



Eesti Infotehnoloogia
Kolledž

Võrgu seadistamine

Linux (UNIX) algajale

Edmund Laugasson
edmund.laugasson@itcollege.ee

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

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/tipstricks/a/free-public-dns-servers.htm>

NB! Ettevaatust juhuslike avalike nimeserverite piiritu usaldamisega!

vt

<http://www.networkworld.com/article/2886283/security0/top-10-dns-attacks-likely-to-infiltrate-your-network.html>

OpenDNS pakub veel rida muid võimalusi

<https://use.opendns.com/>

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

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



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 tulemüüri reeglite seadmiseks. Faili *interfaces iface* sektsiooni tuleb lisada ***pre-up*** rida.
- Näide tulemüüri 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

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 värskest 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 **traceroute** (lisainfo *man traceroute*, paigaldamiseks *sudo apt install traceroute*) ja ka **tracpath** (lisainfo: *man tracpath*)
- **traceroute <host või IPv4>** (IPv6: *traceroute6*)
 - **traceroute www.itcollege.ee**
- **tracpath <IPv4>** (**tracpath6 <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
- IPv6 mõeldud asendama 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://www.youtube.com/watch?v=13pieNC25P8>
 - 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/if_inet6***

```
000000000000000000000000000000000001 01 80 10 80    lo
```

```
fe8000000000000002179afffe0af644 03 40 20 80    ra0
```

```
fe800000000000000219d1fffe2abaa8 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_contra  
ck_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
```

Google Public DNS

```
### END IPV6 configuration
```

- 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** (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
- </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
- IP-aadresside vahemikud riikide kaupa
 - <http://www.ip2location.com/free/visitor-blocker>
- Alamvõrgud
 - IPv4 https://en.wikipedia.org/wiki/IPv4_subnetting_reference
 - IPv6 https://en.wikipedia.org/wiki/IPv6_subnetting_reference
- Reserveeritud IP-aadressid https://en.wikipedia.org/wiki/Reserved_IP_addresses



Viiteid (IPv6)

- 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.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?

Täna tähelepanu eest!

