FORUM STATISTICUM SLOVACUM Vol XIX (2023) No 2 pp 66-79

# Jazyk grafických šablon programu SAS jako cesta k dosažení efektních grafů
# The SAS Graphic Template Language as a way to achieve impressive graphs

Roman Pavelka
Štatistický úrad Slovenskej republiky, Odbor metód štatistických zisťovaní, Lamačská cesta 3, 840 05 Bratislava, Slovenská republika
Statistical Office of the Slovak Republic, Statistical Surveys and Methodology Department, Lamačská cesta 3, 840 05 Bratislava, Slovak Republic

roman.pavelka@statistics.sk

***Abstrakt:*** *Jazyk grafických šablon je součástí systému SAS od 9. verze jako rozšíření výstupního systému a představuje způsob vytváření grafů odlišný od standardní programové syntaxe SAS. Jazyk grafických šablon je srdcem výstupního grafického systému označovaném jako ODS GRAPHICS (představuje statistickou grafiku spojenou s procedurami systému SAS generujícími statistické výstupy), což umožňuje vytvářet sofistikované analytické modelování pomocí jednoduchých příkazů. Jazyk grafických šablon umožňuje obejít mnohdy komplikované programové příkazy pro vytváření statistických grafů, většinu z těchto složitých úloh rozdělit do jednodušších grafických úloh a umožňuje také spojit dílčí výstupní grafy do jednoho grafického výstupu. Například oblast spojování více grafů na jednu stránku je jednou ze složitých oblastí tradičního kódování v systému SAS vyžadující rozsáhlé znalosti základních grafických procedur vedle dokonalého pochopení grafického výstupu a používání grafických katalogů, což není za použití jazyka grafických šablon potřebné.*

***Abstract:*** *The Graphics Template Language is part of the SAS system from the 9$^{th}$ version as an extension of the output system, and represents a way of creating graphs different from the standard SAS programming syntax. The Graphics Template Language is the heart of an output graphics system called ODS GRAPHICS (representing statistical graphics associated with SAS procedures that generate statistical outputs), which allows you to create sophisticated analytical modelling using simple commands. The Graphics Template Language allows you to bypass the often-complicated program commands for creating statistical graphs, to divide most of these complex tasks into simpler graphical tasks, and allows us to combine partial output graphs into one graphical output. For example, the area of joining multiple graphs to a single page is one of the complex areas of traditional SAS coding requiring extensive knowledge of basic graphics procedures in addition to a thorough understanding of graphics output and the use of graphics catalogues, which is not required using the Graphics Template Language.*

***Klíčové slova:*** *grafický systém SAS, jazyk grafických šablon, programový systém SAS, výstupní systém SAS.*

***Key words:*** *Graphics Template Language, program system SAS, SAS ODS, SAS ODS GRAPHICS.*

## 1. Úvod

V moderní statistické analýze jsou efektivní grafy nepostradatelné. Grafy odhalují vztahy, odlišnosti a nejistoty, které nejsou v tabulkovém výstupu snadno patrné. Statistické grafy vyvolávají otázky, které stimulují hlubší zkoumání, a dodávají zprávám a prezentacím vizuální jasnost a bohatý obsah. V programu SAS vytváří statistické grafy výstupní grafický systém (pod anglickým názvem ODS GRAPHICS), což je rozšíření výstupního systému SAS (anglicky Output Delivery Systém, ve zkratce ODS). Výstupní systém ODS spravuje výstup procedur (včetně tabulek a grafů) a umožňuje výstup procedur zobrazovat v různých výstupních formátech, jako jsou HTML, RTF, PDF a jiných. S výstupním grafickým systémem ODS GRAPHICS vytvářejí statistické procedury grafické výstupy stejně automaticky jako textové a tabulkové výstupy integrované spolu ve výstupu sytému SAS. Grafický systém ODS GRAPHICS je k dispozici v procedurách modulů SAS/STAT, SAS/BASE, SAS/ETS, SAS/QC a dalších programových částí SAS (SAS Institute, 2023). Grafický modul ODS GRAPHICS je automaticky dodáván se základním programovým modulem SAS/BASE.

Náplní následujících částí článku bude podrobnější vysvětlení principu a základních pravidel použití jazyka grafických šablon včetně jednoduchých názorných příkladů syntaxe jazyka grafických šablon při vytváření jednodušších nebo složitějších grafů.

## 2. Princip činnosti grafického systému ODS GRAPHICS v rámci programu SAS

Grafy, stejně jako všechny výstupy SAS, jsou konstruovány ze dvou základních komponent, a to datové komponenty (nebo také datového objektu) a grafické šablony (SAS Institute, 2023a). Procedury vytvářejí tabulku hodnot dat a předávají výsledky výpočtů k zobrazení. Datový objekt a šablona společně tvoří výstupní objekt, který grafický systém ODS GRAPHICS zobrazuje v jednom nebo více výstupních zařízeních. Toto zobrazení je možné ovládat pomocí jazyka grafických šablon k úpravě šablony grafu. Jazyk grafických šablon je pro uživatele uživatelsky přátelský a grafické šablony lze intuitivně upravovat, aniž by uživatel musel studovat většinu syntaxe použité v šabloně.

Šablony grafů řídí rozvržení a podrobnosti grafů vytvořených pomocí grafického systému ODS GRAPHICS. Pro každý graf vytvořený statistickými procedurami program SAS vytváří grafickou šablonu. Definice grafických šablon jsou napsány v jazyce grafických šablon. Tento výkonný jazyk obsahuje příkazy pro specifikaci rozvržení vykreslování (jako jsou mřížky nebo překryvy), typů vykreslování (jako jsou bodové grafy, histogramy a sloupce) a textových prvků (jako jsou nadpisy, poznámky pod čarou a vsuvky). Poskytuje také podporu pro vestavěné výpočty (například pro seskupování histogramů) a vyhodnocování

výrazů. K dispozici jsou také možnosti pro určení barev, symbolů značek a dalších atributů prvků vykreslování.

### 2.1 Grafické šablony, knihovny a úložiště grafických šablon

K ilustraci vlastností grafických šablon (Kuhfeld, 2009) a ukázce, kde jsou zkompilované šablony grafů uloženy, byla použita procedura KDE (Kernel Density Estimation). Jedná se o typickou statistickou proceduru SAS, jejíž výstup zahrnuje řadu tabulek a grafů. Pro modifikaci šablony grafu je nutné nejdříve vybranou šablonu identifikovat, což se zajistí globálním příkazem ODS TRACE následujícím způsobem[3]:

```
ods graphics on;
ods trace on;

proc kde data=sashelp.class;
   bivar height weight / plots=scatter;
run;
```

V důsledku funkce příkazu ODS TRACE ON se objeví v SAS logu seznam všech názvů (angl. Name) a štítků (angl. Label) všech výstupních tabulek a grafů včetně názvů příslušných šablon (angl. Template). Příkladem je takového výstupu následující výpis z logu SAS:

```
Output Added:
-------------
Name:        Controls
Template:    Stat.KDE.Controls
Path:        KDE.Bivar1.Height_Weight.Controls
-------------

Output Added:
-------------
Name:        ScatterPlot
Label:       Scatter Plot
Template:    Stat.KDE.Graphics.ScatterPlot
Path:        KDE.Bivar1.Height_Weight.ScatterPlot
-------------
```

Celý odkaz na šablonu grafu, podle kterého je možné tuto grafickou šablonu identifikovat, je „modul.procedura.název_grafu.jméno_šablony“, (angl. Path). Například z výše uvedeného výstupu ze SAS logu je plné jméno šablony grafu bodového grafu označeno jako `Stat.KDE.Graphics.ScatterPlot`. Zdrojové příkazy jazyka grafických šablon, které vytvářejí šablonu pro bodový graf (angl. ScatterPlot) pod označením `Stat.KDE.Graphics.ScatterPlot` u ukázkové procedury KDE, se dají vypsat pomocí procedury TEMPLATE příkazem:

[3] Globální příkaz ODS GRAPHICS ON slouží k otevření grafického systému ODS GRAPHICS. Pokud by se tento příkaz nepoužil, grafické výstupy by systém SAS nevygeneroval.

```
proc template;
              source Stat.KDE.Graphics.ScatterPlot;
run;
```

Následující fragment SAS logu vypisuje příkazy šablony bodového grafu procedury KDE:

```
define statgraph Stat.KDE.Graphics.ScatterPlot;
  dynamic _VAR1NAME _VAR1LABEL _VAR2NAME _VAR2LABEL;
          BeginGraph;
               EntryTitle "Distribution of " _VAR1NAME " by "
_VAR2NAME;
               layout Overlay / xaxisopts=(offsetmin=0.05
offsetmax=0.05)
               yaxisopts=(offsetmin=0.05 offsetmax=0.05);
               ScatterPlot x=X y=Y / markerattrs=GRAPHDATADEFAULT;
               EndLayout;
          EndGraph;
     end;
```

Modifikace šablony grafu (a proto i změn vlastností samotného grafu) se tedy dá realizovat editací jednotlivých příkazů jazyka grafických šablon pomocí procedury TEMPLATE. Procedura TEMPLATE upravenou šablonu grafu zkompiluje a uloží do speciálního úložiště šablon. Implicitní úložiště grafických šablon se nachází v systémové knihovně SASHELP pod jménem TMPLMST. Pokud uživatel neurčí jinak, procedura TEMPLATE uloží uživatelsky upravenou grafickou šablonu do knihovny SASUSER do úložiště označeném jako TEMPLAT. Šablona uložená v úložišti šablon přetrvává, dokud ji uživatel nevymaže.

Implicitně při tvorbě výstupního statistického grafu grafický systém ODS GRAPHICS prohledává nejprve systémové knihovny a úložiště šablon (viz předešlé odstavce). Uživatel příkazy SAS však může změnit implicitní nastavení knihovny a úložiště pro jakoukoliv modifikovanou grafickou šablonu. Tato změna v nastavení ukládání uživatelských grafických šablon může uživatel realizovat dvěma rovnocennými příkazovými sekvencemi:

```
ods path work.templat(update) sasuser.templat(update)
sashelp.tmplmst(read);
```

nebo

```
ods path (prepend) work.templat(update);
```

Seznam všech úložišť šablon se dá vypsat následujícím příkazem:

```
ods path show;
```

Výsledkem je výpis seznamu všech úložišť grafických šablon do SAS logu:

```
Current ODS PATH list is:

1. WORK.TESTTEMP(UPDATE)
2. SASHELP.TMPLMST(READ)
```

Výpis všech uživatelsky přizpůsobených grafických šablon si uživatel může nechat vypsat pomocí příkazů procedury TEMPLATE, a to ve tvaru:

```
proc template;
   list / store=work.templat;
   list / store=sasuser.templat;
run;
```

Pro permanentní úložiště grafických šablon lze také využít uživatelsky definovanou knihovnu (například pojmenovanou) MyTpl, a to příkazy:

```
libname mytpl 'C:\MyTemplateLibrary';
ods path (prepend) mytpl.templat(update);
```

Programově lze také i mazat všechny grafické šablony editované uživatelem, obnovit implicitní úložiště pro uživatelské šablony a smazat i samotná uživatelem vytvořená úložiště pro grafické šablony. Více informací o tvorbě uživatelských grafických šablon, o jejich editaci a případném smazání lze dohledat v originální dokumentaci k programu SAS (SAS Institute, 2023b, s. 691).

## 2.2 Datové objekty

Datové objekty jsou vytvářeny procedurami SAS. Datový objekt je pravoúhlé uspořádání hodnot (data, statistika atd.), které je potřebné k vytvoření tabulky nebo grafu. Za účelem vytvoření grafu, tabulky nebo výstupu jiného typu výstupní grafický systém programu SAS aplikuje implicitní nebo uživatelskou šablonu. Příkazem ODS OUTPUT se datový objekt na výstupu procedury vloží do datového souboru SAS a pomocí procedury PRINT vytvořený datový objekt zobrazí – například podle následujícího příkladu:

```
proc kde data=sashelp.class;
   ods output ScatterPlot=myscatter;
   bivar height weight / plots=scatter;
run;

proc print data=myscatter;
run;
```

Výsledek činnosti procedury je ilustrován obrázkem 1. Názvy sloupců, štítky sloupců a hodnoty datového objektu přecházejí na názvy proměnných, štítky proměnných a na hodnoty ve výstupním datovém souboru SAS.

## 2.3 Styly výstupního systému ODS

Styly ODS řídí barvy a celkový vzhled všech grafů a tabulek. SAS nabízí několik stylů, které jsou doporučeny pro použití se statistickou grafikou. Styl výstupního systému může specifikován explicitně globálním příkazem následovně:

```
ods listing style=statistical;
```

Pro různé druhy výstupů jsou implicitní různé druhy stylů. Zdrojový kód uvedených stylů výstupního systému se podobně jako grafické šablony dají vypsat do podoby zdrojových kódů, které lze jednoduše editovat podle potřeby.

| Obs | VarNames | X | Y |
|---|---|---|---|
| 1 | Height and Weight | 69.0 | 112.5 |
| 2 | Height and Weight | 56.5 | 84.0 |
| 3 | Height and Weight | 65.3 | 98.0 |
| 4 | Height and Weight | 62.8 | 102.5 |
| 5 | Height and Weight | 63.5 | 102.5 |
| 6 | Height and Weight | 57.3 | 83.0 |
| 7 | Height and Weight | 59.8 | 84.5 |
| 8 | Height and Weight | 62.5 | 112.5 |
| 9 | Height and Weight | 62.5 | 84.0 |
| 10 | Height and Weight | 59.0 | 99.5 |
| 11 | Height and Weight | 51.3 | 50.5 |
| 12 | Height and Weight | 64.3 | 90.0 |
| 13 | Height and Weight | 56.3 | 77.0 |
| 14 | Height and Weight | 66.5 | 112.0 |
| 15 | Height and Weight | 72.0 | 150.0 |
| 16 | Height and Weight | 64.8 | 128.0 |
| 17 | Height and Weight | 67.0 | 133.0 |
| 18 | Height and Weight | 57.5 | 85.0 |
| 19 | Height and Weight | 66.5 | 112.0 |

**Obr. 1** Vizualizace obsahu datového objektu *(Zdroj: vlastní zpracování)*

## 3. Základy jazyka grafických šablon v grafickém systému ODS GRAPHICS

Tato část článku zkoumá vybrané grafické šablony; ukazuje, co mají společné a v čem se navzájem liší, a vysvětluje některé příkazy a parametry jazyka grafických šablon. Šablony, které jsou popsány v této části, jsou vybrány, protože jsou malé a poskytují doplňující pohledy na tvorbu grafů. V praxi je většina šablon zpravidla složitější. Aby se nemusely vykonávat opakovaně globální příkazy pro nastavení dočasného úložiště šablon a další nastavení systémových proměnných, u každého následujícího příkazu pro tvorbu statistických grafů, bude se pro zbytek tohoto příspěvku předpokládat, že platí:

```
ods path (prepend) work.templat(update);
ods graphics on;
ods trace on;
```

Grafy analytických procedur programu SAS jsou výstupním systémem generovány automaticky pomocí předdefinovaných implicitních grafických šablon. Pokud je nutné tyto grafické výstupy uživatelsky přizpůsobit, je nutné znát, kterou asociovanou šablonu je potřebné upravit. Grafické výstupy lze uživatelsky přizpůsobit pro každou proceduru programu SAS. Uživatelské přizpůsobení statistické grafiky je možné realizovat ve všech komponentech výstupů, jako jsou jednotlivé grafické vrstvy, typy grafů, křivky, popisy, legendy,

apod. Vytvořená šablona je asociována s analyzovanými daty pomocí procedury SGRENDER.

Tvorba grafických výstupů v rámci systému ODS GRAPHICS v rámci programu SAS je dvojstupňová (Kuhfeld, 2010):

- Nejprve se definuje šablona grafu typu STATGRAPH pomocí procedury TEMPLATE, s jejíž pomocí se upravená šablona grafu zkompiluje. K tomu je nutná syntaxe příkazů:

```
proc template;
  define statgraph jméno-grafické-šablony;
       begingraph / <options>;
            <příkazy jazyka grafických šablon>;
       endgraph;
  end;
run;
```

- Propojení šablony požadovaného grafického výstupu s analyzovanými daty zajistí procedura SGRENDER pomocí následující příkazové sekvence:

```
proc sgrender data=jméno-souboru-dat
   template=jméno-grafické-šablony;
   <ostatní-volitelné-příkazy>;
run;
```

Obecně má každá grafická šablona následující součásti:

- Definice grafické šablony začíná vždy s příkazem DEFINE ve tvaru: define STATGRAPH template-name; pouze STATGRAPH šablona je považována jako grafická šablona (Matange, 2014);
- Definice grafické šablony ukončuje příkaz END;
- Příkaz NOTES umožnuje popis nebo štítek (label) šablony;
- Šablona obsahuje blok příkazů začínající příkazem BEGINGRAPH a končící příkazem ENDGRAPH;
- Příkazem ENTRYTITLE se vkládá nadpis vytvářeného grafu s možností orámování, úpravy písma, atd.;
- Jádrem grafické šablony je dvojice příkazů označující začátek a konec vrstvy různého typu (jedná se o příkazy typu LAYOUT a ENDLAYOUT);
- Mezi příkazy vrstvy se vkládají další příkazy upřesňující například typ grafu, například SERIES pro graf časové řady a
- Grafická šablona dále obsahuje dále příkazy, které slouží k bližší specifikaci vytvářeného grafu

Vytvořenou grafickou šablonu je možné používat opakovaně a šablonu lze přidružit k více datovým souborům. Uživatelsky editovaná grafická šablona existuje v programu SAS, pokud tuto šablonu uživatel nevymaže pomocí procedury TEMPLATE.

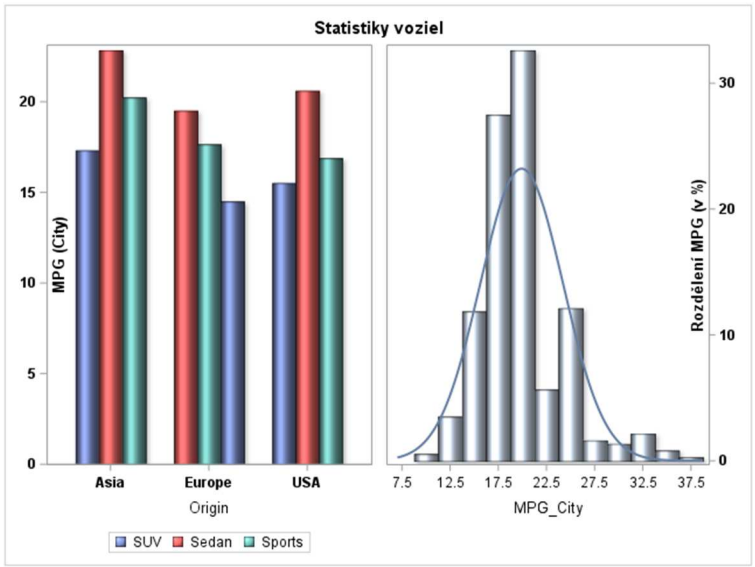
## 4. Přizpůsobení grafických výstupů pomocí jazyka grafických šablon

Ke tvorbě ukázkových grafů s využitím grafických šablon se bude použit datový soubor CARS ze systémové knihovny SASHELP, který obsahuje 6 spojitých a 5 nespojitých (klasifikačních) charakteristik o 428 motorových vozidlech.

Z hlediska tvorby uživatelsky přizpůsobených grafických výstupů je nutné rozlišovat na grafické výstupy přímo programované uživatelem a na úpravy grafických výstupů, které vznikají automaticky jako výstup ze zabudované statistické procedury.

### 4.1 Grafické výstupy vytvořené uživatelem

Ukázkou tvorby grafického výstupu pomocí jazyka grafických šablon, který není automatickým výstupem zabudované statistické procedury, ale vytváří si jej samotný uživatel, je kombinovaný graf na Obrázku 2.




**Obr. 2** Graf vytvořený jazykem grafických šablon uživatelem *(Zdroj: vlastní zpracování)*

Pro tvorbu složeného grafu z obrázku 2 byla použita následující sekvence příkazů jazyka grafických šablon:

```
/* Soubor s doplňující informací k požadovanému grafickému výstupu
(soubor anotace) */
data anotace1;
   length label $30 id $5 anchor $12;
   drawspace="wallpercent";
   /* úpravy sloupcového grafu (levá polovina grafu) */
```

```
   id='BAR'; function='text'; x1=0; textweight='bold'; anchor='top';
rotate=90;
     width=1000; widthunit="pixel"; label="MPG (City)"; output;
   /* úpravy  */
   id='HIST'; anchor='bottom'; x1=100; label="Rozdělení MPG (v %)";
output;
run;

/* Definování šablony pro grafický výstup */
proc template;
     define statgraph anno;
          begingraph;
               entrytitle "Statistiky voziel";
               layout lattice / columns=2 columngutter=10;
                    layout overlay / xaxisopts=(offsetmin=0.2
offsetmax=0.2 tickvalueattrs=(weight=bold))
                                     yaxisopts=(display=(ticks
tickvalues) labelattrs=(weight=bold) tickvalueattrs=(weight=bold));
                               /* Vykreslení sloupcového grafu */
                               barchart x=origin y=mpg_city / name="bar"
stat=mean group=type
                                     groupdisplay=cluster
clusterwidth=0.7 dataskin=sheen;
                               discretelegend "bar";
                               annotate / id="BAR"; /* Informace ze
souboru anotace ke sloupcovému grafu */
                          endlayout;
                          layout overlay / y2axisopts=(display=(ticks
tickvalues) labelattrs=(weight=bold)
                                     tickvalueattrs=(weight=bold));
                               /* Vykreslení histogramu MPG_City */
                               histogram mpg_city / dataskin=sheen
yaxis=y2;
                               densityplot mpg_city / yaxis=y2;
                               annotate / id="HIST"; /* Informace ze
souboru anotace k histogramu */
                          endlayout;
               endlayout;
          endgraph;
     end;
run;

/* Vykreslení grafu s využitím grafické šablony a souboru anotací */
proc sgrender data=sashelp.cars template=anno sganno=anotace1;
   where type in ("Sedan" "Sports" "SUV");
run;
```

Mimo jazyka grafických šablon byly ke tvorbě grafu z obrázku 2 použity také pomocné informace o vlastnostech výsledného grafu (popis os grafu, orientace grafu, atd.), které jsou uloženy v datovém souboru ANOTACE1. Pomocí příkazu SGANNO = ANOTACE1 se tyto pomocné informace projeví ve vykresleném, uživatelsky vytvořeném grafu.

## 4.2 Uživatelské úpravy grafických výstupů ze statistických procedur

Výstupem většiny zabudovaných analytických procedur v programu SAS v procesu tvorby grafického výstupu není jen datový objekt a šablona výstupního grafu (jak je zmíněno v kapitole 3). Téměř každá statistická procedura jako výsledek své činnosti nastavuje tzv. dynamické proměnné, ve kterých jsou ukládány výsledky (odhady, koeficienty, název závislé proměnné, atd.) a které kontrolují mnoho detailů automaticky vznikajícího grafu z procedury. Pro úspěšné vykreslení uživatelsky modifikovaného grafu ze zabudovaných statistických procedur je potřebné vkládat do procedury SGRENDER také i tyto dynamické proměnné. Grafický systém pro zobrazení grafického výstupu ze zabudované procedury proto potřebuje následující informaci:

- datový objekt - hodnoty dat zobrazované v grafu,
- dynamické proměnné - proměnné s hodnotami, které nastavuje statistická procedura a (nejedná se však o data) které zpravidla kontrolují většinu aspektů vznikajícího grafu,
- grafická šablona - program, který popisuje, jakým způsobem je graf vytvořen,
- šablona stylů - program, který popisuje barvy, písma, atd. a celkový vzhled vytvořeného grafu (volitelná část).

Datový objekt a dynamické proměnné jsou uloženy v tzv. ODS dokumentu (Kuhfeld, 2016). Šablony jsou uloženy ve speciálních souborech nazývaných položkové úložiště (viz podkapitola 2.1), které SAS nabízí. Identifikovat šablonu v úložišti je možné globálním příkazem ODS TRACE (viz podkapitola 2.1).

Příkladem uživatelské editace grafického výstupu ze zabudované procedury bude modifikace grafu regresní diagnostiky procedury GLM pro statistické modelování obecného lineárního modelu. Aby bylo možné uživatelsky upravovat graf z výstupu procedury, je nutné nejdříve uložit výstupní data do souboru dat nazvaném dpGLM a dynamické proměnné (nastavené procedurou) zachytit v dokumentu ODS. Dokument ODS jménem MyDOC je objekt vytvořený v programu SAS, který umožňuje zachycení hodnot procedurou vytvořených dynamických proměnných jako výsledek fungování zabudované statistické procedury. Příkazy, které ukládají data vystupující z procedury GLM a uchovávají hodnoty dynamických proměnných, jsou následující:

```
ods graphics on;
ods document name=MyDoc (write);

proc glm data=sashelp.cars plots=diagnostics;
   class Model Type;
   ods select DiagnosticsPanel;
   ods output DiagnosticsPanel=dpGLM;
```

```
   model MPG_City = Model Type Horsepower;
quit;

ods document close;
```

Obsah dokumentu MyDoc s uloženými daty lze zkontrolovat pomocí příkazu:

```
proc document name=MyDoc;
   list / levels=all;
quit;
```

Obsah dokumentu MyDoc je ilustrován na obrázku 3. Cesta ke grafu v dokumentu je \GLM#1\ANOVA#1\MPG_City#1\DiagnosticsPanel#1.

| Listing of: \Work.Mydoc\ | | |
|---|---|---|
| Order by: Insertion | | |
| Number of levels: All | | |
| Obs | Path | Type |
| 1 | \GLM#1 | Dir |
| 2 | \GLM#1\ANOVA#1 | Dir |
| 3 | \GLM#1\ANOVA#1\MPG_City#1 | Dir |
| 4 | \GLM#1\ANOVA#1\MPG_City#1\DiagnosticsPanel#1 | Graph |

**Obr. 3** Dokument MyDoc s dynamickými proměnnými *(Zdroj: vlastní zpracování)*

Pro další zacházení s dynamickými proměnnými procedury GLM se uplatní použití procedury DOCUMENT. Příkazem OBDYNAM v proceduře DOCUMENT se zobrazí dynamické proměnné z procedury GLM a uloží se do datového souboru OUTDYNAM, například:

```
proc document name=MyDoc;
              ods output dynamics=outdynam;
              obdynam
\GLM#1\ANOVA#1\MPG_City#1\DiagnosticsPanel#1;
quit;
```

Příkladem modifikace grafického výstupu bude připojení data platnosti do spodního pravého rohu grafu a vodoznaku ve směru diagonály zobrazovaného grafu. Tato uživatelská úprava bude realizovaná prostřednictvím souboru doplňkových informací příslušných ke grafu, tj. souboru anotace vstupujícím do vykreslování procedurou SGRENDER. Struktura souboru anotace pro úpravy grafu procedury GLM je velmi podobná jako u souboru anotace z předešlé podkapitoly. Programový kód pro vytvoření souboru anotace je:

```
data anotace2;
   length Label $ 40;
   Function = 'Text';
   Label = 'Sobota, Dec 24, 2023'; Width = 100; x1 = 99; y1 = .1;
Anchor = 'Right '; TextColor = 'Red'; output;
   Label = 'Přísně tajné – Nerušit !!!'; Width = 150; x1 = 50; y1
= 50; Anchor = 'Center'; Transparency = 0.0; TextSize = 40; Rotate
= -45; output;
run;
```

Následující krok pokračuje modifikací grafické šablony, do níž se promítnou takové úpravy, aby se požadované uživatelské změny uplatnily. Prakticky se jedná o programové příkazy, které původní grafickou šablonu uloží do dočasného souboru „temp.tmp“. Toto umožní opětovné načtení grafické šablony a její potřebnou modifikaci tak, aby upravená grafická šablona zajišťovala zobrazení data platnosti a diagonálního vodoznaku v regionu upraveného grafu procedury GLM. Toto zajistí následující posloupnost příkazů programového kódu SAS:

```
proc template;
    source Stat.GLM.Graphics.FitSummary / file='temp.tmp';
quit;
```

Uživatelsky upravená šablona se dynamicky seskládá pomocí následujícího datakroku (pomocí příkazů CALL EXECUTE) a zkompiluje se:

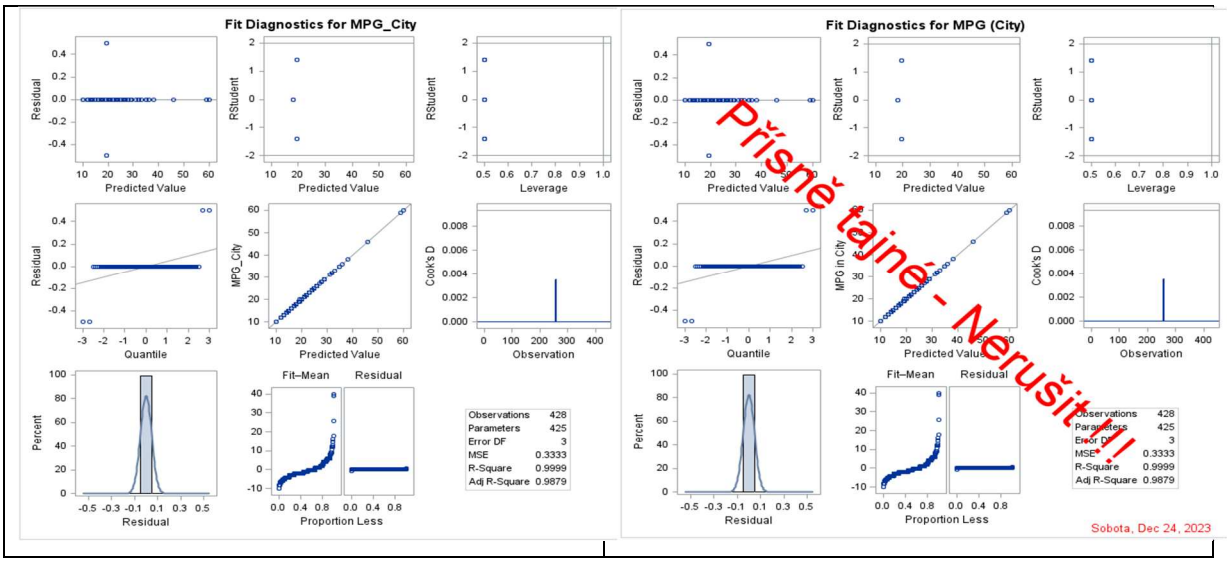
```
data _null_;
    infile 'temp.tmp';
    input;
    if _n_ = 1 then call execute('proc template;');
    call execute(_infile_);
    if index(lowcase(_infile_), 'begingraph') then bg + 1;
    if bg and index(_infile_, ';') then
          do;
                bg = 0;
                call execute('annotate;');
          end;
run;
```

Výsledný upravený graf se vykreslí pomocí procedury SGRENDER. Programový kód pro proceduru SGRENDER se opět vytváří dynamicky tak, aby do vykreslování grafu byla zahrnuty nově upravená grafická šablona i soubor anotačních dat. Dynamické proměnné z procedury GLM vstupují do SGRENDER prostřednictvím datového souboru OUTDYNAM. Sekvence použitých příkazů následuje ve tvaru:

```
/* Uživatelské úpravy dynamických proměnných _DEPNAME a _DEPLABEL
*/
data outdynam;
    set outdynam;
    if label1 = '_DEPNAME' then cvalue1 = 'MPG (City)';
    if label1 = '_DEPLABEL' then cvalue1 = 'MPG in City';
run;
data _null_;
    set outdynam(where=(label1 ne '___NOBS___')) end=eof;
    if _n_ = 1 then
          do;
                call execute('proc sgrender data=dpGLM
sganno=anotace2');
                call
execute('template=Stat.GLM.Graphics.FitSummary;');
                call execute('dynamic');
          end;
```

```
    if label1 = '_SHOWEDF' then cvalue1 = '0';
    if cvalue1 ne ' ' then call execute(catx(' ', label1, '=',
ifc(n(nvalue1), cvalue1, quote(trim(cvalue1)))));
    if eof then call execute('; run;');
run;
```

Výsledný statistický graf (automatický výstup) z procedury GLM je těmito příkazy programu SAS uživatelsky změněn (název závislé proměnné byl změněn z „MPG_City“ na „MPG (City)“, bylo připojeno datum platnosti do pravého dolního rohu a doplněn diagonální vodoznak) při současném zachování všech ostatních potřebných informací. Srovnání regresního grafu bez úprav (vlevo) a s uživatelskými úpravami (vpravo) ilustruje obrázek 4.




**Obr. 4** Regresní graf upravený (vpravo) a bez úprav (vlevo) *(Zdroj: vlastní zpracování)*

Po ukončení práce je vhodné, aby uživatel nově vytvořenou a modifikovanou šablonu smazal a procedura GLM systému SAS byla uvedena do výchozího stavu. Za tímto účelem může uživatel použít následující kód.

```
proc template;
     delete Stat.GLM.Graphics.FitSummary;
quit;
```

## 5. Závěr

Jazyk grafických šablon v programovém systému SAS je výkonný programovací jazyk pro vytváření moderní a efektivní statistické grafiky. Grafické šablony, které formují výstupy statistických procedur do požadované textové a grafické podoby, jsou významnou součástí výstupního systému programu SAS. Program SAS již ve svém výchozím nastavení obsahuje grafické šablony pro všechny vytvářené statistické grafy. Proto uživatel nepotřebuje k vytvoření výchozí statistické grafiky znát podrobnosti o grafických šablonách. Nicméně, při potřebě uživatelského přizpůsobení výstupních statistických grafů, může uživatel

s určitou znalostí jazyka grafických šablon v rámci grafického systému programu SAS modifikovat grafické šablony tak, aby dosáhl na výstupu procedur efektivní statistické grafy.

## 6. Literatura

Kuhfeld, W. F. (2009). Modifying ODS Statistical Graphics Templates in SAS 9.2. Cary (NC, USA): SAS Institute Inc. http://support.sas.com/rnd/app/papers/modtmplt.pdf.

Kuhfeld, W. F. (2010). Statistical graphics in SAS – an introduction to the graph template language and the statistical graphics procedures. Cary (NC, USA): SAS Institute Inc.

Kuhfeld, W. F. (2016). Highly Customized Graphs Using ODS Graphics. Cary (NC, USA): SAS Institute Inc.

Matange, S. (2014). Getting Started with the Graph Template Language. Cary (NC, USA): SAS Institute Inc. https://uisug.org.uiowa.edu/sites/uisug.org.uiowa.edu/files/webinar slides1.pdf.

SAS Institute (2023a). SAS/STAT® 15.3 User's Guide. "Chapter 24 Statistical Graphics Using ODS". Cary (NC, USA): SAS Institute Inc.

SAS Institute (2023b). SAS/STAT® 15.3 User's Guide. "Chapter 25 ODS Graphics Template