



FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD  
ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY  
V PLZNI

# Semestrální práce z předmětu KIV/TI

Sanitace nádrží

Štěpán Faragula  
A21B0119P  
Mikuláš Mach  
A21B0202P

7. ledna 2023

# Obsah

<b>1</b>	<b>Zadání</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Analýza úlohy</b>	<b>4</b>
2.1	Typy konečných automatů . . . . .	4
2.2	Konečný automat s výstupní funkcí . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Automatový model</b>	<b>6</b>
3.1	Vstupní signály . . . . .	6
3.2	Výstupní signály . . . . .	7
3.3	Stavy modelu . . . . .	7
3.4	Přechodový graf . . . . .	7
<b>4</b>	<b>Implementace</b>	<b>10</b>
4.1	Zdrojové soubory . . . . .	10
4.2	Konečný automat . . . . .	10
<b>5</b>	<b>Uživatelská příručka</b>	<b>11</b>
5.1	Spuštění programu . . . . .	11
5.2	Ovládání programu . . . . .	11
<b>6</b>	<b>Závěr</b>	<b>14</b>
6.1	Shrnutí . . . . .	14
6.2	Možná vylepšení . . . . .	14

# Kapitola 1

## Zadání

Na <http://home.zcu.cz/~vais/> v rozšiřujícím materiálu o konečných automatech prostudujte kapitoly Logické řízení a Principy softwarové implementace.

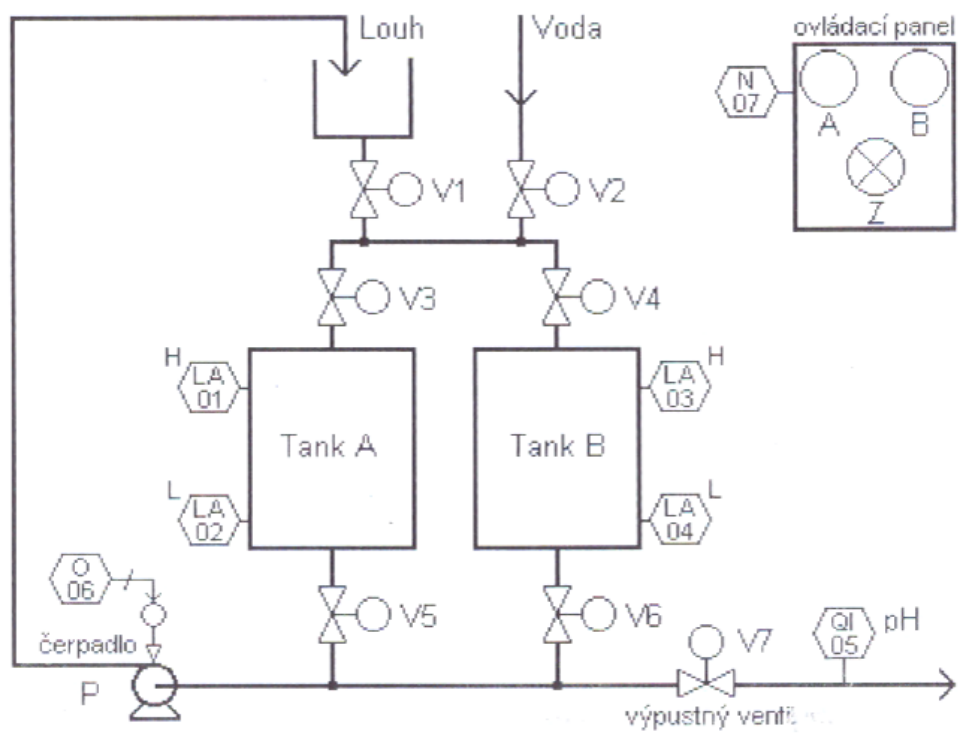
Navrhňte konečněautomatový model řídicího systému níže popsaného zařízení.

Sanitaci pivovarských tanků se provádí ve dvou fázích. V první fázi se přepustí roztok louhu ze zásobní nádrže do tanku. Jakmile dosáhne hladina v tanku maxima (signál LA011 nebo LA031), tzn. že dosáhne čidla LA/01 resp. LA/03, celý obsah tanku se přečerpá pomocí čerpadla (spuštění signálem P1, vypnutí signálem P0) zpět do zásobní nádrže. Ve druhé fázi se tank naplní vodou a poté se otevře výpustný ventil (otevření ventilu i signálem Vi1, uzavření signálem Vi0) a tank je proplachován vodou tak dlouho, dokud pH na výtoku neklesne pod zadanou mez (signál Q0). Celý cyklus sanitace je ukončen když hladina v nádrži klesne pod dolní mez (LA020 nebo LA040), tzn. že klesne pod čidlo LA/02 resp. LA/04. Operátor spouští sanitaci tanku A nebo B stisknutím tlačítka A (signál A) nebo B (signál B). Jestliže tank není prázdný, nelze nezačínat sanitaci, ale výstupním signálem Z1 rozsvítit signální žárovku. Žárovka má svítit do té doby, dokud není příslušný tank vyprázdněn ručním ovládáním.

Model řídicího automatu realizujte softwarově na základě principů popsaných v materiálu. Všechny signály od čidel modelujte vstupy od klávesnice, řídicí signály a informaci o stavu vypisujte textově na obrazovku.

Automat popište přechodovým grafem. Pro zakreslení přechodového grafu použijte software JFLAP (<https://www.jflap.org/>).

Technologické schéma je vidět na obrázku 1.1 na straně 3.



Obrázek 1.1: Technologické schéma

# Kapitola 2

## Analýza úlohy

V úloze máme za úkol vymyslet konečněautomatový model řídicího systému pro sanitaci pivovarských nádrží. Model máme realizovat softwarově a zakreslit přechodovým grafem.

### 2.1 Typy konečných automatů

Konečný automat je abstraktní model provádějící operace na základě vnějších podnětů. Vždy se nachází právě v jednom ze svých stavů, přičemž jeden z nich je počáteční. Vnější podněty můžeme reprezentovat sadou vstupních symbolů. Zpracováním vstupního symbolu může automat změnit svůj stav. O tomto přechodu rozhoduje přechodová funkce, která pro každý stav a každý vstupní symbol má jednoznačně definovaný další stav.

Konečné automaty se dělí do 3 základních tříd, které na základě zpracovaného řetězce provádějí různé operace:

- rozpoznávací KA – jednoznačné rozhodnutí typu ano/ne
- klasifikační KA – zařazení řetězce do jedné z definovaných tříd
- KA s výstupní funkcí – generování výstupního řetězce

Jelikož v naší úloze chceme, aby systém vykonával nějakou činnost (otevřel ventil, zapnul čerpadlo), zvolíme konečný automat s výstupní funkcí.

### 2.2 Konečný automat s výstupní funkcí

Automat, který na základě vstupního řetězce generuje výstupní řetězec z množiny výstupních symbolů. Jedná se o uspořádanou šestici

$$A = (Q, \Sigma, O, \delta, q_0, \lambda) \quad (2.1)$$

kde:

- $Q$  – konečná, neprázdná množina stavů
- $\Sigma$  – konečná, neprázdná množina vstupních symbolů
- $O$  – konečná, neprázdná množina výstupních symbolů
- $\delta$  – přechodová funkce
- $q_0$  – počáteční stav
- $\lambda$  – výstupní funkce

Konečné automaty se dále dělí na typ Mealy a Moore. Rozdíl mezi těmito automaty je ten, že u Mealyho automatu je výstupní symbol definován jak aktuálním stavem, tak aktuálním vstupním symbolem, kdežto u automatu typu Moore je výstupní symbol závislý pouze na aktuálním stavu.

V naší úloze budeme navrhovat konečný automat s výstupní funkcí typu Mealy.

# Kapitola 3

## Automatový model

### 3.1 Vstupní signály

Očekává se, že systém bude řízen pouze dvěma tlačítky, které začnou čištění jednotlivých nádrží. Dále očekáváme, že pokud nejsou nádrže plně vyprázdněny, tak je musí operátor vypustit ručním ovládáním. Automat tedy bude mít 3 vstupní aktivní signály:

- N\_A – spustí čištění nádrže A
- N\_B – spustí čištění nádrže B
- RUC – vypustí obsah obou nádrží

Nádrže mají dvě čidla snímající horní a dolní mez hladiny. Dále je na výtoku umístěn snímač pH. Každé čidlo může nabývat dvou stavů – není aktivní (0), aktivní (1). Čidla nádrže jsou v aktivním stavu, pokud platí **hladina kapaliny v nádrži  $\geq$  snímaná mez**. Snímač výtoku je v aktivním stavu, pokud platí **pH na výtoku  $\geq$  snímaná mez**. Automat tedy bude mít 5 pasivních vstupních signálů, které mohou nabývat dvou různých hodnot:

- LA1\_i – horní snímač hladiny nádrže A
- LA2\_i – dolní snímač hladiny nádrže A
- LA3\_i – horní snímač hladiny nádrže B
- LA4\_i – dolní snímač hladiny nádrže B
- Q\_i – snímač hodnoty pH na výtoku

Všechny vstupní signály jsou vidět v tabulce 3.1 na straně 7.

Vstupní signál	Druh	Popis
RUC	Aktivní	Ruční vypouštění nádrží
N_A	Aktivní	Spuštění sanitace nádrže A
N_B	Aktivní	Spuštění sanitace nádrže B
LA1_i	Pasivní	Horní čidlo hladiny nádrže A
LA2_i	Pasivní	Dolní čidlo hladiny nádrže A
LA3_i	Pasivní	Horní čidlo hladiny nádrže B
LA4_i	Pasivní	Dolní čidlo hladiny nádrže B
Q_i	Pasivní	Kontrola pH na výtoku

Tabulka 3.1: Vstupní signály

Výstupní signál	Popis
V1_i	Ventil 1
V2_i	Ventil 2
V3_i	Ventil 3
V4_i	Ventil 4
V5_i	Ventil 5
V6_i	Ventil 6
V7_i	Ventil 7
P_i	Čerpadlo
Z_i	Žárovka

Tabulka 3.2: Výstupní signály

## 3.2 Výstupní signály

Jedná se o signály, které vykonají akci při přechodu mezi stavy. V modelu budeme ovládat celkem 7 ventilů, kde každý může být ve stavu uzavřen (0) či otevřen (1). Stejným způsobem budeme ovládat žárovku a čerpadlo. Všechny řídicí signály jsou vidět v tabulce 3.2.

## 3.3 Stavy modelu

Náš navržený model bude obsahovat celkem 15 stavů, jsou popsány v tabulce 3.3 na straně 8.

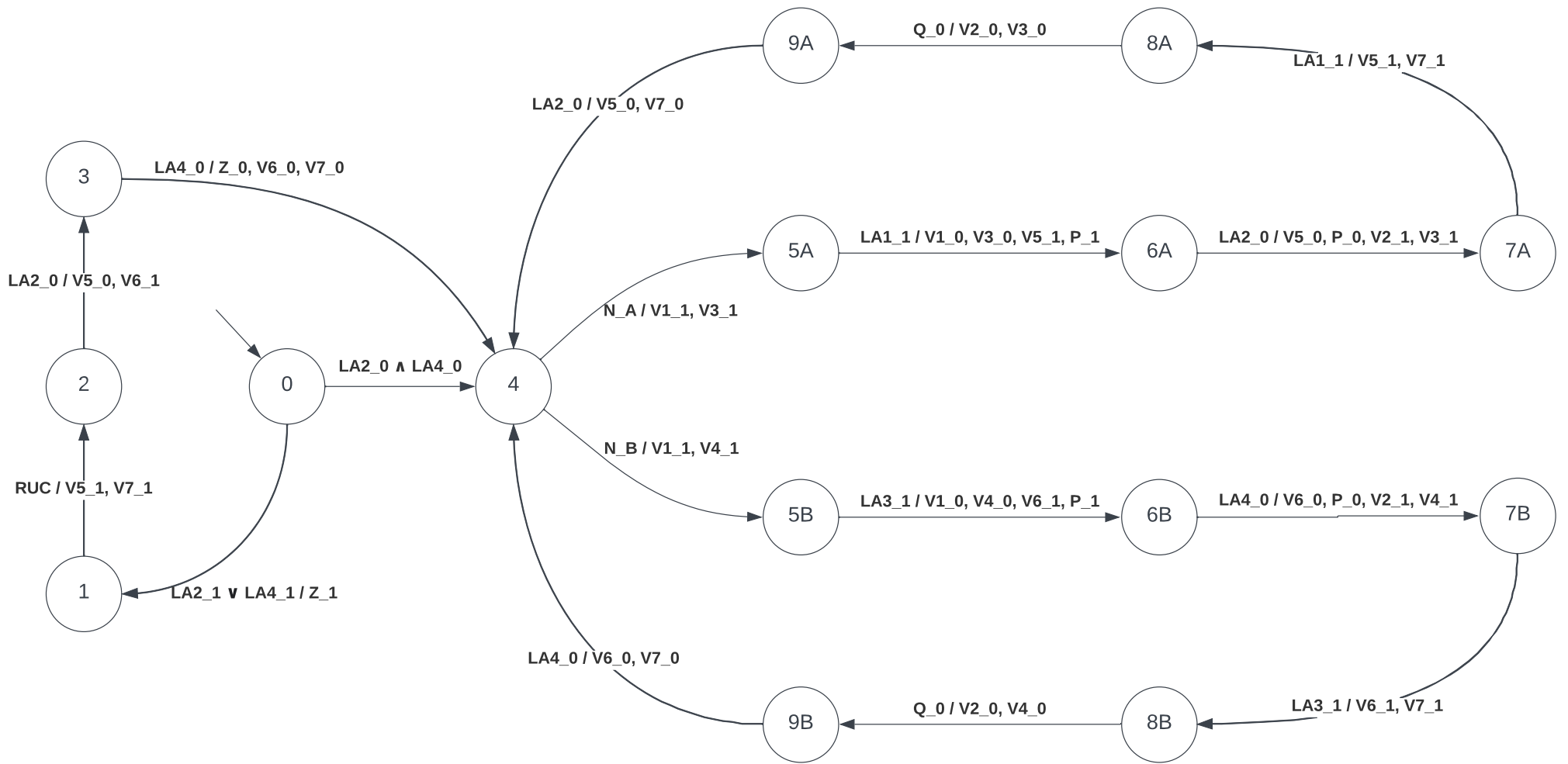
## 3.4 Přechodový graf

Pro řídicí systém jsme navrhli přechodový graf, který je znázorněn na obrázku 3.1 na straně 3.1.



Stav	Popis
0	Počáteční stav
1	Nádrže nejsou prázdné
2	Ruční vypouštění nádrže A
3	Ruční vypouštění nádrže B
4	Systém čeká na vstup
5A	Napouštění louhem nádrže A
6A	Vypouštění louhu nádrže A
7A	Napouštění vodou nádrže A
8A	Proplachování vodou nádrže A
9A	Vypouštění vody nádrže A
5B	Napouštění louhem nádrže B
6B	Vypouštění louhu nádrže B
7B	Napouštění vodou nádrže B
8B	Proplachování vodou nádrže B
9B	Vypouštění vody nádrže B

Tabulka 3.3: Stavy modelu



Obrázek 3.1: Graf přechodu

# Kapitola 4

## Implementace

Konečný automat je implementován v programovacím jazyce Java verze 17.

### 4.1 Zdrojové soubory

Aplikace se skládá celkem z 5 souborů obsahující kód. Jejich funkce je následující:

- **Main** – hlavní třída, bere vstup od uživatele a předává ho automatu
- **Stroj** – třída reprezentující konečný automat
- **StrojStav** – výčtový typ reprezentující stavy konečného automatu
- **StrojVstup** – výčtový typ reprezentující vstupní signály konečného automatu
- **StrojVystup** – výčtový typ reprezentující výstupní signály konečného automatu

### 4.2 Konečný automat

V této třídě jsme při implementaci postupovali doporučenou metodou. Automat si uchovává svůj stav, stavové proměnné a zadaný vstup. Dále obsahuje přechodovou a výstupní tabulku, podle kterých se automat řídí.

Při spuštění programu naplníme tabulky metodou `inic_tab()` a nastavíme stav a stavové proměnné automatu pomocí `inic_stav()`. Následuje nekonečná smyčka, kde automatu předáváme vstup od uživatele pomocí metody `vstup_znaku()`. O tom, jestli se něco vykoná po zadání vstupu, rozhodují metody `vyst_akce()` a `transf_akce()`. Ty se podívají do tabulky, podle které provedou akci.

# Kapitola 5

## Uživatelská příručka

Program je zamýšlen pro běh v konzoli, nejedná se tedy o aplikaci s grafickým rozhraním.

### 5.1 Spuštění programu

Před spuštěním se očekává, že má uživatel na svém počítači nainstalovaný jazyk Java. Program nepotřebuje žádné knihovny ani speciální přepínače pro běh. Spouštění je jednoduché, stačí poklepat na soubor `TI_Semestralka.jar`.

V případě spouštění programu z konzole zadáme následující příkaz:

```
java -jar TI_Semestralka.jar ↵
```

Po spuštění se vypíše do konzole nápověda ovládání a automat se přepne do počátečního stavu. Názorná ukázka je vidět na obrázku 5.1 na straně 12.

### 5.2 Ovládání programu

Ovládání je velmi intuitivní, u každého stavu se vypíše nabídka relevantních vstupů, poté se čeká na uživatele, který zvolí. Pokud by daný vstup změnil stav automatu, vypíší se všechny výstupní akce transformace. Program přijímá pouze číselný vstup. V kterýkoliv okamžik můžeme vypsát hodnoty stavových proměnných číslem 0. Jakékoliv záporné číslo (ne jenom -1) ukončí program. Ukázkový běh programu je vidět na obrázku 5.2 na straně 13.

```

+-----+
|           Sanitace nádrží           |
+-----+
|           Štěpán Faragula           |
|           Mikuláš Mach              |
+-----+
|           -1 = ukončí program        |
|           0 = momentální stav       |
+-----+

+-----+
|           Stav S_0                   |
|           Počáteční stav             |
+-----+
|           Zadejte hladinu nádrží     |
+-----+
|           1 = A prázdná, B prázdná  |
|           2 = A prázdná, B plná     |
|           3 = A plná, B prázdná     |
|           4 = A plná, B plná        |
+-----+
Vstup:

```

Obrázek 5.1: Zapnutí programu

```

+-----+
|           Stav S_2           |
|   Ruční vypouštění nádrže A   |
+-----+
| 10 = Dolní čidlo LA2 není aktivní |
|   11 = Dolní čidlo LA2 aktivní   |
+-----+
Vstup: 11
      LA2_1

Vstup: 10
      LA2_0

Výstup:
      Uzavři ventil 5
      Otevři ventil 6
+-----+
|           Stav S_3           |
|   Ruční vypouštění nádrže B   |
+-----+
| 14 = Dolní čidlo LA4 není aktivní |
|   15 = Dolní čidlo LA4 aktivní   |
+-----+
Vstup: 0
+-----+
| Stav: S_3   |
| Ventil 1: 0 |
| Ventil 2: 0 |
| Ventil 3: 0 |
| Ventil 4: 0 |
| Ventil 5: 0 |
| Ventil 6: 1 |
| Ventil 7: 1 |
| Čerpadlo: 0 |
| Žárovka:  1 |
+-----+
Vstup: -1
Ukončuji program

```

Obrázek 5.2: Ukázkový běh programu

# Kapitola 6

## Závěr

### 6.1 Shrnutí

Měli jsme za úkol vytvořit konečněautomatový model řídicího systému sanitace pivovarských nádrží. Při návrhu jsme zvolili konečný automat typu Mealy a následně jsme pro něj vytvořili přechodový graf. Model jsme implementovali v programovacím jazyce Java. Naprogramovaný model dokáže přijímat vstup, měnit svůj stav a tvořit výstup za pomoci vytvořených tabulek. Při testování naší implementace jsme neobjevili žádné chyby, model tedy odpovídá přechodovému grafu.

### 6.2 Možná vylepšení

Vytvořený program v podstatě nerozlišuje aktivní nebo pasivní vstup. Musí se vždy zeptat uživatele, v jakém stavu se čidlo nádrže nachází. Jedno možné vylepšení (nebo spíše přiblížení realitě) by mohlo být to, že namísto okamžitého vyhodnocení vstupu od uživatele by mohl program simulovat naplňování a vyprazdňování nádrží časovým intervalem. Po uplynutí času by se nádrž naplnila a čidlo sepnulo, tudíž by se samovolně změnil stav. Avšak z důvodu zbytečného čekání při testování a následné kontrole jsme tuto možnost neimplementovali.