

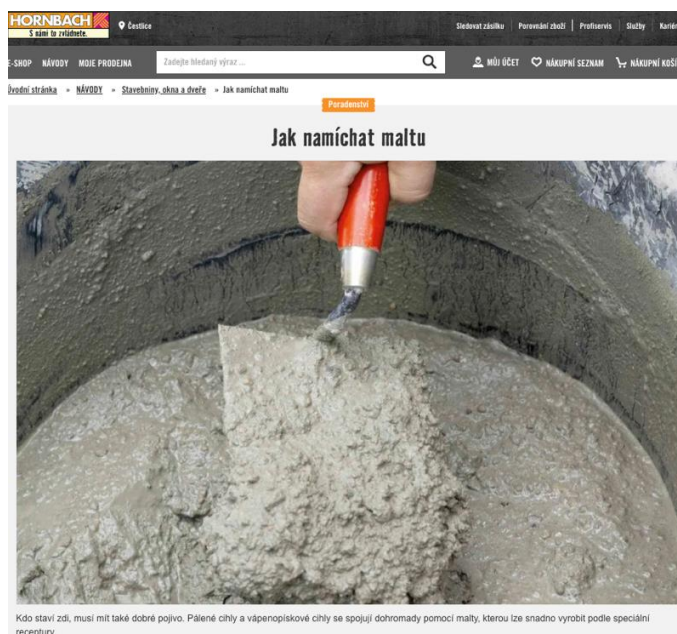
JAK NAMÍCHAT MALTU (STEM ÚLOHY)

ADAM ČECH

ABSTRAKT. V příspěvku je představen pracovní list obsahující úlohy pro STEM vzdělávání. STEM vzdělávání nabízí integraci různých oborů – přírodní vědy, technologie, technika a matematika. Pracovní list obsahuje nově vytvořené úlohy zabývající se reálnou situací míchání malty. V úlohách si například spočítáme potřebné množství malty na renovaci plotu, náklady na opravu nebo počet namíchaných míchaček. K řešení využijí žáci znalostí z přírodovědných předmětů, finanční gramotnosti i informatiky.

ÚVOD

Příspěvek se věnuje rozboru pracovního listu vhodného pro STEM vzdělávání. Inspiroval jsem se internetovým letákem firmy Hornbach (obr. 1, 2). V oboru stavebnictví se obecně dají vymýšlet úlohy, které se dotýkají více školních předmětů – matematiky, fyziky, chemie a dalších.



OBRÁZEK 1. Webová stránka firmy Hornbach; zdroj: Hornbach, 2023

Received by the editors: 07.02.2024

2020 Mathematics Subject Classification: 97D40, 97D80, 97F40, 97F70, 97F90, 97H30, 97M50, 97M60.

Key words and phrases: STEM, tasks, mathematics, mortar.

Příspěvek vznikl s podporou grantového projektu GAJU 041/2022/S (Klíčová místa kurikula pro integraci vzdělávacích obsahů v oblasti STEM).

Pracovní list obsahuje pět úloh, které propojují znalosti matematiky, fyziky, chemie, přírodopisu, finanční gramotnosti, informatiky a stavebnictví. Při plnění zadaných úkolů se hodně dbá na práci s daty získanými z internetu, či odborné literatury. Důležitá je spolupráce žáků a diskuze mezi nimi.

Předpokladem pro úspěšné řešení pracovního listu jsou potřebné znalosti z matematiky (porovnávání čísel, poměr, přímá úměrnost, lineární rovnice), fyziky (převod jednotek a hustota), chemie (názvosloví anorganických sloučenin, molární hmotnost, výpočty z chemických rovnic), přírodopisu (názvy hornin), informatiky (práce s tabulkovým procesorem MS Excel) a finanční gramotnosti (hledání a porovnávání cen). Pracovní list lze zařadit do témat poměr a přímá úměrnost, výpočet hustoty, chemie a průmysl nebo funkce MS Excel. Na pracovní list je potřeba vyhradit čas nejméně jednu vyučovací hodinu, optimálně dvě. K řešení potřebují žáci internet, kalkulačku, popř. mobilní telefon, periodickou soustavu prvků a matematické, fyzikální a chemické tabulky.

Během řešení budou žáci získávat a prohlubovat dovednosti a znalosti, jakými jsou rozbor technického problému, matematizace reálného problému, orientace na trhu, vytvoření závěrů na základě získaných výsledků a skupin a využití MS Excel v reálné situaci.

Písek + cement + vápenný hydrát

Pro výrobu malty budete potřebovat **písek, cement a vápenný hydrát**. Poslední jmenovaný materiál zajistí vláčnost a tvárnost a bude zabránovat tomu, aby malta při tvrdnutí mezi kameny mizela či se potrhala. Pokud se venkovní stěny neomítají, budete potřebovat „tučnou směs“ (tj. více cementu). U všech ostatních stěn postačí „normální směs“.

Pro menší množství se doporučuje předem namíchaná suchá malta, kterou lze běžně dostat v již předpřipravených pytlovaných množstvích. Poté ji jednoduše smícháte s příslušným množstvím vody a můžete se pustit do práce. Začněte ale nejprve s malými množstvími, jelikož rozmíchaná malta poměrně rychle tvrdne a pak ji již nelze použít.

Michání malty vyžaduje čistou podložku nebo míchačku, dvě čisté lopaty, které se budou používat odděleně na písek a na maltu, a jedno vědro s odměrkou. Na vybrané čisté ploše se maltová receptura smíchá pomocí lopaty a přiléváním vody. Míchačku stačí pouze zapnout a naplnit.



Skupiny malty podle pojiva

Poměr přimíchání pojiva:	Pálené vápno	Písek	Cement
P I: Skupina vápenná malta	2 díly	6 dílů	1 díl
P II: Skupina vápenocementová malta	1 díl	6 dílů	1 díl
P III: Skupina cementová malta	–	6 dílů	1 díl

OBRÁZEK 2. Webová stránka firmy Hornbach; zdroj: Hornbach, 2023

1. ÚVODNÍ TEXT PRACOVNÍHO LISTU PRO ŽÁKY

1.1. Jak namíchat maltu

Pro výrobu malty budete potřebovat **písek, cement a vápenný hydrát**. Poslední jmenovaný materiál zajistí vláčnost a tvárnost a bude zabraňovat tomu, aby malta při tvrdnutí mezi kameny mizela či se potrhala. Pokud se venkovní stěny neomítají, budete potřebovat „tučnou směs“ (tj. více cementu). U všech ostatních stěn postačí „normální směs“ (vápenocementová malta).

Pro menší množství se doporučuje předem namíchaná suchá malta, kterou lze běžně dostat v již předpřipravených pytlovaných množstvích. Poté ji jednoduše smícháte s příslušným množstvím vody a můžete se pustit do práce. Začněte ale nejprve s malými množstvími, jelikož rozmíchaná malta poměrně rychle tvrdne a pak ji již nelze použít.

Míchání malty vyžaduje čistou podložku nebo míchačku, dvě čisté lopaty, které se budou používat odděleně na písek a na maltu, a jedno vědro s odměrkou. Na vybrané čisté ploše se maltová receptura smíchá pomocí lopaty a přiléváním vody. Míchačku stačí pouze zapnout a naplnit (Hornbach, 2023).

Poměr přimíchání pojiva:	Pálené vápno	Písek	Cement
P I: Skupina vápenná malta	2 díly	6 dílů	1 díl
P II: Skupina vápenocementová malta	1 díl	6 dílů	1 díl
P III: Skupina cementová malta	–	6 dílů	1 díl

TABULKA 2. Skupiny malty podle pojiva; zdroj: Hornbach, 2023

Poznámka 1.1. V záhlaví tab. 1 si můžeme všimnout názvu pálené vápno, i když text předtím pojednává o vápenném hydrátu, což je hašené vápno. Jedná se o rozdílné sloučeniny. Správný termín v tabulce by měl tedy být hašené vápno, popř. vápenný hydrát

Poznámka 1.2. Úvodní text vznikl na základě informací z obr. 2. Žákům může být poskytnut tento text, nebo originální internetový leták.

Poznámka 1.3. Poměry v tab. 1 nejsou hmotnostní, ale objemové. V textu z webových stránek (Hornbach, 2023) to není zdůrazněno. Před samotným řešením je žádoucí si s žáky tabulku prodiskutovat a ujasnit si, že se jedná o objemy.

2. ZADÁNÍ ÚLOH

2.1. Úloha č. 1 (vstupní úloha)

Rodina Smolíkova potřebuje na svém pozemku opravit jednu stranu plotu. Délka této strany je 14 m. Mají v plánu postavit cihlový plot s tím, že v něm bude místo na třímetrovou bránu. Plot chtějí mít vysoký dva metry jako jejich soused Michal. Pan Smolík provádí výpočty a zjišťuje, kolik bude potřebovat *vápenocementové* malty. Radil se se sousedem, který podobný plot stavěl loni. Jeho pozemek je větší, přední strana má délku 25 m, ale bránu má také třímetrovou. Michal mu řekl, že na jeho plot spotřeboval 26 metrů malty. Dokážeš vypočítat potřebné množství malty pro Smolíkovi?

2.2. Úloha č. 2

Pan Smolík od souseda zjistil, že na přípravu malty potřebuje vodu, písek, hašené vápno a cement. Michal mu poradil, že pro správnou konzistenci musí dodržet objemový poměr

$$x = 13 q$$

Rodina Smolíkova bude potřebovat 13 q malty.

3.3. Úloha č. 2

Z instrukcí souseda Michala známe potřebný objemový poměr:

voda	písek	hašené vápno	cement
1	6	1	1

TABULKA 3. Poměry materiálů; zdroj: autor

Protože se stavební materiál neprodává na objem, ale na váhu, je potřeba přepočítat objemový poměr na poměr hmotnostní. Žáci si na internetu nebo v literatuře najdou hustotu použitých materiálů a vypočítají příslušné hmotnosti. Tuto část úlohy (vyplňování tab. 4) je vhodné řešit společně a žákům doporučit nalezené hustoty zaokrouhlit na celé stovky, aby se jim lépe počítalo.

	voda	písek	hašené vápno	cement
poměr (objemů)	1	6	1	1
$\rho [kg/m^3]$	1000	1400	2200	1400
$m [kg]$	1000	8400	2200	1400
poměr (hmotností)	5	42	11	7

TABULKA 4. Poměr hmotností materiálů; zdroj: autor

Převedeme jednotky u potřebného množství malty.

$$13 q = 1300 kg$$

Z poměru hmotností zjistíme, že máme dohromady 65 dílů, kterým odpovídá 1300 kg. Vypočítáme si jeden díl.

$$1300 : 65 = 20 kg$$

Doplníme hmotnosti materiálů v kg.

voda	písek	hašené vápno	cement
200	840	220	140

TABULKA 5. Hmotnosti materiálů; zdroj: autor

Na internetu si najdeme ceny materiálů. Každá skupina může najít jinou cenu, což může podnítit budoucí diskusi. Dešťovou vodu do výpočtu cen nezapočítáváme. Pro následující výpočty máme tyto ceny: jedna t písku stojí 551 Kč, 30kg pytel hašeného vápna Čerták za 383 Kč a za 25kg pytel Portlandského cementu zaplatíme 139 Kč. Začneme pískem.

$$1 t = 1000 kg$$

$$\frac{840}{1000} \cdot 551 = 462,84 \text{ Kč}$$

Za písek zaplatíme 463 Kč.

U hašeného vápna a cementu musíme spočítat počet pytlů.

$$220 : 30 = 7, \bar{3} \text{ pytlů} \rightarrow 8 \text{ pytlů}$$

$$8 \cdot 383 = 3064 \text{ Kč}$$

Potřebujeme osm pytlů vápna, za které zaplatíme 3064 Kč.

$$140 : 25 = 5,6 \text{ pytlů} \rightarrow 6 \text{ pytlů}$$

$$6 \cdot 139 = 834 \text{ Kč}$$

Dále je potřeba šest pytlů cementu za 834 Kč.

Celková cena za materiál je 4361 Kč.

Smolíkovým bude stačit 5000 Kč na nákup materiálu.

3.4. Úloha č. 3

a) Do dvou desetilitrových kýblů se vejde 20 l vody. Následující tabulka pak ukazuje potřebné množství materiálů na jednu míchačku.

	voda	písek	hašené vápno	cement	součet
$V [l]$	20	120	20	20	180

TABULKA 6. Objem materiálů v jedné míchačce; zdroj: autor

Výsledný objem materiálů v jedné míchačce je 180 l, což se do míchačky s objemem 180 l vejde.

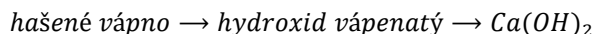
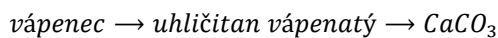
b) Z tab. 5 vyplývá, že potřebujeme 100 kg vody, což je 100 l. Do jedné míchačky dáваме 20 l vody.

$$100 : 20 = 5$$

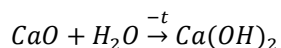
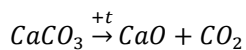
Pan Smolík namíchá pět míchaček.

3.5. Úloha č. 4

Opět vyjdeme z hmotností ze druhé úlohy (lze využít zadanou hodnotu 220 kg). Musíme si zjistit, jakými chemickými sloučeninami jsou vápenec a hašené vápno. Poté vytvoříme jejich vzorce.



Nyní si sestavíme chemické rovnice výroby hašeného vápna z vápence.



V obou chemických rovnicích (technologických krocích) je stejné látkové množství CaO, tzn. jeden mol „spojující článek řetězu reakcí“, proto můžeme výpočet zjednodušit. Vypočítáme molární hmotnost uhličitanu vápenatého a hydroxidu vápenatého.

$$\begin{array}{ccc} \uparrow & 74,01 \text{ g/mol} & \dots\dots\dots & 220 \text{ kg} & \uparrow \\ & 100,09 \text{ g/mol} & \dots\dots\dots & x \text{ kg} & \end{array}$$

$$x = \frac{100,09 \cdot 220}{74,01}$$

$$x = 297,524 \text{ kg} \doteq 297,5 \text{ kg}$$

Muselo by být zpracováno 297,5 kg vápence.

3.6. Úloha č. 5

Využití tabulkového procesoru MS Excel přináší automatizaci pozdějších výpočtů. Práci lze usnadnit obarvením důležitých buněk, tj. obarvení buněk se zadáním (možnost přepisu vstupních hodnot) a s výsledkem. Tabulky mohou vypadat např. jako na (obr. 3). Snímek obrazovky (obr. 4) zobrazuje použité vzorce. Žlutá barva označuje úlohu, modrá slouží pro vstupní hodnoty, které lze upravovat, a zelená pole obsahují výsledky.

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2		Úloha č. 1	soused Michal	Smolíkovi			
3		plot [m]	22	11			
4		malta [q]	26	13			
5		malta [kg]		1300			
6							
7		Úloha č. 2	voda	písek	haš. vápno	cement	
8		poměr (V)	1	6	1	1	
9		ρ [kg/m ³]	1000	1400	2200	1400	
10		m [kg]	1000	8400	2200	1400	
11		poměr (m)	5	42	11	7	200
12		m [kg]	100	840	220	140	20
13		pytel [kg]			30	25	
14		pytel [Kč]			383	139	
15		pytel [ks]			8	6	
16		tuna [Kč]		551			
17		cena [Kč]		462,84	3064	834	4360,84
18		našetřeno [Kč]					5000
19							STAČÍ
20							
21		Úloha č. 3a	voda	písek	haš. vápno	cement	
22		V [l]	20	120	20	20	20
23		celkem [l]	180	V míchačky [l]	180	VEJDE	
24							
25		Úloha č. 3b	voda				
26		m [kg]	100				
27		V [l]	100				
28		1 míchačka [l]	20				
29		míchačka [ks]	5				
30							
31		Úloha č. 4	Ca(OH) ₂	CaCO ₃			
32		M [g/mol]	74,01	100,09			
33		m [kg]	220	297,5			

OBRÁZEK 3. Přehled tabulek s výpočty; zdroj: autor

A	B	C	D	E	F	G
1						
2	Úloha č. 1	soused Michal	Smolíkovi			
3	plot [m]	22	11			
4	malta [q]	26	=D3*C4/C3			
5	malta [kg]		=D4*100			
6						
7	Úloha č. 2	voda	písek	haš. vápno	cement	
8	poměr (V)	1	6	1	1	
9	ρ [kg/m ³]	1000	1400	2200	1400	
10	m [kg]	=C8*C9	=D8*D9	=E8*E9	=F8*F9	
11	poměr (m)	=C10/\$G\$11	=D10/\$G\$11	=E10/\$G\$11	=F10/\$G\$11	=GCD(C10;D10;E10;F10)
12	m [kg]	=\$G\$12*C\$11	=\$G\$12*D\$11	=\$G\$12*E\$11	=\$G\$12*F\$11	=D5/(C11+D11+E11+F11)
13	pytel [kg]			30	25	
14	pytel [Kč]			383	139	
15	pytel [ks]			=ROUNDUP(E\$12/E\$13;0)	=ROUNDUP(F\$12/F\$13;0)	
16	tuna [Kč]		551			
17	cena [Kč]		=D12/1000*D16	=E15*E14	=F15*F14	=SUMA(D17:F17)
18	našetřeno [Kč]					5000
19						=KDYŽ(G18>G17;"STAČÍ";"NESTAČÍ")
20						
21	Úloha č. 3a	voda	písek	haš. vápno	cement	
22	V [l]	20	=\$G\$22*D\$8	=\$G\$22*E\$8	=\$G\$22*F\$8	=C22/C8
23	celkem [l]	=SUMA(C22:F22)	V míchačky [l]	180	=KDYŽ(E23>=C23;"VEJDE";"NEVEJDE")	
24						
25	Úloha č. 3b	voda				
26	m [kg]	=C12				
27	V [l]	=C26				
28	1 míchačka [l]	=C22				
29	míchačka [ks]	=C27/C28				
30						
31	Úloha č. 4	Ca(OH) ₂	CaCO ₃			
32	M [g/mol]	74,01	100,09			
33	m [kg]	=E12	=D32*C33/C32			

OBRÁZEK 4. Přehled tabulek se vzorci; zdroj: autor

Přiblížíme si řešení úloh 2 a 3a. Tab. 7 využívá pro své výpočty výsledek z Úlohy č. 1 převedený na kg. Můžeme zde upravovat hustoty jednotlivých složek malty, velikost pytlů hašeného vápna a cementu, resp. cenu za jednotlivé pytle. Dá se upravit cena za tunu písku. V řádcích „poměr (m)“ a „m [kg]“ se využije fixování buněk pomocí znaku \$. Pro určení počtu pytlů použijeme funkci ROUNDUP, která nám zaokrouhlí číslo nahoru. Nakonec zkontrolujeme, zda bude rodině stačit částka na nákup materiálu, tuto částku lze upravovat. Pomocí funkce KDYŽ zjistíme výsledek.

Úloha č. 2	voda	písek	haš. vápno	cement	
poměr (V)	1	6	1	1	
ρ [kg/m ³]	1000	1400	2200	1400	
m [kg]	1000	8400	2200	1400	
poměr (m)	5	42	11	7	200
m [kg]	100	840	220	140	20
pytel [kg]			30	25	
pytel [Kč]			383	139	
pytel [ks]			8	6	
tuna [Kč]		551			
cena [Kč]		462,84	3064	834	4360,84
našetřeno [Kč]					5000
					STAČÍ

TABULKA 7. Úloha č. 2; zdroj: autor

Úloha č. 2	voda	písek	haš. vápno	cement	
poměr (V)	1	6	1	1	
ρ [kg/m ³]	1000	1400	2200	1400	
m [kg]	=C8*C9	=D8*D9	=E8*E9	=F8*F9	
poměr (m)	=C10/\$G\$11	=D10/\$G\$11	=E10/\$G\$11	=F10/\$G\$11	=GCD(C10;D10;E10;F10)
m [kg]	=G\$12*C\$11	=G\$12*D\$11	=G\$12*E\$11	=G\$12*F\$11	=D5/(C11+D11+E11+F11)
pytel [kg]			30	25	
pytel [Kč]			383	139	
pytel [ks]			=ROUNDUP(E\$12/E\$13;0)	=ROUNDUP(F\$12/F\$13;0)	
tuna [Kč]		551			
cena [Kč]		=D12/1000*D16	=E15*E14	=F15*F14	=SUMA(D17:F17)
našetřeno [Kč]					5000
					=KDYŽ(G18>G17;"STAČÍ";"NESTAČÍ")

TABULKA 8. Úloha č. 2 se vzorci; zdroj: autor

Do tab. 9 zadáme množství vody potřebné na jednu míchačku. S využitím tab. 7 a fixování buněk vypočítáme objem jednotlivých složek. Pomocí funkce KDYŽ zjistíme výsledek.

Úloha č. 3a	voda	písek	haš. vápno	cement	
V [l]	20	120	20	20	20
celkem [l]	180	V míchačky [l]	180	VEJDE	

TABULKA 9. Úloha č. 3a; zdroj: autor

Úloha č. 3a	voda	písek	haš. vápno	cement	
V [l]	20	=G\$22*D\$8	=G\$22*E\$8	=G\$22*F\$8	=C22/C8
celkem [l]	=SUMA(C22:F22)	V míchačky [l]	180	=KDYŽ(E23>=C23;"VEJDE";"NEVEJDE")	

TABULKA 10. Úloha č. 3a se vzorci; zdroj: autor

ZÁVĚR

Tento pracovní list lze využít jako inspiraci pro nové úlohy. Vstupní hodnoty se dají snadno obměňovat. Hlavní zacílení pracovního listu je na komplexní řešení problému, což vyžaduje určité znalosti. Úlohy z pracovního listu se dají také řešit zvlášť a využít v jednotlivých předmětech. Zařazení úloh do výuky souvisí s konkrétním ŠVP dané školy. Pro příklad uvádím zařazení úloh dle našeho ŠVP. Úlohy 1–3b lze zařadit do sedmého ročníku, jelikož k řešení potřebují žáci znát hlavně poměr, přímou úměrnost a hustotu. Úloha 4., která se týká chemie, je zařazena do devátého ročníku, kde už by měli žáci znát horniny a měli by umět sestavit chemické rovnice a z rovnic být schopni vypočítat potřebné údaje.

Poděkování. Příspěvek vznikl s podporou grantového projektu GAJU 041/2022/S (Klíčová místa kurikula pro integraci vzdělávacích obsahů v oblasti STEM).

LITERATURA

- [1] Hornbach. (2023). *Jak namíchat maltu*. Retrieved September 13, 2023, from <https://www.hornbach.cz/navody/jak-namichat-maltu/>
- [2] Naše řeč. (2011). *Není cent jako cent*. Retrieved September 18, 2023, from <http://nase-rec.ujc.cas.cz/archiv.php?art=5211>

KATEDRA MATEMATIKY, PEDAGOGICKÁ FAKULTA
 JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
 ČESKÁ REPUBLIKA
 E-mail address: cechad00@pf.jcu.cz