

ROČNÍK/VOL. LXXII
ROK/YEAR 2019

3



Hutnické listy

METALLURGICAL
JOURNAL

ODBORNÝ ČASOPIS PRO METALURGII A MATERIÁLOVÉ INŽENÝRSTVÍ
PROFESSIONAL PERIODICAL FOR METALLURGY AND MATERIAL ENGINEERING

WWW.HUTNICKELISTY.CZ
ISSN 0018-8069



IRON AND STEELMAKING 2019

MODERN METALLURGY

XXVIII. INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE

23. - 25. OKTÓBER 2019

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH, FAKULTA MATERIÁLOV, METALURGIE A RECYKLÁCIE, ÚSTAV METALURGIE
VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA, FAKULTA MATERIÁLOVĚ-TECHNOLOGICKÁ, KATEDRA METALURGIE
A SLÉVÁRENSTVÍ

POLITECHNIKA SLASKA, KATEDRA METALURGII EKSTRAKCYJNEJ I OCHRONY ŚRODOWISKA

Cieľ konferencie

Cieľom konferencie je vytvoriť priestor pre prezentáciu najnovších poznatkov a trendov vo vede a technickom rozvoji v oblasti hutníctva. Už tradične sa jedná o stretnutie odborníkov vedecko-výskumných inštitúcií, ako aj zástupcov priemyselnej praxe.

V rámci konferencie je možné oboznámiť sa s najnovšími trendmi v oblasti výroby železa a ocele. Tento ročník je rozšírený o nové, rovnako atraktívne oblasti, týkajúce sa energetických premien v priemysle, ako aj oblasti neželezných a nekovových materiálov.

Konferencia Iron and Steelmaking 2019 ponúka okrem svojej vysokej odbornej úrovne aj priestor pre vzájomné prepojenie vedeckej komunity s odbornou praxou.

Rokovacími jazykmi sú slovenský, český, poľský a anglický jazyk (bez tlmočníka).

Miesto konania

Wellness Hotel Chopok **** v stredisku Jasná, Nízke Tatry je postavený na zážitkoch. Hotel ponúka 2 bazény, 2 saunové svety, dvojnásobný relax.

(<https://www.hotelchopok.sk>)

GPS súradnice: N: 49.019817 E: 19.576896

Konferenčné poplatky

Platba bankovým prevodom do **28. 7. 2019**

Dvojposteľová izba: **380 EUR**

V prípade záujmu o **jednopošteľovú izbu: 480 EUR**

Konferenčný poplatok zahŕňa **all inclusive služby**: publikačné náklady, úhradu ďalších konferenčných materiálov a služieb, stravovanie počas celej doby konferencie, ubytovanie, občerstvenie v priebehu odborného programu, wellness - vstup do saunového sveta.

Sekcie konferencie

1. Iron and Steelmaking / Výroba surového železa a ocele
2. Energy Transformation in Industry / Energetické premieny v priemysle
3. Non Ferrous and Non - Metallic Materials / Neželezné a nekovové materiály

Dôležité termíny

od 25. 3. 2019 - spustenie webu na registráciu účastníkov

do 28. 7. 2019 - zaslanie záväznej prihlášky na konferenciu, spolu s názvom príspevku, cez webovú stránku konferencie

do 28. 7. 2019 - uhradenie konferenčného poplatku

do 15. 9. 2019 - zaslanie referátov v podobe „camera ready“ (formát *.doc alebo *.docx a súčasne *.pdf) na

e-mail: peter.demeter@tuke.sk

do 1. 10. 2019 - zverejnenie definitívneho programu konferencie a zoznamu prednášok

Kontakt

doc. Ing. Branislav Bulko, PhD.

garant konferencie

branislav.bulko@tuke.sk

+421 55 602 3169; +421 948 122 166

doc. Ing. Dana Baricová, PhD.

organizačný garant konferencie

dana.baricova@tuke.sk

+421 55 602 2755; +421 918 844 754

Registrační číslo / Registration Number
MK ČR E 18087

Mezinárodní standardní číslo / International Standard Serial Number
ISSN 0018-8069

Vydavatel / Publisher

OCELOT s.r.o.
Pohraniční 693/31, 706 02 Ostrava-Vítkovice
IČ: 49245848, DIČ: CZ-49245848
Registrace v obchodním rejstříku Krajského soudu v Ostravě, oddíl C, vložka 30879

Redakce / Editorial Office

OCELOT s.r.o.
Redakce časopisu Hutnické listy
Pohraniční 693/31, 706 02 Ostrava-Vítkovice
Česká republika

Vedoucí redaktor / Chief Editor

Mgr. Šárka Seidlerová
tel.: +420 731 181 238
e-mail: seidlerovas@seznam.cz

Technický redaktor / Technical Editor

Ing. Jan Pošta, CSc.
tel.: +420 608 421 162
e-mail: j.posta@seznam.cz

Grafický redaktor / Graphic Editor

Ing. Dana Horáková
tel.: +420 777 047 666
e-mail: hutnicke.listy@seznam.cz

Task / Printing

Printo, spol. s r.o.
Gen. Sochora 1379
708 00 Ostrava-Poruba

Grafika titulní strany / Graphic design of the title page

Miroslav Juřica, e-mail: grafik@konstrukce.cz

Podkladová fotografie / Underlying photograph

Mgr. Viktor Mácha, e-mail: viktor.macha@centrum.cz

Redakční rada – Předseda / Editorial Board – Chairperson

prof. Ing. Jana Dobrovská, CSc.

VŠB – Technická univerzita Ostrava, Ostrava, Česká republika

Členové / Members

prof. dr. hab. inž. Leszek Blacha
prof. dr. hab. inž. Henryk Dyja
prof. Peter Filip, Ph.D., D. Sc.
prof. Kaishu Guan, Ph.D.

Ing. Henryk Huczala
prof. Ing. Vojtěch Hrubý, CSc.
prof. Ing. František Kavička, CSc.
prof. Terry C. Lowe, PhD

Ing. Ludvík Martínek, Ph.D.
prof. dr. hab. Maria Nowicka-Skowron
prof. Ing. Ludovít Parířák, CSc.
Ing. Vladimír Toman
Ing. Zdeněk Vašek, Ph.D.
prof. Wei Sun
doc. Ing. Markéta Tkadlecková, Ph.D.

Politechnika Śląska, Katowice, Polsko
Politechnika Częstochowska, Częstochowa, Polsko
Southern Illinois University, Carbondale, USA
School of Mechanical and Power Engineering, East China University of Science and Technology, Shanghai, China
TRINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s., Třinec, Česká republika
Univerzita obrany, Brno, Česká republika
Vysoké učení technické v Brně, Brno, Česká republika
George S. Ansell Dept. of Metallurgical and Materials Engineering
Colorado School of Mines, USA
ŽDAS, a.s., Žďár nad Sázavou, Česká republika
Politechnika Częstochowska, Częstochowa, Polsko
ŽP VVC s.r.o., Podbrezová, Slovenská republika
Hutnictví železa, a.s., Praha, Česká republika
ArcelorMittal Ostrava, a.s., Ostrava, Česká republika
University of Nottingham, Faculty of Engineering, UK
VŠB – Technická univerzita Ostrava, Ostrava, Česká republika

Abstrakty hlavních článků jsou publikovány v české, slovenské a anglické verzi na webových stránkách Hutnických listů.

Časopis vychází 6x ročně. Cena jednotlivého čísla 200 Kč. K ceně se připočítává DPH. Roční předplatné základní 1190 Kč, studentské 20 % sleva proti potvrzení o studiu. K předplatnému se připočítává poštovné vycházející z dodávek každému odběrateli. Po dohodě se zahraničními odběrateli je možno stanovit cenu v Euro (€) jako souhrnnou včetně poštovného. Předplatné se automaticky prodlužuje na další období, pokud je odběratel jeden měsíc před uplynutím abonentního období písemně nezruší prostřednictvím listinné nebo elektronické pošty. Objednávky na předplatné přijímá redakce nebo SEND Předplatné, spol. s r.o., Ve Žlíbku 1800/77, hala A3, 193 00 Praha 9-Horní Počernice, Česká republika (+420 225 985 225, send@send.cz). Informace o podmínkách publikace, inzertní a reklamní podává redakce. Za původnost příspěvků, jejich věcnou a jazykovou správnost odpovídají autoři. Podklady k tisku redakce přijímá v elektronické podobě. Recenzní posudky jsou uloženy v redakci. Žádná část publikovaného čísla nesmí být reprodukována, kopírována nebo elektronicky šířena bez písemného souhlasu vydavatele.

Etický kodex

Časopis Hutnické listy se při svém vydávání řídí etickým kodexem, který stanovuje pravidla pro publikaci příspěvků. To se týká jak posuzování autorských příspěvků, tak následného recenzního řízení. Jeho zněním jsou povinni se řídit autoři, recenzenti i redakce. (Celé znění etického kodexu je zveřejněno na www.hutnickelisty.cz)

© OCELOT s.r.o., 2019

Časopis je zařazen Radou vlády ČR pro výzkum a vývoj do seznamu recenzovaných neimpaktovaných periodik vydávaných v ČR a do mezinárodní databáze CSA Materials Research Database with METADEX, spravované firmou ProQuest, USA.

Abstracts of the main articles are published in Czech, Slovak and English version at the web site of the Metallurgical Journal.

The journal is published 6 times a year. Price of a single issue is CZK 200 without VAT. Net price of basic annual subscription is CZK 1190, student have 20% discount against the confirmation of study. Forwarding cost (postage) is added to the net price of subscription. Upon agreement with the foreign customers the subscription price, including postage, can be paid in Euro. Subscription is automatically renewed for the next year, unless the customer does not cancel it at the latest one month before the expiry of the subscription period in writing or by electronic mail. Orders are to be sent to the Editorial Office or SEND Předplatné, spol. s r.o., Ve Žlíbku 1800/77, hala A3, 193 00 Praha 9-Horní Počernice, Czech Republic (+420 225 985 225, send@send.cz). Editorial Office provides also information on the conditions of publication of articles and on conditions of advertising.

The authors bear the responsibility for the originality of their articles and for their factual and linguistic accuracy. Editorial Office accepts the articles in electronic form. Peer reviews are archived in the Editorial Office. No part of the published issues may be reproduced or electronically distributed without written permission of the publisher.

Ethical code

The learned journal Hutnické listy (Metallurgical journal) is governed by an ethical code that sets out rules for the publication of papers. This concerns both the assessment of author's papers and the subsequent peer-review process. The authors, reviewers and editors are must follow its wording. (The full text of the Ethical code is published at our website www.hutnickelisty.cz)

© OCELOT s.r.o., 2019

The journal was included by the Government Council for Research and Development of the Czech Republic into the list of non-impacted peer-reviewed journals published in the Czech Republic. Abstracts of its articles make part of the international database "CSA Materials Research Database with Metadex", administered by the database centre ProQuest, USA.

Obsah / Content

Hlavní články (recenzovaná část) / Principal Papers (Peer-reviewed Part)

Recenzované vědecké články / Peer-reviewed Scientific Papers

*doc. Ing. Martin Vlado, CSc.; doc. Ing. Miloslav Lupták, PhD.; Ing. Marta Harničárová, PhD.;
doc. Ing. Jan Valíček, Ph.D.; doc. RNDr. Milena Kušnerová, Ph.D.; doc. Ing. Róbert Bidulský, PhD.
Ing. Róbert Kočíško, PhD.* 3

Numerical Simulations of Longitudinally Rolled Plates with Artificially Introduced Defects
Numerické simulácie pozdĺžne valcovaných plechov s umelo vnesenými chybami

doc. Ing. Petr Besta, Ph.D.; Ing. Jan Bezecný; Ing. Martin Lampa, Ph.D.; Ing. Alena Michalíková 12

Possibilities of Evaluation of Complex Quality of Ore Raw Materials Using Managerial Decision-making Tools
Možnosti hodnocení komplexní kvality rudných surovin při využití manažerských rozhodovacích nástrojů

Recenzované výzkumné články / Peer-reviewed Research Papers

Ing. Tomáš Malčic 16

Metody procesní analýzy expedice hotových výrobků v hutním podniku
Methods of Process Analysis of the Shipment of Final Products of in the Metallurgical Enterprise

Informační články / Informative Articles

Zprávy z Ocelářské unie a.s. / Information of Steel Union a.s.

Ondřej Štec 25
Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2018 a 2019

Ze života škol / Information on Activities of Universities

Študentská vedecká odborná konferencia Metalurgia 2019 26
S históriou na cesty. Slovenská železná cesta na Fakulte materiálov, metalurgie a recyklácie TU v Košiciach 27
Centrum nanotechnológií VŠB-TUO má nový mikroskop 28

Historie hutnictví / History of Metallurgy

Ing. Ladislav Jilek, CSc.; Ing. Jan Počta, CSc. 29
Jazykové stopy hutnických dovedností

Nová literatura / New Literature

Jaroslav Fiala, Helmar Frank, Ivo Kraus 33
Elektronová struktura a reaktivita povrchů a rozhraní (Recenze prof. Ing. Petr Louda, CSc.)

Hutnictví ve světě / Metallurgy in the World

35

Dodavatelé příspěvků ve všeobecné části

- Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta materiálově-technologická • TU v Košiciach
- Centrum nanotechnológií VŠB-TUO • Ocelářská unie a.s. • redakce

Inzerce

- Česká společnost pro nedestruktivní testování • TANGER, spol. s r.o.; VŠB – Technická univerzita Ostrava, Katedra tepelné techniky

Recenzované vědecké články

Numerical Simulations of Longitudinally Rolled Plates with Artificially Introduced Defects

Numerické simulácie pozdĺžne valcovaných plechov s umelo vnesenými chybami

doc. Ing. Martin Vlado, CSc.¹; doc. Ing. Miloslav Lupták, PhD.¹; Ing. Marta Harničárová, PhD.^{2,3,4}; doc. Ing. Jan Valíček, Ph.D.^{2,3,4}; doc. RNDr. Milena Kušnerová, Ph.D.^{2,4}; doc. Ing. Róbert Bidulský, PhD.¹; Ing. Róbert Kočíško, PhD.¹

¹ Technical University of Košice, Faculty of Metallurgy, Letná 9, 042 00 Košice, Slovak Republic

² VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Materials Science and Technology, Regional Materials Science and Technology Centre RMTVC, 17. listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava-Poruba, Czech Republic

³ Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Engineering, Tr. A. Hlinku 2, Nitra, 949 76, Slovak Republic

⁴ Institute of Technology and Business in České Budějovice, Faculty of Technology, Department of Mechanical Engineering, Okružní 10, 370 01 České Budějovice, Czech Republic

The paper presents numerical simulations of a longitudinal rolling process of the flat sheets with artificially introduced defects. The primary goal of the rolling process consists in ensuring production of a correct profile, free of defects, with good surface quality. The simulations were made in the DEFORM complex program. Low carbon steel grade S690Al was the target material used in this investigation. Defect formation is one of the problems that might occur during the rolling process. Defects of hole type (on the surface and below the surface) and U- and V-notch types were introduced to a steel specimen. The processes of longitudinal hot rolling and cold rolling processes were simulated on such prepared material. During the simulation process, the effect of heat-deforming parameters on the behaviour of different types of defects was observed.

Key words: numerical simulations; surface and subsurface defects; hot rolling; cold rolling

Článok prezentuje numerické simulácie pozdĺžne valcovanej plochej produkcie – plechov s umelo vnesenými chybami. Pozornosť je zameraná na sledovanie vplyvu zvolených režimov valcovania na vývoj zadefinovaných defektov, a teda v konečnom dôsledku na výslednú (predovšetkým povrchovú a podpovrchovú) kvalitu predmetných vývalkov. Chyby v liatých brámach môžu byť v princípe technológiami valcovania rozvíjané alebo obmedzované, čo závisí hlavne od druhu a veľkosti primárnych defektov a zvolených parametrov valcovania. Simulácie sa previedli v programe DEFORM; vo výskumných prácach sa uvažovala nízkouhlíková oceľ S690Al. Do zvoleného experimentálneho materiálu boli vnesené umelé chyby typu: diery a vruby tvaru V a U, ktoré mali rôzny tvar, veľkosť a polohu. Proces valcovania za tepla sa simuloval pri teplotách deformácie 1200 a 900°C, pričom pri daných deformačných teplotách sa aplikoval pomerný stupeň deformácie 10 a 50 %. Simulácia procesu valcovania za studena sa realizovala v podmienkach: teplota deformácie 23°C, pomerný stupeň deformácie 10 %. Pri uvedených simulovaných tepelne-deformačných podmienkach bol sledovaný ich vplyv na chovanie predmetných umelo vnesených defektov na povrchu a pod povrchom skúšaného – sledovaného oceľového materiálu pravouhlého prierezu. Dosiahnuté výsledky získané z numerickej simulácie boli konfrontované s reálnym valcovaním (fyzikálnou simuláciou) v laboratórnych podmienkach, ktoré sa realizovalo na laboratórnej valcovacej stolici DUO 210.

Kľúčové slová: numerické simulácie; povrchové a podpovrchové defekty; valcovanie za tepla; valcovanie za studena

The rolling of flat products is a complex and challenging process as it is one of the initial metal-forming processes. The key to attaining a desired shape and properties consists in controlling the rolling process. With a simulation tool, the complex rolling process can be precisely simulated also for various production scenarios. It helps to quickly identify quality problems and to initiate effective processing improvements.

Recently, different numerical methods were used for the analysis of forming processes as follows: Sachs slab method – SLAB, upper bound element technique – UBET, slip-line field – SLF, finite element method – FEM [1] which were implemented to either special or universal software products. The FEM method has found the best application for the simulation of rolling processes, which is evidenced by a large number of publications: FEM

analyses of a rolling process with tracking process variables, the geometry of rolled products and defects generated during the production of steel products. The authors [2 – 4] analysed the geometry of a slab during the multi-pass V-H hot rolling process. The authors [5] present the metal flow during the rolling of bimetallic rods in the round-oval series. The thermomechanical analysis of the hot continuous rolling process was studied by SUI Feng-li [6]. The author [7] analysed the contact conditions where a layer of a thin friction element between the roller and the workpiece was introduced to consider the contact friction. In the article [8], the ALE formulation was used for the calculation of steady-state, which was applied to modelling slitting and shape rolling processes. An elastic-plastic finite element formulation was used by LIU Xiang-hua [9] to investigate the effect of the elastic deformation of rolls, the plastic deformation of a strip, and the pressure between the work roll and the backup roll. The authors [10, 11] analysed the cold rolling process of a thin sheet, which was simulated by a two-dimensional rigid-plastic finite element method [FEM] to find out local penetration of plastic deformation during thin sheet rolling. The material processing by an asymmetric rolling [ASR] technique from the point of view of numerical simulations was discussed in the paper.

YU Hai-liang simulated the behaviour of transversal cracks on the surface of a slab corner during vertical and horizontal rolling processes (V-H process) by an explicit dynamic finite element method where, in the paper [11, 12], he analysed the closure and the growth of a crack and the contact pressure on surfaces of the crack in the contact zone between the slab and the roll, and the author [13] watched the crack tip stress in the whole rolling process. The author [11] analysed the behaviour of a transversal crack notched on a slab corner during a vertical-horizontal rolling process where the crack tip stress in the whole rolling process was observed. In the articles [14, 15], a FEM method was used to analyse the crack propagation in terms of a wheel/rail rolling contact fatigue problem.

Defects of steel inputs for final forming operations are a source of reduced or poor quality of finished products. Surface and subsurface defects of continuously cast slabs intended for the rolling of sheets and strips affect their quality distinctly, in particular by preserving initial defects, or through the development of the initial defects in the forming process into a different defect type [16 – 20].

Sources of potential surface defects affect any point of the production cycle, namely at the level of steel making and casting, as well as at the level of rolling mill. The most important surface defects or initiators of superficial defects arising during the steel making and casting processes are: inclusions, bubbles, scars, lines of aluminium oxide, holes, longitudinal and edge cracks.

Defects in continuously cast slabs are mostly developed or restricted by rolling technologies, depending on the type and size of initial defects and used rolling parameters [20].

The risk of occurrence of surface defects at the level of rolling mill is relatively high. While heating and rolling

the slabs, the following typical surface defects may occur: gouges, thermal cracks, scales, roll marks, scratches, and others.

This paper is aimed at tracking and evaluating the behaviour of artificial defects introduced into a flat steel specimen (a simulated input representative – a continuously cast slab) during its plastic deformation (a simulation of rolling the slab) upon selected process parameters based on numerical simulations.

1. Simulations

The rolling process was simulated using the program DEFORM. Low carbon steel of a rectangular cross-section in the state after continuous casting (from the range of the DEFORM database: S690Al steel) was considered. Limits of significant alloying elements: Cr ≤ 0,30 %; Cu ≤ 2,0 %; Mo ≤ 0,5 %; Ni ≤ 2,0 %; V ≤ 0,1 %; Ti ≤ 0,10 %. Yield Strength: 690 MPa; Tensile Strength: 760 – 930 MPa. The simulations took place in two stages. In the first stage, the defects of the surface oval hole and surface round hole types were applied to the specimen. In the second stage, the defects of U- and V-shaped notches and subsurface round hole types were applied to the specimen. The position and shape of those defects are documented in Figs. 1 and 2.

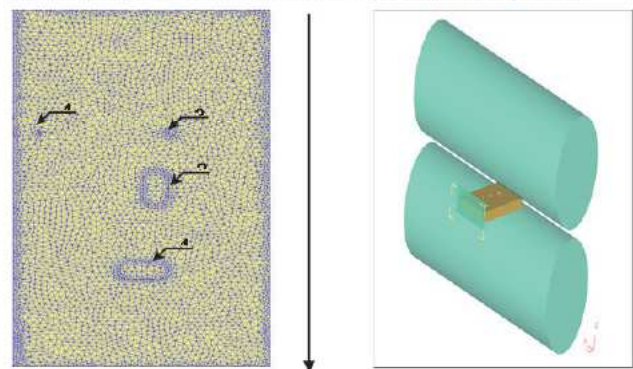


Fig. 1 Location of oval and round holes before the first simulation stage with the indicated direction of rolling

Obr. 1 Poloha oválnych a kruhových dier z prvej časti experimentu pred valcovaním a naznačený smer valcovania

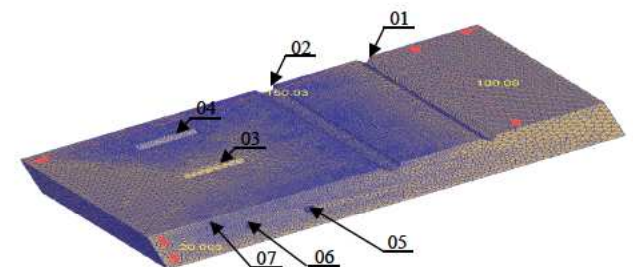


Fig. 2 Location of U- and V-shaped notches and subsurface round holes before the second simulation stage

Obr. 2 Poloha vrubov tvaru U a V a podpovrchových kruhových dier z druhej časti experimentu pred valcovaním

Fig. 3 indicates corresponding dimensions of the defects. During the rolling process simulation, changes in shape and size of defects occurred as shown in Tabs. 1 and 2. The round hole marked by the number 4 has not been evaluated, namely because of its small size.

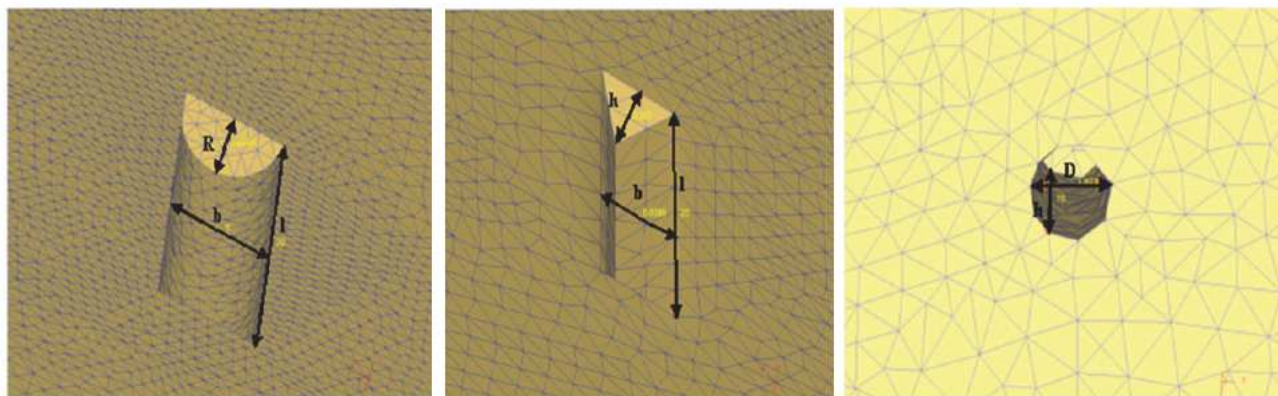


Fig. 3 A general indication of the dimensions of defects of U- and V-shaped notches and the round hole types

Obr. 3 Všeobecné označenie rozmerov chýb typu vruby U a V a kruhové diery

Tab. 1 Dimensions of defects of oval and round hole types in the first simulation stage before and after rolling at various temperatures of deformation and degrees of deformation

Tab. 1 Rozmery chýb typu oválne a kruhové diery z prvej časti experimentu pred a po valcovaní pri rôznej teplote deformácie a stupni deformácie

Defect No.	Change in dimensions of defects after rolling	Dimensions before rolling (mm)	Dimensions after rolling in (mm)							
			T_{ϵ} 1200°C	ϵ 10%	T_{ϵ} 900°C	ϵ 10%	T_{ϵ} 23°C	ϵ 10%	T_{ϵ} 1200°C	ϵ 50%
1	Oval hole transversally	h_1	2	1.5	1.5	1.5	0	0		
		b_1	10	10.72	10.7	10.5	14.7	15		
		l_1	20	19.7	19.5	19.2	19.4	19.5		
2	Oval hole longitudinally	h_2	2	1.5	1.4	1.5	0	0		
		b_2	10	9.7	9.5	9	8.5	9		
		l_2	20	22	21.6	21.4	27.5	33.6		
3	Round hole	D_3	5	axis _{longer} = 5.4 axis _{shorter} = 4.8	axis _{longer} = 5.2 axis _{shorter} = 4.6	axis _{longer} = 5.1 axis _{shorter} = 4.5	axis _{longer} = 5.8 axis _{shorter} = 3.4	axis _{longer} = 6.5 axis _{shorter} = 3.3		
		h_3	2	1.6	1.6	1.6	0	0		
4	Round hole	D_4	2							
		h_4	2							

Tab. 2 The dimensions of defects of U-shaped or V-shaped notch and subsurface round hole types of the second simulation stage before and after rolling at various temperatures of deformation and degrees of deformation

Tab. 2 Rozmery chýb typu U a V vruby a podpovrchové kruhové diery z druhej časti experimentu pred a po valcovaní pri rôznej teplote deformácie a stupni deformácie

Defect No.	Change in dimensions of defects after rolling	Dimensions before rolling (mm)	Dimensions after rolling in (mm)					
			T_{ϵ} 1200°C	ϵ 10%	T_{ϵ} 23°C	ϵ 10%	T_{ϵ} 1200°C	ϵ 50%
01	V-notch transversally	h_{01}	3	2.2	2.3		0	
		b_{01}	5	5.9	5.6		13	
		l_{01}	100	100	100.1		100	
02	U-notch longitudinally	R_{02}	3	$h = 1.9$	2		0	
		b_{02}	6	6.4	5.8		15	
		l_{02}	100	100	100		100	
03	V-notch longitudinally	h_{03}	3	2.6	2.5		0.5	
		b_{03}	5	5	4.6		1 to 2	
		l_{03}	20	21.7	22.2		37	
04	U-notch longitudinally	R_{04}	3	$h = 2.6$	2.5		0	
		b_{04}	6	5.9	5.5		6.2	
		l_{04}	20	21.9	22.2		37.7	
05	Round hole	D_{05}	4	axis _{longer} = 4.8 axis _{shorter} = 3	axis _{longer} = 4.8 axis _{shorter} = 3		$l = 8.6$	
		h_{05}	15	14.8	14.8		0	
06	Round hole	D_{06}	2	axis _{longer} = 2.3 axis _{shorter} = 1.5	axis _{longer} = 2.5 axis _{shorter} = 1.5		$l = 5.7$	
		h_{06}	10	10	9.9		0	
07	Round hole	D_{07}	2	axis _{longer} = 2.1 axis _{shorter} = 1.5	axis _{longer} = 2.3 axis _{shorter} = 1.5		$l = 6.6$	
		h_{07}	5	5	5		0	

The process of hot rolling was simulated at heating temperatures of 1250°C and deformation temperatures of 1200 and 900°C. The relative degrees of deformation of 10 and 50 % were applied at the given temperatures. Subsequently, the process of cold rolling was simulated (temperature of 23°C) while applying the relative degree of deformation of 10%. The rolling speed of 1 m·s⁻¹ was considered for the simulation. The strain rate $\dot{\epsilon}$ varied at 50% deformation at those levels: at the entry end to the rolls – 60 s⁻¹, in the middle zone of deformation – 20 s⁻¹, at the exit end of the rolls – 10 s⁻¹, and at 10% deformation at the entry end to the rolls at a level of 20 s⁻¹, in the middle zone of deformation – 4 s⁻¹, at the exit end of the rolls – 2.5 s⁻¹. Those are the values, which are read directly from the simulation process in the program DEFORM. The simulation results at deformation temperatures of 1200 and 900°C and the degrees of deformation of 50 and 80 % were compared with the results obtained after the actual rolling under laboratory conditions on the two high rolling mill 210.

2. Results of experimental simulations

In general, the simulations of rolling showed a change in position and shape of defects, as well as the development of initial defects to another type. Further, specific cases

are discussed corresponding to the given heat-deformation conditions of rolling.

2.1 The first simulation stage (surface defects of hole type – oval, circle)

2.1.1 Hot rolling (1200°C, 900°C) and cold rolling (23°C) at 10% deformation

In the simulation under the given conditions, only changes in shape and size of initial defects were observed (e.g. round holes were transformed into ellipses). Since the round holes indicated as No. 3 and No. 4 are deformed to ellipses, their diameters D as changes in the size of intersecting axes were tracked (indicated in Tab. 1 as axislonger and axisshorter), the size of which was shrinking by rolling. Since no significant deformation occurred, except for a change in shape (especially in depth) only, we did not introduce any visual documentation.

The simulation results show that the greatest deformation (effective-logarithmic strain) occurred in the oval hole No. 2 oriented in the longitudinal direction as it can be seen in Fig. 4.

Also, the value of the damage factor (Cockcroft-Latham fracture criterion), expressing the possibility of material rupture, was the highest for the hole given in Fig. 5.

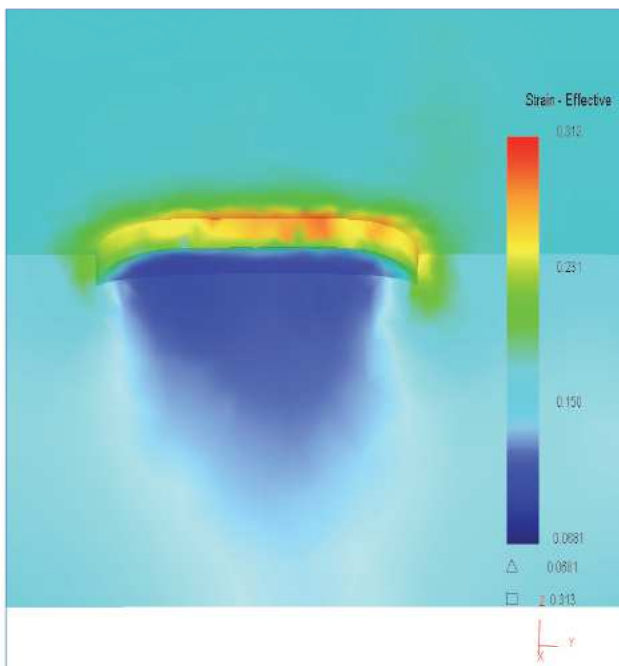


Fig. 4 Expression of the logarithmic deformation of the material in the area of the defect of the oval hole No. 2, longitudinally oriented, at deformation temperature of 1200°C

Obr. 4 Vyjadrenie logaritmickkej deformácie materiálu v oblasti defektu typu oválna diera č.2, orientovanej pozdĺž, pri deformačnej teplote 1200 °C

2.1.2 Hot rolling (1200°C, 900°C) at 50% deformation

In the simulation under the given conditions, in addition to the change in the size of initial defects, also their

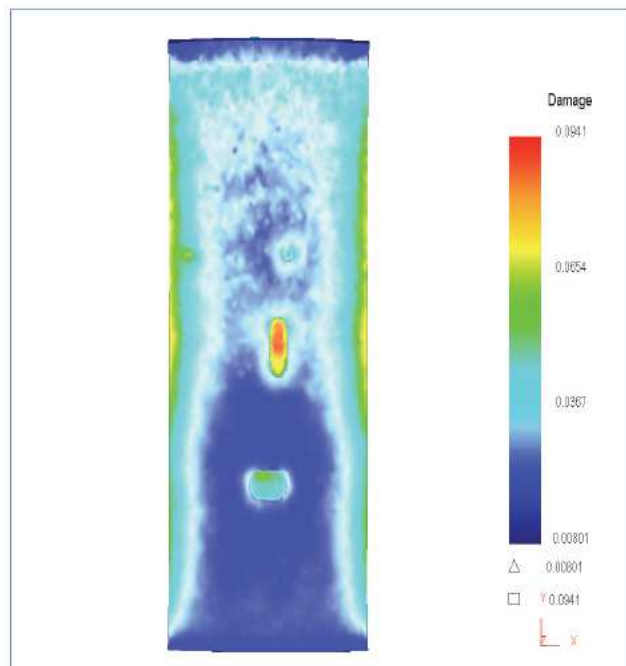


Fig. 5 Cockcroft-Latham fracture criterion at deformation temperature of 1200°C

Obr. 5 Cockcroft-Lathamove kritérium tváriteľnosti pri deformačnej teplote 1200 °C

development was observed, namely irrespective of the deformation temperatures. The initial defects were rolled-in and defects of lap and scratch types occurred, which can be observed in Fig. 6. The visual documentation

shows the simulation of deformation of the oval hole No.1 as an example; for other holes, the course of deformation was similar. Figure 6 shows the cross-section of the oval hole No.1 oriented transversely and its behaviour during the simulation process of rolling at a deformation temperature of 900°C and 50% deformation. We can see how the oval hole gradually disappears, and how, in the final stage of the simulated rolling, a lap arises and the hole loses its depth. The lap can give rise of scales in the further processing of the material. In the scale formation in the stage of hot-forming, oxidative processes play a significant role, originating in internal sources (oxides in initial defects, atomic oxygen in a solid solution of Fe) and external sources (oxygen from the contact atmosphere). During the hot-forming process, scales are mostly not observed, they appear only after an additional increase in the intensity of material stress (bending, cold rolling, pressing). The formation of scales on sheets after cold-forming is often accompanied by other surface defects, such as dark spots and strips with brown or black colouring. These defects also indicate the presence of latent scales. Compared to the rolling simulation at 10% deformation, a similar change in the size of the defects (h , b , l) occurs, but with lower values. The change in thickness, the value of which was zero after increasing the degree of deformation (rolling-in of the initial defect) was the most important.

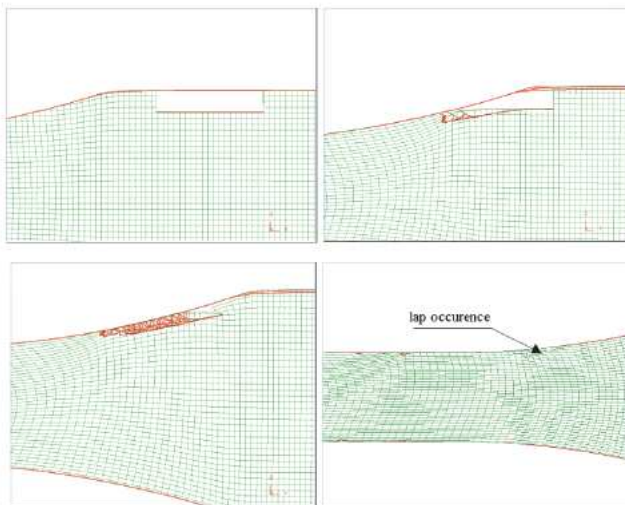


Fig. 6 The cross-section of the oval hole No. 1 oriented transversely, at deformation temperature of 900°C and its rolling-in at 50% deformation

Obr. 6 Pričný rez oválnej diery č.1 orientovanej priečne, pri deformačnej teplote 900 °C a jej zavalcovanie pri 50% deformácii

Fig. 7 shows the size of logarithmic deformation (effective strain) of material in the area of oval hole oriented transversely at deformation temperature of 900°C and 50% deformation. The highest values are located at the root of the defect and compared to the rolling simulation at 10% deformation the values are greater.

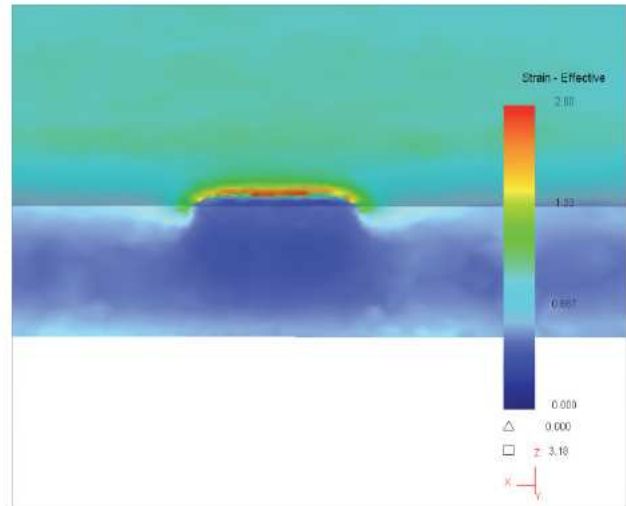


Fig. 7 Expression of the logarithmic deformation of the material in the area of the defect of the oval hole No.1, oriented transversely, at deformation temperature of 900°C and 50% deformation

Obr. 7 Vyjadrenie logaritmickej deformácie materiálu v oblasti defektu typu oválna diera č.1, orientovanej priečne, pri deformačnej teplote 900 °C a 50% deformácii

2.2 The second stage of simulation (defects of U-shaped, V-shaped notches; subsurface round hole).

2.2.1 Hot rolling (1200°C) and cold rolling (23°C) at 10% deformation

The rolling simulation results under the given conditions do not lead to significant changes in the morphology of defects as they remain more or less unaffected.

From Fig. 8, where the Cockcroft-Latham fracture criterion is expressed, it can be deduced that the maximum probability of material rupture and the possibility of developing initial defects consist in their root.

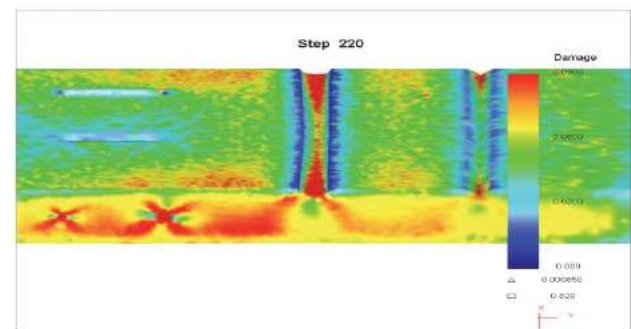


Fig. 8 Cockcroft-Latham fracture criterion

Obr. 8 Cockcroft-Lathamovo kritérium tvárniteľnosti

2.2.2 Hot rolling (1200°C) at 50% deformation

During the simulation under these conditions, except changes in the size of initial defects, also their development occurs. The initial defects were rolled-in, which caused the emergence of new defects of lap and scratch types. The emergence of new defects during the rolling process and their final appearance are captured in the visual documentation.

The V-shaped notch No. 01 (Fig. 9) and U-shaped notch No. 02 (Fig. 10) oriented transversely were rolled out and after that edge corrugation remained. For the V-shaped notch No. 03 (Fig. 11) U-shaped notch No. 04 (Fig. 12), longitudinally oriented, a lap in the rear occurred. The

final appearance of the V-shaped notch (No. 03), longitudinally oriented, after rolling-in, was in the form of a visible scratch along the whole length, but for the U-shaped notch (No. 04), oriented alike, a visible scratch remained only in the corners.

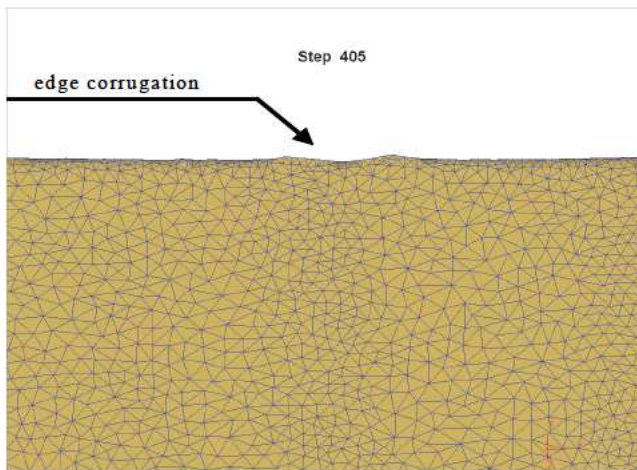


Fig. 9 The defect of V-shaped notch type (No.01) oriented transversely, after hot rolling at deformation temperature of 1200°C and 50% deformation

Obr. 9 Defekt typu vrub V (č. 01) orientovaný priečne, po valcovaní za tepla pri deformačnej teplote 1200 °C a 50% deformácii



Fig. 10 The defect of U-shaped notch type (No.02) oriented transversely, after hot rolling at deformation temperature of 1200°C and 50% deformation

Obr. 10 Defekt typu U vrub (č. 02) orientovaný priečne, po valcovaní za tepla pri deformačnej teplote 1200 °C a 50% deformácii

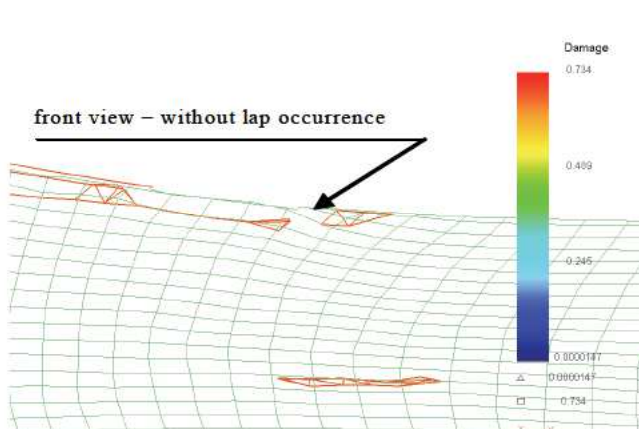
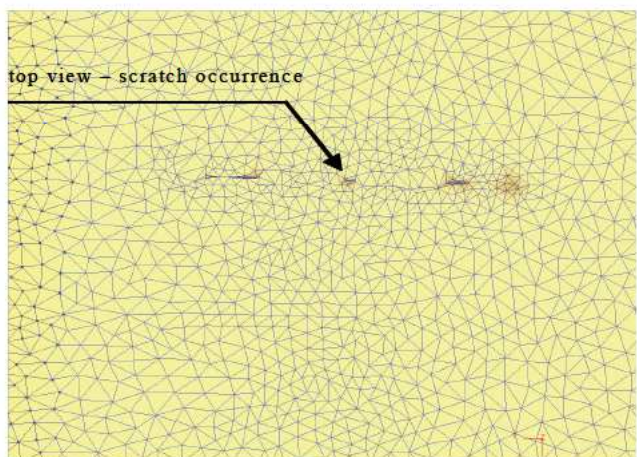
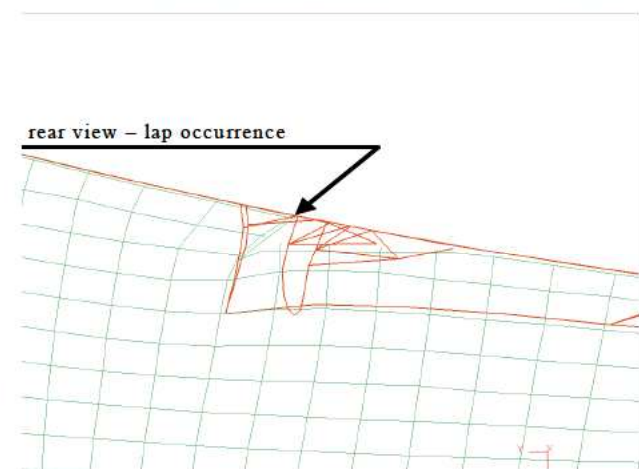
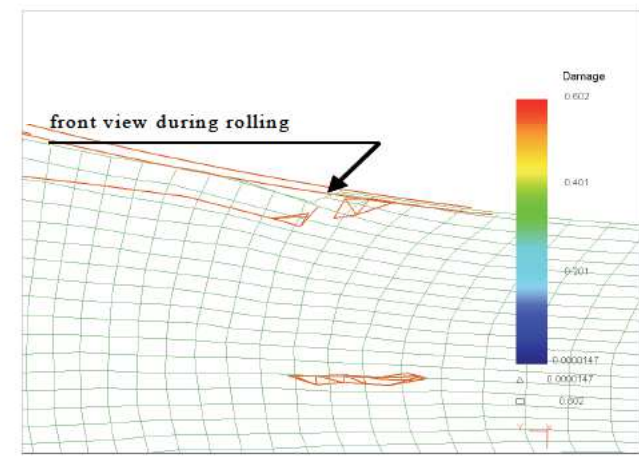


Fig. 11 The defect of V-shaped notch type (No.03) oriented longitudinally, after hot rolling at deformation temperature of 1200°C and 50% deformation; top view

Obr. 11 Defekt typu vrub V (č. 03) orientovaný pozdĺžne, po valcovaní za tepla pri deformačnej teplote 1200 °C a 50% deformácii; pohľad zvrchu



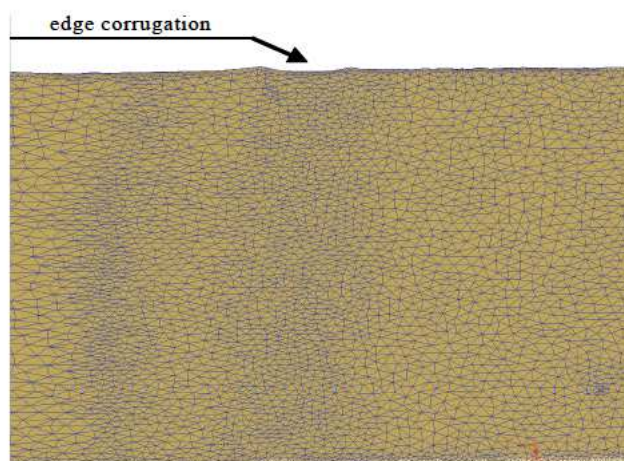


Fig. 12 The defect of U-shaped notch type (No. 04) oriented longitudinally, after hot rolling at deformation temperature of 1200°C and 50% deformation

Obr. 12 Defekt typu U vrub (č. 04) orientovaný pozdĺžne, po valcovaní za tepla pri deformačnej teplote 1200 °C a 50% deformácii

2.3 Subsurface round holes

2.3.1 Hot rolling (1200°C) and cold rolling (23°C) at 10% deformation

Under the mentioned simulation conditions, regardless of the deformation temperature, rolling-in of defects does not occur, subsurface holes changed their shape from a circle to an ellipse, another significant change, in addition to reducing their depth, did not occur.

2.3.2 Hot rolling (1200°C) at 50% deformation

The increase in the deformation to 50 % caused, similar to the previous types of defects, except for a change in their dimensions, also their development.



Fig. 13 The defect of round hole type (No. 05) located sideways, after rolling at deformation temperature of 1200°C and 50% deformation

Obr. 13 Defekt typu kruhová diera (č. 05) umiestnená zboku, po valcovaní za tepla pri deformačnej teplote 1200 °C a 50% deformácii

The round hole No. 05 (Fig. 13) was rolled in, which was reflected in the form of minor scratch formation, analogous to the round hole No. 06 (Fig. 14), which touched the surface. Conversely, the round hole No. 07 (Fig. 15) was completely rolled in and lost its height, which did not cause any secondary defect formation also thanks to the small size.



Fig. 14 The defect of round hole type (No. 06) placed sideways, after rolling at deformation temperature of 1200°C and 50% deformation

Obr. 14 Defekt typu kruhová diera (č. 06) umiestnená zboku, po valcovaní pri deformačnej teplote 1200 °C a 50% deformácii

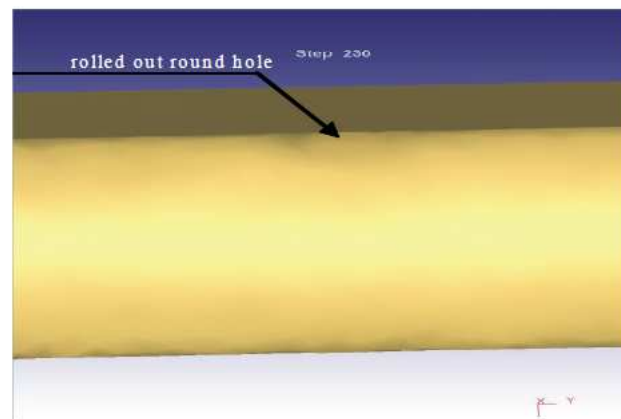


Fig. 15 The defect of round hole type No. 07) located sideways, after hot rolling at deformation temperature of 1200 °C and 50% deformation

Obr. 15 Defekt typu kruhová diera (č. 07) umiestnená zboku, po valcovaní za tepla pri deformačnej teplote 1200 °C a 50% deformácii

After completing the simulation of the selected rolling process in the DEFORM program, the physical lab rolling simulation of a steel specimen of coincidence quality was performed and the results compared. We have chosen the case corresponding to the high-temperature austenitic area and the degree of deformation corresponding approximately to the first stage of rolling, so the real conditions of rolling sheets and strips were approached. The mentioned comparison is documented in Fig. 16.

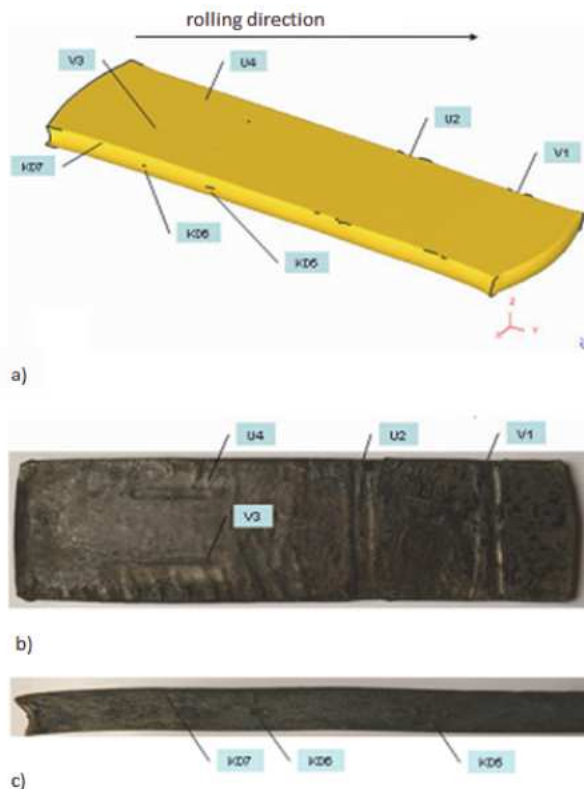


Fig. 16 Comparison of numerical and physical simulations
Obr. 16 Porovnanie numerických a fyzikálnych simulácií

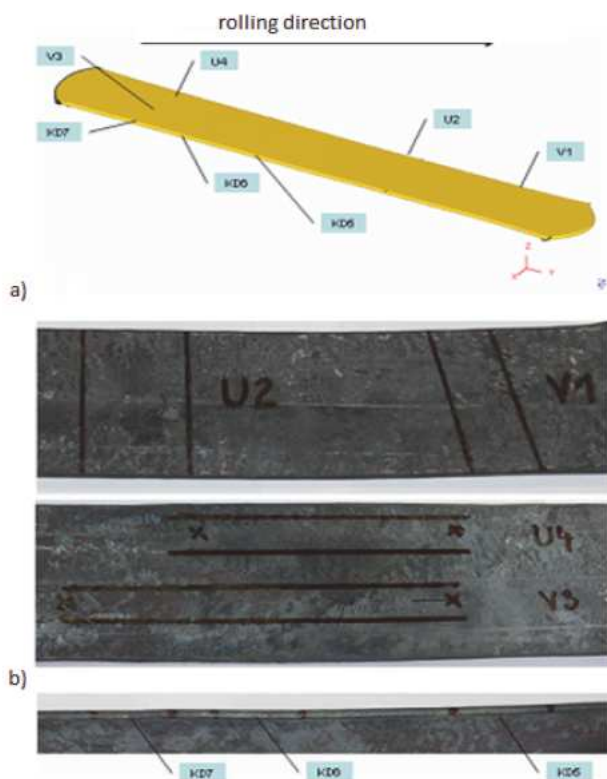


Fig. 17 Comparison of numerical and physical simulations when increasing the degree of deformation from 50 to 80 % while maintaining the thermal mode of simulation

Obr. 17 Porovnanie numerických a fyzikálnych simulácií pri zvýšení stupňa deformácie z 50 na 80 % pri zachovaní teplotného režimu simulácie

The mentioned documentation shows that under the given thermal-deformation conditions, conformity was achieved between mathematical and physical simulations in the case of the notch-shaped defect No. 04 and in the case of the subsurface defects No. 05 and No. 06. In a total number of defects, this conformity, expressed as a percentage, represents less than 50 %. In respect thereof, retaining the thermal mode of rolling, an increase in the relative degree of deformation from 50 to 80 % was considered. By increasing this deformation parameter, a 100% conformity occurred between the mathematical simulation in the DEFORM program and the physical simulation on the lab two high rolling mill 210 as documented in Fig. 17.

The simulations in the DEFORM program were performed with two fundamental goals:

- Follow the course of development (evolution) of defects introduced into a virtual steel specimen; evaluate the course and compare it with real rolling conditions through physical simulations under laboratory conditions on a real steel specimen rolled on the two high rolling mill 210.
- By the simulations, create a base for elaborating the algorithms by machine learning methods to predict the behaviour of a studied defect. The results from the DEFORM program are inputs to the algorithm. The attributes, which can be used for predicting the defect development are as follows: type of defect, length of defect, width of defect, depth of defect, rolling process (hot, cold), heating temperature, time of cooling (the difference between the heating temperature and the temperature of deformation), temperature of deformation, degree of deformation, orientation of the defect to the direction of rolling.

Examples with the described attributes may be classified into four classes:

- rolling-in of the defect,
- defect persists with retaining the shape,
- defect persists in a transformed shape (e.g. the transformation of a circle to an ellipse),
- defect persists in a transformed shape (e.g. creation of a recess).

Examples of forming the so-called training tables (training sets) taking into account the considered attributes, and based on them, elaborating the algorithms for predicting the behaviour of observed defects are mentioned by us in literature [21]. The results obtained from the numerical simulations of longitudinal rolling along with the use of machine learning methodologies [22 – 24] form the base for elaborating the algorithms; the C4.5 algorithm, which can handle a large number of variables, appears to be suitable for processing the data of this type, and the training set can be extended to cover other types of defects.

It results from the discussion of the obtained results that in order to eliminate initial surface and subsurface

defects, a certain degree of deformation is required, which is in this respect a crucial technological parameter. With the growth of the degree of deformation depending on the morphology and dimensions of initial defects, the likelihood of their elimination increases. In order to refine the size of deformation (mainly in terms of subsurface discontinuities), the so-called shape factor by Okumara can be contemplated [25]. Within our observations, the simulated temperatures of deformation did not show a significant, or rather any effect on the behaviour of the examined defects. An identical finding was reached for example by the cited Okumara who watched the effect of rolling temperature in a range of 1250 – 860°C on the core porosity of continuously cast slabs.

Conclusions

On the basis of the theoretical studies and of our experiments the following results were achieved:

- The simulations of rolling showed a change in position and shape of studied defects, as well as the development of initial defects to another type.
- The relative degree of deformation of 80% regardless of the thermal mode of rolling can be considered as reliable for eliminating the monitored surface and subsurface defects adequately.
- The results obtained from the numerical simulations of longitudinal rolling along with the machine learning methodologies form a base for elaborating such algorithms, on the basis of which it will be possible to predict the evolution of initial surface and subsurface defects in rolling of sheets and strips.

Acknowledgements

This research has been elaborated in the framework of the project RMSTC No. LO1203.

Literature

- [1] DIETER, G. E., KUHN, H. A., SEMIATIN, S. L. *Handbook of Workability and Process Design*, Materials Park, OH: ASM International, 2003.
- [2] YU, H. L., LIU, X. H., ZHAO, X. M., KUSABA, Y. FEM Analysis for V-H Rolling Process by Updating Geometric Method. *J. Mater. Process. Technol.*, 180 (2006) 323–327.
- [3] YU, H. L., LIU, X. H., ZHAO, X. M., DI, W. U., KUSABA, Y. Explicit Dynamic FEM Analysis of Multipass Vertical-Horizontal Rolling. *J. Iron. Steel. Res. Int.* (2006) 13, 26–30.
- [4] ZANG, X. L., LI, X. T., DU, F. S. Head and Tail Shape Control in Vertical-horizontal Rolling Process by FEM. *J. Iron. Steel. Res. Int.* (2009) 16, 35–42.
- [5] DYJA, H., MRÓZ, S., MILENIN, A. Theoretical and Experimental Analysis of the Rolling Process of Bimetallic Rods Cu-steel and Cu-Al. *J. Mater. Process. Tech.*, 153 (2004), 100–107.
- [6] SUI, F. L., CHEN, L. Q., LIU, X. H., XU, L. X. Application of FEM to Hot Continuous Rolling Process for Inconel 718 Alloy Round Rod. *J. Iron. Steel. Res. Int.*, (2009) 16, 43–49.
- [7] DU, F. S., WANG, G. G., ZANG, X. L., LI, X. T. Friction Model for Strip Rolling. *J. Iron. Steel. Res. Int.*, (2010) 17, 1943–23.
- [8] WISSELINK, H. H., HUETINK, J. 3D FEM Simulation of Stationary Metal Forming Processes with Applications to Slitting and Rolling. *J. Mater. Process. Tech.*, 148 (2004), 328–341.
- [9] LIU, X. H., XU, S. H. I., LI, S. Q., XU, J. Y., WANG, G. D.: FEM Analysis of Rolling Pressure along Strip Width in Cold Rolling Process. *J. Iron. Steel. Res. Int.*, (2007) 14, 22–26.
- [10] KOCISKO, R., BASCO, J., BIDULSKÁ, J., KOVÁČOVÁ, A., BELLA, P., MOLNÁROVÁ, M. Influence of Deformation Degree on Local Deformation Heterogeneity during Thin Sheet Rolling. *Chem. listy*, 105 (2011) S822–S823.
- [11] YU, H. L., LIU, X. H., LI, C. S., KUSABA, Y. Behavior of Transversal Crack on Slab Corner during VH Rolling Process. *J. Iron. Steel. Res. Int.*, (2006) 13, 31–37.
- [12] YU, H. L., LIU, X. H., LI, C. S., LAN, H. F., WANG, G. D. Research on the Behavior of Transversal Crack in Slab V-H Rolling Process by FEM. *J. Mater. Process. Tech.*, 109 (2009), 2876–2886.
- [13] YU, H. L., LIU, X. H., WANG, G. D. Analysis of Crack Tip Stress of Transversal Crack on Slab Corner during Vertical-horizontal Rolling Process by FEM. *J. Iron. Steel. Res. Int.*, (2008) 15, 19–26.
- [14] LIU, Y., LIU, L., MAHADEVAN, S. Analysis of Subsurface Crack Propagation under Rolling Contact Loading in Railroad Wheels Using FEM. *Eng. Fract. Mech.*, (2007) 74, 2659–2674.
- [15] BOGDANSKI, S., OLSZAK, M., STUPNICKI, J. Numerical Stress Analysis of Rail Rolling Contact Fatigue Cracks. *Wear*, 191 (1996), 14–24.
- [16] YU, H. L., LIU, X. H., LI, C. S., CHEN, L. Q. Research on Behavior of Slab Surface Defects in Forward Slip Zone during VH Rolling Process. *Mater Sci Forum*, 575 (2008), 243–248.
- [17] SON, I. H., LEE, J. D., CHOI, S., LEE, D. L., IM, Y. T. Deformation Behavior of the Surface Defects of Low Carbon Steel in Wire Rod Rolling. *J. Mater. Process. Tech.*, 201 (2008), 91–96.
- [18] KONISHI, J., MILITZER, M., SAMARASEKERA, I. V., BRIMACOMBE, J. K. Modeling the Formation of Longitudinal Facial Cracks during Continuous Casting of Hypoperitectic Steel. *Metall. Trans. B*, (2002) 33, 413–423.
- [19] YU, H. L., LIU, X. H. Longitudinal Crack on Slab Surface at Straightening Stage during Continuous Casting Using Finite Element Method. *J. Cent. South. Univ. T.*, (2010) 17, 235–238.
- [20] MOIR, S., PRESTON, J. Surface Defects – Evolution and Behavior from Cast Slab to Coated Strip. *J. Mater. Process. Technol.*, (2002) 125–126, 720–724.
- [21] VLADO, M., BIDULSKÝ, R., GULOVÁ, L., MACHOVÁ, K., BIDULSKÁ, J., VALÍČEK, J., SAS, J. The Production of Cracks Evolution in Continuously Cast Steel Slab. *High Temp. Mater. Processes*, (2011) 30, 105–111.
- [22] MITCHELL, T. M. *Machine Learning*. New York: McGraw-Hill, 1997.
- [23] QUINLAN, J. R. *C4.5: Programs for Machine Learning*. San Mateo, California: Morgan Kaufmann Publishers, 1993.
- [24] MACHOVÁ, K. *Machine Learning: Principles and Algorithms* (in Slovak). Košice: ELFA, 2008.
- [25] OKUMARA, N. et al. *Proceedings Int. Confer.*, Vol. 2, 66, Atlanta 1983, pp. 217–228.

Possibilities of Evaluation of Complex Quality of Ore Raw Materials Using Managerial Decision-making Tools

Možnosti hodnocení komplexní kvality rudných surovin při využití manažerských rozhodovacích nástrojů

doc. Ing. Petr Besta, Ph.D.; Ing. Jan Bezecný; Ing. Martin Lampa, Ph.D.; Ing. Alena Michalíková

VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Materials Science and Technology, Department of Economics and Management in Industry, 17. listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava-Poruba, Czech Republic

The article examines the experimental use of mathematical tools of multi-criteria decision making in the evaluation of ore raw materials quality. For the needs of the selected metallurgical company, the quality of three types of ore raw materials from different sites was evaluated. The evaluation was based on the quantification of eight key criteria. Ore raw materials from Russia, Sweden and Brazil were analyzed. In the first step the evaluation criteria and their weights were selected. The Saaty method based on pairwise comparison was used to determine the weights. The complex quality of the monitored ore raw materials was evaluated by the distance method from the imaginary variant. The solution was implemented as part of research focused on the evaluation of the complex quality of ore raw materials.

Key words: iron; reduction; cost; comparison; multi-criteria decision

Výrobci surového železa mohou využívat široké spektrum rudných surovin z odlišných nalezišť. Kvalita rudných surovin zásadně ovlivňuje technologické aspekty vysokopečního procesu, ale také jeho nákladovost. Pro hodnocení rudných surovin můžeme používat široké spektrum kritérií, která mají charakter chemických, fyzikální, technologických nebo ekonomických parametrů. Výrobci železa musí často provádět vyhodnocování nabídek na dodávku rudných surovin v rámci svých nákupních procesů. Problém hodnocení spočívá v širokém spektru parametrů, které můžeme sledovat. Tyto parametry mají často zásadně odlišný charakter. Jednotliví dodavatelé také o nabízených rudných surovinách poskytují odlišný soubor kritérií. Hutní podniky pak řeší porovnávání jednotlivých rudných surovin na základě velkého souboru nesrovnatelných kritérií. Zajímavou možností je syntetizovat kategoriálně odlišná kritéria do jednoho ukazatele. Toto umožňují matematické nástroje vícekritériálního rozhodování. V rámci realizovaného výzkumu byly posouzeny rudné suroviny z Ruska, Švédska a Brazílie pomocí matematických nástrojů umožňujících vícekritériální hodnocení. Sledované rudné suroviny byly porovnány z hlediska jejich komplexní kvality na základě osmi klíčových kritérií. Pro hodnocení byla využita Saatyho metoda na bázi párového porovnání a metoda vzdálenosti od fiktivní varianty. Článek se zabývá rozбором realizovaného výzkumu, zaměřeného na možnosti komplexního hodnocení kvality rudných surovin.

Klíčová slova: železo; redukce; ruda; náklady; komparace; multikritériální rozhodování

Iron ore is one of the widely spread minerals. Resources can be practically found in all parts of the world. However, only selected deposits contain raw material that is suitable for use in a blast furnace. The primary aspect is always the iron content. For rich magnetite and hematite ores, the metal content ranges from 57 to 65 %. In the case of limonite ores, the iron content may fall to 38 % [1]. However, the content of the metal is only one selected indicator that evaluates the quality of the ore raw material. The complexity of ore evaluation is due to the nature of the blast furnace process. This can be seen as a set of a large number of physicochemical, thermal and mechanical processes that do not take place separately from this raw material, but in certain interrelationships [2]. In the same way, we can comprehensively look at the quality of ore raw materials.

1. Ore raw materials and evaluation options

Ore materials can be basically divided into four major categories: anhydrous oxides, hydrated oxides, carbonates and silicates. Anhydrous oxides are among the most important and include hematite (Fe_2O_3) and magnetite (Fe_3O_4). Hydrated oxides contain chemically bound water and are primarily hydro hematite ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, $n < 1$), Götit ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $n = 1$) or limonite ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, $1 < n < 1.5$). Less important are groups of ores, such as carbonates (siderite FeCO_3) or silicates (chamosite $[\text{Fe}, \text{Mg}]_{15}\text{Al}_{10}\text{Si}_{11}\text{O}_{52} \cdot 16\text{H}_2\text{O}$) [3].

The quality of ore raw materials fundamentally affects the technological aspects of the blast furnace process. However, we can often observe dozens of completely

different criteria when evaluating ore raw materials. In general, we can classify these criteria into the following categories [3]:

- **Chemical properties**
Dominant above all is the iron content, which fundamentally affects the efficiency of the production process. Another important aspect is the basicity that is significant in terms of blast furnace slag formation. The key is also the content of harmful elements that can enter the blast furnace process (S, P, Cd, Zn, Pb, As, Na₂O, K₂O, Hg).
- **Physical properties**
These properties may affect the course of the blast furnace process. Their monitoring concerns not only the ore raw materials themselves but all metal-bearing materials, coke and basic additives. (moisture, lumpiness, granulometric homogeneity, density, bulk properties, porosity, magnetic properties).
- **Technological properties**
These properties are related to the behavior of the ore in the blast furnace process. These are mainly strength characteristics, reducibility and thermoplastic properties.

It is obvious from the above that several parameters can be used for the evaluation of ore raw materials, which makes the overall quality assessment considerably more difficult. The current methodologies for evaluating the quality of ore raw materials can generally be divided into two distinct groups. The first group attempts to simulate the conditions, to which the ore is exposed during descent charge in the blast furnace shaft. The second group of methods consists of tests designed to determine the selected metallurgical quality indicator. Both of these approaches make it possible to obtain a number of relevant information on the quality of ore raw materials and the course of the blast furnace process [4]. However, it will always be just monitoring and comparing the selected isolated indicators without the possibility of synthesizing multiple parameters. The decision to choose the appropriate ore raw material is one of the most strategic importance for the metallurgical company [5]. It is very important to create and use a consistent system of evaluation and selection of feedstocks. An alternative to these approaches is the possibility of using multi-criteria decision making, which allows to aggregate a wide range of information into selected indicators that can be used for decision making. Iron producers are under increasing pressure not only from customers, but also from the competition, especially in relation to the quality, but also the price of the produced metal. Therefore, optimizing all processes requires accurate monitoring and evaluation of feedstock quality.

2. Experimental part

Within the framework of the realized research three types of ore raw materials were analyzed in the conditions of the selected iron producer. Ore raw materials came from Russia, Sweden and Brazil. Eight key criteria were selected for evaluation and they were selected across the three above mentioned categories. The highest number of criteria is that of chemical character. These can be considered as key parameters in a number of aspects of the blast furnace process. At the same time, chemical criteria are the most commonly used by iron ore suppliers. Tab. 1 shows the compiled set of criteria and their specific values for the three monitored ores. In terms of metal bearing content, the richest ore raw material is from Brazil, which is also the least cost-effective. The values of other criteria can be considered very similar. The use of multicriterial decision-making tools will make it possible to synthesize all the monitored parameters. The evaluation will then be aggregated into one comprehensive indicator.

Tab. 1 Criteria values for monitored types of ore raw materials
Tab. 1 Hodnoty kritérií pro sledované druhy rudných surovin

Criteria			Raw ore		
			Russia Kursk	Sweden Kiruna	Brazil Carajás
K1	Fe content	%	57.8	59.1	68.1
K2	P content		0.034	0.028	0.031
K3	S content		0.014	0.014	0.009
K4	SiO ₂ content		5.3	5.6	1.4
K5	Al ₂ O ₃ content		0.88	0.98	1.14
K6	Homogeneity		25	33	43
K7	Reducibility		63	62	64
K8	Price	S/t	64	66	73

In order to use the tools of multi-criteria decision making, it is necessary in the first step to determine the weights (importance) of the individual criteria. One of the possibilities of determining weights is the principle of dividing 100 points among the criteria. The value assigned then represents the specific weight of the criterion. However, this procedure is considerably burdened by the subjective nature of decision-making. An alternative procedure to this is a set of methods that are based on the principle of pairwise comparison. Therefore, the Saaty method, which belongs to the group of methods, has been applied to determine the weights. The principle of the Saaty method is based on the quantification of the paired decisions made. The respondent binomially compares the meaning of two criteria on a defined scale. A scale of 1 – 9, as shown in Tab. 2, was used for the evaluation. The respondent thus evaluates the preference intensity between the two criteria. In this way, all pairs of criteria are compared.

The intensity of the preferences of the i^{th} criterion against the j^{th} criterion is then subdivided into a Saaty matrix, whose s_{ij} elements represent estimates of the weights of the criteria. The assembled Saaty matrix is a square order.

Tab. 2 Evaluation of preference intensity [6]

Tab. 2 Hodnocení intenzity preferencí [6]

Expression of preferences	
Numerical	Verbal
1	The criteria are equally important
3	The first criterion is slightly more important than the other
5	The first criterion is more important than the other
7	The first criterion is strongly more important than the other
9	The first criterion is absolutely more important than the other

Therefore, the respondent made a comparison of all defined criteria. As an example, an evaluation of the significance of the criteria of the content of Fe and the content of P can be given. This evaluation was written in the assembled Saaty matrix at position s_{12} (7) and s_{21} (1/7). This is due to the reciprocal principle of writing an evaluation into a compiled matrix. All other criteria were compared in the same way. Based on these partial evaluations the assembled Saaty matrix (1) is shown below:

$$S = \begin{pmatrix} 1 & 7 & 7 & 5 & 5 & 9 & 3 & 3 \\ 1/7 & 1 & 1/3 & 3 & 3 & 3 & 5 & 1/5 \\ 1/7 & 3 & 1 & 5 & 5 & 7 & 1/3 & 1/7 \\ 1/5 & 1/3 & 1/5 & 1 & 1 & 3 & 1/5 & 1/3 \\ 1/5 & 1/3 & 1/5 & 1 & 1 & 3 & 1/5 & 1/3 \\ 1/9 & 1/3 & 1/7 & 1/3 & 1/3 & 1 & 1/5 & 1/7 \\ 1/3 & 1/5 & 3 & 5 & 5 & 5 & 1 & 3 \\ 1/3 & 5 & 7 & 3 & 3 & 7 & 1/3 & 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

The evaluation of the comparisons made is based on the calculation of the weighted geometric average of the individual rows of the matrix in eq. (1). The calculation was executed in MS Excel.

$$w_i = \frac{\left[\prod_{j=1}^n s_{ij} \right]^{\frac{1}{n}}}{\sum_{k=1}^n \left[\prod_{j=1}^n s_{kj} \right]^{\frac{1}{n}}} \quad (2)$$

where w_j is the weight of criterion, s_{ij} and s_{kj} are elements of the Saaty matrix.

The calculations made for the individual steps (rows) and the total weights of the criteria are shown in Tab. 3. Based on executed comparisons and their quantification, clearly the most important was the criterion K1 – content with weight 0.372. The least significant criterion is K6 – homogeneity of lumpiness (0.022).

Tab. 3 Determination of criteria weights

Tab. 3 Stanovení vah kritérií

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
$\left[\prod_{j=1}^n s_{ij} \right]^{\frac{1}{n}}$	4.213	1.031	1.171	0.477	0.477	0.253	1.715	1.989
$\sum_{k=1}^n \left[\prod_{j=1}^n s_{kj} \right]^{\frac{1}{n}}$	11.324	11.324	11.324	11.324	11.324	11.324	11.324	11.324
Weight of criterion	0.372	0.091	0.103	0.042	0.042	0.022	0.151	0.176

Detected weights will be further used in the multi-criteria evaluation of these ore raw materials. Method of distance from the fictitious variant was used for comparing them. The method of distance from the fictitious variant is based on quantification of deviations of individual criteria from the ideal variant. The resulting value determined by eq. (3) then represents the sum of the deviations of all criteria from the ideal variant, with the simultaneous quantification of weights.

$$D_j = \sqrt{\sum_{i=1}^n v_i \times \left(\frac{x_i^* - x_{ij}}{x_i^* - x_i^0} \right)^2} \quad (3)$$

Where D_j is the distance from the fictional variant, v_j – weighs the criterion, x_{ij} – the value of each of the criteria for individual ores, x_i^* – the best value with respect to the i^{th} criterion, x_i^0 – the worst value relative to the i^{th} criterion.

Tab. 4 Determined evaluation of monitored raw ore

Tab. 4 Zjištěné hodnocení sledovaných rudných surovin

	v_i	x_i^*	x_i^0	Russia Kursk	Sweden Kiruna	Brazil Carajás
K1	0.372	68.1	57.8	0.372	0.284	0
K2	0.091	0.028	0.034	0.091	0	0.023
K3	0.103	0.009	0.014	0.103	0.103	0
K4	0.042	1.4	5.6	0.036	0.042	0
K5	0.042	0.88	1.14	0	0.006	0.042
K6	0.022	25	43	0	0.004	0.022
K7	0.151	64	62	0.038	0.151	0
K8	0.176	64	73	0	0.009	0.176
Σ				0.640	0.599	0.263
D_j				0.800	0.774	0.513
Order				3.	2.	1.

Tab. 4 shows the evaluation performed methodologically. Column v_i indicates the weights of the relevant criterion that were used. The weights were determined using the Saaty method in the previous step. For each monitored ore raw material, the calculated value of the partial distance from the fictitious variant for each criterion is then calculated according to (3). The final rating is given in the D_j line for all three ore raw material. In the last row of the tab. 4 is the final ranking according to the found values. The method quantifies the distance from the ideal variant, so the lower value (D_j) represents a better ore raw material.

3. Results and discussion

To evaluate ore raw materials a multi-criteria decision-making was used. In the first step, weights for all criteria were determined by the Saaty method. The found weights were further used within the applied distance method from the fictitious variant. This method was used to compare ore raw materials from Russia, Sweden and Brazil. The evaluation results are shown in Tab. 4. The ore raw materials can be sorted in descending order based on a specified distance value from the dummy variant (D_j).

1. Brazil – 0.513
2. Sweden – 0.774
3. Russia – 0.800

The best-rated ore is from Brazil. This is mainly due to the iron content, which is significantly highest. Iron content was also identified as the most important criterion, with the highest weight (0.372), which also affected the final result. At the same time, however, the ore raw material from Brazil is the least profitable. Out of the eight criteria, this ore had the best value in four parameters. If we evaluate the synthesis of all the mentioned parameters it is the most valuable ore from the analyzed ones. Ore raw materials from Sweden and

Russia are significantly worse, according to the observed values. However, the calculated distance from the ideal variant is very similar for both ores. Based on this, the two ores can be considered to be qualitatively comparable. In the case of ore from the Russian deposits, it can also be stated that it was identified as the worst, even though its price is the lowest. Therefore, if we had only selectively evaluated the ores by their price, the final ranking would be diametrically different.

Conclusions

The use of multi-criteria evaluation for comparison of the quality of ore raw materials offers an interesting alternative for customers. A great advantage of the applied procedure is the possibility of synthesis of a large number of parameters into one indicator. In the case of the distance-to-fictitious method applied, it is still possible to easily convert the calculated values into a percentage form, which further simplifies the interpretation of the results. In addition, the method allows us to quantify the specific value of the criteria. Therefore, it is not only the order of the criteria values but the processing of specific differences. Moreover, the use of methods is very algorithmic, which supports the possibility of using even common office applications. It is possible to use the aforementioned procedure for the operative comparison of the offered raw materials for the raw material buyers. Logically, in the final purchase decision it will also be necessary to consider some other aspects. Nevertheless, it is possible to use this procedure as one of the supporting documents for the support of metallurgical companies' purchasing processes.

Acknowledgements

The article was created thanks to the project No. CZ.02.1.01/0.0/0.0/17_049/0008399 from the EU and CR financial funds provided by the Operational Programme Research, Development and Education, Call 02_17_049 Long-Term Intersectoral Cooperation for ITI, Managing Authority: Czech Republic - Ministry of Education, Youth and Sports.

The work was supported by the specific university research of the Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic No. SP2018/107.

Literature

- [1] GUPTA, CH. K. *Chemical Metallurgy: Principles and Practice*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2006, 831 pp.
- [2] SMALLMAN, R. E. *Modern Physical Metallurgy*. Tokyo: Butterworth-Heinemann, 2013, 544 pp.
- [3] BROŽ, L. et al. *Hutnictví železa*. Praha: SNTL, 1988, 460 pp.
- [4] YIN, R. *Metallurgical Process Engineering*. New York: Springer Science & Business Media, 2011, 400 pp.
- [5] VIGNES, A. *Extractive Metallurgy 1: Basic Thermodynamics and Kinetics*. London: John Wiley & Sons, 2013, 344 pp.
- [6] SAATY, T. L. *The Analytical Hierarchy Process*. New York: McGraw Hill, 1980, 265 pp.

Recenzované výzkumné články

Metody procesní analýzy expedice hotových výrobků v hutním podniku

Methods of Process Analysis of the Shipment of Final Products in the Metallurgical Enterprise

Ing. Tomáš Malčic

VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta materiálově-technologická, Katedra ekonomiky a managementu v průmyslu, 17. listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava-Poruba, Česká republika

Cílem článku je představit metodiku pro procesní analýzu logistických procesů v hutním podniku a prezentovat návrh konceptu modelu pro optimalizaci rozhodovacích procesů při řízení skladu. V první části jsou popsána obecná teoretická východiska z oblasti procesní analýzy. Následuje případová studie, která zkoumá expediční sklad provozu středojemné válcovny v hutním podniku. V článku je největší prostor věnován charakteristice současného stavu logistických procesů v expedičním skladu. Dále se článek zaměřuje na proces výběru úložného místa při ukládání hotových výrobků. Pozornost je věnována hlavně analýze faktorů ovlivňujících rozhodovací proces při výběru úložného místa. V závěru je pak představen návrh modelu pro podporu rozhodování při ukládání výrobků v expedičním skladu. Nakonec jsou shrnuty očekávané přínosy navrhovaného modelu.

Klíčová slova: procesní analýza; expediční sklad; uspořádání skladu; skladové hospodářství; skladové operace

The paper deals with process analysis and optimization of storage and shipment processes of the metallurgical enterprise. The aim of the paper is the introduction of a methodology for process analysis of logistics processes of metallurgical enterprise and presentation of the proposal of the concept of a model for support of decision-support in the storage of products in the shipment warehouse. The presented methodology is applied in a case study in the shipment warehouse of the medium-section rolling mill in the selected metallurgical enterprise in the Czech Republic. The first part of the paper describes the general theoretical background of the process analysis. Next part of the paper is the case study, which consists of process analysis steps design, analysis scope determination, analysis methods selection, and analysis evaluation. In the case study, the focus is given to the analysis of the current state of storage and shipment processes in shipment warehouse. In this part, there is an example of BPMN (Business Process Mapping and Notation) process mapping and a current organizational plan of the shipment warehouse. Furthermore, the analysis focuses on the selection process of storage place for bundles of final products. Most attention is paid to the identification and analysis of factors influencing the decision-making process in the selection of storage space. Analyses of four selected factors were described in more detail. For these analyses there are attached outputs in the form of graphs showing the distribution of shipment and customer behavior. In the last part of the paper, the proposal of the concept of a model for decision support in the deposition of final products in shipment warehouse is presented. The concept is shown in the form of a flowchart showing the logic of determining the recommended optimal storage location. The flowchart shows an order of consideration of factors entering the decision-making process. In conclusion, the expected benefits of the application of the proposed model are summarized.

Key words: process analysis; shipment warehouse; warehouse arrangement; warehouse layout; warehouse operations

Tento článek se zabývá průmyslovou logistikou. Tento obor je nyní velmi aktuální, protože pokud chtějí být současné průmyslové podniky úspěšné a konkurenceschopné, musejí k řízení logistiky přistupovat systémově a řídit všechny aktivity jako ucelené procesy. Cílem logistického řízení je uspokojit všechny požadavky zákazníka v požadované kvalitě, vymezeném čase a při co nejmenších nákladech. Logistika v současnosti nabývá

pro průmyslové podniky stále většího významu za prvé kvůli vysoké nákladovosti logistických aktivit a za druhé kvůli neustálé rostoucími a měnícími se požadavky zákazníků na úroveň logistických služeb. Podniky jsou nuceny věnovat logistice zvýšenou pozornost, aby mohly reagovat na změny potřeb zákazníků a přizpůsobovat se vývoji tržního prostředí s cílem dosáhnout a udržet si konkurenceschopnost. Tohoto cíle je v praxi dosahováno pře-

vším řízením a optimalizací podnikových logistických procesů za využití automatizace a digitalizace.

Článek je zaměřen na expediční logistiku a s ní spojené procesy, jako je skladování a plánování. Konkrétně je v tomto článku řešena procesní analýza expedice hotových výrobků metalurgického podniku s důrazem na řízení skladovacích operací v expedičním středisku. Hlavním cílem řízení expedičního střediska je efektivní využívání skladových kapacit, personálu, manipulačních zařízení a optimalizace skladových operací. Ze skladových operací je věnována největší pozornost ukládání hotových výrobků na sklad, čímž je dosaženo zkrácení času potřebného pro následné expedování skladovaných výrobků [1].

Z logistického hlediska do řízení expedice patří plánování, organizace a řízení všech skladových operací umožňujících tok materiálu od vzniku hotových výrobků po jejich konečnou spotřebu. Řízení expedice řeší pohyb a skladování hotových výrobků v průběhu celého odbytu. Patří sem i informační tok vznikající při těchto procesech. Procesem řízení expedice se rozumí komplexní dohled na plánování a řízení činností spadajících do expedice hotových výrobků. Výsledkem tohoto řízení je minimalizace aktivit, nepřinášejících hodnotu pro zákazníka. Řízení expedice monitoruje náklady a vznik přidané hodnoty [1, 2].

1. Metody procesní analýzy řízení expedičního skladu metalurgického podniku

1.1 Proces

Základním termínem procesní analýzy je proces. Proces je vymezený a zdokumentovaný sled činností tvořících hodnotu pro zákazníka. Hodnotu posuzuje zákazník. Reakce zákazníka na konečný výsledek procesu poskytuje zpětnou vazbu vlastnickovy procesu, který je zodpovědný za kvalitu výstupu. Proces má definovaný cíl. Naplnění cíle procesu přispívá k plnění cílů organizace. Proces má jasně vymezený začátek a konec, stanovenou skladbu podprocesů a stanovenou návaznost na jiné procesy. Výstup předcházejícího procesu je vstupem do následujícího procesu. Zákazník, pro kterého jsou určeny výsledky procesu, je klíčovým subjektem tohoto procesu. Proces využívá vstupy, které jsou v jeho průběhu dodávány interními či externími dodavateli. Pro vykonání procesu jsou nezbytné zdroje, jako např. pracovníci, stroje, informace.

Procesy jsou regulovány a limitovány faktory, jako jsou zákony, normy a přírodní vlivy. Činnosti procesu jsou uceleným sledem pracovních úkonů s určenou návazností a spoluprací, které vykonává jeden typ pracovníka nebo útvaru v souvislém čase a s jedním měřitelným výstupem. Procesy vytvářejí přidanou hodnotu navýšením hodnoty vstupů. Parametr procesu je cílová hodnota ukazatele vedoucí k naplnění cíle.

U parametrů se stanovují maximální, minimální a optimální hodnoty. Sledovanými parametry u procesu jsou

průběžná doba, včasnost, náklady atd. Ukazatel výkonnosti procesu je měřitelná veličina vypovídající o míře naplnění cíle, která je ovlivněna činnostmi uvnitř procesu [3 – 5].

1.2 Procesní analýza

Procesní analýza je nástrojem k identifikaci a pochopení podnikových aktivit. Umožňuje jejich lepší využití při dosahování vytyčených cílů. Analýza popisuje tok práce od jednoho pracovníka k dalšímu, a to včetně vstupů, výstupů, jednotlivých kroků a spotřeby zdrojů. Pomáhá identifikovat neshody v podnikových procesech a zajišťovat jejich stabilitu. Jedná se o komplexní metodu určování příčin nedostatků v podnikových procesech. Principem procesní analýzy je identifikace problémů a nedostatků v jednotlivých procesech a následný popis jejich možného zlepšení. Skládá se z metod umožňujících analyzovat procesy z různých hledisek. Tím se získává komplexní a detailní povědomí o současných procesech, příčinách a následcích jejich nedostatků. Předpokladem procesní analýzy je identifikace a charakteristika procesů se stanovením časové náročnosti. Před započetím procesní analýzy je nezbytné vymezit předmět a rozsah analýzy.

Procesní analýza musí následovat až po správném modelování jednotlivých procesů. Analýza se zabývá rozborem jednotlivých procesů a detailním popisem jednotlivých podnikových procesů. Procesní analýza může být zaměřena na jeden proces, množinu procesů nebo také na všechny procesy v organizaci [2, 4].

Dle předmětu zkoumání se procesní analýzy zaměřují na vnitřní logiku procesů, variantnost procesů, spokojenost zákazníka, spokojenost vykonavatele, informační potřeby, chyby a neshody, náklady procesu atd. Analýza procesu a jeho vnitřní logika jsou považovány za základní typ procesní analýzy. Slouží k objevení věcných a logických nedostatků průběhu procesu. Základní činností je identifikace příčin problémů a srovnání odlišností v procesu. Také se porovnává proces vzhledem k nastaveným regulátorům řízení. Vždy se provádí postupným hodnocením činností procesu. Analýza variant procesů se zabývá zkoumáním průběhu procesu v různých variantách. Probihat může buďto centralizovaně nebo decentralizovaně. Zjišťuje se stupeň standardizace a možnost využívání úspor z rozsahu. Analyzují se odlišnosti v průběhu procesu a určuje se míra shodnosti produktů, frekvencí, časů a užitých zdrojů. Analýza očekávání zákazníků má za cíl zjistit zákazníkem očekávanou kvalitu produktu. Hlavním cílem je nastavit zákaznický orientovaný proces. Zpravidla se tato analýza provádí pro interní produkty. Časová analýza procesu má za účel získat informace o zdrženích a prostojích v rámci procesu. Analýzou umožňuje následné zkrácení průběžné doby procesu. Cílem je minimalizovat dobu trvání procesu a zároveň minimalizovat náklady. Dosáhne se tak zvýšení reakční schopnosti na požadavky zákazníků, snížení výskytu neshod a uvolnění kapacit zdrojů. Nejvýznamnějším ukazatelem výkonnosti procesů je hodnota průměrného času nebo také průměrných nákladů [4, 5].

1.3 Postup procesní analýzy

Při zpracovávání procesní analýzy se většinou postupuje v těchto krocích:

- Identifikace a charakteristika procesů – vychází z předpoklad. Identifikace a charakteristika se provádí na základě určené míry podrobnosti.
- Vymezení předmětu a rozsahu analýzy – návaznost na předchozí krok. Předmět analýzy musí být jasně vymezen a stejně, jako její rozsah, vychází z účelu analýzy a z požadavků zákazníka analýzy.
- Výběr vhodné analytické metody – k efektivnímu provedení analýzy je nezbytná znalost analytických metod, metodických postupů, metod evidence, vyhodnocování a interpretace poznatků.
- Vyhodnocení analýzy – pro provedení analýzy je nezbytné vypracovat formalizované postupy a dokumenty určené k řádné evidenci průběhu a výsledků analýzy.

Nejkomplikovanější krokem je vyhodnocení a prezentace výsledků analýzy. V průběhu analýzy by měly být reálně zachyceny a popsány všechny skutečnosti, které jsou podloženy relevantními informacemi [3, 6].

2. Případová studie: Optimalizace řízení a organizace expedičního skladu středojevné válcovny

Případ aplikace metod procesní analýzy, o kterém pojednává tento článek, se uskutečnil v metalurgickém podniku – v expedičním skladu středojevné válcovny. Analýza se zabývala především vnitroskladovými operacemi, jako je ukládání výrobků a vychystávání objednávek. Vedle těchto operací byly však analyzovány i expediční procesy, u kterých byla největší pozornost věnována nakládce výrobků na silniční nákladní vozidla. Důraz byl kladen také na pochopení, určení a popsání všech rozhodovacích procesů a informačních toků spojených s řízením expedičního skladu. Analýza byla zpracovávána za účelem poskytnutí vstupních podkladů do projektu zabývajícího se optimalizací systému rozhodování při ukládání hotových výrobků v expedičním skladu. Hlavním požadovaným výstupem byl soubor všech faktorů ovlivňujících volbu úložného místa při ukládání hotových výrobků. Po identifikaci všech faktorů vstupujících do rozhodovacího procesu byly následně tyto faktory analyzovány za účelem výběru těch nejrelevantnějších a nejvýznamnějších. Pro vybrané faktory zvoleny minimální a maximální parametry hodnot a stanoveny jejich vzájemné vazby spolu s určením priorit jednotlivých faktorů. Tyto výstupy slouží jako základ při tvorbě modelu pro potřeby optimalizace systému rozhodování při ukládání výrobků. Pojednávání případ procesní analýzy se skládá z následujících čtyř kroků:

2.1 Identifikace a charakteristika procesů

Prvním krokem byla analýza současného stavu skladovacích a expedičních procesů v expedičním středisku provozu středojevné válcovny. Tato analýza probíhala

zpracováním historických dat, měření, pozorováním, formou dotazníků a řízenými rozhovory. V průběhu tohoto kroku bylo cílem dosáhnout co nejdetailnějšího zachycení obrazu všech logistických procesů ve zkoumaném provozu a všech podnikových aktivit, které do těchto procesů vstupují anebo jsou s nimi jinak spojené. Pozornost byla věnována všem souvislostem a vazbám mezi jednotlivými procesy a pozorovanými veličinami spolu s tokem informací, který vše provází. Definovaly se například i všechna specifika a omezení vyplývající z charakteru metalurgického průmyslu. Na základě analyzovaných dat a vypořádaných skutečností se stanovily priority pro uvažované prvky logistického systému [3, 7].

2.2 Vymezení předmětu a rozsahu analýzy

Druhým krokem bylo vymezení předmětu, kterým se má analýza zabývat, a rozsahu, v jakém má být analýza zpracovávána. Předmětem analýzy byla zvolena ta část řízení skladu, která provádí ukládání hotových výrobků a jejich následné vyskladňování, a to proto, že zadavatel analýzy si přál tyto skladové operace optimalizovat. Procesy, které těmto operacím předcházejí nebo na ně navazují, jako je výroba nebo expedice, byly řešeny pouze okrajově. Do rozsahu analýzy byly zahrnuty především klíčové faktory zkoumaných procesů, které jsou ohniskem dalších analytických a optimalizačních aktivit. Vymezení klíčových faktorů vyplývá ze srovnání teoretických východisek a poznatků z reálného prostředí. Ve středu pozornosti jsou logicky především ty prvky skladovacích a expedičních procesů, které jsou v literatuře označovány za nejdůležitější z hlediska optimalizace logistických procesů jako celku a u kterých byla jejich důležitost potvrzena výstupy z analýzy skutečného stavu.

2.3 Výběr vhodné analytické metody

Dalším krokem při procesní analýze byl výběr vhodné analytické metody. V tomto případě bylo zvoleno více metod, a to na základě toho, že se analyzoval více než jeden aspekt zkoumaného procesu. Volba metod odpovídala předmětům a účelům jednotlivých dílčích analýz. První prováděnou dílčí analýzou byla analýza současného stavu systému řízení skladu, pro kterou byly využity klasické metody snímkování a mapování procesů (viz kap. 3.1 Procesní analýza současného stavu systému řízení skladu). Druhou dílčí analýzou byla analýza zásob skladovaných výrobků, která vycházela z analýzy historických dat a z metody ABC/XYZ analýzy (viz kap. 3.2 Analýza skladovaných zásob hotových výrobků). Poslední dílčí analýzou byla analýza procesu výběru úložných míst pro svazky hotových výrobků. V této dílčí analýze bylo opět využito klasických metod pozorování, dotazování a mapování procesů, tak jako u první dílčí analýzy (viz kap. 3.3 Analýza procesu výběru úložného místa pro svazky hotových výrobků) [5, 8].

2.4 Vyhodnocení analýzy

Na závěr byla analýza vyhodnocena. Vedle shrnutí poznatků získaných z analýzy současného stavu systému a procesů řízení skladu a z analýzy zásob skladovaných

výrobků, se vyhodnocení zaměřilo především na výstupy z analýzy procesu výběru úložných míst pro svazky hoto- vých výrobků. To byla stěžejní část celé procesní analýzy. Vyhodnocovaly se především faktory ovlivňující a vstu- pující do rozhodovacího procesu, a to s cílem identifikovat ty nejvýznamnější pro zájmový rozhodovací proces (viz kap. 4.4 Identifikace hlavních faktorů ovlivňujících proces výběru úložného místa) [6, 7].

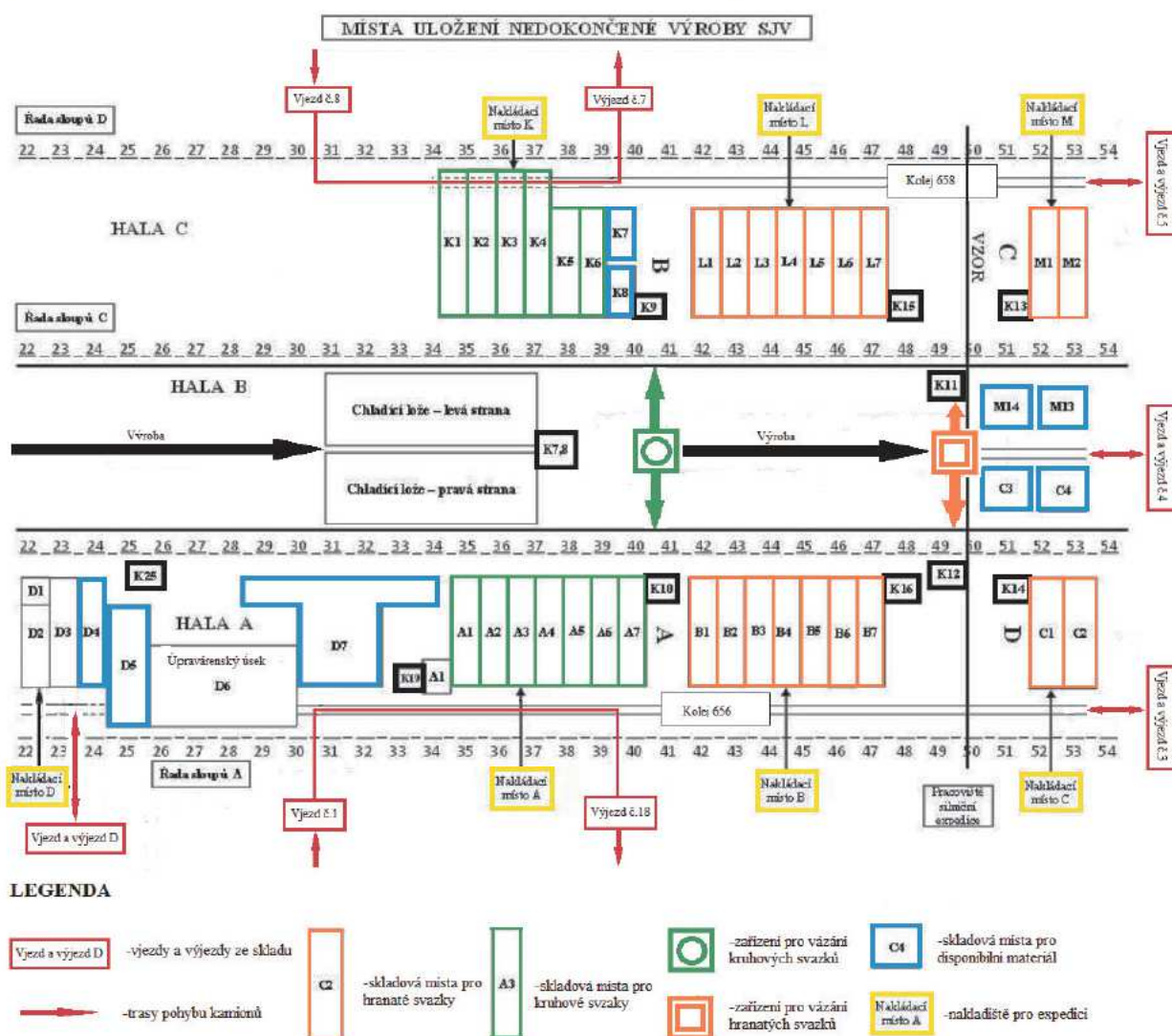
3. Analýza řízení a organizace expedičního skladu středojemné válcovny

3.1 Procesní analýza současného stavu systému řízení skladu

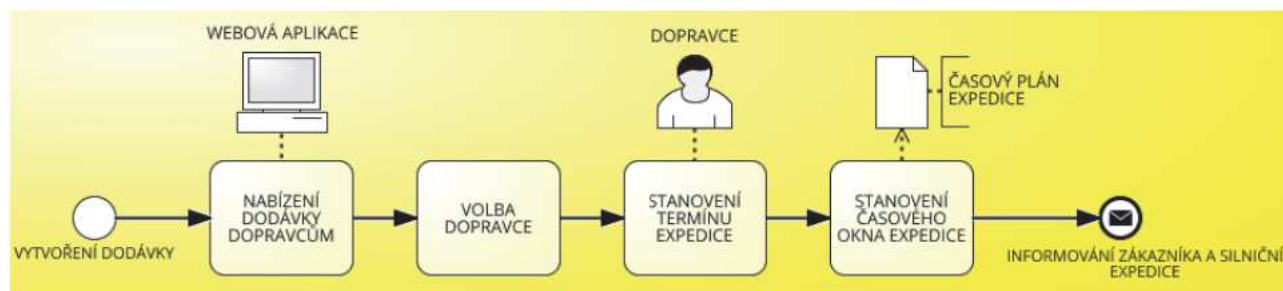
Tato fáze práce se zabývala procesní analýzou součas- ného stavu skladovacích a expedičních procesů v expedičním skladu středojemné válcovny. Sběr dat pro tuto fázi byl zajištěn pomocí měření, pozorování, řízených rozhovorů, dotazníků a časových snímků. Dalším krokem byla identifikace procesů, jejich posloupnosti, návaznosti, zodpovědných osob, vstupních a výstupních dokumentů,

potřebných strojů a zařízení a také příslušných informa- čních toků. Jedním z výstupů této fáze analýzy bylo grafické vyobrazení organizačního plánu expedičního skladu středojemné válcovny (obr. 1). Organizační plán schématicky vyobrazuje konstrukční uspořádání skladu, rozložení úložných míst, vjezdy a výjezdy pro silniční nákladní vozidla, trasy nákladních vozidel, místa nakládky a nákras výrobního úseku.

K popisu a analýze všeho výše uvedeného bylo využito metody pro tvorbu procesních diagramů neboli také procesních map podle metodiky BPMN (Business Process Mapping and Notation). BPMN je soubor principů a pravidel, který slouží pro grafické znázorňování podniko- vých procesů. Na obr. 2 je zobrazen příklad využití notace BPMN pro mapování procesů. Konkrétně je na obrázku vyobrazen proces plánování expedice. Vyobrazený proces začíná vytvořením objednávky, následně je objednávka nabí- nuta přepravci a je vybrán vhodný přepravce. Poté je naplánováno datum a časové okno v rámci dne pro expedi- ci objednávky, což je zachyceno v časovém plánu expedice. Proces končí informováním zákazníka o pláno- vané expedici [7, 8].



Obr. 1 Současný organizační plán expedičního střediska. Zdroj: autorův vlastní
Fig. 1 Current organizational plan of the shipment center. Source: author's own



Obr. 2 BPMN příklad: Plánování expedice. Zdroj: autorův vlastní

Fig. 2 BPMN example: Planning of shipment. Source: author's own

3.2 Analýza skladovaných zásob hotových výrobků

Současně s analýzou procesů a systémů řízení skladu probíhala také analýza skladovaných zásob hotových výrobků. Zásoby byly analyzovány z několika hledisek. Základním faktorem sledovaným u zásob vzhledem k jednotlivým skupinám produktů byla jejich obrátkovost. Dále pak byl analyzován hodinový výkon vztahený k hotovým výrobkům, preferovaná úložná místa, průměrný objem skladovaných zásob, průměrné doby nakládek, průměrné objemy objednávek a další charakteristiky chování zákazníků. Výrobky byly následně kategorizovány postupně pro všechny analyzované faktory metodou analýzy zásob ABC/XYZ [10, 11].

3.3 Analýza procesu výběru úložného místa pro svazky hotových výrobků

Součástí řídicích procesů ve skladovém hospodářství každého podniku je rozhodování o volbě úložného místa při ukládání zásob výrobků nebo zboží ve skladu. V každém případě je nezbytné skladovací kapacity a plochy využívat s maximální efektivitou. Zásadní je snažit se o takovou organizaci uspořádání skladu, která zajistí co nejplynulejší a nejehospodárnější provoz skladu. Proces rozhodování při ukládání hotových výrobků středoječné vlnovny v expedičním skladu je ovlivněn celou řadou aspektů, jako jsou například stavební, technologické a prostorové parametry skladu. Dále je volba úložného místa ovlivněna typem ukládaných výrobků, jejich rozměry, hmotností, množstvím a obrátkovostí. Cílem vedení expedičního skladu je nalezení nejehospodárnějšího řešení, dosáhnout efektivního využití skladovací plochy a zároveň minimalizování manipulace s materiálem a nákladů s tím spojených. Návrh plánu uspořádání skladových ploch a organizace ukládání výrobků je velmi složitá procedura vyžadující predikci množství a typu výrobků, které budou ukládány, ale i expedovány. Při návrhu uspořádání skladových ploch je nezbytné navrhnout více variant řešení a z nich následně po diskusi mezi vedením expedičního centra, vedením výroby a vedením logistiky vybrat tu optimální. Pro dílčí úkony se při návrhu jednotlivých variant využívají specializované softwary a úkolem vedení je pouze výběr finální varianty, která bude realizována.

V současnosti za realizaci a dodržování navrženého plánu pro uspořádání a využívání skladových ploch zodpovídá v expedičním centru středoječné vlnovny předák expedice ve spolupráci s předákem výroby. Před uložením výrobků spolu vedou dialog, ve kterém řeší, jaká výrobní kampaň právě probíhá a jaké kampaně jsou v blízké době naplánovány. Poté se zabývají tím, jaký je stav skladu, především vytíženost skladových kapacit a obsazenost úložných míst. Dále berou v potaz informace o plánovaných expedicích. Všechny uvedené skutečnosti prodiskutují a v kontextu předepsaného organizačního plánu vyberou optimální úložné místa pro vyráběné výrobky.

3.4 Identifikace hlavních faktorů ovlivňujících proces výběru úložného místa

Po analýze rozhodování při procesu výběru úložných míst při ukládání hotových výrobků a sestavení souboru faktorů ovlivňujících a vstupujících do tohoto rozhodovacího procesu následovala vyhodnocovací fáze. V této fázi byly jednotlivé faktory dále zkoumány a charakterizovány. Výstupem hodnocení byla identifikace nejvýznamnějších faktorů. Toho bylo dosaženo tím, že byly vyhledávány příčinné souvislosti, spojitosti a návaznosti mezi všemi pozorovanými procesy a faktory. Na základě pozorování byly opomenutelné faktory odděleny od těch významných. Pro potřeby identifikace hlavních faktorů byly využity metody managementu kvality, jako je Ishikawův diagram, Paretův diagram, histogram, FMEA a síťový graf.

U faktorů identifikovaných z hlediska jejich významu pro celkovou efektivitu skladovacích a expedičních procesů následovala snaha o kvantifikaci jejich vzájemných vztahů a jejich vlivu na efektivitu procesů pomocí matematických rovnic a modelů. Níže je uveden výčet faktorů ovlivňujících volbu úložného místa:

1. obecné preference (preferované až nepreferované z pohledu logistiky a bezpečnosti)
2. náklady (podle náklady na kamiony, vozy, traktorem vlečku)
3. zakázky (externí zákazník, interní-MB, interní AMDS)
4. velikost zakázky (malá až velká)
5. zákazník

6. typ výroby (standardní/speciality)
7. jakost (druh výrobků)
8. délka výrobků
9. speciální úpravy (barvení)
10. datum a den v týdnu/čas ukládání
11. způsob ukládání – křížová hromada / překládání s dřevem
12. statistická data – obrátkovost / četnost ukládání / expedice
- 13.

3.4.1 Zákazník

Jedním z významných faktorů vstupujících do rozhodovacího procesu při ukládání hotových výrobků v expedičním skladu jsou informace o zákazníkovi pro dané výrobky. Pokud budou tyto informace dostupné již při ukládání výrobků, tak mohou být výroky uloženy v blízkosti dalších výrobků určených pro tohoto zákazníka. Tím bude v budoucnu dosaženo úspory času jak při vychystávání dodávky, tak i při její nakládce. Dále tyto informace poskytnou možnost zohlednit chování zákazníka a predikovat jeho požadavky na základě minulých zkušeností. Jedná se například intervaly odvolávek uskladněného materiálu a jejich objem ze strany zákazníka anebo také o pravidelné kombinace typů výrobků odvolávaných zákazníkem.

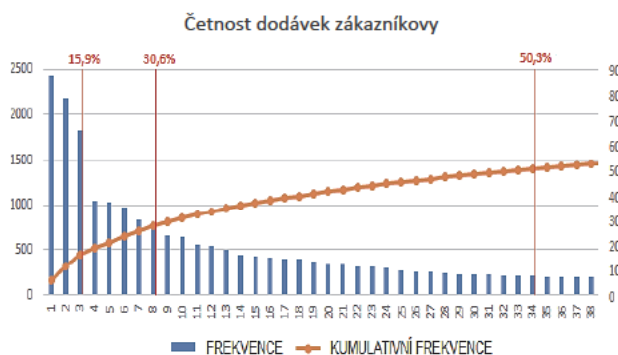
V rámci analýzy hlavních faktorů ovlivňujících proces výběru úložného místa při ukládání hotových výrobků byla vyhodnocena data o všech expedicích za roky 2016 až 2018. Jedna z částí této analýzy se věnovala právě chování zákazníků. Bylo zjištěno, že 40 396 celkových expedičních případů bylo rozděleno mezi 1269 různých zákazníků. Přičemž 308 zákazníků podalo pouze jednorázovou objednávku. Dále pak 876 zákazníků podalo 10 a méně objednávek. Tito zákazníci tedy nemají z hlediska analýzy a predikce chování zákazníků žádný význam. Naopak celá čtvrtina objednávek, konkrétně 11 062, byla podána pouhými 8 zákazníky. Tito zákazníci jsou pro analýzu a predikci chování klíčoví. Pochopení a identifikace zvyků této skupiny zákazníků bude pro optimalizaci expedičních a skladovacích procesů značným přínosem.

Tabulka 1 zobrazuje intervalové rozdělení četností objednávek. Z hodnot v tabulce je patrné, že velká většina zákazníků realizuje, tak malé množství objednávek, že jejich chování je zcela bezvýznamné [7, 8].

Tabulka 1 posloužila jako podklad při tvorbě Paretovy analýzy. Výstup Paretovy analýzy v podobě Paretova diagramu je zobrazen na obr. 3. Z diagramu je patrné, že 3 zákazníci jsou zodpovědní za 15,9 % objednávek, 8 zákazníků již za 30,6 % a 50,3 % všech objednávek bylo realizováno pouze 34 zákazníky z celkového počtu 1269 zákazníků. Tato menšina zákazníků, nejdůležitějších pro vyplnění výrobní kapacity provozu, bude předmětem podrobnější analýzy jejich chování a preferencí.

Tab. 1 Frekvence dodávek zákazníkům. Zdroj: autorův vlastní
Tab. 1 Customer delivery frequency. Source: author's own

K	Frekvence dodávek		Počet zákazníků
1	0	79	1161
2	79	158	57
3	158	236	23
4	236	314	7
5	314	392	4
6	392	471	4
7	471	549	2
8	549	627	1
9	627	706	2
10	706	784	1
11	784	862	1
12	862	941	0
13	941	1019	1
14	1019	1097	2
15	1097	1175	0
16	1175	1254	0
17	1254	1332	0
18	1332	1410	0
19	1410	1489	0
20	1489	1567	0
21	1567	1645	0
22	1645	1724	0
23	1724	1802	1
24	1802	1880	0
25	1880	1958	0
26	1958	2037	0
27	2037	2115	0
28	2115	2193	1
29	2193	2272	0
30	2272	2350	0
31	2350	2428	1



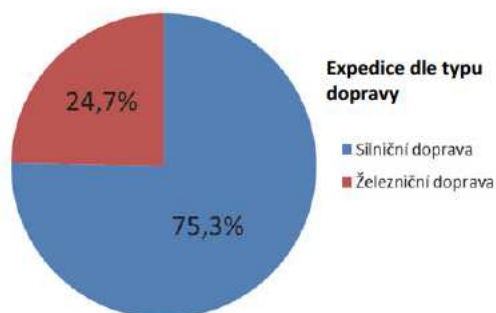
Obr. 3 Pareto diagram: Četnost dodávek zákazníkům. Zdroj: autorův vlastní

Fig. 3 Pareto diagram: Customer delivery frequency. Source: author's own

3.4.2 Nakládka

Dalším významným faktorem, který vstupuje do rozhodovacího procesu při výběru úložného místa pro hotové výrobky, je nakládka. Termínem nakládka je myšlen způsob, jakým bude výrobek nakládán při expedici, typ dopravního prostředku, na který bude nakládán a další specifikace spojené s nakládkou.

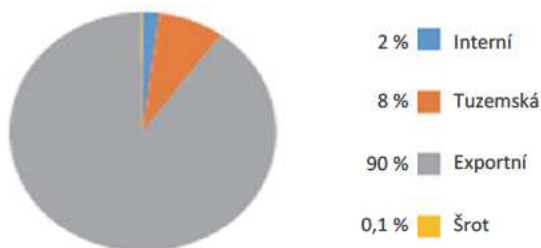
V průběhu procesní analýzy byly také zpracovány údaje o typech expedice za roky 2016 až 2018. Výstupy ze zpracování těchto údajů jsou zachyceny na obr. 4 a 5. Graf na obr. 4 vyobrazuje rozdělení expedic dle typu dopravy na expedice realizované silniční nákladní dopravou a železniční dopravou. Zjistilo se, že 75,3 % expedic je realizováno pomocí silniční nákladní dopravy.



Obr. 4 Rozdělení expedic dle typu dopravy. Zdroj: autorův vlastní

Obr. 4 Distribution of expeditions by transport type Source: author's own

Ta je také středobodem veškeré analytické a optimalizační činnosti popisované v tomto článku. Graf na obr. 5 znázorňuje rozdělení silniční nákladní dopravy dle typu expedice na interní, tuzemskou, exportní a odvoz šrotu. Ukázalo se, že až 90 % všech expedičních případů tvoří export. Toto je významné, protože exportní expedice mají jiná pravidla než tuzemské, a to ať už se jedná o dokumentaci, jako jsou celní dokumenty, nebo o dodržování mezinárodních logistických standardů a norem, které ovlivňují způsob ukládání a ukotvování výrobků na návesy silničních nákladních vozidel.



Obr. 5 Rozdělení silniční nákladní dopravy dle typu expedice. Zdroj: autorův vlastní

Fig. 5 Distribution of road freight transport by type of shipment. Source: author's own

3.4.3 Datum a den v týdnu / čas ukládání

Při rozhodování o výběru úložného místa při ukládání hotových výrobků je také nezbytné brát v úvahu den a čas, kdy je výrobek ukládán, a to především proto, že ve zkoumaném expedičním skladu dochází ke křížení výroby

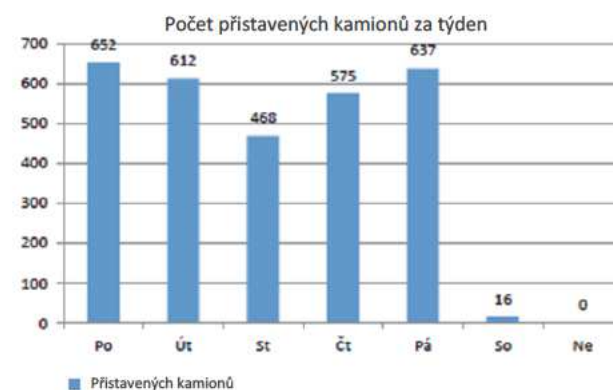
a expedice. To v praxi znamená, že zároveň probíhá jak výrobní proces s následným ukládáním svazků hotových výrobků, tak i expediční proces. Oba procesy se dělí o kapacity manipulačních zařízení i skladového personálu. Zejména se jedná o sdílení mostových jeřábů. V případě výroby výrobku s vysokým hodinovým výkonem jsou kapacity vytíženy obsluhou výroby, a expedice je tak zpomalena, někdy dokonce i zcela pozastavena. Výroba má kvůli velkým provozním nákladům válcovací tratě vždy přednost před expedicí.

Během procesní analýzy byla zkoumána také tato problematika. Analýzou historických dat o realizovaných expedicích byly stanoveny výkyvy a trendy v četnostech nakládek kamionů v rámci časových oken v průběhu dne a v průběhu týdne. Byly odhaleny denní i týdenní špičky a sedla. Na obr. 6 je vykreslen graf zobrazující průměrný počet naložených kamionů v jednotlivých časových oknech za celý den. Z grafu lze vyčíst, že většina nakládek probíhá mezi 6. až 20. hodinou s tím, že denní špička je mezi 12. a 14. hodinou.



Obr. 6 Počet kamionů naložených v časových oknech v průběhu dne. Zdroj: autorův vlastní

Fig. 6 Number of trucks loaded in time windows throughout the day. Source: author's own



Obr. 7 Počet kamionů naložených v průběhu týdne. Zdroj: autorův vlastní

Fig. 7 Number of trucks loaded throughout the week days. Source: author's own

Dále je pak na obr. 7 uveden graf zobrazující průměrný počet naložených kamionů v průběhu týdne. Z tohoto grafu je nejvýraznější propad vyskytující se ve středu, kdy počet nakládek výrazně klesá oproti ostatním dnům. Naopak nejvyšší počty nakládek jsou realizovány v pondělí a pátek.

3.5 Návrh modelu systému pro podporu procesu výběru úložného místa

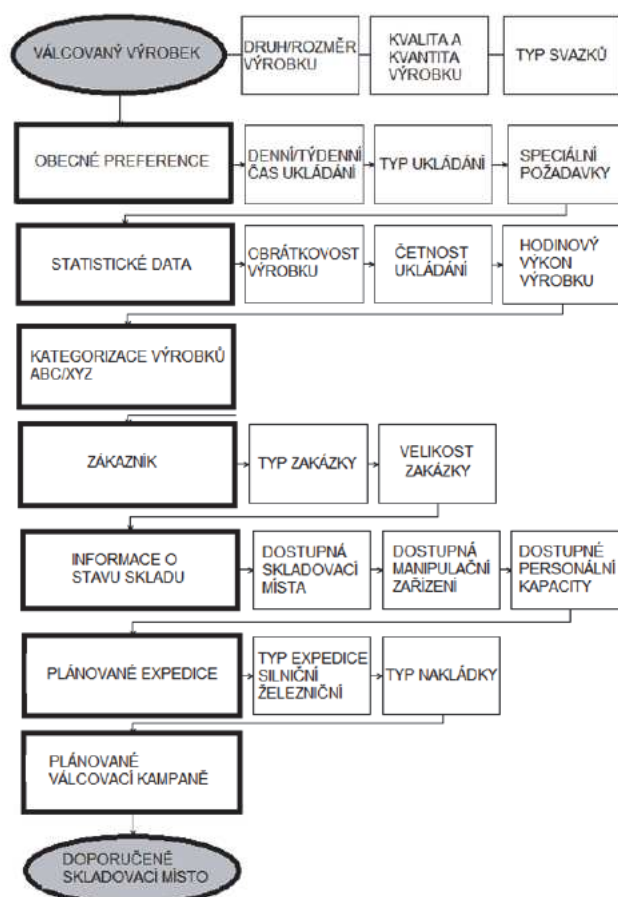
Poté, co byla provedena kompletní procesní analýza expedičních a skladovacích procesů v expedičním skladu středojemné válcovny, budou výstupy z této analýzy využity při vytváření modelu systému pro podporu rozhodování při ukládání hotových výrobků. Požadavek na vytvoření tohoto modelu vyplynul z předchozích realizovaných studií logistiky expedičního skladu středojemné válcovny, které probíhaly v rámci zpracovávání výzkumných projektů. Studie odhalily, že jedním z nejvýznamnějších zdrojů plýtvání a prostojů je neefektivní systém organizace ukládání hotových výrobků. Tyto závěry potvrdila i procesní analýza popsaná výše. Proto vedení provozu rozhodlo, že celkového zlepšení logistických procesů expedičního centra bude nejvýrazněji dosaženo právě optimalizací procesu ukládání hotových výrobků. Postup tvorby modelu systému pro podporu rozhodování při ukládání hotových výrobků bude vycházet z informací, dat a parametrů získaných při analýze. Na základě vytvořeného modelu se dále vytvoří systém, který bude dynamicky zpracovávat všechna vstupní data a podle nastavených parametrů a priorit provádět výpočty za účelem výběru optimálního úložného místa pro právě vyráběný typ výrobku. Postup a metody pro zpracovávání dat a následného výběru úložného místa budou specifikovány v průběhu návrhu modelu systému. Stejně tak i rozsah a složitost potřebných výpočetních úloh vyplyne během volby a stanovování hodnot parametrů modelu.

V případě, že to bude jednat o relativně jednoduchý matematický model, pak bude nejspíše metodika pro dynamickou organizaci expedičních a skladovacích procesů doplněna o další optimalizační nástroje, jako je například algoritmus pro optimalizaci vyvolávání čekajících kamionů k nakládce. Předpokládá se však, že to bude složitější matematický model, který by vzhledem k množství uvažovaných parametrů a složitosti výpočetních úloh měl plně využít zdroje vyčleněné podnikem na tento projekt.

Může také nastat situace, kdy se v průběhu návrhu modelu systému zjistí, že nastane natolik komplikovaný a komplexní problém, že jeho řešení by výrazně přesáhlo rozpočet vymezený na realizaci optimalizačního projektu. V této situaci by se přistoupilo k variantě, kdy by výstupem nebyl hotový fungující algoritmus, ale spíše by výstupy sloužily jako podkladová vstupní data a metodický návrh pro sestavení algoritmu. Následná tvorba algoritmu by pak dále byla spíše námětem pro budoucí výzkumné projekty pro odborníky z oblasti IT a matematiky, kteří by dle navržené metodiky řešili problematiku naprogramování softwarové aplikace zajišťující podporu rozhodování.

Na obr. 8 je vyobrazen koncept modelu systému pro podporu rozhodování při ukládání hotových výrobků v expedičním skladu metalurgického podniku. Navrhovaný koncept vychází z toho, že do předem sestaveného algoritmu vstoupí startovací impulz ve formě informací o právě vyráběném výrobku, který je třeba uložit. Na vstupu jsou informace o typu výrobku, jeho rozměrech, kvalitě, množství a také o typu svazku, do kterých

bude vázán. Poté následuje fáze uvažování všech vybraných faktorů majících vliv na výběr úložného místa. Nejprve jsou uvažovány obecné preference, jako je denní doba nebo způsob ukládání. Dále pak bude model pracovat se statistickými daty, jako je obrátkovost výrobku a četnost ukládání tohoto typu výrobku. Následuje kategorizace produktu do tříd podle analýzy zásob ABC/XYZ. Poté budou uvažovány informace o zákazníkovi pro danou zakázku. V dalším kroku budou zpracovávána aktuální data o stavu skladu, a to především informace o volných úložných místech, dostupných kapacitách manipulačních zařízení a skladového personálu. Do rozhodovacího procesu také vstupují informace o objemu a typu plánovaných expedic. Nakonec systém zváží také plánované výrobní kampaně. Poté, co se vyhodnotí všechny zmínované faktory, systém na základě soustavy limitních parametrů, priorit, pravidel a norem předákoví výroby doporučí optimální úložná místa pro právě ukládaný svazek výrobků. Navrhovaný model systému bude dynamický. To znamená, že se bude neustále aktualizovat a přizpůsobovat momentální situaci ve skladu, výrobě a požadavkům managementu a zákazníků.



Obr. 8 Koncept modelu pro podporu rozhodování při ukládání hotových výrobků Zdroj: autorův vlastní

Fig. 8 Concept of model for support of decision making in storage of final products. Source: author's own

Vyobrazené schéma slouží pouze pro ilustraci konceptu vyvíjeného modelu. Finální podoba tohoto modelu, a to především pořadí uvažovaných kritérií, vyplyne až po

důkladném vyhodnocení faktorů ovlivňujících rozhodovací proces a po nastavení priorit a limitních hodnot všech uvažovaných faktorů. Vše výše uvedené bude po celou dobu vývoje diskutováno se všemi zainteresovanými stranami (vedení skladu, vedení výroby, vedení logistiky, vedení podniku).

Závěr

V článku je představena obecná metodika procesní analýzy. Hlavní náplní článku je případová studie realizace procesní analýzy. Řešeným subjektem procesní analýzy v případové studii je expediční sklad metalurgického podniku v provozu středojemné válcovny. Nejprve jsou popsány základní kroky analýzy, kam patří identifikace a charakteristika procesů, vymezení předmětu a rozsahu analýzy, výběr vhodných analytických metod a vyhodnocení analýzy. V další části je podrobněji rozepsána analýza současného stavu procesu skladování a řízení skladu. V této části byl popsán současný stav expedičních a skladovacích procesů. Dále jsou analyzovány skladované zásoby a poté proces výběru úložného místa při ukládání svazků hotových výrobků. Především článek identifikuje hlavní faktory ovlivňující rozhodovací proces. Bylo identifikováno 13 základních faktorů vstupujících do rozhodovacího procesu. V článku je blíže popsána analýza tří vybraných faktorů. Vybranými faktory jsou zákazník, nákladka a datum a s časem ukládání. Jako poslední krok článek představuje návrh konceptu modelu systému pro podporu rozhodování při ukládání hotových výrobků v expedičním skladu středojemné válcovny.

Navrhovaný model má sloužit jako podpůrný nástroj pro vedoucí pracovníky skladu. Pracovat s ním budou především předáči skladu, kteří jsou zodpovědní za výběr úložných míst. Model bude pracovat s výstupy z procesní analýzy, historickými daty a informacemi o aktuální situaci. Hlavním výstupem procesní analýzy se, kterým bude model pracovat, budou faktory ovlivňující rozhodovací proces. Především pak bude pracovat se stanovenými limitními parametry, pravidly a prioritami pro jednotlivé faktory. Přínosem aplikace navrhovaného modelu bude standardizace rozhodovacího procesu a optimalizace

organizace uspořádání skladu. To zajistí úsporu času a zdrojů při kompletaci a nakládání dodávek výrobků. Mimo to také dojde k úspoře skladovacích prostor.

Acknowledgements

The work was supported by the specific university research of the Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic No. SP2018/107.

Literature

- [1] BREWER, A., BUTTON, M., HENSHER, K. J., DAVID, A. *Handbook of Logistics and Supply Chain Management*, Vol. 2. (2008). Emerald, Inc.
- [2] WATERS, C. D. J. *Global Logistics: New Directions in Supply Chain Management*, 5th ed. Philadelphia: Kogan Page, 2007. ISBN 978-0-7494-4813-4.
- [3] RUSHTON, A., CROUCHER, P. a BAKER, P. *The Handbook of Logistics and Distribution Management*, 5th ed. London: Chartered Institute of Logistics and Transport, 2014. ISBN 978-0-7494-6627-5.
- [4] BOLTON, E. F. *Managing Time and Space in the Modern Warehouse: with Ready-to-use Forms, Checklist & Documentation*. New York: AMACOM, 1997. ISBN 978-0-8144-7956-8.
- [5] RICHARDS, G. *Warehouse Management: a Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse*, 3rd ed. London: Kogan Page, 2018. ISBN 978-0-7494-7977-0.
- [6] MULLER, M. *Essentials of Inventory Management*, 3rd ed. Nashville, TN: HarperCollins Leadership, 2018. ISBN 9780814416563.
- [7] CERGIBOZAN, Ç., TASAN, A. S. Order Batching Operations: an Overview of Classification, Solution Techniques, and Future Research. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 30 (2019) 335. <https://doi.org/10.1007/s10845-016-1248-4>
- [8] ZHOU, L., SUN, L., LI, Z., et al. *Study on a Storage Location Strategy Based on Clustering and Association Algorithms*. *Soft Comput* (2018). <https://doi.org/10.1007/s00500-018-03702-9>
- [9] MANZINI, R., GAMBERI, M., PERSONA, A., et al. Design of a Class-Based Storage Picker to Product Order Picking System. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 32 (2007) 811. <https://doi.org/10.1007/s00170-005-0377-2>
- [10] LENORT, R. *Production Logistics Concepts and Systems: Potential for Use in Metallurgical and Waste Processing Companies*. Krakow: AGH University of Science and Technology Press, 2010.
- [11] YADAV, S. R., MALIK, A. K. *Operations Research*. New Delhi, India: Oxford University Press, 2014. ISBN 978-0-19-809618-4.

Skupina ArcelorMittal obdržela od Evropské komise souhlas s prodejem několika ocelářských podniků skupině Liberty House

www.arcelormittal.com/ostrava, tisková zpráva ze 17.4.2019

Skupina ArcelorMittal (AM) obdržela 17.4.2019 souhlas Evropské komise (EK) s prodejem několika ocelářských podniků skupině Liberty House. Tyto podniky se prodávají jako součást kompenzačního balíčku, na němž se AM dohodla s EK v průběhu procesu posuzování akvizice hutní firmy Ilva S.p.A. skupinou AM.

Podniky, které se prodávají jako součást kompenzačního balíčku, jsou: ArcelorMittal Ostrava (Česká republika), ArcelorMittal Galati (Rumunsko), ArcelorMittal Skopje (Makedonie), ArcelorMittal Piombino (Itálie), ArcelorMittal Dudelange (Lucembursko) a několik dalších hotovných tratí ArcelorMittal Liège (Belgie).

Dokončení transakce se předpokládá do konce první poloviny tohoto roku.

Zprávy z Ocelářské unie a.s.

Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2018 a 2019

	Výroba *)			Výroba	Index	Výroba	Index	Výroba	Index
	Únor	Březen	Leden- Březen	Únor		Březen		Leden-Březen	
	2019	2019	2019	2018	2019/18	2018	2019/18	2018	2019/18
	(tis. t)			(tis. t)	(%)	(tis. t)	(%)	(tis. t)	(%)
KOKS									
ČR	153,83	141,48	594,43	154,45	99,60	148,58	95,22	601,33	98,85
AGLOMERÁT									
ČR	459,91	468,16	1 770,72	535,04	85,96	514,45	91,00	2 082,15	85,04
SUROVÉ ŽELEZO									
ČR	321,94	332,71	1 317,73	355,57	90,54	341,83	97,33	1 391,06	94,73
SUROVÁ OCEL									
ČR	395,28	416,55	1 649,03	420,58	93,99	409,24	101,79	1 663,41	99,14
KONTISLITKY									
ČR	365,57	389,61	1 529,11	397,31	92,01	380,30	102,45	1 561,64	97,92
BLOKOVNY									
ČR	48,90	30,31	186,93	52,91	92,41	51,29	59,10	197,42	94,69
VÁLCOVANÝ MATERIÁL									
ČR	427,39	393,96	1 640,27	474,89	90,00	401,34	98,16	1 775,91	92,36
TRUBKY									
ČR	39,43	37,45	142,19	39,55	99,69	39,81	94,06	162,94	87,26
TAŽENÁ, LOUPANÁ, BROUŠENÁ OCEL									
ČR	18,18	15,15	71,82	19,99	90,93	20,21	74,97	78,09	97,92
STUDENÁ PÁSKA KLASICKÁ									
ČR	1,19	1,05	4,69	1,26	94,22	1,13	93,24	4,92	95,33

POZNÁMKA: *) Za poslední měsíc jsou údaje předběžné.

Zpracoval: Ocelářská unie a.s. Praha - Ondřej Štec

Ze života škol



**FAKULTA MATERIÁLOV,
METALURGIE A RECYKLÁCIE**

Študentská vedecká odborná konferencia Metalurgia 2019

Dňa 11. apríla 2019 sa na Fakulte materiálov, metalurgie a recyklácie TU v Košiciach konal jubilejný 25. ročník študentskej vedeckej a odbornej konferencie **Metalurgia 2019**.

Zátitu nad študentskou konferenciou prevzalo Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky. Finančne študentskú konferenciu podporilo okrem mesta Košice v zastúpení primátora mesta Ing. Jaroslava Polačka aj mnoho významných priemyselných partnerov, ktorí aktívne spolupracujú s fakultou v rámci projektov alebo pri riešení technických problémov v praxi.

Organizovanie konferencie patrí medzi tradície, na ktoré je fakulta patrične hrdá. Každým rokom túto tradíciu rozvíja a vylepšuje. Takmer päťdesiat budúcich absolventov súťažilo s prezentáciami svojich prác v piatich sekciách: Hutníctvo, Materiály, Energetické inžinierstvo a priemyselná keramika, Environmentalistika a Integrované systémy riadenia. Ich výkony, týkajúce sa obsahu práce, jej grafickej úrovne a prednesu, vystupovania, či schopnosti študenta obhájiť dosiahnuté výsledky, hodnotili odborné komisie, v ktorých mali svoje zastúpenie okrem vysokoškolských pedagógov aj reprezentanti vedeckých inštitúcií a priemyselných podnikov. Na konferencii sa každoročne súťažne zúčastňujú aj študenti partnerských univerzít. Tento rok sme boli hostiteľmi študentov z VŠB-TU Ostrava, VŠCHT v Prahe a STU v Bratislave a Sliezskej univerzity v Katoviciach. Už štvrtý rok sa na konferencii nesúťažne prezentovali aj študenti stredných škôl, tentokrát z Gymnázia Trebišovská 12 v Košiciach a Gymnázia v Gelnici.

Rokovania v sekciách prebiehali podľa pravidiel Štatútu ŠVOK – Študentskej vedeckej a odbornej konferencie a ich priebeh organizačne zabezpečovali jednotliví garanti.

Ocenenia študentom pri slávnostnom vyhlásení výsledkov odovzdali prítomní zástupcovia sponzorských firiem: Ing. Milan Polča, MBA generálny manager pre zabezpečenie a rozvoj ľudských zdrojov, U. S. Steel, s.r.o., Košice, Ing. Dagmar Jakubčzyová, CSc. z Ústavu materiálového výskumu SAV Košice, doc. Ing. Richard Fabík, Ph.D. z VŠB-TU Ostrava, primátor mesta Košice Ing. Jaroslav Polaček, prof. Ing. Kristína Zgodavová, Ph.D.

ako zástupca Zväzu vedecko-technických spoločností SR, prof. Ing. Tomáš Havlík, DrSc., správca neinvestičného fondu – Fond R. Kammela, n.f., doc. Ing. Marek Šolc, PhD., ktorý udelil ceny Slovenskej zväzovej spoločnosti, a dekanka FMRR TU v Košiciach doc. Ing. Iveta Vasková, PhD. Všetkým účastníkom konferencie zablahoželel k výsledkom prorektor TU v Košiciach Dr.h.c. prof. Ing. Gabriel Weiss, CSc. Súťažné podujatie označil za významnú tradíciu fakulty a dôležitú platformu rastúcej kvality výchovno-vzdelávacieho procesu na univerzite.



Súťažiaci študenti na konferencii Metalurgia 2019 spolu s organizátormi konferencie a vedením FMRR

Po súťažnej časti konferencie nasledovala recepcia pre všetkých hostí a súťažiacich v priestoroch Open space UVP Technicom TU v Košiciach.

Veľká vďaka patrí doc. RNDr. Márii Heželovej, PhD. a doc. RNDr. Lubomírovi Píknovi, PhD. za úspešné zvládnutie organizácie tejto konferencie. Ďakujeme všetkým za účasť a prejavenu priazeň a tešíme sa na stretnutie s ďalšími účastníkmi a zástupcami spolupracujúcich organizácií opäť o rok.

Zdar Boh!

*Ing. Bc. Martina Hrubováková, PhD.
prodekanka FMRR TU v Košiciach*



S históriou na cesty

Slovenská železná cesta na Fakulte materiálov, metalurgie a recyklácie TU v Košiciach

Bohatá história územia dnešného Slovenska a jeho priemyselný vývoj i progres boli po mnohé stáročia späté hlavne s využívaním nerastného bohatstva. Vďaka vysokej technickej a technologickej vyspelosti pri ťažbe a spracovávaní neželezných a železných rúd patrilo Slovensko dlhé obdobie medzi významných producentov a spracovateľov týchto kovov v Európe. Hutníctvo a ďalšie spracovávanie kovov malo podstatný význam pre rozvoj regiónov Gemer, Spiš, Horehronie, pre stredoslovenské kráľovské banské mestá, ale aj Malohont a Zemplín. Vplývalo to na ich kultúru, tradície, umenie a remeslá.

Slovenská železná cesta predstavuje kultúrnu cestu, ktorá spája miesta, kde sa v minulosti ťažila železná ruda, prípadne sa vyrábalo, či spracovávalo železo, resp. iné kovy. Je súčasťou Stredoeurópskej železnej cesty. Vo väčšine banských lokalít Gemera a Spiša sa prelína aj so Slovenskou banskou cestou. Cieľom Slovenskej železnej cesty je zmapovať a prezentovať technické pamiatky z oblasti hutníctva a banskej činnosti so zameraním na ochranu pamiatok železiarstva, baníctva, miestnej kultúry a prírodných krás a ich spojením a využitím pre cestovný ruch a všestranný rozvoj regiónov. Slovenská železná cesta spolupracuje s viacerými mestami a obcami. Ďalšími členmi sú aj múzeá,

nadšenci a tiež aj Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie (FMMR) Technickej univerzity v Košiciach, ktorá je zároveň sídlom správy Slovenskej železnej cesty.

FMMR dlhodobo spolupracuje s inštitútmi a výrobnými spoločnosťami doma a v zahraničí a vychováva absolventov pre potreby praxe. Na FMMR sa študenti môžu zapojiť do výskumu a môžu absolvovať platené stáže v priemyselných podnikoch, čo im zároveň otvára perspektívu dobrého zamestnania. Môžu využívať aj podnikové štipendiá, ale tiež absolvovať výmenné pobyty na zahraničných univerzitách napr. v Nemecku, Fínsku, Japonsku, Kanade, Nórsku i Veľkej Británii. Medzi najžiadanejšie študijné odbory patria napr. Progresívne materiály a technológie, Konštrukčné materiály v automobilovom priemysle, Tepelná technika a plynárenstvo, alebo tiež Integrované systémy riadenia či Spracovanie a recyklácia odpadov a Environmentálna chémia.

Viac informácií o možnostiach štúdia a podaní prihlášky sú na stránke www.fmmr.sk a web stránky www.zeleznacesta.sk ukazujú trasy a lokality pre spoznanie pútavých pamiatok miest a obcí spojených s hutníckou a baníckou tradíciou.

**PRIDAJ SA K NÁM
A ŠTUDUJ PERSPEKTÍVNE
ODBORY!**





Centrum nanotechnologií VŠB-TUO má nový mikroskop

Ostrava – Centrum nanotechnologií při VŠB – Technické univerzitě Ostrava získalo nový skenovací transmisní elektronový mikroskop (STEM). Ten nabízí rozlišení v řádech desetin nm, a tak je vhodný pro špičkové aplikace v oblasti studia nanomateriálů.

Elektronový mikroskop byl pořízen díky projektu „Infrastrukturní podpora strategického studijního programu CNT VŠB-TUO“ (CZ.02.2.67/0.0/0.0/16_016/0002468). Od příštího semestru bude sloužit studentům nejen studijních programů Nanotechnologií a výrazným způsobem tak přispěje ke zkvalitnění výuky.

Elektronový mikroskop je asi nejvšestrannější přístroj pro pohled do mikrosvěta. Umožňuje zjistit, jak jsou ve zkoumaném materiálu rozloženy struktury či jaké má chemické a jiné vlastnosti. Nový mikroskop Centra nanotechnologií VŠB-TUO je unikátní také v tom, že spojuje transmisní a skenovací režim pozorování do jednoho přístroje. Další předností je spojení transmisního a skenovacího mikroskopu s mikroskopem atomárních sil (AFM), což výrazně rozšiřuje možnosti studia materiálů.

Mikroskop umožňuje zobrazení preparátů při vysokých zvětšeních i rozlišení pomocí detektorů elektronů. Ty fungují tak, že primární elektronový svazek dopadá na povrch preparátu a v závislosti na jeho materiálu a parametrech elektronového svazku dochází k různým interakcím primárních elektronů s elektrony v atomech vzorku. Při těchto interakcích vznikají další typy signálů, které pak vědci používají pro zobrazování. „V našem případě se pro zobrazování používají hlavně sekundární a zpětně odražené elektrony detekované speciálními detektory,“ říká Ing. Gabriela Kratošová, Ph.D., z Centra nanotechnologií. Další typ signálu, který poskytuje reálný

obraz nanočástic, vzniká v transmisním režimu. Mikroskop pracuje s velmi dobrým rozlišením. „Rozlišovací schopnost je v podstatě schopnost rozlišit dva body jako samostatné a vidět je stále ostře,“ dodává doktorka Kratošová. Pro lepší představu poslouží čárový kód, kde se jednotlivé čáry postupně ztenčují.

„Před samotným nákupem bylo nezbytné najít vhodné prostory, které by vyhovovaly potřebám mikroskopu z hlediska vibrací a elektromagnetického pole,“ dodává řešitelka projektu prof. Ing. Jana Seidlerová, CSc. a pokračuje: „Vhodná místnost byla nalezena na fakultě stavební. Ráda bych proto poděkovala vedení Stavební fakulty i katedry stavebních hmot a diagnostiky staveb za vstřícnost a pomoc. Poděkování také patří všem, kteří během stavebních úprav, které si umístění mikroskopu vyžádalo, jakýmkoliv způsobem přispěli k úspěšnému ukončení instalace.“



– Z tiskové zprávy –

ArcelorMittal očekává v roce 2019 mírný růst světové poptávky po oceli

MPT international 1/2019, str. 7, News in brief

Po zvýšení poptávky v roce 2018 o 2,8 % očekává společnost v tomto roce růst poptávky po oceli ve světě o 0,5 až 1%. V loňském roce s dobrými obchody dosáhl ArcelorMittal nejvyšších tržeb za celé desetiletí.

Historie hutnictví

Jazykové stopy hutnických dovedností

Ing. Ladislav Jílek, CSc.¹; Ing. Jan Počta, CSc.²

¹ Svaz kováren České republiky, z.s., Ostrava, Česká republika

² Ostrava

Máme na mysli naše české předky, kteří do naší země přišli prý v několika proudech koncem 5. stol. n. l., tedy na konci druhého stěhování národů.

1. Odkud získali metalurgické dovednosti Slované?

Podle dřívějších představ se naši předkové naučili zpracovávat kovy, až když se usadili na zdejší území. Toto umění převzali od Germánů či Keltů, se kterými se zde setkali a částečně i smíchali. Kočující kmeny totiž nemají vhodné podmínky pro výrobu kovů, která je vázána na dané území, a to ať už jde o výskyt surovin nebo pevného situování výrobních prostředků na tomto území.

Ruští a ukrajinští archeologové však našli dostatek důkazů, že staří Slované znali výrobu kovů již ve své pravlasti ve stepích dnešního jižního Ruska a Ukrajiny. Zde totiž žili usedlým způsobem života. Na cestu směrem na západ a na jih se zřejmě vydali proto, že se na ně směrem od jihovýchodu tlačily mongolské kmeny, které byly nuceny opustit své domovy kvůli rozšiřujícím se pouštím v Asii. Současně archeologové vyslovili názor, že staří Slované převzali znalost výroby kovů od ugrofinských kmenů, které sídlily severněji, a že archeologické nálezy svědčí o tom, že výrobní postupy při zpracování kovů těchto severněji sídlících kmenů byly na vyšší úrovni než u Slovanů.

2. Zkoumání původu tradičních názvů je užitečné

Proti tomuto názoru vystoupili mnozí historici a opírali se při tom o jazykový rozbor. Vycházeli ze známé zkušenosti, že když jeden národ přebírá od druhého národa nějaké znalosti či dovednosti, zpravidla s tím přejímá i názvosloví. Uvedme příklady: Když na začátku novověku zavedli Italové hudební nauku, převzaly ji postupně všechny národy zpravidla i s italským názvoslovím. Od Angličanů jsme přejali fotbal, tenis a další sporty včetně anglické terminologie. Od Japonců jsme převzali judo včetně názvů *kimono* či *tatami*

a mnoho dalších výrazů. S počítači přišlo názvosloví v americké angličtině. Tak by se dalo pokračovat i v jiných oborech. Etymologie hutnického názvosloví může tedy sloužit jako jeden ze způsobů poznání, jak se naši předkové naučili metalurgickým dovednostem a od koho je získali.

Ať už si Slované získali hutnické dovednosti z jakékoliv strany, byly archeologicky prokázány značné dovednosti v tomto oboru. Na území našeho státu byly provedeny průzkumy pecí přímo v terénu, a to především v Želechovicích a okolí Blanska. Již v 8. století to byly zahlobené pece s kvalitním vnitřním žáruvzdorným výmazem a dmýcháním pomocí měchů. Pracovní teploty dosahovaly výše 1200 – 1300 °C, což dovoľovalo vyrábět kvalitní železnou houbu o hmotnosti slitku 2 – 6 kg. Na železářství se tehdy často specializovaly celé osady. Zpracování železné houby se následně provádělo v kruhových železných pískách, tzv. vyhřívačkách, v nichž se primárně odstraňovaly povrchové nečistoty, struska a zbytky nespáleného dřevěného uhlí. Separovaná železná hmota se zkujňovala kovářským způsobem a produktem byly železné tyče, pruty nebo sekerové polotovary. Tato finalizace železářské výroby se někdy prováděla přímo v hutnických osadách, které dodávaly potřebné řemeslné a zemědělské nástroje. Později, v 9. – 10. století, vznikala specializovaná pracoviště kovářského typu na centrálních hradištích či v zárodcích vznikajících měst. Zde se již provozovaly náročnější a vyspělejší technologie, jako je svařování železa a oceli nebo cementování, a docházelo ke specializaci (zámečníci, zbrojníci, štitáři, nožíři aj.). V oboru nezelezných kovů k tomu přibývaly speciální technologie, které dovolily aplikovat velmi vyspělé postupy pro výrobu šperků a zdobených předmětů denní potřeby (umělecká řemesla), jako je plátování, pokovování (stříbření a zlacení), odlévání, vruborez, granulace, pájení, tažení a stáčení filigránu.

Uvedme si etymologii vybraných, dnes i v minulosti běžně používaných výrazů při zpracování kovů:

Pec – Odvozeno od slova *péci*, které se vyskytuje i v ostatních slovanských jazycích.

Struska – Ve staré češtině *troska*, odvozeno od *trískat*. Německy *das Schlacke* od *schlagen*, tedy sémanticky stejně jako v češtině, *tlouci*.

Ruda – Odvozeno ze sumerského *urud*, což znamenalo *kámen*. Toto slovo převzala také latina jako *rudus* či *raudus* a z ní to převzali Germáni. Německy je to však *Erz*.

Kladivo – Odvozeno zřejmě od slova *klást*. Vyskytovalo se i ve staré ruštině. Dnes Rusové používají *molot*. Ve slovinštině je to *kládivo*.

Kleště – Odvozeno zřejmě od slova *klestit*, čili upravovat ořezáváním, osekáváním. Podobná slova jsou i v ostatních slovanských jazycích.

Tavit – Výraz vznikl od slova *tát* až v 19. století, vyskytuje se jen v češtině a slovenštině. Sloveso *tát* je příbuzné s německým *tauen*. Pavel Váša a František Trávníček ve svém Slovníku jazyka českého (1937) k němu ještě přidávají nedokonavé *távati*.

Kovat – Výraz se v mírně pozmeněné formě vyskytuje ve všech slovanských jazycích. Jen v češtině však bylo od něho odvozeno slovo *kov*.

Meč – Všeslovanské slovo odvozené z kavkazských jazyků *mača* = *šavle*, *nůž*. Výraz jinou cestou přešel do románských jazyků jako *maçeta*, gótsky *mēki*. Podle některých badatelů může mít původ v keltském *mech*, což znamená *svítit*, *blýskat se*.

Měď – Odvozeno od názvu starověkého státu *Médie*, který ležel na jih od Kavkazu, v němž se vyráběla měď. Podobně latinské označení *cuprum* pochází od ostrova *Kypru*. Problém je v tom, že Médská říše existovala v letech 728 – 550 př. n. l., kdy ještě neexistovaly slovanské jazyky. Zřejmě tento název přecházel prostřednictvím již zaniklých jazyků.

Stříbro – Zní podobně ve všech slovanských jazycích a také v pobaltských, germánských a dalších jazycích. Stříbro je kov, se kterým pro jeho cenu a výtečné technologické i uživatelské vlastnosti pracovaly snad všechny známé civilizace. Proto podobný název najdeme například i v asyrštině, která používala výraz *sarrupum* či *šarpu* a staré perštině jako *siraplis*.

Zlato – Zní podobně ve všech slovanských jazycích. Toto slovo souvisí s přídavným jménem *žlutý*. Podobně je tomu i v mnohých dalších jazycích, například německy *Gold* odvozeno od *gelb*, litevsky *želtas*, lotyšsky *zelts*.

Cín – Je to všeslovanské označení přejaté z germánských jazyků (německy *Zinn*, angličtina je již teritoriálně vzdálenější – *tin*).

Železo – Je to všeslovanské označení. Podobný název mají i pobaltské jazyky: litevsky *gelsis*, lotyšsky *dzelzs*. Původ slova *železo* je nejasný. Latinské *ferum* bylo zřejmě přejato z akadštiny *ferzum*.

Olovo – Je to všeslovanské slovo. V ruštině však se takto označuje *cín*, maďarsky *ólom* litevsky *álvas*, lotyšsky *alvs*. Etymologický původ je nejasný.

Ocel – Odvozeno ze staré italštiny *acia* = *ostrý*. Podobně zní i v některých dalších slovanských jazycích, pokud tyto jazyky nepřevzaly vzor ze západoevropských jazyků (např. rusky *stal*).

Bronz – Přejato z němčiny *die Bronze*, která zase čerpala z italštiny italsky *bronzo*.

Hamr – Přeneseno z německého *der Hammer* = původně kladivo, přeneseně buchar.

Buchar – V tomto slově je implicitně obsaženo německé slovo *tlouci*. Např. *der Pochhammer* značí tlukací mlat, *die Pochmühle* nebo *das Pochwerk* značí stoupu pro úpravu rudy (v češtině jako starý výraz *puchárna*).

Mnohé výrazy jsou v různých slovanských jazycích podobné, což svědčí o tom, že je Slované používali již před tím, než se rozešli do dnešních sídel. Některé výrazy mají původ na Středním Východě, přičemž jejich cesta do slovanských jazyků byla jiná, než do románských či germánských jazyků. Řada pojmů však pochází z němčiny, poněvadž ve středověku i v novověku jsme mnohé technologie přebírali od Němců.

Sledování původu některých výrazů ukazuje, jak technologie putovaly. Například výraz *kalibr* má původ v řeckém *kalopódion* (*kalon* – dřevo, *pous* – noha, genitiv *zní podós*), což bylo označení pro ševcovské kopyto. Toto slovo přešlo do arabštiny ve znění *qalib* jako označení pro kopyto, kadlub nebo formu. Toto slovo přebrala středověká latina a z ní francouzština ve tvaru *kalibre*. Dále přešlo do němčiny ve znění *Kaliber* jako označení pro dřevěný váleček, kterým se měřil průměr hlavně. Později se význam rozšířil i na jiné měřky.

V 18. století začala v Anglii průmyslová revoluce. Jejím významným znakem bylo zavedení výroby železa s využitím koksu či zkujňování železa pudováním. O náhradu dřeva při redukci železných rud černým uhlím se angličtí hutníci pokoušeli v provozních podmínkách řešit již v r. 1582. V habsburské monarchii to bylo v r. 1625. Po krátkou dobu byly prováděny provozní zkoušky i přímo s černým uhlím. Zanechal o tom v r. 1665 písemnou zprávu Dud Dudley z hrabství Woucestershire v Anglii ve spise *Metallum Martis*, avšak bez technických podrobností. Z r. 1711 pochází patent Angličana Simona Sturtevant na metalurgické využití černého uhlí. Z patentu však není zřejmá praktická realizace. Tyto pokusy nebyly patrně i přes jistě nižší spotřebu černého uhlí ve srovnání s dřevěným uhlím úspěšné. Důvodem bylo to, že černé uhlí vnášelo do surového železa síru a velké množství prchavých látek, což výrazně snižovalo jeho kvalitu a pevnost za tepla. Této nevýhodě se angličtí i kontinentální hutníci snažili vyhnout použitím koksu vyrobeného z černého uhlí (karbonizované uhlí). První karbonizace černého uhlí pro hutnické potřeby byla

provedena v Anglii v r. 1708 (nebo 1708) a první vysokou pec pracující s černouhelným koksem uvedl do provozu v závodě Coalbrookdale, hrabství Shropshire Abraham Darby (1678–1717, nebo 1676–1717), po němž následky ještě další dvě generace tohoto rodu.

U nás se technologie výroby železa v koksových vysokých pecích převzala tak, že při založení Rudolfovy hutě (pozdějších Vítkovických železáren) byli přivedeni z Anglie pracovníci, kteří tyto technologie ovládali. Ti přinesli sebou i mnohé nové termíny: koks, cowper, ingot a další.

3. Zkoumání původu modernějších názvů může být taky zajímavé

Není bez zajímavosti se podívat na historii vzniku názvu dalších prvků, které dnes v hutnictví běžné používáme, i když nejde o tak staré názvy jako bronz či železo:

Chrom – Název tomuto prvku dal francouzský chemik podle řeckého slova *khroma*, které označuje barvu, pleť nebo ličidla, poněvadž mnohé sloučeniny chromu jsou barevné. Od stejného řeckého slova vznikla i chromatika (půltónová stupnice) a chromozom.

Mangan – Odvozeno podle poloostrova Magnesia v Thesálii v centrálním Řecku, kde se nacházejí ložiska různých rud. Slovo přešlo do italštiny jako *manganese* a odtud do němčiny a dalších jazyků.

Nikl – Název tomuto prvku dal švédský mineralog A. F. Kronstedt, který ho v roce 1754 objevil v rudě, kterou horníci nazývali *kopparnickel*, protože se mylně domnívali, že obsahuje měď. České příjmení *Nikl* však s největší pravděpodobností pochází z domácí podoby jména Nikolaus.

Molybden – Název má původ v řeckém slovu *molybdaina*, kterým se označovala stříbrná žíla v olovu. Olovo se řecky řekne *molybdos*. K nám se toto pojmenování dostalo přes italštinu, francouzštinu a němčinu.

Wolfram – Bylo to původně označení pro šedivou strusku, která vznikala v Jáchymově při tavení cínu. Jinde podobná struska nevznikala. Johannes Mathesius působící v Jáchymově použil pro tento kov název *wolform* (1555) nebo *wolfrumb* (1559) a Georgius Agricola, který psal latinsky, ji nazýval *lupi spuma*. Že jde o neznámý těžký kov, dokázal švédský chemik Carl Wilhelm Scheele v roce 1781 a nazval ho *tung sten* (těžký kámen). V čisté formě ho izolovali Juan Jose D'Elhuayar a Fausto D'Elhuayar v roce 1783. Angličtina se přiklonila k novému názvu.

Kobalt – Odvozeno podle názvu znečišťující příměsi ve stříbrné rudě. Tuto příměs němečtí horníci nazývali podle skřítky *Kobolda*, který jim ji údajně podstrkoval místo cennější čisté stříbrné rudy. Sloučeniny kobaltu znali však již ve starém Egyptě a používali je k barvení keramiky. Kov, který byl součástí těchto

rud, objevil roku 1735 švédský chemik Georg Brandt a nazval jej *cobalt rex* a roku 1780 T. O. Bergman prokázal, že jde o nový prvek. Němčina a čeština se podržely starého názvu.

Titan – Tento kov objevil roku 1791 anglický chemik William Gregor v minerálu ilmenitu se zástupným chemickým vzorcem FeTiO_3 . Poprvé jej pojmenoval německý chemik Martin Heinrich Klaproth roku 1795, který tento kov sledoval v jiné titanové rudě – rutilu se zástupným chemickým vzorcem TiO_2 . K pojmenování si zvolil jména *Titánů* – dětí Nebes a Země v antické mytologii. Izolován byl až v roce 1910 M. A. Hunterem zahříváním chloridu titaničitého TiCl_4 s kovovým sodíkem v ocelové tlakové nádobě za vzniku dvou fází: kovového Ti a NaCl.

Niob – Tento kov objevil roku 1801 Charles Hatchett a pojmenoval jej podle *Niobé*, dcery bájněho krále Tantala. Hatchett objevil niob v minerálu columbitu a pojmenoval ho proto *columbium*. Pro velmi podobné vlastnosti niobu a tantalu panoval dlouho názor, že se jedná o jeden prvek. Teprve v roce 1844 prokázal Heinrich Rose, že columbit obsahuje dva prvky – tantal a niob. Američané dlouho používali pro tento kov označení columbium a chemickou značku Cb.

Zirkon – Takto se většinou, především v mineralogii (i šperkařství), označuje minerál křemičitan zirkoničitý ZrSiO_4 , zatímco příslušný kov se označuje jako *zirkonium*. V hutnictví, kde se Zr ve speciálních případech používá jako mikrolegura, se ustálilo označení *zirkon* i pro kov. Za objevitele zirkonia je považován opět již výše zmíněný německý chemik Martin Heinrich Klaproth (1789). Nalezl jej rozkladem minerálu jargonu ze Srí Lanky, tehdejšího Ceylonu. První úspěšný pokus o izolaci elementárního zirkonia provedl roku 1824 chemik Jöns Jacob Berzelius. Jeho produkt nebyl však dokonale čistý a skutečně čisté elementární zirkonium bylo získáno až v roce 1914.

Arzen – Slovo má původ perském slově *zarnik*, které znamená *zlatý* (arzen se podobá zlatu). Do evropských jazyků se dostalo přes syrštinu a řečtinu (latinsky *arsenicum*). Pro přesnost uvádíme, že elementární arzen se vyskytuje ve čtyřech barevných alotropních modifikacích: jako žlutý, šedý, hnědý a černý arzen.

Antimon – Kov je znám od středověku. Původ tohoto názvu je však nejasný. Latinsky se označuje *stibium*. Existuje domněnka, že název pochází z arabštiny, kde se označuje *itmīd*. I tento prvek má několik alotropních modifikací.

Vismut – Název jsme převzali z němčiny (*bismut*) a ta ho převzala z latiny, kde se používalo označení *bisemutum* nebo *vismutum*. Rovněž Pavel Váša a František Trávníček ve svém Slovníku jazyka českého (1937) užívají více výrazů – vismut, vizmut, ale i bismut. Ústav jazyka českého AV ČR ve svém Slovníku spisovné češtiny (1978) však pojmenování zjednodušuje na jediný výraz vismut.

Kadmium – Odvozeno podle zinkové rudy kadmia, jejíž ložiska se nalézala u řeckých Théb. Kadmium v ní bylo jako příměs. Název rudy vychází ze jména bájného krále Kadma. Ten se svou fénickou družinou kolonizoval Bojótii ve středním Řecku a postavil zde akropolis, která se stala základem Théb.

Hliník – Toto označení vytvořil významný český přírodovědec Jan Svatopluk Presl (1791 – 1849), který se kromě řady přírodovědních objevů významně podílel na tvorbě českého odborného názvosloví. K pojmenování hliníku si jako vzor zvolil výraz *hlína*, již se podobá zvětřalá hornina kaolin (obsahující minerál kaolinit), která sloužila jako hlavní zdroj pro výrobu tohoto kovu.

V době národního obrození se razil jazykový purismus. Cizí slova se nahrazovala českými novotvory, mnohdy složenými z více slovních základů. Jejich používání vnášelo do textů nejasnosti a ke štěstí české odborné terminologie se nijak neujalo. V oboru hutnictví či chemie byly vytvořeny např. tyto názvy:

Barvík = chrom, podle barevných sloučenin.

Buřík = mangan, podle burelu, ve kterém je tento kov obsažen. Že slovo burel je cizího původu, jazykovým puritánům ani nedošlo.

Otrušík = arsen. Tento název pak přešel na jedovatý arsenik As₄O₆ – otrušík, dodnes známý jako utrech, či utrých. Pojmenování uváděná ještě ve Slovníku jazyka českého od Pavla Váší a Františka Trávníčka z roku 1937 nebo v Technickém naučném slovníku od T. Korbaře a A. Stránského z roku 1962 však v moderní češtině již nejsou používána nebo zcela mizí.

Jsou zde však další odborné výrazy svědčící o tom, že v technice nebylo mezi národy hranic:

Koliba – Výraz vznikl zřejmě od slovesa kolébat. Shoda s názvem boudy pro pastevce je asi náhodná. Tomu podobné označení je i v dalších jazycích, např. maďarsky *kaliba* a rumunsky *colibă* se odvozuje od řeckého *kalýbē*, které znamená *chýše*, *chatrč*.

Veronika – Je to první pojízdný míšič ve Vítkovických železárnách, uvedený do provozu na den svaté Veroniky. V 19. století lokomotivy a další stroje měly vlastní jména. Po zavedení sériové výroby se od nich upustilo. Pouze větší lodě mají ještě vlastní jména. Název pojízdného míšiče Veronika znají dnes však jen starší, bývalí zaměstnanci Vítkovických železáren, kteří ještě zažili výrobu surového železa ve vítkovických, případně později kunčických vysokých pecích a jeho převážení do vítkovických oceláren po železnici.

Pánev – Odvozeno z německého slova *die Pfanne* a to z latinského *panna*.

Válcovna – Odvozeno od slova *válec*, které pochází z německého *die Walze*. Je však možné, že válcovna je odvozena od slova *vál*, *válet*, které je obdobné ve všech slovanských jazycích. Pro technologii provozovanou ve válcovnách se dnes ujal výraz *válcovat*.

Stolice – Odvozeno od všeslovanského *stol* (dříve *stól*).

Blok – Původ je v německém *der Block*, což původně znamenalo *kláda*, *špalek*. Špalek ostatně zůstává jako pojmenování litých kruhových předvalků pro válcování trubek.

Brama – Stejně jako v předešlém případě jde o název předvalku přejatý z němčiny (*die Bramme*) a převedený do české transkripce.

Sochor – Odvozeno od *socha*, což byla původně vidlice (stromu), dnes rozsocha. Později se význam posunul do technické terminologie.

Plech – Přejato z německého *das Blech*.

Kolejnice – Odvozeno od slova *kolo*, které je všeslovanské. Příbuzná slova jsou i v dalších jazycích: latinsky *colere* = běhat okolo, pěstovat, řecky *kyklos* = kruh, staropersky = *kelan*.

Profil – Původ je v latinském slově *profilace* = obšít, nakreslit obrys. Do italštiny přešlo slovo jako *profilo* = obrys a to přešlo přes francouzštinu a němčinu do češtiny.

Drát – Přejato z německého *Draht*, které souvisí s *drehen* = otáčet, poněvadž drát se při tažení převíjí otáčením ze svítku do svítku.

Štětovnice – Odvozeno zřejmě od slova *štět*, což byl základová kamenná vrstva při stavbě silnice. Štětový podklad byl tvořen jehlanovitými kameny postavenými na výšku, které připomínaly naježené štětiny.

Trubka – Výraz původně hudební nástroj. Význam hutního výrobku zřejmě vznikl podle zvuku, který tento výrobek vydává.

Závěr

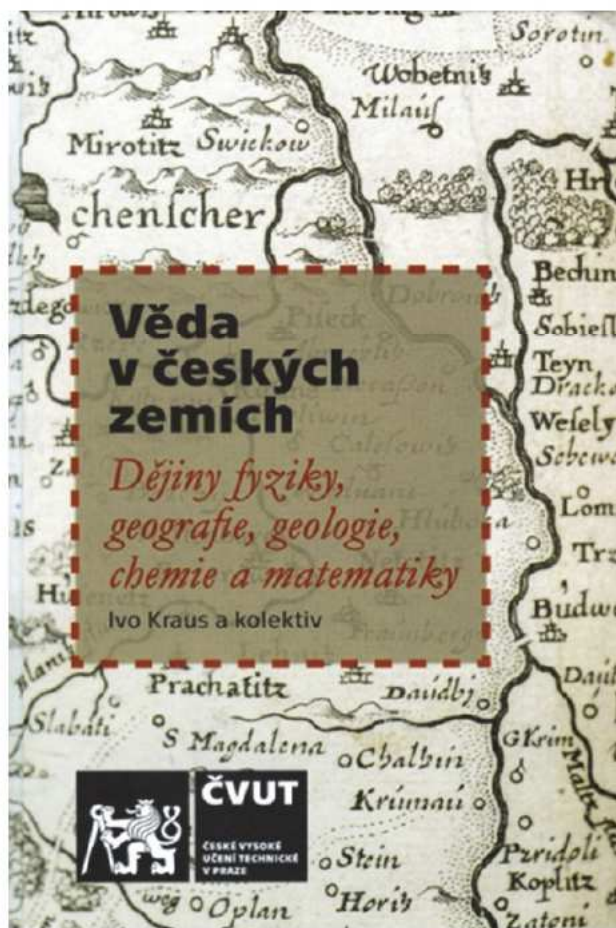
Naši předkové převzali základní poznatky o výrobě kovů ze Středního Východu zřejmě přímo přes Kavkaz. Prostředníkem mohli být kočovní řemeslníci, případně obchodníci a cestovatelé (kupci a poutníci). Další poznatky jsme získávali především ze západní Evropy. Stejnými cestami putovala odborná terminologie. Zkoumání původu názvu ostatních, dnes běžně používaných nástrojů, pomůcek, přípravků, výrobků aj. předmětů používaných v hutnictví může ukázat zajímavé sémantické souvislosti.

Nová literatura

**Ivo Kraus, Eva Semotanová, Zdeněk Kukal, Soňa Šrbánková,
Martina Bečvářová, Jindřich Bečvář**

Věda v českých zemích Dějiny fyziky, geografie, geologie, chemie a matematiky

(Recenzent prof. RNDr. Jaroslav Fiala, CSc., FEng.)



„Náboženství, společnost a příroda – to jsou tři zápasy člověka. Tyto tři zápasy jsou zároveň pilíři jeho aktivit a existenciálních potřeb. Je mu třeba věřit, odtud chrám. Je mu třeba tvořit, odtud obec. Je mu třeba žít, odtud pluh a loď“. [Volná citace redakce dle V. Huga: *Les Travailleurs de la mer*, 1866 s přispěním recenzní předmluvy k publikaci.] A ještě jedna citace, která dokládá cíl, poslání a účel pěstování znalostní báze v lidské společnosti: „.... (absolventi artistické fakulty) se budou nadále věnovat vědám, ne pro mrzký zisk, ni pro

lichou slávu, ale proto, aby byla šířena pravda a aby se jasněji skvělo její světlo, na kterém spočívá blaho lidského rodu. [citace red. dle Karla IV. Přemysla: *Zakládací listina pražské univerzity, 1348 rovněž s přispěním recenzní předmluvy k publikaci.]*

Kniha „Věda v českých zemích/Dějiny fyziky, geografie, geologie, chemie a matematiky“ od autorů prof. RNDr. Ivo Krause, DrSc., FEng., dr.h.c., prof. PhDr. Evy Semotanové, DrSc., doc. Zdeňka Kukala, DrSc., Doc. Soni Šrbánkové, CSc. a doc. RNDr. Jindřicha Bečváře, CSc. vydaná nakladatelstvím ČVUT v Praze Česká technika v roce 2019 s ISBN 978-80-01-065570 má 556 stran a obsahuje 250 obrázků, 1013 poznámek pod čarou, 581 literárních odkazů a 434 položek jmenového rejstříku s daty narození a úmrtí dotyčných osob; je rozčleněna do pěti částí, pojednávajících o oborech jmenovaných v názvu knihy.

Kapitola o fyzice vyniká hloubkou citací: ke každému člověku, o kterém se zde píše, jsou uváděni lidé, se kterými se ten člověk ve svém životě a práci setkal a i o nich se zde dozvídáme řadu dalších skutečností. Pojednání je díky tomu neobyčejně živé. Nezanedbatelný je mravní podtext kapitoly, která například cituje ze stanov první učené společnosti v českých zemích, schválených císařovnou Marií Terezií 16. března 1747. V nich se píše, že její členové nemají politikařit a z náboženských důvodů se vzájemně napadat (*salus rei publicae omnia lex*).

Kapitola o geografii (zeměpisu, německy *Erdkunde*) má největší počet literárních odkazů ze všech pěti kapitol., jež knihu tvoří. Souvisí to se širokým záběrem této disciplíny, od geografie fyzické, přes geografii sociální až po katrografii. Geografie, byť disciplína „konkrétní“, spojuje a tvoří mosty neméně než obory tak abstraktní jako matematika a fyzika, což ji vysoce kvalifikuje do rodiny exaktních věd. Cílem vědy je totiž poznat pravdu; a pravda je jen tehdy pravdou, je-li úplná, univerzální. Proto výše citovaný Karel IV. založil v roce 1348 univerzitu.

Třetí kapitola se zabývá geologií – vědou o Zemi, s níž jsou lidé v kontaktu dříve, než vznikla matematika, fyzika a chemie. Pojednává o Zemi, jež nám dává stavební kámen, jíl, ale i půdu, na které se rodí obilí, dále například drahokamy a zlato, sklářské pisky a kaolin pro výrobu porcelánu, vápenec pro výrobu železa a betonu, rudní minerály, uhlí a ropu, jakož i vody pitné, užitkové a léčivé. To všechno se tvořilo na Zemi již v dávných dobách a geologové studují, kdy se to stalo a jak. Čím déle to studují, tím více také poznávají, jak málo toho vědí. Naše hypotézy o geologickém vývoji Země se rychle a radikálně mění. Současné představy (o deskové tektonice a eventech) jsou teprve 40 až 50 let staré. Co je proti tomu stáří Země, jež se odhaduje na několik miliard let? Co přesně víme o vnitřku Země, když nejhlubší vrt na světě dosáhl hloubky 12,5 km, zatímco poloměr Země je asi 6400 km? Pokora, která z tohoto poznání vyplývá, je jedním z největších přínosů geologie pro nás.

Čtvrtá kapitola je věnována chemii, která je už od vzniku Československé republiky naším nejvýznamnějším výrobním odvětvím, uplatňuje se ve všech oblastech lidského života a jako vědní disciplína se u nás pěstuje na světové úrovni, v některých částech tohoto oboru na špičkové úrovni. Vždyť na Karlově univerzitě se chemie začala přednášet jako na první univerzitě v Habsburské monarchii. Prudký obor tohoto oboru zaznamenáváme v českých zemích už od poloviny 19. století. Kapitola o chemii je velice podrobná; ze všech kapitol má největší počet poznámek pod čarou a uvádí rozsáhlý jmenný rejstřík s daty narození a úmrtí zmiňovaných osob.

Kapitola o matematice je ze všech pěti kapitol knihy nejdelší a nejpodrobnější. Ukazuje, že největší slabost matematiky, její relativní odtaziť od reálného života byla v českých zemích již od založení Karlovy univerzity její největší silou a činila z ní ze všech svobodných umění to nejžádanější. Již v 18. století byla matematika velice podporována státem a od 19. století navíc českými průmyslníky, podnikateli i stavy, kteří pochopili, že bez dobře připravené a vzdělané síly není možný další rozvoj průmyslové výroby a že právě matematické vzdělání při tom hraje klíčovou úlohu. Matematika sama o sobě se pak mohla i v budoucnosti rychle rozvíjet proto, že její využívání bylo přínosné mezi jiným v geodézii, statistice a širokém spektru fyzikálních a chemických oborů.

„Stav je ničím, proces je vším.“ Proces, jímž systém prochází, pomáhá pochopit jeho stav v okamžiku a odhadnout jeho vývoj v budoucnosti. Proto je kniha přínosná, a to pro širokou veřejnost, badatele i studenty a všechny ty, kteří se hlouběji zajímají o podstatu vnějšího světa. Historie té které vědní disciplíny poučuje ty, kdož výsledky dané disciplíny používají, jak své počínání provádět co nejlépe: ze šoférů činí inženýry. Přínosné na knize je také to, že souběžně pojednává o několika oborech a o tom, jak se v průběhu svého vývoje ovlivňovaly. Tím dokládá, že „Nebude ve světě jakékoliv naděje na poctivost, pokoj a hojnost, pokud budou jednotlivci sledovat pouze své zájmy podle svých představ a nebudou spojování a získávání něčím společným, aby pochopili, že jenom společně mohou dosáhnout úspěchu ve všem“ (*cit. Jan Amos Komenský*).

Tažirna oceli testuje provoz automatického skladového zakladače

www.trz.cz, tisková zpráva z 30.5.2019

V Tažírně oceli Třineckých železáren ve Starém Městě uvedli do zkušebního provozu nový automatický skladový zakladač pro ocelové tažené tyče. Jde o první část rozsáhlé investice v celkové výši 600 milionů korun, která povede k zefektivnění výroby a zvýšení kapacity produkce tažených tyčí

Nový automatický zakladač je instalován v hale téměř 20 metrů vysoké a 60 metrů dlouhé. Obsahuje 3598 kazet, do nichž se dá uložit až 9000 tun výrobků určených pro vyskladnění zákazníkům. Sklad je plně automatizovaný a umožňuje firmě optimální kontrolu stavu zásob prostřednictvím permanentní inventury.

Nové zařízení pomáhá zrychlit odbavení kamionů a také se díky němu navýšily nedostatečné skladovací kapacity. Automatický provoz linky je také významným přínosem v oblasti bezpečnosti práce.

Efektivní využití plochy a prostoru skladu umožní stavbu nové výrobní haly na ploše 4000 m² pro další automatizované výrobní linky, díky nimž firma zavede návazné technologie loupání a broušení. Druhá etapa rozvoje provozu tažírny počítá s instalací loupací linky, dvou brousících linek, linky na kontrolu povrchových vad a nové dělicí linky.

Díky novým investicím tažirna na Uherskohradištsku uspokojí poptávku po ocelových tyčích špičkové kvality, které jsou zde vyráběny metodou tažení za studena v délkách od tří do sedmi metrů. Nachází uplatnění v automobilovém průmyslu, ale také ve strojírenství, při výrobě šroubů, nábytku a závitových tyčí. Drtivá většina produkce směřuje do zahraničí, a to až 70 %.

Kapacita výroby Tažírny oceli se ročně pohybuje okolo 90 000 tun výrobků. Nové investice by ji měly navýšit přibližně o 20 %. Zvýší se také počet zaměstnanců ze stávajících 230 na cílový stav 300 lidí. Půjde zejména o operátory výrobních linek a pracovníky údržby v oboru elektro, hydrauliky a strojní mechaniky.

Nové linky by měly být uvedeny do provozu na počátku příštího roku.

Hutnictví ve světě

Světový rekord ve válcování ultratenkého pásu 0,6 mm za tepla na zařízení dodaném firmou Primetals

World record ultra-thin hot rolled strip with a thickness of 0.6 mm supplied by Primetals

Metallurgical Plant and Technology MPT International 1, February 2019, str. 8.

V říjnu 2018 linka Arvedi ESP (Endless Strip Production), instalovaná v závodě patřícímu ocelářské společnosti Rizhao Steel Group Co., Ltd. v čínském Rizhau, vyrobila úplně poprvé ultratenký zatepla válcovaný pás tloušťky 0,6 mm. Taková tloušťka tenkého teplého pásu nebyla dosud nikde ve světě dosažena. Tento tenký pás může pokrývat více než 80 % tlouštěk komerčně zastudena válcovaných pásů. Linka byla dodána společností Primetals Technologies. Rozšiřuje tak výrobní portfolio společnosti Rizhao, zvláště v oblasti náhrad za zastudena válcované pásy. Tohoto úspěchu bylo dosaženo jen šest měsíců poté, co byla linka v dubnu uvedena do provozu.

Nová univerzální válcovací stolice typu CCS® zmodernizuje válcovnu společnosti Stahlwerk Thüringen

Stahlwerk Thüringen to upgrade with new CCS® universal mill

Metallurgical Plant and Technology MPT International 1, February 2019, str. 6.

Společnost Stahlwerk Thüringen, součást brazilské skupiny CSN, objednala u společnosti SMS group dodávku nové CCS® (Compact Cartridge Stand) univerzální válcovací stolice U1 pro svou válcovnu profilů v německém Unterwellenbornu. Nová CCS stolice má nahradit existující stolicí U1, která je v provozu od roku 2001 jako předválcovací stolice pro třístolicové tandemové pořadí CCS stolic. Modernizace je důsledkem průběžné rostoucího rozsahu vyráběných profilů, který zahrnuje stále těžší profily s větším průřezem. Nová stolice bude projektovaná na jmenovitou horizontální válcovací sílu 6000 kN a jmenovitou vertikální sílu 4000 kN, resp. odpovídající

maximální síly 9400/6800 kN. Bude dodána s robustnější armaturou a optimalizovaným chlazením válců.

Nucor Corporation oznámila plán na vybudování moderní válcovny tlustých plechů

Nucor Corporation announces plans for a state-of-the-art plate mill

Metallurgical Plant and Technology MPT International 1, February 2019, str. 6, 8.

Americká firma Nucor Corporation oznámila plán na vybudování moderní válcovny tlustých plechů na Středozápadě USA. Pro výstavbu válcovny byla schválena investice ve výši 1,35 mld USD s předpokladem, že válcovna bude v plném provozu v roce 2022. Výrobnost bude dosahovat 1,2 mil. t/rok tlustých plechů. Očekává se, že projekt vytvoří asi 400 pracovních míst a je součástí úsilí firmy o pokračování v trvalém růstu zisku a vysoké návratnosti pro akcionáře. Nová válcovna tlustých plechů bude vyrábět příčně dělené plechy, plechy navíjené do svitků, tepelně zpracované plechy a diskretní plechy v rozsahu šířek od 60" (1524 mm) do 120" (3048 mm) a v tloušťkách od 3/16" (4,76 mm) do 14" (355,6 mm). To firmě Nucor umožní dodávat plechy, které v současné době nemá v nabídce. Nucor v USA provozuje nyní válcovny tlustých plechů ve státech Severní Karolína, Alabama a Texas.

ArcelorMittal dočasně omezuje svou evropskou primární výrobu oceli o 3 miliony tun ročně

ArcelorMittal to temporarily reduce annualised European primary steelmaking production by three million tonnes

www.arcelormittal.com , tisková zpráva z 6.5.2019, 08:55 CET

Politováníhodné rozhodnutí bylo nezbytné v důsledku kombinace slábnoucí poptávky, rostoucích dovozů spojených s nedostatečnou obchodní ochranou ze strany EU, vysokými náklady na energii a rostoucími náklady na uhlíkové emise.

ArcelorMittal dnes oznámil svůj záměr dočasně zastavit výrobu ve své ocelárně v polském Krakově a omezit výrobu ve španělském Asturias. Navíc bude plánované zvýšení dodávek z ArcelorMittal Italia na 6 mil.t/r zpomaleno poté, co bylo rozhodnuto o optimalizaci ceny a kvality prostřednictvím objemu výroby. Společně tyto akce rezultují v dočasné omezení roční výroby oceli asi o 3 mil.t.

V Krakově bude primární výroba (vysoká pec a ocelárna) dočasně zastavena. Polský trh s ocelí je zasažen velmi tvrdě v důsledku téměř čtyřnásobného zvýšení dovozu oceli z Ruska během roku 2018 a také v důsledku vysokých cen za elektřinu, která patří mezi nejvyšší v Evropě.

Ve španělském Asturias bude primární výroba omezena. Ceny elektřiny jsou ve Španělsku také velmi vysoké a jihoevropský trh s ocelí je velmi zasažen bezprecedentním růstem dovozů oceli ze zemí mimo EU.

Bez ohledu na opatření EU import plochých ocelí do Evropy stále roste a v současné době je na maximu. V tomto roce je import zatepla válcovaných svitků ve srovnání s rokem 2017 o 37 % vyšší.

Kotel K11, který vyrábí páru pro hut' ArcelorMittal Ostrava, projde generální opravou za 180 milionů

www.arcelormittal.com/ostrava, tisková zpráva z 16.4.2019

Investice ve výši 180 milionů Kč prodlouží životnost kotle, zajistí bezpečnost a spolehlivost provozu i efektivnější řízení spalování vysokopecního a koksárenského plynu. Tím dojde ke snížení nutnosti spalovat vysokopecní plyn na komínkových hořácích (flérách) bez dalšího využití. Důležitou součástí zakázky je oprava elektrostatických filtrů kotle, které firmě umožní nadále bez problémů plnit požadavky ekologické legislativy.

Kotel K11 o výkonu 230 t páry za hodinu je v provozu od roku 1996 a spaluje nejen černé uhlí, ale také produkty jednotlivých závodů prvovýroby huti ArcelorMittal Ostrava, zejména vysokopecní a koksárenský plyn. Vedle kotle K11 zásobuje hut' ArcelorMittal Ostrava ještě dalších 8 kotlů. Celkový instalovaný výkon kotelní je 1435t/h, instalovaný výkon elektrárny činí 254 MW. Veškerá elektrická energie spolu se stlačeným a dmýchaným vzduchem či párou se využívá přímo v ostravské huti.

Kotel K11 je majetkem společnosti TAMEH Czech, která v areálu ostravské huti provozuje energetické hospodářství (bývalý energetický závod huti ArcelorMittal Ostrava). Opravu provede na klíč společnost ČEZ ESCO. Rozsáhlá rekonstrukce je rozdělena na dvě etapy, nejrozsáhlejší opravy se uskuteční letos a druhá část spočívající zejména v rekonstrukci elektro zařízení kotle je plánována

na polovinu roku 2020. Renovuje se tlakový celek kotle, hořákové systémy, mlýnský okruh, elektrostatické filtry, plynové hospodářství kotle, oblast elektro i systém kontinuálního měření vod a par.

Nová sušicí pec pro zinkovnu ostravské huti za 6 milionů korun sníží spotřebu elektrické energie při výrobě svodidel

www.arcelormittal.com/ostrava, tisková zpráva z 30.4.2019

ArcelorMittal Ostrava uvedl do provozu novou sušicí pec, která slouží k vysoušení svodidel po mokré chemické předúpravě před ponorem do zinkové lázně. Pec s novým systémem ohřevu vzduchu a cirkulací za 6 milionů Kč uspoří elektrickou energii, čímž ušetří neobnovitelné zdroje.

Místo původních elektrických panelů je nová pec vybavena elektrickými topnými tyčemi. Požadované teploty pro sušení svodidel a jejich příslušenství před zinkováním se dosáhne už za 11 minut oproti dosavadním 18. Tím se podle odhadů uspoří cca 15 % elektrické energie.

Kromě sušicí pece dostala zinkovna také nové mořicí vany, kde se svodidla noří do roztoku kyseliny chlorovodíkové. Poté se před žárovým zinkováním 15 - 30 minut vysušují v sušicí peci při teplotě 150 °C.

Ostravská hut' vyrábí silniční svodidla už více než 50 let. Každý rok vyrobí přibližně 1000 kilometrů svodidel, od roku 1968 jich vyrobila více než 45 tisíc kilometrů, což by s rezervou vystačilo na cestu kolem světa. Více než 50 % svodidel z ostravské huti nachází uplatnění na domácím trhu. Hut' vyrábí 5 typů svodidel, mezi něž patří jednostranná a oboustranná trasová svodidla, mostní a zábradelní svodidla a svodidla se zvýšenou ochranou pro motorkáře. Ostravská svodidla tvoří zásadní bezpečnostní prvek na většině českých silnic. Za posledních 15 let se podle statistik Policie ČR podílela na snížení počtu smrtelných nehod na silnicích v Moravskoslezském kraji o 38 % a nehod s vážnými následky o 49 %.

Evropská komise nepovolí spojení ocelářů

ČTK, MF DNES, 12.6.2019, str.6

Evropská komise odmítla schválit navrhované spojení evropských ocelářských aktivit společností Tata Steel a ThyssenKrupp. Spojení by podle Evropské komise omezilo hospodářskou soutěž a v důsledku vedlo k vyšším cenám.



DEFEKTOSKOPIE 2019

NDE FOR SAFETY 2019

Česká společnost pro nedestruktivní testování

pořádá pro všechny defektoskopické odborníky i zájemce o tento obor nejvýznamnější událost roku 2019 z oblasti nedestruktivního zkoušení v České republice.

49. mezinárodní konferenci a výstavu NDT techniky **DEFEKTOSKOPIE 2019 / NDE FOR SAFETY 2019**

Clarion Congress Hotel České Budějovice****

5. – 7. listopad 2019



Mezinárodní konference a výstava Defektoskopie 2019 / NDE for Safety 2019 bude zaměřena zejména na problematiku nedestruktivního zkoušení materiálů (NDT) a monitorování stavu (CM) konstrukcí ve všech oborech technické činnosti. Konference bude příležitostí k setkání všech, kteří se zajímají o výzkum, vývoj, praktické aplikace i vzdělávání a normalizaci v těchto oborech.

Základní tematické okruhy konference (Jednacími jazyky konference budou čeština, slovenština a angličtina.)

- ▶ Ultrazvukové metody
- ▶ Magnetické a induktivní metody
- ▶ Prozařovací metody
- ▶ Akustická emise
- ▶ Povrchové a optické metody
- ▶ Tomografie
- ▶ Využití NDT metod ve zkušebnictví
- ▶ Detekce korozních procesů metodami NDT
- ▶ Detekce netěsnosti
- ▶ Netradiční aplikace metod NDT a NDE
- ▶ Předprovazní a provozní zkoušky, testy spolehlivosti a bezpečnost konstrukcí
- ▶ Aplikace NDE/NDT v oblastech: energetika, doprava, strojírenství, stavebnictví, chemický průmysl, atd.
- ▶ Inovace průmyslových aplikací NDT
- ▶ Vzdělávání, standardizace, certifikace a akreditace v oboru NDT
- ▶ Aplikace NDT metod v oblasti monitorování stavu konstrukcí (Condition Monitoring)

Součástí konference bude veřejně přístupná výstava NDT techniky,

Výstava bude zaměřena na prezentaci nejmodernějšího vybavení a služeb v oblasti nedestruktivního zkoušení materiálů a konstrukcí.

Základní termíny konference Defektoskopie 2019 / NDE for Safety 2019

- | | |
|--------------------------------|----------------------------|
| ▶ Zaslání abstraktů příspěvků | 31. červenec 2019 |
| ▶ Platba sníženého vložného | 16. září 2019 |
| ▶ Odeslání textů příspěvků | 30. září 2019 |
| ▶ Detailní informace a program | 14. říjen 2019 |
| ▶ Zahájení konference | 5. listopad 2019 v 10 hod. |

Organizátoři hledají zájemce o partnerství při pořádání konference - více informací na kontaktním e-mailu: cndt@cndt.cz, na webu konference: www.cndt.cz, příp. tel.: 605 537 609

Místo konání

Clarion Congress Hotel České Budějovice je nově zrekonstruovaný moderní čtyřhvězdičkový hotel v těsné blízkosti historického centra Českých Budějovic. Hotel poskytuje svým hostům širokou škálu služeb čtyřhvězdičkového standardu značky Clarion v plně klimatizovaných pokojích. Vybavení vysokorychlostním připojením k internetu zdarma, k dispozici je i hotelové parkoviště. Díky modernímu konferenčnímu zázemí a špičkovým technologiím je Clarion Congress Hotel České Budějovice vhodnou volbou pro pořádání konferencí. Blíže viz: www.clarioncongresshotelceskebudejovice.com/cs/

Generální partner:



Partneři:



Mediální partneři:





**Hutní
keramika HK**

12. ročník konference žárovzdorných a tepelně izolačních materiálů

3. - 4. října 2019

Wellness Hotel Energetic****

Rožnov p. Radhoštěm, Česká republika



KATEDRA
TEPELNÉ
TECHNIKY

TANGER, spol. s r.o.
VŠB - Technická univerzita Ostrava
Katedra tepelné techniky

www.HUTNIKERAMIKA.cz