

FAKTORY OVPLYVŇUJÚCE SÚČINITEĽ ZMRŠTENIA FORMOVACÍCH ZMESÍ SADRA – ANHYDRID**FACTORS INFLUENCES THE SHRINKAGE COEFFICIENT OF ANHYDRIDE MOLDING MIXTURES****Eugen BELICA****Abstrakt**

V článku je opísaný experiment skúmajúci faktory vplyvajúce na koeficient zmrštenia formovacích zmesí na báze sadra – anhydrid. Bolo zistené, že na veľkosť zmrštenia vplyva okrem vodného súčiniteľa, aj množstvo Al_2O_3 v zmesi. Pozorovaný bol aj vplyv teploty sušenia na zmrštenie.

Kľúčové slová: anhydrid, formovacia zmes,

Abstract

Paper deals with experimental analysis of factors influence on anhydride molding mixtures shrinkage. It was observed, that the shrinkage factor is influenced by water coefficient as soon as content of Al_2O_3 in mixture. Also influence of drying temperature was analyzed. Results of measurements are described in detail in paper. Methodology of experiments was based on change of water coefficient (0,6; 0,7; 0,8;), on change of drying temperature (200°C, 300°C, 400°C) and different percentual amount of Al_2O_3 in molding mixture (30 %, 50 %, 80 %). Experimental results shows, that shrinkage is significant influenced by percentual content of Al_2O_3 in molding mixture. In this case the most suitable mixture is with 30 % Al_2O_3 . Non less important influence to shrinkage have water coefficient. In term of strength are most suitable mixtures with 0,6 water coefficient. However decreasing of water coefficient is limited by workability of molding mixture. During experimental occurred situation, that mixture was very compact and was technologically unworkable. Cause of unworkability was low content of water in molding mixture with common effect of high percentual content of Al_2O_3 . Low values of shrinkage by specimens dried at lower temperatures (200°C) is possible to explain by content of chemically fixed water, which begins to release over 200°C.

Key words: anhydride, plaster mixture, shrinkage, wax pattern

Úvod

Surové formy zo sadrových zmesí obsahujú veľké množstvo vody, ktorú je nevyhnutné pred odlieváním odstrániť. Množstvo do zmesí vnesenej vody je dané vodným súčiniteľom w , ktorý sa pohybuje v rozmedzí 0,3 – 0,8. Z celkového dodaného množstva vody sa na vytvorenie dihydrátu spotrebuje okolo 14%, ak tuhne hemihydrát alebo až 21%, ak tuhne anhydrid [2].

Pri odlievaní tekutého kovu do foriem zo sadrovej zmesi (i z napenenej), ktoré sú tepelne nespracované dochádza na rozhraní forma – kov k intenzívnemu odparovaniu vody, ktorá bola dodaná do sadrovej zmesi pri jej výrobe, čo môže viesť ku poškodeniu lícnej časti formy, alebo až ku deštrukcii formy sprevádzanej explóziou ohrozujúcou zdravie. Formy je preto potrebné tepelne spracovať [3].

EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Metodika pokusov bola založená na zmene vodného súčiniteľa (0,6; 0,7; 0,8), na zmene teploty sušenia (200 °C, 300 °C, 400 °C), ako aj na rôznom percentuálnom množstve Al_2O_3 v zmesi (30 %, 50 %, 80 %).

Na prípravu základnej zložky zmesi, ktorej základnou zložkou bol anhydrid. Zmes bola preosiata na sito s rozmerom ôk 4 x 4 mm. Z takto pripraveného materiálu som pripravil východiskovú zmes pozostávajúcu z 10 hmotnostných dielov anhydridu z vypálených použitých sadrových foriem a 1 hmotnostného dielu štukatárskej sadry „STUCKGIPS“ od firmy KNAUF. Boli vyrobené tri skupiny formovacieho materiálu, ktoré sa lišili množstvom Al_2O_3 , a to 30, 50 a 80 % z celkového objemu zmesi. Aby som zistil mechanizmus tuhnutia ako aj zmrštenie samotnej sadry štvrtú skupinu formovacieho materiálu tvorila iba štukatárska sadra s vodným súčiniteľom 0,7.

Po naliatí ešte kašovitej sadrovej zmesi do formy sa nechali vzorky 24 hodín tuhnúť. Po označení a odmeraní každej vzorky sa vzorky umiestnili do pece. Naraz sme sušili 24 vzoriek, pričom po 1 hodine sme vybrali vždy 8

vhodných vzoriek. Sušenie pozostávalo z vyhriatia vzoriek na určitú teplotu a s hodinovou výdržou na tejto teplote. Na sušenie sa použila elektrická odporová pec ELEKTROTHERM typu LK 312.05.

Meranie rozmeru vzoriek sme robili v dvoch fázach. Prvé meranie sme robili 24 hodín po naliati sadrovej zmesi do foriem. Druhé meranie sa uskutočnilo po vysušení vzoriek na požadovanej teplote. Z nameraných hodnôt boli zostrojené jednotlivé závislosti.

Na obr. 1-a,b,c je znázornená závislosť zmrštenia od vodného súčiniteľa s určitým percentuálnym množstvom Al_2O_3 a teplotou sušenia 200°C . Ako vidíme z obrázku, zmrštenie pri $w = 0,6$ sa veľmi rýchlo mení. Kým pri 30 % Al_2O_3 je zmrštenie najmenšie, pri 50 % je už maximálne. Vodný súčiniteľ 0,7 je z tohto pohľadu už stabilnejší. Nárast zmrštenia je oveľa miernejší. A nakoniec súčiniteľ 0,8, ktorého hodnoty zmrštenia sa pohybujú medzi hodnotami súčiniteľov 0,6 a 0,7. Vzorky zo zmesi s 80 % Al_2O_3 a s vodnými súčiniteľmi 0,6 a 0,7 boli technologicky nespracovateľné.

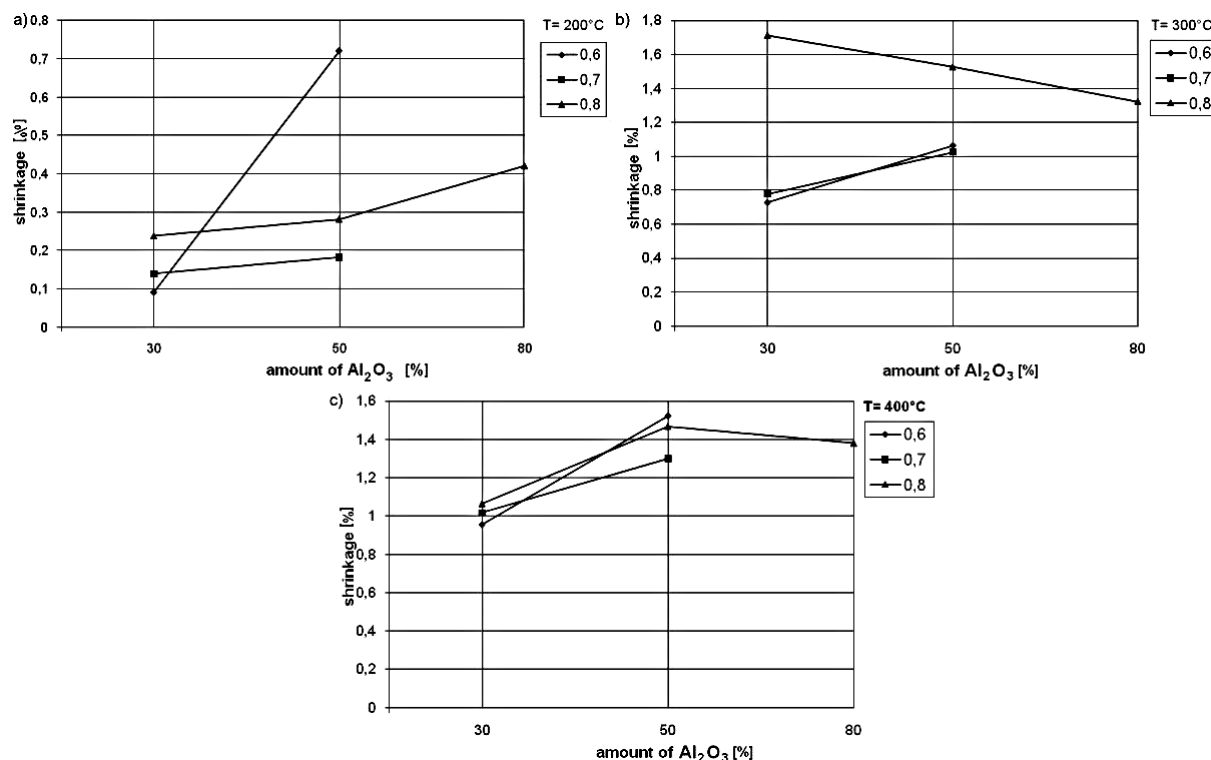
Na tomto obrázku vidíme, že max. hodnoty zmrštenia dosahuje vodný súčiniteľ 0,8 (1,7134), pričom jeho následné klesanie medzi 30 a 80 % Al_2O_3 má lineárny priebeh. Hodnoty zmrštenia ako aj jeho priebeh u 0,6 a 0,7 sú približne rovnaké, a to v rozsahu 0,7295 až 1,0635 a 0,7798 až 1,0244.

Zmes s 80 % Al_2O_3 a s vodnými súčiniteľmi 0,6 a 0,7 boli technologicky nespracovateľné.

Pri tejto teplote sú hodnoty zmrštenia, okrem vodného súčiniteľa 0,8, vyššie od predchádzajúcich dvoch grafov o 0,2 – 1 %.

Ako najvýhodnejší sa ukazuje vodný súčiniteľ 0,6 z hľadiska zmrštenia, ktorého hodnoty výrazne ovplyvňuje percentuálne množstvo Al_2O_3 v zmesi.

Zmesi s 80 % Al_2O_3 a s vodnými súčiniteľmi 0,6 a 0,7 boli technologicky nespracovateľné.



Obr. 1 Dependencies of shrinkage on Al_2O_3 content for each water coefficient and for: a) drying temperature 200°C , b) drying temperature 300°C , c) drying temperature 400°C

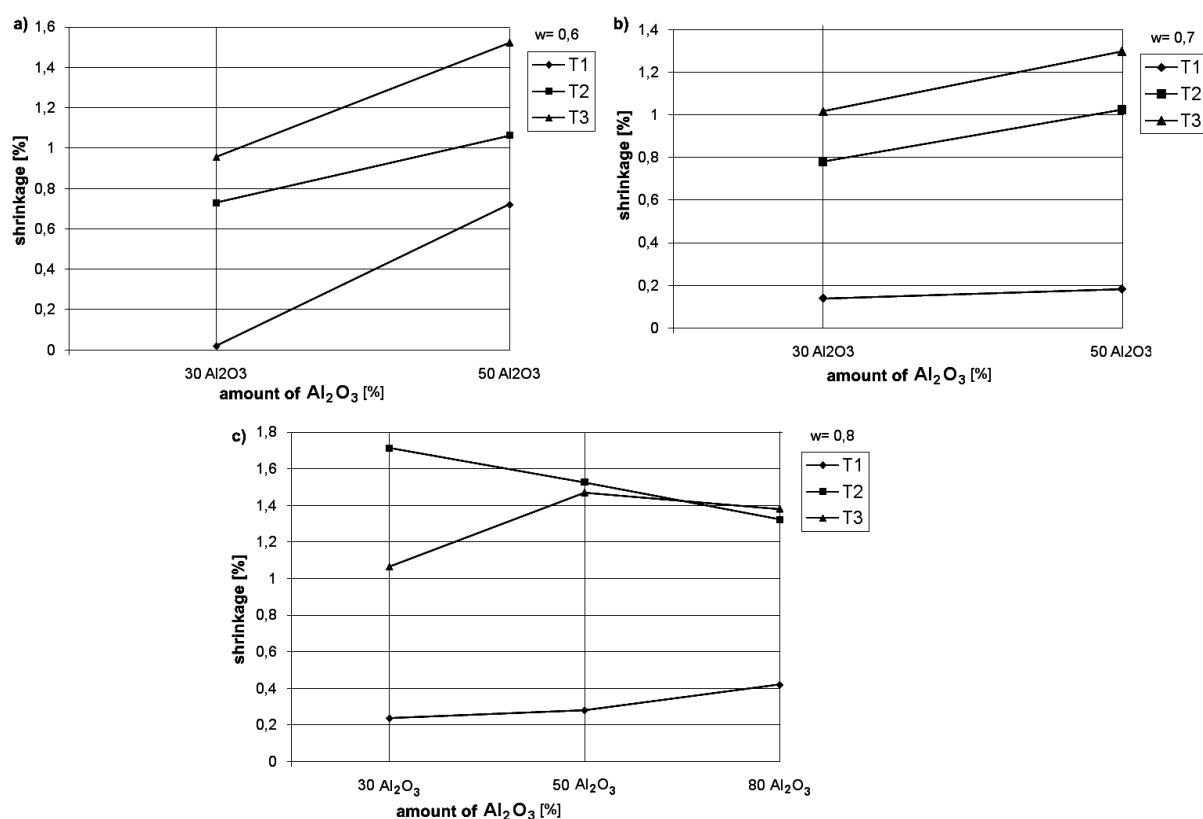
Na obr. 2-a je znázornená grafická závislosť zmrštenia od percentuálneho množstva Al_2O_3 v zmesi pre zmes jedného hmotnostného dielu sadry a 10 hmotnostných dielov drveného anhydridu z použitých sadrových foriem pre jednotlivé teploty sušenia s použitým vodným súčiniteľom $w = 0,6$. Z obrázku vidíme, že rozdiel zmrštenia medzi 30 a 50 % Al_2O_3 je dosť veľký, hlavne pri teplote 200°C , kde to je až 0,6 % . Pričom max. hodnoty zmrštenia sa dosahujú pri 400°C (0,955 až 1,5222 %).

Zmes s 80 % Al_2O_3 pre tento vodný súčiniteľ bola technologicky nespracovateľná.

Na obr. 2b je znázornená grafická závislosť zmrštenia od percentuálneho množstva Al_2O_3 v zmesi pre zmes jedného hmotnostného dielu sadry a 10 hmotnostných dielov drveného anhydridu z použitých sadrových foriem pre jednotlivé teploty sušenia s použitým vodným súčiniteľom $w = 0,7$. Nárast zmrštenia už nie je taký významný ako v predchádzajúcom prípade, dokonca pri 200°C medzi 30 a 50 % Al_2O_3 sa zmrštenie takmer nemení. Max. hodnoty sa dosiahli opäť pri 400°C . Zmes s 80 % Al_2O_3 pre tento vodný súčiniteľ bola technologicky nespracovateľná.

Na obr. 2c je znázornená grafická závislosť zmrštenia od percentuálneho množstva Al_2O_3 v zmesi pre zmes jedného hmotnostného dielu sadry a 10 hmotnostných dielov drveného anhydridu z použitých sadrových foriem pre jednotlivé teploty sušenia s použitým vodným súčiniteľom $w = 0,8$. Tu už je úplne iný tvar kriviek ako pri predošlých dvoch grafoch. Max. hodnoty boli už pri 300°C a to u zmesi s 30 % Al_2O_3 (1,7134). Ďalej medzi 30 – 80 % má krivka lineárne klesajúci priebeh. Pri 400°C medzi 30 a 50 % Al_2O_3 má krivka stúpajúci a medzi 50 a 80 % klesajúci charakter. U 200°C sa zmrštenie pohybovalo v nižších hodnotách ako u 300 a 400°C a medzi 30 – 80 % sa mierne zvyšovalo.

Ak porovnáme všetky tri grafy dostaneme, že najvýhodnejšia je zmes obsahujúca 30 % Al_2O_3 .



Obr. 2 Dependencies of shrinkage on percentual content of Al_2O_3 in mixture for each drying temperature and for: a) water coefficient 0,6, b) water coefficient 0,7, c) water coefficient 0,8

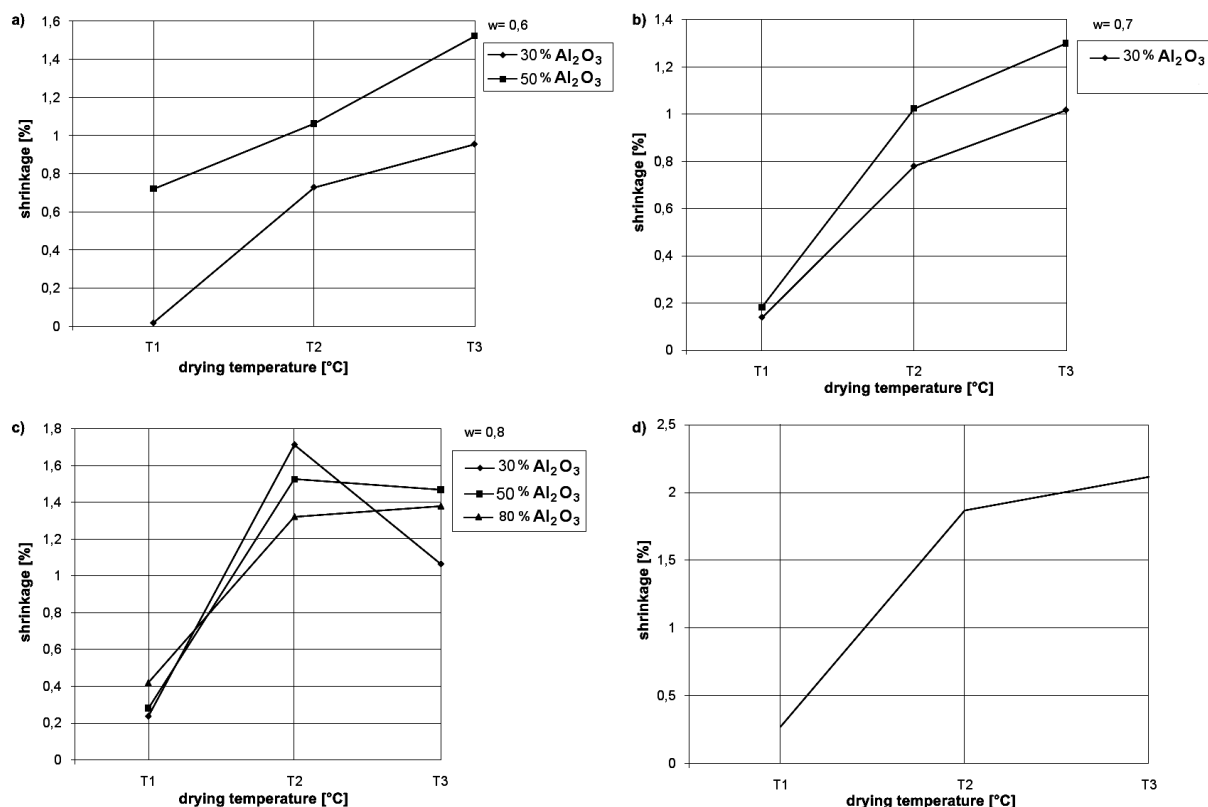
Na obr. 3a je znázornená grafická závislosť zmrštenia od teploty sušenia pre zmes jedného hmotnostného dielu sadry a 10 hmotnostných dielov drveného anhydridu z použitých sadrových foriem s prídavkom 30 a 50 % Al_2O_3 a s použitým vodným súčiniteľom $w = 0,6$. Ako vidno z obrázku, zmrštenie prebiehalo pri troch teplotách a to : 200, 300 a 400°C a je jednoznačne viditeľné, že zmrštenie bolo minimálne pri najmenšej teplote sušenia a postupne sa zvyšovalo so stúpajúcou teplotou, pričom nárast zmrštenia bol rýchlejší pri 30 % ako 50 % Al_2O_3 a zmrštenie zmesi s 30 % Al_2O_3 sa pohybovalo v nižších hodnotách.

Zmes s 80 % Al_2O_3 pre tento vodný súčiniteľ bola technologicky nespracovateľná.

Na obr. 3b je znázornená grafická závislosť zmrštenia od teploty sušenia pre zmes jedného hmotnostného dielu sadry a 10 hmotnostných dielov drveného anhydridu z použitých sadrových foriem s prídavkom 30 a 50 % Al_2O_3 a s použitým vodným súčiniteľom $w = 0,7$. Z obrázku vyplýva, že pri teplote 200°C je zmrštenie obidvoch zmesí

približne rovnaké, pričom výraznejšie rozdiely hodnôt zmrštenia badáme pri vyšších teplotách sušenia. Tak isto aj pre tento súčiniteľ bola zmes s 80 % Al_2O_3 technologicky nespracovateľná.

Na obr. 3c je znázornená grafická závislosť zmrštenia od teploty sušenia pre zmes jedného hmotnostného dielu sadry a 10 hmotnostných dielov drveného anhydridu z použitých sadrových foriem s prídavkom 30,50 a 80 % Al_2O_3 a s použitým vodným súčiniteľom $w = 0,8$. Pri tomto vodnom súčiniteli má stúpanie zmrštenia medzi 200 a 300 °C veľmi strmý priebeh, pričom maximálna hodnota sa dosiahne pri zmesi s 30 % Al_2O_3 (1,7134). Medzi teplotami 300 a 400 °C má zmrštenie zväčša klesajúci charakter, kde pri 30 % Al_2O_3 má klesanie pomerne rýchly priebeh, pri 50 % je klesanie zmrštenia podstatne pomalšie a pri 80% mierne stúpa.



Obr. 3 Dependencies of shrinkage on drying temperature for each Al_2O_3 content and for: a) water coefficient 0,6, b) water coefficient 0,7, c) water coefficient 0,8, d) plaster mixture with 0,7 water coefficient

Najmenšie hodnoty zmrštenia z hľadiska teploty sušenia sa dosiahli pri 200 °C.

Na obr. 3d je znázornená grafická závislosť zmrštenia od teploty sušenia pre čistú sadru s použitým vodným súčiniteľom 0,7. Z obrázku jednoznačne vyplýva, že skúšobná vzorka z čistej sadry bez prídavku anhydridu má najväčšie zmrštenie zo všetkých vzoriek a pri teplote sušenia 400 °C má hodnotu až 2,1152 %.

ZÁVER

Výsledky ukazujú, že významný vplyv na zmrštenie má percentuálne množstvo Al_2O_3 v zmesi (30%, 50%, 80%), kde najvýhodnejšia, z hľadiska hodnôt zmrštenia pri daných teplotách sušenia (200°C, 300°C, 400°C) a použitých vodných súčiniteľoch (0,6; 0,7; 0,8), sa javí zmes s 30 % Al_2O_3 . Nemenej dôležitý vplyv na zmrštenie má aj vodný súčiniteľ. Z hľadiska manipulačnej pevnosti sa jednoznačne javia ako najvhodnejšie zmesi s nižším obsahom vody, čiže vodným súčiniteľom 0,6. Znižovanie vodného súčiniteľa je však limitované spracovateľnosťou danej formovacej zmesi (hustejšia zmes horšie zateká).

V priebehu experimentov došlo k situácií, keď zmes bola veľmi hustá a v podstate bola technologicky nespracovateľná. Príčinou tejto nespracovateľnosti bol nízky obsah vody (pre vodné súčinitele $w = 0,6-0,7$) v spojitosti s vysokým percentuálnym množstvom Al_2O_3 (až 80%) v zmesi.

Nízke hodnoty zmrštenia vzoriek sušených pri nižších teplotách ($T = 200^\circ C$) sa dajú vysvetliť obsahom chemicky viazanej vody, ktorá sa začína uvoľňovať pri teplotách od $200^\circ C$.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] HAYVEROVA, R., KASABOVA, N. Gypsum Composition for Preparing Moulds and Models Based on Local Raw Materials. - In *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 2007, Vol. 42, No. 4, p. 381-386.
- [2] FOLLNER, S. et al. The setting behaviour of α - and β - $CaSO_4 \cdot 0,5 H_2O$ as a function of crystal structure and morphology. In *Crystal research and technology*, 2002, Vol. 37, No. 10, p. 1075-1087. ISSN 0232-1300.
- [3] PRASAD, P.S.R. et al. Direct Formation of the γ - $CaSO_4$ Phase in Dehydration Process of Gypsum. - In situ FTIR study. *American Mineralogist*, 2005, Vol. 90, No. 4, p. 672-678.
- [4] PRASAD, P.S.R. et al. In situ FTIR study of dehydration mechanisms of natural scolecite. - In *European journal of mineralogy*, 2006, Vol. 18, No. 2, p. 265-272.

ADRESA AUTORA

Eugen BELICA, Ing. PhD., Materiálovotechnologická fakulta STU Trnava, Paulínska 16, 917 24, Trnava, email: eugen.belica@stuba.sk

RECENZENT

Milan PIATRIK, prof. Ing. PhD., Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied, Katedra environmentálneho manažérstva, Tajovského 40, 974 01, Banská Bystrica, Slovenská republika