

## VPLYV PLAMEŇOVÉHO HORENIA NA ÚBYTOK HMOTNOSTI A RÝCHLOSŤ ODHORIEVANIA DREVOVLÁKNITEJ DOSKY

### IMPACT OF FLAME BURNING ON WEIGHT LOSS OF WOODEN FIBREBOARD

Stanislava GAŠPERCOVÁ<sup>1</sup>, Adrián CEL'UCH<sup>2</sup>

#### ABSTRACT:

*The aim of this paper is to investigate the influence of flame burning on weight loss and rate of desiccation of wood fiber board. The contribution is divided into two main parts theoretical and practical. The theoretical part of the contribution consists of a description of the test material and workflow. The practical part includes experimental evaluation and conclusions. As a test method, we have chosen to reduce the weight and rate of degradation of different types of fibreboard and their dependence on the time of exposure to the heat source. Two types of fiber board were tested. The first tested material was the fibreboard produced by pressing the sawdust in one layer. The second test material consisted of a fibreboard produced in the form of a thinner sheet and subsequently glued from multiple layers to one.*

**KEYWORDS:** weight loss, reduction range, fibreboard, flame source

#### ÚVOD

Výber stavebných materiálov je v dnešnej dobe ovplyvňovaný radou faktorov. Jedným z dôležitých faktorov je okrem dobrých fyzikálnych a mechanických vlastností aj jeho dopad na životné prostredie [1]. Práve miera ekologického spracovania drevovláknitej dosky sa významne odlišuje od iných bežne používaných tepelnoizolačných materiálov [2]. Okrem dobrých vlastností má však drevovláknitá doska z hľadiska ochrany pred požiarmi aj zlú vlastnosť a to, že sa jedná o horľavý materiál. Na porovnanie materiálov a zistenie ich správania sa pri požiari možno vykonať aj rad iných nenormových testov, avšak treba zvážiť, ktoré z nich sú vhodné.

Jedným zo základných princípov testovania materiálov bolo sledovanie úbytku hmotnosti. Toto kritérium nebolo však dostatočne výpovedným údajom u všetkých materiálov, keďže k úbytku hmotnosti môže dochádzať aj u materiálov s vyšším obsahom vody, pričom tieto môžu byť nehorľavé. Preto je vhodné okrem kritéria úbytku hmotnosti sledovať aj iné kritériá ako napríklad rýchlosť šírenia plameňa, rýchlosť odhorievania a pod. [3].

#### 1. POPIS SKÚŠOBNÉHO MATERIÁLU

V príspevku sú vyhodnotené drevovláknité dosky od firmy Steico. Ich základné použitie je ako tepelná a zvuková izolácia primárne určená do interiéru. Vyrábajú sa vo viacerých hrúbkach a prevedeniach. Pre experiment sme si vybrali dve najčastejšie používané druhy a to Steico Protect DRY M a Steico Protect H.

##### 1.1 Steico Protect DRY M

Jedná sa o drevovláknitú tepelnú a zvukovú izoláciu pre murované domy a drevostavby. Je možné ju využiť aj ako zateplenie starších drevených krovov [4]. Vyrába sa suchým procesom a ďalej sa spracúva rezaním kotúčovou, chvostovou alebo priamočiarou elektrickou pilou. Dodáva sa s rovnou hranou alebo s perom a drážkou s hrúbkami od 60 až do 240 mm. Jej výhodami je vynikajúca izolácia v zime, ochrana proti letnému prehrievaniu je vodeodpudivá a zároveň difúzne otvorená.

<sup>1</sup> Stanislava Gašpercová, Ing., PhD., Katedra požiarneho inžinierstva, Fakulta bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline, ul. 1. mája 32, Žilina, tel.: +421 41 513 6796, e-mail: stanislava.gaspercova@fbi.uniza.sk.

<sup>2</sup> Adrián Cel'uch, Ing., Safirs, s.r.o., E. Bohúňa 12, 034 01 Ružomberok.



Obrázok 1 Steico Protect DRY M [5]

## 1.2 Steico Protect H

Jedná sa o drevovláknitú tepelnú a zvukovú izoláciu pre murované domy a drevostavby. Na rozdiel od drevovláknitej dosky Steico Protect DRY M je Steico Protect H obojstranne brúsená doska s perom a drážkou. Vyznačuje sa dokonalou difúziou vodných pár, čo je dôležité pri difúzne otvorených konštrukciách. Má vysokú tepelno-akumulačnú schopnosť, reguluje a upravuje vnútornú mikroklimu, vďaka profilu peru a drážky je plošne veľmi stabilná a tuhá, je účinnou ochranou proti vetru, prachu, vlhkosti a hluku. Má vysokú pevnosť v tlaku a jednoduchú a rýchlu montáž.



Obrázok 2 Steico Protect H [6]

## 1.3 Tepelnotechnické vlastnosti vzoriek

V tabuľke č. 1 sú uvedené základné vlastnosti drevovláknitých dosiek, ktoré boli vybrané na testovanie úbytku hmotnosti a rýchlosti odhorievania. Je vidieť, že so zvyšujúcim sa súčiniteľom tepelnej vodivosti rastie aj objemová hmotnosť. Hlavnou prednosťou drevovláknitých dosiek v porovnaní s ďalšími tepelnoizolačnými materiálmi je najmä ich vysoká tepelná kapacita a teda schopnosť

napríklad znížiť v letných mesiacoch prehrievanie podkrovných priestorov. Pri oboch druhoch výrobku je merná tepelná kapacita  $2100 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ . Vďaka ich homogenite je deklarovaný súčiniteľ tepelnej vodivosti dosahovaný v podstate v ktoromkoľvek mieste dosky. Udávané hodnoty súčiniteľa tepelnej vodivosti sú vždy v smere kolmom na rovinu dosky [7].

Tabuľka 1 Porovnanie tepelnotechnických parametrov testovaných vzoriek [8]

Názov výrobku	Objemová hmotnosť [ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ]	Tepelná vodivosť [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ]	Faktor difúzneho odporu $\mu$
DRY M	140	0,041	3
Protect H	265	0,048	5

Základný rozdiel medzi vybranými typmi materiálov je najmä v ich objemovej hmotnosti a počte vrstiev materiálu. Materiál Steico Protect DRY M je jednovrstvový materiál s relatívne nízkou objemovou hmotnosťou. Naopak Steico Protect H je zložený z troch vrstiev tenších dosiek, ktoré sú spájané prírodným lepidlom. Dosky Steico Protect H sú lisované pod vyšším tlakom a preto je ich objemová hmotnosť vyššia ako pri materiáli Steico Protect DRY M.

Tepelná vodivosť oboch materiálov je takmer identická a predstavuje schopnosť materiálu viesť teplo. Faktor difúzneho odporu vyjadruje koľkokrát lepšie prepúšťa vodnú paru určitá hrúbka vrstvy vzduchu ako rovnaká hrúbka daného materiálu. Pre potreby merania úbytku hmotnosti a rýchlosti odhorievania nie je táto veličina limitujúca.

## 2. POSTUP MERANIA

Na zistenie správania sa drevovláknitých dosiek pri požiari a zistenie rozdielov medzi jednotlivými typmi vzoriek sme vykonali experiment, ktorým sme sledovali dve veličiny a to rýchlosť odhorievania a relatívny úbytok hmotnosti. Na experiment sme použili zariadenie pozostávajúce z horáka, držiaka horáka, váh a plynovej bomby naplnenej propán-butánom.

Úbytok hmotnosti predstavuje množstvo materiálu prípadne vody obsiahnutej

v skúšanom materiáli, ktoré odhorelo alebo sa odparilo zo vzorky za stanovenú časovú jednotku a vypočítali sme ho podľa vzťahu (1).

$$\delta m(\tau) = \frac{m(\tau) - m(\tau + \Delta\tau)}{m(\tau)} \cdot 100 \quad (1)$$

Kde:  $\delta m(\tau)$  je relatívny úbytok hmotnosti v čase  $\tau$  (%),  
 $m(\tau)$  je hmotnosť vzorky v čase  $\tau$  (g),  
 $m(\tau + \Delta\tau)$  je hmotnosť vzorky v čase  $(\tau + \Delta\tau)$  (g),  
 $\Delta m$  je rozdiel hmotnosti (g) [9].

Rýchlosť odhorievania sa stanovila podľa vzťahu (2) a predstavuje úbytok hmotnosti látky za časovú jednotku.

$$v = \frac{\Delta m}{t} \quad (\% / s) \quad (2)$$

Kde:  $v$  je rýchlosť odhorievania (%/s),  
 $\Delta m$  je rozdiel hmotností na začiatku a konci úseku merania rýchlosti odhorievania (g),  
 $t$  je čas úseku merania rýchlosti odhorievania (s) [10].

Ako testovacie vzorky boli použité dva druhy drevovláknitej tepelnej izolácie, ktoré boli popísané v predchádzajúcej kapitole. Testovali sme 3 sady vzoriek po 5 kusov z každého druhu materiálu o rozmeroch 100x100 mm a jednotnej hrúbky 60 mm. Prvá sada vzoriek sa testovala po dobu 2 minút, druhá sada vzoriek sa testovala po dobu 4 minút a posledná tretia sada bola vystavená plameňu po dobu 6 minút.

Pri testovaní sme sa riadili nasledovným postupom. Vzorku materiálu sme položili na trojhý stojan uložený na laboratórnych váhach. Horák kahana sme umiestnili pod stred vzorky. Pomocou meradla sme ustálili

výšku plameňa na 120 mm a túto hodnotu sme udržiavali po celú dobu testovania. Vzďialenosť ústia horáka od vzorky bola 100 mm, tzn. 20 mm plameňa zasahovalo priamo na povrch vzorky.

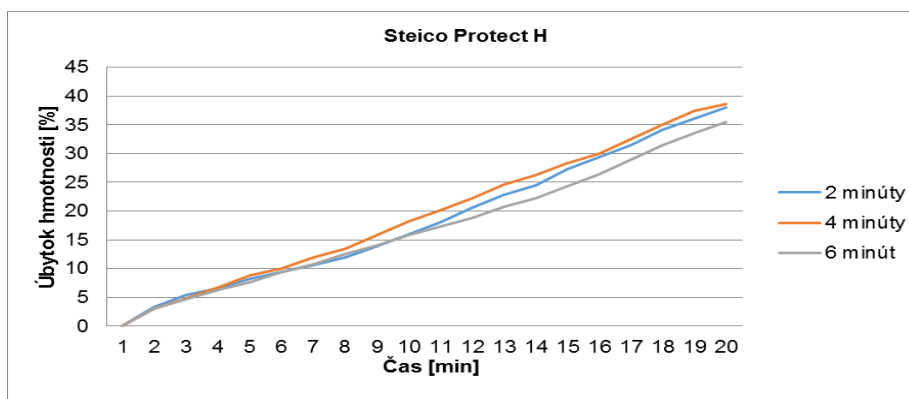
Po uplynutí stanoveného času sme horák odsunuli mimo vzorky, ale naďalej sme zaznamenávali úbytok hmotnosti po dobu 20 minút v časovom intervale 10 sekúnd. Po tomto časovom úseku sme presunuli vzorku mimo pracovného priestoru a ďalej zaznamenávali jej hmotnosť na druhých laboratórnych váhach po dobu 40 minút v časovom intervale 5 minút [11].



Obrázok 3 Laboratórna aparatura

### 3. VYHODNOTENIE EXPERIMENTU

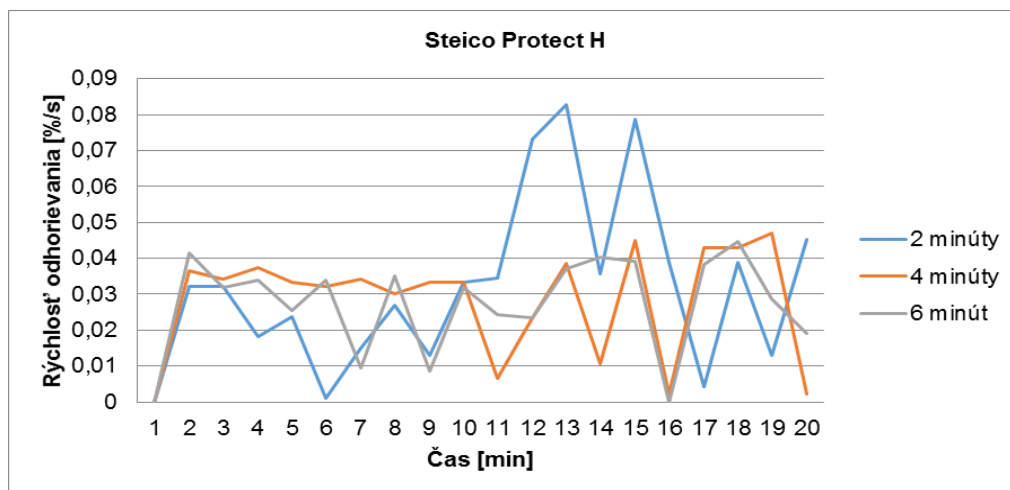
Štatistické vyhodnotenie priemerných úbytkov hmotnosti počas celej doby testovania a 20 minút po oddialení plameňa sú znázornené na obr. 4 pre vzorky Steico Protect H a na obr. 6 pre vzorky Steico Protect DRY M. Štatistické vyhodnotenie priemernej rýchlosti odhorievania je na obr. 5 pre vzorky Steico Protect H a na obr. 7 pre vzorky Steico Protect DRY M.



Obrázok 4 Graf priebehu úbytku hmotnosti pri pôsobení plameňa na vzorku Protect H

Z obrázku 4 je vidno, že najnižší percentuálny úbytok hmotnosti majú vzorky Steico Protect H vystavené plameňu po dobu 6 minút. Zaujímavá je najmä skutočnosť, že vzorky vystavené plameňu 2 minúty mali aj po oddialení plameňa približne rovnaký úbytok

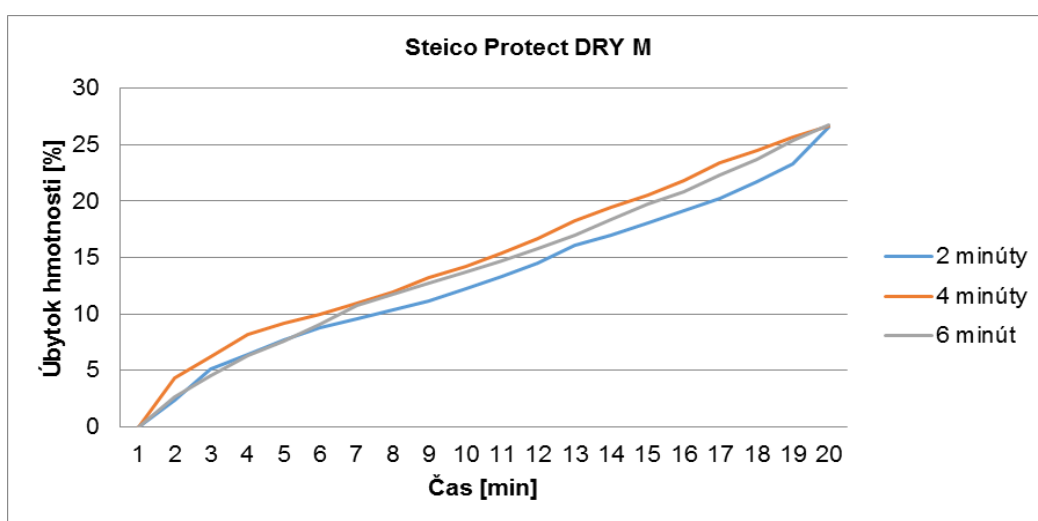
hmotnosti ako vzorky, ktoré boli plameňu vystavované dlhšie. Pri vzorkách vystavených plameňu 6 minút práve naopak pozorujeme v čase od 10. minúty mierny pokles úbytku hmotnosti.



Obrázok 5 Graf priebehu rýchlosti odhorievania pri pôsobení plameňa na vzorku Protect H

Rýchlosti odhorievania vzoriek sa pohybovali v rozpätí 0 - 0,083 %/s. Najväčšie výkyvy sme pozorovali pri vzorkách vystavených pôsobeniu plameňa 2 minúty. Vzorky vystavené plameňu po dobu 6 minút práve naopak mali rýchlosť odhorievania ustálenejšiu. Najväčšie rýchlosti odhorievania pozorujeme v čase 13 - 15 minút po začiatku experimentu. Predpokladáme, že to bolo spôsobené otvorením styčných plôch

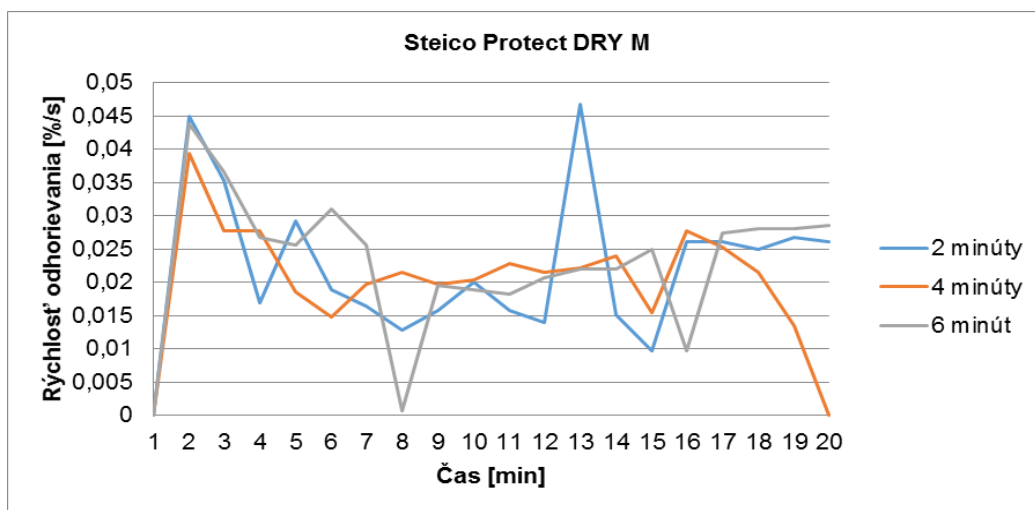
jednotlivých vrstiev vzorky, čo malo za dôsledok intenzívnejšie horenie aj vo vnútornej časti vzorky. Najmenšiu rýchlosť odhorievania sme pozorovali okolo 16. - 17. minúty po začiatku experimentu, čo mohlo byť spôsobené zuhoľnatením takej vrstvy vzorky, že zuhoľnatenie zabráňovalo ďalšiemu horeniu kvôli nízkemu prísunu kyslíka do priestoru horenia.



Obrázok 6 Graf priebehu úbytku hmotnosti pri pôsobení plameňa na vzorku Protect DRY M

Z obrázku 6 je vidno, že najustálenejší percentuálny úbytok hmotnosti majú vzorky Steico Protect DRY M vystavené plameňu po dobu 6 minút. Pri vzorkách vystavených

plameňu po dobu 2 minút pozorujeme po oddialení plameňa najvyšší pokles úbytku hmotnosti spomedzi všetkých vzoriek.



Obrázok 7 Graf priebehu rýchlosti odhorievania pri pôsobení plameňa na vzorku Protect DRY M

Rýchlosti odhorievania vzoriek sa pohybovali v rozpätí 0 - 0,047 %. Najväčšie výkyvy sme pozorovali pri všetkých vzorkách v čase 2 minúty od začiatku experimentu čo pripisujeme času kedy vzorky začali samostatne horieť. Pri skúmaní času, kedy sme vzorky prestali nahrievať plameňom sme zistili, že rýchlosť odhorievania sa znížila, avšak nezastavila sa úplne.

## ZÁVER

Vzorky drevovláknitých dosiek boli vystavené experimentu založenom na priblížení sa podmienkam reálneho požiaru. Na vzorky sme pôsobili otvoreným plameňom a prístup oxidačného činidla do priestoru horenia nebol ničím obmedzovaný [12].

Pri vyhodnotení grafov úbytku hmotnosti sme zistili, že pri drevovláknitých doskách Steico Protect DRY M a Steico Protect H nie je dôležité ako dlho budeme pôsobiť plameňom na vzorku, úbytok hmotnosti je takmer konštantný. Môžeme teda vysloviť názor, že drevovláknitá izolácia od výrobcu Steico má výborné tepelnoizolačné vlastnosti avšak aj priblíženie plameňa na dve minúty k povrchu vzorky spôsobí jej zapálenie a následné

bezplameňové horenie s konečným takmer 100 % úbytkom hmotnosti.

Pri vzorkách Steico Protect H je priemerný úbytok hmotnosti približne o 10 % vyšší oproti vzorkám Steico Protect DRY M. Predpokladáme, že to je spôsobené lepením vzoriek z viacerých vrstiev, pretože po otvorení spojov bude rýchlosť odhorievania ako aj úbytok hmotnosti väčší.

Pre zníženie rýchlosti odhorievania ako aj úbytku hmotnosti drevovláknitých dosiek odporúčame výrobcu aby svoje výrobky ošetrovali retardéromi horenia. Je však potrebné preskúmať, ktoré z komerčne vyrábaných retardérov horenia sú vhodné pre aplikáciu na drevovláknité dosky a aký postup aplikácie bude najúčinnější. Nakoľko tepelná izolácia tvorí plošný prvok, tzn. dosky sú aplikované tesne vedľa seba usudzujeme, že vplyv lepenia dosiek z viacerých vrstiev nemá podstatný vplyv na rýchlosť odhorievania ani na úbytok hmotnosti.

*Táto práca bola podporovaná Vedeckou grantovou agentúrou MŠVVaŠ SR na základe zmluvy č.1/0222/16[6] Požiarne bezpečné zatepľovacie systémy na báze prírodných materiálov.*

## LITERATÚRA

- [1] OSVALD, A., FLACHBART, J. 2017. *Požiare fasád výškových budov*. In: Krízový manažment. Žilina. 2017. ISSN 1336-0019.
- [2] HUDÁKOVÁ, M., CONEVA, I., HOLLÁ, K. 2016. *Hodnotenie environmentálnych rizík vyplývajúcich z emisií horenia pri požiaroch v budovách*. In: Krízový manažment. Žilina. 2016. ISSN 1336-0019.
- [3] MITRENGA, P. 2015. *Vyhodnotenie úbytku na hmotnosti a rýchlosti odhorievania ako parametra testovania sadrokartónových dosiek po vystavení tepelnému namáhaniu*. In: Krízový manažment. Žilina. 2015. ISSN 1336-0019.
- [4] IRINGOVÁ, A., IDUNK, R. 2017. *Assesment and usability of historic trusses in terms of fire protection – a case study*. In: International wood products journal. vol. 8, no. 2, 2017, p. 80-87. ISSN 2042-6445.
- [5] Drevovláknitá doska Steico Protect Dry M. [on line]. [cit. 2018-02-02]. Dostupné na: <http://tepore.sk/steico-protect-dry/>.
- [6] Drevovláknitá doska Steico Protect H. [on line]. [cit. 2018-02-02]. Dostupné na: <http://tepore.sk/steico-protect/#1454012272258-b87eed5c-9319>.
- [7] ŠVEHLÍK, M. 2015. *Experimentální tepelná analýza horizontální konstrukce pláště dřevostavby s kavitou*. Diplomová práca. Brno: Lesnická a dřevářská fakulta MU v Brně, 2015. s. 88.
- [8] Porovnanie technických parametrov testovaných vzoriek. [on line]. [cit. 2018-03-03]. Dostupné na: <http://tepore.sk/steico/>.
- [9] VÁCVAL, J., HAVKO, J., MÜLLEROVÁ, J.: 2016. *Sledovanie závislosti uvoľňovania tepla a rýchlosti úbytku hmotnosti meraných na kónickom kalorimetri na základe analýzy pôvodných parametrov*. In: Riešenie krízových situácií v špecifickom prostredí. Žilina 2016, str. 669-676. ISBN 978-80-554-1213-9.
- [10] ZACHAR, M. 2008. *Vzájomné porovnanie niektorých požiaro-technických vlastností bukového, smrekového a topoľového dreva*. In Stavebné hmoty 2008, č. 4, ročník 4, str. 14-18. ISSN 1336-6041.
- [11] CELUCH, A. 2016. *Stanovenie úbytku na hmotnosti drevovláknitej dosky pri pôsobení tepelného zdroja*. Diplomová práca. Žilina: FBI, 2016. s. 65.
- [12] MAKOVICKÁ OSVALDOVÁ L. 2017. *Influence of fire retardant on selected thermal insulation materials on natural basis-wooden fibreboard*. In: M2D2017: 7th international conference Mechanics and Materials in Design. Portugal: INEGI/FEUP.p. 1633-1640. ISBN 978-987-98832-7-7.