

1 Hodnotenie RT

Spôsob hodnotenia jednotlivých úloh:

1. 4b: 1b za správnu definíciu + 1b za každú maticu
2. 8b: 4b za správny výsledok + 4b za správny záver
3. 8b: 4b za správny výsledok + 4b za správny záver
4. 10b: 2b za správne označenie vrcholov + 2b za správne určenie omega značkovaní + 6b za správny strom
5. 4b: 4b bez chyby; 2b s jednou chybou; 0b s dva a viac chybami
6. 6b: 1,5b za spustiteľné postupnosti + 1,5b za správne nerovnice + 1,5b za zakázané pokračovania + 1,5b za správne nerovnice
7. 10b: 2b za správne doplnené určujúce miesta + 6b za správny graf + 2b za statické miesta a generátor
8. 5b: 5b za správne nakreslenú sieť
9. 5b: 1b za správnu odpoveď + 4b za zdôvodnenie

2 Skúška RT

2.1 Napíšte definíciu pre PS z obrázka v tvare (P, T, I, O, m_0) . K danej PS vypočítajte aj incidenčnú maticu. // Write the definition for the PN from the image below in the form (P, T, I, O, m_0) . Calculate the incidence matrix for the given PN. [4b]

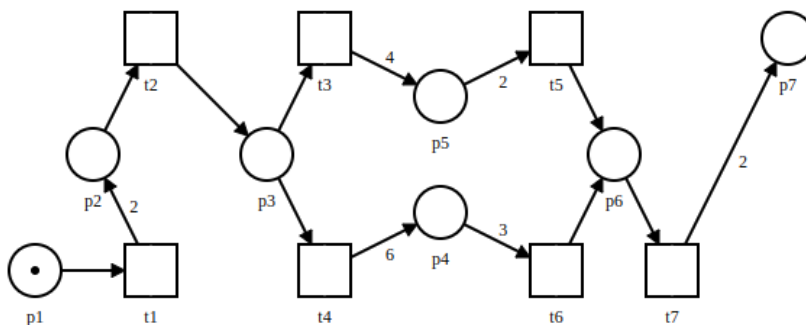


Figure 1: Úloha 1,2,3

$$P = \{p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6, p_7\}$$

$$T = \{t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7\}$$

$$m_0 = (1, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$$

I	O	C
$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 6 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 4 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 6 & 0 & -3 & 0 \\ 0 & 0 & 4 & 0 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}$

2.2 Vypočítajte P-invariant pre PS z prvej úlohy. Na základe P-invariantu urobte záver o vlastnostiach siete. // Calculate the P-invariant of the PN from question 1. Based on the P-invariant make conclusions about the properties of the net.[8b]

Sieť je rovnaká ako v prvej úlohe.

P-invarianty sú uvádzané ako stĺpcové vektory kvôli prehľadnosti.

Inverzná matica	P-invariant	záver
$\begin{pmatrix} -1 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 6 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -3 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 2 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 24a & 12a & 12a & 2a & 3a & 6a & 3a \\ & & & a \in \mathbb{N} & & & \end{pmatrix}$	Sieť je ohraničená

2.3 Vypočítajte T-invariant pre PS z prvej úlohy. Na základe T-invariantu urobte záver o vlastnostiach siete. // Calculate the T-invariant of the PN from question 1. Based on the T-invariant make conclusions about the properties of the net.[8b]

Sieť je rovnaká ako v prvej úlohe.

T-invariant	záver
$\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -a \\ a \\ -2a \\ 2a \\ 0 \end{pmatrix} \quad a = 0$	Sieť nie je reverzibilná

2.4 Nakreslite Strom pokrytia zo zadanej PS na obrázku. // Construct the coverability tree from the PN specified on the image below.[10b]

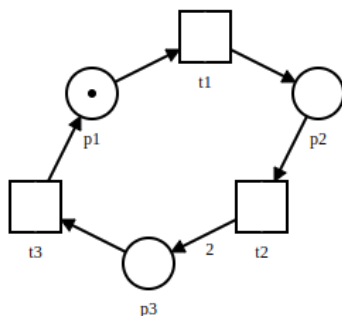


Figure 2: Úloha 4,5

2.5 Určte maximálnu hladinu živosti prechodov PS na obrázku. // Determine the maximal liveness for transitions of the given PN.[4b]

Sieť je rovnaká ako v predchádzajúcej úlohe. Všetky prechody majú živosť L4.

2.6 K PS napíšte 2 spustiteľné postupnosti minimálnej dĺžky 3. K obom postupnostiam napíšte všetky nerovnice, ktoré zabezpečujú ich spustiteľnosť. K PS napíšte 2 nesprávne pokračovania minimálnej dĺžky 3 a nerovnice, ktoré zabraňujú ich spusteniu. // For the given PN write 2 firing sequences of minimal length 3. For both sequences write all inequalities, that ensure their executability. For the given PN write 2 wrong continuations of minimal length 3 and inequalities, that prevent their execution.

Spustiteľných postupností existuje viac. Uvádzame možné riešenie.

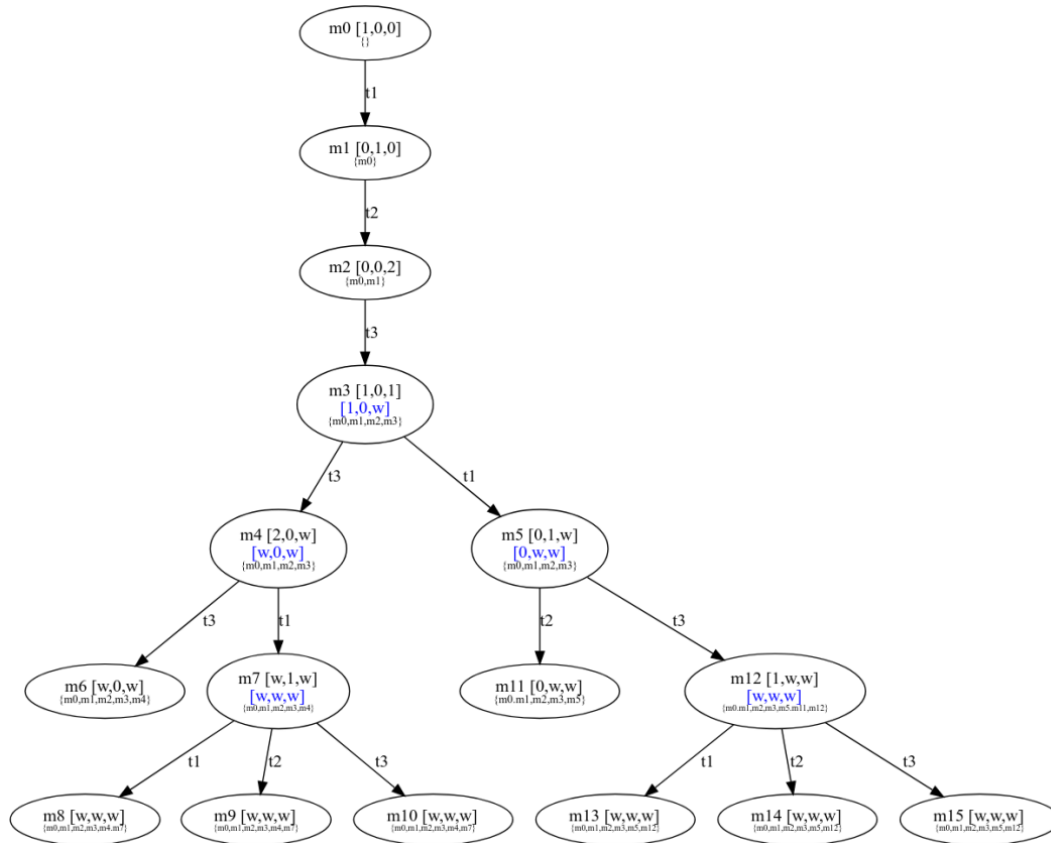


Figure 3: Riešenie úlohy 4

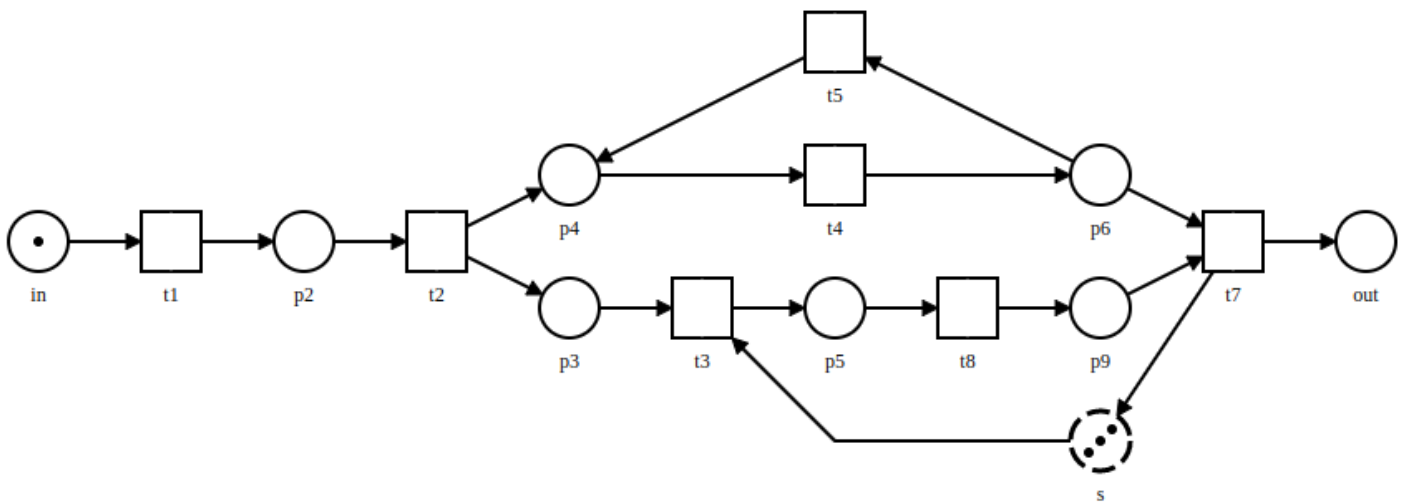


Figure 4: Úloha 6,7

Spustiteľné postupnosti	nerovnice
	$m \geq t_{1c}$
$t_1 t_2 t_3$	$m + t_{1p} - t_{1c} \geq t_{2c}$
$t_1 t_2 t_3 t_4$	$m + t_{1p} - t_{1c} + t_{2p} - t_{2c} \geq t_{3c}$
	$m + t_{1p} - t_{1c} + t_{2p} - t_{2c} + t_{3p} - t_{3c} \geq t_{4c}$

Nesprávne pokračovania	nerovnice
$t_1 t_2 t_1$	$m + t_{1p} - t_{1c} + t_{2p} - t_{2c} < t_{1c}$
$t_1 t_2 t_2$	$m + t_{1p} - t_{1c} + t_{2p} - t_{2c} < t_{2c}$

2.7 Doplňte do zadanej siete určujúce miesta, a zostrojte sieť dosiahnuteľnosti. // Add complementary places to the given PN and construct the reachability net.

Sieť je rovnaká ako v predchádzajúcej úlohe.

2.8 Zostrojte Petriho sieť doplnenú o read, reset a inhibitor hrany, ktorá obsahuje minimálne miesta "a", "b", "viac", "menej", "rovnaké". Pre sieť musí platiť, že keď do miest "a" a "b" vložíme ľubovoľné počiatocne značkovanie, tak: - bude možné dostať značku do miesta "väčšie" iba ak je počet značiek v mieste "a" väčší ako v mieste "b" - bude možné dostať značku do miesta "menšie" ak je tento počet menší - bude možné dostať značku do miesta "rovnaké" ak je rovnaký // Construct a Petri net with read, reset and inhibitor edges, which contains places "a", "b", "more", "less", and "same". For the net, If we insert any initial marking in places "a" and "b", then: - it will be possible to get a token in the "more" place only if the number of tokens in place "a" is greater than in place "b" - it will be possible to get the token to the "smaller" place if this number is smaller - it will be possible to get the token to the "same" place if it is the same

2.9 Pokiaľ má sieť iba L4 živé prechody, všetky jej miesta sú neohraničené. Je toto tvrdenie pravdivé? Odpoveď zdôvodnite. // Theoretical question: If a net has only L4 live transitions, are all places unbounded? Justify your answer.

Tvrdenie nie je pravdivé.

Napríklad sieť na obrázku má iba L4 živé prechody ale všetky jej miesta sú ohraničené.

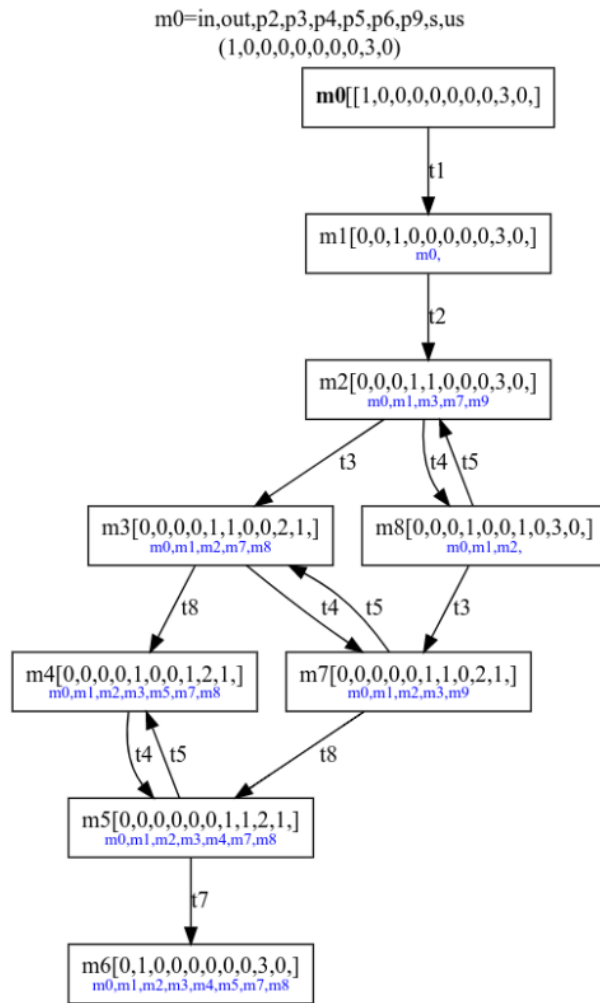


Figure 5: Úloha 7 Graf

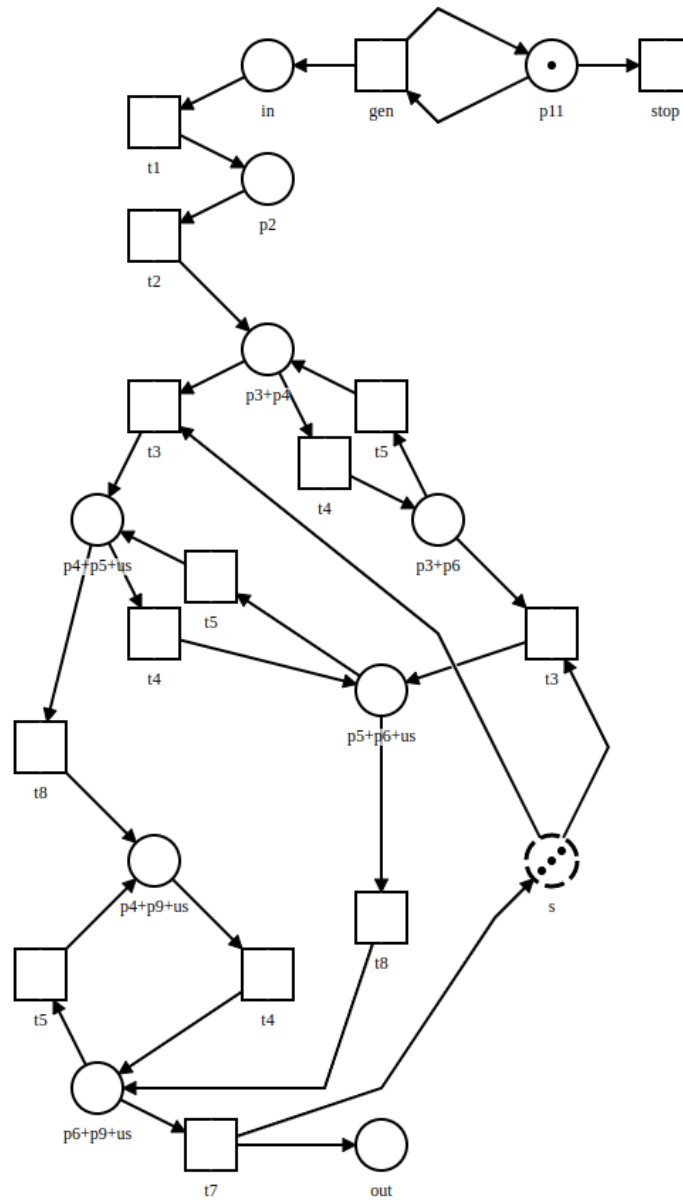


Figure 6: Úloha 7 Sieť

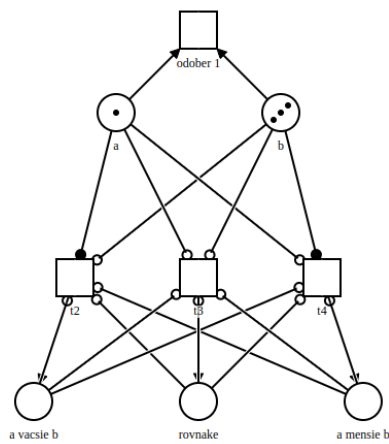


Figure 7: Úloha 8

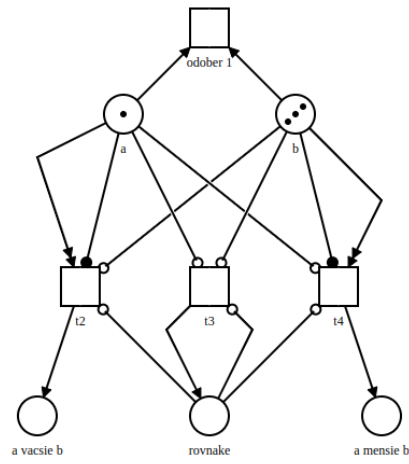


Figure 8: Alternatívne riešenie Úlohy 8

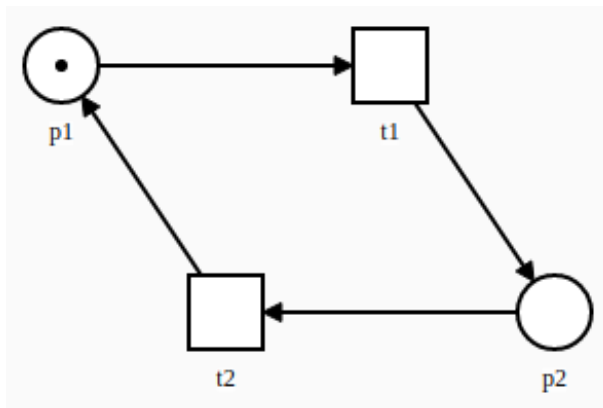


Figure 9: Ukážka riešenia Úlohy 9

3 Skúška RT

3.1 Napíšte definíciu pre PS z obrázka v tvare (P, T, I, O, m_0) . K danej PS vypočítajte aj incidenčnú maticu. // Write the definition for the PN from the image below in the form (P, T, I, O, m_0) . Calculate the incidence matrix for the given PN.

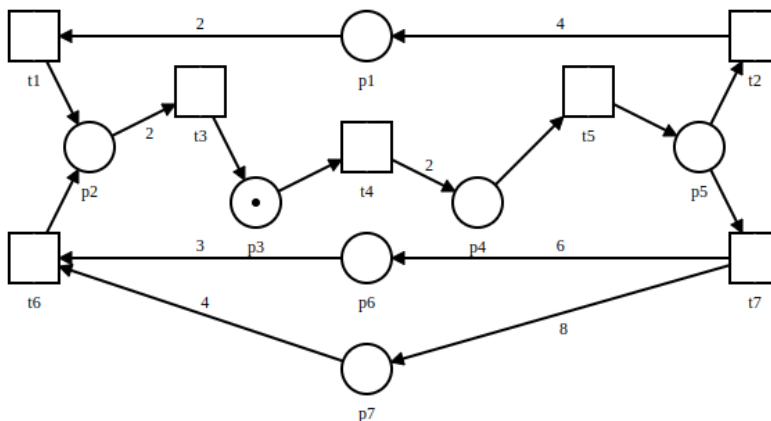


Figure 10: Úloha 1,2,3

$$P = \{p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6, p_7\}$$

$$T = \{t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7\}$$

$$m_0 = (0, 0, 1, 0, 0, 0, 0)$$

I	O	C
$\begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 8 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -2 & 4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & -2 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -3 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -4 & 8 \end{pmatrix}$

3.2 Vypočítajte P-invariant pre PS z prvej úlohy. Na základe P-invariantu urobte záver o vlastnostiach siete. // Calculate the P-invariant of the PN from question 1. Based on the P-invariant make conclusions about the properties of the net.

Sieť je rovnaká ako v prvej úlohe.

P-invarianty sú uvádzané ako stĺpcové vektory kvôli prehľadnosti.

Inverzná matica	P-invariant	záver
$\begin{pmatrix} -2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -3 & -4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 6 & 8 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -4a \\ 3a \end{pmatrix} \quad a = 0$	Nevieme rozhodnúť, či je sieť ohraničená

3.3 Vypočítajte T-invariant pre PS z prvej úlohy. Na základe T-invariantu urobte záver o vlastnostiach siete. // Calculate the T-invariant of the PN from question 1. Based on the T-invariant make conclusions about the properties of the net.

Sieť je rovnaká ako v prvej úlohe.

T-invariant	záver
$\begin{pmatrix} -2a \\ -a \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 2a \\ a \end{pmatrix} \quad a = 0$	Sieť nie je reverzibilná

3.4 Nakreslite Strom pokrytia zo zadanej PS na obrázku. // Construct the coverability tree from the PN specified on the image below.

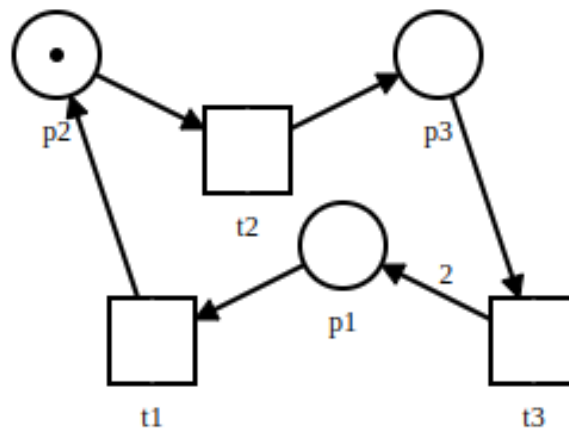


Figure 11: Úloha 4,5

3.5 Určte maximálnu hladinu živosti prechodov PS na obrázku. // Determine the maximal liveness for transitions of the given PN.

Sieť je rovnaká ako v predchádzajúcej úlohe. Všetky prechody majú živosť L4.

3.6 K PS napíšte 2 spustiteľné postupnosti minimálnej dĺžky 3. K obom postupnostiam napíšte všetky nerovnice, ktoré zabezpečujú ich spustiteľnosť. K PS napíšte 2 nesprávne pokračovania minimálnej dĺžky 3 a nerovnice, ktoré zabráňujú ich spusteniu. // For the given PN write 2 firing sequences of minimal length 3. For both sequences write all inequalities, that ensure their executability. For the given PN write 2 wrong continuations of minimal length 3 and inequalities, that prevent their execution.

Spustiteľných postupností existuje viac. Uvádzame možné riešenie.

3.7 Doplníte do zadanej siete určujúce miesta, a zostrojíte sieť dosiahnuteľnosti. // Add complementary places to the given PN and construct the reachability net.

Sieť je rovnaká ako v predchádzajúcej úlohe.

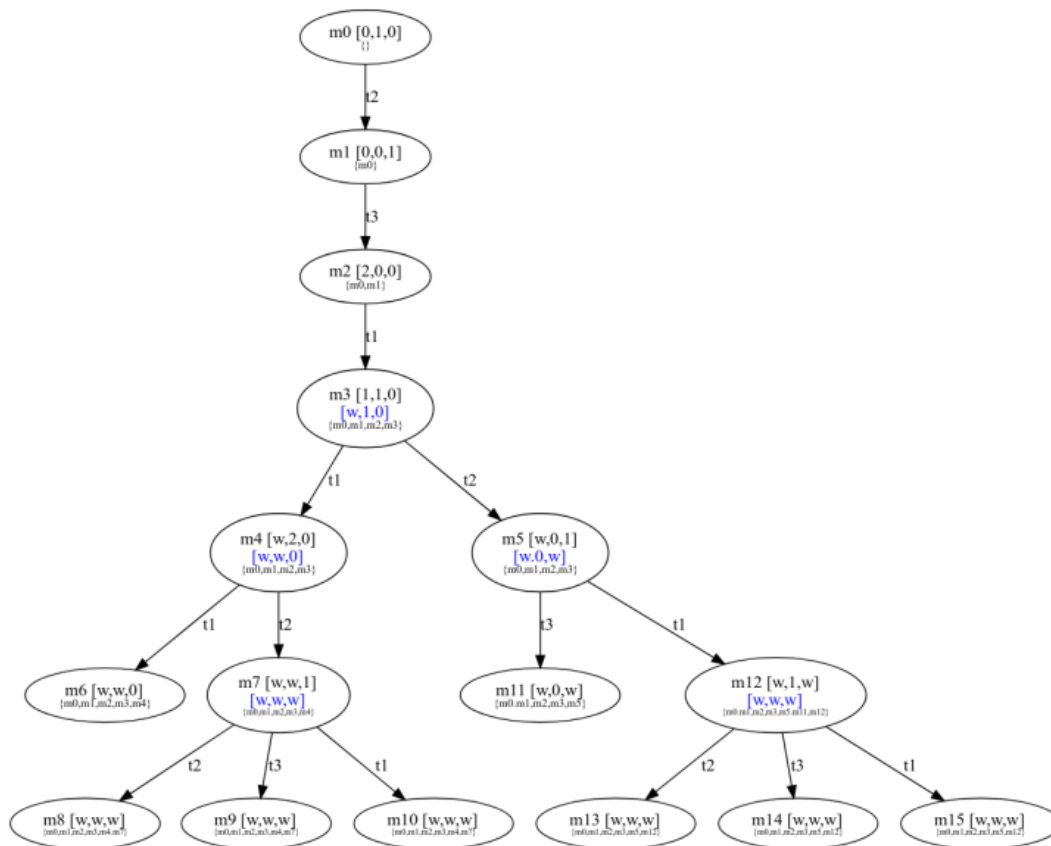


Figure 12: Riešenie úlohy 4

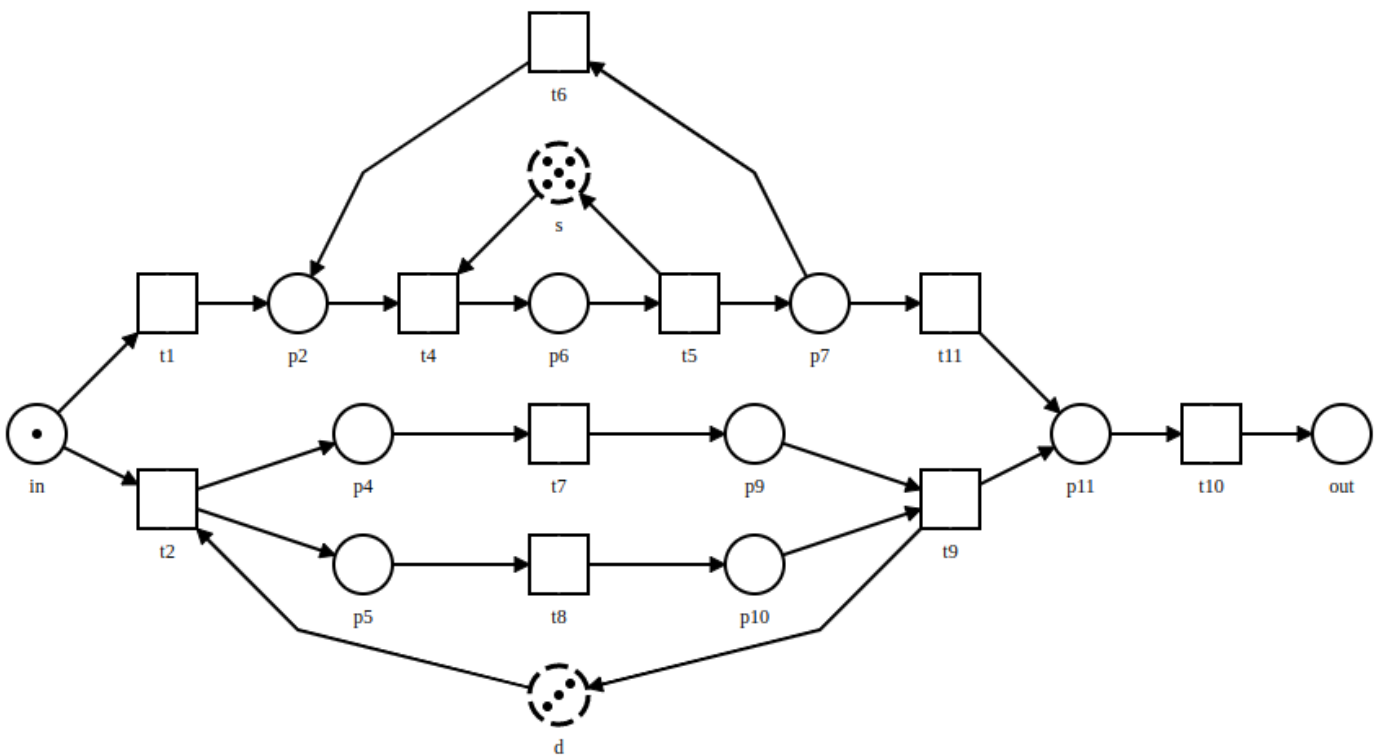


Figure 13: Úloha 6,7

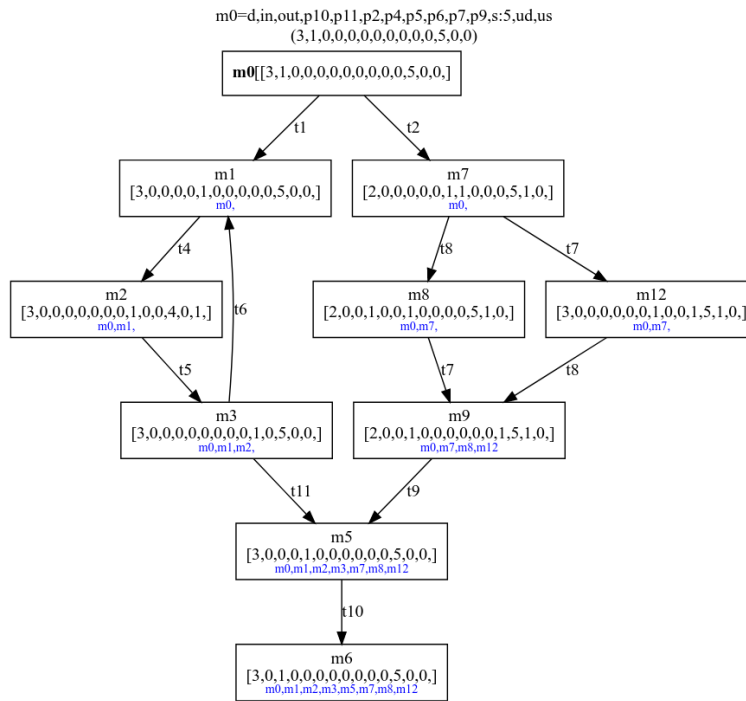


Figure 14: Úloha 7 Graf

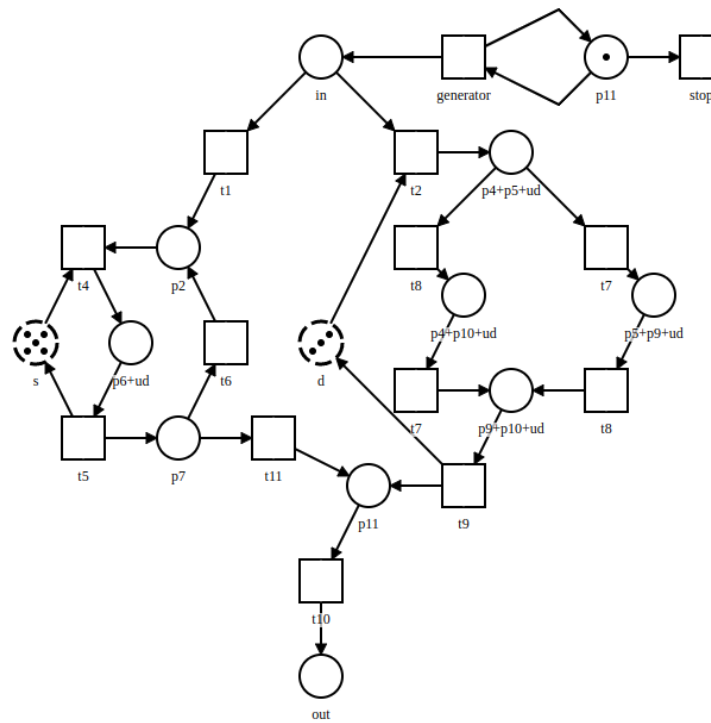


Figure 15: Úloha 7 Siet

Spustiteľné postupnosti	nerovnice
$t_1 t_4 t_5$	$m \geq t_{1c}$
$t_1 t_4 t_5 t_6$	$m + t_{1p} - t_{1c} \geq t_{4c}$
	$m + t_{1p} - t_{1c} + t_{4p} - t_{4c} \geq t_{5c}$
	$m + t_{1p} - t_{1c} + t_{4p} - t_{4c} + t_{5p} - t_{5c} \geq t_{6c}$

Nesprávne pokračovania	nerovnice
$t_1 t_4 t_1$	$m + t_{1p} - t_{1c} + t_{4p} - t_{4c} < t_{1c}$
$t_1 t_4 t_2$	$m + t_{1p} - t_{1c} + t_{4p} - t_{4c} < t_{2c}$

- 3.8 Zostrojte Petriho sieť doplnenú o read, reset a inhibitor hrany, ktorá obsahuje minimálne miesta "a", "b", "viac", "menej", "rovnaké". Pre sieť musí platiť, že keď do miest "a" a "b" vložíme ľubovoľné počiatkové značkovanie, tak: - bude možné dostať značku do miesta "väčšie" iba ak je počet značiek v mieste "a" väčší ako v mieste "b" - bude možné dostať značku do miesta "menšie" ak je tento počet menší - bude možné dostať značku do miesta "rovnaké" ak je rovnaký // Construct a Petri net with read, reset and inhibitor edges, which contains places "a", "b", "more", "less", and "same". For the net, if we insert any initial marking in places "a" and "b", then: - it will be possible to get a token in the "more" place only if the number of tokens in place "a" is greater than in place "b" - it will be possible to get the token to the "smaller" place if this number is smaller - it will be possible to get the token to the "same" place if it is the same

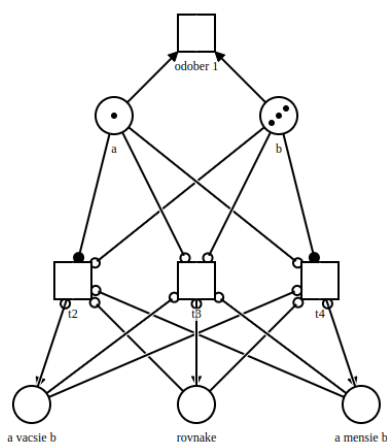


Figure 16: Úloha 8

- 3.9 Pokiaľ má sieť iba L4 živé prechody, všetky jej miesta sú neohraničené. Je toto tvrdenie pravdivé? Odpoveď zdôvodnite. // Theoretical question: If a net has only L4 live transitions, are all places unbounded? Justify your answer.

Tvrdenie nie je pravdivé.

Napríklad sieť na obrázku má iba L4 živé prechody ale všetky jej miesta sú ohraničené.

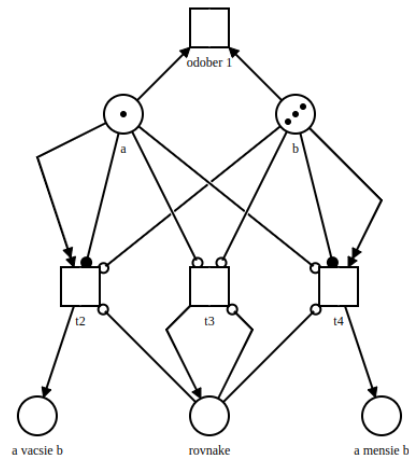


Figure 17: Alternatívne riešenie Úlohy 8

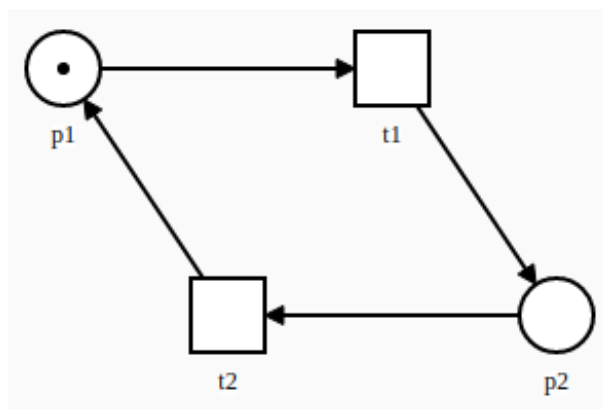


Figure 18: Ukážka riešenia Úlohy 9

4 Skúška RT

- 4.1 Napíšte definíciu pre PS z obrázka v tvare (P, T, I, O, m_0) . K danej PS vypočítajte aj incidenčnú maticu. // Write the definition for the PN from the image below in the form (P, T, I, O, m_0) . Calculate the incidence matrix for the given PN.

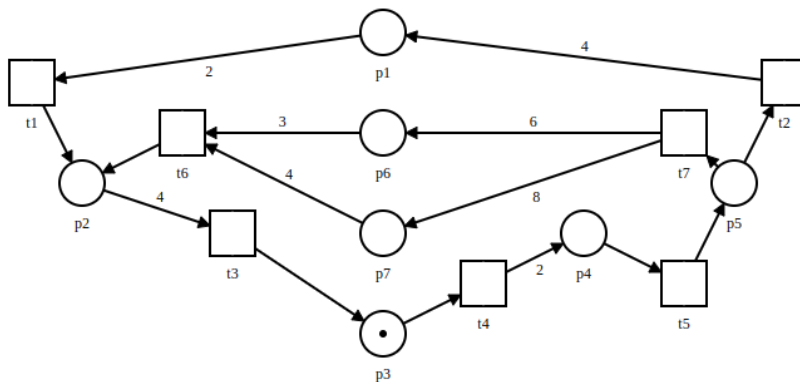


Figure 19: Úloha 1,2,3

$$P = \{p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6, p_7\}$$

$$T = \{t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7\}$$

$$m_0 = (0, 0, 1, 0, 0, 0, 0)$$

I	O	C
$\begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 4 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 8 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -2 & 4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & -4 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -3 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -4 & 8 \end{pmatrix}$

- 4.2 Vypočítajte P-invariant pre PS z prvej úlohy. Na základe P-invariantu urobte záver o vlastnostiach siete. // Calculate the P-invariant of the PN from question 1. Based on the P-invariant make conclusions about the properties of the net.

Sieť je rovnaká ako v prvej úlohe.

P-invarianty sú uvádzané ako stĺpcové vektory kvôli prehľadnosti.

Inverzná matica	P-invariant	záver
$\begin{pmatrix} -2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -4 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -3 & -4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 6 & 8 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 3a + 4b \\ 6a + 8b \\ 24a + 32b \\ 12a + 16b \\ 12a + 16b \\ 2a \\ 2b \end{pmatrix}$ $a \in \mathbb{N}, b \in \mathbb{N}$	Sieť je ohraničená

- 4.3 Vypočítajte T-invariant pre PS z prvej úlohy. Na základe T-invariantu urobte záver o vlastnostiach siete. // Calculate the T-invariant of the PN from question 1. Based on the T-invariant make conclusions about the properties of the net.

Sieť je rovnaká ako v prvej úlohe.

T-invariant	záver
$\begin{pmatrix} 4a - 4b \\ 2a - 2b \\ a \\ a \\ 2a \\ 4b \\ 2b \end{pmatrix}$ $a \in \mathbb{N}, b \in \mathbb{N} \wedge a > b$	Nevieme rozhodnúť, či je sieť reverzibilná

4.4 Nakreslite Strom pokrytia zo zadanej PS na obrázku. // Construct the coverability tree from the PN specified on the image below.

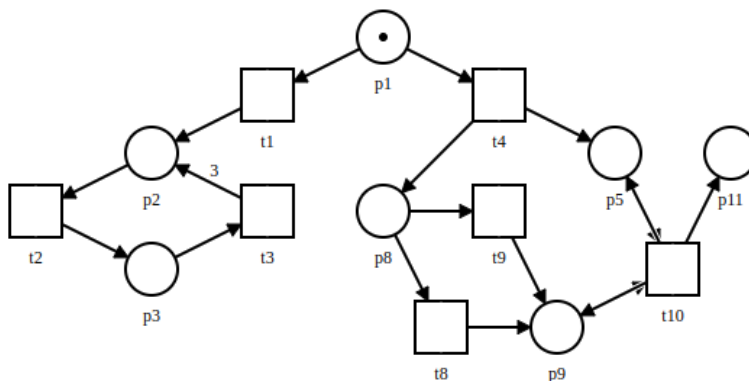


Figure 20: Úloha 4,5

4.5 Určte maximálnu hladinu živosti prechodov PS na obrázku. // Determine the maximal liveness for transitions of the given PN.

Sieť je rovnaká ako v predchádzajúcej úlohe. Prechody t_1, t_4, t_8, t_9 sú L1. Ostatné sú L3

4.6 K PS napíšte 2 spustiteľné postupnosti minimálnej dĺžky 3. K obom postupnostiam napíšte všetky nerovnice, ktoré zabezpečujú ich spustiteľnosť. K PS napíšte 2 nesprávne pokračovania minimálnej dĺžky 3 a nerovnice, ktoré zabráňujú ich spusteniu. // For the given PN write 2 firing sequences of minimal length 3. For both sequences write all inequalities, that ensure their executability. For the given PN write 2 wrong continuations of minimal length 3 and inequalities, that prevent their execution.

Spustiteľných postupností existuje viac. Uvádzame možné riešenie.

Spustiteľné postupnosti	nerovnice
$t_1 t_6 t_7$	$m \geq t_{1c}$
$t_1 t_6 t_7 t_9$	$m + t_{1p} - t_{1c} \geq t_{6c}$
	$m + t_{1p} - t_{1c} + t_{6p} - t_{6c} \geq t_{7c}$
	$m + t_{1p} - t_{1c} + t_{6p} - t_{6c} + t_{7p} - t_{7c} \geq t_{9c}$

Nesprávne pokračovania	nerovnice
$t_1 t_6 t_1$	$m + t_{1p} - t_{1c} + t_{6p} - t_{6c} < t_{1c}$
$t_1 t_6 t_4$	$m + t_{1p} - t_{1c} + t_{6p} - t_{6c} < t_{4c}$

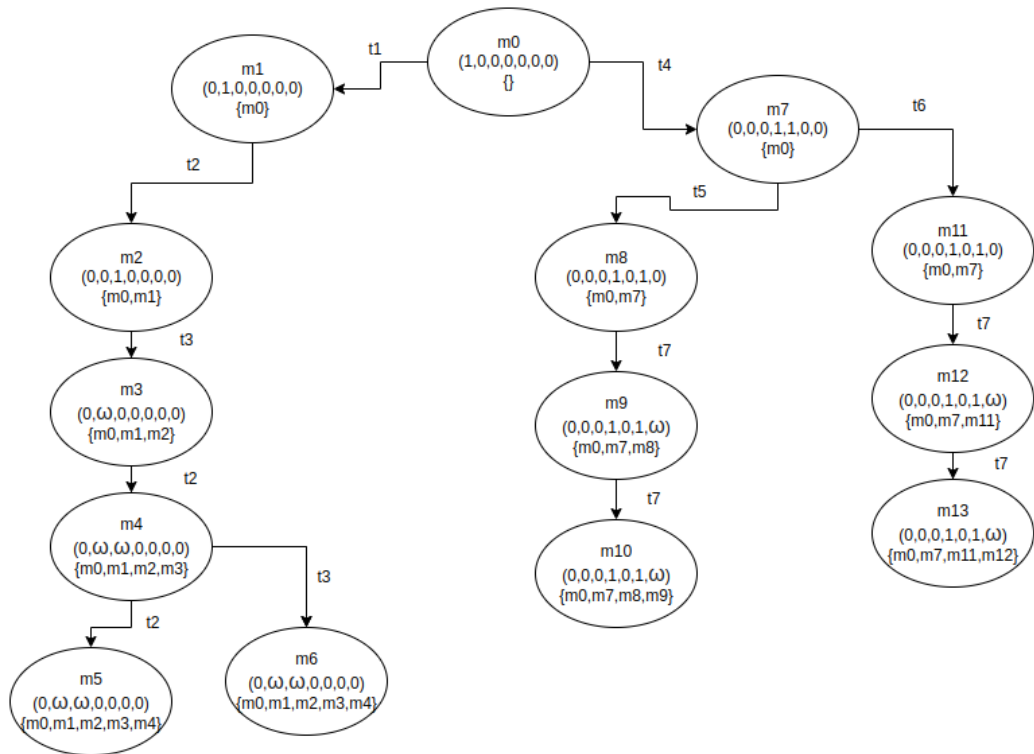


Figure 21: Riešenie úlohy 4

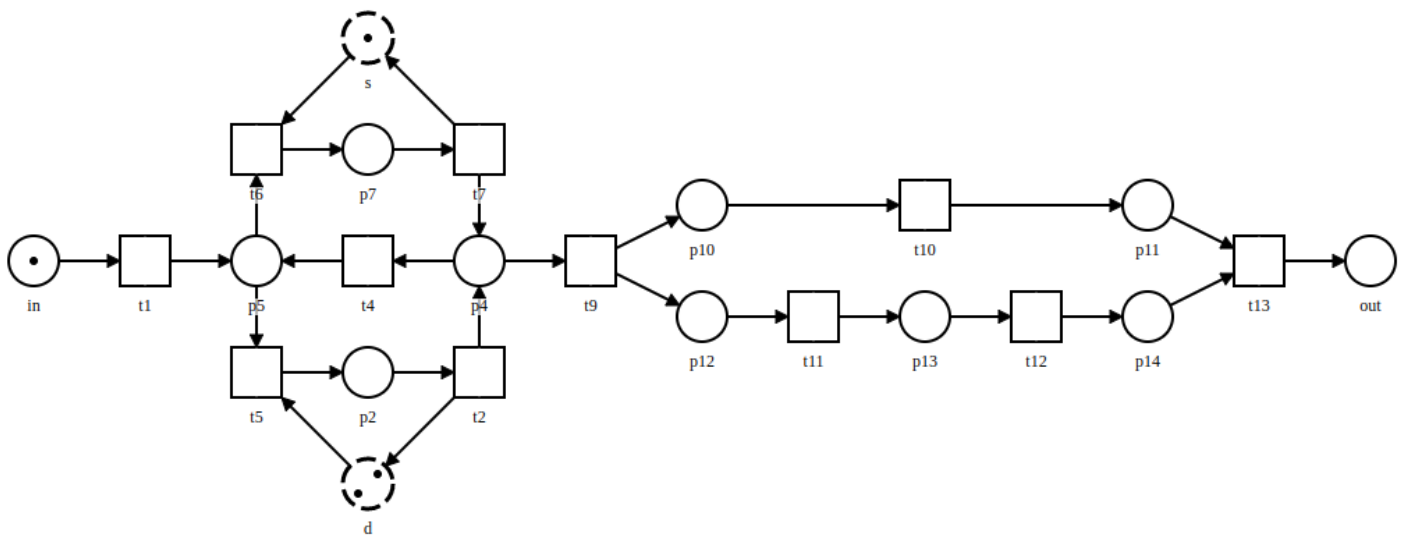


Figure 22: Úloha 6,7

4.7 Doplňte do zadanej siete určujúce miesta, a zostrojte sieť dosiahnuteľnosti. // Add complementary places to the given PN and construct the reachability net.

Sieť je rovnaká ako v predchádzajúcej úlohe.

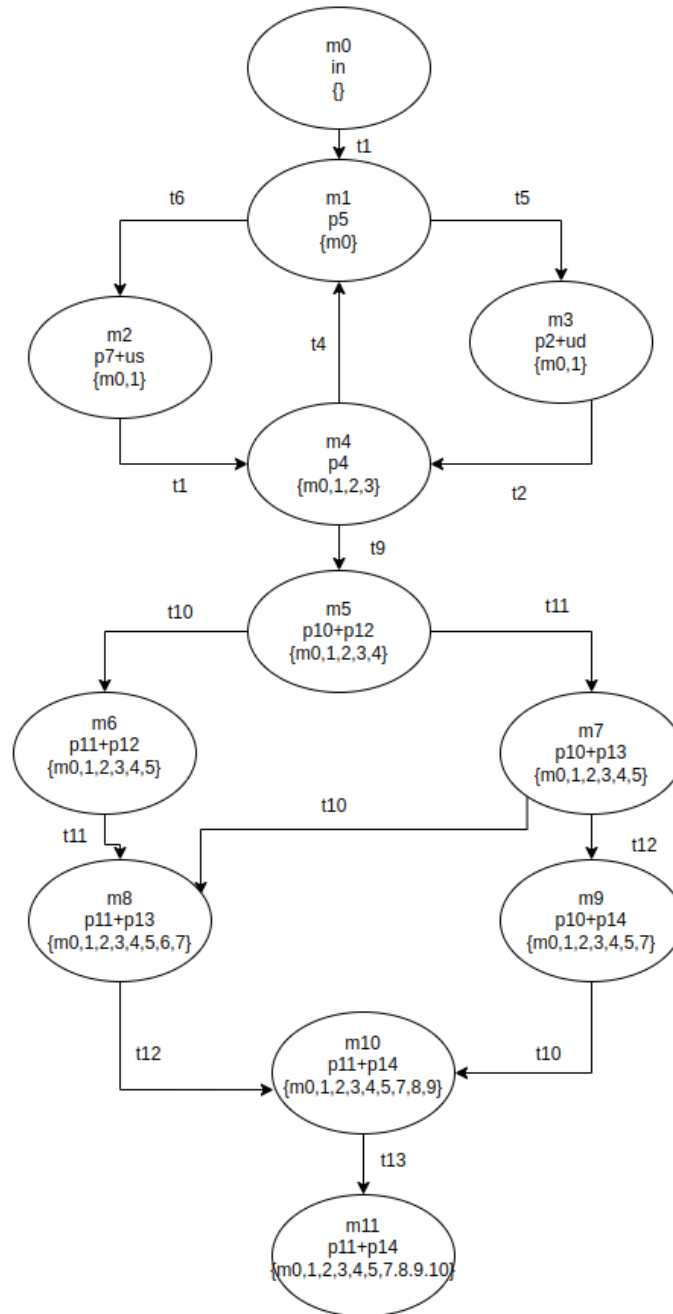


Figure 23: Úloha 7 Graf

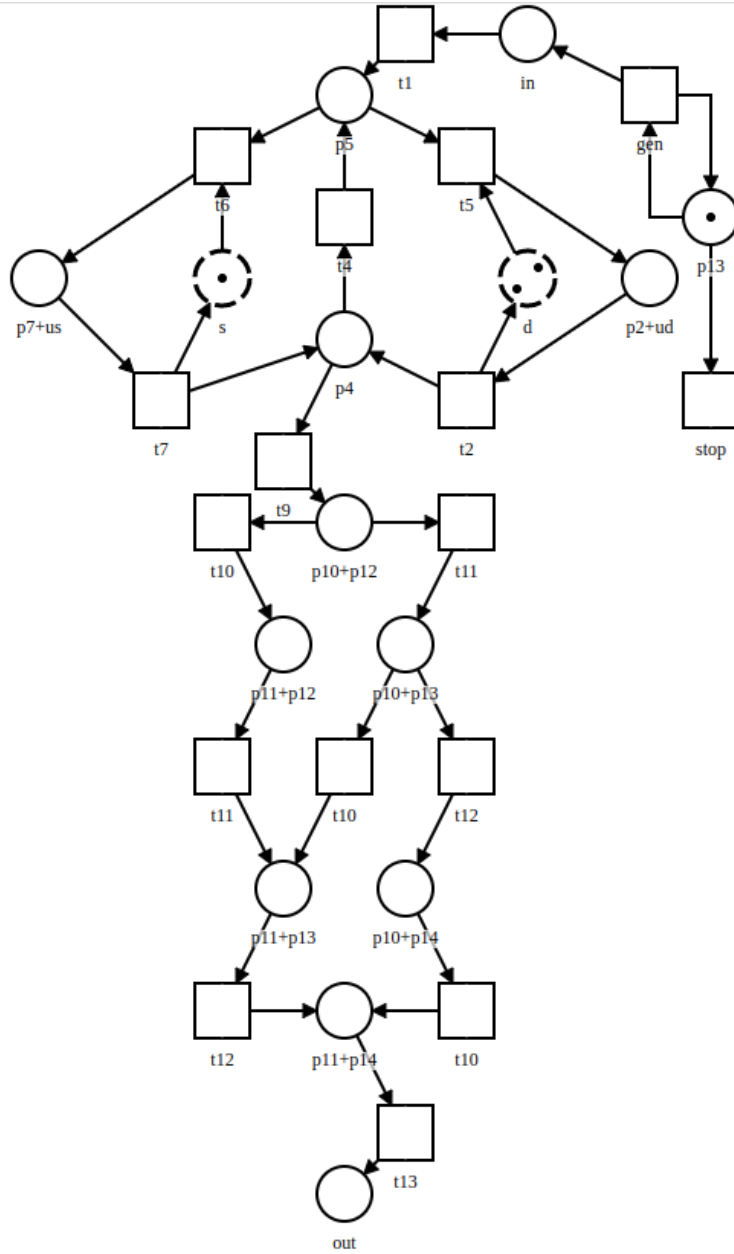


Figure 24: Úloha 7 Siet

- 4.8 Zostrojte Petriho sieť doplnenú o read, reset a inhibitor hrany, ktorá obsahuje minimálne miesta "a", "b", "je dvoj násobok", "nie je dvoj násobok". Pre sieť musí platiť, že keď do miest "a" a "b" vložíme ľubovoľné počiatkové značkovanie, tak: - bude možné dostať značku do miesta "je dvojnásobok" iba ak je počet značiek v mieste "a" dvojnásobkom počtu značiek v mieste "b" - bude možné dostať značku do miesta "nie je dvojnásobok" iba ak to tak nie je // Construct a Petri net with read, reset and inhibitor edges that contains at least places "a", "b", "is double", and "is not double". For the net, it must be true that when we insert any initial marking in places "a" and "b", then: - it will be possible to get the token to the place "is double" only if the number of tokens in place "a" is twice the number of tokens in place "b" - it will be possible to get the token to the place "is not a double" only if it is not.

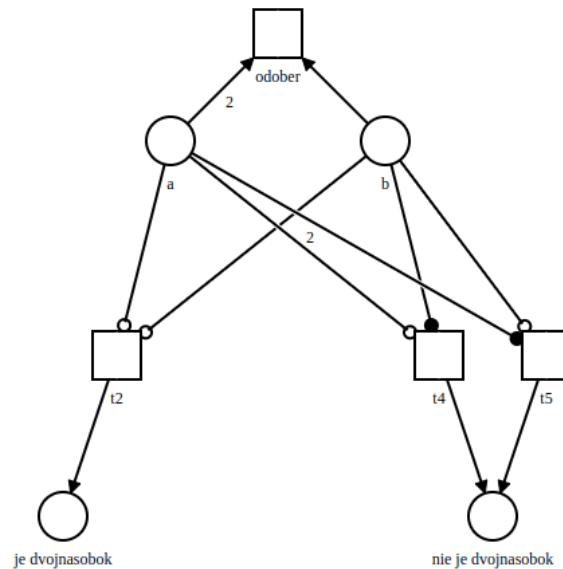


Figure 25: Úloha 8

- 4.9 Nech m_1 a m_2 sú dosiahnuteľné značkovania Petriho siete PS a zároveň $m_2 > m_1$. Nech T_{m_1} a T_{m_2} sú množiny spustiteľných prechodov v značkovaniach m_1 a m_2 . Vieme určiť či bude množina T_{m_2} väčšia/menšia/rovnako veľká ako množina T_{m_1} , alebo to určiť nevieme? Zdôvodnite. // Let m_1 and m_2 be reachable markings of a Petri net PN and let $m_2 > m_1$. Let T_{m_1} and T_{m_2} be sets of transitions that can be fired in markings m_1 and m_2 . Can we determine if the set T_{m_2} has larger/smaller/the same cardinality as the set T_{m_1} ? Justify your answer.

Platí že $|T_{m_2}| \geq |T_{m_1}|$. Pretože všetky prechody spustiteľné v m_1 sú spustiteľné aj v m_2 a značky ktoré má m_2 navyše oproti m_1 môžu umožniť spustenie ďalších prechodov, ktoré v m_1 neboli spustiteľné.

5 Skúška RT

5.1 Napíšte definíciu pre PS z obrázka v tvare (P, T, I, O, m_0) . K danej PS vypočítajte aj incidenčnú maticu. // Write the definition for the PN from the image below in the form (P, T, I, O, m_0) . Calculate the incidence matrix for the given PN.

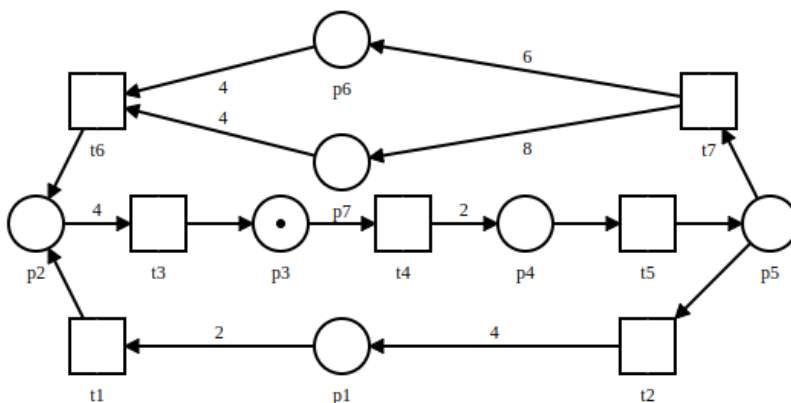


Figure 26: Úloha 1,2,3

$$P = \{p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6, p_7\}$$

$$T = \{t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7\}$$

$$m_0 = (0, 0, 1, 0, 0, 0, 0)$$

I	O	C
$\begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 4 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 4 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 & 4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 8 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} -2 & 4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & -4 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -4 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -4 & 8 \end{pmatrix}$

5.2 Vypočítajte P-invariant pre PS z prvej úlohy. Na základe P-invariantu urobte záver o vlastnostiach siete. // Calculate the P-invariant of the PN from question 1. Based on the P-invariant make conclusions about the properties of the net.

Sieť je rovnaká ako v prvej úlohe.

P-invarianty sú uvádzané ako stĺpcové vektory kvôli prehľadnosti.

Inverzná matica	P-invariant	záver
$\begin{pmatrix} -2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -4 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -4 & -4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 6 & 8 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 2a \\ 4a \\ 16a \\ 8a \\ 8a \\ 0 \\ a \\ a \in \mathbb{N} \end{pmatrix}$	Nevieme rozhodnúť, či je sieť ohraničená

5.3 Vypočítajte T-invariant pre PS z prvej úlohy. Na základe T-invariantu urobte záver o vlastnostiach siete. // Calculate the T-invariant of the PN from question 1. Based on the T-invariant make conclusions about the properties of the net.

Sieť je rovnaká ako v prvej úlohe.

T-invariant	záver
$\begin{pmatrix} 4a \\ 2a \\ a \\ a \\ 2a \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ $a \in \mathbb{N}, b \in \mathbb{N} \wedge a > b$	Nevieme rozhodnúť, či je sieť reverzibilná

5.4 Nakreslite Strom pokrytia zo zadanej PS na obrázku. // Construct the coverability tree from the PN specified on the image below.

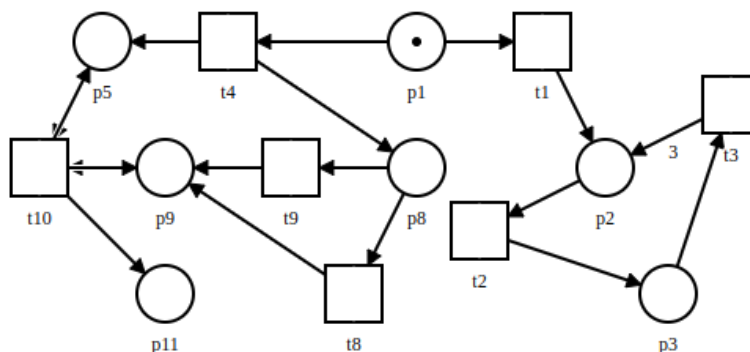


Figure 27: Úloha 4,5

5.5 Určte maximálnu hladinu živosti prechodov PS na obrázku. // Determine the maximal liveness for transitions of the given PN.

Sieť je rovnaká ako v predchádzajúcej úlohe. Prechody t_1, t_4, t_8, t_9 sú L1. Ostatné sú L3

5.6 K PS napíšte 2 spustiteľné postupnosti minimálnej dĺžky 3. K obom postupnostiam napíšte všetky nerovnice, ktoré zabezpečujú ich spustiteľnosť. K PS napíšte 2 nesprávne pokračovania minimálnej dĺžky 3 a nerovnice, ktoré zabráňujú ich spusteniu. // For the given PN write 2 firing sequences of minimal length 3. For both sequences write all inequalities, that ensure their executability. For the given PN write 2 wrong continuations of minimal length 3 and inequalities, that prevent their execution.

5.7 Doplňte do zadanej siete určujúce miesta, a zostrojte sieť dosiahnuteľnosti. // Add complementary places to the given PN and construct the reachability net.

Sieť je rovnaká ako v predchádzajúcej úlohe.

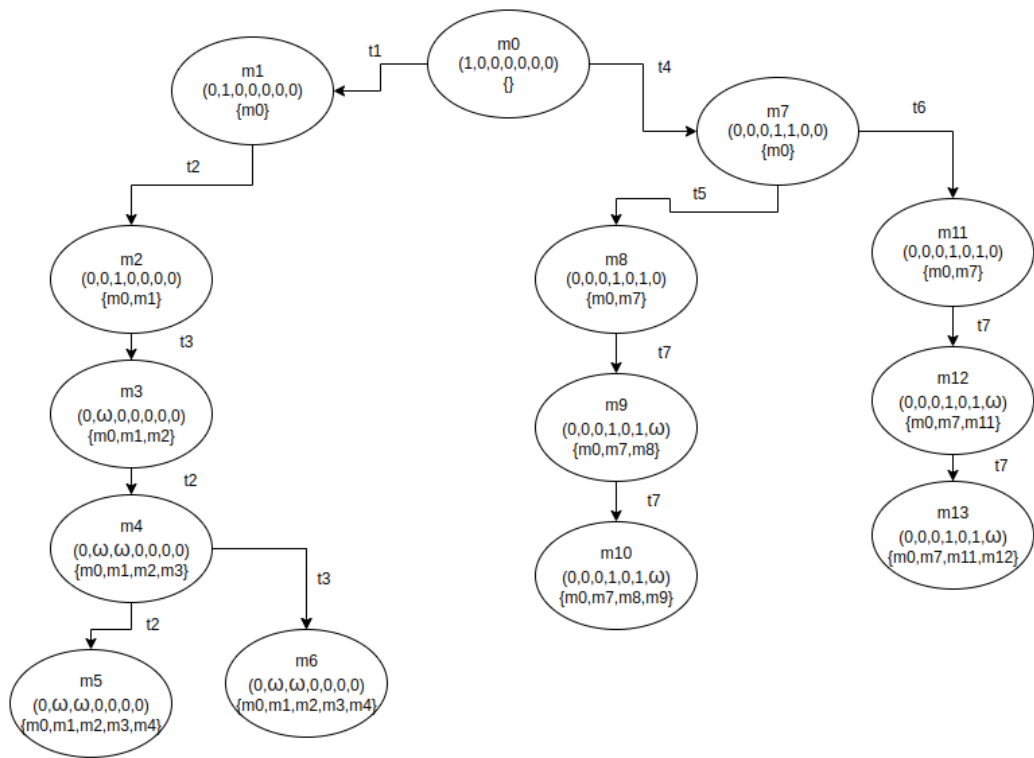


Figure 28: Riešenie úlohy 4

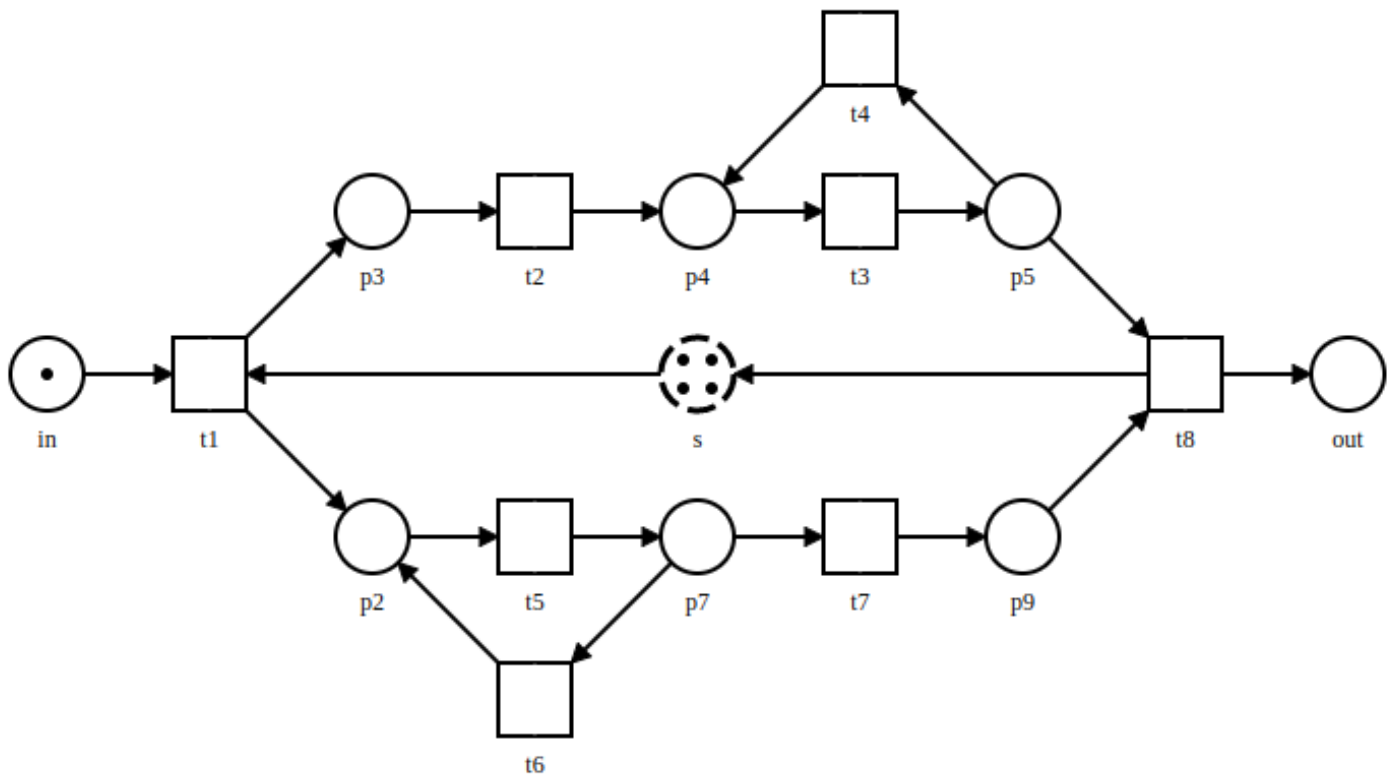


Figure 29: Úloha 6,7

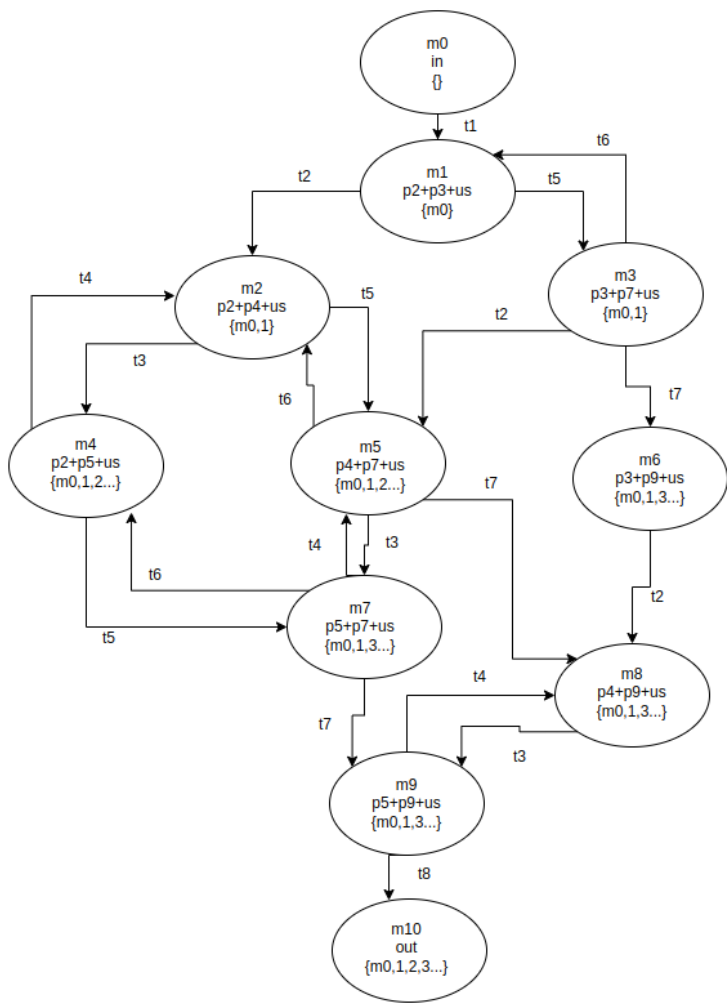


Figure 30: Úloha 7 Graf

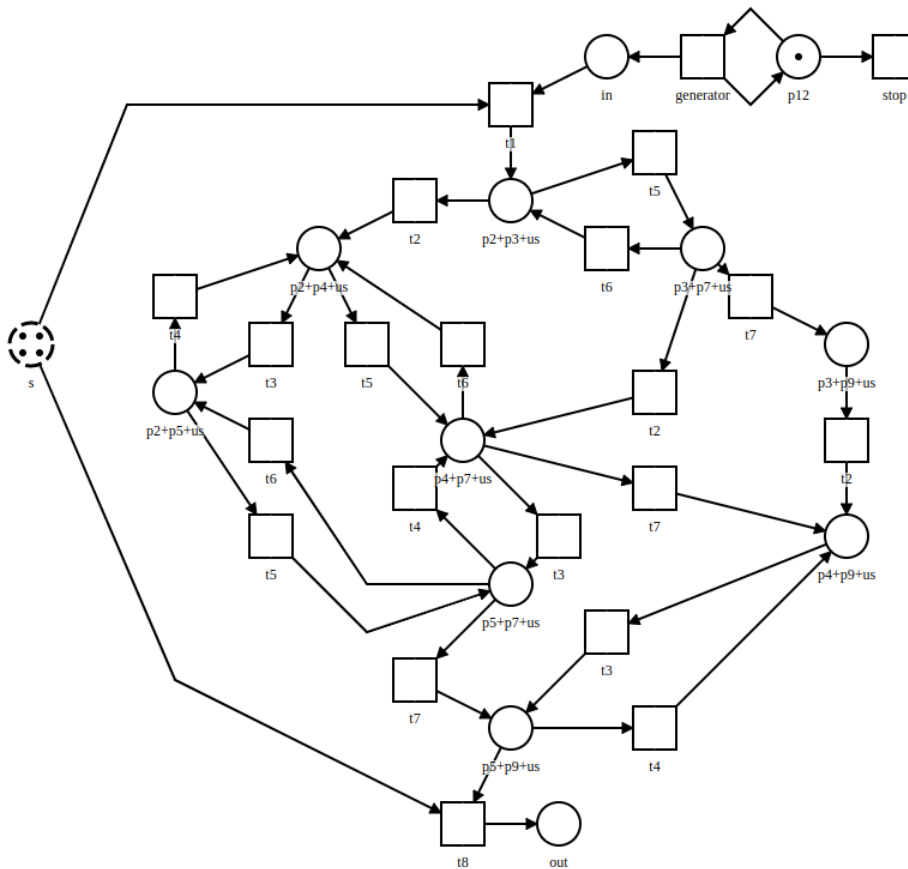


Figure 31: Úloha 7 Siet

- 5.8 Zostrojte Petriho sieť doplnenú o read, reset a inhibitor hrany, ktorá obsahuje minimálne miesta "a", "b", "je dvoj násobok", "nie je dvoj násobok". Pre sieť musí platiť, že keď do miest "a" a "b" vložíme ľubovoľné počiatkové značkovanie, tak: - bude možné dostať značku do miesta "je dvojnásobok" iba ak je počet značiek v mieste "a" dvojnásobkom počtu značiek v mieste "b" - bude možné dostať značku do miesta "nie je dvojnásobok" iba ak to tak nie je // Construct a Petri net with read, reset and inhibitor edges that contains at least places "a", "b", "is double", and "is not double". For the net, it must be true that when we insert any initial marking in places "a" and "b", then: - it will be possible to get the token to the place "is double" only if the number of tokens in place "a" is twice the number of tokens in place "b" - it will be possible to get the token to the place "is not a double" only if it is not.

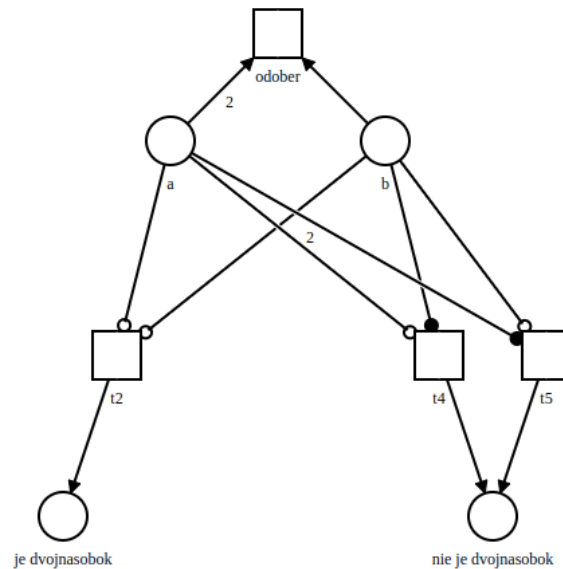


Figure 32: Úloha 8

- 5.9 Nech m_1 a m_2 sú dosiahnuteľné značkovania Petriho siete PS a zároveň $m_2 > m_1$. Nech T_{m_1} a T_{m_2} sú množiny spustiteľných prechodov v značkovaniach m_1 a m_2 . Vieme určiť či bude množina T_{m_2} väčšia/menšia/rovnako veľká ako množina T_{m_1} , alebo to určiť nevieme? Zdôvodnite. // Let m_1 and m_2 be reachable markings of a Petri net PN and let $m_2 > m_1$. Let T_{m_1} and T_{m_2} be sets of transitions that can be fired in markings m_1 and m_2 . Can we determine if the set T_{m_2} has larger/smaller/the same cardinality as the set T_{m_1} ? Justify your answer.

Platí že $|T_{m_2}| \geq |T_{m_1}|$. Pretože všetky prechody spustiteľné v m_1 sú spustiteľné aj v m_2 a značky ktoré má m_2 navyše oproti m_1 môžu umožniť spustenie ďalších prechodov, ktoré v m_1 neboli spustiteľné.