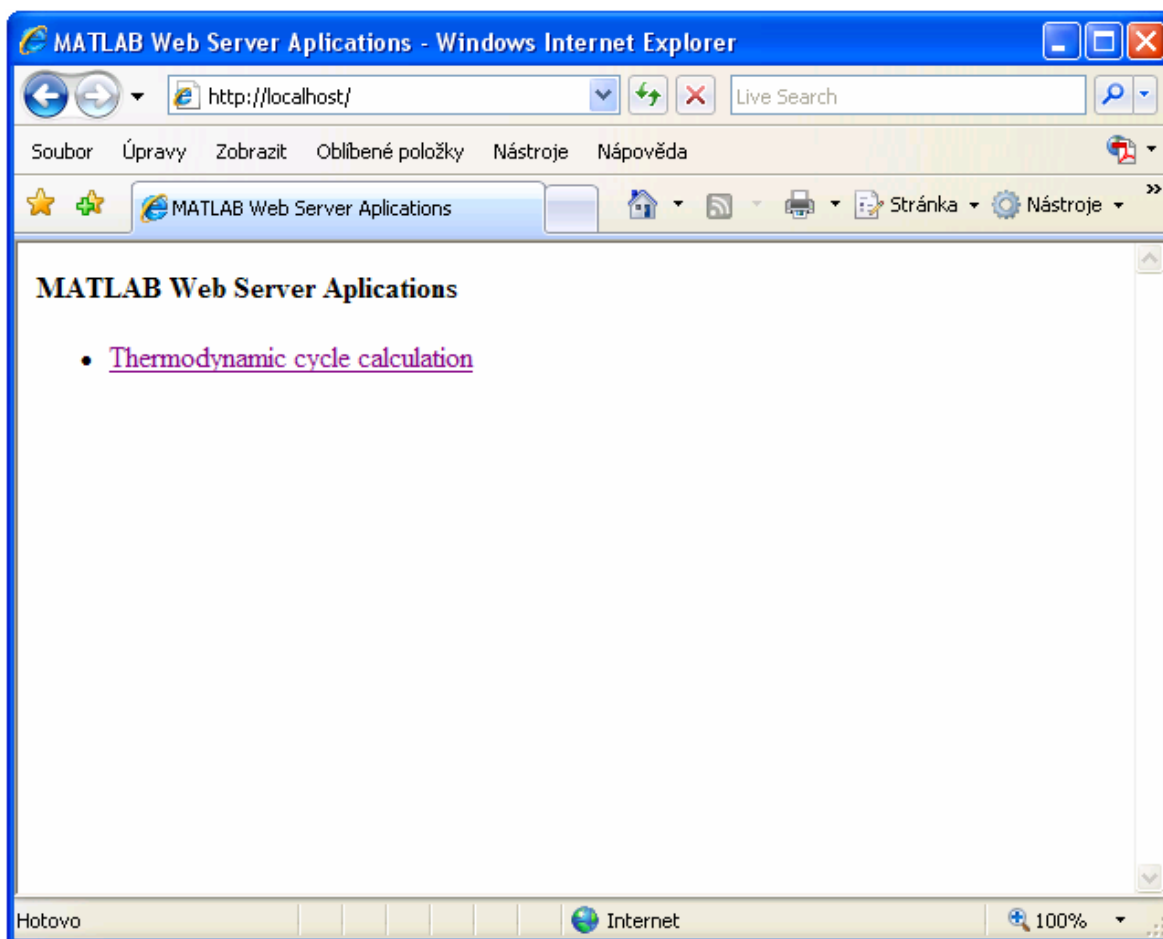


Výpis dat výpočtu a vykreslení průběhu cyklu do diagramu p-V a T-S

## Výpočtový program – webová aplikace „html“

K výpočtovému programu bude přístupováno přes internet pomocí internetového prohlížeče. Na vaší pracovní stanici není třeba mít nainstalované žádné zvláštní programy, je potřeba mít pouze přístup na Internetový nebo Intranetový server, na kterém jsou nainstalovány všechny potřebné součásti pro běh výpočtového programu.

Zadáním adresy nebo názvu serveru v internetovém prohlížeči, na kterém jsou uloženy programy Matlabu, se otevře jejich seznam.



Seznam výpočetních programů

Z nabídky vyberte volbu „Thermodynamic cycle cylculation“. V okně se nám nyní otevře dialog pro zadání vstupních dat. Vstupní data jsou již v jednotlivých buňkách předdefinována, pokud chcete některou hodnotu změnit, zvolte kurzorem příslušné pole a hodnotu přepište. Jakmile máte zadána všechna vstupní data, potvrďte toto stiskem tlačítka „Submit“.

Program nyní provede kontrolu vstupních dat. Pokud jsou některé hodnoty v rozporu s podmínkami pro výpočet, program vás na to upozorní výpisem hlášení. Tlačítkem „zpět“

se vrátíte zpět do okna zadávání vstupních dat. Všechna doposud zadaná data zůstávají platná, je možné provést opravu a opět pokračovat ve výpočtu novým stiskem tlačítka „Submit“.

The screenshot shows a Windows Internet Explorer window titled "Titulek - Windows Internet Explorer". The address bar displays "http://localhost/vypocet1.html". The menu bar includes "Soubor", "Úpravy", "Zobrazit", "Oblíbené položky", "Nástroje", and "Nápověda". The toolbar contains icons for back, forward, home, and search, along with a "Live Search" input field. The main content area displays a form with the following fields and values:

Spodni pracovni teplota [K] :	310
Horni pracovni teplota [K] :	750
Objem kompresniho prostoru [m3] :	0.001
Celkovy objem valcu [m3] :	0.01
Plnici tlak [Pa] :	1000000
Ucininnost regenerace [%] :	120

Below the fields is a "Submit" button. The status bar at the bottom shows "Hotovo", "Internet", and "100%".

Zadání vstupních dat

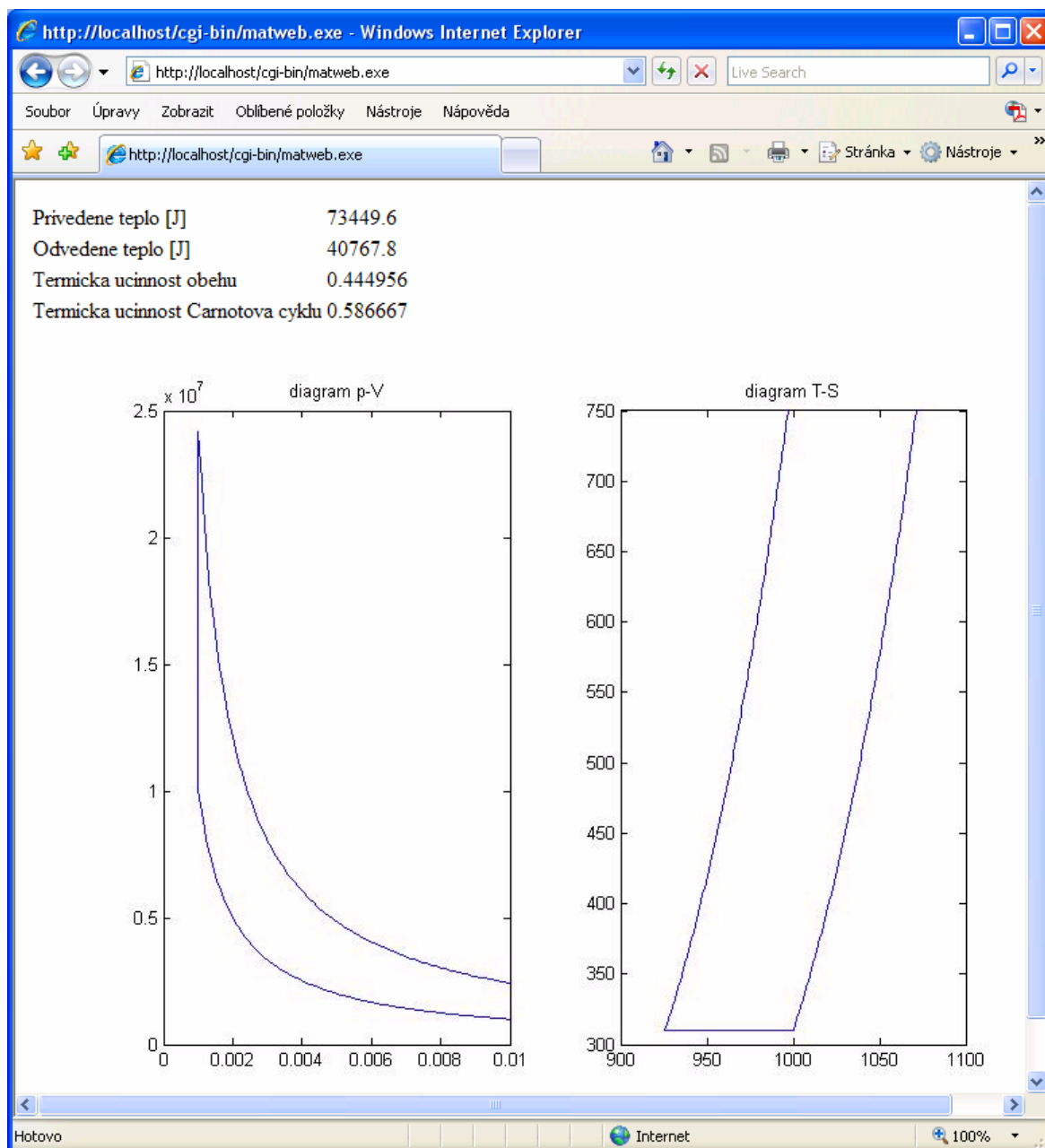
The screenshot shows a Windows Internet Explorer window titled "http://localhost/cgi-bin/matweb.exe - Windows Internet Explorer". The address bar displays "http://localhost/cgi-bin/matweb.exe". The menu bar includes "Soubor", "Úpravy", "Zobrazit", "Oblíbené položky", "Nástroje", and "Nápověda". The toolbar contains icons for back, forward, home, and search, along with a "Live Search" input field. The main content area displays an error message:

Účinnost regenerace musí být mezi 0 a 100 %

The status bar at the bottom shows "Hotovo", "Internet", and "100%".

Chybové hlášení

Znovu proběhne kontrola zadaných hodnot a je-li vše v pořádku, proběhne výpočet, na jehož konci jsou vypsány vypočtené hodnoty a vykresleny p-V a T-S diagramy cyklu.



Výpis dat výpočtu a vykreslení průběhu cyklu do diagramu p-V a T-S

## Závěrem

Prostudováním tohoto návodu jste se seznámili s obsluhou výpočtového programu pro výpočet Stirlingova termodynamického cyklu. Máte-li zájem, v Bakalářské práci jejíž součástí je tento program najdete více informací o tom jak výpočet probíhá.