

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
FAKULTA BANÍCTVA, EKOLÓGIE, RIADENIA A GEOTECHNOLÓGIÍ

**Predikcia teploty a uhlíka v procese výroby ocele na báze
strojového učenia
Diplomová práca**

2025

Bc. Alex Jurík

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
FAKULTA BANÍCTVA, EKOLÓGIE, RIADENIA A GEOTECHNOLÓGIÍ

**Predikcia teploty a uhlíka v procese výroby ocele na báze
strojového učenia**
Diplomová práca

Študijný program: Informatizácia procesov získavania a spracovania surovín
Študijný odbor: Získavanie a spracovanie zemských zdrojov
Školiace pracovisko: Ústav riadenia a informatizácie výrobných procesov
Školiteľ: doc. Ing. Ján Kačur, PhD.
Konzultant: Titul Meno1 Priezvisko1, Titul
Titul Meno2 Priezvisko2, Titul

2025 Košice

Bc. Alex Jurík

Abstrakt v SJ

Abstrakt v slovenčine (referát) je povinnou súčasťou každej práce. Je výstižnou krátkou charakteristikou obsahu dokumentu. Abstrakt býva informatívny a zachováva tematické a štýlové vlastnosti práce. Nevyjadruje hodnotiace stanovisko autora. Obsahuje údaje o cieľoch práce, metódach, výsledkoch a záveroch. Text abstraktu sa píše ako jeden odstavec. Abstrakt neobsahuje odkazy na samotný text práce. Mal by mať rozsah asi 250 slov, nemal by presiahnuť jednu stranu. Pri štylizácii sa používajú celé vety, slovesá v činnom rode a tretej osobe. Používa sa odborná terminológia, menej zvyčajné termíny, skratky a symboly sa pri prvom výskyte v texte definujú.

Kľúčové slová v SJ

Strojové učenie, výroba ocele, koncentrácia uhlíka, predikcia teploty, modelovanie

Abstract

Text abstraktu v svetovom jazyku je potrebný pre integráciu do medzinárodných informačných systémov (napr. The Network Digital Library of Theses and Dissertations). Ak nie je možné jazykovú verziu umiestniť na jednej strane so slovenským abstraktom, je potrebné umiestniť ju na samostatnú stranu (cudzojazyčný abstrakt nemožno deliť a uvádzať na dvoch stranách).

Keywords

Machine learning, steelmaking, carbon concentration, temperature prediction, modeling

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
FAKULTA BANÍCTVA, EKOLÓGIE, RIADENIA A GEOTECHNOLÓGIÍ
Ústav riadenia a informatizácie výrobných procesov

Z A D A N I E
D I P L O M O V E J P R Á C E

Študijný odbor: **Získavanie a spracovanie zemských zdrojov**
Študijný program: **Informatizácia procesov získavania a spracovania surovín**

Názov práce:

**Predikcia teploty a uhlíka v procese výroby ocele na báze
strojového učenia**
Machine learning-based prediction of temperature and carbon in the
steelmaking process

Študent: **Bc. Alex Jurík**
Školiteľ: **doc. Ing. Ján Kačur, PhD.**
Školiace pracovisko: **Ústav riadenia a informatizácie výrobných procesov**
Konzultant práce:
Pracovisko konzultanta:


Pokyny na vypracovanie diplomovej práce:

1. Analýza súčasného stavu v oblasti modelovania procesu výroby ocele.
2. Popis metód strojového učenia.
3. Programová podpora pre modelovanie a predikciu na báze strojového učenia.
4. Návrh programu pre modelovanie a predikciu teploty a uhlíka v procese výroby ocele na báze strojového učenia.
5. Verifikácia modelu a predikcie.
6. Zhodnotenie výsledkov a záver.

Obsah, štruktúra, rozsah a formálna úprava diplomovej práce musí zodpovedať jednotlivým ustanoveniam Metodického usmernenia č. 56/2011 MŠVVaŠ SR a Metodického pokynu o záverečných a kvalifikačných prácach na Technickej univerzite v Košiciach OS/TUKE/P1/02 TUKE. V zmysle uvedených predpisov je odporúčaný počet strán 50 – 70 strán, pričom z toho 30% pripadá na charakteristiku súčasného stavu a 30 až 40% na výsledky a diskusiu z celkového rozsahu práce. Pri vypracovaní práce sa riadte taktiež pokynmi vedúceho práce, s ktorým je potrebné priebež riešenia diplomovej práce pravidelne konzultovať.

Jazyk, v ktorom sa práca vypracuje: slovenský
Termín pre odovzdanie práce: 25.04.2025
Dátum zadania diplomovej práce: 31.10.2024




Dr. h. c. prof. Ing. Michal Cehlár, PhD.
dekan fakulty

Čestné vyhlásenie

Vyhlasujem, že som celú záverečnú prácu vypracoval/a samostatne s použitím uvedenej odbornej literatúry.

Košice, 08. apríla 2025

.....
vlastnoručný podpis

PodĎakovanie

Na tomto mieste môže byť vyjadrenie poďakovania napr. vedúcemu práce resp. konzultantom za pripomienky a odbornú pomoc pri vypracovaní práce. Nie je zvykom ďakovať za rutinnú kontrolu, menšiu spoluprácu alebo všeobecné rady. Vyjadrenie poďakovania v prípade využitia inej práce sa uskutočňuje formou citácie na konci hlavného textu práce a odkazy na citáciu sa musia uviesť aj na zodpovedajúcich miestach v texte.

Obsah

Zoznam obrázkov	8
Zoznam tabuliek	9
Zoznam symbolov a skratiek	10
Úvod	11
1. Formulácia úlohy a cieľ práce.....	12
2. Teoretický rozbor zvolenej témy.....	13
3. Analýza stavu problematiky	17
4. Návrh a implementácia riešenia zvolenej problematiky.....	18
4.1. Vkladanie obrázkov do dokumentu	18
4.2. Vkladanie tabuliek do dokumentu	19
4.3. Vkladanie grafov do dokumentu	19
4.4. Krížové odkazy na použitú literatúru a webový obsah	20
4.5. Citovanie z použitej literatúry a zoznam použitej literatúry	20
4.5.1. Pribežné ukladanie informácií o použitej literatúre.....	22
5. Postup pri odovzdávaní a tlači záverečnej práce	23
5.1. Predbežná kontrola originality práce	24
5.2. Odovzdanie a registrácia práce v Univerzitnej knižnici TUKE	24
Záver.....	26
Zoznam použitej literatúry	27
Prílohy	28

Zoznam obrázkov

Obr. 1 Vkladanie popisu pre obrázok.....	19
Obr. 2 Vkladanie popisu k tabuľkám	19
Obr. 3 Porovnanie percenta zhody fakúlt pre Bc štúdium za rok 2013	20
Obr. 4 Priebežne ukladanie citovanej literatúry	22
Obr. 5 Vzor protokolu o kontrole originality	23
Obr. 6 Portál pre predbežnú kontrolu originality.....	24
Obr. 7 Obrázok grafického CD média.....	28

Zoznam tabuliek

Tab. 1 Štatistické zhodnotenie percenta zhody za rok 2013.....	19
--	----

Zoznam symbolov a skratiek

Tento zoznam je nepovinný. Vypĺňa sa len v prípade značiek a symbolov, ktoré nie sú štandardami a nepatria do SI sústavy veličín.

CBR Case-Based Reasoning

LD Linz-Donawitz

NN Neural Network

SVR Support-Vector Regression

Úvod

Úvod stručne a jasne

- vyjadruje stav poznania alebo praxe v danej oblasti, ktorá je predmetom práce,
- zdôvodní aktuálnosť témy,
- nastolí problémy, ktoré chce vyriešiť,
- vysvetlí účel a ciele práce,
- opíše použité metódy a postup riešenia,
- uvedie vzťah práce k ďalším prácam v danej oblasti, spresní informačné zdroje a pramene, ktoré najviac využíval (a ktoré uvedie v zozname použitej literatúry),
- zdôvodní význam riešenia problematiky,
- načrtne stručný obsah kapitol.

V úvode nie je potrebné opakovať to, čo je uvedené v abstrakte. Nie je vhodné podrobne opisovať metódy, experimentálne výsledky, ani opakovať to, čo je uvedené v závere. Aj keď je úvod umiestnený na začiatku, jeho konečná verzia sa píše až po dokončení celej práce.

Pri výrobe oceli LD procesom, je podstatné vedieť v akom stave je tavenina v priebehu tavenia, predovšetkým teda aká je jej koncentrácia uhlíka a teplota. Kvôli vysokým teplotám v LD konvertore je meranie týchto vlastností problematické aj s veľmi jednoduchými a odolnými zariadeniami ako sú termočlánky. Vieme ich zmerať na začiatku a na konci tavby, problém však nastáva, keď chceme zistiť ich dynamický priebeh počas tavby alebo tiež koncový bod tavby, teda kedy už nie je v tavbe potrebné pokračovať. A preto sa využívajú nepriame techniky merania založené na jemných senzoroch. Informácie o teplote taveniny a o koncentracii uhlíka môžu riadiacej obsluhu pomôcť vykonať správny riadiaci zásah v správny čas napr. upraviť výšku trysky či množstvo vháňaného kyslíka. Tieto jemné senzory používajú softvérové modely založené na rôznych princípoch a prístupoch. Matematické modely umožňujú odhad procesných veličín v reálnom čase bez použitia fyzických senzorov.

Problémom pri výrobe oceli v LD konvertore zostáva absencia informácií o teplote taveniny a koncentracii uhlíka v tavenine. Tieto údaje môžu byť fyzicky získané len na začiatku a na konci tavby. Ich dynamický priebeh počas tavby môžeme odhadnúť s využitím rôznych matematických modelov.

1. Formulácia úlohy a cieľ práce

V tejto časti sa rozvedie spôsob, akým budú riešené úlohy a tézy, formulované v zadaní práce resp. v zadávacom liste. Uvedie tiež prehľad podmienok riešenia. Ak formulácia úlohy nie je potrebná, uvedie sa iný názov tejto kapitoly (Názov kapitoly 1) podľa riešenej problematiky.

Študent by sa mal detailne vyjadriť k jednotlivým bodov na zadávacom liste, rozobrať to, čo sa chápe pod jednotlivými bodmi a opísať spôsob dosiahnutia výsledku.

Nemá to byť teoretický rozbor problematiky a ani analýza súčasného stavu. Mal by stručne opísať, čo konkrétne sa od týchto bodov a od tejto práce očakáva.

Táto práca má za úlohu vytvoriť nástroj na predikciu teploty a koncentrácie uhlíka pri výrobe oceli s využitím vhodných matematických modelov strojového učenia.

2. Teoretický rozbor zvolenej témy

Kapitola spravidla predstavuje teoreticko-metodologickú časť práce. Táto časť zvyčajne obsahuje:

- teoretické poznatky vzťahujúce sa na danú úlohu (autor prezentuje poznatky nadobudnuté štúdiom),
- opis technológií využitých počas riešenia problémov
- porovnanie s inými technológiami a metódami
- dôvody, prečo sa zvolila určitá metóda a pod.

Táto kapitola by mala tvoriť s pravidla jednu tretinu z celkového počtu strán a radí sa ako teoretická časť záverečnej práce.

Existuje celá škála prístupov k modelovaniu a predikcii dát, ktorých využitie pri výrobe oceli bolo skúmané po celom svete. Mnohé inovácie v procese modelovania a monitorovania LD konvertora môžeme nájsť v dokumente [2]. V posledných rokoch bolo vytvorených a aplikovaných mnoho deterministických modelov výroby ocele. Vedci vyvinuli komplexné dynamické modely na predikciu chemického zloženia taveniny založené na balančných rovniciach [3] a tiež modely na predikciu teploty oceli založené na rovnovážnosti termodynamických reakcií a na technológii analýzy plynov [4-7]. Technológia analýzy plynov poskytuje možnosť ako dlhodobo predikovať teplotu v konvertoch a môže byť použitá pre rôznotonážne konvertory. Záujem tiež vzrástol o termodynamické modelovanie LD procesu. Literatúra spomína termodynamické modely na predikciu zloženia taveniny, jej teploty ako aj rýchlosti dekarbonizácie [8-10].

Dnes výrazne stúpla dostupná výpočtová sila a tak je možné detailné matematické modelovanie LD procesu založené na veľkom množstve dát [11]. Na druhej strane, modelovanie ustáleného stavu je založené predovšetkým na materiálnej a teplotnej bilanci [12,13].

Na predikciu koncového bodu tavby LD procesu sa využívajú rôzne regresné modely. Jedná sa najmä o lineárne alebo nelineárne modely schopné predikcie teploty taveniny a koncentrácie uhlíka v tavenine. Bežný regresný model je zvyčajne kombinovaný s ďalším typom modelu alebo levelom adaptácie. Niektorí vedci vykonali regresnú analýzu dát LD procesu a na výpočet žiadaných veličín navrhli regresný model teploty taveniny a váhnaného kyslíka [16].

V poslednej dobe taktiež výrazne vzrástol záujem o riadenie procesu výroby oceli pomocou algoritmov strojového učenia. Koncové parametre roztavenej oceli ako sú teplota oceli alebo obsah uhlíka, priamo ovplyvňujú kvalitu vyrobenej oceli. Aplikovanie rôznych metód strojového učenia na účel predikcie teploty a uhlíka v LD procese môžeme nájsť v rôznych zdrojoch.

Metóda regresie podporných vektorov (SVR) založená na algoritme štatistického učenia, môže byť použitá ako soft sensor k modelovaniu komplexných vzťahov medzi vstupnými a výstupnými dátami. Niektoré aplikácie SVR v LD procese môžeme nájsť v literatúre [17-19], [20] a [21]. Sú to predovšetkým modely založené na dátach a sú určené ako na online tak aj na offline predikciu procesných veličín v LD procese. V porovnaní s analytickými modelmi, ktoré sa aktuálne pri výrobe oceli používajú je predikcia presnejšia a kvalitnejšia.

Mnoho výskumov bolo zameraných na predikciu koncového bodu v LD procese pomocou modelu neurónovej siete (NN). Neurónová sieť je schopná sa samostatne učiť a neskôr aj rozhodovať, vďaka čomu dokáže riešiť akékoľvek nelineárne funkcie a rýchlo spracovávať dáta. Niektoré možnosti použitia neurónových sietí pri predikcii procesných veličín v LD procese sú opísané v literatúre [22-24] a [25]. Tieto aplikácie boli zvyčajne kombinované s rôznymi podpornými optimalizačnými algoritmami, ktoré pomáhali neurónovej sieti s adaptáciou. V literatúre sa spomína aj viacero aplikácií s neurónovými sieťami na predikciu koncovkej teploty a konca vháňania kyslíka do LD konvertora [26-29].

Nedávno sa do širšieho povedomia a použitia dostala metóda prípadového usudzovania (CBR), ktorá funguje na princípe dolovania údajov. V princípe táto metóda rieši nové problémy pomocou riešení podobných ale už vyriešených problémov. V jednom zdroji je uvedená vylepšená CBR metóda na predikciu množstva uhlíka v tavenine, ktorá údajne poskytuje presnejšie výsledky a robustnejší model ako je ten, ktorý využíva metódu SVR [31].

Pre čo najefektívnejšie využitie metód strojového učenia a počítačových modelov pri riadení a monitorovaní výroby oceli je potrebné dbať na optimalizáciu všetkých výrobných procesov s využitím najmodernejších technologických poznatkov a informačných technológií.

2.1. Výroba oceli v LD konvertori

LD proces zahŕňa tavenie surového železa v LD konvertore pričom je do konvertora vháňaný kyslík cez vodou chladenú trysku. Tento konvertor je spravidla nádoba v tvare hrušky tvorený oceľovými plechmi a vnútri vystlaný šamotovými tehliami. Do konvertora je naliate roztavené železo z vysokej pece. Bežne majú LD konvertory kapacitu 50 ton až 350 ton taveniny. Konvertor môže byť o 360° na vodorovnej osi pre jednoduchšie nakladanie šrotu či odlievanie taveniny. Spracovanie jednej tavby v LD konvertore zvyčajne trvá 15 až 25 minút v závislosti od objemu taveniny alebo množstva uhlíka v surovom železe. Množstvo vháňaného kyslíka do taveniny pomocou trysky je taktiež upravované.

Vháňaním kyslíka nadzvukovou rýchlosťou môžeme urýchliť oxidáciu nečistôt v surovom železe a to aj vďaka zväčšeniu plochy, ktorá príde s kyslíkom do styku. Tryska býva zväčša vyrobená z medi a má viacero dier, ktorými prúdi kyslík do taveniny pod tlakom približne 1.6 MPa až 2.8 MPa. Šrot sa do konvertora pridáva hneď na začiatku tavby. Počas vlievania surového železa tryska už vháňa kyslík do konvertora aby okamžite začal proces oxidácie. Pri oxidácii železa sa eliminujú prvky ako kremík, fosfor, mangán a uhlík, pričom táto reakcia je exotermická. Vznikajúce chemické teplo má však len zanedbateľný vplyv na zvyšovanie teploty taveniny. Ďalej sa do taveniny pridávajú troskotvorné a iné prísady ako napríklad vápenec, ktoré nám pomáhajú oddeliť a zachytiť vzniknuté nečistoty a oxidy. Tento odpadový materiál, ktorý vznikne pri procese tavby v LD konvertore nazývame troska. Pre zvýšenie podielu oxidu horečnatého sa ako troskotvorná prísada používa surový magnezit. To napomáha k ochladzovaniu oceli ku koncu tavby a k ochrane vnútornej tehlovej výstelky konvertora. Kryštalická síra sa pridáva pri výrobe niektorých zliatin oceli. Odpúšťanie oceli sa koná pri teplote asi 1640 °C. Ocele s nízkym obsahom uhlíka majú na konci tavby obsah uhlíka približne 0.03 % až 0.04 %.

LD proces prebieha pri teplotách, ktoré dosahujú až 1700 °C a ani tie najodolnejšie termočlánky nie sú schopné vydržať túto teplotu. Preto v literatúre môžeme nájsť len niekoľko príkladov dynamického správania sa teploty a množstva uhlíka v tavenine a tieto údaje boli zozbierané pomocou modelov alebo meraní menších rozmerov. Pri týchto meraniach boli využité predovšetkým metódy analýzy výstupných plynov [44] či sond, ktoré boli zhodené priamo do taveniny a krátkodobo (rádovo v sekundách) poskytli niekoľko údajov [3,45,46].

2.2. Metódy

2.2.1. MARS

Metóda multivariačných adaptívnych regresných spline kriviek je neparametrická regresná technika, ktorá je v podstate rozšírením lineárnych modelov. Tejto metóde sa podrobnejšie venujú dokumenty [48-53]. Bola skúmaná aj možnosť výpočtu koncovej teploty taveniny v LD procese pomocou tejto metódy [54].

Táto metóda sa snaží nájsť závislosť premenných y_i na jednej alebo viacerých premenných x_i . Vzťah medzi y_i a x_i , kde $i = 1, \dots, N$ z dátového tenzoru (viacrozmerného poľa hodnôt) môžeme napísať ako

$$y_i = f(x_i^1, x_i^2, \dots, x_i^p) + \varepsilon = f(x_i) + \varepsilon,$$

kde f je neznáma deterministická funkcia s jednou hodnotou, ktorá zachytáva spojený prediktívny vzťah y_i na $(x_i^1, x_i^2, \dots, x_i^p)$ a ε je chyba. Pridanie stochastického komponentu ε , pre ktorý je

očakávaná nulová hodnota, spravidla ukazuje závislosť y_i aj na iných veličinách ako sú $(x_i^1, x_i^2, \dots, x_i^p)$, ktoré nie sú ani pozorované ani regulované.

V prípade viacrozmerných veličín je cieľom vytvoriť páry pre každý x^j vstupný komponent vektora $x = (x^1, \dots, x^j, \dots, x^p)^T$ s uzlami na každej hodnote x_i^j daného vstupu, pričom $i = 1, 2, \dots, N$ a $j = 1, 2, \dots, p$.

Pri technike MARS, regresnú funkciu voláme základnou funkciou a tá je zaokruhlovaná pomocou vyhladzovacích spline kriviek aby mohla všeobecne reprezentovať dáta v každej podskupine. Táto funkcia je jedinečná medzi ktorýmikoľvek dvoma uzlami a mení sa na inú funkciu na každom uzle [47].

Model MARS určený na predikciu teploty a množstva uhlíka v tavenine môžeme vyjadriť nasledovne:

$$y_{T/C} = \hat{f}(x) + \varepsilon = c_0 + \sum_{m=1}^M c_m B_m(x) + \varepsilon,$$

kde $y_{T/C}$ reprezentuje výstupnú veličinu, ktorú chceme predikovať, x je vektor vstupných veličín, M je počet základných funkcií v danom modeli, c_0 je koeficient konštanty základnej funkcie B_0

3. Analýza stavu problematiky

V tejto kapitole sa rozoberá súčasný stav problému ktorý riešime v záverečnej práci. Sú to rôzne východzie stavy, vstupné hodnoty, aktuálne výstupné hodnoty, podmienky prevádzky, dátový model, aktuálne kalkulácie, nosné vzorce a prepočty hodnôt a premenných.

Čiže ide o podrobný opis skúmanej témy, jej všetkých parciálnych častí, opis jednotlivých tokov informácií medzi časťami systému, podniku, obchodu, aplikácie a podobne.

Ďalej je možné opísať aké funkčné prostriedky sú zvolené pre dosiahnutie riešenia problému, ale v aktuálnom resp. v súčasnom systéme.

4. Návrh a implementácia riešenia zvolenej problematiky

Táto kapitola je jadrom záverečnej práce a rozsahom by mala byť tretinou z celkového počtu strán.

Na základe poznatkov z predošlých kapitol, by táto kapitola mala obsahovať vlastný návrh riešenia problematiky alebo systému.

Čiže, je potrebné navrhnuť riešenia čiastkových problémov ako sú:

- model správania podniku, aplikácie,
- vnútorné toky informácií,
- ak ide o informačné systémy tak aj databázový model, user case diagram a podobne,
- a taktiež aj celkový popis ako sa vyrieši zadanie práce.

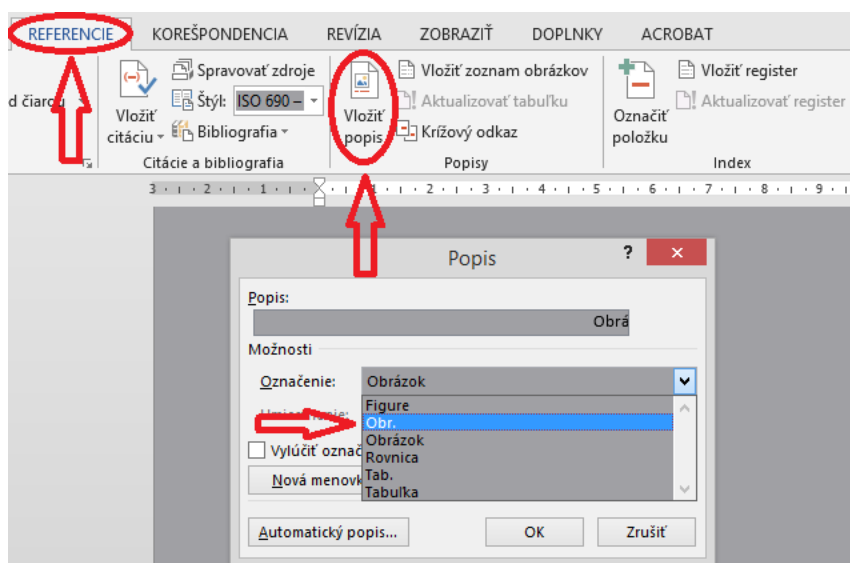
V práci je možné použiť rôzne vzorce, obrázky, tabuľky, ale aj krížové odkazy na literatúru alebo webový obsah a záverom aj zoznam použitej literatúry.

Ako pracovať s modernými funkciami v programe WORD (kompatibilný s funkciami word 2007 až 2019 a 365) bude ukázané v nasledujúcich kapitolách.

4.1. Vkládanie obrázkov do dokumentu

Pri vkladaní obrázkov použijeme záložku v hornej lište VLOŽIŤ -> OBRÁZKY. Následne sa objaví okno pre výber súboru s PC, po ktorom sa obrázok automaticky vloží. Taktiež je možné vložiť obrázok pomocou CTRL – C a CTRL – V, napríklad z webovej stránky, alebo iného dokumentu.

Popis obrázku sa vkladá automaticky cez záložku REFERENCIE -> VLOŽIŤ POPIS. Zobrazí sa okno, kde je na výber či chceme pridať popis pre tabuľku, alebo obrázok.

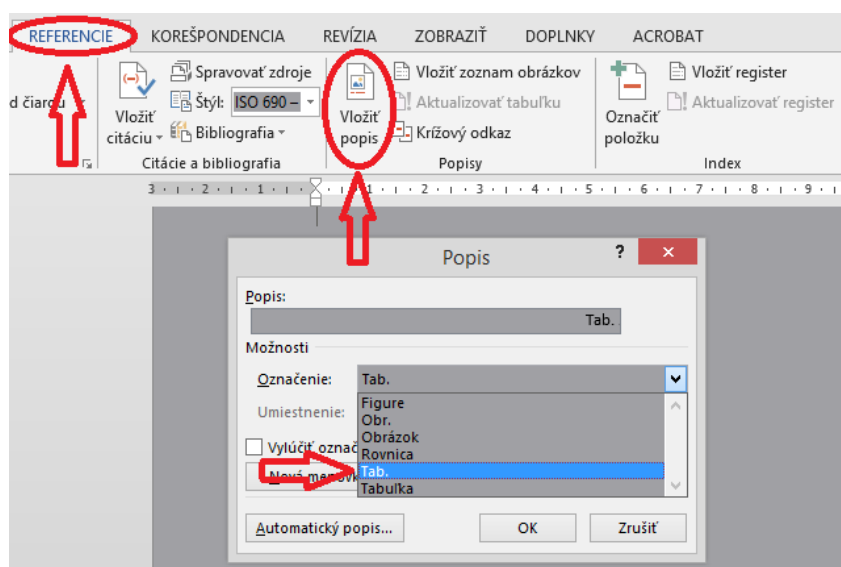


Obr. 1 Vkladanie popisu pre obrázok

V tejto šablóne sa používa skratka Obr. s príslušným číslom. Ak sa použije z výberu celý názov „Obrázok“ tak sa na začiatku nevygeneruje zoznam obrázkov, lebo toto pole v nim nie je definované. Teda treba používať skratku Obr.

4.2. Vkladanie tabuliek do dokumentu

Pre rôzne výbery, členenia, zápis hodnôt alebo maticové zápisy sa môže použiť tabuľka. Grafická úprava nie je predpísaná, takže sa použije ľubovoľný motív. Popis k tabuľkám sa vkladá obdobným spôsobom ako popis k obrázkom, len tým rozdielom že z rozbaľovacieho menu musíme zvoliť položku Tab. Toto menu nájdete obdobe ako pri obrázkoch v hornom menu REFERENCIE -> VLOŽIT POPIS. Po objavení sa okna, zvolte možnosť Tab. a stlačte tlačidlo OK.



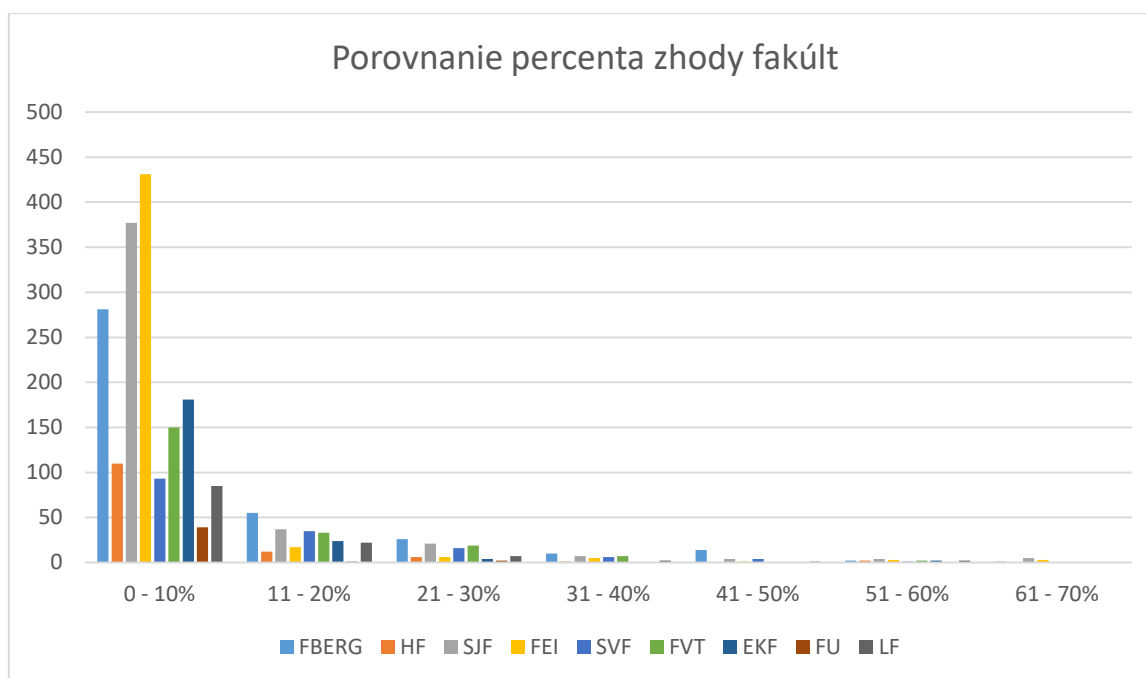
Obr. 2 Vkladanie popisu k tabuľkám

Tab. 1 Štatistické zhodnotenie percenta zhody za rok 2013

% zhoda	FBERG			HF			SJF			FEI			SVF			FVT			EKF			FU			LF		
	BC	ING	PHD	BC	ING	PHD	BC	ING	PHD	BC	ING	PHD	BC	ING	PHD	BC	ING	PHD	BC	ING	PHD	BC	ING	PHD	BC	ING	PHD
0 - 10%	281	321	27	110	54	27	377	359	28	431	382	23	93	94	24	150	168	8	181	173	14	39	27		85	200	4
11 - 20%	55	78	5	12	14	1	37	72	3	17	31		35	32	3	33	51	1	24	19		1	3		22	30	1
21 - 30%	26	40	4	6	8		21	24	1	6	11		16	15	1	19	31	2	4	4	1	2	1		7	20	1
31 - 40%	10	20		1	2		7	9		5	2		6	10		7	13	1		1					2	13	
41 - 50%	14	10					4	1		1	1		4	3			3								1	7	
51 - 60%	2	1	1	2			4	2		3			1			2	2		2	2					2	2	
61 - 70%	1	1					5			3									1								

4.3. Vkladanie grafov do dokumentu

V prípade potreby vkladania grafu je možné skopírovať graf z programu Excel a vložiť ho do dokumentu, alebo cez menu VLOŽIŤ -> GRAF, a následne sa otvorí okno na zadávanie údajov a hneď sa generuje graf z týchto údajov. Opis grafu sa zadáva ako opis obrázku.



Obr. 3 Porovnanie percenta zhody fakúlt pre Bc štúdium za rok 2013

4.4. Krížové odkazy na použitú literatúru a webový obsah

Krížové odkazy sú prepojenia textov v rámci dokumentu, ale taktiež môžu odkazovať na internetové stránky. Jednoduchý krížový odkaz slúži najmä vtedy, ak chcete upozorniť na nejakú konkrétnu vec v dokumente, ktorá už bola predtým spomenutá, napríklad v inej kapitole alebo podkapitole. Taktiež slúži na odkaz do zoznamu použitej literatúry, kde sa nachádza literatúra z ktorej sa v danom odseku alebo kapitole čerpal. Ako citovať jednotlivé druhy dokumentov a literatúry bude ukázané v kapitole 4.5. Číslo označené žltou farbou je krížový odkaz na kapitolu, kde sa nachádza návod na citovanie. Výhoda krížového odkazu je v tom, že ak pri vložení ďalšej kapitoly alebo podkapitoly sa zmení číslo kapitoly na ktorú sa odkazujeme, krížový odkaz sa tak isto automaticky aktualizuje na zmenené číslo.

4.5. Citovanie z použitej literatúry a zoznam použitej literatúry

Pri písaní práce sa často opiera o skúsenosti a výskum iných tímov. Časť textu, poučky, zákony a rôzna teória opísaná z kníh sa musí náležite citovať. Etika priznať citovaný zdroj je podchytená aj zákonom, ktorý definuje pojmy ako plagiátorstvo a plagiát. Plagiátorstvo je nedovolené používanie cudzích publikovaných i nepublikovaných myšlienok, formulácií, poznatkov, výsledkov bádania alebo iných výsledkov tvorivej práce, ako aj ilustrácií, tabuliek, fotografií a pod. bez referencie (správneho odkázania na pôvodný informačný zdroj). Prvým krokom je výber literatúry a tvorba zoznamu pre vlastné použitie ktoré bude neskôr slúžiť ako oficiálny zoznam použitej

literatúry. Z dôvodu vyhnutia sa tvorby plagiátu je nutné všetky prebraté veci v dokumente správne citovať. Rozoznávame 2 druhy citovania, môžeme použiť Citát alebo Parafrázu :

Citát :

/angl. quotation/je text doslovne prevzatý z nejakého prameňa. Píšeme ho v úvodzovkách, event. ho môžeme signalizovať zmenou písma + číslo zdroja v hranatej zátvorke na konci citátu.

Parafráza :

voľné spracovanie, voľný výklad, vyjadrenie rovnakého obsahu inými slovami alebo prostriedkami. Stačí ak uvedieme na konci parafrázy číslo zdroja v hranatej zátvorke.

Tento text je zo zdroja :

Veľký slovník cudzích slov online [online]. [s.a.]. [cit 2014-03-19]. Dostupné na internete: <<http://www.cudzieslova.sk/>>.

Techniky citovania STN ISO 690:

Rozoznávame :

- Metóda číselných odkazov – ODPORÚČAME
- Metóda priebežných poznámok
- Metóda prvého údaja a dátumu

Metóda číselných odkazov

Citácie sú spojené s popisom citovaného dokumentu poradovým číslom v zátvorke. Poradie odkazov zodpovedá prvému výskytu ich citovania. Ak za sebou nasleduje viac citácií toho istého dokumentu, majú rovnaké číslo ako prvá citácia. Ak sa citujú osobitné časti dokumentu, môžu sa za poradovým číslom citácie uviesť čísla strán. Odkazy sa v číslovanom zozname bibliografických odkazov usporiadajú podľa ich poradových čísel.

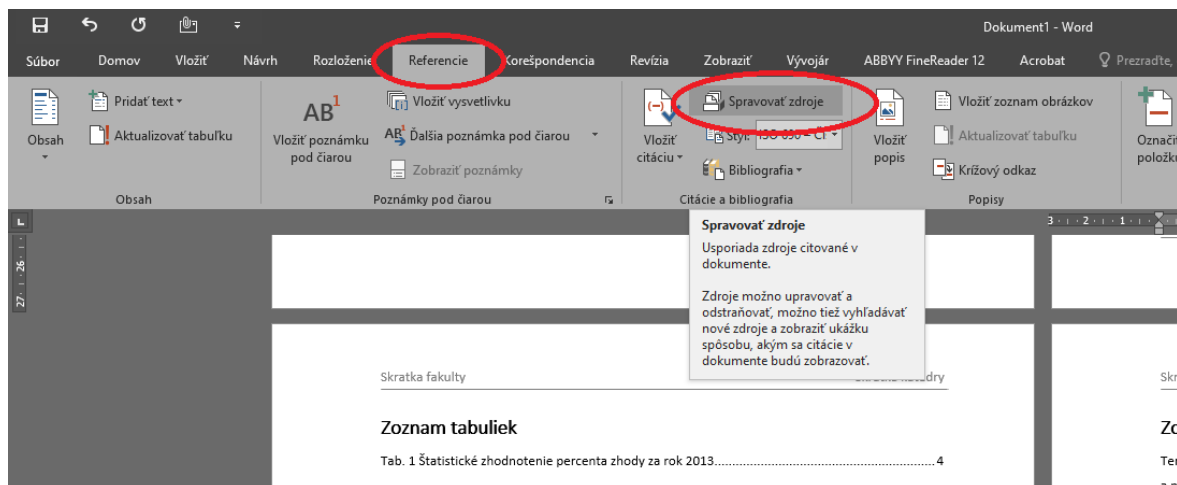
Zoznam bibliografických odkazov je umiestnený na konci kapitoly alebo na konci celého textu (knihy, článku a pod.) a je zoradený podľa poradových čísel odkazov tak, ako sú číslované citácie v texte. Poradové čísla odkazov sú umiestnené vľavo a záznamy odkazov sú odsadené.

Tento text je zo zdroja :

KIMLIČKA, Štefan : Príklady citovania podľa ISO 690 a ISO 690-2. [online]. Bratislava : Katedra knižničnej a informačnej vedy FiFUK, 2004. [cit 2014-03-19]. Dostupné na internete: <http://vili.uniba.sk/AK/citovanie_priklady.pdf>.

4.5.1. Pribežné ukladanie informácií o použitej literatúre

Je dobré zvyknúť si na priebežné ukladanie literatúry z ktorej čerpáme informácie. Ako pomôcka sa môže použiť návod na citovanie literatúry a tvorba zoznamu bibliografických odkazov dostupný na stránke Univerzitnej knižnice TUKE (<http://www.lib.tuke.sk/Library/Home/Faq>) [1].



Obr. 4 Priebežne ukladanie citovanej literatúry

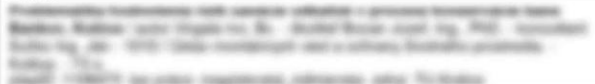
5. Postup pri odovzdávaní a tlači záverečnej práce

Na základe metodického pokynu Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR ja každý študent v končiacom ročníku, ktorý odovzdáva záverečnú prácu, povinný túto prácu zaregistrovať v lokálnom úložisku. Lokálne úložisko pre Technickú univerzitu v Košiciach je Univerzitná knižnica.

Študent svoju prácu odovzdáva elektronicky cez portál <https://portal.lib.tuke.sk/etd>. Z tohto portálu sa práca zasiela do centrálného registra záverečných prác kde sa práca skontroluje a vytvorí sa protokol o originalite záverečnej práce.

Protokol o kontrole originality

Kontrolovaná práca

Citácia	Percento*
	4,92%

*Číslo vyjadruje percentuálny podiel textu, ktorý má prekryv s indexom prác korpusu CRZP.

Práce s nadprahovou hodnotou podobnosti

Dok.	Citácia	Percento*
1	Problematica legislativneho procesu pri zahájení t'azby nevyhradeného ložiska / autor Paľo Eduard - školiteľ Bocan Jozef, Ing., PhD. - konzultant Biro Štefan - 1010 / Ústav montánných vied a ochrany životného prostredia. - Košice. - 58 s. <i>plagID: 1080825 typ práce: bakalárska zdroj: TU.Košice</i>	3,70%
2	Vplyv postupu dobývania v lome Vyšný Klátov na infraštruktúru / autor Jackovičová Anna - školiteľ Bocan Jozef, Ing., PhD. - konzultant N/A N/A - 1010 / Ústav montánných vied a ochrany životného prostredia. - Košice. - 65 s. <i>plagID: 1082284 typ práce: bakalárska zdroj: TU.Košice</i>	2,22%
3	Analýza organizácie a materiálneho zabezpečenia zásahovej činnosti banskej záchrannnej služby / autor Geci Radko - školiteľ Majerová Edita, Ing., PhD. - konzultant Šofranko Marian, Ing., PhD. - 1010 / Ústav montánných vied a ochrany životného prostredia. - Košice. - 55 s. <i>plagID: 1081292 typ práce: bakalárska zdroj: TU.Košice</i>	2,13%
4	Aplikácia elektrolytických metód pri zneškodňovaní BOV / autor Halagovcová Katarína, Ing. - školiteľ Šebo Dušan, prof. Ing., PhD. - konzultant Šebo Dušan, prof. Ing., PhD. - 1030 / Katedra environmentalistiky a riadenia p. - Košice. - 106 s. <i>plagID: 1009765 typ práce: dizertačná zdroj: TU.Košice</i>	1,09%

* Číslo vyjadruje percentuálny prekryv testovaného dokumentu len s dokumentom uvedeným v príslušnom riadku.



Obr. 5 Vzor protokolu o kontrole originality

5.1. Predbežná kontrola originality práce

Ak má študent pochybnosti o percente zhody svojej práce, môže si svoju prácu skontrolovať v systéme predbežnej originality a dozvedieť sa percento zhody vopred a prácu si následne môže opraviť. Takto si prácu môže kontrolovať nekonečne veľa krát bez toho aby sa to niekde zaznamenávalo a pripraviť ju na ostrú kontrolu. Svoju prácu si môžeš overovať dovtedy, pokiaľ budeš s výsledkom spokojný. Táto kontrola je pre študentov všetkých vysokých škôl. Predbežná kontrola originality záverečných prác je NEZÁVÄZNÁ a nemá vplyv na výsledné hodnotenie práce. Výsledok predbežnej kontroly sa môže mierne líšiť s oficiálnym výsledkom. Práca bude porovnávaná iba so zverejnenými ZP, ktoré sú staršie ako 12 mesiacov. Predbežnú kontrolu originality je možné vykonať opakovane avšak pred podpisom licenčnej zmluvy. Predbežná kontrola sa dá urobiť na stránke www.niesomplagiator.sk



Obr. 6 Portál pre predbežnú kontrolu originality

5.2. Odovzdanie a registrácia práce v Univerzitnej knižnici TUKE

Ešte pred odovzdaním práce je treba zabezpečiť:

- Konverziu finálnej verzie záverečnej práce a príloh do formátu PDF.
- Nahratie finálnej verzie práce a príloh vo formáte pdf a v natívnom formáte (MS Office 2007 – 2019 a 365, Open Office, LaTeX) cez IS ETD (prílohy skomprimované vo formáte zip, 7z).
- Kontrolu a doplnenie údajov záverečnej práce v IS MAIS, a následne v IS ETD.

Výhoda tlače a viazania v Univerzitetnej knižnici je ten, že budú na 100% dodržané všetky vnútorné predpisy ako aj predpisy a zákony Ministerstva školstva, a tým pádom predíde vráteniu alebo neakceptácie prevedenia záverečnej práce.

Záver

Záver by mal zachytiť jasnú a presnú prezentáciu dedukcií vychádzajúcich z jadra práce. Musí byť vecnou sumarizáciou vlastného prínosu alebo pohľadu na riešenú problematiku. Zahrnúť možno aj kvantitatívne údaje, ale podrobnosti by sa nemali uvádzať. Záver nemá obsahovať nič, čo nie je v texte práce a musí nadväzovať na úvahy a argumenty v texte práce.

V závere je vhodné poukázať na ďalšie otvorené (doteraz nevyriešené) problémy, ktorým je vhodné venovať pozornosť a ktoré presahujú odporúčaný rozsah práce. Odporúčané sú popisy ďalších navrhovaných aktivít, ktoré priamo vyplývajú zo záverov alebo skúseností získaných v priebehu spracovania práce.

Zoznam použitej literatúry

- [1]. Kačur, J.; Flegner, P.; Durdán, M.; Laciak, M. Prediction of Temperature and Carbon Concentration in Oxygen Steelmaking by Machine Learning: A Comparative Study. Appl. Sci. 2022, 12, 7757. Dostupné na internete:
<https://www.mdpi.com/2076-3417/12/15/7757>.
- [2]. Tomášová, Viera; Štocková, Zuzana. Ako správne citovať. Záverečné práce. [Online] Technická univerzita v Košiciach, 03. 03 2014. [Dátum: 03. 03 2014.]
<http://www.lib.tuke.sk/wwwroot/doc/Navody/CIT.ppt>http://www.lib.tuke.sk/documents/CIT_final_nove.ppt.
- [3]. ISO 690-2: 1997, Information and documentation – Bibliographic references - Part 2: Electronic documents or parts thereof.
- [4]. STN ISO 690:1998 : Dokumentácia - Bibliografické odkazy - Obsah, forma a štruktúra.
- [5]. Zákon č. 183/2000 Z.z. o knižniciach, o doplnení zákona Slovenskej národnej rady č. 27/1987 Zb. o štátnej pamiatkovej starostlivosti a o zmene a doplnení zákona č. 68/1997 Z.z. o Matici slovenskej.
- [6]. Vyhláška č. 131/1997 Zb. Ministerstva školstva Slovenskej republiky zo 7. mája 1997 o doktorandskom štúdiu.
- [7]. LAGOZE, C. a kol. The Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting [online]. Protocol Version 2.0 of 2002-06-14. Document Version 2004/10/12T15:31:00Z 2004 [cit. 2004-11-10]. Dostupné na internete:
<<http://www.openarchives.org/OAI/openarchivesprotocol.html>>.

Prílohy

Príloha A: CD médium – záverečná práca v elektronickej podobe, prílohy v elektronickej podobe.

Príloha B: Používateľská príručka

Príloha C: Systémová príručka

Táto časť diplomovej práce je povinná a obsahuje zoznam všetkých príloh vrátane elektronických nosičov. Názvy príloh v zozname musia byť zhodné s názvami uvedenými na príslušných prílohách. Tlačené prílohy majú na prvej strane identifikačné údaje – informácie zhodné s titulnou stranou diplomovej práce doplnené o názov príslušnej prílohy (Systémová príručka, Používateľská príručka). Identifikačné údaje sú aj na priložených diskoch alebo disketách. Ak je médií viac, sú označené aj číselne v tvare I/N, kde I je poradové číslo a N je celkový počet daných médií.

Každá príloha začína na novej strane a je označená samostatným písmenom (Príloha A, Príloha B, ...). Číslovanie strán príloh nadväzuje na číslovanie strán v hlavnom texte.

CD je spravidla grafické s logom univerzity a fakulty. Pozri . Tieto CD robia v Univerzitnej knižnici TUKE.



Obr. 7 Obrázok grafického CD média (vzor)