$$\max \quad 2x_1 + x_2 + 3x_3$$

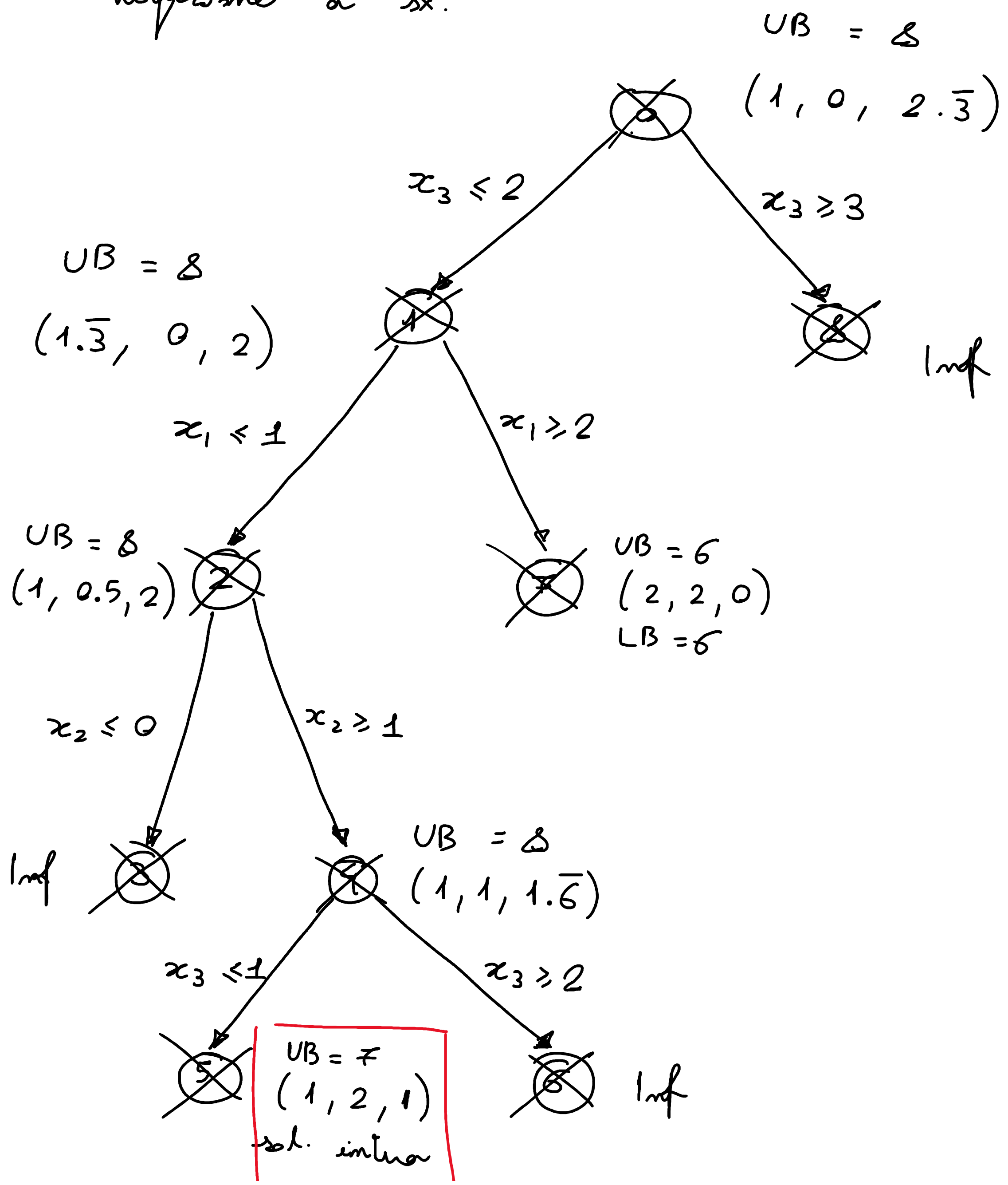
$$\text{s.t.:} \quad 2x_2 + 3x_3 \leq 7$$

$$3x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 8$$

$$3x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 10$$

$$x_1, x_2, x_3 \in \mathbb{Z}^+$$

Depth first con navigazione a sx.



sol. intera

LB = 7

sol. ottima.

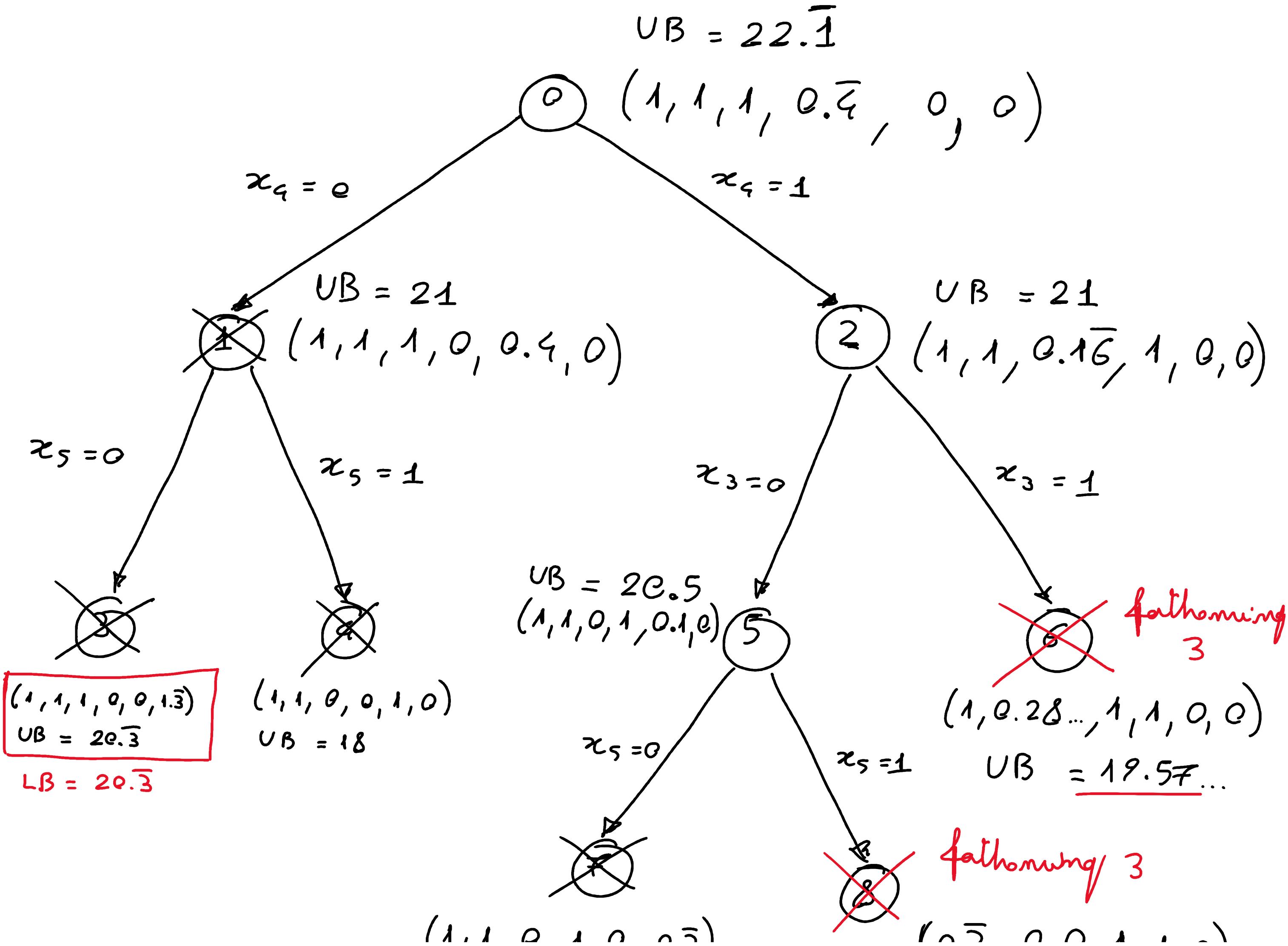
$$\max \quad 4x_1 + 9x_2 + 6x_3 + 7x_4 + 5x_5 + y$$

$$\text{s.t.:} \quad 3x_1 + 7x_2 + 6x_3 + 9x_4 + 10x_5 + 3y \leq 20$$

$$x_i \in \{0,1\} \quad \forall\, i \in \{1,\dots,5\}, \quad y \geq 0$$

Problema di programmazione lineare mista

Best first con navigazione a sx.



(*)

$(1, 1, 0, 1, 0, 0.\overline{3})$

$UB = 20.\overline{3}$

$\cancel{(8)}$ [illegible] 3

$(0.\overline{3}, 0, 0, 1, 1, 0)$

$UB = 13.\overline{3}$

Esercizio 15: una produzione di hamburger

La Valceci ha a disposizione i seguenti ingredienti per preparare degli hamburger vegani:

Ingrediente	Costo (€/kg)	Disponibilità (kg)
Ceci	5	40
Spinaci	3	30
Melanzane	2	15
Pangrattato	1	10

La Valceci produce due tipologie di hamburger di 50 g ciascuno (0.05 kg): classici (con almeno il 40% di ceci) e proteici (con almeno il 60% di ceci). La percentuale di pangrattato in ciascun hamburger non può superare il 10%. La Valceci vuole soddisfare una domanda di 500 hamburger classici e 200 hamburger proteici. Formulare un modello di programmazione lineare che permetta alla Valceci di determinare la composizione ottimale di ciascun hamburger nonché di minimizzare i costi di produzione.

$I = \{C, S, M, P\}$

$J = \{C, P\}$

x_{ij} : quantità totale di ingrediente $i \in I$ per gli hamburger di tipo $j \in J$ (in kg)

$$\min \; 5(x_{CC} + x_{CP}) + 3(x_{SC} + x_{SP}) + 2(x_{MC} + x_{MP}) + 1(x_{PC} + x_{PP})$$

$$\frac{x_{CC}}{x_{CC} + x_{SC} + x_{MC} + x_{PC}} \geq 0.4$$

$$x_{CC} \geq 0.4\,(x_{CC} + x_{SC} + x_{MC} + x_{PC})$$

$$x_{CP} \geq 0.6\,(x_{CP} + x_{SP} + x_{MP} + x_{PP})$$

$$x_{PC} \leq 0.1\,(x_{CC} + x_{SC} + x_{MC} + x_{PC})$$

$$x_{PP} \leq 0.1\,(x_{CP} + x_{SP} + x_{MP} + x_{PP})$$

$$\frac{x_{CC} + x_{SC} + x_{MC} + x_{PC}}{0.05} = 500$$

$$\frac{x_{CP} + x_{SP} + x_{MP} + x_{PP}}{0.05} = 200$$

$$\begin{aligned}
\min\ & 5\,(x_{CC} + x_{CP}) + 3\,(x_{SC} + x_{SP}) + \\
& + 2\,(x_{MC} + x_{MP}) + 1\,(x_{PC} + x_{PP})
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{s.t.:}\quad & x_{CC} \geq 0.4\,(x_{CC} + x_{SC} + x_{MC} + x_{PC}) \\
& x_{CP} \geq 0.6\,(x_{CP} + x_{SP} + x_{MP} + x_{PP}) \\
& x_{PC} \leq 0.1\,(x_{CC} + x_{SC} + x_{MC} + x_{PC}) \\
& x_{PP} \leq 0.1\,(x_{CP} + x_{SP} + x_{MP} + x_{PP}) \\
& x_{CC} + x_{SC} + x_{MC} + x_{PC} = 500 \cdot 0.05 \\
& x_{CP} + x_{SP} + x_{MP} + x_{PP} = 200 \cdot 0.05 \\
& x_{ij} \geq 0 \qquad \forall\, i \in I,\ \forall\, j \in J.
\end{aligned}$$