



IT KOLLEDŽ  
TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

# Võrgu seadistamine

Operatsioonisüsteemide administreerimine ja sidumine ICA0001

Edmund Laugasson

[edmund.laugasson@itcollege.ee](mailto:edmund.laugasson@itcollege.ee)

[https://wiki.itcollege.ee/index.php/User:Edmund#eesti\\_keeles](https://wiki.itcollege.ee/index.php/User:Edmund#eesti_keeles)

Käesoleva dokumendi paljundamine, edasiandmine ja/või muutmine on sätestatud ühega järgnevatest litsentsidest kasutaja valikul:

\* GNU Vaba Dokumentatsiooni Litsentsi versioon 1.2 või uuem

\* Creative Commons Autorile viitamine + Jagamine samadel tingimustel 4.0 litsents (CC BY-SA)

# Ubuntu Linuxi võrgundus

- Võrgu seadistamine toimub operatsioonisüsteemi paigaldamise käigus
- Võrgu seadistamiseks on vaja teada:
  - IP aadressi (kui tegu on DHCP seadetega, siis pole vaja midagi rohkemat)
  - Vaikelüüsi (*default gateway*), võrgumaski (*network mask*), nimeserverite aadresse (*name servers*)
- Seadistusi hoitakse ***/etc/network*** kataloogis
- Failis ***/etc/network/interfaces*** hoitakse võrguliideste (NIC) seadeid



## Võrgunduse põhikorraldused

- Võrguliideste nimed võivad olla erinevad.  
Sageli on esimeseks võrguliideseks **eth0** ja teiseks **eth1**
- Informatsiooni arvutis olevate võrguliideste kohta saab korraldusega
  - ***ifconfig -a*** (näitab ka mittetöötavaid, seadistamata)
  - ***ip a***
- ***ifconfig eth0*** kuvab seaded esimese võrguliidese kohta



## Sisevõrgu aadressid

- IPv4 aadressid ([RFC 1918](#))
  - 10.0.0.0 – 10.255.255.255, arv: 16 777 216 (24 bit =  $2^{24}$ )
  - 172.16.0.0 – 172.31.255.255, arv: 1 048 576 (20 bit =  $2^{20}$ )
  - 192.168.0.0 – 192.168.255.255, arv: 65 536 (16 bit =  $2^{16}$ )
- IPv6 aadressid ([RFC 4193](#))
  - fc00::/7, arv:  $2^{121}$
- seade ise (*localhost*):
  - IPv4 127.0.0.1
  - IPv6 ::1
- vt ka reserveeritud IP-aadressid  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Reserved\\_IP\\_addresses](https://en.wikipedia.org/wiki/Reserved_IP_addresses)



# Võrgu seadistamine

- Võrgu seadistamiseks muutke faili */etc/network/interfaces*
- *man interfaces* (*man -f interfaces*) kirjutab pikemalt
- Failis on read (0-N) *ifup* ja *ifdown* käskude jaoks
  - *auto*
  - *iface*
  - *mapping*
  - *allow-*
  - *source*
  - *source-directory*

Graafilise võrguhalduri *Network Manager* kasutamisel asuvad seaded */etc/NetworkManager/* ja kirjutavad */etc/network/* seaded üle.



## Võrgu seadistamine

- */etc/network/interfaces*
  - ***auto*** reaga kirjeldatakse liidesed, mis lülitatakse tegevusse ***ifup -a*** korraldusega ehk automaatselt (näiteks arvuti alglaadimisel).
    - Näiteks: ***auto lo eth0***
  - ***allow-*** algusega lubatakse antud liidesega toimetada määratud allsüsteemidel (nagu näiteks hotplug)
    - Näiteks: ***allow-hotplug eth1***

# Võrgu seadistamine

- */etc/network/interfaces*
  - Iface määrab ära võrguliidese parameetrid

- staatiline võrk

```
iface eth0 inet static  
address 192.168.1.10  
netmask 255.255.255.0  
broadcast 192.168.1.255  
gateway 192.168.1.1  
dns-search example.com  
dns-nameservers 194.126.115.18 194.126.101.34 194.126.97.30 195.250.187.46
```

- dünaamiline võrk

```
auto eth0  
iface eth0 inet dhcp
```

- arvuti ise (*loopback*)

```
iface lo inet loopback  
address 127.0.0.1  
netmask 255.0.0.0
```

siin näites on toodud Telia Eesti nimeserverid:

```
dns.estpak.ee [194.126.115.18]  
dns2.estpak.ee [194.126.101.34]  
dns3.estpak.ee [194.126.97.30]  
dns4.estpak.ee [195.250.187.46]
```

võib ka eraldi reana:

```
dns-nameserver <IP>  
dns-nameserver <IP>
```

kui nimeservereid vms seadeid muudetud siis tuleb võrguliides taaskäivitada

```
ifdown eth0  
ifup eth0
```

**NB! Kui olete SSH'ga sisse loginud siis olla ettevaatlik (taaskäivita server)!**



## Nimeserverite (DNS) seadistamine

- Ubuntu on vaikimisi paigaldatud *resolvconf* programm – sellisel juhul seadistada nimeserverid käsitsi */etc/network/interfaces* kaudu (vt eelmist slaidi)
- kui ei ole *resolvconf* paigaldatud siis muuta käsitsi failis */etc/resolv.conf* nimeserverid
  - *nameserver 194.126.115.18*
  - *nameserver 194.126.101.34*
  - *nameserver 194.126.97.30*
  - *nameserver 195.250.187.46*



# avalikud nimeserverid

- üldiselt pakub ISP (*Internet Service Provider*) nimeservereid
- Google Public DNS

- <https://developers.google.com/speed/public-dns/>

- <https://developers.google.com/speed/public-dns/docs/using>

- <https://dns.google.com/>

- 8.8.8.8

- 8.8.4.4

- OpenDNS (Cisco) pakub (<https://www.opendns.com/>)

- 208.67.222.222

- 208.67.220.220

- veel valikuid <http://pcsupport.about.com/od/using-open-dns/a/use-open-dns-public-dns-servers.htm>

<https://www.opendns.com/enterprise-security/>

<https://www.opendns.com/home-internet-security/>

**NB! Ettevaatust! Usaldage avalike nimeserverite piiritu usaldamisega!**

vt

<http://www.networkworld.com/article/2886283/security/0/top-10-dns-attacks-likely-to-infiltrate-your-network.html>



## Aliased

- Võrgukaardile saab anda mitu IP aadressi
- Näiteks järgnevad read ***interfaces*** failis:
  - ***iface eth1 inet dhcp***
  - ***iface eth1:0 inet static***  
***address 192.168.2.2***  
***netmask 255.255.255.0***
- Seavad võrguliidesele eth1 lisaks aliasliidese eth1:0, millel on fikseeritud IP aadress



## Pre-UP

- Vahel on vaja enne liidese aktiveerimist käivitada erinevaid skripte, näiteks tule müüri reeglite seadmiseks. Faili *interfaces* *iface* sektsiooni tuleb lisada ***pre-up*** rida.
- Näide tule müüri reeglite seadmise rida.
  - ***pre-up iptables-restore < /etc/iptables/iptables.conf***
- veel näiteid
  - */usr/share/doc/ifupdown/examples/network-interfaces.gz*
  - vaatamiseks nt *less*

# Võrgu seadistamine

- iface seadetega saab määrata korraldused, mis sooritatakse enne ja pärast liidese seadistamist
- Peale faili interfaces muutmist tuleb muudatuste rakendamiseks restartida network teenus
  - vanemad kui Ubuntu 14.04
    - */etc/init.d/networking restart*
    - *service networking restart*
    - *sudo invoke-rc.d networking restart*
  - alates ubuntu 14.04 (systemd)
    - *systemctl restart networking*
    - *sudo systemctl restart networking.service*
    - *sudo systemctl status networking* (olek)
    - *sudo systemctl restart network-manager* (töölauamasina puhul)
    - *systemctl status NetworkManager.service* (töölauamasina puhul)

*systemctl* puhul kasutusel *less* – sama, mis man puhul – väljumiseks *q*



## Võrgu seadistamine

- Võrguliideseid saab seadistada
  - Muutes konfiguratsioonifaile ja restartides võrguteenust
  - Seada võrguliidese parameetreid käsurealt näiteks ***ifconfig*** korraldusega
    - Sellisel juhul ei jää muudatused peale võrguteenuse taaskäivitamist alles (näiteks arvuti alglaadimisel loetakse seaded failist)



## Võrgu seadistamine

- Võrguliidese seadeid saab vaadata ja muuta korraldusega ***ifconfig***
  - Näiteks: ***ifconfig*** ilma parameetriteta kuvab võrguliideste seaded
  - Näiteks ***ifconfig eth0 10.0.0.12 netmask 255.255.255.0 up*** seab liidese eth0 IP aadressi ja võrgumaski ning toob liidese üles
  - Näiteks ***ifconfig eth0 down*** toob liidese eth0 alla



## Võrgu seadistamine

- Võrguliidese aktiveerimine
  - ***ifup*** <***Liides***> - aktiveerib liidese
    - Näiteks ***ifup eth0*** aktiveerib liidese eth0
  - ***ifdown*** <***liides***> - seiskab liidese
    - Näiteks ***ifdown eth0*** seiskab liidese eth0



## DHCP serverilt aadressi küsimine

- Dünaamiliselt määratletud seadete küsimine käsurealt
  - ***dhclient*** <liides, näiteks *eth0*>
- *DHCP* kaudu antud aadressi vabastamine
  - ***dhclient -r*** <liides>
- info masina kohta (*DNS lookup*)
  - ***host -a neti.ee*** (man host)





## Juhtmeta võrgud

- Reeglina serveritel juhtmeta võrke pole ja kantavatel arvutitel saab neid seadistada graafilise liidese abil (võib julgelt `/etc/network/interfaces` faili muutmata jätta). Samas võib olla vajadus seada käsurealt WiFi võrke
  - ***man iwconfig***
  - Näiteks ***iwconfig eth1 essid itcollege*** seab traadita võrguliidese eth1 EIK'i WiFi võrku



## MAC ja liidese seos

- *Vahel on vajadus siduda MAC-aadress kindla võrguliidese nimega*
  - *Ubuntu Server teeb seda ise faili `/etc/udev/rules.d/70-persistent-net.rules` abil (vt järgmine slaid) – sama faili kaudu ka aliased (`NAME=eth0`) kus NAME asemel soovitud nimi*
  - **NB! MAC-aadressi sidumine kindla IP-aadressiga käib DHCP-serveris, vt näide**
- *Kui kopeerite virtuaalmasina teise hosti, siis on kasulik seosefail kustutada, kuna muidu võib kaduda `eth0` ja selle asemele luuakse `eth1`*
- *võrguliideste MAC-aadressid*
  - *`ifconfig -a | grep -i --color hwaddr`*



## MAC ja võrgukaardi vahetus

- kui vahetatakse võrgukaart serveris siis võib failis */etc/udev/rules.d/70-persistent-net.rules* olla seos:

```
# This file was automatically generated by the /lib/udev/write_net_rules
# program, run by the persistent-net-generator.rules rules file.
# You can modify it, as long as you keep each rule on a single
# line, and change only the value of the NAME= key.
# PCI device 0x8086:0x1004 (e1000)
SUBSYSTEM=="net", ACTION=="add", DRIVERS=="?*",
ATTR{address}=="0a:03:27:c2:b4:eb", ATTR{type}=="1", KERNEL=="eth*", NAME="eth0"
```

- kustutada 2 viimast rida & taaskäivitada server
- lisatud kaart tuvastatakse & lisatakse õige MAC-aadressiga rida



## Marsruut (*route*)

- marsruutimistabeli vaatamiseks
  - *route*
  - *netstat -r*
  - *ip route show*
- vaikelüüsi määramiseks
  - ***route add default gw <ruuteri IP>***
  - ***route add default gw 10.0.0.1***
- staatilise *route* määramiseks
  - ***route add -net <IP> netmask <MASK> <LIIDES>***
    - Näiteks ***route add -net 10.0.0.0 netmask 255.255.255 eth0***
- ....kustutamiseks
  - ***route del -net 10.0.0.0 netmask 255.255.255.0 eth0***



## Suunamine

- Vaikimisi ei toimi Linux server marsruuterina. Ehk ta ei suuna edasi pakette, mis pole talle mõeldud.
- Kui soovite serverit seadistada tulemüürina (näiteks lihtne NAT), siis tuleb määrata pakettide edastamine.
- */etc/sysctl.conf* failis
  - *net.ipv4.ip\_forward=1*  
Määrab IPv4 edastamise
  - *net.ipv6.ip\_forward=1*  
Määrab IPv6 edastamise
- “Marsi” pakett – eriotstarbelise aadressiga, ka küberründed  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Martian\\_packet](https://en.wikipedia.org/wiki/Martian_packet)



## Võrgu toimimise testimine

- Vaadake ***ifconfig*** käsu väljundit (näete IP aadressi)
- Vaadake ***route*** väljundit (näete vaikelüüsi)
- Proovige vaikelüüsi pingida
- Vaadake ***arp -a*** väljundit (kas sealt on näha värskelt pingitud lüüsi MAC aadress)
  - võrgunaabruse vaatamine  
***ip neigh show***  
***avahi-browse -a -t -d local***  
(vajadusel: *sudo apt install avahi-discover*)



## Võrgu toimimise testimine

- Vahel on vaja näha mis ühendused on serveri ja klientide vahel aktiivsed. Informatsiooni võrgu staatuse kohta saab korraldusega ***netstat***
- ***netstat -l*** kuvab serveri aktiivsed (kuulataavad) pordid/teenused
- Failis ***/etc/services*** on kirjas teenuste nimedele vastavad pordid
- ***netstat*** ilma parameetriteta kuvab ühendused teiste masinate ja lokaalsete pistikute vahel



## Võrgu toimimise testimine

- Kui soovite teada, mis teed kasutatakse ja kuhu liiklus kinni jääb, siis kasutage korraldust **tracertoute** (lisainfo *man tracertoute*, paigaldamiseks *sudo apt install tracertoute*) ja ka **tracertpath** (lisainfo: *man tracertpath*)
- **tracertoute <host või IPv4>** (IPv6: *tracertoute6*)
  - **tracertoute [www.itcollege.ee](http://www.itcollege.ee)**
- **tracertpath <IPv4>** (*tracertpath6 <IPv6>*)





# IPv6

- IPv4 aadressruum 32-bit:  $2^{32}$  (~4,3 miljardit)
- IPv6 aadressruum 128-bit:  $2^{128}$  (~ $3,4 \cdot 10^{38}$ )
  - suurte arvude nimed [https://en.wikipedia.org/wiki/Names\\_of\\_large\\_numbers](https://en.wikipedia.org/wiki/Names_of_large_numbers)
- IPv6 mõeldud asendada IPv4
- palju uusi võimalusi võrreldes IPv4'ga lihtsuse suunas, turvalisem (IPsec kohustuslik)
  - <https://www.youtube.com/watch?v=2wa7y3W2DI0>
- NAT on ajutine lahendus IPv4'le, mida IPv6 lihtsustab – seda pole enam vaja
- Eestis:
  - <http://www.ipv6-test.com/stats/country/EE>
  - [https://labs.ripe.net/Members/tarko\\_tikan/ipv6-deployment-in-estonia](https://labs.ripe.net/Members/tarko_tikan/ipv6-deployment-in-estonia)
  - <https://www.youtube.com/watch?v=13pieNC25P8>
  - [http://whatmyip.co/view/countries/EST/Internet\\_Usage\\_Statistics\\_Estonia.html](http://whatmyip.co/view/countries/EST/Internet_Usage_Statistics_Estonia.html)



## IPv6

- IPv6 ([RFC3513](#), [RFC4291](#)) jagatakse kaheksaks 16-bit rühmaks, eraldatakse kooloniga – [16nd-süsteemi arv](#)
- saab lühendada: iga grupi eest nullid ära ja suurema hulga nulle asendada topeltkooloniga (vaid ühel korral)
- terminalis ([IEEE EUI-64 stiilis IPv6 aadress](#), [vt ka siia](#)):  
**ip a (ip addr)**

```
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP group default qlen 1000
```

```
link/ether 00:25:ad:2c:af:17 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
```

```
inet 192.168.1.2/24 scope global eth0
```

```
inet6 fe80::225:adff:fe2c:af17/64 scope link
```

```
valid_lft forever preferred_lft forever
```

# IPv6 aadressid

- **::/128** määratlemata aadress
- **::1/128** loopback
- **fe80::** *link-local* aadress
  - <http://www.iana.org/assignments/iana-ipv6-special-registry/iana-ipv6-special-registry.xhtml>
  - <http://ipv6.com/articles/general/IPv6-Addressing.htm>
  - <https://wiki.kubuntu.org/IPv6>
- IPv6 *link-local* aadressist saab tuletada MAC-aadressi
- nt IPv6 aadress: *fe80::be5f:f4ff:fe19:ad18*
  - MAC-aadress: *bc:5f:f4:19:ad:18*
  - *fe80::* – link-local aadress (ruuterid ei kasuta)
  - *ff:fe* – lisatud automaatselt keskele
- *MAC to IPv6 link-local converter*
  - <http://ben.akrin.com/?p=1347>
  - <http://www.sput.nl/internet/ipv6/ll-mac.html>
  - <https://duckduckgo.com/?q=MAC+to+IPv6+link-local+converter>

# IPv6

- terminalis (IEEE EUI-64 stiilis IPv6 aadress):  
**ifconfig**

eth0 Link encap:Ethernet HWaddr 00:25:ad:2c:af:17

inet address:192.168.1.2 bcast:192.168.1.255 mask:255.255.255.0

inet6 addr: fe80::225:adff:fe2c:af17/64 scope:link

....

- IPv6 võrguavastus (naabruses olevad IPv6- aadressid)
  - **ip -6 neigh show** (IPv4: **arp -a**)
    - <http://itkia.com/how-to-arp-a-in-ipv6/> - MS Windowsis
      - *netsh int ipv6 show neigh*
- IPv6 kirje pärimine IPv4 aadressiga (vt [unreachable probleem](#), [link2](#))
  - **host -t AAAA ipv6.google.com**
    - vt ka *host -a www.google.com*

# IPv6

- vaatame kas IPv6 on kasutusel
  - ***cat /proc/net/ipv6***

```
00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000001 01 80 10 80    lo
fe800000000000000000000002179affe0af644 03 40 20 80    ra0
fe80000000000000000000000219d1ffe2abaa8 02 40 20 80    eth0
```

- ***lsmod | grep ipv6*** (vajadusel *sudo modprobe ipv6*)

```
nf_log_ipv6          16384 5
nf_conntrack_ipv6    20480 8
nf_defrag_ipv6       36864 1 nf_conntrack_ipv6
nf_reject_ipv6       16384 1 ip6t_REJECT
nf_log_common        16384 2 nf_log_ipv4,nf_log_ipv6
nf_conntrack         118784 8
nf_nat_ftp,nf_conntrack_netbios_ns,nf_nat,xt_conntrack,nf_conntrack_broadcast,
nf_conntrack_ftp,nf_conntrack_ipv4,nf_conntrack_ipv6
```



## IPv6 ufw tulemüüris

- lubamine */etc/default/ufw*
  - IPV6=yes
- tulemüüris lubame IPv6 SSH serverisse:
  - *sudo ufw allow proto ipv6 to <serveri ipv4 aadress>*
  - *sudo ufw allow to <serveri ipv6 aadress> port 22*

## IPv6 staatiline aadress

- faili `/etc/network/interfaces` lisada näiteks:

```
### Start IPV6 static configuration  
  
iface eth0 inet6 static  
  
address 2607:f0d0:2001:000a:0000:0000:0000:0010  
  
netmask 64  
  
gateway 2607:f0d0:2001:000a:0000:0000:0000:0001  
  
dns-nameservers 2001:4860:4860::8888  
2001:4860:4860::8844  
  
### END IPV6 configuration
```

Google Public  
DNS



- võrgu taaskäivitus: `sudo systemctl restart networking`
- Ubuntu 12.04 ja vanem: `sudo service networking restart`

# IPv6 kontroll

- vaatame võrguliidest eth0
  - **ifconfig eth0 | grep "inet6 addr:"**
  - **ip -6 address show eth0 (ip -6 a show eth0)**
- **ping6 <IPv6-aadress>**
  - **ping6 -c 1 ::1 (ping6 -I eth0 -c 1 ::1)**
- kui pingimisel teade: *connect: Invalid argument* siis määra ka võrguliides: *ping6 -I eth0 fe80::212:34ff:fe12:3456*
  - **ip -6 neigh show** (naabruses olevad IPv6 aadressid)
  - **host -t AAAA [www.google.com](http://www.google.com)** (IPv4 järgi IPv6 pärimine)
- IPv6 ruutingutabel
  - **netstat -nr -6**
  - **ip -6 r**
- IPv6 ping veebis
  - <http://www.subnetonline.com/pages/ipv6-network-tools/online-ipv6-ping.php>





# IPv6 programmides

- IPv6 programmides
  - *ping6* (MS Windowsis *ping -6*)
  - *ip -6*
  - *ifconfig <interface> inet6....*
  - *tracert6*
  - *tracert6*
  - *ssh -6 (ssh user@IPv6%eth0)*
  - *scp -6 (scp test.txt user@[fe80::221:97ff:feed:ef01%eth0]:)*



# IPv6 kontroll

- vaatame võrguliidest eth0
  - **ifconfig eth0 | grep "inet6 addr:"**
  - **ip -6 address show eth0 (ip -6 a show eth0)**
- **ping6 <IPv6-aadress>**
  - **ping6 -c 1 ::1 (ping6 -I eth0 -c 1 ::1)**
- kui pingimisel teade: *connect: Invalid argument* siis määra ka võrguliides:  
*ping6 -I eth0 fe80::212:34ff:fe12:3456*
  - ***ip -6 neigh show*** (naabruses olevad IPv6 aadressid)
- IPv6 ruutingutabel
  - **netstat -nr -6**
  - **ip -6 r**

# Viiteid

- <https://wiki.debian.org/NetworkConfiguration>
- <https://help.ubuntu.com/lts/serverguide/network-configuration.html>
- <https://help.ubuntu.com/community/InternetAndNetworking>
- [https://wiki.itcollege.ee/index.php/Ubuntu\\_server\\_v%C3%B5rgu\\_seadistamine](https://wiki.itcollege.ee/index.php/Ubuntu_server_v%C3%B5rgu_seadistamine)
- */usr/share/doc/ifupdown/examples/network-interfaces.gz*
  - <http://www.cyberciti.biz/faq/setting-up-an-network-interfaces-file/>
- nimeserverite seadete uuendamine kui ollakse üle võrgu masinas
  - <http://askubuntu.com/questions/203261/editing-dns-nameservers-in-etc-network-interfaces-without-a-restart>
  - <http://askubuntu.com/questions/224966/how-do-i-get-resolvconf-to-regenerate-resolv-conf-after-i-change-etc-network-in/225100#225100>
- IP aliase loomine Ubuntu süsteemis  
[https://wiki.itcollege.ee/index.php/IP\\_aliase\\_loomine\\_Ubuntus](https://wiki.itcollege.ee/index.php/IP_aliase_loomine_Ubuntus)
- IP-aadresside vahemikud riikide kaupa
  - <http://www.ip2location.com/free/visitor-blocker>
- Alamvõrgud
  - IPv4 [https://en.wikipedia.org/wiki/IPv4\\_subnetting\\_reference](https://en.wikipedia.org/wiki/IPv4_subnetting_reference)
  - IPv6 [https://en.wikipedia.org/wiki/IPv6\\_subnetting\\_reference](https://en.wikipedia.org/wiki/IPv6_subnetting_reference)
- Reserveeritud IP-aadressid [https://en.wikipedia.org/wiki/Reserved\\_IP\\_addresses](https://en.wikipedia.org/wiki/Reserved_IP_addresses)

# Viiteid (IPv6)

- [https://wiki.itcollege.ee/index.php/IPv6\\_v%C3%B5rguparameetrite\\_seadistamine](https://wiki.itcollege.ee/index.php/IPv6_v%C3%B5rguparameetrite_seadistamine)
- <https://en.wikipedia.org/wiki/IPv6>
- <https://et.wikipedia.org/wiki/IPv6>
- <http://tldp.org/HOWTO/Linux+IPv6-HOWTO/>
- <https://www.linux.com/learn/ipv6-crash-course-linux>
- Google <https://www.google.com/intl/en/ipv6/>
  - <https://ipv6test.google.com/> - valmiduse test
- <http://www.worldipv6launch.org/> , <https://getipv6.info/>
- <http://ipv6leak.com/> - lekketest
- <http://www.differencebetween.net/technology/internet/difference-between-ipv4-and-ipv6/>
- <http://electronicdesign.com/embedded/whats-difference-between-ipv4-and-ipv6>
- [http://www.webopedia.com/DidYouKnow/Internet/ipv6\\_ipv4\\_difference.html](http://www.webopedia.com/DidYouKnow/Internet/ipv6_ipv4_difference.html)
- <http://www.networkworld.com/article/2692482/ipv6/infographic-ipv4-vs-ipv6.html>
- <https://help.ubuntu.com/community/WebBrowsingSlowIPv6IPv4>
- <http://www.itcollege.ee/en/blog/2015/01/19/ipv6-council-estonia-has-been-founded/>
- <https://duckduckgo.com/?q=IPv6+to+IPv4+calculator> (<http://ipv6.ztsoftware.net/ipv4-to-ipv6/>)
- <https://duckduckgo.com/?q=IPv6+calculator>



## Viited (IPv6)

- IPv6 testid
  - <http://ipv6-test.com/>
  - <http://test-ipv6.com/>
  - <http://ismyipv6working.com/>
  - <http://www.ipv6now.com.au/tools.php>
  - <http://www.ipv6scanner.com/>
  - <http://ipv6locator.net/>
  - <https://www.site24x7.com/tools.html>
  - <http://www.whatismyipv6.com/>
  - <http://ip.bieringer.de/>
  - <http://netalyzr.icsi.berkeley.edu/>

# Küsimused? Tänan tähelepanu eest!



IT KOLLEDŽ  
TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL



**TTÜ IT KOLLEDŽ**

**Raja 4C, 12616 Tallinn**

**tel +372 628 5800**

**info@itcollege.ee**

**<http://www.itcollege.ee/>**