

## **Analiza kosztów prac projektowych hal stalowych według standardów środowiskowych, zaleceń prawnych i cen rynkowych**

**Magdalena Rogalska<sup>1</sup>, Zdzisław Hejducki<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Katedra Inżynierii Procesów Budowlanych, Wydział Budownictwa i Architektury, Politechnika Lubelska, e-mail: m.rogalska@o2.pl*

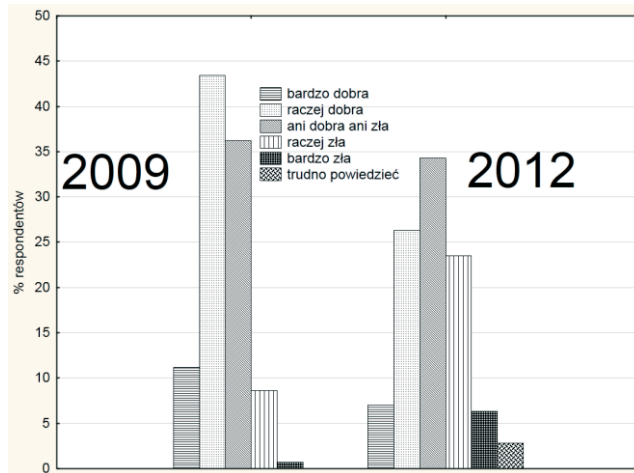
<sup>2</sup>*Zakład Technologii i Zarządzania, Instytut Budownictwa, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Politechnika Wroclawska, e-mail: hejducki@o2.pl*

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono analizę cen prac projektowych na przykładzie danych rynkowych i obliczeń prognostycznych, dotyczących opracowania dokumentacji hal stalowych o zróżnicowanych wymiarach. Otrzymane wartości porównywano z kosztami prac projektowych proponowanymi przez Stowarzyszenie Architektów Rzeczpospolitej Polskiej (SARP) i zaleceniami prawnymi. Do obliczeń prognostycznych zastosowano program Statistica firmy StatSoft. Do obliczeń wykorzystano metodę GAM (uogólnionych modeli addytywnych).

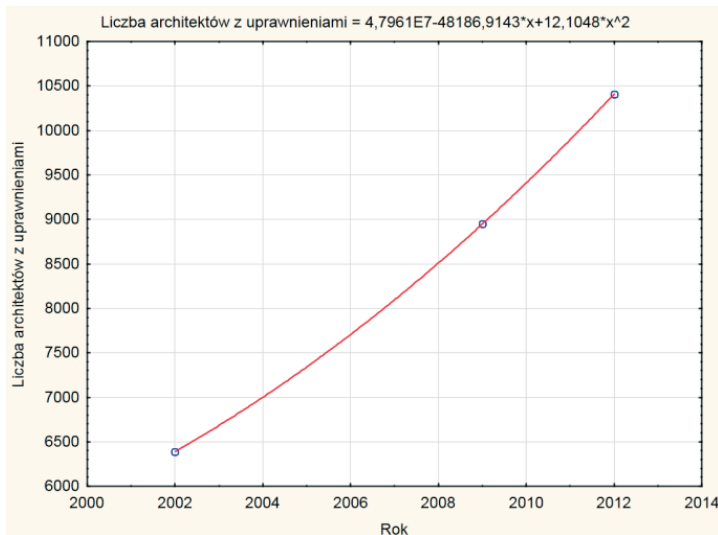
**Słowa kluczowe:** projektowanie hal stalowych, prognozowanie, uogólnione modele addytywne GAM, błąd MAPE

### **1. Wstęp**

Wyniki badań sondażowych wśród architektów, dotyczących „sytuacji biur architektonicznych na rynku”, prowadzonych przez BCMM Badania Marketingowe [1] w latach 2009-2012 ([www.bcm.com.pl](http://www.bcm.com.pl)) bardzo wyraźnie wskazują tendencję obniżania się oceny sytuacji rynkowej biur architektonicznych rys.1. Sytuację biur architektonicznych jako *bardzo dobrą* w 2009 roku oceniło 11,2% respondentów, w 2012 roku już tylko 7%. Natomiast jako *bardzo złą* 0,7% w 2009 i aż 6,3% w 2012 – czyli wartość wzrosła 9-krotnie. Ocena sytuacji *raczej złą* wzrosła prawie 3-krotnie z 8,6% do 23,5%. Jako przyczynę zaistniałej sytuacji podaje się szereg czynników: ograniczenie zleceń na prace projektowe, brak terminowych płatności za wykonane prace, wzrost konkurencji (liczba architektów z uprawnieniami w latach 2002-2012 wzrosła o 63% - dane Izba Architektów RP rys.2.), duży udział w rynku projektów gotowych i inne. Podobne badania nie były prowadzone dla projektantów branżowych biur konstrukcyjnych, instalacji elektrycznych i sanitarnych.



Rys.1. Ocena sytuacji rynkowej biur architektonicznych przez architektów; dane BCMM



Rys.2. Liczba architektów z uprawnieniami w latach 2002-2012; dane Izba Architektów RP

Celem pozyskania danych przeprowadzono badania cen projektowania hal stalowych o powierzchni od 2000 do 6000 m<sup>2</sup>. Wytypowano 18 hal realizowanych przez jedno z największych przedsiębiorstw budowlanych w Polsce (zobowiązano się do zachowania poufności danych firmy). Uzyskano dane dotyczące cen projektowania, dane pozyskiwano z faktur zapłaconych. Ceny poszczególnych projektów porównywano z zaleceniami środowiskowymi SARP (Stowarzyszenie Architektów Rzeczypospolitej Polskiej) oraz zaleceniami prawnymi (Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2004 r.) W ten sposób uzyskano wartości porównywane. Koszty projektownia proponowane przez SARP oraz zgodne z zaleceniami prawnymi nazywane będą dalej kosztami, jako że nazwa „cena” zarezerwowana jest dla wartości uzgodnionej do zapłaty dwustronnie.

## 2. Koszty prac projektowych

Analizowano koszty prac projektowych hal stalowych. Poniżej przedstawiono sposób wyceny proponowany przez SARP i Rozporządzenie Ministra Infrastruktury oraz wynikający z analizy danych rzeczywistych.

## 2.1. Wycena prac projektowych zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2004 r. w sprawie określenia metod i podstaw sporządzania kosztorysu inwestorskiego, obliczania planowanych kosztów prac projektowych [2]

Zgodnie z Rozporządzeniem planowane koszty prac projektowych oblicza się jako iloczyn wskaźnika procentowego i planowanych kosztów robót budowlanych, według wzoru (1):

$$W_{PP} = w\% \times W_{RB} \quad (1)$$

gdzie:

$W_{PP}$  - planowane koszty prac projektowych;  $W_{RB}$  - planowane koszty robót budowlanych;  $w\%$  - wskaźnik procentowy.

Podstawę obliczenia planowanych kosztów prac projektowych stanowią: program funkcjonalno-użytkowy, planowane koszty robót budowlanych, wskaźniki procentowe. Analizowane hale stalowe zaliczono do *Kategorii 4* wg Rozporządzenia. *Kategoria 4* to budynki o złożonych wymaganiach funkcjonalnych, instalacyjnych i technologicznych o średnim stopniu trudności, niezaliczone do kategorii 5 i 6 (wysoki stopień trudności projektowania). Wskaźnik procentowy  $w\%$ , stosowany dla obliczenia kosztu prac projektowych  $W_{PP}$ , określa się według tabeli 1 załącznika do Rozporządzenia w zależności od kategorii robót budowlano-montażowych. Wartości planowanych kosztów robót budowlanych w tys. PLN, zestawiono w tabeli 1. Założono, że średnia cena rynkowa hal stalowych to 2000 PLN/m<sup>2</sup>.

Tabela 1. Wartość planowanych kosztów robót budowlanych w tys. PLN dla *Kategorii 4* budowlania wg Rozporządzenia i *Kategorii III* wg ZWPP SARP

LP	Wartość budowlania $W_{RB}$ [tys.PLN]	Powierzchnia hali stalowej [m <sup>2</sup> ]	w% wskaźnik procentowy dla <i>Kategorii 4</i> budowlania wg Rozporządzenia	w% wskaźnik procentowy dla <i>Kategorii III</i> wg ZWPP SARP
1	1000	500	7,55	7,40
2	2000	1000	6,90	7,10
3	5000	2500	6,25	6,40
4	10000	5000	5,90	6,40
5	20000	10000	5,20	5,20

W przypadku gdy zachodzi konieczność ustalenia udziału poszczególnych faz opracowań w łącznym koszcie prac projektowych lub ustalenia kosztu opracowań projektowych zleczanych odrębnie, zgodnie z Rozporządzeniem, należy stosować następujące wartości procentowe, dostosowując udział procentowy do specyfiki inwestycji:

- 1) projekt koncepcyjny - 7-15 % wartości prac projektowych;
- 2) projekt budowlany - 30-45 % wartości prac projektowych;
- 3) projekt wykonawczy - 40-60 % wartości prac projektowych.

Suma wartości składowych prac projektowych liczona w procentach wynosi 100 %.

## 2.2. Wycena prac projektowych zgodnie z zaleceniami środowiskowymi SARP [3]

Koszt dokumentacji projektowej określona wg ZWPP SARP (Zasady Wyceny Dokumentacji Projektowej SARP) dotyczy rozliczeń za kompletną dokumentację, dokonywanych między klientem a pracownią lub biurem projektowym. Koszt projektu przyjmuje się jako procent kosztu budowy obiektu, z uwzględnieniem *Kategorii* obiektu. Zgodnie z ZWPP SARP analizowane hale stalowe można zaliczyć do *Kategorii III* obiektów. Wartości planowanych kosztów projektowania zestawiono w tab. 1. Fazy projektowania w zaleceniach wyceniono w następujący sposób: KW (konceptcja wielobranżowa) 20%, PB (projekt budowlany) 50% i PW (projekt wykonawczy) 30%. Podział kosztów dokumentacji projektowej dla poszczególnych specjalności ustalany powinien być indywidualnie.

Zalecane wartości zestawiono w tab.2.

Tabela 2. Podział kosztu [PLN/m<sup>2</sup>] dokumentacji projektowej dla poszczególnych specjalności wg ZWPP SARP. Oznaczenia: KO – koordynacja, A – architektura, K- konstrukcja, IS – instalacje sanitarne, IE – instalacje elektryczne, ZT – zagospodarowanie terenu, D – dodatkowe (drogi, zieleń, kosztorys)

	Faza projektu	KO	A	K	IS	IE	ZT	D	D
		[%]							
1	KW 20%	10	70	5	5	5	5	-	-
2	PB 50%	10	50	15	10	5	5	2	3
3	PW 30%	10	30	25	15	12	5	3	-
4	SUMA	0,10	48	16	10,5	7,1	5	1,9	1,5

### 2.3. Wycena prac projektowych wynikająca z analizy danych rzeczywistych

Pozyskane dane do analizy nie były jednorodne. Nie w każdym przypadku uzyskano dane dotyczące wszystkich 18 hal. W tab.3, w kolumnie C zestawiono liczbę danych poszczególnych projektów. Celem ustalenia normalności rozkładów danych wykonano test Shapiro-Wilka. Jako zmienną niezależną przyjęto  $v_1$  liczbę metrów kwadratowych hali. Zmiennymi zależnymi są koszty poszczególnych projektów zgodnie z oznaczeniami tabeli 2. Poszukuje się zależności ceny poszczególnych projektów w odniesieniu do  $v_1$  powierzchni hali stalowej.

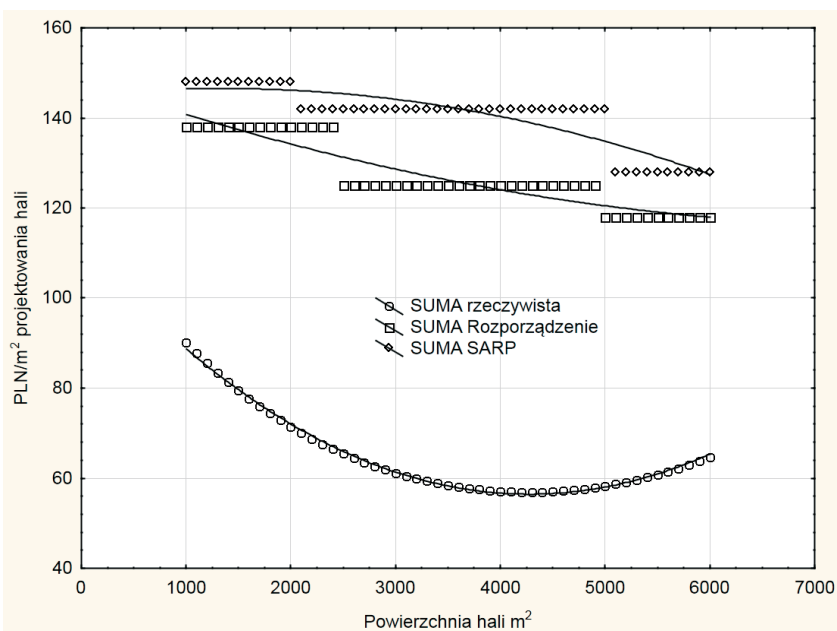
Ze względu na niejednorodność danych, ich rozkład inny niż normalny oraz niewielką liczbę przypadków (maksymalnie 18) do obliczeń zastosowano metodę uogólnionych modeli addytywnych GAM (Generalized Additive Models). Metoda ta opracowana przez Hestie i Tibshirani [4,5] pozwala na uwzględnienie w modelu zarówno liniowego jak i nieliniowego wpływu czynników bez zakładania a priori kształtu zależności. Metoda GAM stosowana była do obliczeń przez Guisan, Edwards, Hestie [6], Robinson, Lane, Therien [7], Jeong, Min, Kim [8], Zhang, Xie, Li [9]. Uzyskane modele regresyjne poddano analizie autokorelacji reszt i cząstkowej autokorelacji reszt. Tylko modele z brakiem autokorelacji reszt (testowanie predykcji) przeznaczone były do weryfikacji poprzez obliczanie błędów MAPE. Obliczone błędy MAPE we wszystkich równaniach są mniejsze niż 15%. Można zatem przyjąć, że uzyskane wyniki predykcji są dopuszczalne.

Tabela 3. Modele obliczeniowe – oznaczenia zgodne z tablicą 2. Dodatkowo uwzględniono uzgodnienia przeciwpożarowe i oznaczono UPP gdzie  $v_1$  – powierzchnia hali

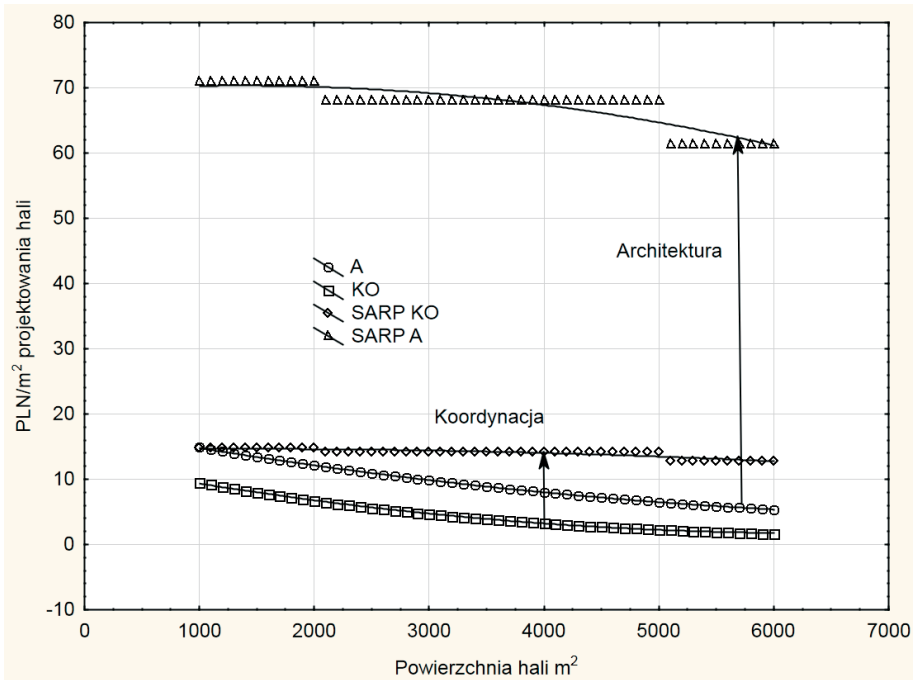
L P	Nazwa projektu	Ilość danych n	Model regresyjny	Wzór modelu regresji
A	B	C	D	E
1	KO	17	GAM(gamma;log)( $v_{KO};v_1$ )	$v_{KO} = 2,71828182^{(2,611038 - 0,000355*v_1)}$
2	A + ZT	16	GAM(gamma;log)( $v_A;v_1$ )	$v_A = 2,71828182^{(2,905590 - 0,000206*v_1)}$
3	K = KPB+KPW	18	GAM(gamma;log)( $v_K;v_1$ )	$v_K = 2,71828182^{(2,604758 - 0,000184*v_1)} + 2,71828182^{(1,403611 + 0,000361*v_1)}$
4	IS	12	GAM(gamma;log)( $v_{IS};v_1$ )	$v_{IS} = 2,71828182^{(1,950228 - 0,000401*v_1)}$
5	IE	13	GAM(normal;ident)( $v_{IE};v_1$ )	$v_{IE} = -0,007576 + 0,000737*v_1$
6	UPP	13	GAM(gamma;log)( $v_{UPP};v_1$ )	$v_{UPP} = 2,71828182^{(0,366599 - 0,000281*v_1)}$
7	D	12	GAM(gamma;log)( $v_D;v_1$ )	$v_D = 2,71828182^{(2,497119 - 0,000772*v_1)}$

### 3. Analiza wyników

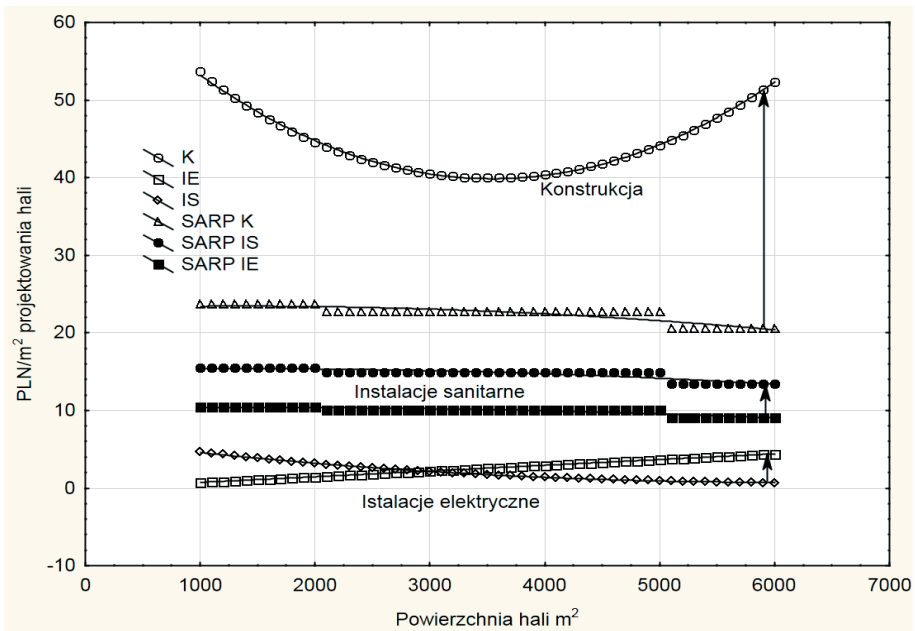
Na rysunku 3 zestawiono ceny prac projektowych oraz koszty tych prac proponowane przez SARP i Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2004 r. Rozbieżność jest ogromna. Rzeczywiste ceny są prawie dwukrotnie niższe od zalecanych kosztów. Powstaje pytanie czy wszyscy uczestnicy procesu projektowania hal zaniżają ceny czy też niektórzy z nich i w jakim stopniu. Na rysunkach 4 i 5 przedstawiono porównanie cen rzeczywistych i kosztów zalecanych przez SARP (Rozporządzenie Ministra Infrastruktury odnosi się jedynie do kosztów za cały projekt bez podziału branżowego). Cena projektowania architektonicznego jest zaniżana w sposób drastyczny – 6 krotnie w odniesieniu do zaleceń SARP, koordynacja projektu około 2 krotnie. Projekty konstrukcyjne hal cenione są na połowę kosztu zalecanego. Projekty instalacji sanitarnych są wykonywane za cenę o około 30% niższą. Projekty instalacji elektrycznych są zgodne z zaleceniami SARP a nawet przy powierzchniach hal większych niż 3000 m<sup>2</sup> ceny rzeczywiste są wyższe od kosztów zalecanych.



Rys. 3. Zalecane koszty i rzeczywiste ceny prac projektowych – wykres zbiorczy



Rys.4. Wyniki obliczeń cen rynkowych i zalecanych kosztów SARP dla projektów architektonicznych i koordynacji projektu



Rys.5. Wyniki obliczeń cen rynkowych i zalecanych kosztów SARP dla projektów konstrukcyjnych, instalacji sanitarnych i elektrycznych

#### 4. Podsumowanie

W wyniku przeprowadzonej analizy otrzymanych wyników stwierdzono, że rzeczywiste ceny prac projektowych w prezentowanym studium przypadku są znacznie zaniżone w stosunku do kosztów zalecanych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2004 r. oraz przez Stowarzyszenie Architektów Rzeczypospolitej Polskiej. Za zaistniałą sytuację odpowiedzialna jest przede wszystkim branża architektoniczna (6-krotne zaniżanie cen) oraz konstrukcyjna (dwukrotne zaniżanie cen). Można przypuszczać, że sytuacja ta wynika z ogromnej konkurencji na rynku zleceń. Prace projektowe stają się nisko rentowne, a biura i projektanci dążą do obniżenia kosztów działalności. Jednocześnie pojawiają się nowe zadania projektowe, związane z administrowaniem, koordynowaniem i opracowywaniem niezbędnej dokumentacji do uzyskiwania opinii, pozwoleń i uzgodnień, na skutek ciągłych zmian w przepisach i rozporządzeniach. Zaproponowana metoda pozwala w sposób prosty obliczyć cenę prac projektowych hal stalowych z uwzględnieniem branż. Może to stanowić punkt odniesienia w ofertowaniu prac projektowych.

#### Literatura

1. Badania Marketingowe w latach 2009-2012 ([www.bcomm.com.pl](http://www.bcomm.com.pl)).
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2004 r.
3. Zasady Wyceny Dokumentacji Projektowej SARP, 2012
4. Hastie T.J., Tibshirani R.J. (1986). Generalized additive models. *Statistical Science*, 1,, 297-318
5. Hastie T.J., Tibshirani R.J. (1990). Generalized additive models. London: Chapman Hall [Chapter 9]
6. Guisan A., Edwards T., Hastie T. (2002). Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene. *Ecological Modelling* 157, 89-100
7. Robinson A., Lane S., Therien G. (2011). Fitting forestry models using generalized additive models: a taper model example. *Can.J.For.Res.* 41: 1909-1916
8. Jeong Ch., Min J., Kim M. (2012) A tuning method for the architecture of neural network models incorporating GAM and GA as applied to bankruptcy prediction. *Expert Systems with Applications* 39, 3650-3658
9. Zhang Y., Xie Y., Li L. (2012) Crash frequency analysis of different types of urban roadway segments using generalized additive model. *Journal of Safety Research* 43, 107-114

*Podziękowania : Wyniki prac były finansowane w ramach środków statutowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr S/63/2013*

## **The cost analysis of steel halls designing, according to environmental standards, legal guidelines and market prices**

**Magdalena Rogalska<sup>1</sup>, Zdzisław Hejducki<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Department of Construction Management , Faculty of Civil Engineering and Architecture, Lublin University of Technology, e-mail: m.rogalska@o2.pl*

*<sup>2</sup>Department of Technology and Management, Institute of Building, Faculty of Civil Engineering, Wrocław University of Technology , e-mail: hejducki@o2.pl*

**Abstract:** The article presents the analysis of designing costs , which was based on the market data and prognostic calculations, concerning the preparation of the documentation for steel halls of various sizes. The obtained values were compared to those proposed by the Polish Architects Association and legal guidelines. The StatSoft's Statistica programme was used for prognostic calculations. The GAM (Generalized Additive Models) method was used for the calculations. The conclusions were formulated on the basis of analysis of results.

**Keywords:** steel halls designing, forecasting, generalized additive models (GAM), calculating the designing prices