

Pomurska obzorja

Letnik 2, leto 2015, številka 4 | ISSN 2350-6113



Murska Sobota, 2015

IMPRESUM	3
UVODNIK	3

NARAVOSLOVJE

■ LANDAUOVA TEORIJA MARTENZITNIH FAZNIH PREHODOV <i>Milan Svetec</i>	4
-------------------------------------------------------------------------	----------

TEHNIKA

■ ODŠLI SMO V OBLAKE <i>Renato Lukač</i>	8
■ MEHANIZIRANA OBDELAVA PODATKOV PRED UVEDBO RAČUNALNIKOV <i>Jože Nemec</i>	11
■ EVALVACIJA AVTOMATSKIH PREVODOV V PROJEKTU SUMAT <i>Mirjam Sepesy Maučec</i>	15
■ RAZVOJ OSEBNE ZAŠČITNE OPREME: STANDARDI IN ZAHTEVE KONČNEGA UPORABNIKA <i>Daniela Zavec Pavlinić</i>	19

BIOTEHNIKA

■ LEPLJENJE LESA IN KERROCKA <i>Milan Šernek, Matej Vovk</i>	22
-----------------------------------------------------------------	-----------

Impresum

Internet:
http://www.pazu.si

e-mail:
pazu@pazu.si

ISSN 2350-6113

Naslov publikacije:
POMURSKA OBZORJA

Letnik	Leto	Številka
2	2015	4

Izdajatelj:
Združenje Pomurska akademsko
znanstvena unija

Uredništvo:
Odgovorni urednik
pom. akad. dr. Mitja Slavinec

Glavni urednik
pom. akad. dr. Milan Svetec

Tehnični urednik
Zoran Wolf

Uredniški svet:
akad. pom. akad. dr. Anton Vratuša
pom. akad. dr. Damir Josipovič
pom. akad. dr. Albina Nečak Lük
pom. akad. dr. Vesna Kondrič Horvat
pom. akad. dr. Darja Senčur-Peček
pom. akad. dr. Mitja Lainščak
pom. akad. dr. Mirjam Sepesy Maučec
pom. akad. dr. Rafael Mihalič
akad. pom. akad. dr. Igor Emri

Oblikovanje naslovnice:
doc. mag. Tilen Žbona

Fotografija na naslovnici:
Oblak - Andrej Hanžekovič

Tisk:
Tiskarna aiP Praprotnik d.o.o.
Tavčarjeva ulica 14, Čermelavci

Naslov izdajatelja in uredništva:
PAZU – Uredništvo revije Pomurska obzorja
Lendavska ulica 5a, 9000 Murska Sobota

Datum natasa:
September 2015

Naklada:
200 izvodov

Revija Pomurska obzorja izhaja dvakrat letno.

Revija je brezplačna.

UVODNIK

Pred nami je četrta številka Pomurskih obzorij s članki, ki so povezani z naravoslovno tehniškimi vsebinami. Kakor običajno, so članki razširjeni prispevki avtorjev in avtoric, ki so tozadevno vsebino predstavili na letni Konferenci PAZU.

Pohvalno je, da se člani PAZU ne srečujemo samo na letnih konferencah našega združenja, ampak se povezujemo tudi na ravni projektov. Trenutno je največ povezav med PAZU in člani, ki delujejo v okviru Fakultete za strojništvo Univerze v Mariboru. Med drugim smo vključeni tudi v projekt »Biomedicinske zlitine z oblikovnim spominom«, ki ga vodi naša članica dr. Rebeka Rudolf. V okviru tega projekta je nastal uvodni članek, ki predstavi nekatere fizikalne osnove faznih prehodov (sprememb), ki so značilne tudi za zlitine, ki so predmet preučevanja v okviru omenjenega projekta. V nadaljevanju je predstavljena storitev »računalništvo v oblaku«, njene prednosti in slabosti (pasti). Avtor članka je dr. Renato Lukač. Sledi prispevek iz zgodovine računalništva. Serijo tovrstnih zanimivih prispevkov pripravlja naš član dr. Jože Nemeč. V tokratnem članku se avtor ukvarja z obdelavo podatkov pred uvedbo računalnikov in mehanizacijo, ki je bila takrat potrebna, da so se podatki pravilno zajemali in razvrščali. Z računalništvom je povezan tudi članek dr. Mirjam Sepesy Maučec. Gre za predstavitev projekta SUMAT v katerem so skušali razviti in čim bolj optimizirati avtomatske prevajalnike podnapisov za 14 jezikovnih parov. Dr. Daniela Zavec Pavliniž je pripravila članek, ki predstavlja razvoj osebne zaščitne opreme in se pri tem posveča omejitvam, ki se pri izdelavi tovrstnih tekstilij pojavljajo tako s strani predpisanih standardov, kakor tudi s strani uporabnikov. Zadnji članek tokratne številke je posvečen povezavi lesa in »umetnega kamna«, ki se imenuje tudi Kerrock. Avtor članka je dr. Milan Šernek, ki predstavi načine lepljenja lesa in Kerrocka ter poskuse, ki so jih morali izvesti, da bi omogočili kar najbolj optimalno povezavo obeh snovi v različnih aplikacijah.

pom. akad. dr. Milan Svetec
glavni urednik

Milan Svetec*

Landauova teorija martenzitnih faznih prehodov

POVZETEK

Fenomenološka teorija faznih prehodov se ukvarja z opisom predvsem zveznih faznih prehodov, oz. faznih prehodov drugega reda. Uporabna pa je tudi pri faznih prehodih prvega reda, oz. nezveznih faznih prehodih, če je ta nezveznost dovolj šibka. Pri opisu faznega prehoda Landauove fenomenološke teorije, je poglobitnega pomena ureditveni parameter, ki poudarja razliko med obema fazama. To je interna spremenljivka sistema. Pri martenzitnih faznih prehodih je ureditveni parameter deformacija, oz. raztezek (angl. Strain). Na podlagi identificiranega ureditvenega parametra, določimo funkcijo stanja, ki jo navadno imenujemo prosta energija. Ker je martenzitni fazni prehod odvisen od temperature, je funkcija stanja odvisna od temperature in od ureditvenega parametra.

V predavanju bomo pokazali kako formiramo ustrezno funkcijo stanja na podlagi Landauve teorije in kako na podlagi matematične obravnave funkcije stanja, razlagamo prehode med avstenitno in martenzitno fazo. Pokazali bomo tudi ujemanje rezultatov eksperimentalne analize s teoretičnimi izračuni. Delo je nastalo v okviru projekta Biomedicinske zlitine z oblikovnim spominom (šifra: L2-5486), ki ga delno sofinancira ARRS.

Ključne besede: Landau, ureditveni parameter, fazne spremembe, avstenit, martenzit.

Uvod

Navadno govorimo, da v naravi obstajajo tri agregatna stanja: trdno, tekoče in plinasto. Agregatna stanja pogosto poimenujemo faze, prehode med agregatnimi stanji pa fazne prehode. V naravi pa poleg omenjenih faz, ki so povezane s stanjem snovi, poznamo še druge faze, ki so specifične za določeno snov. V tekočih kristalih, ki jih včasih imenujejo tudi četrto stanje snovi (poleg trdnega, tekočega in plinastega), lahko najdemo obilo faz, ki se med seboj ločijo po urejenosti molekul. Tudi v drugih snoveh (npr. zlitinah) je notranja struktura snovi povezana z obstojem več različnih faz.

V nadaljevanju bomo govorili o zlitinah, ki imajo t.i. »oblikovni spomin« (SMA – angl. Shape memory alloys). To pomeni, da se tovrstna zlitina po plastični deformaciji, ob ustreznih pogojih (npr. ob ustrezni temperaturi), lahko vrne v prvotno obliko. To je mogoče zaradi tega, ker plastični deformaciji sledi »superelastično« območje v katerem se pri sorazmerno nizki napetosti (vlečni sili na enoto preseka), žica iz SMA močno deformira (raztezek se zelo hitro poveča). Prvotno stanje imenujemo avstenitna faza, ko pa snov vstopi v območje superelastičnosti pa pravimo, da se je začel prehod v martenzitno fazo. Zanimivo pri tem je še to, da se vračanje v avstenitno fazo

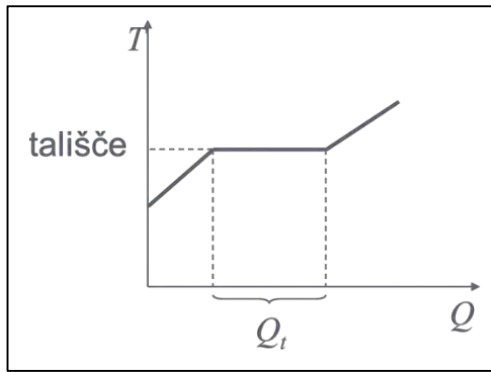
iz martenzitne faze ne vrši po enaki krivulji, ampak pride do t.i. histerezne oblike krivulje. O tem bomo podrobneje spregovorili v nadaljevanju. Najprej pa si bomo nekoliko поблиže pogledali nekaj splošnih informacij o faznih prehodih.

Fazni prehodi

Pri obravnavi faznih prehodov se bomo naslonili na fazne prehode, ki jih najbolj poznamo. To so fazni prehodi v vodi. Voda v trdnem stanju se imenuje led, voda v plinasti fazi pa (vodna) para. Če želimo preiti iz npr. tekoče faze v plinasto (iz vode v paro), moramo vodo segreti. Do faznega prehoda pride, ko voda (pri normalnem zračnem tlaku) doseže 100 °C (temperatura vrelišča). Dokler vsa voda ne izpari, je temperatura vrele vode konstantna in znaša 100 °C. Podobno je takrat, ko želimo staliti led. Led naj bo na začetku v zamrzovalniku pri npr. -5 °C. Ko ga damo iz zamrzovalnika v posodo v kuhinji, se mu temperatura začne povečevati. Ko temperatura ledu doseže 0 °C, se led začne taliti. Tej temperaturi pravimo tališče. Dokler ves led ni staljen, je temperatura konstantna 0 °C. Šele, ko se ves led stali se vodi, ki je nastala iz ledu, začne temperatura zviševati. Graf spreminjanja temperature T v odvisnosti od dovedene toplote Q , si lahko ogledamo na Sliki 1.

* RRA Mura, Lendavska 5a, 9000 Murska Sobota

E-naslov: milan.svetec@amis.net



Slika 1. Graf spreminjanja temperature v odvisnosti od dovedene toplote za kocko ledu.

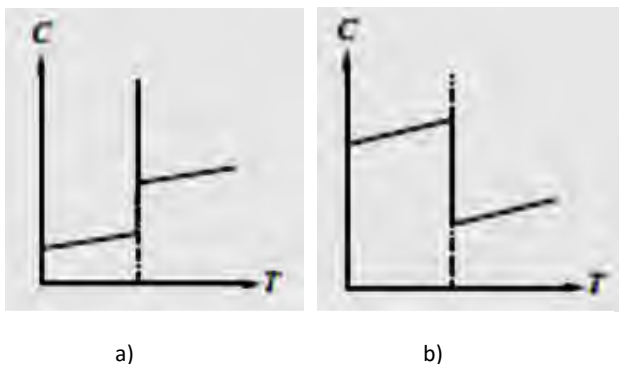
Enako se dogaja tudi z drugimi snovmi. Tudi železo s segrevanjem do temperature tališča, lahko stalimo. V grafu vidimo, da se pri tališču temperatura ne spreminja, čeprav dovajamo toploto. Toploto, ki jo moramo dovesti, da se temperatura spet začne spreminjati, imenujemo talilna toplota, ki jo označimo s Q_i . Ko snovi pri temperaturi tališča dovedemo količino toplote, ki je enaka Q_i , je celotna snov staljena in se nahaja v tekoči fazi. Če takrat toploto dovajamo še naprej, se snov začne spet segrevati. Talilno toploto imenujemo tudi latentna toplota. Tudi pri izparevanju moramo snovi dovesti latentno toploto, da preide iz tekočega v plinasto agregatno stanje. Tej latentni toploti pravimo izparilna toplota.

Fazne prehode običajno delimo v dve skupini. V prvo skupino spadajo fazni prehodi prvega reda oz. nezvezni fazni prehodi (sem spadajo vsi prehodi, ki za prehod potrebujejo latentno toploto). V drugi skupini so fazni prehodi drugega reda, ki jih imenujemo tudi zvezni fazni prehodi.

Termodinamski opis

Ob faznem prehodu zaznamo anomalijo (nezvezni potek) določene fizikalne količine. Pri faznih prehodih, ki se zgodijo zaradi spreminjanja temperature, je to običajno specifična toplota snovi (oz. toplotna kapaciteta). Toplotna kapaciteta je količina toplote, ki jo snov absorbira, če jo segrejemo za 1 K in je definirana kot

$$C = \frac{dQ}{dT}. \quad (1)$$



Slika 2. Anomalija toplotne kapacitete snovi ob faznem prehodu. Na sliki a) gre za fazni prehod drugega reda, pri sliki b) pa gre za fazni prehod prvega reda.

Anomalijo toplotne kapacitete si lahko ogledamo na Sliki 2. Anomalija pomeni nezvezno spremembo toplotne kapacitete pri določeni temperaturi. Za fazne prehode prvega reda je potek anomalije drugačen kot za fazne prehode drugega reda.

Opazovani sistem termodinamsko opišemo s termodinamskim potencialom. Pogosto je to notranja energija U . Iz prvega zakona termodinamike vemo, da se notranja energija sistema povečuje, če sistemu dovajamo toploto Q , ali pa zunanje sile opravijo delo A na sistemu. Prvi zakon termodinamike tedaj zapišemo v obliki $U = Q + A$. V diferencialni obliki lahko to za tekočino zapišemo v obliki

$$dU + pdV = dQ. \quad (2)$$

Pri konstantnem volumnu, je sedaj toplotna kapaciteta (izhajamo iz enačbe (1)) enaka

$$C_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V. \quad (3)$$

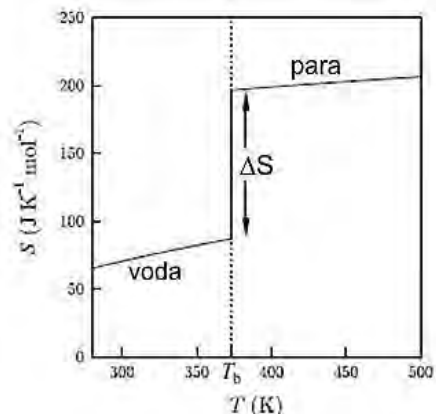
Iz (3) je razvidno, da anomalija toplotne kapacitete pomeni tudi anomalijo notranje energije oz. anomalijo termodinamskega potenciala.

Pri vodi opazujemo anomalijo drugega termodinamskega potenciala, ki se imenuje entropija. Potek si lahko ogledamo na Sliki 3.

Iz slike vidimo, da se pri temperaturi vrelišča entropija poveča za vrednost ΔS . Ta vrednost je enaka produktu latentne toplote, ki je v tem primeru izparilna toplota in temperature vrelišča $\Delta S = Q_i T_b$.

Spoznali smo že dva termodinamska potenciala (notranja energija, entropija), poznamo pa še druge. Velikokrat uporabljamo npr. Helmholtzevo prosto energijo

$$F = U - TS. \quad (4)$$



Slika 3. Pri prehodu med vodo in vodno paro pride do anomalije entropije.

Ugotovimo lahko, da se bo anomalija notranje energije ali pa anomalija entropije manifestirala tudi kot anomalija Helmholtzeve proste energije.

Pogosto fizikalne sisteme razdelimo na majhne delčke in opišemo vsak delček posebej, nato pa jih ponovno združimo v celoten sistem. Za energijo to pomeni, da zapišemo energijo vsakega takega delčka in nato seštejemo te energijske prispevke po celotnem volumnu. Takrat govorimo o tem, da smo sistem opisali z energijsko gostoto. Gostoto Helmholtzeve proste

energije navadno označimo z f . Helmholtzevo energijo celotnega sistema pa matematično zapišemo kot

$$F = \int f dV. \quad (5)$$

Landauova teorija faznih prehodov

Lev Landau je svojo teorijo razvil za fazne prehode drugega reda oz. za zvezne fazne prehode. Predpostavil je, da je prosta energija (oz. bolje rečeno gostota proste energije) analitična funkcija temperature in ureditvenega parametra. Ureditveni parameter je fizikalna količina, ki se spreminja v odvisnosti od sistema, ki ga obravnavamo in od faznega prehoda, ki nas zanima. Pravilo je, da je količina, ki predstavlja ureditveni parameter v eni fazi bistveno drugačna kot v drugi fazi. Navadno zahtevamo celo, da je v eni fazi enaka nič, medtem ko je v drugi fazi različna od nič. Do spremembe ureditvenega parametra pride pri neki kritični temperaturi – temperaturi faznega prehoda. Pri prehodu vode v paro je ureditveni parameter gostota vode/pare, oz. njuna razlika.

Pri zveznih faznih prehodih, lahko gostoto proste energije zapišemo kot

$$f = f_0(T) + (T - T_c)a P^2 + b P^4. \quad (6)$$

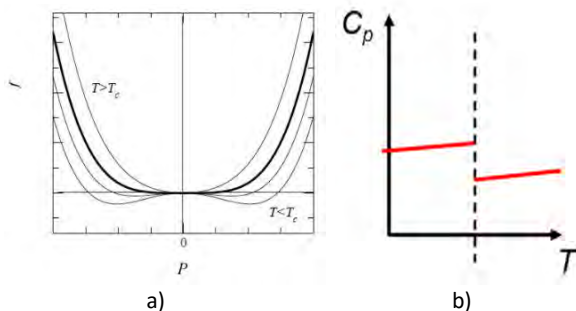
Tukaj sta a in b pozitivni konstanti, ki ju določimo eksperimentalno, P predstavlja ureditveni parameter, T_c pa je kritična temperatura pri kateri pride do faznega prehoda. Če zapišemo enačbo (4) za gostoto proste energije, sledi $f = u - Ts$, kjer sta u gostota notranje energije in s gostota entropije. Namesto toplotne kapacitete lahko tukaj izračunamo specifično toploto. Izkaže se, da velja

$$c = T \frac{\partial s}{\partial T}. \quad (7)$$

V našem primeru iz enačbe (6), bi za s lahko zapisali $s = a P^2$, zato je

$$c = 2T a \frac{\partial P}{\partial T}. \quad (8)$$

Potek proste energije v odvisnosti od ureditvenega parametra in potek specifične toplote v odvisnosti od temperature, si lahko ogledamo na spodnji sliki.



Slika 4. Na sliki a) vidimo odvisnost Landauove gostote proste energije od ureditvenega parametra pri različnih temperaturah. Na sliki b) je prikaz poteka toplotna kapacitete v odvisnosti od temperature za zvezni fazni prehod.

Na sliki 4a vidimo, da ima funkcija gostote proste energije pri temperaturah, ki so višje od kritične temperature T_c samo en minimum, in to pri $P = 0$. To pomeni, da je pri teh temperaturah edino stabilno stanje pri $P = 0$. Ko temperaturo znižujemo, se funkcija nekoliko spremeni in pri temperaturah, ki so nižje od T_c dobimo minimum, ki je pri $P > 0$ (oz. tudi pri $P < 0$, vendar se običajno osredotočimo samo na pozitivne vrednosti ureditvenega parametra). To pomeni, da je pri $T < T_c$ minimalna vrednost funkcije in s tem stabilna faza pri $P > 0$.

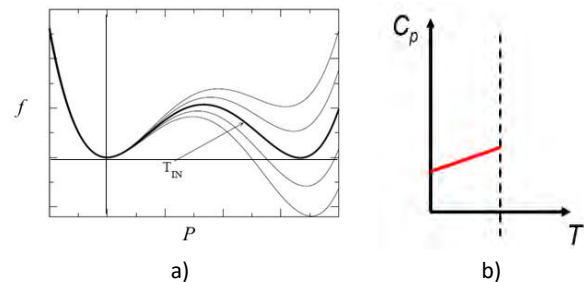
Za nezvezne fazne prehode oz. fazne prehode prvega reda je oblika zapisa gostote proste energije nekoliko drugačna. Tak zapis je razvil Devonshire nekaj let po Landau-u. Tukaj gre za to, da v zapis vključimo tudi liho potenco ureditvenega parametra, ki skrbi za nesimetrično obliko poteka gostote proste energije, kot lahko vidimo na sliki 5a. Gostota proste energije se v tem primeru glasi

$$f = f_0(T) + \frac{1}{2}(T - T_*)\alpha P^2 - \frac{1}{3}\beta P^3 + \frac{1}{4}\gamma P^4. \quad (9)$$

Tukaj imamo spet pozitivne konstante α , β in γ , ki jih določimo eksperimentalno. T_* je temperatura v bližini faznega prehoda (je nekoliko nižja od nje). Velja namreč

$$T_{IN} = T_* + \frac{2\beta^2}{9\alpha\gamma}. \quad (10)$$

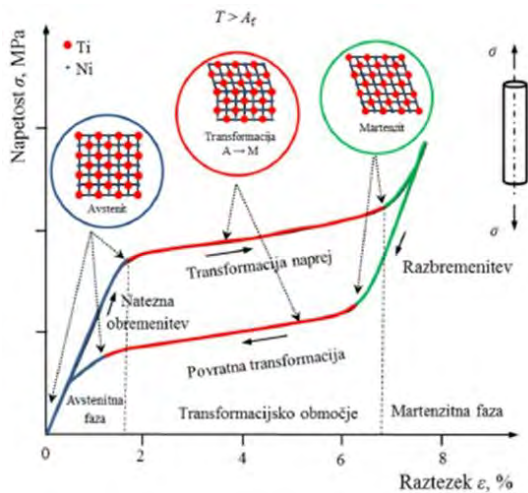
Tukaj je T_{IN} temperatura faznega prehoda.



Slika 5. Na sliki a) je predstavljen potek gostote proste energije v odvisnosti od ureditvenega parametra za fazne prehode prvega reda. Na sliki b) je potek toplotne kapacitete v odvisnosti od temperature. Nezveznost – anomalija se pojavi pri temperaturi faznega prehoda T_{IN} .

Martenzitni fazni preходи

Pri martenzitnem faznem prehodu oz. fazni transformaciji, gre za spremembo faze v npr. zlitini NiTi iz avstenitne v martenzitno. Pri tem faznem prehodu gre za rekonstrukcijo atomske mreže, kjer se atomi v atomski mreži nekoliko premaknejo, ko zlitina prehaja iz avstenitne v martenzitno fazo. To dosežemo z natezno obremenitvijo zlitine (npr. žico iz te zlitine obremenimo s silo in merimo raztezek). Pri zlitini NiTi gre za posebno zlitino (če je razmerje atomov približno 50% – 50%), ki ji pravimo zlitina z oblikovnim spominom. Ob posebnih pogojih, se lahko namreč ta zlitina po plastični deformaciji, vrne v prvotno obliko. Na spodnji sliki si lahko ogledamo graf odvisnosti med napetostjo in raztežkom za ta fazni prehod.



Slika 6. Diagram napetosti v odvisnosti od raztezka pri natezni obremenitvi za zlitino NiTi. Vir: [3].

Naj se sistem v začetku nahaja v avstenitni fazi, ki je na sliki označena z modro barvo. Če zlitino natežno obremenimo, se povečuje raztezek. Avstenitna faza se konča tik po prehodu iz elastičnega področja v področje plastičnosti. Tam se začne transformacijsko območje, kjer zlitina prehaja iz avstenitne v martenzitno fazo. Povedali smo že, da pri tem pride do rekonstrukcije atomske mreže. To območje označuje rdeča barva. To območje včasih imenujemo tudi superelastično območje, saj se ob majhni obremenitvi, raztezek zelo hitro poveča. Ko je rekonstrukcija atomske mreže končana, se sistem znajde v martenzitni fazi, ki jo označuje zelena barva. Zaradi lastnosti snovi se povratek iz martenzitne faze v avstenitno fazo, zgodi po drugačni poti. Podobno se zgodi pri magnetnih pojavih v feromagnetih. Gre za t.i. histerezo obnašanje.

Tudi za opis martenzitnih faznih prehodov lahko uporabimo Landauovo teorijo. Najti je treba le ustrezen ureditveni parameter. Izkáže se, da je ustrezeni ureditveni parameter raztezek (angl. strain), ki ga označujemo z grško črko ε . Landauovo prosto energijo v tem primeru zapišemo kot

$$f = f_0(T) + \frac{1}{2}(T - T_*)\alpha \varepsilon^2 - \frac{1}{3}\beta \varepsilon^3 + \frac{1}{4}\gamma \varepsilon^4. \quad (11)$$

Običajno nas zanima razmerje med napetostjo in raztežkom. Napetost (angl. stress) in raztezek sta med seboj povezana z enačbo

$$\sigma = \frac{\partial f}{\partial \varepsilon}. \quad (12)$$

To pomeni, da bi krivuljo na sliki 6 lahko modelirali s funkcijo

$$\sigma = (T - T_*)\alpha \varepsilon - \beta \varepsilon^2 + \gamma \varepsilon^3. \quad (13)$$

Vendar pa to ne velja, saj napetost v enačbi (13) predstavlja le tisto napetost, ki jo povzroča sama zgradba snovi. Za nas je zanimivejša funkcija, ki vsebuje tudi prispevek zunanje napetosti. To upoštevamo npr. v enačbi (11) tako, da vključimo dodatni člen: $-\sigma_E \varepsilon$, kjer je σ_E zunanja napetost. Ob ravnovesnem pogoju nato dobimo, da velja

$$\sigma_{sk} = \sigma + \sigma_E = (T - T_*)\alpha \varepsilon - \beta \varepsilon^2 + \gamma \varepsilon^3. \quad (14)$$

kjer σ_{sk} predstavlja skupno napetost.

Zaključek

Teorija faznih prehodov se da nazorno razložiti z Landauovo teorijo, ki predvideva, da lahko sistem opišemo z gostoto energije, ki je analitična funkcija temperature in ureditvenega parametra. Ureditveni parameter se spreminja od sistema do sistema, saj mora kvantitativno opisati razliko med fazama, med katerima sistem prehaja pri določeni temperaturi, ki smo jo poimenovali kritična temperatura T_c . Landauova teorija se lahko uporabi za obe vrsti faznih prehodov, za tiste drugega in za fazne prehode prvega reda. Razlika med obema je le v dodatku členu z lihimi eksponentom v primeru faznih prehodov prvega reda. Opomnimo naj, da je gostota Landauove proste energije v našem primeru opisovala le sisteme, ki niso imeli meja, torej v formalnem smislu neskončno velike sisteme. Vendar pa se za dovolj velike vzorce, opis ne razlikuje mnogo, zato smo ostale prispevke zanemarili. Dodali bi lahko namreč še vplive površin in drugih zunanjih vplivov. Z dodatkom slednjih, lahko modeliramo tudi bolj kompleksno obnašanje sistema. Ob koncu smo nakazali kako lahko Landauovo teorijo uporabimo pri obravnavi martenzitnih faznih prehodov pri zlitini NiTi, ki je pomembna zaradi lastnosti, ki ji pravimo oblikovni spomin. To je posebej pomembno v npr. medicinskih aplikacijah (npr. pri ortodontih).

Literatura

1. L. D. Landau, E. M. Lifshitz: Statistical physics, in Course of theoretical physics, vol. 5, Pergamon Press, New York, 1980.
2. F. Falk: Landau theory and martensitic phase transitions; Journal de physique, 43 (1982), C4(3-15).
3. R. Rudolf, Detection of phase transformation in shape memory alloy NiTi wire during in-vitro simulation of orthodontic treatment, predavanje na 12. Znanstveni konferenci PAZU, 2014.

Renato Lukač*

Odšli smo v oblake

POVZETEK

Prispevek definira računalništvo v oblaku, opiše njegove značilnosti in označi različne postavitvene modele. Delitev izvede tudi glede na storitveni model ter navede rešitve računalniških gigantov, ki ponujajo programsko opremo kot storitev, platformo kot storitev in infrastrukturo kot storitev. Ob mnogih prednostih, ki jih oblachna tehnologija prinaša, so izpostavljene tudi pasti pri uporabi predvsem glede varovanja podatkov in zasebnosti. Za šolstvo so podani primerni servisi s poudarkom na Arnesovih.

Ključne besede: računalništvo v oblaku, postavitveni in storitveni modeli, varovanje podatkov, Arnes.

Uvod

V poslovnih krogih se mnogo govori o računalništvu v oblaku, saj ta model prinaša med drugim tudi bistvene prihranke v izdatkih za informacijsko tehnologijo, dejansko pa že skoraj vsi uporabljamo storitve v oblaku, samo se tega ne zavedamo. Po priljubljenosti prednjačijo brezplačne storitve, kot družabni omrežji Facebook in Twitter, elektronska pošta Gmail, sistem za deljenje video vsebin Youtube, sistem za deljenje slik Flickr, spletni pisarni Google Docs in Office 365 ter sistema za shranjevanje podatkov Dropbox in Google Drive.

Računalništvo v oblaku se množično uporablja predvsem zadnje desetletje, zametki o tem modelu pa segajo približno šest desetletij nazaj, ko so bile podane ideje o zmogljivih sistemih, na katerih bi si več uporabnikov s hkratnim fizičnim dostopom delilo računalniško moč. Le-ta je naraščala iz leta v leto, vmes pa je dozorela še ena pomembna tehnološka novost, to je internet. Računalništvo v oblaku je evolucija različnih tehnologij, ki so dozorele ob danem času in spremenile organizacijski pristop izgradnje informacijske infrastrukture. S prehodom na oblak, postane računalnik vsakdanje orodje, podjetje pa ne rabi dragih strežnikov, niti strokovnjakov, ki bi jih vzdrževali. Potreben je dovolj hiter dostop do omrežja in že so informacije dosegljive praktično od povsod, kar olajša tudi delo v skupini. To ima za posledico večjo ekonomsko učinkovitost in okolju prijaznejšo IKT.

Definicija in značilnosti računalništva v oblaku

NIST definira računalništvo v oblaku [1] kot model, ki omogoča dostop na zahtevo preko omrežja do skupnega niza nastavljenih računalniških virov, kot na primer omrežja, strežnikov, sistemov za shranjevanje podatkov, aplikacij in storitev. Gartner je definiral to tehnologijo v 2008 in jo samo par mesecev zatem že spremenil [2], pri čemer je zamenjal značilnost »masivna skalabilnost« s »skalabilnost in elastičnost«. Bistvene značilnosti oblachne tehnologije so: velika elastičnost in prilagodljivost, združevanje virov, servis na

zahtevo brez poseganja človeka, dostop preko omrežja preko različnih odjemalcev, merljivost storitev in plačilo po dejanski porabi.

Oblachna tehnologija ima mnoge prednosti [3]. Prva taka prednost so manjši stroški. Upoštevajoč stroške strojne in programske opreme ter osebja je oblachna rešitev navadno cenejša v primerjavi s tradicionalno, če pa ni cenejša, pa je stroškovno učinkovitejša. Novi sistemi se načrtujejo glede na največje predvidene obremenitve, zato ostajajo v primeru tradicionalne rešitve večino časa slabše izkoriščeni kot bi sicer lahko bili. Pri oblachnih rešitvah se plačuje stroške dejanske porabe. Druga prednost je mreža. Sistemi v oblaku morajo biti na zelo hitrih omrežnih povezavah, kar jih dela v povezavi z ostalimi oblachnimi sistemi še močnejše, to pa ima za rezultat servise, ki so po moči boljši kot vsota vseh posameznih. Tretja prednost je inovativnost. Rešitve v oblaku so moderne in inovativne, kar zagotavlja tudi inovativno funkcionalnost, stranke pa dobijo veliko za vloženi denar. Naslednja prednost je razširljivost, ki je tesno povezana s stroški. Glede na potrebe po računalniških virih odločajo uporabniki koliko virov imajo v rabi. Po potrebi se viri dodajajo ali odvzemajo brez človeške asistencije na strani ponudnika oblachnih storitev. S tem je povezana še ena prednost, namreč hitrost implementacije, kar veje posebej ceniti sistemski administratorji, ki imajo za sabo postavitev ali širitev klasičnega sistema, kjer so šli skozi faze nabave strojne in programske opreme ter testiranja in uvajanja. Še eno prednost ne smemo pozabiti – oblachna tehnologija je zelena. Definitivno je to okolju najbolj prijazen pristop k računalništvu, saj lahko z deljenjem računalniških virov nadomestimo energetsko potratne klasične podatkovne centre.

Največja slabost oblachnega računalništva je varnost in varovanje podatkov. Pomisleki so predvsem glede tega kje so shranjeni podatki, kako je s spoštovanjem mednarodnih zakonov o zasebnosti in kako je z morebitnim uhajanjem podatkov iz sistema [4]. Nekateri želijo imeti strežnike fizično nameščene v svojem podjetju in imeti nad njim absoluten nadzor, kar ni primer v oblachnih modelih. Treba je vzeti v zakup tveganja, da smo odvisni od ponudnikov servisov. Lahko na primer nehote kršimo pravila ponudnika storitev in nam zaprejo račun za servis, ponudnik se lahko odloči, da več ne bo ponujal določenega servisa, ponudnika lahko kupi drugo podjetje, ki nam zanimivega servisa več ne bo tržilo. Med slabosti sodijo

*Gimnazija Murska Sobota in Ekonomska šola Murska Sobota, Višja strokovna šola

E-naslov: renato@s-gms.ms.edus.si

tudi stroški, ki so sicer tudi med prednostmi. V nekaterih primerih je prenos aplikacij v oblak predrag, zato je smiselno predhodno narediti oceno donosnosti naložbe. Odrprtost je prav tako slabost, ker je večina oblčnih platform lastniške narave, standardi pa so še premalo standardizirani. Kadar je v razvoj in implementacijo vloženo mnogo sredstev, je prehod med različnimi ponudniki ali vrstitev v domače podjetje predraga. Skladnost zna biti tudi slabost, saj morajo nekateri servisi teči skladno z zakonskimi predpisi glede sledenja in revizij. Pred migracijo na oblak je nujno potrebno preveriti ali je servis ponudnika skladen z zakonodajo. Slabost so tudi sporazumi o storitvi, saj nekateri ponudniki ne dajejo jamstev in garancij na servise, prav tako pa ni dovolj dobro dorečena odgovornost. Kar nekaj je slabosti, vendar je treba poudariti da je oblčni model v močnem vzponu, zato se mnoge slabosti odpravljajo.

Modeli

Postavitveni modeli so lahko zasebni, javni, hibridni ali oblaki skupnosti. Zasebni oblak lahko uporablja samo določena organizacija, ki ga postavi na svojem podatkovnem centru ali pri ponudniku storitev. Pomembno je, da ima organizacija nadzor nad servisi in infrastrukturo. Tovrstna rešitev je zanimiva, kadar je organizacija vložila dosti kapitala v IKT infrastrukturo in ima zato na razpolago dobro infrastrukturo, ali kadar ima potrebo po popolnem nadzoru nad vsakim aspektom infrastrukture. Takemu modelu nekateri oporekajo, da ni pravi oblčni model, ker nima dovolj svobode kapitalskih investicij in mu manjka visoka stopnja fleksibilnosti [5]. Javni oblak postavi podjetje na svoji infrastrukturi in nato trži javnosti ali veliki skupini podjetij servise oblaka [3], ki so dostopni preko interneta. Hibridni oblak je kombinacija javnega oblaka, privatnega oblaka ali oblaka skupnosti. Primer smiselne uporabe takega modela je, če uporabimo javni oblak za interakcijo s strankami, med tem ko za shranjevanje podatkov uporabimo zasebni oblak. Oblak skupnosti je podoben zasebnemu, le da si ga deli več organizacij, ki imajo podobne potrebe po oblaku.

Obstaja mnogo storitvenih modelov, med katerimi prevladujejo trije [6,7]:

1. infrastruktura kot storitev (Infrastructure as a Service - IaaS),
2. platforma kot storitev (Platform as a Service - PaaS) in
3. programska oprema kot storitev (Software as a Service - SaaS).

IaaS ponuja podatkovni center kot storitev. Na osnovi virtualizacije se na daljavo elastično nudijo računalniški viri (procesorski čas, delovni pomnilnik, diskovni prostor, mreža). Uporabnik tega modela je sistemski administrator, ki implementira programsko opremo, vključno z operacijskim sistemom. Uporabnik ne nadzoruje infrastrukture oblaka, zato mu tudi ni treba skrbeti za strojno opremo, ampak nadzoruje programsko opremo, vključno z operacijskim sistemom. Primeri IaaS so Amazon EC2, OpenStack, OpenNebula, VMware vCloud, Xen, Oracle IaaS itd.

PaaS ponuja platformo kot storitev. Uporabnik tega modela je razvijalec, ki ima na razpolago razvojno okolje, na katerem razvija, upravlja in uporablja aplikacije. Nima možnosti nadzora

operacijskega sistema in strežnika, zato ne rabi kupiti in vzdrževati strojno in programsko opremo, nadzira pa svoje aplikacije. Primeri PaaS so Google App Engine, Amazon Web Services AWS, Salesforce.com, Force.com, Software AG LongJump, Windows Azure itd.

SaaS ponuja uporabo aplikacij kot storitev. Uporabnik ima na razpolago uporabo aplikacij ponudnika brez možnosti poseganja v strojno in programsko opremo, vključno z aplikacijo. Uporabniku tako ni potrebno skrbeti za nadgradnje, mora pa se prilagoditi funkcionalnosti ponujene aplikacije. Možen je hkratni dostop do aplikacije z več naprav, ki so lahko tudi različne (prenosni računalnik, tablični računalnik, pameten telefon). Na strani uporabnika je potreben le spletnih brskalnik ali tanki odjemalec in dostop do interneta. Mnoge aplikacije so brezplačne zaradi oglaševalskih dodatkov, sicer pa se po navadi uporaba plača z mesečno ali letno naročnino ali glede na uporabo. Primeri SaaS so Google Gmail, Microsoft Office 365, Facebook, Twitter, LinkedIn, Salesforce.com CRM itd.

Za fizične osebe in akademsko sfero so vabljivi predvsem brezplačni servisi, podjetja pa po potrebi nadgradijo servise v plačljive in funkcionalno bogatejše pakete. Na ta način prepustijo podjetja skrb za upravljanje z informatiko ponudnikom oblčnih storitev, ki imajo praviloma dobro usposobljen in vrhunski kader, sami pa se posvetijo svoji dejavnosti.

Oblčna plat računalniškega oblaka

Aktualne in prave informacije so vitalni del poslovnega procesa, zato so izdatki organizacij za IKT temu primerno visoki in tudi možni prihranki s prehodom v oblak. Kljub temu, da gre za tehnologije, ki so v silovitem razvoju in v marsikaterem segmentu še nepreizkušene glede na ekstremne situacije, se mnogi odločajo za selitev svojih storitev v oblak. V zadnjih letih je bilo kar nekaj izpadov servisov v oblaku, ki so omajali težko pridobljeno zaupanje strank v oblak. Zgodili so se namreč tudi pri treh največjih ponudnikih oblčnih storitev (Google, Microsoft, Amazon Web Services) in so trajali po več ur. Organizacije nimajo dobre alternative oblčni tehnologiji, ker jih v oblak sili nenehno nižanje stroškov. Vodjem podatkovnih centrov v hiši ostajajo še argumenti glede varovanja podatkov in zasebnosti. Zaskrbljujoče je tudi dejstvo, da se tehnologija oblaka koncentrira samo v eni državi, to je ZDA.

Informacijski pooblaščenec je izdal smernice glede uporabe in nadzora računalništva v oblaku v segmentu vezanem na osebne podatke [8]. V njih so podani napotki upravljavcem osebnih podatkov glede zadoščanja zahtevam Zakona o varstvu osebnih podatkov. Glavni pomislek varuhov zasebnosti je glede zaupanja ponudniku računalništva v oblaku. Upravitelji osebnih podatkov bi morali izvesti analize tveganj preden se odločijo za uporabo storitev iz oblaka, pri čemer pa so težave zaradi pomanjkljivega informiranja ponudnika glede zagotavljanja zavarovanja osebnih podatkov, kot so na primer sledljivost obdelave, uničevanje podatkov po izpolnitvi namena obdelave in informacije o dejanskih lokacijah osebnih podatkov. V dokumentu so podani tudi napotki glede iznosa osebnih podatkov v tretje države in kontrolni seznam za preverjanje skladnosti načrtovanih storitev z veljavno zakonodajo.

Je kaj oblacho v slovenskem šolstvu?

Trenutno ni na razpolago preglednih informacij o uporabi storitev računalniškega oblaka v slovenskem šolstvu, kar ne pomeni, da ga ni. Diplomatska dela [9, 10] in prispevki z mednarodnih konferenc SIRikt poročajo o obetavnih primerih prakse tovrstnega modela v šolah in verjetno bo v nekem trenutku prišlo tudi do množičnega prehoda v oblak, samo razmere bodo morale biti ugodne. Pristojno ministrstvo, ki izvaja in sofinancira večje projekte dobave in vzdrževanja IKT, bo moralo pred večjimi investicijami narediti oceno ali se jim splača investirati v model kot je bil do sedaj ali pa bodo prešli na bolj sodobne oblačne modele. Pri oblaku za šolstvo bo igral ključno vlogo Arnes. Marsikaj iz oblaka se na šolah uporablja, brez da bi se zavedali da sploh gre za storitev iz oblaka. Za vsemi velikimi spletnimi storitvami je zadaj računalništvo v oblaku. Mnogi učitelji uporabljajo Gmail, Facebook, Dropbox, Picassa, Youtube, LinkedIn, nekateri razvijajo lastne spletne strani, šole s primerno usposobljenimi sistemskimi administratorji pa uporabljajo virtualizacijo, da bolje izkoristijo računalniške virov.

Javni zavod Arnes nudi že preko dvajset let omrežne storitve organizacijam s področja izobraževanja, raziskovanja in kulture, zadnji čas pa ponuja svojim upravičencem tudi vse več servisov iz oblaka. Pri Arnesu so podatki shranjeni v Sloveniji in se ne posredujejo v tujino, znana je lokacija omrežne storitve, kjer so podatki shranjeni, poskrbljeno je za varnostne kopije, dostop do podatkov nimajo nepooblaščenec osebe ali institucije, lastnik ponudnika storitve se ne bo menjal itd. Vsa ta dejstva so zelo pomembna, saj uporabnikom storitev Arnesa ni treba skrbeti glede varnosti in zaupanja, kar je splošno največji zadržek pri prehodu na storitve iz oblaka.

Arnes ponuja celo paleto storitvenih modelov od infrastrukture kot storitev do programske opreme kot storitev. Upravičenec se odloči za storitev glede na potrebe in glede na strokovni kader, ki ga ima v hiši za uporabo servisa. Uporabniki, ki imajo dobre sistemske administratorje in želijo svojo infrastrukturo nadomestiti z računalniškimi viri iz oblaka, sami pa bodo namestili operacijski sistem, ga vzdrževali in potem nadgradili z aplikacijami, bodo uporabili IaaS, to je virtualne strežnike, ki jih imenujejo Strežnik po meri. Za manj zahtevne uporabnike je na voljo PaaS storitev Asistenca, kjer Arnes poskrbi za vzdrževanje in posodabljanje operacijskega sistema in strojne opreme, uporabnik pa skrbi za aplikacije, recimo LMS Moodle ali CMS Joomla. Za uporabnike, ki želijo skrbeti samo za vsebinski del spletne strani ali spletne učilnice, ne zanima pa jih niti aplikativna niti sistemska programska oprema, je primeren Arnes splet iz sklopa SaaS, ki omogoča enostavno urejanje spletne strani. Poleg navedenih storitev, so tipične oblačne storitve Arnes shramba za hrambo varnostnih kopij na sekundarni lokaciji, FileSender za izmenjavo večjih datotek preko spleta, Planer za načrtovanje sestankov ter izdelavo anket in vprašalnikov, Arnes mapa za dostop do datotek od kjerkoli, njihova skupna raba in sinhronizacija ter Oblak 365, ki povezuje ArnesAAI z Microsoft Office 365.

Zaključek

Konsolidacija IKT, nenehno stopnjevanje moči računalniških virov in krčenje investicij v IKT vodi v nujno uporabo računalništva v oblaku. Raznoliki postavitveni in storitveni modeli ponujajo zadostitev vseh želja. Ob mnogih prednostih, ki jih prinaša oblačna tehnologija, ne smemo pozabiti na pasti. Trenutno ni največji problem varnost, ampak zaupanje. Tudi naše šolstvo mora čim bolj izrabiti potencialne računalništva v oblaku. Zaradi občutljivega obdelovanja osebnih podatkov in zaupanja bo pri vpeljavi storitev iz oblaka odigral bistveno vlogo Arnes.

Viri

1. The NIST Definition of Cloud Computing; <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf> (uporabljeno maj 2015).
2. Gartner's Definitions about Cloud; <https://cloudmania2013.wordpress.com/2013/11/04/gartners-definitions-about-cloud-4/> (uporabljeno maj 2015).
3. David S. Linthicum: Cloud Computing and SOA Convergence in Your Enterprise: A Step-by-Step Guide; Addison Wesley, 2010.
4. Cary Landis, Dan Blacharski: Cloud Computing Made Easy; Virtual Global, Inc., 2013.
5. George Reese: Cloud Application Architectures; O'Reilly, 2009.
6. Robert Dukarič, Rok Povše, Matjaž B. Jurič: Računalništvo v oblaku; http://www.soa.si/wp-content/uploads/2011/11/Delavnica-racunalni%C5%A1tvo-v-oblaku_zaUdelezence.pdf, FRI, Univerza v Ljubljani (uporabljeno maj 2015).
7. Gemini; <http://www.geministyle.si/racunalnistvo/splosno/racunalnistvo-v-oblaku-4.html>, (uporabljeno maj 2015).
8. Informacijski pooblaščenec: Varstvo osebnih podatkov in računalništvo v oblaku; https://www.ip-rs.si/fileadmin/user_upload/Pdf/smernice/Smernice_rac_v_oblaku.pdf (uporabljeno maj 2015).
9. Marko Širec: Diplomsko delo; http://dk.fdv.uni-lj.si/diplomska_dela_1/pdfs/mb11_sirec-marko.pdf, FDV, Univerza v Ljubljani (uporabljeno maj 2015).
10. Domen Krapež: Diplomsko delo; <https://dk.um.si/Dokument.php?id=49479>, FOV, Univerza v Mariboru (uporabljeno maj 2015).

Jože Nemec*

Mehanizirana obdelava podatkov pred uvedbo računalnikov

POVZETEK

Konec 19. stoletja se je obseg podatkov v državnih upravah in velikih podjetjih tako povečal, da jim ročna obdelava ni bila več kos. Za obdelavo ljudskega štetja leta 1890 v Ameriki so zato uporabili luknjano kartico kot nosilec podatkov. Istočasno je izumitelj kartice Herman Hollerith skonstruiral vrsto naprav za njihovo obdelavo. Tehnološki razvoj je omogočil, da so te naprave razmeroma učinkovito obdelovale podatke v večjih informacijskih sistemih. Tudi, ko so te naprave zamenjali računalniki, so luknjane kartice ohranile vlogo nosilca podatkov vse do začetka osemdesetih let 20. stoletja. Danes o sistemih, ki so uporabljale luknjane kartice pričajo le še zaprašene fotografije.

Ključne besede: luknjana kartica, stroji za obdelavo kartic.

1. Uvod

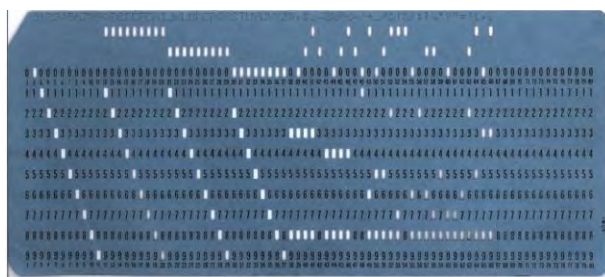
V času, ko srečujemo računalnike na vsakem koraku, se redko vprašamo, kako so obdelovali podatke pred njihovo uveljavitvijo. Prepričani smo, da je bilo podatkov manj ter da so za njihovo obdelavo zadoščali mehanski kalkulatorji in pisalni stroji. Vendar je to prepričanje zmotno, saj so tudi pred ero računalnikov obstajali sistemi, ki so operirali z velikimi količinami podatkov. Tako so za obdelavo podatkov ljudskega štetja v ZDA, ki je bilo leta 1880, porabili sedem let.

Za obdelavo podatkov ljudskega štetja 1890 je bila razpisana nagrada izumitelju, ki bi omogočil hitrejšo obdelavo. Zmagovalec tega razpisa je bil Herman Hollerith, ki je predlagal uporabo luknjane kartice. Kartice so bile po velikosti in obliki enake tistim, ki so bile v uporabi tudi pri prvih generacijah računalnikov, le da so imele večje okrogle luknjice za podatke. Kartice so luknjali s preprostimi luknjalnimi napravami. Hollerith pa je skonstruiral tudi stroje za obdelavo podatkov na karticah. Ti stroji so omogočili, da je bila obdelava ljudskega štetja, izvedenega leta 1890, končana v treh letih. Njegovo podjetje Tabulating Machine Company, ki je izdelovalo stroje za obdelavo kartic, je kasneje preraslo v računalniški gigant IBM.

Hollerithove stroje za obdelavo podatkov so kmalu nakupile tudi vlade evropskih držav. Prav tako so te stroje nabavila velika podjetja in pot do uspešnega prodora sistemov z luknjanimi karticami je bila odprta.

2. Luknjane kartice

Luknjane kartice so bile izdelane iz tankega kartona in bile velike $187,3 \times 82,6$ mm. Ta velikost je bila podobna velikosti tedanjega dolarskega bankovca. Z določenimi prilagoditvami so lahko dele naprav za štetje bankovcev uporabili tudi pri strojih za luknjane kartice. Sprva so lahko na kartice zapisali 48 števil.



Slika 1. IBM-ova 80 stolpična kartica.

Leta 1931 pa je IBM uvedel pravokotne luknjice v osemdesetih stolpcih in dvanajstih vrstah. Na sliki 1 je prikazana 80 stolpčna luknjana kartica.

Vsak stolpec na kartici je prikazoval en znak. Številke so bile prikazane z luknjico v vrstici označeni z ustrežno številko. Črke so bile prikazane z dvema luknjicama, prva je bila v eni izmed treh zgornjih vrstic, druga pa v eni izmed devetih spodnjih vrstic. Nekaj specialnih znakov (tudi črke č, š in ž) pa so bile prikazane s tremi luknjicami. Na vrhu kartice je bil tudi pas na katerem je lahko stroj za luknjanje izpisal vsebino kartice.

Z razvojem naprav za obdelavo se je širila tudi uporaba kartic. Tu omenimo le kartice, ki so imele na desni strani prostor za 35 milimetrski mikrofilmski posnetek, medtem ko je bil na levi strani identifikacijski opis posnetka. Prav tako so skonstruirali tudi stroje, ki so lahko namesto luknjic brali črte zapisane z mehkim svinčnikom.

Leta 1970 je IBM skušal nadomestiti 80 stolpično kartico z veliko manjšo 96 stolpično kartico. Na njej so podatke zapisovali v treh pasovih z okroglimi luknjicami. Ker pa je ta kartica prišla na tržišče v času zatona uporabe tega nosilca, se je le redko uporabljala.

3. Stroji za obdelavo kartic

Za obdelavo podatkov zapisanih na luknjanih karticah so uporabljali vrsto strojev. Vsak izmed teh strojev je lahko opravil le del obdelovalnega procesa. Njihovo delovanje je temeljilo na

*E-naslov: joze.nemec@guest.arnes.si

elektromehanskem principu. Pri delovanju so uporabljali elektromotorje za transport kartic preko jermenic, valjev ter vzvodov in releje ter elektromagnete za kontrolo in usmerjanje kartic. Hitrost obdelave je bila zaradi uporabe omenjenih elementov omejena. Kasneje so del elektromehanskih sklopov skušali nadomestiti z elementi, ki so uporabljali elektronke in kasneje še tranzistorje. Vendar so te naprave predstavili v času, ko so že začeli prihajati na tržišče elektronski računalniki, zato široke uporabe niso dosegle.

Edini nosilec podatkov v procesu obdelave so bile luknjane kartice. Stroji so morali vse spremembe podatkov vnesti bodisi na obstoječe bodisi na nove luknjane kartice. Zato so mehanografski centri porabili več milijonov kartic letno. Stroški za kartice so bili običajno veliko večji od stroškov najema ali nabave naprav za obdelavo.

Stroje za obdelavo luknjanih kartic so nabavljala velika podjetja. Le ta so imela opravka z velikimi količinami podatkov in dovolj denarja za nakup opreme. V nadaljevanju bomo stroje za obdelavo kartic in njihove funkcije na kratko opisali.

Luknjač kartic - Za vnos podatkov na kartice so uporabljali luknjače kartic. Ti so imeli tipkovnico podobno tipkovnici pisalnega stroja in del na katerem so luknjali kartice. Podatki so bili v večini številčni. Povprečna delavka je na dan vnesla podatke na okoli 2000 kartic. Za odpravo napak pri luknjanju so podatke na podobnih strojih lahko verificirali. Postopek verifikacije je potekal tako, da so ponovno vnesli iste podatke, stroj pa jih je primerjal z že vnešenimi podatki. V primeru neskladja je delavka morala ugotoviti vzrok neskladja in po potrebi luknjati novo kartico s pravilnimi podatki. Luknjanje in verifikiranje je bilo eno izmed najbolj enoličnih in utrujajočih del pri obdelavi podatkov.

Luknjane kartice so služile kot vhodni medij tudi v času, ko so se pojavili veliki računalniški sistemi. Zaradi njihove visoke cene jih je najprej nadomestil magnetni trak, kasneje pa diskete. Kartice so se uporabljale le še za vnose programov v računalnik. Luknjač kartic je prikazan na sliki 2.



Slika 2. Luknjač kartic.

Sortirni stroj - Kartice so lahko obdelovali le, če so bile zložene v pravilnem vrstnem redu. V nasprotnem primeru, bi zahtevalo iskanje ustrezne kartice s podatki veliko časa. Pri izstavljanju računov za izdelke so morale kartice biti zložene v vrstnem redu šifer kupca. V primeru, da so želeli ugotoviti stanje zalog, pa so morale biti iste kartice zložene v vrstnem redu šifer izdelkov. Zato je bilo v procesu obdelave kartic veliko sortiranje. Sortirni stroj je prikazan na sliki 3.



Slika 3. Sortirni stroj.

Sortiranje je potekalo tako, da so določili stolpce na kartici, v katerih je bil zapisan ključ sortiranja. Pri sortiranju so se kartice odlagale v 13 predalov. V prvih 12 predalov so se odlagale kartice, ki so imele ustrezno luknjico v vrstici, v trinajsti predal pa so se odlagale kartice z napako. Sortiranje je zahtevalo toliko prehodov kartic skozi sortirni stroj, kolikor mest je imel sortirni ključ. Seveda je to veljalo le, če je bil ključ številčen. V primeru sortiranja alfanumeričnih podatkov sta bila potrebna za vsak stolpec dva prehoda. V tabeli 1 je prikazano sortiranje v primeru ključa, ki ima tri številke.

Tabela 1. Prikaz sortiranja trimestrnega ključa. V prvem koraku sortiramo številke na zadnjem mestu, v drugem na predzadnjem mestu in v tretjem na prvem mestu.

Začetno stanje	1. korak	2. korak	3. korak
342	141	412	141
141	342	141	342
443	372	342	372
372	412	443	412
412	443	372	443

Sortirni stroji so sortirali s hitrostjo do 650 kartic na minuto. Temu je potrebno prišteti še 20 do 25 procentov časa za manipulacijo kartic in nastavitve stroja. Zato je bilo potrebnih za sortiranje 10.000 kartic, ki so imele 5 številčni ključ, okoli 100 minut. Če je bilo kartic več ali je imel ključ več mest, se je tudi čas sortiranja ustrezno podaljšal. Čas sortiranja so lahko skrajšali tako, da so za sortiranje uporabili več sortirnih strojev hkrati.

Mešalni stroj - Med obdelavo je bilo potrebno pogosto združiti dve skupini kartic, ki so imele isti ključ v enotno vrsto. Kot primer navedimo kartice o podatkih kupcev in kartice s podatki o izdelkih, ki so jih ti kupci nabavili. Da so lahko izstavili račun, so morali kartici vsakega kupca slediti kartice z nabavljenimi izdelki. Ves postopek je potekal tako, da so morali

po istem ključih razvrstiti najprej kartice s podatki o kupcih in zatem še kartice s podatki o kupljenih izdelkih. Zatem pa so morali s pomočjo mešalnega stroja obe zbirki podatkov združili v enotno zbirko. To delo je opravljal mešalni stroj prikazan na sliki 4.



Slika 4. Mešalni stroj.

Mešalni stroj je imel dva vhodna predala in štiri ali pet izhodnih predalov. Mešanje je potekalo tako, da je stroj najprej prebral kartico iz prvega predala, zatem pa je bral kartice iz drugega predala tako dolgo, da je prišel do kartice z naslednjim ključem. Zatem je se je postopek ponovil s ponovnim branjem prvega vhodnega predala. Urejene kartice so se odlagale v srednje izhodne predale. V en stranski izhodni predal so se odlagale kartice s stalnimi podatki, ki niso imele ustreznih prometnih podatkov, v drugi stranski izhodni predal pa so se odlagale prometne kartice, ki niso imele ustreznih stalnih podatkov. Omenjene naprave so lahko brale kartice iz obeh vhodnih predalov s hitrostjo okoli 120 kartic na minuto.

Interpreter - Večina strojev, ki so lahko luknjali podatke, ni izpisovala vsebine kartic. Da so postale kartice berljive, so morali za izpis vsebine uporabiti interpreter. Ta stroj je bral podatke, ki so bili luknjani na kartici, zatem pa jih je nanje izpisal z velikimi tiskanimi črkami.

Reproducirni stroj - Ta stroj je imel dva vhodna predala. V prvi predal so se vlagale kartice, ki smo jih želeli kopirati, v drugem pa so bile prazne kartice. Stroj je lahko

- kopiral zapis na eni kartico na več drugih kartic
- kopiral vse kartice iz vhodnega predala na nove kartice
- bral s svinčnikom označena polja na ustreznih vhodnih karticah in jih prenašal na izhodne kartice
- primerjal podatke dveh setov kartic. To je lahko storil le, če je vhod, ki je bil običajno namenjen praznim karticam omogočal tudi branje kartic.

Ob tem so lahko določili, kateri podatki se kopirajo in mesta na izhodnih karticah kamor se naj ti podatki luknjajo.

Knjigovodski stroj - Ta stroj je bil redno opremljen s tiskalnikom za pisanje poročil. Z njimi je bilo mogoče pripravljati poročila iz podatkov na karticah. Ob tem je lahko opravljal določene kontrole ter sešteval in odšteval števila zapisana na karticah. Nekateri modeli so omogočali tudi priključitev enote za luknjanje kartic. S tem ste lahko dobljene

rezultate uporabili tudi v nadaljnjih obdelavah. Na sliki 5 je prikazan knjigovodski stroj na katerega je priključen stroj za luknjanje kartic.



Slika 5. V ospredju je računski stroj ob katerem je stroj za luknjanje kartic.

Računski stroj - Računski stroj je lahko izvrševal vse štiri računske operacije. Običajno je imel priključen še luknjač kartic za shranjevanje rezultatov. Najprej so izdelovali stroje, ki so uporabljali releje in so zmogli opraviti le eno množenje ali deljenje in rezultat luknjati na kartico.

Leta 1948 so releje zamenjale elektronke. Za računanje so imeli ti stroji vgrajenih preko tisoč elektronk. Razen tega so že premogli manjši pomnilnik, tako da je lahko shranili nekaj števil in do 40 programskih korakov. V zadnjih modelih računskih strojev so elektronke zamenjali tranzistorji. Kljub elektroniki pa so bili ti stroji še vedno počasni, saj so hitrost določali mehanski deli naprav. Tako so lahko na minuto obdelali okoli 100 kartic.

4. Programiranje naprav

Kot smo že omenili stroji za obdelavo kartic z izjemo računskega stroja niso imeli pomnilnikov. Zato so vsi stroji vključno z računskim strojem uporabljali posebne kontrolne stikalne plošče. Velikost plošče je bila odvisna od zmogljivosti stroja, za katerega je bila namenjena. Nekatero ploščo so bile velike tudi 80 x 80 centimetrov. Imele so več sto vtičnic. Glede na nalogo, ki jo je moral stroj izvršiti so posamezne vtičnice morale medsebojno povezati z žicami. Za zahtevnejše naloge je bil ta sloj žic debel tudi nekaj centimetrov. Z vstavitvijo plošče v stroj, je bil le ta pripravljen za izvrševanje dane naloge. Na sliki 6 je prikazana stikalna plošča ene izmed naprav za obdelavo kartic.

Postopek celotne obdelave je moral biti prepisan vnaprej. Prišel se je z luknjanjem kartic, nato pa so se le te v predpisanih korakih obdelovale na posameznih strojih. Ob vsakem koraku je bilo potrebno v stroj vložiti novo kontrolno ploščo s programom. Prav tako je moral operater paziti na pravi vrstni red kartic. Ob tem so v posameznih korakih lahko stroji luknjali nove kartice za obdelavo. Ob upoštevanju, da je bil datoteka s 5.000 karticami dolga okoli enega metra si lahko predstavljamo, da je bilo ob vsaki obdelavi število kartic veliko. Te kartice so zavzemale tudi veliko prostora. Že majhna nepazljivost pri

menjavi kartic ali uporaba napačnega programa je povzročila velike stroške in mnogo dodatnega dela.



Slika 6. Stikalna plošča za programiranje ene izmed naprav za obdelavo kartic.

5. Zaključek

Stroji za mehanizirano obdelavo luknjanih kartic so bili v uporabi približno osemdeset let. Kljub počasnosti so vendar omogočili veliko hitrejšo obdelavo podatkov od ročne obdelave. Podatke niso več obdelovali na kraju nastanka temveč v mehanografskih centrih. Vanje so se stekali podatki s celotne organizacije. Tam so se istovrstni podatki obdelovali po standardnih postopkih. Zato so organizatorji obdelav v teh centrih morali poznati organizacijo podjetja. Nadalje so morali natančno predvideti zaporedje obdelav na posameznih strojih in vsak korak ustrezno programirati – povezati konektorska mesta na ustreznih kontrolnih ploščah.

Tudi ko so se pojavili prvi računalniški sistemi, je bil postopek obdelave enak. Tudi v tem primeru so se podatki zbirali v računskih centrih, kjer so jih obdelovali. V njih so kartice nadomestili trakovi in diski, vse naprave za obdelavo kartic pa je nadomestila centralna enota računalnika. Tudi pri računalnikih morajo biti v programu računalnika vsi postopki določeni vnaprej. Ob prehodu z mehanografske obdelave na računalniško obdelavo so se kadri, ki so organizirali delo v mehanografskih centrih, lahko hitro prilagodili novi tehnologiji.

Luknjane kartice so se obdržale tudi še v času prodora računalnikov. Ker spočetka ti niso imeli terminalov, so bili programi luknjani na karticah. Ta medij je bil prikladnejši od magnetnih trakov, saj je omogočal lažjo popravo in dopolnitve programov. S pojavom disket in terminalov v osemdesetih letih prejšnjega stoletja pa so kartice polagoma izgubile na pomenu. Danes lahko kartice in stroje za njihovo obdelavo srečamo le še v muzejih računalništva.

Literatura

1. Levy Joseph, Punch Card Data Processing, McGraw Hill, 1967.
2. Punched Card Data Processing Principles, Vol. 1-7, IBM 1961.
3. IBM Card Equipment Summary, August 57.

Mirjam Sepesy Maučec*

Evalvacija avtomatskih prevodov v projektu SUMAT

POVZETEK

V članku bomo predstavili zaključno fazo projekta SUMAT, ki smo ga pregledno predstavili na konferenci PAZU leta 2011. V projektu smo razvili avtomatske prevajalnike podnapisov za 14 jezikovnih parov. Prevajanje podnapisov je kompleksna naloga, ki se v veliki meri razlikuje od drugih oblik prevajanja. Avtomatski prevajalniki, ki smo jih razvili v projektu, so danes v obliki spletne storitve na voljo profesionalnim prevajalcem kot pripomoček pri njihovem delu. V prispevku se bomo posvetili obsežni evalvaciji kvalitete prevodov, ki smo jo opravili ob sodelovanju profesionalnih prevajalcev. Izpostavili bomo najpogostejše odkrite napake v prevodih in primerjali kvaliteto prevodov za različne jezikovne pare.

Ključne besede: statistično strojno prevajanje, podnapisi, evalvacija, kvaliteta, produktivnost.

1. Uvod

Obseg multimedijskih vsebin, ki jih ponujajo različni viri, raste izredno hitro. Podnaslavljanje je priljubljen način za posredovanje tujejezičnih multimedijskih vsebin v veliko evropskih državah in za večino žanrov[1]. Vendar se podnaslavljanje hkrati srečuje z določenimi problemi, kot so kratki časovni roki, visoki stroški in z njimi povezana vprašljiva kvaliteta podnapisov. Na podlagi tega se je razvila ideja projekta SUMAT, vključiti tehnologijo statističnega strojnega prevajanja v prevajalski proces in s tem olajšati delo prevajalca, predvsem pa skrajšati čas, potreben za izdelavo prevoda.

Statistično strojno prevajanje se je skozi številne raziskave pokazalo kot najučinkovitejši pristop k avtomatskemu prevajanju. Razloga za njegov uspeh sta dva. Prvi je velika količina jezikovnega gradiva, ki je na voljo v elektronski obliki in predstavlja osnovo statističnega prevajanja. Drugi razlog pa je, da za razvoj prevajalnika ni potrebno poglobljeno znanje o jezikih, med katerimi prevajamo. Zahtevnost strojnega prevajanja je odvisna od žanra in domene besedil, ki jih prevajamo. Sprva je kazalo, da je prevajanje podnapisov, s katerim smo se ukvarjali v projektu SUMAT, za statistično strojno prevajanje zelo hvaležno področje, saj so povedi praviloma kratke. Toda podnapisi prinašajo tudi številne probleme. Ker gre za podnaslavljanje video vsebin, so nekateri problemi blizu problemom govornega jezika. Še večji problem pa je, da so se mora dolžina besedila podrežati dolžinam podnapisa, kar privede do številnih postopkov krajšanja izvornega besedila.

Projekt SUMAT smo aprila 2014 zaključili. V nadaljevanju prispevka predstavljamo njegove rezultate. Razvili smo prevajalnike za 14 jezikovnih parov oz. smeri prevajanja. Vključeni so bili naslednji jeziki: angleščina, španščina, francoščina, nemščina, portugalsščina, švedščina, srbščina in slovenščina. V zaključni fazi projekta nas je zanimala predvsem

kvaliteta prevodov, ki jih generirajo prevajalniki, in produktivnost prevajalca, če le-ta pri svojem delu uporablja avtomatske prevode.

2. Gradivo v projektu SUMAT

Pomemben korak pri izdelavi sistema za strojno prevajanje podnapisov je izdelava vzporednega korpusa podnapisov, potrebnega za učenje prevajalnika. Izvorno gradivo so iz svojih arhivov posredovala tri mednarodna podjetja, ki so specializirana za prevajanje podnapisov. Podjetja so zagotavljala, da gre za visoko kvalitetne podnapise, saj je vsak prevod pregledan na več nivojih, preden je posredovan naročniku. Poleg datotek s prevodi smo zbirali tudi samo enojezične datoteke, saj je pomembna komponenta prevajalnika tudi jezikovni model. Datoteke so pripadale različnim žanrom, kot so dnevno-informativne oddaje, serije, dokumentarni filmi ipd. Gradivo smo na koncu dopolnili še z materialom, ki smo ga zbrali iz prosto dostopnih spletnih virov[2]. Količina zbranega gradiva je zelo varirala glede na jezikovni par. Največ gradiva smo zbrali za par angleščina – nemščina, najmanj pa, skladno s pričakovanji, za par slovenščina – srbščina. Gradivo je potrebno ustrezno obdelati, preden ga lahko uporabimo za učenje prevajalnikov. Predpriprave izvornega gradiva vključujejo naslednje korake: pretvorbe v enoten format in enotno kodiranje znakov, identifikacijo jezika v datotekah, poravnavanje datotek, tokenizacijo, razcep po povedih in poravnavanje povedi ali podnapisov [3, 4].

3. SUMAT prevajalniki

Prevajalniki SUMAT so statistični prevajalniki s klasično strukturo. Kot osnovna enota prevajanja se običajno uporablja poved, v projektu pa je bilo opravljenih nekaj preliminarnih testov, ki so vodili v odločitve, da kot osnovno enoto uporabimo podnapis. Vsak prevajalnik sestavljajo 3 komponente: model prevajanja, model preurejanja in jezikovni model. Prvi dve komponenti smo zgradili s pomočjo Mosesovih skript, ki smo jih uporabili na poravnem gradivu [5]. Jezikovni model pa

*Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko UM,
Smetanova 17, 2000 Maribor

E-naslov: mirjam.sepesy@um.si

smo zgradili z orodjem SRI LM [6] in pri tem uporabili enojezične korpuse.

Učni vzporedni korpus izhaja iz različnih virov, zato smo modele prevajanja in preurejanja gradili za vsak vir posebej in jih potem sestavili po principu adaptacije na domeno. Kot vzorec ciljne domene smo uporabili razvojno množico, ki je obsegala 2000 podnapisov.

Uporabili smo 3-gramski jezikovni model z Good-Turingovim odštevanjem in sestopanjem po Katz. Uteži komponent prevajalnika smo optimirali po MERT [7] na razvojni množici 2000 podnapisov, ki smo jo uporabili tudi za sestavljanje komponent modelov prevajanja in preurejanja.

Prevajalnike smo v nadaljevanju na različne načine še izboljševali. Za določene jezikovne pare se je pokazalo, da je smiselno gradivo dopolniti z obliko-skladenjskimi lastnostmi besed. To je veljalo predvsem za visoko pregibne jezike, med katere sodita srbsščina in slovenščina.

4. Evalvacija prevodov

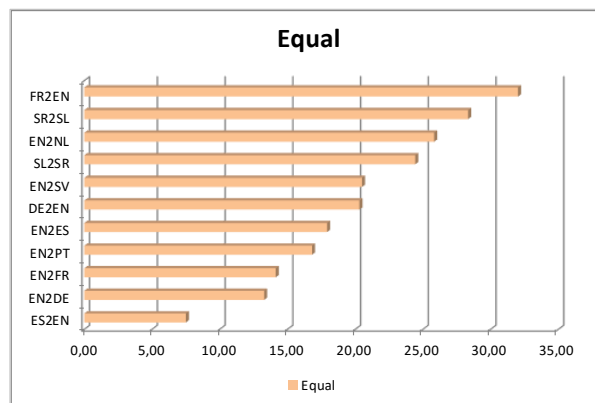
Evalvacijo avtomatskih prevodov smo izvedli v dveh fazah. Cilj evalvacije v prvi fazi je bil izboljšati sistem, v drugi fazi pa oceniti produktivnost prevajalskih procesov. V obe fazi evalvacije so bili vključeni profesionalni prevajalci. Predstavniki prevajalskih podjetij so najprej pripravili testne vzorce za evalvacijo. Vzorci so bili sestavljeni iz dokumentov realnega okolja. Vključevali so podnapise filmov, pogovornih oddaj, dokumentarcev ipd. Dokumente smo najprej prevedli z uporabo ustreznih strojnih prevajalnikov. Potem smo jih posredovali prevajalcem, ki so:

- popravili prevode do "običajnega" standarda kakovosti,
- ocenili kvaliteto prevoda: od 1 (neuporaben prevod) do 5 (brezhiben prevod),
- skladno s podano taksonomijo označili pogoste napake (v prevodih, ocenjenih s 3 ali več) in
- izpolnjevali vprašalnik, v katerem so podali tudi predloge za izboljšanje kakovosti prevodov.

Dokumente s popravljenimi prevodi smo uporabili kot referenčne dokumente, s katerimi smo primerjali izvirne avtomatske prevode in ocenjevali, kako podobni oz. različni so si.

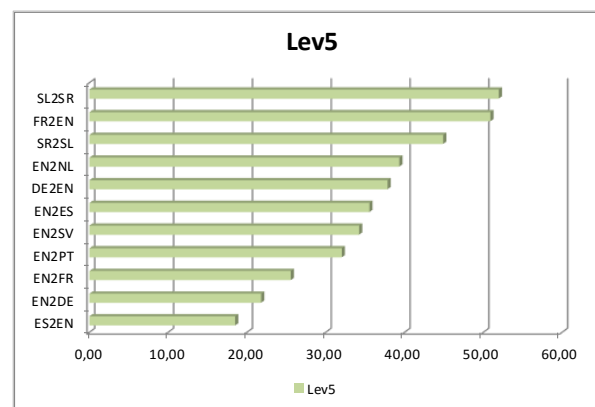
4.1 Avtomatska evalvacija

Najprej smo izvedli avtomatsko evalvacijo, v kateri smo prevajalnike vrednotili z metrikami avtomatske evalvacije. Zanimal nas je tudi delež podnapisov, ki se 100% ujemajo z referenco (Equal). Rezultati evalvacije so prikazani na sliki 1. Najboljši rezultat je bil dosežen za prevajanje iz francoščine v angleščino. Pri vrhu je tudi prevajanje med slovenščino in srbsščino. Najslabši rezultat je bil dosežen za prevajanje iz angleščine v nemščino in iz španščine v angleščino. Znano je, da je strojno prevajanje v nemščino za avtomatske prevajalnike trd oreh, medtem ko je bil slab rezultat za španščino veliko presenečenje.



Slika 1. Rezultati metrike Equal za izbrane jezikovne pare.

Zanimal nas je tudi delež podnapisov, pri katerih je, da dosežemo ujemanje, potrebnih največ 5 korakov preurejanja (Lev5). Rezultati so na sliki 2. Vrstni red jezikovnih parov se je nekoliko spremenil, čeprav najboljši in najslabši pari ostajajo isti.



Slika 2. Rezultati metrike Lev5 za izbrane jezikovne pare.

4.2 Rangiranje prevodov

Prevajalci so vsak podnapis v strojnem prevodu rangirali glede na kvaliteto oz. zahtevnost popravljanja. Pri tem smo uporabili skalo, definirano v "WMT 2012 Shared Task on MT quality estimation", po kateri je vsak podnapis rangiran z vrednostjo od 1 do 5. Ocena 1 pomeni neuporaben in nerazumljiv prevod, ocena 5 pa brezhiben prevod, ki ne potrebuje nobenega popravka. 21% prevodov je dobilo oceno 3, 26% prevodov oceno 4 in 31% prevodov oceno 5. Oceno 1 ali 2 je dobilo le 22% prevodov.

4.3 Klasifikacija napak

Prevajalci so napake v prevodih klasificirali v razrede:

- **agr**: slovnično neujemanje,
- **miss**: manjka polnopomenska beseda ali odsek,
- **order**: napačni vrstni red besed,
- **phrase**: večbesedna zveza napačno prevedena kot ločene, nepovezane besede,
- **cap**: napačen zapis velike/male črke,

- **punc**: napačno ločilo,
- **spell**: napačno črkovanje,
- **length**: predolg prevod glede na omejeno dolžino podnapisa,
- **trans**: napačen prevod.

Izkazalo se je, da je največ napak pripadalo razredu **trans**, torej napačni prevod. Veliko napak se je uvrstilo tudi v razreda **agr** in **miss**. Na osnovi klasifikacije napak smo sistemu dodali nekaj korakov postprocesiranja in tako izboljšali prevajalnike.

4.4 Subjektivne ocene prevajalcev

Prevajalci so na koncu izpolnili še vprašalnik, v katerem so izrazili svoje subjektivno mnenje o kvaliteti prevodov in podali ideje za popravke. Če se je izkazalo, da so popravki izvedljivi (to pomeni, da jih lahko implementiramo kot dodaten korak avtomatskega popravljanja prevodov), smo jih upoštevali. Reševanje določenih napak je bilo pogojeno z uporabo dodatnih jezikovnih virov, ki jih zaradi komercialne naravnosti projekta nismo dodajali, saj je za vsak uporabljen vir potrebno dovoljenje za komercialno rabo.

5. Merjenje produktivnosti

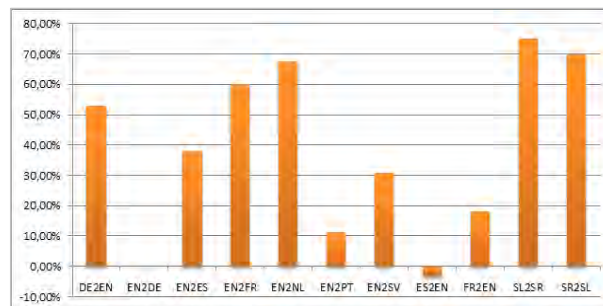
V drugi fazi evalvacije nas je zanimalo, ali avtomatski prevodi skrajšajo čas tvorjenja prevodov. Primerjali smo čas, ki ga potrebuje prevajalec, če neposredno prevaja dokument iz izvornega v ciljni jezik, s časom, ki ga potrebuje za popravljanje strojnih prevodov. Menimo, da je tovrstna primerjava zelo jasen in neposreden pokazatelj uporabnosti sistemov strojnega prevajanja.

Pred izvedbo drugega dela evalvacije smo v sistem prevajanja vpeljali še dodaten postopek filtriranja strojnih prevodov, v katerem smo izločili prevode slabe kvalitete. V razdelku 4.2 smo opisali rangiranje prevodov glede na kvaliteto. Na osnovi teh ocen smo učili binarni klasifikator, ki prevode klasificira v dva razreda, v razred dobrih in razred slabih prevodov. Za učenje klasifikatorja in klasifikacijo smo uporabili orodje QuEst, ki je podrobneje opisano v [9]. Strojne prevode, ki jih je klasifikator označil kot slabe, smo odstranili, kar je pomenilo, da jih mora prevajalec tvoriti iz podnapisa v izvornem jeziku. Ta korak smo dodali zato, ker je popravljanje slabih prevodov bolj zamudno kot neposredno prevajanje izvornega dokumenta.

Za vsak jezikovni par oz. za vsako smer prevajanja sta sodelovala dva profesionalna prevajalca. Vsak prevajalec je tvoril tri datoteke. V prvi je prevajal iz izvornega jezika, v drugi je popravljala strojne prevode in v tretji je popravljala filtrirane strojne prevode. Pri tem je vsak prevajalec uporabil programsko okolje, ki ga tudi sicer uporablja pri svojem delu. Razlika je bila le v tem, da se je v ozadju meril čas učinkovitega dela. Rezultati so zbrani na sliki 3. Vidimo, da je najbolj učinkovito popravljanje avtomatskih prevodov jezikovnega para slovenščina – srbsščina. Razlog je najverjetneje velika podobnost jezikov. Produktivnost se je izrazito izboljšala tudi pri prevajanju iz angleščine v francoščino in iz angleščine v nizozemščino. Uporaba strojnih prevodov pri tvorjenju prevodov željene kakovosti se je izkazala kot neučinkovita pri

prevajanju iz španščine v angleščino in pri prevajanju iz angleščine v nemščino. Slab rezultat za ta jezikovna para je bil, glede na rezultate evalvacije v prvi fazi, pričakovan.

Omenimo še en vidik uporabe strojnih prevodov. Za prevajalce popravljanje ni najbolj »všečen« proces in nekateri do tega čutijo določen odpor. V tem oziru so lahko prikazani rezultati do neke mere popačen prikaz, subjektivna percepcija strojnega prevajanja profesionalnih prevajalcev.



Slika 3. Rast produktivnosti pri uporabi strojnih prevodov v prevajalskem procesu.

6. Zaključek

V članku smo predstavili rezultate projekta SUMAT, katerega namen ni bil strojno tvoriti brezhizbne prevode, ampak prevajalcu ponuditi prevode, ki mu skrajšajo čas, potreben za prevajanje. Glede na rezultate evalvacije smo zaključili, da so strojni prevodi lahko učinkovit pripomoček prevajalcev. Zaenkrat je popravljanje strojnih prevodov še relativno nepoznan postopek med prevajalci. Da bi bilo strojno prevajanje pozitivno sprejeto med njimi, bi bilo treba učenje tehnik popravljanja vključiti tudi v učne procese v prevajalstvu. V tej smeri potekajo aktivnosti v smislu izvajanja tečajev popravljanja na različnih univerzah Evrope.

Zahvala

Avtorica članka se za sodelovanje pri projektu zahvaljuje sodelavcem Laboratorija za digitalno procesiranje signalov, FERI, UM, ki so del slovenske skupine v projektu SUMAT: Marko Presker, Matej Rojc, Darinka Verdonik, Damjan Vljaj in Danilo Zimšek. Zahvala gre tudi koordinatorici projekta Arantzi del Pozo, ki nas je povabila k sodelovanju.

Literatura

1. European Commission (2010). Audiovisual Media Services Directive (AVMSD – 2010/13/EU). Official Journal of the European Union, 10 March 2010.
2. Tiedemann, J. (2009). News from OPUS – A Collection of Multilingual Parallel Corpora with Tools and Interfaces. In: N. Nicolov, K. Bontcheva, G. Angelova, R. Mitkov (eds.): Recent Advances in Natural Language Processing (vol. V) (pp. 237--248). Amsterdam, Philadelphia: John Benjamins.
3. Varga, D., L. Németh, P. Halácsy, A. Kornai, V. Trón, V. Nagy (2005). Parallel corpora for medium density languages. In: Proceedings of the RANLP 2005 (pp. 590--596).

4. Maučec, M. S., Presker, M., Zimšek, D., Rojc, M., Vljaj, D., Verdonik, D., Kačič, Z. Izdelava slovensko-srbskega vzporednega korpusa podnapisov za razvoj strojnega prevajanja v projektu SUMAT. Zbornik Osme konference Jezikovne tehnologije, oktober 2012, str. 167-172.
5. Moses - statistical machine translation system, <http://www.statmt.org/moses/>, (dostop 24.10.2011).
6. Stolcke, A., 2002. SRILM: an extensible language modeling toolkit. Proceedings of the Int. Conf. on Spoken Language Processing, 901–904.
7. Och, F. J., 2003. Minimum error rate training in statistical machine translation, Zbornik 41st Annual meeting of the Association for Computational Linguistics, Sapporo, Japan.
8. Papineni, K., Roukos, S., Ward, T., Zhu. W.-J. 2002. BLEU: a method for automatic evaluation of machine translation. 40th Annual meeting of the Association for Computational Linguistics, Philadelphia, 311–318.
9. Specia, L., Shah, K., de Souza, J. G., Cohn, T., Kessler, F. B., 2013. QuEst—a translation quality estimation framework. Zbornik 51st Annual meeting of the Association for Computational Linguistics : System Demonstrations, 79–84.

Daniela Zavec Pavlinič*

Razvoj osebne zaščitne opreme: standardi in zahteve končnega uporabnika

POVZETEK

Prispevek predstavlja razvoj osebne zaščitne opreme s poudarkom na poznavanju različnih dejavnikov, kot so prednosti in omejitve s strani standardov ter zahteve končnega uporabnika. Slednje se velikokrat ne upoštevajo, ampak se oprema razvija samo po smernicah standardov in normativov za določeno področje. Ker pa je končni uporabnik tisti, ki ga osebna zaščitna oprema varuje pred negativnimi vplivi iz delovnega okolja, je izredno pomembno, da slednji sodelujejo tudi v procesu razvoja in optimizacije osebne zaščitne opreme.

Ključne besede: osebna zaščitna oprema, standardi, razvoj, končni uporabnik, gasilec.

1. Uvod

Ko govorimo o osebni zaščitni opremi je že na začetku popolnoma jasno, da gre za opremo s katero se človeka zavaruje pred različnimi vplivi iz okolja v katerem dela ali biva. Glede na vse večje in hitrejšje klimatske spremembe in številne druge vrste bioloških in kemičnih nevarnosti je človek vse bolj izpostavljen vplivom, ki negativno vplivajo na njegovo zdravje. Glede na vrsto nevarnosti se za njegovo varnost in zaščito izbere ustrezna zaščitna oprema. Slednja je izdelana v skladu s standardi, ki predpisujejo minimalne dovoljene vrednosti, velikokrat pa tudi ne funkcionalnosti in trpežnosti med dolgotrajno izpostavljenostjo. Kaj to pomeni za končnega uporabnika običajno nihče niti ne pomisli, pa vendar bi njegovo mnenje moralo biti izhodišče celotnega razvojnega procesa.

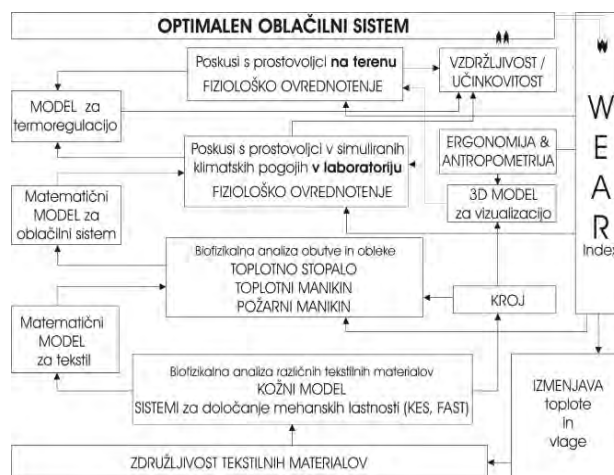
Eno izmed ekstremnih delovnih okolij je delovno okolje gasilca, ki je najpogosteje izpostavljen toploti in plamenu. Slednji je v takšnem okolju zaščiten z osebno zaščitno opremo, izdelano v skladu s standardom EN 469, pa vendar o življenjski dobi teh izdelkov lahko le sklepa, odvisna je namreč od števila intervencij med katerimi jo uporablja. In od pogojev, ki jim je izpostavljen med intervencijami. Ti se v zadnjem času glede na klimatske spremembe v Sloveniji in širši okolici zelo hitro spreminjajo, ponudba osebne zaščitne opreme na trgu pa celo zaostaja.

Kot velik izziv ostaja razvoj osebne zaščitne opreme, ki bi človeka ščitila pred toploto in ognjem in sedaj še pred vodo in žledom. Iskani so produkti uporabni za vse vremenske pogoje, toda združljivost in trpežnost tekstilnih materialov velikokrat ostajata nerešeni uganki. Celoten razvoj pa pridobiva na pomenu, ko se vključijo še zahteve končnega uporabnika, ki je

v predpisano osebno zaščitno opremo opravljen tudi več ur in izvaja intenzivno delo. Seveda je njegova vzdržljivost v prvi vrsti odvisna od njegove psihofizične sposobnosti, toda tudi teža celotne osebne zaščitne opreme igra pomembno vlogo napora, kar lahko vodi v preobremenjenost ali tudi v toplotno pregreteje v vročem okolju. Da bi vse dejavnike napora čim bolj zmanjšali smo v koncept razvoja vključili znanje končnega uporabnika.

2. Funkcionalnost osebne zaščitne opreme

Pri razvoju osebne zaščitne opreme je potrebno upoštevati različne parametre in njihove medsebojne vplive (Zavec Pavlinič et al., 2014). V izhodišče razvoja bi bilo vedno potrebno postaviti človeka. Spoznati njegove termoregulacijske odzive na okolje v katerem dela, protokol delovnih aktivnosti in vpliv osebne zaščitne opreme na njegovo delovno zmogljivost. Sledimo modelu za razvoj optimalnega oblačilnega sistema, slika 1.

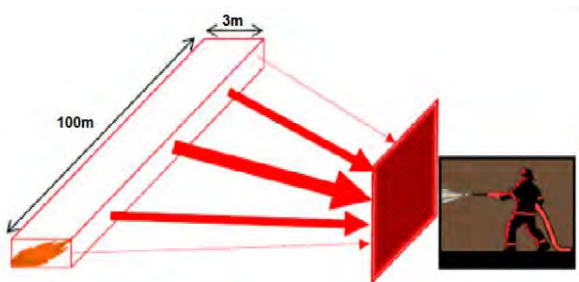


Slika 1. Model za razvoj optimalnega oblačilnega sistema (Zavec Pavlinič et al., 2009).

*Titera d.o.o., Obrtna ulica 40, Murska Sobota

E-naslov: dzpavlinic@gmail.com

Poznavanje združljivosti tekstilnih materialov pomeni, poznati lastnosti tekstilnih sendvičev iz katerih se izdeluje osebna zaščitna oprema in ne samo posameznih tekstilnih materialov. Tekstilne sendviče je potrebno oblikovati z namenom, da ne glede na delovno okolje in izpostavljenost nevarnosti, slika 2, omogočajo toplotno izmenjavo v sistemu »človek-oblačilo-okolica«, slika 3. Ko je toplotno ravnovesje doseženo, takšnemu sistemu dodamo še zahteve ergonomije in dalje lahko govorimo o funkcionalnem oblačilnem sistemu, ki hkrati človeka tudi ščiti pred negativnimi vplivi iz okolja.



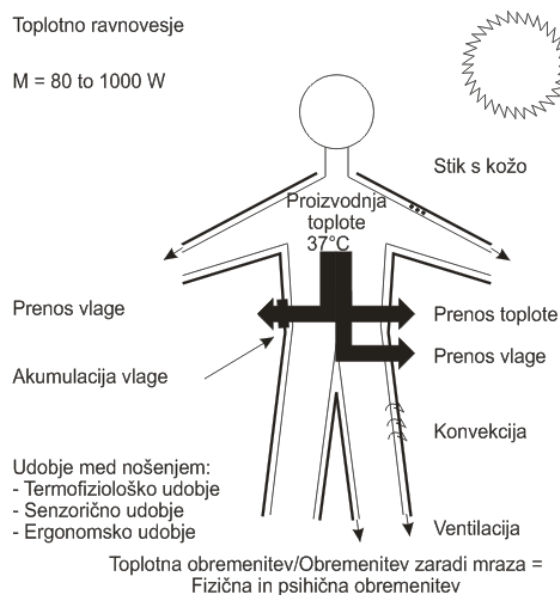
Slika 2. Izpostavljenost nevarnosti.

3. Predpisi in standardi

Zakonodaja na področju varovanja zdravja z ukrepi in regulativami je nastajala skozi stoletja, tabela 1. Leta 1891 se prvič omenja zaščita delavcev v industrijskih okoljih s sprejeto zakonodajo. Po prelomnici na področju leta 1973 smo dobili strokovnjake za varnost pri delu, kar se vse do danes ureja s predpisi v obliki standardov. Vzporedno so se razvijali tudi predpisi za osebno zaščitno opremo.

Danes v veljavi je Direktiva o Osebnih Varovalni Opremi (angl. Personal Protective Equipment - PPE) na ravni Evropske unije. Trenutno je na področju osebne zaščitne opreme predpisanih približno 160 standardov. Pomeni, da je predpisan s standardom vsak element, ki se uporablja kot osebna zaščitna

oprema ali le kot njen sestavni del. S tem področjem predpisov in standardizacije se ukvarjajo številne organizacije in strokovnjaki doma in po svetu (CEN/ISO (Vienna agreement), tudi Odbor za tehnični razvoj idr).



Slika 3. Toplotno ravnovesje pri človeku (Umbach, 2004).

Za razvoj osebne zaščitne opreme to za podjetje velikokrat pomeni tudi velik strošek. Pomeni, da se izdelek, ki spada v osebno zaščitno opremo, ne more pojaviti na trgu, če nima certificiran v skladu s predpisanim standardom. Toda do razhajanj prihaja ravno na področju kompatibilnosti tekstilnih materialov in funkcionalnosti izdelanega oblačilnega sistema ali katerega drugega dela osebne zaščitne opreme. Izpostavitvi je potrebno, da funkcionalnost izdelka, niti testiranje celotnega oblačilnega sistema (takšnega kot se uporablja v realnem delovnem okolju) ni predpisano s standardom. Kljub temu, da že

Tabela 1. Kronološki razvoj regulativ za varovanje zdravja.

Leto	Opis ukrepa in regulativ
1828	Prusija - Pri zdravstvenih pregledih nabornikov je bilo opaženo močno poslabšanje zdravstvenega stanja, medtem se je veliko novincev prištevalo k invalidom. Ugotovljeno je bilo, da je to posledica ogromnega otroškega dela.
1839	Vpeljava pruskih regulativ. Zmanjšal se je obseg dela otrok v tovarnah. Otroci mlajši od 9 let več niso smeli opravljati dela v tovarnah. Mladi mlajši od 16 let so lahko na dan delali samo 10 ur.
1853	Ustanovljen je bil inšpektorat za delo. S pruskim trgovinskim zakonikom je bilo delo ob nedeljah in praznikih prepovedano.
1874	Delavske stranke parlamenta so uvedle zaščitne ukrepe pred strupenimi snovmi in premikajočimi stroji.
1887	Uveden je bil še danes uveljavljen nadzorni paragraf. Tovarniški inšpektorji bi morali zaznati nevarnost za življenje in telo in si prizadevati za odpravo morebitnih nevarnosti.
1891	Določena je zakonodaja o varstvu delavcev in tako je bil ustanovljen državni inšpektorat za delo, ki je nadzoroval tovarne in industrije. Sestavljena je iz industrijskega nadzora in strokovnih združenj kot dualni sistem za zaščito delavcev. Ob koncu 19. stoletja, je bilo vse več delavcev zaščitnih pred nevarnostmi pri delu s sprejeto ustrežno zakonodajo.
1973	Uvedba Zakonodaji o varnosti na delovnem mestu. Obrati so morali zagotoviti zdravnike medicine dela, varnostne inženirje in druge strokovnjake za varnost pri delu.
1985	Varstvo pri delu je urejeno na evropski ravni s Pogodbami o ustanovitvi Evropske gospodarske skupnosti.
1996	Zakon o varstvu dela stopi v veljavo, se upošteva socialno pravo.

obstajajo toplotne lutke, s katerimi lahko simuliramo obliko človeškega telesa in testiramo oblačilne sisteme (toplotno izolacijo in ognjevarnost skozi stopnjo opeklin), slednje še niso predpisane kot uporabne testne metode znotraj standardov, kot je npr. EN469, veljaven standard za področje gasilstva. Posledično so na trg plasirani tudi manj funkcionalni izdelki, s katerimi pa končni uporabniki niso zadovoljni.

4. Zahteve končnih kupcev

Če ne bi bilo predpisov, bi lahko predpostavili, da bi se ljudje znotraj določene organizacije, kjer so danes predpisane uniforme, oblačili popolnoma različno. Marsikdo ne bi pomislil na lastno investicijo povezano z delovno uniformo, ki jo mora uporabljati zaradi svoje lastne varnosti. S standardi so sicer predpisane minimalne vrednosti lastnosti in opremo vgrajenih materialov in na ta način s predpisanimi vrednostmi varujemo človeka v danem okolju. Žal pa se o človeku, ki je izhodišče oz. uporabnik osebne zaščitne opreme ne ve dovolj in se z neprimerno opremo posega v njegovo delovno zmogljivost in učinkovitost. Torej lahko kljub vrhunski in sodobni osebni zaščitni opremi pride do poškodb uporabnika.

Nujno potrebno je, da se s spremembami vedno bolj inovativnih materialov posega tudi v spremembe standardov in drugih predpisov. Slednji bi morali slediti tehnološkemu razvoju vzporedno in ne z zamikom. Še bolj pomembno pa je, da se upoštevajo zahteve končnega uporabnika. Slednje se najbolj odražajo v funkcionalni rabi in ergonomiji posameznika. Upoštevanje teh zahtev vodi v povečanje udobja uporabnika in večjo učinkovitost tudi v ekstremnih okoljskih pogojih.

Sodobna »digitalna generacija« razvijalcev hiti tako hitro, da se poleg razvoja in inovacij na zahteve uporabnika pozablja. Na področju osebne zaščitne opreme to pomeni, da se obstoječi opremi dodajajo nove tehnologije ne glede na upoštevanje zahtev uporabnika. Osebni zaščitni opremi ni težko dodati senzorja za merjenje srčnega utripa uporabnika. Problem predstavlja nekompatibilnost med materiali in problem

predstavlja ročna namestitev senzorja na ustrezno mesto pred uporabo osebne zaščitne opreme. To za področje gasilstva predstavlja problem v času priprave gasilca na intervencijo. Slednji se mora na intervencijo pripraviti v 3 minutah. Popolnoma nesprejemljivo je torej, da se razvijajo elementi osebne zaščitne opreme, ki niso funkcionalni v realnem delovnem okolju (gasilstvo).

5. Zaključek

Industrijski razvoj mora nenehno slediti in upoštevati predpisom in regulativam na področju. Toda to ne pomeni, da se lahko uporabnika in njegove zahteve zanemari. Posebej ne na področju, kot je gasilstvo in reševanje, kjer se med intervencijo uporabnik lahko tudi poškoduje. Priporočljivo je, da se upoštevajo tiste zahteve končnega uporabnika, iz katerih izhaja poudarek na povečanju njegove lastne zaščite in varovanja zdravia. Nujno potrebno je, da se k razvoju tako kompleksne opreme pristopi sistemsko in se upošteva vse v prispevku omenjene dejavnike. Evalvacija prototipne osebne zaščitne opreme s strani končnega uporabnika pa lahko poda le en rezultat, to je »ali je izdelek sprejemljiv ali ne« v realnem delovnem okolju.

Viri

1. Zavec Pavlinič et al.: Functional product development: advanced tools and concepts, 2014, DAAAM International Vienna, ISBN 978-3-901509-95-7.
2. Zavec Pavlinič D. & Mekjavic I.B.: Potrebe okolja sooblikujejo bojne oblačilne sisteme, Revija Slovenska vojska, Oktober 2009, str. 29-31.
3. Umbach, K. H. (1987). "Physiological tests and evaluation models for the optimisation of the performance of protective clothing." *Env. Erg. Sustaining Human Performance in Harsh Env*: 139-161.

Milan Šernek¹ Matej Vovk²

Lepljenje lesa in Kerrocka

POVZETEK

Kerrock ali »umetni kamen« je tržno ime za trd kompozitni material, ki je sestavljen iz 40 ut. % polimetil metakrilata (PMMA) in 60 ut. % aluminijevega hidroksida (ATH). Kerrock se največ uporablja za opremo notranjih prostorov in v gradbeništvu. Njegovo uporabo je možno razširiti z lepljenjem z drugimi materiali, kot je na primer les. Ker pa sta Kerrock in les v nekaterih pogledih precej različna materiala, je bil glavni cilj raziskave proučiti njuno kompatibilnost z nekaterimi lepili in ugotoviti kakovost lepljenja. Ugotovili smo, da je z lepili, ki se najpogosteje uporabljajo v lesni industriji, mogoče lepiti Kerrock z lesom. Izkazalo se je, da dobro omočenje ne pomeni nujno tudi dobre adhezije med Kerrockom in lesom. Za učinkovito lepljenje so pomembne tudi mehanske lastnosti utrjenega lepilnega spoja (kohezija) in hrapavost površine Kerrocka.

Ključne besede: Adhezija, Kerrock, les, lepilo, površinska napetost, strižna trdnost.

1. Uvod

Kerrock je trd kompozitni material, sestavljen iz 40 ut. % polimetil metakrilata (PMMA) in 60 ut. % aluminijevega hidroksida (ATH). PMMA je trd, voodporen in UV odporen polimer, ki se ga lahko enostavno obdeluje. ATH je bel, netoksičen material, relativno mehak in neabraziven ter eden izmed najbolj razširjenih samougasiljivih dodatkov v polimernih kompozitih. Zaradi takšne sestave je Kerrock možno obdelovati kot les in ga termoformirati, podobno kot plastomerne materiale. Kerrock se največ uporablja za opremo notranjih prostorov in v gradbeništvu kot fasadni element.

Z željo po razširitvi uporabe Kerrocka smo ugotavljali v kolikšni meri sta les in Kerrock kompatibilna. Gre za zelo različna materiala, za katera pa menimo, da ju je možno povezati v kompozit, vendar pa je pred tem potrebno proučiti površinske lastnosti Kerrocka in ugotoviti ali se le-te ujemajo z lesom. Pomembna (ali morda celo ključna) pa je tudi kompatibilnost Kerrocka z lepili za les, oziroma lepili, ki se najpogosteje uporabljajo v lesni industriji.

2. Materiali in metode

2.1 Proučevanje proste površinske energije Kerrocka

Prosto površinsko energijo Kerrocka smo ugotavljali z dinamično metodo z uporabo Wilhelmyjeve ploščice, s katero smo izmerili stične kote Kerrocka z dvema polamima (demineralizirana voda in formamid) in eno nepolarno tekočino (dijodometan). Fizikalne lastnosti tekočin so podane v preglednici 1.

Uporabili smo 3 mm debele Kerrock ploščice (Kolpa, d.d.), dimenzije 27 mm x 27 mm, bele barve (št. 108). Ploščice smo z vseh strani zbrusili z brusnim papirjem p800 in jih pred začetkom merjenja očistili z etanolom, sprali z destilirano vodo, popivnali s papirnato brisačo ter jih posušili pri sobni temperaturi.

Za merjenje stičnih kotov smo uporabili tenziometer Krüss Processor Tensiometer K100 (Slika 1). Meritve so potekale pri sobni temperaturi (22 °C) in relativni zračni vlagi 45 ± 5 %.



Slika 1. Krüss Processor Tensiometer K100 (foto: www.kruss.de).

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta,
Oddelek za lesarstvo, Rožna dolina C. VIII/34, Ljubljana
² Kolpa d.d., Rosalnice 5, Metlika

Preglednica 1. Fizikalne lastnosti in komponente proste površinske energije uporabljenih tekočin.

Tekočina	Gostota [kg/m ³]	Viskoznost [mPa s]	Prosta površinska energija [mJm ⁻²]				
			γ	γ^{AB}	γ^{LW}	γ^+	γ^-
Voda ^a	1000	1,0	72,8	51,0	21,8	25,5	25,5
Formamid ^a	1130	3,6	58,0	19,0	39,0	2,28	39,6
Dijodometan ^a	3330	2,8	50,8	0,0	50,8	0,0	0,0

^aPodatki so iz podatkovne zbirke Krüss Processor Tensiometer K100MK2.

Meritve stičnih kotov z uporabo tenziometra temeljijo na enačbi 1, kjer je F sila, ki potiska ali vleče preizkušane, P je obseg omočenega preizkušanca, γ je površinska napetost tekočine, θ je stični kot (tekočina-trdna snov-zrak), ρ je gostota tekočine, A prečni preizkušanca, d je globina potopitve preizkušanca (položaj preizkušanca), g pa je gravitacijska konstanta (Walinder in Johansson, 2001). Če izmerimo silo, ki deluje na preizkušane in globino potopitve preizkušanca, potem lahko določimo stični kot med preizkušancem in tekočino (Kutnar in sod., 2008):

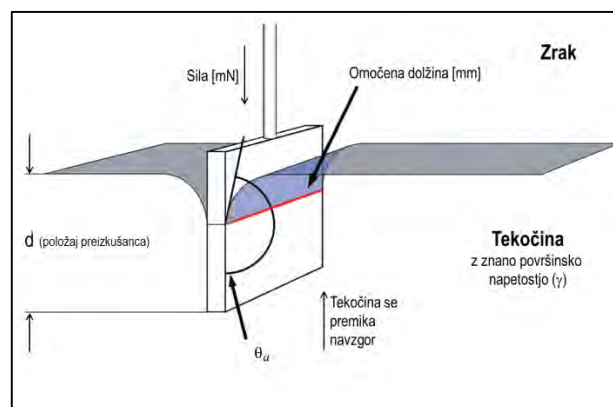
$$F(d) = P\gamma \cos \theta - \rho A d g \quad (1)$$

Hitrost potapljanja preizkušancev smo nastavili na 6 mm/min. Globina potopitve, pri kateri naprava začne z meritvami, je bila 2 mm, globina pri kateri naprava konča z meritvami pa 6 mm. Zaznavna občutljivost aparata na površinski dotik med preizkušancem in tekočino je bila nastavljena na 0,01 g.

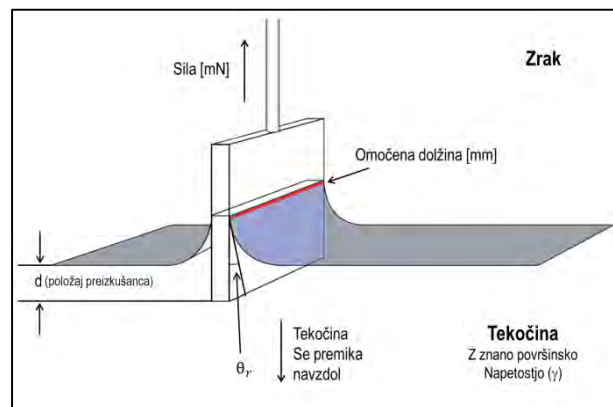
Stične kote Kerrock ploščic z različnimi tekočinami smo pridobili iz grafa izmerjenih sil v odvisnosti od položaja preizkušanca – d (Slika 3). Naklon krivulje, ko preizkušane potapljam v tekočino, določa sprednji stični kot (Slika 2). Zadnji stični kot pa določimo z naklonom krivulje, ko preizkušane vlečemo iz tekočine (Slika 4). V našem primeru smo določili le sprednji stični kot, saj je bil zadnji stični kot 0°.



Slika 2. Sila v odvisnosti od položaja Kerrock preizkušanca med potapljanjem in vlečenjem iz dijudometana.



Slika 3. S potapljanjem preizkušanca v tekočino z znano površinsko napetostjo pridobimo sprednji stični kot (ang. »advancing contact angle«, θ_a).



Slika 4. Pri vlečenju preizkušanca iz tekočine pridobimo zadnji stični kot (ang. »receding contact angle«, θ_r).

Komponente proste površinske energije Kerrocka smo izračunali iz izmerjenih stičnih kotov z uporabo naslednje enačbe (De Meijer in sod., 2000):

$$0,5\gamma_1(1 + \cos\theta) = \sqrt{(\gamma_s^{LW}\gamma_1^{LW})} + \sqrt{(\gamma_s^-\gamma_1^+)} + \sqrt{(\gamma_s^+\gamma_1^-)} \quad (2)$$

Lifshitz-van der Waalovo komponento oziroma nepolarni disperzijski del proste površinske energije (γ_s^{LW}) smo izračunali iz stičnega kota med Kerrockom in dijudometanom (s podpisano številko 1):

$$\gamma_s^{LW} = 0,25\gamma_1^{LW}(1 + \cos\theta)^2 \quad (3)$$

Z znano komponento γ_s^{LW} je možno izračunati kisli (γ_s^+) in bazični (γ_s^-) parameter površinske energije iz stičnih kotov med Kerrockom in vodo (s podpisano številko 2) ter formamidom (s podpisano številko 3) (de Meijer in sod., 2000):

$$\sqrt{\gamma_s^+} = \frac{AF - BD}{CF - CE} \quad (4)$$

in

$$\sqrt{\gamma_s^-} = \frac{BC - AE}{CF - CE} \quad (5)$$

kjer so:

$$\begin{aligned} A &= \gamma_2(1 + \cos\theta) - 2\sqrt{(\gamma_s^{LW} \gamma_2^{LW})} & D &= 2\sqrt{\gamma_2^+} \\ B &= \gamma_3(1 + \cos\theta) - 2\sqrt{(\gamma_s^{LW} \gamma_3^{LW})} & E &= 2\sqrt{\gamma_3^+} \\ C &= 2\sqrt{\gamma_2^-} & F &= 2\sqrt{\gamma_3^-} \end{aligned} \quad (6)$$

Polarno (ali kislinsko-bazično) komponento površinske energije (γ_s^{AB}) dobimo z geometrično sredino dveh parametrov:

$$\gamma_s^{AB} = 2(\gamma_s^+ \gamma_s^-)^{1/2} \quad (7)$$

Skupno površinsko energijo pa z enačbo:

$$\gamma_s = \gamma_s^{LW} \gamma_s^{AB} \quad (8)$$

2.2. Omočenje Kerrocka z lepili za les

Z dinamično metodo Wilhelmyjeve ploščice smo proučevali tudi omočenje Kerrocka z lepili za les. Odločili smo se za uporabo najbolj pogostih lepilnih smol v lesni industriji, zato smo za analizo izbrali:

- urea-formaldehidno (UF) lepilo Lendur 200 (proizvajalec Nafta Lendava d.o.o.),
- melamin-urea-formaldehidno (MUF) lepilo Meldur H97 (proizvajalec Melamin d.d.),
- fenol-formaldehidno (FF) lepilo Borofen B-407/45 (proizvajalec, Fenolit d.d.).



Slika 5. Platinasta ploščica za določevanje površinske napetosti tekočin (levo) in Krüss Processor Tensiometer K100 z lepilnimi smolami UF, MUF in FF (desno).

Pred začetkom ugotavljanja omočenja Kerrocka z lepilnimi smolami smo določili njihovo gostoto in površinsko napetost. Gostoto smo določali s piknometrom, površinsko napetost pa s tenziometrom Krüss Processor Tensiometer K100 z uporabo platinaste ploščice. Z isto napravo smo merili tudi stične kote med Kerrockom in lesom. Meritve so potekale pri sobni temperaturi (22 °C) in relativni zračni vlažnosti $45 \pm 5 \%$.



Slika 6. Merjenje površinske napetosti FF lepila z uporabo platinaste ploščice (levo) in merjenje stičnega kota med Kerrockom in FF lepilom (desno).

2.3. Merjenje hrapavosti Kerrock plošč

Z napravo Mitutoyo SurfTest-211 smo izmerili hrapavost grobo brušene strani Kerrock plošče. Meritve smo izvedli po DIN standardu s 25 mm dolgo merilno razdaljo. Na vsaki plošči smo izvedli po 5 meritev, skupno 15 meritev. Tako smo pridobili podatke za aritmetično sredino globine raze (R_a) in maksimalno globino raze (R_{max}).

2.4. Lepljenje lesa in Kerrocka ter preizkušanje strižne trdnosti lepilnega spoja

Uporabili smo standardne, enobarvne (barva 108) Kerrock plošče (12 mm debele, dimenzije 120 mm x 500 mm) in bukove lamele brez napak (5 mm debele, dimenzije 130 mm x 500 mm). Vlažnost lesa je bila 10,6 %, določili pa smo jo po standardu SIST EN 13183-1:2003. Za lepljenje Kerrocka z lesom smo uporabili ista lepila kot pri predhodnih raziskavah. Pri UF lepilu smo uporabili v vodi raztopljen katalizator amonijev sulfat, pri MUF lepilu pa amonijev formiat (AF 3,3). Pri FF lepilu katalizator ni bil potreben. Sestava lepilne mešanice za posamezna lepila je podana v preglednici 2.

Na lesene lamele smo nanесли 200 g/m² lepilne mešanice, nanje pa položili Kerrock plošče tako, da je bila groba stran plošče v stiku z lepilom. Lepljenec smo dali v vročo stiskalnico in jih stisnili. Parametri stiskanja so podani v preglednici 2. Po preteku predvidenega časa stiskanja smo plošče vzeli iz stiskalnice in jih ohladili pri sobni temperaturi. Štiriindvajset ur po stiskanju smo plošče po prilagojenem standardu SIST-TS CEN/TS 13354 (2004) razžagali na preizkušance za ugotavljanje strižne trdnosti lepilnega spoja in jih nato sedem dni klimatizirali pri standardnih pogojih ($65 \pm 5 \%$ zračne vlažnosti, 22 °C).

Preglednica 2. Sestava lepilne mešanice in parametri stiskanja za UF, MUF in FF lepila.

Lepilo	Sestava lepilne mešanice (deli)			Parametri stiskanja		
	Smola	Katalizator	Voda	P [bar]	T [°C]	t [min]
UF (L-200)	96	1	3	15	120	7
MUF (H 97)	98	2		15	140	9
FF (B-407/45)	100	0	0	15	150	12

Preizkus strižne trdnosti lepilnega spoja s tlačno obremenitvijo smo opravili na stroju Zwick Z100, podatke pa smo obdelali s statističnim programom R in Microsoft Excel.

3. Rezultati in razprava

3.1. Prosta površinska energija Kerrocka

Najvišje stične kote smo zabeležili med Kerrockom in demineralizirano vodo (v povprečju 82,19°), sledita formamid (62,62°) in dijodometan (40,66°) (Preglednica 3). Kerrock torej bolje omoči nepolarna tekočina z nizko površinsko napetostjo (kot je dijodometan), omočenje s polarnima tekočinama (formamid in demineralizirana voda) pa je bistveno slabše.

Preglednica 3. Sprednji stični kot med Kerrockom in različnimi tekočinami.

Št. meritve	Stični kot θ_a [°]		
	Dijodometan	Formamid	Demin. voda
Povprečje	40,66	62,62	82,19

Prosta površinska energija Kerrocka znaša 39,7 mJ/m². Nepolarna komponenta (γ^{LW}) znaša 39,3 mJ/m², polarna (γ^{AB}) pa 0,4 mJ/m². Elektron akceptorska (kislina) komponenta (γ^+) znaša 0,0 mJ/m², elektron donorska (bazična) komponenta (γ^-) pa 6,1 mJ/m² (Preglednica 4).

Preglednica 4. Izračunana prosta površinska energija.

Podlaga	Prosta površinska energija [mJ/m ²]				
	γ^{LW}	γ^{AB}	γ^+	γ^-	γ
KERROCK	39,3	0,4	0,0	6,1	39,7

Največji vpliv na površinsko energijo Kerrocka imata PMMA in ATH, saj sta tudi njegovi najpomembnejši sestavini. V literaturi ni bilo moč najti podatka o prosti površinski energiji Kerrocka ali njemu podobnih materialov, lahko pa primerjamo ugotovitve avtorjev, ki so proučevali površinske energije njegovih glavnih sestavin. PMMA ima na svoji površini zelo nepolarne metilne (-CH₃) skupine, vendar pa so na isti površini prisotne tudi hidrofilne (polarne) estrske skupine, ki zmanjšajo stični kot PMMA z vodo celo do 68° (Ma in sod., 2007). V literaturi so dostopni podatki o vrednostih proste površinske

energije PMMA med 40,6 in 41,9 mJ/m² (Radelczuk in sod., 2002), kar je za 0,9 do 2,2 mJ/m² več od proste površinske energije Kerrocka, ki smo jo izmerili. Večje razlike se pojavijo pri ostalih komponentah proste površinske energije, predvsem pri elektron-donorski komponenti (γ^-). Ugotavljamo, da je površina Kerrocka monopolarna, oziroma izraža le elektron-donorske interakcije (γ^-), medtem ko elektron-akceptorskega parametra ni moč zaznati, kar se ujema z ugotovitvami avtorjev, ki so proučevali površinsko energijo PMMA (Chibowski in sod., 2002; Radelczuk in sod., 2002). O površinski energiji ATH pa je v literaturi zelo malo podatkov. Bunker in sod. (2008) so z metodo inverzne plinske kromatografije izračunali, da površinska energija ATH znaša 215 mJ/m², delo adhezije med PMMA in ATH pa po podatkih istih avtorjev znaša 140 mJ/m².

Sodeč po teh podatkih lahko sklepamo, da je PMMA v proučevanih ploščah Kerrocka popolnoma prekril ATH delce.

Na proučevanje proste površinske energije PMMA pa ima pomemben vpliv tudi relativna zračna vlažnost eksperimentalnega okolja. Holysz in sod. (2008) so pri 15 % relativni vlažnosti zabeležili le 35,5 mJ/m² proste površinske energije, pri 35 % relativni zračni vlažnosti pa 37,5 mJ/m² proste površinske energije. Z nadaljnjim dvigom relativne zračne vlažnosti pa prosta površinska energija linearno upada. Slednje si razlagamo z zmanjšano elektron-donorsko interakcijo med vodo in PMMA.

Pri ugotavljanju kompatibilnosti Kerrocka in lesa so pomembne tudi lastnosti proste površinske energije lesa. V Preglednici 5 so podane vrednosti komponent proste površinske energije lesa bukve (Gerardin in sod., 2007). Prosta površinska energija bukve je v primerjavi s Kerrockom za 18,9 mJ/m² večja.

Pri površinski energiji bukve je zaznavna elektron-akceptorska komponenta (γ^+), ki je pri Kerrocku nezaznavna, večja pa je tudi vrednost elektron-donorske komponente. Verjetno najpomembnejša razlika pa je v polarni komponenti (γ^{AB}), ki je pri Kerrocku 0,4 mJ/m², pri lesu bukve pa 9,1 mJ/m².

Preglednica 5. Komponente proste površinske Energije in skupna površinska energija lesa bukve (Gerardin in sod., 2007).

Drevesna vrsta	Prosta površinska energija (mJ m ⁻²)				
	γ^{LW}	γ^{AB}	γ^+	γ^-	γ
Bukev	49,5	9,1	1,5	13,5	58,6

3.2. Omočenje Kerrocka z lepili za les

Najvišjo povprečno površinsko napetost med proučevanimi lepili je imelo lepilo MUF (73,34 mJ/m²), pri katerem smo izmerili tudi najvišjo gostoto (1271 kg/m³). Povprečna površinska napetost UF je bila 72,27 mJ/m², njegova gostota pa 1286 kg/m³. FF lepilo je imelo najmanjšo površinsko napetost (51,21 mJ/m²) in najnižjo gostoto (1190 kg/m³).

Lepili UF in MUF omočita Kerrock, saj je njun stični kot s tem kompozitnim materialom manjši od 90°. Pri MUF lepilu smo zabeležili najmanjši stični kot (79,86°), vendar pa je potrebno opozoriti, da so med meritvami velike razlike, saj je najnižji izmerjeni stični kot znašal 70,52°, najvišji pa kar 91,46°. Povprečna vrednost stičnega kota med FF lepilom in Kerrockom je na meji omočljivosti, saj znaša 90,62° (Preglednica 6).

3.3. Hrapavost Kerrock plošč

Povprečna aritmetična sredina raze (R_a) je znašala 7,8 μm, povprečna maksimalna globina raze (R_{max}) pa je znašala 57,6 μm.

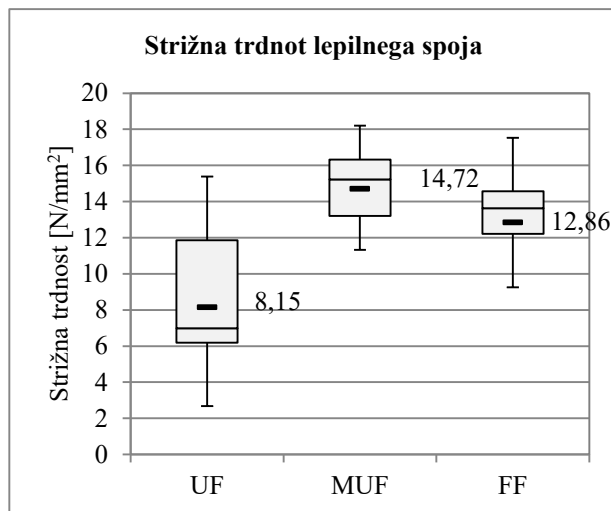
3.4. Strižna trdnost lepilnega spoja

Najvišjo povprečno vrednost strižne trdnosti lepilnega spoja med Kerrockom in lesom smo ugotovili pri lepljencih z MUF lepilom (14,72 N/mm²), kjer je bil tudi najnižji standardni odklon (Slika 7). Sledili so lepljenci z FF lepilom (12,86 N/mm², standardni odklon: 2,96 N/mm²), najnižje strižne trdnosti lepilnega spoja pa smo ugotovili pri lepljencih z UF lepilom (8,15 N/mm²), ki so imeli tudi najvišji standardni odklon (3,53 N/mm²). Pri vseh preizkušancih je prišlo do loma po lepilnem spoju.

Izmed vseh lepljencev le UF spoji niso dosegli povprečne vrednosti, ki jo zahteva standard (10,00 N/mm²). Analiza variance je pokazala, da obstajajo statistično značilne razlike z 99 % stopnjo zaupanja med preizkušanci z UF in MUF lepilom, ter med lepljenci z UF in FF lepilom. Med preizkušanci z MUF in FF lepilom ni statistično značilnih razlik.

Ugotovitve se delno ujemajo z rezultati omočenja Kerrocka z UF, MUF in FF. Najboljše omočenje smo namreč zabeležili pri MUF lepilu, ki je razvilo tudi najmočnejši lepilni spoj. Pri FF smo ugotovili slabo omočenje, a je kljub temu povprečna trdnost lepilnega spoja pri tem lepilu bila dobra, oziroma kar za več kot

4 N/mm² večja od povprečne strižne trdnosti UF lepilnega spoja. To je seveda posledica lastnosti samih lepil, saj je znano, da je popolno utrjen FF lepilni spoj trden, tog in duromeren, medtem ko je utrjena UF smola sicer trdna, a krhka.



Slika 7. Strižna trdnost suhih spojev lepljenih z UF, MUF in FF lepilom.

4. Sklepi

Ugotovili smo, da je z lepili, ki se pogosto uporabljajo v lesni industriji, mogoče lepiti Kerrock in les. Ugotovili smo, da dobro omočenje ne pomeni nujno tudi dobre adhezije med Kerrockom in lesom. Zaradi tega sklepamo, da sta glavna dejavnika, ki vplivata na adhezijo med Kerrockom in lesom mehanske lastnosti utrjenega lepilnega spoja (njegova togost oziroma krhkost) in hrapavost površine Kerrocka.

Zahvala

Prispevek je nastal v okviru projekta KROP Kolpa d.d. - 000477, ki so ga financirali Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo (MGRT), Evropska unija ter podjetje Kolpa, proizvodnja in predelava plastičnih mas, d.d., Metlika in v okviru raziskovalnega programa P4-0015 »Les in lignocelulozni kompoziti«, ki ga financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS.

Preglednica 6. Povprečne vrednosti površinske napetosti lepil UF, MUF in FF ter stični koti med njimi in kompozitnim materialom Kerrock.

Lepilo	Gostota [kg/m ³]	Površinska napetost [mJ/m ²]			Stični kot med Kerrockom in lepilom [°]			
		Meritev		Povprečje	Meritev			Povprečje
		1	2		1	2	3	
UF	1268	72,21	72,34	72,27	84,30	90,75	85,81	86,95
MUF	1271	73,32	73,35	73,34	70,52	77,56	91,49	79,86
FF	1190	51,38	51,04	51,21	91,49	89,85	90,51	90,62

Literatura

1. Bunker S. P., Alsina M. F., Mundra M. K., Guerra S. 2008. Investigation of cracking behavior of halogen free flame retardant systems. International wire and cable symposium: proceedings of the 57th IWCS. http://iwcs.omnibooksonline.com/data/papers/2008/4_2.pdf (april 2013).
2. Chibowski E., Ontiveros-Ortega A., Perea-Carpio R. (2002). On the interpretation of contact angle hysteresis. *Journal of adhesion science and technology*, 16 (10). Str.: 1367-1404.
3. De Meijer M., Haemers S., Cobben W., Militz H. (2000). Surface energy determinations of wood: Comparison of methods and wood species. *Langmuir*, 16(24). Str.: 9352-9359.
4. Gerardin P., Petric M., Petrissans M., Lambert J., Ehrhardt J. J. 2007. Evolution of wood surface free energy after heat treatment. *Polymer degradation and stability*, 92 (4). Str.: 653-657.
5. Holysz L., Chibowski E., Terpilowski K. 2008. Influence of ambient humidity on the apparent surface free energy of poly(methyl methacrylate) (PMMA). *Contact Angle, Wettability and Adhesion*, Vol. 5. Mittal K. L. Zeist, VST, str.: 95 – 111.
6. Kutnar A., Kamke F. A., Petric M., Šernek M. 2008. The influence of viscoelastic thermal compression on the chemistry and surface energetics of wood. *Colloids and Surfaces a-Physicochemical and Engineering Aspects*, 329 (1-2). Str.: 82-86.
7. Ma Y., Cao X. Y., Feng X. J., Ma Y. M., Zou H. 2007. Fabrication of superhydrophobic film from PMMA with intrinsic water contact angle below 90 degrees. *Polymer*, 48 (26). 7455-7460.
8. Radelczuk, H., Holysz L., Chibowski E. 2002. Comparison of the Lifshitz–van der Waals/acid–base and contact angle hysteresis approaches for determination of solid surface free energy. *Journal of Adhesion Science & Technology*, 16 (12). Str.: 1547-1568.
9. SIST-TS CEN/TS 13354. 2004. Masivne lesne plošče – Kakovost zlepljenosti – Preskusna metoda: 10 str.
10. Walinder, M. E. P., Johansson I. 2001. Measurement of wood wettability by the Wilhelmy method - Part 1. Contamination of probe liquids by extractives. *Holzforschung*, 55, str.: 21-32.

