



TEPELNÁ IZOLÁCIA BAZÉNOV PRE TERMICKÚ ÚPRAVU DREVA PREGLEJKÁRENSKÝCH VÝREZOV A PRIZIEM IZOLAČNÝM MATERIÁLOM FOAMGLAS

Ladislav Dzurenda – Ján Šustek

Abstract

The paper analyzes the influence of thermal insulation FOAGMAS vertical walls of the pool for thermal treatment of wood for heat loss.

FOAMGLAS heat-insulating material (foam glass) is hydrophobic, dimensionally stable material and shape of compressive strength 0.7 MPa and a coefficient of thermal conductivity of $0,042 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

The optimal thermal insulation layer of insulating material FOAMGLAS in which the coefficient of heat transfer $k = 0,4 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$, is a thick layer of $h_{is} = 70 \text{ mm}$. The justification for vertical walls insulated foam glass pool thickness $h_{is} = 70 \text{ mm}$ supported at the market price of hot $E = 28,5 \text{ €}\cdot\text{G}\cdot\text{J}^{-1}$ and the number of operating hours in the pool for thermal treatment of wood $\tau = 6000$ hours per year and the assessment of economic efficiency in the form of return investment aboveground insulated outer wall of the $R_i = 315\%$ and the insulated walls of the swimming pool located in the soil $R_i = 174\%$, as well as short term return on investment for insulation of the aboveground part of $\tau = 0.3$ year and the insulation of the pool in the soil of $\tau = 0.6$.

Key words: *thermal treatment of wood, pool thermal treatment of wood, insulation, heat transfer coefficient, economic efficiency*

1 ÚVOD

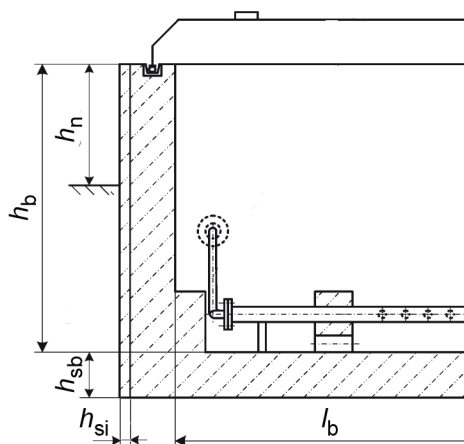
Varenie dreva je technologický proces, v ktorom sa mokré drevo ohrieva v horúcej vode a menia sa jeho fyzikálne, mechanické a čiastočne i chemické vlastnosti. Termická úprava dreva preglejkárenských výrezov a priziem v bazénoch pre termickú úpravu dreva sa vykonáva za účelom plastifikácie dreva t.j. zmäknutiu strednej lamely bunecných stien dreva s vlhkosťou nad medzou hygroskopickosti a znižovaní rezného odporu pri delení dreva rezným klinom krájacieho, alebo lúpacieho noža v procese tvorby dýhy, Nikolov – Rajčev – Deliiski (1980), Sochor-Kadlec (1990). Lawniczak (1995), Mahút-Réh-Víglaský (1998), Klement – Detvaj (2007, Dzurenda-Deliiski (2010).

Jednou z alternatív termickej úpravy dreva preglejkárenských výrezov a priziem je ich ohrev v bazénoch. Bazény pre termickú úpravu dreva sú betónové nádrže umiestnené v zemi, alebo čiastočne nad zemou uzatvorené odoberateľným krytom. Ohrev technologickej vody na teplotu $60 \div 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$ je vykonávaný nepriamo vyhrievacími telesami (kalorifermi) umiestnenými na dne varného bazéna.

Cieľom tohto príspevku je stanovenie hrúbky tepelnej izolácie FOAMGLAS, pri ktorej hodnota koeficienta prechodu tepla zvislých stien obvodového plášťa bazéna bude spĺňať kritérium $k \leq 0,4 \text{ W}\cdot\text{m}^2\cdot\text{K}^{-1}$ a posúdenie ekonomickej efektívnosti formou doby návratnosti nákladov na izolovanie bazénov pre termickú úpravu dreva.

2 TEPELNÝ TOK ZVISLOU STENOU OBVODOVÉHO PLÁŠŤA BAZÉNA PRE TERMICKÚ ÚPRAVU DREVA

Bazény pre termickú úpravu dreva sú betónové nádrže, s výstužou betónových stien a dna oceľovou armatúrou. Zvislé steny obvodového plášťa bazéna sú tepelne izolované, za účelom znížovania tepelných strát z horúcej technologickej vody počas technologického procesu formou tepelného toku do atmosférického vzduchu v nadzemnej časti bazéna a tepelného toku do pôdy časťou stien korpusu bazéna umiestnených v zemi obr. 1



Obr. 1 Rez stenou obvodového plášťa a dnom bazéna pre termickú úpravu dreva

Technické riešenie izolácie betónovej nádrže je v súčasnosti dvojaké. Konštruktéri firmy LIGNOTECH ET Sofia vkladajú izolačnú vrstvu o hrúbke $h_{si} = 10 \text{ cm}$ do betónu obvodového plášťa bazéna hrubého $h_{sb} = 0,3 \text{ m}$, či sa tvorí kompaktný monoblok. Iným technickým riešením izolácie bazénov pre termickú úpravu dreva je obloženie, z vonkajšej strany zvislých betónových stien obvodového plášťa bazéna $h_{bs} = 0,25$ vystužených oceľovou armatúrou, hydrofóbnym tepelne izolačným materiálom akým je napríklad FOAMGLAS (penové sklo). Technické vlastnosti izolačného materiálu a brutto cenu 1 m^2 uvádzajú tabuľky 1 a 2.

Tabuľka 1 Fyzikálne, tepelné a mechanické vlastnosti izolačného materiálu FOAMGLAS.
www.foamglas.cz

Fyzikálne, tepelné a mechanické vlastnosti	Jednotka	Hodnota
Hustota	kg.m ⁻³	120
Špecifická tepelná kapacita	J.kg ⁻¹ .K ⁻¹	840
Koeficient tepelnej vodivosti pri t = 10 °C	W.m ⁻¹ .K ⁻¹	0,042
Koeficient tepelnej rozťažnosti	K ⁻¹	9.10 ⁴
Bod mäknutia penového skla	C	730
Odporúčaný teplotný interval aplikácií	0C	od -260 do +430
Pevnosť v tlaku	MPa	0,7
Pevnosť v ohybe	MPa	0,4
Modul pružnosti v ohybe	MPa	800
Nasiakavosť		Nulová
Hygroskopicita		Nulová
Permeabilita		Nulová
Kapilarita		Nulová
Faktor difúzneho odporu		M→∞(parotesné)

Tabuľka 2 Cena 1 m² izolačného materiálu FOAMGLAS v závislosti na hrúbke.

Hrúbka	[mm]	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Cena	[€·m ⁻²]	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65

Hustotu tepelného toku zvislou stenou z horúcej technologickej vody do atmosférického vzduchu popisuje rovnica prechodu tepla v tvare:

$$q_I = k \cdot (t_{H_2O} - t_0) = \frac{(t_{H_2O} - t_0)}{\left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{h_{sb}}{\lambda_{sb}} + \frac{h_{is}}{\lambda_{is}} + \frac{1}{\alpha_2} \right)}, \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2}]$$

kde: k₁ – koeficient prechodu tepla zvislou stenou z horúcej technologickej vody v bazéne do atmosférického vzduchu, W.m⁻².K⁻¹;

t_{H2O} – teplota technologickej vody v procese termickej úpravy dreva, °C;

t₀ – teplota vzduchu v atmosfére, °C;

α₁ = 0,74(3,7.t_{H2O} + 228)^{0,4}√|Δt|; W.m⁻².K⁻¹, koeficient prestupu tepla pri teplotnom spáde v medznej vrstve t = t_{H2O} – t_{st} = 0,15 ÷ 0,25 °C; *Dzurenada–Deliiski (2010)*

h_{sb} – hrúbka betónovej steny obvodového plášťa bazéna, m;

λ_{sb} – koeficient tepelnej vodivosti betónovej steny bazéna, W.m⁻¹.K⁻¹;

h_{si} – hrúbka izolácie steny obvodového plášťa bazéna, m;

λ_{si} – koeficient tepelnej vodivosti izolačnej vrstvy steny bazéna, W.m⁻².K⁻¹;

α₂ = 6,2 + 4,2.w₀, W.m⁻².K⁻¹; koeficient prestupu tepla z povrchu obvodového plášťa bazéna do ovzdušia pri rýchlosti prúdenia vzduchu v atmosfére w₀ = 0,5 + 2,5 m.s⁻¹, *Setnička (1964)*;

Hustotu tepelného toku zvislou stenou z horúcej technologickej vody do pôdy popisuje rovnica prechodu tepla v tvare:

$$q_{II} = k \cdot (t_{H_2O} - t_0) = \frac{(t_{H_2O} - t_p)}{\left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{h_{sb}}{\lambda_{sb}} + \frac{h_{is}}{\lambda_{is}} + \frac{1}{\lambda_p} \right)}, \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2}]$$

kde: k_{II} – koeficient prechodu tepla zvislou stenou z horúcej technologickej vody v bazéne do pôdy, $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$;

t_{H_2O} – teplota technologickej vody v procese termickej úpravy dreva, $^{\circ}\text{C}$;

t_p – teplota pôdy, $^{\circ}\text{C}$;

$\alpha_1 = 0,74 \cdot (3,7 \cdot t_{H_2O} + 228) \sqrt{|\Delta t|}$; $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$, koeficient prestupu tepla pri teplotnom spáde v medznej vrstve $t = t_{H_2O} - t_{st} = 0,15 \div 0,25$ $^{\circ}\text{C}$; *Dzurenda–Deliiski (2010)*

h_{sb} – hrúbka betónovej steny obvodového plášťa bazéna, m;

λ_{sb} – koeficient tepelnej vodivosti betónovej steny bazéna $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$;

h_{si} – hrúbka izolácie obvodového plášťa bazéna, m;

λ_{si} – koeficient tepelnej vodivosti izolačnej vrstvy steny bazéna, $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$;

λ_p – koeficient tepelnej vodivosti pôdy okolo obvodového plášťa bazéna :

$\lambda_p = 2,30$ $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; pre ílovito – kamenistú pôdu, Cihelka (1969);

$\lambda_p = 1,40$ $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; pre hlinito – piesčitú pôdu, $\lambda_p = 0,90$ $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; pre pieskovec, Halahyja-Chmúrny-Sternová (1998);

Teploty na povrchu jednotlivých vrstiev steny nadzemnej časti obvodového plášťa varného bazéna, ako i časti umiestnenej v pôde matematicky popisuje rovnica:

$$t_{n+1} = t_{H_2O} - q \left(\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{h_i}{\lambda_i} \right), \quad [^{\circ}\text{C}]$$

kde: t_{H_2O} – teplota technologickej vody v procese termickej úpravy dreva $^{\circ}\text{C}$;

q – hustota tepelného toku stenou obvodového plášťa bazéna $q = q_I$ v prípade nadzemnej časti obvodového plášťa, $q = q_{II}$ v prípade tepelného toku z obvodového plášťa do pôdy, $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$;

$\alpha_1 = 0,74 \cdot (3,7 \cdot t_{H_2O} + 228) \sqrt{|\Delta t|}$; $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$, koeficient prestupu tepla pri teplotnom spáde v medznej vrstve $t = t_{H_2O} - t_{st} = 0,15 \div 0,25$ $^{\circ}\text{C}$; *Dzurenda–Deliiski (2010)*

h_i – hrúbka i-tej vrstvy steny obvodového plášťa bazéna, m;

λ_i – koeficient tepelnej vodivosti i-tej vrstvy steny bazéna, $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$;

V tabuľke 3, pre zvislú betónovú stenu s oceľovou armatúrou bazéna hrúbku $h_{sb} = 0,25$ m nadzemnej časti obvodového plášťa bez izolácie a izoláciou – obkladom penovým sklom FOAMGLAS hrúbky (30 mm, 50 mm, 70mm, 90 mm, 110 mm), sú uvedené hustoty tepelného toku z horúcej technologickej vody $t_{H_2O} = 90$ $^{\circ}\text{C}$ do ovzdušia $t_0 = 10$ $^{\circ}\text{C}$ a povrchové teploty jednotlivých vrstiev: t_1 – teplota betónu v styku s technologicickou vodou, t_2 – povrchová teplota na druhej strane betónovej steny, t_3 – povrchová teplota na druhej strane izolačnej vrstvy rozhraní: izolácia FOAMGLAS – atmosférický vzduch.

Tabuľka 3 Hustota tepelného toku a rozloženie teplôt v jednotlivých vrstvách steny nadzemnej časti obvodového plášťa bazéna pre termickú úpravu dreva.

Hrúbka obkladu izolácie FOAMGLA mm	Koefficient tepelnej vodivosti zvislou stenou bazéna $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	Hustota tepelného toku stenou $W \cdot m^{-2}$	Povrchové teploty vrstiev obvodového plášťa		
			t_1 $^{\circ}C$	t_2 $^{\circ}C$	t_3 $^{\circ}C$
0	1,77	271,1	89,0	$t_2 = t_3 = 63,63$	
30	0,83	79,3	89,7	77,6	33,1
50	0,62	53,8	89,8	80,8	26,0
70	0,49	40,8	89,9	82,7	21,9
90	0,40	32,8	89,9	83,2	19,2
110	0,35	27,5	89,9	84,9	17,2

V tabuľke 4, pre zvislú betónovú stenu s oceľovou armatúrou bazéna hrúbku $h_{sb} = 0,25$ m časti obvodového plášťa bez izolácie a izoláciou – obkladom penovým sklom FOAMGLAS hrúbky (30 mm, 50 mm, 70 mm, 90 mm, 110 mm) nachádzajúcej sa v ílovo – kamenistej pôde, sú uvedené hustoty tepelného toku z horúcej technologickej vody $t_{H_2O} = 90$ $^{\circ}C$ do pôdy s priemernou teplotou $t_p = 6$ $^{\circ}C$ a povrchové teploty jednotlivých vrstiev: t_1 – teplota betónu v styku s technologickej vodou, t_2 – povrchová teplota na druhej strane betónovej steny, t_3 – povrchová teplota na druhej strane izolačnej vrstvy rozhraní: izolácia FOAMGLAS – ílovo-kamenistá pôda.

Tabuľka 4 Hustota tepelného toku a rozloženie teplôt v jednotlivých vrstvách steny časti obvodového plášťa bazéna nachádzajúcej sa v pôde.

Hrúbka obkladu izolácie FOAMGLA mm	Koefficient tepelnej vodivosti zvislou stenou bazéna $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$	Hustota tepelného toku stenou $W \cdot m^{-2}$	Povrchové teploty vrstiev obvodového plášťa		
			t_1 $^{\circ}C$	t_2 $^{\circ}C$	t_3 $^{\circ}C$
0	1,77	167,7	89,4	$t_2 = t_3 = 63,63$	
30	0,83	78,8	89,7	77,6	33,1
50	0,62	58,3	89,8	80,8	26,0
70	0,49	46,2	89,8	82,7	21,9
90	0,40	38,3	89,9	83,2	19,2
110	0,35	32,7	89,9	84,9	17,2

Z vykonanej tepelnej analýzy plynie, že hustota tepelného toku neizolovanou betónovou stenou v nadzemnej časti bazéna pre termickú úpravu dreva z horúcej technologickej vody o teplote $t_{H_2O} = 90$ $^{\circ}C$ do ovzdušia s teplotou $t_0 = 10$ $^{\circ}C$ je $q_I = 271,1$ $W \cdot m^{-2}$ a hustota tepelného toku neizolovanou betónovou stenou do pôdy s teplotou $t_p = 6$ $^{\circ}C$ je $q_{II} = 167,7$ $W \cdot m^{-2}$. Zníženie hustoty tepelného toku cca o 50% stenou obvodového plášťa umiestenej v pôde je spôsobené nižším odvodom tepla (kondukciou) do pôdy v okolí bazéna než (konvekciou) do okolitého atmosférického vzduchu z bazéna. Pri hrúbke tepelnej izolácie FOAMGLAS $h_{si} = 90$ mm sa dosahuje požadovaná štandardná hodnota koeficienta tepelnej vodivosti $k = 0,4$ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$; a znižuje sa hustota tepelného toku izolovanou stenou obvodového plášťa bazéna na hodnotu cca $q \approx 35$ $W \cdot m^{-2}$, tak v nadzemnej časti obvodového plášťa ako aj v časti obvodového plášťa korpusu bazéna umiestnenej v pôde.

3 EKONOMICKÁ EFEKTÍVNOSŤ IZOLÁCIE STIEN BAZÉNA PRE TERMICKÚ ÚPRAVU DREVA IZOLAČNÝM MATERIÁLOM – FOAMGLAS

Ekonomická efektívnosť izolácie zvislých stien bazéna pre termickú úpravu dreva izoláciou FOAMGLAS je vykonaná formou rentability investície zateplenia bazéna R_i a doby návratnosti investície zateplenia bazéna DN_i .

Obe kritéria hodnotenia ekonomickej efektívnosti zateplenia stien bazéna sú vzťahnuté na 1 m^2 zateplenia plochy steny pri trhovej cene tepla $E = 28,5 \text{ €} \cdot \text{GJ}^{-1}$, ročnom fonde prevádzky (efektívnej činnosti procesu termickej úpravy dreva v bazéne) $\tau = 250 \text{ dní} = 6\,000 \text{ hod}$, cenu 1 m^2 tepelnej izolácie FOAMGLAS hrúbky $h_{si} = 90 \text{ mm}$ $E_{izol} = 45 \text{ €} \cdot \text{m}^{-2}$ (tabuľka 1) a cenu stavebných prác montáže izolácie, ktorá je v súčasnosti na slovenskom trhu $E_{mont} = 10 \text{ €} \cdot \text{m}^{-2}$.

Rentabilita investície zateplenia bazéna pre termickú úpravu dreva R_i vyjadrujúca úrokovú mieru je daná podielom priemerného ročného zisku z investície Z_r a nákladov na investíciu NI . Pre zateplenie nadzemnej časti korpusu obvodového plášťa bazéna je:

$$R_i = \frac{Z_r}{NI} = \frac{3600(q_{hsi=0} - q_{hsi=0.09}) \left(\frac{E_Q}{10^9} \right) \tau}{E_{izol} + E_{mont}} \cdot 100$$

$$R_i = \frac{3600(277,1 - 32,8) \left(\frac{28,5}{10^9} \right) \cdot 6000}{45 + 10} \cdot 100 = 273 \%$$

Doba návratnosti investície zateplenia bazéna je pre termickú úpravu dreva DN_i , je daná podielom investičných nákladov na zateplenie 1 m^2 zvislej steny NI a ročným cash flow zo zateplenia 1 m^2 steny obvodového plášťa CF_r . Pre zateplenie nadzemnej časti korpusu obvodového plášťa bazéna je:

$$DN_i = \frac{NI}{CF_r} = \frac{E_{izol} + E_{mont}}{3600(q_{hsi=0} - q_{hsi=0.09}) \left(\frac{E_Q}{10^9} \right) \tau}$$

$$DN_i = \frac{45 + 10}{3600(277,1 - 32,8) \left(\frac{28,5}{10^9} \right) \cdot 6000} = 0,36 \text{ roka}$$

kde: $q_{hsi=0}$ – hustota tepelného toku 1 m^2 obvodového plášťa bez tepelnej izolácie; $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$
 $q_{hsi=0,09}$ – hustota tepelného toku 1 m^2 obvodového plášťa s izoláciou FOAMGLAS hrúbky 90 mm ; $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$

E_Q – tržová cena 1 GJ teplota; $\text{€} \cdot \text{GJ}^{-1}$

E_{izol} – tržová cena 1 m^2 izolácie FOAMGLAS hrúbky 90 mm ; $\text{€} \cdot \text{m}^{-2}$

E_{izol} – tržová cena montáže 1 m^2 izolácie FOAMGLAS; $\text{€} \cdot \text{m}^{-2}$

τ – počet prevádzkových hodín varného bazéna v roku; hod.

Rentabilita investície zateplenia obvodového plášťa korpusu bazéna umiestnenej v pôde vplyvom menších tepelných strát z technologickej vody do pôdy sa znižuje rentabilita

investície na hodnotu $R_i = 145\%$ a doba návratnosti investície sa predlžuje na $DN_i = 0,6$ roka.

ZÁVER

V príspevku je analyzovaný vplyv hrúbky tepelnej izolácie FOAMGLAS zvislých stien obvodového plášťa bazéna na tepelné straty varného bazéna pre termickú úpravu dreva preglejkárenských výrezov a príziem.

Hustota tepelného toku zvislou stenou v nadzemnej časti obvodového plášťa bez izolácie z horúcej technologickej vody o teplote $t_{H_2O} = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$ do ovzdušia s teplotou $t_0 = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ je $q_I = 271,1\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ a hustota tepelného toku neizolovanou betónovou stenou do pôdy s teplotou $t_p = 6\text{ }^{\circ}\text{C}$ je $q_{II} = 167,7\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Zaizolovaním stien bazéna pre termickú úpravu dreva hydrofóbnym, rozmerovo a tvarovo stabilným materiálom s koeficientom tepelnej vodivosti $0,042\text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ tepelne izolačným materiálom FOAMGLAS hrúbky $h_{si} = 90\text{ mm}$ sa zníži hustota tepelného toku v oboch častiach zvislej steny na tepelná tok cca $q \approx 35\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

Ekonomickú efektívnosť izolácie zvislých stien obvodového plášťa bazéna pre termickú úpravu dreva izolačným materiálom FOAMGLAS hrúbky 90 mm pri trhovej cene tepla $E = 28,5\text{ €/GJ}$, počte prevádzkových hodín bazéna pre termickú úpravu dreva $\tau = 6000$ hod za rok dokladuje, tak rentabilita investície nadzemnej časti obvodového plášťa $R_i = 273\%$, ako i krátka doba návratnosti investície zateplenie nadzemnej časti $\tau = 0,3$ roka a zateplenia časti bazéna v pôde rentabilitou investície $R_i = 145\%$ a dobou návratnosti investície $\tau = 0,6$ roka.

LITERATÚRA

- [1] CIHELKA, J. *Vytápění a větrání*. Praha: SNTL, 1969. 610 s.
- [2] DZURENDA, L., DELIISKI, N.: *Termické procesy v technológiách spracovania dreva*. Zvolen, Vydavateľstvo TU vo Zvolene 2010, 268 s.
- [3] HALAHYJA, M. - CHMÚRNY, I. - STERNOVÁ, Z.: *Stavebná tepelná technika*. Bratislava: Vydavateľstvo JAGA GROUP, 1998, 247 s. ISBN 80-88905-04-4.
- [4] HORÁK, M. *Termofyzikálne vlastnosti vlhkého vzduchu*. In *VIII. konferencia katedier mechanik tekutín a termomechaniky*. Brno: SjF VUT. 1988, s. 28-34.
- [5] KLEMENT, I., DETVAJ, J.: *Technológia prvostupňového spracovania dreva*. Zvolen. Vydavateľstvo TU vo Zvolene, 2007, 325 s.
- [6] LAWNICZAK, M.: *Zarys hydrotermicznej i plastycznej obróbki drewna. Czesc I. – Warzenie i parzenie drewna*. Poznan. 1995, 149 s.
- [7] MAHÚT, J., RÉH.R., VÍGLASKÝ, J.: *Kompozitné drevné materiály, časť I. Dýhy a preglejované výrobky*. Zvolen, Vydavateľstvo TU vo Zvolene, 1998. 266 s.
- [8] NIKOLOV, S., RAJČEV, A., DELIISKI, N.: *Proparvane na drevesinata*. Zemizdat. Sofia, 1980. 223 s.
- [9] SETNIČKA, F.: *Projektovanie tepelno-technických zariadení drevárskych závodov*. Zvolen. ES VŠLD Zvolen. 1970, 313 s.
- [10] SOCHOR, M., P. KADLEC. *Hydrotermická úprava dreva pre výrobu dýh*. Drevo, №2, 1990.
- [11] www.foamglas.cz

Pod'akovanie

Táto práca bola vypracovaná v rámci riešenia projektov KEGA-SR č.1/6164/08 a NIS-LTU 105/2008, ako výsledok práce autorov a výraznej pomoci grantovej agentúry KEGA – SR a NIS-LTU Sofia