

Služby počítačových sítí: HTTP, IPv6

Jan Kasprzak

`<kas@fi.muni.cz>`

`http://www.fi.muni.cz/~kas/`

Kapitola 1

Protokol HTTP

Protokol HTTP

- HyperText Transfer Protocol
- Přenos dokumentů po síti
- Vyhrazený port - 80/tcp

Verze protokolu HTTP

- Původní verze - označovaná též 0.9
- Verze 1.0 - RFC 1945 (využití RFC 822 a MIME)
- Verze 1.1 - RFC 2068 (přesnější definice doby platnosti dokumentu a další rozšíření)

Protokol HTTP

- HyperText Transfer Protocol
- Přenos dokumentů po síti
- Vyhrazený port - 80/tcp



Verze protokolu HTTP

- Původní verze - označovaná též 0.9
- Verze 1.0 - RFC 1945 (využití RFC 822 a MIME)
- Verze 1.1 - RFC 2068 (přesnější definice doby platnosti dokumentu a další rozšíření)

Příklad: Komunikace pomocí HTTP

```
$ telnet localhost http
Trying 127.0.0.1...
Connected to localhost.
Escape character is '^]'.
GET /
<HTML>
<HEAD>
...
```

Protokol, dnes označovaný jako HTTP/0.9

Příklad: Komunikace pomocí HTTP

```
$ telnet localhost http
Trying 127.0.0.1...
Connected to localhost.
Escape character is '^]'.
GET /
<HTML>
<HEAD>
...
```



Protokol, dnes označovaný jako HTTP/0.9

Příklad: Komunikace pomocí HTTP 1.0

```
$ telnet www.fi.muni.cz http
Trying 127.0.0.1...
Connected to localhost.
Escape character is '^]'.
GET / HTTP/1.0
Host: localhost
User-Agent: Telnet/1.0.1 X11

HTTP/1.0 200 OK
Date: Tue, 05 Oct 2010 23:14:11 GMT
Last-Modified: Tue, 05 Oct 2010 22:46:25 GMT
Content-Type: text/html; charset=UTF-8
Content-Language: cs

<HTML> ...
```

Metoda POST

- Přenos dat od klienta k serveru
- Obsah formuláře, upload souborů, atd.
- Data se posílají za hlavičkami
- Odpovědí je dokument

Příklad: Metoda POST

```
$ telnet localhost http
...
POST /cgi-bin/skript.cgi HTTP/1.0
Content-Length: 20

1234567890
abcdefghijklmnop
^D
HTTP/1.0 200 OK
....
Content-type: text/plain

1234567890
abcdefgh
Connection closed by foreign host.
```

Formát HTTP požadavku a odpovědi

- **RFC 822** plus MIME
- Příkaz – metoda, stav
- Hlavička
 - řádky tvaru *klíč: parametry*
 - pokračovací řádky – začínají bílým znakem
- Konec hlaviček – prázdný řádek
- Zbytek je tělo zprávy

Formát HTTP požadavku a odpovědi

- RFC 822 plus MIME
- **Příkaz** - metoda, stav
- Hlavička
 - řádky tvaru *klíč: parametry*
 - pokračovací řádky - začínají bílým znakem
- Konec hlaviček - prázdný řádek
- Zbytek je tělo zprávy

Formát HTTP požadavku a odpovědi

- RFC 822 plus MIME
- Příkaz - metoda, stav
- **Hlavička**
 - řádky tvaru *klíč: parametry*
 - pokračovací řádky - začínají bílým znakem
- Konec hlaviček - prázdný řádek
- Zbytek je tělo zprávy

Formát HTTP požadavku a odpovědi

- RFC 822 plus MIME
- Příkaz - metoda, stav
- Hlavička
 - řádky tvaru *klíč: parametry*
 - pokračovací řádky - začínají bílým znakem
- **Konec hlaviček** - prázdný řádek
- Zbytek je tělo zprávy

Formát HTTP požadavku a odpovědi

- RFC 822 plus MIME
- Příkaz - metoda, stav
- Hlavička
 - řádky tvaru *klíč: parametry*
 - pokračovací řádky - začínají bílým znakem
- Konec hlaviček - prázdný řádek
- Zbytek je **tělo zprávy**

Hlavičky pro HTTP 1.0

Accept: `text/html, image/*, */*` – priorita MIME typů a podtypů, které klient je ochoten zpracovávat.

Accept-Charset: `iso-8859-2, utf-8, us-ascii` – seznam/priorita znakových sad, podporovaných klientem.

Accept-Encoding: `8bit, base64` – přenosová kódování podporovaná klientem.

Accept-Language: `cs, en, *` – priorita jazyků pro textové dokumenty.

Hlavičky pro HTTP 1.0

User-Agent: Mozilla/1.1 (X11, Linux) -
identifikace typu a verze klienta.

From: kas@fi.muni.cz - adresa uživatele.

Referer: http://www.linux.cz/ - odkud jsme se na
tuto stránku dostali.

Content-Type: image/jpeg - význam dat (MIME typ).
Problém u MS Windows (MIME typ versus
přípona).

Content-Language: cs - jazyk dokumentu.

Hlavičky pro HTTP 1.0

If-Modified-Since: Sat, 29 Oct 1994 19:43:31 GMT
- poslat, jen pokud byl dokument od této doby modifikován.

Date: Sat, 29 Oct 1994 19:43:31 GMT - současné datum.

Expires: Sat, 29 Oct 1994 19:43:31 GMT - datum vypršení platnosti dokumentu.

Last-Modified: Sat, 29 Oct 1994 18:15:24 GMT - datum modifikace dokumentu.

Hlavičky pro HTTP 1.0

`MIME-Version: 1.0` - používaná verze standardu MIME.

`Location: http://www.fi.muni.cz/tech/` - kanonická adresa dokumentu.

`Pragma: no-cache` - řízení vyrovnávací paměti.

`Server: Apache/2.0.16` - verze a typ serveru.

`Retry-After: 60` - kdy bude dokument přístupný.

HTTP - úspěšné návratové kódy

200 OK

201 Created

202 Accepted

203 Non-Authoritative Information

204 No Content

205 Reset Content

206 Partial Content

HTTP - mezilehlé návratové kódy

- 300 Multiple Choices
- 301 Moved Permanently
- 302 Moved Temporarily
- 303 See Other
- 304 Not Modified
- 305 Use Proxy

HTTP - chyba klienta

- 400 Bad Request
- 401 Unauthorized
- 402 Payment Required
- 403 Forbidden
- 404 Not Found
- 405 Method Not Allowed
- 406 Not Acceptable
- 407 Proxy Authentication Required

HTTP - chyba klienta

- 408 Request Time-Out
- 409 Conflict
- 410 Gone
- 411 Length Required
- 412 Precondition Failed
- 413 Request Entity Too Large
- 414 Request-URL Too Large
- 415 Unsupported Media Type

HTTP - chyba serveru

- 500 Server Error
- 501 Not Implemented
- 502 Bad Gateway
- 503 Out of Resources
- 504 Gateway Time-Out
- 505 HTTP Version not supported

Common Gateway Interface

- **Rozhraní WWW serveru** – spouštění externích programů pro určitá URL.
- **Data od serveru** – proměnné prostředí, parametr POST na standardním vstupu.
- **Aplikace** – CGI skript. Na výstup posílá HTTP hlavičky a dokument. Návratový kód musí být 0 (jinak server vrátí 500).

Příklad: CGI skript

```
#!/bin/bash
cat <<EOF
Content-Type: text/html

<html><body>Toto jsem dostal:
EOF
cat -
echo '</body></html>'
exit 0
```

Speciální hlavičky CGI

Status: 345 – co má HTTP server vrátit jako HTTP status.

Location: /cesta – přesměrování v rámci HTTP serveru (nejde na klienta).

CGI proměnné

`GATEWAY_INTERFACE` - verze CGI.

`SERVER_NAME` - hostname serveru.

`SERVER_SOFTWARE` - jméno serveru (např. Apache).

`SERVER_PROTOCOL` - verze HTTP u příslušného požadavku.

`SERVER_PORT` - port na kterém server běží.

`REQUEST_METHOD` - použitá metoda (GET, POST).

`PATH_INFO` - cesta za jménem CGI programu.

`PATH_TRANSLATED` - přeložená cesta, je-li v HTTP serveru definován nějaký překlad.

`SCRIPT_NAME` - virtuální cesta ke skriptu - například `/cgi-bin/skript.cgi`.

`DOCUMENT_ROOT` - kořen WWW stromu.

`QUERY_STRING` - parametry, uvedené v URL za otazníkem.

CGI proměnné

`REMOTE_HOST` - IP adresa nebo jméno klienta.

`REMOTE_ADDR` - IP adresa klienta.

`AUTH_TYPE` - použitá autentizační metoda.

`REMOTE_USER` - autentizovaný uživatel.

`REMOTE_IDENT` - identifikace uživatele (RFC 931).

`CONTENT_TYPE` - MIME typ dat u POST.

`CONTENT_LENGTH` - délka dat u POST.

`HTTP_FROM` - obsah HTTP hlavičky From:.

`HTTP_REFERER` - obsah HTTP hlavičky Referer:

Základní autentizace

- Autentizace klienta
- **Realm** – část WWW serveru pro kterou je autentizovaný přístup.
- **Username** – jméno uživatele.
- **Password** – heslo. Šifruje se pomocí crypt(3).

Příklad: Konfigurace v Apache

```
AuthName "Tajne stranky"  
AuthType Basic  
AuthUserFile ../htpasswd  
require valid-user
```

Hesla pro Apache

Příklad: Soubor .htpasswd

```
luke:msfjGRNhRo9as
```

Vytvoříme např. příkazem `htpasswd -n luke c3po`

Základní autentizace - komunikace

- **První přístup** - kód 401 a důvod:
WWW-Authenticate: Basic realm="Tajne"
- Přístup se jménem a heslem: řetězec *login:heslo*
kódovaný Base64:
Authorization: Basic bHVrZTpjM3Bv

Základní autentizace - komunikace

- První přístup - kód 401 a důvod:
WWW-Authenticate: Basic realm="Tajne"
- **Přístup se jménem a heslem:** řetězec *login:heslo*
kódovaný Base64:
Authorization: Basic bHVrZTpjM3Bv

HTTPS a SSL

- **Problém** – komunikace je odposlechnutelná
- **Řešení** – šifrování provozu HTTP
- **SSL** – secure sockets layer
- Metoda šifrování proudového spojení
- **HTTPS** – HTTP nad SSL

Otázka:

Co je základním problémem šifrování v prostředí, kde se uživatelé navzájem neznají?

HTTPS a SSL

- **Problém** – komunikace je odposlechnutelná
- **Řešení** – šifrování provozu HTTP
- **SSL** – secure sockets layer
- Metoda šifrování proudového spojení
- **HTTPS** – HTTP nad SSL

? **Otázka:**

Co je základním problémem šifrování v prostředí, kde se uživatelé navzájem neznají?

HTTPS a SSL

- **Problém** – komunikace je odposlechnutelná
- **Řešení** – šifrování provozu HTTP
- **SSL** – secure sockets layer
- Metoda šifrování proudového spojení
- **HTTPS** – HTTP nad SSL

? **Otázka:**

Co je základním problémem šifrování v prostředí, kde se uživatelé navzájem neznají?

Problém: – jak se domluvit na šifrovacím klíči?

SSL Certifikáty

- **Server** – pár RSA klíčů (tajný, veřejný). Slouží pro výměnu klíče pro symetrickou šifru.
- **Klient** – volitelně také pár klíčů, jen pro autentizaci.
- **Problém** – jak zjistit, že mluvím s tím správným serverem?
- **Stávající řešení** – **certifikát**
 - podpis veřejného klíče a jména serveru certifikační autoritou

Příklad: Komunikace přes SSL

```
openssl s_client -connect aisa.fi.muni.cz:https
```

SSL Certifikáty

- **Server** – pár RSA klíčů (tajný, veřejný). Slouží pro výměnu klíče pro symetrickou šifru.
- **Klient** – volitelně také pár klíčů, jen pro autentizaci.
- **Problém** – jak zjistit, že mluvím s tím správným serverem?
- **Stávající řešení** – **certifikát**
 - podpis veřejného klíče a jména serveru certifikační autoritou



Příklad: Komunikace přes SSL

```
openssl s_client -connect aisa.fi.muni.cz:https
```

Kapitola 2

IPv6

IPv6 - Motivace

- Větší adresní prostor.
- Mobilita - práce ve více sítích, přechod mezi sítěmi za běhu aplikací, domovský agent.
- Zabezpečení - šifrované a podepisované packety - protokol IPSEC.
- Autokonfigurace - zjištění informací o síti přímo ze sítě.
- Způsoby přenosu - unicast, multicast, anycast.
- Více IPv6 adres na jedno rozhraní.

Adresace v IPv6

- 128-bitová adresa
- Zápis – čtveřice šestnástkových čísel.
- Příklad:
3ffe:ffff:0000:f101:0210:a4ff:fee3:9562
- Vypuštění úvodních nul:
3ffe:ffff:0:f101:210:a4ff:fee3:9562
- Vypuštění sekvence 0000:
3ffe:ffff::f101:210:a4ff:fee3:9562.
- Prefix – podobně jako v IPv4 (např.:
3ffe:ffff::12/64).

Otázka:

Která IPv6 adresa je zapsatelná na nejméně znaků?

Adresace v IPv6

- 128-bitová adresa
- Zápis – čtveřice šestnástkových čísel.
- Příklad:
3ffe:ffff:0000:f101:0210:a4ff:fee3:9562
- Vypuštění úvodních nul:
3ffe:ffff:0:f101:210:a4ff:fee3:9562
- Vypuštění sekvence 0000:
3ffe:ffff::f101:210:a4ff:fee3:9562.
- Prefix – podobně jako v IPv4 (např.:
3ffe:ffff::12/64).



Otázka:

Která IPv6 adresa je zapsatelná na nejméně znaků?

Formát IPv6 packetů

- Hlavička pevné délky, řetězení hlaviček.
- Verze protokolu – 4 bity, hodnota vždy 6.
- Priorita – 8 bitů, třída provozu.
- Identifikace toku – 20 bitů.
- Délka packetu – 16 bitů.
- Next header – 8 bitů (identifikace další hlavičky, např. vyšší vrstvy).
- Hop limit – 8 bitů (ekvivalent TTL u IPv4).
- Zdrojová adresa – 128 bitů.
- Cílová adresa – 128 bitů.

Speciální IPv6 adresy

- Loopback - `::1` (ekvivalent `127.0.0.1` v IPv4).
- Nespecifikovaná adresa - `::` (ekvivalent `0.0.0.0` v IPv4).
- Lokální adresa linky - `fe80::/10`
- Adresy pro příklady - `3ffe:ffff::/32`.
- IPv4 kompatibilní adresy - `::/96`.
- IPv4 mapované adresy - `::ffff:0:0/96`.

Interpretace prefixu adresy

? Úkol:

Link-local adresy jsou určeny prefixem `fe80::/10`. Jaká je numericky nejvyšší link-local adresa?

Interpretace prefixu adresy

? Úkol:

Link-local adresy jsou určeny prefixem `fe80::/10`. Jaká je numericky nejvyšší link-local adresa?

- **10** nejvyšších bitů stejných, zbytek jedničky

Interpretace prefixu adresy

? Úkol:

Link-local adresy jsou určeny prefixem `fe80::/10`. Jaká je numericky nejvyšší link-local adresa?

- 10 nejvyšších bitů stejných, zbytek jedničky
- `fe?f:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff`

Interpretace prefixu adresy

? Úkol:

Link-local adresy jsou určeny prefixem `fe80::/10`. Jaká je numericky nejvyšší link-local adresa?

- 10 nejvyšších bitů stejných, zbytek jedničky
- `fe?f:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff`
- ? = 8, z toho 2 nejvyšší bity zachovat, zbytek 1

Interpretace prefixu adresy

? Úkol:

Link-local adresy jsou určeny prefixem `fe80::/10`. Jaká je numericky nejvyšší link-local adresa?

- 10 nejvyšších bitů stejných, zbytek jedničky
- `fe?f:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff`
- ? = 8, z toho 2 nejvyšší bity zachovat, zbytek 1
- 8 = **1000**, z toho 2 nejvyšší bity zachovat, zbytek 1

Interpretace prefixu adresy

? Úkol:

Link-local adresy jsou určeny prefixem `fe80::/10`. Jaká je numericky nejvyšší link-local adresa?

- 10 nejvyšších bitů stejných, zbytek jedničky
- `fe?f:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff`
- ? = 8, z toho 2 nejvyšší bity zachovat, zbytek 1
- 8 = `1000`, z toho 2 nejvyšší bity zachovat, zbytek 1
- `1011` = b

Interpretace prefixu adresy

? Úkol:

Link-local adresy jsou určeny prefixem `fe80::/10`. Jaká je numericky nejvyšší link-local adresa?

- 10 nejvyšších bitů stejných, zbytek jedničky
- `fe?f:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff`
- ? = 8, z toho 2 nejvyšší bity zachovat, zbytek 1
- 8 = `1000`, z toho 2 nejvyšší bity zachovat, zbytek 1
- `1011` = b
- `febf:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff`

Privátní IPv6 adresy

- Site-local address – fec0::/10
 - ekvivalent privátních IPv4 adres dle RFC1918
 - nyní zastaralé (RFC 3879)
- Unique Local Address – RFC 4193.
 - prefix fc00::/7
 - 8. bit = 1 pro lokální přidělení, 0 pro globální.
 - 40 bitů: globální ID
 - 80 bitů: pro lokální přidělování (65 536 sítí /64)

Privátní IPv6 adresy

- **Site-local address** – fec0::/10
 - ekvivalent privátních IPv4 adres dle RFC1918
 - nyní zastaralé (RFC 3879)
- **Unique Local Address** – RFC 4193.
 - prefix fc00::/7
 - 8. bit = 1 pro lokální přidělení, 0 pro globální.
 - 40 bitů: globální ID
 - 80 bitů: pro lokální přidělování (65 536 sítí /64)

EUI-64 formát adresy

- EUI-64 formát adresy – lokální část se odvozuje z fyzické adresy.
- EUI-64 pro ethernet – MAC adresa, uprostřed vloženo fffe, 7. nejvyšší bit nastaven na 1 pro unicast.

Příklad: EUI-64

MAC adresa 00:D0:B7:6B:4A:B2

Prefix sítě fe80::/10

EUI-64 adresa je fe80::2d0:b7ff:fe6b:4ab2

- Autokonfigurace – směrovač vysílá *router advertisement*, kde je uveden /64 prefix lokální sítě. Viz též radvd(8).

EUI-64 formát adresy

- **EUI-64 formát adresy** – lokální část se odvozuje z fyzické adresy.
- **EUI-64 pro ethernet** – MAC adresa, uprostřed vloženo fffe, 7. nejvyšší bit nastaven na 1 pro unicast.

Příklad: EUI-64

MAC adresa 00:D0:B7:6B:4A:B2

Prefix sítě fe80::/10

EUI-64 adresa je fe80::2d0:b7ff:fe6b:4ab2

- **Autokonfigurace** – směrovač vysílá *router advertisement*, kde je uveden /64 prefix lokální sítě. Viz též radvd(8).

Výpočet EUI-64 adresy



Úkol:

Jaká by byla EUI-64 adresa počítače aisa.fi.muni.cz (MAC adresa 00:25:B3:D7:D0:6A) je-li adresní prefix 2001:718:801:230::/64?

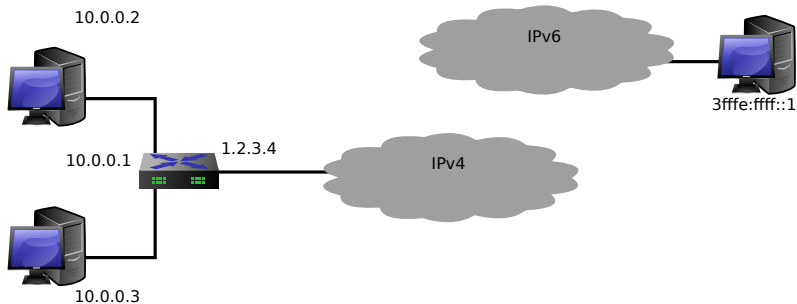
Specifické vlastnosti IPv6

- **Fragmentace paketů** – na směrovačích není. Vysílající musí dělat *path MTU discovery*. Fragmentace popsána v samostatná *next header*.
- **Spolupráce s linkovou vrstvou** – NDP (neighbour discovery protocol). Náhrada ARP. Zjišťování adresního prefixu sítě, směrovacích informací, atd.

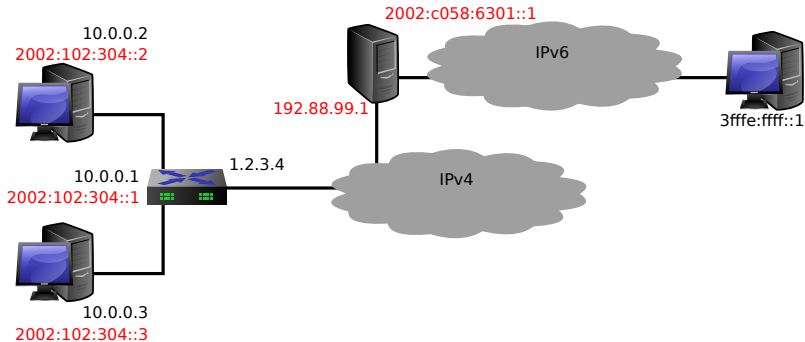
Přechodové mechanismy

- **Dual stack** – podpora IPv4 a IPv6 v jednom počítači.
- **Tunelování** – zapouzdření IPv6 paketů do IPv4 (protokol SIT, 41).
- **Autotunelování** – (6to4):
 - adresy 2002:xxxx:yyyy:/48 vytvořené z IPv4 adresy
 - schování bloku /48 IPv6 adres za jednu IPv4 adresu
 - komunikace do nativního IPv6 internetu přes 6to4 relay
 - adresa relay: 192.88.99.1 (2002:c058:6301::).
- **6rd** – spolupráce ISP, nemá-li klient veřejnou IPv4 adresu.

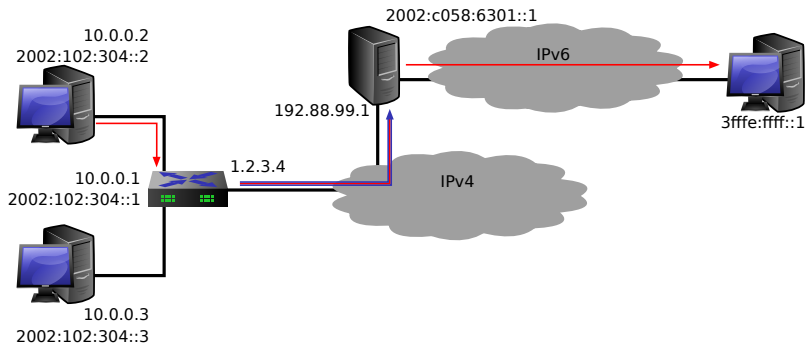
Autotunelování 6to4



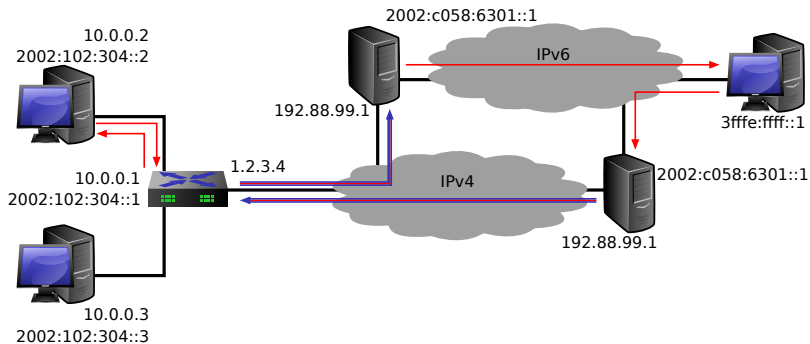
Autotunelování 6to4



Autotunelování 6to4



Autotunelování 6to4



Odkazy

- **Linux and IPv6 howto** - <http://www.bieringer.de/linux/IPv6/IPv6-HOWTO/IPv6-HOWTO.html>
- **USAGI Project** - <http://www.linux-ipv6.org/> - Universal playground for IPv6.
- **KAME Project** - <http://www.kame.net/> - implementace IPv6 pro BSD systémy.
- **Pavel Satrapa: IPv6** - http://knihy.nic.cz/files/nic/edice/pavel_satrapa_ipv6_2008.pdf



Dotazy?



Děkuji za pozornost.