

Vypracoval: James Bond

UČO: 007

Skupina: MI6

1. [6 bodů] Mějme následující gramatiku:  $G = (N, \Sigma, P, V)$ , kde

$$N = \{V, W, \text{Podmět, Předmět, Kdo, Koho, Jakou, Sloveso}\},$$

$$\Sigma = \{, \text{ která ,  žena ,  růže ,  píseň ,  kost ,  ženu ,  růži ,  krásnou ,  tvrdou ,  ostrou ,  zpívá ,  vidí ,  vaří \}$$

$$P = \{ \begin{array}{ll} V & \rightarrow \text{Podmět Sloveso Předmět} \\ W & \rightarrow , \text{  která  Sloveso Předmět} \\ \text{Podmět} & \rightarrow \text{Kdo} \mid \text{Kdo } W, \\ \text{Předmět} & \rightarrow \text{Koho} \mid \text{Koho } W \mid \text{Jakou Předmět} \\ \text{Kdo} & \rightarrow \text{ žena } \mid \text{ růže } \mid \text{ píseň } \mid \text{ kost } \\ \text{Koho} & \rightarrow \text{ ženu } \mid \text{ růži } \mid \text{ píseň } \mid \text{ kost } \\ \text{Jakou} & \rightarrow \text{ krásnou } \mid \text{ tvrdou } \mid \text{ ostrou } \\ \text{Sloveso} & \rightarrow \text{ zpívá } \mid \text{ vidí } \mid \text{ vaří } \}. \end{array}$$

- (a) Pro gramatiku  $G$  sestrojte syntaktický analyzátor metodou **shora dolů**. Analyzujte slovo  žena ,  která vaří tvrdou kost ,  zpívá ostrou píseň.
- (b) Pro gramatiku  $G$  sestrojte syntaktický analyzátor metodou **zdola nahoru**. Analyzujte slovo  růže ,  která zpívá krásnou píseň ,  zpívá krásnou píseň.
- (c) Pomocí deterministické analýzy (CYK) analyzujte slovo  žena vidí ženu ,  která vaří růži. Pro usnadnění práce je zde k dispozici gramatika převedená na CNF:

$$G' = (N \cup \{X, Y, Z, U, K\}, \Sigma, P', V), \text{ kde}$$

$$P' = \{ \begin{array}{ll} V & \rightarrow \text{Podmět } X \\ W & \rightarrow YZ \\ \text{Podmět} & \rightarrow \text{ žena } \mid \text{ růže } \mid \text{ píseň } \mid \text{ kost } \mid \text{Kdo } U \\ \text{Předmět} & \rightarrow \text{ ženu } \mid \text{ růži } \mid \text{ píseň } \mid \text{ kost } \mid \text{Koho } W \mid \text{Jakou Předmět} \\ \text{Kdo} & \rightarrow \text{ žena } \mid \text{ růže } \mid \text{ píseň } \mid \text{ kost } \\ \text{Koho} & \rightarrow \text{ ženu } \mid \text{ růži } \mid \text{ píseň } \mid \text{ kost } \\ \text{Jakou} & \rightarrow \text{ krásnou } \mid \text{ tvrdou } \mid \text{ ostrou } \\ \text{Sloveso} & \rightarrow \text{ zpívá } \mid \text{ vidí } \mid \text{ vaří } \\ X & \rightarrow \text{Sloveso Předmět} \\ Y & \rightarrow , \\ Z & \rightarrow KX \\ U & \rightarrow WY \\ K & \rightarrow \text{ která } \}. \end{array}$$

*Poznámka:* Dobře si všimněte, jaká je množina terminálů a neterminálů gramatiky, zejména, že terminál je i znak , (čárka).

**Odevzdávejte, prosím, každou část příkladu na zvláštním listě!**

Vypracoval: James Bond

UČO: 007

Skupina: MI6

## Řešení (a):

Syntaktický analyzátor metodou shora dolů vypadá takto:

$$A_{td} = (\{q\}, \Sigma, \Sigma \cup N, \delta, q, V, \emptyset), \text{ kde}$$

$$\delta(q, \varepsilon, V) = \{(q, \text{Podmět Sloveso Předmět})\}$$

$$\delta(q, \varepsilon, W) = \{(q, \text{  která Sloveso Předmět})\}$$

$$\delta(q, \varepsilon, \text{Podmět}) = \{(q, \text{Kdo}), (q, \text{Kdo } W, \text{,})\}$$

$$\delta(q, \varepsilon, \text{Předmět}) = \{(q, \text{Koho}), (q, \text{Koho } W), (q, \text{Jakou Předmět})\}$$

$$\delta(q, \varepsilon, \text{Kdo}) = \{(q, \text{  žena}), (q, \text{  růže}), (q, \text{  píseň}), (q, \text{  kost})\}$$

$$\delta(q, \varepsilon, \text{Koho}) = \{(q, \text{  ženu}), (q, \text{  růži}), (q, \text{  píseň}), (q, \text{  kost})\}$$

$$\delta(q, \varepsilon, \text{Jakou}) = \{(q, \text{  krásnou}), (q, \text{  tvrdou}), (q, \text{  ostrou})\}$$

$$\delta(q, \varepsilon, \text{Sloveso}) = \{(q, \text{  zpívá}), (q, \text{  vidí}), (q, \text{  vaří})\}$$

$$\delta(q, \text{, , ,}) = \{(q, \varepsilon, \varepsilon)\}$$

$$\delta(q, \text{  která, která}) = \{(q, \varepsilon, \varepsilon)\}$$

$$\delta(q, \text{  žena, žena}) = \{(q, \varepsilon, \varepsilon)\}$$

$$\delta(q, \text{  růže, růže}) = \{(q, \varepsilon, \varepsilon)\}$$

$$\delta(q, \text{  píseň, píseň}) = \{(q, \varepsilon, \varepsilon)\}$$

$$\delta(q, \text{  kost, kost}) = \{(q, \varepsilon, \varepsilon)\}$$

$$\delta(q, \text{  ženu, ženu}) = \{(q, \varepsilon, \varepsilon)\}$$

$$\delta(q, \text{  růži, růži}) = \{(q, \varepsilon, \varepsilon)\}$$

$$\delta(q, \text{  krásnou, krásnou}) = \{(q, \varepsilon, \varepsilon)\}$$

$$\delta(q, \text{  tvrdou, tvrdou}) = \{(q, \varepsilon, \varepsilon)\}$$

$$\delta(q, \text{  ostrou, ostrou}) = \{(q, \varepsilon, \varepsilon)\}$$

$$\delta(q, \text{  zpívá, zpívá}) = \{(q, \varepsilon, \varepsilon)\}$$

$$\delta(q, \text{  vidí, vidí}) = \{(q, \varepsilon, \varepsilon)\}$$

$$\delta(q, \text{  vaří, vaří}) = \{(q, \varepsilon, \varepsilon)\}$$

Syntaktickou analýzou slova  žena , která vaří tvrdou kost , zpívá ostrou píseň je pak následující výpočet:

$$(q, \text{  žena , která vaří tvrdou kost , zpívá ostrou píseň}, V)$$

$$\stackrel{\varepsilon}{\longleftarrow} (q, \text{  žena , která vaří tvrdou kost , zpívá ostrou píseň}, \text{Podmět Sloveso Předmět})$$

$$\stackrel{\varepsilon}{\longleftarrow} (q, \text{  žena , která vaří tvrdou kost , zpívá ostrou píseň}, \text{Kdo } W, \text{ Sloveso Předmět})$$

$$\stackrel{\varepsilon}{\longleftarrow} (q, \text{  žena , která vaří tvrdou kost , zpívá ostrou píseň}, \text{  žena } W, \text{ Sloveso Předmět})$$

$$\stackrel{\text{žena}}{\longleftarrow} (q, \text{ ,  která vaří tvrdou kost , zpívá ostrou píseň}, W, \text{ Sloveso Předmět})$$

$$\stackrel{\varepsilon}{\longleftarrow} (q, \text{ ,  která vaří tvrdou kost , zpívá ostrou píseň}, \text{ ,  která Sloveso Předmět , Sloveso Předmět})$$

$$\stackrel{\varepsilon}{\longleftarrow} (q, \text{  která vaří tvrdou kost , zpívá ostrou píseň}, \text{  která Sloveso Předmět , Sloveso Předmět})$$

$\frac{\text{kter\u00e1}}{\text{---}}(q, \text{va\u0159\u00ed} \text{ tvrdou} \text{ kost} \text{ , } \text{zp\u00edv\u00e1} \text{ ostrou} \text{ p\u00edse\u0148}, \text{ Sloveso P\u0159edm\u011bt} \text{ , } \text{ Sloveso P\u0159edm\u011bt})$

$\text{---}^{\varepsilon}(q, \text{va\u0159\u00ed} \text{ tvrdou} \text{ kost} \text{ , } \text{zp\u00edv\u00e1} \text{ ostrou} \text{ p\u00edse\u0148}, \text{va\u0159\u00ed} \text{ P\u0159edm\u011bt} \text{ , } \text{ Sloveso P\u0159edm\u011bt})$

$\frac{\text{va\u0159\u00ed}tvrdou} \text{ kost} \text{ , } \text{zp\u00edv\u00e1} \text{ ostrou} \text{ p\u00edse\u0148}, \text{ P\u0159edm\u011bt} \text{ , } \text{ Sloveso P\u0159edm\u011bt})$

$\text{---}^{\varepsilon}(q, \text{ tvrdou} \text{ kost} \text{ , } \text{zp\u00edv\u00e1} \text{ ostrou} \text{ p\u00edse\u0148}, \text{ Jakou P\u0159edm\u011bt} \text{ , } \text{ Sloveso P\u0159edm\u011bt})$

$\text{---}^{\varepsilon}(q, \text{ tvrdou} \text{ kost} \text{ , } \text{zp\u00edv\u00e1} \text{ ostrou} \text{ p\u00edse\u0148}, \text{ tvrdou} \text{ P\u0159edm\u011bt} \text{ , } \text{ Sloveso P\u0159edm\u011bt})$

$\frac{\text{tvrdou}kost} \text{ , } \text{zp\u00edv\u00e1} \text{ ostrou} \text{ p\u00edse\u0148}, \text{ P\u0159edm\u011bt} \text{ , } \text{ Sloveso P\u0159edm\u011bt})$

$\text{---}^{\varepsilon}(q, \text{ kost} \text{ , } \text{zp\u00edv\u00e1} \text{ ostrou} \text{ p\u00edse\u0148}, \text{ Koho} \text{ , } \text{ Sloveso P\u0159edm\u011bt})$

$\text{---}^{\varepsilon}(q, \text{ kost} \text{ , } \text{zp\u00edv\u00e1} \text{ ostrou} \text{ p\u00edse\u0148}, \text{ kost} \text{ , } \text{ Sloveso P\u0159edm\u011bt})$

$\frac{\text{kost}p\u00edv\u00e1} \text{ ostrou} \text{ p\u00edse\u0148}, \text{ , } \text{ Sloveso P\u0159edm\u011bt})$

$\text{---}^{\varepsilon}(q, \text{zp\u00edv\u00e1} \text{ ostrou} \text{ p\u00edse\u0148}, \text{ Sloveso P\u0159edm\u011bt})$

$\text{---}^{\varepsilon}(q, \text{zp\u00edv\u00e1} \text{ ostrou} \text{ p\u00edse\u0148}, \text{zp\u00edv\u00e1} \text{ P\u0159edm\u011bt})$

$\frac{\text{z\u00edv\u00e1}ostrou} \text{ p\u00edse\u0148}, \text{ P\u0159edm\u011bt})$

$\text{---}^{\varepsilon}(q, \text{ ostrou} \text{ p\u00edse\u0148}, \text{ Jakou P\u0159edm\u011bt})$

$\text{---}^{\varepsilon}(q, \text{ ostrou} \text{ p\u00edse\u0148}, \text{ ostrou} \text{ P\u0159edm\u011bt})$

$\frac{\text{ostrou}p\u00edse\u0148}, \text{ P\u0159edm\u011bt})$

$\text{---}^{\varepsilon}(q, \text{ p\u00edse\u0148}, \text{ Koho})$

$\text{---}^{\varepsilon}(q, \text{ p\u00edse\u0148}, \text{ p\u00edse\u0148})$

$\frac{\text{p\u00edse\u0148}$

Slovo žena , kter\u00e1 va\u0159\u00ed tvrdou kost , zp\u00edv\u00e1 ostrou p\u00edse\u0148 je akceptov\u00e1no, je tedy mo\u017en\u00e9 jej odvodit v zadan\u00e9 gramatice.

Vypracoval: James Bond

UČO: 007

Skupina: MI6

## Řešení (b):

Syntaktický analyzátor metodou zdola nahoru vypadá takto:

$$A_{bu} = (\{q, r\}, \Sigma, \Sigma \cup N \cup \{\perp\}, \delta, q, \perp, \{r\}), \text{ kde}$$

$\delta(q, \varepsilon, \text{Podmět Sloveso Předmět}) = \{(q, V)\}$	$\delta(q, \varepsilon, \underline{\text{žena}}) = \{(q, \text{Kdo})\}$
$\delta(q, \varepsilon, \underline{\text{ která }} \text{ Sloveso Předmět}) = \{(q, W)\}$	$\delta(q, \varepsilon, \underline{\text{ růže}}) = \{(q, \text{Kdo})\}$
$\delta(q, \varepsilon, \text{Kdo}) = \{(q, \text{Podmět})\}$	$\delta(q, \varepsilon, \underline{\text{ ženu}}) = \{(q, \text{Koho})\}$
$\delta(q, \varepsilon, \text{Kdo } W) = \{(q, \text{Podmět})\}$	$\delta(q, \varepsilon, \underline{\text{ růži}}) = \{(q, \text{Koho})\}$
$\delta(q, \varepsilon, \text{Koho}) = \{(q, \text{Předmět})\}$	$\delta(q, \varepsilon, \underline{\text{ píseň}}) = \{(q, \text{Kdo}), (q, \text{Koho})\}$
$\delta(q, \varepsilon, \text{Koho } W) = \{(q, \text{Předmět})\}$	$\delta(q, \varepsilon, \underline{\text{ kost}}) = \{(q, \text{Kdo}), (q, \text{Koho})\}$
$\delta(q, \varepsilon, \text{Jakou Předmět}) = \{(q, \text{Předmět})\}$	$\delta(q, \varepsilon, \underline{\text{ krásnou}}) = \{(q, \text{Jakou})\}$
$\delta(q, \varepsilon, \underline{\text{ tvrdou}}) = \{(q, \text{Jakou})\}$	$\delta(q, \varepsilon, \underline{\text{ ostrou}}) = \{(q, \text{Jakou})\}$
$\delta(q, \varepsilon, \underline{\text{ zpívá}}) = \{(q, \text{Sloveso})\}$	$\delta(q, \varepsilon, \underline{\text{ vidí}}) = \{(q, \text{Sloveso})\}$
$\delta(q, \varepsilon, \underline{\text{ vaří}}) = \{(q, \text{Sloveso})\}$	$\delta(q, \varepsilon, \perp V) = \{(r, \varepsilon)\}$
$\delta(q, \varepsilon, \varepsilon) = \{(q, \varepsilon)\}$	$\delta(q, \underline{\text{ která}}, \varepsilon) = \{(q, \underline{\text{ která}})\}$
$\delta(q, \underline{\text{ žena}}, \varepsilon) = \{(q, \underline{\text{ žena}})\}$	$\delta(q, \underline{\text{ růže}}, \varepsilon) = \{(q, \underline{\text{ růže}})\}$
$\delta(q, \underline{\text{ ženu}}, \varepsilon) = \{(q, \underline{\text{ ženu}})\}$	$\delta(q, \underline{\text{ růži}}, \varepsilon) = \{(q, \underline{\text{ růži}})\}$
$\delta(q, \underline{\text{ píseň}}, \varepsilon) = \{(q, \underline{\text{ píseň}})\}$	$\delta(q, \underline{\text{ kost}}, \varepsilon) = \{(q, \underline{\text{ kost}})\}$
$\delta(q, \underline{\text{ krásnou}}, \varepsilon) = \{(q, \underline{\text{ krásnou}})\}$	$\delta(q, \underline{\text{ ostrou}}, \varepsilon) = \{(q, \underline{\text{ ostrou}})\}$
$\delta(q, \underline{\text{ tvrdou}}, \varepsilon) = \{(q, \underline{\text{ tvrdou}})\}$	$\delta(q, \underline{\text{ zpívá}}, \varepsilon) = \{(q, \underline{\text{ zpívá}})\}$
$\delta(q, \underline{\text{ vidí}}, \varepsilon) = \{(q, \underline{\text{ vidí}})\}$	$\delta(q, \underline{\text{ vaří}}, \varepsilon) = \{(q, \underline{\text{ vaří}})\}$

Syntaktickou analýzou slova růže ,  která zpívá krásnou píseň ,  zpívá krásnou píseň je pak následující výpočet:

$$\begin{aligned}
 & (q, \underline{\text{ růže}} , \underline{\text{ která zpívá krásnou píseň}} , \underline{\text{ zpívá krásnou píseň}} , \perp) \\
 & \stackrel{\underline{\text{ růže}}}{\vdash} (q, \underline{\text{ která zpívá krásnou píseň}} , \underline{\text{ zpívá krásnou píseň}} , \perp \underline{\text{ růže}}) \\
 & \stackrel{\varepsilon}{\vdash} (q, \underline{\text{ která zpívá krásnou píseň}} , \underline{\text{ zpívá krásnou píseň}} , \perp \text{Kdo}) \\
 & \stackrel{\varepsilon}{\vdash} (q, \underline{\text{ která zpívá krásnou píseň}} , \underline{\text{ zpívá krásnou píseň}} , \perp \text{Kdo} ,) \\
 & \stackrel{\underline{\text{ která}}}{\vdash} (q, \underline{\text{ zpívá krásnou píseň}} , \underline{\text{ zpívá krásnou píseň}} , \perp \text{Kdo} , \underline{\text{ která}}) \\
 & \stackrel{\underline{\text{ zpívá}}}{\vdash} (q, \underline{\text{ krásnou píseň}} , \underline{\text{ zpívá krásnou píseň}} , \perp \text{Kdo} , \underline{\text{ která zpívá}}) \\
 & \stackrel{\varepsilon}{\vdash} (q, \underline{\text{ krásnou píseň}} , \underline{\text{ zpívá krásnou píseň}} , \perp \text{Kdo} , \underline{\text{ která Sloveso}})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \overline{\text{krásnou}}(q, \underline{\text{píseň}}, \underline{\text{zpívá krásnou píseň}}, \perp \text{Kdo}, \underline{\text{, která Sloveso krásnou}}) \\
& \quad \vdash^\varepsilon (q, \underline{\text{píseň}}, \underline{\text{zpívá krásnou píseň}}, \perp \text{Kdo}, \underline{\text{, která Sloveso Jakou}}) \\
& \overline{\text{píseň}}(q, \underline{\text{, zpívá krásnou píseň}}, \perp \text{Kdo}, \underline{\text{, která Sloveso Jakou píseň}}) \\
& \quad \vdash^\varepsilon (q, \underline{\text{, zpívá krásnou píseň}}, \perp \text{Kdo}, \underline{\text{, která Sloveso Jakou Koho}}) \\
& \quad \vdash^\varepsilon (q, \underline{\text{, zpívá krásnou píseň}}, \perp \text{Kdo}, \underline{\text{, která Sloveso Jakou Předmět}}) \\
& \quad \vdash^\varepsilon (q, \underline{\text{, zpívá krásnou píseň}}, \perp \text{Kdo}, \underline{\text{, která Sloveso Předmět}}) \\
& \quad \vdash^\varepsilon (q, \underline{\text{, zpívá krásnou píseň}}, \perp \text{Kdo } W) \\
& \quad \vdash^{\text{!}} (q, \underline{\text{, zpívá krásnou píseň}}, \perp \text{Kdo } W, ) \\
& \quad \vdash^\varepsilon (q, \underline{\text{, zpívá krásnou píseň}}, \perp \text{Podmět}) \\
& \overline{\text{zpívá}}(q, \underline{\text{krásnou píseň}}, \perp \text{Podmět zpívá}) \\
& \quad \vdash^\varepsilon (q, \underline{\text{krásnou píseň}}, \perp \text{Podmět Sloveso}) \\
& \overline{\text{krásnou}}(q, \underline{\text{píseň}}, \perp \text{Podmět Sloveso krásnou}) \\
& \quad \vdash^\varepsilon (q, \underline{\text{píseň}}, \perp \text{Podmět Sloveso Jakou}) \\
& \overline{\text{píseň}}(q, \varepsilon, \perp \text{Podmět Sloveso Jakou píseň}) \\
& \quad \vdash^\varepsilon (q, \varepsilon, \perp \text{Podmět Sloveso Jakou Koho}) \\
& \quad \vdash^\varepsilon (q, \varepsilon, \perp \text{Podmět Sloveso Jakou Předmět}) \\
& \quad \vdash^\varepsilon (q, \varepsilon, \perp \text{Podmět Sloveso Předmět}) \\
& \quad \vdash^\varepsilon (q, \varepsilon, \perp V) \\
& \quad \vdash^\varepsilon (r, \varepsilon, \varepsilon)
\end{aligned}$$

Slovo růže,  , která zpívá krásnou píseň,  , zpívá krásnou píseň je akceptováno, je tedy možné jej odvodit v zadané gramatice.

Vypracoval: James Bond

UČO: 007

Skupina: MI6

Řešení (c): CYK tabulka pro slovo žena vidí ženu , která vaří růži vypadá takto:

{V}							
∅	{X}						
∅	∅	{Předmět}					
∅	∅	∅	{W}				
{V}	∅	∅	∅	{Z}			
∅	{X}	∅	∅	∅	{X}		
{Kdo, Podmět}	{Sloveso}	{Koho, Předmět}	{Y}	{K}	{Sloveso}	{Koho, Předmět}	
<u>žena</u>	<u>vidí</u>	<u>ženu</u>	,	<u>která</u>	<u>vaří</u>	<u>růži</u>	

Vidíme, že počáteční neterminál  $V$  je obsažen v  $T_{1,7}$  (nejvyšší pole tabulky). Slovo žena vidí ženu , která vaří růži je tedy možné odvodit v zadané gramatice.

Vypracoval: James Bond

UČO: 007

Skupina: MI6

2. [2 body] Mějme následující jazyk nad abecedou  $\{\mathbf{1}, \mathbf{2}, \mathbf{5}, \mathbf{10}, \mathbf{10min}, \mathbf{60min}\}$ :

$$L = \{xy \mid x \in \{\mathbf{10min}, \mathbf{60min}\}^+, y \in \{\mathbf{1}, \mathbf{2}, \mathbf{5}, \mathbf{10}\}^*, \\ 14 \cdot \#\mathbf{10min}(x) + 22 \cdot \#\mathbf{60min}(x) \leq \#\mathbf{1}(y) + 2 \cdot \#\mathbf{2}(y) + 5 \cdot \#\mathbf{5}(y) + 10 \cdot \#\mathbf{10}(y)\}$$

Sestrojte zásobníkový automat akceptující jazyk  $L$ . Jasně uveďte, jakým způsobem Váš automat akceptuje (koncovým stavem, prázdným zásobníkem).

*Motivace:* Cílem je sestavit automat na jízdenky. Uživatel automatu nejdříve zvolí počet a typ jízdenek (pomocí dvou tlačítek **10min** a **60min**), následně vhadzuje mince **1**, **2**, **5**, **10**. Automat vydá jízdenky (tj. akceptuje vstup), pokud je hodnota vhozených mincí větší nebo rovná hodnotě jízdenek (desetiminutová jízdenka stojí 14 korun, hodinová stojí 22). Automat nevrací.

**Řešení:** Idea konstrukce bude taková, že použijeme zásobník jakožto počítadlo dosud nezaplacené částky. Hledaný automat pak můžeme zkonstruovat například takto:

$A = (\{q, r_0, r_1, r_2, r_3, r_4, r_5, r_6, r_7, r_8, r_9\}, \{\mathbf{1}, \mathbf{2}, \mathbf{5}, \mathbf{10}, \mathbf{10min}, \mathbf{60min}\}, \{I, Z\}, \delta, q, Z, \emptyset)$ , kde

$$\begin{aligned} \delta(q, \mathbf{10min}, Z) &= \{(q, I^{14}Z)\} & \delta(r_0, \mathbf{1}, I) &= \{(r_0, \varepsilon)\} \\ \delta(q, \mathbf{10min}, I) &= \{(q, I^{14}I)\} & \delta(r_0, \mathbf{2}, I) &= \{(r_1, \varepsilon)\} \\ \delta(q, \mathbf{60min}, Z) &= \{(q, I^{22}Z)\} & \delta(r_0, \mathbf{5}, I) &= \{(r_4, \varepsilon)\} \\ \delta(q, \mathbf{60min}, I) &= \{(q, I^{22}I)\} & \delta(r_0, \mathbf{10}, I) &= \{(r_9, \varepsilon)\} \\ \delta(q, \varepsilon, I) &= \{(r_0, I)\} & \delta(r_0, \varepsilon, Z) &= \{(r_0, \varepsilon)\} \\ \forall n \in \{1, \dots, 9\} & \delta(r_n, \varepsilon, I) &= \{(r_{n-1}, \varepsilon)\} \\ \forall n \in \{1, \dots, 9\} & \delta(r_n, \varepsilon, Z) &= \{(r_0, Z)\} \\ \forall x \in \{\mathbf{1}, \mathbf{2}, \mathbf{5}, \mathbf{10}\} & \delta(r_0, x, Z) &= \{(r_0, Z)\} \end{aligned}$$

Automat akceptuje prázdným zásobníkem.