

Podešavanje TCP/IP mreže

(Steve Burnett)

U ovom poglavlju

Razumijevanje TCP/IP konfiguracijskih datoteka **484**

Inicijalizacija Ethernet sučelja **486**

Razumijevanje TCP/IP usmjeravanja **489**

Nadziranje TCP/IP mreže s programom *netstat* **493**

Podešavanje TCP/IP mreže je jedna od češćih zadataka s kojima ćete se suočavati pri administriranju Linux strojeva. U najosnovnijim slučajevima to nije presloženo, međutim, ipak zahtijeva nešto razmatranja izvedbe vaše mreže i poznavanje manjeg broja programa i konfiguracijskih datoteka.

Razumijevanje TCP/IP konfiguracijskih datoteka

TCP/IP umrežavanjem u Linuxu se upravlja skupom konfiguracijskih datoteka u direktoriju */etc*. Te datoteke Linuxu govore koja je njegova IP adresa, ime domaćina i ime domene te nadziru mrežna sučelja. Tablica 24.1 vam prikazuje što svaka datoteka radi. Sljedeći odjeljci detaljno opisuju svaku od tih datoteka.

Tablica 24.1 Konfiguracijske datoteke Linux TCP/IP mreže

Datoteka	Opis
<i>/etc/hosts</i>	Imena domaćina mapira IP adresama
<i>/etc/networks</i>	Imena domaćina mapira mrežnim adresama
<i>/etc/rc.d/rc3.d/S10network</i>	Podešava postavke i aktivira vaša Ethernet sučelja pri podizanju sustava

Datoteka */etc/hosts*

Svako računalo na TCP/IP mreži ima IP adresu, kanonsko (standardno) ime domaćina i nijedno ili više imena domaćina. Datoteka */etc/hosts* je osnovna metoda mapiranja imena domaćina IP adresama.

BILJEŠKA Sva imena domaćina, imena domena i IP adrese koje se koriste u ovom poglavlju su izmišljene i ne odražavaju ni jednu stvarnu mrežu na Internetu. ■

Za primjer, pogledajte izmišljenu mrežu koju je izgradila Burwell, Inc. Ta se mreža sastoji od jedne adrese mreže klase B koju je Burwellu dodijelio InterNIC (organizacija koja upravlja Internet adresama). Ta je mreža podijeljena u dvije podmreže klase C. Slijedi oblik datoteke *hosts*:

```
# /etc/hosts for linux1.burwell.com
#
# For loopbacking.
127.0.0.1    localhost

# This machine
166.82.1.21 linux1.burwell.com linux1    # the local machine

# Other hosts on our network
166.82.1.20 server.burwell.com server    # the server
166.82.1.22 wk1.burwell.com            # workstation
```

```

166.82.1.10    netpr1.burwell.com netpr1        # networked printer
166.82.1.1    gateway.burwell.com gateway      # the router
166.82.1.1    gate-if1          # 1st interface on gateway
166.82.2.1    gate-if2          # 2nd interface on gateway
166.82.1.30    linux2.burwell.com linux2        # Laptop via PLIP

# end of hosts file

```

SAVJET

Uočite da prethodni prolaz ima dva imena domaćina za IP adresu 166.82.1.1. Dobra je zamisao svakom sučelju na stroju zadati jedinstveno ime. Na taj je način lakše vidjeti što se događa kada koristite naredbe `ifconfig` i `route`.

Format datoteke *hosts* se sastoji od jedne IP adrese po retku počevši u prvom stupcu, kanonskog imena domaćina pridruženog toj adresi i zatim nijednog ili više zamjenskih imena. Polja su odvojena razmacima ili tabulatorima. Prazni redovi i tekst koji slijedi iza znaka `#` se smatraju napomenama i zanemaruju se.

IP adresa 127.0.0 je poznata kao *local loopback address* (*lokalna povratna adresa*) i rezervirana je za tu svrhu. Njoj se obično dodjeljuje ime *localhost*. Ako ćete vaš stroj koristiti samo kao samostalan sustav ili ćete koristiti SLIP ili PPP za spajanje na vanjski svijet, u vašoj datoteci *hosts* trebate samo *localhost* adresu.

BILJEŠKA

Zadaću je datoteke `/etc/hosts` na strojevima spojenim na Internet ili velike unutarnje mreže uglavnom preuzeo Domain Name Service (DNS). Međutim, DNS nije raspoloživ tijekom podizanja sustava ili kada radite u jednokorisničkom modu, stoga je dobra zamisao informacije za neophodne strojeve poput poslužitelja i prolaza staviti u `/etc/hosts`.

Na mreži sa samo nekoliko strojeva koji nisu spojeni na Internet je lakše u `/etc/hosts` držati cjeloviti ispis svih domaćina nego postavljati i održavati DNS. ■

SAVJET

Davanje imena vašim mrežama omogućuje pogodnosti poput statičnog usmjeravanja koje uzima ime domaćina ili ime mreže. Podmreže ne trebate pamtititi po njihovim IP adresama, dovoljno je znati njihova imena.

Datoteka `/etc/networks`

Baš kao što domaćini imaju imena i IP adrese, tako se i mrežama i podmrežama mogu dati imena. S tim se imenima barata u datoteci `/etc/networks`. IP adrese u datoteci `networks` uključuju samo dio s mrežnom adresom plus podmrežni bajt. U sljedećem je primjeru ogleđna datoteka za `burwell.com`:

```

# /etc/networks for burwell.com
localnet    127.0.0.0    # software loopback network
burwell-c1  166.82.1          # Development Group Network, Class C
burwell-c2  166.82.2          # MIS Network, Class C

# end of networks file

```

Prvo je ime localnet i IP adresa, 127.0.0.0. Ako vaš Linux stroj ne spajate na TCP/IP mrežu ili koristite samo SLIP ili PPP, sve što u ovu datoteku trebate staviti jest ime localnet i IP adresu.

Sljedeća dva reda identificiraju dvije podmreže klase C koje je Burwell napravio iz svoje mreže klase B.

Inicijalizacija Ethernet sučelja

Program `ifconfig` čini mrežna sučelja poput softverske povratne petlje i Ethernet kartica poznatih Linuxovoj jezgri, tako da ih Linux može koristiti. Program `ifconfig` se koristi i za nadziranje i promjenu stanja mrežnih sučelja. Jednostavan poziv za `ifconfig` jest

```
ifconfig adresa sučelja
```

koji aktivira navedeno mrežno sučelje i dodjeljuje mu IP adresu. To se naziva *dovođenje sučelja*. Uopćena je pozivna sintaksa za `ifconfig` sljedeća:

```
ifconfig sučelje [aftype] [opcije] | adresa
```

U tablici 24.2 je popis argumenata naredbenog retka za `ifconfig`.

Tablica 24.2 Argumenti naredbenog retka za `ifconfig`

Argument	Opis
<code>interface</code> (sučelje)	Ime mrežnog sučelja, obično ime upravljačkog programa uređaja iza kojeg slijedi identifikacijski broj. Ovaj je argument obavezan.
<code>aftype</code> (apvrsta)	Adresna porodica koju treba koristiti za dekodiranje i prikazivanje svih adresa protokola. Sada su podržane adresne porodice <code>inet</code> (TCP/IP), <code>ddp</code> (Appletalk Phase 2), <code>ipx</code> (Novell) te <code>AX.25</code> i <code>netrom</code> (obje za amaterski packet radio). Unaprijed je zadana porodica <code>inet</code> .
<code>up</code>	Aktivira navedeno sučelje.
<code>down</code>	Deaktivira navedeno sučelje.
<code>[-]arp</code>	Uključuje ili isključuje uporabu ARP protokola na navedeno sučelje. Znak minus se koristi za isključivanje zastavice.
<code>[-]trailers</code>	Uključuje ili isključuje repne informacije na Ethernet paketima.
<code>[-]allmulti</code>	Uključuje ili isključuje promiskuitetni način rada sučelja. Kada je uključen, sučelje jezgri šalje sav promet na mreži, a ne samo onaj koji je adresiran na vaš stroj.
<code>metric N</code>	Mjere sučelja postavlja u cjelobrojnu vrijednost <i>N</i> . Metrička vrijednost predstavlja "cijenu" slanja paketa na tom smjeru. Linuxova jezgra tu cijenu smjera trenutno ne koristi, ali će ona biti primijenjena u budućnosti.

Argument	Opis
<code>mtu N</code>	U cjelobrojnoj vrijednosti N podešava najveći broj bajtova s kojima sučelje može baratati u jednom prijenosu. Trenutni mrežni kôd u jezgri ne barata s IP fragmentacijom, stoga za MTU (Maximum Transmission Unit) podesite dovoljno veliku vrijednost.
<code>dstaddr addr</code>	Postavlja IP adresu drugog kraja point-to-point veze. Ključna riječ <code>pointpoint</code> ga je učinila zastarjelim.
<code>netmask addr</code>	Postavlja IP mrežnu masku za navedeno sučelje.
<code>irq addr</code>	Postavlja prekidni redak koji ovaj uređaj koristi. Upamtite da mnogi uređaji ne podržavaju dinamičko IRQ podešavanje.
<code>[-]broadcast[addr]</code>	Postavlja adresu emitiranja za sučelje kada je uključena i adresa. Ako se ne izda nikakva adresa, uključiti će se zastavica <code>IFF_BROADCAST</code> za navedeno sučelje.
<code>[-]pointpoint[addr]</code>	Uključuje point-to-point način rada na navedenom sučelju. To jezgri govori da je ovo sučelje izravna veza do drugog stroja. Kada je i adresa uključena, ona se dodjeljuje stroju na drugom kraju popisa. Ako adresa nije dana, uključena je zastavica <code>IFF_POINTOPOINT</code> za sučelje. Vodeći znak minus isključuje zastavicu.
<code>hw</code>	Postavlja hardversku adresu za navedeno sučelje. Iza ove ključne riječi mora slijediti ime hardverske klase i ASCII istoznačnica hardverske adrese. Sada su podržani Ethernet (<code>ether</code>), AMPR AX.25 (<code>ax25</code>) i PPP (<code>ppp</code>).
<code>address</code>	Ime domaćina ili IP adresa koja treba biti doznačena navedenom sučelju. Imena domaćina koja se ovdje koriste odgovaraju njihovim istoznačnicama u IP adresama. Ovaj je parametar obavezan.

Obično ne trebate koristiti sve opcije. `ifconfig` treba samo ime sučelja, *netmask* (mrežnu masku) i dodijeljenu IP adresu da bi podesio sve što je potrebno. Samo u slučaju kada `ifconfig` ne uspije ili kada imate složenu mrežu, trebat ćete većinu parametara sami postavljati.

UPOZORENJE

Ako je vaš Linux stroj na mreži, program `ifconfig` mora biti osiguran od neovlaštene uporabe. Postavljanje mrežnog sučelja u način rada u kojem prima sve pakete bez obzira na određenu adresu omogućuje drugim osobama "njuškanje" po vašoj mreži i dobivanje osjetljivih podataka poput lozinke. To je ozbiljno kršenje sigurnosti.

► **Vidi** "Upravljanje fizičkom sigurnošću", str. 236.

Uporaba *ifconfig* za provjeru mrežnog sučelja

Kada se *ifconfig* pokrene bez argumenata, on će izdati stanja svih mrežnih sučelja za koja jezgra zna. Kada se *ifconfig* izvršava samo s imenom sučelja u naredbenom retku, on će ispisati stanje tog sučelja:

```
$ ifconfig lo
lo          Link encap Local Loopback
           inet addr 127.0.0.1 Bcast 127.255.255.255 Mask 255.0.0.0
           UP LOOPBACK RUNNING MTU 2000 Metric 1
           RX packets 0 errors 0 dropped 0 overruns 0
           TX packets 1658 errors 10 dropped 0 overruns 0
```

Ovaj primjer koristi *lo*, softversko povratno sučelje. Možete vidjeti dodijelenu IP adresu, (*inet addr*), adresu emitiranja (*Bcast*) i mrežnu masku (*Mask*). Sučelje je *UP* s *MTU*-om od 2000. Posljednja dva retka daju statistiku s brojem primljenih (*RX*) i poslanih paketa (*TX*), zajedno s brojem paketnih grešaka, ispuštenih paketa i grešaka prestizanja.

Podešavanje povratnog sučelja

Svi Linux strojevi s mrežnim slojem instaliranim u jezgri imaju sučelje s povratnom petljom. To se sučelje koristi za ispitivanje mrežnih aplikacija i za pružanje mreže lokalnim TCP/IP servisima kada stroj nije spojen na stvarnu mrežu.

Ime mrežnog sučelja za povratni sustav je *lo*. Za pokretanje *ifconfig* unesite sljedeće:

```
ifconfig lo 127.0.0.1
```

To će aktivirati povratno sučelje i dodijeliti mu adresu 127.0.0.1. Ova se adresa uobičajeno koristi za povratnu petlju budući da InterNIC za mrežu klase nikome nikada neće dodijeliti adresu 127.0.0.0.

Da biste *povratni sustav* učinili posve spremnim za rad, trebate za njega dodati smjer s naredom *route*, koja se objašnjava kasnije u članku “Razumijevanje TCP/IP usmjeravanja”.

Podešavanje mrežnog sučelja

Za podešavanje je Ethernet mrežnog sučelja potrebno malo više rada, naročito ako koristite podmreže. Osnovni poziv za *ifconfig* izgleda poput ovog za *linux1.burwell.com*:

```
ifconfig eth0 linux1
```

Time ćete *ifconfig* natjerati da aktivira Ethernet sučelje 0, u datoteci */etc/hosts* pogleda IP adresu za *linux1* i dodijeli je ovom sučelju. Pregledavanje *eth0* sučelja na ovoj točki otkriva sljedeći kôd:

```
$ ifconfig eth0
eth0       Link encap 10Mbps Ethernet Hwaddr 00:00:E1:54:3B:82
           inet addr 166.82.1.21Bcast166.82.1.255 Mask 255.255.255.0
           UP BROADCAST RUNNING MTU 1500 Metric 0
           RX packets 3136 errors 217 dropped 7 overrun 26
           TX packets 1752 errors 25 dropped 0 overrun 0
           Interrupt:10 Base address:0x300
```

Uočite da je `ifconfig` na osnovi IP adrese koju je pronašao u `/etc/hosts` automatski postavio adresu emitiranja (radne stanice) i mrežnu masku. Ako koristite podmreže, trebate sami jasno navesti adresu radne stanice i mrežnu masku. Na primjer, ako imate mrežu klase C i koristite prvi bit iz dijela domaćina u adresi da biste napravili dvije podmreže, pri pokretanju `ifconfig` trebate navesti adresu emitiranja i mrežnu masku:

```
ifconfig eth0 linux1 broadcast 166.82.1.127 netmask 255.255.255.128
```

Podešavanje paralelnih IP sučelja

`ifconfig` s Parallel IP (PLIP), Serial Line IP (SLIP) i Point-to-Point Protocol (PPP) sučeljima upravlja ponešto drukčije. Za dovođenje PLIP sučelja u `ifconfig` naredbeni redak dodajte opciju `pointpoint`. Pretpostavimo da je Burwelovo prijenosno računalo `linux2` priključeno na prvi paralelni priključak na `linux1`. Za aktiviranje PLIP veze ovako pozivate `ifconfig`:

```
ifconfig plip0 linux1 pointpoint linux2
```

To će aktivirati `plip0` sučelje s IP adresom za `linux1`, postaviti `pointpoint` zastavicu i sučelju reći da je `linux2` IP adresa za drugi kraj veze. `ifconfig` će u `/etc/hosts` potražiti IP adrese za `linux1` i `linux2` i te će adrese odgovarajuće doznačiti. Na prijenosniku koristite sličan poziv

```
ifconfig plip0 linux2 pointpoint linux1
```

► **Vidi** “Razumijevanje zahtjeva za SLIP i PPP”, str. 562.

Razumijevanje TCP/IP usmjeravanja

Usmjeravanje utvrđuje stazu kojom će paket prolaziti od svog izvora kroz mrežu do svog odredišta. Ta se staza utvrđuje uspoređivanjem određene IP adrese s tablicama usmjeravanja u jezgri i slanjem paketa u naznačeni stroj, koji može, ali ne mora biti odredište paketa. Tablica usmjeravanja u jezgri sadrži informacije u obliku “Za dolaženje od stroja Y do mreže X, paket pošalji u stroj Z s troškom 1”, zajedno s vrijednostima *time-to-live* (TTL - koliko se dugo paket smije zadržavati) i pouzdanosti za taj smjer.

Odlučivanje o pravilima usmjeravanja

Prvi je korak u postavljanju usmjeravanja na vašoj mreži odlučivanje o pravilima usmjeravanja. Za male, nepovezane mreže je dovoljna uporaba naredbe `route` za postavljanje statičnih smjerova na svakom stroju tijekom podizanja sustava. Velike mreže s mnogo podmreža ili mreža spojenih na Internet trebaju koristiti dinamičko usmjeravanje. Program usmjeravanja će dinamičko usmjeravanje osigurati komuniciranjem s programima usmjeravanja na drugim strojevima i instaliranjem smjerova na temelju onog što je saznao o topologiji mreže.

Vrlo se često koristi kombinacija statičkog i dinamičkog usmjeravanja. Strojevi na svakoj podmreži za doseganje svojih neposrednih susjeda koriste statičko usmjeravanje. Unaprijed zadani smjer - smjer korišten za pakete različit od svih ostalih smjerova u tablici smjerova - podešen je za *gateway* (prolaz) - stroj koji vrši dinamičko usmjeravanje i svjestan je ostatka

svijeta. Na ovaj se način mogu planirati velike mreže, smanjujući gnjavažu s konfiguracijskim datotekama i količinom propusnosti koju koriste programi za dinamičko usmjeravanje.

Uporaba programa /sbin/route

Program /sbin/route upravlja s tablicom smjerova (*Kernel routing*) i koristi se za određivanje statičkih smjerova do drugih računala ili mreža preko sučelja koja su podešena i aktivirana s ifconfig. To se obično obavlja skriptom /etc/rc.d/rc3.d/S10network tijekom podizanja sustava. Tablica 24.3 opisuje argumente naredbenog retka za /sbin/route.

Tablica 24.3 Argumenti naredbenog retka za /sbin/route

Argument	Opis
(ništa)	/sbin/route bez argumenata izdaje trenutnu tablicu smjerova.
-n	Ovaj argument uzrokuje isti izlaz kao i kada nema argumenata, ali imena domaćina zamjenjuje s njihovim brojčanim IP adresama.
del	
add	

Pregledavanje tablice smjerova Pokretanjem /sbin/routeb bez ikakvih argumenata naredbenog retka ili samo s -n dobivamo ispis tablice smjerova:

```
/sbin/route
Kernel routing table
Destination Gateway Genmask Flags Metric Ref UseIface
127.0.0.0 * 255.0.0.0 U 0 0 100 lo
```

Ovo je iz stroja u kojem je aktivirano samo povratno sučelje. Tablica 24.4 pruža opis polja u izvještaju tablice smjerova.

Tablica 24.4 Polja u izvještaju tablice smjerova

Polje	Opis
Destination	IP adresa odredišta smjera.
Gateway	Ime domaćina ili IP adresa prolaza koji taj smjer koristi. Ako prolaz ne postoji, izlaz je zvjezdica (*).
Genmask	Mrežna maska za odredišnu adresu. Jezgra je koristi za generalizaciju puta do odredišne adrese tako da primijeni logičku operaciju I na bitove Genmaska i paketne IP adrese prije usporedbe s odredišnom adresom.

Polje	Opis
Flags	Zastavice za smjer (U znači gore (up), H znači host (domaćin), G znači gateway (prolaz), D znači dinamički smjer, a M znači modified (preinačen).
Metric	Metrička cijena za smjer. Trenutno nije podržano u mrežnom sloju jezgre.
Ref	Broj drugih smjerova koji se oslanjaju na prisutnost ovog smjera.
Use	Ovaj broj pokazuje koliko je puta stavka tablice smjerova korištena.
Iface	Mrežno sučelje kojem ovaj smjer isporučuje pakete.

Vrativši se na Burwellovu mrežu, sljedeći je primjer s prijenosnika linux2, s uspostavljenom SLIP vezom koja je trenutno u radu:

```
$ /sbin/route
Kernel routing table
Destination Gateway Genmask Flags Metric Ref Use Iface
slip.burwell.c * 255.255.255.255 UH 0 0 0 sl0
127.0.0.0 * 255.0.0.0 U 0 0 100 lo
default slip.burwell.c * UG 0 0 1 sl0
```

Stavka tablice za povratnu petlju je ista kao i prije, a tu su i dvije nove stavke. Prva određuje smjer za slip.burwell.com. Druga nova stavka određuje unaprijed zadani smjer preko prolaza slip.burwell.com.

BILJEŠKA Svaki stroj spojen na mrežu mora u svojoj tablici smjerova imati unaprijed zadani smjer. Unaprijed zadani smjer se koristi kada se u tablici smjerova ne pronađe odgovarajuća stavka za određite paketa. ■

Dodavanje statičkih smjerova Smjerove u tablicu smjerova dodajete pokretanjem programa route s argumentom add. Sintaksa argumenta naredbenog retka za naredbu route add jest

```
route add [ -net | -host ] addr [gw gateway] [metric cost]
➔[netmask mask] [dev device]
```

Tablica 24.5 opisuje argumente naredbenog retka koje koristi naredba route add.

Tablica 24.5 Argumenti naredbenog retka za naredbu route add

Argument	Opis
-net -host	Iznuđuje odnos prema navedenoj adresi kao prema adresi mreže ili domaćina.
addr	Određišna adresa za novi smjer. To može biti IP adresa, ime domaćina ili ime mreže.
gw gateway	Određuje usmjeravanje svih paketa za ovu adresu preko navedenog prolaza.

nastavlja se

Tablica 24.5 Nastavak

Argument	Opis
<code>metric cost</code>	U tablicu smjerova postavlja polje <code>metric</code> .
<code>netmask mask</code>	Navodi mrežnu masku dodanog smjera. Program <code>route</code> može pretpostaviti pa je u uobičajenim prilikama ne trebate navoditi.
<code>dev device</code>	Prisiljava <code>route</code> da novi smjer pridruži navedenom uređaju mrežnog sučelja. <code>route</code> i ovdje obično ispravno pretpostavi koji uređaj treba koristiti za novi smjer, stoga ovo ne trebate često koristiti.

UPOZORENJE

Kada tablici smjerova dodajete smjer preko prolaza, trebate osigurati da se do navedenog prolaza može doprijeti. Prije dodavanja smjera koji koristi prolaz obično trebate dodati statički smjer za taj prolaz.

Neki primjeri usmjeravanja Počinjemo s primjerom za povratno sučelje. Nakon postavljanja povratnog sučelja s `ifconfig`, trebate mu dodati smjer, kao u sljedećem primjeru:

```
# route add 127.0.0.1
```

Ništa drugo nije potrebno budući da `route` datu mu adresu upoređuje s adresama za poznata sučelja i povratno sučelje dodjeljuje novom smjeru. Sljedeći primjer pokazuje kako postaviti usmjeravanje za SLIP vezu na Burwellovom stroju `linux2` nakon što je SLIP veza uspostavljena i `ifconfig` upotrebljen za aktiviranje sučelja:

```
# route add slip.burwell.com
# route add default gw slip.burwell.com
```

Prva naredba dodaje statički smjer za domaćina `slip.burwell.com`. Druga naredba jezgri kaže da `slip.burwell.com` koristi kao prolaz za sve pakete s nepoznatim odredištima.

UPOZORENJE

Osigurajte da se sva imena domaćina koja koristite s naredbom `route` nalaze u datoteci `/etc/hosts` tako da `route` može pronaći IP adrese za njih, inače neće moći obaviti zadatak.

Ako u vašoj mreži uspostavljate podmreže dijeljenjem IP adresa u sredini okteta, pri pokretanju ćete programa `route` trebati navesti traženu mrežnu masku. Na primjer, ako imate mrežu klase C i četiri podmreže koje koriste prva dva bita posljednjeg okteta, `route` ćete trebati pokretati na sljedeći način:

```
# route add hostname netmask 255.255.255.192
```

Ovime osiguravate da će `route` u stavku tablice smjerova staviti ispravnu mrežnu masku.

Za Ethernet i druga sučelja za mrežno emitiranje trebate dodati smjerove koji jezgri govore koje se mreže mogu dosegnuti preko svakog podešenog sučelja. Nakon uporabe `ifconfig` za dovođenje `eth0` mrežnog sučelja na `linux1.burwell.com` kao što ste prethodno uradili, trebate pokrenuti `route` da instalira smjer do mreže na tom sučelju:

```
# route add -net 166.82.1.0
```

To se možda ne čini dovoljnim za ispravno podešavanje tablice smjerova, budući da nikakvo sučelje nije naznačeno, međutim, `route` će sučelje pronaći uspoređivanjem IP adrese u naredbenom retku s IP adresom svakog mrežnog sučelja i smjer doznajuje tako pronađenom sučelju. U ovom je slučaju za `eth0` bila dodijeljena adresa `166.82.1.21` s mrežnom maskom `255.255.255.0`. To se slaže s mrežnom adresom zadanom u naredbi `route`, pa će `route` instalirati smjer do mreže `166.82.1.0` uporabom sučelja `eth0`, kako slijedi:

```
$ route
Kernel routing table
Destination Gateway Genmask      Flags Metric  Ref  UseIface
166.82.1.0  *          255.255.255.0 UN    0      0    0 eth0
127.0.0.0   *          255.0.0.0    U     0      0    100 lo
```

Da bi `linux1` znao kako dosegnuti drugu podmrežu, trebaju vam još dvije stavke u tablici smjerova radi sigurnosti.

```
# route add gateway.burwell.com
# route add -net 166.82.2.0 gw gateway.burwell.com
```

S ovime dodajete statički smjer za `gateway.burwell.com` i zatim dodajete mrežni smjer za `166.82.2.0` uporabom `gateway.burwell.com` kao prolaza za tu mrežu, kako je prikazano u sljedećem:

```
$ route
Kernel routing table
Destination Gateway      Genmask      Flags Metric Ref  UseIface
gateway.burwell *          255.255.255.0 UH    0      0    0 eth0
166.82.1.0     *          255.255.255.0 UN    0      0    0 eth0
166.82.2.0     gateway.burwell 255.255.255.0 UN    0      0    0 eth0
127.0.0.0     *          255.0.0.0    U     0      0    100 lo
```

Ovo prikazuje statički smjer koji ste dodali za `gateway.burwell.com` i smjer s prolazom do mreže `166.82.2.0`.

Brisanje smjerova s naredbom `route` Smjerove brišete pozivanjem `route` s opcijom `del` i navođenjem određene adrese smjera koji želite izbrisati. Na primjer,

```
# route del -net 166.82.2.0
```

briše mrežni smjer za mrežu `166.82.2.0`.

Nadziranje TCP/IP mreže s programom *netstat*

Program `netstat` je vrlo koristan alat za praćenje vaše TCP/IP mreže. On može prikazati tablicu smjerova, stanje aktivnih veza na mreži i korisnu statistiku o svakom mrežnom sučelju. Tablica 24.6 opisuje uobičajene argumente naredbenog retka za `netstat`. Dodano je i nekoliko argumenata namijenjenih naprednim korisnicima. O više informacija pogledajte odgovarajuću *man* stranicu.

Tablica 24.6 Uobičajeni argumenti naredbenog retka za program netstat

Argument	Opis
-a	Prikazuje informacije o svim vezama s Internetom, uključujući i one koje se upravo oslušuju.
-i	Prikazuje statistike za sve mrežne uređaje.
-c	Prikazuje neprestano osvježavano mrežno stanje. netstat će svake sekunde prikazivati stanje na mreži sve dok ne bude prekinut.
-n	Prikazuje udaljene i lokalne adrese i informacije o portovima u brojčanom/sirovom obliku umjesto pretvaranja u imena.
-o	Prikazuje vremenski zavisna stanja svake mrežne veze.
-r	Prikazuje tablicu smjerova u jezgri.
-t	Prikazuje samo TCP informacije , uključujući i one koje se upravo oslušuju.
-u	Prikazuje samo UDP informacije
-v	Prikazuje inačicu informacije za netstat.
-w	Prikazuje sirove informacije s priključnice (socket).
-x	Prikazuje informacije s priključnice UNIX domene.

Prikazivanje aktivnih mrežnih veza

netstat pokrenut bez argumenata naredbenog retka stvara ispis aktivnih mrežnih veza na vašem stroju. Sljedeći primjer prikazuje unaprijed zadani izlaz iz netstata:

```
$ netstat
Active Internet connections
Proto Recv-Q Send-Q Local Address           Foreign Address         (State)
tcp        0      0 linux1.burwell.com:1266 server.burwell.:telnet ESTAB-
LISHED
Active UNIX domain sockets
Proto RefCnt Flags   Type           State         Path
unix 1      [ ACC ] SOCK_STREAM   LISTENING    /dev/printer
unix 2      [ ]     SOCK_STREAM   CONNECTED    /dev/log
unix 2      [ ]     SOCK_STREAM   CONNECTED    /dev/log
unix 1      [ ACC ] SOCK_STREAM   LISTENING    /dev/log
```

Prvi dio prikazuje aktivnu TCP protokol vezu korisnika burt između adrese linux1.burwell.com na portu 1266 i adrese server.burwell.com na telnet portu.

Tablica 24.7 opisuje polja u ispisu Active Internet Connections.

Tablica 24.7 Polja u Active Internet Connections

Polje	Opis
Proto	Protokol korišten za tu vezu – TCP ili UDP.
Recv-Q	Broj bajtova primljenih na ovoj priključnici, ali koje korisnički program još nije kopirao.
Send-Q	Broj bajtova poslanih udaljenom domaćinu čiji primitak još nije potvrđen.
Local Address	Ime lokalnog domaćina i broja porta dodijeljenog ovoj vezi. IP adresa priključnice je pretvorena u kanonsko ime domaćina za tu adresu, a broj porta je pretvoren u ime servisa osim ako je korištena zastavica -n.
Foreign Address	Ime stranog domaćina i broj porta dodijeljenog toj vezi. Zastavica -n na ovo polje utječe jednako kao i na polje Local Address.
State	Trenutno stanje priključnice. Moguća su sljedeća stanja: <ul style="list-style-type: none"> ESTABLISHED Veza je u potpunosti uspostavljena. SYN_SENT Socket sada pokušava uspostaviti vezu s udaljenim domaćinom. SYN_RECV Veza je incijalizirana. FIN_WAIT1 Priključnica je zatvorena i čeka da se veza isključi. FIN_WAIT2 Veza je isključena. Priključnica čeka signal isključivanja iz udaljenog domaćina. TIME_WAIT Priključnica je zatvorena i čeka retransmisiju signala isključivanja. CLOSED Priključnica nije u uporabi. CLOSE_WAIT Udaljeni domaćin je isključio svoju vezu. Lokalni domaćin čeka zatvaranje priključnice. LAST_ACK Udaljena veza je isključena i priključnica je zatvorena. Lokalni domaćin čeka odobrenje. LISTEN Priključnica osluškuje dolazeći pokušaj uspostavljanja veze. UNKNOWN Stanje priključnice nije poznato.
User	Prijavni ID korisnika u čijem je vlasništvu ta priključnica.

Drugi dio prikazuje aktivne priključnice UNIX domene. Priključnice UNIX domene su IPC (interprocess communication) mehanizmi (mehanizmi međuprocenke komunikacije) koji kao sustav sastajanja koriste UNIX datotečni sustav. Procesi u datotečnom sustavu stvaraju posebne datoteke koje zatim otvaraju drugi procesi na stroju koji želi komunicirati. Prethodni netstat ispis prikazuje dvije priključnice koje oslušuju: jedna na /dev/printer, a druga na /dev/log. Tu su i dvije trenutno spojene priključnice: jedna na /dev/log i druga za koju nije navedena pridružena staza. Tablica 24.8 opisuje polja u popisu Active UNIX Domain Sockets.

Tablica 24.8 Polja u popisu Active UNIX Domain Sockets

Polje	Opis
Proto	Protokol u uporabi za ovu priključnicu. To će obično biti unix.
RefCnt	Broj procesa pridruženih toj priključnici.
Flags	Zastavice za tu priključnicu. Za sada je jedina poznata zastavica SO_ACCEPTON (ACC), koja ukazuje da je priključnica odspojena (to jest, na njoj trenutno nije uspostavljena veza) i da proces koji je napravio priključnicu čeka zahtjev za uspostavu veze.
Type	Način pristupa priključnici. Ovo će polje sadržavati jednu od sljedećih ključnih riječi: <ul style="list-style-type: none"> OCK_DGRAM Datagram, način bez uspostavljene veze. OCK_STREAM Protočni način rada. OCK_RAW Sirovi način. OCK_RDM (Reliably delivered message) Pouzdana dostava poruke. OCK_SEQPACKET Sekvencijalni paketni način rada. NKNOWN Način nepoznat programu netstat.
State	Trenutno stanje priključnice. Koriste se sljedeće ključne riječi: <ul style="list-style-type: none"> FREE Priključnica nije dodijeljena. LISTENING Priključnica čeka zahtjev za uspostavu veze. UNCONNECTED Na priključnici trenutno nije uspostavljena veza. CONNECTING Priključnica trenutno pokušava uspostaviti vezu. CONNECTED Priključnica trenutno ima uspostavljenu vezu. DISCONNECTING Priključnica pokušava isključiti vezu. UNKNOWN Stanje priključnice nije poznato. Ovo nećete vidjeti pod uobičajenim uvjetima djelovanja.
Path	Ovo je ime staze koju drugi procesi koriste za spajanje na priključnicu.

SAVJET

Mrežno sučelje koje ispušta mnogo paketa ili dobiva mnogo grešaka prebrzog pristizanja podataka, može biti pokazatelj preopterećenog stroja ili mreže. Provjerom statistike mrežnog sučelja možete dobiti brzu dijiagnozu ovog problema.

Kada se netstat pozove s opcijom -o, on u popis Active internet Connections dodaje informaciju o unutarnjem stanju, kako je prikazano u sljedećem primjeru:

```
$ netstat -o
Active Internet connections
Proto Recv-Q Send-Q Local Address          Foreign Address        (State)
tcp        0      0 localhost:1121         localhost:telnet       ESTABLISHED
  ↪off (0.00/0)
tcp        0      0 localhost:telnet       localhost:1121         ESTABLISHED
  ↪ON (673.69/0)
```

Dodani podaci su na kraju svakog retka i uključuju brojač retransmisije prijemnika, brojač retransmisije predajnika, stanje mjerača vremena (on/off) i vrijednosti vrijeme/odstupanje (u zagradama). Prikazano vrijeme je vrijeme prije isteka mjerača vremena. Odstupanje (backoff) predstavlja broj ponovnih pokušaja za trenutni prijenos podataka. Ti su podaci korisni u dijagnosticiranju mrežnih problema jer je s njima lako vidjeti koja veza ima poteškoća.

Budući da opcija -o izdaje stanje unutarnjih TCP/IP podataka, u kasnijem se izdanju mrežnog softvera format ovih podataka može promijeniti ili će možda ova opcija biti uklonjena.

Pregledavanje tablice *Kernel routing*

netstat pozvan s opcijom -r ispisuje tablicu smjerova *Kernel routing*. Format je isti kao i za naredbu route.

Prikazivanje statistike mrežnog sučelja

Pozivanjem netstata s opcijom -i dobivamo ispis statistike uporabe za svako aktivno mrežno sučelje - još jedan izvrstan alat za otkrivanje uzroka poteškoća na mreži. S ovom je naredbom vrlo lako vidjeti kada su paketi ispušteni, kada se ne mogu obraditi zbog prevelike brzine pristizanja itd.

Slijedi primjer uporabe opcije -i, a u tablici 24.9 su objašnjena sva polja u popisu.

```
$ netstat -i
Kernel Interface table
Iface MTU Met  RX-OK RX-ERR RX-DRP RX-OVR TX-OK TX-ERR TX-DRP RX-OVR Flags
lo    2000 0    0      0      0      0    1558 1      0      0      0 LRU
```

Tablica 24.9 Polja u tablici Kernel Interface

Polje	Opis
Interface	Ime mrežnog sučelja.
MTU	Najveći broj bajtova koji se s ovim sučeljem može poslati u jednom prijenosu.
Met	Metrička vrijednost za ovo sučelje.
RX-OK	Broj paketa primljenih bez greške.
RX-ERR	Broj paketa primljenih s greškama.
RX-DRP	Broj ispuštenih paketa.
RX-OVR	Broj grešaka prestizanja (overrun).
TX-OK	Broj paketa poslanih bez grešaka.
TX-ERR	Broj paketa poslanih s greškama.
TX-DRP	Broj paketa ispuštenih tijekom prijenosa.
TX-OVR	Broj paketa ispuštenih zbog grešaka prestizanja.
Flags	U ovom polju mogu biti prikazane sljedeće zastavice: <ul style="list-style-type: none"> A Sučelje prima pakete namijenjene za više odredišta. B Sučelje prima emitirane pakete (poslane svim stanicama). D Aktivirana je mogućnost otkrivanja grešaka na sučelju. L (loopback) Ovo je povratno sučelje. M Sučelje prima sve pakete bez obzira na odredišnu adresu. N Sučelje ne obrađuje repne informacije paketa. O Address Resolution Protocol je na ovom sučelju isključen. P Ovo je sučelje korišteno kao PPP (point-to-point) veza. R Sučelje je trenutno u radu. U Sučelje je aktivirano.

Odavde...

Ovo poglavlje pokriva osnove podešavanja Linux stroja za uporabu na mreži. Dodatne se informacije mogu naći na *man* stranicama za ovdje spomenute naredbe. O više informacija o TCP/IP umrežavanju i podešavanju pogledajte sljedeća poglavlja:

- 18. poglavlje, “Razumijevanje Linux ljuske” pruža više pojedinosti o pisanju skripta ljuske.
- 23. poglavlje, “Razumijevanje protokola TCP/IP” objašnjava pojedinosti o TCP/IP protokolima.
- 25. poglavlje, “Podešavanje DNS-a” vam pokazuje kako Linux podesiti kao DNS klijent i poslužitelj.