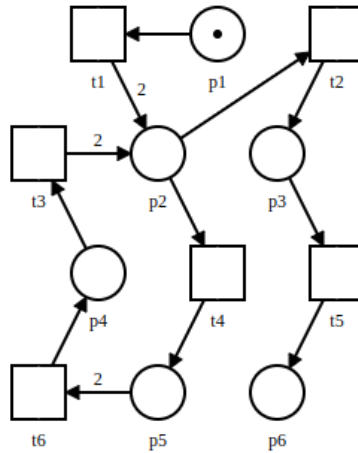


1 Hodnotenie

Spôsob hodnotenia jednotlivých úloh:

1. 3b: 1b za správnu maticu + 1b za správny výsledok + 1b za správny záver
2. 3b: 1b za správnu maticu + 1b za správny výsledok + 1b za správny záver
3. 4b: 1b za spustiteľné postupnosti + 1b za nerovnice + 1b za zakázané pokračovania + 1b za nerovnice
4. 4b: 1b za správne označenie vrcholov + 1b za správne vrcholy v strome + 1b za správne určenie omega značkování + 1b za správny celý strom
5. 2b: 1b ak sú všetky živosti určené správne, 0,5b ak je jedna živosť určená zle, inak 0b
6. 2b: 2b za správne riešenie
7. 2b: 1b za správnu odpoveď, 1b za správne zvodnenie

2 Druhá Zápočtová písomka Skupina A



Úloha 1,2

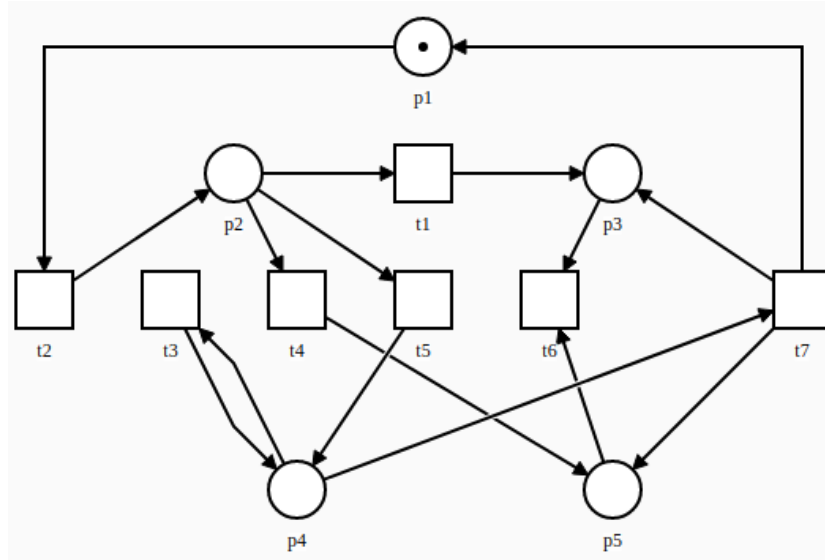
- 2.1 Zistite, či má daná sieť na obrázku P-invarianty a ak áno, nájdite aspoň jeden nenulový P-invariant. Na základe P-invariantu urobte záver o vlastnostiach siete. // Determine if the net in the image has a P-invariant. If yes, find one non-zero P-invariant. Based on the P-invariant make conclusions about the properties of the net. [3b]

transponovaná incidenčná matica	P-invariant	záver
$\begin{pmatrix} -1 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -2 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 2a & a & a & 2a & a & a \end{pmatrix}$ $a \in \mathbb{N}$	Sieť je ohraničená

- 2.2 Zistite, či má daná sieť na obrázku T-invarianty a ak áno, nájdite aspoň jeden nenulový T-invariant. Na základe T-invariantu urobte záver o vlastnostiach siete. // Determine if the net in the image has a T-invariant. If yes, find one non-zero T-invariant. Based on the T-invariant make conclusions about the properties of the net. [3b]

incidenčná matica	T-invariant	záver
$\begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & -1 & 2 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ a \\ 2a \\ 0 \\ a \end{pmatrix}$	Nevieme rozhodnúť, či je sieť reverzibilná

2.3 K Petriho sieti napíšte 2 spustiteľné postupnosti minimálnej dĺžky 3. K oboom postupnostiam napíšte všetky nerovnice, ktoré zabezpečujú ich spustiteľnosť. K Petriho sieti napíšte 2 nesprávne pokračovania minimálnej dĺžky 3 a nerovnice, ktoré zabraňujú ich spusteniu. // For the given Petri net write 2 firing sequences of minimal length 3. For both sequences write all inequalities, that ensure their executability. For the given Petri net write 2 wrong continuations of minimal length 3 and inequalities, that prevent their execution. [4b]



Úloha 3

Spustiteľných postupností existuje oveľa viac. Uvádzame možné riešenie.

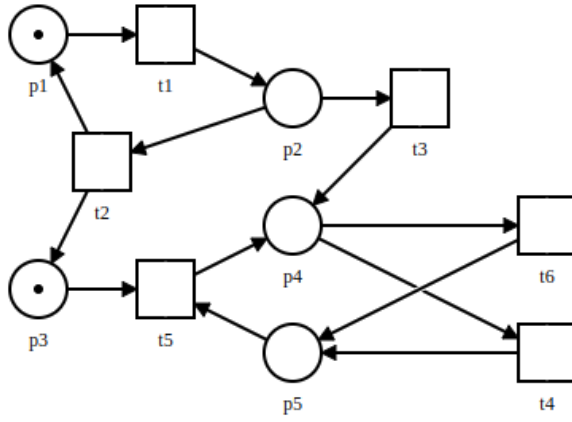
Spustiteľné postupnosti	nerovnice
$t_2 t_5 t_7$	$m \geq t_{2c}$
$t_2 t_5 t_7 t_2$	$m + t_{2p} - t_{2c} \geq t_{5c}$
	$m + t_{2p} - t_{2c} + t_{5p} - t_{5c} \geq t_{7c}$
	$m + t_{2p} - t_{2c} + t_{5p} - t_{5c} + t_{7p} - t_{7c} \geq t_{2c}$

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

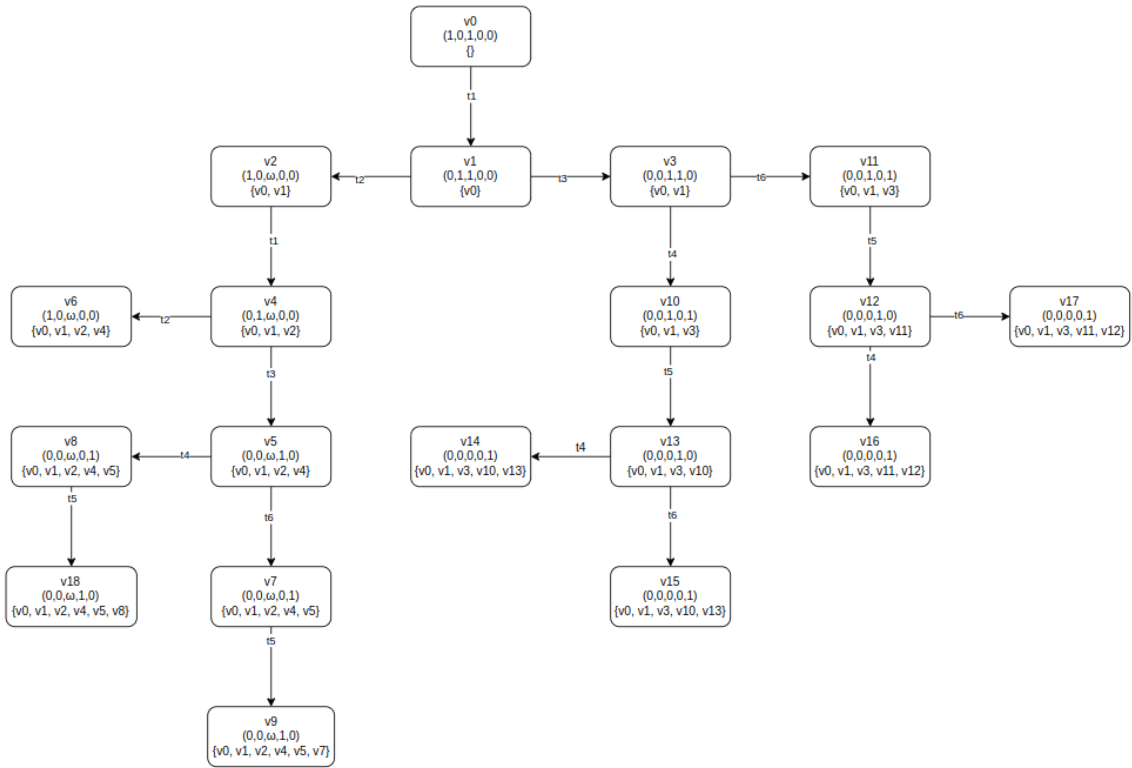
2.4 Nakreslite Strom pokrytia zo zadanej PS na obrázku. / Construct the coverability tree for the given Petri net. [4b]

2.5 Určte hladinu živosti z PS z predchádzajúcej úlohy. / Determine the maximal liveness for transitions of the PN from the previous task. [2b]

prechod t_3 je L1 živý.
 prechody t_4 , t_5 a t_6 sú L2 živé.
 prechody t_1 a t_2 sú L3 živé.



Úloha 4

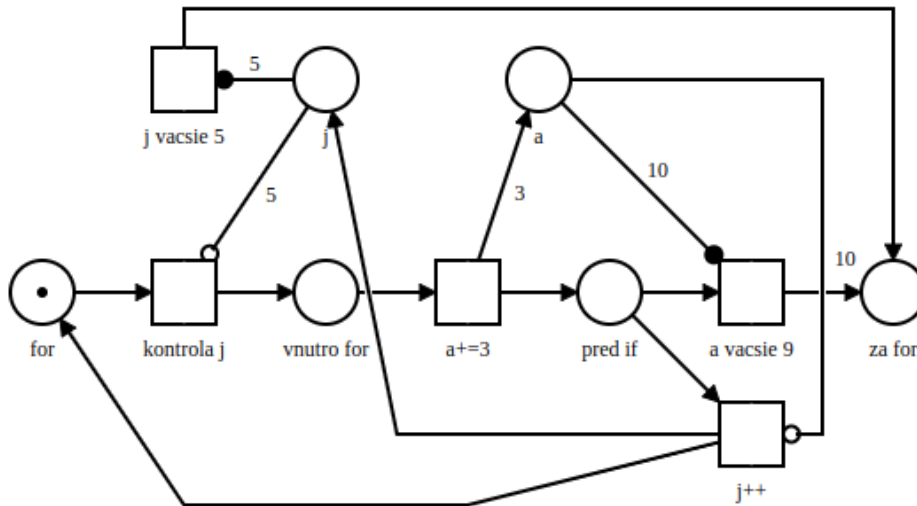


2.6 Predpokladajme, že malé písmená abecedy, sú nezáporné celočíselné premenné. Vyjadrite nasledovný kus kódu pomocou Petriho sietí doplnenými o read, reset a inhibítor hrany. // Assume that, lowercase letters, are non-negative integer variables. Draw a Petri net from the following piece of code. [2b]

```

for (int j = 0; j < 5; j++) {
    a += 3 ;
    if (a > 9) {
        break ;
    }
}

```



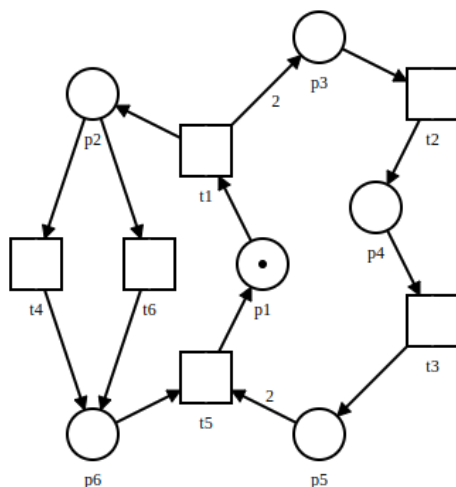
Úloha 6

2.7 Môže existovať Petriho sieť, ktorej T-invariant má jediné kladné (teda nie nekonečne veľa parametrických) celočíselné riešenie (napríklad vektor (1, 2, 3)). Odpoveď zdôvodnite. // Is there such a Petri net, which has exactly one (that is it does not have infinitely many parametrised solutions) positive integer solution of its T-invariant (for example the vector (1, 2, 3))? Justify your answer. [2b]

Nie.

Dôkaz sporom: predpokladajme, že taká sieť existuje. Vieme do nej pridať toľko značiek, aby sa všetky prechody z riešenia T-invariantu dali spustiť (značkovanie neovplyvňuje T-invariant). Keď v tejto sieti spustíme všetky prechody z riešenia T-invariantu (dá sa, lebo sme pridali značky), dostaneme sa späť do pôvodného značkovania (z definície T-invariantu). V tomto značkovani však vieme opäť spustiť prechody z riešenia T-invariantu, tým pádom má T-invariant dve riešenia - pôvodné a jeho dvojnásobok (v skutočnosti nutne nekonečne veľa). Čo je logický spor a teda takáto sieť nemôže existovať.

3 Druhá Zápočtová písomka Skupina B



Úloha 1,2

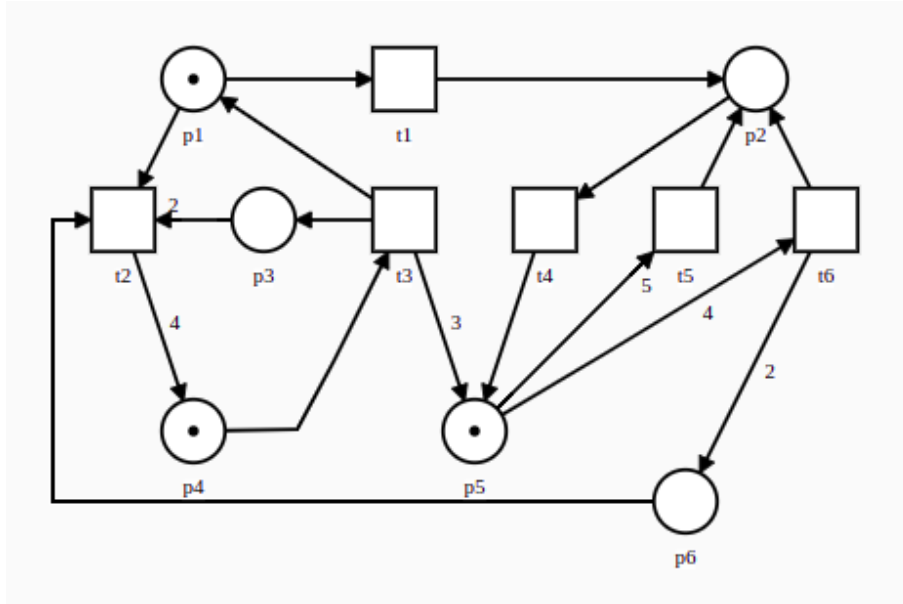
- 3.1 Zistite, či má daná sieť na obrázku T-invarianty a ak áno, nájdite aspoň jeden nenulový T-invariant. Na základe T-invariantu urobte záver o vlastnostiach siete. // Determine if the net in the image has a T-invariant. If yes, find one non-zero T-invariant. Based on the T-invariant make conclusions about the properties of the net. [3b]

incidenčná matica	T-invariant	záver
$\begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & -1 \\ 2 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} a \\ 2a \\ 2a \\ a-b \\ a \\ b \end{pmatrix} \quad a \in \mathbb{N}, b \in \mathbb{N} \wedge a < b$	Nevieme rozhodnúť, či je sieť reverzibilná

- 3.2 Zistite, či má daná sieť na obrázku P-invarianty a ak áno, nájdite aspoň jeden nenulový P-invariant. Na základe P-invariantu urobte záver o vlastnostiach siete. // Determine if the net in the image has a P-invariant. If yes, find one non-zero P-invariant. Based on the P-invariant make conclusions about the properties of the net. [3b]

transponovaná incidenčná matica	P-invariant	záver
$\begin{pmatrix} -1 & 1 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & -2 & -1 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	$(2a + b \quad b \quad a \quad a \quad a \quad b) \\ b \in \mathbb{N}, a \in \mathbb{N}$	Sieť je ohraničená

- 3.3 K Petriho sieti napíšte 2 spustiteľné postupnosti minimálnej dĺžky 3. K oboom postupnostiam napíšte všetky nerovnice, ktoré zabezpečujú ich spustiteľnosť. K Petriho sieti napíšte 2 nesprávne pokračovania minimálnej dĺžky 3 a nerovnice, ktoré zabráňujú ich spusteniu. // For the given Petri net write 2 firing sequences of minimal length 3. For both sequences write all inequalities, that ensure their executability. For the given Petri net write 2 wrong continuations of minimal length 3 and inequalities, that prevent their execution. [4b]



Úloha 3

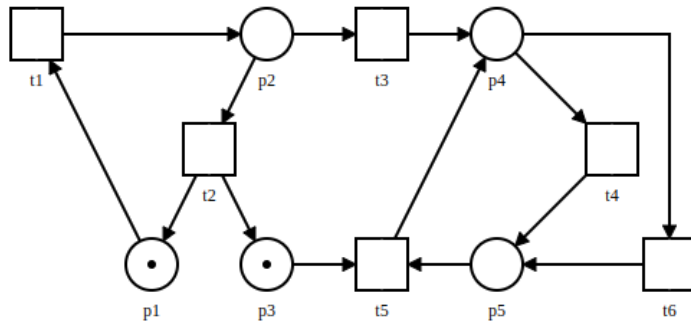
Spustiteľných postupností existuje oveľa viac. Uvádzame možné riešenie.

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

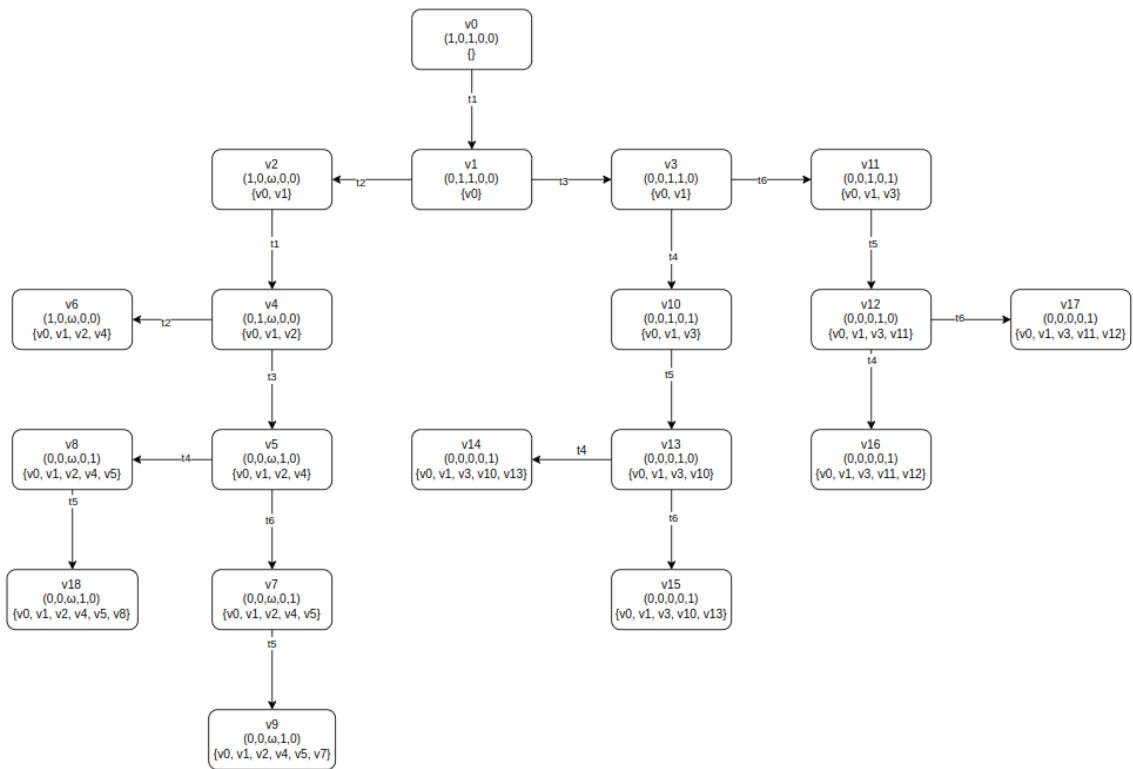
Nesprávne pokračovania	nerovnice
$t_3 t_1 t_3$	$m + t_{3p} - t_{3c} + t_{1p} - t_{1c} < t_{3c}$
$t_3 t_1 t_2$	$m + t_{3p} - t_{3c} + t_{1p} - t_{1c} < t_{2c}$

- 3.4 Nakreslite Strom pokrytia zo zadanej PS na obrázku. / Construct the coverability tree for the given Petri net. [4b]
- 3.5 Určte hladinu živosti z PS z predchádzajúcej úlohy. / Determine the maximal liveness for transitions of the PN from the previous task. [2b]

prechod t_3 je L1 živý.
 prechody t_4 , t_5 a t_6 sú L2 živé.
 prechody t_1 a t_2 sú L3 živé.



Úloha 4

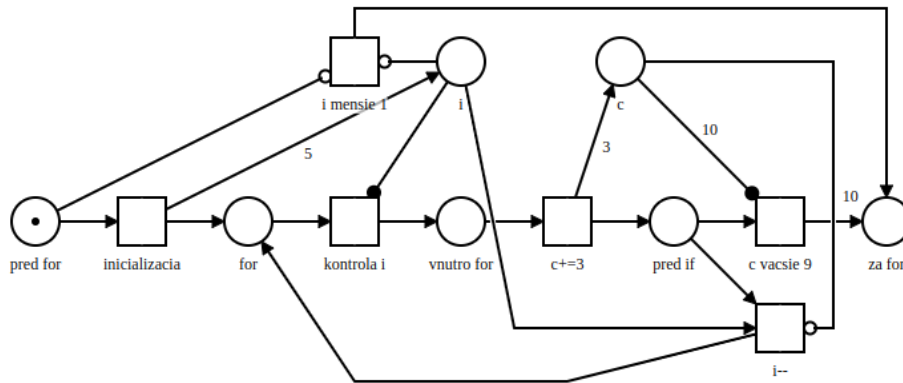


3.6 Predpokladajme, že malé písmená abecedy, sú nezáporné celočíselné premenné. Vyjadrite nasledovný kus kódu pomocou Petriho sietí doplnenými o read, reset a inhibítor hrany. // Assume that, lowercase letters, are non-negative integer variables. Draw a Petri net from the following piece of code. [2b]

```

for (int i = 5 ; i > 0; i ) {
    c += 3 ;
    if ( c > 9 ) {
        break ;
    }
}

```



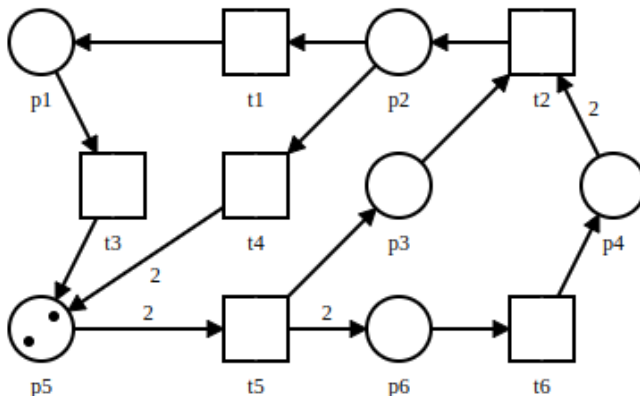
Úloha 6

3.7 Môže existovať neohraničená Petriho sieť s konečným počtom prechodov s maximálnou živosťou L1? Odpoveď zdôvodnite. // Can an unbounded Petri net with a finite number of transitions, with maximal liveness L1 exist? justify your answer. [2b]

Nie.

Každý z konečného počtu prechodov sa vie spustiť nejaký ohraničený (konečný) počet krát (L1 živosť). Tieto prechody teda môžu vyprodukovať iba nejaký ohraničený, konečný počet značiek. Sieť je teda ohraničená.

4 Druhá Zápočtová písomka Skupina C



Úloha 1,2

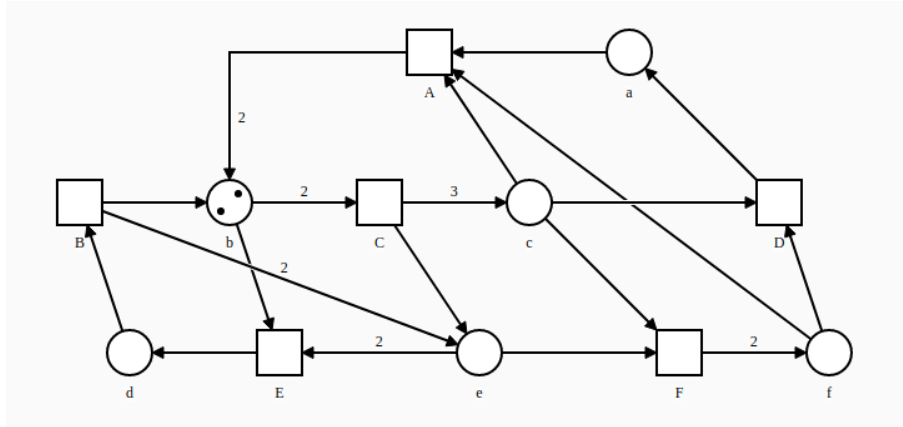
- 4.1 Zistite, či má daná sieť na obrázku P-invarianty a ak áno, nájdite aspoň jeden nenulový P-invariant. Na základe P-invariantu urobte záver o vlastnostiach siete. // Determine if the net in the image has a P-invariant. If yes, find one non-zero P-invariant. Based on the P-invariant make conclusions about the properties of the net. [3b]

transponovaná incidenčná matica	P-invariant	záver
$\begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & -2 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & -2 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 \end{pmatrix}$	$(0 \ 0 \ -2a \ a \ 0 \ a)$	Nevieme rozhodnúť, či je sieť ohraničená

- 4.2 Zistite, či má daná sieť na obrázku T-invarianty a ak áno, nájdite aspoň jeden nenulový T-invariant. Na základe T-invariantu urobte záver o vlastnostiach siete. // Determine if the net in the image has a T-invariant. If yes, find one non-zero T-invariant. Based on the T-invariant make conclusions about the properties of the net. [3b]

incidenčná matica	T-invariant	záver
$\begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -2 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & -1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 \\ a \\ 0 \\ a \\ a \\ 2a \end{pmatrix} \quad a \in \mathbb{N}$	Nevieme rozhodnúť, či je sieť reverzibilná

- 4.3 K Petriho sieti napíšte 2 spustiteľné postupnosti minimálnej dĺžky 3. K oboom postupnostiam napíšte všetky nerovnice, ktoré zabezpečujú ich spustiteľnosť. K Petriho sieti napíšte 2 nesprávne pokračovania minimálnej dĺžky 3 a nerovnice, ktoré zabráňujú ich spusteniu. // For the given Petri net write 2 firing sequences of minimal length 3. For both sequences write all inequalities, that ensure their executability. For the given Petri net write 2 wrong continuations of minimal length 3 and inequalities, that prevent their execution. [4b]



Úloha 3

Spustiteľných postupností existuje oveľa viac. Uvádzame možné riešenie.

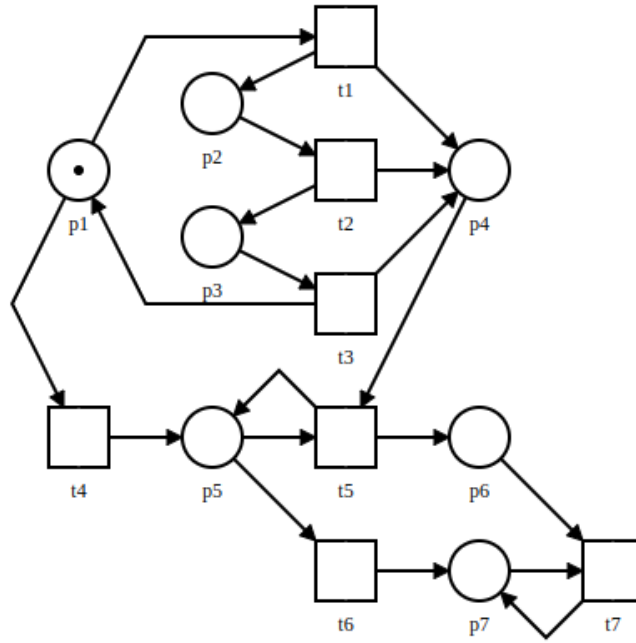
Spustiteľné postupnosti	nerovnice
<i>CFD</i>	$m \geq C_c$
<i>CFDA</i>	$m + C_p - C_c \geq F_c$
	$m + C_p - C_c + F_p - F_c \geq D_c$
	$m + C_p - C_c + F_p - F_c + D_p - D_c \geq A_c$

Nesprávne pokračovania	nerovnice
<i>CFC</i>	$m + C_p - C_c + F_p - F_c < C_c$
<i>CFF</i>	$m + C_p - C_c + F_p - F_c < F_c$

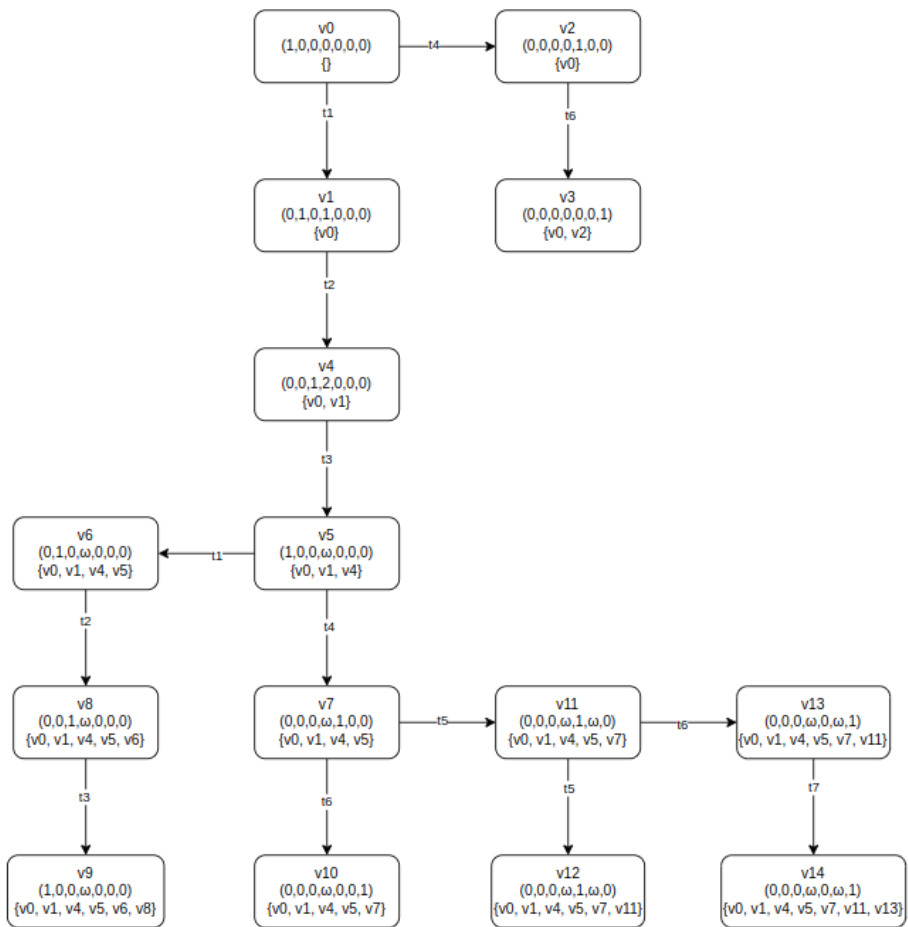
- 4.4 Nakreslite Strom pokrytia zo zadanej PS na obrázku. / Construct the coverability tree for the given Petri net. [4b]
- 4.5 Určte hladinu živosti z PS z predchádzajúcej úlohy. / Determine the maximal liveness for transitions of the PN from the previous task. [2b]

prechody t_4 a t_6 sú L1 živé.
 prechody t_5 a t_7 sú L2 živé.
 prechody t_1, t_2 a t_3 sú L3 živé.

- 4.6 Predpokladajme, že malé písmená abecedy, sú nezáporné celočíselné premenné. Vyjadrite nasledovný kus kódu pomocou Petriho sietí doplnenými o read, reset a inhibítor hrany. // Assume that, lowercase letters, are non-negative integer variables. Draw a Petri net from the following piece of code. [2b]



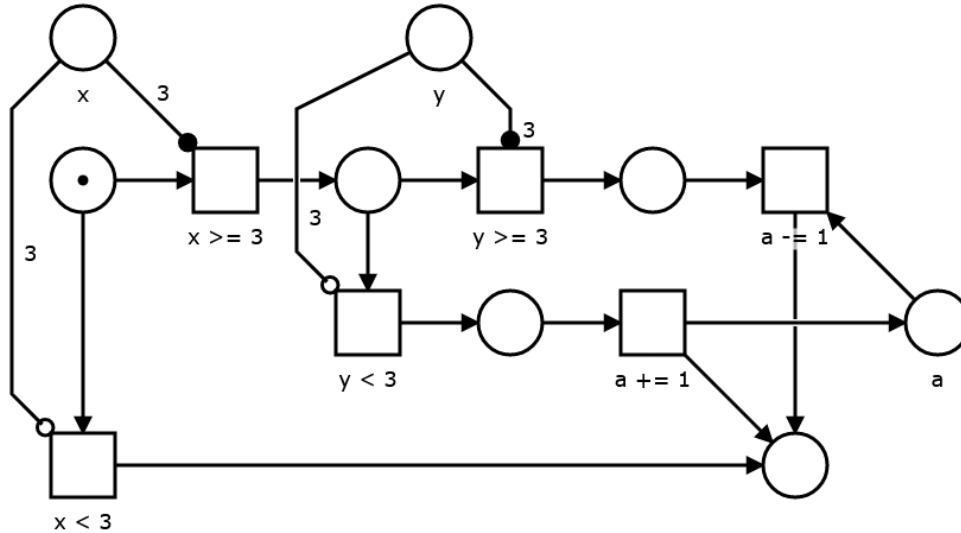
Úloha 4



```

if(x >= 3) {
    if(y >= 3) {
        a -= 1;
    } else {
        a += 1;
    }
}

```

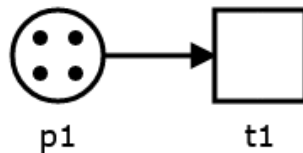


Úloha 6

4.7 Ak má sieť P-invariant obsahujúci aspoň jeden nulový prvok, a všetky jej prechody majú živosť aspoň na úrovni L1, môžeme o tejto sieti s istotou povedať, že je neohraničená? Odpoveď zdôvodnite. // If we have a Petri net, whose P-invariant contains at least one zero element and whose transitions have liveness at least L1, can we conclude that such a net is unbounded? Justify your answer. [2b]

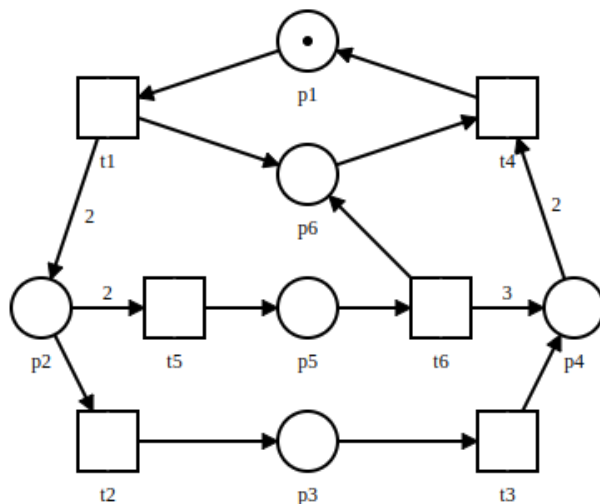
Nie.

pokiaľ máme sieť, v ktorej sa spúšťaním prechodov počet značiek znižuje (strácajú sa), tak jej P-invariant bude obsahovať nulové prvky (strácajúce značky nám neumožnia zachovať konštantný ovážený súčet všetkých značiek v sieti). Keďže sa však v takejto sieti značky strácajú a nepribúdajú do nekonečna, tak je ohraničená. Príklad takejto siete je na obrázku.



Úloha 7

5 Druhá Zápočtová písomka Skupina D



Úloha 1,2

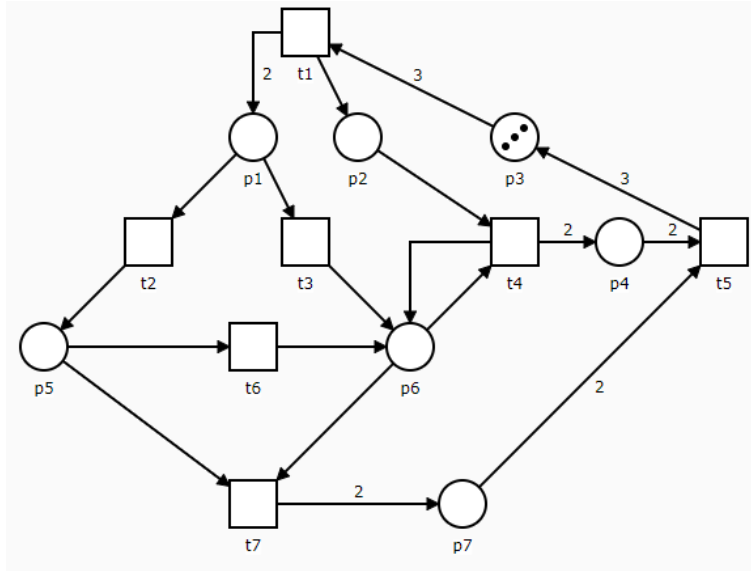
- 5.1 Zistite, či má daná sieť na obrázku T-invarianty a ak áno, nájdite aspoň jeden nenulový T-invariant. Na základe T-invariantu urobte záver o vlastnostiach siete. // Determine if the net in the image has a T-invariant. If yes, find one non-zero T-invariant. Based on the T-invariant make conclusions about the properties of the net. [3b]

incidenčná matica	T-invariant	záver
$\begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 2 & -1 & 0 & 0 & -2 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -2 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} a \\ 2a \\ 2a \\ a \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad a \in \mathbb{N}$	Nevieme rozhodnúť, či je sieť reverzibilná

- 5.2 Zistite, či má daná sieť na obrázku P-invarianty a ak áno, nájdite aspoň jeden nenulový P-invariant. Na základe P-invariantu urobte záver o vlastnostiach siete. // Determine if the net in the image has a P-invariant. If yes, find one non-zero P-invariant. Based on the P-invariant make conclusions about the properties of the net. [3b]

transponovaná incidenčná matica	P-invariant	záver
$\begin{pmatrix} -1 & 2 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & -2 & 0 & -1 \\ 0 & -2 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 3 & -1 & 1 \end{pmatrix}$	$(-a \quad -a \quad -a \quad -a \quad -2a \quad a)$	Nevieme rozhodnúť, či je sieť ohraničená

- 5.3 K Petriho sieti napíšte 2 spustiteľné postupnosti minimálnej dĺžky 3. K oboom postupnostiam napíšte všetky nerovnice, ktoré zabezpečujú ich spustiteľnosť. K Petriho sieti napíšte 2 nesprávne pokračovania minimálnej dĺžky 3 a nerovnice, ktoré zabráňujú ich spusteniu. // For the given Petri net write 2 firing sequences of minimal length 3. For both sequences write all inequalities, that ensure their executability. For the given Petri net write 2 wrong continuations of minimal length 3 and inequalities, that prevent their execution. [4b]



Úloha 3

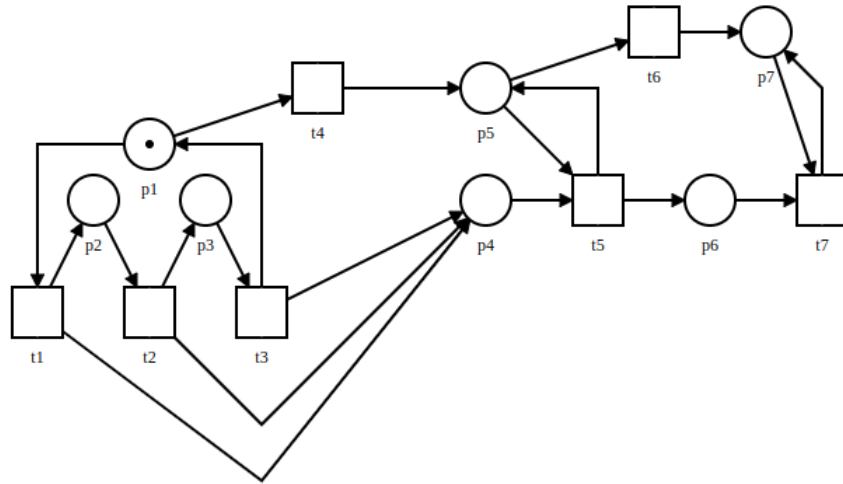
Spustiteľných postupností existuje oveľa viac. Uvádzame možné riešenie.

Spustiteľné postupnosti	nerovnice
$t_1 t_2 t_2$	$m \geq t_{1c}$ $m + t_{1p} - t_{1c} \geq t_{2c}$
$t_1 t_2 t_2 t_6$	$m + t_{1p} - t_{1c} + t_{2p} - t_{2c} \geq t_{2c}$ $m + t_{1p} - t_{1c} + t_{2p} - t_{2c} + t_{2p} - t_{2c} \geq t_{6c}$

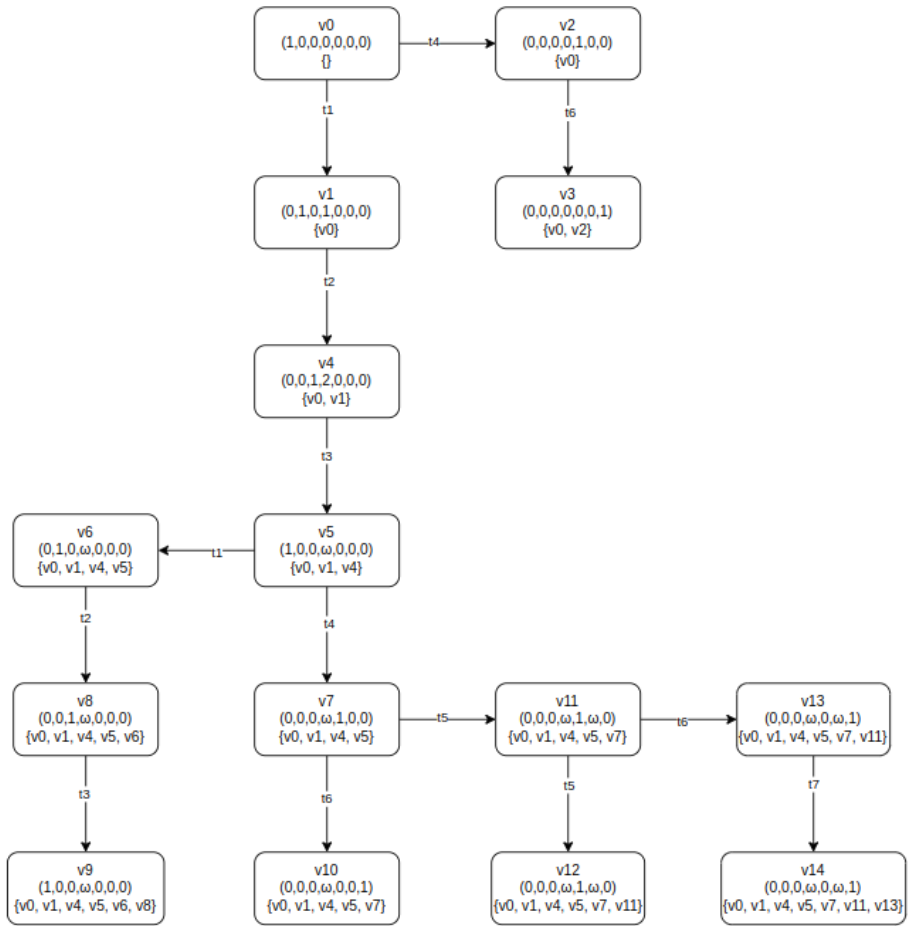
Nesprávne pokračovania	nerovnice
$t_1 t_2 t_1$	$m + t_{1p} - t_{1c} + t_{2p} - t_{2c} < t_{1c}$
$t_1 t_3 t_1$	$m + t_{1p} - t_{1c} + t_{3p} - t_{3c} < t_{1c}$

- 5.4 Nakreslite Strom pokrytia zo zadanej PS na obrázku. / Construct the coverability tree for the given Petri net. [4b]
- 5.5 Určte hladinu živosti z PS z predchádzajúcej úlohy. / Determine the maximal liveness for transitions of the PN from the previous task. [2b]

prechody t_4 a t_6 sú L1 živé.
 prechody t_5 a t_7 sú L2 živé.
 prechody t_1 , t_2 a t_3 sú L3 živé.



Úloha 4

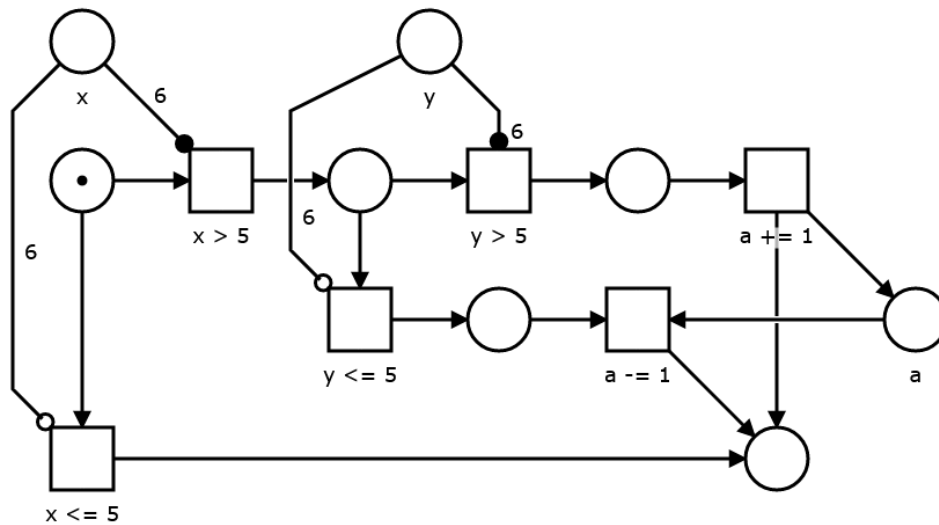


5.6 Predpokladajme, že malé písmená abecedy, sú nezáporné celočíselné premenné. Vyjadrite nasledovný kus kódu pomocou Petriho sietí doplnenými o read, reset a inhibítor hrany. // Assume that, lowercase letters, are non-negative integer variables. Draw a Petri net from the following piece of code. [2b]

```

if (x > 5) {
    if (y > 5) {
        a += 1;
    } else {
        a -= 1;
    }
}

```

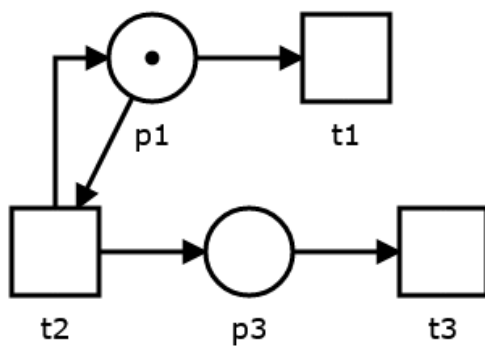


Úloha 6

5.7 Pokiaľ obsahuje strom pokrytia aspoň jedno miesto s označením ω , a aspoň jeden prechod, ktorý konzumuje značky len z takýchto miest, znamená to, že takýto prechod je L4 živý? Odpoveď zdôvodnite. // If a coverability tree contains at least one place with an ω and at least one transition that consumes tokens only from such places, are these transitions L4 live? Justify your answer. [2b]

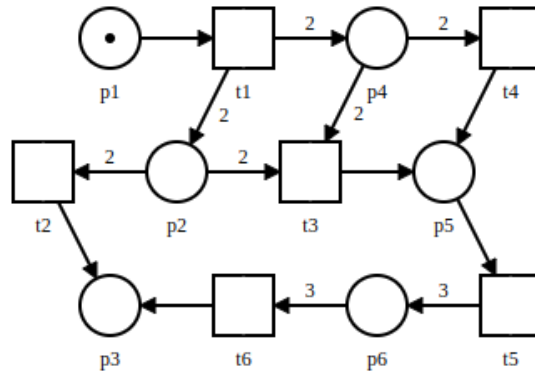
Nie.

To, že v mieste môže byť neohraničene veľa značiek, neznamená, že sa nemôžu minúť a už nikdy nepribudnúť späť. Živosť takýchto prechodov závisí od živosti prechodov, ktoré do miesta produkujú značky. Napríklad v sieti na obrázku je takýto prechod (t_3) len L3 živý.



Úloha 7

6 Druhá Zápočtová písomka Skupina E



Úloha 1,2

- 6.1 Zistite, či má daná sieť P-invarianty a ak áno, nájdite aspoň jeden nenulový P-invariant. Na základe P-invariantu urobte záver o vlastnostiach siete. // Determine if the net has a P-invariant. If yes, find one non-zero P-invariant. Based on the P-invariant make conclusions about the properties of the net. [3b]

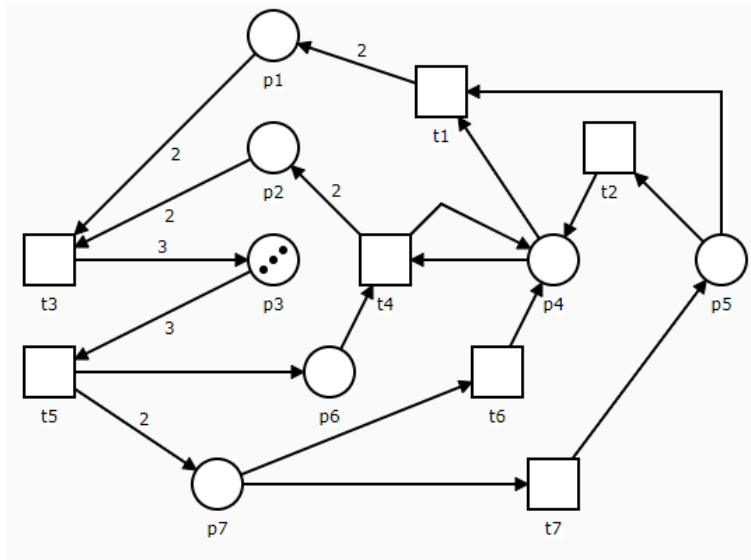
transponovaná incidenčná matica	P-invariant	záver
$\begin{pmatrix} -1 & 2 & 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 0 & -2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -2 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & -3 \end{pmatrix}$	$(0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0)$	Nevieme rozhodnúť, či je sieť ohraničená

- 6.2 Zistite, či má daná sieť T-invarianty a ak áno, nájdite aspoň jeden nenulový T-invariant. Na základe T-invariantu urobte záver o vlastnostiach siete. // Determine if the net has a T-invariant. If yes, find one non-zero T-invariant. Based on the T-invariant make conclusions about the properties of the net. [3b]

incidenčná matica	T-invariant	záver
$\begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & -2 & -2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 2 & 0 & -2 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & -3 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad a \in \mathbb{N}, b \in \mathbb{N}$	Sieť nie je reverzibilná

- 6.3 K Petriho sieti napíšte 2 spustiteľné postupnosti minimálnej dĺžky 3. K oboj postupnostiam napíšte všetky nerovnice, ktoré zabezpečujú ich spustiteľnosť. K Petriho sieti napíšte 2 nesprávne pokračovania minimálnej dĺžky 3 a nerovnice, ktoré zabráňujú ich spusteniu. // For the given Petri net write 2 firing sequences of minimal length 3. For both sequences write all inequalities, that ensure their executability. For the given Petri net write 2 wrong continuations of minimal length 3 and inequalities, that prevent their execution. [4b]

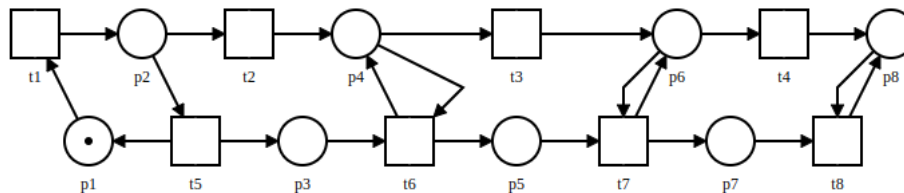
Spustiteľných postupností existuje oveľa viac. Uvádzame možné riešenie.



Úloha 3

Spustiteľné postupnosti	nerovnice
$t_5 t_7 t_7$	$m \geq t_{5c}$
$t_5 t_7 t_7$	$m + t_{5p} - t_{5c} \geq t_{7c}$
$t_5 t_7 t_7 t_2$	$m + t_{5p} - t_{5c} + t_{7p} - t_{7c} \geq t_{7c}$
	$m + t_{5p} - t_{5c} + t_{7p} - t_{7c} + t_{7p} - t_{7c} \geq t_{2c}$
Nesprávne pokračovania	nerovnice
$t_5 t_7 t_5$	$m + t_{5p} - t_{5c} + t_{7p} - t_{7c} < t_{5c}$
$t_5 t_6 t_5$	$m + t_{5p} - t_{5c} + t_{6p} - t_{6c} < t_{5c}$

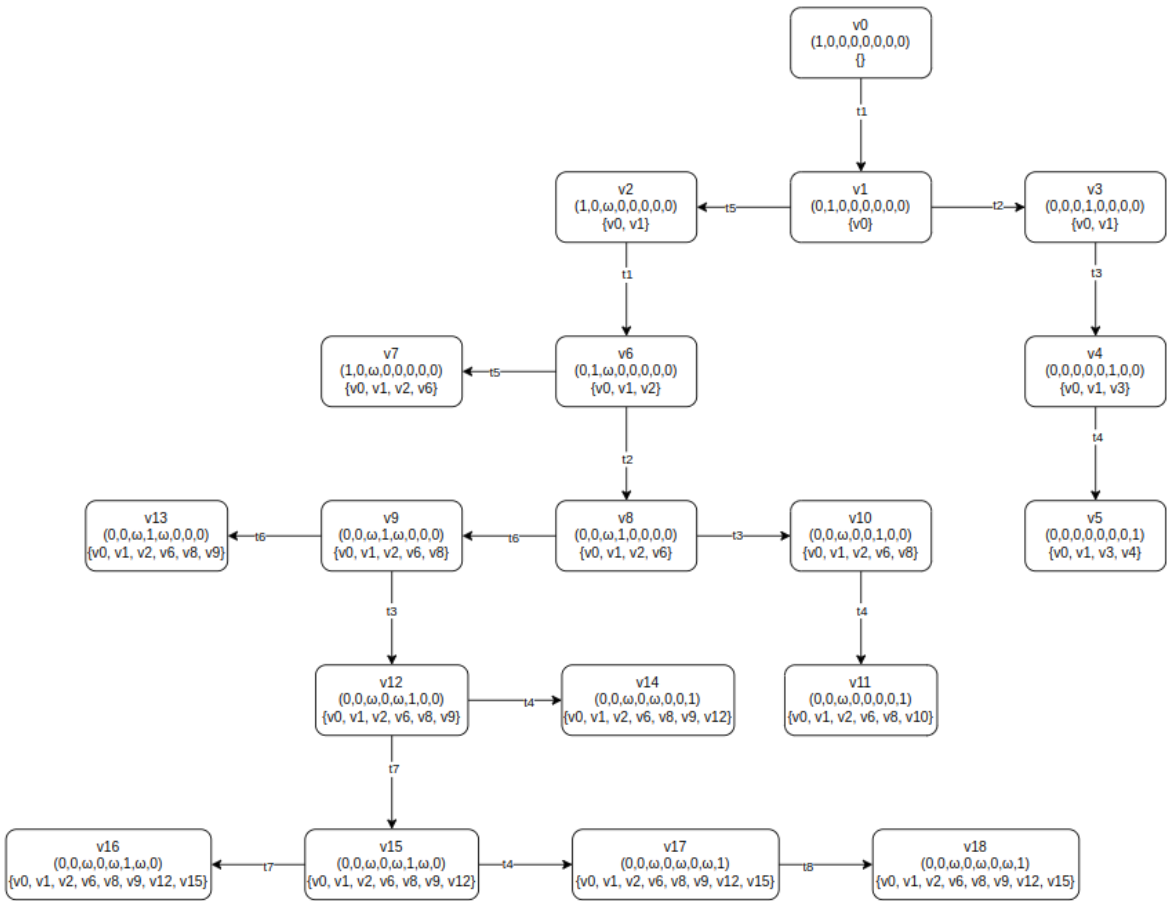
6.4 Nakreslite Strom pokrytia zo zadanej PS na obrázku. / Construct the coverability tree for the given Petri net. [4b]



Úloha 4

6.5 Určte hladinu živosti z PS z predchádzajúcej úlohy. / Determine the maximal liveness for transitions of the PN from the previous task. [2b]

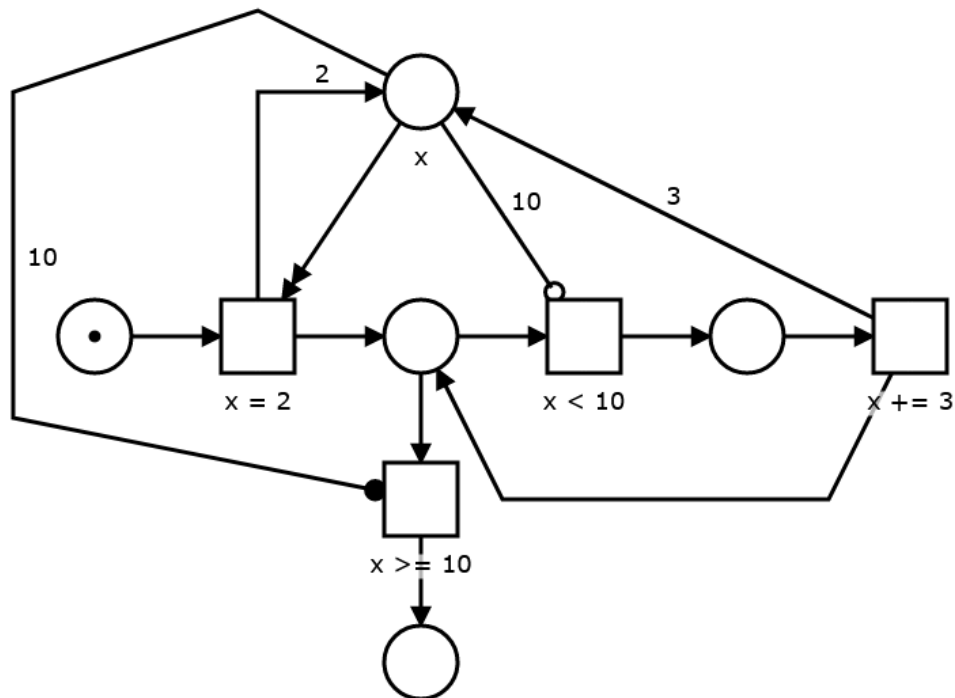
prechody t_2, t_3 a t_4 sú L1 živé.
 prechody t_6, t_7 a t_8 sú L2 živé.



prechody t_1 a t_5 sú L3 živé.

6.6 Predpokladajme, že malé písmená abecedy, sú nezáporné celočíselné premenné. Vyjadrite nasledovný kus kódu pomocou Petriho sietí doplnenými o read, reset a inhibítor hrany. // Assume that, lowercase letters, are non-negative integer variables. Draw a Petri net from the following piece of code. [2b]

```
x = 2;
while(x < 10) {
    x += 3;
}
```

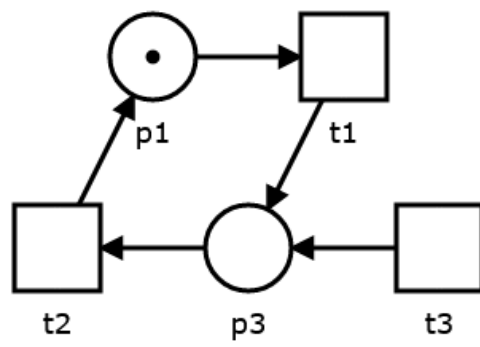


Úloha 6

6.7 Pokiaľ je sieť reverzibilná, je zároveň aj ohraničená? Odpoveď zdôvodnite. // If a net is reversible, is it bounded as well? Justify your answer. [2b]

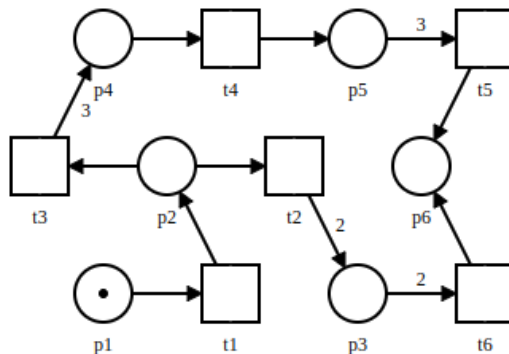
Nie.

Reverzibilita a ohraničenosť sú nezávislé vlastnosti. Priložená sieť je reverzibilná (spustenie prechodu t_1 a t_2 ju dostane do rovnakého značkovania z akého sa spúšťanie začalo), ale sieť je zároveň neohraničená (prechod t_3 generuje nekonečne veľa značiek).



Úloha 7

7 Druhá Zápočtová písomka Skupina F



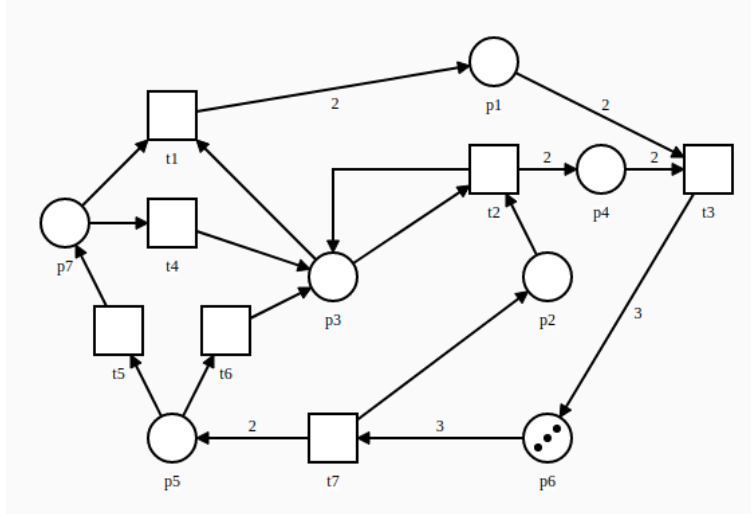
Úloha 1,2

- 7.1 Zistite, či má daná sieť T-invarianty a ak áno, nájdite aspoň jeden nenulový T-invariant. Na základe T-invariantu urobte záver o vlastnostiach siete. // Determine if the net has a T-invariant. If yes, find one non-zero T-invariant. Based on the T-invariant make conclusions about the properties of the net. [3b]

incidenčná matica	T-invariant	záver
$\begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & 3 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 0 \\ a \\ -a \\ -3a \\ -a \\ a \end{pmatrix}$	Sieť nie je reverzibilná

- 7.2 Zistite, či má daná sieť P-invarianty a ak áno, nájdite aspoň jeden nenulový P-invariant. Na základe P-invariantu urobte záver o vlastnostiach siete. // Determine if the net has a P-invariant. If yes, find one non-zero P-invariant. Based on the P-invariant make conclusions about the properties of the net. [3b]

transponovaná incidenčná matica	P-invariant	záver
$\begin{pmatrix} -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -3 & 1 \\ 0 & 0 & -2 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$	$(6a \quad 6a \quad 3a \quad 2a \quad 2a \quad 6a)$ $a \in \mathbb{N}$	Sieť je ohraničená



Úloha 3

7.3 K Petriho sieti napíšte 2 spustiteľné postupnosti minimálnej dĺžky 3. K obom postupnostiam napíšte všetky nerovnice, ktoré zabezpečujú ich spustiteľnosť. K Petriho sieti napíšte 2 nesprávne pokračovania minimálnej dĺžky 3 a nerovnice, ktoré zabráňujú ich spusteniu. // For the given Petri net write 2 firing sequences of minimal length 3. For both sequences write all inequalities, that ensure their executability. For the given Petri net write 2 wrong continuations of minimal length 3 and inequalities, that prevent their execution. [4b]

Spustiteľných postupností existuje oveľa viac. Uvádzame možné riešenie.

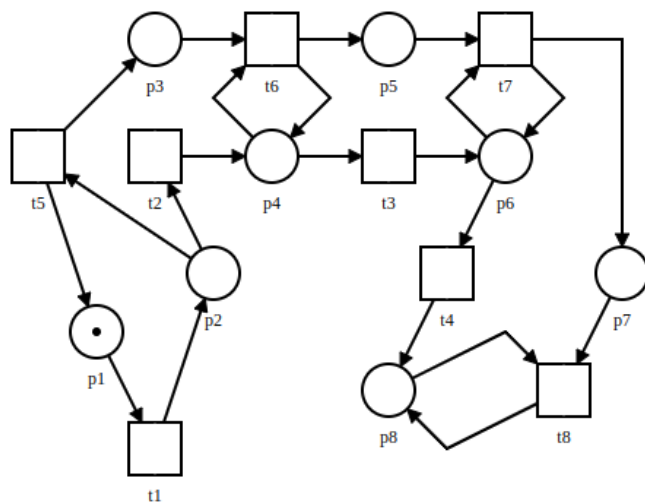
Spustiteľné postupnosti	nerovnice
$t_7 t_5 t_5$	$m \geq t_{7c}$
$t_7 t_5 t_5 t_4$	$m + t_{7p} - t_{7c} \geq t_{5c}$
	$m + t_{7p} - t_{7c} + t_{5p} - t_{5c} \geq t_{5c}$
	$m + t_{7p} - t_{7c} + t_{5p} - t_{5c} + t_{5p} - t_{5c} \geq t_{4c}$

Nesprávne pokračovania	nerovnice
$t_7 t_5 t_7$	$m + t_{7p} - t_{7c} + t_{5p} - t_{5c} < t_{7c}$
$t_7 t_6 t_7$	$m + t_{7p} - t_{7c} + t_{6p} - t_{6c} < t_{7c}$

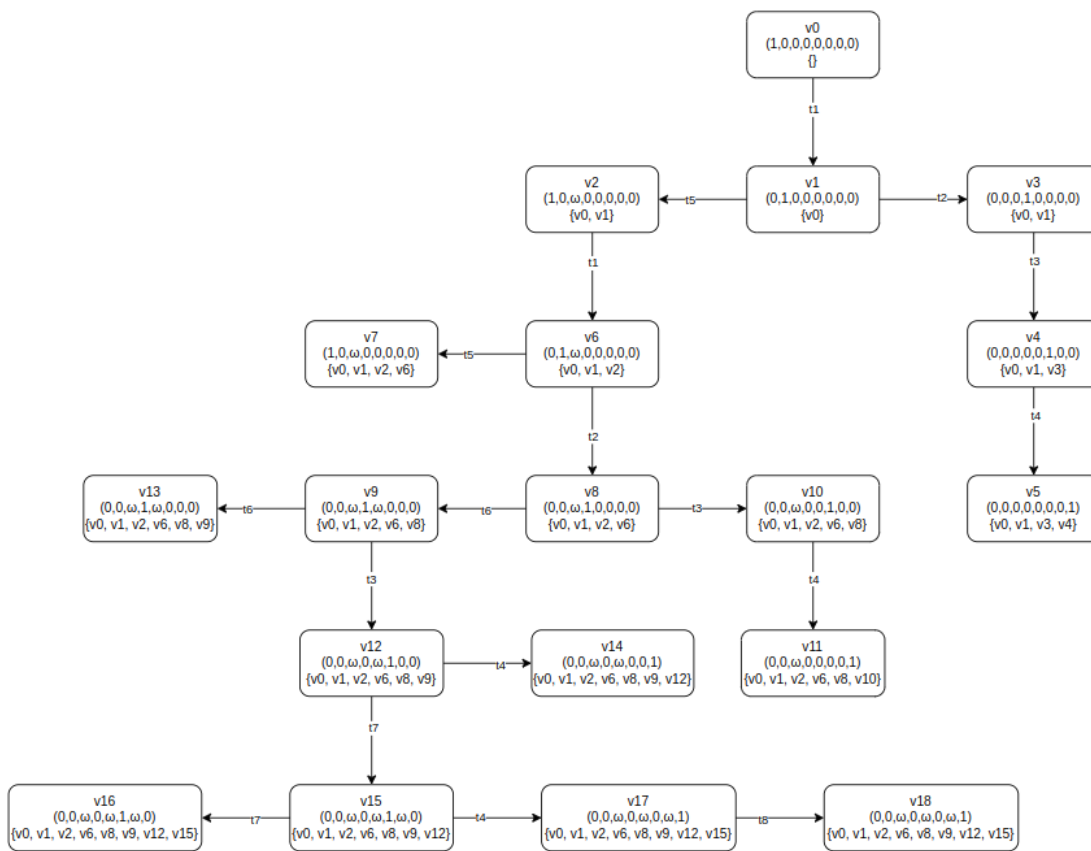
7.4 Nakreslite Strom pokrytia zo zadanej PS na obrázku. / Construct the coverability tree for the given Petri net. [4b]

7.5 Určte hladinu živosti z PS z predchádzajúcej úlohy. / Determine the maximal liveness for transitions of the PN from the previous task. [2b]

prechody t_2, t_3 a t_4 sú L1 živé.
 prechody t_6, t_7 a t_8 sú L2 živé.
 prechody t_1 a t_5 sú L3 živé.

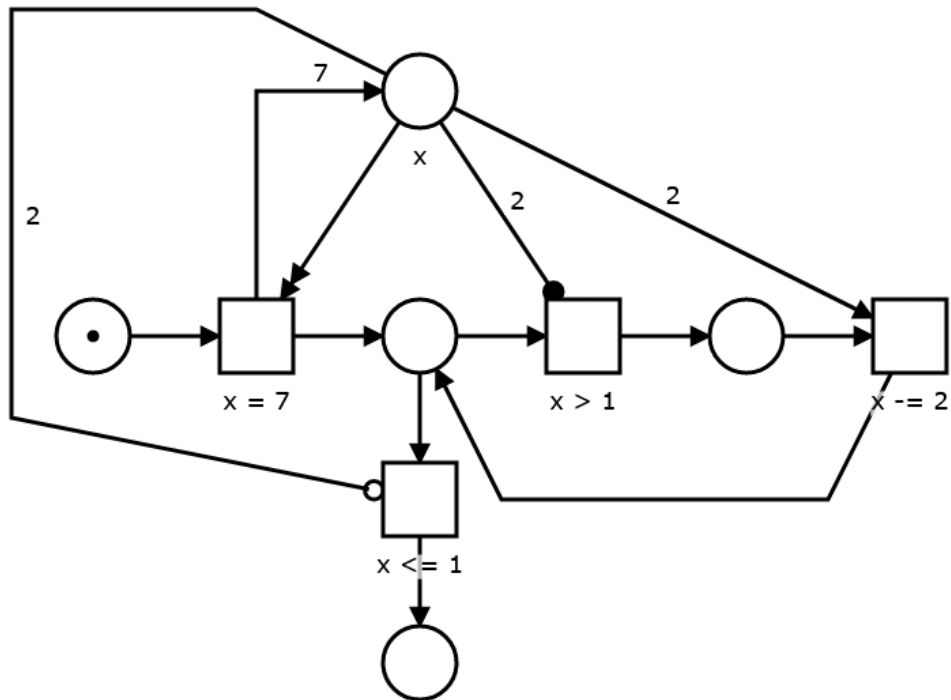


Úloha 4



- 7.6 Predpokladajme, že malé písmená abecedy, sú nezáporné celočíselné premenné. Vyjadrite nasledovný kus kódu pomocou Petriho sietí doplnenými o read, reset a inhibítor hrany. // Assume that, lowercase letters, are non-negative integer variables. Draw a Petri net from the following piece of code. [2b]

```
x = 7;
while(x > 1) {
    x -= 2;
}
```

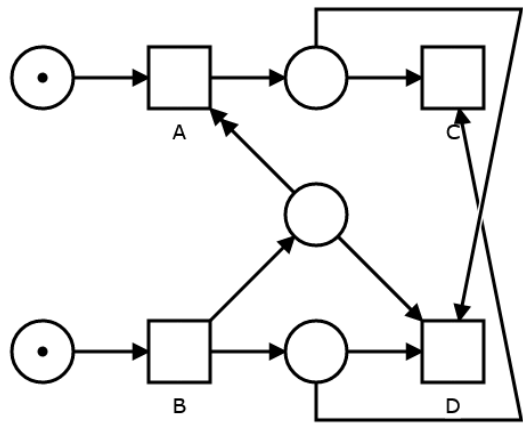


Úloha 6

- 7.7 Pre klasické Petriho siete platí, že ak sa dajú spustiť postupnosti abc , abd a bac , tak sa musí dať spustiť aj postupnosť bad . Platí to aj pre Petriho siete rozšírené o read, reset a inhibítor hrany? Odpoveď zdôvodnite. // If the sequences abc , abd and bac can be executed in a classical Petri net, then the sequence bad can be executed as well. Does the same hold for Petri nets with read, reset and inhibitor arcs? Justify your answer. [2b]

Nie.

V priloženej sieti je možné vykonať postupnosti abc , abd a bac ale nie je možné vykonať postupnosť bad .



Úloha 7