

ROČNÍK/VOL. LXXIV
ROK/YEAR 2021

3-4

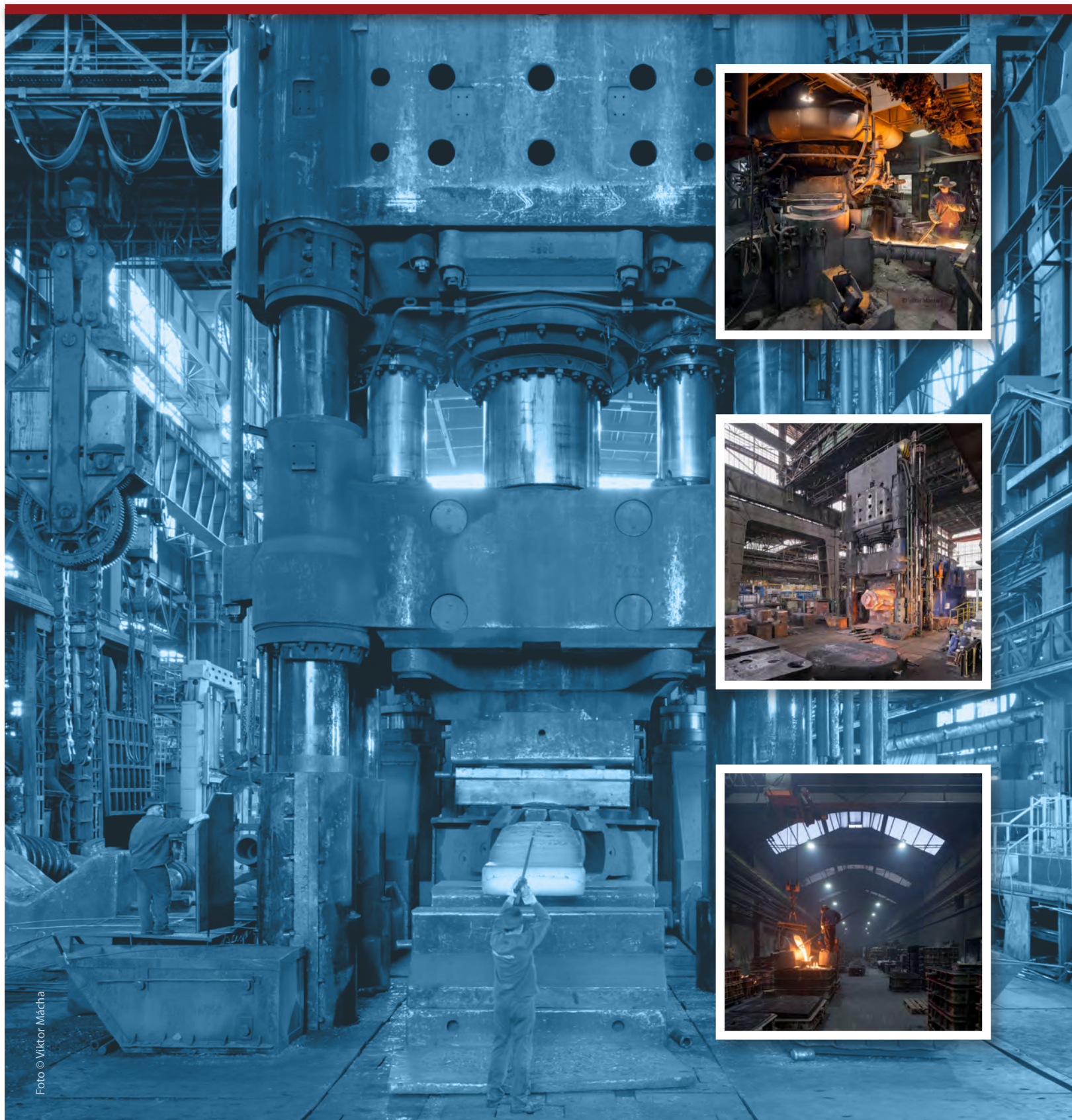


Hutnické listy

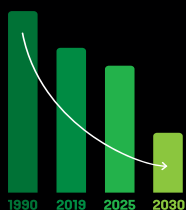
METALLURGICAL
JOURNAL

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

WWW.HUTNICKELISTY.CZ
ISSN 0018-8069



OCEL PRO DALŠÍ GENERACE



NAŠÍM CÍLEM JE SNÍŽENÍ
EMISÍ OXIDU UHLÍČITÉHO
DO ROKU 2030 O

55%



TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY

Každý rok dodáváme
50 000 tun oceli
pro větrné elektrárny

Registrační číslo / Registration Number
MK ČR E 18087Mezinárodní 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.pocsta@seznam.cz

Grafický redaktor / Graphic Editor

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

Tisk / 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 Martinek, Ph.D.
prof. dr. hab. Maria Nowicka-Skowron
prof. Ing. Ludovít Páříčák, CSc.
Ing. Vladimír Toman
Ing. Zdeněk Vašek, Ph.D.
prof. Wei SunPolitechnika 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., Trinec, Česká republika
Univerzita obrany, Brno, Česká republika
Vysoké učení technické v Brně, Brno, Česká republika
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
Ocelářská unie, a.s., Praha, Česká republika
Liberty Ostrava, a.s., Ostrava, Česká republika
University of Nottingham, UK

Vydavatel uplatňuje tzv. Zpožděný otevřený přístup. Po dobu 12 měsíců od vydání aktuálního čísla vydavatel na webových stránkách časopisu zveřejňuje anotace jednotlivých článků (česká nebo slovenská a anglické verze). Po 12 měsících od vydání jsou zveřejněny na webových stránkách plné texty článků.

Časopis vychází 3× ročně. Cena jednotlivého čísla 200 Kč. K ceně se připočítává DPH. Roční předplatné (tištěného vydání) 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, inzerce a reklamy 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)

The publisher uses the so-called Delayed Open Access. For a period of 12 months from the publication of the current issue, the publisher publishes abstracts of individual articles (in Czech or Slovak and English versions) on the journal website. Full texts of articles are published on the website after 12 months of their publication.

The journal is published 3 times a year. Price of a single issue is CZK 200 without VAT. Net price of basic annual subscription (printed edition) 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)

Obsah / Content

Úvodník / Editorial

Ing. Jaroslav Pindor, Ph.D. 4

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

Recenzované vědecké články / Peer-reviewed Scientific Papers

Ing. Josef Walek; prof. Ing. Karel Michalek, CSc.; doc. Ing. Markéta Tkadlečková, Ph.D.; Ing. Jiří Cupek 5
Fyzikální modelování proudění oceli v asymetrické pětiproudé mezipánvi na základě analýzy RTD křivek
Physical Modeling of the Steel Flow in an Asymmetric Five-Strand Tundish Based on the Analysis of the RTD Curves

Ing. Adam Drastich MBA; Ing. Tomáš Malčic, Ph.D.; Ing. Martina Závrbská 16
Metody optimalizace nákladů výrobního podniku aplikací principů štíhlé výroby
Cost Optimization of Production Processes by Means of Application of Lean Tools Management

Recenzované výzkumné články / Peer-reviewed Research Papers

Ing. Petr Milata 23
Odstředivé lití dvouvrstvých, vysoce legovaných ocelových odlitků
Centrifugal Casting of Two-layer High-alloy Steel Castings

Ing. Martina Gawronová 27
Metodika a stanovení efektivní doby mísení bentonitové formovací směsi pro kolový mísič
Methodology and Determination of Effective Mulling Time of the Green Sand for Wheel Mulling Machine

Ing. Tomáš Malčic, Ph.D.; Ing. Adam Drastich MBA 32
Mapování logistických procesů v metalurgickém podniku pomocí metodiky BPMN
Mapping of Logistics Processes of Metallurgical Company Using BPMN Methods

Informační články / Informative Articles

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

Jiří Dufek 38
Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2020 a 2021

EUROPEAN GREEN DEAL

GREEN DEAL ze světa 40

Vodíkovou strategií k snížení emisí skleníkových plynů (2. část) 45

Z hospodářské činnosti podniků, institucí a řešitelských pracovišť / Information on Activities of Companies, Institutions and Research Working Sites

Synthomer snižuje uhlíkovou stopu využitím zeleného dusíku z produkce Linde Gas 52

Z odborných společností / From professional companies

Ing. Jiří Cupek, Ph.D.; Ing. Jaroslav Pindor, Ph.D. 53

Česká hutnická společnost bilancovala

doc. Ing. Václav Kafka, CSc.

Odborná komise tavení oceli na odlitky a ingoty při ČSS pořádala jubilejní XXV. školení tavičů a mistrů 54

Ze života škol / Information on Activities of Universities

Na VŠB-TUO vznikne nová inovační platforma, jejím základem je spolupráce s prestižní německou výzkumnou institucí Fraunhofer-Gesellschaft 56

V Ostravě se uskutečnila soutěž mladých popularizátorů vědy a techniky 57

Vědci z CEITEC VUT v Brně chtějí nabídnout keramické pancíře pro pouštní i subarktické oblasti 57

Historie hutnictví / History of Metallurgy

Ing. Ladislav Jílek, CSc.; Ing. Jan Počta, CSc. 58

Umělecké kovářství – výkovky z jednoho nebo více kusů (dokončení)

doc. Ing. Václav Kafka, CSc. 64

Vzpomínky na vítkovické ocelárny v zrcadle současné reality

Aktuality v hutnictví / Newsreel in Metallurgy 68

Humor s hutní tematikou 72

Inzerce

- TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s.
- Liberty a.s.
- METALURGIA S.A.
- BRAINTRAST, s.r.o.

Editorial

Vážení čtenáři,

plníme slib, který jsme vám dali začátkem tohoto roku, a přinášíme další vydání Hutnických listů.

Situace s vydáváním našeho časopisu se ale bohužel příliš nezměnila. Největším problémem zůstává i nadále získávání odborných článků prezentujících nové poznatky ve vývoji technologií a materiálového inženýrství. Jedná se hlavně o vědecké články z vysokých škol, ale i z průmyslových podniků. Jeden z našich dlouholetých spolupracovníků z nejmenované vysoké školy mi na dotaz, jestli by u nás nechtěl zase po čase vydat článek, odpověděl: „Ale my z publikování v Hutnických listech nic nemáme. Musíme vydávat články v kvalitních impaktovaných časopisech s kvantilem Q1 a Q2, ty máme zaplacený.“ Dokonce vím, že školy vypisují nemalé prémie za to, že se jejich profesorům a učitelům podaří vydat článek v impaktovaných časopisech. Stav, kdy jsou výzkumné organizace nuceny z důvodu aplikace tzv. Metodiky 17+ publikovat jen ve vysoce impaktovaných časopisech, je podle mne absurdní. Doslova zakazuje zveřejňovat články v odborných časopisech bez impaktu. A já si opět pokládám otázku: Kdo z průmyslu bude právě tyto časopisy číst? A jak se mají lidé z průmyslového výzkumu seznamovat s novými poznatky ve svém oboru? Když jsem před časem oslovil svého známého technologa, jestli by nechtěl zveřejnit své poznatky v našem časopise, i on řekl větu, kterou nyní slyším tak často: „Jardo, a co z toho budu mít?“ A já si v té chvíli vzpomněl na své začátky technologa v Třineckých železárnách a na to, jak jsem byl hrdý, když se mi podařilo publikovat výsledky svých vývojových činností právě v Hutnických listech. A když jsme u té hrdosti, nakolik si dokážeme ještě cenit tradice? Vždyť Hutnické listy vycházejí už více než sedmdesát let, a to je už dostatečně dlouhá doba na to, aby prokázaly svou kvalitu, důležitost a potřebnost v průmyslovém a výzkumném světě, co říkáte?

Trochu mě proto mrzí, že na mou výzvu k pomoci Hutnickým listům nikdo nereagoval. O to více si cením přístupu technického ředitele TŘINECKÝCH ŽELEZÁREN a.s. Ing. Henryka Huczaly, který nám pomohl zabezpečit články do následujícího čísla.

A na závěr bych se na Vás chtěl znovu obrátit s prosbou o pomoc s vydáváním Hutnických listů. Přivítáme nejen odborné příspěvky do recenzované části časopisu, ale také informační články, reklamy, a jakékoliv další zajímavé náměty a nápady. Na vaše reakce se budu těšit na adrese: jaroslav.pindor@email.cz.

Ing. Jaroslav Pindor, Ph.D.
jednatel společnosti

Recenzované vědecké články

Fyzikální modelování proudění oceli v asymetrické pětiproudé mezipánvi na základě analýzy RTD křivek

Physical Modeling of the Steel Flow in an Asymmetric Five-Strand Tundish Based on the Analysis of the RTD Curves

Ing. Josef Walek¹; prof. Ing. Karel Michalek, CSc.¹; doc. Ing. Markéta Tkadlečková, Ph.D.¹; Ing. Jiří Cupek¹; Ing. Tomáš Huczala, Ph.D.²

¹ VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta materiálově-technologická, 17. listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava-Poruba, Česká republika

² TRINECKÉ ŽELEZÁRNY a.s., Průmyslová 1000, Staré Město, 739 61 Třinec, Česká republika

Předkládaný článek se zabývá využitím fyzikálního modelování pro studium charakteru proudění oceli při různých stavech vnitřního uspořádání asymetrické pětiproudé mezipánve pro plynule odlévané předlitky. Pro účely fyzikálního modelování byl použit model z plexiskla v měřítku 1:4 k provozní mezipánvi. Součástí tohoto fyzikálního modelu byly také dvě licí pánve, stínící trubice, zátkové tyče, ponorné výlevky a krystalizátory. Tento příspěvek je zaměřen na vyhodnocení laboratorních experimentů získaných pomocí metody fyzikálního modelování. Pozornost je zaměřena na posouzení relevantních parametrů majících vliv na charakter proudění oceli v mezipánvi – tvar dopadového místa, vnitřní výška dopadového místa a vzdálenost ústí stínící trubice ode dna dopadového místa. Předběžné výsledky fyzikálního modelování ukazují, že optimálních výsledků charakteru proudění oceli v mezipánvi bylo dosaženo při použití konfigurace M3-30-131.

Klíčová slova: fyzikální modelování; mezipánve; dopadové místo; proudění oceli; retenční čas

The presented paper deals with the use of physical modelling to study the character of steel flow in the asymmetric five-strand tundish.

The flow parameters should be chosen so that duration of stay of each element of the melt in the tundish is as long as possible. The time, during which each part of the steel remains in the tundish, is determined as the residence time. The residence time layout is referred to as the RTD (Residence Time Distribution) characteristic. The steel flow in the tundish is associated with the scattering of residence times, especially in multi-strand tundishes. The aim is therefore to achieve a character of the flow that is characterized by the smallest possible scattering of residence times related to the individual casting strands; at the same time that their values must be as high as possible. Optimization of the character of the steel flow in the tundish is difficult under operating conditions. Therefore, in laboratory conditions so-called modelling is used, where the original prototype is replaced by a model. In the case of physical modelling, a method is used, in which the real system is replaced by a tangible physical model, which is as close as possible to the behavior of the real system. The basis of physical modelling consists in the targeted utilization of the similarities of the processes that take place within the actual device and its model. For physical modelling, a plexiglass model on a scale of 1:4 is used for the operating tundish. The physical model consists of two ladles, ladle shroud, stopper rods, SEN and moulds. The character of the steel flow in the tundish is simulated at physical modelling by the model liquid (water). This paper is aimed at the evaluation of laboratory experiments obtained by the method of physical modelling. Attention is focused on the assessment of relevant parameters for the character of the steel flow in the tundish – shape of the impact pad, inner height of the impact pad and height of ladle shroud from the bottom of the impact pad. The preliminary results of physical modelling show that optimal results of the character of the steel flow are achieved by using the configuration of M3-30-131. And the results from numerical modelling are also used to verify the results from physical modelling.

Key words: physical modelling; tundish; impact pad; steel flow; residence time

Současné trendy poukazují na neustále se zvyšující požadavky na kvalitu vyráběné oceli. Plynulé odlévání oceli je technologický postup, při kterém je tekutá ocel průběžně zpracovávána na předliték, který může mít různé tvary dle požadavků pro následné tváření. Plynulé odlévání oceli z velké části nahrazuje starší metodu výroby oceli ingotovou cestou a v současnosti se touto metodou odlévá celosvětově až 95 % oceli. V České republice je technologií plynulého odlévání vyrobeno až 92 % ocelových předlitků [1–3].

Jedním z nejdůležitějších technologických uzlů zařízení plynulého odlévání oceli je mezipánve, která je zařazena mezi lící pánvi a krystalizátorem, protože ovlivňuje stabilitu procesu lití a kvalitu předlitku. Úloha mezipánve spočívá hlavně v rovnoměrném rozdělení oceli do jednotlivých lících proudů a slouží jako zásobník oceli při sekvenčním odlévání. Poskytuje totiž dostatečný prostor k výměně lící pánve, aniž by musel být předčasně přerušen proud oceli do krystalizátoru [4–7].

Mezipánve lze využít jako průtočný reaktor s mícháním lázně a z metalurgického hlediska představuje jednu z posledních možností, kde lze podstatně ovlivnit výslednou čistotu oceli. Z hlediska zlepšování čistoty oceli je nezbytné co nejvíce zvýšit dobu setrvání oceli v mezipánvi, která se určuje tzv. retenčním časem, a současně minimalizovat rozptyly retenčních časů na jednotlivých výlevkách. Zvýšení retenčního času a současná úprava charakteru proudění by měla přispívat k vyplouvání nekovových vměstků do strusky [8–11].

Pro odlévání požadované kvality je nezbytné optimalizovat proudění oceli v mezipánvi. V provozních podmínkách je sledování charakteru proudění oceli v mezipánvi velice obtížné a z ekonomických důvodů nevhodné. Proto se v laboratorních podmínkách využívá tzv. modelování, kde dochází k nahrazení původního díla modelem. Technologie modelování se dělí na dvě základní metody: numerické a fyzikální modelování. Při numerickém modelování je proces nahrazen matematickým modelem tvořeným soustavou parciálních diferenciálních rovnic. V případě fyzikálního modelování se jedná o metodu, při níž se nahrazuje reálný systém hmotným fyzikálním modelem, jenž se svým chováním co nejvíce blíží chování reálného provozního systému. Hlavní podstata fyzikálního modelování spočívá v cíleném využití podobnosti dějů, které probíhají na skutečném zařízení a jeho modelu. Při této metodě má jak dílo, tak model stejnou fyzikální podstatu. Proudění tekutiny v technologickém procesu je tedy modelováno opět prouděním tekutiny v modelu, ale v určitém měřítku délek, rychlostí objemových průtoků, viskozit atd. Podmínkou přenosu výsledků z modelu na dílo je podobnost procesů probíhajících v modelu a díle. Jednou z výhod fyzikálního modelování je možnost vizualizace procesů, které přispívají k pochopení procesů probíhajících v reálných provozních systémech. Z výsledků dosažených na modelu lze predikovat chování reálného provozního systému při různých změnách procesu [2, 12].

Cílem tohoto článku je seznámit s hodnocením metodických laboratorních experimentů zaměřených na zkoumání vlivu jednotlivých parametrů na charakter proudění oceli v mezipánvi při fyzikálním modelování.

1. Experimentální podmínky fyzikálního modelování

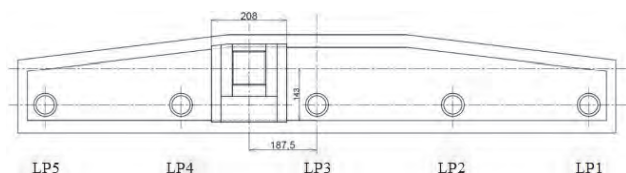
Experimenty zkoumající charakter proudění oceli v mezipánvi byly prováděny v laboratoři fyzikálního a numerického modelování Katedry metalurgie a slévárenství. Tato laboratoř se nachází v prostorách Podnikatelského inkubátoru v komplexu kampusu VŠB-TU Ostrava. Fyzikální model byl vyroben z průhledného organického skla (plexiskla) v geometrickém měřítku 1:4 k provozní mezipánvi na odlévání bloků. Součástí tohoto fyzikálního modelu byly také dvě lící pánve, které zajišťovaly přítok vody o teplotě 20 °C do mezipánve přes stínící trubici. Každý lící proud byl vybaven zátkovou tyčí pro případnou regulaci průtoku z mezipánve do krystalizátorů. Lící proudy byly vybaveny náporovými ponomými výlevkami, kde byla rovněž simulována hladina oceli v krystalizátorech.

Sestava fyzikálního modelu je zobrazena na obr. 1. Na obr. 2 a 3 je půdorys vnitřního uspořádání modelu mezipánve s polohou dopadového místa.



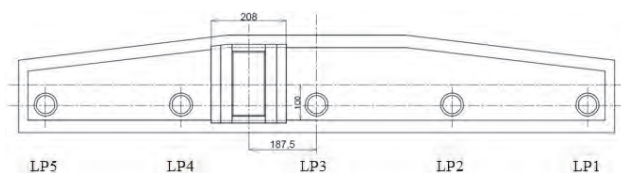
Obr. 1 Sestava fyzikálního modelu pětiproudé mezipánve s příslušenstvím

Fig. 1 The physical model assembly of five-strand tundish with accessories



Obr. 2 Pohled na vnitřní uspořádání modelu mezipánve s polohou dopadového místa M1

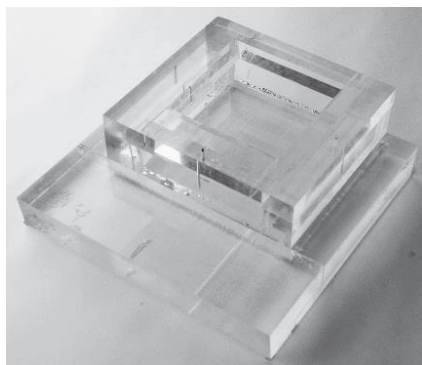
Fig. 2 View of the internal arrangement of the tundish model with the position of the impact pad M1



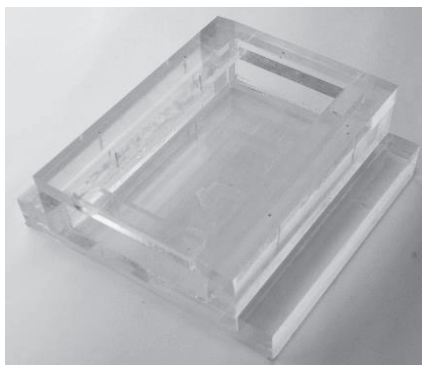
Obr. 3 Pohled na vnitřní uspořádání modelu mezipánve s polohou dopadového místa M2 a M3

Fig. 3 View of the internal arrangement of the tundish model with the position of the impact pad M2 and M3

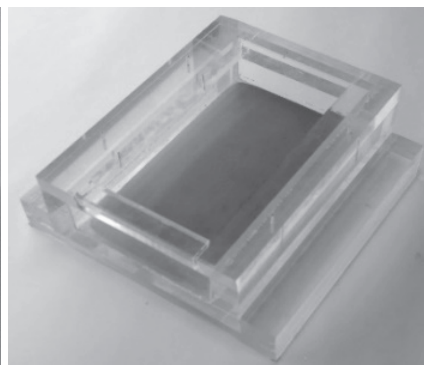
Pro modelování byly použity tři varianty dopadových míst, označených jako M1, M2 a M3 (obr. 4).



(a)



(b)



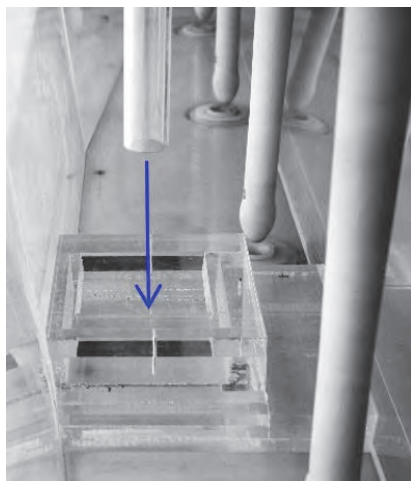
(c)

Obr. 4 Varianty dopadových míst použitých pro modelování: (a) M1; (b) M2; (c) M3

Fig. 4 The variants of the impact pad used for modelling: (a) M1; (b) M2; (c) M3

Dopadové místo M1 je základní čtvercová varianta, umístěná u zadní stěny mezipánve. Dopadové místo M2 je obdélníková varianta, rozšířená přes celou šířku mezipánve a dopadové místo M3 je varianta M2 s vypouklým dnem.

Jednotlivá dopadová místa byla umístěna mezi třetím a čtvrtým licím proudem. Stínicí trubice byla vždy umístěna nad geometrickým středem daného dopadového místa (obr. 5).



(a)



(b)



(c)

Obr. 5 Poloha stínicí trubice vůči dopadovému místu: (a) M1; (b) M2; (c) M3

Fig. 5 Position of the ladle shroud towards in respect to the impact pad: (a) M1; (b) M2; (c) M3

Fyzikální model byl vybaven měřicí ústřednou k měření vodivosti a teploty na modelu a regulačním systémem modelu mezipánve, dále objemovými průtokoměry, vodivostními a teplotními sondami, které byly umístěny v stínicí trubici a každé ponorné výlevce.

Charakter proudění oceli v mezipánvi byl na fyzikálním modelu simulován modelovou kapalinou (vodou). Hlavní výhoda použití tohoto média spočívá v nízkých nákladech, dobré dostupnosti a v jejich fyzikálních vlastnostech. Kinematickou viskozitu tekuté oceli a vody lze považovat za velmi blízkou. Základní parametry díla a modelu jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1 Základní parametry díla a modelu

Tab. 1 Basic parameters of the prototype and the model

Značka	Vysvětlení	Rozměr	Hodnota	
			Provozní mezipánve	Model 1:4
V	objem lázně v mezipánvi	[m ³]	4,64	37,12·10 ⁻³
m	hmotnost lázně v mezipánvi	[kg]	32480	37,04
T_k	průměrná teplota lázně	[K]	1520 + 273	20 + 273
r_k	průměrná hustota lázně	[kg·m ⁻³]	7000	998
n_k	kinematická viskozita lázně	[m ² ·s ⁻¹]	0,913·10 ⁻⁶	1,02·10 ⁻⁶
$D_{E,k}$	difúzní koeficient složky E v lázni	[m ² ·s ⁻¹]	7,2·10 ⁻⁹	1,4·10 ⁻⁸
α_k	součinitel teplotní vodivosti lázně	[m ² ·s ⁻¹]	1,86·10 ⁻⁶	0,14·10 ⁻⁶
s_k	mezifázové napětí lázeň-plyn	[kg·s ⁻²]	1,69	0,09
g	tíhové zrychlení	[m·s ⁻²]	9,81	9,81
p_v	tlak nad hladinou lázně	[kg·m ⁻¹ ·s ⁻²]	98,06·10 ³	98,06·10 ³
E	složka lázně	[-]	C	KCl
L_1	vnitřní délka mezipánve v úrovni dna	[m]	6,387	1,597
L_2	vzdálenost mezi ponornými výlevkami	[m]	1,5	0,375
D_1	vnitřní průměr stínící trubice	[m]	0,085	0,021
H_1	výška lázně odpovídající hmotnosti m	[m]	0,925	0,231
H_2	vzdálenost ústí ST ode dna ULP	[m]	0,525 0,585	0,131 0,146
H_3	ponor ST pod hladinou lázně	[m]	0,300 0,235	0,075 0,059
$Q_{m,k}$	hmotnostní průtok lázně do mezipánve	[kg·s ⁻¹]	46,32	0,207
		[kg·min ⁻¹]	2779	12,39
$Q_{v,k}$	objemový průtok lázně do mezipánve	[m ³ ·s ⁻¹]	0,00662	0,000207
		[l·min ⁻¹]	397	12,41
$Q_{v,kr}$	objemový průtok na každé z výlevek	[l·min ⁻¹]	79,4	2,48

Laboratorní experimenty byly na základě identity Froudeho kritéria prováděny v souladu s teorií podobnosti mezi modelem a dílem. Nutné je dodržení zejména geometrické podobnosti díla s modelem a dynamické podobnosti proudění tekutiny v díle a modelu. Před každým experimentem bylo provedeno nastavení příslušné konfigurace mezipánve, tzn. vložení příslušného dopadového místa do mezipánve, nastavení výšky a polohy stínící trubice vůči dopadovému místu. Následně byl zahájen samotný experiment a do stínící trubice injektován impuls 50 ml vodného roztoku KCl. Reakce na impuls byla sledována na výlevkách, na kterých byla monitorována změna vodivosti a rovněž i teploty.

Pro zajištění reprodukovatelnosti výsledků byl každý pokus opakován třikrát. Pokud byl mezi výsledky zaznamenán nesoulad, byl proveden ještě další, čtvrtý pokus. Pro další hodnocení byl pak proveden aritmetický průměr ze všech shodných měření.

Hlavním cílem fyzikálního modelování bylo získat poznatky o vlivu relevantních parametrů na charakter proudění oceli v mezipánvi (tab. 2). Při experimentech byly cíleně měněny tyto parametry:

- tvar dopadového místa,
- vnitřní výška dopadového místa,

- vzdálenost ústí stínící trubice ode dna dopadového místa.

Tab. 2 Přehled provedených experimentů fyzikálního modelování

Tab. 2 Overview of the performed experiments of physical modelling

Typ dopadového místa		M1		M2		M3	
Vnitřní výška DM		30	40	30	40	30	40
Výška ústí ST ode dna DM	[mm]	131		131		131	
		146		146		146	

2. Výsledky experimentu

Vyhodnocení experimentů bylo provedeno ve dvou fázích. V první fázi byly výsledky porovnány na základě analýzy dat tvořících RTD křivky a v druhé, vizualizační fázi byly pořízeny fotografie, kde byl studován charakter proudění v mezipánvi pomocí injektáže barviva.

V rámci diskuse výsledků jsou všechny konfigurace uváděny zkráceně. Například konfigurace s použitím dopadového místa M1 s vnitřní výškou dopadového místa 30 mm a nastavenou výškou stínící trubice 131 mm nad dnem dopadového místa bude zkráceně uvedena jako M1-30-131.

2.1 Porovnání výsledků experimentu na základě analýzy RTD křivek

Parametry proudění by měly být zvoleny tak, aby doba každého elementu taveniny v mezipánvi byla co nejdelší. Tato doba, po kterou setrvává určitá část oceli v mezipánvi, se označuje jako retenční čas. Rozložení retenčních časů je označováno jako RTD (Residence Time Distribution) charakteristika [2].

Nejběžnější metodou pro stanovení retenčních časů je tzv. vodivostní metoda, která využívá rozdílu vodivosti kapaliny. Jako indikační médium se používají slabé vodné roztoky KCl nebo NaCl, jež se vyznačují iontovou vodivostí. Vodivost je měřena vodivostní sondou na vstupu i výstupech z mezipánve. Nejčastěji se využívá metoda dle Diracova impulsu, která spočívá v injekci stopovací látky a její odezvě na výlevkách. Výsledkem je v tomto případě tzv. C křivka [2].

Další možnou metodou je tzv. Heavisideův jednotkový skok, který spočívá v trvalé změně vstupní koncentrace a měření po dobu získání vstupní koncentrace na všech výlevkách. Výsledkem odezvy na Heavisideův jednotkový skok je tzv. F křivka [2].

Teoretický průměrný retenční čas oceli v mezipánvi se vypočítá dle vztahu [2]:

$$\bar{\tau} = \frac{V}{Q_v}, \quad (1)$$

kde: $\bar{\tau}$ - teoretický průměrný retenční čas, [s];

V - objem oceli v mezipánvi, [m³];

Q_v - objemový průtok oceli, [m³·s⁻¹].

Rov. (1) předpokládá ustálený stav, kdy objemový průtok oceli vstupující do mezipánve je stejný jako objemový průtok oceli z mezipánve vystupující.

Proudění oceli v mezipánvi je spojeno s rozptylem retenčních časů, a to zvláště u víceproudých mezipánví. Snahou je proto dosáhnout takového charakteru proudění, který se vyznačuje co nejmenšími rozptyly retenčních časů vztažených k jednotlivým licím proudům a současně aby jejich hodnoty byly co nejvyšší [2].

Pro hodnocení proudění lázně v mezipánvi se používají skutečné retenční časy určené podle rov. (2):

$$\bar{\tau}_{skut} = \frac{\int c \cdot \tau \cdot d\tau}{\int c \cdot d\tau}. \quad (2)$$

Stanovuje se minimální retenční čas, který je definován jako minimální doba, za kterou se značkovací látka injektovaná do stínící trubice objeví na výlevce, a maximální retenční čas, což je doba dosažení maximální výchylky sledované veličiny na výstupu z mezipánve. Z naměřených hodnot se rovněž vyhodnocuje tzv. střední retenční čas, který charakterizuje časové rozložení měřené veličiny, např. koncentrace či vodivosti.

Získané retenční časy se mohou použít pro výpočet parametrů, které dále upřesňují charakter proudění v mezipánvi. Využívá se rozdělení celkového objemu mezipánve na tři části, které jsou prezentovány jako promíchávaný

objem, objem s pístovým tokem oceli a mrtvý objem a které mají rozdílný charakter proudění.

Promíchávaný objem mezipánve úzce souvisí s její vtokovou částí, ve které kinetická energie licího proudu z pánve zajišťuje intenzivní promíchávání oceli v této oblasti. S ohledem na složitost stanovení podílu velikosti promíchávaného objemu se nejčastěji používá dopočet do celkového objemu. Zde platí [2]:

$$\frac{V_m}{V} + \frac{V_p}{V} + \frac{V_d}{V} = 1. \quad (3)$$

Na tento promíchávaný objem navazuje oblast proudění oceli s pístovým tokem. V tomto objemu je průtok lázně rovnoměrný, kdy žádný element taveniny nepředbílá jiný element. V této oblasti má proudění oceli již laminární charakter, a jsou zde proto vytvořeny příznivější podmínky pro vyplouvání vměstků. Podíl objemu s pístovým tokem lze vypočítat podle vztahu [2]:

$$\frac{V_p}{V} = \frac{\tau_{min}}{\bar{\tau}}. \quad (4)$$

V mezipánvi existují také oblasti, v nichž ocel proudí velmi pomalu. Tyto oblasti představují tzv. mrtvý objem mezipánve. Jedná se o oblasti, kde tavenina stráví delší čas, než je dvojnásobek průměrného retenčního času. Existence mrtvých objemů může výrazně snížit aktivní objem mezipánve, a tím zkrátit retenční časy. V těchto oblastech navíc existuje nebezpečí pro lokální tuhnutí oceli. Z toho důvodu je žádoucí minimalizovat velikost mrtvého objemu v mezipánvi. Pro výpočet podílu mrtvého objemu se uvádí vztah [2]:

$$\frac{V_d}{V} = 1 - \frac{\bar{\tau}_{skut}}{\bar{\tau}}. \quad (5)$$

Krajním teoretickým případem je úplné promíchávání celého objemu mezipánve, kdy je maximální koncentrace stopovací látky na výstupu pozorována v čase jejího vstříku na vstupu. Toto chování je typické pro tzv. zkratové proudění, kdy se čerstvě přiváděná ocel prakticky okamžitě dostane k výstupu z mezipánve, což je velmi nepříznivé zejména s ohledem na čistotu oceli.

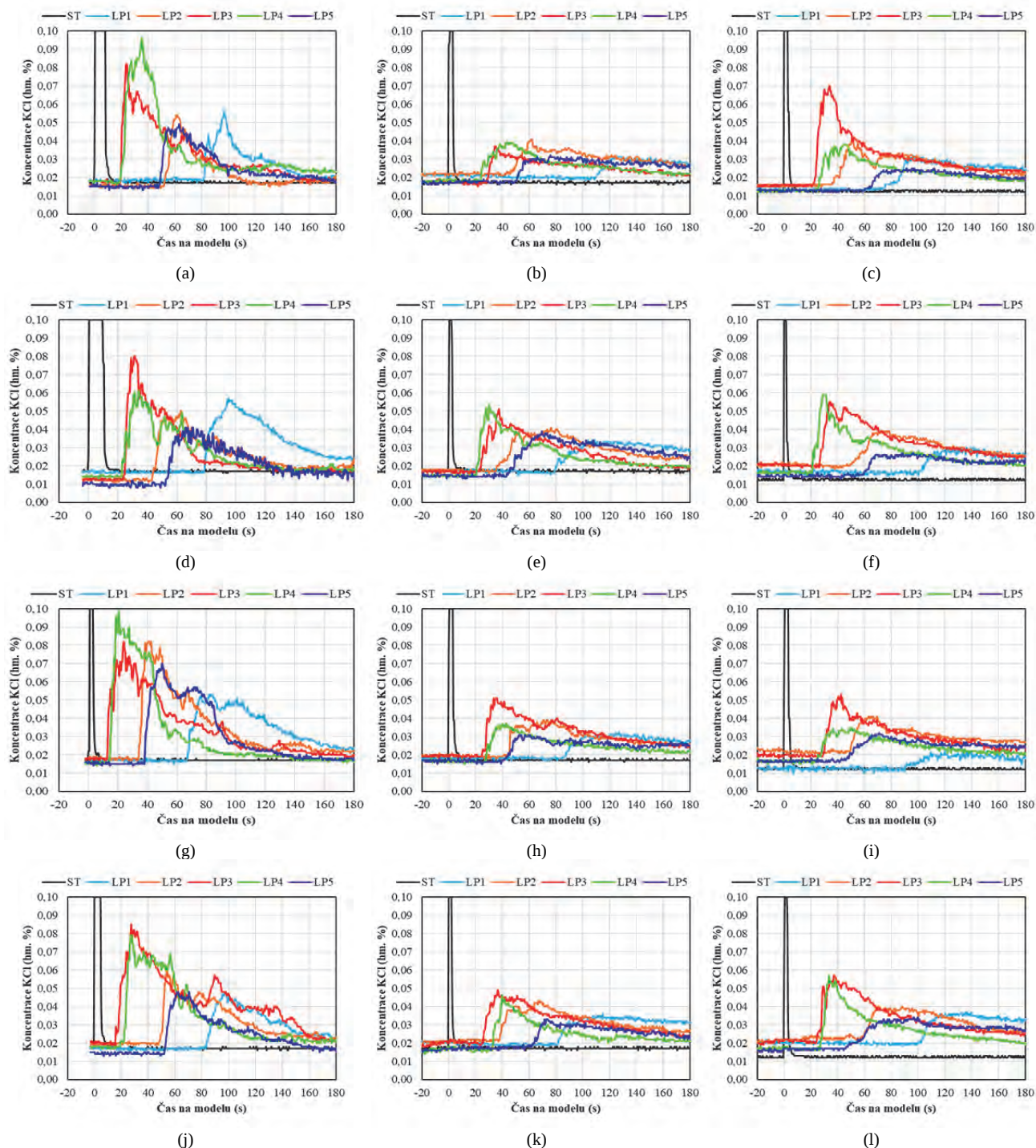
Z hlediska zajištění různých funkcí mezipánve lze požadavky na velikost jednotlivých oblastí shrnout takto:

- podle potřeb zachovat určitý podíl promíchávaného objemu oceli v mezipánvi,
- zajistit dostatečný podíl objemu oceli proudící pístovým tokem tak, aby v této oblasti ocel vytékající libovolnou výlevkou pobyla dostatečný čas,
- minimalizovat mrtvé objemy.

2.1.1 Stanovení minimálních a maximálních retenčních časů

Protože vtok do mezipánve je orientován mezi licími proudy LP3 a LP4, je pro eliminaci zkratového proudění zapotřebí dosáhnout nejvyšších možných minimálních a maximálních retenčních časů u těchto výlevek.

Na obr. 6 jsou ukázky RTD křivek pro jednotlivé konfigurace.



Obr. 6 RTD křivky pro jednotlivé konfigurace: (a) M1-30-131; (b) M2-30-131; (c) M3-30-131; (d) M1-40-131; (e) M2-40-131; (f) M3-40-131; (g) M1-30-146; (h) M2-30-146; (i) M3-30-146; (j) M1-40-146; (k) M2-40-146; (l) M3-40-146

Fig. 6 The RTD curves for the individual configurations: (a) M1-30-131; (b) M2-30-131; (c) M3-30-131; (d) M1-40-131; (e) M2-40-131; (f) M3-40-131; (g) M1-30-146; (h) M2-30-146; (i) M3-30-146; (j) M1-40-146; (k) M2-40-146; (l) M3-40-146

Z RTD křivek byly odečteny minimální a maximální retenční časy. Rovněž byl stanoven průměrný minimální a maximální retenční čas a variabilita retenčních časů (tab. 3 a 4). Grafické porovnání minimálních a maximálních retenčních časů je uvedeno na obr. 7 a 8.

V případě dopadového místa M1 byly detekovány poměrně nízké hodnoty minimálních retenčních časů, a to zejména u licích proudů LP3 a LP4, kde se nejhůře proje-

vila konfigurace M1-30-146 s $\tau_{\min} = 13$ a 16 s. Výrazně lépe se projevila konfigurace M1-40-131, kde byl u LP3 a LP4 dosažen $\tau_{\min} = 22,2$ a 21 s, za současně nízké míry variability všech licích proudů $v = 53,6$ %. Obdobný výsledek se projevil i v případě $\tau_{\max}$.

V případě použití dopadového místa M1 je patrný vliv vnitřní výšky dopadového místa, kde se jednoznačně povedlo zvýšit retenční časy na LP3 a LP4 s použitím

vyššího dopadového místa 40 mm oproti 30 mm. Patrně je i vliv výšky umístění stínící trubice, který se pozitivně projevil při nižší výšce ST 131 mm nad dnem dopadového místa.

V případě použití dopadového místa M2 došlo oproti M1 ke značnému zlepšení retenčních časů, kde se hodnoty $\tau_{\min}$ u LP3 a LP4 zvýšily na 21,2 až 26,3 s. Nejlépe se projevila konfigurace M2-40-146, kde byly dosaženy téměř nejvyšší $\tau_{\min}$ na LP3 a LP4 (24,8 a 25,2 s) a doprovázeny téměř nejnižší mírou variability všech licích proudů $v = 60,0 \%$.

Z retenčních časů se patrně projevil vliv výšky dopadového místa, kde byly nejlepší výsledky dosaženy s použitím vyšší varianty 40 mm. Vliv výšky umístění stínící trubice není jednoznačný.

Oproti dopadovému místu M2 se v případě M3 povedlo minimální a maximální retenční časy na licích proudech LP3 a LP4 mírně zvýšit. Až na výjimku u konfigurace M3-40-131 byly dosaženy poměrně dlouhé minimální

retenční časy LP3 a LP4, a to $\tau_{\min} = 24,7$ až 28 s. Rovněž v případě dopadového místa M3 se povedlo oproti M2 téměř u všech konfigurací snížit míru variability všech licích proudů.

Nejlépe se projevila konfigurace M3-30-131, kde byl dosažen téměř shodný minimální retenční čas na LP3 a LP4 $\tau_{\min} = 25,2$ a 24,8 s. Tato konfigurace byla současně doprovázena nízkou mírou variability $v = 58,1 \%$. Výraznější rozdíly se projevily v případě maximálních retenčních časů, kde byl dosažen $\tau_{\max}$ na LP3 a LP4 43,8 a 38,2 s, které byly nejdelší ze všech ostatních konfigurací. Rovněž u maximálních retenčních časů byla dosažena téměř nejnižší míra variability ze všech konfigurací $v = 43,9 \%$.

Z hlediska retenčních časů se projevil vliv výšky dopadového místa, kde při nižší výšce dopadového místa 30 mm byly dosaženy delší $\tau_{\min}$ i $\tau_{\max}$ doprovázené nižší mírou variability. Vliv výšky stínící trubice se neprojevil jednoznačně.

Tab. 3 Minimální retenční časy pro všechny hodnocené konfigurace

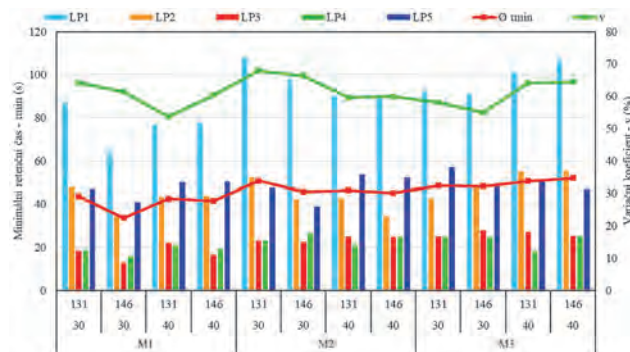
Tab. 3 Minimal residence times for all evaluated configurations

Typ DM	Výška DM	Výška ST	$\tau_{\min}$						
	[mm]		LP1 [s]	LP2 [s]	LP3 [s]	LP4 [s]	LP5 [s]	$\emptyset$ [s]	v [%]
M1	30	131	87,0	47,7	18,5	18,8	47,0	43,8	64,1
	30	146	64,0	34,5	13,0	16,0	41,0	33,7	61,4
	40	131	76,5	43,3	22,2	21,0	50,2	42,6	53,6
	40	146	77,8	43,8	16,5	19,3	50,5	41,6	60,4
M2	30	131	107,7	52,2	23,3	23,2	47,7	50,8	67,9
	30	146	97,8	42,5	22,7	26,3	39,2	45,7	66,3
	40	131	90,0	42,7	25,0	21,2	53,5	46,5	59,5
	40	146	89,5	34,5	24,8	25,2	52,2	45,2	60,0
M3	30	131	92,8	42,6	25,2	24,8	57,2	48,5	58,1
	30	146	91,2	48,2	28,0	24,7	49,0	48,2	55,0
	40	131	101,5	55,0	27,2	18,2	51,0	50,6	64,2
	40	146	107,0	55,1	25,3	25,3	47,0	52,0	64,4

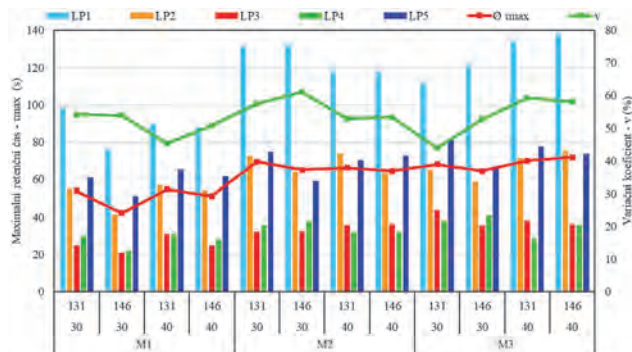
Tab. 4 Maximální retenční časy pro všechny hodnocené konfigurace

Tab. 4 Maximal residence times for all evaluated configurations

Typ DM	Výška DM	Výška ST	$\tau_{\max}$						
	[mm]		LP1 [s]	LP2 [s]	LP3 [s]	LP4 [s]	LP5 [s]	$\emptyset$ [s]	v [%]
M1	30	131	98,2	55,3	24,8	30,2	61,2	53,9	54,2
	30	146	75,8	41,5	20,8	22,0	51,3	42,3	53,9
	40	131	89,8	57,0	31,0	31,0	65,3	54,8	45,4
	40	146	88,0	54,3	24,8	27,8	61,5	51,3	50,7
M2	30	131	131,2	72,7	32,3	35,8	74,8	69,4	57,5
	30	146	132,0	64,0	32,5	37,7	59,3	65,1	61,1
	40	131	118,5	73,8	35,8	32,0	70,3	66,1	53,0
	40	146	117,7	63,3	36,3	32,3	72,7	64,5	53,3
M3	30	131	111,7	65,2	43,8	38,2	81,3	68,0	43,9
	30	146	121,2	58,9	35,7	41,0	65,8	64,5	52,7
	40	131	134,2	71,3	38,0	29,0	77,7	70,0	59,2
	40	146	138,2	75,0	36,3	35,8	73,5	71,8	58,2



Obr. 7 Minimální retenční časy pro všechny hodnocené konfigurace
Fig. 7 Minimal residence times for all evaluated configurations



Obr. 8 Maximální retenční časy pro všechny hodnocené konfigurace
Fig. 8 Maximal residence times for all evaluated configurations

2.1.2 Stanovení jednotlivých charakteristických objemů v mezipánvi

Následně byl hodnocen charakter proudění na základě výpočtů zastoupení jednotlivých charakteristických objemů v mezipánvi. Výsledky jsou uvedeny v tab. 5 a na obr. 9.

Hodnocení charakteristických objemů v mezipánvi při použití dopadového místa M1 ukázalo, že nejlépe se projevila konfigurace M1-30-131, kde bylo dosaženo nejnižšího zastoupení mrtvého objemu $V_d/V_{\text{celk}} = 32,83\%$ a současně nejvyšší poměr mezi pístovým a mrtvým objemem $V_p/V_d = 0,74$.

Z porovnání hodnot charakteristických objemů a retenčních časů vyplynulo, že pro dopadové místo M1 lze nejlepších výsledků dosáhnout s nižší polohou ST 131 mm. Vliv výšky dopadového místa v tomto případě není jednoznačný.

Při porovnání zastoupení objemů se nejlépe projevila konfigurace M2-30-131, kde byl dosažen nejnižší mrtvý objem $V_d/V_{\text{celk}} = 14,36\%$ a současně nejvyšší poměr mezi pístovým a promíchávaným objemem $V_p/V_d = 1,97$.

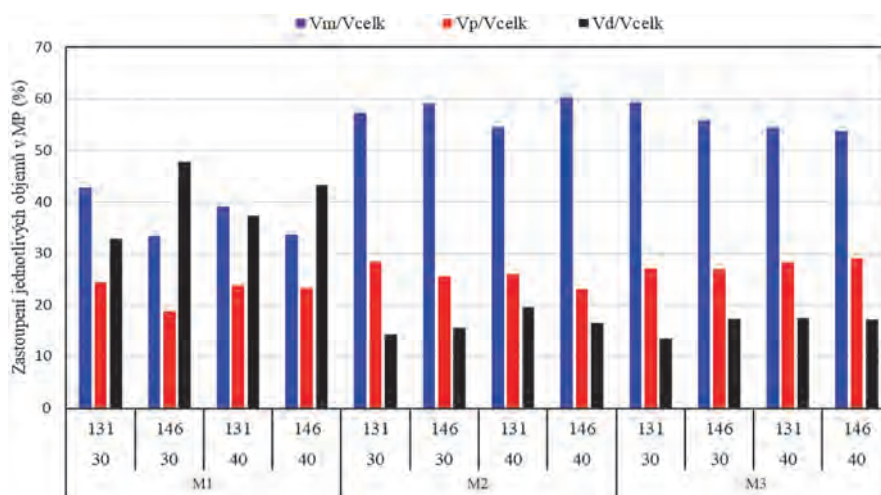
Ze zastoupení charakteristických objemů je patrný vliv výšky dopadového místa, kde se u konfigurací s nižší výškou dopadového místa 30 mm povedlo snížit mrtvý objem a zvýšit poměr mezi pístovým a mrtvým objemem, oproti konfiguracím s výškou dopadového místa 40 mm. Vliv výšky stínící trubice v tomto případě není jednoznačný.

Použití dopadového místa M2 tedy přineslo výrazné zlepšení v porovnání s konfiguracemi s dopadovým místem M1, a to zejména v prodloužení minimálních retenčních časů, což mělo i pozitivní vliv na zvýšení hodnoty pístového proudění a snížení mrtvého objemu.

Tab. 5 Zastoupení průměrných charakteristických objemů v mezipánvi

Tab. 5 Representation of average characteristic volumes in the tundish

Typ DM	Výška DM	Výška ST	V_p/V_{celk}	V_d/V_{celk}	V_m/V_{celk}	V_p/V_d
	[mm]	[mm]				
M1	30	131	24,41	32,83	42,75	0,74
	30	146	18,78	47,92	33,30	0,39
	40	131	23,75	37,27	38,98	0,64
	40	146	23,18	43,26	33,56	0,54
M2	30	131	28,30	14,36	57,34	1,97
	30	146	25,46	15,53	59,01	1,64
	40	131	25,88	19,54	54,58	1,32
	40	146	23,13	16,50	60,38	1,40
M3	30	131	27,04	13,55	59,41	1,99
	30	146	26,86	17,27	55,87	1,56
	40	131	28,18	17,47	54,36	1,61
	40	146	28,95	17,25	53,80	1,68



Obr. 9 Zastoupení průměrných charakteristických objemů v mezipánvi
Fig. 9 Representation of average characteristic volumes in the tundish

Z grafů na obr. 7–9 vyplývá, že nejlepší výsledek byl dosažen u konfigurace M3-30-131, a to s nejnižším podílem mrtvého objemu ze všech konfigurací $V_d/V_{celk} = 13,55$ %. Rovněž byl dosažen nejvyšší poměr mezi pístovým a mrtvým objemem ze všech konfigurací $V_p/V_d = 1,99$.

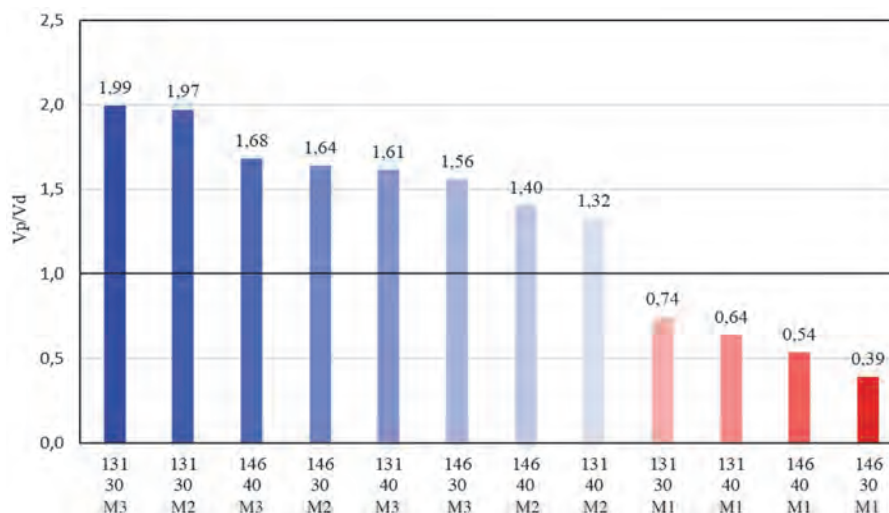
V případě dopadového místa M3 a zastoupení charakteristických objemů se jednoznačně neprojevil vliv výšky stínící trubice ani vliv výšky dopadového místa.

2.1.3 Srovnání výsledků experimentu

Z hlediska zastoupení jednotlivých charakteristických objemů v mezipánvi se poměr mezi pístovým a mrtvým

objemem prokázal jako vypovídající ukazatel charakteru proudění. Poměr V_p/V_d pro všechny hodnocené konfigurace je zobrazen na obr. 10.

Nejlépe se projevila konfigurace M3-30-131 s poměrem $V_p/V_d = 1,99$, mírně horší výsledky byly dosaženy u M2-30-131 $V_p/V_d = 1,97$. Nejhorší se projevilo dopadové místo M1, kde všechny konfigurace dosahovaly hodnot V_p/V_d výrazně pod 1, což znamená, že hodnota mrtvého objemu je vyšší než hodnota pístového objemu. S použitím každého dopadového místa se projevila nejlépe právě varianta s výškou dopadového místa 30 mm a s výškou ústí ST 131 mm nad dnem dopadového místa.



Obr. 10 Poměr mezi pístovým a mrtvým objemem pro všechny jednotlivé konfigurace
Fig. 10 Ratio of plug volume to dead volume for all the individual configurations

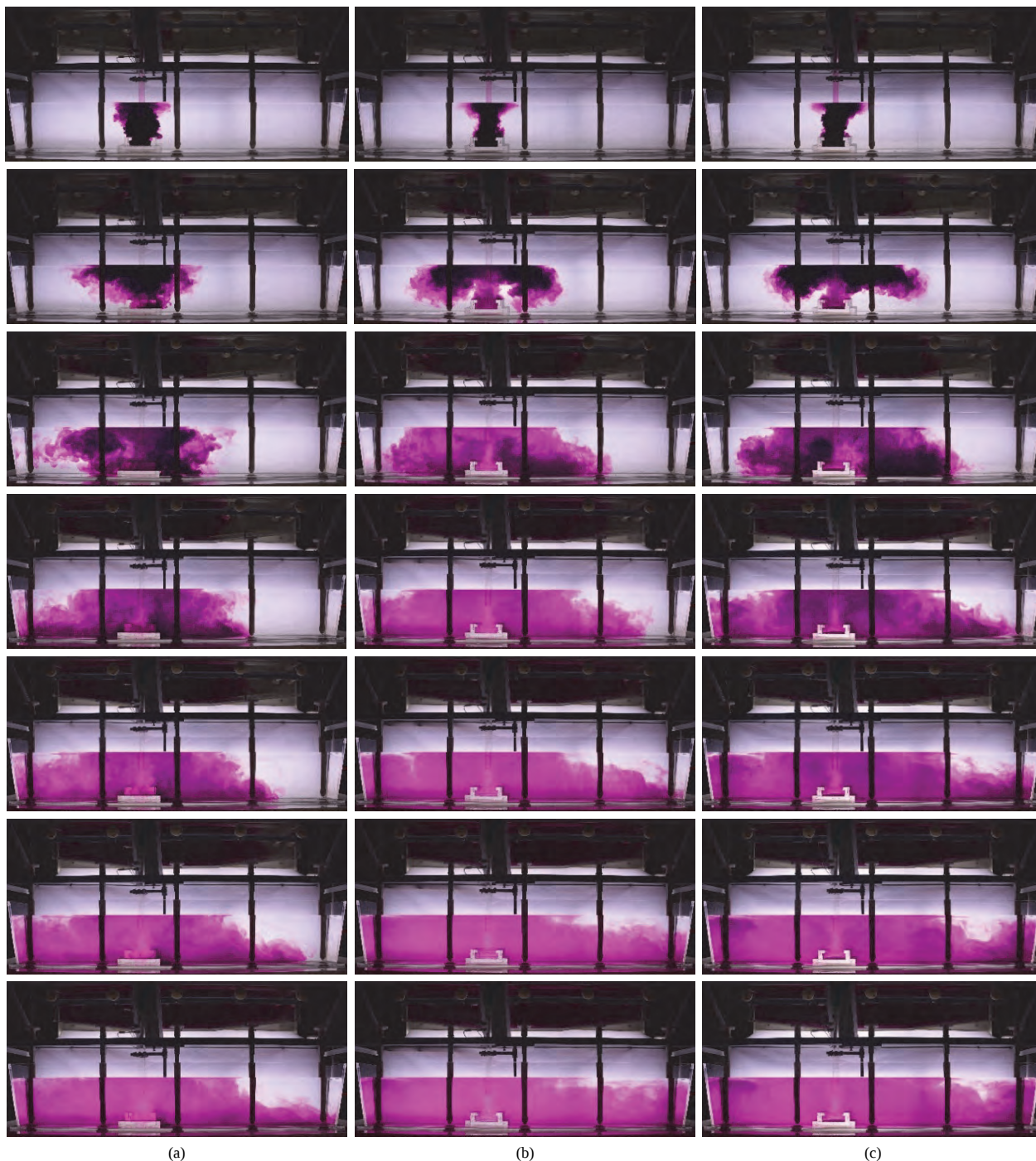
2.2 Vizualizace proudění v mezipánvi

V rámci vizualizačních procesů byl zkoumán vliv tvaru dopadového místa, kde prováděné vizualizace probíhaly za podmínek vzdálenosti ústí stínící trubice 131 mm nad dnem dopadového místa a s vnitřní výškou dopadového místa 30 mm. Vizualizace byly prováděny injektáží

vodného roztoku na bázi $KMnO_4$ do stínící trubice, kdy tento roztok způsobuje fialové zabarvení lázně. Průběh šíření barevného roztoku je znázorněn na obr. 11, kde uváděné časové údaje vypovídají o době po dokončení injektáže. U dopadového místa M1 (obr. 11 a) jsou zjevné největší mrtvé oblasti, které v levé části mezipánve (u LP 5) zanikají po 120 s a v pravé části

(LP 1) je nebylo možné eliminovat téměř vůbec ani po 150 s. Výsledky z vizualizace M2 (obr. 11 b) a M3 (obr. 11 c) jsou obdobné. První rozdíl je zřejmý na snímku po 10 s, kde je zjevná detekce na LP3 a LP4 u varianty s M2. Varianta M3 se projevila vyšším

retenčním časem na nejbližších licích proudech. U dopadového místa M3 se zjevně tvořily nejmenší mrtvé oblasti, které byly v okolí LP1 nejvíce eliminovány. Proudění s variantou dopadového místa M3 (obr. 11 c) je na základě vizualizací optimální.



Obr. 11 Vizualizace proudění v čase pro jednotlivá dopadová místa: (a) M1; (b) M2; (c) M3
Fig. 11 Visualization of the flow in time for individual impact pads: (a) M1; (b) M2; (c) M3

3. Vyhodnocení výsledků experimentu

Vyhodnocení experimentů probíhalo ve dvou fázích. V první fázi byly provedeny experimenty zaměřené na vliv jednotlivých parametrů na charakter proudění oceli

v mezipánvi. V druhé, vizualizační fázi byly pořízeny fotografie, kde byl studován charakter proudění v mezipánvi pomocí injektáže barviva.

Na základě získaných výsledků z experimentálních měření lze formulovat tyto poznatky:

- Konfigurace s dopadovým místem čtvercového typu M1 se projevila nejhůře. Pozitivně lze hodnotit nízkou míru variability, která byla ovšem doprovázena velice krátkými retenčními časy na LP3 a LP4 a velkými mrtvými objemy (až 42,75 %). S použitím dopadového místa M1 se nejlépe projevila konfigurace M1-40-141, kde byl dosažen nejvyšší $\tau_{\min}$ na LP3 a LP4, doprovázený nejnížší variabilitou a nejnižším mrtvým objemem.
- Použitím dopadového místa M2 se povedlo podstatně prodloužit retenční časy a snížit zastoupení mrtvého objemu oproti dopadovému místu M1. Z hlediska retenčních časů se nejlépe projevila konfigurace M2-40-146, při posuzování zastoupení charakteristických objemů se lépe projevila varianta M2-30-131, kde byl dosažen nižší výskyt mrtvého objemu.
- Výsledky s použitím dopadového místa M3 byly obdobné jako M2. I přesto však došlo k mírnému prodloužení retenčních časů na LP3 a LP4, ke snížení celkové míry variability a současně ke snížení zastoupení mrtvých objemů. Nejlépe se projevila konfigurace M3-30-131, kde byly získány téměř nejvyšší a rovnoměrné $\tau_{\min}$, které byly doprovázené nízkou mírou variability a nejnižším výskytem mrtvého objemu ze všech konfigurací.
- Vliv výšky stínící trubice nebyl na základě hodnocení retenčních časů jednoznačný. Zjevný vliv byl však prokázán na základě zastoupení charakteristických objemů v mezipánvi, kde se nižší poloha stínící trubice (131 mm nad dnem dopadového místa) projevila nižšími mrtvými objemy a současně vyššími poměry mezi pístovým a mrtvým objemem.
- Vliv vnitřní výšky dopadových míst nebyl zcela jednoznačný. Avšak z hlediska poměru mezi pístovým a mrtvým objemem byly v rámci každého typu dopadového místa dosaženy nejlepší výsledky s nižší výškou dopadového místa 30 mm.
- Na základě vizualizací proudění v mezipánvi se nejhůře projevila konfigurace s dopadovým místem M1, což se projevilo nejvyšším zastoupením mrtvého objemu a nerovnoměrným prouděním. U konfigurací s dopadovými místy M2 a M3 se vizualizace projevily téměř totožně. Mírné zlepšení lze ovšem zjistit u použití dopadového místa M3.

Závěr

Charakter proudění oceli v mezipánvi byl při fyzikálním modelování simulován v modelu mezipánve prouděním vody o teplotě 20 °C. Výsledky byly hodnoceny na základě retenčních časů, které byly zjištěny z RTD (Residence Time Distribution) křivek.

Experimenty byly prováděny v laboratorních podmínkách, jejichž cílem bylo zjistit a vyhodnotit vliv jednotlivých

parametrů na charakter proudění oceli v mezipánvi. U jednotlivých parametrů byla porovnávána schopnost ovlivnit účinnost procesu. Mezi tyto parametry patří tvar dopadového místa, vnitřní výška dopadového místa a vzdálenost ústí stínící trubice ode dna dopadového místa.

Poděkování

Tento výzkum vznikl a článek byl vytvořen díky projektu č. CZ.02.1.01/0.0/17_049/0008399 z finančních fondů EU a ČR poskytovaných „Operačním programem Výzkum, vývoj a vzdělávání, Výzvy 02_17_049 Dlouhodobá mezisektorová spolupráce pro ITI, řídicí orgán: Česká republika – Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy“. A za podpory projektu č. SP2021/39 „Výzkum a vývoj v oblasti metalurgických a slévárenských technologií a aplikací“.

Literatura

- [1] TKADLEČKOVÁ, M., WALEK, J., MICHALEK, K., HUCZALA, T. Numerical Analysis of RTD Curves and Inclusions Removal in a Multi-Strand Asymmetric Tundish with Different Configuration of Impact Pad. *Metals*, (2020) 10, 849. DOI: 10.3390/met10070849.
- [2] MICHALEK, K. *Využití fyzikálního a numerického modelování pro optimalizaci metalurgických procesů*, 1. vyd. Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava. 2011, 125 s. ISBN 80-7078-861-5.
- [3] MAZUMDAR, D., EVANS, J. W. *Modeling of Steelmaking Processes*. CRC Press, Taylor & Francis Group: Boca Raton, FL, USA, 2009, pp. 463–978.
- [4] SAHAI, Y. Tundish Technology for Casting Clean Steel: A Review. *Metallurgical and Materials Transactions B – Process Metallurgy and Materials Processing Science*. 47 (2016) 4, 2095–2106. DOI: 10.1007/s11663-016-0648-3.
- [5] BULKO, B., PRIESOL, I., DEMETER, P., GAŠPAROVIČ, P., BARICOVÁ, D., HRUBOVČÁKOVÁ, M.: Geometric Modification of the Tundish Impact Point. *Metals*, 8 (2018) 11. DOI: 10.3390/met8110944.
- [6] BULKO, B., MOLNÁR, M., DEMETER, P. Physical Modeling of Different Configurations of a Tundish for Casting Grades of Steel that Must Satisfy Stringent Requirements on Quality. *Metallurgist*, 57 (2014) 11-12, 976-980. DOI: 10.1007/s11015-014-9832-3.
- [7] HE, F., ZHANG, L.Y., XU, QY. Optimization of Flow Control Devices for a T-type Fivestrand Billet Caster Tundish: Water Modeling and Numerical Simulation. *China Foundry*, 13 (2016) 3, 166-175. DOI: 10.1007/s41230-016-5132-9.
- [8] CHANG, S., ZHONG, L., ZOU, ZS. Simulation of Flow and Heat Fields in a Seven-strand Tundish with Gas Curtain for Molten Steel Continuous-Casting. *ISIJ International*, 55 (2015) 4, 837-844. DOI: 10.2355/isijinternational.55.837.
- [9] CWUDZIŃSKI, A.: Mathematical Simulation and Water Modelling of Liquid Steel Interaction with an Argon Bubble Curtain in a One-strand Continuous Casting Tundish. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 118 (2018) 5, 545-554. DOI: 10.17159/2411-9717/2018/v118n5a11.
- [10] BARTOSIEWICZ, M., CWUDZIŃSKI, A. Intensification of Liquid Steel Active Flow Volume in One-strand Tundish using a Modified Ladle Shroud. *Metallurgical and materials engineering*, 26 (2020) 1, 1-14. DOI: 10.30544/458.
- [11] ZHANG, JS., YANG, SF., LI, JS., TANG, HY., JIANG, ZY. Effect of a Dissipative Ladle Shroud on Mixing in Tundish: Mathematical and Experimental Modelling. *High-Temperature Materials and Processes*, 37 (2018) 1, 25-32. DOI: 10.1515/htmp-2016-0093.
- [12] WALEK, J., MICHALEK, K., TKADLEČKOVÁ, M., SATERNUS, M. Modelling of Technological Parameters of Aluminium Melt Refining in the Ladle by Blowing of Inert Gas through the Rotating Impeller. *Metals*, (2021) 11, 284. DOI: 10.3390/met11020284.

Metody optimalizace nákladů výrobního podniku aplikací principů štlé výroby

Cost Optimization of Production Processes by Means of Application of Lean Tools Management

Ing. Adam Drastich MBA¹; Ing. Tomáš Malčic, Ph.D.²; Ing. Martina Závrbská¹

¹ VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta materiállově-technologická, 17. listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava-Poruba, Česká republika

² ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA o.p.s., Na Karmeli 1457, 293 01 Mladá Boleslav, Česká republika

Cílem článku je představit metodiku pro zavádění a řízení nástrojů štlé výroby ve výrobním podniku a navrhnout možnosti optimalizace nákladů v procesu plánování výroby. V první části jsou uvedena teoretická východiska z oblasti managementu štlé výroby a jednotlivých nástrojů, zejména prakticky použitého nástroje mapování toku hodnot. V další části je uvedena použitá metodologie a konkrétní metody, které byly využity při zpracování návrhu optimalizace procesu plánování. Hlavní pozornost je věnována mapování hodnotového toku, definici úzkých míst ve výrobních procesech a následně návrhu optimalizace. Závěrem jsou shrnuty očekávané přínosy navrhovaného řešení.

Klíčová slova: mapování hodnotového toku; optimalizace; plýtvání; automatizace; workflow; proces; přidaná hodnota

The article aims is to present the current state of knowledge in the field of lean manufacturing tools and regarding methodology. Based on the presented methodologies possibilities for cost optimization in the process of production planning, logistics and information flows are proposed. The introduction of the article describes the theoretical background and knowledge in the field of implementation of lean manufacturing tools and related applications. The main attention is paid to the analysis of production processes and especially to the method of value stream mapping and its practical use. The article mentions the methodology of creating a value map and at the same time specifies possible risks that may occur in the creation of a value map, including specific recommendations for creating a value stream map. Furthermore, the article deals with the issue of “Muda” in production processes, as well as with their causes, consequences and impacts on the company's cost items. The chapter itself is devoted to the optimization of the planning process. It deals with concepts from the field of digital transformation and industry 4.0. These are the areas, in which it is possible to define and optimize sources of time wastes using appropriate software. The article defines the methodological approaches that were used in the creation of the value map, from the creation of the mind map, through the definition of research areas to the final evaluation of the overall concept of the value stream map. Within the definition of individual resolution levels for the needs of the value stream map, four levels of resolution are defined. From mapping a single process or production line, through mapping processes, plant operations to mapping the flow of values between individual companies. Emphasis is also placed on the personal composition of the team involved in the creation of the value stream map, especially regarding their knowledge and management competencies. The chapter devoted to optimization based on the method of value stream mapping deals with information and material flows, including necessary inputs and outputs from/to the value map. It introduces the principles leading to the acquisition of a suitable database and defines the conditions leading to the creation of a map of the future (expected) state. Finally, the benefits obtained by the correct implementation of the value stream map, the elimination of bottlenecks and deployment in the planning and logistics process are presented. Additional procedures in the field of automation of the planning process based on industry 4.0 technologies are proposed.

Key words: Value Stream Mapping; optimization; waste; automatization; workflow; process; added value

Tento článek se zabývá metodami štlé výroby a optimalizací podnikových nákladů. Současný trend automatizace výrobních procesů, zaznamenává v posledních letech kontinuální až dramatický nárůst. S tímto trendem souvisí i stále se zvyšující požadavky na zvyšování přidané hodnoty finálního produktu. Podniky musí být schopny ve velmi krátkém čase reagovat na požadavky trhu. Musí tedy začít přistupovat k řízení podnikových procesů systémově. Podniky řeší stále aktivněji možnosti, jak a

kde minimalizovat výrobní náklady a zvýšit přidanou hodnotu výrobku nebo poskytované služby. Dnes je pro každou firmu jedním ze základních cílů zcela uspokojit potřeby zákazníka. K tomu je nezbytné vedle kvality, termínu dodání a ceny výrobku dosahovat excelentních výsledků v oblasti podpory a celkového servisu zákazníka. To je v dnešní době jeden ze základních rozdílů, který jednotlivé konkurenty vzájemně odlišuje. A právě tohoto konkurenčního rozdílu jsou podniky schopny

dosáhnout systémovou a neustále se rozvíjející aplikací nástrojů štlhlé výroby za neustálého vyhodnocování trendu souvisejících nákladů.

Článek je zaměřen na výrobní procesy firmy a s nimi spojené metody řízení těchto projektů, jako je plánování a logistika. Konkrétně je zde řešena problematika plánování jednotlivých výrobních aktivit s důrazem na návrh takových opatření, které minimalizují vznikající náklady. Z plánovacího hlediska je řízení výrobního plánu organizováno s ohledem na minimalizaci ztrátových časů, efektivní a hospodárné využívání dostupných zdrojů a výrobních zařízení. Řadíme sem kromě materiálového toku také informační tok, který je nezbytnou součástí řízení výroby a efektivní aplikaci metod štlhlé výroby. Procesem plánování se rozumí konkrétní rozdělení a využití výrobních kapacit na definované zdroje tak, aby byly hospodárně a efektivně využity v rámci zabezpečení požadovaných termínů dohotovení a dodávky produktu.

1. Vymezení nástrojů štlhlé výroby a související problematiky výrobního podniku

1.1 Proces

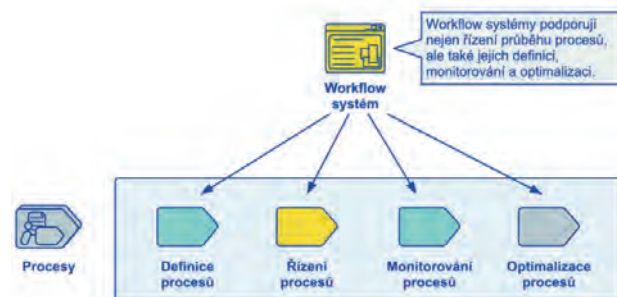
Proces je popsán sled aktivit tvořících požadované hodnoty. Zpětnou vazbu na konečné hodnoty procesu poskytuje zákazník. Za kvalitu procesu je vždy odpovědný vlastník procesu. Každý proces má definovaný cíl. Plnění těchto cílů přispívá k realizování strategických cílů organizace. Každý proces má přesně definovaný začátek a konec a také vazbu na navazující procesy. Každý proces má své vstupy a výstupy. Vstupy jsou dodávány jak externími, tak i interními dodavateli. K správné funkci procesu jsou nezbytné zdroje. Tyto zdroje jsou tvořeny surovinami a dalšími materiály, stroji, pracovníky nebo informacemi. Činnosti procesu jsou aktivity, resp. pracovní úkony vykonávané dle určených postupů vedoucí k plnění stanovených cílů. Tyto cíle jsou měřitelným výstupem procesu. Procesy mají definované minimální a maximální hodnoty. Tyto hodnoty nazýváme parametry. Parametry jsou cílové hodnoty, kterých má proces dosahovat. Parametry, které typicky sledujeme, je průběžná doba výroby, náklady na vady, včasnost dodávek.

1.2 Automatizace řízení procesů

Firemní procesy, aby byly dlouhodobě funkční, se musí průběžně vyhodnocovat a optimalizovat. Musí být umožněna flexibilní změna jejich průběhů, vstupů i výstupů. Automatizaci řízení procesů je možné realizovat prostřednictvím workflow systémů (workflow – pracovní tok). Právě workflow systémy (viz model na obr. 1) umožňují průběžně měnit a upravovat procesy prostřednictvím jejich sledování a vyhodnocování. Procesy zde nejsou pevně definovány, ale jsou modelovány pomocí specifických nástrojů [1].

Procesy ve workflow systémech jsou dány řídicími a věcnými informacemi. Řídicí informace popisují, jakými stavy proces prošel a do jakých stavů se může dostat při dodržení definovaných podmínek. Věcná informace je

informace, nad kterou je proces definován. Strukturované informace je možné snadno automatizovaně zpracovávat. Řídicí i věcná informace je určena metamodelem. Meta-model je základní prvek definice procesu, který je definován vzorem pro věcnou informaci, vzorem životního cyklu a vzory pro přístupová práva.



Obr. 1 Model workflow systému

Fig. 1 Workflow system model



Obr. 2 Metriky a procesy workflow systému

Fig. 2 Workflow system metrics and process

Tam, kde řízení procesu není prostřednictvím modelování informací dostatečné, je nutné začít procesy popisovat skriptovacím jazykem. Takto lze zpracovat strukturované řídicí informace věcného obsahu.

Za pracovní tok (workflow) považujeme strukturovanou a měřitelnou sadu činností tak, aby vytvářela specifikovaný výstup. Základním principem workflow systémů je oddělení logiky procesu do samostatné úrovně nad výkonné jádro informační podpory systému. Toto nastavení umožňuje značnou flexibilitu prvků procesu. Workflow systémy tuto logiku integrují s věcnými informacemi procesu. Činnosti workflow procesu jsou řízeně delegovány kompetentním rolím, a to v různé formě. Nejčastější formou je úkol nebo rozhodnutí. Úkol definuje činnost, kterou je nutné vykonat, a rozhodnutí určuje další průběh procesu. Samotnou automatizaci řízení procesů definujeme na několika úrovních, které souvisí se způsobem definice procesů ve workflow systémech. Na nejnižší úrovni řízení činností se specifikují elementární činnosti k jejich provedení. Na vyšší úrovni lze pak specifikovat nevázanosti mezi jednotlivými procesy. Důležitou funkcí workflow systému je sledování a monitorování probíhajících procesů. Monitoring lze provádět různými způsoby dle potřebné

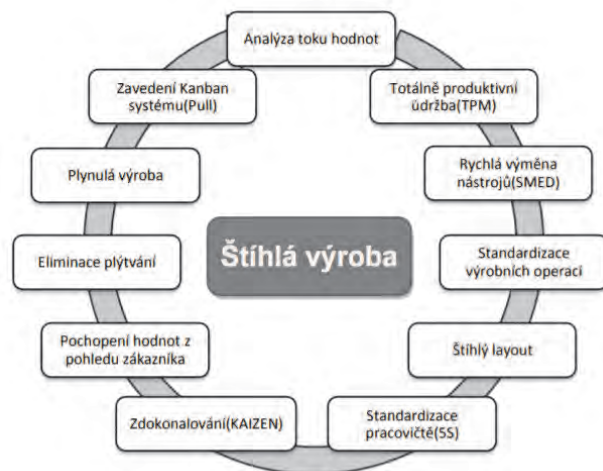
úrovně rozlišení. Některé systémy umožňují definovat metriky pro sledování výkonnosti přímo v systému (obr. 2). Metriky volíme dle charakteru procesu. Dále můžeme sledovat stav procesů, úkoly nebo zpětnou vazbu od odpovědných manažerů. Na základě takto získaných dat lze identifikovat úzká místa nebo neefektivní a složité vazby v systému, které lze poměrně snadno a bez velkých nákladů upravit. Samotná úprava spočívá v úpravě metamodelu, kdy dochází zpravidla ke změně činností, jejich podmínek a pravidel, výkonných rolí nebo vzoru věcných informací.

1.3 Štíhlá výroba, metody, principy

Pojem štíhlá výroba je chápán jako výrobní systém, který je založený na plynulém výrobním toku s minimálními zásobami a soustavným tlakem na zvyšování kvality, produktivity, včasnosti dodávky a snižování výrobních nákladů [2]. S metodami štíhlé výroby se dnes setkáváme v mnoha firmách, a to zejména tam, kde je stanoven firemními cíli další rozvoj společnosti směrem ke zvyšování efektivity podniku jako celku. Oblastí implementace štíhlé výroby se dnes zabývá mnoho manažerů s cílem dosahovat ve svých firmách maximálně možných ekonomických výsledků a produktivity práce. Hlavním cílem implementace metod štíhlé výroby je tedy zjednodušeně vyjádřeno dosahovat maximální přidané hodnoty finálního produktu s minimálně vynaloženými náklady. Jakákoli činnost, která je zbytečná ve výrobním procesu, je ztráta produktivního času. Principy používané v metodologii štíhlé výroby můžeme rozdělit na **princip stálého zlepšování**, kdy cílíme na každodenní drobné zlepšení a usilujeme o zapojení každého pracovníka do systému návrhů ke zlepšování. Dalším principem je **princip hodnoty pro zákazníka**, tzn. že každá činnost, která je v podniku vykonávána, by měla mít přímo nebo nepřímo pozitivní vliv na přidanou hodnotu finálního produktu, a tedy i koncového zákazníka. Metody štíhlé výroby jsou založeny z velké části na vizualizaci dané problematiky. Proto je velmi důležité dodržovat **princip vizualizace**. Klademe důraz na vizualizaci dat, výsledků, průběžné plnění cílů atp. V rámci tohoto principu vznikají informační tabule a obrazovky, které mají za cíl všechny zaměstnance informovat o plnění stanovených metrik. Jako další principy pak autoři zabývající se metodologií štíhlé výroby uvádějí **princip flexibility**, **princip respektu** a **princip sjednocení**. Z pohledu všech výše uvedených principů je nezbytné provádět pravidelné měření a vyhodnocování stanovených cílů, případně definovaných odchylek.

V současnosti je k dispozici obrovské kvantum odborných publikací a vědeckých či odborných článků na téma štíhlé výroby, které se snaží analyzovat historické dopady a přístupy vedoucí k celkové optimalizaci výrobních procesů a minimalizaci ztrát. Mezi významné autory lze v této oblasti uvést Dr. J. P. Womacka [3], který je považován za „otce“ principů štíhlé výroby. I přes značný rozvoj bádání v dané oblasti lze stále v implementaci principů štíhlé výroby (obr. 3) do podnikové praxe nalézt mezery, které je zapotřebí doplnit vhodnými nástroji. Autoři odborných článků a praktici přímo z výrobních

podniků se mnohdy shodují, že aplikace různých principů nebo i souboru přístupů je úzce spojena s celkovým zaměřením podniku, specifickými požadavky na výrobu, jakožto i celkovou firemní kulturou. Mnohdy tedy není možné přistupovat k implementaci nástrojů štíhlé výroby slepě dle stanovených pravidel a příruček, ale je nezbytné hledat vhodné metody a aplikace, které budou v daném podniku použitelné a zejména povedou k očekávané optimalizaci.



Obr. 3 Základní principy štíhlé výroby

Fig. 3 Basic principles of Lean methodology

V mnoha firmách se vytrácí vize dlouhodobé strategie vedoucí k poskytování přidané hodnoty zákazníkovi právě jeho podporou i v jiných oblastech, než jen dodání požadovaného zboží či služby. K tomu, aby se firmy mohly začít více soustřeďovat právě na vytváření excelentních podmínek v oblastech servisu pro zákazníka, které dnes stále ve větším měřítku napomáhá zavádění principů štíhlé výroby. Automatizací těchto procesů se firma postupně oprošťuje od řízení pouhého nejnižšího článku v architektuře řídicího systému, tj. operativní úroveň, a získává větší prostor k vytváření dlouhodobé strategie rozvoje firmy v interakci s trhem a směrem ke konečnému odběrateli. Jedním z těchto nástrojů, který je dnes rozšířen, je analýza toku hodnot (VSM – Value Stream Mapping).

1.3.1 VSM (Value Stream Mapping)

Analýza toku hodnot je součástí TPS. TPS (Toyota Production System) je původem výrobní filozofie s cílem eliminovat všechny ztráty v procesech a dosahovat maximální přidané hodnoty a efektivity. Metoda TPS je založena na konceptu jidoka a just-in-time. Jidoka je metoda umožňující rychlou identifikaci a nápravu chyb, které mohou vést ke zmetkové výrobě. Just-in-time zabezpečuje koordinaci sledu výrobních operací tak, aby nedocházelo k prostojům mezi jednotlivými operacemi. Metodu VSM využíváme k analýze podnikových procesů. Dříve byla využívána zejména k analýze ryze výrobních

procesů. S postupem času a rozvojem principů štlhlé výroby se však rozšířila na podnik jako celek, tj. prakticky do všech procesů v podniku. Jedná se o grafickou techniku, která pomocí standardizovaných ikon a symbolů popisuje souvislosti ve všech potřebných tocích daného výrobku, souboru výrobků nebo podniku. Cílem mapování hodnotového toku je tedy získat takové informace, které pomohou popsat děje probíhající ve sledovaných procesech, a zároveň poukázat na možná řešení vedoucí k optimalizaci. [4] Cílem mapování hodnotového toku je minimalizace, resp. úplná eliminace všech činností, které nepřidávají hodnotu finálnímu výrobku a mohou způsobovat v procesech ztrátové časy. V některých studiích je přistupováno k mapování hodnotového toku jako samostatné metodě řízení procesů podniku. Většina autorů se shoduje, že je vhodné aplikovat na podnik soubor metod štlhlé výroby, přičemž mapování hodnotového toku je určitou nadstavbou ve fázi kdy, již má podnik plně implementovány a zvládnuty některé z principů štlhlé výroby. Rother a Shook [5] pohlížejí na mapování hodnotového toku jako na nástroj, který je úzce zaměřen na materiálový tok. Upozorňují na situace, kdy dochází v některých místech výrobního procesu k úzkým místům a doporučují se v rámci celkové koncepce zaměřit zejména na tok materiálu výrobním procesem. V praxi přistupujeme k mapování hodnotového toku tak, že nahlížíme na všechny procesy firmy. Nahlížíme na ně jednotlivě tak, aby byly zřejmé souvislosti, které mezi danými procesy vznikají. Tím je umožněno získat ucelený přehled a možnost identifikovat plýtvání v podniku a dále také definovat možné příčiny plýtvání a následky. Tím, že na podnik budeme v rámci této metody pohlížet komplexně, jako na systém se svými vstupy a výstupy, získáme celkový přehled o informačním toku.

Petr L. King [6] definuje ztráty jako všechno, co spotřebovává zdroje (suroviny, materiál, lidi, stroje), ale nepřináší žádnou přidanou hodnotu zákazníkovi. Jako nejhorší ztráty definuje nadvýrobu, zbytečné zásoby, neshodnou výrobu a manipulaci, při které nevzniká přidaná hodnota. Uvádí, že právě tyto čtyři druhy plýtvání jsou pro firmy nejvíce nákladné, ale zároveň prostřednictvím správně realizovaného VSM snadno rozpoznatelné a následně odstranitelné. Zároveň autor uvádí, že mnoho interakcí, v jejichž důsledku dochází ke ztrátám, se může odehrávat „hluboko“ v konkrétním procesu, a mohou tak být poměrně složitě identifikovatelné. Mohou to být aktivity, které jsou úzce spojeny s konkrétním strojem, zásobníkem či kontrolním mechanismem, který nelze snadno rozpoznat v rámci grafického rozložení mapy hodnot. Mezi výhody mapování uvádíme zejména sedm základních událostí.

Mapa toku hodnot:

- o Určuje ty operace, které přidávají hodnotu výrobku, což se může zobrazit i zákazníkovi.
- o Poskytuje čistý pohled na materiálový tok od surového materiálu k finálnímu produktu a definuje jednotlivé bariéry v materiálovém toku, které je nutné odstranit.

- o Nabízí celkový pohled na procesy jako celek a zlepšuje identifikaci interakcí mezi jednotlivými kroky.
- o V případě, že VSM je vytvořen jako celkový pohled na firemní procesy a funkce, vytváří mapa toku hodnot silné, vzájemně propojené vazby, které poskytují pohled na fungování procesu jako celek.
- o Zvýrazňuje hlavní formy plýtvání v procesech.
- o Nabízí varianty řešení hlavních příčin plýtvání.
- o Poskytuje vzor pro budoucí kroky ve zlepšování řízení, příp. zcela nového projektování řídicího systému.

Metoda mapování hodnotového toku je také citlivá na určité nástrahy, které se mohou během práce objevit. Jedná se zejména o situace, kdy se implementátor snaží do mapy toku hodnot dostat příliš mnoho informací. Doporučeno je používat maximálně 15 databoxů procesů. Vždy je cílem zaměřit se pouze na relevantní procesy. Dále, pokud jde o navrhování procesů, je vždy vhodné soustředit se na takový proces, do kterého vede jen jeden informační tok. Více informačních toků vedoucích do jednoho procesu je matoucích. Doporučuje se uplatňovat metodu FIFO. Tím se rozumí maximálně jednoduchý způsob organizování a manipulace, stanovení důležitosti v rámci pohybu materiálu a dat a to vše ve správném pořadí. Prakticky musí být dodrženo pořadí, ve kterém data do systému vstoupila. Také je nutné si uvědomit, že informační toky musí být dále zpracovávány, tedy nesmí končit v pasivním prvku, jako například v zásobách. Informační tok musí vždy končit v prvku, který může danou informaci dále zpracovat a vyslat ji ve zpracovaném stavu k dalšímu prvku. Nutné je také dodržovat při návrhu hodnotového toku stanovený projekt, který nemusí odrážet rozmístění výrobních prostředků, ale musí respektovat předem stanovená pravidla. Dle dohodnutých konvencí ve většině případů materiálový tok směřuje zleva doprava a informační tok logicky v obráceném směru. Mapování hodnotového toku je tedy analytická činnost, která je úzce spjata s metodami Lean managementu, resp. je jeho nezbytnou součástí v pokročilých stádiích implementace metod štlhlé výroby. Slouží pro mapování toku hodnot jak v procesech výrobních, tak i procesech obslužných, personálních, administrativních a dalších podobných, které jsou řízeny ve vyšších úrpních architektury řídicího systému. K tomu se využívá vizualizace hodnoty daného toku formou grafického zobrazení, který může být jak informační, tak i finanční, materiálový nebo i jiný, a to dle konkrétní potřeby poznání dané úrovně řízení. Tato metoda pomáhá k hlubšímu poznání jednotlivých výrobních i nevýrobních procesů podniku napříč celou organizací v návaznosti na řízení organizace a procesy, které firmu ovlivňují z vnějšího prostředí a definují slabá místa v jednotlivých procesech.

1.4 Plýtvání ve výrobních procesech, související náklady

Za klíčové mnohé firmy považují minimalizaci nákladů související s neshodnou výrobou. Tento okruh se týká jak externích, tak i interních reklamací. Za externí reklamace

považujeme všechny reklamace od zákazníků. Interní reklamace vyvolávají veškeré firemní náklady spojené s neshodnou výrobou a vícepracemi v rámci firmy. Náklady na externí reklamace jsou mnohdy vyvolány nejen požadavkem zákazníka na opětovné dodání bezvadného výrobku, ale také jsou spojeny s případným procesem třídění dodané dávky výrobků. Toto se týká zejména dodávek v automobilovém průmyslu, kdy každá dodávka, ve které je nalezen byt' jediný neshodný kus, je zpravidla překontrolována třetí stranou z pohledu kvality. Náklady na toto třídění se dle velikosti potenciálně vadné dodávky mohou pohybovat až ve statisících korunách za jedno třídění.

Náklady na interní neshodnou výrobu spotřebovávají firemní zdroje nad rámec kalkulovaných cen výrobku, zvyšují materiálovou náročnost výrobku a postupně snižují kalkulovaný krycí příspěvek vyráběného produktu. Mezi náklady na neshodnou výrobu některé firmy počítají také náklady, které je nutno vynaložit na materiál, který může být spotřebován např. na rozjezd výroby. Za rozjezd výroby považujeme proces, který předchází schválení referenčního vzorku výrobku, tedy výrobku, který je v souladu se zákaznickou specifikací. Např. lisovny tyto náklady často kalkuluji zákazníkovi v ceně výlisku jako nutný technologický odpad. Avšak s ohledem na dnešní tendenci na trhu, který navazuje na principy štíhlé výroby, mají firmy možnost zvýšit přidanou hodnotu výlisku, resp. navýšit kalkulovaný krycí příspěvek na daný produkt uplatněním tzv. roční slevy (year of the year savings). Vhodnou optimalizací procesu kvality ve firmě přímo ovlivníme hospodářský ukazatel EBITDA. To je zisk před odečtením úroků, daní a odpisů., neboť veškeré vícenáklady spojené s neshodnou výrobou ovlivňují tento ukazatel negativně. [7].

Dalším druhem plýtvání, které se ve firmách často vyskytuje, jsou zásoby. Zásoby sebou nesou možné plýtvání prostorem, disponibilními kapacitami výrobních zdrojů a zejména zpomalují cash-flow firmy. Tento druh plýtvání mnohdy úzce souvisí s nadvýrobou. Za nadvýrobu považujeme stav, kdy výstup z výrobního procesu výrazně převyšuje vstup, tedy požadavky zákazníků. Tento stav způsobuje neefektivní využití disponibilních kapacit výrobních zdrojů, zvyšuje skladové zásoby, zvyšuje potřebu na obalové jednotky a zejména zatěžuje cash-flow společnosti [8]. To vše vzhledem ke zpomalení obrátky peněz a nutnosti nákupu vstupních surovin na zboží, které bude ve společnosti uskladněno déle, než je zapotřebí, negativně ovlivňuje finanční toky ve firmě. Pokud v podniku dochází k nadvýrobě, často to poukazuje na špatně zvládnutý proces plánování výroby. Mnoho firem dnes plánuje ad hoc; plánovací proces je závislý na jednom člověku a jeho tacitních znalostech. Je málo využíváno dostupného software, který usnadní proces plánování a dokáže výrobní kapacity optimalizovat s ohledem na požadované materiálové vstupy i konkrétní odvolávky. Předpokladem pro implementaci plánovacího software a jeho smysluplného využití je nutnost mít odpovídající datovou základnu.

2. Optimalizace plánovacího procesu ve výrobním podniku

Firmy, které chtějí v dnešním silně turbulentním a konkurenčně silném prostředí efektivně fungovat a nabízet vyšší přidanou hodnotu svým zákazníkům, se stále častěji začínají zabývat implementací automatizovaných technologií. Procházejí obdobím digitální transformace. Za digitální transformaci můžeme považovat přechod do stavu, kdy jsou stroje a procesy ve firmách řízeny za pomoci předem definovaných algoritmů [9]. Z pohledu dlouhodobé strategie společnosti a uvažovaného směru přeměny výrobních podniků do úrovně Průmyslu 4.0. je tento stav očekávaný. Jednotlivá data ve výrobních procesech jsou postupně zracovávána podle optimálních algoritmů, čímž se snižuje závislost na lidském faktoru. Cílem optimalizace dat je dostávat všechny výrobní procesy do stavu, kdy budou potřebná data poskytována uživateli s takovým předstihem, aby byl schopen reagovat prediktivně, tzn. předcházet vzniku případného problému. Při procesu plánování výrobních operací se prostřednictvím vhodného software nabízí možnost řešit následující činnosti:

- o plnění odvolávek zákazníků s optimálním využitím operátorů a strojů;
- o maximalizace produktivity jednotlivých pracovišť a OEE (Overall Equipment Effectiveness); toto je metoda pro identifikaci procenta výrobního času, který je skutečně produktivní [10];
- o minimalizace poruch a prostojů;
- o optimalizace manipulačních činností v procesu výroby;
- o minimalizace vstupu lidského faktoru do jednotlivých meziperačních činností;

K postupnému přechodu od ručního plánování k plánování automatizovanému je zapotřebí provést celou řadu kroků. Jedním z prvních kroků, který byl realizován ve strojírenském podniku vyrábějícím plastové díly pro automobily, je mapování hodnotového toku.

2.1 Použité metodické přístupy, praktické kroky uplatněné v praxi

Prvním krokem zpracování mapy toku hodnot je zvážení její potřeby. Ve výše zmíněném výrobním podniku byl proveden **brainstorming**. [11]. Výstupem provedeného brainstormingu je **myšlenková mapa**. Informace získané touto metodou se týkají aktuálního stavu podnikových procesů, upozornily na vnímané nedostatky a budou součástí navrhovaných řešení a očekávaného stavu zlepšení v dotčeném průmyslovém podniku.

Dalším velmi důležitým krokem byla **definice oblastí**, pro kterou bude mapa hodnotového toku zpracována. V tomto případě se jednalo o proces plánování výroby plastových dílů na vstříkovacích lisech. Součástí této definice je i **zhodnocení celkového konceptu** mapy hodnotového toku s cílem vhodně vybrat úroveň rozlišení. Celkový rozsah modelu musí rozlišovat jednotlivé úrovně

zkoumaného procesu tak, aby nebyl zatížen přílišnými a mnohdy zbytečnými detaily. Standardně se mapování toku hodnot zabývá čtyřmi úrovněmi rozlišení dle potřeby řešení dané problematiky:

- o mapování jednoho procesu nebo výrobní linky,
- o mapování procesů a operací jednoho závodu,
- o mapování procesů napříč jednotlivými úseky v rámci jednoho podniku,
- o mapování toku mezi různými výrobními a dodavatelskými společnostmi.

Nedílnou součástí tvorby mapy hodnotového toku je vhodně zvolený **tým lidí**, kteří se na tvorbě této mapy budu podílet. Definice členů týmu proběhla na základě definice problematiky, které je v rámci podniku řešena.

Součástí základního konceptu mapy hodnot bude **materiálový a informační tok**. Materiálový tok bude značen v mapě hodnot dle obecných zvyklostí zleva doprava. Z tohoto uspořádání vyplývá, že dodavatelé budou zobrazení na levé straně mapy a zákazníci na straně pravé. Na základě definice problému a stanovené rozlišovací úrovně lze některé materiálové toky sloučit. Ke sloučení materiálových toků dochází zejména v případě výrobků sestávajících z více celků (dílů a podsestav). Informační tok je využíván ke znázornění toku informací podnikem. V zásadě budeme rozlišovat dva toky informací. K tomu, abychom byli schopni zobrazit informaci o tom, co se má vyrábět, budeme potřebovat **informační tok, který vstupuje do procesu**. V každé mapě hodnot musí být alespoň jeden informační tok, který vstupuje do systému. Může se jednat o KANBAN nebo výrobní objednávky apod. Řídicí systém dále potřebuje informace o výrobním systému. Toto je realizováno tokem **informací vystupujícím ze systému**. Mohou také nastat situace, kdy může směřovat informační tok zpětně, tj. z vlastního výrobního procesu k řízení výroby. Tato situace nastává zejména v případech, kdy je nutné agregovat data např. o zásobách.

Samotné zobrazení současného stavu hodnot bylo zpracováno na základě Lean principu „go and see“, tedy přímo ve výrobě, případně na jednotlivých podnikových odděleních, a to směrem od zákazníka k dodavateli. K udržení celkového přehledu o materiálovém toku je zvolen postup, kdy v blokovém schématu nejdříve znázorníme dodavatele, pak zákazníka a až poté databoxy s hlavním procesem. Vzhledem k faktu, že obvykle je informační tok méně strukturovaný než tok materiálový, bude mapován přímo „na místě“ nikoliv předem. V případě jakýchkoliv odchylek od uvažovaného stavu jednotlivých toků je mapa průběžně aktualizována.

K doplnění mapy o datovou základnu se použije metoda **snímkování operací** s následnou **tvorbou časové osy** popisující jednotlivé délky trvání procesů a délky prostojů. Poté bude metodou **PCE (Proces Cycle Efficiency)** stanoven podíl času výkonu a ztrátových časů vyjádřený v %.

K zobrazení budoucího stavu bude využita mapa hodnotového toku popisující aktuální stav procesů. Zobrazení

budoucího stavu se využívá zejména z důvodu, kdy chceme změnit organizaci nebo strukturu materiálového a/nebo informačního toku. Mapa hodnotového toku je totiž pouze vizualizace a vzhledem k povaze a zaměření výrobního podniku lze očekávat, že současný stav (první zobrazený stav) bude chaotický. Může obsahovat nestrukturovaná data nebo více protichůdných signálů. Tato data budou výchozí základnou pro návrh optimalizačních opatření. Samotná kvalita implementace navržených opatření pak bude odrážet očekávaný výsledek optimalizace zahrnuté v mapě hodnotového toku budoucího stavu procesů.

2.2 Použité metody

Použité metody pro tvorbu toku hodnot jsou rozděleny do dvou skupin. První skupinu tvoří obecně teoretické metody a skupinu druhou tvoří praktické metody sběru, analýzy a verifikace dostupných dat. Využité teoretické metody jsou následující:

Abstrakce – konkretizace. Abstrakce je myšlenkový proces, kdy se v rámci zkoumání a popisu objektů uvažují pouze podstatné charakteristiky, čímž se ve vědomí utváří model objektu obsahující jen ty charakteristiky, které jsou podstatné pro získání odpovědi na námi kladené otázky. Naopak při konkretizaci vyhledáváme konkrétní výskyt daného objektu z určité třídy objektů. Na tento objekt se pak snažíme aplikovat charakteristiky platné pro tuto třídu objektů. Metoda abstrakce – konkretizace bude primárně využita při tvorbě myšlenkové mapy.

Analýza – syntéza. Analýza je proces faktického rozčlenění či rozboru složitějšího celku nebo skutečností na jednodušší části. Je to rozbor vlastností, vztahů, faktů postupujících od celku k částem (jednotlivostem). Analýza umožňuje odhalit různé stránky a vlastnosti jevů a procesů. Umožňuje oddělit podstatné od nepodstatného a odlišit trvalé vztahy od nahodilých. U syntézy se postupuje od částí (jednotlivostí) k celku. Syntéza dovoluje poznat objekt jako jediný celek. Metoda analýzy – syntézy bude použita především při návrhu struktury a samotného modelu mapy hodnotového toku.

Vícekritériální rozhodování. Je to vědní disciplína operačního výzkumu, která se zabývá analýzou rozhodovacích situací, ve kterých jsou posuzovány různé varianty. Tyto varianty nejsou posuzovány pouze podle jednoho, ale podle několika, zpravidla navzájem konfliktních kritérií. Vícekritériální rozhodovací procesy jsou popsány množinou variant, množinou hodnotících kritérií a řadou vazeb mezi kritérii a variantami, které umožní definovat hodnotící funkce a metodou výběru. To umožňuje formulovat vícekritériální matematický model. Jeho součástí musí být možnost vstupu dodatečné informace, kterou jsme zatím nedokázali explicitně vyjádřit, a proto není zahrnuta v základním modelu. Touto dodatečnou informací často bývá informace o subjektivních preferencích rozhodovatele na množině kritérií. Vyjadřuje to představy rozhodovatele, čemu dává přednost. Metody vícekritériálního rozhodování budou využity při sestavování modelu, návrhu metodiky a zobecnění modelu.

3. Přínosy optimalizace plánovacího procesu

Plánovací systém, který je postupně optimalizován na základě poznatků definovaných mapou toku hodnot bude postupně zlepšován až do fáze, kdy bude obsahovat prvky umělé inteligence, čímž bude schopen se postupně učit jednotlivé stavy, které mohou nastat a postupně bude reagovat na požadavky zadané v podnikovém systému autonomně a v požadovaném čase.

Implementace plánovacího systému s prvky umělé inteligence je rozložena do několika etap. V první etapě je provedena vstupní analýza a jsou definovány jednotlivé přínosy, které firma očekává. Dále se provede analýza již existujících dat na modelu obsahujícím prvky umělé inteligence. V poslední fázi proběhne customizace, tj. uzpůsobení požadavků zákazníka, implementace, testování a ostré spuštění systému. Vstupní analýza je zaměřena na determinaci klíčových ukazatelů pro řízení daného procesu. Následuje detailní analýza datového toku a způsobu přenosu informací. Na základě provedeného sběru a vyhodnocení dat je sestavován program případných změn, které počítají s potenciálem zlepšení v dalších etapách projektu. V další fázi projektu jsou veškerá data podrobena matematické analýze z pohledu posouzení jejich využití v procesu učení. Výstupem je model porovnávající reálný stav daného procesu s ideálním modelem, který byl realizován za definovaných podmínek stanovených modelem s prvky umělé inteligence. Na základě porovnání uvedených modelů a testování systému v ostrém provozu následuje instalace na jednotlivých pracovištích zahrnutých do plánu projektu.

Jedním z očekávaných cílů implementace plánovacího systému založeného na využití prvků z oblasti strojového učení, je kromě samotné optimalizace procesu plánování a minimalizace ztrátových časů také technologický rozvoj společnosti. Investicí do nových technologií se firma připravuje na strategii průmyslu 4.0. a postupný přechod na digitální transformaci. Další nadstavbou nad uvedeným plánovacím systémem je možnost využít modul pokročilého prediktivního plánování, který je založen na simulaci podnikových aktivit, tzn. tento systém zahrnuje do procesu plánování externí vlivy ovlivňující plánovací proces. Tato data jsou zaznamenávána datově. Datový záznam jednotlivých aktivit předpokládá, že jsou jednotlivé procesy digitalizovány a veškeré objekty vstupující do těchto projektů disponují dostatečnými profily. Tím je umožněno platformě strojového učení konstruovat možné verze podnikové reality, které mohou nastat v určitých a předem specifikovaných časových horizontech. Dostupnost těchto dat s „časovou rezervou“ pak umožňuje pružně reagovat v oblasti strategického rozvoje firmy. Příkladem může být rozhodování o nových investicích do výrobního zařízení.

Závěr

Celkovou optimalizaci procesů je nezbytné postupně realizovat v každé firmě. Jedná se o nekončící zlepšování nejen výrobních procesů, ale i všech ostatních procesů v průmyslovém podniku, které je nutné neustále prověřovat a posouvat dále k pomyslné hranici dokonalosti. Je to jeden ze způsobů, jak získat v dnešním tržním prostředí jistou konkurenční výhodu. Vhodné je začínat s optimalizací od zjevných činností, které generují neefektivitu. Pro rozhodnutí o tom, kterým směrem se vydat, je základním požadavkem získat robustní data, na jejichž základě můžeme rozhodovat o dalším směru rozvoje firmy. Cílem této optimalizace je vedle zvýšení efektivity provozu firmy a postupného snižování nákladové náročnosti také vybudovat si dobré jméno na trhu a začít nabízet zákazníkům vyšší přidanou hodnotu prostřednictvím lepšího servisu, než je jen splnění požadované doby, kvality a ceny výrobku.

Literatura

- [1] CARDA, A, KUNSTOVÁ R. *Workflow – Nástroj manažera pro řízení podnikových procesů*. Praha: Grada, 2003, 155 s. ISBN 80-247-0666-0.
- [2] BESTA, P. *Aplikace principů Kaizen v průmyslových podnicích České republiky*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2007.
- [3] JAMES P. WOMACK. *Lean Fab* [online]. ROI Management Consulting AG, 2012 [cit. 2016-10-23]. Dostupné z: <http://www.lean-fabrika.cz/literatura/autori/james-pwomack#.WAY1c1SLTIV>
- [4] HIRNEISEN, J. S. *Lean Manufacturing: Principles, Practices and Application*. Pennsylvania: Bucknell University, 2002.
- [5] ROTHER, Mike a John SHOOK. *Learning to see*. Cambridge, MA USA: The Lean Enterprise Institute, 2003.
- [6] KING, Peter L. a Jennifer S. KING. *Value Stream Mapping for the process industries: creating a roadmap for Lean transformation*. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis Group, [2015]. ISBN 9781482247688.
- [7] BESTA, P., LENORT, R. *Kaizen – Right Management. Contemporary Economics*, (2008) 4, 99-106, ISSN 1897-9254.
- [8] IMAI, M. *Gemba Kaizen*. Brno: Computer Press, a.s., 2005, 314 s.
- [9] KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z. *Šťihlý a inovativní podnik 1. vyd.* Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 8086851389.
- [10] WILSON, L. *How to Implement Lean Manufacturing*. McGraw Hill Profesional, USA, 2009, ISBN 978-0-07-162508-1.
- [11] MARTIN, Karen and Mike OSTERLING. *Value stream mapping: how to visualize work and align leadership for organizational transformation*. New York: McGraw-Hill, [2014]. ISBN 9780071828918.

Recenzované výzkumné články

Odstředivé lití dvouvrstvých, vysoce legovaných ocelových odlitků

Centrifugal Casting of Two-layer High-alloy Steel Castings

Ing. Petr Milata

VÚHŽ a.s., 73951 Dobrá 240, Česká republika

Odstředivé lití je technologie výroby odlitků, kdy je roztavený kov, případně jiný materiál, odléván do rotující formy, kde následně dochází k tunutí a chladnutí odlitku. Vyrobené odlitky mohou být jednovrstvé, dvouvrstvé či dokonce třívrstvé. Slévárna odstředivého lití VÚHŽ a.s. má dlouhodobé zkušenosti s odléváním dvouvrstvých litinových odlitků, ale v poslední době se zabývá i odléváním ocelových dvouvrstvých odlitků. Odstředivé lití dvouvrstvých, vysoce legovaných ocelových odlitků je špičkový technologický proces, pro jehož zvládnutí musí být splněna celá řada přesně stanovených požadavků. Jsou to zejména teplota kokily, lící teplota, doba lití a časová prodleva mezi odlitím první a druhé vrstvy. Jen při dodržení všech těchto parametrů získáme odlitek s požadovanou tloušťkou pracovní vrstvy a dokonale definovaným rozhraním obou vrstev. V opačném případě hrozí nespojení vrstev, rozdílné tloušťky pracovní vrstvy po celé délce odlitku nebo nezaběhnutý konec odlitku.

Klíčová slova: odstředivé lití; kokila; horizontální odstředivé lící stroj; odstředivá síla; dvouvrstvý odlitek; kobaltová slitina; rozhraní vrstev; termoizolační nástrík; lící teplota; prodleva

Centrifugal casting is a process in which liquid or molten material is poured into a rotating steel mould and allowed to solidify. The mould and the casting are then separated.

Centrifugal casting is the process in which liquid or molten material is poured into a spinning steel mould and allowed to solidify. The mould and casting are then separated from each other. In certain specialised applications, it may be necessary to preserve expensive metal or to have a very hard, difficult to machine material, on the casting surface and a soft, easily-machinable material inside the casting. This type of production is known as “bi-metallic” casting. The centrifugal casting foundry VÚHŽ a.s. has long-term experience in bi-metallic castings where the first layer consists of grey (or nodular) iron but recently it has been used for the production of bi-metallic steel castings. Centrifugal casting of bi-metallic high-alloy steel castings is a high-tech process for which several precisely defined requirements must be adhered to. In particular, these are the mould temperature, pouring temperature, duration of pouring and the delay time between the pouring of the first layer and pouring of the second layer. Only by adhering to all these factors, it is possible to obtain a casting with the required working layer thickness and a perfectly defined bonding of both layers. Otherwise, a risk exists of not getting a perfect bonding along the entire length of the casting, different thicknesses of the first layer or a misrun.

Key words: centrifugal casting; mould; horizontal axis centrifugal casting machine; centrifugal force; bi-metallic casting; cobalt alloy; layer boundary; thermo-insulating coating; pouring temperature; delay time

Slévárna VÚHŽ a.s. se zabývá odstředivým litím odlitků, čímž se poněkud liší od klasických sléváren, jejichž výroba je spojena s pískovým hospodářstvím, tlakovým litím do kovových forem, popřípadě jinými způsoby výroby. Hlavními výrobními prostředky všech sléváren odstředivého lití jsou horizontální nebo vertikální odstředivé lící stroje a široké portfolio lících souprav skládajících se z kokil a kokilových vložek. Nejvýznamnějším faktorem ovlivňujícím konečnou kvalitu odlitku je velikost odstředivé síly, jež veškeré nečistoty, s měrnou hmotností menší, než je měrná hmotnost odlévaného materiálu, postupně vystředuje

směrem ke středu odlitku, kde jsou ve formě přídavku následně odstraněny. Tímto způsobem získáme odlitek s jemnozrnnou strukturou téměř bez jakýchkoliv vměstků.

Převážná většina odlitků, které se ve slévárně VÚHŽ a.s. vyrábějí, jsou jednovrstvé odlitky. To znamená, že se celý obsah lící pánve vylíje do rotující kokily najednou. Tento výrobní proces je nejjednodušší a vykazuje zpravidla nejnižší zmetkovitost. Může se ovšem stát, že zákazník požaduje vyrobit dvouvrstvý odlitek, u kterého je každá vrstva tvořena jiným materiálem. Nejčastěji jsou to výrobky, jejichž vnější povrch tvoří otěruvzdorná vrstva

s vysokými hodnotami tvrdosti a vnitřní povrch je tvořen výplňovým materiálem nepříliš náročným na opracování. Významnou roli zde hraje i skutečnost, že použitím levné středové vrstvy dochází k úspoře drahých legujících přísad, jako je například nikl, chrom nebo molybden. Typickými představiteli těchto odlitků, které slévárna VÚHŽ a.s. dlouhodobě vyrábí, jsou redukovací a kalibrovací válce pro válcovací tratě nebo odlitky mlecích válců používané k mletí mouky. Samostatnou kapitolou jsou tzv. pseudodvouvrstvé odlitky, které jsou sice dvouvrstvé, ale technologické podmínky jejich výroby jsou pro jejich velkou hmotnost, nízké přetížení a malý průměr středové díry velmi nepříznivé. Proto se celková hmotnost odlitku musí rozdělit na dvě části a po odlití první vrstvy se za určitou časovou prodlevu odlíje druhá vrstva z téhož materiálu. Pokud jsou správně dodrženy nastavené parametry lití, tak získáme jednolitý kompaktní odlitek.

Slévárna VÚHŽ a.s. byla nedávno oslovena firmou zabývající se výrobou válečků pro pásový dopravník kalící linky, zda by byla schopna odlít dvouvrstvý ocelový odlitek s poněkud atypickým chemickým složením. Zatímco vnější vrstvu tvoří poměrně běžná chromniklová ocel (18% Cr, 14% Ni, 2,5% Mo), vnitřní vrstva je tvořena speciální kobaltovou slitinou (50% Co, 28% Mo, 18% Cr) s minimálním obsahem železa. V tomto případě je tedy důraz kladen na otěruvzdornou vnitřní vrstvu, na rozdíl od odlitků, které slévárna VÚHŽ a.s. běžně vyrábí a které mají otěruvzdornou vnější vrstvu. Zákazník dále požadoval dodržet poměrně přesné rozměry rozhraní obou vrstev a dodržení vysoké hodnoty tvrdosti středové vrstvy. Ačkoliv technologové VÚHŽ a.s. mají bohaté zkušenosti s odléváním dvouvrstvých odlitků, tak v tomto případě byli postaveni před zcela nové požadavky na technologii výroby. V první řadě se musela zvládnout kontrola atypického chemického složení vnitřní vrstvy, což znamenalo kontaktovat firmu provádějící odborný servis spektrometru Q4 TASMAN s žádostí o instalaci kobaltového kanálu. Nezbytnou podmínkou ale bylo zajištění standardu pro správné nastavení kalibrační křivky. Jelikož žádný známý dodavatel certifikovaných materiálů nedisponuje rekalkibračními standardy, jejichž chemické složení by vyhovovalo řízení nové technologie, tak slévárna musela přistoupit k odlití standardů ve vlastním provozu. Složení vsázky bylo samozřejmě zvoleno tak, aby obsah prvků v tavenině odpovídal předepsanému chemickému složení. Odlité vzorky byly posléze podrobeny chemickému rozboru v několika nezávislých laboratořích.

Po vyřešení problémů se spektrometrem se mohlo konečně přistoupit k vlastnímu odlévání válečků. Vzhledem k malému vnějšímu rozměru finálního výrobku 120 mm byl k odlévání použit nejmenší horizontálně odstředivý lící stroj HOLS 300 (obr. 1).

Předpokládané rozměry surového odlitku byly 132/56 × 1268 mm. S přihlédnutím k poměrně malému vnitřnímu průměru odlitku byly otáčky lícího stroje nastaveny na nejvyšší možnou hodnotu 1450 otáček/min⁻¹. Takto nastavené vysoké otáčky lícího stroje měly zaručit,

aby nedošlo k tzv. spadnutí odlitku (dle zahraniční literatury tzv. raining), což je situace, která nastane přesně v okamžiku, kdy je odstředivá síla menší než přetížení, kterým je tekutý kov tlačěn na stěnu kokily. Výsledkem spadnutí odlitku je nekontrolovaný rozstřík kovu z kokily.



Obr. 1 Lití taveniny do horizontálního lícího stroje HOLS 300

Fig. 1 Pouring the melt into the horizontal casting machine HOLS 300

Velikost odstředivé síly se vypočte podle vzorce

$$G = 0,001 \cdot r \cdot n^2,$$

kde je r poloměr kokily [m] a n je frekvence otáček kokily [min⁻¹].

Vypočtená velikost přetížení odlitku na jeho vnějším povrchu byla 139 G a na vnitřním povrchu 59 G. To odpovídá hodnotám přetížení dosahovaného u odlitků při běžné sériové výrobě.

Aby došlo k dokonalému spojení, respektive natavení dvou různorodých materiálů u dvouvrstvých odlitků, musí být splněno hned několik podmínek. Jsou to především:

1. teplota kokily,
2. lící teplota,
3. časová prodleva mezi odlitím první a druhé vrstvy,
4. doba lití.

Vlivy těchto parametrů se vzájemně prolínají a pro zdravý odlitek splňující požadavky dané zákazníkem se musí nalézt ideální kombinace velikosti těchto parametrů.

Teplota kokily

Na vnitřní stěnu kokily se nanáší termoizolační nástřik, což je izolační vrstva zabráňující natavení povrchu kokily proudem tekutého kovu. Její aplikace se provádí stříkací vzduchovou pistolí, jakmile se teplota vnitřního povrchu kokily pohybuje v rozmezí 180 – 200 °C. Před vlastním odléváním je důležité teplotu kokily neustále kontrolovat a udržovat tak, aby měla minimální hodnotu 200 °C. Při nedodržení této hodnoty hrozí výskyt tzv. studených spojů, případně nezaběhnutí konce odlitku.

Licí teplota

Zatímco u pracovní vrstvy bylo možno teplotu lití spočítat na základě empirického vzorce používaného pro běžný výpočet teploty likvidu, u druhé vrstvy bylo nutno se spolehnout na chování kobaltové slitiny při různých teplotách během tavy, kdy byly odlévány vzorky pro standardy. Vlastní licí teplotu dále ovlivňuje nahřátí licí pánve, teplota odpichu a rychlost, respektive doba lití. Pro odlévání první vrstvy z chromniklové slitiny byla zvolena teplota 1550 °C a pro druhou vrstvu z kobaltové slitiny teplota 1580 °C.

Prodleva mezi odlitím první a druhé vrstvy

Prodleva mezi odlitím první a druhé vrstvy je časový interval počítaný od okamžiku zakončení lití první vrstvy a počátkem odlévání druhé vrstvy. U běžně odlévaných dvouvrstvých odlitků velkých hmotností se tato prodleva zpravidla pohybuje v intervalu 3,5 až 4 minuty. V našem případě, kdy celková hmotnost odlitku činila pouhých 116 kg, bylo cílem dosáhnout interval pod 1 minutu. V tomto časovém úseku musí dojít k odpichu, stažení strusky, odebrání vzorku pro konečnou analýzu, změření teploty a transportu k licímu stroji. Vlastní odlévání tedy musí provádět sešraná a zkušena osádka, aby se všechny tyto technologické etapy do daného časového intervalu vešly. Pokud by došlo k výraznému překročení časového limitu pro prodlevu, tak by hrozilo nebezpečí nespojení obou vrstev. Tuto situaci znázorňuje obr. 3.

Doba lití

Základním předpokladem pro dodržení předepsaných dob lití je řádně vyhřátá pánve. Pro vlastní odlévání byla použita dvouruční pánvička zavěšená na otočném jeřábu, jak je vidět na obr. 1. Dodržení správné doby lití je důležité zejména u odlévání druhé vrstvy, protože při pomalém odlévání může dojít k zatuhnutí zbytku kovu v pánvičce, a tím k nedodržení předepsaného průměru středové díry z důvodu nedostatku tekutého kovu. Na druhou stranu při příliš krátké době lití může dojít k již výše zmíněnému tzv. spadnutí odlitku.

Požadavky na odlitek

Pracovní vrstva: dodržel předepsané chemické složení, tvrdost do 160 HB a šířku pracovní vrstvy 31 mm.

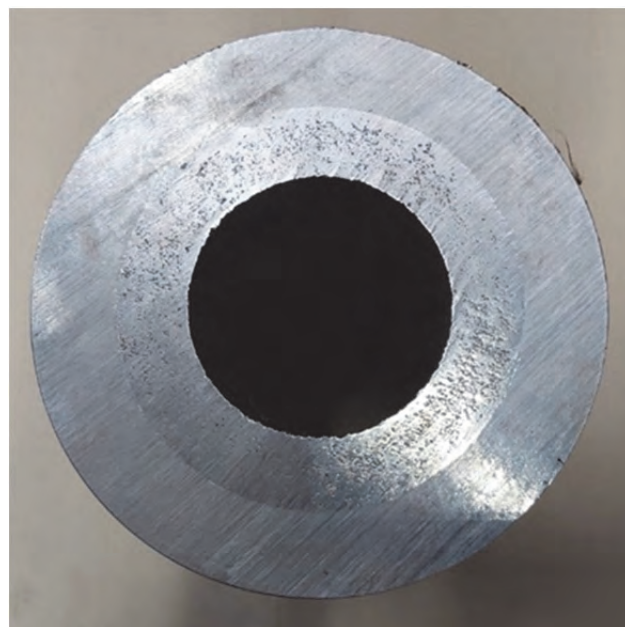
Středová vrstva: dodržel předepsané chemické složení a tvrdost 550 – 600 HB.

Odlitek musí mít dokonale definované rozhraní obou vrstev bez jednotlivých indikací větších než 2 mm a nespojených vrstev. Indikace menší než 1 mm ve středové díře je přípustná. Posouzení kvality povrchu odlitku se provádělo penetrační zkouškou.

Výsledky zkoušek

Slévárna VÚHŽ a.s. je, mimo jiné, vybavena dvěma elektrickými indukčními pecemi o objemu 100 kg. Obě pece jsou v provozu situované vedle sebe, což usnadňuje zadanou práci, protože se v každé peci mohl tavit jiný materiál. Po odebrání předzkoušky a doladění chemického složení byla postupně z obou pecí odlita první a druhá vrstva. Přitom bylo maximální soustředění věnováno odlití druhé vrstvy tak, aby byla dodržena teplota lití a délka prodlevy. Vzhledem k vyšší teplotě odpichu a opakovanému měření teploty kovu v pánvičce byla požadovaná délka prodlevy překročena o 24 s, což se, jak se později ukázalo, negativně projevilo na spojení obou vrstev na konci odlitku (obr. 3).

Výsledný rozměr odlitku činil 130/57 × 1280 mm. Odlitek měl tedy relativně dost velký přídavek jak na vnější, tak na vnitřní průměr.



Obr. 2 Detail rozhraní první a druhé vrstvy

Fig. 2 Detail of the interface between the first and second layer

Z obr. 2 je patrné, že nastavené parametry odlévání byly zvoleny správně a výsledkem je dokonalé spojení obou nespojovaných materiálů.

Tvrdost středové vrstvy byla změřena na stacionárním přístroji a pohybovala se na spodní hranici požadované hodnoty. Byla naměřena hodnota 547, 536 a 541 HB, přičemž zákazník požadoval minimálně 550 HB. Původní požadovaná tvrdost byla 450 – 550 HB. Po konzultaci se zákazníkem došlo ke schválení této malé odchylky.

U všech vyrobených polotovarů byla provedena penetrační zkouška, která odhalila drobné vměstky u dvou koncových kroužků. K výskytu vad u koncových kroužků běžně dochází i u jiných odstředivě litých odlitků, takže ani tento odlévaný dvouvrstvý odlitek nebyl výjimkou. Mechanismus vzniku této vady je dán skutečností, že se

tekutý kov během své cesty od začátku do konce kokily ochlazuje, narušuje termoizolační nástřík a takto shromážděné vměstky na konci odlitku již nemají šanci být vystředěny na povrch, a zůstávají tak uvězněny v odlitku. Velikost těchto vad nevyhověla přísným přejímacím podmínkám,



Obr. 3 Nespojené vrstvy u odlitku s výrazně překročenou prodlevou mezi odlitím první a druhé vrstvy

Fig. 3 Disconnected layers in a casting with a significantly exceeded delay time between the casting of the first and second layer

a tak musely být tyto kroužky vyřazeny. Konec odlitku vykazoval navíc výskyt přelití vrstvy (obr. 4), což je slévárenská vada, která je zapříčiněna pomalým litím, příliš nízkou teplotou kokily nebo nízkou lící teplotou.



Obr. 4 Přelitá vrstva na konci odlitku

Fig. 4 Overfilled layer at the end of the casting

Závěr

Výroba dvouvrstvých, vysoce legovaných ocelových odlitků je velmi náročným technologickým procesem, který můžou provádět jen zkušené a dobře sehrané osádky, dodržující přesně nastavené podmínky lití. Složitost výroby v současné době nedovoluje tyto odlitky vyrábět sériově, takže vlastní odlévání musí probíhat pod dozorem technologa. V případě námi odlévané kobaltové slitiny se navíc jedná o poměrně drahý materiál, takže sebemenší výskyt zmetků ovlivňuje výsledný ekonomický efekt, který je navíc umocněn skutečností, že

nevyhovující polotovary jsou jen s velkými obtížemi použitelné jako vratný materiál. Na druhou stranu se jedná o lukrativní výrobky, které běžná slévárna, případně kovárna není schopna vyrobit, což významně přispívá k vylepšení pozice slévárny VÚHŽ a.s. na současném složitém ekonomickém trhu.

Literatura

JANCO, Nathan: Centrifugal Casting. American Foundrymen's Society, Inc., Illinois, USA, 1988.

Švédové vyrobili ocel bez použití fosilních paliv

MLADÁ FRONTA DNES, 21.8.2021, s.12 (ČTK)

Švédská společnost SSAB jako první na světě zahájila testovací výrobu ocele bez použití fosilních paliv a začala ji dodávat svému prvnímu zákazníkovi, kterým je skupina Volvo. Koks a uhlí firma při výrobě nahrazuje vodíkem. Dalším cílem je rozšířit technologii v průmyslu, což by se podle zpravodajského serveru CNBC mohlo stát již v roce 2026. Podle Mezinárodní agentury pro energii je produkce železa a ocele zodpovědná za 2,6 gigatuny přímých emisí oxidu uhličitého ročně, výrobci ocele jsou zároveň největším světovým konzumentem uhlí.

Metodika a stanovení efektivní doby mísení bentonitové formovací směsi pro kolový mísič

Methodology and Determination of Effective Mulling Time of the Green Sand for Wheel Mulling Machine

Ing. Martina Gawronová

VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta materiálůvě-technologická, Katedra metalurgie a slévárenství,
17. listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava-Poruba, Česká republika

Se vzrůstajícím trendem ekologizace slévárenství opět nabývá na významu využití formovacích směsí pojených bentonitem. Výroba jakostních odlitků je ovšem založena mimo jiné také na kvalitní formovací směsi. Často opomíjený způsob dosažení jakosti směsi je kombinace kvalitního vymísení při dosažení efektivní doby mísení. Hlavním cílem této práce je představit rešerši zdrojů detailně se zabývajících vlivem mísení na vlastnosti směsí písek-voda-bentonit, stanovení metodiky mísení a nastavení výchozích podmínek pro budoucí experiment. Doba mísení je založena na měření efektu prodlouženého mísení na změny ve vlastnostech bentonitové formovací směsi vlivem postupné ztráty vlhkosti. Sledovanými vlastnostmi jsou především spěchovatelnost, vaznost směsi (tj. pevnost v tlaku) a obsah vody na počátku a konci mísení. Následuje určení numerické hodnoty indexu mísení, který je stanovován v různých podmínkách mísení a vyhodnocení jeho využitelnosti. Výsledek stanovení efektivní doby mísení vzhledem k požadovaným vlastnostem směsi může být použit jako výchozí hodnota pro definování vstupních podmínek budoucího mísení nebo pro vhodné nastavení dalšího typu mísiče.

Klíčová slova: bentonitová formovací směs; bentonit; index mísení; doba mísení; spěchovatelnost; pevnost v tlaku

With the growing ecological trend in the foundry, the use of bentonite-bonded moulding mixtures is gaining in importance. However, the production of quality castings is based, among other things, on high-quality moulding mixtures. The often neglected factor in achieving the quality of the mixture is the combination of mulling quality while achieving an effective mulling time. The main aim of this work is to present a search of sources dealing in detail with the effect of mulling on the properties of sand-water-bentonite compounds, determining the mulling methodology and setting the initial conditions for future experiments. The mulling time is based on measuring the effect of prolonged mulling on changes in the properties of the green sand mixture due to the gradual loss of moisture. The monitored properties are mainly compactibility, binding capacity of the mixture (i.e. compressive strength) and water content at the beginning and end of mulling. The following is the determination of the numerical value of the mulling index, which is determined under various mulling conditions, and the evaluation of its usability. The result of determining the effective mulling time concerning the required properties of the mixture can be used as a starting value for defining the input conditions of future mixing or for a suitable setting of another type of sand mulling machine.

Key words: green sand mixture; bentonite; mulling index; mulling time; compactibility; compressive strength

Pro výrobu kvalitních odlitků na formovacích linkách využívajících bentonitovou formovací směs je nutnou podmínkou její vysoká kvalita. Kvalita této směsi závisí nejen na kvalitě použitých vstupních surovin, ale také významně odráží kvalitu přípravy a zpracování směsi [1]. Obecně je pro jakékoli směs přijato, že k procesu mísení dochází v důsledku stlačujících sil s následným smykem. K tomuto účelu jsou celosvětově využívána kola v různých provedeních, která jsou v oblasti slévárenství známa jako mísiče [2]. Doba jednoho cyklu mísení formovací směsi se nejčastěji pohybuje v rozmezí 1 až 3 minut. Krátký čas mísení nezaručuje kvalitní vytvoření bentonitového těsta a rovnoměrného pokrytí zrn ostřiva, ale po několikanásobném přemíslení tyto směsi vykazují již dostatečné pevnostní vlastnosti. Pro tento vícečetný

pohyb směsi skrz systém a přemíslení může být ekvivalentem kumulativní mísení po dobu 15 až 20 minut. [3].

V současnosti jsou uvažovány systémy řízené predikce vlastností směsí umělou inteligencí či programovou sítí, které by byly schopné předpovídat kvalitu mísené směsi a následně v reálném čase tuto kvalitu směsi také řídit či jinak upravovat. Přesto uvažované naprogramování těchto systémů stále vychází z pozorování a měření skutečné změny vlastností směsí v celém procesu mísení, kde vliv vlhkosti a doby mísení jsou jedněmi z nejvýraznějších vlivů a nemůžou být prozatím jinak nahrazeny [4]. Z tohoto důvodu je proces kumulativního mísení a stanovení indexu mísení stále aktuálním tématem, a to i přesto, že byl v minulosti nesčetněkrát sledován a popsán.

Dále jsou také z důvodu kontroly správného stupně navlhčení stále prováděny jednoduché série zkoušek, které umožňují vlhkost, a z toho plynoucí vlastnosti směsi, velmi rychle a přesně stanovit. Mimo samotné naměřené hodnoty jsou také používány vzájemné vztahy a korelace mezi nimi [5]. Skutečné pojivové schopnosti směsi můžeme definovat pomocí zkoušky pevnosti ve štěpu zasyrova. Zkouška spěchovatelnosti je velmi citlivým ukazatelem vzájemného poměru bentonit-voda ve směsi a je nejčastěji doporučovaným postupem hodnocení účinnosti mísení [2, 5]. S prodlužující se dobou mísení spěchovatelnost stoupá úměrně s poklesem sypné objemové hmotnosti, jelikož kromě rovnoměrné distribuce vody závisí i na vývoji pojivové schopnosti jílu a kvalitě obalení zrn písku jílovým těstem [1].

1. Stanovení a výpočet indexu mísení

Účinnost mísiče nebo správné nastavení parametrů mísení, jako je doba mísení a volba otáček, nás zajímá buďto z důvodu instalace nových mísičů, nebo pro nastavení výchozích podmínek mísení pro další laboratorní práce. Pro tento případ bylo zvoleno hodnocení účinnosti pomocí „indexu mísení“ podle E. C. Troye. Tento postup spočívá v tom, že pro každý obsah bentonitu ve směsi existuje konstanta vaznosti, která je vztažena na skutečnou vlhkost směsi. Výpočet této konstanty je následující:

$$A = \sigma_{Pt} W \sqrt{W} \quad (1)$$

Zde je σ_{Pt} vaznost v tlaku [kPa] a W je vlhkost směsi [%].

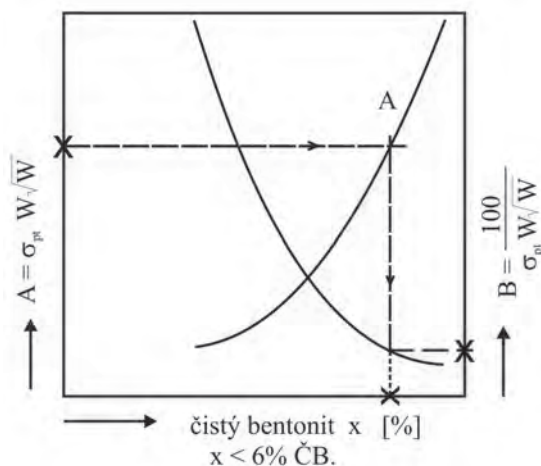
Na zvoleném druhu mísiče se provede kumulativní mísení s bentonitovou směsí předem definovaného složení a vypočte se hodnota A , která po ukončení kumulativního mísení musí být konstantou. Poté se vypočte hodnota B , která vyjadřuje převrácenou hodnotu 1% účinnosti kumulativního mísení:

$$B = \frac{100}{\sigma_{Pt} W \sqrt{W}} \quad (2)$$

Poté se nově namísené vzorky směsi v různém časovém intervalu od začátku mísení odebírají a zkoušejí. Stanovuje se vlhkost, pevnost v tlaku, spěchovatelnost a sypná objemová hmotnost. Jejich vypočtené hodnoty A' se vynásobí faktorem B . Tímto se získá index mísení v %, který vyjadřuje poměr dosažené vaznosti mísením v % k maximální možné dosažené vaznosti pro daný mísič:

$$\text{index mísení} = A' \cdot B \quad (3)$$

Výše uvedený postup je však možné aplikovat pouze u směsí, které dosahují spěchovatelnosti v rozmezí 20 až 60 %. Z obr. 1 je patrná značná závislost hodnoty A na obsahu čistého bentonitu [1, 2, 6].



Obr. 1 Závislost hodnot A a B na obsahu čistého bentonitu ve směsi [1]
Fig. 1 Dependence of A and B values on the content of pure bentonite in the mixture [1]

2. Použité materiály a zařízení

Pro podmínky stanovení optimální doby mísení byly zvoleny následující materiály:

Ostřivo: Slévárenský písek křemenný Biala Góra BG 27 o $d_{50} = 0,27$ mm.

Vlastnosti písku dle informací od prodejce Sand Team, s.r.o. uvádí tab. 1 [7].

Tab. 1 Charakteristika slévárenského písku Biala Góra [7]
Tab. 1 Characteristics of the Biala Góra foundry sand [7]

Střední zrno d_{50} (mm)	$0,27 \pm 0,02$
Teplota spékání	1600 °C
Stř. obsah SiO_2	99,6 %
Stř. obsah Fe_2O_3	0,040 %
Stř. obsah TiO_2	0,06 %
Obsah Al_2O_3	max. 0,20 %
Vyplavitelné podíly	max. 0,20 %

Pojivo: Bentonit Sabenil 65 aktivovaný sodou; výrobce Keramost a.s. Vlastnosti bentonitu dle informací a bezpečnostního listu výrobce uvádí tab. 2. Průměrné chemické složení zpracovávané suroviny jsou uvedeny v tab. 3 a parametry slévárenského bentonitu uvádí tab. 4 [8].

Tab. 2 Vlastnosti bentonitu Sabenil 65 [8]
Tab. 2 Characteristics of the Sabenil bentonite 65 [8]

Montmorillonit	65 – 80 %
Uhličitan sodný, Na_2CO_3	max. 7 %
Hodnota pH	9,5 – 11
Relativní hustota	$2,6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

Tab. 3 Průměrné chemické složení zpracovávané suroviny [8]

Tab. 3 Average chemical composition of the processed raw material [8]

Chemické složení	Obsah [%]
Obsah montmorillonitu	65,0 – 80,0
SiO ₂	50,0 – 57,0
Al ₂ O ₃	15,7 – 17,3
Fe ₂ O ₃	8,8 – 17,3
FeO	0,1 – 1,0
MnO	0,1 – 0,3
MgO	2,5 – 3,5
CaO	1,7 – 3,1
Na ₂ O	0,1 – 3,1
K ₂ O	0,3 – 1,2
Li ₂ O	0,1
P ₂ O ₅	0,1
H ₂ O ⁺	5,3 – 6,3

Tab. 4 Parametry slévárenského bentonitu [8]

Tab. 4 Parameters of foundry bentonite [8]

Název	Sabenil 65
Vlhkost [%]	7 – 14
Zbytek na síť 0,315 za sucha	max. 1
Zbytek na síť 0,063 za sucha	max. 30
Vaznost [kPa]	min. 80
Pevnost v tahu v KZ [kPa]	min. 1,9

Pro mísení formovací směsi a měření bude využito vybavení laboratoře formovacích materiálů na VŠB-Technické univerzitě Ostrava. Vybavení bylo dodáno firmou Multiserw-Morek.

Kumulativní mísení a stanovení indexu mísení bude provedeno na laboratorním kolovém mísiči LM-2e. Je určen pro přípravu jak formovacích směsí, tak i pro mísení a mletí keramických materiálů o tvrdosti dle Mohsovy stupnice menší než 5. Mísič je automatizovaný, s možností nastavení přesného programu mísení. Určuje jak otáčky, tak i přesný čas mísení. Parametry kolového mísiče LM-2e jsou uvedeny v tab. 5 [9].

Tab. 5 Parametry kolového mísiče LM-2e [9]

Tab. 5 Parameters of the wheel sand mulling machine LM-2e [9]

Minimální hmotnost navážky [kg]	6
Otáčky [ot·min ⁻¹]	30 – 160
Přítlak [N]	115 – 330
Průměr mísy [mm]	500
Výška mísy [mm]	240
Průměr kola [mm]	260
Výška kola [mm]	70

Stanovení optimální doby mísení, vhodná rychlost otáček míchadla a rychlost otáčení nádoby mísiče budou řešeny pro laboratorní vířivý mísič LM-3e. Mísič je určen pro mísení různorodých materiálů v suchém i vlhkém stavu. Také tento mísič je automatizován a vybaven možností nastavení přesného programu mísení. Parametry vířivého mísiče LM-3e jsou uvedeny v tab. 6 [9].

Tab. 6 Parametry vířivého mísiče LM-3e [9]

Tab. 6 Parameters of the swirl sand mulling machine LM-2e [9]

Objem mísy [l]	18,4
Otáčky mísy [min ⁻¹]	10 – 72
Otáčky míchadla [min ⁻¹]	100 – 2760
Průměr mísy [mm]	305
Výška mísy [mm]	252

Dále bude pro experiment využít univerzální pevnostní přístroj LRu-2e pro měření pevnostních vlastností bentonitové směsi a poloautomatický laboratorní pýchovací přístroj LUA-2e/Z pro přípravu zkušebních vzorků a stanovení spěchovatelnosti.

4. Metodika kumulativního mísení

Pokud bych se vycházelo ze stanovení indexu mísení dle E. C. Troye, je nutné nejprve provést kumulativní mísení směsi o předem definované vlhkosti. V literatuře se běžně uvádí postup výpočtu přídatku vody zohledňující i množství vody, které přinese přidávané množství bentonitu. V našem případě nebude obsah vody v bentonitu brán v potaz, jelikož se vzhledem k celkovému množství namísené směsi jedná o zanedbatelné množství, které není pro naše účely relevantní. Dosažení požadovaného výchozího navlhčení před zahájením kumulativního mísení bude kontrolováno měřením skutečné vlhkosti směsi po 1 minutě mísení, kdy v případě nízké vlhkosti bude směs dovlhčena. Takto se také dá přiblížit i skutečným provozním podmínkám sléváren, kdy kontrola výchozí vlhkosti směsi nezahrnuje vlhkost bentonitu.

Dále bude oproti literatuře použita ne voda destilovaná [2], nýbrž voda z běžného vodovodního řádu, a to vzhledem k používání této vody v běžné slévárenské praxi. Případný vliv obsažených minerálů zde nebude hodnocen.

Parametry směsi, které bude pro kumulativní mísení použito, je uvedeno v tab. 7.

Tab. 7 Parametry použité formovací směsi

Tab. 7 Parameters of used moulding mixture

	Hm. díly [%]	Hmotnost [g]
Ostrivo	100	8000
Pojivo	8	640
Vlhkost 1	2,5	200
Vlhkost 2	3,5	280

Hodnocena bude směs s optimální vlhkostí pro směsi na lisování (vlhkost 2,5 %) a pro směsi pro formování na syrovo (vlhkost 3,5 %). V případě výrazného výkyvu ve výsledcích neodpovídajících předpokládanému vývoji při zvýšení vlhkosti bude provedeno ještě měření pro vlhkost 3,0 %. S touto variantou se ale nyní nepočítá.

Dle literatury u natrifikovaných bentonitů hraje významnou roli při stanovení efektivní doby mísení i pořadí přidávaných surovin. Z dostupných informací vyplývá, že na rozdíl od Ca^{2+} bentonitu má Na^+ bentonit rozdílné vlastnosti při stejné době mísení a stejné vlhkosti v závislosti na tom, jestli se po nasazení písku prvně písek dovlhčoval a až poté přidával stanovený obsah bentonitu, či naopak [2]. Pro naše účely stanovení efektivní doby mísení budou vyhodnoceny obě tyto varianty v rámci kumulativního mísení na kolovém mísiči. Na základě výsledků pevnosti a spěchovatelnosti se bude dále pracovat s více vyhovujícím pořadím.

Postup kumulativního mísení, odběru vzorků a měření bude následující:

- Přesné navážení stanoveného množství surovin.
- Přidání 8000 g suchého křemenného písku do kolového mísiče.
- Navlhčení písku přídatkem stanoveného množství vody, či přídatek bentonitu dle zvoleného postupu přidávání surovin a promísení po dobu 1 minuty s uzavřeným víkem.
- Přidání poslední složky směsi, bentonitu, či vody dle stanoveného postupu a mísení s uzavřeným víkem po dobu 1 minuty.
- Kontrola vlhkosti. Pokud vlhkost neodpovídá stanovené výchozí hodnotě pro zahájení kumulativního mísení, je nutno směs dovlhčit na požadovanou hodnotu. Následuje mísení po dobu 4 minut.
- Po 4 minutách otevření víka mísiče z důvodu přirozeného odparu vlhkosti a další mísení do stavu, kdy se směs bude vizuálně jevit jako suchá, po dobu zhruba dalších 10 minut.
- Po vymíslení následuje odebrání části směsi pro okamžité stanovení vlhkosti a spěchovatelnosti. Zbytek směsi bude uchováván v uzavřené nádobě, aby se zabránilo další ztrátě vlhkosti.
- Stanovení sypné objemové hmotnosti, pro kterou byla připravena nádoba o přesně definovaném objemu. Sypná objemová hmotnost zde představuje dokreslení hodnoty spěchovatelnosti. S prodlužující se dobou mísení spěchovatelnost stoupá úměrně s poklesem sypné objemové hmotnosti, jelikož kromě rovnoměrné distribuce vody závisí i na vývoji pojivové schopnosti jílu a kvalitě obalení zrn písku jílovým těstem.
- Příprava zkušebních normo válečků $\varnothing 50 \times 50$ mm pro stanovení pevnosti v tlaku, ve stříhu a ve štěpu pomocí měřicího přístroje LRu-2e. Pro stanovení hodnoty A pro kumulativní mísení by bylo dostačující pouze měření pevnosti v tlaku. Z důvodu vyhodnocení efektivnosti pořadí v přidávání surovin se přistoupí i k měření pevnosti ve stříhu a ve štěpu, abychom se lépe vyhodnotila houževnatost směsi a vliv pořadí a doby přídatku vody.

- Veškerá použitá bentonitová směs ze zkušebních vzorků se vrátí pokud možno beze zbytku, zpět do mísiče.
- Na základě skutečně naměřené vlhkosti se dopočte nutný přídatek vody pro dosažení stanovené vlhkosti 2,5 % a potřebné množství vody se přidá ke směsi v mísiči.
- Celý proces mísení a měření se opakuje, dokud se vypočtená hodnota A neustálí na určité hodnotě a dále se nemění. Stane se tak pro další měření konstantou.
- Jakmile je A konstantní, opět se dovlhčí směs na požadovanou vlhkost 2,5 %. Znovu směs se promísí a plynule, bez vypínání mísiče, se odeberou vzorky do uzavíratelných nádob po 1 a 3 minutách mísení.
- Pro obě doby odběru vzorků směsi (1 a 3 minuty) se stanoví v co nejkratším čase přesná hodnota vlhkosti, spěchovatelnost a sypná objemová hmotnost a provedou se pevnostní zkoušky. Zkouška spěchovatelnosti a pevnostní zkoušky se provádějí vždy nejméně pro 3 vzorky, ideálně však pro 5 vzorků s možností vyloučení krajních hodnot.

Po ukončení kumulativního mísení je tedy známa konstanta A. Lze přistoupit k výpočtu převrácené hodnoty B. Za tím účelem se připraví nová směs, ze které se v průběhu mísení odeberou jednotlivé vzorky v předem stanovených, zhruba minutových intervalech. U každého odebraného vzorku bude proveden celý výčet výše zmíněných zkoušek včetně stanovení vlhkosti. Vypočtou se jednotlivé hodnoty A' a stanoví se index mísení pro daný mísič.

Závěr

I přes neustále se vyvíjející moderní technologie a zařízení nebyla metoda kumulativního mísení, a tím také stanovení efektivní doby mísení, dostatečně přesně nahrazena. Jako výsledek procesu kumulativního mísení a stanovení indexu mísení pro kolový mísič LM-2e se očekává informace, ve které fázi procesu mísení získává směs maximální vaznost a v jakém pořadí přidávaných surovin se toho dosáhne. Výsledek se bude dále aplikovat pro stanovení optimálních parametrů mísení pro vířivý mísič LM-3e. Výrobce doporučená doba mísení směsi je stanovena na cca 90 s, ovšem další parametry, jako efektivní otáčky mísy a míchadla, jsou pro každou směs obvykle jiné a musí být předmětem dalšího zkoumání. Důvodem je nutnost dodržet konstantní efektivní dobu a parametry mísení bentonitové směsi na vířivém mísiči pro další přípravu vzorků směsí z různých typů bentonitu a křemenných písků. Budou následovat další práce

na vyhodnocování výše popsaných experimentů, a to se zaměřením na vliv granulometrie ostřiva na kvalitu směsí pojených bentonitem.

Poděkování

Příspěvek vznikl za finanční podpory projektů „Studentské grantové soutěže“ čísel SP2021/39 a SP2021/41.

Literatura

- [1] JELÍNEK, P., MIKŠOVSKÝ, F. Příspěvek k hodnocení účinnosti mísičů jednotné bentonitové směsi. *Slévárství*, 33 (1985) 7, 268–274.
- [2] TROY, E. C. et al. A Mulling Index Applied to Sand-water-bentonite. *AFS Transactions*, 79 (1971) 213–224.
- [3] DIETERT, H. W., GRAHAM, A. L., SCHUMACHER, J. S. How Mulling Time Affects Sand Properties. *Foundry*, (1971) July, 42–47.
- [4] KUMARI, A., MURARI, A. K., PRASAD, U. Prediction of Green Sand Moulding Properties Using Artificial Neural Network. In: *Advances in Science & Technology*, editor: Empyreal publishing house, The first Impression, 2020, pp 39-52. ISBN 978-81-946375-0-9
- [5] JELÍNEK, P. *Pojivové soustavy slévárenských formovacích směsí – chemie slévárenských pojiv*, 1. vyd. Ostrava: vlastní náklad, 2004. 241 s., ISBN 80-239-2188-6
- [6] KYNCL, M. Zhodnocení účinnosti mísičů. (Diplomová práce). Ostrava: VŠB-TU Ostrava, Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství, 2008.
- [7] Technický list – Křemenný písek Biala Góra. *Sand Team, s.r.o.* [online] [cit. 2021-05-28]. Dostupné z: https://www.sandteam.cz/wp-content/uploads/2019/04/Biala_Gora_v5.pdf
- [8] Bentonity pro slévárství. *Keramost, a.s.* [online] [cit. 2021-05-28]. Dostupné z: <https://www.keramost.cz/cz/produkty/bentonity/bentonity-pro-slevarenstvi>
- [9] Katalog urzadzenia do badania mas formierskich i rdzeniowych. *Multiserw-Morek*. Propagační materiál. Brzeźnica, Polska.

Střelné zbraně po celém světě využívají pružiny z Bohumína

www.trz.cz, tisková zpráva z 10.05.2021

Armáda a policie České republiky používají různé typy zbraní, pro něž zásobníkové pružiny mimo jiné vyrábí a dodává ŽDB Drátovna z Bohumína.

Produkty z bohumínského provozu Pérovna jsou například součástí útočných pušek, pistolí nebo samopalů, které se vyrábějí v České zbrojovce Uherský Brod.

Pružiny pro renomovanou zbrojovku se dodávají od doby zahájení výroby provozu Pérovna, tedy od roku 1965. Jde o velmi významnou spolupráci, a to nejen s ohledem na prestiž segmentu trhu, ale také s ohledem na fakt, že podíl dodávek v posledních 5 letech vyrostl na přibližně 10 procent tržeb z celkového portfolia výroby provozu Pérovna. Zásobníkové pružiny z Bohumína lze nalézt v téměř stovce zemí světa, do nichž míří zbraně z Uherského Brodu.

Pružiny dodávané České zbrojovce jsou velmi náročné na výrobu. Musí být broušené, stabilizované a některé z nich také stoprocentně kontrolované. Jedná se o pružiny tlačné, zkrutné, tvarové a zásobníkové od průměru drátu 0,3 až po 4 milimetry. Odběratel dbá na spolehlivost v dodávkách a kvalitu pružin. V minulých letech na vytipovaných pružinách prováděl vojenskou přejímku přímo zástupce České zbrojovky. V Bohumíně pro zbrojovku ročně testují 5 až 10 nových typů pružin.

Provoz Pérovna vyrobí ročně 70 až 80 milionů kusů pružin. Největší objem výroby tvoří tvarové pružiny, následují tlačné a tažné pružiny. Největšími odběrateli jsou firmy z textilního, zbrojního odvětví, a dále tiskárenský, automobilový a nábytkářský průmysl. Provoz Pérovna je držitelem certifikátu IATF 16949, který stanovuje požadavky systému managementu kvality pro dodávky do automobilového průmyslu.

Dceřiná společnost Třineckých železáren ŽDB Drátovna ročně vyrábí téměř 120 tisíc tun za studena taženého drátu a výrobků z drátů. Hlavní výrobní portfolio tvoří především tažený patentovaný drát, tažený nepatentovaný drát, žíhaný drát, ocelová lana, ocelové kordy, pružiny a kovové tkaniny. Zaměstnává okolo tisícovky lidí.

Mapování logistických procesů v metalurgickém podniku pomocí metodiky BPMN

Mapping of Logistics Processes of Metallurgical Company Using BPMN Methods

Ing. Tomáš Malčic, Ph.D.¹; Ing. Adam Drastich MBA²

¹ ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA o.p.s., Na Karmeli 1457, 293 01 Mladá Boleslav, Česká republika

² VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta materiálově-technologická, 17. listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava-Poruba, Česká republika

Cílem článku je představit metodu BPMN (Business Process Model and Notation) sloužící pro mapování podnikových procesů a její využití pro mapování logistických procesů v metalurgickém podniku. V článku je nejprve obecně představena metoda BPMN včetně jejího původu, cílů, rozsahu a základních prvků. Následně je popsána procesní mapa vytvořená pomocí BPMN, která zachycuje expediční proces ve vybraném metalurgickém podniku. Na vybraném příkladu aplikace BPMN pro mapování logistických procesů jsou vysvětleny přínosy tohoto přístupu k mapování procesů.

Klíčová slova: procesní analýza; mapování procesů; expediční proces; BPMN; modelování procesů

The article aims to present the BPMN (Business Process Model and Notation) methodology used for mapping business processes and to present its use for mapping logistics processes in a selected metallurgical company in the Czech Republic. The article first introduces the BPMN methodology in general, including its origins, goals, scope and basic elements. In the first part of the article, the origin of BPMN methodology is described, mainly its roots in previously developed and used notations and methodologies, such as UML, ADF or CWM. Great emphasis is placed on the introduction and specification of the core set of BPMN elements. The development of these standardized graphical elements was one of the main driving forces in the development of the whole methodology. These standardized semantics allowed the creation of a simple and understandable methodology for creating business process models, which will also be able to handle the complexity typical for business processes. The second part of the article consists of a description of the practical application of the above-mentioned methodology. BPMN was used for process mapping as a part of process analysis during the optimization project. The process map created by using BPMN is briefly described. The map captures the expedition process in a selected metallurgical plant. The process was modelled from the emergence of a need for metallurgical products at the customer through all necessary activities inside the company to the end of the process resulting in satisfaction of customer needs. All core BPMN elements were used in the presented example of the process map and also all fundamental functionalities such as artefacts, cooperations, subprocesses, decision-making gates and information flow were used in practice. On the selected example of the BPMN application for mapping process logistics, the benefits of this approach to process mapping are explained. Described application of the BPMN should also serve as an instruction for similar cases in future.

Key words: process analysis; process mapping; expedition process; BPMN; process modelling

Článek pojednává o mapování a modelování logistických procesů v metalurgickém průmyslu. Metalurgický průmysl je materiálově velmi náročným odvětvím. Masivní materiálový tok spojený s metalurgickou výrobou klade vysoké nároky na kvalitu logistického řízení. Vzhledem k vysokému objemu logistických aktivit je pro každý metalurgický podnik nezbytné přistupovat k řízení logistiky systematicky a efektivně s cílem zajistit plynulý provoz a minimalizovat logistické náklady. Pro efektivní řízení logistických procesů je zapotřebí je mít všechny detailně analyzované, popsané a zmapované. Nejedná se pouze o zachycení materiálových toků, ale i o informační toky s nimi spojené. Dále je také potřeba znát souvislosti mezi jednotlivými logistickými

aktivitami, zodpovědné osoby nebo organizační složky podniku a další informace související s logistikou. Toho se nejlépe dosáhne důkladnou procesní analýzou. Jedním z hlavních výstupů takovéto procesní analýzy je procesní mapa. Procesní analýza nemá jediný konkrétní univerzální postup, ale musí být vždy přizpůsobena charakteristikám a specifikacím daného analyzovaného procesu. Stejně je tomu i u mapování a modelování procesů. Je řada metod a přístupů k mapování a modelování procesů, přičemž žádný se nedá označit za nejlepší, či nejhorší. Avšak existují jisté obecné metody, které usnadňují vytváření i následné čtení a užívání procesních map [1, 2].

Jednou z těchto metod je BPMN (Business Process Model and Notation). Představení této metody je hlavním cílem tohoto článku. Nejprve bude BPMN představena obecně. Budou popsány její náležitosti, postupy vytváření map, základní prvky a další funkcionality. V závěru článku bude demonstrována aplikace BPMN pro zmapování expedičního procesu v metalurgickém podniku. Využití BPMN pro mapování logistických procesů zvýší úroveň logistického řízení, zvýší transparentnost materiálových a informačních toků. Dále také informace získané při tvorbě mapy poslouží jako základ pro zlepšovací a optimalizační aktivity [3, 4].

1. Analýza a mapování podnikových procesů

Základní nástroj pro analýzu podnikových procesních, materiálových a informačních toků je procesní analýza. Ta se zaměřuje na postup práce od jednoho pracovníka k dalšímu, popis vstupů a výstupů jednotlivých činností a spotřebu zdrojů. Jedná se o velmi důležitý analytický postup, který organizace v praxi používají pro popis toku práce, zvýšení výkonnosti, účelnosti, efektivnosti, a ziskovosti. Procesní analýza je úvodním krokem všech optimalizačních projektů. Nevychází z žádné univerzální metody. Postupy a metody procesní analýzy vždy vycházejí z charakteru analyzovaného procesu a z účelu analýzy. Výstupy analýzy jsou zpravidla textové popisy procesů a modely procesů. V současnosti je rozšířeným způsobem modelování podnikových procesů vytváření procesních map [2, 4].

1.1 Metoda BPMN (Business Process Model and Notation)

Metoda BPMN (Business Process Model and Notation) slouží pro vytváření procesních map. Byla vyvinuta organizací Object Management Group (dále jen OMG). umožňuje graficky zachytit specifikace podnikových procesů. Jejím cílem je podpořit modelování podnikových procesů poskytnutím standardního postupu zápisu, který je jednak srozumitelný pro všechny podnikové uživatele a jednak představuje komplexní procesní sémantiku pro uživatele technické. Metoda BPMN bude využita při analýze současného stavu expedičního procesu ve vybraném metalurgickém podniku [4].

Procesní mapy vytvořené dle BPMN se staly standardem při vytváření diagramů podnikových procesů. Takto vytvořené mapy jsou určeny k přímému použití zúčastněnými stranami, které navrhují, řídí a realizují podnikové procesy. Jsou dostatečně přesné, aby umožňovaly překlad diagramů BPMN do komponent softwarových procesů. BPMN má snadno použitelný zápis podobný vývojovému diagramu, který je nezávislý na konkrétním implementačním prostředí [4].

Primárním cílem BPMN je poskytnout notaci, která je snadno srozumitelná všem podnikovým uživatelům, od

obchodních analytiků, kteří vytvářejí počáteční návrhy procesů, přes technické vývojáře odpovědné za implementaci technologie, která bude tyto procesy realizovat až nakonec po podnikatele a vlastníky, kteří budou tyto procesy řídit a monitorovat. BPMN tedy vytváří standardizovaný most mezi návrhem obchodního procesu a implementací procesu. Dalším cílem, ale neméně důležitým, je zajistit, aby jazyky XML® určené pro realizaci podnikových procesů, jako je WSBPEL (Web Services Business Process Execution Language), mohly být vizualizovány pomocí notace orientované na podnikání [5].

Tato metoda spojuje osvědčené postupy z oblasti modelování podnikových procesů, notací a sémantiky diagramů procesů. BPMN standardizuje modely a notace obchodních procesů různých modelovacích notací a hledisek. To umožňuje jednoduché sdílení informací o procesu mezi dalšími podnikovými uživateli, implementátory procesů, zákazníky a dodavateli. OMG využila zkušenosti a znalosti z existujících modelovacích notací a konsolidovala nejlepší myšlenky ze všech přístupů do jedné standardizované notace. BPMN vychází z těchto notací a metod [6]:

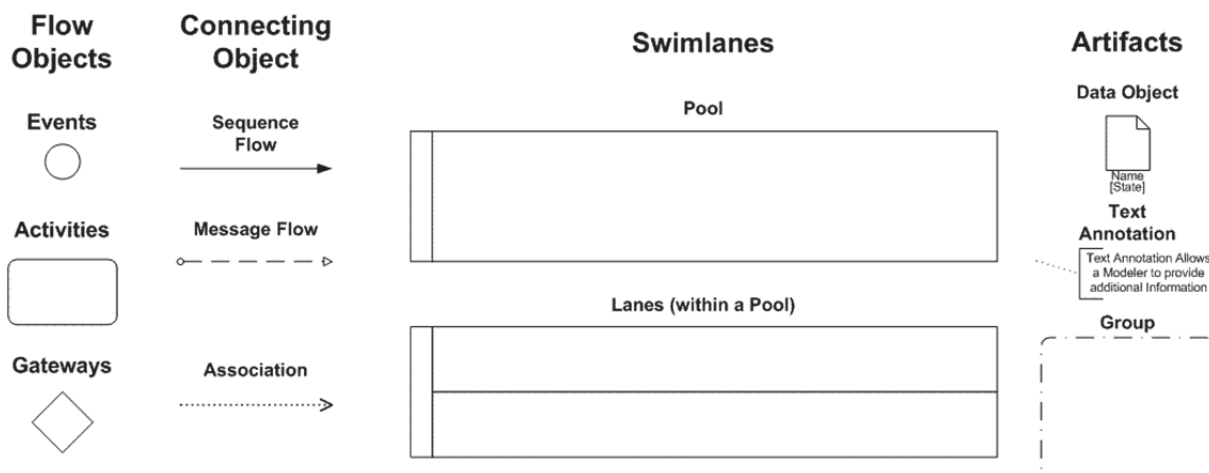
- UML Activity Diagram,
- UML EDOC Business Processes,
- IDEF, ebXML BPSS,
- Activity-Decision Flow (ADF) Diagram,
- RosettaNet,
- LOVeM,
- Event-Process Chains (EPC),
- CWM (Common Warehouse Metamodel).

1.2 Procesní prvky BPMN

Tato notace využívá Process Modeling Conformance, což je kombinace diagramu procesního a diagramu spolupráce. Ty jsou doplněny o typy úkolů, dílčích procesů, vyvolávacích aktivit, různých bran, různých událostí, „plaveckých drah“, „bazénů“, účastníků, datových objektů, zpráv, skupin, textových anotací, sekvenčních toků, informačních toků, konverzací, korelací a asociací. Sada prvků také obsahuje smyčky, transakce a kompenzace [4, 5].

Hnacím motorem pro vývoj BPMN je vytvoření jednoduché a srozumitelné metody pro vytváření modelů obchodních procesů, která bude zároveň schopná zvládnout složitost typickou pro obchodní procesy. Pro naplnění těchto dvou protichůdných požadavků bylo použito uspořádání grafických aspektů notace do kategorií. Vznikla tak úzká sada kategorií notací umožňující uživateli při čtení diagramu BPMN snadno rozpoznat základní typy prvků, a porozumět tak obsahu diagramu. Tato základní sada prvků BPMN je vyobrazena na obr. 1.

Core Set of BPMN Elements



Obr. 1 Základní sada prvků BPMN. Zdroj: OMG

Fig. 1 Core Set of BPMN Elements. Source: OMG

Pět základních kategorií prvků tvoří [6]:

Flow Objects

Flow Objects (Tokové objekty) jsou hlavní grafické prvky pro definování obchodního procesu. Existují tři typy Flow Objects:

- Events (Události),
- Tasks (Úkoly),
- Gateway (Brány).

Data

Pro zobrazení dat jsou využívány 4 prvky:

- Data Objects (Datové objekty),
- Data Inputs (Datov vstupy),
- Data Outputs (Datové výstupy),
- Data Stores (Datové uložště).

Connecting Objects

Flow Objects k sobě navzájem nebo k jiným prvkům mohou být propojeny čtyřmi způsoby:

- Sequence Flow (Toky sekvencí),
- Message Flow (Toky zpráv),
- Association (Asociace),
- Data Association (Asociace dat)

Swimlanes

Primární modelovací prvky mohou být seskupeny dvěma způsoby:

- Pools (Bazény),
- Swimlanes (Plavecké dráhy).

Artefakty

Artefakty slouží k poskytování dodatečných informací o procesu nebo prvku. Existují dva standardizované artefakty, avšak tvůrci modelů mohou přidat tolik artefaktů, kolik potřebují. Základní sada artefaktů obsahuje datové objekty, Group (Skupinu), Text annotation (Textovou anotaci).

Skupina plavecké dráhy obsahuje dva prvky – bazén a dráhu. Tyto prvky umožňují v diagramu zachytit hledisko jednotlivých entit, které se na provádění procesu podílejí. Pro vymezení procesu nebo skupiny procesů se používá element bazén. Ten se dále dělí na dvě a více drah, podobně jako ve skutečném bazénu. Tyto dráhy vyjadřují zodpovědnosti jednotlivých aktérů, organizačních jednotek a dalších entit za příslušnou část modelovaného procesu. Graficky jsou oba elementy vyobrazeny jako obdélník seskupující příslušné prvky diagramu, který obsahuje navíc název zodpovědné entity [7].

Události (Events) se v BPMN využívají k modelování určitého stavu, ve kterém se proces nachází, a který je podstatný z hlediska jeho řízení. Pomocí událostí se vyjadřuje pořadí aktivit nebo jejich správné načasování. Událost je graficky znázorněna pomocí kolečka. Dle toho, zda událost nastává při spuštění procesu, během jeho průběhu nebo vyjadřuje ukončení procesu, jsou události v normě rozlišeny na počáteční (Start), prostřední (Intermediate) a koncové (End). Aktivita (Activity) znázorňuje práci prováděnou během procesu. Norma dělí aktivitu na tři typy – procesy, sub-procesy a úkoly. Hlavní procesy jsou zobrazeny prostřednictvím elementu bazénu, další dvě graficky reprezentuje obdélník se zaoblenými rohy. Sub-proces odpovídá podaktivitě, kterou lze zachytit vnořeným procesem. Pokud detailní popis sub-procesu není pro diagram důležitý, stačí uvést pouze symbol „+“ značící, že detailnější informace jsou skryty. Jinak je zakreslen obdélník obsahující model sub-procesu.

Úkol znázorňuje dále nedělitelný proces. Zanořování procesů souvisí s problematikou volby detailu modelovaného procesu [5, 6].

Posledním důležitým prvkem toku jsou brány (Gateway), které slouží ke znázornění místa v diagramu, kde dochází ke spojování/rozdělování větví procesu. Brána modeluje výběr sekvence aktivit, které budou dále realizovány. V diagramu je brána vyobrazena pomocí obrázku diamantu. Ten může stejně jako u prvku události obsahovat speciální symbol vyjadřující typ brány [6].

Další skupinou základní sady modelovacích prvků BPMN jsou spojovací objekty. Jejich význam spočívá v propojování prvků toku a artefaktů. Sekvenční tok spojuje prvky toků do sekvence, a tak určuje pořadí jejich provádění. V diagramu je znázorněn plnou orientovanou šipkou směřující od zdrojového prvku k cílovému prvku. Asociace je využívána pro připojení artefaktů k prvkům diagramu a jsou reprezentovány čárkovanou čarou, případně orientovanou čárkovanou šipkou, pokud je potřeba vyjádřit vztah datového objektu k aktivitě. Důležitým spojovacím objektem je tok zpráv používaný pro popis interakce mezi různými procesy a komunikace účastníků prostřednictvím zasílání zpráv. Tok zprávy je vyjádřen orientovanou čárkovanou šipkou směřující od aktivity v rámci jednoho procesu k aktivitě nebo události jiného procesu.

Klíčovou charakteristikou BPMN je vizuální stránka, která je dána výběrem tvarů a ikon použitých pro grafické prvky identifikované v této notaci. Účelem BPMN bylo vytvořit standardizovaný vizuál, který budou znát všichni tvůrci modelů procesů a který bude srozumitelný pro všechny uživatele procesních modelů. Všechny procesní modely

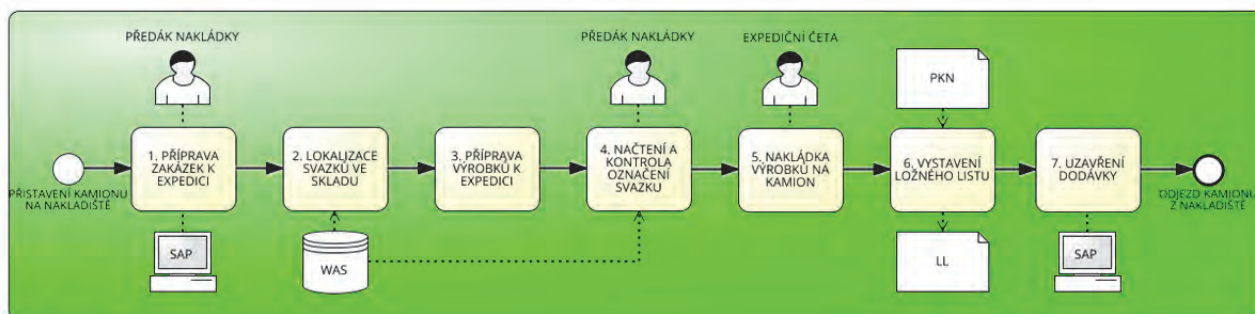
vytvořené pomocí BPMN využívají stanovené grafické prvky, tvary a značky. Stanovené prvky jsou flexibilní z hlediska velikosti, barvy, stylu čar a formátu textu. K existujícím grafickým prvkům je možné přidávat nové značky nebo indikátory [7].

Vytvořená procesní mapy vychází z informací a dat získaných během procesní analýzy provozu expedičního skladu ve vybraném metalurgickém podniku (obr. 2). Podle BPMN byly všechny zainteresované subjekty rozděleny do bazénů a následně do plaveckých drah, které byly pro přehlednost rozlišeny barevně. První, tmavě modrý bazén znázorňuje zákazníka. Dalším samostatným bazénem je Oddělení obchodu a logistiky ve společnosti. Bazén je rozdělen na dvě plavecké dráhy Obchod (červená) a Logistika (žlutá). Poslední bazén reprezentuje Expediční středisko. Bazén je rozdělen na dvě plavecké dráhy, a to na Silniční expedici (světle modrá) a Expediční sklad (zelená).

Uspořádání procesní mapy kvůli přehlednosti a úspoře místa nerespektuje časovou osu probíhajících událostí. Posloupnost jednotlivých procesů vyjadřuje sekvenční tok. Prvním symbolem celé mapy je Vznik potřeby válcovaných produktů a u zákazníka se nachází vlevo nahoře v bazénu zákazníka. Je to logicky začátek celého procesu. První událost v plavecké dráze je Silniční expedice Příjem požadavku k expedici se nachází také zcela nalevo, ačkoli neprobíhá zároveň se vznikem požadavku u zákazníka.

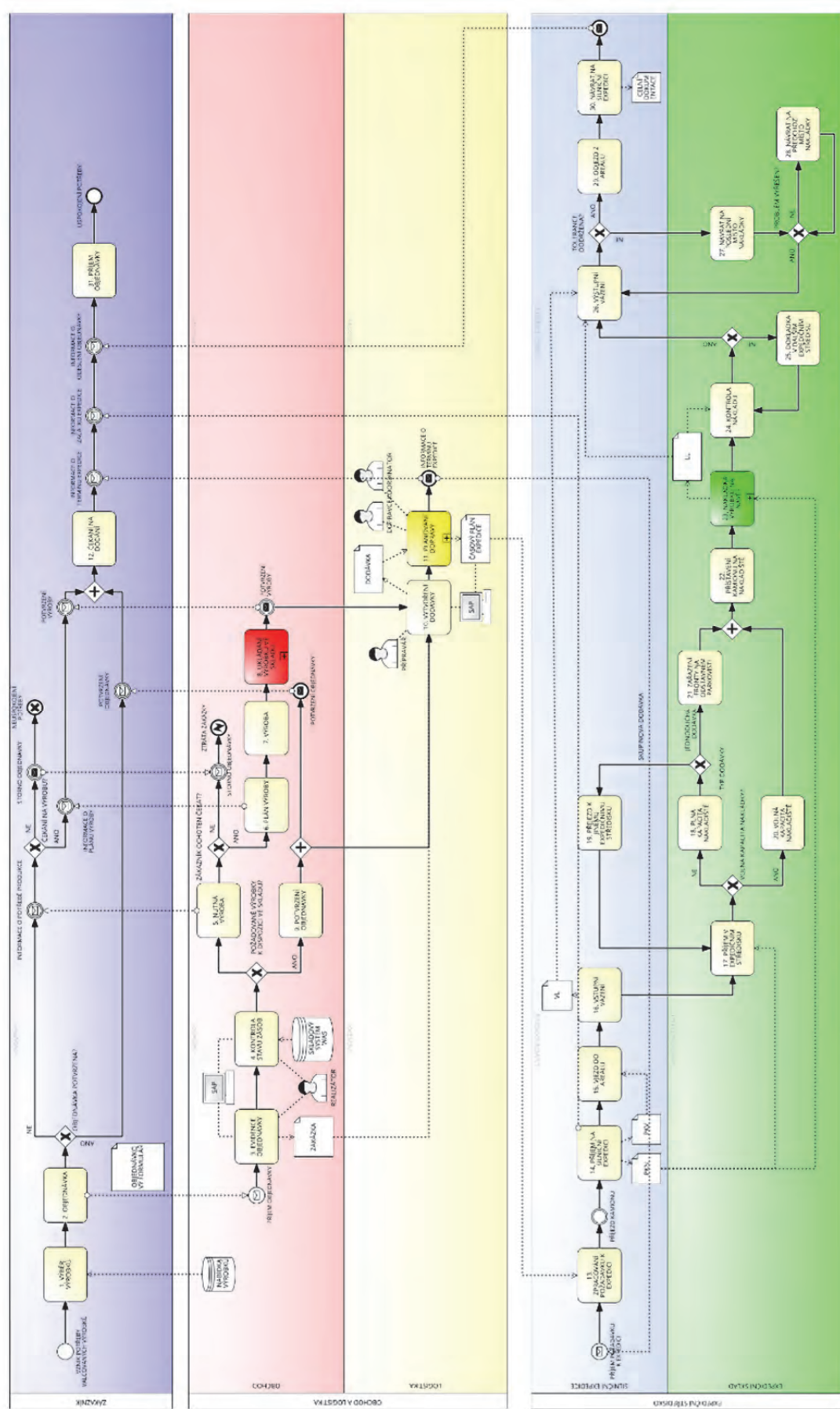
Pro lepší orientaci v následujícím textovém popisu procesní mapy jsou všechny dílčí aktivity v procesní mapě očíslovány. Procesní mapa sama o sobě totiž nemá dostatečnou vypovídací hodnotu a je vždy zapotřebí doplnit ji o textový popis, který obsahuje detailní charakteristiku všech vyobrazených skutečností. V procesní mapě jsou využity všechny základní prvky BPMN od symbolů pro aktivity, sekvenčního a informačního toku, databáze, informační systémy, zodpovědné osoby, dokumenty, rozhodnutí až po zprávy. Součástí procesní mapy jsou také tři dílčí sub-procesy. Pro tyto sub-procesy byly vytvořeny vlastní podrobnější procesní mapy. Dílčí procesní mapa jednoho ze sub-procesů je zobrazena na obr. 3. Toto využití hierarchické struktury BPMN umožňuje zachovat přehlednost hlavní mapy.

2. Aplikace BPMN při mapování expedičního procesu



Obr. 3 BPMN diagram sub-procesu nakládky kamionu. Zdroj: Vlastní

Fig. 3 BPMN diagram of sub-process of truck loading. Source: Own



Obr. 2 BPMN diagram expedičného procesu. Zdroj: Vlastní
Fig. 2 BPMN diagram of expedition process. Source: Own

3. Závěr

V článku byla představena metoda pro mapování a notaci podnikových procesů BPMN. Nejprve byla představena metodika obecně. Byly představeny základní prvky využívané při vytváření procesních map pomocí BPMN. V závěru článku byla demonstrována možnost využití BPMN při mapování logistických procesů v metalurgickém průmyslu. BPMN byla aplikována při vytváření procesní mapy expedičního procesu ve vybraném metalurgickém podniku. Vytvořená procesní mapa využívá kompletní paletu prvků BPMN a poskytuje kompletní a přehledný obraz současného stavu expedičního procesu. Takto vytvořená mapa bude sloužit především jako základ optimalizačního projektu zaměřeného na podporu rozhodovacích procesů při řízení logistických aktivit. Avšak může být využita také pro operativní řízení a kontrolu expedičního procesu.

BPMN vychází z tradice zápisů vývojových diagramů kvůli čitelnosti a flexibilitě. Metoda BPMN podnikům poskytuje schopnost porozumět svým interním postupům a procesům v grafické notaci a také organizacím umožňuje komunikovat tyto postupy standardizovaným způsobem. V současnosti existuje řada nástrojů a metod pro procesní modelování. Protože je však běžné, že jednotlivci přecházejí z jedné společnosti do druhé a že společnosti se budou spojovat a rozdělovat, nastávají situace, kdy obchodní analytici potřebují porozumět více reprezentacím podnikových procesů a často i různým

reprezentacím stejného procesu, který prochází životním cyklem vývoje, implementace, výkonu, monitorování a analýzy. Standardizovaná grafická notace jakou je BPMN proto usnadní porozumění a spolupráci uvnitř i mezi organizacemi. Podniky budou rozumět sobě i účastníkům svého podnikání a organizace budou schopné se rychle přizpůsobit novým interním a B2B obchodním okolnostem.

Literatura

- [1] CHRISTOPHER, M. *Logistics & Supply Chain Management*, the 5th ed. London: Pearson, 2016, 328 pp. ISBN 9781292083827
- [2] RICHARDS, G. *Warehouse Management: a Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse*, the 3rd ed. London: Kogan Page, 2018, 448 pp. ISBN 978-0-7494-7977-0
- [3] YALAOUI, A. *Optimization of Logistics*. Hoboken: NJ: ISTE Ltd/John Wiley and Sons, 2012, 320 pp. ISBN 978-1-84821-424-8.
- [4] BPMN 2.0 Tutorial – Get Started with Process Modeling USING BPMN. Camunda 2021, May 12. Retrieved 2021, Sept. 19, <https://camunda.com/bpmn/>.
- [5] *Business Process Modeling and Notation Guide*. BPMN Quick Guide. (2016, July 19). Retrieved 2021, Sept. 19, <https://www.bpmnquickguide.com/>.
- [6] *Business Process Model and Notation (BPMN), Version 2* [online]. Milford, USA: Object Management Group, Jan. 2011 [2021-2-3]. Dostupné z: <https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF>.
- [7] *BPMN Specification – Business Process Model and Notation*. Retrieved 2021, Sept. 19, <https://www.bpmn.org/>.

Betonářská ocel z LIBERTY Ostrava bude součástí výstavby “uzlu” v Plzni

LIBERTY Ostrava dodala betonářskou ocel v hodnotě cca 10 milionů korun na výstavbu podzemní komunikace v Plzni. Ocel zde bude použita na vyztužení stropní desky tunelového zárodku pod železniční tratí. Ostravská huť ročně vyrobí více než 240 tisíc tun betonářské oceli, která nachází uplatnění především na českém trhu.

“Vývoji tohoto typu oceli věnujeme v huti velkou pozornost a péči, a to především kvůli přísným požadavkům na bezpečnost u takových staveb. Naše betonářská ocel dodává stavbám vysokou pevnost a obtočí v nejnáročnějších aplikacích,” uvedl René Pelánek, vedoucí prodeje dlouhých výrobků v LIBERTY Ostrava.

Betonářská ocel z LIBERTY Ostrava bude využita na výztuž stropní desky 220 metrů dlouhého zárodku budoucího silničního tunelu v Plzni, tvořeného dvěma tubusy, který povede pod železniční tratí. V budoucnu pak bude zárodek dostavěn do podoby plnohodnotného obousměrného silničního tunelu o čtyřech pružích. Projekt s názvem *Uzel 5 Plzeň*, jehož součástí je modernizace železniční trati a příprava budoucího tunelu pomocí milánské metody, realizuje Správa železnic ve spolupráci s Ředitelstvím silnic a dálnic.

Kromě tuzemského trhu dodává huť betonářskou ocel zákazníkům v Polsku, Německu, Rakousku, Slovensku nebo Rumunsku. Tyče pro výztuž do betonu jsou jedním z moderních stavebních prvků, které jsou v dnešní době ve stavebnictví hojně využívány. Nalezneme ji ve stropních konstrukcích, podlahách, betonových mostech, silničních konstrukcích, výškových betonových stavbách, sloupech i v základech budov. Výroba oceli pro výztuž do betonu má v Ostravě dlouhou tradici. V ostravské huti se od 80. let vyrobilo více než 4 miliony tun této oceli.

- Z tiskové zprávy -

Zprávy z Ocelářské unie a.s.

Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2020 a 2021

	Výroba *)			Výroba	Index	Výroba	Index	Výroba	Index
	Červen	Červenec	Leden-Červenec	Červen		Červenec		Leden-Červenec	
	2021	2021	2021	2020	2021/2020	2020	2021/2020	2020	2021/2020
	(tis. t)			(tis. t)	(%)	(tis. t)	(%)	(tis. t)	(%)
KOKS									
ČR	156,80	163,81	1087,32	118,37	132,47	120,98	135,41	884,49	122,93
AGLOMERÁT									
ČR	485,61	514,88	3408,66	388,14	125,11	371,73	138,51	2944,12	115,78
SUROVÉ ŽELEZO									
ČR	350,22	363,00	2465,05	232,69	150,51	268,87	135,01	2012,53	122,49
SUROVÁ OCEL									
ČR	440,56	444,29	3069,93	298,69	147,50	337,05	131,82	2574,97	119,22
KONTISLITKY									
ČR	415,30	423,11	2901,39	279,00	148,85	322,11	131,35	2411,59	120,31
BLOKOVNY									
ČR	51,26	55,27	369,11	46,25	110,84	43,08	128,29	340,93	108,27
VÁLCOVANÝ MATERIÁL									
ČR	437,10	420,64	2987,42	300,99	145,22	319,56	131,63	2612,50	114,35
TRUBKY									
ČR	35,01	29,38	232,59	34,41	101,73	28,24	104,04	222,95	104,32
TAŽENÁ, LOUPANÁ, BROUŠENÁ OCEL									
ČR	18,46	18,83	134,84	14,36	128,51	15,62	120,54	118,18	114,10
STUDENÁ PÁSKA KLASICKÁ									
ČR	1,48	1,14	8,96	0,90	164,01	1,18	96,78	7,90	113,50

POZNÁMKA: *) Za poslední měsíc jsou údaje předběžné.

Zpracoval: Ocelářská unie a.s. Praha – Jiří Dufek



Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2020 a 2021

	Výroba *)			Výroba	Index	Výroba	Index	Výroba	Index
	Červenec	Srpen	Leden-Srpen	Červenec		Srpen		Leden-Srpen	
	2021	2021	2021	2020	2021/2020	2020	2021/2020	2020	2021/2020
	(tis. t)			(tis. t)	(%)	(tis. t)	(%)	(tis. t)	(%)
KOKS									
ČR	163,81	161,23	1248,55	120,98	135,41	126,63	127,32	1011,12	123,48
AGLOMERÁT									
ČR	514,88	449,67	3858,33	371,73	138,51	383,29	117,32	3327,40	115,96
SUROVÉ ŽELEZO									
ČR	363,00	308,23	2773,28	268,87	135,01	269,58	114,34	2282,11	121,52
SUROVÁ OCEL									
ČR	444,29	372,34	3442,27	337,05	131,82	332,47	111,99	2907,45	118,40
KONTISLITKY									
ČR	423,11	345,85	3247,24	322,11	131,35	318,72	108,51	2730,32	118,93
BLOKOVNY									
ČR	55,27	49,81	418,92	43,08	128,29	43,43	114,69	384,36	108,99
VÁLCOVANÝ MATERIÁL									
ČR	420,64	389,69	3377,12	319,56	131,63	324,31	120,16	2936,82	114,99
TRUBKY									
ČR	29,38	25,12	257,71	28,24	104,04	22,21	113,06	245,17	105,12
TAŽENÁ, LOUPANÁ, BROUŠENÁ OCEL									
ČR	18,83	16,57	151,40	15,62	120,54	9,46	175,14	127,64	118,62
STUDENÁ PÁSKA KLASICKÁ									
ČR	1,14	1,04	10,01	1,18	96,78	0,96	108,64	8,86	112,97

POZNÁMKA: *) Za poslední měsíc jsou údaje předběžné.

Zpracoval: Ocelářská unie a.s. Praha – Jiří Dufek



EUROPEAN GREEN DEAL

Vážení čtenáři Hutnických listů,

v následujících příspěvcích vás chceme seznámit s možnými alternativami na "Zpracování CO₂". Myslím si, že vznikající CO₂ jako nežádoucí produkt hutnické výroby by bylo možno zpracovat jinými technologiemi. Jde sice zatím o málo ověřené a investičně náročné cesty, ale na druhé straně by nebylo třeba zasahovat do technologie výroby oceli, a tím se vyhnout problémům s vyráběným sortimentem ocelí, které by mohly nastat při změně technologie výroby. A co je podstatné, hutní podnik by pak mohl být zachován jako celek. Je zcela samozřejmé, že celá problematika není tak jednoduchá a je třeba vzít do úvahy i ostatní aspekty, ale celý svět v současné době hledá nové cesty ve snižování vypouštěného CO₂ do ovzduší.

Jaroslav Pindor

GREEN DEAL ze světa

Na Islandu spouštějí největší zařízení na vycucávání uhlíku na světě-Orca

Orca je „vysavač“ oxidu uhličitého z atmosféry. Používá filtrační materiál, který pohltí nepopulární plyn ze vzduchu, smísí ho s vodou, a nakonec ho vstříkne kilometr pod zem do čediče. Celé zařízení kompenzuje emise asi 870 automobilů. Je to sice jen kapka v moři, ale každý začátek je těžký. V atmosféře je příliš oxidu uhličitého. Jednou z možností je tenhle skleníkový plyn odstranit. Normálně to dělají třeba rostliny, když ale nestíhají, mohou oxid uhličitý vycucávat naše technologie. Koncem léta bylo na Islandu slavnostně spuštěno doposud největší zařízení na pohlcování oxidu uhličitého na světě.

Vysavač oxidu uhličitého se jmenuje Orca, což zoologicky nalaďenému čtenáři připomene anglický výraz pro kosatku, který se odvozuje zřejmě již z dávné řečtiny. V tomto případě ale bylo motivací slovo „orka“ z islandštiny, které v tomto starobylém a složitým severogermánském jazyce znamená „energie“. Zařízení tvoří celkem 4 jednotky, z nichž každá se skládá ze dvou kovových kvádrů, které připomínají standardní přepravní kontejnery.

Zařízení Orca vybudovala švýcarská společnost Climeworks ve spolupráci s islandským Carbfixem. Jak sdělili výrobci, ve své dnešní podobě by Orca měla vysosat z atmosféry zhruba 4 tisíce tun oxidu uhličitého ročně. Podle americké vládní agentury EPA (Environmental Protection Agency) to odpovídá emisím, které za rok v průměru vypustí asi 870 automobilů. Orca pracuje tak, že nápadné větráky vhánějí do jednotek okolní vzduch. Uvnitř se dostane do kolektoru, v němž je umístěný filtrační materiál. Když je tento materiál plný oxidu uhličitého, je kolektor uzavřen a je v něm zvýšena teplota, což vede k uvolnění oxidu uhličitého v podobě vysoce koncentrovaného plynu. Takto získaný oxid uhličitý je následně smíchaný s vodou a vstříknut do hloubky asi 1 kilometru, do čedičových hornin, které se nacházejí nedaleko. Tam pak oxid uhličitý „zkamení“.

Průznivci těchto CSS (carbon capture and storage) technologií věří, že by se z nich mohla stát zásadní zbraň v boji s nepříznivými poměry v atmosféře. Kritici naopak upozorňují, že tyto technologie jsou doposud tak drahé, že to

zásadně komplikuje jejich ekonomickou životaschopnost, a že to zřejmě potrvá ještě desítky let, než se významněji projeví v globálním měřítku.

<https://www.osel.cz/...982>

Sériová výroba se rychle blíží

Vědci z německého Technologického institutu v Karlsruhe se stále rychleji přibližují sériové výrobě syntetického paliva, které by mělo být neutrální z pohledu emisí skleníkových plynů. K jeho vytvoření totiž bude potřeba pouze vzduch a voda, energii k jeho výrobě pak dodá zelená elektřina.

Syntetická paliva, jejichž vývojem se v současné době zabývá velké množství vědeckých týmů po celém světě, jsou považována za budoucnost přechodu na nízkoemisní či bezemisní dopravu. Díky rychlému vývoji se tak už v současné době začínají objevovat velké pokroky mnoha firem, ale i vědců v jejich uvádění do praxe.

A právě k sériové výrobě svého paliva by brzy mohl dojít i Technologický institut v Karlsruhe (KIT), který jedno z takzvaných e-paliv vytváří. Už v současné době totiž vědci podrobují zkušebnímu provozu systém, jež bude nové palivo vyrábět.

Ten pracuje už od roku 2019 a ke stvoření ekologičtějšího paliva oproti těm v současnosti využívaným konvenčním palivům využívá pouze oxid uhličitý získávaný ze vzduchu, vodu a zelenou elektřinu z obnovitelných zdrojů. Modulární systém, který nyní institut uvedl do provozu, se vejde do přepravního kontejneru a zatím dokáže vyrobit přibližně 10 litrů syntetického paliva denně a v následujících letech až 300 litrů denně.

Další fáze výroby, se kterou odborníci počítají od roku 2022, by už měla zvládnout kapacity mnohem vyšší, a to až do objemu 300 litrů vyrobeného paliva denně.

„Toto je poslední krok na cestě k průmyslovému použití“, říká profesor Roland Dittmeyer z KIT a dodává: „Systémy tohoto typu výstavby přispějí k tomu, aby byl sektor dopravy a chemický průmysl udržitelnější pomocí e-paliv a e-chemikálií.“

Vědci současnou fázi vývoje označují jako poslední na cestě k průmyslové aplikaci. Škálování systému pro větší objemy výroby je totiž posledním důležitým krokem, který je nutné provést v rámci univerzitního výzkumu. Jakmile bude tato fáze dokončena, chtěli by odborníci začít zpřístupňovat technologii P2X k sériové výrobě.

<https://energozrouti.cz/...280>

Ze zločince zachráncem? Baterie s oxidem uhličitým skvěle skladuje elektřinu

Systém startupu Energy Dome využívá příznivé fyzikální vlastnosti oxidu uhličitého k efektivnímu a levnému uskladňování energie rozvodných sítí. Proces zahrnuje zahřívání a ochlazování oxidu uhličitého, jeho převádění na kapalinu a zase na plyn, a také flexibilní kupoli, která dala jméno celému startupu.

Oxid uhličitý, donedávna nenápadný plyn, získává mnoho nových podob. Drží naši planetu nad permanentní dobou ledovou. Zároveň ji ohrožuje přílišným přehřátím, takže si vysloužil pověst klimatického padoucha. Teď se zdá, že dostane šanci si tuto reputaci poměrně překvapivým způsobem vylepšit.

Italský startup Energy Dome přichází s novým konceptem (mega)baterie, která by měla velmi efektivně, levně a dlouhodobě uchovávat energii na úrovni rozvodné sítě. Takové baterie jsou přitom nezbytné pro větší rozvoj obnovitelné energetiky, protože přírodní zdroje energie často podléhají vrtochům.

Energy Dome tvrdí, že jejich systém baterie na oxid uhličitý, který využívá již existující standardní technologie, by v příštích letech mohl dosáhnout ceny uskladnění energie (LCOS, levelised cost of storage) cca 50 až 60 dolarů za 1 MWh. U dnes často používaných lithium-iontových baterií to přitom dělá 132-245 dolarů/MWh, zatímco soudobý lídr na trhu CRYOBattery od Highview Power to umí za 100 dolarů/MWh.

Šéf Energy Dome Claudio Spadacini uvádí, že jejich systém má celkovou účinnost asi 70-80 procent, čímž převyšuje všechna soudobá srovnatelná zařízení, včetně systémů s kapalinou a vzduchem, se stlačeným vzduchem i gravitačních systémů. Odvětví baterií pro rozvodné sítě se ale právě velice dynamicky rozvíjí, takže je docela dobře možné, že tento primát nebude Energy Dome držet dlouho.

Jak to funguje? Baterie s oxidem uhličitým spojuje prvky termálního ukládání energie, systémů kapalina-vzduch i systémů se stlačeným vzduchem. V systému Energy Dome je oxid uhličitý stlačen na tlak 60 barů čili přibližně 60 atmosfér. To přemění plyn na kapalinu o teplotě 300 °C. Vytvořené teplo je odebíráno a uskládáno ve speciálních „cihlách“ z ocelových kuliček a kvarcitu (křemence), pro pozdější využití. Při tom dojde k ochlazení oxidu uhličitého, který následně kondenzuje do podoby kapaliny a je uchováván v nádržích.

Když má systém Energy Dome vydat uloženou elektřinu, tak je oxid uhličitý opět přeměněn na natlakovaný plyn, který se díky uskladněnému teplu ohřeje na 290 až 300 °C. Horký oxid uhličitý vstupuje do expanzní turbíny, kde se rychle rozpíná a pohání rotor, který vyrábí elektřinu. Nestlačený oxid uhličitý je uskladněn při teplotě ve flexibilní kupoli (dome) z textilu potaženého PVC, podle které se jmenuje celý startup, a je zde připraven pro opětovné použití. Zmíněná kupole přitom není žádnou převratnou novinkou, prakticky stejné se používají v bioplynových provozech.

Jak říká Spadacini použití oxidu uhličitého přináší ohromnou výhodu v tom, že ho lze při natlakování zkapalnit při teplotě 30 °C. Naproti tomu u vzduchu je to teplota minus 150 °C. Tento dramatický rozdíl se výrazně projevuje v mnohem nižší spotřebě energie u Energy Dome, což vede k nižším nákladům a vyšší celkové účinnosti. Systém Energy Dome je kompletně uzavřený a nevytváří žádné emise. Čas ukáže, jak si tato technologie povede ve tvrdé konkurenci.

<https://www.osel.cz/...606>

Co s nepopulárním oxidem uhličitým? Udělat z něj grafen!

Je to jako dvě mouchy jednou ranou. Nová technologie odebere oxid uhličitý z atmosféry a udělá z něj oblíbený 2D materiál grafen. Stačí k tomu vodík, běžný tlak, teplota 1 000 °C a pevný katalyzátor se substrátem v jednom z mědi a paladia.

Každá doba má svoje kladné hrdiny, i ty záporné. Dnes je jedním z hlavních záporáků oxid uhličitý, i když jeho „vina“ je jen kvantitativní. Není to žádný jed, který bychom měli kompletně odstranit z povrchu zemského. V takovém případě by totiž naše planeta zmrzla a zastavila by se kyslíková fotosyntéza.

Nicméně, omezit emise oxidu uhličitého bychom mohli, a také poněkud snížit množství tohoto skleníkového plynu v atmosféře. A tady se otevírá velký prostor pro kreativní nápady. Oxid uhličitý je sice obtížně využitelná molekula, s důmyslnou technologií by se ale mohl stát zajímavým zdrojem.

Vědci německého výzkumného institutu Karlsruher Institut für Technologie (KIT) nedávno vyvinuli jednoduchý postup, s jehož pomocí lze proměnit problematický oxid uhličitý na dnes všeobecně oblíbený a žádoucí grafen. Ten má celou řadu pozoruhodných vlastností, je slibný v mnoha oblastech, a přitom je svůdně jednoduchý. Je to prostě 2D film z jediné vrstvy atomů uhlíku.

Na samotném počátku se grafen „vyráběl“ slupování z grafitu pomocí lepicí pásky. Ted' už máme k dispozici celou řadu méně či více pozoruhodných postupů, jimiž je možné grafen vyrobit, ať už ze dřeva, eukalyptových listů nebo třeba ze sójových bobů. Nejběžněji užívaným postupem je dnes chemická depozice z plynné fáze (CVD, Chemical Vapor Deposition). Spočívá v pumpování zdroje uhlíku, nejčastěji metanu, do směsi s jinými plyny, a také materiálem, který slouží jako katalyzátor a substrát. Plynná směs reaguje s materiálem a na povrchu substrátu vytváří vrstvu graf.

Postup týmu KIT je velmi podobný, je namísto metanu používají oxid uhličitý. Míchají ho s vodíkem v reakční komoře, kde je v roli katalyzátoru a substrátu plátek z mědi a paladia. Grafen tam vzniká za běžného atmosférického tlaku a při

teplotách až 1000 °C. Jak říká vedoucí výzkumu Mario Ruben, když se správně vyladí poměr mědi a paladia, tak přeměna oxidu uhličitého na grafen probíhá tak jak má, v jednoduchém procesu s jediným krokem.

Badatelé již ověřili, že jejich postup funguje, a že je s ním možné vyrobit grafen jak v jedné vrstvě, tak i v několika vrstvách na sobě. Teď pracují na tom, aby tímto postupem bylo možné vyrábět přímo elektronické komponenty z grafenu.

<https://www.osel.cz/...tml>

Geotermální elektrárna pumpuje CO₂ pod zem a nechá ho zkamenět

Island, to je místo jako stvořené pro zázraky. Vědci a technici z místní elektrárny dokázali něco, co bylo považováno za nemožné. Napumpovali do země emise oxidu uhličitého a tam je nechali za pár měsíců zkamenět. Na první pohled to možná není až tak ohromující, ve skutečnosti je to ale mnohem rychleji, než by kdo čekal. A nejde jenom o rekord. Odborníci už dlouho chtějí skladovat CO₂ pod zemí, zatím ale mají strach, že by jim odtamtud mohl uniknout nebo snad dokonce explodovat. Zkamenělý oxid je krotký. Islandský zázrak se stal trhákem nového čísla časopisu Science.

Hlavní roli v tomto příběhu hraje podivuhodná islandská geotermální elektrárna Hellisheidi, momentálně největší zařízení svého druhu na světě. Hellisheidi zásobuje elektrinou největší islandské město Reykjavík, není to ale úplně čistý proces. Při provozu elektrárny se uvolňují vulkanické plyny, včetně oxidu uhličitého nebo třeba nepěkně páchnoucího sulfanu. Vypustí tu zhruba 40 tisíc tun CO₂ ročně, což je jen 5 procent z emisí uhelné elektrárny se srovnatelným výkonem. I tak to ale není úplně zanedbatelné.

V Hellisheidi proto v roce 2012 spustili projekt Carbfix, který by jim měl vyřešit emise oxidu uhličitého. Jde o technologii, která míchá plyny s čerpanou vodou a vzniklý roztok vstříkne zpět do podzemních vulkanických hornin, do hloubky 400 až 800 metrů. Když se čedič setká s oxidem uhličitým a vodou, tak se rozeběhnou chemické reakce, na jejichž konci je bělavý minerál uhličitán. Zatím ale nikdo nevěděl, jak dlouho tohle může trvat. Podle dosavadních výzkumů trvá tento proces ve většině hornin stovky, nebo dokonce tisíce let. Jenže v čediči pod Hellisheidi zkamenělo 95 procent napumpovaného oxidu uhličitého za méně než 2 roky.

Podle hydrologa Martina Stuteho z Lamont-Doherty Earth Observatory Kolumbijské univerzity, který byl spoluautorem publikace výzkumu, to znamená, že teď můžeme napumpovat velké množství CO₂ pod zem ve velmi krátkém čase a bezpečně. Stačí prý jenom najít horniny podobných vlastností, jako jsou po elektrárnou Hellisheidi. Podle Stuteho jich je spousta. Prakticky celé dno oceánu a asi 10 procent hornin na souši

Vědci si už dlouho dělají zálsk na lapání oxidu uhličitého a jeho ukládání někde mimo atmosféru. Výsledky ale zatím za moc nestojí. Panují obavy, že plynný oxid uhličitý bude unikat trhlinami z podzemí do atmosféry, případně že podzemní rezervoáry naruší spontánní zemětřesení nebo otřesy vyvolané samotným uskládáváním oxidu uhličitého. Jediný větší projekt tohoto typu v severní Americe momentálně běží na uhelné elektrárně v kanadském Saskatchewanu. Doprovázejí ho technické problémy a polapený oxid uhličitý tam posílají těžařům, aby jim pomáhal těžít další ropu, což je poněkud uhlíkově ironické.

Prosadí se pohlcování oxidu uhličitého v čediči? O technologii se už zajímají další geotermální elektrárny. Asi největší užitek by ale mohla přinést elektrárnám na fosilní paliva, hutím a podobným zařízením těžkého průmyslu. Problém by mohl být s vodou – na 1 tunu zkamenělého CO₂ je třeba 25 tun vody. Může to ale být i mořská voda, o kterou není taková nouze. Ještě větší problém představují bakterie, které rády mlsají uhličitany a přitom uvolňují metan, ještě účinnější skleníkový plyn. Mikrobiologové teď kvůli tomu intenzivně studují mikroby v okolí projektu Carbfix. Jak je vidět, s oxidem uhličitým není snadné porázení.

<https://www.osel.cz/...tml>

Uhlíková otočka: Nová technologie předělá oxid uhličitý zpátky na uhlí

Co kdybychom lapali oxid uhličitý ze vzduchu a dělali z něho pevný uhlík? Fosilie v takovém uhlí bohužel nebudou, ale i tak by mohlo nalézt řadu zajímavých uplatnění. S technologií katalyzátoru z kapalného kovu je recyklace uhlí vyloženou zábavou

Mnozí nařikají nad tím, že spalujeme fosilní suroviny a uvolňujeme z nich oxid uhličitý. Ten je sice fajn, protože udržuje naši planetu nezmrzlou, jenomže všeho moc škodí. Co kdybychom ale tenhle technologický krok doslova obrátili? A vyráběli z nadbytečného oxidu uhličitého uhlí?

Zní to rozverně, ale přesně tohle dělá výzkumný tým, který vedou lidé z australské techniky RMIT v Melbourne. Používají katalyzátor z kapalného kovu a s jeho pomocí efektivně vyrábějí z plynného oxidu uhličitého pevné částice uhlíku. Jde o zásadní průlom, který by mohl změnit soudobé technologie ukládání uhlíku. Jejich výzkum publikoval časopis Nature Communications.

Dnešní průmyslové technologie ukládání uhlíku se obvykle spoléhají na stlačování oxidu uhličitého do podoby kapaliny, která je následně transportována na úložiště, kde skončí pod zemí. Jak se ale dalo očekávat, tyto technologie doprovázejí problémy. Jednak nejsou příliš ekonomicky životaschopné a zároveň panují obavy o důsledky případných úniků oxidu uhličitého z takových úložišť.

Torben Daeneke a jeho spolupracovníci jsou přesvědčeni, že přeměna oxidu uhličitého na uhlí by mohla fungovat lépe. Daeneke s lítostí připouští, že zatím neumějí z oxidu uhličitého vytvořit plnohodnotné uhlí a vrátit ho pod zem. Ale tím, co už dovedou, vlastně přetáčí „emisní“ hodiny proti tradičnímu směru jejich hodinových ručiček.

Podle Daenekeho až doposud technologie přeměny oxidu uhličitého na pevný uhlík zahrnovaly extrémně vysoké teploty, čímž bylo jejich průmyslové využití finančně nepraktické. Když ale Daeneke s kolegy použili jako katalyzátor kapalné kovy s nanočásticemi vytvořenými z prvku ceru, tak se jim povedlo vyrobit pevný uhlík z plynného oxidu uhličitého za pokojové teploty. Tím pádem tenhle proces dostává vstupenku do průmyslové výroby, i když ještě zbývá udělat spoustu výzkumu a vývoje.

Jak to funguje? Badatelé vyvinuli katalyzátor z kapalného kovu s cerovými nanočásticemi, který má specifický povrch. Velmi účinně vede elektrický proud a jeho povrch se přitom chemicky aktivuje. Oxid uhličitý je rozpouštěn v nádrži s kapalným elektrolytem, k němuž je přimíchané malé množství zmíněného kapalného kovu. Do této směsi se následně pouští elektrický proud. Oxid uhličitý se poté pomalu přeměňuje na vločky pevného uhlíku, které se postupně odlupují od povrchu kapalného kovu.

Tímto postupem může probíhat nepřetržitá produkce vloček „uhlí“. Podle badatelů je možné takto vyrobený uhlík používat jako výkonnou elektrodu. Technologie zuhelnění oxidu uhličitého vytváří uhlík, který je schopný pojmout elektrický náboj. S trochou snahy by se takový uhlík mohl uplatnit například při výrobě budoucích elektromobilů a podobných strojů. Zároveň jako vedlejší produkt vzniká palivo, které by rovněž mohlo nalézt praktické uplatnění.

<https://www.osel.cz/...tml>

Vodíkovou strategií k snížení emisí skleníkových plynů (2. část)

V minulém čísle našeho časopisu jsme uvedli 1. část rozhovoru s Ing. Petrem Mervartem, zmocněncem ministra průmyslu a obchodu pro vodíkové technologie o nově vznikající Vodíkové strategii ČR. Vznikl jako reakce na dokument Evropské unie Zelená dohoda pro Evropu, v níž se mimo jiné nastiňují opatření k tomu, aby Evropa do roku 2050 byla uhlíkově neutrálním kontinentem. Právě vodík je pro většinu evropských zemí cestou k redukci emisí skleníkových plynů a je vnímán jako prostředek k dosažení uhlíkové neutrality i pro odvětví, která by se jinak jen velmi těžko dekarbonizovala.

Z našeho rozhovoru vyplývá, jak velmi důležitý je v těchto oblastech právě výzkum. Všichni byli zvyklí na nějakou formu své technologie, a najednou jsou tlačeni ke změnám. Také banky už slyší na Zelenou dohodu pro Evropu. Budou doporučení, která vydáte, zahrnovat celou šíři této problematiky? Od podpory výzkumu až po podporu investic? Budete styčný důstojník?

Jsem zodpovědný za oblast vodíku, nejsem zmocněnec pro Zelenou dohodu pro Evropu, za tu má zodpovědnost Ministerstvo životního prostředí. Nejsem schopen detailně říct, jaký bude další vývoj v celé oblasti naplňování cíle snižování emisí skleníkových plynů. My navrhujeme rozdělit celkový problém dosažení uhlíkové neutrality na menší problémy, řešit to po jednotlivých sektorech, o kterých jsem hovořil, to znamená energetika, hutnictví, chemický průmysl, papírenský průmysl, výroba cementu, cihel a keramiky. Analytické přístupy, které jsme použili pro vodíkové technologie, by se mohly aplikovat i pro jiné oblasti.

Vodíková strategie nepřebíjí ostatní strategie. Musíme najít styčné body mezi jednotlivými strategiemi a zajistit jejich koordinaci a konvergenci. Vodíková strategie se například prolíná v některých oblastech s Energetickou koncepcí ČR a musíme zajistit, aby tyto dokumenty byly navzájem provázány a sladěny. Další dokument, na který navazujeme a který existuje paralelně k Vodíkové strategii ČR, je například Národní akční plán čisté mobility. Musíme zabezpečit, aby cíle a prostředky v obou dokumentech byly sladěny.

A to samé platí i v hutnictví. Musíme využívat ty struktury a ten rámec, které již fungují a v okruhu existujících struktur hledat optimální řešení. Určitě budeme ve styku s Ocelářskou unií a společně budeme diskutovat problematiku transformace hutnictví a využití vodíkových technologií.

Analýzovali jste, jakou má Česká republika pozici z hlediska výroby vodíku a přichází v úvahu i obnovitelné zdroje?

O obnovitelných zdrojích se hodně mluví, je to vlastně první řešení. Myslíme tím hlavně solární elektrárny a větrné elektrárny a jejich napojení na elektrolyzéry a výrobu vodíku. To jsou technologie, které se běžně používají. Nicméně v České republice je jeden problém, máme dost omezený počet hodin slunečního svitu. Když to srovnáme se zeměmi jižní Evropy, Řeckem a jižní Itálií, ty mají více než dvojnásobek slunečního svitu než my. Obrovská výhoda výroby vodíku ze sluneční energie nebo větru je v tom, že prvotní vstupy jsou zadarmo. Vyrobený vodík ale zadarmo není, musí se zaplatit technologie nutné k jeho výrobě: solární panely, elektrolyzéry, kompresory a tlakové zásobníky. Pokud někde svítí slunce dvakrát tak dlouho než u nás, bude také utilizace výrobních zařízení dvojnásobná a vodík na výstupu bude stát polovinu toho, co u nás.

U nás musíme začít s výrobou vodíku z obnovitelných zdrojů, protože je to nejjednodušší řešení. V okamžiku, kdy se sníží náklady na dopravu otevřením vodíkových plynovodů a začne se objevovat velké množství vodíku z jihu, bude dovážený vodík levnější a dostupnější.

Máme tedy dvě možnosti, buď čekat, až se sem přiveze spousta vodíku z jihu a nic dalšího nedělat, nebo hledat nějaké alternativní zdroje vodíku už nyní. Zatím máme vytipovány tři oblasti, které bychom mohli využívat. První z nich je pyrolýza organických odpadů, což je jedna z technologií, které mají obrovský potenciál. Nicméně tato technologie se už vyvíjí deset let a pořád není tam, kde by měla být. Další možností je výroba vodíku ze zemního plynu parním reformingem, jde o dobře zvládnutou levnou technologii, problém ale je, že se při ní uvolňuje velké množství



kyslíčnicku uhličitého. Ten musíme zachytávat a buď ho někam ukládat nebo zpracovávat. V České republice máme k ukládání poměrně omezený prostor. V minulosti byly připraveny studie o možnostech skladování CO₂ pod zemí, takže jsou vytipována místa, kde bychom CO₂ mohli ukládat. Prioritně bychom se měli zabývat tím, jestli najdeme pro kyslíčnick uhličitý uplatnění a mohli z něj něco rozumného vyrábět. Dalším řešením pro výrobu nízkouhlíkového vodíku je elektřina a teplo z jaderných elektráren.

Toto jsou oblasti, které chceme dále zkoumat. Mimo obnovitelných zdrojů energie, jež jsou prioritním řešením, máme ještě tři další potencionální zdroje nízkouhlíkového vodíku, kterým bychom se chtěli věnovat a v průběhu času se možná objeví i další perspektivní možnosti.

A co vodík vyráběný z vodních elektráren?

To je otázka, na kterou jsem už několikrát odpovídal: výroba vodíku na vodních elektrárnách v našich podmínkách je skoro jako zločin. Zločin z toho důvodu, že vodní elektrárny mají obrovskou výhodu v tom, že mohou velmi rychle regulovat svůj výkon. To je to, co potřebujeme. Čím více budeme zvyšovat podíl obnovitelných zdrojů, tím více máme nepredikovatelného výkonu. Jediný obnovitelný zdroj, který se může dobře regulovat a může fungovat, když nefouká vítr a nesvíti slunce, jsou právě vodní elektrárny. Čím více budeme používat obnovitelné zdroje jako je slunce a vítr, tím více musíme využívat vodní elektrárny, aby nahrazovaly chybějící výkon. Vodík je také jednou z možností, jak vyrovnávat chybějící výkon, ale vyrábět vodík z vodních elektráren je problematické, protože se tím dobrovolně vzdáváme efektivní možnosti regulace dodávky elektrické energie.

Jaká je spolupráce ve vodíkové strategii s dalšími evropskými zeměmi?

Samozřejmě spolupracujeme. Na celoevropské úrovni existuje řada programů. Úzce spolupracujeme s Hydrogen Europe a s European Clean Hydrogen Alliance, Česká republika se stala jejím zakládajícím členem. Snažíme se podporovat spolupráci podniků v rámci Významných projektů společného evropského zájmu, tzv. IPCEI (Important Projects of Common European Interest), kde se teď na jaře bude otevírat projekt celoevropské spolupráce v oblasti vodíku a kde máme přihlášeno několik projektů. Je celá řada i dalších programů, které fungují už několik let, snažíme se do nich zapojit, a otevírat dveře českým organizacím a podnikům, aby mohly těchto programů efektivně využívat.

Je tato spolupráce bezkonfliktní?

To je případ od případu. Otázka je, co je konfliktní a bezkonfliktní. Různé země mají různé přístupy, největší třetí plocha je problematika obnovitelného vodíku. Česká republika prosazuje, a nejsme v tom osamoceni, aby se vodík posuzoval jen podle množství uhlíku, který vznikl při jeho výrobě. Jde nám samozřejmě o to, aby obsah uhlíku nepřesahoval určitou nízkou hranici. V tom je konflikt, protože některé země chtějí používat jen obnovitelný vodík. Obnovitelný vodík je samozřejmě také naší prioritou. Kdybychom se vrhli jen na obnovitelný vodík, znamenalo by to ohrožení zavádění vodíku v České republice, protože obnovitelného vodíku bude minimálně v počátečních fázích málo. Vždycky někdo vytáhne pěkné analýzy, že když se bude vodík vyrábět na Sahaře, tak to množství sluneční energie, které tam dopadne, pokryje všechny naše energetické potřeby. Vodík ze Sahary zatím není k dispozici, proto musíme využívat i jiné možnosti.

Trošku mě překvapilo, že země, které jsou nejdál ve využití vodíku, jako je Japonsko, Korea, Spojené státy a speciálně Kalifornie, se příliš otázkou, zda jde o obnovitelný vodík, nezabývají. Jde jim jen o to, aby to byl vodík za rozumnou cenu a není pro ně primárně důležité, jak se ten vodík vyrobí. My však v naší vodíkové strategii prosazujeme, aby využívaný vodík byl nízkouhlíkový. Musíme sledovat, aby měl vodík co nejmenší emisní stopu, aby se nestalo, že budeme podporovat nákup nákladůků, které jezdí na vodík a stojí dvakrát tolik než klasické nákladáky na naftu, budeme dotovat výrobu vodíku, a nakonec emisní stopa bude horší, než kdybychom jezdili s nákladáky, které využívají naftu. Musíme zajistit, aby se celková emisní stopa, což je jeden z hlavních cílů, proč vodíkovou strategii vytváříme. Neměli bychom se úzce držet toho, že všechen vodík se musí vyrobit jen jedním způsobem. Ani emisní stopa vodíku ze solárních elektráren není úplně nulová, když do ní započítáváme výrobu solárních panelů, elektrolyzérů a dalších zařízení nutných k distribuci vodíku.

Já jsem se setkal osobně už s tím, že některé firmy začínají něco dělat, ale to, co vyvíjejí, tají, berou to jako obchodní tajemství. Setkal jste se s tímto problémem? Je to byznys, je krásné, že vyhlásíme bezuhlíkovou Evropu, ale na druhé straně, silní zvítězí...

Máte pravdu, tak to je. Tento problém má ale spoustu rozměrů. Vodíkové technologie jsou na první pohled velmi jednoduché. Když se mně na jedné besedě ptali, co vidím jako největší problém vodíkových technologií, odpověděl jsem, že největší problém je právě to, že to vypadá velmi jednoduše. Protože každý z nás zná ještě ze školy pokus, že

když vezmete plochou baterku se dvěma dráty, strčíte ji do vody, vytvoří se bublinky vodíku a kyslíku, takže vodík si může vyrobit každý. Takže technologie vypadá na první pohled jednoduše.

Podívejme se na vodíková auta, kde všechny technologie už existují. Máme palivové články, máme baterky, máme elektrické pohony, máme nádrže na vodík, všechno funguje, ale problém je, že je to drahé. Právě ekonomika kolem vodíku je hodně složitá, to bude ten největší boj. Dá se zlepšit dvěma způsoby, jednak novými technologiemi, například palivové články, které nebudou vyžadovat tolik platiny, jednak zvyšováním produkce a snižováním nákladů. Není problém postavit výrobní linku, která by produkovala ohromné množství palivových článků, ale je nutné mít na ty palivové články zajištěný odbyt.

Ve vývoji efektivních vodíkových technologií se dá očekávat největší konkurenční boj. Nebude však příliš jiný, než v dalších dramaticky se rozvíjejících technologických oblastech jako jsou IT, biotechnologie, umělá inteligence nebo nanotechnologie.

Všichni čekáme na průlomové technologie, které se mohou objevit například v pyrolýze organického odpadu nebo zemního plynu. Velký význam bude mít, když vymyslíme nějakou technologii, jak efektivně zachycovat a zpracovávat CO₂.

S vodíkovými technologiemi jsme na tom podobně jako v případě parního stroje. Ty na začátku také fungovaly jen vedle dolů, protože měly nízkou účinnost a jejich spotřeba uhlí byla tak obrovská, že by se nikomu nevyplatilo uhlí pro ně dovážet na větší vzdálenosti. Muselo ještě přijít několik dalších vynálezů a vylepšení, které z parního stroje udělaly efektivní zdroj energie a z parní lokomotivy revoluční dopravní prostředek.

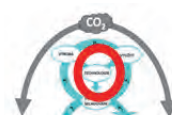
Vodíková technologie a její strategie je příležitostí pro různé části průmyslu, vidíte vy sám příležitost pro české firmy, že dojde k propojování určitých částí průmyslu s použitím vodíkové technologie?

Určitě! Jak jsem říkal na začátku, máme čtyři pilíře, jsme jedni z mála, kteří zdůrazňují ve vodíkové strategii právě vodíkové technologie. Nebudeme mít příliš mnoho zdrojů výroby nízkoemisního vodíku, pokud se nám nepodaří uvést do praxe technologie využívající atomové elektrárny, pyrolýzu nebo zemní plyn. Takže nám nezbude nic jiného než to, co děláme nyní se zemním plynem a s ropou. Náš průmysl musí vyrábět a vyvážet technologie a za ty technologické výrobky si pak nakupujeme energii ve formě zemního plynu a ropy.

V budoucnu chceme být právě vývozci vodíkových technologií. A to je také úkol pro naše ministerstvo, aby se vodíkové technologie v České republice rozvíjely.

Ve vodíkové strategii jsme si zmapovali různé vodíkové technologie a zjišťovali, co se již v České republice vyrábí. Tyto skupiny výrobků jsme označili vlajkou. Naší ambicí je více zaplnit tuto technologickou mapu. V žádném případě nechceme pokrývat všechny vodíkové technologie. Chceme, aby se české firmy zapojovaly do nově vznikajících vodíkových výrobních řetězců.

VODÍKOVÉ TECHNOLOGIE



	Nákladní automobily	Autobusy	Osobní automobily	Plnicí stanice	Výroba	Přeprava
Elektropohony						
Palivové články						
Baterie						
Vodíkové nádrže						
Elektrolyzéry, pyrolýzéry						
Čerpadla, ventily, kompresory, ...						

Budete vydávat nějaká doporučení v oblasti výzkum a vývoj pro vodíkové technologie? Například Technologická agentura ČR vždycky vyhlásuje nějaký program, který je tematicky zaměřený. Připravujete také něco takového nebo se na něčem takovém budete podílet?

Jak již jsem se zmínil, k podpoře vodíkové strategie máme dva nástroje, jednak můžeme měnit různé předpisy a regulace a druhým nástrojem jsou podpůrné programy.

Jednou z oblastí podpůrných programů jsou programy, které vyhlásuje Technologická agentura ČR, se kterou jsme v kontaktu. Chceme, aby v budoucích vyhlášených výzvách byla problematika vodíku více zdůrazněna. Vodíkové technologie jsou již obsaženy v RIS3 strategii. Současně chceme udržovat technologickou neutralitu. Jednoduchým příkladem je čistá mobilita. Je těžké říct, jestli všechno bude jen bateriová elektromobilita nebo to bude i vodíková mobilita. Každá má své výhody a nevýhody. Jsou oblasti, kde bateriová elektromobilita nemůže moc fungovat, to jsou například nákladní automobily a auta, která mají dojezd větší než 600 km. To je doména, kde se vodík bude více prosazovat. Chceme, aby vodíkové technologie byly uvedeny jako jedna z podporovaných oblastí v připravovaných výzvách. Pokud nebude z nějakého důvodu nutné rozsah technologií omezit, chceme mít výzvy, které budou technologicky otevřené. Chceme podporovat takové technologie, které přinášejí největší úsporu emisí skleníkových plynů s nejnižšími vynaloženými náklady.

Jak vy osobně vidíte vývoj českého průmyslu v návaznosti na vodíkovou technologii? Vodíková strategie bude závazný dokument, který bude mít nějaké milníky, které se budou kontrolovat, nebo jak to bude dále fungovat?

Strategie jsou dokumenty, které určují směr. Vodíková strategie ČR vychází z časových milníků, které závisí hlavně na vývoji ceny vodíku. Na druhou stranu, nikdo není schopen přesně předpovědět, kdy se dostaneme na určitou cenu vodíku. Právě cena vodíku určuje, jakým způsobem jsme schopni dosáhnout provozní efektivity. Vychází nám, že pokud vodík bude stát 4 euro za kilogram, tak jsme zhruba na stejných provozních nákladech jako při využití nafty v dopravě. Pokud budeme chtít nahradit zemní plyn, musíme se dostat na cenu 1 nebo 1,5 eura za kilogram vodíku, což je zatím dost nereálná cena, protože nejsme ani na těch 4 eurech za kg.

Chceme si vytvořit rámec, ve kterém se budeme pohybovat. Vytvořit prostředí, ve kterém budeme dále hovořit o projektech, budeme měnit a adaptovat podpůrné programy a měnit legislativu. To je hlavní cíl, proč vodíkovou strategii vytváříme. Já nejsem schopen říct, jestli v roce 2028 bude kilogram vodíku za 1 euro nebo za 3 eura, nejsem schopen říct, jestli v roce 2024 budeme mít funkční systém pyrolýzy organického odpadu. Zatím to nikdo neví.

Všechny strategie jsou o tom, že se dělají různé sázky na odhad budoucího vývoje. Podniky také dělají různé sázky, jaká technologie bude lepší, jaká se bude rychleji vyvíjet. Některé tyto sázky jsou lepší, některé horší, to odlišuje úspěšné podniky od těch méně úspěšných.

Vždy, když mluvíme o vodíku, vodíkových technologiích a Zelené dohodě pro Evropu, tak tato diskuse souvisí s udržitelností. Chtěl bych ale zdůraznit, že udržitelnost musí mít dva aspekty. Prvním je udržitelnost ekologická, druhým je udržitelnost ekonomická.

Jako příklad můžeme uvést náhradu zemního plynu vodíkem při výrobě tepla. Technologické záležitosti by se relativně rychle vyřešily, ale problém je, že každé kilo spáleného vodíku bychom nyní museli dotovat 7 eur, abychom pokryli rozdíl mezi cenou zemního plynu a vodíku na stejnou jednotku vytvořeného tepla. Někdo může říct, ano, budeme to dotovat, abychom snížili emisní stopu, ale tento přístup nám dlouho nevydrží, protože dotační peníze brzy dojdou. Vodíková strategie v žádném případě není o tom, abychom dotovali rozdíl v ceně mezi současnými fosilními palivy a vodíkem, ale o tom, abychom podpořili rozvoj technologií, výroby a užití vodíku tak, aby se cena vodíku přirozeně dostala do parity s cenami fosilních paliv. Musíme mít takové technologie, které mohou zajistit ekonomickou udržitelnost vodíkového hospodářství. A to je ten největší problém, který před námi stojí.

Za rozhovor děkuje Jaroslav Pindor

Rozhovor vznikl v rámci projektu „Platforma AVO+“, registrační číslo CZ.01.1.02/0.0/0.0/17_105/0018865 spolufinancovaného Evropskou unií.



Vodíková strategie ČR schválena vládou

Vláda ČR na svém jednání dne 26.7.2021 schválila Vodíkovou strategii České republiky, která navazuje na evropskou vodíkovou strategii. Vodík a vodíkové technologie jsou jedním z hlavních nástrojů pro dosažení cílů snižování emisí skleníkových plynů tak, jak jsou stanoveny v Zelené dohodě pro Evropu. Strategie analyzuje různé možnosti výroby a využití vodíku a stanovuje prioritní oblasti dalšího rozvoje.

Strategickými cíli Vodíkové strategie ČR jsou **snížování emisí skleníkových plynů a podpora ekonomického růstu**. Strategie je postavena na čtyřech základních pilířích:

- výroba nízkouhlíkového vodíku,
- využití nízkouhlíkového vodíku,
- doprava a skladování vodíku,
- vodíkové technologie.

V počátečních fázích je kladen důraz na zajištění rovnováhy mezi výrobou a spotřebou vodíku, aby se zajistilo efektivní využití dostupných zdrojů. V oblasti výroby vodíku se chceme orientovat nejen na výrobu z obnovitelných zdrojů, ale i na využití jiných alternativních možností výroby nízkouhlíkového vodíku, jako je využití zemního plynu se zachytáváním a zpracováním vzniklého CO₂, pyrolýza/plazmové zplyňování organického odpadu a výroba vodíku pomocí elektrického proudu a tepla z jaderných elektráren. S nasazením vodíku chceme začít tam, kde je využití vodíku vzhledem k jeho ceně nejefektivnější. Prioritou je proto nejprve nasazení v dopravě a pak, v návaznosti na pokles ceny, jeho využití v energetice a jako chemické suroviny a zdroje tepla v průmyslu.

Strategie zdůrazňuje rozvoj vodíkových technologií, které by mohly napomoci transformaci českého průmyslu. Jde o špičkové technologie, které zajišťují vysokou přidanou hodnotu ve výzkumu i ve výrobě.

V budoucnu očekáváme, že Česká republika bude muset dovážet vodík ze zemí, kde jsou podmínky pro výrobu obnovitelného vodíku výhodnější, protože mají více slunečního svitu a větru. Pro import vodíku bude nutné připravit infrastrukturu a vodík by mohl nahradit současný dovoz zemního plynu a ropy. Česká republika může být významným hráčem na poli přepravy vodíku z jihu na sever a z východu na západ. Proto je ve strategii kladen důraz na připravenost naší plynárenské přepravní soustavy.

Strategie byla připravena ve spolupráci se zástupci průmyslu, výzkumných institucí a dalších orgánů státní správy.

Vodíková strategie byla představena veřejnosti na mezinárodní konferenci, které se účastnili zástupci průmyslových podniků, výzkumných institucí, univerzit, European Clean Hydrogen Alliance a státní správy. Odkazy na video záznamy z konference je možné nalézt na <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/strategicke-projekty/vodikova-strategie-cr--262567/>

Tuto informaci naleznete na webové adrese www.mpo.cz, kde je možno najít i další prezentace:

- Přehled některých připravovaných vodíkových projektů
- Přehled některých připravovaných vodíkových projektů
- European Clean Hydrogen Alliance (Christian Weinberger)
- Vodíková strategie České Republiky (Petr Mervart)



LIBERTY

LIBERTY Ostrava

Svět se mění, ocel zůstává

Tradice výroby oceli
v ostravské huti sahá
do roku 1951.
Nyní přichází období
transformace.

LIBERTY Ostrava je předním výrobcem oceli v České Republice a lídrem ve výrobě trubek a silničních svodidel, která najdete na 80 % českých silnic. Své výrobky dodává kromě českého trhu do více než 40 dalších zemí světa. Huť spolu se svými ostravskými dceřinými společnostmi zaměstnává 6000 lidí, a patří tak k nejvýznamnějším zaměstnavatelům v kraji.

Ročně vyrobí LIBERTY Ostrava přes dva miliony tun oceli, která se uplatňuje zejména ve stavebnictví, strojírenství a petrochemickém průmyslu.



OCEL Z OSTRAVY JE TU PRO VÁS UŽ 70 LET!

V 50. letech minulého století se začala psát historie současně největší hutní společnosti České republiky. 31. prosince roku 1951 vznikla Nová Huť Klementa Gottwalda (NHKG), národní podnik. Den nato byla slavnostně zapálena první vysoká pec, ze které na začátku března 1952 poprvé vyteklo surové železo.

Za sedmdesát let svého provozu podnik vyrobil přes 147 milionů tun surového železa a téměř 178 milionů tun oceli. Při zachování nadprůměrných mezd se v dnešní době oproti minulosti klade větší důraz na bezpečnost práce a na životní prostředí. Přelom století znamenal pro huť investice do modernizace a především do ekologizace výroby.



VÝZNAMNÉ INVESTICE DO BUDOUCNOSTI

LIBERTY Ostrava zahájila transformaci a během následujících let instaluje novou technologii na výrobu oceli. Ta umožní huti po připojení k síti vysokého napětí využívat vyšší objem lokálního šrotu, a snížit tak závislost na dovážených surovinách a zároveň dramaticky omezit emise CO₂, prachu i dalších látek. Jedná se o zásadní krok směrem k uhlíkové neutralitě, které chce huť dosáhnout do roku 2030. Součástí transformace bude také rozsáhlá modernizace válcoven, která zvýší kvalitu oceli i podíl výrobků s vysokou přidanou hodnotou.

Díky rozsáhlé modernizaci se ostravská huť stane přední ocelářskou společností s ekologickou výrobou kvalitní oceli ve střední Evropě.

EKOLOGICKÁ A UDRŽITELNÁ VÝROBA

Díky nadstandardní ekologizaci s použitím současných nejlepších technologií vyrábí huť své výrobky s minimálním možným dopadem na životní prostředí. LIBERTY Ostrava dosáhla za rok 2020 snížení emisí tuhých znečišťujících látek na historické minimum 284 tuny. O to, aby výroba oceli v Ostravě co nejméně zatěžovala životní prostředí, se v huti stará na 40 tkaninových filtrů, které umí s více než 99% účinností zachytit i nejjemnější prachové částice velikosti PM 2,5 a PM 1. Současné roční emise prachu z výroby v huti jsou nyní o 99 % nižší než v 80. letech, na hranici toho, co je možno s použitím současných nejlepších technologií dosáhnout.

V roce 2020 stlačila LIBERTY Ostrava emise prachu na historické minimum!

Z hospodářské činnosti podniků, institucí a řešitelských pracovišť

Synthomer snižuje uhlíkovou stopu využitím zeleného dusíku z produkce Linde Gas

Jako první firma v České republice se sokolovská chemička Synthomer, a.s. zapojila do projektu Linde Green, v jehož rámci od konce minulého roku dodává Linde Gas na český trh tzv. zelené produkty.

Mezi zelené produkty se řadí kapalný kyslík, dusík a argon vyrobený za použití elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Linde Gas k jejich výrobě využívá elektřinu z vodních nebo větrných elektráren. Proces nákupu zelené energie i samotné výroby je kontrolován a certifikován společností TÜV SÜD.

Uhlíkovou stopu zanecháváme všichni, občané i firmy. Statistiky uvádějí, že se jedná přibližně na jednoho občana České republiky o 5 t CO₂ za rok. Hlavní vliv na to má centrální i samostatné vytápění, individuální a hromadná doprava, cestování letadlem nebo např. i spotřeba masa. Pokud do této statistiky započítáme průmyslovou produkci České republiky, pak dosahuje uhlíková stopa jednoho občana zhruba 9,5 t CO₂ za rok.

Prvním zákazníkem, který začal zelené produkty v České republice odebírat, je sokolovská chemička Synthomer, a.s. Dodávky zeleného dusíku byly zahájeny v lednu letošního roku a v červenci překonal Synthomer hranici 1000 t zeleného dusíku. Díky tomu se mu podařilo snížit uhlíkovou stopu již o 497 t CO₂. Pro ilustraci dodejme, že srovnatelné množství CO₂ vyprodukuje 99 osob, tedy zhruba 25 čtyřčlenných rodin za jeden kalendářní rok.

Další srovnání se nabízí s emisemi automobilů. Vůz s ročním nájazdem 20 000 km je zdrojem roční emise CO₂ ve výši 2,448 t. Ve zmíněném období, tj. od letošního ledna do července, tedy Synthomer již ušetřil stejné množství CO₂, které za rok vyprodukuje 203 osobních vozů s nájazdem 20 000 km/rok.

Ekologicky šetrné podnikání je prioritou pro stále více firem v České republice i na celém světě. Produkty z projektu Linde Green odebírají v České republice kromě Synthomeru i další významné firmy – např. společnost Hyundai Motor, Kermi nebo Škoda Transportation. V blízké době plánuje Linde Gas rozšířit nabídku zelených produktů i o vodík, který najde uplatnění v oblasti zelené mobility a také v nových metalurgických

pochodech, které nahradí procesy založené na využití fosilních zdrojů.



Zásobníky kapalného dusíku vyrobeného v rámci projektu Linde Green, umístěné a využívané v chemičce Synthomer, a.s. v Sokolově

(Red. podle zdroje: Tisk. zpráva Linde Gas, dodavatel AD'ORE Marketing Communications)

Z odborných společností

Česká hutnická společnost bilancovala

Letošní výroční konference České hutnické společnosti, z.s. (dále jen ČHS), která byla zároveň i volební, se uskutečnila 22. července 2021. ČHS letos již jednou jednala na mimořádné on-line konferenci, během níž byla do stanov spolku zapracována možnost organizovat konference právě formou on-line setkání.

Zprávu o činnosti za rok 2020 přednesl předseda Jan Kobielsz. Členská základna ČHS k 1. lednu 2021 čítala 1072 členů. Nejpočetnější byla se svými 105 členy odborná skupina Výroba oceli, nejméně pak odborná skupina Ochrana zdraví, která vznikla jako poslední a založila ji deset členů. Činnost ČHS byla značným způsobem ovlivněna kovidovou situací, a právě v souvislosti s pandemií přijala ČHS řadu úsporných opatření. Nevyhlásila například 12. ročník soutěže o nejlepší diplomovou práci, kterou spolek organizoval spolu s Fakultou materiálově-technologickou VŠB-TU Ostrava, předčasně ukončila i soutěž odborných skupin Technika kolem nás. „Zrušili jsme pivní slavnosti i 3. ročník Invent Arény, která se bohužel z důvodu nepříznivé epidemické situace konat nemohla,“ dodal Jan Kobielsz. ČHS však pokračuje ve své činnosti a spolupracuje s odbornými hutnickými společnostmi sousedních zemí, s vysokými školami technického zaměření, rozvíjí tvůrčí aktivitu svých členů a vytváří podmínky pro jejich společenské a odborné uplatnění. V dalším čtyřletém funkčním období bude spolek řídit patnáctičlenné předsednictvo, do jehož řad je navrženo pět nových jmen. Ke generační obměně dojde i v revizní komisi.

Během výroční konference se tradičně předávala čestná uznání. Nominovaní za jednotlivé odborné skupiny je převzali z rukou člena předsednictva ČHS a ředitele pro personalistiku a vnější vztahy Iva Žižky.

Na konferenci bylo zvoleno nové vedení. Novým předsedou se stal Jiří Cupek, místopředsedou Jan Kantor a Antonín Vašut. „Naši činnost ovlivňuje aktuální epidemická situace, proto se nyní soustředíme především na řízení a koordinaci činností odborných skupin, spolupráci s Českým svazem vědeckotechnických společností a propagaci hutnictví a příbuzných oborů v rámci Třineckých železáren, kde se podílíme i na oceňování nejlepších zlepšovatelů. Co se týče společenských akcí, rádi bychom v příštím roce obnovili tradici pivních slavností,“ uvedl nový předseda ČHS Jiří Cupek a v závěru poděkoval odcházejícím členům předsednictva a revizní komise.



Jan Kobielsz



Jiří Cupek



Předávání ocenění



Ocenění členové

V diskusi vystoupil mimo jiné Jaroslav Pindor, který poděkoval za spolupráci během své činnosti v předsednictvu ČHS a obrátil se na členskou základnu, aby pomohla zachránit vydávání Hutnických listů, které jsou posledním odborným časopisem v oblasti metalurgie a materiálového inženýrství v České republice

Ing. Jiří Cupek, Ph.D.; Ing. Jaroslav Pindor, Ph.D.
Foto: Magdalena Čmiel

Odborná komise tavení oceli na odlitky a ingoty při ČSS pořádala jubilejní XXV. školení tavičů a mistrů

Doc. Ing. Václav Kafka, CSc., RACIO & RACIO, Orlová

Před vlastním hodnocením této zcela mimořádné akce musíme vzpomenuť školení zařadit do kontextu práce této velice aktivní odborné komise (OK) České slévárenské společnosti. Kolektiv odborníků spjatých profesně a zájmově založil svou OK v r. 1968 a od té doby se po odborné a organizační stránce připravuje program jak pro techniky, tak i pro taviče a mistry. Prakticky 50 let jeden rok organizuje pravidelné celostátní konference zaměřené na techniky a školení pro taviče a mistry. Tato OK je patrně jediná, která se v oblasti výroby oceli a slévárenství systematicky a dlouhodobě stará o pracovníky v nejnižším stupni řízení, ale o ty, kteří mají zase nejbližší k provozní praxi.

Nejprve je snad vhodné zopakovat metodický postup průběhu vlastního školení, které má prakticky stejné schéma každý rok. Cílem je udržet celý den (v daném případě u 15 témat) pozornost tavičů a mistrů, kteří jsou zařazeni do 14 soutěžících týmů. Mezi účastníky jsou zařazeni také doktorandi. Všichni účastníci jsou zařazeni do cca 3členných družstev, a to obvykle podle oceláren a sléváren. Přednášející během cca 20 min seznámí taviče a mistry s hlavními myšlenkami daného tématu. Poté se v pěti otázkách provede prověrka zvládnutí tématu. Taviči a mistři mají u přenášek k dispozici velice vkusně a přehledně zpracovaný sborník [1]. U všech otázek mohou účastníci k výběru správné odpovědi využít jednu ze čtyř nápověd. Prověrka znalostí vyvolává mezi družstvy (ocelárnami a slévárnami) velkou soutěživost, až i řevnivost. A to je do jisté míry i cílem těchto akcí.

Jaké to bylo v případě letošního, tedy 25. školení? V první řadě je třeba v tomto roce vyzdvihnout vysokou účast tavičů a mistrů – celkem jich bylo 75. Tento počet je vskutku mimořádný. Taviči a mistři zastupovali celkem 14 oceláren, sléváren a organizací. I tentokrát se podařilo udržet pozornost účastníků během všech 15 probíraných témat, která byla zpracovaná do následujících referátů, zahrnutých do sborníku:

- a) plk. v.v. F. Valdštýn, Ing. M. Dulava, Ph.D.: Kovové směnné prostředky Velké Moravy,
- b) doc. Ing. V. Kafka, CSc., Ing. T. Stavařová: Ekonomika ve výrobě oceli a litiny,
- c) doc. Ing. A. Záděra, CSc.: Stavba kovů a slitin, struktura oceli na odlitky,
- d) Ing. V. Pernica, Ph.D., Ing. V. Káňa, Ph.D.: Výroba a vlastnosti litiny s lupínkovým a kuličkovým grafitem,
- e) doc. Ing. L. Čamek, Ph.D.: Teoretické zásady metalurgických pochodů pro taviče,
- f) Ing. P. Palán: Porovnání současných tavicích agregátů pro výrobu tekutého kovu,
- g) Ing. V. Nevyhoštěný, Ing. P. Fila, Ph.D.: Vyzdívky EOP a pánví při výrobě oceli,
- h) Ing. V. Káňa, Ph.D.: Očkování a modifikace grafických litin,
- i) Ing. P. Fila, Ph.D., Ing. L. Martínek, Ph.D.: Zásady řízení tavení a oxidační fáze tavby,
- j) Ing. P. Merta, Ph.D.: Redukční údobí tavby, desoxidace, odsíření a dolegování oceli,
- k) Ing. M. Balcar, Ph.D.: Sekundární metalurgie oceli,
- l) Ing. J. Čech, Ph.D.: Výroba odlitků – základy slévárenské technologie,
- m) doc. Ing. M. Tkadlečková, Ph.D. a kol.: Studium odlévání a tuhnutí ocelových ingotů pomocí numerického modelování,
- n) Ing. M. Jánský, Ing. P. Tobola: Využití technologie plněných profilů ve slévárnách oceli a litiny,
- o) Ing. Z. Karas: Recyklace odpadů – cesta k úsporám.

Podle výše uvedených referátů pokryly pořádající OK v čase, který byl k dispozici, snad všechny oblasti, které by měly taviče a mistry v jejich zaměstnání zajímat.

Pro jejich praxi jsou cenná všechna témata technologická a metalurgická, stejně jako ekonomická a ekologická a nikoliv na posledním místě i historické téma, které je do programu pravidelně zařazováno a přednášeno plk. V.v. F. Valdštýnem. Je třeba ocenit i vysokou úroveň prezentace a jazyk všech přednášejících, kdy se snažili svá témata podávat jednoduchou a pro posluchače srozumitelnou formou. Někteří přednášející v kuloárech připomínali, že i pro ně je „daný text takto podaný v řadě případů použitelný“, poněvadž nemohou celou problematiku výroby oceli a odlitků plně a beze zbytku zvládnout na špičkové úrovni. Do přednáškové části se úspěšně zapojili zejména relativně mladí adepti. Tato akce tedy nemá o pokračovatele nouzi. +Hodnocení letošního jubilejního ročníku školení lze hodnotit tak, že účastníci obecně látku dostatečně zvládli. První se umístil tým z VUT Brno s tím, že látku zvládl dokonce na 98 %. I v letošním roce byly týmy

tavičů a mistrů patřičně ocenění věcnými cenami, což samozřejmě působilo velice motivačně. Bylo také provedeno tradiční hodnocení přednášejících od účastníků školení. Tímto netradičním způsobem se zvýšila zainteresovanost účastníků. Jako nejlepší přednášející a současně osobnost školení byla vyhlášena doc. Ing. Markéta Tkadlečková, Ph.D. z VŠB - TU Ostrava. Pro kvalitu a dobrou slyšitelnost přednášky se přítomní dohodli, že příště bude vhodné použít ozvučení sálu, aby i při velkém počtu školených nebyl narušen poslech. Je třeba také ocenit tradiční výběr hezkého prostředí konání školení v hotelu Svratka ve Svratce a vstřícný přístup jeho personálu. Nedílnou součástí akce byla prohlídka ocelárny ŽĐAS, a.s. ve Žďáru nad Sázavou.

O organizaci, náplň a průběh školení se zasloužil tradiční osvědčený tým pracovníků. V první řadě je třeba poděkovat 21 partnerům (sponzorům) z oceláren, sléváren a dalších firem, které přispěly k vytvoření finanční a materiální podpory. Zde nemůžeme nepřipomenout podíl spolupořádající organizace – ŽĐAS, a.s. s podporou a osobní účastí generálního ředitele Ing. Pavla Cesneka na zahájení školení. Velký kus dobře zorganizované a zdánlivě neviditelné práce odvedli členové OK tavení oceli na ingoty a odlitky. A pochopitelně díky patří i přednášejícím, za přípravu témat a vlastní prezentaci. Nelze nepřipomenout podíl organizačního garanta Ing. Pavla Fily, Ph.D. a odborného garanta Ing. Martina Balcara, Ph.D. Je třeba vyzdvihnout osvědčenost vedení oceláren a sléváren, které své taviče a mistry vyslali. Tento vklad do zaměstnanců se jistě vysílajícím organizací vrátí v podobě jejich zvýšené kvalifikace.



Pohled do přednáškového sálu při prezentaci školicích témat. Uprostřed předsednického stolu v popředí předseda ČSS Ing. Ludvík Martínek, Ph.D.

Literatura

- [1] Sborník přednášek, XXV. celostátní školení tavičů a mistrů oboru elektrooceli a litiny s kuličkovým grafitem, s. 1 – 158, vydavatel: Česká slévárenská společnost, Brno, ISBN: 978-80-02-02946-5.



Pohled do přednáškového sálu při prezentaci školicích témat

Ze života škol

Na VŠB-TUO vznikla nová inovační platforma, jejím základem je spolupráce s prestižní německou výzkumnou institucí Fraunhofer-Gesellschaft

VŠB – Technická univerzita Ostrava v úterý 8. června 2021 slavnostně otevřela Fraunhofer Innovation Platform for Applied Artificial Intelligence for Materials & Manufacturing at VSB – Technical University of Ostrava, která je výsledkem dlouhodobé spolupráce univerzity s Fraunhofer-Gesellschaft ze SRN.

Fraunhofer-Gesellschaft je prestižní výzkumná instituce, kterou lze přirovnat k německé verzi naší Akademie věd. Hlavním cílem společné platformy je řešení udržitelnější průmyslové výroby.

Spolupráce VŠB-TUO s Fraunhofer-Gesellschaft trvá už více než pět let. Výzkumníci budou v rámci platformy zkoumat potenciál technologií, sloužících k řízení energetiky, umělou inteligenci i chytrou průmyslovou výrobu. Díky platformě budou přicházet s inovativními řešeními, která budou průmyslovým firmám sloužit zejména při snižování emisí oxidu uhličitého. Partneři budou hledat systémy na skladování tepelné energie v průmyslu anebo rekuperaci tepla. „Dlouhodobé spolupráce s Fraunhofer-Gesellschaft si velmi vážíme, je to významný partner VŠB – Technické univerzity Ostrava. Těší mě, že bude spolupráce posílena a vznikne první Fraunhofer Innovation Platform v České republice,“ říká rektor VŠB-TUO prof. Václav Snášel. Slavnostního otevření se zúčastnili zástupci z České republiky i Německa, do Ostravy dorazil i ministr průmyslu a obchodu a ministr dopravy doc. Karel Havlíček.

V rámci nové ambiciózní iniciativy přispěli všichni partneři svými vlastními odbornými znalostmi: VŠB-TUO v oblasti umělé inteligence a výpočetní techniky nové generace, Fraunhofer ICT v materiálovém výzkumu a energetických systémech a Fraunhofer IWU ve výrobní technologii a výrobě. Spojení těchto kompetencí umožňuje partnerům nabízet obzvláště výkonná řešení pro celý průmyslový řetězec.

- z tiskové zprávy -



V Ostravě se uskutečnila soutěž mladých popularizátorů vědy a techniky

VŠB – Technická univerzita Ostrava uspořádala v květnu 2021 již osmý ročník soutěže mladých popularizátorů vědy Zlepši si techniku, který proběhl stejně jako v loňském roce na dálku. Do soutěže se přihlásilo 64 žáků ze základních a středních škol v Moravskoslezském kraji.

Soutěže jednotlivců a týmů se děti mohly účastnit ve třech kategoriích. Odborná porota se skládala z pedagogů VŠB-TUO a hodnotila 34 videí. „Rozhodování o vítězích bylo těžké, protože každá práce byla něčím výjimečná, zajímavá a hlavně poučná řibližuje Jarmila Černá z týmu popularizace VŠB-TUO. Žáci a studenti si vybírali témata z fyziky, chemie a techniky, odbornou porotu i organizátory potěšilo, že se více objevovala témata z matematiky.

Úkolem žáků a studentů bylo vysvětlit publiku jakékoliv téma z přírodních věd a techniky. „Na vystoupení mají prezentující čtyři minuty a je jen na nich, jak jej pojmu. Většina volí pokus či názorný výklad, popis exponátu nebo představení svého vynálezu. Řešení dětí a juniorů bývá mnohdy velmi originální,“ dodává popularizátorka. V letošním ročníku uspěli žáci a studenti z ostravských a opavských škol. Po čtyřech oceněních si odnesly Wichterlovo gymnázium a Gymnázium Volgogradská z Ostravy, třikrát se mezi vítězi objevili žáci a studenti Gymnázia Olgy Havlové v Ostravě-Porubě a dvakrát vystoupali na pomyslnou bednu studenti z Mendelova gymnázia v Opavě. Jednoho oceněného žáka z prvního stupně základní školy měla i Základní škola Volgogradská v Ostravě-Zábřehu. Pro mnohé žáky a studenty je soutěž již tradicí. Student Wichterlova gymnázia v Ostravě Vojtěch David se jí účastnil už počtvrté. „V České republice nemá soutěž Zlepši si techniku obdoby a chci VŠB-TUO moc poděkovat za organizaci,“ říká student.

Do soutěže se mohli zapojit jak jednotlivci, tak i třídní kolektivy. Odborná porota hodnotila celkový dojem, kvalitu vysvětlení tématu, originální přístup a schopnost zaujmout publikum. Vedle této prezentační soutěže organizuje tým popularizace VŠB-TUO také online programy pro školy. „Naši akademičtí pracovníci i studenti připravují online přednášky z různých oblastí, kterým se univerzita věnuje,“ přibližuje Jarmila Černá. Aktivita VŠB-TUO učitelé středních a základních škol vítají, jsou pro jejich žáky motivací a kvalitním doplněním výuky. Velký zájem o online programy mají nejen školy v Moravskoslezském kraji, ale také mimo něj. Příkladem jsou dvě pražská gymnázia, která si tematickými přednáškami popularizátorů z VŠB-TUO doplnila své projektové dny.

- z tiskové zprávy -

Vědci z CEITEC VUT v Brně chtějí nabídnout keramické pancíře pro pouštní i subarktické oblasti

Přídavné pancíře na vojenská obrněná vozidla, bezpečnostní boxy na převoz výbušnin a munice nebo přenosné ochranné štíty pro policisty či pyrotechniky. To jsou některé z aplikací balisticky odolných keramicko-kovových materiálů, na jejichž vývoji pracují studenti z výzkumné skupiny Pokročilé keramické materiály na CEITEC VUT v Brně.

Zatímco před 50 lety by si málokdo představil jiný pancíř než ocelový, v dnešní době nabízí věda mnohem lehčí řešení, a to balisticky odolnou keramiku. Ta se dosud na obrněné vozy a další potřebná místa lepila, jenže zde používaná lepidla a polymerní vlákna ztrácí časem své vlastnosti a v náročných klimatických podmínkách přestávají fungovat. „V současnosti je na trhu dostupná široká paleta balisticky odolných keramických pancířů. Tato řešení mají ale omezenou životnost, a zatímco v mrazech dochází ke zkřehnutí použitých lepidel, ve vysokých teplotách, se kterými se setkáváme třeba u pouštních válečných konfliktů, dochází k rychlé degradaci. Vojenská vozidla chráněná naším pancířem by tak mohla být nasazena jak v subarktických, tak v pouštních oblastech, a to bez jakýchkoliv omezení,“ vysvětluje Martin Kachlík, který na vývoji nové technologie spolupracuje s turnovskou společností CoorsTek.

Úkolem týmu z CEITEC VUT tedy bylo najít spojení keramiky a kovu bez použití organických lepidel či vláken, u kterých hrozí narušení jejich vlastností. Výsledkem je materiál s neomezenou životností, odolný vůči chemickým látkám i extrémním teplotám. I kdyby na obrněné vozidlo někdo v rámci městského boje hodil Molotovův koktejl, zůstane balistická ochrana nezměněna a později nebude nutné přídavný pancíř vyměnit. Řešení nabízené spin-offem TriCera je totiž i ohnivzdorné. „Vlastnostmi se pohybuje mezi keramicko-polymerním a čistě ocelovým řešením, čímž i vymezujeme svoji pozici na trhu. Díky matici z hliníkové slitiny navíc nemůže náš pancíř rezivět. Tato technologie dokáže zachytit i průraznou munici s jádrem z kalené oceli či karbidu wolframu. Díky relativně měkké matici a tvrdé keramice uvnitř minimalizujeme riziko odletujících střepin po dopadu projektilu, které by jinak mohly někoho zranit. U nás je keramika bezpečně ukryta uvnitř kompozitu, aby tyto potenciálně nebezpečné střepiny zachytila,“ uzavírá výčet výhod Martin Kachlík.

- z tiskové zprávy -

Historie hutnictví

Umělecké kovářství – výkovky z jednoho nebo více kusů (dokončení)

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

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

² CSM Ostrava, Česká republika

Materiály

Výkovky řazené do kategorie uměleckého řemesla se zpravidla zhotovují z tyčí kruhového či čtvercového průřezu různé velikosti. Též se využívá plochá ocel nebo i plechy. Pro umělecké práce je však možné použít různé výchozí tvary. Například umělecká plastika na obr. 22 byla zhotovena z nosníku průřezu U. K vytvoření tohoto díla kovář využil technologie ohýbání a rozkování.



Obr. 22 T. Mišík: Letní šaty; hrad Helfštýn stálá expozice

Ke zhotovení následující plastiky (obr. 23) byl použit nosník I, ze kterého se na jedné straně pilou odřízly dvě příruby. Z dalších technologií zde bylo použito ohýbání, rozkování, vytahování a sekání.



Obr. 23 R. Giordani: Vlk; hrad Helfštýn, stálá expozice

Velmi vítaným zdrojem polotovarů a materiálů k dalšímu zpracování jsou různé skládky kovového odpadu, sběrný šrotu a odpadní dvory průmyslových závodů. Z těchto míst umělci pracující s kovem si vyhledávají šrot a jiné materiály a zhotovují z nich i monumentální plastiky přibližující se realistickému či stylizačnímu ztvárnění reálných objektů, jak dokládá obr. 24 prezentující stálou výstavu v areálu KOVOZOO, Staré Město u Uherského Hradiště. Nebo vytvářejí abstraktní skulptury, které evokují sblížení lidského sídla s průmyslovými technologiemi a dnes v řadě případů dotvářejí moderní architektonickou charakteristiku městských scén.



Obr. 24 Výstavní artefakt KOVOZOO Staré Město, REC Group s.r.o. [3]

Obr. 25 ukazuje příklad takové abstraktní skulptury sestavené ze svařených ocelových výkovků vzniklých přechováním rotačních polotovarů o různém poměru průměru a výšky. Jednotlivé kusy představují různé mezistupně při volném axiálním kování plochého kotouče. U středního kusu byla v radiálním směru mírně zpěchována sukovitost pláště a pak byl tento kus axiálně rozřezán na tři díly o nestejně velikosti.



Obr. 25 Otto Cienciala: Bez názvu; Mezinárodní symposium prostorových forem, Ostrava, 1969 (foto spoluautor článku)

Obr. 26 je příkladem, kdy autor plastiky použil plechy z nerezavějící oceli. Převažující technologie zde směřují již ke strojírenskému zpracování. Autor použil svařování dílů v jeden celek a leštění, čímž docílil zajímavého zrcadlení v dokonale rovných plochách horní části.



Obr. 26 Jo Oda: Ostrava – Tokio; Mezinárodní symposium prostorových forem, Ostrava, 1993 (foto spoluautor článku)

Skulptura na obr. 27 je příkladem, kdy autoři velkých forem již používají hotové hutní výrobky a jejich spojování uskutečňují svařením. Tato plastika se tedy již vymyká z rámce kování. K výrobě této zobrazené skulptury byl použit plech o tloušťce 10 mm ze samopasivující oceli Atmosfix, kterou na počátku 70. let minulého století vyvinuly Vítkovické železárny.



Obr. 27 Abstraktní skulptura na Ruské ul. v Ostravě-Vítkovicích (foto spoluautor článku)

Podobný záměr, jako na obr. 27, tj. vyjádření hmoty v prostoru, měl umělec, jehož plastiku ukazuje obr. 28. Toto dílo také váží několik tun a bylo vykováno pod vedením umělce v průmyslové kovárně na hydraulickém kovací lisu, přičemž bylo využito technologie kovárenského prodlužování ingotu na úzkých kovádlech. Uvedená díla na obr. 24 – 27 dosahují hmotnosti několika tun, a je tedy jasné, že nemohla být vyrobena v soukromé dílně kováře, ale v těžkém provozu průmyslového závodu. Při zhotovování těchto děl již vesměs převládají jiné technologie nad vlastním kováním. Uplatňuje se zde dělení materiálu, různé technologie plošného i objemového tváření, různé povrchové úpravy a především svařování.



Obr. 28 Eduardo Chillida: Boj s větrem; Sebastián, Španělsko

Vytváření monumentálních uměleckých děl se značnou hmotností vyžaduje sešranou partu. Na obr. 29 vedoucí pracovního kolektivu přikládá nástroj na kovaný kus, dva pomocníci přidržují kovaný kus ve správné poloze na kovádlině a třetí pomocník přitlouká perlikem nástroj do záběru. Vše musí být přesné, rychlé a sešrané. Vedoucí dílny prvně nakreslí dílo na papír. Obvykle ho kreslí v měřítku 1:1 (obr. 30) a jednotlivé díly během kování poměřuje přiblížením k nákresu. Jen málo kovářů nakreslí zamýšlené dílo v menším měřítku a kus v průběhu kování porovnává s nákresem pouze vizuálně.



Obr. 29 Italští kováři při práci na výstavě Hefaiston 2010; hrad Helfštýn



Obr. 30 Výkovek, který vytvořili jordánští a izraelské kováři Kheir Aker, Mohmet Aker, Eiad Khalailh, Shlomo Erel v porovnání s nákresem; výstava Hefaiston 2013, hrad Helfštýn

Avšak nejen u monumentálních děl, ale i při tvorbě komorních uměleckých děl se v řadě případů s využitím tvůrčí invence a s nasazením minimálních změn zpracovávaného materiálu dosahuje značného uměleckého účinku. Jako příklad lze uvést tvorbu významného francouzského uměleckého kováře J. P. Augiera (* 1941) [4],

který z běžných strojírenských dílů dovede vyhotovit působivé umělecké artefakty. K vytvoření své plastiky na obr. 31 autor použil dva háky, řetězové články a kuličky z ložiska a vše důmyslně spojil. U předmětu na obr. 32, kde se zcela evidentně inspiroval dílem francouzského impresionisty Edgara Degase (1834 – 1917), použil pastorek z nějakého pohonu doplněný vlastními výkovky. Před minimální deformací těchto předmětů použil lokální ohřev plynovým hořákem na styčných místech.



Obr. 31 Jean Pierre Augier: Dvojice



Obr. 32 Jean Pierre Augier: Tanečnice

Někdy kováři kombinují železo s jinými materiály. V některých případech je to nutné kvůli funkčnosti. Sem patří valnou měrou užité výrobky, jako jsou všeobecně známé umělecky vypracované lavičky, zábradlí apod. Zde sedací plocha laviček nebo madla u zábradlí musí být zhotovena z materiálu s nízkou tepelnou vodivostí, tedy ze dřeva. Podobně je tomu u násad mnohých nástrojů. Kombinaci materiálů v plastikách se nevyhýbají ani ryze umělecké výtvořky. Obr. 33 představuje mistrné spojení skla a oceli, kdy oba materiály se zpracovávají za tepla, u skla dokonce v plastickém stavu v přesně určeném rozmezí součinitele viskozity ($10^5 - 10^{7,65}$ Poise, což odpovídá zhruba $850 - 660^\circ\text{C}$ nebo $910 - 800^\circ\text{C}$, a to podle typu skla). Čtenář si jistě již sám odvodí složitost spojení obou těchto materiálů s uvážením, že teploty tváření oceli převyšují teplotní rozmezí pro formování skla, za nímž již následuje fáze tavení skla čili fáze tvarové nestability skelné hmoty.



Obr. 33 Kristián Kitzberger: Nenápadné rozpínání II (zdroj: Výstava ve Výtvarném centru Chagall, Ostrava, 11 – 12/2020)

Vítaným kovářským materiálem je plech nebo pás. Někteří kováři z nich vytvářejí docela bohatou škálu předmětů. Používají přitom ocelové i měděné ploché vývalky různé tloušťky a zpracovávají je *tepáním* (obr. 34), *stříháním*, *ohýbáním*, *svařováním* nebo *smaltováním*.

Výkovky z tlustých plechů kováři mohou dekorovat *rýhováním* s využitím sekáče (obr. 35), aniž by se jinak jeho tloušťka měnila. Toto je ekonomicky velmi efektivní způsob výroby ozdobného kování k nábytku, dveřím, vratům atd., které zároveň plní svou výtvarnou funkci.



Obr. 34 Jiří Jurda st., Jiří Jurda ml., Michal Jurda, Antoine Mathey:
Tepaný reliéf; Kovářské fórum 2019



Obr. 35 Marek Pavlík: Pant; Hefaiston 2012

Cesta k efektivitě kovářských technologií vede přes používání průmyslově vyráběných polotovárů – *prefabrikátů*, které slouží jako předkovky. Tento způsob snižuje počet jednotlivých pracovních cyklů, urychluje celkovou dobu

zpracování kovu a v neposlední řadě i snižuje fyzickou námahu kováře. Obr. 36 znázorňuje příklad takových polotovarů, které ušetří kováři práci na ztvárnění povrchového reliéfu výkovku, aniž by musel použít rýhování jako na obr. 35, případně podobné jiné technologie vedoucí k vytvoření povrchového reliéfu. Další cestou ke zvýšení rychlosti a efektivnosti zpracování kovu je *kování v zápustce*, které nahrazuje volné kování. Zde vidíme, že je již podíl ruční práce minimální a kov se zpracovává strojním způsobem. Jako příklad je zde uveden detail ocelového plotu (obr. 37), sestaveného z válcovaných profilů zakončených koncovkami zhotovenými zápustkovým kovářstvím. Na obr. 37 je také vidět, že k montáži podélných vodorovných spojníků bylo použito profilované válcované tyče.



Obr. 36 Válcované pásy s reliéfem pro umělecké kováře



Obr. 37 Detail plotu vyrobeného z válcovaných profilů a s využitím zápustkového kování (foto spoluautor článku)

Velmi efektním postupem uplatňovaným při zpracování plechu je *leštění* a *vypalování*, což použil např. Igor Kitzberger, příslušník stejného vícegeneračního rodinného klanu kovářů z Rožnova pod Radhoštěm jako u obr. 33, a to při ztvárnění hlavičky a ocasu páva na obr. 38.



Obr. 38 Igor Kitzberger: Páv, a) celkový pohled, b) detail (zdroj: soukromá sbírka spoluautora článku)



Obr. 39 Igor Kitzberger, Václav Kitzberger, Kristián Kitzberger: Ležící Amos, detail; Kovářské fórum 2008, hrad Helfštýn

Použití mědi nebo jiného dobře tvařitelného kovu umožňuje kovářům dosáhnout jeho velmi variabilní tvarování, které uspokojí uměleckou představu ve vyjádření mysli a duševního rozpoložení znázorněné postavy. Zde je vidět, že kov je plnohodnotný materiál pro tvorbu plastik, stejně jako kámen, hlína, sklo, dřevo, sádra, modurit nebo další hmoty. Obr. 39 ukazuje detail díla autorů z dvou posledních generací Kitzbergerů, kterým se hlubokým protvářením mědi podařilo promítnout myšlenky a dílo Jana Amose Komenského do kovu. Lze si všimnout stejného uměleckého rukopisu ve formování plochy pomocí pálení, stejně jako na obr. 38b.

Závěr

Kovářství je nejstarší technologie tváření kovů. Na svůj rozvoj využilo dlouhý časový úsek ve vývoji lidských činností. V tvářecích technologiích představuje nejdelší časový úsek. Kovářství tak proniklo do různých oblastí užití kovaných nebo i obecně tvářených výrobků a přes využití ve zhotovování pracovních nástrojů, zbraní a zbroje proniklo do uměleckých řemesel. Dnes je kovářství i nedílnou součástí ryzí umělecké tvorby. Kováři dnes pracují s kovem i dalšími doprovodnými materiály. Technologie kování se v uměleckých řemeslech i v čistě umělecké tvorbě kombinuje s následnými strojírenskými a dokončovacími technologiemi, stejně jako je tomu u výkovek v průmyslové praxi.

Literatura

- [1] JÍLEK, L., POČTA, J. Historie výroby kovů a její obraz v Bibli. *Hutnické listy*, 70 (2017) 4, 68-72; 70 (2017) 5, 45-48; 70 (2017) 6, 85-89; 71 (2018) 1, 15-21.
- [2] JÍLEK, L. Výroba tvarově složitých výkovek volným kováním. *Kovárenství*, (2010) 37, 44-48 a 52-56.
- [3] <https://www.kovozoo.cz/zvirata-a-jine-zajimavosti/>
- [4] <https://www.jean-pierre-augier.com/index.php/fr/>

Vzpomínky na vítkovické ocelárny v zrcadle současné reality

doc. Ing. Václav Kafka, CSc.

Racio & Racio, Orlová, České republiky

V rozpětí dvou dnů v červenci 2021 byly v médiích připomenuty obě dříve velice významné ocelárny. Aleš Honus [1] pod výmluvným názvem „Demolice bývalé ocelárny finišují“ píše o závěrečných dnech demolice vítkovické Nové ocelárny, která naposledy vyráběla ocel v kyslíkových konvertorech. Následující den (23.7.2021) se konala řádná valná hromada společnosti VÍTKOVICE a.s., kde se mimo jiné nastiňovala (mimo oficiální program) také budoucnost této akciové společnosti, do níž patří i vítkovická Stará ocelárna, produkující ocel v elektrických obloukových pecích (EOP). Připomeňme si několika poznámkami obě vítkovické ocelárny.

Nová ocelárna

Autor [1] správně uvádí, že Nová ocelárna byla provozována asi 100 let. [Red. pozn.: Hutnické listy k tomuto tématu publikovaly článek autora Františka Hromka „Sto let výroby oceli ve Vítkovicích (EVRAZ VÍTKOVICE STEEL)“, *Hutnické listy*, 66 (2013) 2, 73 – 78.] Je známo, že tam dříve pracovaly Talbotovy pece, následně pece martinské a poté dvounístějové pece tandemové. V 70. letech minulého století byly vyvíjeny spodem a horem dmýchané konvertory s vítkovickým názvem OXYVIT. Tyto konvertory byly ve své době v podmínkách české metalurgie na velice dobré úrovni. Nový vlastník ocelárny však okolo roku 2015 zastavil provoz s tím, že se začaly ingoty a bramy dovážet ze zemí ruského vlastníka.

Připomeňme si některé vzpomínky, které ulpěly v paměti studentů Vysoké školy báňské v Ostravě (VŠB) z období okolo r. 1965 a později. První vzpomínky pocházejí z doby, kdy jsme si jako studenti potřebovali na brigádách opatřit nějaký přivýdělek. A v ocelárně ty možnosti byly. Začali jsme v prvním ročníku studia pod tavicí pecí nakládat strusku (v místním provozním slangu „folovat šlak“) do velkých beden. Podmínka byla za jednu směnu naplnit dvě bedny někdy i dosti teplou struskou. Bylo nám okolo 18 let, mysleli jsme si, že máme síly na rozdávání a peníze se nám velice hodily. Kdo naplnil dvě bedny struskou, mohl jít legálně domů i před ukončením směny a dostal obratem na ruku za odpracovanou směnu stovku.

Vzpomínám, že jsem své Lidušce, nynější manželce, za své sociální stipendium na vysoké škole ve výši 363 Kč měsíčně koupil nové kozačky. A pak jsem si musel na

stravenky půjčit. Ale čtyři směny ve Vítkovických železárnách to finančně vyřešily a já jsem se cítil jako velice úspěšný muž. Pracovní skupině, která nakládala strusku, velel předák pan Podroužek. Byl to bývalý český vojenský letec, který během 2. světové létal na anglických strojích a úspěšně znepřijemňoval Němcům jejich bojové akce. Jako u mnohých jiných zahraničních vojáků nebo letců se mu náš stát za osvobozovací akce odvděčil propuštěním z armády a převedením na nejtěžší práce v hutích. Někdy jsme v rámci své brigády na ocelárně byli zařazeni do party, která s pecní osádkou opravovala vyzdívku pece. Kromě pomocných prací byla naše první povinnost tavičovi donést v pětilitrové okurkové sklenici pivo. Tenkrát se tam čepovala „osmička“.

Členové osádky, kteří v provozu tavicích pecí již delší dobu pracovali, nám vyprávěli, jak za německé okupace během tavby přišlo pro taviče gestapo. Tavič je doslovně umluvil, že musí tavbu dokončit. Takže tavbu dokončil, odlil ji do pánve a následně do ní skočil. Dotazovali jsme se, co se tedy s tavbou dělo dál. Odpověď zněla: „Ale synku to bys měl vědět. Zvýšil se přece obsah uhlíku!“

Po absolvování VŠB jsem pracoval na úseku technického rozvoje Vítkovických železáren. Byl jsem zařazen do týmu, který na kyslíkových konvertorech OXYVIT zaváděl v rámci vývoje automatizovaného systému řízení nákladový model výroby. Ředitelský kolektiv vedl prof. Ing. Theodor Myslivec, DrSc. Po jeho náhlém úmrtí generální ředitel Ing. Rudolf Peška, DrSc. pověřil vedením této skupiny Ing. Františka Hromka. Ke cti generálního ředitele lze přiznat to, že v zájmu dovedení výzkumných prací na kyslíkových konvertorech OXYVIT ke zdárnému konci se nehodlal řídit tupými politickými regulemi, které vydával Ústřední výbor KSČ, a do čela řídicí skupiny dosadil i politicky postiženého technika, který byl po r. 1968 pro své nekompromisní názory k okupaci republiky armádami Varšavské smlouvy vyloučen ze strany. Řídicí systém byl úspěšně zaveden a pracoval bezchybně. Ing. František Hromek, který kvalitně zpíval a hrál na housle folklorní skladby, se po sametové revoluci v r. 1989 stal novým generálním ředitelem Vítkovických železáren. V 90. letech minulého století se změnil vlastník jak Nové ocelárny, tak i válcovny kvarto 3,5. zastavil ocelárnu a dovážel bramy z Ruska. A závěr ocelárny již známe.

Stará ocelárna

Vznik Staré ocelárny je spojován spíše s potřebami provozu kovárny a těžké mechaniky ve strojírenském komplexu Vítkovických železáren. Postupem doby se instalovaly tavicí agregáty – pevné 50t SM pece a elektrické obloukové pece (EOP) s objemem 2 až 6 t a jedné pece s objemem 30 t. V pozdější době v souvislosti se zajišťováním jaderného programu byla postavena EOP, tak zvaná šedesátka, s možností přesazení do 100 t vsázky. Tato pec ještě nebyla vybavena ochranným protihlukovým opatřením, vyjma řídicí kabiny pro osádku. To samozřejmě mělo nepříznivý dopad na zaměstnance, kteří zejména v době natavování se k peci přiblížili. Špatné pracovní prostředí dokonce bylo příčinou neefektivní regulace tempa jednotlivých fází výrobního procesu na této EOP. Jako studenti jsme na brigády do Staré ocelárny na brigády chodili méně často. Jednou, když taviči a jejich osádky ve volné chvíli hráli v podzemních prostorách ocelárny karty, přišla kontrola. Karbaníci se chvatně rozutekli. V podzemí však kontrola našla mrtvého člověka ve velice obnošeném pracovním obleku a zuboženém tělesném stavu. Vzpomínaný generální ředitel Peška se velice intenzivně o tento případ zajímal. Někteří zaměstnanci si matně vzpomínali, že tohoto člověka občas vídali v kantýně, jak dojídal zbytky jídla. Ale nikdo si nevybavoval, do kterého pracovního kolektivu patřil. A ani po velkém šetření se nepodařilo zjistit mistra pracovního týmu, kterému by tento člověk scházel. K vyluštění záhady trochu pomohla náhoda. Onen mrtvý pocházel ze Slovenska a ve Vítkovických železárnách pracoval. Údajně snad náhodná návštěva jeho kamaráda ze Slovenska, který jej ve Vítkovicích hledal, odhalila, že je tento muž již řadu let bez práce a v železárnách takto živoří.

Já sám jsem byl s touto ocelárnou spjat již při studiu na VŠB po r. 1960. Studoval a pracoval jsem v týmu doc. Ing. Zdeňka Bůžka, CSc., který vedl Ústav elektrometalurgie na katedře ocelářství Hutnické fakulty VŠB. Doc. Bůžek dával dohromady tým studentů a aspirantů, které zapojoval do řešení aktuálních úloh v metalurgii. K tomu získával finance jak z výzkumných úkolů od státu, tak i z hospodářských smluv s jednotlivými ocelárnami a slévárnami. Velmi iniciativním partnerem Ústavu elektrometalurgie byla vítkovická Stará ocelárna, a to především díky jejímu vedoucímu Ing. Josefu Brábníkovi. Jakmile se objevilo nějaké zajímavé technické, ekonomické nebo organizační opatření, které přispělo k racionalizaci a zefektivnění výroby u EOP, tak bylo v ocelárně urychleně vyzkoušeno a následně se o něm referovalo na seminářích a konferencích. K tomu doc. Bůžek využíval u studentů jejich ročníkové a diplomové práce a u aspirantů dizertační práce. Tyto práce sloužily jako příklady nebo vzorky nových technologických a pracovních postupů. Doc. Bůžek nás studenty tak silně motivoval, že jsme na katedru chodili i v sobotu a často i v neděli. [Red. pozn.: O vzpomínaném profesoru Bůžkovi publikovaly Hutnické listy opožděný nekrolog



k jeho úmrtí autorského kolektivu katedry metalurgie VŠB-TU Ostrava (Hutnické listy, 61 (2008) 1, 101) a vzpomínku k 5. výročí jeho úmrtí s výčtem jeho odborných prací autorů Karel Michalek, Václav Kafka a Jan Pošta (Hutnické listy, 65 (2012) 2, 67 – 70.)

Přínosem pro studenty bylo, že řada z nás dělala přímo na EOP zkoušku z elektrometalurgie. Tavič vedl tavbu a examinátor se dotazoval, co tavič právě dělá, co by se stalo, kdyby danou operaci neprovedl nebo provedl jinak atd. (Red. pozn.: V podobném pochvalném duchu vzpomínal na výuku na VŠB autor Frank Wheeler ve

svém článku pro Hutnické listy „O padesát let později – osobní ohlédnutí“, *Hutnické listy*, 65 (2012) 6, 145 – 146.) Z těchto začátků, jejichž znakem byla účast studentů přímo v provozní praxi, se později vyvinuly pravidelné celorepublikové konference ELEKTROMETALURGIE a další pravidelné semináře, které jsou pořádány dosud. (Red. pozn.: Zprávy z těchto akcí pravidelně a každoročně publikuje autor tohoto článku v Hutnických listech.) Tato praxe jistým způsobem pokračovala i po rozkolu pedagogického sboru na odborných katedrách vinou zásahů politického vedení po r. 1968, kdy velká část členů Ústavu elektrometalurgie musela opustit školu, a studenti a aspiranti měli tak další práci značně ztíženou. Sám doc. Bůžek byl převeden do Staré ocelárny a jeho pracovní místo bylo přímo v provozu u EOP 30 t. Po jisté době byly práce započaté na katedře alespoň částečně obnoveny, i když ne v původním rozsahu a v celém původním kolektivu. Nezanedbatelnou úlohu zde sehrál vstřícný přístup Ing. Brábníka, který vždy prosazoval novinky a moderní řízení ve svém provozu. Sám jsem s doc. Bůžkem na nákladovém modelu obou vysoko-kapacitních EOP z titulu pracovníka úseku technického rozvoje podniku spolupracoval. Zde ve Staré ocelárně řada odborníků vyrostla a hodně se naučila. Vraťme se však k letošní červencové valné hromadě společnosti VÍTKOVICE a.s. Nebylo žádným tajemstvím, že ekonomické výsledky akciové společnosti nejsou nijak slavné. To samozřejmě ukazovaly již výroční zprávy. Předmětem diskuse byla zejména forma úhrad nezaplacených závazků i další problémy. I když to nebylo v oficiálním pořadu jednání, tak z kolektivu 8 až 11 akcionářů několikrát byly vzneseny dotazy na budoucnost akciové společnosti. Proto vedení valné hromady v krátkém vystoupení předložilo spíše diskusní formou některé možné budoucí záměry. Hovořilo se o tom, že přibližně v r. 2035 bude ukončena „doba benzínová“, a že tedy směřujeme k vybudování čtvrti „vodíkového distriktu“. Tato výstavba byla spojována s haldou Hrabůvka. Tam by došlo dle prezentovaných záměrů k výstavbě ekologických bytů, dokonce i lázní, vědeckých a vzdělávacích bloků atd. Jeden z akcionářů tento záměr nazval „snem“. Dál se naznačené záměry nediskutovaly. Rozhodně se nediskutovala žádná budoucnost metalurgických zařízení. Ve stejném čase pokračovala demolice vybraných zařízení Staré ocelárny (některé EOP, lící pole a zařízení sekundární metalurgie), jak dokumentuje fotodokumentace [3] dlouholetého zaměstnance Staré ocelárny, z níž některé ukázky jsou uvedeny v závěru článku.

Konfrontace uvedených vzpomínek bývalého Vítkováka s realitou rušení a demolice Nové ocelárny nejsou nijak povzbudivé. Ale podívejme se trochu okolo sebe na současnost některých jiných metalurgických závodů v ČR.

Současný stav některých metalurgických jednotek V ČR

V první řadě již dříve přestala výroba oceli v Kladně. Dále v několika krocích byla ocelářská produkce zastavena také v Plzni. Zase si nostalgicky vzpomínáme, že



v dobách minulých na seminářích a konferencích se cíleně k vybraným problémům metalurgie v ČR vyjadřovali inženýři těchto dvou oceláren spolu s vítkovickými i dalšími techniky. Výroba oceli v Železárnách Hrádek u Rokycan s jistými obtížemi však stále běží. Nezřídka se v tisku objevují nepotvrzené informace o otázkách budoucnosti výroby v ostravské Liberty (bývalý Mittal, dříve NHKG). Počet sléváren v ČR klesl orientačně na 140 jednotek. Na druhé straně však Třinecké železárně stále uspokojivě prosperují. (Red. pozn.: Podle www.denik.cz, 12.8.2021 Třineckým železárnám v r. 2020 klesl zisk o 23,1 % na hodnotu 469 mil. Kč.) Hutníka v pokročilém věku, který již odsloužil ve prospěch české

metalurgie větší díl svého života, napadají různá, spíše pochmurná vysvětlení. Jedno z nich je, že nám podle prof. Klause „neviditelná ruka trhu“ začíná měnit postavení i význam českých hutních podniků. Nebo se skutečně projevuje nižší schopnost našich vrcholových manažerů a v legální ekonomické soutěži hutě dostávají „žluté nebo dokonce červené karty“? A samozřejmě asi nemůžeme přehlížet dopady na vývoj českého ocelářství ze strany produkce v jiných státech. Jedná se zejména o dopady spojené s jiným způsobem řízení, kupříkladu v Číně. Zde je pro naši i světovou výrobu oceli značný problém v menším ohledu na životní prostředí, v nižších osobních nákladech a dalších parametrech výroby ekonomické i obchodní povahy. Výsledkem je současná nepříznivá situace u nás. A klademe si otázku, co v této situaci tedy dělat? (Red. pozn.: Nové, centrálně připravované

rozvojové projekty i projekty ze soukromé sféry a zejména témata řešená ve spolupráci se zahraničními pracovišti, jejichž výsledky snad brzy budou publikovány v odborném tisku včetně Hutnických listů, by mohly k tomu dát odpověď).

Literatura

- [1] HONUS, A. Demolice bývalé ocelárny finišují. Právo, 22. 7. 2021, s. 10.
- [2] Pozvánka na řádnou valnou hromadu Vítkovice a.s., konanou dne 23.7.2021, Ruská 2887/101, Ostrava.
- [3] CARBOL, Z. Fotografie z demolice Staré ocelárny, VÍTKOVICE a.s., archiv autora, červenec 2021.



Aktuality v hutnictví

Produkce surové oceli ve světě prudce meziročně stoupá

ocelocel NEWSLETTER OCELÁŘSKÉ UNIE, číslo 5/2021, str. 1

Světová produkce surové oceli v průběhu dubna zažila prudký růst. Za celý měsíc bylo vyrobeno 169,5 mil. tun, což představuje nárůst o 23,3 % oproti stejnému období minulého roku. Státy EU vyrobily 13,9 mil. tun, a to je meziroční nárůst o 42,8 %. Severní Amerika si připsala 38,2 %, Jižní Amerika dokonce 70,9 %.

Výhled Euroferu pro evropskou ekonomiku a ocelářství je pozitivní

ocelocel NEWSLETTER OCELÁŘSKÉ UNIE, číslo 5/2021, str. 3

Eurofer v květnu představil čtvrtletní výhled vývoje ekonomiky a ocelářství pro roky 2021-2022. Zjevná spotřeba oceli v EU by měla v letošním roce stoupnout o 11,7 %, přičemž loni zjevná spotřeba o 11,1 % klesla. Růst spotřeby by měl pokračovat i v roce 2022 ve výši 4,9 %. Velký růst spotřeby by letos měly zaznamenat všechna klíčová průmyslová odvětví, nejvýrazněji pak automobilový průmysl (+15,9 % letos a 4,2 % v roce 2022), strojírenský průmysl (+8 %, resp. +3,6 %) a stavebnictví (+5 % a +4 %). Eurofer odhaduje pro ocelářství vysokou poptávku a růst nejméně do konce 3. čtvrtletí letošního roku. I tak se ale v roce 2022 asi nedostaneme ani na úroveň roku 2018.

Výroční správa U.S. STEEL KOŠICE 2020

www.ussk.sk, 22.5.2021

Výroční zpráva společnosti USSK uvádí ve svém rozsáhlém 177stránkovém textu údaje platné k 31.12.2020. Některé z nich vybíráme k publikaci.

Společnost má 9376 zaměstnanců (v roce 2019 to bylo 10 478). 85 % jsou muži, 24 % je v kategorii T, 19 % má VŠ vzdělání, průměrný věk je 46,4 let.

Při kapacitě 4,5 mil.tun činila výroba brám 3,054 mil.tun. Provozní náklady spojené s výzkumem představovaly

2,6 mil. EUR. Pokročil výzkum pozinkovaných ocelí se zvýšenou pevností a zlepšenou lisovatelností pro automobilový průmysl. Výrobci elektrických a hybridních vozidel byla nabídnuta nová generace ocelí pro elektrické motory.

Od roku 2001 došlo ke snížení emisí TZL o 93 %.

Hospodaření společnosti v roce 2020 vedlo k čisté ztrátě 55 mil. EUR (v roce 2019 byla čistá ztráta 63 mil. EUR).

Termín ukončení likvidace společnosti U.S.Steel Europe – Bohemia s.r.o. v likvidaci se odhaduje do konce června 2021.

Čeští europoslanci pomohli upozornit Komisi na problém vývozu šrotu

ocelocel NEWSLETTER OCELÁŘSKÉ UNIE, číslo 5/2021, str. 6

Jedním z potenciálně pozitivních plánovaných opatření Komise je omezení vývozu železného šrotu mimo EU do zemí s nedostatečnou ochranou životního prostředí apod. Vývoz šrotu z EU stoupl z 9 mil. tun v roce 2015 na 15 mil. tun v roce 2019. Komise si uvědomuje, že poptávka po šrotu bude v EU v důsledku dekarbonizace stoupat, ale není na škodu jí to připomenout. Iniciativy se za Evropský parlament chopil italský europoslanec Massimiliano Salini (EPP), který hledal mezi europoslanci z různých frakcí širší podporu, aby společně v této věci apelovali na Komisi. Ocelářská unie oslovila vybrané české europoslance a požádala je o podporu. Čeští europoslanci byli nakonec poměrně vzato nejpočetněji zastoupenou národní skupinou, za což jim patří dík.

Tažírna oceli spustila do provozu nové výrobní linky

www.trz.cz, tisková zpráva z 10.06.2021

Rozsáhlý projekt rozvoje Tažírny oceli ve Starém Městě, odloučeného provozu Trineckých železáren, je ukončen. Výsledkem jsou nové výrobní haly, špičkové technologie a zázemí pro zaměstnance. Investiční projekt ve výši 600 milionů korun pomůže firmě rozšířit portfolio výrobků, získat nové trhy a navýšit kapacitu výroby tažených tyčí.

V první etapě tažirna spustila do provozu plně automatizovaný regálový zakladač na místě bývalé expediční přístavby haly. *Instalace zakladače umožnila zvýšit kapacitu skladování z 6000 tun na 9000 tun hotových výrobků, zrychlit manipulaci včetně nakládky kamionů a v neposlední řadě zvýšit bezpečnost práce.*

Ve druhé etapě došlo ke zbourání staré haly v objektu bývalé panelárny. Právě tady firma vybudovala novou výrobní halu o dvou lodích, v nichž jsou nyní v plném provozu nové technologie loupání, broušení a dělení včetně veškeré logistiky a dopravní obslužnosti.

Investici doplnila stavba provozní budovy, která rozšířila sklady režijního materiálu a náhradních dílů a slouží i pro mechanické zkušebny a údržbu. *Součástí této etapy bylo i vybudování nového zázemí pro zaměstnance. Nově využívají šatny, sociální zařízení, jídelnu a další kanceláře.*

Tažené ocelové tyče vysoké kvality směřují například jako materiál pro výrobu plynových vzpěr a tlumičů aut, závitových tyčí, nebo také do segmentu šroubárenství či výroby nábytku. Každý rok ze zdejší výrobní haly putuje k zákazníkům okolo 90 000 tun tažených tyčí, z toho více než 60 procent na export.

Hospodaření třinecké huti v roce 2020 ovlivnilo zpomalení ekonomiky a pandemie

www.trz.cz, tisková zpráva z 29.06.2021

Rok 2020 byl pro třineckou huť jeden z nejnáročnějších v novodobé historii. Provázelo jej ekonomické zpomalení, nejistoty na trhu s ocelí, a nakonec zasáhla celosvětová pandemie koronaviru, která znamenala zásadní změnu v organizaci práce a péči o zaměstnance. Přesto se firmě podařilo dosáhnout pozitivního výsledku hospodaření ve výši 469 milionů korun. Jde však o nejhorší výsledek za poslední dekádu.

V roce 2020 Třinecké železářny utržily 35,114 miliard korun, což je v meziročním srovnání o 3 miliardy korun méně. Výroba surové oceli dosáhla hodnoty 2,581 milionů tun. Je to o 73 kiloton více než v roce 2019. I přes náročnou situaci firma nemusela během pandemie odstavit žádný z výrobních agregátů. Výroba i prodej tak zůstaly na úrovni předchozích let. To je téměř zázračný výsledek, když si uvědomíme, že v důsledku pandemie poklesla v roce 2020 výroba oceli v EU téměř o 12 procent.

Podíl Třineckých železáren na domácí produkci surové oceli se v roce 2020 zvýšil na 58 %. Nejprodávanejším výrobkem zůstává drát, jehož celkový prodej činil rekordních 1017 kt. Objem prodeje v sortimentu tyčové a profilové oceli dosáhl 542 kt. Vyšší stupeň finalizace tyčové oceli umožňuje nárůst prodeje výrobků s vyšší přidanou hodnotou, které nacházejí využití hlavně v automobilovém a strojírenském průmyslu. Do zemí EU,

Kanady, USA a na tuzemský trh směřovalo 226 kt kolejnic a železničního příslušenství.

Z celkového prodeje výrobků Třineckých železáren směřuje 69 procent na export a téměř 31 procent bylo určeno tuzemským odběratelům. Mezi nejdůležitější exportní země patří Německo, Slovensko, Itálie a Polsko.

V roce 2020 třinecká huť proinvestovala 1,420 miliardy korun. K nejvýznamnějším patřila modernizace dvou ohřívaců větru, zušlechťovací linka číslo 2, STAKU linka číslo 2 a rozvoj odloučeného provozu Tažirna oceli ve Starém Městě. Letos se huť chystá proinvestovat 1,6 miliardy korun.

Třinecké železářny v reakci na závazky evropské Zelené dohody připravují integrovaný transformační projekt, který vychází z využívání energie z obnovitelných zdrojů, změny technologie výroby oceli a ekologizace prvovýroby. Huť tak sníží emise skleníkových plynů o 55 procent. Zajistí se tím pokračování tradice hutní výroby na Třinecku pro další generace v moderní ekologické fabrice, která staví na principech cirkulární ekonomiky a vyrábí ocel udržitelným způsobem.

Roční výroba Třineckých železáren se pohybuje zhruba okolo 2,5 mil. tun oceli. Mezi hlavní produkty patří především dlouhé válcované výrobky – válcovaný drát, tvarová ocel, speciální tyčová ocel, tažená ocel, kolejnice, široká ocel, bezešvé trubky a hutní polotovary. Třinecké železářny jsou v posledních 10 letech největším výrobcem surové oceli v České republice. Za celé své působení v historii od roku 1839 vyrobily Třinecké železářny více než 180 milionů tun oceli. Zaměstnávají bezmála 7000 lidí.

Skvělé výsledky ve výrobě surového železa na vysoké peci č.3 v LIBERTY Ostrava

LIBERTY Ostrava, Nová huť, červen 2021, ročník XII, číslo 6, str. 2

V květnu bylo v prvovýrobě ostravské huti, konkrétně na vysoké peci č.3 vyrobeno 100 359 tun surového železa, což je nejlepší výsledek za posledních sedm let! Naposledy VP3 vyrobila více než 100 tisíc tun v březnu 2014, kdy výroba činila 100 238 tun. Opakovaně se stotisícovou hranici podařilo překonat ještě v roce 2008, a to v průběhu čtyř měsíců. K tomuto výsledku tenkrát ovšem významně přispěl vysoký podíl pelet ve vsázce.

Kromě osádek samotné VP3 napomohl tomuto výrobnímu výsledku také tým ocelárny, který pravidelně odebíral surové železo, i nepřetržité zásobování pece surovinami.

Rozhodující vliv ale měla perfektně provedená odstávka VP3. Během ní byla uvolněna centrální roura na sazebné pece a vyměněny spálené výfučny č.3 a 4, což je organizačně velmi náročná činnost. To vše se ale podařilo vyřešit v rekordním čase 3 hodin a 15 minut. Takto

krátkého času se podařilo dosáhnout i díky novému manipulátoru pro výměnu dmyšných armatur. Poděkování všem za skvělou práci a mimořádné nasazení vyjádřil Václav Habura, zvláštní poradce představenstva.

Organizační změny ve skupině LIBERTY Ostrava

LIBERTY Ostrava, Nová huť, červen 2021, ročník XII, číslo 6, str. 3

Novým výkonným ředitelem LIBERTY Ostrava byl jmenován s okamžitou účinností Aleksandr Ivanov, který má dlouholeté zkušenosti v ocelářství. Pracoval dvacet let ve vedení různých provozů, naposledy byl ředitelem pro výrobu v ukrajinské integrované huti Kryvyi Rih.

Novým členem představenstva LIBERTY Ostrava se s účinností od 16.6.2021 stal Paramjit Kalhlon, generální ředitel pro hutní prvovýrobu a integrovanou těžbu v LIBERTY.

Zvláštním poradcem představenstva byl jmenován Václav Habura. Ředitelem pro techniku se stal Sambit Beborta. Oba budou poskytovat podporu představenstvu a výkonnému řediteli společnosti.

K 11.6.2021 ukončil na vlastní žádost pracovní poměr ředitel závodu 16 – Válcovny plochých výrobků. Dočasně byl řízením závodu pověřen Jan Pudich.

Po vzájemné dohodě ukončil k 31.5.2021 své působení na pozici Ředitel pro Investice a inženýring Aditya Nath Sen.

V současnosti se připravuje nová organizační struktura. Tyto organizační změny mají za cíl zefektivnit všechny důležité procesy, což umožní posílit výsledky huti a plnit strategické plány.

VÍTKOVICE STEEL navzdory COVIDu zlepšily hospodářské výsledky

www.vitkovicesteel.com, tisková zpráva z 07.07.2021

Ostravská společnost VÍTKOVICE STEEL dosáhla i přes potíže způsobené koronavirovou pandemií nejlepšího výsledku hospodaření za poslední 3 roky. Výsledkem je sice ztráta, ale provozní zisk EBITDA dosáhl nuly, což potvrzuje pozitivní trend provozní výkonnosti.

„Máme za sebou těžký rok, pandemie přinesla výzvy osobní, ale také obchodní. Poptávka po pleších klesla o více než 20 % a čelili jsme obrovskému tlaku levných dovozů z mimoevropských zemí. Přes všechny komplikace se nám podařilo v roce 2020 opět vyrobit více než půl milionu tun výrobků a meziročně zlepšit výsledky hospo-

daření,“ uvedl Dmitrij Ščuka, generální ředitel a předseda představenstva společnosti VÍTKOVICE STEEL.

Na počátku roku 2020 se trh s ocelí vyvíjel příznivě, i přes nastupující pandemii byla poptávka silná, především v oblasti plechů. Pak ale došlo k šíření nemoci a nuceným odstávkám výroby a následně k propadu poptávky. Díky silnější kontraktaci zakázek v prvních měsících roku se firmě ještě první pololetí dařilo držet výrobu a zároveň i hospodářské výsledky. Avšak totální ochlazení poptávky, které přišlo ve třetím kvartále, přineslo problémy s udržením výroby. Importy ze zemí mimo EU stlačily prodejní ceny plechů téměř na úroveň variabilních nákladů, proti čemuž není možné úspěšně bojovat a společnost zaznamenala značné ztráty. Celkově společnost VÍTKOVICE STEEL vykázala za rok 2020 ztrátu 267 milionů korun, ve srovnání s předchozími roky je však podstatně nižší (za rok 2019 480 mil. Kč) a potvrzuje návrat firmy k pozitivní provozní výkonnosti a profitabilitě.

„Loňské tržby společnosti za prodej výrobků a služeb klesly o více než 20 procent na 6,5 mld. korun z 8,4 mld. korun v roce 2019, ale můžeme to považovat vzhledem k okolnostem za dobrý výsledek. Do zahraničí směřovalo 70 % prodaných výrobků, přičemž klíčovými trhy pro společnost byly země EU,“ doplnil Radek Strouhal, finanční ředitel a člen představenstva společnosti VÍTKOVICE STEEL. Firma vyrábí ocelové plechy, štetovnice a tvarové výpalky. Většina jejich produktů se uplatňuje ve stavebnictví a strojírenství.

V průběhu roku společnost i přes výše zmíněné faktory pokračovala v dlouhodobém rozvoji formou investic. Proběhly renovace jeřábů a jejich vybavení dálkovými ovladači, úspěšně bylo zavedeno značení plechů pomocí čárových kódů a automatické objednávání přeprav. Pokračovaly investice do zvýšení bezpečnosti práce zaměstnanců a do zlepšování pracovního prostředí, šlo například o rekonstrukce pracovních kabin a klidových místností. Postoupila také likvidace budov bývalé ocelárny.

Letošní rok považuje vedení společnosti také za mimořádný. „Oživení poptávky překonalo očekávání producentů a vytvořilo prostředí raketového růstu cen. Vzrostla však také cena vstupního materiálu – ocelových Bram, a to až na trojnásobek loňských letních cen. Věřím ale, že turbulentní situaci zvládneme a své pozice na trzích posílíme. Pozitivní je pro nás prodloužení ochranných opatření EU na dovozy štetovnic. Děkuji ministerstvu průmyslu za to, že ve složité situaci podrželo české oceláře. Pomohlo by nám ještě dořešení letitého sporu o nepřidělené emisní povolenky,“ konstatoval Dmitrij Ščuka.

VÍTKOVICE STEEL, a. s. jsou tradičním evropským výrobcem válcovaných výrobků z oceli, největším výrobcem ocelových plechů v České republice a jediným výrobcem tzv. štetovnic v ČR. Společnost vlastní nadnárodní investiční fondy ze zemí bývalého Sovětského svazu. Zaměstnává téměř 900 lidí.

VÍTKOVICE STEEL má environmentální prohlášení o produktu

www.vitkovicesteel.com, tisková zpráva z 02.08.2021

Společnost VÍTKOVICE STEEL, a.s. v březnu 2021 získala environmentální prohlášení o produktu pro tlusté plechy i štetovnice. Ověřené jsou třetí stranou, konkrétně Elektrotechnickým zkušebním ústavem v Praze.

EPD představuje soubor měřitelných informací o vlivu produktu na životní prostředí v průběhu jeho životního cyklu.

Společnost VÍTKOVICE STEEL, a.s. je přední evropský výrobce válcovaných výrobků z oceli a největší výrobce ocelových plechů v České republice. Nosný výrobní program tvoří tlusté plechy a tvarové výpalky, které jsou vyráběny ve válcovně plechů, a štetovnice, které jsou vyráběny ve válcovně těžkých profilů.

VÍTKOVICE CYLINDERS dodají technologie pro vodíkovou stanici

tisková zpráva 31. 8. 2021

Vítkovice Cylinders, součást Cylinders Holding, se bude podílet dodávkami svazků pro první plnicí stanici na vodík v České republice. Bude situována nedaleko už existující plničky CNG v průmyslové části Dolních Vítkovic, u vjezdu do výrobních areálů. Projekt už vzniká a k plnění vodíku do osobních automobilů bude zařízení připraveno v lednu 2022. Vítkovice dodají stavební části a zajistí hlavní technologii.

„Plničku naistalujeme do konce roku, pak zahájíme zkušební provoz. Už jsme se také dohodli s Cylinders Holding jako dodavatelem skladovacích systémů vodíku. Všechno bychom chtěli mít hotovo na jaře příštího roku,“ uvedl Rodan Broskevič, předseda představenstva společnosti VÍTKOVICE, a. s., která stanici postaví.

Současně s projektem na výstavbu plničky vodíku připravují Vítkovice také plnicí stanici kyslíku. I ta by měla být postavena na průmyslových pozemcích na začátku příštího roku. Sloužit bude pro plnění kyslíkových kompletů, které se využívají pro tzv. oxygenoterapii při sportu, ve wellness i estetické medicíně. I na tomto projektu se bude významně podílet Cylinders Holding,

Území, které Vítkovice „osidlují“ novým životem a technologiemi, sahá od Nové Karoliny až po haldy Hrabová a Hrabůvka. Právě tady, na rekultivované ploše o rozloze přes 100 hektarů časem vznikne také ambiciózní vodíkové město H₂ District. Vodíková plnička pro bezemisní dopravu a nové alternativní energetické systémy by se tedy měly v budoucnu objevit i tam. Vítkovice počítají s tím, že budou tyto technologie vyhledávat, aplikovat, podporovat i dodávat tak, aby byly kompletním zázemím pro vlastní i externí investiční záměry.

LIBERTY Ostrava dosáhla ve 2. čtvrtletí nejlepších výsledků za posledních 10 let

Ve 2. čtvrtletí LIBERTY Ostrava ještě zlepšila rekordní výsledky z 1. čtvrtletí letošního roku. V období od 1. dubna do 30. června 2021 zvýšila hrubý provozní zisk z 1. čtvrtletí o 35 % na 2,6 miliardy korun. Jedná se o nejlepší čtvrtletní výsledek od roku 2011. Příznivý vývoj huť očekává i v druhém pololetí a předpokládá zvýšení roční výroby na 2,5 milionu tun.

„Tým LIBERTY Ostrava v roce 70. výročí založení huti znovu po výborném počátku letošního roku dosáhl vynikajících výsledků. Celý tým vedený výkonným ředitelem Ivanovem nyní pracuje na dalším zvyšování výroby a také na urychlení realizace projektů, které povedou k výrobě zelené oceli a skutečné uhlíkové neutralitě. Děkuji zaměstnancům za jejich pracovní nasazení a úsilí při transformaci LIBERTY Ostrava coby klíčové součásti naší globální vize zelené oceli,“ řekl Sanjeev Gupta, výkonný předseda skupiny LIBERTY Steel.

Svým zákazníkům dodala LIBERTY Ostrava 684 kilotuny ocelových výrobků, tedy o 12 % více než v 1. čtvrtletí a nejvíce od roku 2017. Výroba ve 2. čtvrtletí byla téměř o 80 % vyšší než ve stejném období loňského roku, kdy ocelářství významně ovlivnila koronavirová krize.

Tržby byly ve výši 13 miliard korun, což představuje 26% navýšení oproti předchozímu čtvrtletí a téměř dvojnásobek v meziročním porovnání. Díky těmto výsledkům huť dosáhla hrubého provozního zisku ve výši 2,6 miliardy korun (103 milionů eur), oproti 2 miliardám korun (76 milionů eur) za 1. čtvrtletí.

K lepším výsledkům přispěla výjimečná pružnost huti, která spočívá v možnosti přizpůsobit poměr výroby dlouhých výrobků (např. tyče a profily) a plochých výrobků (plechy, pásy) vývoji trhu. To jí umožnilo v 1. pololetí naplno využít potenciálu, který nabízel trh plochých výrobků. Huť očekává, že příznivá situace bude pokračovat i ve druhém pololetí a předpokládá zvýšení celkové roční výroby oceli z loňských 1,7 milionu tun, kdy výrobu značně ovlivnila koronavirová krize, na 2,5 milionu tun. I nadále má dostatek zakázek pro plnou výrobu.

„Za tyto skvělé výsledky patří dík všem zaměstnancům ostravské huti. Ta nyní funguje efektivněji než kdy dříve, což napomůže k její rychlejší transformaci v moderní huť se zcela ekologickou výrobou a k dosažení udržitelnosti v oblastech jejího hospodaření, ochrany životního prostředí a péče o zaměstnance i okolí. Nyní pracujeme na dalším zvyšování výroby a urychlení realizace našich ambiciózních modernizačních plánů s cílem dosáhnout do roku 2030 uhlíkové neutrality,“ dodal Aleksandr Ivanov, výkonný ředitel LIBERTY Ostrava.

– z tiskové zprávy –

Humor s hutní tematikou

Vážení čtenáři,

chtěli bychom vám zpestřit odborné čtení, a tak vám přinášíme hutnický humor od autora Rostislava Turoně, pracovníka společnosti Třinecké železářny.





METALURGIA S.A.
RADOMSKO

Member of TRINECKÉ ŽELEZÁRNY - MORAVIA STEEL Group

We produce with passion for our customers



bare wires / galvanized wires / PVC coated wires / copper coated wires

nails / knotted wire netting / barbed wires / rods

staple wire / welding wires / bookbinding wires

heat treatment services / surface treatment services of wires and wire rods

METALURGIA SA ul. Św. Rozalii 10/12, 97-500 Radomsko, POLAND,
tel. +48 44 685 41 66, fax. +48 44 685 41 61,
e-mail: metalurgia@metalurgia.pl / www.metalurgia.pl

Společnost BRAINTRAST, s.r.o. byla založena v roce 2000. Nabízíme provádění služeb v oblasti průmyslové automatizace. Obsahem těchto služeb je návrh a realizace projektů MaR a ASŘ, odborné poradenství, dodávky komponent průmyslové automatizace, průmyslové IT včetně periférií, zhotovení aplikačního software pro PLC a vizualizaci technologických procesů. Dále provádíme realizaci kamerových a ESZ systémů, realizaci technologických, počítačových a bezdrátových sítí. Provádíme rovněž služby v oblasti výpočetní techniky, tj. dodávky a servis IT, periférií a digitální techniky, poskytování systémové podpory, tvorbu a servis webových stránek. Na dodané produkty a služby poskytujeme záruční i pozáruční servis.

Jedním z hlavních cílů společnosti je neustálé zvyšování kvality poskytovaných služeb zákazníkům. Pro podporu tohoto cíle bylo zavedení systému řízení jakosti dle norem řady ISO 9001, který firma získala v roce 2001.

Nabízíme služby, které jsou navrženy na míru aktuálním potřebám zákazníků, na vysoké technické úrovni a s vysokým zákaznickým servisem.

DODÁVKY

Odborné poradenství v oblasti průmyslové automatizace,
návrh a pracování projektové dokumentace projektů ELEKTRO, MaR a ASŘ,
realizace projektů, dodávka komponent, výroba a montáž rozvaděčů elektro a ASŘ,
realizace technologických, počítačových a bezdrátových sítí,
realizace kamerových a ESZ systémů.

SOFTWARE

Návrh a realizace řízení technologických procesů,
tvorba aplikačního SW pro PLC a HMI aplikace, včetně odladění a uvedení do provozu.

VÝPOČETNÍ TECHNIKA

Dodávky a servis IT včetně periférií a digitální techniky,
poskytování systémové podpory, tvorba a servis webových stránek.

SERVIS A SLUŽBY

Údržba a opravy MaR a ASŘ včetně pohotovostní služby,
provádění výchozích a pravidelných elektrorevizí dle ČSN,
provádění kalibrací měřicích okruhů,
oprava regulátorů Brown Boveri a ČKD pro EOC (elektrické obloukové pece),
výroba a repase šoupátek pro EOC (elektrické obloukové pece).

BRAINTRAST, s.r.o., Frýdecká 488, 739 61 Třinec

Provozovna: Průmyslová 1006 (areál Třineckých železáren, a.s.), 739 61 Třinec

Kontakt: tel.: +420 558 535 191, +420 602 785 114, e-mail: info@braintrast.cz

<http://braintrast.cz/>