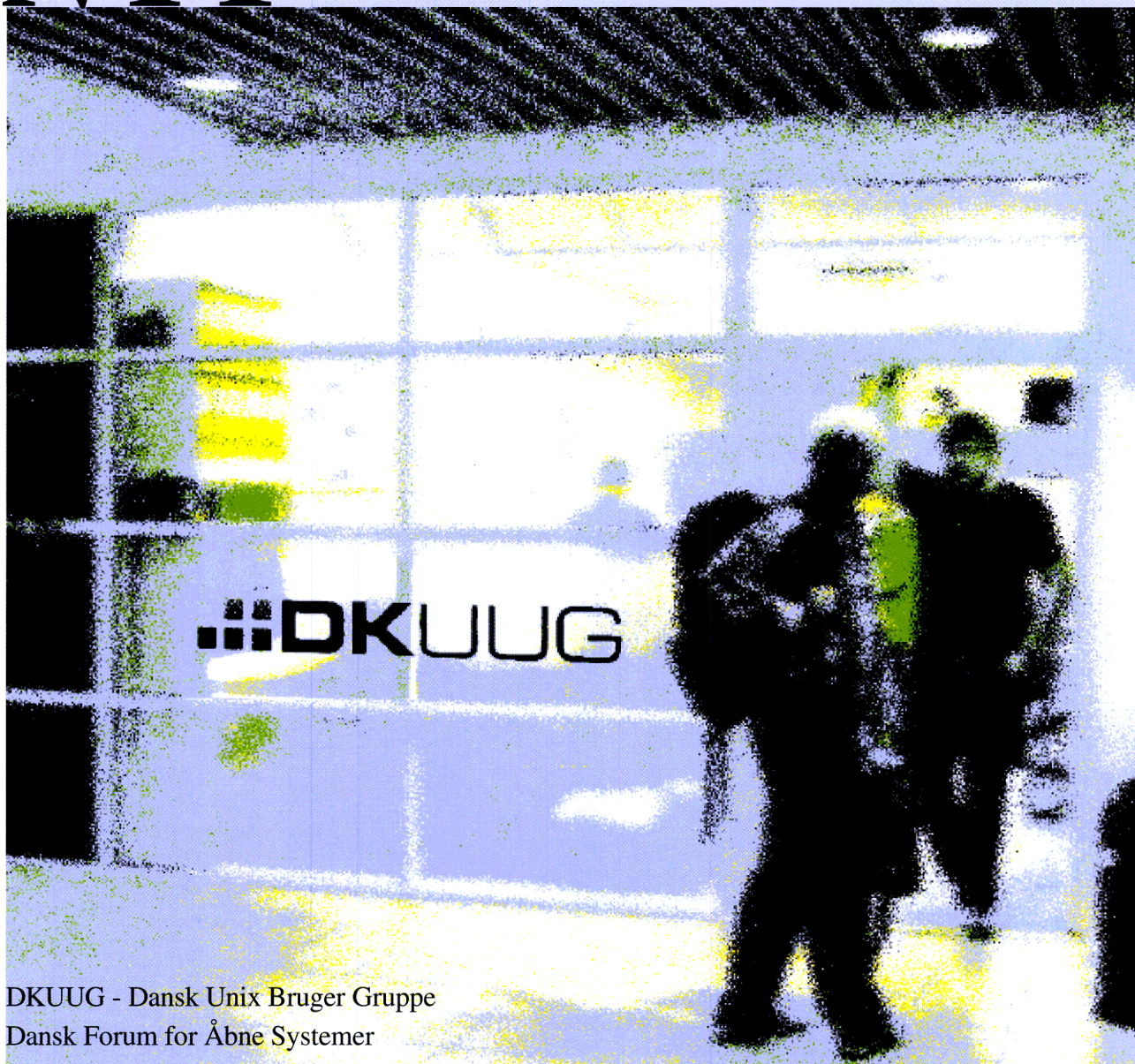


# DKUUG nr. 165 *November 2011*

## *NYT*



DKUUG - Dansk Unix Bruger Gruppe  
Dansk Forum for Åbne Systemer

Mødested for IT-specialister og IT-interesserede.

Brev fra redaktøren - side 2

Meddelelser - side 3

Få erfaring med IPv6 - side 4

## Et brev fra redaktøren

DKUUG har i det forløbne år haft glæde af aktive medlemmers arbejde med Netværket, d.v.s. DKUUGs servere, som befinder sig i en servercamp hos TDC. Det har taget tid af flere årsager, men det er vigtigt at der i DKUUG er mulighed for samarbejde om IT på et professionelt niveau, og vi har derfor ikke valgt den lette løsning - der ville være at bruge GoogleDocs og Blogspot-hosting eller lignende.

Lige så vigtigt er det, at bestyrelsen og især kasserer og formand har arbejdet med oprydning i bogholderiet. Det var for dyrt at køre på den måde, det hidtil foregik, og enten det nu er forsimplede eller strammede regler for bogføring, så koster DKUUG administrationen nu mindre. Henrik Bro har skrevet retningslinier for refusion af bilag og har revideret forretningsordene. Vi er også igang med en revision af vedtægterne, der skal være klare og letforståelige.

Der har været oversvømmelse i DKUUGs lager og arkiv i kælderen i Symbion, og det krævede også oprydning. Desværre er nogle dokumenter gået tabt, men vi håber stadig at der kan skrives dokumenteret historie om EURopen, d.v.s. den internationale Unix-forening, som var med til at synliggøre behovet for rationel IT, der ikke kun styres af leverandørers ønske om fastbinding af kunderne. Alt står nu på stigeleer, og der er overblik over tingene.

Det er ikke uden omkostninger at have lokaler i Danmarks førende forskerpark, Symbion, men vi er glade for tilhørsforholdet og har jo haft stor glæde af muligheden for at holde arrangementer, foredrag og møder i lyse, venlige omgivelser, tæt ved transport - ja, OK, det kunne være tættere på stationerne Lyngbyvej eller Emdrup, men det er trods alt kun 10-15 minutters gang, og mindre til busserne 42 og 43.

I foråret var der en OpenSourceDays på CBS, sponsoreret af one.com (hovedsponsor), Prosa og DKUUG. Der var mange foredrag og en god stemning.

Billeder og præsentationer kan findes på [www.opensourcedays.com](http://www.opensourcedays.com).

DKUUG var igen i 2011 sponsor for The Camp, sommerlejr for IT-nørder i sommerlige omgivelser.

DKUUG-bladet har i nogen grad været ladt i stikken af medlemmer og forbindelser. Der kommer ikke automatisk en strøm af artikler, men vi har dog ikke tænkt os at kaste håndklædet i ringen af den grund.

Boligboblen brast, deraf fulgte en finanskrisen som også har slidt på DKUUGs økonomiske grundlag. Vi forventer at kurserne stiger igen og at tabene derved formindskes. Men indtil da gjorde det ikke noget, at udgiften til at trykke og distribuere bladet blev reduceret. Vi prøver derfor i denne omgang at nøjes med et digitalt blad - som dog er forholdsvis nemt at printe ud på A4-papir - og ønsker at etablere et samarbejde med grafikere under uddannelse og finde en billigere trykform.

Jeg ser det som min væsentligste opgave at skabe kontakter til skribenter, som kan levere stof til bladet, og vil under alle omstændigheder også bidrage med artikler, som kan sætte fokus på de politiske aspekter af vores arbejde; for det er ikke ligegyldigt, hvordan IT forvaltes.

Næsten al kommunikation mellem borger, myndigheder, virksomheder og så videre, foregår idag via Internet. IPv6 kan - trods problemer - garantere en ny æra med plads til alle 7 milliarder mennesker. IPv6 har også indbygget obligatorisk sikkerhed, IPsec, og vil derfor kunne beskytte mod uønsket overvågning.

DKUUG opstod som interesseorganisation for åbne systemer, brugerstyret, rationel IT. Derfor bør foreningen også lægge sig i selen for at forklare nødvendigheden og fordelene ved IPv6.

**Donald Axel**



**Symbion på Fruebjergvej har været rammen om DKUUG i mange år. Nærmeste S-tog stationer er Ryparken og Emdrup. Buslinierne 42 og 43 kører ad Lersø Park Allé. Stoppested ved hhv. Gribskovvej og Strødamvej.**

21. Februar 2012

Eftersom dette blad ikke lå synligt på [www.dkuug.dk](http://www.dkuug.dk) har vi besluttet at trykke det og udsende det sammen med OSD-nummeret, og i den forbindelse har vi fjernet side 3 af 9, for at minimere trykkeudgiften og fordi indholdet ikke var aktuelt længere.

**Donald Axel**

# Få erfaring med IPv6: Opret en IPv6 tunnel til Hurricane Electric

## Få en gratis IPv6 forbindelse

Der er brug for debat og politisk arbejde omkring Internettets fremtid. Antallet af brugere og IP-adresser stiger, router-tabellerne flyder over, der er brug for bedre streaming, Quality of Service og så videre. Men en debat om IPv6 uden teknisk indsigt er ikke meget bevendt. Der kræves viden om de IPv6 for at kvalificere debatten. Der kræves erfaringer, hvis man skal foreklare en bruger eller en chef om nødvendigheden af IPv6. Det får man bedst ved at læse om det og prøve det.

Man kan prøve det via sin eksisterende IPv4 forbindelse med en tunnel - gratis.

Det vil forbavse mig, hvis der ikke blandt jer læsere er mange, som har flere erfaringer og mere viden om IPv6, end jeg har, så derfor undskylder jeg på forhånd, hvis indlægget her ikke medtager alle detaljer og måske vurderer nogle tekniske aspekter på en lidt overfladisk måde.

## IPv6 og TDC

TDC er i gang med at skifte selskabets egen infrastruktur over på IPv6. Det er et projekt, som net-direktør Jess Ibsen forventer at afslutte omkring midten af 2011.

14. juni 2010 siger Jess Ibsen fra TDC i et interview med Jesper Sein Sandal på Version2:

*Slutbrugerne bliver de sidste, som vil blive flyttet. Det vil formentligt først skulle ske om tre til fire år, selvom styresystemer og det meste netværksudstyr i dag kan klare både IPv4 og IPv6. Der findes dog stadig problemer med forskellige implementeringer af især de protokoller, som forsøger at bygge bro mellem de to versioner, som kan give problemer.*

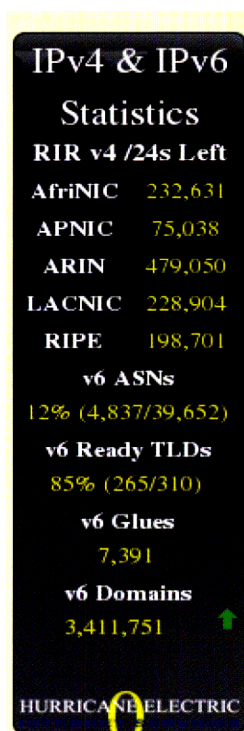
*Tre til fire år er imidlertid ikke længere væk, end mange virksomheder vil skulle begynde at planlægge, hvordan de vil migrere. Men det er stadig kun få, der tager konkrete skridt i den retning.*

Andre kilder mener at TDC har IPv4 adresser nok til at man kan fortsætte med uddeling af adresser - og genbrug af tilbageleverede adresser - indtil 2020.

(<http://www.medcom.dk/dwn4931>)

På Hurricane Electrics webside kan man følge med i hvor mange IPv4 adresser, de forskellige Regional Internet Registry'er (RIR) har tilbage. Billede 1 er et screen-dump fra 18. november.

Siden IPv6 dagen, 8.juni 2011, har erhvervs-



Billede 1: RIPE tallet er for det europæiske område og der forekommer ofte en tilvækst i tallet fordi ubrugte adresser bliver leveret tilbage.

kunder kunnet få en IPv6 adresse hos TDC. Hvis privatkunder skriver til TDC, får man et høfligt svar: "På nuværende tidspunkt er det desværre ikke muligt, men det kommer på et tidspunkt, dog ved vi ikke hvornår det bliver."

Virksomheder med fokus på IT-produktion bør gå igang med at afprøve mulighederne i IPv6, ellers betyder det at vi teknikere og forskere ikke får de erfaringer, som muliggør teknisk innovation. Og jeg tvivler på, at vi har forklaret politikerne, hvor vigtigt det er at være på forkant med IPv6. Lars Struwe Christensen fra TDC Erhverv siger bl.a. til NPInvestor:

*Udviklingspotentialet er baseret på fx helt nye teknologiske muligheder for at udvikle maskine-til-maskine massekommunikation. Inden for brugen af fx sensorer og anden overvågning af bl.a. it-systemer åbnes der nu op for et væld af helt nye innovationsmuligheder for dansk erhvervsliv.*

Hvis vi vil have kompetence og ejerskab til data-netværk i Danmark er det derfor en god ide at gå igang med IPv6. Hvis der

ikke er mulighed for at få din virksomhed til at bestille IPv6 internet hos TDC, så kan du prøve at oprette en IPv6 tunnel, som det vises senere i denne artikel.

## Sammenstød med almindelige brugere

Det er langt fra alle brugere, som tænker over, at de har en IP adresse (eller IP-nummer, for at undgå forveksling mellem IP-adresse og domæne-navn).

At der ikke skulle være tal nok til de nye brugere på Internettet undrer ofte vores gennemsnitsbruger - enten det nu skyldes at de mener man kan tilføje nogle cifre til IP-numrene, eller fordi man tænker at man kan bruge de samme IP-numre i andre lande og sætte en landekode foran. Man støder ind i mange tågede begreber. Det skal man som IT-medarbejder være klar over, når man forklarer brugerne om behovet for at test-cases med IPv6.

## En alternativ IPv6-forbindelse

En IPv6 forbindelse går normalt til en IPv6 gateway hos Internet udbyderen, men da vi som privatkunder (eller sparsommelige erhvervs-kunder) ikke kan få det i Danmark, må vi bruge en tunnel-forbindelse, hvor IPv6 pakker fra vores computer bliver sendt som data i en IPv4 pakke til en IPv4 server - et eller andet sted på nettet, helst i nærheden af vores location, så ping-tiden ikke er for lang.

På vores lokale computer oprettes der et virtuelt interface, og pakker, som sendes til dette interface bliver "pakket ind" i IPv4 og sendt til den anden ende af tunnelen, som vi får tildelt af en tunnelbroker. D.v.s. at vores tunnel består af en forbindelse mellem to IPv4 adresser, men lokalt ser den ud som et netkort - et virtuelt et af slagsen.

Her vises, hvordan man opsætter IPv6 på et Linux-system - eller på et mindre Linux-netværk - og tunnelen går til Hurricane Electrics tunnel-broker (tunnel-mægler, formidler af tunneler). Det koster ikke noget. Der findes også andre tunnel-brokers, men Hurricane Electric ser ud til at være den mest foretrukne ud fralbandt andet de statistikker, man kan få på [ip6-test.com/stats/country/DK](http://ip6-test.com/stats/country/DK) (billede 2).

## Status af IPv4 adresser

Som bekendt har IPv4 et adressespace på ca. 4 milliarder adresser, hvoraf en del, ca 500mio., er reserveret til multicast og til eksperimenter. Jordens befolkning er ca. 7 milliarder, så der er ikke en IP adresse til hvert menneske, og mangelen bliver større, hvis vi skal have flere computere,

I foråret uddelte ICANN de sidste IPv4 blokke til de kontinentale administratorer af IP-adresser, Regional Internet Registrys (RIRs). Dermed blev der øget opmærksomhed omkring IPv6, som rummer mange, mange flere brugbare adresser. Man kan se den øgede interesse på grafer fra [ipv6-test.com](http://ipv6-test.com), men den viser \*ikke\* hvor mange internet forbindelser, der var i Danmark måned for måned i 2011, men derimod hvor mange html-

hits der var på test-siden <http://ipv6-test.com/> og hvor mange% af dem, der kunne køre IPv6 .

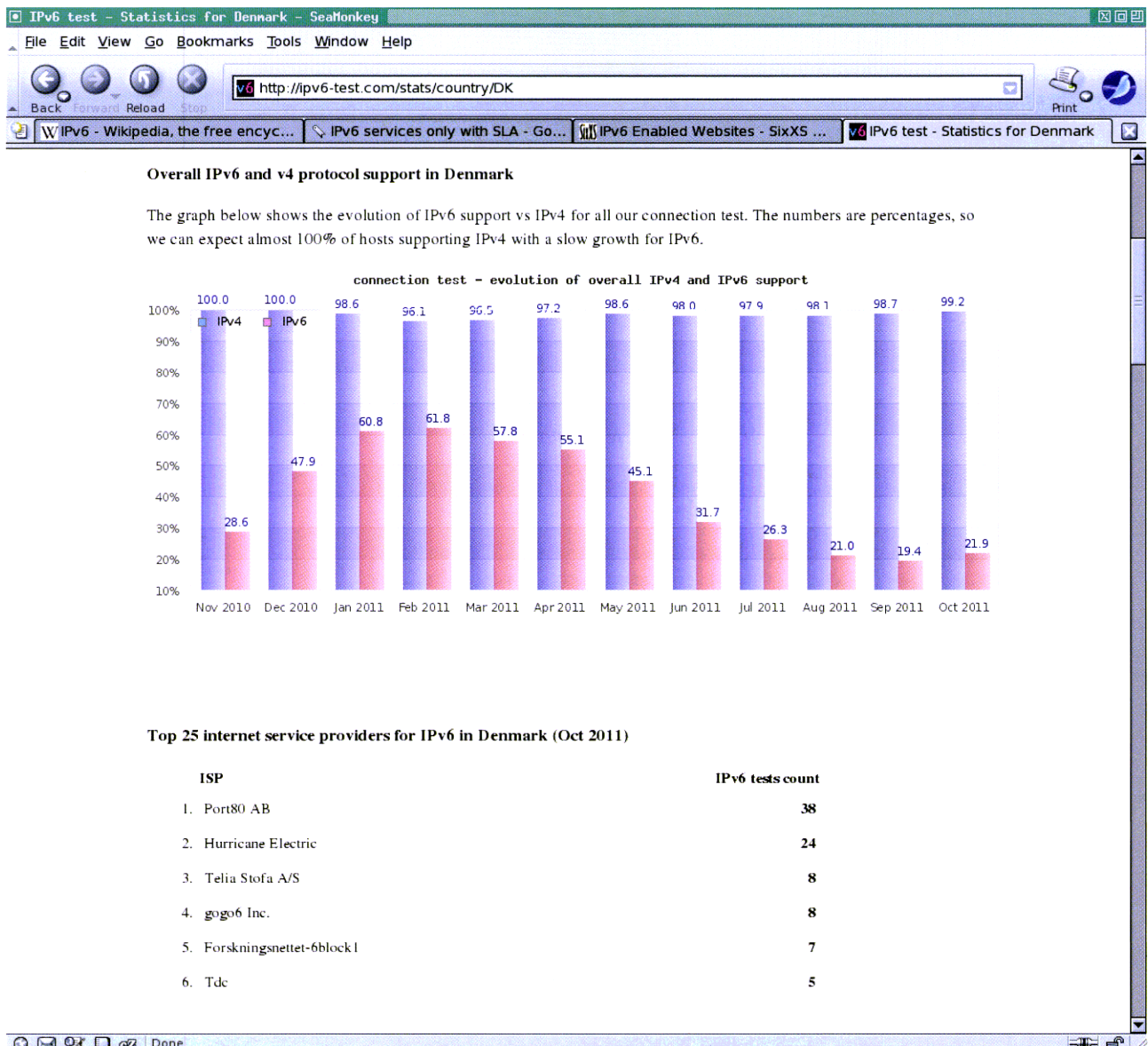
Det kan anskueliggøres ved, at der er  $6.67 \cdot 10^{27}$  IPv6 adresser per kvadratkilometer på vore planet.

## IPv6 adresser

En maskine på IPv6 nettet behøver ikke at vide ret meget om IPv6. Kravet om viden går fra stort set ingenting til routing-specifikke adresseregler mv. Mens routing normalt ikke interesserer en almindelig bruger af IT, er det for os i DKUUG vigtigt at have et minimum af forståelse. Routing tabeller på backbone routere, er med IPv4 svulmet op, så de er uhåndterlige. En IPv6 router vil kun gemme aggregation

adresser, så den gennemsnitlige routing tabel vil være 8192 entries.

På sigt vil IPv6 gøre det lettere at sende video og TV i multicast (broadcast) via Internettet, idet man ikke behøver at sende én pakke for hver modtager, men kan sende en "strøm" som alle kan lytte med på. Det var vanskeligere i IPv4, selv om det fandtes og allerede var forudset engang i 80'erne. Med nye netværksmedier, fiber-net, er det blevet muligt at sende meget store datastrømme, så idag arbejdes der på alle mulige måder at udnytte video/kamera/lyd til konferencer, møder, undervisning, underholdning, forskning, medicin osv.osv.



Billede 2: Antallet af browsere som har koblet sig på test-IPv6.com; viser at interessen toppede i Februar og er aftaget sidenhen

## Prøv at oprette en tunnel

Det er let nok at få en tunnel på Hurricane Electronics Tunnelbroker: <http://ipv6.net/> . Det foregår ved at man først foretager registrering, og her skal opgives rigtig navn og adresse. Verifikation foregår med e-mail-bekræftelse, derefter kan man anmode om tunnel ud fra adresse og formentlig geo-IP.

Efter at have registreret og fået oprettet en tunnel kan man hente en skabelon for et script med de rigtige adresser indsat. Det kan ikke udelukkes, at man selv skal rette i det eller finde forklaringen på fejl.

I eksemplet her vises et script for tunnelling på en maskine, der kører en kernel 2.6.18. Jeg har medtaget oplysninger og URL for den fejlretning,

som jeg var nødt til at foretage. Det viste sig nemlig, at den kernel, som systemet bruger, ikke kunne finde ud af IPv6 routing uden videre. En forklaring får man ikke, men den løsning (work-around) som jeg fandt via Hurricane Electrics bruger-forum, viste sig at være en uvurderlig hjælp:

```
#!/bin/ksh -a
modprobe ipv6
ip tunnel add he-ipv6 mode sit remote 216.66.80.90 local 93.161.112.142 ttl 255
ip link set he-ipv6 up
ip addr add 2001:470:27:668::2/64 dev he-ipv6
ip route add ::/0 dev he-ipv6
# http://www.tunnelbroker.net/forums/index.php?topic=51.msg148#msg148
# https://bugzilla.redhat.com/show_bug.cgi?id=243526
# dax: B10714: routing need this:
# for kernel 2.6.18-53.1.14.el5 #1 SMP
# Wed Mar 5 10:12:42 EST 2008 i686 athlon i386 GNU/Linux
# added following route cmd:
ip route add 2000::/3 dev he-ipv6
ip -f inet6 addr
```

Ip kommandoen tildeler en statisk adresse til det virtuelle interface: # ip addr add 2001:470:27:668::2/64 dev he-ipv6

2001:470:27:668::2/64 er en IPv6 adresse med 128 bit, og skrivemåden er otte 16-bit integers i hex-notation, adskilt af kolon. Hvis der er en eller flere 16bit enheder, som er nul, kan man nøjes med at skrive to kolon'er ved siden af hinanden, så må læseren selv udfylde med nuller.

De første fire integers er 4\*16 bit, altså 64 bit. Når der står /64 til sidst, betyder det at adressen skal forstås som en 64bit netværks-adresse plus 64 bit host-adresse.

For nemheds skyld refereres den adresse i det følgende som \*:668::2.

Den sidste linie i scriptet er kun tilføjet, for at man kan få visuelt feedback på, at systemet har udført opsætningen. Man kunne godt nøjes med at vise adresse og status for det virtuelle he-ipv6 interface. Det gøres også med en **ip** kommando, en ip-show kommando. Den viser imidlertid, at he-ipv6 interfacet har to ipv6-numre:

*RHEL/CentOS(5) have a kernel bug that affects the default route for ipv6* [https://bugzilla.redhat.com/show\\_bug.cgi?id=243526](https://bugzilla.redhat.com/show_bug.cgi?id=243526)

*Adding an extra route manually fixed the problem*

*Code:*

```
ip route add 2000::/3 dev he-ipv6
```

**Det var nødvendigt at tilføje denne routing kommando.**

```
# ip -f inet6 addr show dev he-ipv6
6: he-ipv6: <POINTOPOINT,NOARP,UP,LOWER_UP>
mtu 1480
    inet6 2001:470:27:668::2/64 scope global
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::5da1:708e:128 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
```

Hvorfor det? I begyndelsen har netkort-interfacet ikke nogen IP adresse, og for at interne protokoller og autoconfiguration skal kunne fungere, må interfacet først få en adresse; den adresse må kun bruges internt af protokol-stakken og kan kendes på at den begynder med hexadecimalt fe80.

Når tunnelen er kommet op, så prøv den, fx. med ping6:

```
jupiter:/sysadm #ping6 ipv6.google.com
PING ipv6.google.com(fra07s07-in-x6a.1e100.net) 56 data bytes
64 bytes from fra07s07-in-x6a.1e100.net: icmp_seq=1 ttl=58 time=53.3 ms
64 bytes from fra07s07-in-x6a.1e100.net: icmp_seq=2 ttl=58 time=53.5 ms
^C
--- ipv6.google.com ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1001ms
rtt min/avg/max/mdev = 53.358/53.449/53.541/0.248 ms
jupiter:/sysadm #
```

## IPv6 adresse format

Når man begynder at genkende de første cifre i en IPv6 adresse, fx. 0xfe80 for den lokal-link adresse, man altid ser på et netkort, så er det på tide, at man læser **RFC-4291** med titlen *IP version 6 Addressing Architecture*.

RFC er den 30 år gamle betegnelse for forslag, som blev rundsendt (på papir!) med en anmodning om kommentarer, request for comments, og det er en pragtfuld samling dokumenter i en saglig, men dog munter og til tider spøgefuldt tone.

læse det undtagen i krise-situationer.

Ligesom i IPv4 foregår bestemmelse af adressens type ud fra de første bits, eller skal vi kalde dem mest betydende bits. Den metode hænger sammen med design af de tidligste netkort. Adressen er jo bare de første bit i en bit-strøm.

Hvis de første 8 bit er sat ('1') (hexnotation "FF") véd netkortet, at det er en speciel adresse.

Der skelnes mellem forskellige typer adresser: Unicast (almindelige adresser, hvert netkort har sin adresse), multicast, for én-til-mange formål som fx. video- eller TV-streaming, loopback-adressen

Jeg beklager blandingen af engelsk og dansk, men det er nu meget praktisk at vi kan låne de engelske betegnelser og næsten genkende dem når vi ser en engelsk text - det meste IT-teknik er jo trods alt på engelsk, og kan man lidt engelsk, kan man gøre sig forståelig i de fleste IT-sammenhæng.

## Auto-configuration

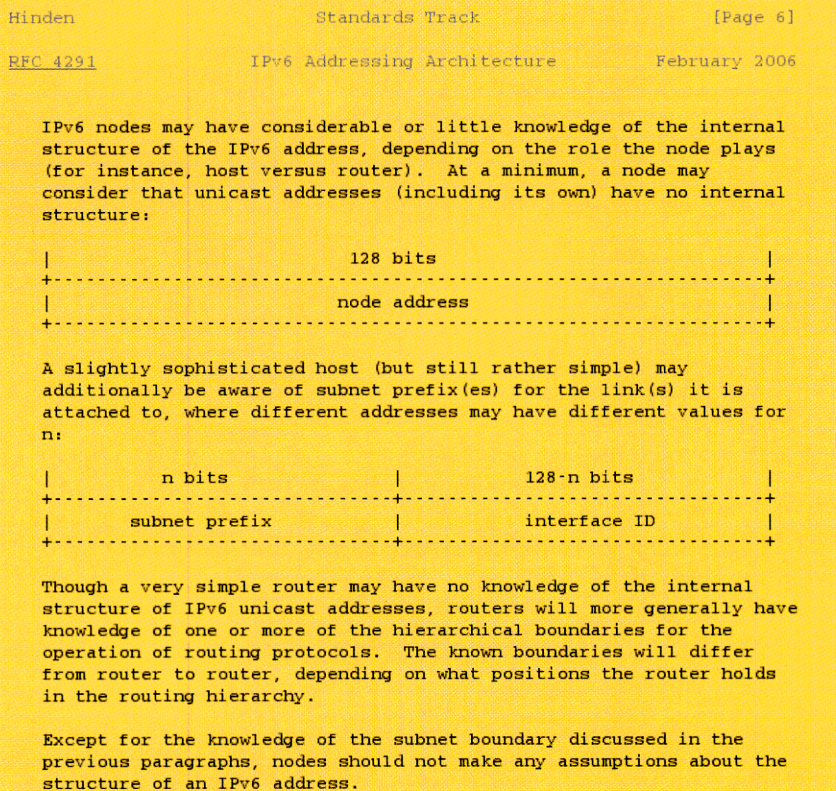
Når systemet (kaldet en node eller netværks-node) starter op, laver den selv en link-local adresse på hvert netkort, som kører IPv6. Den gør det uafhængigt af andre systemer og anden software - det ligger i protokol-stakken som en initialiseringsopgave.

Denne link-local adresse må aldrig sendes videre af en router (eller intern routing tabel) og den kan kendes på at adressen begynder med fe80, som nævnt tidligere.

Den sender nu spørgsmål om der findes en router på nettet (router-solicitation) og hvis det findes, får den svar tilbage med et 64bit adresse-prefix. Resten af adressen skal den beregne ud fra MAC-adressen på netkortet. Metoden kaldes modificeret EUI-64

Det er lidt af en hård nyser at følge med i adresseberegningen ud fra netkortets MAC adresse. Man kan se det nærmere beskrevet i Wikipedia. Wikipedia har den fordel, at de forskellige opdateringer eller ændringer, som findes i RFC-biblioteket, er taget med i teksten, så man får samlet forklaringerne. Men nogle gange er det alligevel ret tung læsning.

Auto-configuration svarer nogenlunde til DHCP, og er selvfølgelig udtænkt for at almindelige brugere ikke skal behøve at tænke på, hvilken adresse deres maskine skal have.



RFC'erne er skrevet i text-filer, ofte med ASCII skemaer eller illustrationer

Først og fremmest er IPv6 adresser med deres 128 bit eller 32 hexadecimal cifre jo umulige at læse for normale mennesker, og man har derfor et par lettelser i notationen:

Regel nul: Adresser skrives som 8 grupper af 4 hexadecimal cifre (0-9a-f) eller 8 grupper af 16 bits adskilt med kolon.

Regel 1: Foranstillede nuller kan udelades.

Regel 2: En eller flere grupper med værdien nul, som kommer lige efter hinanden, kan erstattes af '::' (kolon-kolon) - men det må kun forekomme én gang!

Regel to lyder vanvittig, men viser sig at være en lettelse - en lille bitte lettelse. IPv6 adresseformatet er ikke lavet for mennesker, og man kan lige så godt opgive at

0::1 som aldrig må sidde på et interface, selvfølgelig, og 0::0 adressen, uspecificeret - broadcast må ikke bruge 0-adressen. Her er skemaet fra rfc4291:

Adresse type	Binært prefix	IPv6 notation
-----	-----	-----
Uspecificeret	00...0 (128 bit)	::/128
Loopback	00...1 (128 bit)	::1/128
Multicast	11111111	FF00::/8
Link-Local unicast	1111111010	FE80::/10
Global Unicast	(alt andet)	

## Router Advertising Daemon

Da jeg nu havde fået koblet en maskine på IPv6 tunnelen hos Hurricane Electric, ville jeg naturligvis også gerne prøve, om jeg kunne dele denne forbindelse med lokalnettet, som er af den minimale slags, jeg har en ekstra maskine stående, og den kan tage over i tilfælde af HW problemer med "tunnel-maskinen". Desuden er det ret lærerigt at have et par maskiner på sit eget lokalnet, så man kan skalte og valte med dem uden at det forringer service for andre brugere end sig selv (og det kan være irriterende nok!)

Det viste sig at være lidt mere problematisk, end jeg havde troet. Adresser var der jo nok af, og det er nemt nok at give et interface en ny IPv6 adresse (eller for den sags skyld en IPv4 adresse) hvis bare man ved, hvad den må være.

```
ip addr add <hostadresse><prefix>
```

```
dev eth1
```

og som i IPv4 er hostadressens første del fælles for alle maskiner på subnettet (og derfor kaldes det for netadressen). Derfor skal man egentlig sige, at host-adressen består af <netadresse><interface-id>, hvor netadressens længde svarer til "prefix", her 64bit, havdelen af adressen, men oftere er det kun 48bit eller mindre. **Interface-ID** er ligesom i IPv4 sidste del af hostadressen.

Hvis adressen fra Hurricane Tunnelen har prefix-længde på 64 bit, så er netadresse er de første 4 grupper, og lokaladressen er simpelthen resten af adressen. I eksemplerne lægger vi bare en til sidste 16bit gruppe i tunnel-adressen i scriptet, fx. sådan:

```
ip addr add 2001:2:3::668:3 dev eth1
```

Man kan selvfølgelig også lægge 42 oveni, hvis man har lyst!

Samme procedure i den anden ende, altså på maskinen ude på lokalnettet, maskine2: sæt en IPv6 adresse på netkortet fx.:

```
ip addr add 2001:2:3::668:4 dev eth1
```

Derefter findes forwarding kontrollen:

```
/proc/sys/net/ipv6/conf/all/forwarding
```

og sæt den til 1 (true) enten direkte,

```
echo "1" > \
```

```
/proc/sys/net/ipv6/conf/all/forwarding
```

eller med en konfigurationsændring i /etc/sysctll.conf

Og hvis det nu var måden at gøre det, skulle

man tilføje en route på maskine2; **men det er ikke nok - intet sker**. For IPv6 er det ikke nok at opsætte adresser og route. I modsætning til IPv4 routing på Linux er det nødvendigt at gøre noget mere. Det er her Router Advertising Daemon, (radvd, R-Adv-D) kommer ind i billedet.

En router advertising protokollen hjælper med at undgå problemer med to maskiner, der får (eller tager) samme adresse, og muliggør automatisk tildeling af adresser (en parallel til DHCP) og den skal være sat op, før klienten går på nettet.

Klienten sender neighbor solicitation pakker, og de skal have svar, før IP programmer (kernens IPstak) går igang med at sende datapakker over nettet til routeren.

Router Advertising Daemon, radvd, er det program, som klarer routing advertising på en Linux gateway/router.

```
interface eth1
{
    AdvSendAdvert on;
    prefix 2001:2:3:668::/64 {
        AdvOnLink on;
        AdvAutonomous on;
    };
};
```

## Radvd konfiguration

Default (standard) værdierne for næsten alle parametre til **radvd** er meget fornuftige. Det eneste, der er nødvendigt at skrive i **/etc/radvd.conf**, er navn på HWinterface (eth0 eller eth1 eller hvad det nu er), prefix for lokalnettet (de første 64 bit af adressen fra Hurricane Electric) og så **skal** man sørge for at aktivere afsendelse af advertising pakker med linien **AdvSendAdvert on** - ellers vil denne være sat til off.

Eksemplet er en minimal konfigurationsfil. Den siger at routeren skal fortælle at subnettet skal bruge

netværks prefix 2001:2:3:668::/64.

Endvidere skal routeren markere prefixet som autonomt; det betyder at klienten skal danne en "måske-adresse"; og undersøge om den allerede bliver brugt på nettet, hvis den ikke bliver brugt, skal interfacet konfigureres

(bindes sammen med) dette nummer værdierne for foretrukket (preferred) og gyldig (valid) levetid. Hvis der er anmodet om det, skal interfacets link-layer multicast adresse også sættes.

Alle andre parametre får lov at beholde default værdierne.

Start radvd:

```
/etc/init.d/radvd start
```

Det er ikke alle distributioner, som kan checke status på daemon/server programmer. Den kan nemt tilføjes i init-scriptet fx:

```
ps u -p $(pidof radvd || echo 1)
```

Det viser sig at radvd ikke starter op med mindre routing er enabled i forvejen. Det var kommandoen:

```
echo "1" >> \
```

```
/proc/sys/net/ipv6/conf/all/forwarding
```

Derefter kan man starte radvd:

```
/etc/init.d/radvd start
```

og check status:

```
/etc/init.d/radvd status
```

som enten bare fortæller at radvd kører eller kommer med nogle linier fra ps:

```
UID    PID PPID TIME CMD
root   2692  1 0:00 radvd
radvr  2693  1 0:00 radvd
```

Efter at radvd kører kan man på subnettets maskiner nøjes med at skrive **#ip link set up dev <net-interface>** - i mit tilfælde er det maskine2, som er på subnettet; begge maskiner har to netkort, de kaldes som bekendt eth0 o eth1, og det er eth1, som er forbundet til eth1 på gatewayen. På maskine2 skrives derfor:

```
ip link set up dev eth1
```

## ping6 ipv6.net

Se efter, hvad der er sket, generel IP kommando, `ip addr show dev eth1`

Den kommando forudsætter, at systemet har adgang til en DNS med IPv6 adresser. Har du ikke det, så prøv evt. denne:

kan være nede, og det er jo et single point of failure. Man kunne forestille sig at man havde flere tunneler for at sikre driften i tilfælde af at en tunnelserver går ned.

Desuden kan der være problemer med applikationer, som ikke kan kommunikere over IPv6 (der var en version 7 af Firefox i Linux-Mint11, som havde disabled IPv6) - så et skift fra v4 til v6 kommer uden tvivl til at give mere arbejde til både programmører og administratorer rundt omkring.

## Fremtidsudsigterne for IPv6

Under alle omstændigheder er det en god ting (TM) at man på denne måde kan arbejde med IPv6 og prøve forskellige dele af netværksteknologien af, inden man om nogle år står med et krav om at en stor del af internettrafikken skal gå over IPv6.

I de nyere RFC dokumenter slås det fast, at IPv4 og IPv6 vil sameksistere i en længere periode. Der er med andre ord ikke fare for, at IPv4 forsvinder foreløbig, men gradvist vil nye forbedringer og rationelle teknikker gøre IPv6 mere og mere attraktivt både for leverandører af indhold og for brugere af den kritiske slags.

```
saturn:/sysadm # ip -f inet6 addr show dev eth1
2: eth1: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qlen 1000
    inet6 2001:2:3:668:240:95ff:ab12:bc7/64 scope global dynamic
        valid_lft 86365sec preferred_lft 14365sec
    inet6 fe80::240:95ff:ab12:bc7/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
saturn:/sysadm #
```

## ping6 2001:500:88:200::22

Det er icann.net, som tilhører internet administrationen. En sjov test findes på <http://test-ipv6.com/> og den kan fx. give resultat som skærbilledet nederst.

Denne opsætning af IPv6 tunnel og subnet er ikke den eneste måde, man kan få forbindelse via IPv6, og måske heller ikke den bedste, men det er forholdsvis enkelt og man kan almindelige værktøjer (ip ping6, tcptraceroute6, netstat) gennemskue mekanikken.

Imidlertid er der stadig mange steder, det kan gå galt. Der kan forekomme nedbrud via nettet, T24 tunnel-endpoint

Hvis alt var i den skønneste orden, burde det fungere nu, men af grunde, som jeg ikke har klarlagt, fungerede det ikke på mit mini-net. m1:eth1 (gateway'en) kom ikke op med en IPv6 adresse, når jeg gav kommandoen nævnt ovenfor, og jeg har desværre ikke nogen forklaring. Routing fra m1 til m2 kom heller ikke automatisk. Forklaringen er formentlig, at der sidder der to netkort i gateway'en, og "subnettet" er på det andet netkort. Derfor er det nødvendigt at forklare gateway'en hvor maskine2 befinder sig, ellers vil gateway'en tro at m2 sidder på eth0. På maskine1 (gateway'en) skrives:

Derefter skal man kunne ping6 maskine2 fra

```
# ip route add 2001:2:3:668:240:95ff:ab12:bc7/128 dev eth1
```

maskine1 med kommandoen

## ping6 2001:2:3:668:240:95ff:ab12:bc7

Hvis det har interesse, bør man tilføje en DNS record af typen AAAA eller skrive subnettet ind i `/etc/hosts`

Hvis du undervejs har disabled nettet på maskine2 eller er stødt ind i andre problemer, som har disabled nettet bag din ryg, skal du gentage opsætningen af default IPv4 rute - det har jeg været ude for at skulle gøre manuelt efter reboot. Desuden synes det som om at der er et program, NetworkManager, som griber forstyrrende ind. Hvis der er mange problemer, må vi have en ny artikel om fejlfinding, og vi kan fortsætte med arbejdet på [sslug.teknik.news-listen](http://sslug.teknik.news-listen).

## Afprøv subnettet

Fra subnettet (d.v.s. maskine2) testes med ping6, ligesom på maskine1, fx:

The screenshot shows a web browser window displaying the 'Test your IPv6 connectivity' website. The page has a yellow background and contains the following information:

- Summary: Tests Run, Technical Info, Share Results / Contact
- Test Results:
  - Your IPv4 address on the public Internet appears to be 93.161.112.142
  - Your IPv6 address on the public Internet appears to be 2001:470:27:668:240:95ff:fe30:bc7
  - Work! IPv6 Day is June 8th, 2011. No problems are anticipated for you with this browser, at this location. [Learn info!](#)
  - Congratulations! You appear to have both IPv4 and IPv6 Internet working. If a publisher publishes to IPv6, your browser will connect using IPv6. Your browser prefers IPv6 over IPv4 when given the choice (this is the expected outcome).
  - Your DNS server (possibly run by your ISP) appears to have IPv6 Internet access.
- Your readiness scores:
  - 10/10 for your IPv4 stability and readiness, when publishers offer both IPv4 and IPv6
  - 10/10 for your IPv6 stability and readiness, when publishers are forced to go IPv6 only
- Click to see [test data](#)
- Updated every 5 minutes. [Tweet](#) 4,444
- Need something simpler? <http://fromip65day.com> Spread the word!