

Riadenie telekomunikačných systémov

doc. Ing. Martin Medvecký, PhD.

*Katedra telekomunikácií FEI STU
miestnosť: B-509, tel: 02/602 91 248
e-mail: Martin.Medvecky@stuba.sk*

Doporučená literatúra

- [1] BRABEC, Z., HOFMAN, P., MEDVECKÝ, M.: Management and Control of ICT Infrastructure. Vydavateľstvo STU v Bratislave, Bratislava, 2006, ISBN 80-227-2306-1.
- [2] STALLINGS, W.: SNMP, SNMPv2, SNMPv3, and RMON 1 and 2, 3rd edition, Addison-Wesley, New York, 1999.
- [3] ZELTSERMAN, D.: Practical Guide to SNMPv3 and Network Management, Prentice Hall, 1999.
- [4] <http://www.itu.int> (Odporúčania série M a Q)
- [5] <http://www.etsi.fr>
- [6] <http://www.tmforum.org>
- [7] www.ktl.elf.stuba.sk/~medvecky/pedagogika/RTS/prednasky/folie.htm

Harmonogram prednášok

1. Úvod do problematiky telekomunikačného manažmentu. Konceptia manažér-agent. Model FCAPS. MIB.
2. SNMP. SNMPv2, SNMPv3.
3. Telekomunikačná riadiaca sieť - TMN. Funkčná architektúra TMN. Fyzická architektúra TMN. Rozhrania v TMN.
4. Informačná architektúra TMN. OSI manažment. CMIP a CMIS.
5. SMF.
6. NGOSS: princípy, informačný model - SID, procesný model - eTOM,
7. NGOSS: aplikačný model - TAM, technologicky neutrálna architektúra – TNA, model životného cyklu.
8. Manažment IT služieb - ITSM/ITIL.
9. Manažment infraštruktúry telekomunikačnej siete. Manažment sieťových prvkov. Manažment siete.
10. Manažment zákazníkov a služieb. Manažment spojovacích systémov, prenosových systémov, ATM, IP a NGN sietí
11. Bezpečnosť informačných systémov.
12. Manažment QoS. Alternatívne technológie pre TMN, CORBA.

Podmienky absolvovania skúšky

- Celkové hodnotenie študenta bude stanovené od bodového vyjadrenia a to nasledovne:

a) cvičenia	40 bodov
b) písomná časť skúšky	60 bodov
- Pre úspešné absolvovanie skúšky musí študent dosiahnuť celkovo (a + b) minimálne 56 bodov.
- Forma skúšky: písomná
- Trvanie: cca. 90 min.

Úvod do problematiky riadenia telekomunikačných systémov

Dva svety:

- Informačné technológie (IT)
 - OSI manažment (CMIP)
 - SNMP manažment (SNMP)
 - ITSM / ITIL (IT Service Management / IT Infrastructure Library)
- Komunikačné technológie (CT)
 - TMN (CMIP)
 - Frameworx (eTOM)

- Optimálne dimenzovanie a využitie zdrojov (*prevádzkovateľ siete, zákazníci*)
- Rýchla a presná lokalizácia porúch
- Nové možnosti tarifikácie (podľa skutočne prenesených dát, využívania zdrojov)
- Nezávislosť od dodávateľov technológií
- Kvalita služby
- Rýchlosť zavádzania služieb
- Reakcie na požiadavky zákazníkov
- Nižšie prevádzkové náklady

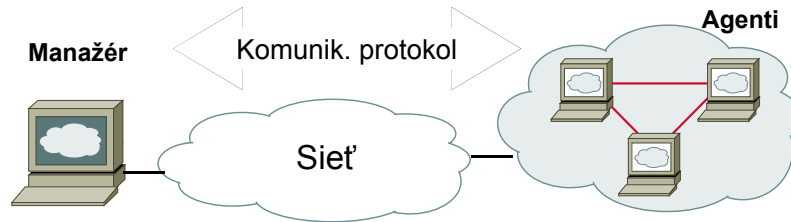
HLAVNÝ CIEĽ

Väčšia konkurencieschopnosť
&
vyšší zisk

Päť oblastí manažmetu:

- manažment porúch (*Fault management*)
- manažment konfigurácie (*Configuration management*)
- manažment účtovania (*Accounting management*)
- manažment výkonnosti (*Performance management*)
- manažment bezpečnosti (*Security management*)

Koncepcia manažér - agent



Treba:

- komunikačný protokol (*SNMP, CMIP*)
- jednotný pohľad na riadené objekty (*MIB*)

MIB

- MIB je konceptuálne miesto uloženia manažmentovej informácie. Pozostáva z množiny riadených objektov a ich atribútov.
- Špecifikácia MIB je založená na objektovo orientovanom princípe - umožňuje to jednoduché pridávanie nových tried a funkcií pre riadenie objekty.
- Špecifikácia nestanovuje, aby MIB bola implementovaná pomocou objektovo orientovaného databázového systému, alebo inou objektovo orientovanou technológiou.
- Vyžaduje sa, aby informácia vymieňaná medzi systémami v rámci protokolov manažmentu systémov (napr. CMIP) dodržiavala zásady objektovo-orientovaného návrhu.

MIB

Management Information Base
(*Databáza manažmentových informácií*)

Základné koncepty informačného modelu

- Štruktúra objektu - enkapsulácia
- Triedy objektov a dedičnosť
- Alomorfizmus
- Obsahovanie
- Pomenovanie

Riadený objekt je definovaný

- atribútmi viditeľnými na hraniciach riadeného objektu,
- manažmentovými operáciami, ktoré môžu byť s riadeným objektom vykonávané,
- správaním sa riadeného objektu ako odpoveď na manažmentové operácie,
- oznámeniami, ktoré môžu byť riadeným objektom generované,
- podmienenými balíkmi, ktoré môže riadený objekt obsahovať,
- pozíciou riadeného objektu v strome dedičnosti.

Identifikovanie objektov

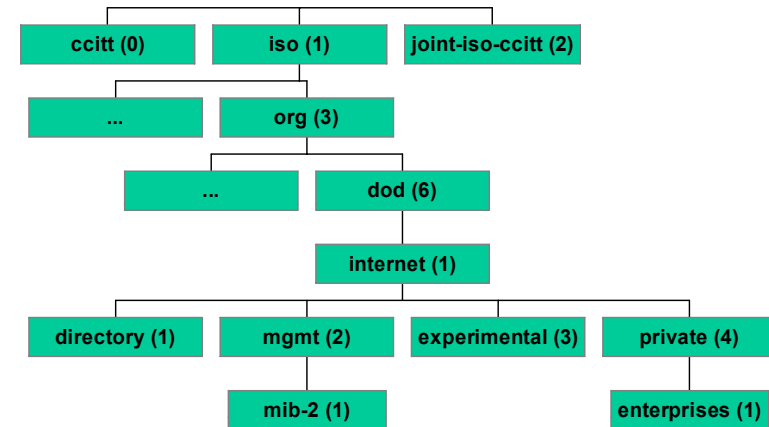
Identifikátor objektu

internet OBJECT IDENTIFIER ::= { iso org (3) dod(6) 1 }

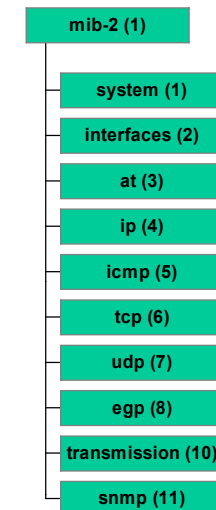
iso	org	dod	internet	mgmt	mib-2	tcp	tcpConnTable
1	3	6	1	2	1	6	13

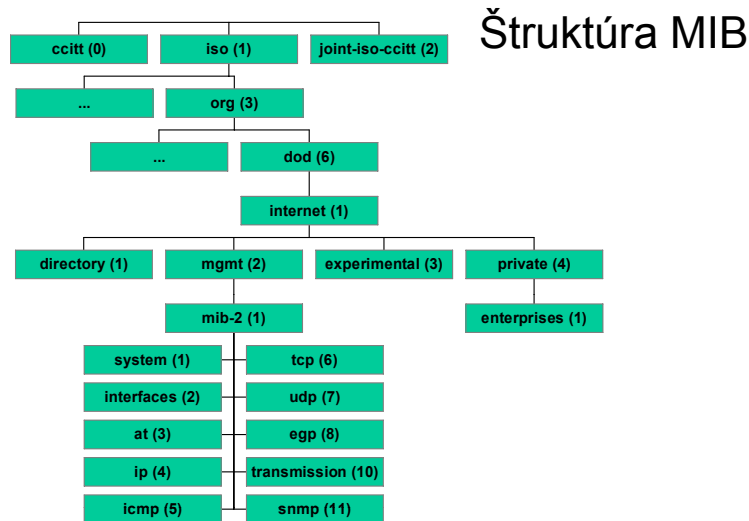
Zápis **1.3.6.1.2.1.6.13**

Registračný strom

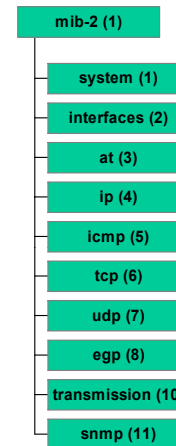


SNMP MIB-2 skupiny objektov





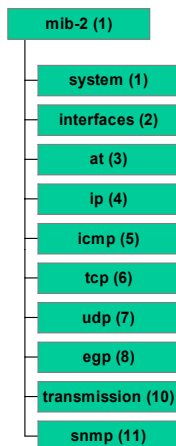
MIB-2



Skupiny objektov

- **system** – všeobecné informácie o systéme
- **interfaces** – informácie o každom rozhraní systému
- **at** (*address translation*) – popisuje tabuľku na transformáciu adres medzi internetom a podsieťou
- **ip** – informácie vzťahujúce sa k implementácií IP protokolu v systéme

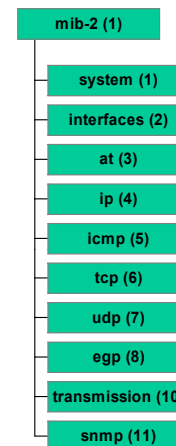
MIB-2



Skupiny objektov (*pokr.*)

- **icmp** - informácie vzťahujúce sa k implementácií ICMP protokolu (*internet-control message protocol*) v systéme
- **tcp** - informácie vzťahujúce sa k implementácií TCP protokolu (*transmission-control protocol*) v systéme
- **udp** - informácie vzťahujúce sa k implementácií UDP protokolu (*user datagram protocol*) v systéme

MIB-2



Skupiny objektov (*pokr.*)

- **egp** - informácie vzťahujúce sa k implementácií EGP protokolu (*external gateway protocol*) v systéme
- **transmission** – poskytuje informácie o prenosovej schéme a prístupových protokoloch na každom rozhraní systému
- **snmp** - informácie vzťahujúce sa k implementácií SNMP (*simple network management protocol*) v systéme

Syntax objektov

- Objekty v SNMP MIB a samotná štruktúra MIB sú definované pomocou ASN.1
- Z dôvodu jednoduchosti je použitá iba obmedzená podmnožina prvkov a funkcií ASN.1

Aplikačné typy

- **Sieťová adresa** (*NetworkAddress*)
- **IP adresa** (*IpAddress*)
- **Počítadlo** (*Counter*)
- **Meradlo** (*Gauge*)
- **Počet taktov** (*TimeTicks*)
- **Nettransparentný** (*Opaque*)

Univerzálne typy

- V rámci univerzálnych typov sú povolené na definovanie SNMP MIB objektov iba nasledovné typy:
 - **INTEGER** (UNIVERSAL 2)
 - **OCTET STRING** (UNIVERSAL 4)
 - **NULL** (UNIVERSAL 5)
 - **OBJECT IDENTIFIER** (UNIVERSAL 6)
 - **SEQUENCE, SEQUENCE OF** (UNIVERSAL 16)

Def. aplikačných typov – (RFC 1155)

NetworkAddress ::= CHOICE {internet IpAddress}

IpAddress ::= [APPLICATION 0] IMPLICIT OCTET STRING (SIZE (4))
-- in network-byte order

Counter ::= [APPLICATION 1] IMPLICIT INTEGER (0..4294967295)

Gauge ::= [APPLICATION 2] IMPLICIT INTEGER (0..4294967295)

TimeTicks ::= [APPLICATION 3] IMPLICIT INTEGER (0..4294967295)

Opaque ::= [APPLICATION 4] IMPLICIT OCTET STRING
-- arbitrary ASN.1 value, "double-wrapped"

Definovanie objektov

- **RFC 1155**
 - definuje SMI (Structure of Management Information)
 - definuje objekt v MIB-I
- **RFC 1212**
 - definuje objekt v MIB-II
- Definovanie objektov v SNMP MIB je realizované prostredníctvom makra.

(Pokr.1)

```
VALUE NOTATION ::= value (VALUE ObjectName)

Access ::= "read-only" | "read-write"
          | "write-only" | "not-accessible"

Status ::= "mandatory" | "optional" | "obsolete"
          | "deprecated"

DescrPart ::= "DESCRIPTION" value (description
DisplayString) | empty

ReferPart ::= "REFERENCE" value (reference
DisplayString) | empty
```

Makro definujúce objekt - (RFC 1212)

```
IMPORTS      ObjectName      FROM RFC1155-SMI
             DisplayString FROM RFC1158-MIB;

OBJECT-TYPE MACRO ::=
BEGIN
    TYPE NOTATION ::= "SYNTAX" type(ObjectSyntax)
                    "ACCESS" Access
                    "STATUS" Status
                    DescrPart
                    ReferPart
                    IndexPart
                    DefValPart
```

(Pokr.2)

```
IndexPart ::= "INDEX" "{" IndexTypes "}" | empty

IndexTypes ::= IndexType | IndexTypes "," IndexType

IndexType ::= value (indexobject ObjectName)
             | type (indextype)

DefValPart ::= "DEFVAL" "{" value (defvalue
ObjectSyntax) "}" | empty

END
```

(Pokr.3)

```
IndexSyntax ::= CHOICE {
    number      INTEGER (0..MAX),
    string      OCTET STRING,
    object      OBJECT IDENTIFIER,
    address     NetworkAddress,
    ipAddress   IpAddress }
```

Označovanie inštancií - skalárne objekty

Meno objektu	Identifikátor objektu	Identifikátor inštancie
--------------	-----------------------	-------------------------

ifNumber	1.3.6.1.2.1.2.1	1.3.6.1.2.1.2.1.0
----------	-----------------	-------------------

Príklad č.1 - SNMP MIB riadený objekt

ifNumber OBJECT-TYPE

```
SYNTAX      INTEGER
ACCESS      read-only
STATUS      mandatory
DESCRIPTION
```

"The number of network interfaces (regardless of their current state) present on this system."

```
::= { interfaces 1 }
```

Príklad č.2 - Tabuľka

ifTable OBJECT-TYPE

```
SYNTAX      SEQUENCE OF IfEntry
ACCESS      not-accessible
STATUS      mandatory
DESCRIPTION
```

"A list of interface entries. The number of entries is given by the value of ifNumber."

```
::= { interfaces 2 }
```


Príklad č.2 - pokr.

ifEntry OBJECT-TYPE

SYNTAX IfEntry
ACCESS not-accessible
STATUS mandatory
DESCRIPTION

"An interface entry containing objects at the subnetwork layer and below for a particular interface."

INDEX { ifIndex }
 ::= { ifTable 1 }

Inštancia tabuľky rozhraní

ifTable (1.3.6.1.2.1.2.2)

ifIndex (1.3.6.1.2.1.2.2.1.1)
ifDescr (1.3.6.1.2.1.2.2.1.2)
ifType (1.3.6.1.2.1.2.2.1.3)
ifMtu (1.3.6.1.2.1.2.2.1.4)
ifSpeed (1.3.6.1.2.1.2.2.1.5)

1	x10	ethernet-csmacd	1500	10000000	...
2	x11	ethernet-csmacd	1500	10000000	...
3	ppp0	ppp	1500	57600	...

ifEntry (1.3.6.1.2.1.2.2.1)
ifEntry (1.3.6.1.2.1.2.2.1)
ifEntry (1.3.6.1.2.1.2.2.1)

Príklad č.2 - pokr.

```
IfEntry ::=SEQUENCE {
    ifIndex INTEGER,
    ifDescr DisplayString,
    ifType INTEGER,
    ifSpeed Gauge,
    ifPhysAddress PhysAddress,
    :
    :
    ifSpecific OBJECT IDENTIFIER
}
```

Inštancia tabuľky rozhraní

identifikátor inštancie = ident. riadku . ident. stĺpca . hodnota objektu

ifTable (1.3.6.1.2.1.2.2)

ifIndex (1.3.6.1.2.1.2.2.1.1)
ifDescr (1.3.6.1.2.1.2.2.1.2)
ifType (1.3.6.1.2.1.2.2.1.3)
ifMtu (1.3.6.1.2.1.2.2.1.4)
ifSpeed (1.3.6.1.2.1.2.2.1.5)

(1.3.6.1.2.1.2.2.1.1)	(1.3.6.1.2.1.2.2.1.2)	(1.3.6.1.2.1.2.2.1.3)	(1.3.6.1.2.1.2.2.1.4)	(1.3.6.1.2.1.2.2.1.5)	...	ifEntry (1.3.6.1.2.1.2.2.1)
(1.3.6.1.2.1.2.2.1.2)	(1.3.6.1.2.1.2.2.1.2)	(1.3.6.1.2.1.2.2.1.3)	(1.3.6.1.2.1.2.2.1.4)	(1.3.6.1.2.1.2.2.1.5)	...	ifEntry (1.3.6.1.2.1.2.2.1)
(1.3.6.1.2.1.2.2.1.3)	(1.3.6.1.2.1.2.2.1.3)	(1.3.6.1.2.1.2.2.1.3)	(1.3.6.1.2.1.2.2.1.4)	(1.3.6.1.2.1.2.2.1.5)	...	ifEntry (1.3.6.1.2.1.2.2.1)

Vytváranie identifikátoru inštancie na základe hodnoty objektu

identifikátor inštancie = ident. riadku . ident. stĺpca . hodnota objektu

Ak je hodnota objektu:

- **Celé číslo**
 - jeden subidentifikátor s hodnotou rovnou hodnote daného celého čísla
 - platí iba pre nezáporné čísla

Vytváranie identifikátoru inštancie na základe hodnoty objektu (pokr.)

- **Identifikátor objektu**
 - identifikátor objektu s n subidentifikátormi je dekódovaný ako $n+1$ subidentifikátorov
 - prvý subidentifikátor udáva dĺžku n
 - nasleduje n subidentifikátorov identifikátora pôvodného objektu
- **IP adresa**
 - štyri subidentifikátory v známom tvare $a.b.c.d$

Vytváranie identifikátoru inštancie na základe hodnoty objektu (pokr.)

- **Reťazec s konšt. dĺžkou**
 - každý oktet reťazca je dekódovaný ako samostatný subidentifikátor
 - reťazec s dĺžkou n znakov je dekódovaný ako n subidentifikátorov
- **Reťazec s variab. dĺžkou**
 - reťazec s dĺžkou n znakov je dekódovaný ako $n+1$ subidentifikátorov
 - prvý subidentifikátor udáva dĺžku n
 - nasleduje n subidentifikátorov, získaných dekódovaním všetkých n oktetrov reťazca

Príklad č.3 - Tabuľka

```
tcpConnTable OBJECT-TYPE
    SYNTAX SEQUENCE OF TcpConnEntry
    ACCESS not-accessible
    STATUS mandatory
    DESCRIPTION
        "A table containing TCP connection-specific
        information."
    ::= { tcp 13 }
```

Príklad č.3 - pokr.

tcpConnEntry OBJECT-TYPE

```

SYNTAX TcpcConnEntry
ACCESS not-accessible
STATUS mandatory
DESCRIPTION "vymazané"
INDEX { tcpConnLocalAddress,
        tcpConnLocalPort,
        tcpConnRemAddress,
        tcpConnRemPort }
 ::= { tcpConnTable 1 }
    
```

Inštancia tabuľky TCP spojení

tcpConnTable (1.3.6.1.2.1.6.13)

tcpConnState (1.3.6.1.2.1.6.1 3.1.1)	tcpConn LocalAddress (1.3.6.1.2.1.6.1 3.1.2)	tcpConn LocalPort (1.3.6.1.2.1 .6.13.1.3)	tcpConn RemAddress (1.3.6.1.2.1.6. 13.1.4)	tcpConn RemPort (1.3.6.1.2.1 .6.13.1.5)
5	10.0.0.99	12	9.1.2.3	15
2	0.0.0.0.	99	0	0
3	10.0.0.99	14	89.1.1.42	84

↑ INDEX ↑ INDEX ↑ INDEX ↑ INDEX

tcpConnEntry (1.3.6.1.2.1.6.13.1)
 tcpConnEntry (1.3.6.1.2.1.6.13.1)
 tcpConnEntry (1.3.6.1.2.1.6.13.1)

Príklad č.3 - pokr.

```

TcpcConnEntry ::=
    SEQUENCE {
        tcpConnState      INTEGER,
        tcpConnLocalAddress IpAddress,
        tcpConnLocalPort  INTEGER(0..65535),
        tcpConnRemAddress IpAddress,
        tcpConnRemPort    INTEGER(0..65535)
    }
    
```

Identifikátor inštancia tabuľky TCP spojení

identifikátor inštancie = ident. riadku . ident. stĺpca .

(tcpConnLocalAddress).

(tcpConnLocalPort).

(tcpConnRemAddress).

(tcpConnRemPort)

Inštancia tabuľky TCP spojení

tcpConnTable (1.3.6.1.2.1.6.13)

tcpConnEntry (1.3.6.1.2.1.6.13.1)

tcpConnState (1.3.6.1.2.1.6.13.1.1)	tcpConn LocalAddress (1.3.6.1.2.1.6.13.1.2)	tcpConn LocalPort (1.3.6.1.2.1.6.13.1.3)	tcpConn RemAddress (1.3.6.1.2.1.6.13.1.4)	tcpConn RemPort (1.3.6.1.2.1.6.13.1.5)
(1.3.6.1.2.1.6.13.1.1. 10.0.0.99.12. 9.1.2.3.15)	(1.3.6.1.2.1.6.13.1.2. 10.0.0.99.12. 9.1.2.3.15)	(1.3.6.1.2.1.6.13.1.3. 10.0.0.99.12. 9.1.2.3.15)	(1.3.6.1.2.1.6.13.1.4. 10.0.0.99.12. 9.1.2.3.15)	(1.3.6.1.2.1.6.13.1.5. 10.0.0.99.12. 9.1.2.3.15)
(1.3.6.1.2.1.6.13.1.1. 0.0.0.0.99.0.0)	(1.3.6.1.2.1.6.13.1.2. 0.0.0.0.99.0.0)	(1.3.6.1.2.1.6.13.1.3. 0.0.0.0.99.0.0)	(1.3.6.1.2.1.6.13.1.4. 0.0.0.0.99.0.0)	(1.3.6.1.2.1.6.13.1.5. 0.0.0.0.99.0.0)
(1.3.6.1.2.1.6.13.1.1. 10.0.0.99.14. 89.1.1.42.84)	(1.3.6.1.2.1.6.13.1.2. 10.0.0.99.14. 89.1.1.42.84)	(1.3.6.1.2.1.6.13.1.3. 10.0.0.99.14. 89.1.1.42.84)	(1.3.6.1.2.1.6.13.1.4. 10.0.0.99.14. 89.1.1.42.84)	(1.3.6.1.2.1.6.13.1.5. 10.0.0.99.14. 89.1.1.42.84)

Lexikografické poradie

Identifikátory objektov sú postupnosti čísel reprezentujúcich hierarchickú stromovú štruktúru objektov v MIB.

Postupnosť čísel => môžu byť lexikograficky usporiadané.

Výhoda:

Manažmentová stanica môže prechádzať štruktúrou MIB a pristupovať k inštanciám objektov aj bez znalosti štruktúry MIB a identifikátorov inštancií objektov.

Identifikátory inštancií tabuliek v MIB-2

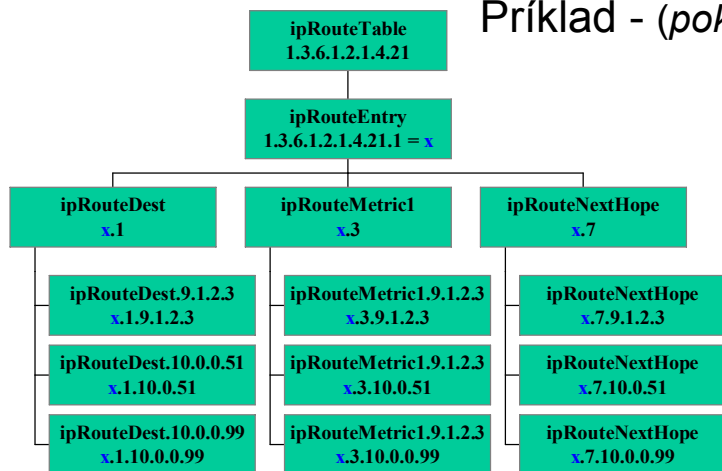
Skupina	Tabuľka	Ident. Riadku	Ident. Objektu
Interfaces	ifTable	(1.3.6.1.2.1.2.2.1)	x.i.(ifIndex)
at	atTable	(1.3.6.1.2.1.3.2.1)	x.i.(atIfIndex).(atNetAddress)
IP	ipAddrTable	(1.3.6.1.2.1.4.20.1)	x.i.(ipAdEntAddr)
IP	ipRouteTable	(1.3.6.1.2.1.4.21.1)	x.i.(ipRouteDest)
IP	ipNetToMediaTable	(1.3.6.1.2.1.4.22.1)	x.i.(ipNetToMediaIndex). (ipNetToMediaType)
TCP	tcpConnTable	(1.3.6.1.2.1.6.13.1)	x.i.(tcpConnLocalAddress). (tcpConnLocalPort). (tcpConnRemAddress). (tcpConnRemPort)
UDP	udpTable	(1.3.6.1.2.1.7.5.1)	x.i.(udpLocalAddress). (udpLocalPort).
EDP	egpNeighTable	(1.3.6.1.2.1.8.5.1)	x.i.(egpNeighAddr)

Príklad

Príklad tabuľky ipRouteTable v MIB-II

ipRouteDest	ipRouteMetric1	ipRouteNextHop
9.1.2.3	3	99.0.0.3
10.0.0.51	5	10.0.0.99
10.0.0.99	5	89.1.1.42

Príklad - (pokr.)



Lexikografické poradie objektov a inštancií objektov

Objekt	Identifikátor objektu	Nasledujúca inštancia objektu v lexikografickom poradí
ipRouteTable	1.3.6.1.2.1.4.21	1.3.6.1.2.1.4.21.1.1.9.1.2.3
ipRouteEntry	1.3.6.1.2.1.4.21.1	1.3.6.1.2.1.4.21.1.1.9.1.2.3
ipRouteDest	1.3.6.1.2.1.4.21.1.1	1.3.6.1.2.1.4.21.1.1.10.0.0.51
ipRouteDest.9.1.2.3	1.3.6.1.2.1.4.21.1.1.9.1.2.3	1.3.6.1.2.1.4.21.1.1.10.0.0.51
ipRouteDest.10.0.0.51	1.3.6.1.2.1.4.21.1.1.10.0.0.51	1.3.6.1.2.1.4.21.1.1.10.0.0.99
ipRouteDest.10.0.0.99	1.3.6.1.2.1.4.21.1.1.10.0.0.99	1.3.6.1.2.1.4.21.1.3.9.1.2.3
ipRouteMetric1	1.3.6.1.2.1.4.21.1.3	1.3.6.1.2.1.4.21.1.3.9.1.2.3
ipRouteMetric1.9.1.2.3	1.3.6.1.2.1.4.21.1.3.9.1.2.3	1.3.6.1.2.1.4.21.1.3.10.0.0.51
ipRouteMetric1.10.0.0.51	1.3.6.1.2.1.4.21.1.3.10.0.0.51	1.3.6.1.2.1.4.21.1.3.10.0.0.99
ipRouteMetric1.10.0.0.99	1.3.6.1.2.1.4.21.1.3.10.0.0.99	1.3.6.1.2.1.4.21.1.7.9.1.2.3
ipRouteNextHope	1.3.6.1.2.1.4.21.1.7	1.3.6.1.2.1.4.21.1.7.9.1.2.3
ipRouteNextHope.9.1.2.3	1.3.6.1.2.1.4.21.1.7.9.1.2.3	1.3.6.1.2.1.4.21.1.7.10.0.0.51
ipRouteNextHope.10.0.0.51	1.3.6.1.2.1.4.21.1.7.10.0.0.51	1.3.6.1.2.1.4.21.1.7.10.0.0.99
ipRouteNextHope.10.0.0.99	1.3.6.1.2.1.4.21.1.7.10.0.0.99	1.3.6.1.2.1.4.22.1.1.y