

# Matematika 1 – 10.cvičenie

**RNDr. Z. Gibová, PhD.**

**Pr. 9:** Vypočítajte hodnotu matice

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 4 & 2 & 6 \\ 2 & 2 & 2 & 2 \end{pmatrix}$$

# Sústavy lineárných rovníc

*Sústavu*

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &= b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &= b_2 \\ &\vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n &= b_m \end{aligned}$$

*nazývame sústava lineárných algebraických rovníc.*

*Čísla  $a_{11}, \dots, a_{mn}$  nazývame koeficienty sústavy,*

*$x_1, \dots, x_n$  sú neznáme,*

*$b_1, \dots, b_m$  sú pravé strany rovníc.*

## Sústava lineárnych rovníc v maticovom tvare

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & & & \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_m \end{pmatrix}$$

matica sústavy  $A$

$$A' = \left( \begin{array}{cccc|c} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} & b_2 \\ \vdots & & & & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} & b_m \end{array} \right)$$

Rozšírená matica  $A'$

Frobeniova veta – sústava LR má riešenie práve vtedy,

- ak  $h(\mathbf{A}) = h(\mathbf{A}')$ . V tom prípade
  - a) Ak  $h(\mathbf{A}) = n$  (počet neznámych v sústave), tak sústava má **práve jedno riešenie**.
  - b) Ak  $h(\mathbf{A}) < n$ , tak sústava má **nekonečne veľa riešení** (volíme za neznáme parameter).
- ak  $h(\mathbf{A}) \neq h(\mathbf{A}')$  sústava **nemá riešenie**.

## Gaussova eliminačná metóda

1. Prepíšeme sústavu lineárnych rovníc do tvaru **rozšírenej matice**.
2. Pomocou postupných **ekvivalentných úprav** tejto matice upravíme maticu na trojuholníkový, resp. lichobežníkový tvar.
3. Na základe **Frobeniovej vety** urobíme záver o počte riešení danej sústavy.
4. Ak sústava má jedno riešenie alebo nekonečne veľa riešení maticu upravenú na trojuholníkový, resp. lichobežníkový tvar opäť prepíšeme na sústavu rovníc, ktorú riešime.
5. Pri sústave, ktorá má nekonečne veľa riešení volíme za neznáme veličiny (podľa počtu nulových riadkov vzhľadom na počet neznámych v sústave) parametre (napr.  $t, u$ ).
6. Riešenie sústavy, zapíšeme v tvare  $(x_1, x_2 \dots x_n)^T$

**Pr. 1** Pomocou GEM riešte sústavu linear. rovníc

$$2x_1 + x_2 - x_3 = 5$$

$$x_1 + 2x_2 + x_3 = 1$$

$$4x_1 + x_2 - 2x_3 = 10$$

**Pr. 2 – 72 /1:** Pomocou GEM riešte sústavu linear. rovníc

$$\begin{array}{rclcrcl} x_1 & + & x_2 & - & x_3 & = & 2 \\ 3x_1 & + & 2x_2 & - & 2x_3 & = & 5 \\ 4x_1 & - & 3x_2 & + & 2x_3 & = & -1 \end{array}$$

1. Prepíšeme sústavu lineárnych rovníc do tvaru **rozšírenej matice**.

$$\left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & -1 & 2 \\ 3 & 2 & -2 & 5 \\ 4 & -3 & 2 & -1 \end{array} \right)$$

2. Pomocou postupných **ekvivalentných úprav** tejto matice upravíme maticu na trojuholníkový, resp. lichobežníkový tvar.

$$\left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & -1 & 2 \\ 3 & 2 & -2 & 5 \\ 4 & -3 & 2 & -1 \end{array} \right) \begin{array}{l} -3R_1 \\ -4R_1 \end{array} \sim \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & -1 & 2 \\ 0 & -1 & 1 & -1 \\ 0 & -7 & 6 & -9 \end{array} \right) \begin{array}{l} \\ -7R_2 \end{array} \sim \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & -1 & 2 \\ 0 & -1 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & -2 \end{array} \right)$$

3. Na základe **Frobeniovej vety** urobíme záver o počte riešení danej sústavy – určíme hodnotu  $h(A)$ ,  $h(A')$ .  $h(A) = 3$   $h(A') = 3$

$h(A) = 3 = n$  (počet neznámych -  $x_1, x_2, x_3$ )  $\Rightarrow$  sústava má jedno riešenie

4. Maticu upravenú na trojuholníkový, resp. lichobežníkový tvar opäť prepíšeme na sústavu rovníc, ktorú riešime.

$$\begin{array}{rcl} x_1 + x_2 - x_3 = 2 & x_3 = 2 & -x_2 + 2 = -1 & x_1 + 3 - 2 = 2 \\ -x_2 + x_3 = -1 & & x_2 = 3 & x_1 = 1 \\ -x_3 = -2 & & & \end{array}$$

5. Riešenie sústavy, zapíšeme v tvare  $(x_1, x_2, \dots, x_n)^T$   $(1, 3, 2)^T$



**Pr. 3 – 72 / 13:** Pomocou GEM riešte sústavu linear. rovníc

$$\begin{array}{rccccrcr} 2x_1 & - & 3x_2 & + & 6x_3 & - & x_4 & = & 1 \\ x_1 & + & 2x_2 & - & x_3 & & & = & 0 \\ x_1 & + & 3x_2 & - & x_3 & - & x_4 & = & -2 \\ 9x_1 & - & x_2 & + & 15x_3 & - & 5x_4 & = & 1 \end{array}$$

Pr. 4 – 72 / 3: Pomocou GEM riešte sústavu linear. rovníc

$$\begin{array}{rclcl} 2x_1 & +3x_2 & +2x_3 & = & 3 \\ 4x_1 & +3x_2 & +5x_3 & = & 4 \\ 2x_1 & & +3x_3 & = & 2 \end{array}$$

∅

$$\left( \begin{array}{ccc|c} 2 & 3 & 2 & 3 \\ 4 & 3 & 5 & 4 \\ 2 & 0 & 3 & 2 \end{array} \right) \begin{array}{l} \\ -2R_1 \\ -R_1 \end{array} \sim \left( \begin{array}{ccc|c} 2 & 3 & 2 & 3 \\ 0 & -3 & 1 & -2 \\ 0 & -3 & 1 & -1 \end{array} \right) \begin{array}{l} \\ \\ -R_2 \end{array} \sim \left( \begin{array}{ccc|c} 2 & 3 & 2 & 3 \\ 0 & -3 & 1 & -2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right)$$

$$h(A) = 2 \quad h(A') = 3$$

$h(A) \neq h(A') \Rightarrow$  sústava nemá riešenie

**Pr. 5 – 75 / 24:** Pomocou GEM riešte sústavu linear. rovníc

$$\begin{array}{rccccrc} x_1 & +x_2 & +2x_3 & -x_4 & = & 2 \\ 2x_1 & +x_2 & +x_3 & -2x_4 & = & 1 \\ & -x_2 & -x_3 & +x_4 & = & 0 \\ 3x_1 & +2x_2 & +3x_3 & -3x_4 & = & 3 \end{array}$$

**Pr. 6:** Pomocou GEM riešte sústavu linear. rovníc

$$\begin{array}{rcccc} x_1 & -2x_2 & +3x_3 & -4x_4 & = & 4 \\ & x_2 & -x_3 & +x_4 & = & -3 \\ x_1 & +3x_2 & & -3x_4 & = & 1 \\ & -7x_2 & +3x_3 & +x_4 & = & -3 \end{array}$$

$$(-8, 3+t, 6+2t, t)^T, t \in \mathbf{R}.$$

$$\left( \begin{array}{cccc|c} 1 & -2 & 3 & -4 & 4 \\ 0 & 1 & -1 & 1 & -3 \\ 1 & 3 & 0 & -3 & 1 \\ 0 & -7 & 3 & 1 & -3 \end{array} \right) \xrightarrow{-R_1} \left( \begin{array}{cccc|c} 1 & -2 & 3 & -4 & 4 \\ 0 & 1 & -1 & 1 & -3 \\ 0 & 5 & -3 & 1 & -3 \\ 0 & -7 & 3 & 1 & -3 \end{array} \right) \xrightarrow{\begin{array}{l} -5R_2 \\ +7R_2 \end{array}} \left( \begin{array}{cccc|c} 1 & -2 & 3 & -4 & 4 \\ 0 & 1 & -1 & 1 & -3 \\ 0 & 0 & 2 & -4 & 12 \\ 0 & 0 & -4 & 8 & -24 \end{array} \right) \xrightarrow{+2R_3}$$

$$\sim \left( \begin{array}{cccc|c} 1 & -2 & 3 & -4 & 4 \\ 0 & 1 & -1 & 1 & -3 \\ 0 & 0 & 2 & -4 & 12 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right) \quad \begin{array}{l} h(A) = 3 \quad h(A') = 3 \\ h(A) = 3 < 4 \text{ (počet neznámych)} \Rightarrow \text{sústava má } \infty \text{ veľa riešení} \end{array}$$

$$x_1 - 2x_2 + 3x_3 - 4x_4 = 4$$

$$x_2 - x_3 + x_4 = -3$$

$$x_2 = 3 + t$$

$$x_2 - x_3 + x_4 = -3$$

$$x_1 - 2x_2 + 3x_3 - 4x_4 = 4$$

$$2x_3 - 4x_4 = 12$$

$$x_4 = t$$

$$2x_3 - 4t = 12$$

$$x_1 - 2(3 + t) + 3(6 + 2t) - 4t = 4$$

$$x_1 = -8$$

$$x_3 = 6 + 2t$$

$$(-8, 3 + t, 6 + 2t, t)^T$$

Dú: str.72 - 75 / 2, 4, 5, 6, 12, 17, 18, 19, 20, 25