

Buildustry

Číslo: 3/2018 Ročník: II ISSN: 2454-0382 Vyšlo: 14.12.2018 Vydáva: Bria Invenia, s.r.o.

Téma: Ako sa správa betón čerstvý a počas tuhnutia...

Verejné obstarávanie

Stále je problém s popisom predmetu zákazky

Nevýčerpaná dovolenka

Ako je to s preplatením nevyčerpanej dovolenky po skončení pracovného pomeru?

Facility management

Audit budovy je podporou pre facility management

Efektívny výber dodávateľov stavebnej firmy

Betóny

Plastifikátory do betónov

Plastické zmrašťovanie

Tuhnutie cementového tmeľu

Modulárne stavebné stroje

OBSAH:

- **Editoriál - Príhovor**
- **Stavebný trh**
Obstarávatelia majú často problém popísať predmet zákazky tak, ako treba
- **Právna poradňa**
„Preplatenie“ nevyčerpanej dovolenky po skončení pracovného pomeru?
- **Manažment**
Audit budov - podpora pre facility management a správu budov
Metóda efektívneho výberu dodávateľov pre stavebnú firmu
- **R&D**
Ako a fungujú vôbec niektoré plastifikátory?
Overenie vplyvu LWA na plastické zmrašťovanie
Určenie začiatku tuhnutia cementového tmelu
- **Hrubá stavba**
Výstavba krovu na rodinnom dome - analýza finančných nákladov a časového trvania montáže
- **Stavebné stroje**
Metodika hodnotenia konštrukčného návrhu variánt modulárnych konštrukcií mobilných pracovných strojov

CONTENTS:

- **Editorial**
- **Construction market**
The public procurers often fail in description of the subject
- **Legal advice**
Allowance in lieu of the paid annual leave not taken after the termination of the employment?
- **Management**
Audit of buildings - support for facility management and building management
Effective supplier selection method for construction company
- **R&D**
How and do ever some plasticizers work?
Verification of the effect of LWA on plastic shrinkage
Determination of setting time of cement paste
- **Main structure**
Construction of roof parts on the house - analysis of financial cost and time duration of mounting
- **Construction equipment**
Methodology of the assessment of the construction design for the variant of modular structure on mobile working machines

Buildustry

Vedecko-odborný recenzovaný časopis publikujúci články v jazykoch:

- Slovenčina
- Čeština
- English
- Français

Ročník: II

Číslo: 3

Vychádza: 2 x ročne

Vyšlo: 14.12.2018

Vydáva:

Bria Invenia, s.r.o.
Poštová 11
972 26 Nitrianske Rudno
Slovenská republika
www.briainvenia.sk

Redakcia:

Bria Invenia, s.r.o.
Poštová 11
972 26 Nitrianske Rudno
Slovenská republika
Tel: +421 948 429 981
E-mail: buildustry@briainvenia.sk

Inzercia:

Ing. Jana Briatková Olšová
Tel: +421 904 591 511
E-mail: olsova@briainvenia.sk

Grafika:

Ing. Roman Briatka
Tel: +421 948 429 981
E-mail: buildustry@briainvenia.sk

Náklad: Online

ISSN: 2454-0382

EAN: 977245403800702

Upozornenia:

Uverejnené články prešli recenziami dvoch nezávislých recenzentov.

Uverejnené články neprešli jazykovou úpravou. Za ich znenie a správnosť zodpovedajú autori.

Názory a stanoviská uverejnené v článkoch nereprezentujú názory a stanoviská redakcie.

Vydavateľstvo nemá právnu zodpovednosť za obsah inzercie.

Kopírovanie alebo rozmnožovanie ktorejkoľvek časti časopisu sa povoľuje výhradne s písomným súhlasom vydavateľstva.

Fotografie a obrázky, ak nie je uvedené inak, sú vlastníctvom autorov. Vydavateľstvo nezodpovedá za prípadné porušenie autorských práv tretích osôb.

Fotografia na titulke:

<https://unsplash.com>

Redakčná rada:

- Dr. Peter BRIATKA, MBA., COLAS Slovensko, Košice
- Ing. Jana BRIATKOVÁ OLŠOVÁ, D4R7 Construction, Bratislava
- doc. Ing. Katarína BAČOVÁ, PhD.SvF STU, Bratislava
- Ing. Marek ĎUBEK, PhD., SvF STU, Bratislava
- Ing. Silvia ĎUBEK, PhD., SvF STU, Bratislava
- Ing. Juraj NAGY, CSc., Ústav stavebnej ekonomiky, s.r.o., Bratislava
- Ing. Lucia PAULOVICHOVÁ, PhD., SvF STU, Bratislava
- doc. Ing. Peter PAULÍK, PhD., SvF STU, Bratislava
- Ing. Martin MATUŠOVIČ, PhD., FPM EU, Bratislava
- Bc. Daniel GABONA, SvF TUKE, Košice
- doc. Ing. Vit MOTYČKA, CSc., FAST VUT, Brno (CZ)
- Ing. Barbora KOVÁŘOVÁ, PhD., FAST VUT, Brno (CZ)
- Dr. Elżbieta RADZISZEWSKA – ZIELINA, Cracow University of Technology, Cracow (PL)
- Ing. Michal NOVOTNÝ, PhD., FAST VUT, Brno (CZ)
- Prof. Ing. Ladislav GULAN, PhD., SJF STU, Bratislava

Vedecká rada:

- prof. Ing. Jozef GASPARÍK, PhD., SvF STU, Bratislava
- doc. Ing. Peter MAKÝŠ, PhD., SvF STU, Bratislava
- Ing. Peter BRIATKA, PhD., MBA., COLAS Slovensko, Košice
- Ing. Rastislav INGELI, PhD., SvF STU, Bratislava
- Ing. Jana BENDŽALOVÁ, PhD., ENBEE, s.r.o., Bratislava
- prof. Ing. Bohuslava MIHALČOVÁ, PhD., EUR ING., PHF EU, Košice
- JUDr. Ing. Lujza JURKOVICHOVÁ, PhD., OF EU, Bratislava
- Dr. Julien VAN ROMPU, CST, Magny les Hameaux, (FR)
- prof. Nikolai I. VATIN, State Polytechnical University, Saint-Petersburg (RU)
- prof. Károly JÁRMAI, University of Miskolc, Miskolc (HU)
- Ing. Barbora KOVÁŘOVÁ, PhD., FCE VUT, Brno (CZ)

Vážení čitatelia,

Zvyčajne sa na tomto mieste zaoberám tým, čo v aktuálnom vydaní Buildustry nájdete, prípadne aká téma je nosná... Nanajvýš okrajovo sa zmienim o aktuálnom spoločenskom dianí alebo o niečom výnimočnej téme.

Avšak, podmienky sa menia. Kto chce prežiť musí sa prispôbiť. S nadhľadom to v istej paralele s Charlesom Darwinom vnímam ako príležitosť... Príležitosť, aby sa Buildustry stalo silnejšie a kvalitnejšie. Zmeny sú dve principiálne. Od júla 2018 sme zmenili periodicitu Buildustry na 2x ročne. Najbližšie vydanie sa teda k vám dostane na konci júna 2019. Druhou výraznou zmenou zameranie najmä na vedecké články a súvisiace zúženie tematickej rôznorodosti jednotlivých vydaní.

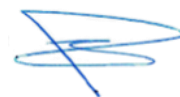
S tým súvisí aj jedna menšia zmena. Editoriál, bude osobnejší a nie nutne venovaný len Buildustry. Ak budem presvedčený, že si ako čita-

telia zaslúžite vysvetlenie alebo, že by som mal poukázať na isté skutočnosti, využijem tento priestor. Pokúsim sa zdôrazniť fakty a nechať vám priestor na formulovanie vlastných záverov.

A teda, hneď zhurta... Prečo tieto zmeny? Ak ste pravidelným čitateľom, postrehli ste určite, že väčšina našich autorov je z akademickej pôdy. Vynakladajú úsilie, píšú o svojej práci alebo prinášajú prehľady informácií z rôznych zdrojov na jednom mieste. Nieкто si dal záležať na tom, aby spírsnil kritériá hodnotenia aktivít. Do istej miery sa s tým stotožňujem. Zamestnávateľ tlačí na aktivitu vo vedeckej oblasti. Je však tlak na mieste? Nebola by lepšia motivácia? Nie je snáď dokázané, že motivovaní zamestnanci sú produktívnejší a efektívnejší? Nechcem však tento editoriál končiť pesimisticky. Ako som už hovoril, zmeny sú jediná istota okrem často citovaných istôt v podobe daní a smrti... Vďaka zmenám

sú práca i život pestrejší a zvyčajne posúvajú spoločnosť vpred. Tak to beriem i so zmenenými podmienkami a Buildustry. Dost' však o práci...

V nadchádzajúcom sviatočnom období keď azda všetci spomalíme, zvoľníme tempo alebo až, dovoľm si nabádať, úplne vypneme, prajem vám za seba i za všetkých spolupracovníkov z redakcie šťastné a pokojné sviatky s vašimi blízkymi, veselý silvester a úspešný začiatok nového roka. Prajem vám, aby ste si v nasledovnom roku splnili vaše sny, pretože len vy to môžete...



Peter Briatka

Vážení čitatelia,

Dakujeme za priazeň v roku 2018 a prajeme vám príjemné prežitie vianočných sviatkov a úspešný rok 2019.



Obstarávatelia majú často problém popísať predmet zákazky tak, ako treba

The public procurers often fail in description of the subject



K ďalšiemu napredovaniu stavebných podnikov na Slovensku by najviac pomohla vyššia kvalifikácia pracovníkov a precízne vymedzené úlohy medzi investormi, projektantmi a zhotoviteľmi. Transparentnosť verejných obstarávaní je momentálne priemerná, pričom zadávatelia dokážu predmet zákazky zväčša špecifikovať iba čiastočne. Vyplýva to z analýzy slovenského stavebníctva za tretí kvartál 2018, ktorú spracovala spoločnosť CEEC Research v spolupráci s Považskou cementárňou, Ladce.

Kľúčové slová:

Prieskum, Obstarávanie, Predmet

To further development of the construction companies in Slovakia, the higher qualification of the employees and precise definition of the roles of the investors, designers and constructors should be helpful. The transparency of the procurement is reasonable now, whereas the investors are able to define the subject just partially. This resulted from the analysis of Czech and Slovak construction market as for Q3/2018, performed by CEEC Research in cooperation with Považská cementárň Ladce.

Key words:

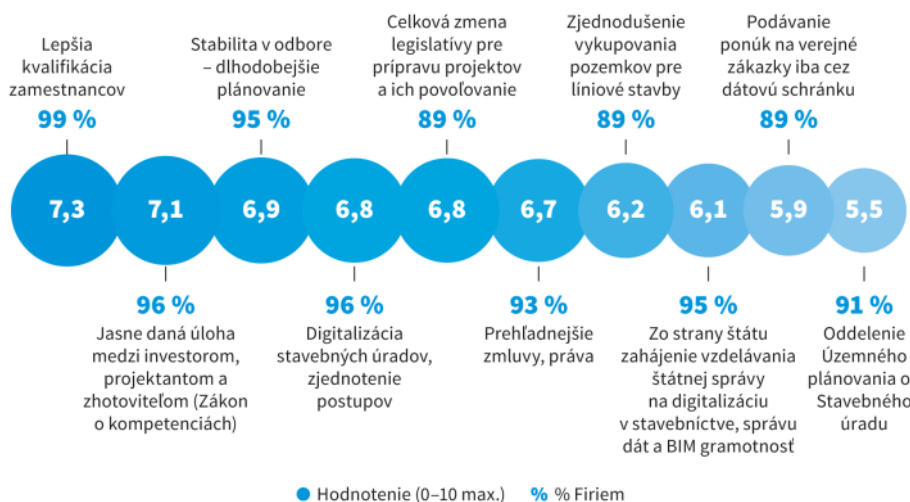
Survey, Procurement, Subject

Najvýznamnejšími zmenami, ktoré by stavebným firmám podľa ich riaditeľov pomohli

k ďalšiemu rozvoju, je lepšia kvalifikácia pracovníkov a jasne dané úlohy medzi investorom, projektantom a zhotoviteľom. Na stupnici od 0 do 10, kde desiatka predstavuje faktor, ktorý by maximálne prispel k napredovaniu podniku, ju ohodnotili známami 7,3, resp. 7,1 bodu. Relatívne najmenej, naopak, by stavebníctvu pomohlo elektronické podávanie ponúk k súťažiam (5,9 bodu) a oddelenie územného plánovania od stavebného konania (5,5).

fondov. Pokiaľ sa nepripravia iné zdroje financovania, či už zo štátneho rozpočtu, ako PPP projekty alebo z iných zdrojov EÚ, objem verejných zákaziek sa bude, pravdaže, zužovať," avizoval Miroslav Beka, riaditeľ firmy Hochtief SK.

Dvaja z troch oslovených riaditeľov stavebných podnikov (dovedna 65 percent) sa zhodujú na tom, že investori dokážu špecifikovať projekt a popísať predmet zákazky len čiastočne. S detailným spracovaním zadania sa stretlo 16 % spoločností a zhruba rovnako veľký podiel subjektov (18 %) si myslí, že obstarávatelia nevedia projekty špecifikovať tak, ako treba. Transparentnosť verejných a súkromných výberových konaní je potom aktuálne len na priemernej úrovni (5 bodov verejné obstarávanie, 6 bodov privátne súťaže). „Nevedia to. Bráni im v tom chýbajúca koncepcia, absentujúce priority a podriadenie prípravy volebnému obdobiu. V takomto prostredí nemajú obstarávatelia dost času na pokojné plánovanie a prípravu projektov. V časovej tiesni je problematické spracovať predmet diela zrozumiteľne a detailne nachystať zadanie a projektovú dokumentáciu. Často sa to končí zmluvnými podmienkami žltej knihy FIDIC, ktorá sa absolútne nehodí

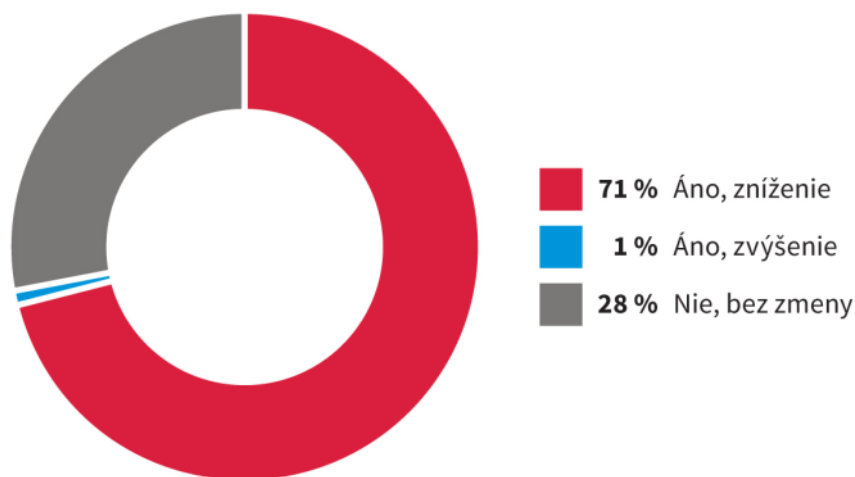


Obr. 1: Aké zmeny by podľa vás pomohli k tomu, aby sa vaša firma mohla lepšie rozvíjať?

„Už tento rok stavbári pociťujú nedostatok kapacít, čo sa o rok prejaví ešte viac, a stavebné spoločnosti či dodávatelia materiálu a mechanizmov sa budú musieť s tým vyrovnávať. Na veľkých stavbách infraštruktúry sa mnohé diela financujú prostredníctvom euro-

pre dopravné stavby," vysvetlil Ján Záhradník, obchodný riaditeľ Dopraprastavu.

Územné plány miest a obcí, kde stavebné firmy realizujú diela, najväčšmi zohľadňujú starostlivosť o životné prostredie a jeho ochranu.



Obr. 2: Očakávate zmenu objemu verejných zákaziek po v roku 2020?

Na stupnici od 0 do 10, kde desiatka predstavuje maximálne zohľadňovaný faktor, ju riaditelia ohodnotili známku 6,3. Ďalej územné plány vo zvýšenej miere zohľadňujú starostlivosť o ochranu hodnôt kultúrneho dedičstva (5,9 bodu) a verejné, dopravné a technické vybavenie (5,6 bodu). Najmenej sú v nich, naopak, zastúpené plochy pre verejnospo-

pešné objekty (4,8 bodu). „Máme skúsenosti z Bratislavy, kde je to v katastrofálnom stave. Napríklad zmeny územného plánu č. 04 sa riešia sedem rokov. Územný plán hlavného mesta je zastaraný, nereflektuje prudkú akceleráciu rozvoja, neexistuje žiadna záväzná vízia na viac rokov dopredu. Poslanci mestského zastupiteľstva len politikárčia a riešia si svoje parciálne záujmy,“ tvrdí Miloš Milanovič, riaditeľ firmy PS Stavby. Svoj názor pridal

aj Pavol Kukura, konateľ spoločnosti TAW. „Územné plány sú boľavou vecou pre obce, ale aj pre investorov. Na jednej strane sú pod silným tlakom lobistov a záujmových skupín, ktoré sa snažia presadiť svoje projekty bez ohľadu na charakter územia. Na druhej strane, prostredníctvom zákona o EIA sa účastníkom územných a stavebných konaní môže stať ktokoľvek a môže bez zodpovednosti prísť s odvolaniami, ktoré sú neodborné či aj deštruktívne. Uvidíme, čo nám prinesie nový stavebný zákon,“ dodáva P. Kukura.

Text a obrázky boli prevzaté z [1] s minimálnymi zásahmi.

Literatúra:

[1] Stavebné noviny, Číslo 200 / Piatok 9. novembra 2018

Autori:

■ Ing. Roman Briatka, B a B real, s.r.o., Nitrianske Rudno

Zaradenie článku:

■ Odborný

„Preplatenie“ nevyčerpanej dovolenky po skončení pracovného pomeru?

Allowance in lieu of the paid annual leave not taken after the termination of the employment?



V článku analyzujeme jeden z posledných rozsudkov Súdneho dvora EÚ, ktorý sa zaoberá čerpaním resp. preplácaním dovolenky zamestnanca v prípade skončenia pracovného pomeru. Rozsudok je následne analyzovaný aj z pohľadu slovenského pracovného práva.

Kľúčové slová:

Dovolenka, Náhrada za dovolenku, Čerpanie dovolenky, Rozsudok Súdneho dvora EÚ, Zákoník práce

This article analyses one of the recent judgements of the Court of Justice of the European Union. The judgement deals with making use of the paid annual leave or granting of an allowance in lieu, in case of the employment termination. The judgement is further analysed in light of the Slovak employment law.

Key words:

Paid annual leave, Allowance in lieu of the paid annual leave, Taking of the paid annual leave, Judgement of the Court of Justice of the European Union, Labour Code

Úvod

Podľa slovenského zákonníka práce má zamestnanec nárok na vyplatenie náhrady za dovolenku, ktorú si nemohol vyčerpať z dôvodu skončenia pracovného pomeru. Zákoník práce sa pritom nezaobrá dôvodmi, prečo si zamestnanec dovolenku vyčerpať nemohol, či o jej čerpanie žiadal, či mu ju

zamestnávateľ ponúkol a pod.

Nový rozsudok Súdneho dvora EÚ – východisková situácia

Situácia v nemeckom pracovnom práve je sčasti odlišná. Súdny dvor Európskej Únie mal vo svojich najnovších rozhodnutiach [1] za úlohu posúdiť nasledovné situácie.

Pán Kreuziger, ktorý si v rámci výkonu svojej praxe referendariára [2] pre spolkovú krajinu Berlín nevyčerpal dovolenku, žiadal o vyplatenie jej finančnej náhrady. Nemecké pracovné právo aplikovateľné v jeho prípade však s takouto možnosťou nepočíta.

V obdobnej situácii sa ocitol pán Shimizu, zamestnanec neziskovej organizácie známej aj ako Max Planck inštitút, ktorý žiadal po nepredĺžení pracovnej zmluvy o vyplatenie náhrady za nevyčerpanú dovolenku.

Zamestnávateľ mu pritom čerpanie dovolenky výslovne ponúkal, pán Shimizu sa však rozhodol vyčerpať len 2 z 53 dní.

Rozsudok

Príslušné nemecké súdy, na ktoré sa obaja páni obrátili, požiadali Súdny dvor EÚ o výklad súladu nemeckého práva s únijným právom.

Súdny dvor EÚ v tejto situácii dospel k záveru, že je v rozpore s únijným právom, aby zamestnanec stratil nárok na platenú dovolenku, resp. jej finančnú náhradu, z dôvodu, že o jej čerpanie pred skončením pracovného pomeru nepožiadaval.

Dôsledky z pohľadu slovenského pracovného práva

V tejto časti je slovenské pracovné právo plne v súlade s únijným právom, tak, ako ho interpretuje Súdny dvor EÚ.

Karty však môže zamiešať druhá časť vyššie uvedeného rozhodnutia. Súdny dvor EÚ v ňom uvádza, že tieto nároky predsa môžu zaniknúť, ak zamestnávateľ reálne zamestnancovi čerpať dovolenku umožnil. Dôkazné bremeno nesie zamestnávateľ. Takúto situáciu slovenský zákonník práce nerieši.

Tento výklad je v súlade s primárnym cieľom a

účelom dovolenky, ktorým je poskytnutie skutočného oddychu a nie finančného zvýhodnenia.

Uvedené zásady platia bez ohľadu na to, či ide o verejnoprávneho zamestnávateľa (spolková krajina Berlín) alebo súkromnoprávneho zamestnávateľa (Max Planck inštitút).

Z pohľadu reálií a praxe slovenského pracovného práva je snáď najzaujímavejší názor Súdného dvora EÚ, ktorému nebola venovaná takmer žiadna pozornosť, nedostal sa ani do tlačovej správy príslušného rozhodnutia.

V bode 51 Súdny dvor EÚ uvádza, že splnenie povinnosti zamestnávateľa na poskytnutie dovolenky nemôže ísť až tak ďaleko, že by zamestnávateľ mal svojho zamestnanca k čerpaniu dovolenky nútiť. V tomto bode sa prax slovenských zamestnávateľov, ako aj samotné znenie zákonníka práce, od názoru Súdného dvora EÚ podstatne líšia.

Záver

Súdny dvor EÚ vo svojom nedávnom rozsudku „Kreuzer“ vyslovil názor, že vnútroštátna úprava v zmysle ktorej zamestnanec stráca nárok na prepätie nevyčerpanej dovolenky po skončení pracovného pomeru, ak o možnosť vyčerpať ju nepožiadaval pred skon-

čením pracovného pomeru, je v rozpore s európskym právom. Kľúčové v tomto ohľade je napr. aj overenie toho, či zamestnávateľ uplatnenie nároku na dovolenku skutočne umožnil, a to najmä tým, že zamestnanca náležite informoval. Úprava obsiahnutá v slovenskom zákonníku práce je v súlade s výkonom predmetného rozsudku. To však celkom neplatí o názore Súdného dvora EÚ, ktorý bol rovnako v texte rozsudku obsiahnutý a v zmysle ktorého by zamestnávateľ nemal zamestnanca k čerpaniu dovolenky nútiť.

Literatúra:

- [1] Rozsudky C-619/16, C-684/16
- [2] V podmienkach SR je inštitútu referendariára najpodobnejší inštitút advokátskeho koncipienta, aj keď tieto inštitúty nie sú totožné

Autori:

- JUDr. Ing. Zuzana Hnatová, LL.M., advokátka, Dvořák Hager & Partners, advokátska kancelária, s.r.o.

Zaradenie článku:

- Odborný

Audit budov - podpora pre facility management a správu budov

Audit of buildings - support for facility management and building management



Cieľom príspevku je priblíženie problematiky auditu v oblasti facility managementu a správy budov. V súčasnosti spoločnosti poskytujú rôzne produkty a služby. Zefektívňovanie výroby a poskytovania služieb je cieľom každej spoločnosti. Jedným z možných nástrojov, ktorý kontroluje a navrhuje zlepšenie procesov a činností v rámci noriem a legislatívnych požiadaviek je audit.

Kľúčové slová:

Audit, Facility management, Správa budov

The aim of the article is to approach the audit of buildings in the area of Facility management and Building management. Currently, the company provides various products and services. The goal for each company is to deliver productivity and services more efficiently for their product or services. One of the possible tools which controls and proposed improvement of processes and activities in the context of standards and legislative requirements is audit.

Key words:

Audit, Facility management, Building management

Úvod

Cieľom príspevku je priblížiť čoraz väčšiu mieru využívania služieb „audit v stavebníctve“, resp. vo facility manažmente a správe budov. Rastúce požiadavky pre správu budov a prípadná kontrola štátnymi orgánmi, sú opodstatnením a predpokladom pre vykonávanie auditov budov. Finančná pokuta, postih by nemala byť pre spoločnosti jediným dôvodom pre vykonávanie auditov. Audit môže byť charakterizovaný ako kontrola procesov a činností, ktoré zabezpečujú celý rad úkonov, napríklad: plynulosť a bezporuchovosť prevádzky, bezpečnosť pracovníkov a zákazníkov, nakladanie s nebezpečnými látkami a odpadmi resp. ochrana životného prostredia a mnohé ďalšie. Vyššia pridaná hodnota pre vykonávanie auditov sú návrhy, ktoré nám činnosti a procesy napríklad:

nákladovo znížia, zefektívnia, zabezpečia vyššiu bezpečnosť pracovníkov a klientov a mnohé ďalšie. Uskutočnenie spomenutých kontrol a opatrení je vo veľkej miere závislé od schopnosti auditora ale aj schopnosti manažéra, ktorý identifikované nedostatky napraví (tzv. nápravné činnosti) a predovšetkým dokáže navrhnúť riešenia zvyšujúce: energetickú úsporu spoločnosti, produktivitu spoločnosti, bezpečnosť pracovníkov, ochrany životného prostredia a ďalšie.

Súčasná možnosti poskytujúce auditom

Rozhodujúcim faktorom pre audit budovy vo facility managemente môže byť: identifikovanie procesov a činností v spoločnosti, technický stav objektu, služba spojená s užívaním objektu a predchádzanie nedostatkom, ktoré by mohli zastaviť, prerušiť alebo ohroziť: výrobu, bezpečnosť osôb, životné prostredie.

S problematikou auditovania budov sú úzko späté ďalšie vedné disciplíny. Vynechanie ktorejkoľvek technickej, ekonomickej, energetickej, environmentálnej a bezpečnostnej stránky môže výrazne ovplyvniť výsledok a prepojenosť auditovania procesov a činností.

Obr. 1. Vybraný prehľad rôznych druhov auditov



Audity všeobecne poznáme:

Účelom auditu je zistenie platnej, spoľahlivej dokumentácie, ktorá skontroluje spoločnosť a zhodnotí kvalitu jej procesov a činností. Audit môže byť tzv. vnútorný a vonkajší. Normové a legislatívne dodržiavanie príslušných zákonov a vyhlášok sú skontrolované auditom, rovnako môžu byť skontrolované príslušnou štátnou inštitúciou.

- Vnútorný audit: je zameraný pre spoločnosťou vlastné, stanovené prioritné kontroly a zmonitorovanie procesov a činností. Zaraďujeme sem aj špecifické požiadavky spoločnosti.
- Vonkajší audit: je externým auditorom skontrolované a zmonitorované vybrané procesy a činnosti, v ktorom je auditor certifikovaný a oprávnený vypracovať auditorsku správu.

- Kontrola štátnou inštitúciou – nepatrí ako taká medzi audity, ktoré sú komplexné. Úzko s auditmi súvisí a je podkladom k auditu. Môžeme povedať, že konkrétna štátna inštitúcia vykoná kontrolu, resp. malý audit v oblasti pre ktorú je určená.

Výsledkom je auditorská správa. Auditorská správa môže byť vypracovaná interným (podnikovým) auditorom alebo externým (certifikovaným) auditorom.

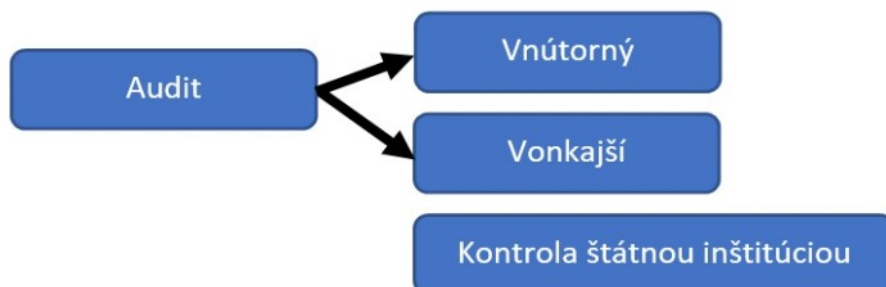
Základný systém pre auditorov je ISR EHSE, ktorý znamená „Integrovaný systém riadenia ochrany životného prostredia, bezpečnosti a efektívneho využívania energie“ (Environment, Health, Safety, Energy).

Implementácia integrovaného systému riadenia EHSE všeobecne:

- EN ISO 14001 (Environment)
- STN OHSAS 18001 (BOZP)
- EN 16001 (Energetický manažment)
- Doplnením (20% podiel energie vyrobenej z obnoviteľných zdrojov (OZE), znižovanie emisií CO₂, dlhodobá udržateľnosť.

Zákony, normy a vyhlášky presne určujú podmienky pre správnu a bezpečnú prevádzku objektov. Jedným z príkladov môže byť nariadenie vlády Slovenskej republiky

Obr.2. Rozdelenie auditu z pohľadu podniku



o minimálnych bezpečnostných a zdravotných požiadavkách na pracovisko (391/2006 Z.z.), ktorá uvádza napríklad:

- Únikové cesty a východy
 - opustenie pracoviska (správa v akom čase je evakuovaný objekt v prípade požiaru)

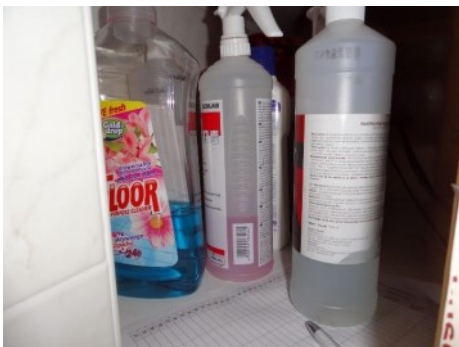
- počet, rozmiestnenie, rozmery ciest a východov
- únikové cesty, dvere musia byť označené, osvetlené
- ďalšie
- Vetranie
 - zabezpečenie čerstvého vzduchu
 - zamestnanci nesmú byť vystavení prievanu
 - na jedného zamestnanca najmenej 30m³h⁻¹ vzduchu, pri fyzickej práci výmena vzduchu 50m³h⁻¹
- Teplota na pracovisku
 - teplota počas pracovného času v miestnostiach musí byť primeraná na pracovné postupy, fyzickú záťaž
 - okná, svetlíky musia zabráňovať nadmernému pôsobeniu slnečného svetla
- Denné a umelé osvetlenie pracovísk
 - v čo najväčšej miere pracovisko osvetlené denným svetlom
 - Osvetľovacie zariadenia v miestnostiach, chodbách sa musia umiestniť tak, aby neohrozovalo bezpečnosť zamestnancov
- Rozmery miestnosti a voľný priestor v miestnostiach, voľnosť pohybu na pracovisku
 - pracovná miestnosť musí mať dostatočnú podlahovú plochu, výšku, voľný priestor – pre prácu bez ohrozenia bezpečnosti, zdravia
 - pre 1. Zamestnanca má byť na pracovisku voľná podlahová plocha najmenej 2m² okrem zariadení a spojovacej cesty
 - šírka voľnej plochy na pohyb nemá byť v žiadnom mieste zúžená na menej ako 1 meter
- Tehotné ženy a dojčiacie matky
 - musia mať možnosť oddychovať pole-

- žiacky v primeraných podmienkach
- Zariadenia na osobnú hygienu
- dodržiavať stanovené počty záchodových mís, pisoárov

- Miestnosť na upratovanie
 - musí byť zariadená na každom podlaží pracoviska ak je to potrebné musí byť vetrateľná a vybavená výlevkou s výtokom teplej a studenej vody
 - vybavenie miestnosti skrinkou na odkladanie čistiacich a dezinfekčných prostriedkov
- Vonkajšie pracoviská
 - primerane osvetlené umelým osvetlením
 - chráni pred nepriaznivými poveternostnými vplyvmi
 - zamestnanci nesmú byť vystavený škodlivej hladine hluku, inými vonkajšími vplyvmi
 - rýchle opustenie pracoviska v prípade nebezpečenstva [1].

a mnohé ďalšie nariadenia.

Bežné nedostatky zistené pri auditoch sú: vysoké náklady energií, podmienky na pracovisku z hľadiska bezpečnosti a ochrany zdravia, požiarnej ochrany, narábanie s nebezpečnými látkami a iné.



Obr. 3 Chemické látky, chýba karta bezp. údajov



Obr. 4 Multifunkčné zariadenie v únikovej ceste

Záver

Audit môžeme charakterizovať ako nástroj, ktorý zefektívňuje a kontroluje prevádzku v spoločnostiach. Správne vykonanie auditu dokáže identifikovať v spoločnostiach: súčasný stav, nedostatky, navrhuje nápravné opatrenia ale aj smerovanie spoločností pre budúce zlepšovanie činností, bezpečnosti a produktivity. Výsledkom auditu je správa upozorňujúca na stav v spoločnosti, ktorá po odstránení nedostatkov umožňuje vyšší, bezpečný výkon v spoločnosti a funkčnosť v rámci normových a legislatívnych požiadaviek.

Literatúra:

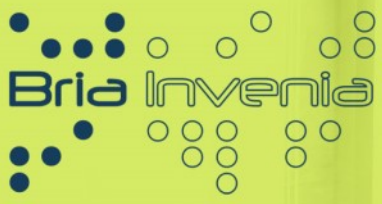
[1] Nariadenie vlády č. 391/2006 Z.z

Autori:

- Ing. Richard Matúšek, PhD., Stavebná fakulta STU, Bratislava.

Zaradenie článku:

- Odborný



Nenechajte si pokaziť príjemné chvíle v kúpenej nehnuteľnosti...

...AUDIT KVALITY STAVBY!

Vyhrajte Audit kvality bytu (cca 200 €) kdekoľvek na Slovensku (využitie 2018).

Výhercu vyžrebujeme 30.9.2018 spomedzi všetkých Like+Share stránky Bria Invenia.





Effective supplier selection method for construction company

Metóda efektívneho výberu dodávateľov pre stavebnú firmu



An optimum selection of construction company suppliers is one of the most important processes of the top management. The most of construction processes are realised by many suppliers all over the world and during the process of construction planning it is necessary to find an optimum solution which would cover several criteria. Ensuring control over the outsourced processes does not absolve the organisation of the responsibility to meet all the customer, statutory and regulatory requirements. According to ISO 9001:2015 developed for Quality Management System the type and range of control to be applied to the outsourced process can be influenced by many factors such as a potential impact of the outsourced process on the organisation's capability to provide a product that would conform to the customer requirements and a degree to which the control for the process is shared.

There are several factors and criteria for the efficient selection of company suppliers. Our paper analyses these: quality management level of suppliers, an offered price of the construction process or product, time of construction process realisation and other specific criteria. Using the multi-criterion optimising method and scientific synthesis a method of the efficient selection of suppliers for construction processes is proposed: it relies on selected criteria and their impor-

tance. The optimum selection of suppliers can help construction companies save time and money which can be used for a useful company development process.

Key words:

Quality, External process, Supplier, Construction

Optimálny výber dodávateľov stavebných firiem je jedným z najdôležitejších procesov vrcholového manažmentu. Väčšinu stavebných procesov realizujú mnohí dodávatelia po celom svete a počas procesu plánovania výstavby je potrebné nájsť optimálne riešenie, ktoré by pokrylo niekoľko kritérií. Zabezpečenie procesov externými organizáciami nezbaňuje organizáciu zodpovednosti za splnenie všetkých požiadaviek zákazníka, zákonných a regulačných požiadaviek. Podľa normy ISO 9001: 2015 vypracovanej pre systém manažérstva kvality môže byť typ a rozsah kontroly, ktorý sa má uplatniť na externý proces, ovplyvnený mnohými faktormi, ako je potenciálny vplyv externého procesu na schopnosť organizácie poskytnúť výrobok, ktorý by vyhovoval požiadavkám zákazníka a mieru, v ktorej je kontrola procesu zabezpečená.

Existuje niekoľko faktorov a kritérií pre efektívny výber dodávateľov. Naša práca analyzuje tieto faktory: úroveň manažmentu kvality

dodávateľov, ponúkanú cenu stavebného procesu alebo produktu, čas realizácie stavebných procesov a ďalšie špecifické kritériá. Pomocou multikriteriálnej metódy optimalizácie a vedeckej syntézy je navrhnutá metóda efektívneho výberu dodávateľov pre stavebné procesy: závisí to od vybraných kritérií a ich významu. Optimálny výber dodávateľov môže pomôcť stavebným spoločnostiam ušetriť čas a peniaze, ktoré môžu byť použité pre užitočný proces rozvoja spoločnosti.

Kľúčové slová:

Kvalita, Externý proces, Dodávateľ, Stavba

Introduction

The question of efficient management of external processes for a construction organisation and an optimum selection of suppliers of construction materials, elements and processes is highly up-to-date virtually in every organisation of main construction contractors. An external subcontractor temporarily becomes part of the main contractor and may convey either positive or negative image.

Moreover, with an optimum supplier selection it is possible to save considerable financial resources which might be utilised for the development of the organisation and improvement of the employees' living conditions. The issue of an efficient supplier selection is part of ISO 9001:2015 international standard dealing with implementation and certification of quality management system, section 8 and of practically each philosophy focused on quality management, i. e. Total Quality Management (TQM) [1,2], KAIZEN methods [2], re-engineering methods [3] which deals with a radical reconstruction of company processes. External processes play an extraordinary role in the respective philosophy.

Many authors in the world deal with the selection of contractors. Ekambaram Palaneeswaran, Mohan M. Kumaraswamy were focused on developing a model for a contractor prequalification and bid evaluation in design-build projects. A study written by Bo Xia, Albert Chan, Jian Zuo, Keith Molenaar has summarized twenty-six selection criteria and it has shown that although price still remains an important category, its importance has declined in the last decade as other criteria have become more important. Also, we can find the application of selection based on fuzzy theory as described by D. Singh, Robert L. K. Tiong.

In the paper, we aim for a complex approach which addresses the question by listing specific real results and simultaneously gives a contractor an option to choose suitable criteria and determine their value according to a specific situation and significance of the construction.

A Proposal of a Method of a Construction Processes Supplier

Main construction contractors ensure several external processes in the course of the construction preparation and performance. Mostly these include a supply of building materials and products or building processes. The paper is focused on the selection of construction processes suppliers.

When selecting a building processes supplier, we propose a following method in accordance with the Figure 1:

- defining the building processes to be provided by an external supplier,
- preparing the input data of the construction contractor for the needs of potential external suppliers:

- planned construction time-schedule,
- construction project,
- bill of quantities etc,
- a call for bids (on the Internet and in other media),
- collecting bids, analysing them from the viewpoint of pre-defined criteria (see the following chapters),
- setting the most favourable bid for realisation of building processes,
- signing the main construction contractor's contract with an external building processes supplier based on the supplier's bid,
- monitoring the works of an external supplier in correspondence with the contract; and continuous invoicing of the works.

What plays a significant role in the selection of a building processes supplier is a selection of criteria and their values. The first suggested criterion is a supplier's capability to perform the work in time as defined in the construction time schedule. The suppliers who are not able to start performing in the required time shall be excluded from the tender. Eligible suppliers are evaluated according to a certain point system where the bid with the shortest time schedule (yet, not at the expense of quality and technological requirements) is awarded with the highest amount of points. At this point it is vital that the main contractor prepare an optimum time schedule of building processes performance and set their minimum as well as maximum requirements regarding the provision of quality of the processes.

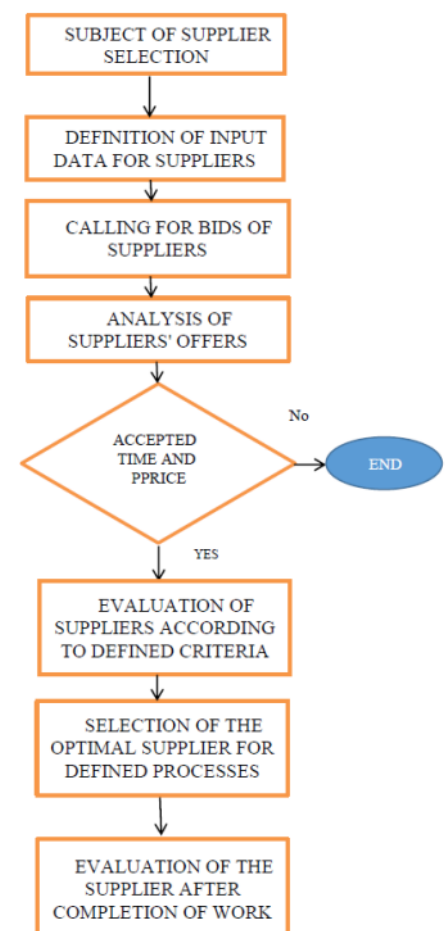
The second suggested selection criterion is the price of the works. In this case, the main contractor and their costing clerk should establish an optimum price and set a minimum and maximum limit, e.g. 20 % from the optimal price using suitable software (CENKROS, CENECOM, CONTEC). The bids exceeding these limits would be excluded; the rest of bids would be evaluated in points and mathematically in the way that the lowest accepted price gains the highest number of points, while the highest accepted price gets the lowest number of points. Other price offers between these extreme limits are to be determined by interpolation.

The third selection criterion is the quality level of a particular building processes supplier. The most suitable method appears to be the assessment of the level of quality management, e. g. certified system of quality management, application of the total quality management (TQM), KAIZEN system, re-

engineering methods, EFQM model, the best building of the year award or previous experience with realising similar constructions etc. The next suitable criterion appears to be the invoice due date. The later the invoice due date, the more favourable the situation for the construction contractor from a financial point of view.

The software to be described in the next part of the paper enables contractors to suggest more criteria deemed significant by them. Setting values for the criteria may allow considering the priorities which are important for individual contractors. Thus, contractors may objectively evaluate the best supplier for selected. As a result, negative assessment will lead to the supplier's exclusion in future tenders. Thus, the contractor has an option to create their own database of the most suitable suppliers on the basis of optimal selection and supplier's assessment which may lead to future offers of cooperation.

Fig.1 Method of a construction supplier selection



Structure of Criteria and System of Their Evaluation

It is necessary to set the key criteria for every activity, hence for the selection of building processes suppliers, too. Among them are undoubtedly the quality of performed works, duration of the processes and their price. These basic criteria may be extended by additional criteria such as an invoice due date which may play a significant role in the financial management of the construction. Within the framework of a model application example this paper is focused on the abovementioned four criteria.

The scoring system of the criteria is based on the possibility or impossibility to assign points regardless of knowing the offers of other potential suppliers.

Hence, the scoring system stems from two approaches of assigning points to individual criteria. In both cases a 0 – 5 scoring scale was used where 0 stands for the worst and 5 for the best variant.

Determined scoring system is based on knowing the content of each criterion and points assigned to it. The scoring system in question was used with the criteria of quality and invoice due date. Table 1 and table 2 visualise the scoring system chosen for the model example:

Dynamic scoring system lies in changing values which are unknown until their registration which derive from the bids of the rest of suppliers. The scoring system in question applies mainly to the criteria of price and time. In other words, we know both maximum and minimum value we would assign the most or least points, yet it is unknown how many points would be assigned to other values so that proportional point distribution is kept. This point distribution may be reached with the help of an equation of a straight line.

Prices translated into the equation will result in prices lying on the x-axis, points lying on the y-axis. Thus the equation of a straight line will look like this:

$$y=kx+q \quad (1)$$

Subsequently, for the scale of 1 – 5 points we get the following equation:

$$y=4((\max-x)/(\max-\min))+1 \quad (2)$$

Modifying the equation leads to the following:

$$y=(1+4(\max/(\max-\min)))-(4x/(\max-\min)) \quad (3)$$

Tab. 1: Qualitative criteria		
No.	A criterion related to the quality level of suppliers	Points
1.	The organisation has no QMS in accordance with ISO 9001	0 pts
2.	The organisation has QMS in accordance with ISO 9001 without the certificate, yet they have positive references	1 pts
3.	The organisation has the QMS certificate in accordance with ISO 9001	2 pts
4.	The organisation has the QMS certificate in accordance with ISO 9001. Also, they have implemented an Integrated Management System (IMS) – quality, environmental, occupational safety and health management system in accordance with ISO 9001, ISO 14001 and OHSAS	3 pts
5.	The organisation has the IMS certificate in accordance with ISO 9001, ISO 14001 and OHSAS.	4 pts
6.	The organisation has either QMS or IMS certificate and applies higher forms of quality management (TQM? KAIZEN, business process re-engineering, EFQM model etc.	5 pts

Tab. 2: Criteria related to the invoice due date		
No.	A criterion related to the invoice due date	Points
1.	A supplier requests payment in advance	0 pts
2.	Payment on the product delivery	1 pts
3.	Payment within 3 days from the invoice issuance	2 pts
4.	Payment within 14 days from the invoice issuance date	3 pts
5.	Payment within 1 month from the invoice issuance date	4 pts
6.	Payment after the 1st month, in instalments based on the contract	5 pts

where

max – the bid with the highest price,

min – the bid with the lowest price,

xi – the price of the bid we seek the points for,

y – the number of points of each bid.

A very similar approach is applied with time. In this case, we need to imagine that delivery time lies on the x-axis, with points lying on the y-axis. Here, the equation of a straight line will look like this:

$$y=kx+q \quad (4)$$

Subsequently, for the scale of 1 – 5 points we get the following equation:

$$y=4((\max-x)/(\max-\min))+1 \quad (5)$$

Modifying the equation leads to the following:

$$y=(1+4(\max/(\max-\min)))-(4x/(\max-\min)) \quad (6)$$

where

max – the bid with the longest delivery time,

min – the bid with the shortest delivery time,

xi – the time of the bid we seek the points for,

y – the number of points of each bid.

Values express the importance of individual criteria and subsequently influence the final number of gained points. For the need of supplier selection a percentage expression of

values was used. A percentage scale is dynamic and depends on the provider's choice of a supplier.

Software for Selection of Building Processes Suppliers

The software in question operates in the Microsoft Excel environment and was created by means of VBA (Visual Basic for Applications). At the beginning of the software development, it was necessary to define basic functionalities of the whole system.

Therefore four basic system parts were created, namely:

- setting criteria,
- setting suppliers,
- showing results,
- printing results.

The main parts were created in object-oriented programming. It means that objects were created to which commands were programmed. The software contains various text fields which had to be programmed in a way that the set data remained in the program memory and could be used in computations at the same time.

Besides, it was necessary to find a way which would enable certain data to be highlighted.

Part 1: Setting criteria: This part contains units for setting the information needed for the supplier selection. These units are (Fig.2):

- highlighting criteria,
- names of criteria,
- values of criteria,
- description of point assignment to individual criteria.

Fig 2. Part of program for setting criteria

This part is secretly linked to a calculation part where the calculations which use the set data take place.

One of the curious properties of the programme is its ability to warn a user about the failure to fulfil the needed 100 % value of criteria. The programme warns a user by colouring certain fields in red; this indicates that the sum of all the values does not equal 100 %. It is possible to write information about the names of criteria and description of how points are assigned to given criteria into empty fields in this part. The description will be consecutively shown in the information section in the 'setting suppliers' part. The user's advantage is always having an up-to-date description of point assignment to any criterion.

Part 2: Setting suppliers: This part includes eight tabs. Each tab is meant for one company. The required data are then written in the tabs. These data are related to the supplier selection and they are written into the 'evaluating criteria' part. Also, company's identification data such as name and contact details can be found here.

In the 'evaluating criteria' part, the companies price offers and time needed for a service or product delivery are put in.

There are also 10 criteria which a user has set

in advance with an option of point selection on a 0 – 5 point scale. When the button next to each criterion is pressed, a piece of information about the point assignment for a particular criterion is displayed. Figure 3 shows the bids of five suppliers which were analysed by applying the software.

Part 3: Showing results: This part contains a total evaluation of individual suppliers showing the number of gained points. The most

formulas are translated into computations. Among significant elements in the computational part are functions seeking maxima and minima, computational model creating dynamic scoring system and computational operations providing final number of gained points.

Application of the Method and Software on a Particular Model Example

Stage 1: Input definition:

- type of construction: multi-function building,
- stage of works: processes of structural works,
- expected price: 30 mil. EUR,
- required construction time-schedule 1st March 2014 – 1st March 2015 (1 year).

Stage 2: Publishing the call for bids and providing the main contractor's documents for the competing suppliers:

- construction project,
- overview of building processes of structural works,
- bill of quantities etc.,
- required construction time-schedule.

Stage 3: Presenting five bids of the competing suppliers (see Table 3).

4. Stage: Evaluating the bids through the software according to the defined criteria, setting the winning bid and conclusion of the

favourable offer is in green colour (Fig.3). Printing serves as a well-organised and well-documented evaluation of suppliers with a complex report on individual suppliers; it also serves for a printed output.

Fig. 3. Evaluation of bids

Contractor	Score
Company 1 A	3,65
Company 2 B	3,7642857
Company 3 C	1,3744444
Company 4 D	1,0193650
Company 5	0,5
Company 6	0,5
Company 7	0,5
Company 8	0,5

Part 4: Printing results: Printing serves as a well-organised and well-documented evaluation of suppliers with a complex report on individual suppliers; it also serves for a printed output.

Part 5: Calculation: The invisible part comprises computations into which the data from the 'setting criteria' and 'setting suppliers' sections are entered. All the mathematical

contract with the winning supplier.

In our model example the values of criteria were used in the following manner:

- price 40%,
- time 10%,
- quality 35%,
- due date 15%,

Figure 4 shows the suppliers' point values based on the analysis of their bids, the offered price and performance time schedule. Figure 4 depicts a graphical evaluation of the suppliers' bids. One of them was excluded due to the undervalued price, the other four suppliers were analysed according to the criteria based on the input data stated in Figure 4. Figure 5 shows final results and implies that the best building processes supplier for the need of the order appears to be the supplier B.

Conclusion

The research paper was focused on the increase in efficiency of external processes and optimum supplier selection according to defined criteria. The method of supplier selection and automatized system of bids evaluation through the proposed software (author: P. Bazik) leads to a transparent and objective supplier selection in the short time. Many construction companies approach this process spontaneously and mostly consider only the price. Their records on the selection process are partially kept in secret, which sometimes leads to corruption and biased evaluation. The method of supplier selection supported by the software was met with great reception and interest in the programme in the organisations with an implemented quality management system. The results of our research work are also applicable to public procurement tenders regarding buildings. In the future research work, it might be possible to develop the question of extending the selection criteria and accurately defined scoring system which would best reflect the quality of bids.

Literatúra:

- [1] Paulová, I., Hekelová, E., Šatanová, A., Šalgovičová, J.: Metódy zlepšovania efektívnosti a účinnosti TQM. Vydavateľstvo STU Bratislava, Radlinského 121, 813 68 Bratislava, 2008
- [2] Oakland, J. S.: Total Quality Management. Oxford, Elsevier Ltd., 2003
- [3] Hammer, M. and Champy, J.: Reengineering – a manifesto for Business Revolution. New York: Harper Collins Publisher Inc., 1993
- [4] Porter, L. J. and Tanner, S. J.: Assessing Business Excellence: A Guide to Business Excellence and Self-assessment. Burlington: Butterworth-Heinemann, 2004
- [5] Hakes, C.: The EFQM Excellence Model to Assess Organizational Performance: A Management Guide. Zaltbommel: Van Haren Publishing, 2007
- [6] Palaneeswaran, E. and Kumaraswamy, M.: Contractor Selection for Design/Build Projects. J. Constr. Eng. Manage., 126(5), 331–339. 2000
- [7] Xia, B., Chan, A., Zuo, J., and Molenaar, K.: Analysis of Selection Criteria for Design-Builders through the Analysis of Requests for Proposal. J. Manage. Eng., 29(1), 19–24. 2013
- [8] Singh, D. and Tiong, R.: A Fuzzy Decision Framework for Contractor Selection. J. Constr. Eng. Manage., 131(1), 62–70, 2005

Supplier	Performance time From to Number of days	Price mil. €	Quality level	Invoice due date Days
A	01.03.2018- 01.12.2018 276 days	28	ISO 9001 certificate	14
B	01.03.2018- 01.05.2019 366 days	31	ISO 9001 certificate + Model EFQM	30
C	01.03.2018- 01.02.2019 338 days	35	Technical standards	90
D	01.03.2018- 15.02.2019 352 days	33	15 years of experience	Payment in advance
E	01.03.2018- 25.02.2019 362 days	20	10 years of experience	60

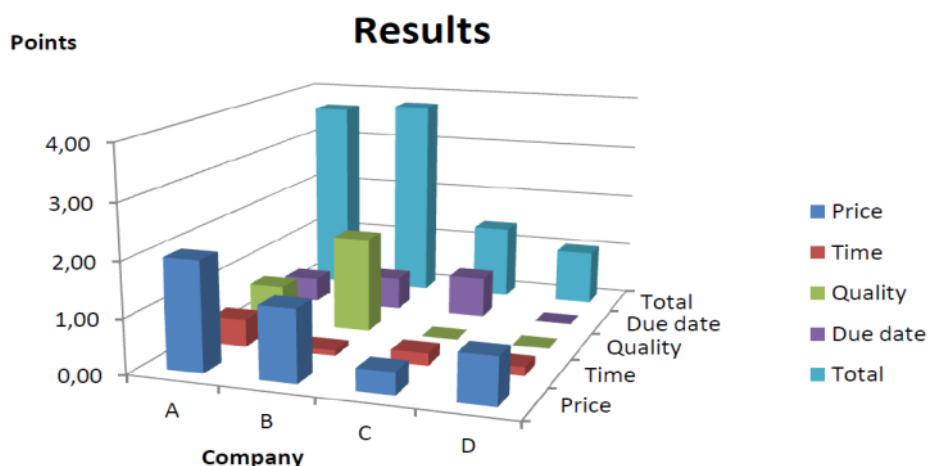


Fig.4. Results according to criteria

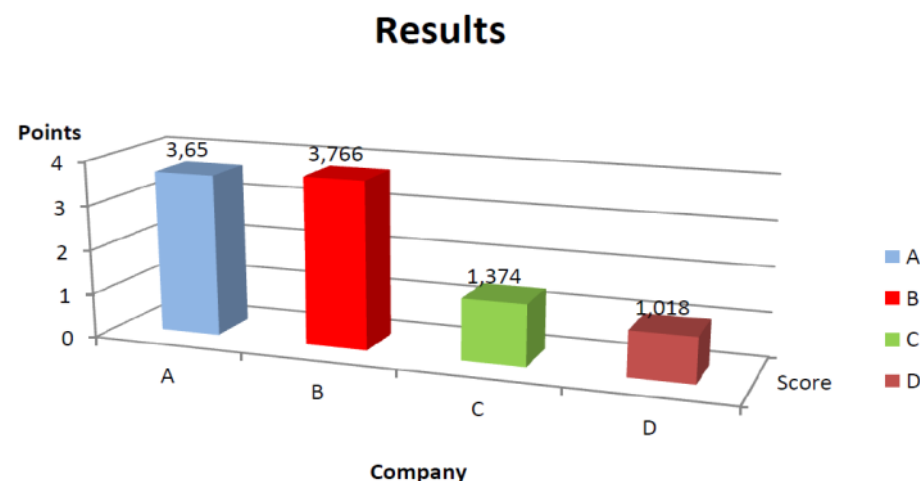


Fig. 5. Final results

Autori:

- Prof. Ing. Jozef Gašparík, PhD., Faculty of Civil Engineering STU Bratislava
- Ing. Peter Bažík, PhD. Faculty of Civil Engineering STU Bratislava

Zaradenie článku:

- Vedecký

Ako a fungujú vôbec niektoré plastifikátory?

How and do ever some plasticizers work?



Tento článok nadväzuje na článok „Pôsobenie prísad na konzistenciu betónu v čase“. V ňom sme popisovali spôsob merania účinnosti prísad na udržanie spracovateľnosti, no popisoval metódu merania na maltách. V tomto článku uvádzame výsledky pokusného overenie pôsobenia cudzokrajného „zázračného“ výrobku ako plastifikačnej prísady na čerstvom betóne v zmysle STN EN 934-2 pre účel prípadnej následnej certifikácie

Kľúčové slová:

Betón, Prísada, Konzistencia, Pevnosť

This paper follow on paper named „Action of the plasticizers on concrete consistency over time“. That paper described the method of measuring of plasticizers' ability to keep the consistency / workability over time. However, the method is suitable for mortars. In this paper, we introduce the results of assessment of foreign „miraculous“ admixture (intended as plasticizer) on fresh concrete, following STN EN 934-2 for purposes of subsequent certification

Key words:

Concrete, Admixture, Consistency, Strength

Pre dosiahnutie čoraz špecifickejších požiadaviek na betón a súčasnú optimalizáciu nákladov na cement sa využívajú rôzne prísady. Prakticky neodmysliteľnou súčasťou betónu sú prísady plastifikačné. Umožňujú znížiť dávku zámesovej vody a tým zlepšiť mechanické charakteristiky alebo zlepšiť spracovateľnosť betónu pri nezmenenej dávke vody.

Plastifikačné prísady sa rozdeľujú podľa materiálnej bázy a princípu pôsobenia, ale rovnako aj podľa účinnosti. Menšia pozornosť (ak vôbec) sa venuje ich pôsobeniu v čase. Tak tomu je na úrovni povinných skúšok pre uvedenie prísady na trh. Pre praktické aplikácie v betónoch je tomu inak a obzvlášť pre dlhšiu požadovanú dobu spracovateľnosti (dlhšie dopravné trasy) je potrebné venovať pozornosť vývoju konzistencie.

Tento článok podáva prehľad vývoja pôsobenia údajnej plastifikačnej prísady (v rámci anonymnosti ju budeme označovať) Plastifikátor X v čase pri bežných klimatických podmienkach a pri obvyklom a zvýšenom dávko-

vaní (t.j. 1%, 2%, 3%, 4% a 5% dávka prísady v pomere k množstvu cementu). Rovnako obsahuje aj porovnanie účinnosti Plastifikátora X k referenčnému betónu podľa STN EN 480-1. Posudzoval sa v zmysle STN EN 480-2 pre účel prípadnej následnej certifikácie.

Pre pochopenie princípu pôsobenia plastifikátorov je dôležité uvedomiť si, čo sa deje pri zamiešaní cementu s vodou. Častice cementu sú jemné zrná nepravidelného tvaru, ktorých povrch má kladný a záporný náboj. Pri zamiešaní s vodou dochádza k zhlukovaniu (flokulácii) častočiek cementu v dôsledku elektrostatického priťahovania kladne a záporne nabitých povrchov zŕn cementu. V priestoroch medzi zrnami cementu je pritom zadržovaná časť zámesovej vody. Účinnými zložkami plastifikačných prísad sú povrchovo aktívne látky. Tieto látky sú pri zamiešaní do cementových kompozitov adsorbované na povrchu cementových zŕn a dávajú im záporný elektrický náboj. To vedie k vzájomnému odpudzovaniu zŕn cementu, k ich dispergácii, deflokulácii a k stabilizácii cementovej disperzie.

Konzistencia čerstvého betónu je výrazne ovplyvňovaná dávkou plastifikačnej prísady. Pri veľmi malých dávkach je tento vplyv málo výrazný. S narastaním dávky sa konzistencia postupne zlepšuje - až do určitej dávky. Superplastifikátory sa bežne dávajú v množstve 0,6 až 1 % prísady z hmotnosti cementu. Dávka prísady potrebná na dosiahnutie vyžadovanej konzistencie závisí aj od začiatkovej konzistencie čerstvého betónu, t.j. konzistencie betónu bez prísady. Pri tuhšej konzistencii treba použiť vyššie dávky prísady a naopak. Pre podrobnosti o pôsobení plastifikačných prísad, pozrite článok „Pôsobenie prísad na konzistenciu betónu v čase“

Experimentálna časť

V experimentálnej časti sa overilo pôsobenie Plastifikátora X na čerstvom betóne pri rôznych percentných zastúpeniach prísady. Zvolil sa postup podľa tabuľky 2 STN EN 934-2, t.j. porovnávanie vlastností, pri rovnakej konzistencii. Overil sa vývoj konzistencie čerstvého betónu, pevnosť v tlaku po 7. a 28. dňoch a obsah vzduchu.

Na skúšky sa (podľa STN EN 480-1) použil cement CEM I 42,5 R. Ako kamenivo sa (podľa STN EN 480-1) použilo prírodné kamenivo

Tab. 1: Prehľad použitých receptúr betónu						
Zložky	REF.	Porovnávané betóny				
		kg/m ³				
CEM I 42,5 R	350±5	350±5	350±5	350±5	350±5	350±5
Voda	161	154	155	157	159	161
Ťažené kamenivo 0/4	876	876	876	876	876	876
Ťažené kamenivo 4/8	146	146	146	146	146	146
Ťažené kamenivo 8/16	803	803	803	803	803	803
Plastifikátor X	0 %	5 %	4 %	3 %	2 %	1 %

betónu a zmeranie, nastavenie na konzistenciu sadnutím 70±10:

- stanovenie konzistencie;
- nameranie obsahu vzduchu;
- výroba vzoriek na skúšky pevnosti v tlaku.
- výroba vzoriek s dávkou prísady 1%, 2%, 3%, 4% a 5%:
 - stanovenie konzistencie;
 - nameranie obsahu vzduchu;
 - výroba vzoriek na skúšky pevnosti v tlaku.

Zistenia a ich interpretácia

Pôsobenie Plastifikátora X sa overovalo aj na reálnom betóne, konkrétne na 6 variantoch (referenčný betón, betón s dávkou prísady 1%, 2%, 3%, 4% a 5%). Podrobnosti o nameraných hodnotách spracovateľnosti, obsahu vzduchu, pevnosti v tlaku po 7 a 28 dňoch (MPa) sú uvedené v tabuľke 2.

Požiadavky na plastifikačné prísady musia byť v zhode s technickými požiadavkami, ktoré sa uvádzajú v norme STN EN 934-2 [3] v tabuľke 3.

Tab. 2: Prehľad nameraných hodnôt čerstvého a zatvrdnutého betónu

Vlastnosť	Parameter	Porovnávané betóny						Požiadavka
		REF.	1 %	2 %	3 %	4 %	5 %	
Konzistencia	Sadnutie kužeľa (mm)	70	70	80	70	70	80	-
	Sadnutie po 15 min (mm)	60	70	80	80	80	90	-
	Sadnutie po 30 min (mm)	40	60	90	70	80	80	-
	Sadnutie po 60 min (mm)	30	50	70	60	70	80	-
Obsah vody	Dávky vody (kg/m ³)	161	161	159	157	155	154	-
	Δ dávky vody vs. REF (%)	-	0,00	-1,24	-2,48	-3,73	-4,35	- 5 %
Pevnosť v tlaku	po 7 dňoch (Mpa)	47,1	46,3	48,3	48,9	49,5	50,0	-
	po 28 dňoch (Mpa)	59,3	60,2	59,1	63,2	64,1	66,8	-
Zmena pevnosti v tlaku voči REF.	po 7 dňoch (%)	-	-1,7	2,5	3,8	5,1	6,2	+ 10 %
	po 28 dňoch (%)	-	1,5	-0,3	6,6	8,1	12,6	+ 10 %
Obsah vzduchu	*Tlaková metóda	1,6	1,7	1,9	1,5	1,8	1,6	2

frakcie 0/4, 4/8 a 8/16. Ako plastifikačná prísada sa použil Plastifikátor X.

Skúšobné metódy na čerstvom betóne

Skúšky na referenčnom čerstvom betóne a čerstvom betóne s plastifikačnou prísadou X sa vykonávali v laboratóriu. Skúšobné metódy použité na čerstvom betóne boli nasledovné:

- výroba kontrolnej zámesi referenčného

Skúšobné metódy na zatvrdnutom betóne

Skúšobné metódy použité na zatvrdnutom betóne boli zhodne použité aj pri referenčnom betóne aj pri betóne s dávkou prísady 1%, 2%, 3%, 4% a 5% a to:

- pevnosti v tlaku po 7 dňoch;
- pevnosti v tlaku po 28 dňoch.

Podľa normy STN EN 934-2 [3] má plastifikačná prísada znížiť potrebu vody na dosiahnutie rovnakej konzistencie ako referenčný betón aspoň o 5 %. Túto požiadavku sa nepodarilo splniť ani v jednom variante dávkovania. Výsledné zníženia dávky vody indikujú, že ubráné množstvo vody je nahradené kvapalnou fázou prísady. Prísada preto z hľadiska plastifikačného účinku pôsobí dominantne ako voda.

Prvá skúška, ktorá bola vykonaná na referenčnom betóne aj pri betóne s dávkou prísady 1%, 2%, 3%, 4% a 5% bola stanovenie konzistencie. Konzistencia sa merala štandardným postupom – sadnutím Abramsovo kužľa v zmysle STN EN 12350-2 [5]. Klasifikácie konzistencie čerstvého betónu podľa sadnutia kužľa je v tabuľke č. 4.

Z obrázka 1 vyplýva, že pre pôsobenie Plastifikátora X v betóne nie je rozhodujúca dávka prísady, ale primárne nastavenie prvej konzistencie na hodnotu sadnutia kužľa (na obrázku REF). Potom je potenciál, zlepšiť konzistenciu a predĺžiť spracovateľnosť aj s malou dávkou prísady (1,0 %). Vývoj konzistencie v čase potvrdil predpoklad pôsobenia dominantne kvapalnej fázy Plastifikátora X, nahradzujúcej vodu. Výsledky po 60 minútach však naznačujú isté pôsobenie materiálovej bázy, no rozhodne nie je technicky významné. Je porovnateľné s „najslabšími“ plastifikátormi na trhu – na báze lignosulfonátov.

Ďalšou skúškou na čerstvom betóne bolo nameranie obsahu vzduchu. Podľa normy STN EN 934-2 [3] má byť obsah vzduchu v čerstvom betóne s plastifikačnou prísadou menší ako 2 %. Táto podmienka bola splnená, keďže obsah vzduchu pri betóne s dávkou prísady 1%, 2%, 3%, 4% a 5% je nižšia ako 2%. Plastifikátor X teda určite nepôsobí ako prevzdušňovacia prísada a ani nespôsobuje neželané a neregulované „napenenie“ betónu.

Ďalšia vlastnosť, ktorá sa zisťovala bola pevnosť betónu v tlaku po 7 a 28 dňoch na skúšobných kockách s hranou 150 mm. Podľa normy STN EN 934-2 [3] má mať betón s použitou prísadou pevnosť betónu v tlaku po 7. a 28. dňoch vyššiu o 10% v porovnaní z referenčnou zmesou. Táto podmienka bola splnená len pri betóne s dávkou prísady 5%, a to v čase stanovenia pevnosti betónu v tlaku po 28 dňoch. Pri iných dávkach Plastifikátora X sa nepodarilo splniť túto požiadavku. Vývoj nárastu pevnosti betónu pre referenčnú zmes a betón s dávkou prísady 1%, 2%, 3%, 4% a 5% sú vyjadrené na obrázku 2. Je vidieť isté zvýšenie pevnosti s rastúcou dávkou prísady, no nie adekvátne dávkovaniu a už vôbec nie spĺňajúce požiadavku STN EN 934-2 (+10 %).

Záver

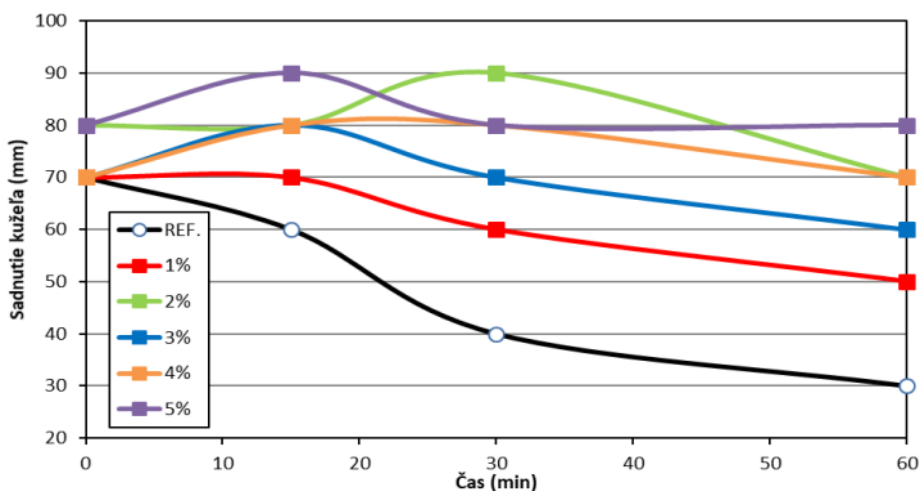
Z výsledkov vyplynulo, že „Plastifikátor X“ nemožno klasifikovať ako plastifikačnú prísadu, nakoľko nespĺňa dve elementárne podmienky – na zníženie dávky vody pri zachovaní konzistencie a zvýšenie pevnosti.

Tab. 3: Osobitné technické požiadavky na plastifikačné prísady (pri rovnakej konzistencii) [3]

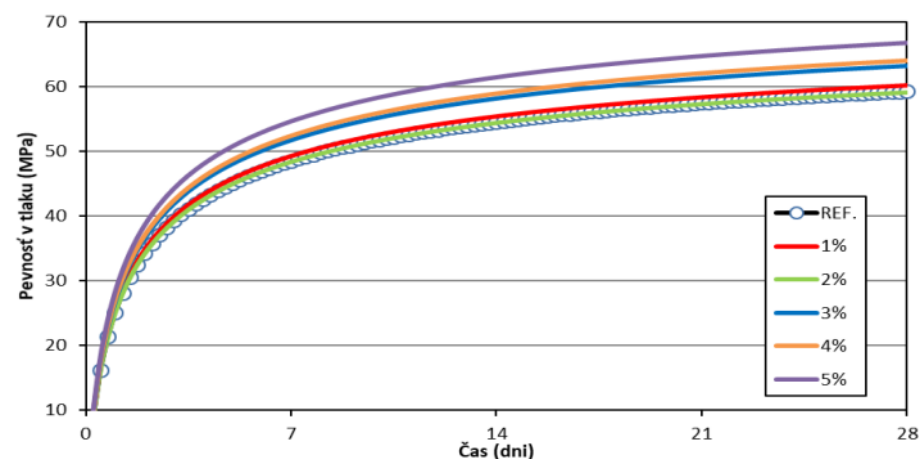
Č.	Vlastnosť	Porovnávací betón	Skúšobná metóda	Technické požiadavky
1	Zníženie obsahu vody	EN 480-1 porovnávací betón I	Sadnutie EN 12350-2 alebo rozliatie EN 12350-5	V skúšobnej zmesi o $\geq 5\%$ v porovnaní s kontrolnou zmesou
2	Pevnosť v tlaku	EN 480-1 porovnávací betón I	EN 12390-3	7 a 28 dní skúšobnej zmesi $\geq 110\%$ kontrolnej zmesi
3	Obsah vzduchu v čerstvom betóne	EN 480-1 porovnávací betón I	EN 12350-7	Skúšobnej zmesi $\leq 2\%$ z objemu zmesi nad kontrolnou zmesou, ak výrobca nestanoví inak

Tab. 4: Klasifikácia konzistencie čerstvého betónu

Stupeň	Sadnutie v mm
S1	10 až 40
S2	50 až 90
S3	100 až 150
S4	160 až 210
S5	≥ 220



Obr. 1: Prehľad vývoja konzistencie betónu v čase



Obr. 2: Numerická simulácia nárastu pevnosti betónu v čase

Spíňa len marginálnu podmienku na nezvýšenie obsahu vzduchu v betóne. Pre úplnú korektnosť treba povedať, že údajný plastifikátor sa z logistických dôvodov zamýšľal dodávať vo forme prášku a na vodný roztok sa mal miešať až na Slovensku. Existuje preto veľmi malá šanca, že jeho účinnosť bola ovplyvnená spôsobom miešania s vodou. Nič to však nemení na fakte, že s veľmi podobnými požiadavkami a výsledkami sme sa stretli viackrát. Vyplýva z toho len jedno – opatrne so „zázračnými“ zahraničnými materiálmi.

Literatúra:

- [1] STN EN 206+NA - Betón. Časť 1: Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda.
- [2] STN EN 13670 - Zhotovovanie betónových konštrukcií.
- [3] STN EN 480-1 - Prísady do betónu, mált a zalielok. Skúšobné metódy. Časť 1: Porovnávané betóny a porovnávané malty pri skúškach
- [4] STN EN 934-2+A1 - Prísady do betónu. Konsolidovaný text.
- [5] STN EN 12350-2 Skúšanie červého betónu Časť 2: Skúška sadnutím
- [6] Seböck, T.: Prísady a prídavky do malt a betonů. Praha, SNTL 1985
- [7] Bajza, A., Rouseková, I.: Technológia betónu, Jaga-group, Bratislava, 2006, p:190
- [8] Unčík, S.: Ovpľyvňovanie vlastností betónu prísadami, Nakladateľstvo STU, Bratislava, 2013

[9] Unčík, S., a kol.: Príručka pre výrobcov betónu. Edícia BetónRacio, Trnava, 2005

[10] <http://savn.sk/index.php/sk/vyroba>

Autori:

- Dr. Peter Briatka, MBA., COLAS Slovakia, Košice
- Doc. Ing. Peter Makýš, PhD., Stavebná fakulta STU, Bratislava
- Ing. Jana Briatková Olšová, Bria Invenia, s.r.o., Nitrianske Rudno

Zaradenie článku:

- Vedecký

Overenie vplyvu LWA na plastické zmrašťovanie

Verification of the effect of LWA on plastic shrinkage



Plastické zmrašťovanie sa so zmenou klimatických podmienok a s trendami v stavebníctve čoraz viac prejavuje aj v našich zemepisných šírkach. V tomto článku sa venujeme možnosti obmedzenia plastického zmrašťovania použitím ľahkého kameniva (LWA) určeniu objemovej zmeny betónu v tekutom stave.

Kľúčové slová:

Betón, Plastické zmrašťovanie, Ľahké kamenivo, Bridlica, Laser, Trhlina

Along with climatic changes and developing trends in construction industry, the plastic shrinkage more and more occurs even here in Slovakia. In this paper we deal with possibility of reduction of the plastic shrinkage using lightweight aggregate (LWA) and determination of volume changes of concrete in liquid

state.

Key words:

Concrete, Plastic shrinkage, Lightweight aggregate, Shale, Laser, Crack

Plastické zmrašťovanie, je spôsobené stratou vlhkosti z betónu do prostredia. Má preto význam sa ním zaoberať v tzv. neutesnených (unsealed) systémoch. Keďže pôsobí vo veľmi skorom veku betónu – t.j. v čase počas tuhnutia betónu, je potrebné uvažovať s možnosťou jeho prejavu nakoľko bez vnútorného ošetrovania (IC) prakticky nie je možné v tomto veku betón efektívne ošetrovať.

Plastické zmrašťovanie sa prejavuje v miestach s obmedzenou možnosťou konsolidácie cementového tmelu (napr. nad vloženou výstužou). V týchto oblastiach, keď už kapilárne napätie nie je ďalej schopné konsolidovať

systém (pri prechode z II. do III. fázy odparovania vody), sa generujú horizontálne napätia, ktoré môžu spôsobiť vznik trhlín [9]. Obdobie, v ktorom je betón takto náchylný na vznik trhlín sa označuje ako kritický bod [12].

Cieľom tejto práce bolo nájsť vhodnú dávku LWA pre zabránenie vzniku trhlín z dôvodu plastického zmrašťovania. Druhým cieľom bolo popísať objemovú zmenu (konsolidáciu) cementového tmelu, prevažne v tekutom stave, ktorá je úzko spätá s chemickým zmrašťovaním.

Základným predpokladom bolo, že s vyššími dávkami LWA sa bude znižovať zmrašťovanie. Rovnako sa vychádzalo aj z úvahy, že s vyššími dávkami LWA dôjde ku zvýšeniu množstva odparenej vody, a tým ku zníženiu absolútneho sadania cementového tmelu.

Overenie vplyvu LWA na plastické zmrašťovanie sa vykonalo jednak skúškami podľa ASTM C 1579-06, ale aj skúškami konsolidácie cementového tmelu – tzv. sadania. Vzhľadom na to, že sa jedná o dve samostatné skúšky s rozdielnymi skúšobnými telesami, ďalej sa jednotlivé časti tejto práce budú venovať každej skúške zvlášť.

Materiál

V úvode je potrebné upozorniť, že dávky LWA a ich označenie reprezentuje celkový pomerný objem LWA v zmesi. Maximálna náhrada 25,3 % hutného kameniva LWA zodpovedá dávke potrebnej na elimináciu samovysychania [8].

Pre obe skúšky sa použili rovnaké vstupné suroviny.

Cement sa použil portlandský (podľa ASTM C150) s jemnosťou 370 m²/kg a minerálnym zložením 50% C3S; 16% C2S; 12% C3A; 7% C4AF and 0,68% of Na₂O. Kamenivo použité pre skúšky plastického zmrašťovania pozostávalo z hrubého ťaženého kameniva a piesku (bez bližšej špecifikácie) dávkovaných 1:1 tak, aby zaberali 60 % výsledného objemu zmesi. Pre maltu na overenie sadania cementového tmelu sa použil výhradne piesok v dávke 55 % výsledného objemu zmesi.

Obe skúšky sa vykonali s LWA vyrobeného z expandovanej bridlice (obr. 1), ktorého 24 hodinová nasiakavosť (stanovená podľa ASTM C128-07) bola 10,5 %.

Maltové vzorky pre skúšky sadania sa zhotovili s použitím plastifikačnej prísady (WRA) Glenium 300.



Obr. 1: LWA z expandovanej bridlice (USA)

Použité receptúry

Skúšky plastického zmrašťovania sa vykonali na 4 vzorkách s w/c=0,55 (bez WRA). Každá vzorka (3 skúšobné telesá) obsahovala rôznu dávku LWA. Jednotlivé receptúry sú uvedené v tab. 1.

Skúšky sadania sa vykonali na piatich vzorkách malty s w/c=0,30 za použitia WRA. Každá vzorka (2 skúšobné telesá) obsahovala rôznu dávku LWA. Jednotlivé receptúry sú uvedené v tab. 2.

Príprava materiálu a postup miešania

Podcenenie významu miešania môže viesť ku chybným výsledkom. Napríklad, nesprávny čas miešania môže spôsobiť rozdiely v množstve vzduchu v zmesi alebo nesprávne otáčky miešania môžu spôsobiť neželanú aktiváciu hydratácie. Postup miešania bol preto striktno dodržaný tak, ako je popísaný.

Samotnému miešaniu predchádzala príprava materiálu. Hrubé a jemné kamenivo sa sušili pri teplote 90 °C po dobu 24±1 hod. Následne sa vychladili na teplotu 20±2 °C. LWA sa pripravilo rovnako, no po vychladnutí sa ponorilo

Tab. 1: Receptúry zmesí pre skúšky plastického zmrašťovania

Zložka	Dávka (kg/m ³)			
	0,0 % (REF)	6,0%	10,0%	18,0%
Cement	461	461	461	461
Voda	254	254	254	254
Piesok	774	619	518	309
Hrubé kamenivo	825	825	825	825
LWA	0	94	154	281
Voda v LWA	0	9,8	16,2	29,5

Tab. 2: Receptúry zmesí pre skúšky sadania

Zložka	Dávka (kg/m ³)				
	0,0 % (REF)	11,0%	18,3%	23,7%	33,0%
Cement	728	728	728	728	728
Voda	218	218	218	218	218
Piesok	1418	1135	950	808	567
LWA	0	172	285	369	515
Voda v LWA	0	18	30	39	54

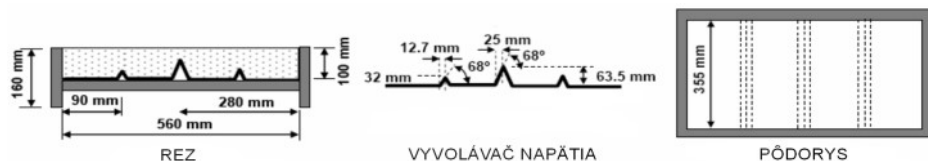
do pripraveného celého množstva zámesovej vody, kde zotrvalo až do miešania (t.j. 24±1 hod).

Vzorky pre skúšky plastického zmrašťovania sa pripravili nasledovným spôsobom. Ako prvá sa z LWA scedila dekantovaná (neabsorbovaná) voda. Do predvlhčenej miešačky sa ako prvé pridalo hrubé a jemné kamenivo. Tieto dve zložky sa zhomogenizovali krátkym premiešaním, počas ktorého sa pridalo nasiaknuté LWA. Miešanie pokračovalo 30 sekúnd. Následne sa pridala cement a pomaly sa do suchej zmesi začala liať dekantovaná voda. Od tohto momentu miešanie pokračovalo 3 minúty s dvojminútovou prestávkou a ďalšími 3 minútami miešania. Takto pripravený betón sa uložil do foriem (podľa ASTM C 1579-06) a povrch sa upravil hladením. 25 minút od prvého kontaktu cementu s vodou sa skúšobné telesá umiestnili do klimatizovanej komory.

vrstvách naplnila do foriem, zhutnila sa, povrch sa zahladil a po 10 minútach od pridania vody sa telesá umiestnili do klimatizačnej komory.

Princíp a postup merania

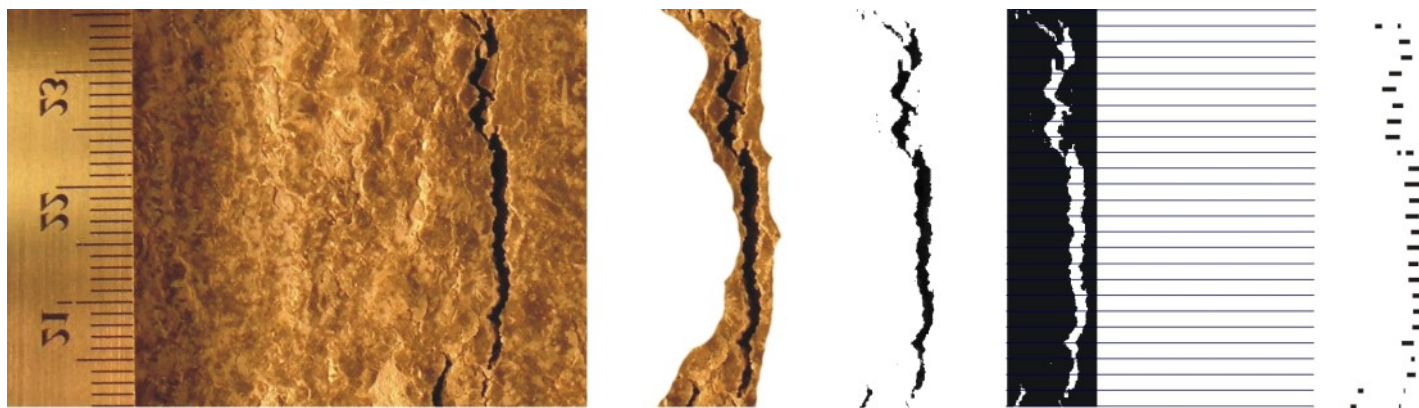
Pre skúšky plastického zmrašťovania sa použil postup podľa ASTM C 1579-06. Plastické zmrašťovanie súvisí s konsolidáciou cementového tmelu (v II. fáze odparovania vody) vyvolanou kapilárnymi napätiami, čo spoločne s viskóznym stavom cementového tmelu vedie k tzv. sadaniu. Ak je sadaniu na diferenciálnej ploške zabránené, potom sa v štruktúre so vznikajúcimi väzbami generujú hlavné napätia aj s horizontálnou zložkou, ktorej veľkosť keď prekročí aktuálnu pevnosť v ťahu a pôsobiace kohézne sily, vznikne trhlinka. Skúšobné telesá simulujú plošku s obmedzeným sadaním (obr. 2).



Obr. 2: Geometria skúšobných telies pre skúšky plastického zmrašťovania [9]

Vzorky pre skúšky sadania sa pripravili nasledovným spôsobom. Ako prvá sa z LWA scedila dekantovaná voda. Miešanie sa vykonalo v súlade s požiadavkami ASTM C 192-06. Ako prvé sa do predvlhčenej miešačky nadávkovalo jemné kamenivo a nasiaknuté LWA. Počas 30 sekúnd sa zhomogenizovali a pridala sa cement po čom nasledovalo 30 s miešanie. Pomaly sa pridala voda s obsiahnutou dávkou WRA a zmes miešala 1 minútu. Nasledovala prestávka 1 min. a miešanie pokračovalo ďalších 30 s. Takto pripravená malta sa v troch

Skúšobné telesá sa umiestnili do klimatizačnej komory, kde boli po dobu prvých 6 hodín vystavené prostrediu s teplotou 36±3°C, relatívnou vlhkosťou 30±10% a rýchlosťou prúdenia vzduchu 24±2 km/h. Po šiestich hodinách sa zmenila rýchlosť prúdenia vzduchu na 0 km/h a pri zachovaní zvyšných podmienok sa telesá kondiciovali ďalších 18 hodín. Po 24±2 hodinách od zamiešania sa skúška ukončila a vyhotovili sa digitálne snímky povrchu vzoriek z výšky 184 mm. Zo snímkov sa odstránili miesta bez trhlín a vykonala sa digitálna analýza trhlín (obr. 3) zmeraním šírky trhliny v cca 300 miestach.

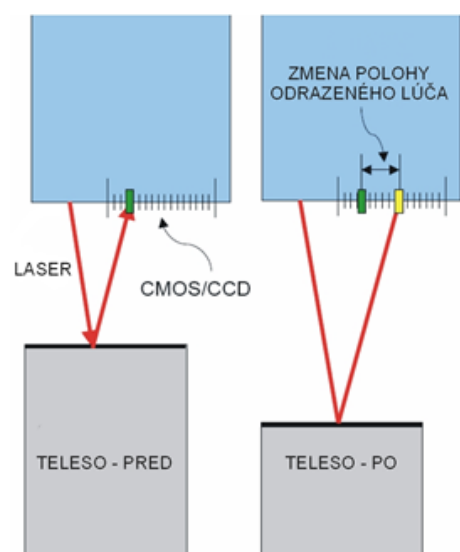


Obr. 3: Metodické kroky analýzy trhliny plastického zmrašťovania

Výsledkom skúšky je jednak distribučná a kumulatívna krivka pravdepodobnosti vzniku trhliny rôznej šírky, ale i súčiniteľ redukcie vzniku trhlín CRR (%) podľa vzťahu 1, kde $w_{MOD,C}$ je priemerná šírka trhlín v betóne s upraveným zložením (mm) a $w_{REF,C}$ je priemerná šírka trhlín v referenčnom betóne (mm).

$$CRR = \left(1 - \frac{w_{MOD,C}}{w_{REF,C}} \right) \cdot 100\%$$

Sadanie (konsolidácia) cementového tmelu je úzko spätá so stratou vlhkosti do okolitého prostredia. Počas prvej fázy odparovania vody (z povrchu) dochádza ku konsolidácii cementového tmelu prakticky len v dôsledku pôsobenia gravitácie. V nasledujúcej II. fáze sa vplyvom densifikácie cementového tmelu zmení pomer intenzity straty vlhkosti do prostredia a intenzity prúdenia vody na povrch betónu. Počas II. fázy je pórový roztok k povrchu betónu vyťahovaný z postupne menších a menších pórov, čomu zodpovedajú stále väčšie a väčšie vyvolané kapilárne napätia až do kritického bodu [6].



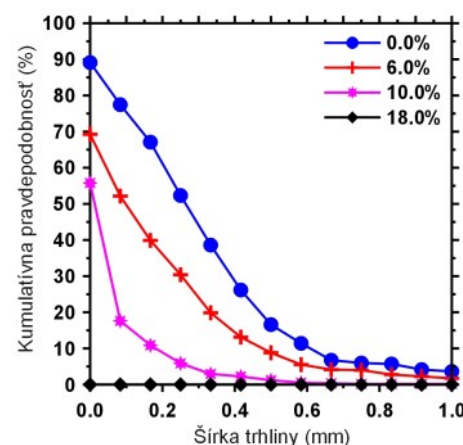
Obr. 4: Princíp merania sadania použitím lasera [11]

Princípom merania sadania cementového

tmelu je veľmi citlivé meranie zmien výšky horného povrchu skúšobných telies. Súčasne sa merali 2 skúšobné telesá tvaru valca s priemerom 100 mm a výškou 75 mm, umiestnené do klimatizačnej komory s teplotou $23 \pm 1^\circ\text{C}$, relatívnou vlhkosťou $50 \pm 5\%$ a rýchlosťou prúdenia vzduchu of 24 ± 2 km/h. Zmena polohy horného povrchu vzoriek sa merala pomocou monitorovania zmeny polohy záznamu odrazeného laserového lúča (obr. 4). Uvedená zostava umožňuje meranie s rozlíšením 0,001 mm. Meranie prebiehalo približne 24 hodín, pričom hodnoty sa zaznamenávali každú 1 sekundu.

Interpretácia výsledkov

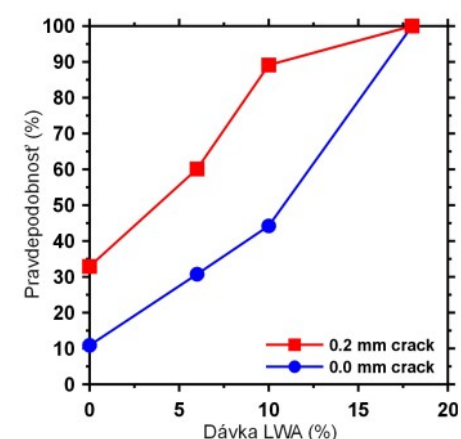
Z výsledkov skúšok plastického zmrašťovania vyplýva, že predpokladaný účinok LWA na zníženie napätí v kritickom bode bol správny. Z obrázka 5 je zrejmé, že so zvyšujúcou sa dávkou LWA klesá pravdepodobnosť vzniku trhlín z plastického zmrašťovania. Z obrázka 6 je možné vidieť, ako vplyva dávka LWA na pravdepodobnosť výskytu trhlín so šírkou menšou než 0,0 mm (vznik žiadnej trhliny) alebo 0,2 mm. Trhliny šírky 0,2 mm, za predpokladu použitia hrubšie mletého cementu a dostatku vlhkosti počas životnosti konštrukcie, majú schopnosť samo-zacelenia dodatočnou hydratáciou.



Obr. 5: Kumulatívne krivky pravdepodobnosti výskytu trhlín určitého šírky pri rôznych dávkach LWA

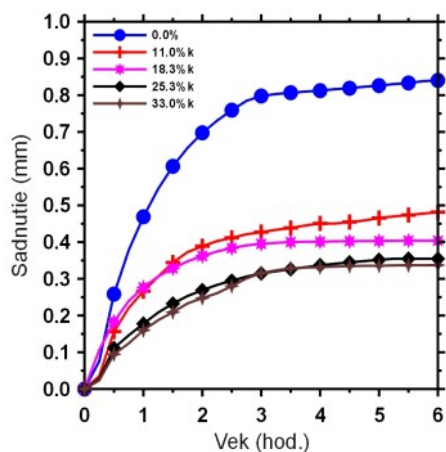
Výpočty priemerných širok trhlín (vždy z troch skúšobných telies) a príslušných súčiniteľov redukcie vzniku trhlín potvrdzujú priamu úmernosť medzi dávkou LWA a hodnotou CRR (tab. 3).

Dávka LWA	Priemerná šírka trhlíny (mm)	CRR (%)
0,0 % (REF)	0,49	0
6,0%	0,20	65
10,0%	0,05	89
18,0%	0,00	100



Obr. 6: Pravdepodobnosť výskytu trhlín užších a rovných 0,0 mm resp. 0,2 mm pri rôznych dávkach LWA

Výsledky merania sadania (konsolidácie) cementového tmelu, ako sú prezentované v obr. 7, preukazujú spoľahlivé pôsobenie IC použitím LWA. V dôsledku uvoľňovania vody z pórov LWA sa obmedzuje generovanie kapilárnych napätí v cementovom tmele, a tak sa zmenšuje absolútna hodnota konsolidácie cementového tmelu. Redukcia sadania je opäť závislá od dávky LWA. Výsledky sadania maltových vzoriek sú plne v súlade s predpokladmi a s výsledkami plastického zmrašťovania betónov.



Obr. 7: Sadnutie mált s rôznymi dávkami LWA v čase

Záver

Z analýzy výsledkov skúšok vykonaných na 12 skúšobných telesách (cca 3600 datapointov) plastického zmrašťovania a na valcových 10 telesách (cca 3600 datapointov) jednoznačne vyplýva že skúšané LWA efektívne redukuje plastické zmrašťovanie. Pri dávke 18 % z objemu zmesi sa podarilo úplne eliminovať vznik trhlín. LWA je možné efektívne používať aj na účely IC vo veľmi skorom veku. V takomto prípade je ale potrebné uvažovať s úplnou alebo čiastočnou desorpciou LWA, čo zníži účinnosť IC v neskoršom veku, keď (ak)

bude cementový tmel potrebovať IC na CS a AS.

Literatúra:

- [1] ASTM C 1579-06 – Standard test method for evaluating plastic shrinkage cracking of restrained fiber reinforced concrete (Using a steel form insert).
- [2] ASTM C 150 – Standard Specification for Portland Cement.
- [3] ASTM C 128-07 – Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate.
- [4] ASTM C 192-06 – Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory.
- [5] Henkensiefken, R., Nantung, T., Weiss, J.: Reducing Restrained Shrinkage Cracking in Concrete: Examining the Behavior of Self-Curing Concrete Made using Different Volumes of Saturated Lightweight Aggregate, CBC, 2008.
- [6] Lura, P., Pease, B., Mazzotta, G., Rajabipour, F., Weiss, J.: Influence of Shrinkage-Reducing Admixtures on Development of Plastic Shrinkage Cracks, ACI Materials Journal
- [7] Radlinska, A., Rajabipour, F., Bucher, B., Henkensiefken, R., Sant, G., Weiss, J.: Shrinkage Mitigation Strategies in Cementitious Systems: a Closer Look at Differences in Sealed and Unsealed Behavior.
- [8] Benz, D.P., Lura, P. and Roberts, J.W.: Mixture Proportioning for Internal Curing, Concrete International, V.27, No. 02, 2005, 35-40.
- [9] Lura, P., Mazzotta, G., Rajabipour, F., Weiss, J.: Evaporation, Settlement, Temperature Evolution, and Development of Plastic Shrinkage Cracks in Mortars With Shrinkage-Reducing Admixtures, Concretelife'06 – International RILEM-JCI Seminar on Concrete Durability and Service Life Planning: Curing, Crack Control, Performance in Harsh Environments: 203-213.
- [10] Qi, C., Weiss, W.J. and Olek, J.: The Statistical Significance of the Restrained Slab Test to Quantify

Plastic Shrinkage Cracking in Fiber Reinforced Concrete, ASTM Int. J. 2 (7) (2005).

- [11] Kayir, H., Qi, C., Weiss J.: A Fundamental Look at Settlement In Fresh Systems: Role of Mixing Time and High Range Water Reducers, ACBM, Self compacting Concrete Conference, Chicago, 2002.
- [12] Cohen, M.D., Olek, J., et al.: Mechanism of plastic shrinkage cracking in portland cement and portland cement-silica fume paste and mortar, Cement and Concrete Research 20(1): 103.
- [13] Henkensiefken, R., Briatka, P., Bentz, D., Nantung, T., Weiss, J.: Plastic Shrinkage Cracking in Internally Cured Mixtures – Prewetted Lightweight Aggregate can Reduce Cracking, In: Concrete International, Vol. 32, No. 2, American Concrete Institute, Farmingtonhills, 2010.
- [14] Gregorová, V.: The Influence of Expansion Additive on Shrinkage of Cement Composites. In ATF 2014. 3rd Conference on Building Physics and Applied Technology in Architecture and Building Structures, Vienna, Austria, 6. - 7. 5. Vienna: TGM - Federal Institute of Technology, 2014. ISBN 978-3-200-03644-4.
- [15] Gregorová, V.: Účinok expanzného cementu DENKA na zmrašťovanie cementových kompozitov. In Mladá veda. Roč. 2, č. 2 - jún (2014), s. 45-53. ISSN 1339-3189.

Autori:

- Dr. Peter Briatka, MBA., COLAS Slovakia, Košice
- Ing. Marek Ďubek, PhD., Stavebná fakulta STU, Bratislava
- Ing. Jana Briatková Olšová, Bria Invenia, s.r.o., Nitrianske Rudno

Zaradenie článku:

- Vedecký

Porucha
Projekt sanácie
Lab. skúšky
Skúšky in-situ
Úspešná sanácia

Poštová 11, 972 26 Nitr. Rudno
 Kaštieľska 2, 821 05 Bratislava
www.briainvenia.sk
info@briainvenia.sk
 Tel: 00421-948-429 981

Určenie začiatku tuhnutia cementového tmelu

Determination of setting time of cement paste

Priebeh a začiatok tuhnutia cementového tmelu je dôležité poznať pre správnu interpretáciu iných javov a výsledkov príslušných skúšok (napr.: meranie elektrických charakteristík tuhnucej malty, meranie straty vlhkosti vplyvom prostredia). Rovnako môžu poslúžiť pre návrh overenia ošetrovania betónu proti prejavom plastickej zložky zmršťovania skrátením doby začiatku tuhnutia tak, aby v kritickom bode z hľadiska straty vlhkosti už betón nemal viskoplastický charakter. Prejav plastickeho zmršťovania vo forme vyvolaných trhlín sa potom môže interpretovať vo vzťahu k absolútnemu celkovému veku betónu alebo k pomernému veku k začiatku tuhnutia.

Kľúčové slová:

Cementový tmel, Odpor, Penetrácia, Teplota, Hydratácia, Vodný súčiniteľ

The kinetics and initial setting time of the cement paste is important to know for correct interpretation of the other phenomenons and results of related tests (e.g. electrical conductivity of setting mortar, loss of moisture driven by ambient environment). Similarly, it can serve in design of curing against plastic shrinkage by shortening setting time in order to avoid visco-elastic behavior of concrete at critical point (from moisture loss point of view). Formation and development of the plastic shrinkage cracks, then, can be expressed in relation to absolute age of concrete or to relative age (from initial setting time).

Key words:

Cement paste, Resistance, Penetration, Temperature, Hydration, Water-Cement ratio

S variáciami receptúry betónu sa mení čas (začiatku) a priebeh tuhnutia. Tuhnutie však determinujú aj okrajové podmienky prostredia, ktorému je betón vystavený. Hlavným parametrom je pritom teplota. Teplota je z hľadiska fyzikálneho pôsobenia hlavným činiteľom udávajúcím tempo hydratácie. Čiastočne má vplyv aj relatívna vlhkosť prostredia a rýchlosť prúdenia vzduchu, no tie nepôsobia priamo na chemické reakcie hydratácie. Prostredníctvom rôznej intenzity odparovania vody z povrchu vzorky a ekvivalentného skupenského tepla vyparovania dochádza k určitému poklesu povrchovej teploty betónu.



Vplyv povrchovej teploty betónu na teplotu betónu v jadrovej oblasti rastie úmerne s povrchovým modulom konštrukcie.

V snahe o vernejšie simulovanie tuhnutia cementového tmelu, tak ako je tomu v betóne, sa navrhol a použil kombináciu prístupu podľa STN EN 196-3 a STN EN 1015-9, ktorý je určený pre malty. Tuhnutie cementového tmelu v tomto chápaní má význam pre posúdenie stavu cementového tmelu hlavne v čase keď sa začínajú formovať prvé väzby. Kombinácia metód spočíva v použití čistého cementového tmelu (bez plniva) tak, ako to predpisuje STN EN 196-3 a vo využití meracej metódy podľa STN EN 1015-9. Takýmto spôsobom, prostredníctvom merania odporu proti pôsobeniu vyvolávanej vonkajšej sily, sa získa obraz o priebehu rastu odolnosti sústavy voči deformácii vyvolanej gravitáciou, čo je nesmierne dôležité z hľadiska tzv. sadania betónu.

Odhad vplyvu teploty prostredia (bežných teplôt) na priebeh hydratácie, a tým aj priebeh a začiatok tuhnutia sa určoval vykonaním skúšok pri rôznych teplotách prostredia (20 a 25 °C).

Teória hydratácie súvisiaca s tuhnutím

Čerstvý cementový tmel sa z počiatku viditeľne nemení (dôsledok prítomnosti síranu vápenatého), neskôr ale začína tuhnúť a tvrdnúť. Tuhnutie je jav vyplývajúci z formovania ihlicovitých kryštálov a ich vzájomného prerastania a je sprevádzaný vývinom tepla (hydratačné teplo). Počas tuhnutia cementový tmel stráca svoju plasticitu, ktorá nakoniec

úplne zmizne (koniec tuhnutia) a proces ďalej pokračuje ako tvrdnutie tuhého skupenstva – zvyčajne po cca 1 – 3 hodinách od prvého kontaktu cementu s vodou. Tvrdnutie sa prejavuje nárastom pevnosti už vzniknutých väzieb.

Doba do začiatku tuhnutia a následne jeho tempo je funkciou viacerých premenných – druh cementu, jemnosť mletia (špecifický povrch), dávka vody a teplota prostredia.

Druh cementu je daný jeho mineralogickým zložením resp. prítomnosťou určitých prísad. Zatiaľ čo C3S a C3A urýchľujú počiatočné fázy hydratácie, C2S reaguje pozvoľna. Zmenou pomeru týchto dvoch slinkových minerálov alebo úpravou zloženia cementu prípadne druhom cementu sa dá modifikovať priebeh hydratácie cementových kompozitov.

Jemnosť mletia priamo vplyva na rýchlosť hydratácie cementu. Princíp pôsobenia je triviálny. So zvyšujúcou sa jemnosťou mletia sa zvyšuje aj špecifický povrch zrn cementu. To znamená, že pri rovnakej hmotnosti cementu bude súčet plôch povrchov jemnejších zrn väčší ako súčet plôch povrchov hrubších zrn [11]. Reakcii s vodou je pri jemnejšom mletí vystavená väčšia plocha slinkových minerálov a reakcia prebieha rýchlejšie, navyše hydratácia zrn postupujúca radiálne od povrchu zrn ku ich stredu umožňuje lepšie využitie ich reaktívneho potenciálu.

Dávka vody funkčne pozostáva z dvoch zložiek.

Jedna zložka predstavuje množstvo vody potrebné na zhydratovanie cementu (23 % z hmotnosti cementu) a druhá slúži na zabezpečenie určitej konzistencie cementového tmelu. To znamená, dosiahnutie určitej tekutosti resp. nižšieho stupňa viskozity sa dá dosiahnuť zväčšením hrúbky vodného obalu zŕn cementu. V konečnom dôsledku tento krok ale vedie ku zväčšeniu vzdialeností reagujúcich zŕn cementu, a teda ku predĺženiu času tuhnutia, keďže v dobe začiatku tuhnutia cementový tmel dosiahol vyšší stupeň hydratácie [10].

Teplota zásadne ovplyvňuje všetky chemické reakcie a hydratácia nie je výnimkou, keďže teplota prostredia ovplyvňuje teplotu jednotlivých zložiek (reagujúcich látok). Zjednodušene povedané – s rastúcou teplotou sústavy rastie rýchlosť reakcií.

Materiál

Pre skúšky sa použil portlandský cement CEM I 42,5 N s mernou hmotnosťou 3077 kg/m^3 . Chemické zmršťovanie použitého cementu bolo 7% a jemnosť stanovená podľa Blaina $344,77 \text{ m}^2/\text{kg}$ (pričom výrobca udáva $349 \pm 11 \text{ m}^2/\text{kg}$).

Receptúry

Pre stanovenie doby začiatku tuhnutia cementového tmelu sa použili dve receptúry s jedinou premennou – vodným súčiniteľom (w/c). Vodný súčiniteľ sa navrhol v dvoch alternatívach 0,30 a 0,40 (tab. 1).

Tab. 1: Použité receptúry		
Vodný súčiniteľ	Zložka	Dávka (kg/m^3)
0,30	Cement	1619,54
	Voda	485,86
0,40	Cement	1393,81
	Voda	557,52

Výroba a kondicionovanie vzoriek

Pri výrobe vzoriek sa použil nižšie uvedený postup. Navlhčená miešacia nádoba s užitočným objemom 2 dm^3 sa naplnila vodou a cementom. Vzniknutá zmes sa miešala 90 s pri nízkych otáčkach. Následne sa miešanie prerušilo na 30 s, počas ktorých sa zo stien a dna nádoby zoškriabal nalepený cementový tmel. Po uplynutí 30 s sa pokračovalo v miešaní pri nízkych otáčkach po dobu 90 s.

Skúšobné telesá (3 pre každý w/c) sa vyrobili naplnením valcových foriem s priemerom 75 mm a výškou 100 mm cementovým tmelom. Napĺňanie foriem prebiehalo v desiatich

vrstvách, pričom každá bola zhutnená 4 miernymi poklepaniami o podložku. Horný povrch sa zahladil. Skúšobné telesá sa následne uložili do vodného kúpeľa (obr. 1) rôznej teploty (20°C a 25°C). Rôznou teplotou sa sledoval aj vplyv teploty na priebeh (a začiatok) tuhnutia cementového tmelu. Teplota prostredia (vodného kúpeľa) sa udržiavala s presnosťou na $0,5^\circ\text{C}$.



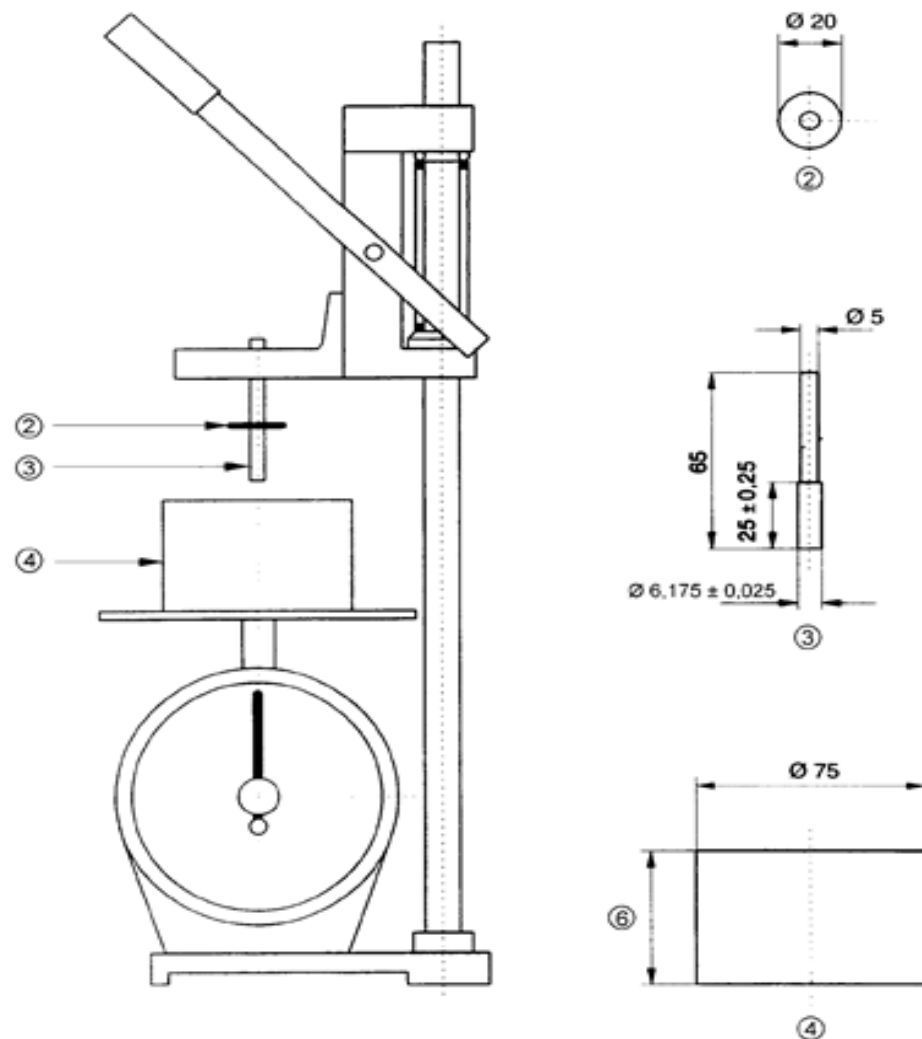
Obr. 1: Kondicionovanie vzoriek vo vodnom kúpeli

Experimentálna časť

V experimentálnej časti sa vykonali skúšky tuhnutia cementového tmelu metódou podľa STN EN 1015-9. Vzorky, z ktorých každá pozostávala z 3 skúšobných telies, s w/c 0,30 a 0,40 sa kondiciovali pri teplotách prostredia 20°C resp. 25°C . Celkovo sa teda zhotovili 4 skúšobné vzorky, čo je 12 skúšobných telies.

Počas skúšok sa vzorky kondiciovali vo vodnom kúpeli s požadovanou teplotou. Vo zvolených časových intervaloch sa jednotlivé skúšobné telesá vybrali z kúpeľa a podrobili sa meraniu odporu proti vnikaniu penetračnej tyčky. Okamžite po zmeraní sa teleso opäť vložilo do vodného kúpeľa.

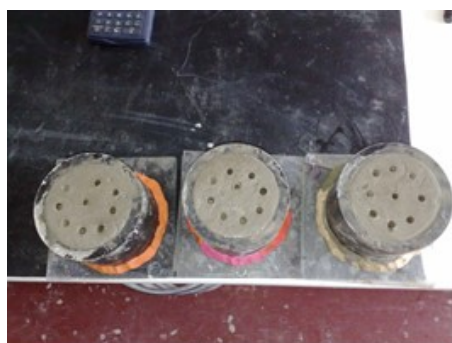
Počas skúšky sa skúšobné teleso (s formou) položilo na dosku váh, pod penetračnú tyčku tak, aby časť povrchu vzorky bezprostredne pod tyčkou bola najmenej 20 mm od kraja formy alebo od miesta ktoréhokoľvek predchádzajúceho vpichu. Váhy sa vynulovali, tak aby počas skúšky zaznamenávali len hmotnosť (silu) vnašanú skúšobným zariadením (obr. 2).



Obr. 2: Schéma skúšobného zariadenia [STN EN 1015-9]

Penetračná tyčka sa pomocou páky stojana zatlačala do vzorky dovedy, kým prstenec umiestnený v hornej časti tyčky nedofahol celou plochou na povrch skúšobného telesa. Odpor proti vnikaniu penetračnej tyčky sa meral v 15 minútových intervaloch. V čase medzi jednotlivými vpichmi boli vzorky umiestnené vo vodnom kúpeli. Vodný kúpeľ bol udržiavaný na požadovanej teplote (20 resp. 25 °C). Merané hodnoty maximálneho zaťaženia m_i (kg) pri každej penetrácii sa zaznamenávali a neskôr sa z nich numericky vyjadril odpor R_p (MPa) cementového tmelu proti penetrácii tyčky. Vo vzťahu vystupuje gravitačné zrýchlenie $g=9,81 \text{ m/s}^2$, a priemer penetračnej tyčky $d=6,175 \text{ mm}$.

$$\overline{R_p} = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{m_i \cdot g}{\pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2} \right)}{n} \approx \frac{\overline{m_i} \cdot 10}{3}$$



Obr. 3: Vzorka po skúške – pohľad na vpichy

Čas začiatku tuhnutia

Za čas začiatku tuhnutia cementového tmelu sa podľa STN EN 1015-9 považuje za dobu medzi ukončením pridávania vody do suchej hydraulikej zmesi a časom, keď odolnosť cementového tmelu proti vpichu (podľa predchádzajúceho vzťahu) dosiahne hodnotu 0,5 MPa. Čas t (min) zaokrúhlený na najbližšiu minútu, potrebný na nadobudnutie odolnosti proti vpichu $R_{p,lim} = 0,5 \text{ MPa}$, sa stanoví interpoláciou výsledkov časov bezprostredne pod t_{i-1} (min) a t_i (min) nad touto číselnou hodnotou (nasledovný vzťah). Vystupuje tu aj prvý meraný odpor proti vpichu $R_{p,i}$ (MPa) nad limitnou hodnotou a prvý meraný odpor proti vpichu $R_{p,i-1}$ (MPa) pod limitnou hodnotou.

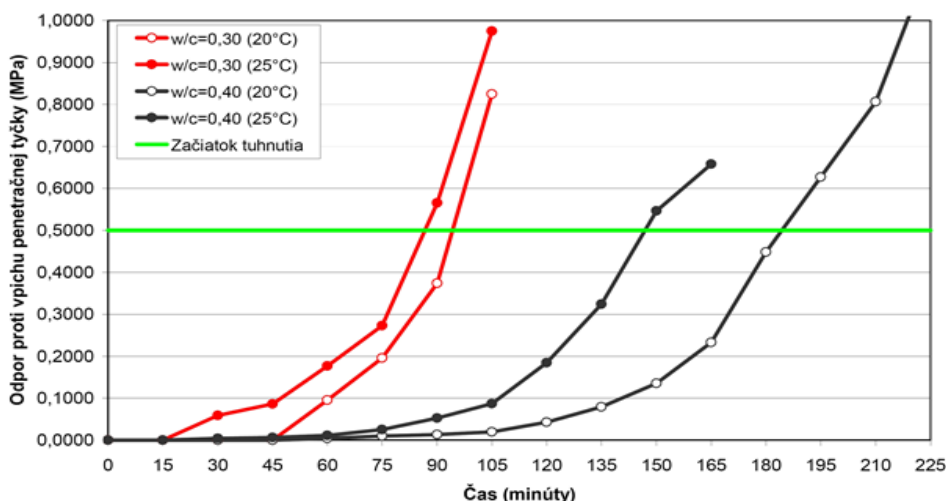
$$t = t_{i-1} + \frac{R_{p,lim} - R_{p,i-1}}{R_{p,i} - R_{p,i-1}} \cdot (t_i - t_{i-1})$$

Interpretácia výsledkov

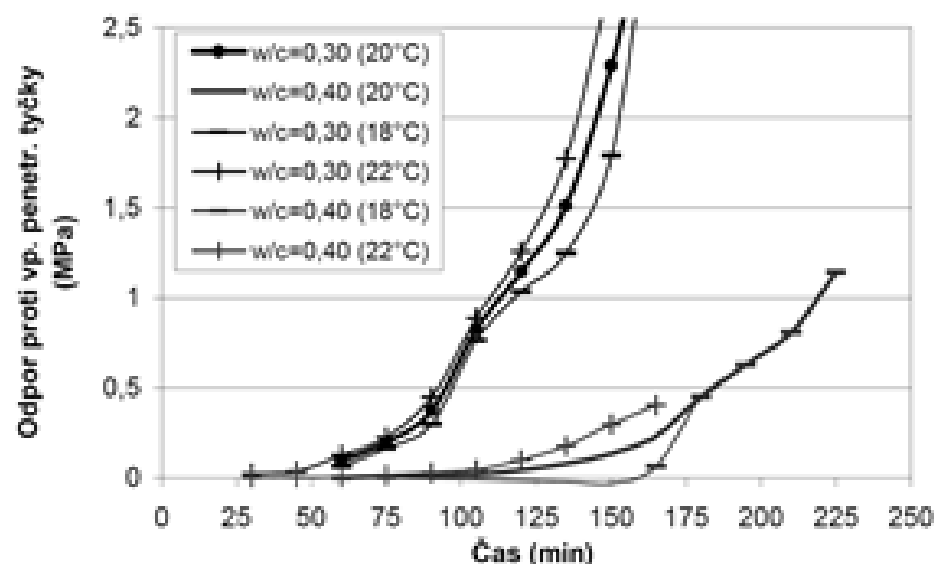
Zo meraní začiatku tuhnutia cementového tmelu rôzneho zloženia (w/c) kondicionovaného pri rôznych podmienkach prostredia (20 a 25 °

C) sa získali výsledky, ktoré sú zhrnuté v tabuľke č. 2. Priamym meraním sú stanovené hodnoty pre w/c 0,30 a 0,40. Zvyšné časy začiatku tuhnutia pre w/c 0,36 a 0,42 zaujímavé z pohľadu merania elektrických charakteristík cementového tmelu resp. overovania účinnosti vybraných metód ošetrovania betónu sa stanovili interpoláciou ($w/c=0,36$) a extrapoláciou ($w/c=0,42$). Z priamych meraní sa stanovil začiatok tuhnutia vzorky $w/c=0,30$ na 94 min (pri teplote 20°C) resp. 87 min (pri teplote 25 °C). Pre vzorku $w/c=0,40$ sa stanovil začiatok tuhnutia na 184 min (pri teplote 20 °C) resp. 147 min (pri teplote 25 °C). Priebeh meraného tuhnutia vzoriek zachytáva obr. 4.

Vodný súčiniteľ	Teplota (°C)	Začiatok tuhnutia (min)
0,30	20	94
	25	87
0,36	20	156
0,40	20	184
	25	147
0,42	20	215



Obr. 4: Meraný priebeh tuhnutia vzoriek



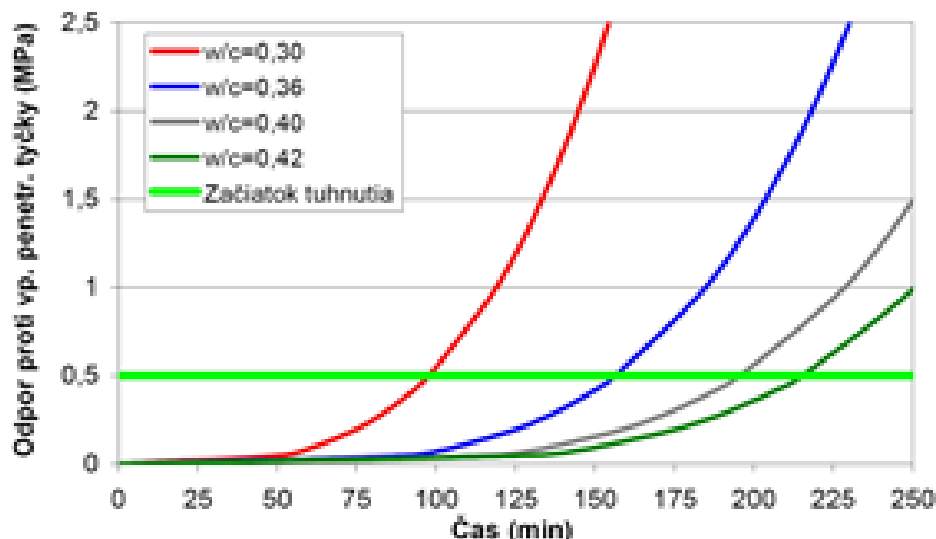
Obr. 5: Vplyv teploty kolísania teploty prostredia na priebeh tuhnutia cementového tmelu

Skúšky začiatku tuhnutia sa vykonali na vzorkách kondicionovaných vo vodnom kúpeli s teplotou $20 \pm 0,5$ °C resp. $25 \pm 0,5$ °C. V bežných laboratórnych podmienkach je však prakticky nemožné udržiavať teplotu s presnosťou na 0,5 °C. Preto sa pristúpilo k numerickému prepočtu priebehu tuhnutia zohľadňujúceho teplotu prostredia 20 °C regulovanú s presnosťou na ± 2 °C (obr. 5). Ukázalo sa, že vzorka s nízkym vodným súčiniteľom (0,30) disponuje minimálnymi rezervami pre zmenu doby začiatku tuhnutia pri zmene teploty prostredia o 2°C (cca. 2-3 minúty). Naproti tomu, vzorka s vyšším vodným súčiniteľom (0,40) indikuje výrazné zmeny v tempe hydratácie vytvárajúce predpoklad zmeny doby začiatku tuhnutia o cca. -10 až + 20 min.

Numerickou analýzou, na základe všeobecne známej závislosti rýchlosti hydratácie od vodného súčiniteľa pri konštantných ostatných okrajových podmienkach sa stanovili doby začiatku tuhnutia pre vodné súčinitele významné pre túto prácu. Sumárny prehľad poskytuje tabuľka č. 2.

Grafické zobrazenie priebehu tuhnutia cementového tmelu s rôznym vodným súčiniteľom prezentuje obr. 6.

obr. 6) nevyhnutné pre interpretáciu výsledkov merania elektrických charakteristík tuhnutého cementového tmelu. Zistilo sa, že



Obr. 6: Tuhnutie cementového tmelu s rôznym w/c pri teplote prostredia 20 °C

Záver

Skúškami na stanovenie začiatku tuhnutia cementového tmelu sa zistili rôzne časy začiatku tuhnutia, ktoré podľa predpokladov korešpondovali so vstupnými premennými (w/c, teplota). Numerickým spracovaním meraní sa podarilo odvodiť doby začiatku tuhnutia i priebehy tuhnutia aj pre cementové tmely s iným vodným súčiniteľom (tab. 2 a

u vzoriek s vodným súčiniteľom do cca. 0,36 kondicionovaných v bežných laboratórnych podmienkach pri teplote 20±2 °C nemá zmena teploty prostredia o 2 °C zásadný význam na skrátenie alebo predĺženie času začiatku tuhnutia.

Literatúra:

- [1] STN EN 196-1:1993 Metódy skúšania cementu. Časť 1: Stanovenie pevnosti.
- [2] STN EN 196-3+A1:2009 Metódy skúšania cementu. Časť 3: Stanovenie času tuhnutia a objemovej stálosti.

- [3] STN EN 1015-9:2001 Metódy skúšania mált na murovanie. Časť 9: Stanovenie času spracovateľnosti čerstvej malty a jeho spresnenie.
- [4] ASTM C 191 Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle.
- [5] ASTM C 403M Test method for time of setting of concrete mixtures by penetration resistance.
- [6] Briatka, P., Štefánik, L., Makýš, P.: Mimosťavenisková doprava čerstvého betónu a vplyv teploty prostredia, Beton - Technologie. Konstrukce. Sanace, roč. 9, č. 4, BETON TKS, Praha, 2009.
- [7] Briatka, P., Makýš, P.: Ošetrovanie čerstvého betónu – strata vody z betónu, Stavebnícka ročenka 2010, Jaga, Bratislava, 2009, pp 31–35.
- [8] Bentz, D. P.: Cement hydration: building bridges and dams at the microstructure level, Materials and structures, RILEM, 2007, pp 397–404.
- [9] Schindler, A. K.: Effect of temperature on hydration of cementitious materials, Technical paper, ACI Materials Journal / January-February, ACI, Farmingtonhills, USA, 2004.
- [10] Schindler, A.K.: Prediction of concrete setting, Department of Civil Engineering, Auburn University, USA, 2003.
- [11] Šályová, D. a kol.: Stavebné materiály – Zariadenia a metódy na skúšanie vlastností stavebných látok, Vydavateľstvo STU, Bratislava, 2005.

Autori:

- Dr. Peter Briatka, MBA., COLAS Slovakia, Košice
- Ing. Marek Ďubek, PhD., Stavebná fakulta STU, Bratislava
- Ing. Jana Briatková Olšová, Bria Invenia, s.r.o., Nitrianske Rudno

Zaradenie článku:

- Vedecký

Monitoring staveb

Geotechnika

Geodetické práce

Geologický průzkum

Geofyzikální průzkum

Diagnostika konstrukcí

Servis trhačích prací

inset

www.inset.com

Výstavba krovu na rodinnom dome - analýza finančných nákladov a časového trvania montáže

Construction of roof parts on the house - analysis of financial cost and time duration of mounting

V rámci výstavby rodinného domu sú investori často nútení vybrať si vhodnú technológiu výstavby pre jednotlivé konštrukčné celky vrátane krovu, ktoré by boli pre ich potreby najvhodnejšie. Výber technológie pritom ovplyvňuje hlavne cena a trvanie montáže. V projekte môže mať investor uvedený typ strechy (krovu) navrhnutý projektantom, nemusí sa s ním však vždy stotožniť a preto hľadá variantné riešenia pre svoj dom. Príspevok sa zaoberá rôznymi technológiami vyhotovenia krovu modelového domu z rôznych hľadísk, ako sú napr. cena a trvanie montáže.

Kľúčové slová:

Krov, Technológia, Rýchlosť výstavby

As part of the construction of a family home, investors are often forced to choose the right construction technology for individual components, including trusses, which would be most suitable for their needs. The choice of technology is mainly influenced by the price and duration of assembly. In the project, the investor may have the type of roof proposed by the designer, but he does not have to identify it with each other, so he is looking for alternative solutions for his home. This paper deals with different technologies for designing the model house roof truss from various aspects, such as a cost and duration of assembly.

Key words:

Roofing, Technology, Construction tempo

ÚVOD

Ceny stavebných prác, vykonávaných na základe zmluvných vzťahov, nie sú regulované cenovými orgánmi, t.j. nie sú určené najvyššie prípustné, pevné alebo najnižšie ceny, je to vec dohody [7]. Dohoda o cene je v zmysle tohto zákona dohoda o výške ceny alebo dohoda o spôsobe, akým sa cena vytvorí. Podmienkou je však, že tento spôsob musí cenu dostatočne určovať. Dohoda o cene môže vzniknúť, aj keď kupujúci zaplatí cenu za tovar vo výške požadovanej predávajúcim po prezatí tovaru [7; 8].

Predchádzajúcim popisom chceme poukázať na nesmiernu zložitosť a individuálnosť cenových kalkulácií v stavebníctve, ktoré sa odvíjajú od tvorby ceny stavebných prác a stavebných materiálov - ich ponuky a dopytu. Dôležitým faktorom samotnej ceny práce sú ich reálne náklady, ktoré sa stále menia. Je vhodné spomenúť, že každá stavba je originál a neexistujú dve identické stavby.

Výsledná cena za výstavbu rodinného domu alebo v podstate každého stavebného diela môže byť ovplyvnená rôznymi faktormi, ako napr. Geografické geografické umiestnenie, geologické podmienky alebo sklon terénu. Nakoľko sme sa v tejto časti zamerali na konkrétny stupeň rozostavanosti, ktorým je zastrešenie, budeme sa zaoberať cenou a dĺžkou trvania montáže jednotlivých technológií krovu. Krov patrí k jednému z piatich prvkov dlhodobej životnosti stavby a preto by mal plniť svoju funkciu až do konca životnosti celej stavby. Z technologického hľadiska môžeme krovy zrealizovať v rôznych tvaroch, rozpočoch atď.

Výslednú cenu okrem vyššie popísaných skutočností môže ovplyvniť dopyt po danej profesii, zamestnanosť v danej lokalite, či poloha stavby.

Cenu realizácie krovu pravdepodobne najviac ovplyvňuje stupeň veternej a snehovej oblasti, v ktorej sa bude krov realizovať. Na základe zaradenia realizovaného objektu do príslušnej skupiny veternej a snehovej oblasti sa následne dimenzujú jednotlivé prvky krovu, čo výrazne ovplyvní celkovú cenu stavebnej konštrukcie. Cena realizácie jednoduchého bungalovu, ktorý budeme realizovať na južnom Slovensku, môže byť preto odlišná od výstavby takéhoto identického bungalovu v oblasti Vysokých Tatier.

Taktiež cenu môžu navýšiť aj naviac práce, ktoré môžu na stavbe vzniknúť z rôznych dôvodov. Dodatky sú v stavebnej výrobe najčastejšie vyvolané vznikom naviac prác, t.j. prác, ktoré sú nad rámec dohodnutého rozsahu prác k zmluvnej cene. Pre zhotoviteľa spravidla znamenajú dodatočnú úhradu nákladov za práce objektívne sa vyskytujúce, no v pôvod-

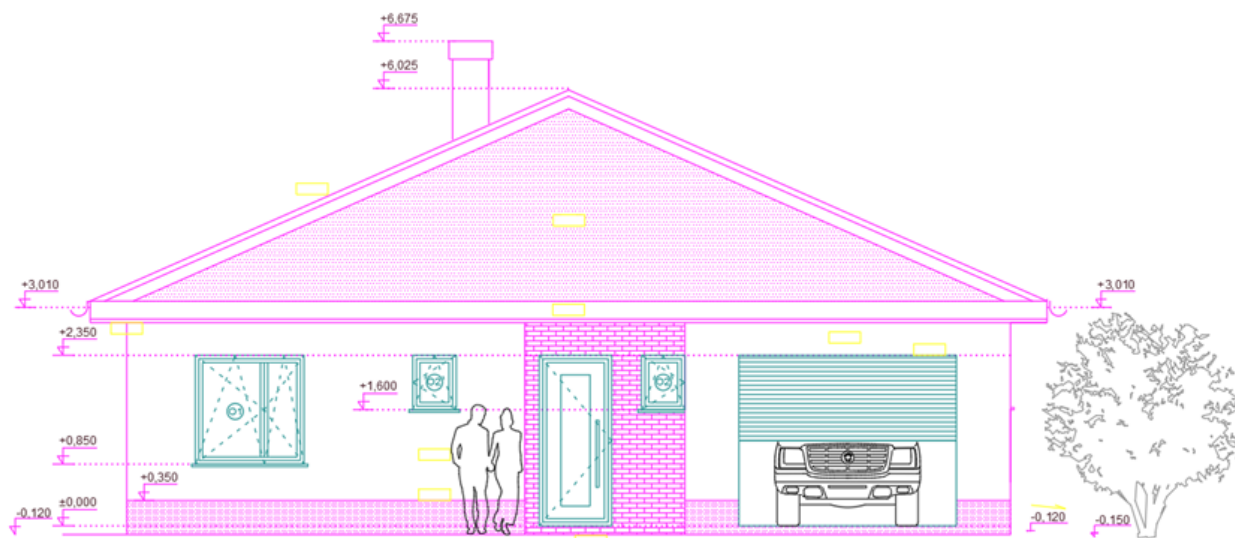
nej zmluve nezahrnuté. Celý tento proces je v zahraničnej praxi označovaný pojmom „claimy – claimová agenda.“ Claim predstavuje požiadavku dodávateľa na dodatočnú platbu alebo dodatočný čas pre realizáciu prác, výkonov alebo dodávok [14].

Nakoľko do výslednej ceny vstupuje množstvo faktorov, nie je možné jednoznačne definovať „reálnu cenu“ stavebných prác a aplikovať ju v celej našej republike. Taktiež je potrebné zvážiť náklady na sanáciu a výber správnej sanácie v prípadoch zateplenia [2]. V nasledujúcom príspevku sa pokúsime stanoviť na modelovom príklade najvhodnejšie riešenie zastrešenia konštrukcie krovu na rodinnom dome -bungalove.

Metodika postupu práce

Práca je spracovaná na podklade návrhu stvárnenia zastrešenia rodinného domu z reálnej projektovej dokumentácie. Rodinný dom je s jedným prízemným podlažím. Zastavaná pôdorysná plocha je 160,8 m². Pôdorysné rozmery budovy sú 13,19x12,19 m. Výška celej budovy nad terénom je 6,025 m. Celý nosný systém je zhotovený z tvaroviek PORFIX PLUS hr. 375 mm a s dvomi vnútornými nosnými priečkami hr. 250 mm.

Konštrukčný návrh na vyhotovenie krovu sa bude skladať z 3 možných riešení. Prvé riešenie bude uvažované ako vyhotovenie krovu systémom stojatej stolice, druhé riešenie ako vyhotovenie krovu z väzníkov pomocou dodávateľskej firmy. Tretie riešenie bude vychádzať z návrhu vyhotovenia krovu z väzníkov skladaných priamo na stavenisku [5; 6]. Metodika práce vychádza zo všeobecne zaužívaného postupu. Ako prvý krok sme zvolili cieľavedomé, systematické hľadanie informácií o technológiách montáže krovov. Ďalej sme vyhotovili analýzu, čiže rozbor skúmaných technológií na podrobnejšie časti. Nasledovne sme porovnali jednotlivé technológie montáže krovu z finančného hľadiska a dĺžky realizácie. Nakoniec sme dané technológie porovnali a spravili sme prehľad o dosiahnutých výsledkoch.



Obr. č. 1: Nákres predmetného rodinného domu

Špecifiká stojatej stolice verus väzníkovej sústavy

Väzníkový krov

Väzníkový krov je v podstate ľahká a v priestore vystužená konštrukcia, ktorá sa skladá z priehradových väzníkov. Priehradové väzníky sú prefabrikované dielce, ktoré sú montované v priestoroch firiem zaoberajúcich sa montážou týchto krovov. Priehradové väzníky sú zložené z tenkých drevených hranolov dodatočne spájaných styčkovými oceľovými doštičkami [1; 4]. Tvar a rozmery drevených prvkov väzníkovej sústavy sú predpísané projektom. Z tohto dôvodu je potrebné, aby väzníkový krov vyhotovila renomovaná firma, ktorá daný väzníkový krov navrhne, posúdi z hľadiska bezpečnosti, vyhotoví jednotlivé priehradové väzníky spolu s ostatnými prvkami potrebnými pre realizáciu väzníkovej sústavy, následne ich

dovezie na stavbu, kde zrealizuje montáž väzníkovej sústavy [1]. Firma taktiež musí spracovať drevo a krovovú konštrukciu v zmysle platných noriem [9; 10; 11].

Výhody väzníkovej sústavy:

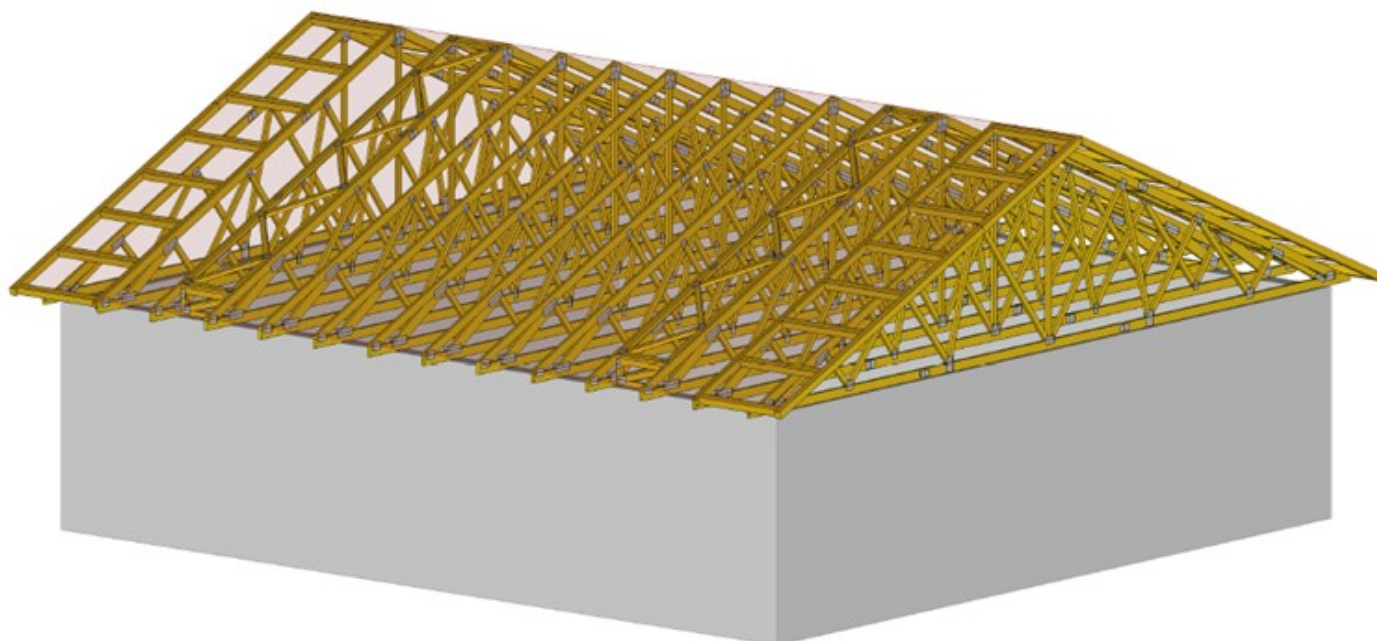
- Pri zložitejších tvaroch striech vychádza vo všeobecnosti lacnejšie ako klasický krov (stojatá stolica), napr.: pri oblúkoch, valbách, dlhších presahoch strechy a väčších rozponoch môže úspora na materiály (hlavne na rezive) predstavovať až 35 % oproti klasickému krovu (stojatej stolici).
- Nižšie zaťaženie základov a stien domu vyplývajúce z nižšej hmotnosti väzníkovej sústavy oproti klasickému krovu (stojatej stolici).
- Rýchlejšia montáž väzníkovej sústavy oproti stojatej stolici (cca 1 deň).
- Montáž podhľadu pri väzníkových sústavách sa vykonáva priamo na väzníky zospodu, takže nie sú potrebné žiadne

pomocné konštrukcie a trámy.

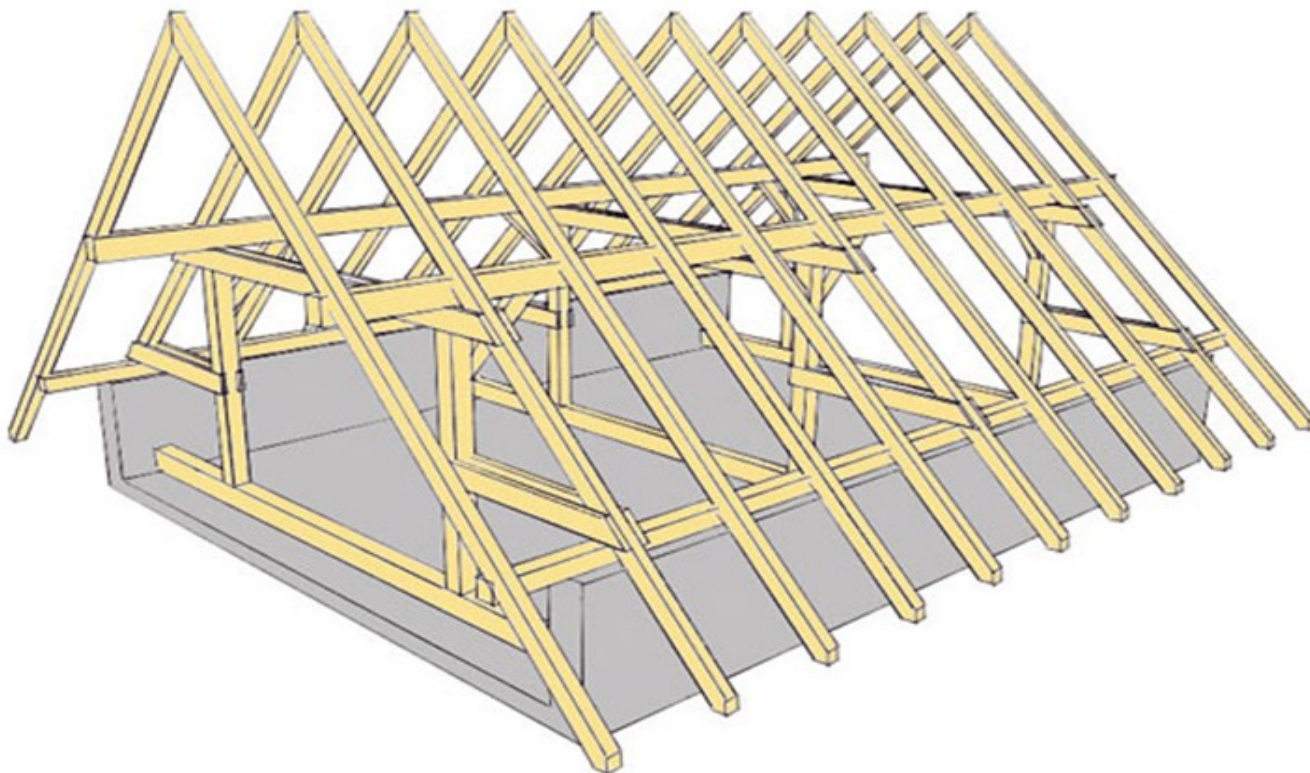
- Väzníková sústava umožňuje obsiahnuť väčší priestor (až do rozpätia 20 m) bez dodatočných nosných konštrukcií (stien, stĺpov).
- Renomovaná firma, ktorá vyhotovuje väzníkové sústavy pred výrobou, podľa veternej oblasti a výberu strešnej krytiny stavebníkom zoptimalizuje prvky krovu, aby nenastalo zbytočné predimenzovanie alebo naopak nebezpečné poddimenzovanie väzníkovej sústavy.

Nevýhody väzníkovej sústavy:

- Väzníkové sústavy sú vhodné len do sklonu cca 30° (kvôli nákladom).
- Priestor krovu nie je možné využiť ako podkrovie, ale len ako úložný priestor.



Obr. č. 2: Model väzníkovej sústavy [12]



Obr. č. 3: Model stojatej stolice [13]

Stojatá stolica

Stojatá stolica býva realizovaná pri budovách, ktoré majú strednú nosnú stenu, prípadne viac vnútorných nosných stien. Stretávame sa s nimi najmä pri obytných stavbách (rodinné a bytové domy) a pri stavbách občianskeho vybavenia. Princíp prenášania zaťaženia pri stojatej stolici je nasledovný: zaťaženie sa z krytiny a latovania prenáša na krokvy, následne do väzníc, stĺpikov a väzných trávov [11]. Z väzných trávov sa zaťaženie ďalej prenáša na nosné steny, a to vnútorné aj vonkajšie. Väčšina zaťaženia sa však preniesie do vnútorných nosných stien z dôvodu, že pri rozpätí obvodových stien väčším ako 8 m musí mať väzný trám podporu v podobe vnútorných nosných stien (stĺpov). Pri stojatej stolici sa síce stráca výhoda voľného využiteľného priestoru podkrovia a má vyššiu spotrebu dreva oproti hambálku, ktorý je dnes najpoužívanejší typ klasických krovov, ale keď je možné zrealizovať stojatú stolicu ako tzv. priznanú, t.j. sú viditeľné prvky krovu, vzniká tak architektonicky vzhľadné podkrovia [7; 10].

Tab. č. 1: Prácnosť realizácie stojatej stolice

Identif.	Režim úlohy	Názov úlohy	Merné jednotky	Množstvo	Jednotková normová prácnosť Nh/M.J.	Celková normová prácnosť h	Napätie	Práca	Pracovníci	Počet smien	Začiatok												
1		Náter krovu bochemitom	m ²	454,64	0,08	36,37	113,66	32 hodín	Pracovník[2]	2 dni	Po 2.4.18												
2		Montáž pomúrnic, väzníc, stĺpikov, pásov (prierezová plocha od 224 do 288 cm ²)	m	144,4	0,4	57,76	60,17	96 hodín	Tesári[6]	2 dni	Str 4.4.18												
3		Montáž klieštín (prierezová plocha do 120 cm ²)	m	58,4	0,21	12,26	25,55	48 hodín	Tesári[6]	1 deň	Pi 6.4.18												
4		Montáž krokiev (prierezová plocha od 120 do 224 cm ²)	m	255	0,31	79,05	82,34	96 hodín	Tesári[6]	2 dni	So 7.4.18												
5		Montáž kontralát	m	255	0,07	17,85	37,19	48 hodín	Tesári[6]	1 deň	Po 9.4.18												
6		Montáž latovania	m	554,9	0,05	27,75	57,8	48 hodín	Tesári[6]	1 deň	Ut 10.4.18												

Výhody stojatej stolice:

- Priestor krovu je možné využiť ako podkrovia alebo odkladací priestor.
- Vhodný aj na väčšie sklony strechy (nad 30°).
- Nie je potrebné, aby ho zhotovovala špecializovaná firma, keďže tento krov zhotovujú aj rôzne tesárske firmy. Vhodné je dostatočne si preveriť takúto firmu a nevyberať len podľa najnižšej ceny, nakoľko nízka cena môže byť na úkor kvality realizácie.

Nevýhody stojatej stolice:

- Z finančného hľadiska nevhodná na nižšie sklony (cca pod 20°), nakoľko potom už nie je využiteľný priestor krovu ako podkrovia.
- Pri rozpätí väčšom ako 8 m je nutné väzníkové trámy podopierať vnútornými nosnými stenami (stĺpmi).
- Pri zložitejších pôdorysných tvaroch domu sú z finančného hľadiska nevýhodnejšie ako väzníkové sústavy

Realizácia stojatej stolice

Prácnosť vyhotovenia stojatej stolice

Položka s najväčšou normohodinou pri vyhotovení stojatej stolice (0,4 Nh/m) je montáž pomúrnic, väzníc, stĺpikov, väzných trávov a pásov. Montáž týchto prvkov má rovnakú hodnotu normohodiny, nakoľko sa v programe Cenkos 4 nachádzajú pod jednou položkou, a to montáž reziva s prierezom plochy od 224 do 288 cm². Nasleduje montáž krokiev s normohodinou 0,31 Nh/m. Ďalšia je montáž klieštín s normohodinou 0,21 Nh/m. Náter krovu (proti hnilobe a škodcom) bochemitom má normohodinu 0,08 Nh/m². Ako posledné sú položky montáže kontralát s normohodinou 0,07 Nh/m a montáž latovania s normohodinou 0,05 Nh/m. Tu je vhodné spomenúť fakt, že sme neuvažovali s položkou autožerjavu, nakoľko táto je zahrnutá v jednotlivých položkách montáže krovu. Prípadné náklady na vedľajšie rozpočtové náklady VRN, ani žiadne iné technologické hľadiská [3] neboli obsiahnuté do kalkulácie, nakoľko by boli identické pre všetky varianty situácií. Celková dĺžka vyhotovenia stojatej stolice je 9 dní pri 8 hodinových smenách, čo možno vidieť v tabuľke č. 1.

Finančné náklady na realizáciu stojatej stolicy

Všeobecnú hodnotu stavebných prác a dodávok za zrealizované práce na realizáciu stojatej stolicy na riešenom rodinnom dome sme určili pomocou smerných orientačných nástrojov spoločnosti CENEKON, a.s., Bratislava, (databáza I.Q/2018), ktoré reprezentujú cenu obvyklú v danom čase a v danom mieste. Hodnota stavebných prác predstavuje sumu 7 647,33 EUR bez DPH.

Realizácia väzníkovej sústavy

Prácnosť vyhotovenia väzníkovej sústavy skladanej na stavbe

Pri väzníkovej sústave skladanej na stavenisku je najprácejšia položka Montáže strešnej konštrukcie väzníkov priehradových, konštrukčnej dĺžky do 18 m s hodnotou 0,35 Nh/m. Nasleduje položka náteru krovu (proti hnilobe a škodcom) bochemitom s hodnotou 0,08 Nh/m². Na konci sú opäť položky montáže kontralát s normohodinou 0,07 Nh/m a montáž latovania s normohodinou 0,05 Nh/m. Celková doba montáže väzníkovej sústavy skladanej na stavbe je 9 dní s 8 hodinovými pracovnými smenami, čo možno vidieť v tabuľke č. 3.

Tab. č. 2: Rekapitulácia rozpočtu na realizáciu stojatej stolicy				
REKAPITULÁCIA ROZPOČTU				
Stavba:				
Objekt: Stolica				
Objednávateľ:				
Zhotoviteľ:			Spracoval: Ing. Radovan Majer	
Miesto:			Dátum:	
Kód	Popis	Dodávka	Montáž	Cena celkom
PSV	Práce a dodávky PSV	3 467,799	4 179,529	7 647,328
762	Konštrukcie tesárske	0,000	148,435	148,435
763	Konštrukcie - drevostavby	3 119,999	2 831,754	5 951,753
783	Nátery	347,800	1 199,340	1 547,140
Celkom		3 467,799	7 179,529	7 647,328

Tab. č. 4: Rekapitulácia rozpočtu na realizáciu väzníkovej sústavy skladanej na stavbe				
REKAPITULÁCIA ROZPOČTU				
Stavba:				
Objekt: Väzníková sústava skladaná na stavbe				
Objednávateľ:				
Zhotoviteľ:			Spracoval: Ing. Radovan Majer	
Miesto:			Dátum:	
Kód	Popis	Dodávka	Montáž	Cena celkom
PSV	Práce a dodávky PSV	2 893,085	7 959,233	10 852,318
762	Konštrukcie tesárske	2 545,285	1 097,407	3 642,692
763	Konštrukcie - drevostavby	0,000	5 662,486	5 662,486
783	Nátery	347,800	1 199,340	1 547,140
Celkom		3 467,799	7 959,233	10 852,318

Finančné náklady na realizáciu väzníkovej

Identif.	Režim úlohy	Názov úlohy	Merné jednotky	Množstvo	Jednotková normová prácnosť Nh/M.J.	Celková normová prácnosť h	Napätie	Práca	Pracovníci	Počet smien	Začiatok	2 apr '18							9 apr '18
												N	P	U	S	S	P	S	N
1		Náter krovu bochemitom	m ²	454,64	0,08	36,37	113,66	32 hodín	Pracovník[2]	2 dni	Po 2.4.18	1							
2		Montáž strešnej konštrukcie z väzníkov priehradových, konštrukčnej dĺžky do 18 m	m	644,7	0,35	225,65	94,02	240 hodín	Tesár[6]	5 dni	Str 4.4.18		2						
3		Montáž kontralát	m	420,8	0,07	29,46	61,37	48 hodín	Tesár[6]	1 deň	Po 9.4.18								3
4		Montáž latovania	m	631,2	0,05	31,56	65,75	48 hodín	Tesár[6]	1 deň	Ut 10.4.18								

Tab. č. 3 Prácnosť väzníkovej sústavy skladanej na stavbe

Finančné náklady na realizáciu väzníkovej sústavy skladanej na stavbe

Všeobecnú hodnotu stavebných prác a dodávok za zrealizované práce na realizáciu väzníkovej sústavy skladanej na stavbe rodinného domu sme určili pomocou smerných orientačných nástrojov spoločnosti CENEKON, a.s., Bratislava, (databáza I.Q/2018), ktoré reprezentujú cenu obvyklú v danom čase a v danom mieste. Hodnota stavebných prác predstavuje sumu 10 852,32 EUR bez DPH.

sústavy vyhotovenej dodávateľskou firmou

Pri kalkulácii dodávok prác a materiálov potrebných na realizáciu väzníkovej sústavy sme postupovali podľa kalkulačných vzorcov rôznych renomovaných firiem s dlhoročnou praxou, ktoré sa zaoberajú realizáciou väzníkových sústav. Nakoľko pri väzníkovej sústave vyhotovenej dodávateľskou firmou sa nenačádza v cene montáže väzníkového krovu zdvíhacie zariadenie, je potrebné kalkuláciu navýšiť o položku autožeriavu (T 815 AV 14).

Záver

Z uvedeného vyplýva, že najprácejším variantom zo skúmaných technológií je väzníkový krov skladaný na stavbe zároveň s technológiou stojatej stolicy, keďže obe technológie majú trvanie montáže 9 dní. Technológia väzníkového krovu skladaného na stavbe je zároveň aj najdrahšia s cenou 10 852,32 EUR bez DPH. Naopak najrýchlejším variantom je určite väzníkový krov vyhotovený dodávateľskou firmou s trvaním 1 deň. Táto metóda je zároveň aj najlacnejšia s cenou 5 461,99 EUR bez DPH.

Tab. č. 5: Rozpočet pre vyhotovenie väzníkového krovu z priehradových väzníkov spájaných styčnickovými doskami od dodávateľskej firmy.		
Číslo položky	Názov položky	Cena bez DPH (EUR)
1	Certifikovaný morený krov z drevených priehradových väzníkových konštrukcií vrátane zavetrenia (M - Dosky 1tr. - 0,7m ³)	3 270,00
2	M- strešné laty 60*40 4m - hranené (1052 bm)	589,12
3	Spojovací materiál	266,27
4	Doprava krovu	220,00
5	Autožeriav TATRA 815 AV 14 (8h) + (15km)	266,60
6	Montáž krovu dodávateľskou firmou	900,00
Spolu bez DPH		5 461,99

Cena technológie stojatej stolicy je lacnejšia ako cena väzníkovej sústavy skladanej na stavbe, no naopak je drahšia, ako cena väzníkovej sústavy, ktorú vyhotovuje dodávateľská firma. Cena vyhotovenia stojatej stolicy je 7 647,33 EUR bez DPH.

Dobu realizácie jednotlivých technológií montáže krovu sme zistili vďaka vytvoreniu časových harmonogramov a z informácií od zhotoviteľov. V tabuľke č. 6 je možné vidieť sumariáciu týchto trvaní. V súčasnosti sa podľa nášho názoru kladie dôraz nielen na cenu diela, ale už aj na dobu realizácie, pričom je nutné podotknúť, že často krát predĺžená doba realizácie vedie k zvýšeným nákladom na výstavbu.

Z časového a finančného hľadiska možno za najvýhodnejšiu považovať technológiu väzníkovej konštrukcie vyhotovenej dodávateľskou firmou. Nutné je však dodať, že pri použití tejto technológie je značne obmedzené využitie priestorov podkrovia pre účely ukladacieho priestoru.

Tab č. 6

Technológia montáže krovu	Trvanie (dní)	Cena bez DPH (EUR)
Stojatá stolica	9	8 411,75
Väzník skladaný na stavbe	9	10 852,32
Väzník vyhotovený dodávateľskou firmou	1	5 461,99

Literatúra:

- [1] djsarchitecture.sk, DJS architecture, [online], dostupné na: <https://www.djsarchitecture.sk/vaznikovy-krov-alebo-tradicny-krov>.
- [2] Antoňová, Naďa - Ďubek, Marek - Petro, Marek. Verification of the technology choice repairs ETICS. In Advances and Trends in Engineering Sciences and Technologies II : proceedings of the 2nd International Conference on Engineering Sciences and Technologies. High Tatras Mountains, Tatranské Matliare, Slovak Republic, 29 June - 1 July 2016. 1. vyd. London : Taylor & Francis Group, 2017, S. 323-328. ISBN 978-1-138-03224-8.
- [3] Ďubek, S. Ďubek, M. 2018. Technologické hľadiská ovplyvňujúce náklady zariadenia staveniska. Buildus-try, 11. s. 11--13
- [4] Hájek, V.: (1990) Pracujeme s drevom. Vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry Bratislava, ISBN 80-05-00527-X
- [5] Musil, F., Henková, S., Nováková, D.: Technologie pozemních staveb I Návod na cvičení, Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno.
- [6] Marie-Pierre Duboisová Petroffová (2003), Podkrovia. Vydavateľstvo Jaga group, v.o.s., Starohorská 2, Bratislava 15, ISBN 80-88905-83-4 .
- [7] Nagy, J.: Rozpočtové ukazovatele vybraných stavebných objektov. Ústav stavebnej ekonomiky, s.r.o. Miletičova 21, 821 09 Bratislava, ISBN 978-80-970019-2-6.
- [8] Nagy, J.: Technicko hospodárske ukazovatele rozpočtové ukazovatele priemernej rozpočtovej ceny na mernú jednotku objektu. Ústav stavebnej ekonomiky, s.r.o. Miletičova 21, 821 09 Bratislava, ISBN 978-80-970019-4-0
- [9] STN 73 3150 (73 3150) Stavebné práce. Tesárske práce stavebné
- [10] STN EN 14080 (73 1713) Drevené konštrukcie. Lepené lamelové drevo a lepené masívne drevo. Požiadavky
- [11] STN 73 2810 (73 2810) Drevené stavebné konštrukcie. Zhotovovanie
- [12] ladplus.sk, LADplus strechy a drevo [online prístupné dňa: 23.1.2018], dostupné na: <http://ladplus.sk/cenova-ponuka/>
- [13] urobsisam.sk, Zoznam.sk [online prístupné dňa: 18.1.2018], dostupné na: <https://urobsisam.zoznam.sk/fotogalerie/stavba/vsetko-o-montazi-krovov-11>
- [14] doc. Ing. Helena Ellingerová, PhD., Dodatky k cene – nutnosť alebo špekulatívne praktiky? Eurostav, s. 56-57. ISSN 1335-1249 .

Autori:

- Ing. Valéria Gregorová, PhD
- Ing. Radovan Majer

Zaradenie článku:

- Odborný



Innovation

Management

Testimonials & expertises

Translation & interpreting

Publish house



... all in one house

Metodika hodnotenia konštrukčného návrhu variánt modulárnych konštrukcií mobilných pracovných strojov

Methodology of the assessment of the construction design for the variant of modular structure on mobile working machines



Príspevok sa zaoberá metodikou tvorby flexibilných variantných riešení skupiny mobilných pracovných strojov, vyhodnocovaním tohto procesu a hľadaním technicky a finančne prijateľných variánt predstavujúcich budúci výrobný program. Takto chápaná a vytváraná modulárna štruktúra strojov umožňuje dosiahnuť požadovanú rôznorodosť produktov, veľké množstvo variantných riešení. Problematika tvorby modulárnych flexibilných konštrukcií v podmienkach saturovaného trhu je aktuálnym nástrojom efektívneho rozvoja vývojovo-výrobných firiem.

Kľúčové slová:

Modul, Platforma, Koeficient modularnosti, Modulárna štruktúra, Koeficient finančnej efektivity

Article deals with the methodology of flexible variant solutions, their evaluation and finding of technically and financially acceptable variants representing future production program. The modularity enables us to achieve

required diversity of products, a large number of variants and configurable options. In this time, the trade field is highly saturated, so the theme of creation of a modular flexible design is very needed for next development of a prosperous modern company.

Key words:

Module, Platform, Modularity coefficient, Modular structure, Coefficient of financial efficiency

Úvod

Tvorbe variantných modulárnych konštrukcií sa v súčasných podmienkach saturovaného trhu venuje veľká pozornosť. Modulárnosť konštrukcií prináša viaceré výhody ako prispôbenie riešení širokému spektru používateľských požiadaviek, skrátenie času potrebného na spracovanie úlohy, zjednodušenie procesu konštruovania či umožnenie paralelnej práce na viacerých variantoch stroja, [3]. Riešenia založené na spoločnej platforme umožňujú

efektívnu tvorbu univerzálnych pracovných strojov, ktorých variantnosť sa dosahuje sortimentom pracovných nástrojov.

Metodika hodnotenia konštrukčného návrhu

Prax ukázala, že modulárna architektúra založená na spoločnej platforme, reagujúca na požiadavky používateľov umožňuje nielen vytváranie konkurencieschopných riešení, ale aj výrazné skrátenie času potrebného na konštrukčnú a technologickú prípravu výroby. Tieto aspekty pozitívne vplyvajú na výrobný reťazec podniku, čo sa významnou mierou prejavilo vo viacerých priemyselných odvetviach, hlavne v automobilovom priemysle. Modulárna štruktúra predstavuje možné varianty strojov, ktoré vytvárajú reálny výrobný program. Tvorbu tohto programu ovplyvňujú viaceré faktory a ukazovatele determinujúce hľadané efektívne riešenia, (obr. 1).

Základnou podmienkou je stanoviť tzv. základný stroj stavebného radu. Voľbu ovplyvňuje buď zvolená pracovná technológia vzťahujúca sa na potreby trhu alebo požiadavky zákazníka či dostupnosť výrobcov jednotlivých modulov v regióne. Každý stroj je potrebné rozdeliť na jednotlivé podskupiny nazývané moduly, (obr. 2). Sú to autonómne, funkčne nezávislé časti systému, kompatibilné s ostatnými celkami z ktorých je zložená funkčná zostava. Tieto podskupiny použitých variantov stavebných modulov sa pre posúdenia stupňa využitia stavebných modulov a efektivity ich zostavenia do funkčných celkov zaraďujú do tzv. ponukových zoznamov disponibilných modulov. Jednotlivé „makromoduly“ (podskupiny) sú pre väčšiu jednoduchosť predmetom riešenia čiastkových projekčných zadanií, alebo je ich možné zaobstarať ako subdodávky.

Cieľom navrhovanej metodiky je vybrať spomedzi disponibilných variantov strojov v modulárnej štruktúre tie, ktoré v jednotlivých kombináciách so základnou skupinou (trojice, štvorice, ..., n-tice) na základe vyhodnocovacích kritérií predstavujú pre výrobcu najefektívnejšie riešenia. Pre vyhodnocovanie n-tíc z ponuky jednotlivých variantných riešení bol za účelom objektivizácie koeficientov modularnosti a finančnej efektivity vytvorený program „Modul-3M“, (obr. 3), pozostávajúci z troch samostatných modulov. MODUL1-kM a MODUL2-kFE kvantifikujú koeficient modularnosti a koeficient finančnej efektivity pre rôzne varianty výrobného programu, zatiaľ čo integračný modul MODUL3-kC slúži na vyhodnotenie dosahovaných hodnôt technických a ekonomických ukazovateľov posudzovaných n-tíc.

Využitie základných stavebných modulov v jednotlivých typoch riešení pre dané ponukové zoznamy disponibilných modulov zobrazuje tzv. mapa modulárneho problému. Tá tvorí základ pre zápis morfologickej matice do vyhodnocovacieho programu „MODUL1-kM“. Podstatou programu je na základe vzťahu (1) určiť spomedzi jednotlivých variantov n-tice strojov, ktoré dosahujú v kombinácii so základným strojom stavebného radu (alebo skupinou) najvyššiu hodnotu ukazovateľa miery využitia stavebných modulov, [1].

Pre určenie koeficientu modularity- k_M ako miery modularnosti bol zavedený vzťah:

$$k_{Mi} = \frac{PM_{a_i} - PVM_{a_i}}{PM_{a_i} - \max_i(PM_{a_i}/j_i)} [-](1)$$

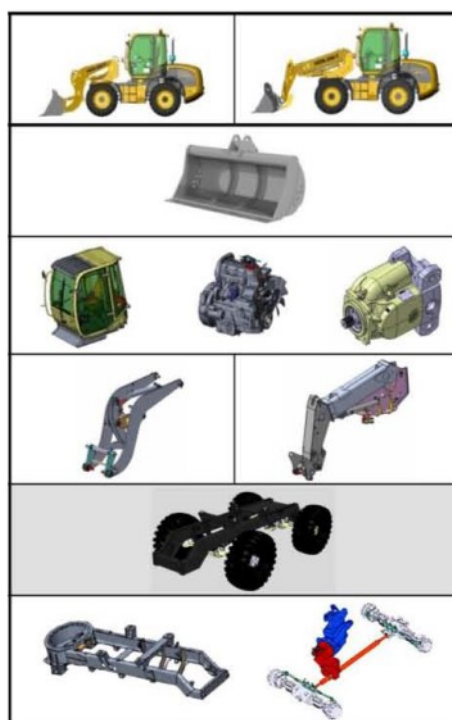
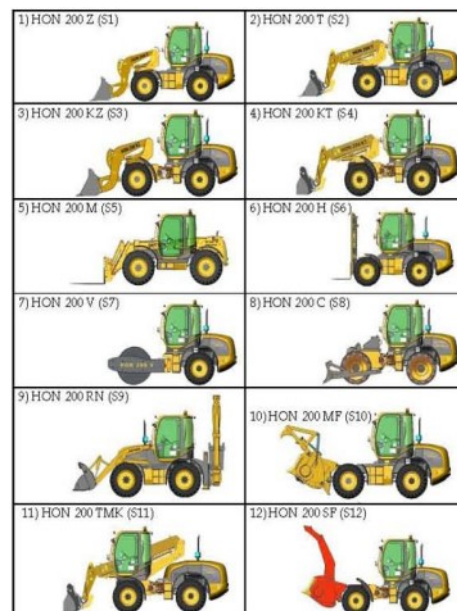
Hodnota koeficientu „ k_M “ rastie so stúpajúcou využiteľnosťou jednotlivých modulov v intervale $k_{ME}(0,1)$.

Okrem využiteľnosti k_M je pre výrobný podnik rozhodujúca aj interferencia medzi prostriedkami predstavujúcimi náklady vynaložené na predvýrobnú a výrobnú projekčnú činnosť a zhodnotením týchto nákladov do výrobkov produkovaných v rámci konkrétneho výrobného programu. Pre posúdenie tvorby výrobného programu či rozhodnutie, ktoré ďalšie produkty, prípadne modifikácie zaradiť do tohto programu je tato informácia popri informácií o využiteľnosti jednotlivých modulov nevyhnutná. K tomuto účelu bol zadaný tzv. koeficient finančnej efektívnosti – k_{FE} , [2]. Navrhovanú metodiku hodnotenia možno realizovať s využitím „mapy modulárneho problému“, ktorá sa upravuje pre zápis morfologickej matice potrebnej pre použitie vyhodnocovacieho programu „MODUL2-kFE“, ktorý na základe vzťahu (2) určuje spomedzi jednotlivých variantov n-tice strojov, ktoré dosahujú v kombinácii so základnou skupinou najvyššiu hodnotu koeficientu finančnej efektívnosti. Pre určenie koeficientu finančnej efektivity platí vzťah:

$$k_{FE} = 1 - (S_v/S_{ZM}) [-](2)$$

Hodnota „ k_{FE} “ rastie so zvyšujúcou sa zhodnosťou modulov v jednotlivých kombináciách n-tíc v intervale $k_{FE}(0,1)$.

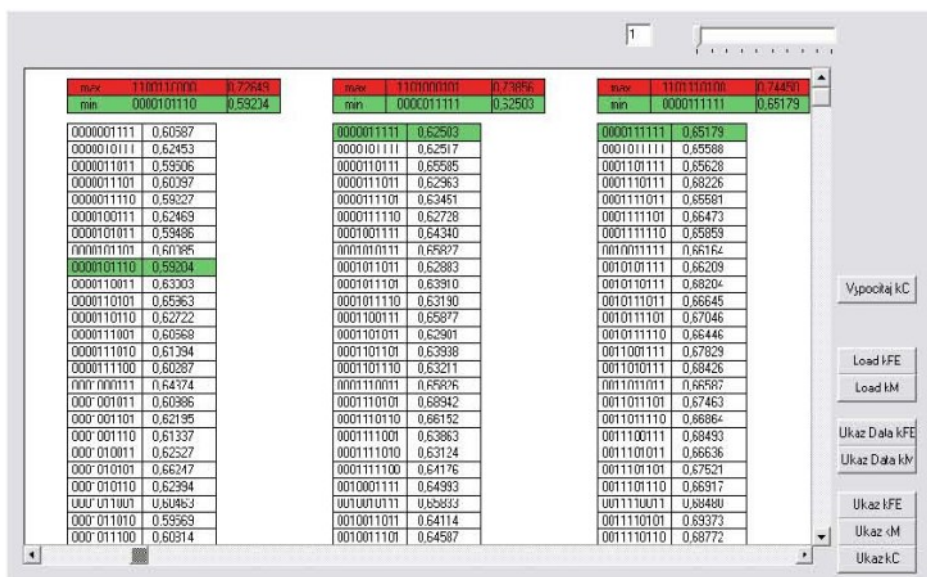
Integračný modul vyhodnocovacieho programu „MODUL3-kC“ zohľadňuje obidva vyššie spomenuté

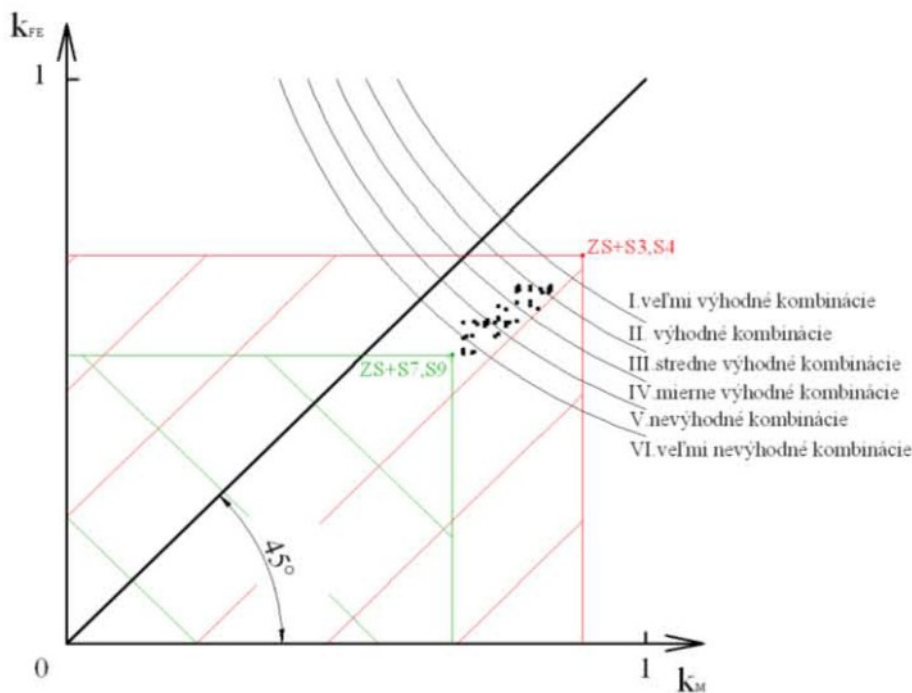


Obr. 1: Modulárna štruktúra HON 200

Obr. 2: Rozdelenie stroja na jednotlivé podskupiny

Obr. 3: Dialógové okno programu „Modul-3M“





Obr. 4: Významové hodnotenie efektivity pre modulárnu štruktúru nosiča HON 200

teoretické ukazovatele metodického konštruovania a ich prostredníctvom umožňuje vybrať z disponibilných variantov tie, ktoré predstavujú „optimálnu kombináciu“ v zmysle vzťahu:

$$k_{Ci} = k_{Mi} \cdot k_{FEi} \quad [-](3)$$

Hodnota „ k_{Ci} “ rastie so zvyšujúcou sa technickou a ekonomickou úrovňou jednotlivých kombinácií n-tíc v intervale $k_{Ci} \in (0,1)$. Vzájomné interaktívne posúdenie je teda rozhodujúce pri výbere najvýhodnejších n-tíc jednotlivých variantných riešení. Grafickým znázornením interferencie koeficientu modulárnosti a koeficientu finančnej efektivity je tzv. významové hodnotenie efektivity výrobného pro-

gramu, (obr. 4). Body na obrázku predstavujúce kombinácie základnej skupiny a jednotlivých variantov strojov z modulárnej štruktúry možno odstupňovať prostredníctvom parabolického rozdelenia na viacero skupín v závislosti od efektívnosti variantných kombinácií. Takéto rozdelenie napomáha pri rozhodovaní o voľbe vhodného výrobného programu podniku na základe dostupných informácií.

Záver

Predložená metodika vyhodnocovania výrobného programu predstavuje hľadanie kompromisných riešení medzi technickými a ekonomickými aspektmi. Okrem vyššie spomenutých kritérií je nevyhnutné poznať kon-

kurencieschopnosť v danej oblasti, potreby trhu a neustále monitorovať požiadavky potenciálnych zákazníkov na základe ktorých vzniká aktuálny výrobný program, resp. sa organizuje inovačný proces pri ktorom sa vychádza práve z vytvorenej modulárnej architektúry stroja. Obrázková dokumentácia v príspevku vychádza z aplikácie metodiky tvorby variantných konštrukcií na konkrétny mobilný pracovný stroj HON 200. Využitie popisovanej metodiky prinieslo v tomto prípade návrh efektívneho výrobného programu.

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-15-0524 a APVV-17-0309. .

Literatúra:

- [1] Gulán, L., Bukovec, J., Zajacová, L.: Verification of modularity ratio on the set of mobile working machines. In: Proceedings of the XV European conference of material handling teaching professors. 22. - 26.9. 2004, Novi Sad, p. 18 - 23. Srbsko a Čierna Hora, 2004
- [2] Gulán, L., Zajacová, L., Izrael G., Filípek P.: Rating of financial effectivity of modular design of mobile working machines. In: Hungarian electronic journal of sciences [online]. - ISSN 1418-7108 - HEJ Manuscript no.: MET-090212-A, nestr., Hungary, 2009
- [3] Gulán, L., Mazurkiewicz, I.: Mobilné pracovné stroje teória a metódy projektovania, STU Bratislava, 2009.
- [4] Baldwin, C., Clark, K.: Modularity in the Design of Complex Engineering Systems January, 2004.

Autori:

- prof. Ing. Ladislav Gulán, PhD., Strojnícka fakulta STU v Bratislave
- Ing. Carmen Schmidtová, Strojnícka fakulta STU v Bratislave
- Ing. Gregor Izrael, PhD., Strojnícka fakulta STU v Bratislave
- Ing. Peter Filípek

Zaradenie článku:

- Odborný

Buildustry



Bria Invenia

