FORUM STATISTICUM SLOVACUM Vol XVI (2020) No 1 pp 46-56

# Použití jazyka grafických šablon SAS ke tvorbě grafů
# Using the SAS graph template language in graph creation

Roman Pavelka
Štatistický úrad Slovenskej republiky, Odbor metód štatistických zisťovaní, Miletičova 3, 824 67 Bratislava, Slovenská republika
Statistical Office of the Slovak Republic, Statistical Surveys and Methodology Department, Miletičova 3, 824 67 Bratislava, Slovak Republic
roman.pavelka@statistics.sk

***Abstrakt:*** *Pro vytvoření grafu v prostředí SAS má programátor různé možnosti. Může buď použít procedury jako jsou procedury statistické grafiky SGPLOT, SGPANEL, případně SGSCATTER anebo se může rozhodnout pro programátorsky pružnější jazyk grafických šablon. V prostředí SAS je možné vytvářet různé typy grafů, grafy s různým rozvržením včetně speciálních diagramů. Do grafů lze navíc vložit speciální atributy, jako jsou legenda, názvy nebo popisky os. Je-li však nutné vytvořit složitější grafy, stojí za zvážení použití kombinace příkazů ke spuštění procedur TEMPLATE a SGRENDER, která tvoří základ jazyka grafických šablon. S jazykem grafických šablon lze mnohem efektivněji vytvořit graf přesně tak, jak by si programátor přál, i když syntaxe tohoto jazyka je často docela složitá. Tento článek popisuje úvod do používání jazyka grafických šablon a naznačuje způsob, jak může zjednodušit programování dobré grafiky v prostředí SAS.*

***Abstract:*** *To create a graph in SAS, a programmer has various options at hand. It can either use procedures such as SGPLOT, SGPANEL, or SGSCATTER of statistical graphics, or opt for a more flexible programming template language. In SAS, it is possible to create different types of charts, charts with different layouts, including special diagrams. In addition, special attributes such as legends, titles, or axis labels can be added to charts. However, when it is necessary to create more complex graphs, it is worth considering using a combination of commands to run the TEMPLATE and SGRENDER procedures that form the basis of the graphical template language. With graphical template language, it is much more efficient to create a graph exactly as a programmer would like, although the syntax of this language is often quite complex. This article describes an introduction to using graphics template language and outlines how it can simplify good graphics programming in SAS.*

***Kľúčové slová:*** *jazyk grafických šablon, procedura TEMPLATE, SAS, statistická grafika.*

***Key words:*** *graph template language, TEMPLATE procedure, SAS, statistical graphics.*

## 1 Úvod

Jazyk grafických šablon (v anglickém originálu Graph Template Language - zkráceně „GTL“) je součástí programového subsystému ODS Graphics v prostředí SAS. Jazyk grafických šablon je využíván především procedurami statistické grafiky (procedura SGPLOT, SGPANEL, případně SGSCATTER). I když tyto procedury mají předdefinované šablony grafů, které vytvářejí vynikající grafy, jejich výstup nemusí odpovídat požadavkům uživatelů. Také se mohou vyskytnout případy, kdy je třeba upravit některé vlastnosti předdefinovaných

grafických šablon, aby bylo dosaženo požadovaného výstupu. Jazyk grafických šablon umožní uživatelům modifikovat funkce pro grafy, které jsou založeny na využívání grafických šablon, a umožní uživatelům vytvářet grafy, které nelze z předem definované šablony vytvořit. Mimo toho jazyk grafických šablon usnadňuje začlenění funkcí, jako je vložení tabulky dat, vložení speciálních symbolů nebo zobrazení různých grafů na stejnou stránku, apod.

Jazyk grafických šablon lze využít nejen ke tvorbě grafů pomocí procedur statistické grafiky (tj. SGPLOT, SGSCATTER a SGPANEL), ale i ke snadným a flexibilním grafickým výstupům z mnoha statistických procedur programových modulů SAS/BASE, SAS/STAT, ale i dalších modulů. Grafické výstupy z mnoha statistických procedur jsou generovány pomocí předdefinovaných šablon, které vytvářejí implicitní grafické výstupy. Pomocí jazyka grafických šablon lze tyto předem definované šablony snadno a velmi pružně upravovat tak, aby grafický výstup statistické procedury byl přizpůsoben požadavkům uživatelů.

Různé druhy grafů, jako jsou krabicové grafy, řady, bodové grafy nebo histogramy, lze v prostředí SAS vytvářet pomocí procedur. Pro ilustraci toho, jak může programátor ovládat a měnit rozložení grafů, jako je název, atributy os a vzhled legendy, apod., se v následujícím textu se porovnají způsoby vytváření statistických grafů pomocí procedur statistické grafiky (SGPLOT, SGPANEL a SGSCATTER) s možnostmi tvorby a uživatelskému přizpůsobení grafu vytvořeného pomocí jazyka grafických šablon. Ilustrační příklady statistických grafů budou používat datový soubor IRIS[1] ze systémové knihovny SASHELP prostředí SAS.

## 2 Tvorba grafů pomocí procedur statistické grafiky

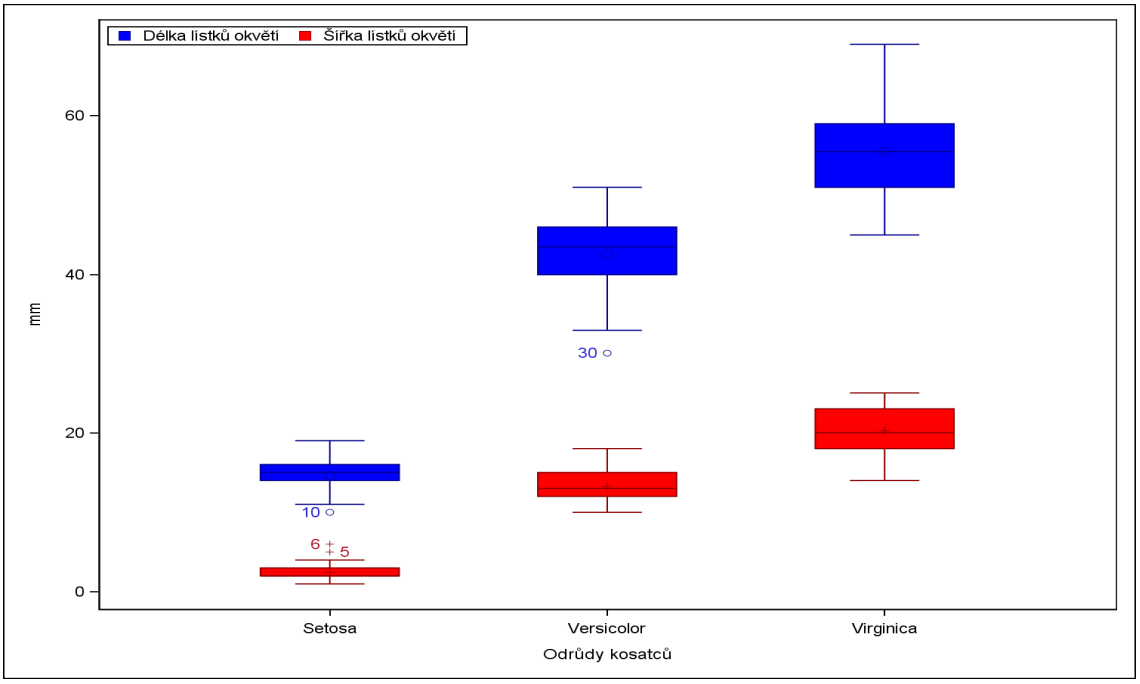
### 2.1 Procedura SGPLOT

Pomocí procedury SGPLOT může programátor vytvořit jeden nebo více grafů v rámci jednoho grafického výstupu. Pokud je v rámci procedury několik grafů, budou překryty. Název grafu a popisek a atributy os může volit programátor, stejně jako i obsah a umístění legendy. Dále lze také uživatelsky měnit rozvržení prvků grafu, barvu, velikost i celkový vzhled grafu v závislosti na typu prezentovaného grafu.

Následující příklad na obrázku 1 ilustruje, jak lze pomocí procedury SGPLOT vytvořit krabicový graf. Rozdělení délky a šířky okvětního lístku zde bylo znázorněno pomocí modrých a červených krabicových grafů (příkaz VBOX),

[1] Datový soubor IRIS (v překladu Iris znamená kosatec) obsahuje záznamy o 150 rostlinách 3 druhů kosatců. Soubor je složen z 5 proměnných, a to ze znakové položky Species, ve které je zaznamenána odrůda kosatce, a ze 4 číselných proměnných, ve kterých jsou u každého kosatce uloženy informace o jeho délce a šířce lístků kalicha a okvětí.

proměnná Species (Odrůda) byla nastavena jako kategorická proměnná (příkaz CATEGORY=). Aby se zabránilo možnému překrytí totožných hodnot, které byly klasifikovány jako odlehlé, byl použit parametr SPREAD.




**Obr. 1** Krabicový graf rozdělení délky a šířky okvětních lístků *(Zdroj: vlastní zpracování)*

Krabicový graf z obrázku 1 je vytvořen následující sekvencí příkazů:

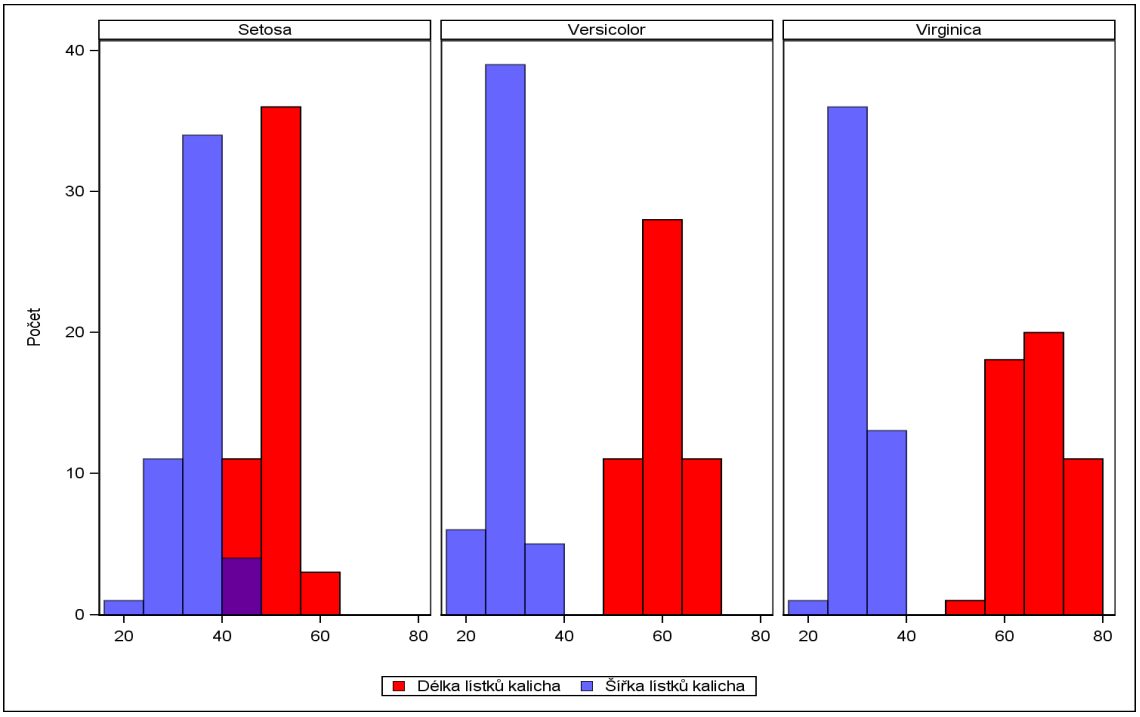
```
proc sgplot data=sashelp.iris;
      vbox PetalLength/
            category=Species datalabel BOXWIDTH=0.5 spread fillattrs=(color=blue)
            WHISKERATTRS=(color=darkblue) MEDIANATTRS=(color=darkblue)
            LINEATTRS=(color=darkblue) OUTLIERATTRS=(color=darkblue)
            MEANATTRS=(color=darkblue);
      vbox PetalWidth/
            category=Species datalabel BOXWIDTH=0.5 spread fillattrs=(color=red)
            WHISKERATTRS=(color=darkred) MEDIANATTRS=(color=darkred)
            LINEATTRS=(color=darkred) OUTLIERATTRS=(color=darkred)
            MEANATTRS=(color=darkred);
      keylegend / location=inside position=topleft; /*Polohy a umístění legendy*/
      xaxis label="Odrůdy kosatců"; /*Nastavení popisu osy x*/
      yaxis label="mm" min=0 max=70; /*Nastavení popisu a rozsahu osy y*/
   run;
```

## 2.2 Procedura SGPANEL

Procedurou SGPANEL lze vytvářet stejné druhy grafů jako u procedury SGPLOT. Procedura SGPANEL však umožňuje programátorovi vytvořit panel grafů rozdělený jednou nebo více kategorickou proměnnou. To znamená, že grafický výstup může obsahovat grafy zobrazené v různých panelech. Programátor může zvolit počet kategorických proměnných, které použije k rozdělení dílčích grafů do panelů. Dále může programátor rozhodnout, zda se

má nebo nemá použít název zvolené klasifikační proměnné. Programátor kromě toho může řídit pořadí grafů i mezeru mezi jednotlivými panely.

Následující příklad na obrázku 2 ukazuje, jak lze vytvořit histogramy délky a šířky kališních lístků z datového souboru IRIS. Svislá osa zobrazuje absolutní počet (frekvenci) a proměnná Species (odrůdy) byla použita jako klasifikační proměnná k rozdělení grafu do různých panelů. Mezi jednotlivými panely byla vložena mezera a nebyl zobrazen název klasifikační proměnné.




**Obr. 2** Panelový graf rozdělení délky a šířky kališních lístků podle jednotlivých druhů kosatců. *(Zdroj: vlastní zpracování)*

Panelový graf z obrázku 2 je výsledkem běhu následujícího příkazu:

```
proc sgpanel data=sashelp.iris;
      panelby Species /
           layout=columnlattice columns=3 onepanel sort=data novarname spacing=5;
      histogram SepalLength / transparency=0.0 scale=count fillattrs=(color=red);
      histogram SepalWidth / transparency=0.4 scale=count fillattrs=(color=blue);
      keylegend / position=bottom;
      colaxis label= " "; /*Nastavení popisu osy x*/
      rowaxis label= "Počet"; /*Nastavení popisu osy y*/
run;
```

## 2.3 Procedura SGSCATTER

V rámci procedury SGSCATTER může programátor vytvořit maticový graf pro více kombinací proměnných. Příkazem MATRIX se definují proměnné, které by měly být zahrnuty do vytvářeného grafu. Zde je také možné určit libovolnou klasifikační proměnnou jako agregační proměnnou, přičemž programátor může definovat atributy různých hodnot této proměnné, jako jsou barvy a symboly,

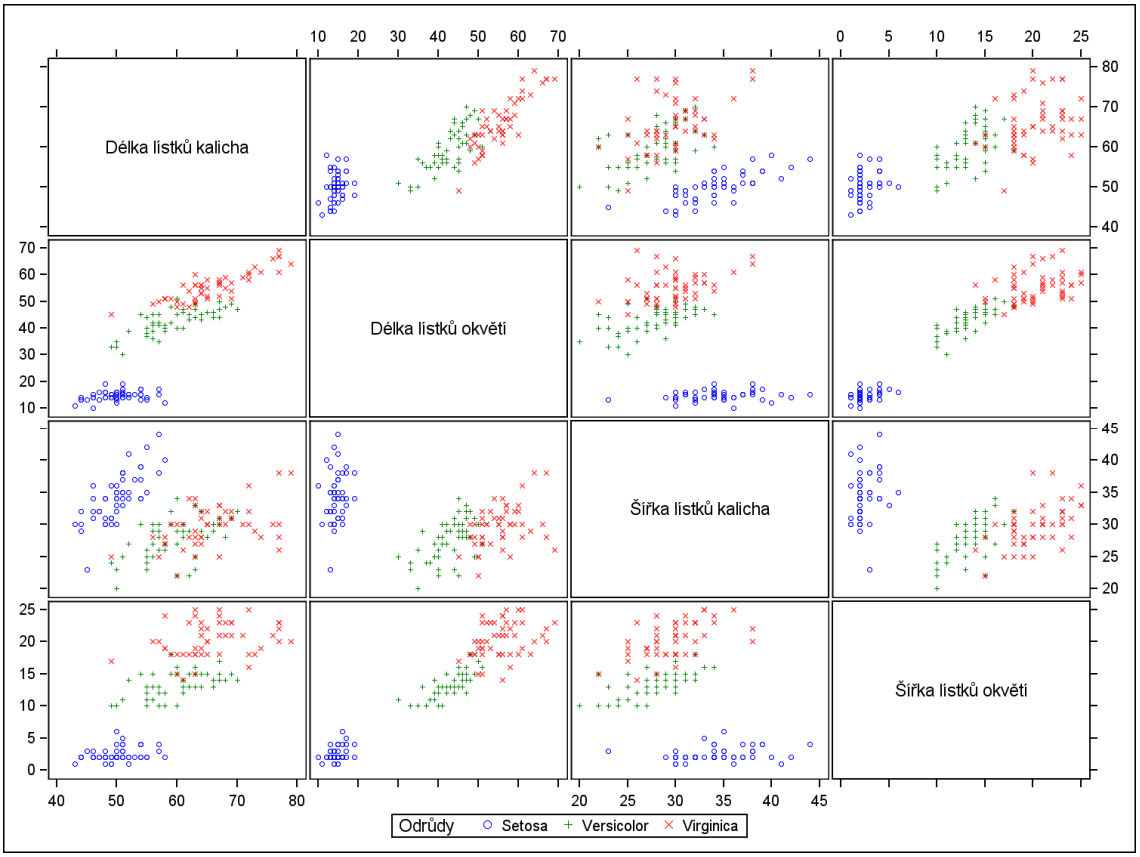
atd. Za tímto účelem musí být do procedury SGSCATTER vložen samostatný datový soubor obsahující proměnnou ID a informace o atributech různých hodnot této proměnné pomocí parametru DATTRMAP=. Hodnotu proměnné ID obsažené v tomto datovém souboru určuje parametr ATTRID=. Tento přístup lze použít také v ostatních procedurách statistické grafiky.

Pro vytvoření matice bodových grafů pro 4 proměnné patřící do datového souboru IRIS s barvami a symboly značek definovanými v samostatném datovém souboru IRISATTRS může programátor použít následující kód:

```
data irisattrs;
       retain id "myid";
       length value $ 11 markercolor $ 6 markersymbol $ 6;
       input value $ markercolor $ markersymbol $;
       cards;
Setosa blue circle
Versicolor green plus
Virginica red x;
run;

proc sgscatter data=sashelp.iris dattrmap=irisattrs;
       matrix sepallength petallength sepalwidth petalwidth/
            group=species attrid=myid;
run;
```

Vytvořený maticový graf je znázorněn na obrázku 3.




**Obr. 3** Maticový graf rozdělení délky a šířky kališních lístků a lístků okvětí podle jednotlivých druhů kosatců. *(Zdroj: vlastní zpracování)*

Pomocí procedur statistické grafiky může programátor v prostředí SAS vytvářet různé typy grafů s různým rozložením v rámci 1 nebo více panelů grafů. Při použití uvedených procedur ke tvorbě grafů však existují určitá omezení, která nemusí umožňovat požadované uživatelské přizpůsobení grafického výstupu. Například může být velmi obtížné nebo dokonce nemožné zobrazit různé grafy s různými osami na jednom obrázku. Může být také obtížné přidat vedle grafu nějaké další dodatečné informace, a další požadavky uživatelů. V případě složitějších grafů by měl programátor uvažovat o použití jazyka grafických šablon, který lze popsat jako rozšíření systému ODS. Tento jazyk umožňuje programátorovi vytvářet sofistikovanější grafiku a velmi efektivně umožnit konstrukci požadovaného graf.

## 3 Tvorba grafů pomocí jazyka grafických šablon

### 3.1 Úvod do jazyka grafických šablon

Pro vytvoření grafu pomocí jazyka grafických šablon musí programátor vykonat dva kroky. Nejprve je třeba sestavit grafickou šablonu pomocí procedury TEMPLATE. V tomto kroku si programátor může vybrat mezi různými grafickými prvky a vytvářet různé druhy a kombinace grafů tak, jak jsou definovány uživatelským zadáním. Ve druhém kroku je graf skutečně vytvořen pomocí procedury SGRENDER. Do procedury SGRENDER musí programátor vybrat vytvořenou grafickou šablonu a vložit soubor dat, který obsahuje graficky zobrazované proměnné, a nastaví případné dynamické proměnné. Navíc v prostředí SAS 9.4 je možné do vytvářeného grafu začlenit tzv. anotační objekty. Anotační objekty jsou uživatelsky definované prvky grafického výstupu, které mohou doplňovat grafy podle zadání uživatelů. Anotační objekty jsou definovány pomocí datových souborů anotace. Programátor musí nejprve vytvořit soubor anotací a poté se vytvoří graf.

V následujících podkapitolách budou tyto dva kroky tvorby grafických výstupů pomocí jazyka grafických šablon (včetně použití anotačních objektů) vysvětleny. Následně bude uveden příklad, jak je možné kombinovat krabicové grafy, histogramy a maticové grafy datového souboru IRIS, které byly ukázány v předchozích příkladech, do jednoho grafu. Do takto vytvořeného grafu budou také vloženy anotační objekty.

### 3.2 Vytvoření datového souboru anotace

Datový soubor anotace slouží k definování tzv. anotačních objektů, které slouží k doplnění dodatečné informace do grafických výstupů. Použití anotačních objektů je volitelné, zpravidla se přidává na přání uživatele. Programátor má možnost přidat do grafu některé anotace, jako je text, šipky nebo čáry, a to tak, že nejprve vytvoří datový soubor anotací. Proměnné tohoto datového souboru

mají předdefinovaná jména a obsahují informace o atributech a poloze anotačních objektů. Každé pozorování představuje příkaz k vykreslení objektu nebo provedení akce.

Některé z těchto proměnných anotace jsou uvedeny v následujícím textu:

- ID: měla by být jedinečná znaková hodnota, která specifikuje identifikační hodnotu objektů anotace - je povinné pro kreslení objektů anotace,
- FUNCTION: specifikuje, jaký druh činnosti by měl být vykonán (DRAW, ARROW, MOVE, TEXT, LABEL, PIE…),
- X1/X2: specifikuje číselnou horizontální koordinátu (počáteční a koncový bod),
- Y1/Y2: specifikuje číselnou vertikální koordinátu (počáteční a koncový bod),
- COLOR: specifikuje barvu objektu anotace,
- WIDTH: specifikuje šířku objektu anotace,
- WIDTHUNIT: specifikuje jednotku míry WIDTH,
- TEXTWEIGHT: specifikuje, je-li znak anotace psán jako BOLD nebo NORMAL a
- TEXTSIZE: specifikuje velikost písma znaku anotace. Implicitní jednotkou míry velikosti je pixel.

Všechny dostupné proměnné a podrobné informace o souboru anotace lze získat z dokumentace podpory SAS (SAS Institute, 2019c).

### 3.3 Sestavení grafické šablony pomocí procedury TEMPLATE

Jakmile programátor chce vytvořit grafickou šablonu pro uživatelsky definovaný graf, musí vytvořit sekvenci příkazů jazyka grafických šablon, která obsahuje povinné i volitelné prvky. Nejdůležitější příkazy ze syntaxe jazyka grafických šablon jsou předloženy v následujícím textu (schematicky popsáno):

- DEFINE STATGRAPH: Volba názvu (jména) grafické šablony,
- DYNAMIC: Definice jedné nebo více dynamické proměnné (volitelné),
- BEGINGRAPH: Začátek specifikace vlastního grafu, která zahrnuje:
  - ENTRYTITLE: Definice názvu grafu,
  - DISCRETEATTRMAP: Definice různých atributů grafu (volitelné),
  - LAYOUT: Volba vrstev grafu (vysvětleno dále),
  - Definování atributů os ROWAXES a COLUMNAXES,
  - Definování grafických příkazů v rámci vrstvy grafu (vysvětleno dále),
  - Připojení legendy pomocí příkazů DISCRETELEGEND nebo MERGEDLEGEND ke grafu,
  - Pokud je třeba, definování dalších příkazů vnořených vrstev a
  - Pokud je třeba, připojí se příkaz ANNOTATE k zahrnutí objektů anotace do grafu.
- ENDGRAPH: Ukončení specifikace grafu,

- END: Ukončení vytváření grafické šablony

Typ vytvářeného grafického výstupu je definován příkazem LAYOUT, kterým se volí vrstvy grafu. O typu grafu se zpravidla rozhoduje na základě požadavků uživatele. Informaci o všech vrstvách (sestavách) grafických výstupů lze získat z dokumentace podpory SAS (SAS Insitute, 2019b). V příkladu uvedeném v následující podkapitole, jsou použity vrstvy grafického výstupu generované pomocí příkazů:

- LAYOUT OVERLAY: zobrazuje (překrývající se) grafy v 1 grafickém výstupu,
- LAYOUT GRIDDED: zobrazuje několik nezávislých grafů v 1 grafickém výstupu a
- LAYOUT LATTICE: zobrazuje několik grafů se stejnými osami a rozsahy dat v 1 grafickém výstupu.

V rámci jazyka grafických šablon je možné vytvářet grafy různých druhů. Pro grafické vykreslování vstupních dat slouží speciální příkazy, kterými se požadované grafy vytvářejí (SAS Institute, 2019d). Ukázka nejčastěji používaných příkazů k zobrazení nejdůležitějších grafů je uvedena v následujícím textu:

- SCATTERPLOT: generuje bodový graf ze vstupních dat,
- SCATTERPLOTMATRIX: generuje matici párově bodových grafů, která je umístěna typicky do LAYOUT GRIDDED vrstvy,
- HISTOGRAM: generuje jednorozměrný histogram počítaný ze vstupních dat,
- BOXPLOT: generuje krabicové ploty počítané ze vstupních dat a
- SERIESPLOT: generuje řadu čárových segmentů, které spojují pozorování vstupních dat.

Detailní informace o syntaxi jazyka grafických šablon může být získána z dokumentace podpory SAS (SAS Institute, 2019a).

### 3.4 Generování grafického výstupu pomocí procedury SGRENDER

Pro generování grafického výstupu pomocí procedury SGRENDER se používá následující sekvence příkazů:

```
Proc SGRENDER
      DATA=datový_soubor TEMPLATE=grafická_šablona SGANNO=soubor_anotace;
      DYNAMIC Dynamicka_promenna=Hodnota;
RUN;
```

Vstupní parametry pro proceduru SGRENDER jsou:

- datový soubor s vykreslovanými proměnnými,
- uživatelsky definovaná grafická šablona,
- datový soubor atributů objektu anotace (jedná se o volitelný parametr) a
- inicializační hodnoty dynamických proměnných

### 3.5 Příklad grafického výstupu vytvořeného na základě jazyka grafických šablon

Nejprve se vytvoří datový soubor anotace. Soubor anotace připojí do vytvářeného dodatečnou informaci o výšce jednotlivých dílčích grafů v bodech v celkovém grafickém výstupu (do grafického výstupu bude připojen text, šipky a čáry). Datový anotační soubor je definován pomocí syntaxe příkazů:

```
/*Vytvoření datového souboru anotace (vysvětlivek) */
data anno;
   length label $30 id $7;
   /*Vytvoření prvního bloku anotace včetně šipek a čísla*/
   id='Weights'; function='arrow'; x1=140; y1=350; x2=140; y2=520; color='black';
      output;
   id='Weights'; function='text'; x1=145; y1=335; color='black'; label='370';
      width=1000; widthunit='pixel'; textweight='bold'; textsize=12; output;
   id='Weights'; function='arrow'; x1=140; y1=320; x2=140; y2=150; color='black';
      output;
   /*Vytvoření druhého bloku anotace včetně složené závorky a čísla*/
   id='Weights'; function='text'; x1=145; y1=120; color='black'; label='}10';
      width=1000; widthunit='pixel'; textweight='bold'; textsize=12; output;
   /*Vytvoření třetího bloku anotace včetně šipek a čísla*/
   id='Weights'; function='arrow'; x1=140; y1=65; x2=140; y2=100; color='black';
      output;
   id='Weights'; function='text'; x1=145; y1=50; color='black'; label='100';
      width=1000; widthunit='pixel'; textweight='bold'; textsize=12; output;
   id='Weights'; function='arrow'; x1=140; y1=40; x2=140; y2=0; color='black';
      output;
run;
```

Dále následuje syntaxe příkazů jazyka grafických šablon, kterými je definována šablona grafického výstupu. Tato šablona kombinuje krabicové grafy, histogramy a maticové grafy datového souboru IRIS, které byly ukázány v předchozích příkladech, do jednoho grafu. Do vytvořeného grafu budou také vloženy anotační objekty:

```
proc template;
   define statgraph iris_tem; /*iris_tem: jméno šablony*/
     dynamic TITLE; /*TITLE: dynamická proměnná*/
     begingraph;
      entrytitle TITLE;
        /*definice diskrétní mapy atributů*/
        discreteattrmap name="attitudes"/ ignorecase=true;
        value "Setosa" / markerattrs=(color=blue symbol=circle);
        value "Versicolor" / markerattrs=(color=red symbol=plus);
        value "Virginica" / markerattrs=(color=green symbol=x);
        enddiscreteattrmap;
        discreteattrvar attrvar=Spec_gr var=Species attrmap="attitudes";
        /*LAYOUT LATTICE se 3 řádky a 2 sloupci s rozměry specifikovanými parametry ROWWEIGHTS
        a COLUMNWEIGHTS*/
        layout lattice/ rows=3 columns=2 rowweights=(.9 .04 .26) columnweights=(.9 .1);
          /*LAYOUT GRIDDED jako vložený příkaz mřížové vrstvy*/
          layout gridded;
          ScatterPlotMatrix SepalLength SepalWidth PetalLength PetalWidth / NAME="matrix"
             Group=Spec_gr diagonal=(histogram normal) datalabelattrs=(size=3);
          DiscreteLegend "attitudes" / type=marker title="Odrůda kosatce" across=3
          location=outside;
   endlayout;
        /*vytvoření 3 prázdných buněk k dosažení prázdného místa pod maticovým bodovým grafem a
        na pravé straně složeného grafu (pro objekty defionované anotací)*/
        cell;
          entry " ";
        endcell;
        cell;
          entry " ";
        endcell;
```

```
        cell;
          entry " ";
        endcell;
        /*LAYOUT LATTICE s 1 řádkem a 4 sloupci jako vložený příkaz mřížové vrstvy*/
        layout lattice/ rows=1 columns=4 columndatarange=union rowdatarange=union
        columngutter=2;
          /*Definice atributů svislých a vodorovných os*/
          columnaxes;
            columnaxis / display=(ticks tickvalues);
            columnaxis / display=(ticks);
            columnaxis / display=(ticks tickvalues);
            columnaxis / display=(ticks);
          endcolumnaxes;
          rowaxes;
            rowaxis / display=(ticks tickvalues) displaysecondary=(ticks);
          endrowaxes;
          /*Vytvoření 4 krabicových grafů, každý pro odrůdu kosatce jako seskupovací proměnné*/
          layout overlay;
            boxplot x=Species y=SepalLength/group=Spec_gr;
          endlayout;
          layout overlay;
            boxplot x=Species y=SepalWidth/group=Spec_gr;
          endlayout;
          layout overlay;
            boxplot x=Species y=PetalLength/group=Spec_gr;
          endlayout;
          /*Včetně proměnné ID z datového souboru anotace*/
          layout overlay;
            boxplot x=Species y=PetalWidth/group=Spec_gr;
            annotate /id="Weights";
          endlayout;
        endlayout;
        /*Vytvoření prázdné buňky k dosažení určitého místa na pravé straně složeného grafu*/
        cell;
          entry " ";
        endcell;
      endlayout;
    endgraph;
  end;
run;
```

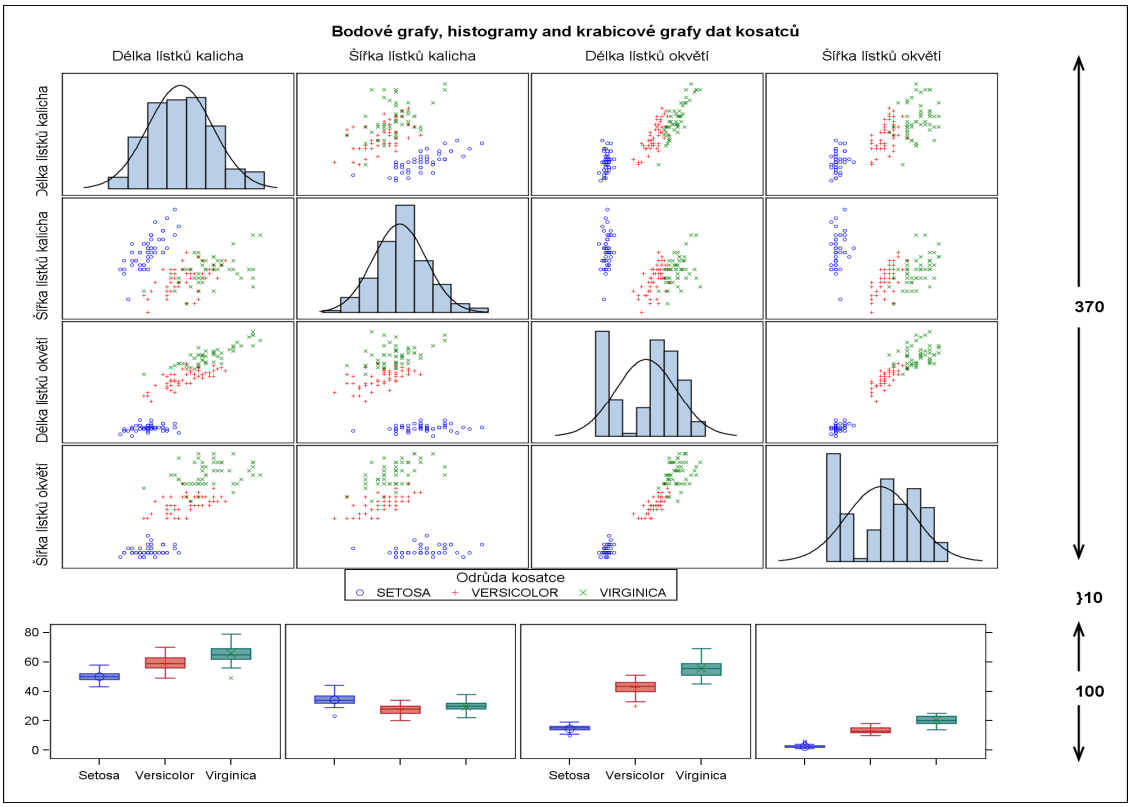
Generování výsledného grafického výstupu se vykoná pomocí procedury SGRENDER. Pro kvalitnější zobrazení všech objektů ve výstupu grafiky byla příkazem ODS GRAPHICS šířka nastavena na 1 280 bodů a výška na 960 bodů. Syntaxe příkazů je následující:

```
ods graphics / reset=index width=1280px height=960px;
proc sgrender data=sashelp.iris template=iris_tem sganno=anno;
  dynamic title="Bodové grafy, histogramy and krabicové grafy dat kosatců";
run;
```

Graf vytvořený pomocí jazyka grafických šablon je ilustrován na obrázku 4.

## 4 Závěr

Jazyk grafických šablon je nová výkonná syntaxe pro definici statistické grafiky od jednoduchého bodového grafu až ke komplexním grafickým výstupům. Příkazy jazyka grafických šablon využívá celá řada analytických procedur z různých programových modulů i procedury statistické grafiky systému SAS. Grafické výstupy uvedených procedur systému SAS jsou přímo řízeny příkazy jazyka grafických šablon. Uživatelé SAS, kteří pro své grafy potřebují vysoké uživatelské přizpůsobení nebo jejich grafy mají představovat komplexní grafické výstupy s dodatečnými informacemi, mohou tuto syntaxi přímo a velmi efektivně využít k dosažení požadovaných výsledků.




**Obr. 4** Grafický výstup vytvořený pomocí jazyka grafických šablon obsahující různé grafy i anotace objektů *(Zdroj: vlastní zpracování)*

## 5 Literatura

SAS Institute (2019a). SAS® 9.4 ODS graphics: Procedures guide. GTL statements and features. [online]. 6. vyd. Cary, North Carolina : SAS Institute, 1816 s. [cit. 2020-04-12]. Dostupné na internete: <https://documentation.sas.com/?docsetId=grstatug&docsetTarget=titlepage.htm&docsetVersion=9.4&locale=en>.

SAS Institute (2019b). SAS® 9.4 ODS graphics: Procedures guide. Layout statements. [online]. 6. vyd. Cary, North Carolina : SAS Institute, 1816 s. [cit. 2020-04-12]. Dostupné na internete: <https://documentation.sas.com/?docsetId=grstatug&docsetTarget=p19f09c14bm2ron1gqs1w1duqdpr.htm&docsetVersion=9.4&locale=en>.

SAS Institute (2019c). SAS® 9.4 ODS graphics: Procedures guide. Overview of SG annotation. [online]. 6. vyd. Cary, North Carolina : SAS Institute, 1816 s. [cit. 2020-04-12]. Dostupné na internete: <https://documentation.sas.com/?docsetId=grstatproc&docsetVersion=9.4&docsetTarget=n175gq401rl7e0n12provrqp9v6q.htm&locale=en>.

SAS Institute (2019c). SAS® 9.4 ODS graphics: Procedures guide. Plot statements. [online]. 6. vyd. Cary, North Carolina : SAS Institute, 1816 s. [cit. 2020-04-12]. Dostupné na internete: <https://documentation.sas.com/?docsetId=grstatug&docsetTarget=p1oniz2cc3ok1vn190gv68bk7kfj.htm&docsetVersion=9.4&locale=en>.