

# **XML Schema**

---

**sprievodca nielen pre tvorcov  
SOAP služieb**

---

## Obsah

<b>1</b>	<b>Čo je XML Schema?</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Kde sa používa XML Schema?</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Minimalistická schéma</b>	<b>2</b>
3.1	Varianty minimalistickej schémy . . . . .	2
<b>4</b>	<b>Jednoduchá schéma</b>	<b>2</b>
4.1	Validácia XML schémy . . . . .	3
<b>5</b>	<b>Schéma s vnorenými elementami</b>	<b>3</b>
5.1	Pokročilý dizajn schémy: kvalifikované elementy a lokálne elementy	5
5.1.1	Kvalifikované elementy . . . . .	5
5.1.2	Globálne a lokálne elementy . . . . .	5
5.1.3	Atribút <code>elementFormDefault</code> . . . . .	6
5.1.3.1	Atribút <code>elementFormDefault</code> s hodnotou <code>unqualified</code>	6
<b>6</b>	<b>Schéma s komplexnými vnorenými elementami</b>	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>Schéma s viacnásobne vnorenými elementami</b>	<b>9</b>
7.1	Štýl matrioška . . . . .	10
<b>8</b>	<b>Schéma s viacerými koreňovými elementami</b>	<b>10</b>
<b>9</b>	<b>Schéma s opakujúcimi sa elementami</b>	<b>12</b>
<b>10</b>	<b>Schéma s vlastnými jednoduchými typmi</b>	<b>14</b>
<b>11</b>	<b>Inštancie a automatické priradenie schémy</b>	<b>15</b>
<b>12</b>	<b>Alternatívne zápisy schémy</b>	<b>16</b>

---

---

<b>13 Schéma s elementami, ktoré majú atribúty</b>	<b>17</b>
13.1 Komplexné elementy s atribútmi . . . . .	17
13.2 Jednoduché elementy s atribútmi — rozšírenia typov pomocou <i>extensions</i> . . . . .	18
13.2.1 Jednoduché typy s atribútmi a facetmi: použitie reštrikcie a extenzie pre jeden element . . . . .	19
<b>14 Kompletná XML schéma</b>	<b>20</b>
<b>15 Práca s externými schémami</b>	<b>21</b>
15.1 Inklúzia externých schém . . . . .	21
15.1.1 Referencie na elementy z externej schémy . . . . .	23
15.2 Import externých schém . . . . .	23
<b>16 Literatúra a zdroje</b>	<b>26</b>

---

## 1 Čo je XML Schema?

Formát XML je dlhoročný štandard na uchovávanie a prenos štruktúrovaných dát. Je textový, je univerzálny, je primerane čitateľný nielen strojom, ale aj človekom, a spája sa s ním množstvo technológií, napríklad **XHTML** (jazyk pre webové stránky), **XSLT** (jazyk na transformácie XML do XML, či iných formátov), či **SOAP** (webové služby).

XML je "jazyk na tvorbu jazykov", a jednotlivé dokumenty musia spĺňať konkrétne pravidlá:

- *"Ktoré elementy sú povolené na tomto mieste? môžem v elemente <b> mať tabuľkový element <table>? Ak nie, ktoré elementy tam môžu byť?*
- *V akom poradí musia ísť konkrétne elementy? Som povinný mať najprv meno a potom priezvisko, alebo môžu ísť v ľubovoľnom poradí?*
- *Aký dátový typ má obsah elementu? Je to číslo? Dátum? Zložený element?*
- *Aké sú pokročilé pravidlá, napríklad pre jedinečnosť? Koľkokrát sa v texte môže vyskytnúť element s identifikátorom 2435?*



### Important

**XML Schema** je jazyk, ktorý určuje pravidlá, ktoré musia spĺňať jednotlivé elementy dokumentu XML. Inými slovami, definuje gramatiku pre XML dokumenty.

## 2 Kde sa používa XML Schema?

XML Schema sa používa na viacerých miestach:

- **SOAP** služby definujú štruktúru správ pomocou XML schémy.
- Java technológia **JAXB** umožňuje konvertovať XML na objekty a späť. XML Schema určuje pravidlá prevodu.
- vývojárske prostredia pre prácu XML umožňujú použiť XML Schému na automatické dopĺňanie (*autocomplete*) povolených elementov

## 3 Minimalistická schéma

XML schéma sa píše v jazyku XML. To je síce zvláštne, ale umožňuje to mať jednotný formát pre dokumenty i ich gramatiky.

Minimalistická schéma, ba priam jej kostra, vyzerajú nasledovne:

```
<?xml version="1.0"?>

<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
        targetNamespace="urn:example:calendar">
</schema>
```

- Schéma má koreňový element <schema>.
- Všetky elementy jazyka XML schémy patria do menného priestoru <http://www.w3.org/2001/XMLSchema>.
- Atribút targetNamespace hovorí, do ktorého menného priestoru budú patriť elementy dokumentu popisovaného schémou.

### 3.1 Varianty minimalistickej schémy

V tomto prípade sme element schema zaviedli do implicitného menného priestoru (*default namespace*). V niektorých príkladoch sa uvádza explicitný prefix menného priestoru a elementy schémy majú dohodnutý prefix xsd :, či xs :.

```
<?xml version="1.0"?>

<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
            targetNamespace="urn:example:calendar">
</xsd:schema>
```

## 4 Jednoduchá schéma

Predstavme si jednoduchý bežný document:

```
<calendar xmlns="urn:example:calendar">
  3 events
</calendar>
```

Dokument má jediný (koreňový) element `<calendar>`, ktorého obsahom je reťazec.

Element navyše patrí do menného priestoru (*namespace*) `urn:example:calendar`.

Schéma, ktorá popisuje uvedený dokument, vyzerá nasledovne:

```
<?xml version="1.0"?>

<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="urn:example:calendar">
  <element name="calendar" type="string" />
</schema>
```

Schéma popisuje dokumenty s jediným koreňovým elementom `<calendar>`, ktorý má povolený len reťazcový obsah, bez elementov. Reťazce sú indikované dátovým typom v atribúte `type`, kde `string` reprezentuje reťazce v jazyku XML schémy.

---

#### Note

XML Schema má zabudovaných štyridsaťštyri (!) jednoduchých dátových typov. Medzi najbežnejšie patrí `string` (reťazce), `double` (desatinné čísla), `int` pre celé čísla, či `dateTime` pre dátumy a časy. Úplný zoznam je v špecifikácii, konkrétne **zozname primitívnych dátových typov** a v dodatočnom **zozname odvodených dátových typov**.

---

## 4.1 Validácia XML schémy

Na validáciu XML schémy môžeme použiť viacero nástrojov, napríklad `xmllint`:

```
xmllint calendar.xml --schema calendar.xsd
```

Dokument, ktorý spĺňa všetky pravidlá danej XML schémy, je **validný**. Hovoríme tiež, že takýto dokument je **inštanciou** príslušnej XML schémy.

## 5 Schéma s vnorenými elementami

Vylepšime dokument o kalendár, ktorý obsahuje vnorené elementy:

```
<calendar xmlns="urn:example:calendar">
  <event>Conference Intro at 17:00</event>
  <event>On XML Schemas at 20:00</event>
  <event>Conference outro</event>
</calendar>
```

Schéma má pravidlá:

1. Koreňový element je `<calendar>`.
2. Kalendár obsahuje jeden a viac elementov `<event>` pre konkrétne udalosti.
3. Každá udalosť obsahuje len text.

Schéma bude vyzerat' nasledovne:

```
<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="urn:example:calendar"
  elementFormDefault="qualified"> ❶
  <element name="calendar"> ❷
    <complexType> ❸
      <sequence> ❹
        <element name="event" maxOccurs="unbounded"
          type="string" /> ❺
      </sequence>
    </complexType>
  </element>
</schema>
```

- ❷ Element `<calendar>` v schéme je jediný povolený koreňový element. (Pravidlo 1.)
- ❸ Element `<complexType>` hovorí, že `<calendar>` bude obsahovať po-delementy. Ide o **komplexný typ**, na rozdiel od predošlej verzie, ktorá bola *simple type*, jednoduchý typ.
- ❹ Element `<sequence>` hovorí, že elementy v kalendári musia ísť v takom poradí, v akom sú uvedené v schéme. V tomto prípade to neza-váži, pretože `<calendar>` obsahuje výhradne elementy rovnakého typu `<event>`, kde na poradí aj tak nezáleží.
- ❺ Element `<event>` je jednoduchý element, ktorý obsahuje reťazce (typ `string`). Element `maxOccurs` nastavuje neobmedzený počet opakovaní, teda neobmedzený počet udalostí v kalendári. Minimálny počet opako-vaní je jedna, čo možno voliteľne nastaviť v elemente `minOccurs`.
- ❶ Atribút `elementFormDefault` s hodnotou `qualified` hovorí, že všetky lokálne elementy musia byť kvalifikované. Podrobnosti si vysvetlíme nižšie, ale bez tohto nastavenia by sme narážali na nelogické vlastnosti vali-dácie.

## 5.1 Pokročilý dizajn schémy: kvalifikované elementy a lokálne elementy



### Caution

XML schéma v štandardnom správaní hovorí, že žiadny z lokálnych elementov nesmie byť kvalifikovaný.

Rozoberme si toto pravidlo postupne pojem za pojmom.

### 5.1.1 Kvalifikované elementy

Kvalifikovaný element (*qualified element*) patrí do nejakého menného priestoru.

#### Example 5.1 Príklady kvalifikovaných elementov

Všetky elementy našej inštancie patria do menného priestoru `urn:example:calendar`, ktorý sme zároveň vyhlásili za implicitný. Vďaka pravidlu o dedení menných priestorov v hierarchii je tento menný priestor implicitný nielen pre `<calendar>`, ale aj pre udalosti `<event>`.

Kvalifikovaný názov pre elementy z našej inštancie:

- `{urn:example:calendar}calendar` pre koreňový element,
- `{urn:example:calendar}event` pre udalost'ové elementy.

Naša inštancia je ekvivalentná explicitnej verzii, kde každý element vyfasuje explicitný prefix.

```
<cal:calendar xmlns:cal="urn:example:calendar">
  <cal:event>Conference Intro at 17:00</cal:event>
  <cal:event>On XML Schemas at 20:00</cal:event>
  <cal:event>Conference outro</cal:event>
</cal:calendar>
```

### 5.1.2 Globálne a lokálne elementy

Globálny element (*global element*) je taký, ktorý je priamym potomkom elementu `<schema>` v XML schéme. Všetky ostatné elementy deklarované v schéme sú lokálne.



---

**Example 5.2** Príklady globálnych a lokálnych elementov

---

V našej schéme máme:

- jeden globálny element `<calendar>`
  - a jeden lokálny element `<event>`.
- 

### 5.1.3 Atribút `elementFormDefault`

Atribút `elementFormDefault` s hodnotou `qualified` hovorí, že všetky lokálne elementy v inštancii *musia* byť kvalifikované. Toto správanie, hoci ho musíme uviesť explicitne, dáva pre inštalácie logickejšie správanie než keď ho vynecháme.

Ak by sme atribút vynechali, je to ekvivalentné hodnote `unqualified`.

#### 5.1.3.1 Atribút `elementFormDefault` s hodnotou `unqualified`

Pripomeňme si pravidlo zhora.

XML schéma v štandardnom správaní (`elementFormDefault` s hodnotou `unqualified`) zakazuje kvalifikovanie lokálnych elementov.

Inštancia, ktorá spĺňa schému bez atribútu `elementFormDefault`, musí vyzeráť takto:

```
1 <cal:calendar xmlns:cal="urn:example:calendar"> ❶
2   <event>Conference Intro at 17:00</event> ❷
3   <event>On XML Schemas at 20:00</event> ❸
4   <event>Conference outro</event>
5 </cal:calendar>
```

❶ Element `calendar` je kvalifikovaný: `{urn:example:calendar}calendar`. Podľa schémy ide o globálny element.

❷, ❸ Lokálne elementy `event` nepatria do žiadneho menného priestoru: nemajú žiaden prefix menného priestoru a dokument XML nedeklaruje žiaden implicitný menný priestor.

Ak by sme použili klasický dokument s implicitným menným priestorom a pokúsili sa ho zvalidovať, dostaneme chybu.

---

```
<calendar xmlns="urn:example:calendar">
  <event>Conference Intro at 17:00</event>
  <event>On XML Schemas at 20:00</event>
  <event>Conference outro</event>
</calendar>
```

Chybová hláška hovorí o porušení pravidla XML schémy. Element `<event>`, ktorý je v schéme lokálny, je v XML inštancii kvalifikovaný (patrí do menného priestoru `urn:example:calendar`), čo nie je povolené.

```
Schemas validity error : Element '{urn:example:calendar} ←
  event': This element is not expected. Expected is ( event ←
  ).
```

Validátor jasne hovorí, že element s kvalifikovaným menom `{urn:example:calendar}event` v elemente kalendára nie je povolený. Namiesto neho je očakávaný nekvalifikovaný element `event`, ktorý nepatrí do žiadneho menného priestoru.

Ako z toho von?

Možnosti sú dve:

1. Buď upravíme XML schému a zavedieme pravidlo `elementFormDefault` s hodnotou `qualified`.
2. Alebo upravíme dokument tak, aby zodpovedal schéme a „odkvalifikujeme“ elementy udalostí tak, ako je to v príklade s **nekvalifikovanými elementami pre udalosti**.

## 6 Schéma s komplexnými vnorenými elementami

Predstavme si teraz ešte zložitejšiu inštanciu:

```
<calendar xmlns="urn:example:calendar">
  <event>
    <date>2019-05-30T09:00:00</date>
    <description>Welcome Drink</description>
  </event>
</calendar>
```

XML schéma, ktorá popisuje tento dokument:

```
<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" ←
  targetNamespace="urn:example:calendar" elementFormDefault ←
  ="qualified"> ❶
```

```

<element name="calendar">
  <complexType>
    <sequence>
      <element name="event" minOccurs="0" maxOccurs="↔
        unbounded"> ❷
          <complexType>
            <sequence>
              <element name="date" type="dateTime" /> ❸
              <element name="description" type="string" /> ❹
            </sequence>
          </complexType>
        </element>
      </sequence>
    </complexType>
  </element>
</schema>

```

- ❶ Schéma už rovno zapína pravidlo o povinnosti kvalifikovať všetky elementy, aj globálne, aj lokálne.
- ❷ Lokálny element <event> je po novom *komplexným*, pretože môže obsahovať dva podelementy pre dátum (<date>) a popis (<description>). Sekvencia hovorí, že elementy musia ísť v presnom poradí, najprv dátum a potom popis, pričom výmena nie je povolená.
- ❸ Element <date> pre dátum má dátový typ dateTime, čo je zabudovaný dátový typ pre dátumy a časy.
- ❹ Element <description> pre popis je reťazcový.

Kedže elementov typu <event> môže byť nula až nekonečno, povolené sú aj extrémne varianty.

Prázdny kalendár:

```
<calendar xmlns="urn:example:calendar" />
```

Kalendár s dvoma udalosťami.

```

<?xml version="1.0"?>

<calendar xmlns="urn:example:calendar">
  <event>
    <date>2019-05-30T09:00:00</date>
    <description>Welcome Drink</description>
  </event>
  <event>

```

```
<date>2019-05-30T10:00:00</date>
<description>Conference</description>
</event>
</calendar>
```

## 7 Schéma s viacnásobne vnorenými elementami

Elementy môžeme vnárať aj viacnásobne. Pridajme ku každej udalosti aj zoznam účastníkov.

```
<calendar xmlns="urn:example:calendar">
  <event>
    <date>2019-05-30T09:00:00</date>
    <description>Welcome Drink</description>
    <participants> ❶
      <participant>John Doe</participant> ❷
      <participant>Jane Doe</participant> ❸
    </participants>
  </event>
  <event>
    <date>2019-05-30T10:00:00</date>
    <description>Conference</description> ❹
  </event>
</calendar>
```

- ❶ Všimnime si, že prvá udalosť má dvoch účastníkov uvedených v rámci elementu <participants>.
- ❷, ❸ Každý účastník má svoj vlastný element, kde uvedieme jeho meno.
- ❹ Udalosť nemusí mať žiadnych potvrdených účastníkov.

Schéma následne zopakuje trik s vnáraním elementov:

```
<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="urn:example:calendar"
  elementFormDefault="qualified">
  <element name="calendar">
    <complexType>
      <sequence>
        <element name="event" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"> ←
```

```
<complexType>
  <sequence>
    <element name="date" type="dateTime" />
    <element name="description" type="string" />
    <element name="participants" minOccurs="0"> ❶
      <complexType>
        <sequence>
          <element name="participant"
            type="string"
            maxOccurs="unbounded" /> ❷
        </sequence>
      </complexType>
    </element>
  </sequence>
</complexType>
</element>
</schema>
```

- ❶ Pribudol jeden lokálny element `<participants>`, ktorý má minimálny počet výskytov nastavený na nulu, čo je ekvivalent nepovinného elementu. Ide o komplexný element so sekvenciou vnorených elementov rovnakého typu.
- ❷ Každý účastník je reťazcového typu.

## 7.1 Štýl matrioška

V schéme máme jeden globálny element `<calendar>` a viacero lokálnych elementov: `<event>`, v ňom `<date>`, `<description>` a `<participants>`, a v rámci neho účastníka `<participant>`.

Tento štýl vnárania elementov sa niekde nazýva **matrioška** podľa slávnej ruskej bábiky, ktorá obsahuje bábiky, ktoré obsahujú bábiky.

## 8 Schéma s viacerými koreňovými elementami

Globálne elementy schémy určujú povolené koreňové elementy. Doposiaľ sme mali povolený jediný koreňový element `<calendar>`, ale sú situácie, keď jedna schéma popisuje viacero možných inštancií s rozličnými koreňmi.

Medzi príklady z praxe patrí:

- jazyk **DocBook** pre písanie dokumentácie, ktorý povoľuje knihy <book>, ale aj články <article>
- formát správ vo webových službách **SOAP**, ktorý povoľuje vlastnú definíciu správ pre požiadavky a odpovede. Príkladom môže byť <CalendarResponse> pre odpoveď a <CalendarRequest> pre požiadavku.

Pridajme si do schémy ďalší koreňový element pre dokument reprezentujúci jednu udalosť.

```
<event xmlns="urn:example:calendar">
  <date>2019-05-30T09:00:00</date>
  <description>Welcome Drink</description>
  <participants>
    <participant>John Doe</participant>
    <participant>Jane Doe</participant>
  </participants>
</event>
```

Schéma, ktorá zvládne aj kalendár, aj jednu udalosť vyzerá nasledovne. Nie je to vonkoncom optimálna schéma, pretože sa v ňom opakujú definície elementu <event>, ale to opravíme neskôr.

```
<?xml version="1.0"?>

<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="urn:example:calendar"
  elementFormDefault="qualified">

  <element name="event"> ❶
    <complexType>
      <sequence>
        <element name="date" type="dateTime" />
        <element name="description" type="string" />
        <element name="participants" minOccurs="0">
          <complexType>
            <sequence>
              <element name="participant"
                type="string"
                maxOccurs="unbounded" />
            </sequence>
          </complexType>
        </element>
      </sequence>
    </complexType>
  </element>

  <element name="calendar">
    <complexType>
```

```

<sequence>
  <element name="event" minOccurs="0" maxOccurs="↔"
    unbounded"> ❷
    <complexType>
      <sequence>
        <element name="date" type="dateTime" />
        <element name="description" type="string" />
        <element name="participants" minOccurs="0">
          <complexType>
            <sequence>
              <element name="participant" type="string" ↔
                " maxOccurs="unbounded" />
            </sequence>
          </complexType>
        </element>
      </sequence>
    </complexType>
  </element>
</sequence>
</complexType>
</element>
</schema>

```

❶, ❷ Definícia elementu sa opakuje, pretože je naozaj rovnaká v samostatnom dokumente i v zozname udalostí v kalendári.

## 9 Schéma s opakujúcimi sa elementami

Element <event> v predošlom príklade sa vyskytuje na dvoch rozličných miestach: buď ako koreňový element alebo ako súčasť kalendára.

Ak chceme zrecyklovať, či znovupoužiť definíciu bez jej opakovania, vytiahneme definíciu štruktúry tohto elementu von, mimo elementov, a následne sa na ňu odkážeme z oboch miest.

Podobne ako v bežnom programovaní tried, či štruktúr struct môžeme definovať štruktúru elementu ako samostatný pomenovaný typ.

```

<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="urn:example:calendar"
  elementFormDefault="qualified"
  xmlns:cal="urn:example:calendar"> ❶

  <complexType name="Event"> ❷
    <sequence>

```

```

        <element name="date" type="dateTime" />
        <element name="description" type="string" />
        <element name="participants" minOccurs="0">
            <complexType>
                <sequence>
                    <element name="participant" type="↔
                        string" maxOccurs="unbounded" />
                </sequence>
            </complexType>
        </element>
    </sequence>
</complexType>

<element name="calendar">
    <complexType>
        <sequence>
            3
            <element name="event" type="cal:Event"
                minOccurs="0"
                maxOccurs="unbounded" />
        </sequence>
    </complexType>
</element>

<element name="event" type="cal:Event" /> 4
</schema>

```

- 2 Deklaráciu sme presunuli do elementu `<complexType>`, ktorý sme pomenovali `Event` a dali sme mu rovnakú štruktúru udalosti kalendára, ako v predošlých príkladoch.  
Dôležitá je jedna vec: typ `Event` patrí do menného priestoru `urn:example:calendar`, čo je určené atribútom `targetNamespace`.
- 3 Element vo vnútri kalendára, teda `<event>` už neuvádza svoju vnútornú štruktúru explicitne, ale odkazom na komplexný typ.  
Takýto odkaz však musíme urobiť nepriamo, okľukou cez *prefix menného priestoru*. Spomenuli sme, že typ `Event` patrí do menného priestoru `urn:example:calendar` (jeho kvalifikované meno je `{urn:example:calendar}Event`). Keďže menné priestory môžu byť mimoriadne dlhé — napríklad <http://www.w3.org/2001/XMLSchema> — musíme použiť ich zástupné mená (aliasy), teda **prefixy**. V atribúte `type` sme sa rozhodli použiť prefix `cal:`. Musíme však ešte určiť, že `cal:` je prefix pre `urn:example:calendar`.
- 1 Mapovanie medzi menným priestorom `urn:example:calendar` a jeho prefixom `cal` urobíme v koreňovom elemente pomocou klasického mechanizmu menných priestorov. Prefix menného priestoru je ľubovoľný, my sme sa rozhodli pre krátky a úderný `cal`.



- 4 Voľne stojaci element `<event>` ako koreňový element je tiež typu `cal:Event`. Platí podobná filozofia: použijeme odkaz na komplexný typ `Event`, pričom jeho menný priestor je určený prefixom.

---

**Note**

Takýto štýl schémy sa nazýva **žalúzia** (Venetian Blind). Koreňové elementy sú globálne, všetky ostatné elementy sú lokálne. Viacnásobne používané štruktúry sú deklarované cez pomenované komplexné či jednoduché typy.

---

## 10 Schéma s vlastnými jednoduchými typmi

Jednoduché typy podporujú rozličnú sadu špeciálnych obmedzení. Reťazce s dĺžkou v danom rozsahu, čísla v danom intervale, iné reťazce spĺňajúce formát v tvare regulárneho výrazu, či hodnoty z daných možností.

XML Schema umožňuje definovať typy pomocou reštrikcií (*restrictions*) a faziet (*facets*).

Predstavme si, že chceme obmedziť popis udalosti na 32 znakov. V schéme dodáme vlastný jednoduchý dátový typ. Vložíme ho priamo pod element `<schema>`:

```
<simpleType name="Description">
  <restriction base="string">
    <maxLength value="32" />
  </restriction>
</simpleType>
```

Jednoduchý typ (*simple type*), ktorý určuje formát hodnôt v elemente, vznikol:

- ako reštrikcia zabudovaného dátového typu `string` (reťazec). Reštrikcie deklarujeme v elemente `<restriction>`
- s jednou fazetou, ktorá obmedzí dĺžku na 32 znakov. Tá je uvedená v elemente `<maxLength>`.

Následne vieme upraviť dátový typ v elemente `<description>`. Namiesto reťazcového typu použijeme odkaz na typ `Description`:

```
<element name="description" type="cal:Description" />
```

Podobne ako v prípade zložených dátových typov použijeme plne kvalifikovaný odkaz, kde menný priestor uvedieme pomocou prefixu `cal`.

---

Obmedzenie začne platiť pre ľubovoľný element <description>, bez ohľadu na to, či je v samostatnom dokumente <event> alebo v rámci udalosti kalendára.

Nasledovný dokument prestane zodpovedať schéme:

```
<event xmlns="urn:example:calendar">
  <date>2019-05-30T10:00:00</date>
  <description>A Very Long Conference Name With More Than
    32 Characters</description>
</event>
```

Pri pokuse o validáciu uvidíme chyby indikujúce porušenie facetov a reštrikcií:

```
Element '{urn:example:calendar}description': [facet '
  maxLength'] The value has a length of '56'; this exceeds
  the allowed maximum length of '32'.
Element '{urn:example:calendar}description': 'A Very Long
  Conference Name With More Than 32 Characters' is not a
  valid value of the atomic type '{urn:example:calendar}
  Description'.
```

## 11 Inštancie a automatické priradenie schémy

Každá inštancia dokumentu môže mať implicitne priradenú schému, oproti ktorej sa dá zvalidovať.

```
---
<calendar xmlns="urn:example:calendar"
  xsi:schemaLocation="urn:example:calendar calendar.
    xsd"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-
    instance">
...

```

Koreňovému elementu môžeme priradiť atribút `schemaLocation`. Jeho hodnota pozostáva z dvojíc oddelených medzerami, napr. `urn:example:calendar calendar.xsd`

- prvá časť dvojice reprezentuje **menný priestor**, ku ktorému priradíme XML schému
- druhá časť dvojice predstavuje adresu **URL**, na ktorej sa nachádza XML schéma k predošlému mennému priestoru. Adresa môže byť absolútna, napríklad <https://www.w3.org/2009/XMLSchema/XMLSchema.xsd> alebo relatívna vzhľadom k inštancii XML dokumentu. V príklade máme relatívnu adresu, kde sa očakáva, že schéma

je v rovnakom adresári ako samotná inštancia. Validátor pristúpi, či stiahne schému dostupnú na danej adrese a použije ju pri validácii.

Samotný atribút `schemaLocation` je plne kvalifikovaný a patrí do menného priestoru <http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance>. Ak ho chceme použiť v dokumente, musíme sa naňho odkázať cez prefix menného priestoru, ktorý je podľa konvencie `xsi`. To je dôvod, prečo musíme deklarovať mapovanie medzi prefixom a menným priestorom:

```
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
```

## 12 Alternatívne zápisy schémy

Alternatívny obvyklý zápis XML schémy využíva explicitný prefix menného priestoru:

```
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
            xmlns:cal="urn:example:calendar"
            targetNamespace="urn:example:calendar"
            elementFormDefault="qualified">
  <!-- ... -->

  <xs:simpleType name="Description">
    <xs:restriction base="xs:string">
      <xs:maxLength value="32" />
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:schema>
```

Doposiaľ sme mali zavedený implicitný menný priestor <http://www.w3.org/2001/XMLSchema>, čo znamenalo, že všetky elementy z jazyka XML Schema sme mohli uviesť bez prefixu menného priestoru. Mnoho XML schém však používa explicitný prefix, ktorým je obvykle `xs`, či `xsd`.

V takom prípade musíme:

1. Zaviest' mapovanie prefixu na menný priestor. V koreňovom elemente uvedieme:

```
xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
```

2. Všetky elementy patriace do menného priestoru jazyka XML Schema musia byť uvedené s prefixom: napríklad `<xs:schema>`, či `<xs:complexType>`.
3. Všetky dátové typy z jazyka XML Schema musia byť uvedené s prefixom, napríklad `xs:string`, či `xs:dateTime`.

V ukážke vidíme, ako sa element reštrikcie `<xs:restriction>` odvodil od zabudovaného elementu reťazec (*string*), na ktorý sa odkážeme pomocou prefixu, teda `xs:string`.

---

**Note**

XML schéma, kde konštrukčné elementy (*element*, *complexType* atď.) sú v mennom priestore s prefixom *xs*, resp. *xsd*, je ekvivalentná schéme, kde sú konštrukčné elementy v implicitnom mennom priestore. Jediný rozdiel uvidíme v prípade, že chceme konštruovať schému pre dokumenty, u ktorých elementy nepatria do žiadneho menného priestoru (atribút `targetNamespace` vynecháme). To je veľmi okrajová situácia, ktorá sa neodporúča použiť a ak áno, konštrukčné elementy musia mať explicitný prefix.

---

## 13 Schéma s elementami, ktoré majú atribúty

### 13.1 Komplexné elementy s atribútmi

Elementy popisované schémou môžu mať svoje vlastné atribúty. Tie často popisujú *metadáta*, teda dáta o dátach reprezentovaných v dokumente.

Zoberme si dokument, kde atribút `app` hovorí o aplikácii, ktorá vytvorila príslušný kalendár.

```
<calendar xmlns="urn:example:calendar" app="TurboCalendar">
  ...
</calendar>
```

Atribút `app` je reťazcový. Podme ho teraz zareprezentovať v schéme.



---

**Important**

Element s atribútmi musí byť vždy komplexný (*complexType*). Ak chceme jednoduchý typ (*simple type*) s atribútom, musíme ho deklarovať ako komplexný typ.

---

```
<element name="calendar">
  <complexType>
    <sequence>
      <element name="event" type="cal:Event" minOccurs ←
        ="0" maxOccurs="unbounded" />
    </sequence>
```

---

```

        <attribute name="app" type="string" use="required"/> ←
    ①
    </complexType>
</element>

```

- ❶ V elemente <calendar> deklarujeme atribút app typu reťazec (*string*). Atribút use určuje povinnosť atribútu. Hodnota *required* vraví, že atribút je povinný. (Ďalšie možnosti sú: implicitný *optional* pre nepovinné atribúty a *prohibited* pre zakázaný atribút.)



### Important

Napriek tomu, že v XML dokumente sú atribúty uvedené pred vnorenými elementami, v XML schéme najprv uvádzame po-delementy (v príklade <sequence>) a až následne uvádzame atribúty.

## 13.2 Jednoduché elementy s atribútmi – rozšírenia ty-pov pomocou extensions

Ak chceme ukázať jednoduché elementy (bez vnorených elementov) s atribútmi, musíme sa vrátiť k úplne prvému príkladu. Dodajme doňho atribút app.

```

<calendar xmlns="urn:example:calendar" app="iCal">3 events</ ←
calendar>

```

Schéma, ktorá popisuje uvedený jednoduchý dokument, musí zadeklarováť <calendar> ako komplexný typ, a to i napriek tomu, že obsah je jednoduchý.

```

<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" ←
  targetNamespace="urn:example:calendar">
  <element name="calendar">
    <complexType>
      <complexContent> ①
        <extension base="string"> ②
          <attribute name="app" type="string" use= ←
            "required"/> ③
        </extension>
      </complexContent>
    </complexType>
  </element>
</schema>

```

- ❶ Element zadeklarujeme ako komplexný typ, ale s jednoduchým obsahom (*simple content*), ktorý zakazuje podelementy.
- ❷ Element následne použijeme ako rozšírenie (**extension**) existujúceho jednoduchého typu – v našom prípade reťazca – ktorému dodáme ďalšie atribúty.
- ❸ Elementu `<calendar>` dodáme povinný (*required*) reťazcový (*string*) atribút s názvom `app`.

---

**Note**

Rozšírenie (**extension**) plní v XML schéme podobnú funkciu ako dedičnosť v objektovo orientovanom programovaní. Typ, ktorý rozširujeme (od ktorého dedíme) predstavuje akúsi šablónu, ktorú obohatíme o nové atribúty, či podelementy.

---

### 13.2.1 Jednoduché typy s atribútmi a facetmi: použitie reštrikcie a extenzie pre jeden element

Niekedy chceme, aby element obsahoval naraz aj atribúty, ale podliehal špeciálnym obmedzeniam (napríklad na dĺžku, či formát).

V takom prípade použijeme trik:

1. Vytvoríme vlastný dátový typ s reštrikciou.
2. Použijeme ho ako dátový typ elementu, ktorý rozšírime o atribúty.

```
<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="urn:example:calendar"
  xmlns:cal="urn:example:calendar">

  <simpleType name="CalendarSummary"> ❶
    <restriction base="string"> ❷
      <pattern value="\d+ event(s)?" /> ❸
    </restriction>
  </simpleType>

  <element name="calendarSummary">
    <complexType>
      <simpleContent> ❹
        <extension base="cal:CalendarSummary"> ❺
          <attribute name="app" type="string" use="↔"
            "required"/>
        </extension>
      </simpleContent>
    </complexType>
  </element>
</schema>
```

```
        </extension>
      </simpleContent>
    </complexType>
  </element>
</schema>
```

- ❶ Deklarujeme vlastný dátový typ `CalendarSummary` reprezentujúci element s jednoduchým textovým obsahom.
- ❷ Obsah elementu vytvoríme reštrikciou typu reťazec
- ❸, ❹ Fazetou reštrikcie bude regulárny výraz.
- ❺ Sumár kalendára (koreňový element) definujeme ako komplexný typ s jednoduchým obsahom, ktorý založíme na dátovom type `CalendarSummary`. Extenziou nášho vlastného dátového typu získame element s formátom vyhovujúcim regulárnemu výrazu, ktorému vieme pridať dodatočné atribúty.

Inštancia dokumentu XML, ktorý vyhovuje schéme:

```
<calendarSummary xmlns="urn:example:calendar" app="iCal">3 ↵
  events</calendarSummary>
```

Takýto dokument s jedným elementom podporuje i atribút `app`, i predpis na obsah zodpovedajúci regulárnemu výrazu.

## 14 Kompletná XML schéma

```
<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="urn:example:calendar"
  elementFormDefault="qualified"
  xmlns:cal="urn:example:calendar"
>
  <element name="event" type="cal:Event" />

  <element name="calendar">
    <complexType>
      <sequence>
        <element name="event" type="cal:Event" ↵
          minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
      </sequence>
      <attribute name="app" type="string" use=" ↵
        required"/>
    </complexType>
```

```
</element>

<complexType name="Event">
  <sequence>
    <element name="date" type="dateTime" />
    <element name="description" type="↔
      cal:Description" />
    <element name="participants" minOccurs="0">
      <complexType>
        <sequence>
          <element name="participant" type="↔
            string" maxOccurs="unbounded" />
        </sequence>
      </complexType>
    </element>
  </sequence>
</complexType>

<simpleType name="Description">
  <restriction base="string">
    <maxLength value="32" />
  </restriction>
</simpleType>
</schema>
```

## 15 Práca s externými schémami

\*XML Schema\* podporuje dva spôsoby práce s externými schémami:

- **include**, kde vieme do existujúcej schémy "vložiť" definície z inej schémy, ale rovnakého menného priestoru tak, ako keby boli v nej uvedené priamo.
- **import**, kde vieme do existujúcej schémy dotiahnuť definície z inej schémy a iného menného priestoru.

### 15.1 Inklúzia externých schém

Inklúzia schémy "skopíruje" obsah externej schémy do aktuálnej schémy. Inklúdovať môžeme len elementy z rovnakého menného priestoru ako má cieľový menný priestor (*target namespace*) aktuálnej schémy.

Predstavme si základnú schému pre udalosti:

**event.xsd**



```
<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="urn:example:calendar"
  elementFormDefault="qualified"
  xmlns:cal="urn:example:calendar">
  <complexType name="Event">
    <sequence>
      <element name="date" type="dateTime" />
      <element name="description" type="string" />
    </sequence>
  </complexType>
  <element name="event" type="cal:Event" />
</schema>
```

Schéma má cieľový menný priestor `urn:example:calendar` a deklaruje v ňom jediný globálny element `<event>`.

A teraz si vytvoríme druhú schému, `calendar.xsd`, ktorá chce využiť existujúce deklarácie z externej schémy `event.xsd`.

#### calendar.xsd

```
<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="urn:example:calendar"
  elementFormDefault="qualified"
  xmlns:cal="urn:example:calendar">

  <include schemaLocation="event.xsd" /> ❶

  <element name="calendar"> ❷
    <complexType>
      <sequence>
        <element name="event" type="cal:Event" ↔
          maxOccurs="unbounded" /> ❸
      </sequence>
    </complexType>
  </element>
</schema>
```

- ❶ Schéma `calendar.xsd` má cieľový menný priestor zhodný s cieľovým menným priestorom schémy `event.xsd` (ide o priestor `urn:example:calendar`). Môžeme teda do nej priamo vložiť (*include*) obsah externej schémy. Inkľúziu zrealizujeme elementom `<include>` a uvedením absolútnej adresy URL alebo relatívnej adresy k externej schéme.
- ❷ V schéme si deklarujeme vlastný element `<calendar>`, ktorý bude obsahovať zoznam udalostí `<event>`.

- 3 Štruktúra každého elementu sa riadi komplexným typom `Event` deklarovaným v schéme `event.xsd`

**Caution**

Zo schémy môžeme odkazovať len na globálne typy a elementy.

### 15.1.1 Referencie na elementy z externej schémy

Elementy pre udalosti môžeme použiť aj iným spôsobom, odkazom. Namiesto deklarácie elementu a odkazu na jeho typ môžeme uviesť **referenciu**:

```
<element ref="cal:event" maxOccurs="unbounded" /> 1
```

- 1 Referenciu na globálny element realizujeme atribútom `ref`, kde uvedieme kvalifikovaný názov elementu použiteľného na príslušnom mieste. (Kvalifikovaný názov uvedieme pomocou prefixu, ktorý musí byť namapovaný na príslušný menný priestor, ideálne v koreňovom elemente schémy.)

## 15.2 Import externých schém

Import schémy vezme elementy a typy z menného priestoru externej schémy a sprístupní ich v aktuálnej schéme.

**Warning**

Importované súčasti musia byť z iného menného priestoru ako má cieľový menný priestor aktuálnej schémy!

Predstavme si základnú schému pre udalosti:

`event.xsd`

```
<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  targetNamespace="urn:example:event"
  xmlns:e="urn:example:event"
  elementFormDefault="qualified"> 1
```

```
<complexType name="Event"> 2
  <sequence>
```

```
        <element name="date" type="dateTime" />
        <element name="description" type="string" />
    </sequence>
</complexType>
<element name="event" type="e:Event" /> ❸
</schema>
```

- ❶ Schéma `event.xsd` má cieľový menný priestor `urn:example:event` namapovaný na prefix `e`.
- ❷ V schéme deklarujeme komplexný typ `Event` s dvoma lokálnymi podelementami pre dátum a popis.
- ❸ Deklarujeme globálny element `<event>`, ktorého štruktúra sa riadi komplexným typom `Event`. Tento element má kvalifikované meno `{urn:example:event}event`.

Vytvorme teraz druhú schému pre kalendár:

#### calendar.xsd

```
<schema xmlns="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  elementFormDefault="qualified"
  targetNamespace="urn:example:calendar"
  xmlns:e="urn:example:event"> ❶

  <import namespace="urn:example:event" schemaLocation="↔
    event.xsd" /> ❷

  <element name="calendar">
    <complexType>
      <sequence>
        <element ref="e:event" maxOccurs="unbounded" ↔
          /> ❸
      </sequence>
    </complexType>
  </element>
</schema>
```

- ❶ Schéma pre kalendár `schema.xsd` deklaruje elementy do cieľového menného priestoru `urn:example:calendar`. Zároveň deklarujeme mapovanie prefixu `e` na menný priestor udalostí z importovanej schémy.
- ❷ Schému pre udalosti `event.xsd` zavedieme do aktuálnej schémy. Keďže menný priestor tejto externej schémy je odlišný od cieľového menného priestoru aktuálnej schémy, použijeme `<import>`. Uvedieme adresu schémy (`schemaLocation`) a menný priestor, do ktorého importneme jej prvky.

- 3 Elementy kalendára znovupoužijeme zo schémy. Použijeme *referenciu* na globálny element `event` zo schémy pre udalosti. Odkaz samozrejme uvedieme v kvalifikovanom tvare, s použitím prefixu `e`.

Pozrime sa teraz na vzhľad inštancií:

#### calendar.xml

```
<calendar xmlns="urn:example:calendar"
           xmlns:e="urn:example:event"
           xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema- ↵
                   instance"
           xsi:schemaLocation="urn:example:calendar calendar. ↵
                   xsd">1

  <e:event> 2
    <e:date>2019-05-30T09:00:00</e:date>
    <e:description>Test</e:description>
  </e:event>
</calendar>
```

- 1 Kalendár má koreňový element s celým kvalifikovaným menom `{urn:example:calendar}`. Validácia sa bude riadiť schémou `schema.xsd`.
- 2 Vnorené elementy však patria do "externej schémy" pre udalosti, ktorá má odlišný menný priestor. Keďže podľa schémy `event.xsd` patrí element `<event>` do menného priestoru `urn:example:event`, musíme ho uviesť s korektným prefixom (v našom príklade `e`). Nezabudnime na to, že import zlučuje elementy z dvoch odlišných menných priestorov, čo je dôvod, prečo sa prefixy líšia.

**Note**

V prípade, že sa v inštancii zídu dva menné priestory, môže pomôcť explicitné uvedenie prefixov. Dokument potom môže vyzeráť nasledovne:

calendar.xml

```
<c:calendar xmlns:c="urn:example:calendar"
            xmlns:e="urn:example:event"
            xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema- ↵
                    instance"
            xsi:schemaLocation="urn:example:calendar ↵
                    calendar.xsd">
  <e:event>
    <e:date>2019-05-30T09:00:00</e:date>
    <e:description>Test</e:description>
  </e:event>
</c:calendar>
```

- Kalendárový element má kvalifikované meno {urn:example:calendar}calendar a má prefix c.
- Udalostný element má kvalifikované meno {urn:example:event}event a má prefix e. Oba prefixy sme namapovali na príslušné menné priestory v koreňovom elemente inštalácie.

## 16 Literatúra a zdroje

- **XML Schema Part 0: Primer Second Edition**. Jednoduchý úvod do XML schém od autorov špecifikácie.
- **What does elementFormDefault do in XSD?**. Vysvetlenie pravidla o kvalifikovaní elementov.
- **Introducing Design Patterns in XML Schemas**. Návrhové vzory pri tvorbe XML schém.