

Meno:	Marek Čederle	Hodnotenie projektu:
Cvičenie:	Pondelok 09:00 - Bobák	
Dátum:	24.04.2023	

## Projekt TZIV LS2022/23 – TS

<b>Zadanie:</b>	<p>Na vstupe je výraz v infixovom zápise skladajúci sa z jednociferných čísel, operácií sčítania a odčítania (odčítanie je operácia „mínus v krúžku“: <math>x-y = \max(x-y, 0)</math>) a symbolu rovnosti. Navrhnete Turingov stroj, ktorý vypočíta hodnotu ľavej aj pravej strany rovnice v unárnej sústave a vypíše stav rovnosti/nerovnosti medzi stranami rovnice.</p> <p>Zadanie riešte deterministicky a nedeštruktívne (vstup spracováajte po jednotlivých znakoch; vstup nepremazávajte, môžete použiť označenie - napr. prepísať malé na veľké písmená; výstup umiestnite vedľa na pásku; ak je to potrebné, použite textové oddeľovače). Na páske máte vstup, napravo za oddeľovač riešite výstup zadania, všetky pomocné výpočty, či konštanty si môžete uviesť vľavo od vstupu, tiež za oddeľovač. Zjednodušenie: množinu vstupných znakov si môžete zvoliť, ale v minimálnej mohutnosti 7 znakov. Diskutujte zložitost' Vášho riešenia – počet krokov v závislosti od vstupu.</p>
<b>Vstup:</b>	<p>Akceptované vstupy: <math>1+2=3\\$</math> ; <math>1+2-4+3=2-0\\$</math> ; <math>0=0\\$</math></p> <p>Neakceptované vstupy: <math>-4+2=10\\$</math> ; <math>6+3</math> ; <math>3-3&gt;6</math></p>
<b>Neformálne riešenie:</b>	<p>Ako prvé si nastavím oddeľovač % pred celú rovnicu. Posuniem sa doprava a čítam číslo, podľa toho aké číslo dostanem tak prejdem na stav daný pre toto číslo, podčiarknem ho a idem na koniec za oddeľovač kde zapíšem počet jednotiek, ktoré reprezentujú toto číslo kým nenarazím na \$ a vraciam sa späť, kým nenarazím na podčiarknuté číslo. Potom zistím či ide o sčítovanie alebo odčítovanie. Ak o sčítovanie tak podčiarknem a zase idem zapísať daný počet jednotiek. Ak ide o odčítovanie tak podčiarknem a idem zmeniť daný počet jednotiek na Blank (tz. odčítam ich). Tieto stavy sa opakujú kým nenarazím na =. Ak nájdem = tak podčiarknem a idem na koniec zapísať \$ a vrátim sa späť a pokračujem zase so spomenutými stavmi až kým nenarazím na prvý \$. Následne idem zapísať ďalší \$ nakoniec. Potom idem porovnávať koľko jednotiek je medzi \$\$\$ a následne nakoniec zapíšem dané znamienko nerovnosti/rovnosti a keď je hotovo tak idem všetko odznačiť a vrátim sa na začiatok.</p>
<b>Zložitost' riešenia:</b>	<p>Moje riešenie v časovej aj priestorovej zložitosti závisí od troch faktorov. Počet čísel na oboch stranách rovnice (čím viac tým zložitejšie), veľkosť čísel (čím väčšie tým zložitejšie) a znamienkami (+ je zložitejšie).</p> <p>Riešenie je celkom zložité lebo musí vždy prejsť veľa inštrukcií. Mám síce efektívne vyriešené zapisovanie/vymazávanie jednotiek pomocou tzv. rebríkového systému že stavy ukazujú na seba ako keby idem dole po rebríku ale celé zadanie je dosť náročné ako aj na stavy tak aj na inštrukcie. Najmenej</p>

	zložitý je prípad $0=0\$$ Pretože v podstate nič nezapisujem a zároveň v podstate nič neoverujem. Najviac zložitý je prípad ak by som mal do nekonečna (čo najviac) čísel 9 ktoré sčítujem s ďalšími číslami 9 a to na oboch stranách rovnice.
--	--

**Simulátor:** SimStudio

### Formálna špecifikácia

Turingov stroj  $T = (K, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, F)$

$K = \{q_1, q_0, q_2, q_3, q_{13}, q_{23}, q_{33}, q_{43}, q_{53}, q_{63}, q_{73}, q_{83}, q_{93}, q_{3\_1}, \text{prevod0}, q_{13\_1}, \text{prevod1}, q_{23\_1}, \text{prevod2}, q_{33\_1}, \text{prevod3}, q_{43\_1}, \text{prevod4}, q_{53\_1}, \text{prevod5}, q_{63\_1}, \text{prevod6}, q_{73\_1}, \text{prevod7}, q_{83\_1}, \text{prevod8}, q_{93\_1}, \text{prevod9}, q_{\text{back}}, q_{\text{sign}}, q_{\text{sign\_sub}}, q_{\text{sign\_equal}}, \text{end}, q_{\text{sign\_sub\_0}}, q_{\text{sign\_sub\_1}}, q_{\text{sign\_sub\_2}}, q_{\text{sign\_sub\_3}}, q_{\text{sign\_sub\_4}}, q_{\text{sign\_sub\_5}}, q_{\text{sign\_sub\_6}}, q_{\text{sign\_sub\_7}}, q_{\text{sign\_sub\_8}}, q_{\text{sign\_sub\_9}}, \text{prevod\_odcitaj\_1}, \text{prevod\_odcitaj\_2}, \text{prevod\_odcitaj\_3}, \text{prevod\_odcitaj\_4}, \text{prevod\_odcitaj\_5}, \text{prevod\_odcitaj\_6}, \text{prevod\_odcitaj\_7}, \text{prevod\_odcitaj\_8}, \text{prevod\_odcitaj\_9}, \text{prevod\_odcitaj\_0}, \text{end\_back}, \text{end\_check}, q_{\text{seg1}}, q_{\text{seg10}}, q_{\text{testrovnost}}, q_{\text{seg2}}, q_{\text{seg20}}, >, q_{\text{seg21}}, <, =, \text{odznac\_all}, q_f\}$

$\Sigma = \{9, +, =, 0, \$, \text{set}, \%, 0\_1, 1\_2, 2\_3, 3\_4, 4\_5, 5\_6, 6\_7, 7\_8, 8\_9, \text{miniset}, \text{set\_}, +\_-, \_-, =\_num, \text{end\_set}, <, >, \text{ineq\_symbol}, \$\_ \}$

$\Gamma = \{9, +, =, 0, \$, \text{set}, \%, 0\_1, 1\_2, 2\_3, 3\_4, 4\_5, 5\_6, 6\_7, 7\_8, 8\_9, \text{miniset}, \text{set\_}, +\_-, \_-, =\_num, \text{end\_set}, <, >, \text{ineq\_symbol}, \$\_ , \text{Blank}\}$

$q_0$  počiatočný stav

$F = \{q_f, q_f\}$

### Prechodová funkcia $\delta$

$\delta(q_0, \text{set}) = (q_1, \text{set}, L)$

$\delta(q_1, \text{Blank}) = (q_2, \%, R)$

$\delta(q_2, 0) = (q_3, 0\_ , R)$

$\delta(q_2, 1) = (q_{13}, 1\_ , R)$

$\delta(q_2, 2) = (q_{23}, 2\_ , R)$

$\delta(q_2, 3) = (q_{33}, 3\_ , R)$

$\delta(q_2, 4) = (q_{43}, 4\_ , R)$

$\delta(q_2, 5) = (q_{53}, 5\_ , R)$

$\delta(q_2, 6) = (q_{63}, 6\_ , R)$

$\delta(q_2, 7) = (q_{73}, 7\_ , R)$

$\delta(q_2, 8) = (q_{83}, 8\_ , R)$

$\delta(q_2, 9) = (q_{93}, 9\_ , R)$

$\delta(q_3, \text{set}) = (q_3, \text{set}, R)$

$\delta(q_3, \$) = (q_{3\_1}, \$, R)$

$\delta(q_{3\_1}, \text{miniset}) = (q_{3\_1}, \text{miniset}, R)$

$\delta(q_{3\_1}, \text{Blank}) = (\text{prevod0}, \text{Blank}, 0)$

$\delta(q_{13}, \text{set}) = (q_{13}, \text{set}, R)$

$\delta(q_{13}, \$) = (q_{13\_1}, \$, R)$

$\delta(q_{13\_1}, \text{miniset}) = (q_{13\_1}, \text{miniset}, R)$

$\delta(q_{13\_1}, \text{Blank}) = (\text{prevod1}, \text{Blank}, 0)$

$\delta(q_{23}, \text{set}) = (q_{23}, \text{set}, R)$

$\delta(q_{23}, \$) = (q_{23\_1}, \$, R)$

$\delta(q_{23\_1}, \text{miniset}) = (q_{23\_1}, \text{miniset}, R)$

```

δ(q23_1, Blank) = (prevod2, Blank, 0)
δ(q33, set) = (q33, set, R)
δ(q33, $) = (q33_1, $, R)
δ(q33_1, miniset) = (q33_1, miniset, R)
δ(q33_1, Blank) = (prevod3, Blank, 0)
δ(q43, set) = (q43, set, R)
δ(q43, $) = (q43_1, $, R)
δ(q43_1, miniset) = (q43_1, miniset, R)
δ(q43_1, Blank) = (prevod4, Blank, 0)
δ(q53, set) = (q53, set, R)
δ(q53, $) = (q53_1, $, R)
δ(q53_1, miniset) = (q53_1, miniset, R)
δ(q53_1, Blank) = (prevod5, Blank, 0)
δ(q63, set) = (q63, set, R)
δ(q63, $) = (q63_1, $, R)
δ(q63_1, miniset) = (q63_1, miniset, R)
δ(q63_1, Blank) = (prevod6, Blank, 0)
δ(q73, set) = (q73, set, R)
δ(q73, $) = (q73_1, $, R)
δ(q73_1, miniset) = (q73_1, miniset, R)
δ(q73_1, Blank) = (prevod7, Blank, 0)
δ(q83, set) = (q83, set, R)
δ(q83, $) = (q83_1, $, R)
δ(q83_1, miniset) = (q83_1, miniset, R)
δ(q83_1, Blank) = (prevod8, Blank, 0)
δ(q93, set) = (q93, set, R)
δ(q93, $) = (q93_1, $, R)
δ(q93_1, miniset) = (q93_1, miniset, R)
δ(q93_1, Blank) = (prevod9, Blank, 0)
δ(prevod9, Blank) = (prevod8, 1, R)
δ(prevod8, Blank) = (prevod7, 1, R)
δ(prevod7, Blank) = (prevod6, 1, R)
δ(prevod6, Blank) = (prevod5, 1, R)
δ(prevod5, Blank) = (prevod4, 1, R)
δ(prevod4, Blank) = (prevod3, 1, R)
δ(prevod3, Blank) = (prevod2, 1, R)
δ(prevod2, Blank) = (prevod1, 1, R)
δ(prevod1, Blank) = (prevod0, 1, R)
δ(prevod0, Blank) = (qback, Blank, L)
δ(qback, set) = (qback, set, L)
δ(qback, $) = (qback, $, L)
δ(qback, set_) = (qsign, set_, R)
δ(qsign, +) = (q2, +_, R)
δ(qsign, -) = (qsign_sub, -_, R)
δ(qsign, =) = (qsign_equal, =_, R)
δ(qsign, num) = (q2, num, 0)
δ(qsign, $) = (end, $, R)
δ(qsign_sub, 0) = (qsign_sub_0, 0_, R)
δ(qsign_sub, 1) = (qsign_sub_1, 1_, R)
δ(qsign_sub, 2) = (qsign_sub_2, 2_, R)
δ(qsign_sub, 3) = (qsign_sub_3, 3_, R)
δ(qsign_sub, 4) = (qsign_sub_4, 4_, R)
δ(qsign_sub, 5) = (qsign_sub_5, 5_, R)
δ(qsign_sub, 6) = (qsign_sub_6, 6_, R)

```

```

δ(qsign_sub, 7) = (qsign_sub_7, 7_, R)
δ(qsign_sub, 8) = (qsign_sub_8, 8_, R)
δ(qsign_sub, 9) = (qsign_sub_9, 9_, R)
δ(qsign_sub_0, set) = (qsign_sub_0, set, R)
δ(qsign_sub_0, $) = (qsign_sub_0, $, R)
δ(qsign_sub_0, Blank) = (qback, Blank, L)
δ(qsign_sub_1, set) = (qsign_sub_1, set, R)
δ(qsign_sub_1, $) = (qsign_sub_1, $, R)
δ(qsign_sub_1, Blank) = (prevod_odcitaj_1, Blank, L)
δ(qsign_sub_2, set) = (qsign_sub_2, set, R)
δ(qsign_sub_2, $) = (qsign_sub_2, $, R)
δ(qsign_sub_2, Blank) = (prevod_odcitaj_2, Blank, L)
δ(qsign_sub_3, set) = (qsign_sub_3, set, R)
δ(qsign_sub_3, $) = (qsign_sub_3, $, R)
δ(qsign_sub_3, Blank) = (prevod_odcitaj_3, Blank, L)
δ(qsign_sub_4, set) = (qsign_sub_4, set, R)
δ(qsign_sub_4, $) = (qsign_sub_4, $, R)
δ(qsign_sub_4, Blank) = (prevod_odcitaj_4, Blank, L)
δ(qsign_sub_5, set) = (qsign_sub_5, set, R)
δ(qsign_sub_5, $) = (qsign_sub_5, $, R)
δ(qsign_sub_5, Blank) = (prevod_odcitaj_5, Blank, L)
δ(qsign_sub_6, set) = (qsign_sub_6, set, R)
δ(qsign_sub_6, $) = (qsign_sub_6, $, R)
δ(qsign_sub_6, Blank) = (prevod_odcitaj_6, Blank, L)
δ(qsign_sub_7, set) = (qsign_sub_7, set, R)
δ(qsign_sub_7, $) = (qsign_sub_7, $, R)
δ(qsign_sub_7, Blank) = (prevod_odcitaj_7, Blank, L)
δ(qsign_sub_8, set) = (qsign_sub_8, set, R)
δ(qsign_sub_8, $) = (qsign_sub_8, $, R)
δ(qsign_sub_8, Blank) = (prevod_odcitaj_8, Blank, L)
δ(qsign_sub_9, set) = (qsign_sub_9, set, R)
δ(qsign_sub_9, $) = (qsign_sub_9, $, R)
δ(qsign_sub_9, Blank) = (prevod_odcitaj_9, Blank, L)
δ(prevod_odcitaj_9, 1) = (prevod_odcitaj_8, Blank, L)
δ(prevod_odcitaj_9, $) = (prevod_odcitaj_0, $, 0)
δ(prevod_odcitaj_8, 1) = (prevod_odcitaj_7, Blank, L)
δ(prevod_odcitaj_8, $) = (prevod_odcitaj_0, $, 0)
δ(prevod_odcitaj_7, 1) = (prevod_odcitaj_6, Blank, L)
δ(prevod_odcitaj_7, $) = (prevod_odcitaj_0, $, 0)
δ(prevod_odcitaj_6, 1) = (prevod_odcitaj_5, Blank, L)
δ(prevod_odcitaj_6, $) = (prevod_odcitaj_0, $, 0)
δ(prevod_odcitaj_5, 1) = (prevod_odcitaj_4, Blank, L)
δ(prevod_odcitaj_5, $) = (prevod_odcitaj_0, $, 0)
δ(prevod_odcitaj_4, 1) = (prevod_odcitaj_3, Blank, L)
δ(prevod_odcitaj_4, $) = (prevod_odcitaj_0, $, 0)
δ(prevod_odcitaj_3, 1) = (prevod_odcitaj_2, Blank, L)
δ(prevod_odcitaj_3, $) = (prevod_odcitaj_0, $, 0)
δ(prevod_odcitaj_2, 1) = (prevod_odcitaj_1, Blank, L)
δ(prevod_odcitaj_2, $) = (prevod_odcitaj_0, $, 0)
δ(prevod_odcitaj_1, 1) = (prevod_odcitaj_0, Blank, L)
δ(prevod_odcitaj_1, $) = (prevod_odcitaj_0, $, 0)
δ(prevod_odcitaj_0, $) = (qback, $, L)
δ(prevod_odcitaj_0, 1) = (qback, 1, L)
δ(qsign_equal, set) = (qsign_equal, set, R)

```

```

δ(qsign_equal, $) = (qsign_equal, $, R)
δ(qsign_equal, Blank) = (qback, $, L)
δ(end, end_set) = (end, end_set, R)
δ(end, Blank) = (end_back, $, L)
δ(end_back, end_set) = (end_back, end_set, L)
δ(end_back, set_) = (end_check, set_, R)
δ(end_check, $) = (qseg1, $, R)
δ(qseg1, 1) = (qseg10, 1_, R)
δ(qseg1, $) = (qtestrovnost, $, R)
δ(qseg10, 1) = (qseg10, 1, R)
δ(qseg10, $) = (qseg2, $, R)
δ(qseg2, 1) = (qseg20, 1_, L)
δ(qseg2, 1_) = (qseg2, 1_, R)
δ(qseg2, $) = (>, $, R)
δ(qseg20, 1) = (qseg20, 1, L)
δ(qseg20, 1_) = (qseg20, 1_, L)
δ(qseg20, $) = (qseg21, $, L)
δ(qseg21, 1) = (qseg21, 1, L)
δ(qseg21, 1_) = (qseg1, 1_, R)
δ(qtestrovnost, 1_) = (qtestrovnost, 1_, R)
δ(qtestrovnost, 1) = (<, 1, R)
δ(qtestrovnost, $) = (=, $, R)
δ(<, 1) = (<, 1, R)
δ(<, $) = (<, $, R)
δ(<, Blank) = (odznac_all, <, 0)
δ(>, 1) = (>, 1, R)
δ(>, 1_) = (>, 1_, R)
δ(>, $) = (>, $, R)
δ(>, Blank) = (odznac_all, >, 0)
δ(=, $) = (=, $, R)
δ(=, Blank) = (odznac_all, =, 0)
δ(odznac_all, set) = (odznac_all, set, L)
δ(odznac_all, set_) = (odznac_all, set, L)
δ(odznac_all, ineq_symbol) = (odznac_all, ineq_symbol, L)
δ(odznac_all, $) = (odznac_all, $, L)
δ(odznac_all, $_) = (odznac_all, $, L)
δ(odznac_all, %) = (qf, Blank, R)

```