



**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE  
STAVEBNÁ FAKULTA**

**Meno a priezvisko:**

Ing. Lukáš Lederer

**Autoreferát dizertačnej práce**

Prognózovanie cien stavebných materiálov a prác vo fáze prípravy stavieb

na získanie akademického titulu  
**philosophiae doctor, PhD.**

**v doktorandskom študijnom programe:**  
3659 Technológia stavieb

**v študijnom odbore:**  
Stavebníctvo

**Forma štúdia:**  
denná

**Miesto a dátum:**  
Bratislava, máj 2024



**Dizertačná práca bola vypracovaná na:**

Katedre technológie stavieb Stavebnej fakulty STU v Bratislave

*Predkladateľ:*

*Ing. Lukáš Lederer*

Katedra technológie stavieb

Stavebná fakulta STU v Bratislave

Radlinského 11, 810 05 Bratislava

*Školiteľ:*

*doc. Ing. Helena Ellingerová, PhD.*

Katedra technológie stavieb

Stavebná fakulta STU v Bratislave

Radlinského 11, 810 05 Bratislava

**Autoreferát bol rozoslaný:** .....

**Obhajoba dizertačnej práce sa bude konať dňa .....o ..... h.**

na Katedre technológie stavieb Stavebnej fakulty STU v Bratislave, Radlinského 11,  
810 05 Bratislava.

.....  
prof. Ing. Stanislav Unčík, PhD.  
dekan fakulty  
Stavebná fakulty STU v Bratislave

## Abstrakt

Nárast cien stavebných materiálov a prác v súčasnosti je len veľmi ťažko predvídateľný. Zapríčinil vznik sporov medzi investormi a zhotoviteľmi, ktorí boli nútení upravovať zmluvnú cenu či už vo fáze prípravy alebo realizácie stavebnej zákazky. Táto skutočnosť vyvoláva potrebu skúmania inovatívnej úpravy zmluvnej ceny. Prognózovanie časových radov umožňuje dopredu predvídať vývoj cien aj v časoch nestability na trhu v stavebníctve.

Cieľom dizertačnej práce je návrh metodiky prognózovania vývoja cien stavebných materiálov a prác. V rámci stanoveného cieľa je vyhotovené porovnanie štyroch matematických metód prognózovania vývoja cien. Metodika je následne verifikovaná so skutočnými dátami a aplikovaná v prípadovej štúdií na konkrétny stavebný projekt.

## 1 Úvod do riešenej problematiky

Rozhodujúcim nástrojom riadenia celej výstavby a východiskovým podkladom pre vykonávanie prác je zmluva o dielo, ktorá výraznou mierou ovplyvňuje úspešnosť realizovaného diela. Zmluva o dielo býva často, najmä v súkromnom sektore, uzatváraná pod tlakom investora. Všeobecne platí, že podmienky zmluvy, vrátane všeobecných zmluvných a obchodných podmienok v rozsahu predložených investorom, dodávateľ prakticky nemôže meniť.[1]

Pri stavebných zákazkách na Slovensku a v zahraničí sú najčastejšie používané dva typy zmluvných cien.

Zmluvou na základe jednotkových cien sa zhotoviteľ zaväzuje, že všetky podmienky splní za predpokladu úhrady skutočne vynaložených vlastných nákladov a primeraného zisku. Tento typ zmluvy sa obvykle používa, keď nie je presne známy rozsah prác, alebo sa v priebehu výstavby očakáva množstvo zmien rozsahu skutočne vykonávaných prác. [13]

Zmluva s pevne stanovenou cenou (paušálna cena) zaväzuje dodávateľa k vykonaniu prác a dodávok, bez ohľadu na jeho vlastné náklady vynaložené v súvislosti s dodávkou, špecifikovanou v zmluve. [1]

Vzhľadom na vývoj cien stavebných prác a materiálov v súčasnosti bolo takmer nemožné zo strany zhotoviteľov dodržiavať uzatvorené zmluvy, či už vo verejnom alebo súkromnom sektore. Z tohto dôvodu vznikla požiadavka zhotoviteľov na úpravu zmluvnej ceny po podpísaní zmluvy o dielo resp. v procese realizácie. Vývoj cien stavebných materiálov od roku 2021, ktorý bol len ťažko predvídateľný, zapríčinil takmer nulovú ziskovosť dodávateľov pri stavebných zákazkách vo fáze realizácie. Tento fakt viedol k sporu medzi zhotoviteľmi a investormi, nakoľko vo veľa prípadoch zhotoviteľa neboli ochotní pokračovať v prácach za vopred stanovených zmluvných podmienok.

Dizertačná práca sa v prvej časti venuje vývoju cien stavebných prác, materiálov a výrobkov spotrebovaných v stavebníctve na Slovensku a v zahraničí evidovaných jednotlivými štatistickými úradmi. Obdobie, ktoré sleduje spomínaný vývoj cenových indexov je od roku 2016 do konca roku 2023. Ďalej opisuje používané typy zmluvných cien v stavebníctve a súčasný stav a vývoj problematiky úpravy zmluvných cien pomocou indexácie najmä vo verejnom sektore.

Druhá časť práce je zameraná na prognózovanie časových radov vývoja indexov cien stavebných materiálov a prác viacerými predpovednými metódami. V rámci tejto časti práce sú pre prognózu použité štyri prognostické metódy, ktoré sú následne testované a vyhodnocované. Multikriteriálnym výberom je z nich zvolená najvhodnejšia metóda, pomocou ktorej je navrhnutá metodika prognózovania časových radov indexov cien stavebných materiálov a prác. Navrhnutá metodika je následne verifikovaná na časovom období 24 mesiacov, z ktorej vyplýva odchýlka tejto prognózy.

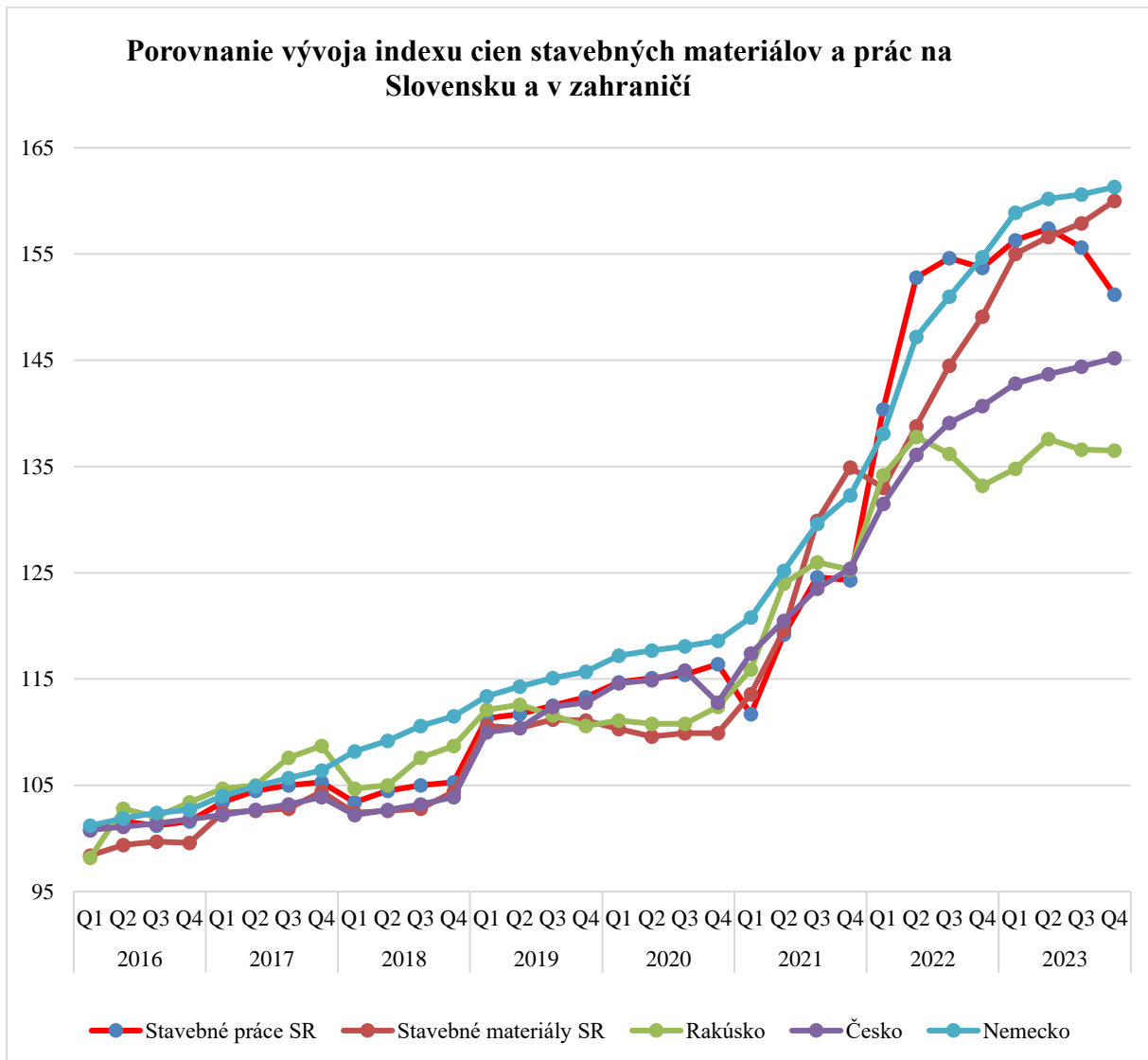
Tretiu časť dizertačnej práce tvorí prípadová štúdia, ktorá podrobne popisuje konkrétny stavebný projekt. Táto prípadová štúdia ďalej pojednáva o možnostiach využitia metodiky prognózovania indexov vývoja cien v praxi.

## **2 Analýza súčasného stavu skúmanej problematiky**

### **2.1 Analýza vývoja cien stavebných materiálov a prác**

V nasledujúcich kapitolách dizertačnej práce, je analyzovaný vývoj cien stavebných materiálov a prác u nás a v zahraničí.

Sledované obdobie možno rozdeliť na dve časti. V období od roku 2016 po koniec roku 2020 rástol index cien stavebných materiálov približne o dva percentuálne body ročne. Následne prišlo, z rôznych príčin, k ťažko predvídateľnému skokovému nárastu v roku 2021 až po koniec roku 2022. Hodnota indexu vzrástla za 15 mesiacov o 35,2 percentuálneho bodu.



**Graf 2.1.1** Porovnanie vývoja indexu cien na Slovensku a v zahraničí [45,48,50,51]

Pri porovnaní vývoja jednotlivých indexov na Slovensku a v zahraničí možno badať veľmi podobný vývoj. Štatistické úrady u nás a v zahraničí zaznamenali najväčší nárast v prvom polroku 2021 a začiatkom roka 2022. V celkovom osemročnom sledovanom období od roku 2016 po rok 2023 mali všetky pozorované indexy stúpajúcu tendenciu (Graf 2.1.1). Od roku 2016 po koniec roka 2020 sa jednalo o pozvoľný rast indexov v rozmedzí od 2 po 5 percentuálnych bodov medziročne. Následne v rokoch 2021 a 2022 sa jednalo o pomerne rapídny nárast všetkých indexov, zaznamenaných jednotlivými štatistickými úradmi. V roku 2023 prišla mierna korekcia a rast indexov sa spomalil na hodnoty veľmi podobné z obdobia pred krízou.

## 2.2 Analýza súčasného stavu používaných zmluvných cien a návrhov ich úpravy

Za najčastejšie využívané druhy cien v podmienkach stavebnej výroby sú ponukové a zmluvné ceny. [8]

Ponuková cena je cena vytvorená uchádzačom o zákazku. Spravidla je ovplyvnená očakávanou účasťou vo výberovom konaní a predpokladanou výškou konkurenčných ponúk. Ponuková cena má pri oceňovaní stavebných prác rôzne formy. [9]

Zmluvná cena je cena bez možnosti alebo s možnosťou jej úpravy z rôznych dôvodov:

- inflačných,
- zmien v rozsahu (množstve) stavebných výkonov,
- doby trvania,
- alebo iných zmluvne dohodnutých podmienok.

Právne záväzná terminológia neexistuje. Aj zaužívané pojmy môžu mať rôzny výklad. Napríklad treba rozlišovať, či v dohodnutej pevnej cene diela je aj dohoda o pevných jednotkových cenách alebo je cena dohodnutá ako paušálna. Aj preto nižšie uvedené typy zmluvných cien sú len zaužívanou praxou v zmluvných vzťahoch v stavebníctve.

Cena v určitej výške vypočítaná na základe rozpočtu môže byť v zmluvnom vzťahu dohodnutá viacerými spôsobmi:

- pevná (paušálna) cena
- pevná cena, na základe dohodnutých pevných jednotkových cien
- maximálna cena
- cena, ktorá sa môže počas realizácie diela upravovať
- pohyblivá cena

V rámci skúmania súčasného stavu tejto problematiky boli analyzované používané typy zmluvných cien a návrhy metód indexácie podľa Metodických usmernení Ministerstva dopravy a výstavby SR a Úradu pre verejné obstarávanie.

Usmernenie č. 19/2022 ministerstva dopravy a výstavby SR sa týka zákaziek, ktoré už boli zadané, u ktorých ešte neuplynula doba na predkladanie ponúk a taktiež pre tie, ktoré ešte len budú vyhlásené. V zmysle usmernenia sú všetci obstarávatelia povinní uplatňovať indexáciu cien, bez ohľadu na dobu výstavby, za podmienky dodržania harmonogramu výstavby.

Metodický pokyn a mechanizmus úpravy ceny sú povinní uplatňovať všetci obstarávatelia na výpočet hodnoty dodatku zmluvy v dôsledku vopred nepredvídateľných zmien nákladov na stavebné materiály. [34]

Mechanizmus výpočtu na základe metodického pokynu č. 22/2022 stanovuje 3 časové obdobia, ktoré vstupujú do výpočtu:

- Obdobie 0 je referenčný časový úsek od januára 2009 do decembra 2020;

- Obdobie 1 je nárast cien vstupov počas pandémie t.j. časový úsek od januára 2021 do decembra 2021;
- Obdobie 2 je časový úsek od januára 2022 do ukončenia vojny na území Ukrajiny.

Metodika výpočtu stanovuje sedem súhrnných skupín stavebných materiálov (tzv. kotiev), podľa klasifikácie CPA (Classification of products by activity) z roku 2015. Tieto skupiny materiálov boli vybrané tak, aby reprezentovali väčšinu nákladov stavby. Použitie týchto siedmich skupín stavebných materiálov má za cieľ zvýšiť adresnosť a rozlíšenie jednotlivých stavieb podľa použitých materiálov.[52]

Úrad verejného obstarávania navrhol metódu indexácie, v ktorej sa odpočítava predpokladaná miera navýšenia od skutočného navýšenia ceny materiálu. Týmto spôsobom sa určuje akceptovateľná časť navýšenia, ktorá sa násobí váhou materiálu (podiel materiálu k celkovej hodnote zákazky). Celkový súčet nárastov cien materiálov je suma jednotlivých hodnôt navýšenia. Jednotlivé indexy materiálov sú zastúpené jednotlivými skupinami materiálov podľa klasifikácie CPA. Klasifikáciu CPA spolu tvorí 55 skupín stavebných materiálov, na základe ktorých je následne vytváraný index cien stavebných materiálov a výrobkov spotrebovaných v stavebníctve. [11]

### **2.3 Prehľad predpovedných metód vhodných pre prognózovanie cien stavebných materiálov a prác**

Pri rozhodovaní sa pre najvhodnejšiu predpovednú metódu sú v dizertačnej práci skúmané štyri druhy predpovedných metód, ktoré boli následne porovnávané na základe predpovedných chýb a odchýlok, ktoré vykazovali. V tejto práci sú použité predpovedné metódy časových radov – dekompozícia regresnou analýzou, exponenciálne vyhladzovanie, naivná metóda a ARIMA model.

Ako prvá predpovedná metóda časových radov bola použitá regresná analýza, pri ktorej boli preskúmané a charakterizované vzťahy medzi jednotlivými premennými – hodnotami indexu cien stavebných materiálov resp. indexu cien stavebných prác. [21]

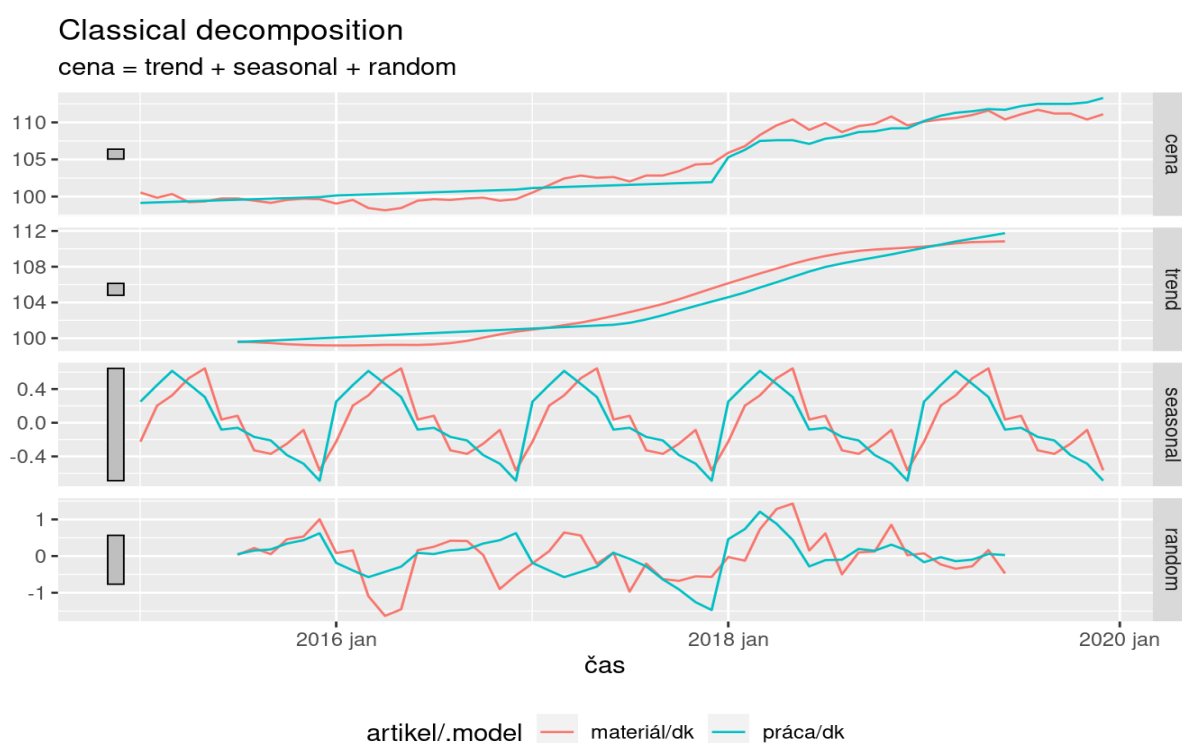
Exponenciálne vyhladzovanie je metóda, ktorá má samo opravný mechanizmus. Tento mechanizmus je schopný prispôsobiť prognózy spôsobom, ktorý je v rozpore s minulými chybami. Jedná sa o vážené kľzavé priemery súčasných a minulých hodnôt, kde sa váhy znižujú exponenciálne a preto ho možno použiť na vyhladzovanie a súčasne na vykonávanie rôznych predpovedí.[23]

ARIMA (autoregressive integrated moving average) je model autoregresného integrovaného kľzavého priemeru, ktorý slúži najmä na lepšie pochopenie a predpovedanie jednotlivých bodov v budúcnosti. Modely ARIMA sa aplikujú v prípadoch, keď dáta vykazujú dôkaz nestacionárnosti v zmysle priemeru, nie však rozptyl, kde je možné použiť počiatočný diferenciačný krok jeden alebo viackrát, aby sa eliminovala nestacionárnosť strednej funkcie, trendu. [20]

Naivné predpovede vychádzajú z modelu náhodnej prechádzky a rovnajú sa poslednému pozorovaniu, pretože budúce pohyby sú nepredvídateľné a je rovnako pravdepodobné, že budú stúpať alebo klesať. [21]

### 3 Multikriteriálny výber prognostických metód

Ako východiskové údaje pre prognózu boli použité mesačné dáta publikované Štatistickým úradom SR. Prognózované boli dve hodnoty, konkrétne hodnota časového radu cien stavebných materiálov a hodnota časového radu stavebných prác. V prvom kroku multikriteriálneho vyhodnotenia bol vykonaný klasický rozklad časových radov.

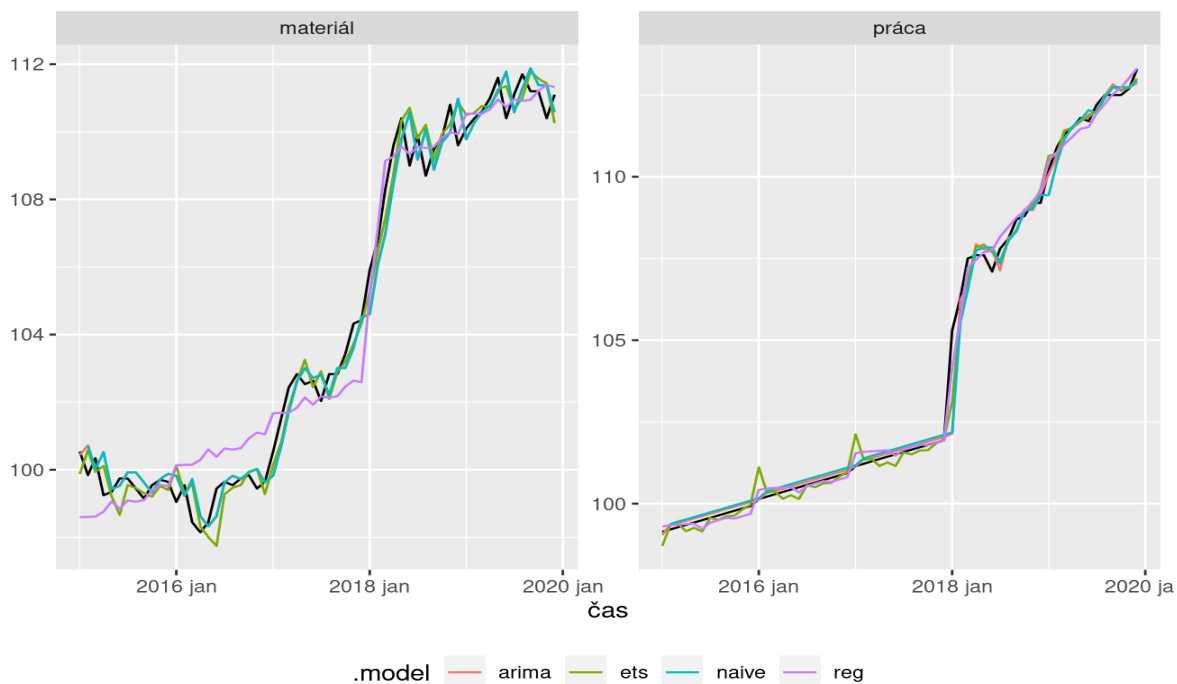


**Graf 3.1** Klasický rozklad časových radov stavebných prác a materiálov

Po klasickej dekompozícii dát bola vykonaná kontrola popisnej schopnosti jednotlivých metód na testovacej vzorke. Testovacie vzorky sú použité dáta z obdobia od roku 2015 po koniec roku 2020. Ako validačná časť slúžila časť časových radov od roku 2020 po rok 2022. Po rozklade dát bola zisťovaná kontrola popisnej schopnosti pri jednotlivých predpovedných metódach:

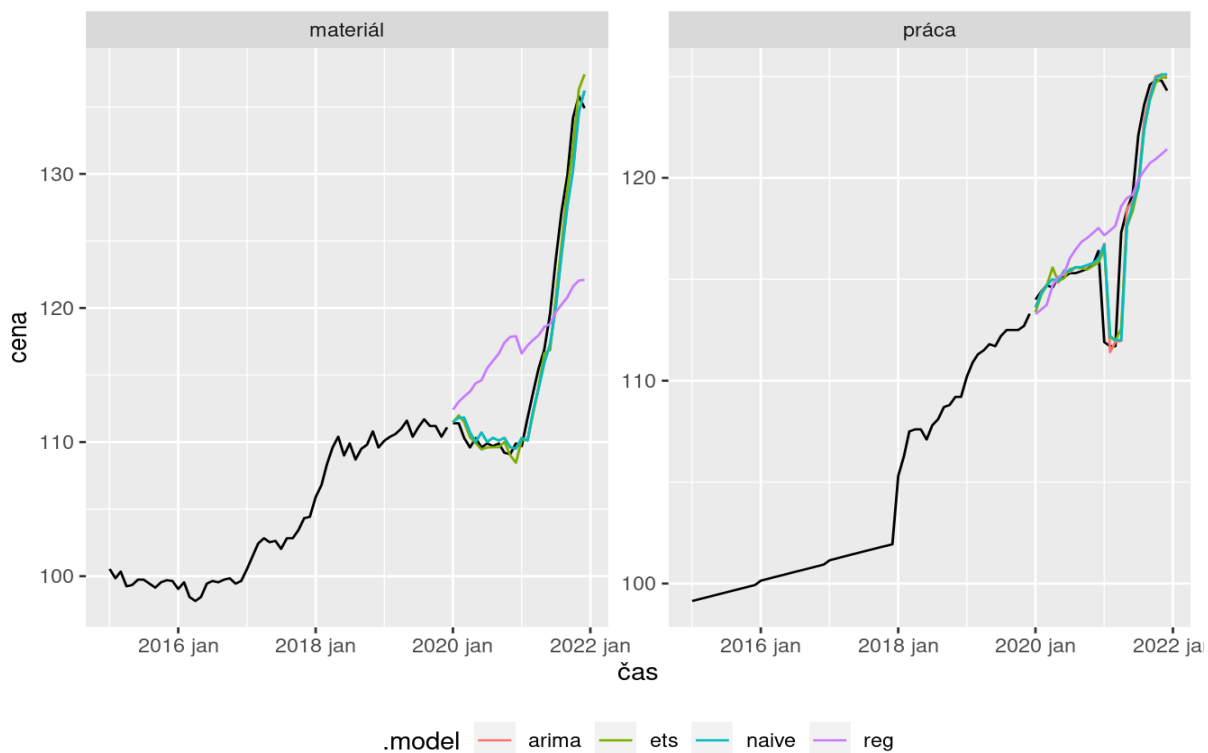
- dekompozícia regresnou analýzou – reg,
- ARIMA model – arima,
- exponenciálne vyhladzovanie – ets,
- naivná metóda – naive.





**Graf 3.2** Kontrola popisnej schopnosti prognostických metód

Jednokroková predpoveď, pomocou ktorej bola pre štyri prognostické metódy určená stredná štvorcová chyba (MSE) – teda priemerný štvorcový rozdiel medzi odhadovanými hodnotami a skutočnou hodnotou v rámci validačnej časti vzorky.



**Graf 3.3** Jednokroková predpoveď

Nami aplikovaným multikriteriálnym výberom sme zistili, že najvhodnejšia metóda na predikciu časových radov je exponenciálne vyhladzovanie resp. ets model. Zo vstupných údajov štatistických úradov z rokov 2015-2021 bola následne vyhotovená prognóza vývoja indexov cien stavebných materiálov a prác pre roky 2022-2023, pričom použitím exponenciálneho vyhladzovania sme získali výsledky, ktoré boli najbližšie k skutočne publikovaným hodnotám. Exponenciálne vyhladzovanie je metóda, ktorá má samoopravný mechanizmus, ktorý je schopný prispôbiť prognózy, vzhľadom na minulé chyby. Metóda exponenciálneho vyhladzovania hľadá spôsob, ako eliminovať rôzne historické nepravidelné prvky a dosiahnuť optimálne prognostické výsledky. Z tohto dôvodu sa ets model ukázal ako najvhodnejší počas nepredvídateľných odchýlok od priemeru. Regresný model pri takýchto povahách časových radov vykazoval najväčšiu odchýlku od skutočnosti. Tento model nebol schopný v rámci predpovede eliminovať extrémny a opisovať vzťahy medzi jednotlivými premennými tak dobre ako ostatné modely a tým pádom vykazoval najväčšie predpovedné chyby.

Zvyšné dve metódy ARIMA a naivná metóda sa javili pri multikriteriálnom porovnaní predpovedných chýb ako vhodné, avšak pri ich použití sme nedosiahli hodnoty tak blízke k skutočne publikovaným jednotlivými štatistickými úradmi. Vzhľadom na to, že použité časové rady nevykazovali sezónnosť ani významnú silu trendu, nebol ARIMA model dostatočne presný. Použitím naivnej metódy nie je možné zaznamenávať pokles hodnôt skutočného vývoja a preto nebola najvhodnejšia pre tak nestabilné obdobie, ktoré indexy zaznamenali. [34]

#### **4 Ciele a tézy dizertačnej práce**

Aplikovaný postup spracovania dizertačnej práce vyplýva z obsahu zvolených cieľov a zodpovedania stanovených hypotéz k riešenej problematike.

##### **Ciele dizertačnej práce**

Návrh metodiky prognózovania vývoja cien stavebných prác a materiálov vo fáze prípravy a realizácie stavebnej zákazky.

##### **Tézy dizertačnej práce**

- Analýza vývoja cien stavebných prác a materiálov v stavebníctve v časovom období od 2016 po koniec 2023.
- Syntéza predpovedných metód pre prognózovanie cien stavebných materiálov a prác.
- Komparácia prognostických metód a analýza predpovedných chýb jednotlivých predpovedných metód.
- Multikriteriálny výber optimálnej metódy pre prognózovanie časových radov stavebných materiálov a prác.
- Prípadová štúdia objektivizácie navýšenia zmluvnej ceny s použitím metodiky prognózovania cien stavebných materiálov a prác.

## 5 Metodika práce a metódy skúmania

Analýza, ako metóda skúmania, je v tejto práci použitá vo viacerých častiach. Analyzované boli jednotlivé cenové indexy a ich vývoj u nás a v zahraničí. Následne boli v kapitole 2 analyzované typy zmluvných cien a ich možné úpravy. Analýza je použitá aj v podkapitolách 2.2 a 2.3, kde boli podrobne skúmané postupy úpravy zmluvnej ceny publikované Ministerstvom dopravy a výstavby SR a Úradom pre Verejné obstarávanie.

Pri syntéze sa sledujú vzájomné súvislosti medzi jednotlivými zložkami javu či objektu, čo napomáha k odhaleniu vnútorných zákonitostí fungovania a vývoja javu či objektu skúmania. Syntéza je postup, kedy sa formujú závery na základe zistení nadobudnutých analýzou. Syntéza bola v tejto práci použitá pri sumarizovaní čiastkových záverov a stanovovaní si ďalších cieľov v rámci dizertačnej práce.

Komparácia, porovnanie, je metóda, ktorá zisťuje zhodné alebo rozdielne vlastnosti pozorovaných entít. Vedeckou porovnávacou metódou teda nie je náhodné porovnávanie, ale porovnávanie s cieľom získania vedeckých poznatkov. Nie je ním ani prosté konštatovanie rozdielov medzi A a B, ale ich vysvetlenie alebo prinajmenšom ich zhodnotenie pre prax, predovšetkým legislatívu. Pri komparácii je najdôležitejší výsledok, teda dosiahnutie vopred stanoveného cieľa. [7] Avšak pri spracovaní nemožno opomenúť ani postup a nevyhnutné predpoklady, bez ktorých by nebolo možné dospieť k výsledku, dokonca by nebolo by možné ani samotné porovnávanie. V rámci tejto práce bola komparácia použitá pri porovnávaní jednotlivých prognostických metód a ich predpovedných chýb. V tejto dizertačnej práci, bola použitá na porovnanie prognózovaných hodnôt časových radov so skutočne publikovanými hodnotami indexov jednotlivých štatistických úradov. V prípadovej štúdií, v poslednej časti tejto práce, slúžila na porovnanie prognózovaných dát so skutočnosťou.

Verifikácia je metóda ktorá slúži na preskúmanie, overenie a potvrdenie navrhnutých postupových krokov.[7] Táto metóda je súčasťou prípadovej štúdie, kedy ňou bola verifikovaná metodika prognózovania na skutočne zrealizovanom stavebnom projekte.

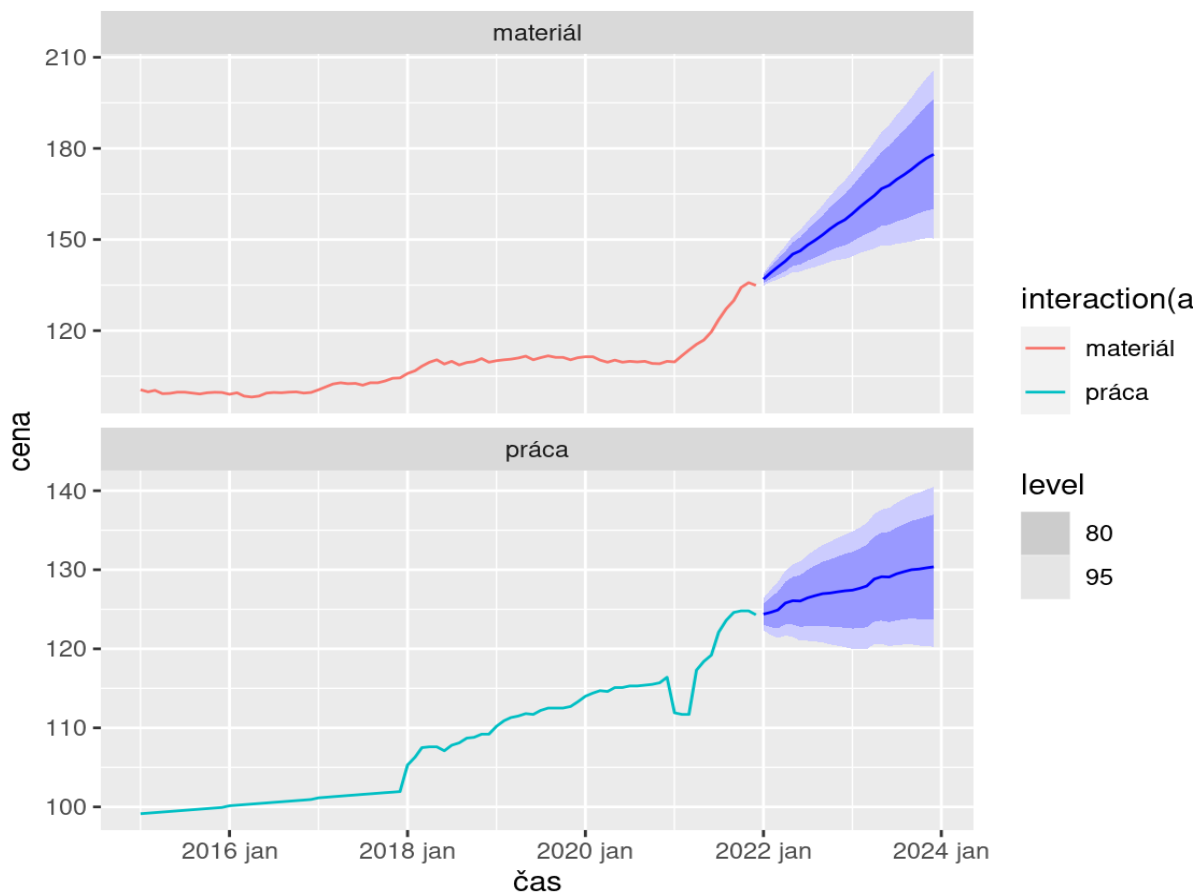
Indukcia slúži na stanovanie všeobecných téz, ktoré boli stanovené v predchádzajúcej časti práce. Je to typ úsudku, kedy sa z jednotlivých výrokov usudzuje všeobecný záver. [40] Indukcia je použitá v časti výsledky práce a diskusia, ktoré sú popísané v závere dizertačnej práce.

Dedukcia je typ úsudku a metóda skúmania, kedy sa z všeobecne prijatých výrokov dospieva k novému tvrdeniu.[40] Táto metóda skúmania je použitá najmä v závere dizertačnej práce.

## 6 Riešenie problematiky v súlade s cieľmi dizertačnej práce

### 6.1 Prognóza na základe multikriteriálneho výberu

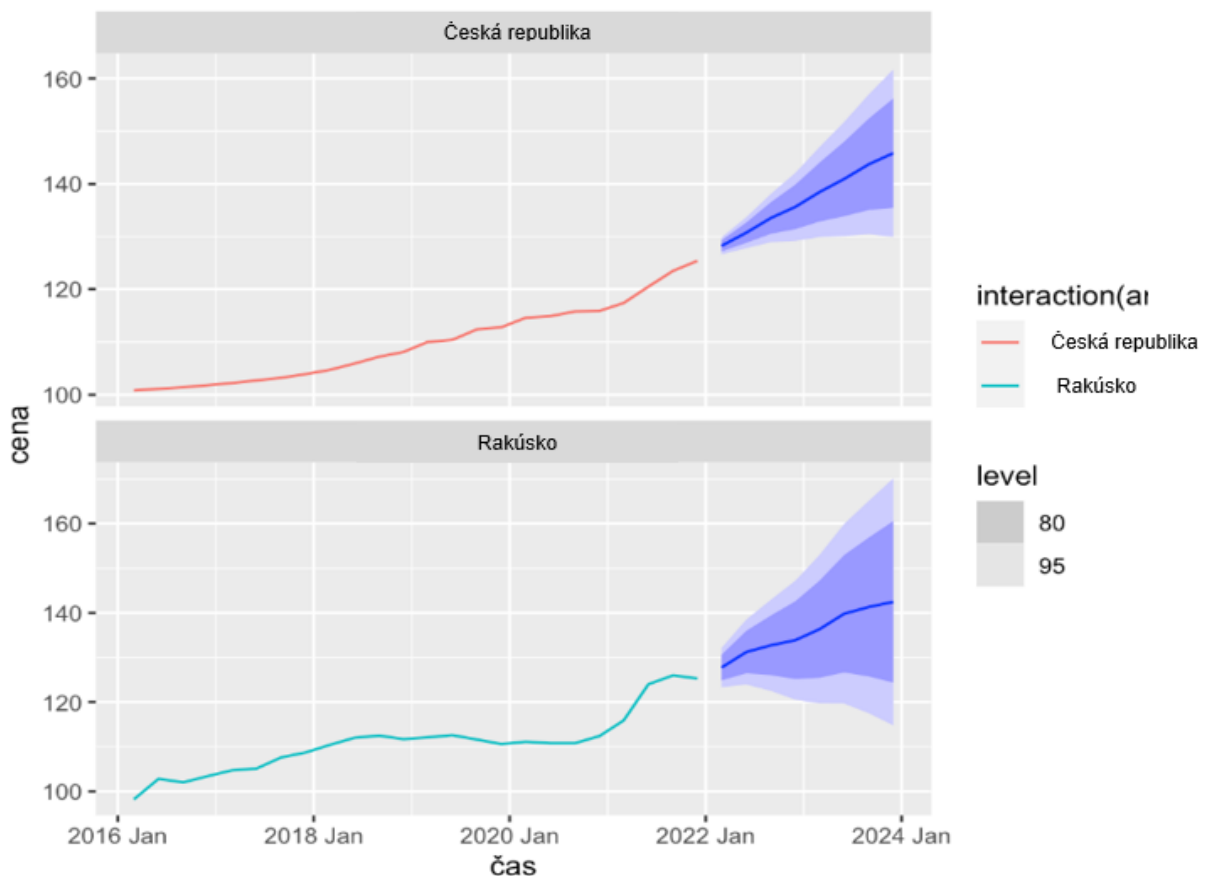
Na základe multikriteriálneho výberu a pováh časových radov bolo zistené, že najlepšie je možné prognózovať časové rady stavebných prác a materiálov pomocou exponenciálneho vyhladzovania - ets modelu.



**Graf 6.1** Prognóza vývoja cien stavebných materiálov a prác na Slovensku

## 6.2 Implementácia metodiky v zahraničí

Podobný postup bol použitý aj pre časové rady indexov stavebných materiálov v Česku a Rakúsku. Výsledky vývoja cien jednotlivých indexov s použitím exponenciálneho vyhladzovania možno vidieť v tabuľkách nižšie. Na rozdiel od slovenských dát boli indexy stavebných nákladov v Rakúsku a indexy stavebných prác v Českej republike prognózované z kvartálnych dát nie mesačných, nakoľko mesačné dáta neboli dostupné.



Graf 6.2 Prognóza vývoja indexov cien v Rakúsku a Českej republike

### 6.3 Verifikácia predpovedaných dát

V závere tejto časti práce boli prognózované dáta porovnané so skutočne publikovanými dátami jednotlivých štatistických indexov. Pri všetkých metódach prognózovania časových radov bol použitý model exponenciálneho vyhladzovania.

Čas	Stavebné materiály na Slovensku			Stavebné práce na Slovensku		
	Predpovedaná hodnota	Hodnota indexu	Rozdiel ( pb )	Predpovedaná hodnota	Hodnota indexu	Rozdiel ( pb )
Q1/2022	140,97	133,0	<b>7,97</b>	124,91	140,4	<b>15,49</b>
Q2/2022	146,28	138,8	<b>7,48</b>	126,04	152,8	<b>26,76</b>
Q3/2022	151,55	144,5	<b>7,05</b>	126,97	154,6	<b>27,63</b>
Q4/2022	156,50	149,1	<b>7,4</b>	127,34	153,7	<b>26,36</b>
Q1/2023	162,54	155,0	<b>7,54</b>	127,94	156,3	<b>28,36</b>
Q2/2023	167,84	156,6	<b>11,24</b>	129,48	157,4	<b>27,92</b>
Q3/2023	173,11	157,9	<b>15,21</b>	130,00	155,6	<b>25,60</b>
Q4/2024	178,06	160,0	<b>18,06</b>	130,37	151,2	<b>20,83</b>

Tabuľka 6.3.1 Porovnanie predpovedaných dát so skutočne publikovanými dátami stavebných prác a materiálov na Slovensku.

Pri porovnaní vývoja po ročnej prognóze možno zhodnotiť, že rozdiel medzi prognózovanými hodnotami a skutočne publikovanými štatistickými údajmi u nás a v zahraničí je minimálny. V nami stanovenom časovom období 24 mesiacov je rozdiel medzi prognózou pomocou ets modelu a vydanou hodnotou štatistického úradu 18,06 percentuálneho bodu pri časovom rade stavebných prác.

čas	Česká republika			Rakúsko		
	Predpovedaná hodnota	Hodnota indexu	Rozdiel ( pb )	Predpovedaná hodnota	Hodnota indexu	Rozdiel ( pb )
Q1/2022	128,25	131,5	<b>3,25</b>	127,75	134,2	<b>6,45</b>
Q2/2022	130,74	136,1	<b>5,36</b>	131,23	137,8	<b>6,57</b>
Q3/2022	133,53	139,1	<b>5,57</b>	132,74	136,2	<b>3,46</b>
Q4/2022	135,64	140,7	<b>5,06</b>	133,89	133,2	<b>3,11</b>
Q1/2023	138,45	142,8	<b>4,35</b>	136,82	134,8	<b>1,98</b>
Q2/2023	140,94	143,7	<b>2,76</b>	139,82	137,6	<b>2,18</b>
Q3/2023	143,73	144,4	<b>0,67</b>	141,33	136,6	<b>4,73</b>
Q4/2023	145,84	145,2	<b>0,64</b>	142,48	136,5	<b>5,98</b>

**Tabuľka 6.3.2** Porovnanie predpovedaných dát so skutočne publikovanými v Rakúsku a Českej republike.

Pri použití rovnakej metodiky so zahraničnými indexami cien stavebných prác a nákladov je možné po roku konštatovať rozdiel medzi predpoveďou a publikovanými indexami v rozmedzí od 3,1 po 5,1 percentuálneho bodu. Prognózované hodnoty sú najpresnejšie po 24 mesiacoch v ČR kde je rozdiel iba 0,64 percentuálneho bodu. Časový rad rakúskeho indexu stavebných nákladov obstál vo verifikácii taktiež veľmi dobre, keď po dvojročnom období vykazoval odchýlku 5,98 percentuálneho bodu od skutočne publikovaného údaju štatistickým úradom v Rakúsku.

kvartál	Stavebné materiály na Slovensku ( % )	Stavebné práce na Slovensku ( % )	Česká republika ( % )	Rakúsko ( % )	Priemer ( % )
Q1/2022	5,99%	11,03%	2,47%	4,81%	<b>6,08%</b>
Q2/2022	5,39%	17,51%	3,94%	4,77%	<b>7,90%</b>
Q3/2022	4,88%	17,87%	4,00%	2,54%	<b>7,32%</b>
Q4/2022	4,96%	17,15%	3,60%	0,52%	<b>6,56%</b>
Q1/2023	4,86%	18,14%	3,05%	1,50%	<b>6,89%</b>
Q2/2023	7,18%	17,74%	1,92%	1,61%	<b>7,11%</b>
Q3/2023	9,63%	16,45%	0,46%	3,46%	<b>7,50%</b>
Q4/2023	11,29%	13,78%	0,44%	4,38%	<b>7,47%</b>

**Tabuľka 6.3.3** Sumárne percentuálne porovnanie rozdielov prognózovaných dát od skutočne publikovaných

Na základe údajov v tabuľke 6.3.3 je možné sledovať veľmi podobný priemerný percentuálny rozdiel počas ôsmich prognózovaných kvartálov. Percentuálny rozdiel sa pohybuje v rozmedzí od 6,08 % do 7,90%. Najväčšie rozdiely boli zaznamenané počas prvých dvoch kvartálov v roku 2022, kedy bola situácia na trhu v stavebníctve najkritickejšia.

## 7 Prípadová štúdia

Prípadová štúdia v tejto dizertačnej práci popisuje aplikáciu a implementáciu prognózy cien stavebných materiálov a prác na skutočne realizovanom stavebnom projekte. V jej úvode je detailne opísaný priebeh skutočne realizovanej stavebnej zákazky na základe dát získaných z časového, zmluvného a cenového hľadiska. Ďalej sa prípadová štúdia zaoberá implementáciou prognózy do predmetného projektu ako nástroja na úpravu zmluvnej ceny. V ďalšej časti je vykonaná validácia, na základe ktorej je vytvorené vyhodnotenie prípadovej štúdie. Záverom prípadovej štúdie je jej vyhodnotenie, ktorého predmetom je definovanie jednotlivých pozitív aplikácie prognózovania, či už pre investora alebo zhotoviteľa daného stavebného projektu.

### 7.1 Implementácia prognózy pre stavebný projekt v etape prípravy stavby optimalizáciou rezervy

V tejto prípadovej štúdií bola vykonaná prognóza vývoja cien pre celú dobu trvania projektu so stanovením optimálnej rezervy pre možnú úpravu zmluvnej ceny. Na základe predchádzajúceho skúmania možných matematických metód prognózovania, bola určená ako najvhodnejšia metóda exponenciálne vyhladzovanie. V rámci tejto implementácie bol použitý model exponenciálneho vyhladzovania. Predpovedný interval ets modelu bol zvolený na základe skutočnej dĺžky výstavby t.j. 24 mesiacov. Hranica spoľahlivosti ets modelu bola v rámci predpovede s pravdepodobnosťou 95%. Začiatok predpovede je mesiac 3/2020, lebo zmluva o dielo v tomto čase ešte nebola podpísaná zmluvnými stranami. Predpovedané časové rady vývoja cien stavebných materiálov a prác, obsahujú dáta z obdobia od začiatku roku 2016 po marec 2020.

Časová os rok - mesiac	Prognóza stavebné mat.	Prognóza stavebné práce	Priemer	% nárast
3-20	110,3	3-20	112,5	
4-20	109,6	114,6	112,1	-0,4%
5-20	109,9	114,9	112,4	-0,1%
6-20	110,2	115,3	112,7	0,2%
7-20	110,5	115,6	113,1	0,5%
8-20	110,8	115,9	113,4	0,8%
9-20	111,1	116,3	113,7	1,1%
10-20	111,4	116,6	114,0	1,3%
11-20	111,7	116,9	114,3	1,6%
12-20	112,0	117,2	114,6	1,9%

1-21	112,3	117,6	115,0	2,2%
2-21	112,6	117,9	115,3	2,5%
3-21	113,0	118,2	115,6	2,7%
4-21	113,3	118,6	115,9	3,0%
5-21	113,6	118,9	116,2	3,3%
6-21	113,9	119,2	116,5	3,6%
7-21	114,2	119,6	116,9	3,9%
8-21	114,5	119,9	117,2	4,2%
9-21	114,8	120,2	117,5	4,4%
10-21	115,1	120,5	117,8	4,7%
11-21	115,4	120,9	118,1	5,0%
12-21	115,7	121,2	118,5	5,3%
1-22	116,0	121,5	118,8	5,6%
2-22	116,3	121,9	119,1	5,9%
3-22	116,6	122,2	119,4	6,1%
<b>4-22</b>	<b>116,9</b>	<b>122,5</b>	<b>119,7</b>	<b>6,4%</b>

**Tabuľka 7.1.1** Sumárna tabuľka prognózy vývoja indexov cien stavebných materiálov a prác v etape prípravy stavby

## 7.2 Implementácia prognózy pre stavebný projekt vo fáze realizácie stavby indexáciou

V tejto časti prípadovej štúdie je implementované prognózovanie vývoja cien stavebných prác a materiálov vo fáze realizácie stavby aplikácia modelu exponenciálneho vyhladzovania. Pre túto implementáciu bol zvolený predpovedný interval 12 mesiacov z dôvodu, že v tomto čase si investor uplatnil opciu. Cieľom tejto implementácie je zistiť spoľahlivosť modelu a to ako dobre je model exponenciálneho vyhladzovania schopný predikovať navýšenie cien v rámci ďalšej výstavby – etapizácie projektu.



Časová os mesiac-rok	Prognóza stavebné mat.	Prognóza stavebné práce	Priemer	% nárast
4-21	115,5	117,3	116,4	
5-21	116,9	118,4	117,7	1,1%
6-21	117,0	118,7	117,9	1,2%
7-21	117,2	119,0	118,1	1,5%
8-21	117,5	119,3	118,4	1,7%
9-21	117,7	119,6	118,7	1,9%
10-21	118,0	119,9	118,9	2,2%
11-21	118,2	120,2	119,2	2,4%
12-21	118,5	120,5	119,5	2,6%
1-22	118,7	120,8	119,7	2,9%
2-22	118,9	121,1	120,0	3,1%
3-22	119,2	121,4	120,3	3,3%
<b>4-22</b>	<b>119,4</b>	<b>121,7</b>	<b>120,6</b>	<b>3,6%</b>

**Tabuľka 7.2.1** Sumárna tabuľka prognózy indexov vývoja cien stavebných materiálov a prác vo fáze realizácie stavby

### 7.3 Validácia rozpočtov

Rozpočtová validácia spočíva v zjednotení rozpočtových položiek medzi jednotlivými etapami projektu, ktoré budú pri vyhodnotení prípadovej štúdie porovnávané. V rámci validácie bola zvolená merná jednotka - jeden radový rodinný dom.

### 7.4 Verifikácia prognózy vyhodnotenie prípadovej štúdie

Vyhodnotenie prípadovej štúdie sa bude skladať z dvoch častí podobne ako je uvažované v implementačnej časti.

V prvej časti, ktorej cieľom je stanovenie optimálnej rezervy pre daný projekt, je vyčíslený percentuálny nárast medzi počiatočnou zmluvnou cenou projektu a skutočnou realizačnou cenou celého stavebného projektu. Tento nárast je následne porovnaný s prognózovaným percentuálnym nárastom. V rámci skutočnej ceny projektu nie sú zohľadnené dodatky, ktoré sa týkali klientských zmien. Tieto boli rozpočtované individuálne a nie sú súčasťou základných rozpočtových nákladov v zmluvnom rozpočtu.

p.č.	Zákazka	Cena bez DPH (€)
1.	Zmluvná cena po validácií	1 958 377,38
2.	Zmluvná cena v prepočte na 1 RD	61 199,29
3.	Celková cena diela	2 040 162,25
4.	Celková cena v prepočte na 1 RD	63 755,07
<b>5.</b>	<b>Percentuálny nárast ( rozdiel riadok 1 a 3)</b>	<b>4,2%</b>
<b>6.</b>	<b>Prognózovaná výška rezervy</b>	<b>6,4%</b>

**Tabuľka 7.4.1** Porovnanie skutočného nárastu zmluvnej s prognózou pre stanovenie optimálnej rezervy

Percentuálny nárast ako rozdiel zmluvnej ceny po validácií a celkovej ceny diela je 4,2 %. Prognózovaná percentuálna výška rezervy pre uvažovanú štúdiu je 6,4%. Percentuálny rozdiel medzi porovnávanými veličinami je 2,2 %.

Druhá časť vyhodnotenia prípadovej štúdie spočíva v porovnaní prognózy v realizačnej fáze projektu so skutočným nárastom zmluvnej ceny medzi prvou a druhou etapou so zohľadnením validácie.

p.č.	Zákazka	Cena bez DPH (€)
1.	Zmluvná cena I etapy po validácií	812 746,51
2.	Zmluvná cena v prepočte na 1 RD	62 515,96
3.	Zmluvná cena II etapy	1 242 544,74
4.	Zmluvná cena v prepočte na 1 RD	65 397,09
<b>5.</b>	<b>Percentuálny nárast (rozdiel riadok 1 a 3)</b>	<b>4,6%</b>
<b>6.</b>	<b>Prognózovaná výška nárastu ( tab. 7.2.1)</b>	<b>3,6%</b>

**Tabuľka 7.4.2** Porovnanie skutočného nárastu zmluvnej s prognózou pri etapizácii projektu

Percentuálny nárast ako rozdiel zmluvnej ceny I. etapy po validácií a zmluvnej ceny II. etapy je 4,6 %. Prognózovaná percentuálna výška nárastu zmluvnej ceny pre uvažovanú štúdiu je 3,6% (sumárna tabuľka 7.2.1). Percentuálny rozdiel medzi porovnávanými veličinami je 1,0 %.

## 8 Výsledky práce a diskusia

**Hypotéza 1:** Predikciu vývoja cien stavebných prác a materiálov pomocou modelu exponenciálneho vyhladzovania v časovom intervale 24 mesiacov, je možné stanoviť s odchýlkou  $\pm 10\%$  od skutočného vývoja.

V kapitole 6.3 bola táto hypotéza potvrdená, nakoľko percentuálny rozdiel prognózovaných a skutočných dát sa pohybuje v rozpätí od 6,08 % do 7,90 % v časovom intervale 24 mesiacov. Keďže žiadne parciálne prognózované hodnoty v stanovenom časovom intervale nevykazujú väčšiu priemernú odchýlku ako 7,9 % je možné túto hypotézu pokladať za pravdivú. Model exponenciálneho vyhladzovania, ktorý bol multikriteriálnym výberom zvolený za najvhodnejší, je schopný pomerne presne predpovedať aj v obdobiach veľkých cenových zmien v stavebníctve, ktoré boli zaznamenané najmä v rokoch 2021 a 2022.

**Hypotéza 2:** Navrhnutá metodika prognózovania vývoja cien stavebných materiálov a prác umožňuje úpravu zmluvnej ceny vo fáze prípravy a realizácie stavby.

V kapitole 7.4 sú publikované výsledky, kedy rozdiel medzi prognózovanou hodnotou optimálnej rezervy a skutočnou zmenou ceny je 2,2 %. V rámci prípadovej štúdie je uskutočnená aj prognóza aktualizácie zmluvnej ceny z dôvodu etapizácie projektu. V tomto prípade je zistený rozdiel medzi prognózou a skutočnou zmenou zmluvnej ceny v druhej etape iba 1,0 %.

Z tohto vyplýva, že prognózovanie vývoja cien stavebných materiálov a prác by bolo vhodné využívať ako nástroj pre úpravu zmluvnej ceny alebo ako nástroj pre stanovenie optimálnej rezervy projektu.

### Prínosy dizertačnej práce

Prínosom dizertačnej práce je využitie dosiahnutých poznatkov a výsledkov pre rozvoj teórie, praxe a pedagogického procesu. Problematika a výsledky tejto dizertačnej práce majú svoje uplatnenie pri úprave vývoja zmluvných cien či už v etape prípravy stavby alebo v etape samotnej realizácie stavby.

### Prínosy práce pre vedný odbor

Vedecký prínos dizertačnej práce spočíva predovšetkým v návrhu nového postupu úpravy zmluvnej ceny stavebných zákaziek. Prognózovanie časových radov umožňuje predikciu indexov stavebných materiálov a prác, čím umožňuje úpravu zmluvnej ceny v reálnom čase, bez nutnosti spätnej indexácie.

Prínosy pre vedný odbor sú nasledovné:

- Rozšírenie o nové poznatky získané z vlastných výpočtov a tvorby prognóz

- Vytvorenie metodiky pre úpravu zmluvnej ceny z dôvodu jej aktualizácie
- Vytvorenie metodiky pre stanovenie optimálnej rezervy k zmluvnej ceny
- Aplikáciu prognóz v etape prípravy a realizácie stavebnej zákazky

## **Prínosy práce pre pedagogiku**

Získané poznatky a výstupy popísané v tejto práci sú taktiež využiteľné v pedagogickom procese viacerými spôsobmi:

- Začlenenie teoretických poznatkov, riešení a výskumov z hľadiska úpravy zmluvnej ceny do predmetu „Náklady a ceny v stavebníctve“
- Využitie možností prognóz v stavebníctve na predmetoch „Analýza časových radov“ a „Štatistický softvér R“

## **Prínosy práce pre prax**

Cena v stavebníctve je pri realizácii stavby jedným z najdôležitejších faktorov, ak nie práve tým najdôležitejším. Zámerom dizertačnej práce je obohatenie existujúcej teórie tvorby zmluvných cien o novo získané poznatky a ich všestranné zužitkovanie v praxi a v oblasti využívania prognózy časových radov.

Prognózovanie vývoja cien stavebných materiálov a prác je možné v stavebnej praxi uplatniť z oboch zmluvných strán. Investor môže využiť prognózu na vytvorenie optimálnej rezervy pre projekt alebo prognózovanie využiť pri plánovaní vlastných nákladov pri dlhšie trvajúcich stavebných projektoch. Zhotoviteľ alebo dodávateľ stavebných prác vie prognózovanie vývoja cien využiť ako nástroj pre úpravu zmluvnej ceny pri etapizovaní stavby prípadne kontrole vlastných kalkulácií. Zhotoviteľovi umožňuje prognóza vývoja cien stavebných materiálov a prác optimalizovať rizikovú prirážku, s ktorou kalkuluje pri súťažení o stavebnú zákazku.

## **Odporúčanie pre ďalší výskum**

Na základe poznatkov získaných pri tvorbe tejto práce, by sa ďalší výskum mohol zaoberať spresnením prognózy prípadne jej úpravou pričom by sa vytvorila dlhšia vzorka časového radu, z ktorej by bolo možné vytvárať presnejšie prognózy a predpovede. Pri ďalšom výskume možno zvážiť využitie iných modelov predpovedania ako napríklad SARIMA (sezónny auto regresný model kĺzavého priemeru), alebo metódy hlbokého učenia (deep learning methods) napríklad LSTM model (long short term memory), a ich porovnaním s nami použitými predpovednými metódami.

## 9 Záver

Cieľom dizertačnej práce bolo navrhnúť metodiku prognózovania vývoja cien stavebných materiálov a prác. Na základe navrhutej metodiky je v práci ďalej skúmané s akou presnosťou sú schopné použité predpovedné modely prognózovať indexy cien v obdobiach kedy sú zaznamenané veľké výkyvy, aké boli zaznamenané štatistickými úradmi u nás a v zahraničí v rokoch 2021 a 2022.

Na základe spracovanej analýzy vývoja indexov cien stavebných materiálov a prác, v prvej časti dizertácie, je možné konštatovať, že úprava zmluvnej ceny v stavebníctve je nutnosťou najmä počas období enormných nárastov cien. Zaužívané typy zmluvných cien a ich používané formy úpravy nie sú vždy postačujúce. Indexáciu zmluvnej ceny je možné vykonávať až po publikovaní indexov jednotlivými štatistickými úradmi, čo v praxi znamená oneskorenie minimálne o 4 mesiace. Takéto oneskorenie môže v praxi zapríčiniť veľké finančné rozdiely, ktoré nie je každý zhotoviteľ stavebnej zákazky schopný znášať, bez ohľadu na typ uzavretej zmluvnej ceny. Analyzované návrhy úpravy zmluvnej ceny vo verejnom sektore nie sú dostatočne flexibilné a v zmluvnej praxi v súkromnom sektore ťažko uplatniteľné.

Prognózovanie cien pomocou navrhutej metodiky modelom exponenciálneho vyhladzovania umožňuje spoľahlivo predpovedať hodnoty indexov v budúcnosti a to aj počas významných zmien na trhu v stavebníctve. Navrhnutý nástroj na úpravu zmluvnej ceny je možné použiť viacerými spôsobmi, podobne ako to bolo interpretované v prípadovej štúdií tejto práce. Z výskumu vykonaného v prípadovej štúdií je zrejmé, že čím kratšie obdobie je prognózované tým presnejšie výsledky je možné dosiahnuť. Využitie metodiky prognózovania cien v stavebníctve je možné použiť aj na strane zhotoviteľa / dodávateľa aj na strane investora / objednávateľa. Použitím metodiky prognózovania by sa mohol znížiť podiel zhotoviteľov neschopných pokračovať stavebných zákazkách, stanovených v zmluve o dielo.

Prognózovanie indexov cien je možné použiť pri stanovovaní optimálnej rezervy projektu, ktorá zohľadňuje predpokladaný nárast cien stavebných materiálov a prác v predpokladanom časovom období výstavby. Prognózovaná percentuálna výška rezervy by bola súčasťou zmluvy o diela, použiteľná za vopred dohodnutých zmluvných podmienok. Ďalším možným spôsobom použitia metodiky prognózovania je jej využitie pri etapizácii stavebných projektov alebo pri opakujúcej sa výstavbe rôznych typov stavebných objektov. Takýmto spôsobom je pomerne jednoduché pomocou metodiky prognózovania stanoviť, na základe predchádzajúcej výstavby, novú upravenú zmluvnú cenu.

Nami skúmaná problematika môže mať široké uplatnenie v teoretických ako aj praktických oblastiach stavebníctva. Spracovaním ďalších údajov z iných krajín prípadne použitím dlhšieho časového radu, by bolo možné metodiku prognózovania spresniť a objektivizovať. Pre maximálne využitie prognózovania v praxi a čo najvyššiu presnosť predpovedí je ešte potrebný ďalší výskum, zber dát z dlhšieho časového obdobia prípadne spracovanie údajov z čiastkových odvetví stavebníctva.

## ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] OLERÍNY, M.: *Řízení stavebních projektu. Ceny a smlouvy v zahraničí praxi. 1. vydání* C.H. Beck, Praha, 2002. ISBN 80-7179-665-4
- [2] OLERÍNY, M.: *Řízení stavebních projektu. Claimový management.* C.H. Beck, Praha, 2005. ISBN 80-7179-888-6
- [3] OLERÍNY, M.: *Vývoz stavebních prací a tendrová Řízení.* Bertelsmann Springer Praha, 2000.
- [4] OLERÍNY, M.: *Výberové konania v stavebnej praxi.* C.H. Beck, Praha, 2010. ISBN 978-80-7400-189-5
- [5] ELLINGEROVÁ, H. *Analýza nákladov stavebného diela v investičnom procese.* Habilitačná práca. Bratislava : 2015. 143 s.
- [6] ELLINGEROVÁ, H. *Náklady a ceny v stavebníctve* Tribun EU Brno: 2013. 143 s. ISBN: 978-80-263-0509
- [7] ČAVOJSKÝ, J., ELLINGEROVÁ H. *Rozpočtovanie a kalkulovanie v stavebníctve,* Čavojský & Partners, a.s., Bratislava : 2019, ISBN: 978-80-971324
- [8] ČAVOJSKÝ, J. ELLINGEROVÁ H. *Expertná tvorba cien v stavebníctve,* Čavojský & Partners, a.s., Bratislava : 2021, ISBN: 978-80-971324-1-5
- [9] ELLINGEROVÁ H, KALINOVÁ G.: *Ekonomika stavebného diela,* STU Bratislava:2010, ISBN: 978-80-227-3362-5
- [10] TKÁČ J., *Aplikácia FIDIC zmluvných podmienok v slovenskom právnom poriadku,* IURA EDITION, spol. s.r.o., Bratislava: 2013, ISBN: 978-80-8087-619-9
- [11] MAJDÚCHOVÁ, H. a kol., *Podnikové hospodárstvo, Zbierka príkladov a prípadové štúdie,* IURA EDITION, spol. s.r.o., Bratislava: 2013, ISBN: 978-80-8087-296-2
- [12] MESZÁROŠ, F. *Ceny, rozpočty a kalkulácie v stavebníctve,* TU Košice, 2003, ISBN : 80-7099-972-1
- [13] ČAVOJSKÝ, J. *Oceňovanie stavebných prác, klasifikácie, kalkulovanie, oceňovanie a rozpočtovanie,* CENEKON, spol. s.r.o, 2012, ISBN: 978-80-970678-1-6
- [14] *Zákon NR SR č.18/1996 Z.z. o cenách v znení neskorších predpisov.*
- [15] *Zákon č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon) v znení neskorších predpisov.*
- [16] *Zákon NR SR č. 343/2015 Z.z. o verejnom obstarávaní a o zmene a doplnení niektorých zákonov*
- [17] *Zákon č. 40/1964 Zb. Občiansky zákonník v znení neskorších predpisov.*
- [18] *Zákon č. 513/1991 Zb. Obchodný zákonník v znení neskorším predpisov*
- [19] *Metodický pokyn Ministerstva dopravy a výstavby Slovenskej republiky č. 19/2022, ktorým sa stanovuje mechanizmus úpravy ceny v dôsledku zmien nákladov pri projektoch opravy a údržby, výstavby, modernizácie a rekonštrukcie inžinierskych stavieb a budov.*
- [20] *Návrh indexácie podľa ÚVO dostupný na:*  
<https://www.uvo.gov.sk/narast-cien-stavebnych-materialov-a-zmeny-zmluv-676.html>
- [21] HYNDMAN, R.J., & ATHANASOPOULOS, G. (2018) *Forecasting: principles and practice*, 2nd edition, OTexts: Melbourne, Australia
- [22] CLEVELAND, R. B., CLEVELAND, W. S., MCRAE, J. E., & TERPENNING, I. J. (1990). STL: A seasonal-trend decomposition procedure based on loess. *Journal of Official Statistics*, 6(1), 3–33. <http://bit.ly/stl1990>
- [23] GARDNER, ES (1985). Exponenciálne vyhladzovanie: Stav techniky. *Journal of Forecasting* , 4 (1), 1–28. [DOI]Theodosiou, M. (2011).
- [24] *Forecasting monthly and quarterly time series using STL decomposition.* *International Journal of Forecasting*, 27(4), 1178–1195. [DOI]
- [25] Hyndman, R. J., & Koehler, A. B. (2006). Another look at measures of forecast accuracy. *International Journal of Forecasting*, 22(4), 679–688. [DOI]

- [26] Ord, J. K., Fildes, R., & Kourentzes, N. (2017). *Principles of business forecasting* (2nd ed.). Wessex Press Publishing Co. [Amazon]
- [27] Harrell, F. E. (2015). *Regression modeling strategies: With applications to linear models, logistic and ordinal regression, and survival analysis* (2nd ed). New York, USA: Springer. [Amazon]
- [28] Sheather, S. J. (2009). *A modern approach to regression with R*. New York, USA: Springer. [Amazon]
- [29] Box, G. E. P., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). *Time series analysis: Forecasting and control* (5th ed). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons. [Amazon]
- [30] Brown, R. G. (1959). *Statistical forecasting for inventory control*. McGraw/Hill.
- [31] Box, G. E. P., & Jenkins, G. M. (1970). *Time series analysis: Forecasting and control*. San Francisco: Holden-Day.
- [32] Peña, D., Tiao, G. C., & Tsay, R. S. (Eds.). (2001). *A course in time series analysis*. New York, USA: John Wiley & Sons
- [33] Hyndman, R. J., & Khandakar, Y. (2008). Automatic time series forecasting: The forecast package for R. *Journal of Statistical Software*, 27(1), 1–22.
- [34] Sirisha, Uppala & Belavagi, Manjula & Attigeri, Girija. (2022). Profit Prediction Using ARIMA, SARIMA and LSTM Models in Time Series Forecasting: A Comparison. *IEEE Access*. PP. 1-1. 10.1109/ACCESS.2022.3224938.
- [35] Brockwell, P. J., & Davis, R. A. (2016). *Introduction to time series and forecasting* (3rd ed). New York, USA: Springer.
- [36] Cleveland, R. B., Cleveland, W. S., McRae, J. E., & Terpenning, I. J. (1990). STL: A seasonal-trend decomposition procedure based on loess. *Journal of Official Statistics*, 6(1), 3–33. <http://bit.ly/stl1990>
- [37] Dagum, E. B., & Bianconcini, S. (2016). *Seasonal adjustment methods and real time trend-cycle estimation*. Springer.
- [38] Hyndman, R. J., & Koehler, A. B. (2006). Another look at measures of forecast accuracy. *International Journal of Forecasting*, 22(4), 679–688.
- [39] Hyndman, RJ, & Athanasopoulos, G. (2021) *Forecasting: principles and practice*, 3. vydanie, OTexts: Melbourne, Austrália. OTexts.com/fpp3.
- [40] PETRÁČKOVÁ, V. – KRAUS, J. et al.: *Slovník cudzích slov (akademický)*. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo – Mladé letá, 2005. 1054 s. ISBN 80- 10-00381-6.
- [41] ŠTATISTICKÝ ÚRAD SR, Lamačská cesta 3/C, 84005 Bratislava: Indexy cien stavebných prác, materiálov a výrobkov spotrebovávaných v stavebníctve SR za 1. štvrťrok 2021, 32s.
- [42] ŠTATISTICKÝ ÚRAD SR, Lamačská cesta 3/C, 84005 Bratislava: Indexy cien stavebných prác, materiálov a výrobkov spotrebovávaných v stavebníctve SR za 2. štvrťrok 2021, 32s
- [43] ŠTATISTICKÝ ÚRAD SR, Lamačská cesta 3/C, 84005 Bratislava: Indexy cien stavebných prác, materiálov a výrobkov spotrebovávaných v stavebníctve SR za 3. štvrťrok 2021, 32s
- [44] ŠTATISTICKÝ ÚRAD SR, Lamačská cesta 3/C, 84005 Bratislava: Indexy cien stavebných prác, materiálov a výrobkov spotrebovávaných v stavebníctve SR za 4. štvrťrok 2021, 32s
- [45] Index cien stavebných prác a materiálov (2015=100) – štvrťročne [sp2063qs] dostupné : [http://datacube.statistics.sk/#!/view/sk/VBD\\_SLOVSTAT/sp2063qs/v\\_sp2063qs\\_00\\_00\\_00\\_sk](http://datacube.statistics.sk/#!/view/sk/VBD_SLOVSTAT/sp2063qs/v_sp2063qs_00_00_00_sk)
- [46] Priemerné ceny pohonných látok v SR - mesačne [sp0202ms] dostupné : [http://datacube.statistics.sk/#!/view/sk/VBD\\_INTERN/sp0202ms/v\\_sp0202ms\\_00\\_00\\_00\\_sk](http://datacube.statistics.sk/#!/view/sk/VBD_INTERN/sp0202ms/v_sp0202ms_00_00_00_sk)
- [47] Harmonizované indexy spotrebiteľských cien oproti rovnakému obdobiu minulého roku - mesačne [sp0003ms] dostupné : [http://datacube.statistics.sk/#!/view/sk/VBD\\_INTERN/sp0003ms/v\\_sp0003ms\\_00\\_00\\_00\\_sk](http://datacube.statistics.sk/#!/view/sk/VBD_INTERN/sp0003ms/v_sp0003ms_00_00_00_sk)
- [48] Indexy stavebných cien v Nemecku dostupné : <https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Preise/Baupreise-Immobilienpreisindex/Publikationen/bauwirtschaft-preise-artikel.html>



- [49] Vývoj indexov stavebných cien v Nemecku dostupné : <https://bki.de/baupreisindex.html>
- [50] Index cien stavebných nákladov v rakúsku dostupné na: <https://www.statistik.at/statistiken/industrie-bau-handel-und-dienstleistungen/konjunktur/baukostenindex>
- [51] Index cien stavebných prác v Českej republike dostupné na: <https://www.czso.cz/csu/czso/cri/stavebnictvi-duben-2022>
- [52] Metodický pokyn Ministerstva dopravy a výstavby Slovenskej republiky č. 22/2022, ktorým sa stanovuje mechanizmus úpravy ceny v dôsledku zmien nákladov pri projektoch opravy a údržby, výstavby, modernizácie a rekonštrukcie inžinierskych stavieb a budov – zmena zmluvy, rámcovej dohody a koncesnej zmluvy počas jej trvania
- [53] TRÁVNÍK, I. a kolektív Riadenie hodnoty stavebného diela, STU v Bratislave, spol. s.r.o, 1998, ISBN: 80-227-1084-9
- [54] SLOVENSKÁ ASOCIÁCIA KONZULTAČNÝCH INŽINIEROV, Zmluvné podmienky na Výstavbu FIDIC,1999

## ZOZNAM PUBLIKAČNEJ ČINNOSTI AUTORA

### O1 Odborný výstup publikačnej činnosti ako celok

- O1\_01 LEDERER, Lukáš - HRIŇA, Martin. *Fasády a zateplenie : overené skladby, kalkulácie, rady*. 1. vyd. Bratislava : JAGA, 2023. 87 s. ISBN 978-80-8076-155-4.  
Typ výstupu: knižná publikácia; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: BAB

### V3 Vedecký výstup publikačnej činnosti z časopisu

- V3\_01 LEDERER, Lukáš - ELLINGEROVÁ, Helena - ĎUBEK, Silvia [Hajduchová, Silvia] - BOČKAJ, Jozef - ĎUBEK, Marek. Construction Price Forecasting Models in the Construction Industry: A Comparative Analysis. In *Buildings*. Vol. 14, iss. 5 (2024), online, [13] s., art. no. 1325. ISSN 2075-5309 (2022: 3.800 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.605 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.3390/buildings14051325.  
Typ výstupu: článok; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: ADC
- V3\_02 ELLINGEROVÁ, Helena - LEDERER, Lukáš. Vývoj cien stavebných prác a materiálov v súčasnosti na Slovensku a v zahraničí. In *Almanach znalca [elektronický zdroj]*. Roč. 22, č. 2 (2022), CD-ROM, s. 3-5. ISSN 1336-3174.  
Typ výstupu: článok; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: ADF

### O3 Odborný výstup publikačnej činnosti z časopisu

- O3\_01 JANKOVICHOVÁ, Eva - MAJBOVÁ, Tamara - HANKO, Martin - KRIŽANOVÁ, Barbara [Chamulová, Barbara] - LEDERER, Lukáš. Technological - economic Solution for the Facade of the Administrative Building - Variant I. In *Mladá veda [elektronický zdroj]*. Roč. 11, č. 5 (2023), online, s. 127-142. ISSN 1339-3189.  
Typ výstupu: článok; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: BDF

### V2 Vedecký výstup publikačnej činnosti ako časť editovanej knihy alebo zborníka

- V2\_01 LEDERER, Lukáš. Analýza dodatkov k zmluvám o dielo z dôvodu navyšovania cien materiálov na trhu stavebných materiálov. In *Advances in Architectural, Civil and Environmental Engineering [elektronický zdroj] : 31st Annual PhD Student Conference on Applied Mathematics, Building Technology, Geodesy and Cartography, Landscaping, Theory and Environmental Technology of Buildings, Theory and Structures of Buildings, Theory and Structures of Civil Engineering Works, Water Resources Engineering. October 13th 2021, Bratislava, Slovakia*. 1. vyd. Bratislava : Spektrum STU, 2021, CD-ROM, s. 110-116. ISBN 978-80-227-5150-6.  
Kategória publikácie do 2021: AFD

### V3 Vedecký výstup publikačnej činnosti z časopisu

- V3\_01 LEDERER, Lukáš - ELLINGEROVÁ, Helena. Development of prices in the construction industry. In *Nehnutelnosti a bývanie*. Roč. 17, č. 2 (2022), s. 1-7. ISSN 1336-944X.  
Typ výstupu: článok; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: ADF



## V2 Vedecký výstup publikačnej činnosti ako časť editovanej knihy alebo zborníka

V2\_01 LEDERER, Lukáš. Prognózovanie vývoja cien stavebných materiálov a prác. In *Advances in Architectural, Civil and Environmental Engineering [elektronický zdroj] : 32nd Annual PhD Student Conference on Applied Mathematics, Building Technology, Geodesy and Cartography, Landscaping, Theory and Environmental Technology of Buildings, Theory and Structures of Buildings, Theory and Structures of Civil Engineering Works, Water Resources Engineering. October 26th 2022, Bratislava, Slovakia*. 1. vyd. Bratislava : Spektrum STU, 2022, CD-ROM, s. 97-103. ISBN 978-80-227-5251-0. Typ výstupu: príspevok z podujatia; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: AFD

## O3 Odborný výstup publikačnej činnosti z časopisu

O3\_01 LEDERER, Lukáš - ELLINGEROVÁ, Helena. Predpovedanie vývoja cien stavebných prác a materiálov v stavebníctve na Slovensku a v zahraničí. In *Czech Journal of Civil Engineering*. Vol. 9, iss. 1 (2023), online, s. 42-48. ISSN 2336-7148. V databáze: DOI: 10.51704/cjce.2023.vol9.iss1.pp42-48. Typ výstupu: článok; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: BDE

## V2 Vedecký výstup publikačnej činnosti ako časť editovanej knihy alebo zborníka

V2\_01 LEDERER, Lukáš. Predpovedanie vývoju cien stavebných materiálov a výrobkov spotrebovaných v stavebníctve. In *Advances in Architectural, Civil and Environmental Engineering (AACEE 2023) [elektronický zdroj] : 33rd Annual PhD Student Conference on Applied Mathematics, Building Technology, Geodesy and Cartography, Landscaping, Theory and Environmental Technology of Buildings, Theory and Structures of Buildings, Theory and Structures of Civil Engineering Works, Water Resources Engineering. October 25th 2023, Bratislava, Slovakia*. 1. vyd. Bratislava : Spektrum STU, 2023, CD-ROM, s. 106-112. ISBN 978-80-227-5378-4. Typ výstupu: príspevok z podujatia; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: AFD

## V3 Vedecký výstup publikačnej činnosti z časopisu

V3\_01 LEDEREROVÁ, Miriam - LEDERER, Lukáš. Životnosť stavebných objektov. In *Almanach znalca [elektronický zdroj]*. Roč. 20, č. 2 (2020), CD-ROM, s. 3-5. ISSN 1336-3174. Kategória publikácie do 2021: ADF

V3\_02 LEDEREROVÁ, Miriam - LEDERER, Lukáš. Tvrdomerné skúšanie betónu a betónových konštrukcií. In *Almanach znalca [elektronický zdroj]*. Roč. 20, č. 2 (2020), CD-ROM, s. 21-24. ISSN 1336-3174. Kategória publikácie do 2021: ADF

## V2 Vedecký výstup publikačnej činnosti ako časť editovanej knihy alebo zborníka

V2\_01 LEDEREROVÁ, Miriam - LEDERER, Lukáš. Application of waste rubber from tires in construction. In *CTM 2021 - Construction Technology and Management [elektronický zdroj] : International Scientific Online Conference. Bratislava, November, 26-27th, 2021*. 1. vyd. Brno : Tribun EU, 2021, CD-ROM, s. 91-95. ISBN 978-80-263-1688-6. Kategória publikácie do 2021: AFD

## O3 Odborný výstup publikačnej činnosti z časopisu

O3\_01 LEDEREROVÁ, Miriam - LEDERER, Lukáš. Analýza vlastností environmentálne akceptovateľných recyklovaných materiálov na báze plastov a ich možné využitie v stavebníctve. In *Eurostav*. Roč. 28, č. 1-2 (2022), s. 12-15. ISSN 1335-1249. Typ výstupu: článok; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: BDF

O3\_02 PETRO, Marek - MEČIAR, Andrej - LEDERER, Lukáš. Posúdenie vplyvu nedodržania technológie pri zvaraní rúrok z polypropylénu (PPR). In *Almanach znalca [elektronický zdroj]*. Roč. 23, č. 2 (2023), CD-ROM, s. 20-24. ISSN 1336-3174. Typ výstupu: článok; Výstup: domáci; Kategória publikácie do 2021: BDF

