

## Výzkumný záměr

Výzkum a vývoj nových postupů v ochraně a konzervaci vzácných písemných památek

### Zkvalitnění vlastností krabic pro ochranu písemných památek

Magda Součková

#### Testování ochranné funkce dřevěné a lepenkové krabice proti změnám vlhkosti prostředí v závislosti na naplnění krabice papírovým materiálem

Tato práce je pokračováním výzkumu z let 2005-2006, kdy byl sledován vliv změny vlhkosti prostředí na změnu relativní vlhkosti uvnitř prázdné krabice.

#### Postup

V roce 2006 byly porovnávány dva typy krabic – dřevěná krabice a krabice lepenková. Stejná dřevěná krabice byla použita i pro následující pokus pro zjišťování změn vlhkosti v krabici naplněné papírovým obsahem.

K porovnání byla vyrobena krabice z lepenky z Novosedlic o tloušťce 1 mm. Pro dosažení stejného vnitřního objemu obou krabic byla lepenková krabice vyrobena ze dvou částí (faktorem určujícím podobu krabice byl rozměr lepenkového archu).

Obě krabice byly naplněny stejným množstvím novinového papíru (13,4 kg) a byla do nich vložena čidla měřící vlhkost a teplotu (obr.č.1).

Pro měření změn vlhkosti byla použita následující čidla:

Dřevěná krabice

H1 umístěno 3,5 cm od okraje novinového bloku

H2 umístěno uprostřed novinového bloku

H3 umístěno mimo novinový blok

Lepenková krabice

H4 umístěno 3,5 cm od okraje novinového bloku

H5 umístěno uprostřed novinového bloku

H6 umístěno mimo novinový blok



Obr.č. 1 – Umístění plochých čidel do novinového bloku

Jako čidla H1,2,4,5 byla užita plochá čidla firmy Papouch.

Čidla H3 a H6 představují dataloggery Comet S3120.

Uzavřené naplněné krabice s čidly byly umístěny do klimatizační komory Binder KBWF do prostředí 25 °C a 20 % relativní vlhkosti (RV) a průběžně byl sledován stav relativní vlhkosti v novinovém bloku (čidla H 1,2,4,5). Po 47 dnech byla relativní vlhkost v klimatizační komoře změněna na 80% a dále byly sledovány průběžné hodnoty relativní vlhkosti v krabicích. Po dalších 63 dnech byla komora vypnuta, byly otevřeny dveře a krabice byly ponechány v prostoru komory nyní již při podmínkách okolního prostředí (cca 40% RV, 20 °C) (obr.č.2).



Obr.č.2 – Uložení krabic v klimatizační komoře

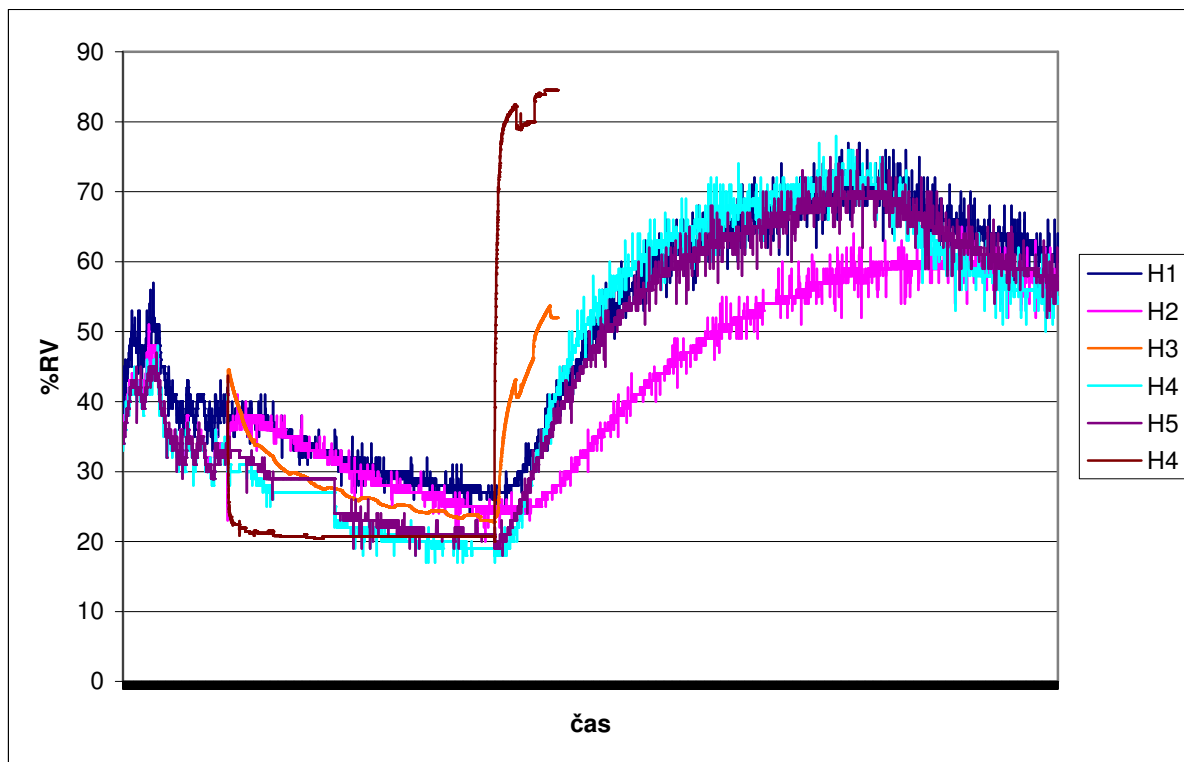
### Výsledky a diskuse

Výsledky měření čidel relativní vlhkosti byly zakresleny do grafu č.1. Čidla H3 a H4 – dataloggery Comet S3120 nestačily svou kapacitou na časové pokrytí celého pokusu, protože dostatečně přesné zachycení změny RV vyžaduje nastavení kratšího časového intervalu snímání hodnot. Přesto je patrné, že vlhkost do dřevěné krabice (H3) proniká pomaleji než do lepenkové (H6), resp. po počátečním prudším nárůstu vlhkosti způsobeném zřejmě průnikem vlhkosti netěsnostmi dřevěné krabice se zvyšování vlhkosti v dřevěné krabici v porovnání s lepenkovou silně zpomaluje. Svou roli tu zřejmě hraje sorpce vlhkosti materiálem krabice: tloušťka stěny lepenkové krabice je 1 mm, tloušťka stěny dřevěné krabice 8 mm. Také rovnovážná vlhkost dřeva je vyšší než papíru: při 20 °C a 80% RV činí pro dřevo 15% vlhkosti, pro sulfitovou buničinu 12%.

Lepenková krabice nechrání významně svůj obsah proti pronikání vzduchu z okolního prostředí, který dovnitř proniká neomezeně. Po zvýšení vlhkosti v klimatizační komoře z 20% na 80% RV se po čtyřech minutách začala zvyšovat i vlhkost v lepenkové krabici (v dřevěné krabici za 10 minut po zvýšení). 80% relativní vlhkosti bylo v lepenkové krabici (mimo novinový blok) dosaženo za 18 hodin 20 minut od změny v komoře. Relativní vlhkost v dřevěné krabici za tuto dobu vystoupila pouze na 37%.

Relativní vlhkost v novinovém bloku ve vzdálenosti 3,5 cm od povrchu se začala měnit až po dvou dnech od změny vlhkosti v komoře a to zhruba o 0,5-1% RV za den v lepenkové i dřevěné krabici a podobně i uprostřed novinového bloku v lepenkové krabici. Vlhkost

uprostřed novinového bloku v dřevěné krabici se začala měnit uvedeným způsobem (o 1% RV za den) až po sedmi dnech zvýšení RV v komoře.



Graf č.1 – Změna relativní vlhkosti v krabici naplněné papírovým materiálem v závislosti na změně relativní vlhkosti prostředí (celková doba pokusu na ose x - 164 dnů)

### Testování ochranné funkce krabice proti náhlému poklesu teploty

Hlavní depozitář Národní knihovny je umístěn v Hostivaři a odtud jsou dvakrát denně převáženy svazky požadované čtenáři do hlavní budovy NK Klementina v Praze 1. K převozu dochází za každého počasí i v zimě, proto bylo sledováno, jak krabice chrání knihy proti poklesu teploty.

#### Postup

Pro pokus byly zvoleny dvě velikosti krabic stejného typu (obr.č.3)



Obr.č.3 – Umístění čidla do novinového bloku v testované krabici

velká krabice (vk) o vnějších rozměrech 190 x 310 x 155 mm

malá krabice (mk) o vnějších rozměrech 130 x 210 x 100 mm.

Od obou velikostí byly vyrobeny dva kusy z lepenky Novosedlice o tloušťce 1 mm. Jedna krabice byla ponechána prázdná, druhá byla zcela naplněna novinovým papírem. Uprostřed novinové masy byl vyříznut otvor pro čidlo datalogger Comet. Hmotnost novin v malé krabici činila 1519 g (při 40% RV) a ve velké krabici 4200g.

Do prostoru prázdné krabice byl též umístěn datalogger Comet (obr.č. 4-5).



Obr.č.4 – Prázdná a plná krabice



Obr.č.5 – Zakrytí čidla novinami

Krabice byly umístěny do lednice ( 8 °C, 78 %RV) (obr.č.6).



Obr.č.6 – Umístění krabic do lednice

S ohledem na kapacitu lednice byly testovány obě velikosti krabic zvlášť.

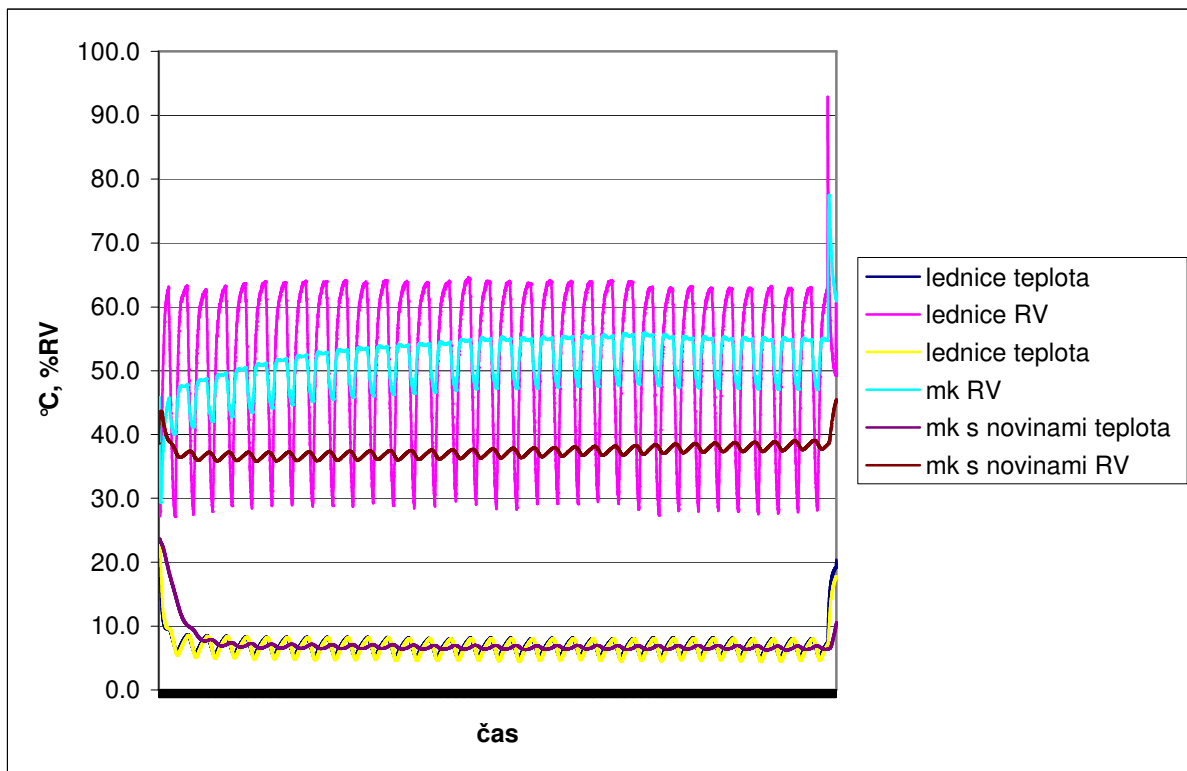
Stejně probíhal pokus, kdy krabice byly uloženy do mrazničky ( -29 °C, 29 %RV).

### **Výsledky a diskuse**

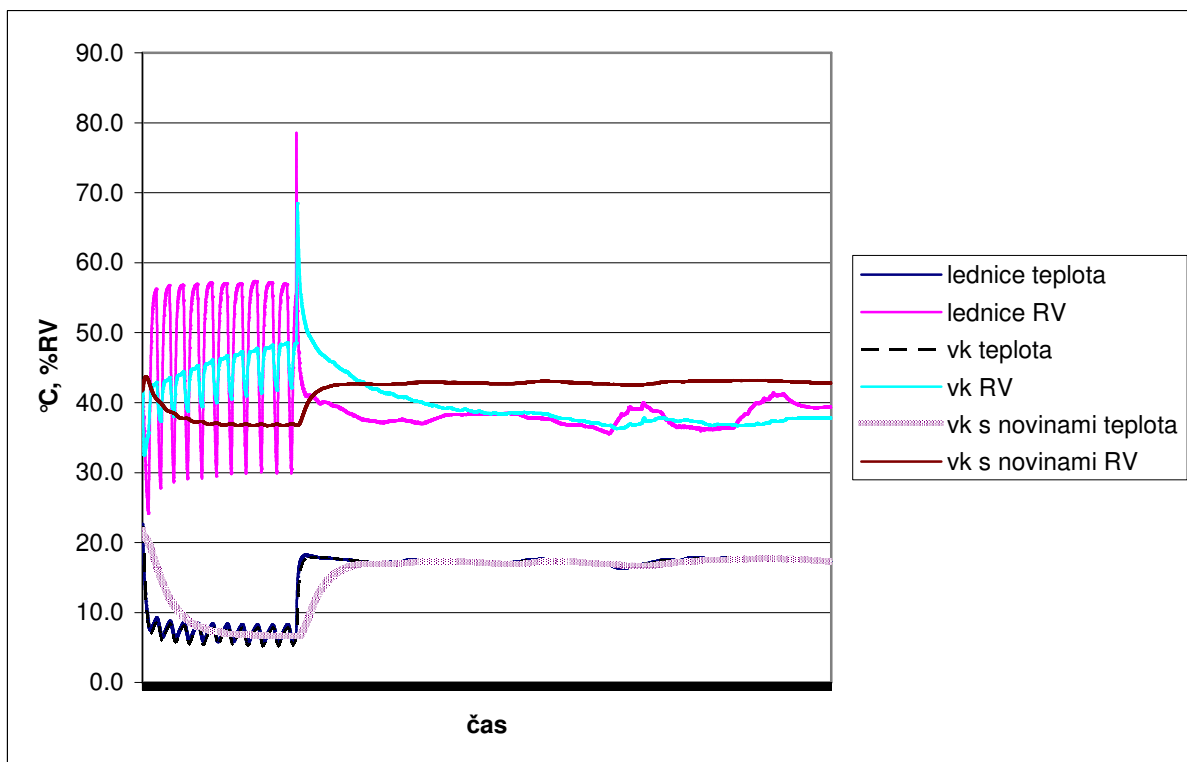
Výsledky měření jsou zobrazeny v grafech č.2-5. Každý graf obsahuje šest záznamů : teplotu a relativní vlhkost v chladicím zařízení, teplotu a relativní vlhkost v prázdné uzavřené krabici a teplotu a relativní vlhkost uprostřed uzavřené krabice naplněné novinami.

*Snížení teploty na 8 °C (lednice)*

(grafy č.2 a 3)



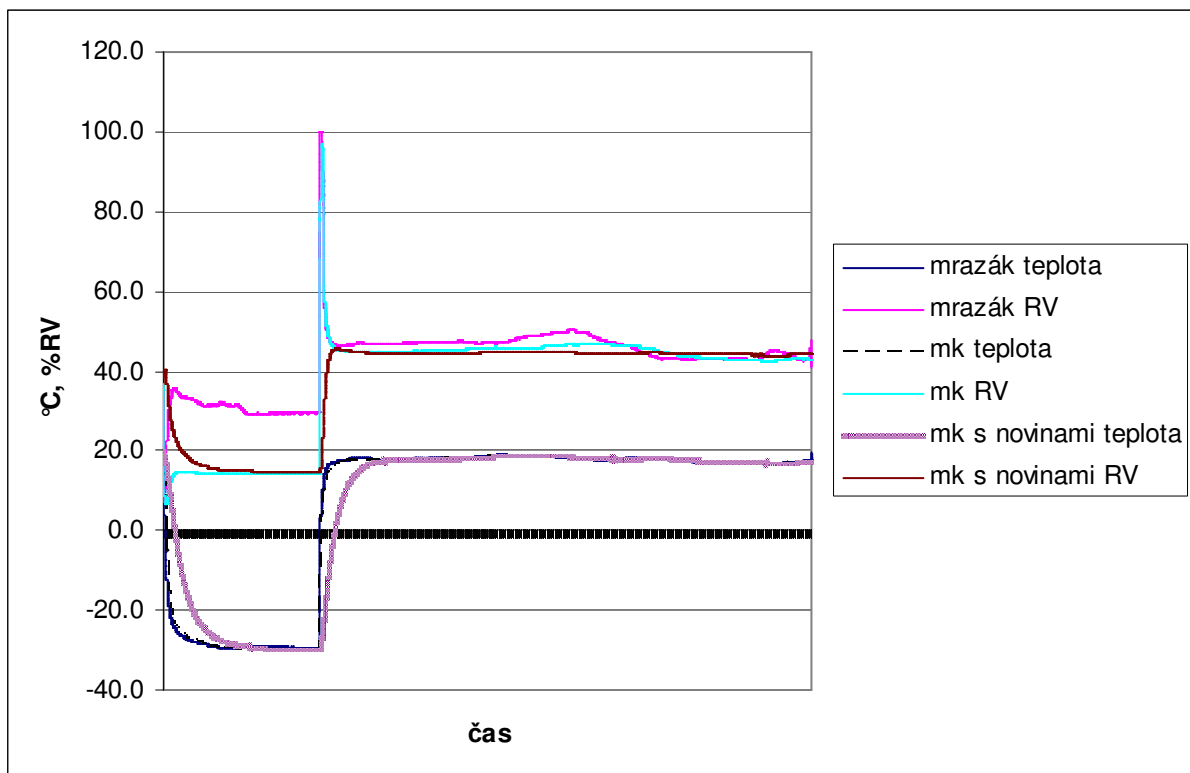
Graf č.2 – Vliv snížení teploty prostředí 8 °C) na teplotu uvnitř malé lepenkové krabice



Graf č. 3 - Vliv snížení teploty prostředí (8 °C) na teplotu uvnitř velké lepenkové krabice

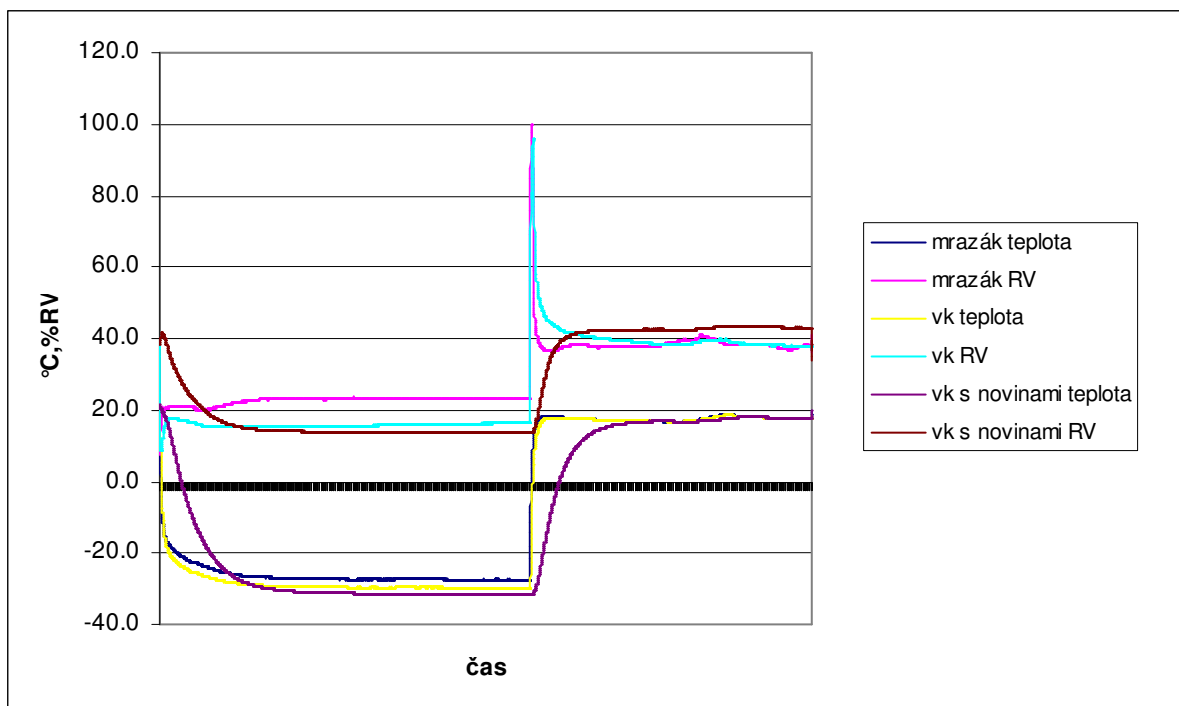
Po vložení malých krabic do lednice trvalo dvě hodiny (v případě velkých krabic zhruba hodinu a čtvrt), než bylo dosaženo chladicí teploty 8 °C. Za prakticky stejnou dobu bylo dosaženo též teploty v prázdných krabicích. Do středu krabic naplněných novinami pronikla nízká teplota 8 °C za zhruba šest hodin u malé krabice a za 11 a půl hodiny u velké krabice. Po vyjmutí krabic s čidly z lednice došlo k ustavení teplotní rovnováhy s okolím na samostatném čidlu po 1 hodině 20 minutách (změna z 8,3 °C na 20 °C), V prázdné malé krabici byla teplota vyrovnána za dalších 7 minut (ve velké za hodinu a půl). V malé krabici naplněné novinami byla v téže době dosažena teplota 11,3 °C, potom se naplnila kapacita čidla a nebylo možno získat další hodnoty. Ve velké krabici naplněné novinami došlo k vyrovnání teploty s okolním prostředím za 48 hodin po vyjmutí krabic z lednice.

*Snížení teploty na -30 °C (mraznička)*  
(grafy č.4 a 5)



Graf č.4– Vliv snížení teploty prostředí (-30 °C) na teplotu uvnitř malé lepenkové krabice

Po vložení malých krabic do mrazničky byla mrazicí teplota -26 °C v zařízení dosažena za 2 hodiny 20 minut, maximální mrazicí teplota -29 °C pak za celkem 11 hodin (graf č.4). V prázdné krabici byla teplota -26 °C zaznamenána za 3 hodiny, teplota -29 °C také za 11 hodin. Ve středu novinového bloku se teplota -26 °C zjistila po 7 hodinách od vložení do mrazničky a teplota -29 °C po celkové době 21 hodin. Po vyjmutí krabic s čidly z lednice došlo k ustavení teplotní rovnováhy s okolím na samostatném čidlu po 5 hodinách 20 minutách (změna z -29 °C na 18 °C), V prázdné krabici byla teplota vyrovnána prakticky za stejnou dobu. V malé krabici naplněné novinami byla v téže době dosažena teplota 13,5 °C. K vyrovnání s teplotou okolí (18,8 °C) došlo ve středu malé krabice naplněné novinami za dobu 18 hodin po vyjmutí z mrazničky.



Graf č.5– Vliv snížení teploty prostředí (-30 °C) na teplotu uvnitř velké lepenkové krabice

Pokud se týká velkých krabic, po jejich vložení do mrazničky trvalo 12 hodin, to je o deset hodin více než u malých krabic, než bylo v prostoru mrazničky dosaženo teploty -26 °C (graf č.5,6). V prázdné krabici byla dosažena teplota -26 °C za sedm hodin, v krabici s novinami za 12 hodin. Po vyjmutí krabic s čidly z mrazničky se teplotní rovnováha s okolím ustavila na samostatném čidlu po 2 a půl hodinách (změna z -27 °C na 18 °C), V prázdné krabici byla teplota vyrovnána prakticky za stejnou dobu ( z -29 °C na 17,4 °C). V krabici naplněné novinami byla v téže době dosažena teplota -17,5 °C. K vyrovnání s teplotou okolí (18 °C) došlo ve středu velké krabice naplněné novinami za 36 hodin po vyjmutí z mrazničky.

Na grafech č.6 a 7 je zobrazeno srovnání změny teploty u malých a velkých krabic po vložení resp.vyjmutí z mrazničky.

Rychlost snižování teploty v mrazničce je značně ovlivněna mírou zaplnění prostoru.

Rychlost změny teploty uvnitř prázdných krabic (snižování i zvyšování) vlivem teploty prostředí nezávisí na velikosti krabic.

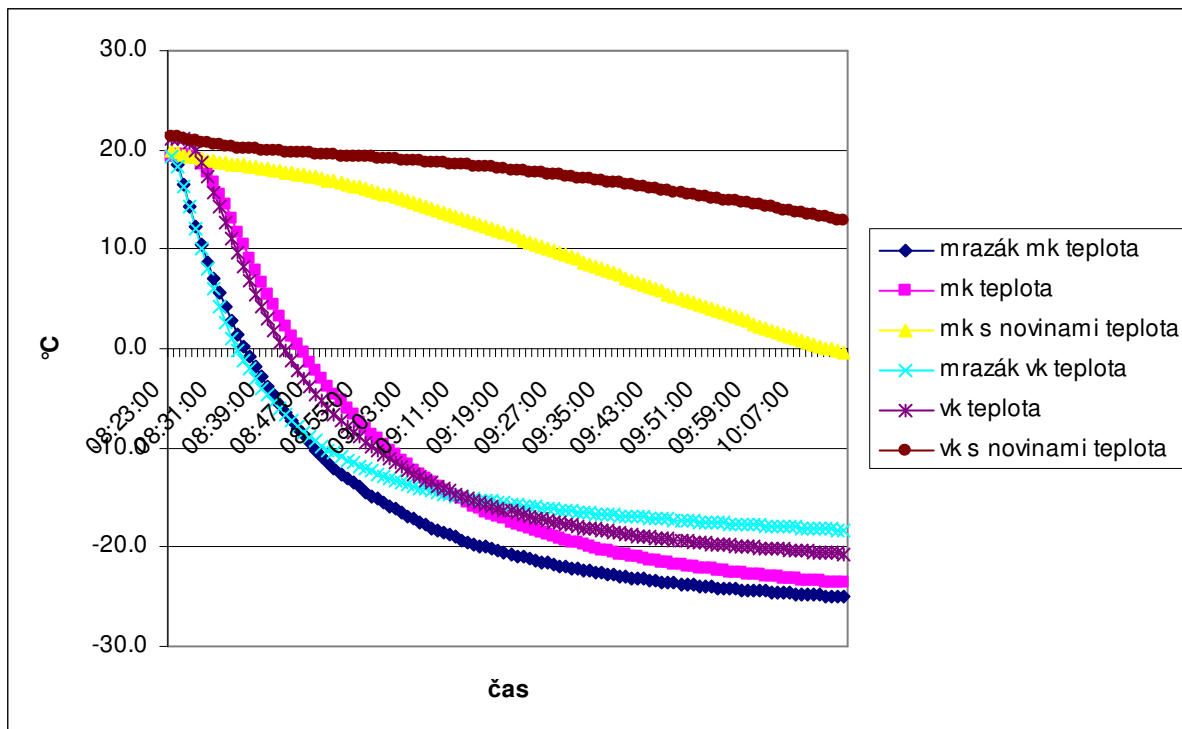
V případě krabic naplněných papírovým obsahem je změna teploty ve větších krabicích pomalejší (přestup tepla zpomalován papírovým obsahem: tepelná vodivost papíru je zhruba 5-7x vyšší než tepelná vodivost vzduchu).

### Závěry

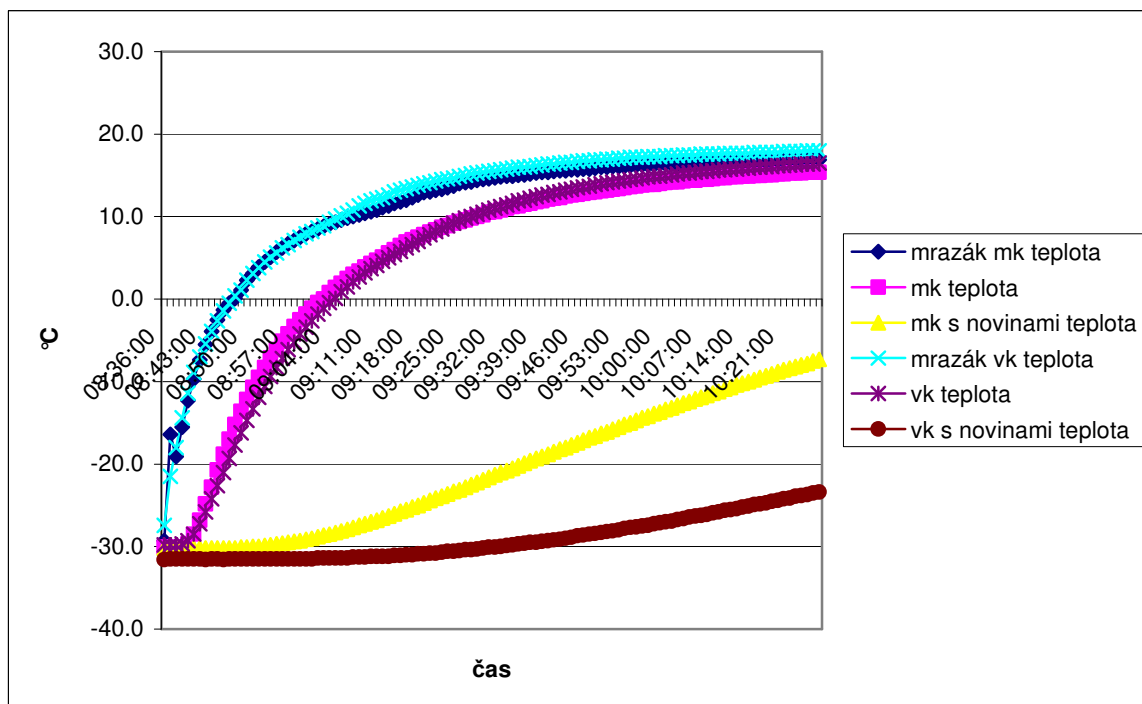
Lepenková krabice poskytuje ochranu svému obsahu proti změnám vlhkosti po dobu několika minut. Dřevěná krabice po dobu 10 minut chrání obsah absolutně a i po této době je změna vlhkosti v krabici pomalá.

Z měření uvnitř papírového bloku vyplývá, že ke změně vlhkosti dochází postupně ( v případě testovaných krabic rychlostí 1% RV/den ). Tato změna neohrožuje chemickou stabilitu materiálu. Většímu náporu je vystavena vazba (desky), která kryje povrch bloku, případně ořízka. Lze předpokládat, že u materiálů volně uložených v krabici (svítky a pod.) dojde k většímu ovlivnění materiálu změnou vlhkosti okolního prostředí.

Dřevěná krabice poskytuje při kolísání vlhkosti vnějšího prostředí daleko významnější ochranu objektům uloženým uvnitř než krabice lepenková.



Graf č.6 – Pokles teploty po umístění krabic do mrazničky



Graf č.7 – Nárůst teploty po vyjmutí krabic z mrazničky

Ochranu proti poklesu teploty zabezpečuje lepenková krabice jen po velmi omezenou dobu (jedná se spíše o sekundy). Nízká teplota opět primárně působí na povrch (vazbu) uloženého materiálu.



### **Plán práce na rok 2008**

Pro rok 2007 bylo naplánováno zkoumání ochrany proti polutantům zabalením do speciálních materiálů. Vzhledem k tomu, že v letošním roce proběhlo podrobné měření polutantů jak v Klementinu, tak v Centrálním depozitáři Hostivař, byla tato práce přesunuta na rok 2008, kdy již bude jasné, které prostory v Národní knihovně jsou polutanty nejvíce postiženy a pro vykonání pokusu bude moci být zvoleno nejúčinnější prostředí.