

De overstap naar IPv6

Utrecht, dinsdag 28 maart 2006
Iljitsch van Beijnum



Internet Society Nederland

Internet voor iedereen

SURFnet



Programma

- Wat is IPv6
- Opraken IPv4-adressen
- Overgang (transition)
- Beveiliging
- Zelf aan de slag
- Wi-Fi: FlexNet

Wat is IPv6?

Wat is IPv6?

- TCP/IP familie heeft vier lagen:
 - Link: bv. ethernet, Wi-Fi, PPP
 - Netwerk: IP ofwel Internet Protocol
 - Transport: TCP, UDP, RTP...
 - Applicatie: HTTP, FTP, SMTP

Laagstructuur

- Applicatielaag systeem A praat met applicatielaag systeem B via transport
- Transportlaag systeem A praat met transportlaag systeem B via IP
- IP en linklaag zorgen dat pakketten op de juiste plaats komen

IP vs link

- IP-adres:
 - in elk systeem
 - gebruikt door applicatie/transport/netwerklaag
 - wereldwijde adressering
 - zoals straat/huisnummer/plaats/land
 - verandert niet onderweg

IP vs link

- Sommige linklagen hebben adressen:
 - alleen van lokaal belang
 - zoals huisnummer
 - verandert bij iedere stap onderweg

Pakket

Applicatie:

GET / HTTP/1.0

Transport:

[...]

GET / HTTP/1.0

Netwerk:

192.0.2.1

[...]

GET / HTTP/1.0

Link:

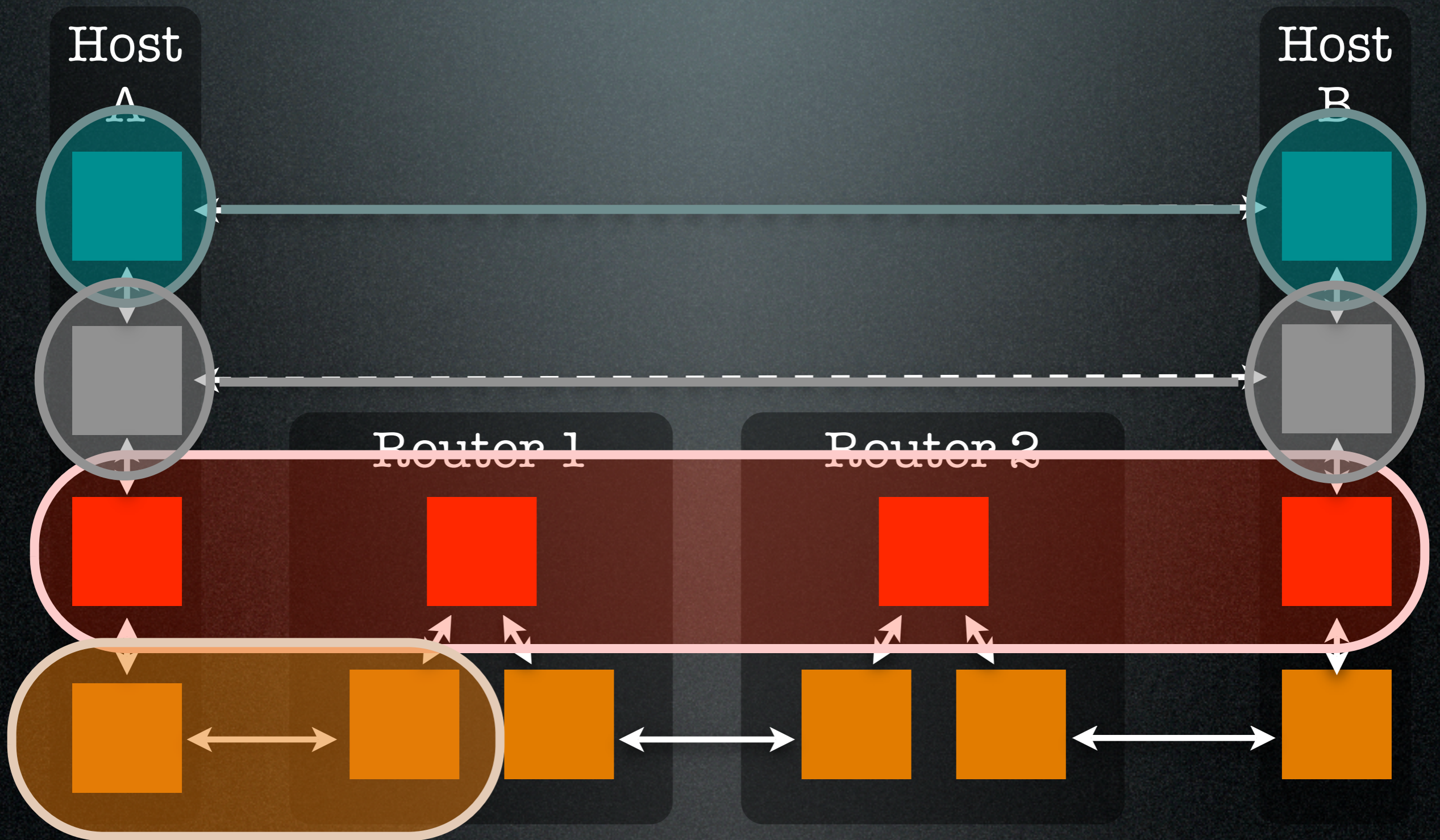
00:0a:95:cd:98:7a

192.0.2.1

[...]

GET / HTTP/1.0

Communicatie



Vernieuwen

- Applicatie/transport: beide eindpunten
- Link: twee tussenliggende punten
- Netwerk: eindpunten + alle tussenliggende
 - al gauw het hele internet...
 - vandaar dat het langzaam gaat

IPv6

- Huidige IP heeft versienummer 4: IPv4
- Nieuwe versie is 6, IPv6
 - autoconfiguratie
 - encryptie/authenticatie ingebouwd
 - flowlabel
 - overbodigheden weg/gestroomlijnd

Het verschil

The screenshot shows the SixXS website with a browser address bar containing `https://noc.sixxs.net/main/`. The page title is "SixXS - IPv6 Deployment & Tunnel Broker". The main content area features a grid of logos for various ISPs and organizations, including ITGATE, amis, scarlet, BELNET, Port 80, Concepts ICT, FINNET, net, OCCAID, Kewlio.net, SURF.net, bit, data telecom, NFSi, and HEAnet. A footer menu lists links such as "Contact information", "Signup for new users", "Frequently Asked Questions", "Points of Presence", "Login for existing users", "SixXS for ISP's", "AICCU", "Ghost Route Hunter", "SixXS for endusers", and "10 Easy Steps".

Not logged in.
SSL IPv4 connection from `82.192.90.27`

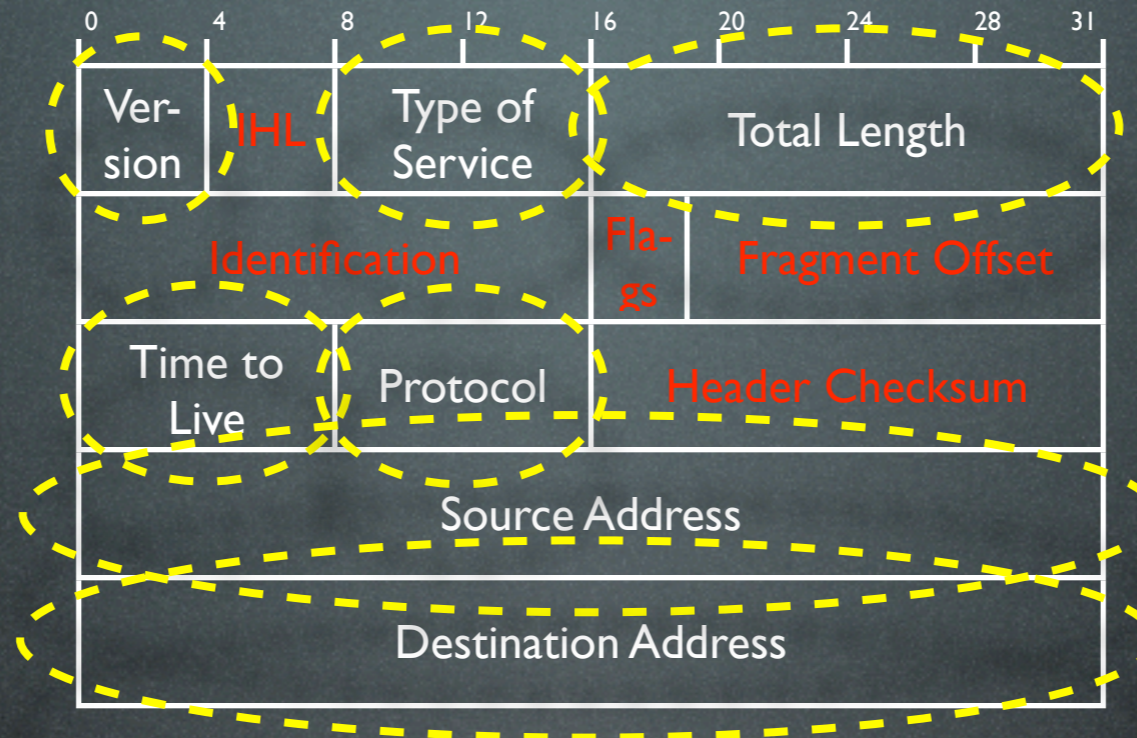
The screenshot shows the same SixXS website, but with a browser address bar containing `https://noc.sixxs.net/main/`. The page title is "SixXS - IPv6 Deployment & Tunnel Broker". The main content area features a grid of logos for various ISPs and organizations, including Concepts ICT, #, amis, POZNAN, FINNET, net, BELNET, bit, scarlet, SURF.net, OCCAID, data telecom, Kewlio.net, HEAnet, Port 80, ITGATE, and NFSi. A footer menu lists links such as "Contact information", "Signup for new users", "Frequently Asked Questions", "Points of Presence", "Login for existing users", "SixXS for ISP's", "AICCU", "Ghost Route Hunter", "SixXS for endusers", and "SixXS Archive".

Not logged in.
SSL IPv6 connection from `2001:1af8:6:0:20a:95ff:fef5:246e`

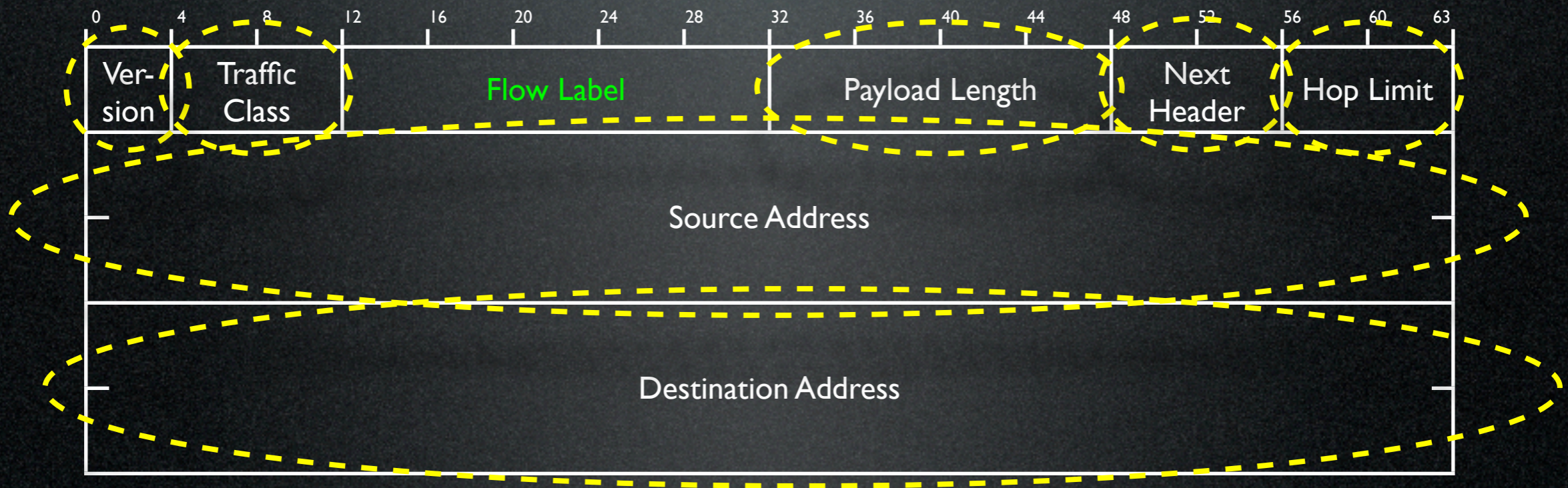
Vital stats

- Ca. 1992 "IP next generation" binnen Internet Engineering Task Force
- Ca. 1995 keuze voor IPv6:
 - 128-bit adressen
 - zo min mogelijk radicale wijzigingen
 - wel voor de hand liggende verbeteringen

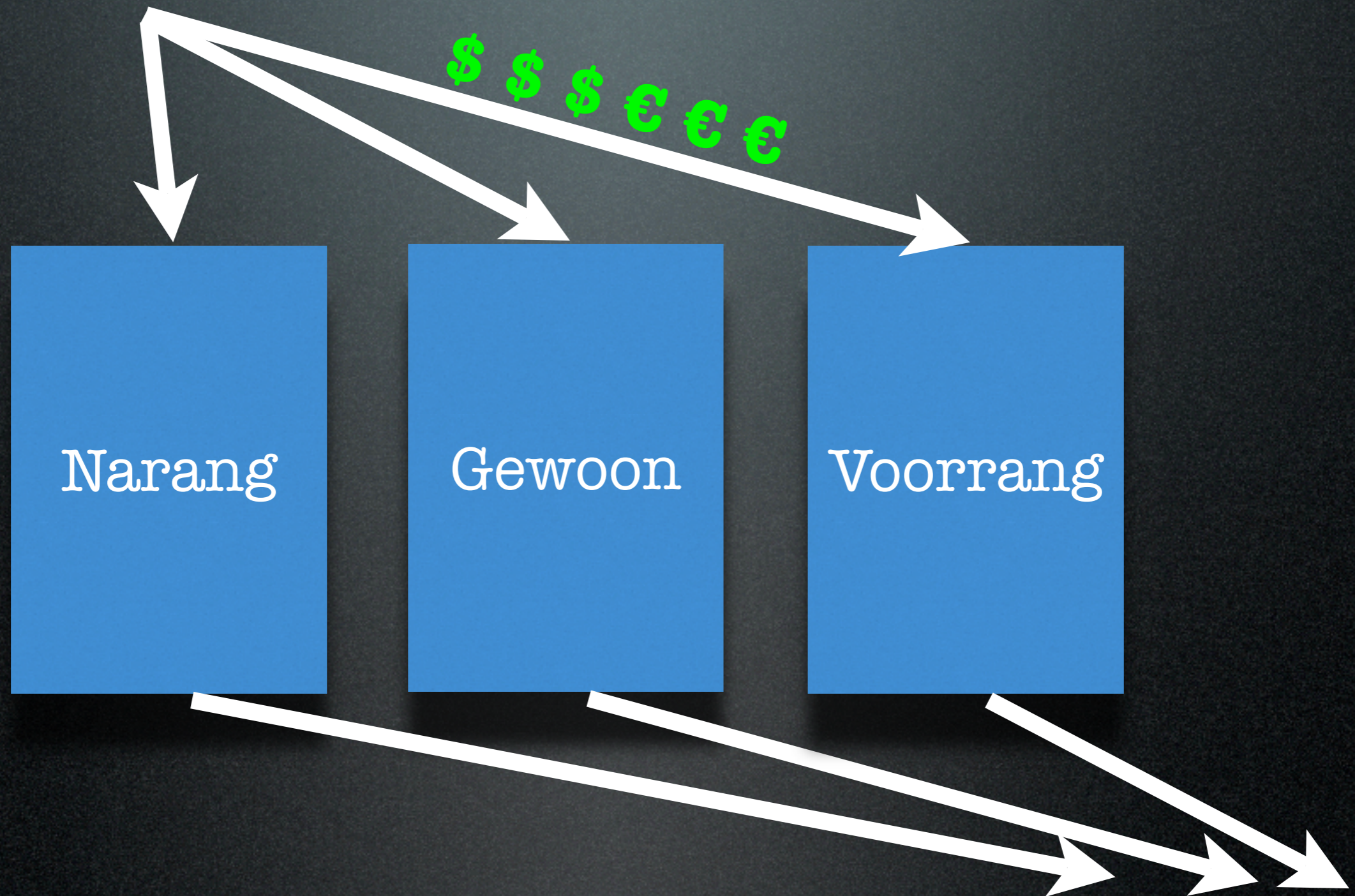
IPv4 Header



IPv6 Header



Network neutrality



Adreslengte

- Maar vooral: langere adressen
 - Reden voor IPng: opraken IPv4-adressen
- IPv4: 32 bits (ca. 10 cijfers):
 - 4294967296
- IPv6: 128 bits (ca. 39 cijfers):
 - 340282366920938463463374607431768211456

Adrestypen

- Global unicast: voor normaal wereldwijd gebruik
- Site-local unicast: binnen eigen "site"
- Link-local unicast: binnen enkele "link", kan niet door routers
- Multicast: one-to-many
- Anycast: één-naar-maakt niet uit

IPv6 adressen

- IPv4: x.x.x.x
 - (x = 0 - 255, 8 bits)
- IPv6: x:x:x:x:x:x:x:x
 - (x = 0 - ffff, 16 bits)
- "Zero compression": 2001:1af8:2:5::2
mag ook ipv 2001:1af8:2:5:0:0:0:2

IPv6 "address space"

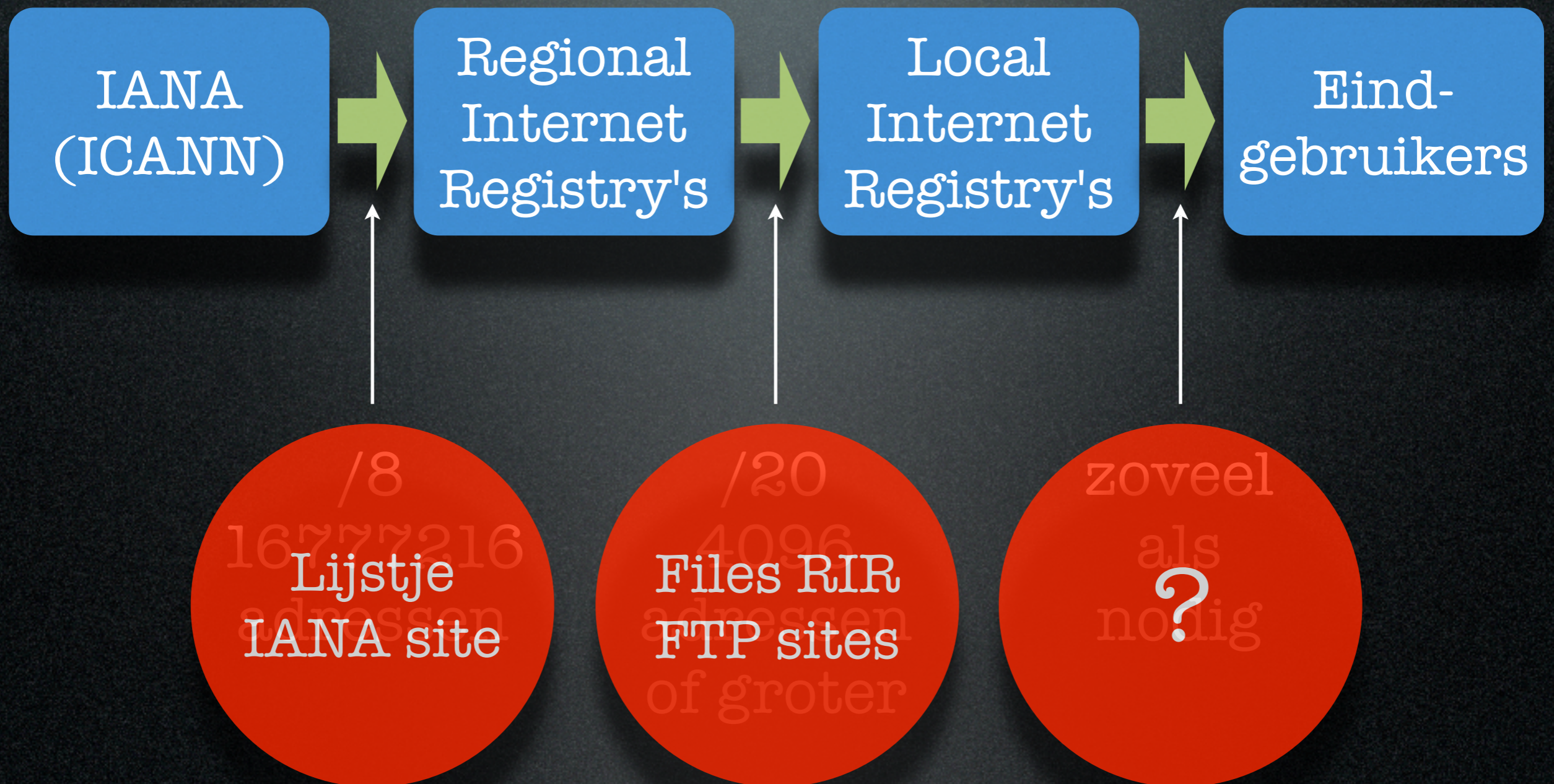
Eerste bits	Prefix	Doel
000	::/3	speciaal
001	2000::/3	unicast
01 - 1111 1110 0	4000::/2 - fe00::/9	reserved
1111 1110 10	fe80::/10	link-local
1111 1110 11	fec0::/10	site-local
1111 1111	ff0::/8	multicast

Site-local

- IETF: werkt niet...
- Nu: unique site local
 - genereer adresreeks voor privégebruik met random nummer
 - geen overlap bij fusie e.d.

Opraken IPv4-
adressen

Adresuitgifte



Legenda

- ★ Niet bruikbaar
- ★ Uitgegeven aan eindgebruiker
- ★ "Various registries"
- ★ RIPE NCC (Europa + aanhang)
- ★ ARIN (Noord-Amerika)
- ★ APNIC (Azië, Australië en Pacific)
- ★ LACNIC (Latijns Amerika + Caribbean)
- ★ AfriNIC (Afrika)

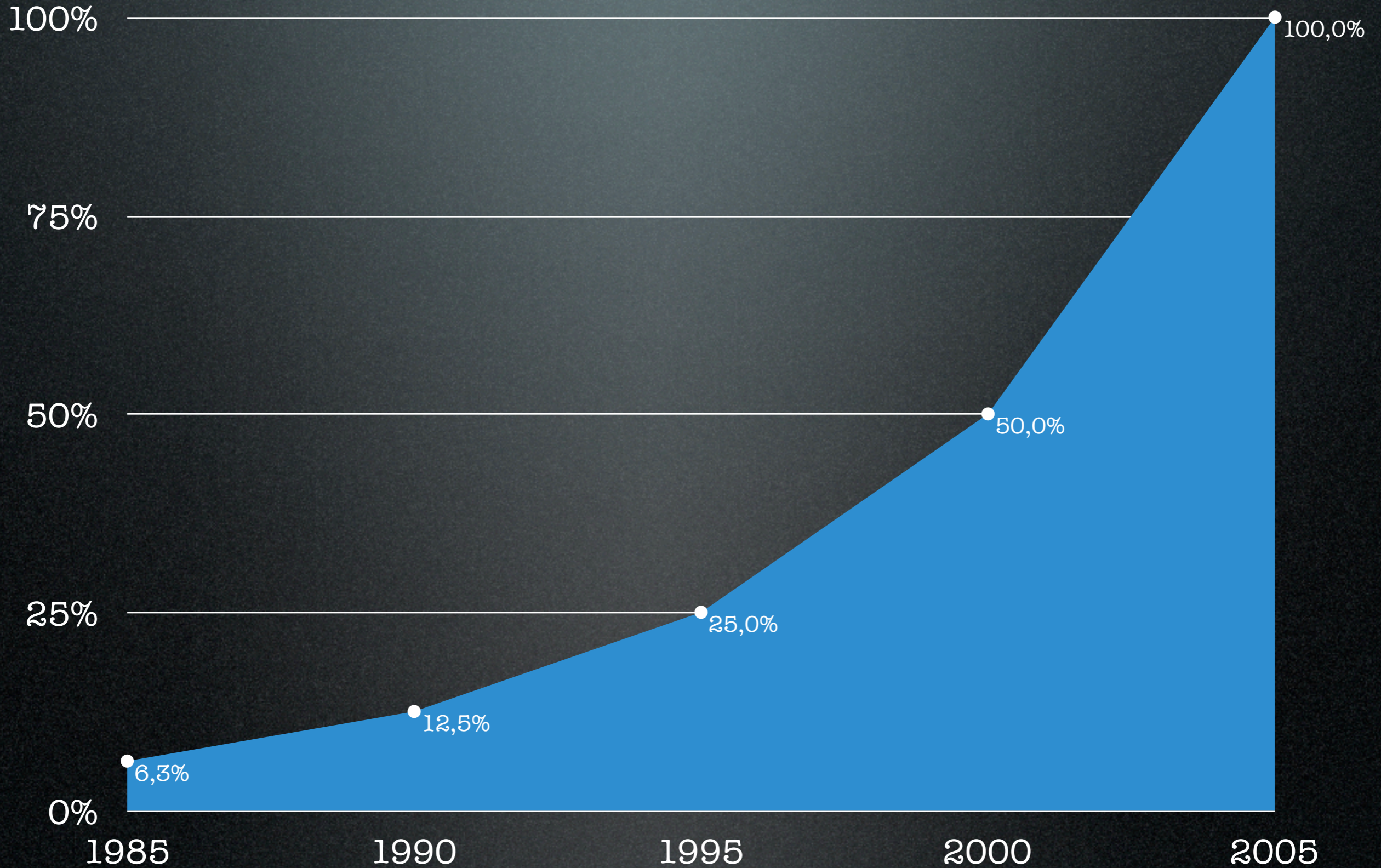
IPv4-adresruimte

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127
128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191
192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207
208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223
224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255

1993: 97 / 8s (44%)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127
128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191
192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207
208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223
224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255

IETF-prognose (± 1993)



1993: 97 / 8s (44%)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127
128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191
192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207
208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223
224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255

1997: 109 / 8s (49%)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127
128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191
192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207
208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223
224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255

2000: 117 / 8s (53%)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127
128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191
192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207
208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223
224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255

2002: 128 / 8s (58%)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127
128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191
192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207
208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223
224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255

2003: 133 / 8s (60%)

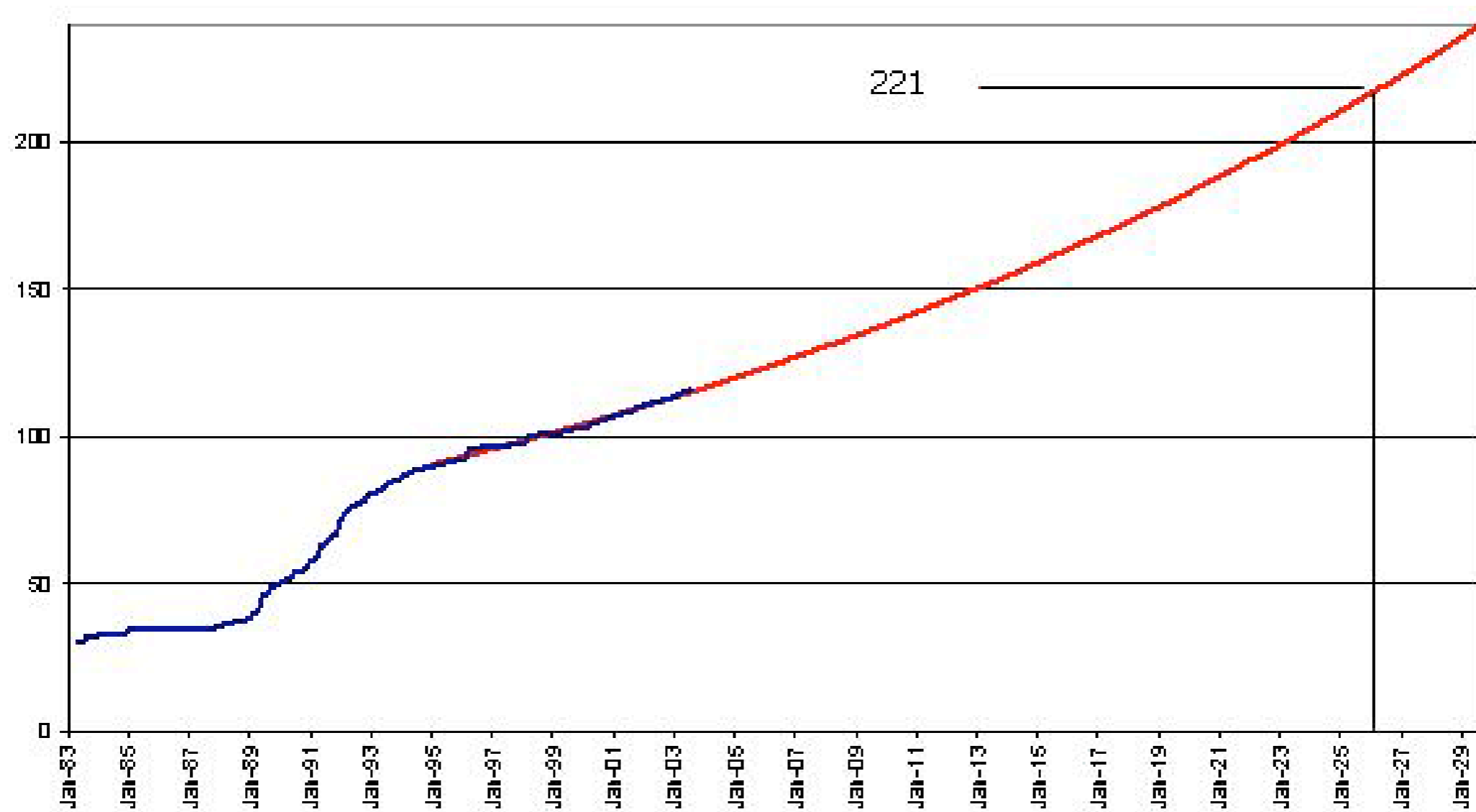
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127
128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191
192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207
208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223
224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255

IPv4 Address Lifetime Expectancy

- This was an IETF activity starting as part of the Routing and Addressing (ROAD) activity in the early 1990's
- The objective was to understand the rate of allocation of IPv4 addresses and make some predictions as to the date of eventual exhaustion of the allocated address pool
- This is a re-visiting of this activity with consideration of additional data and the characteristics of the B...

Geoff Huston (2003)

RIR Allocations - Projection



2003: 133 / 8s (60%)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127
128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191
192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207
208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223
224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255

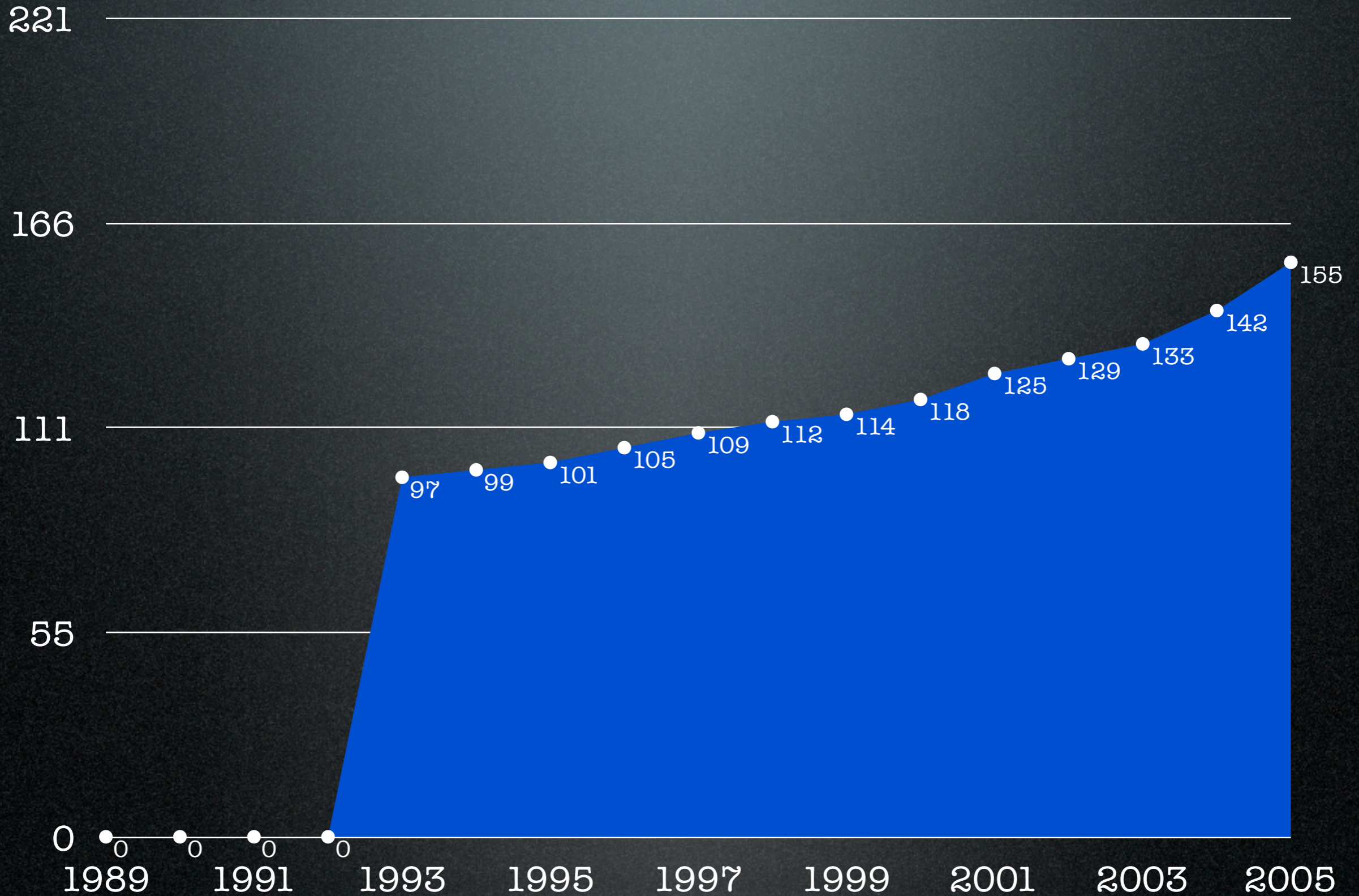
2004: 142 / 8s (64%)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127
128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191
192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207
208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223
224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255

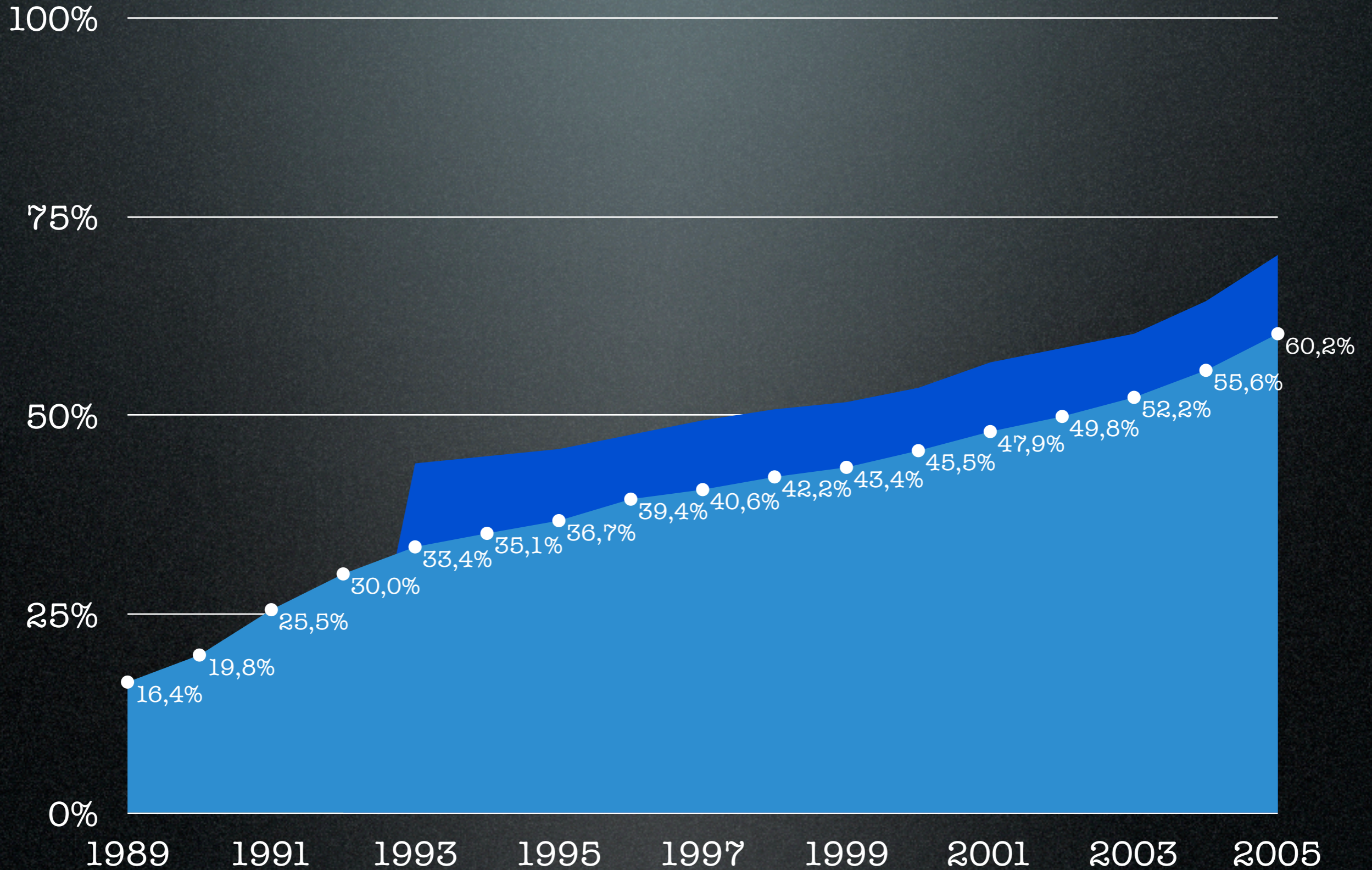
2005: 155 / 8s (70%)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127
128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191
192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207
208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223
224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239
240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255

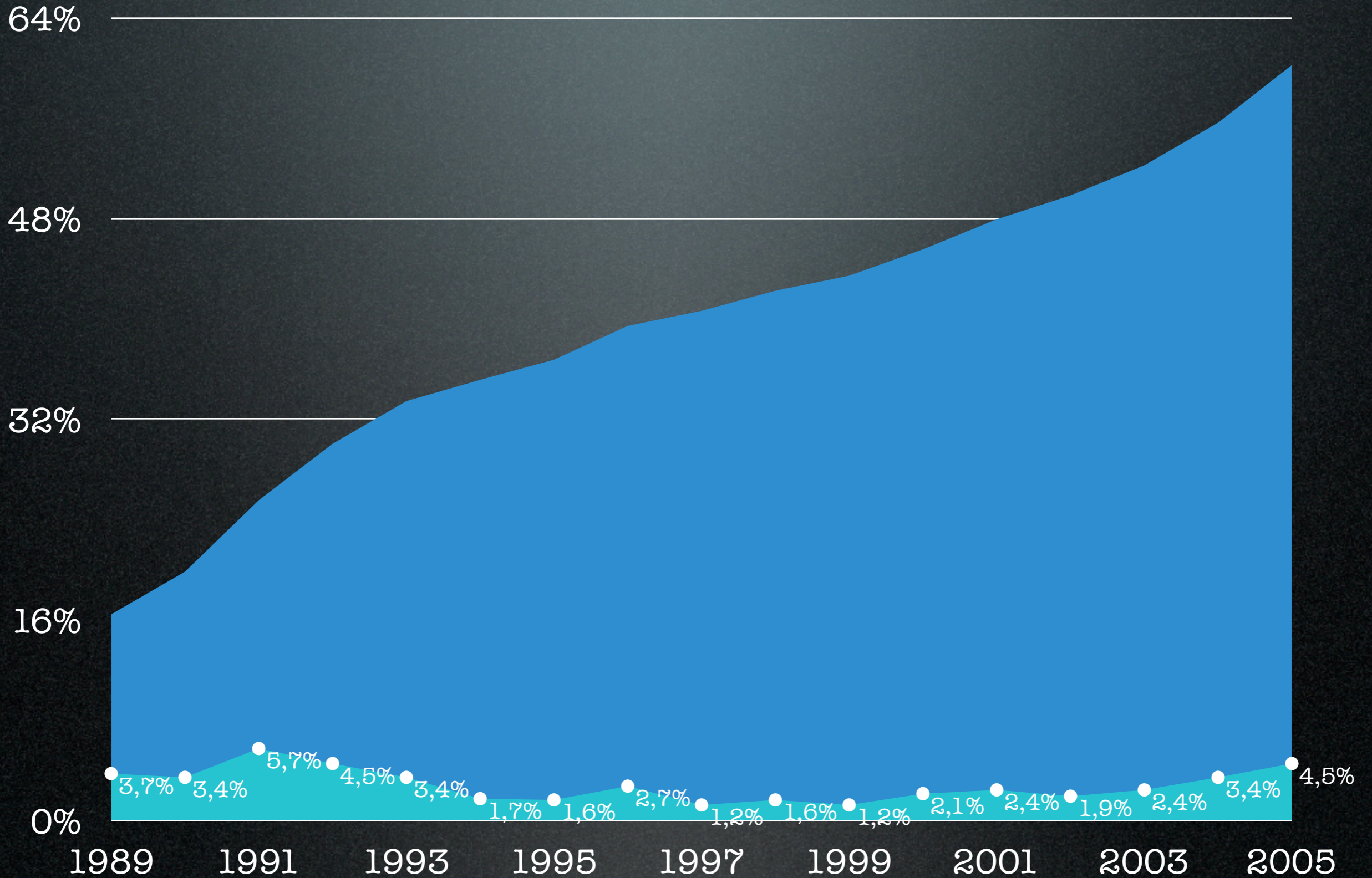
Groei IANA → RIRs



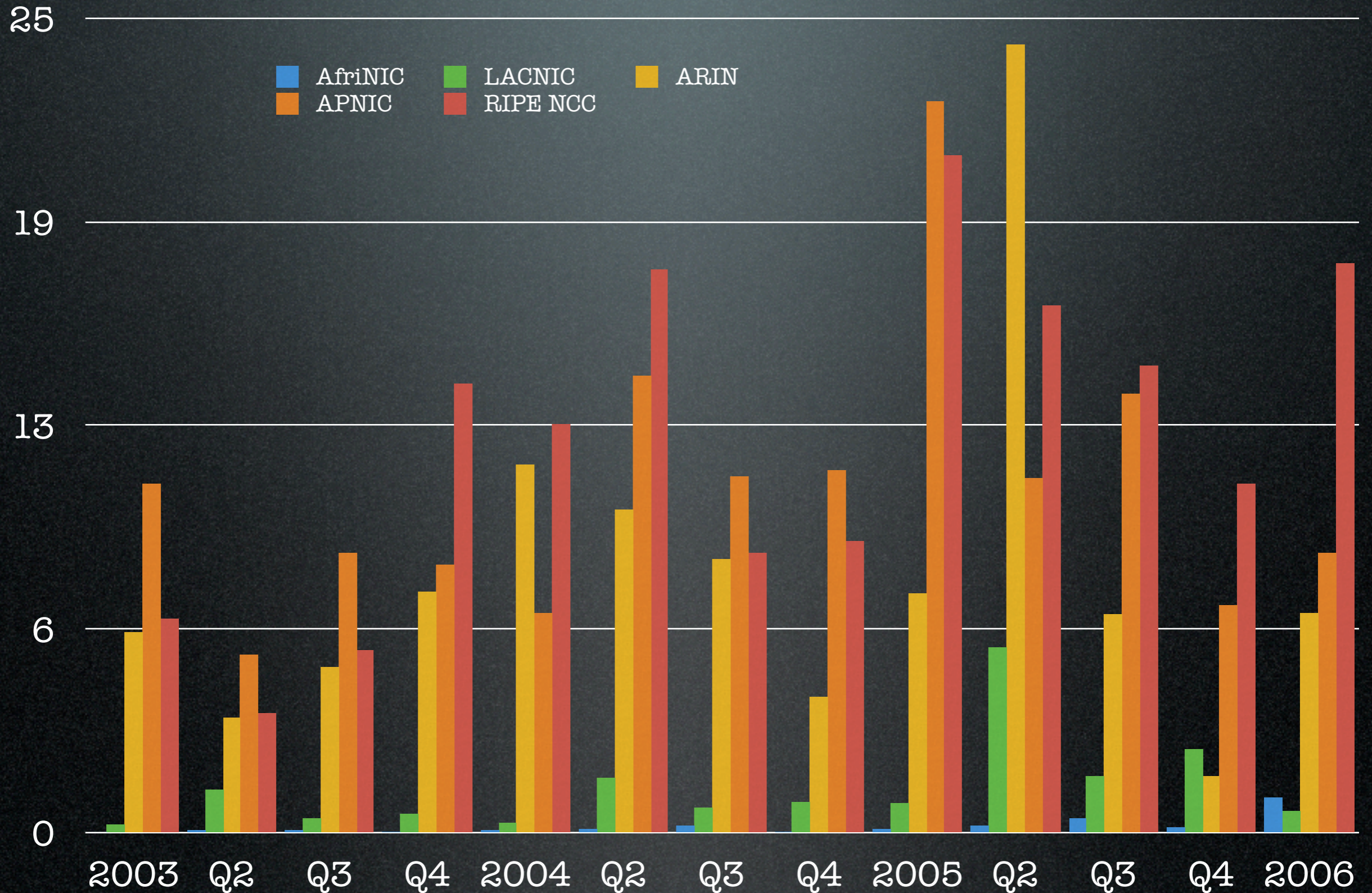
Groei RIRs → LIRs



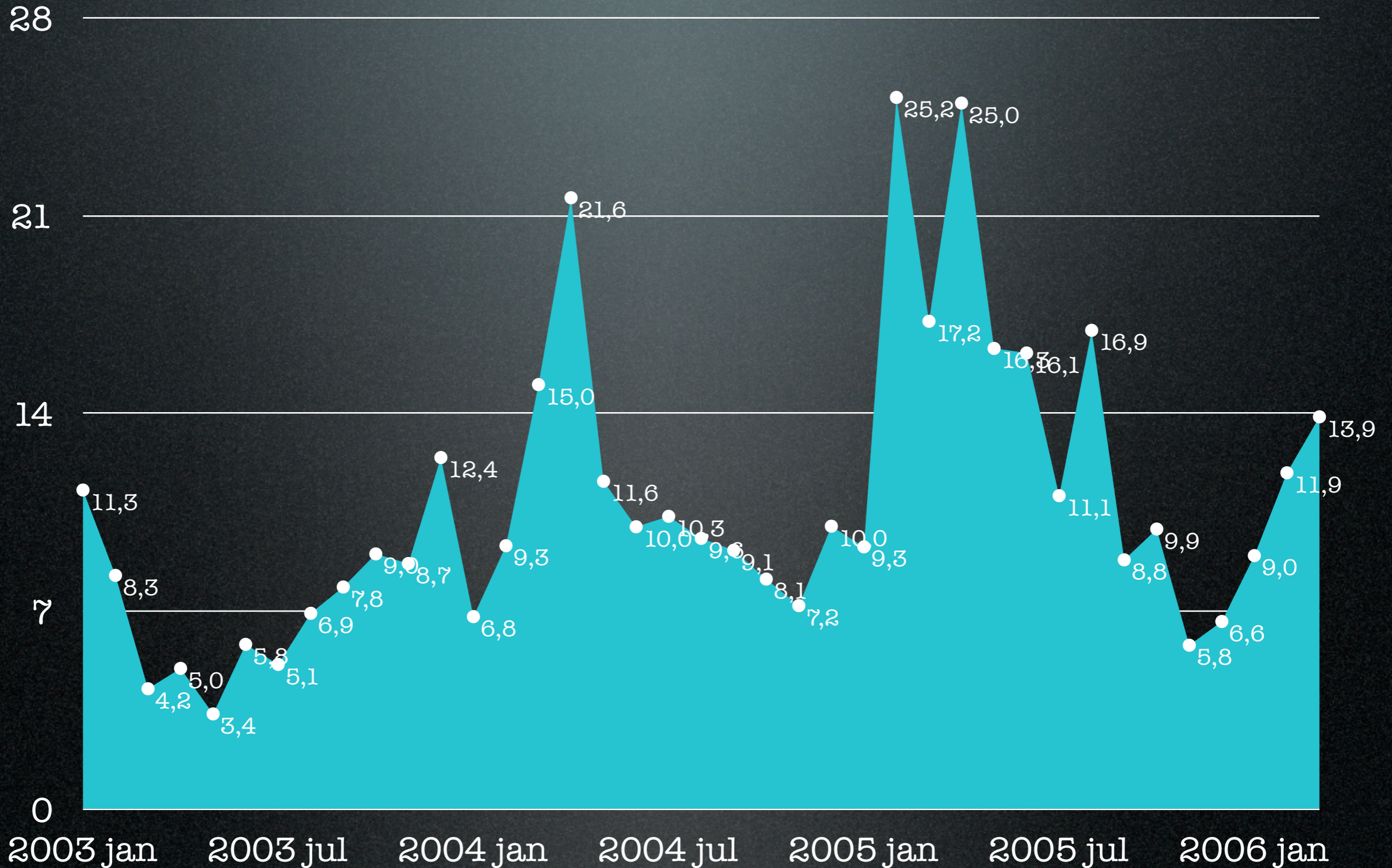
Procent per jaar groei



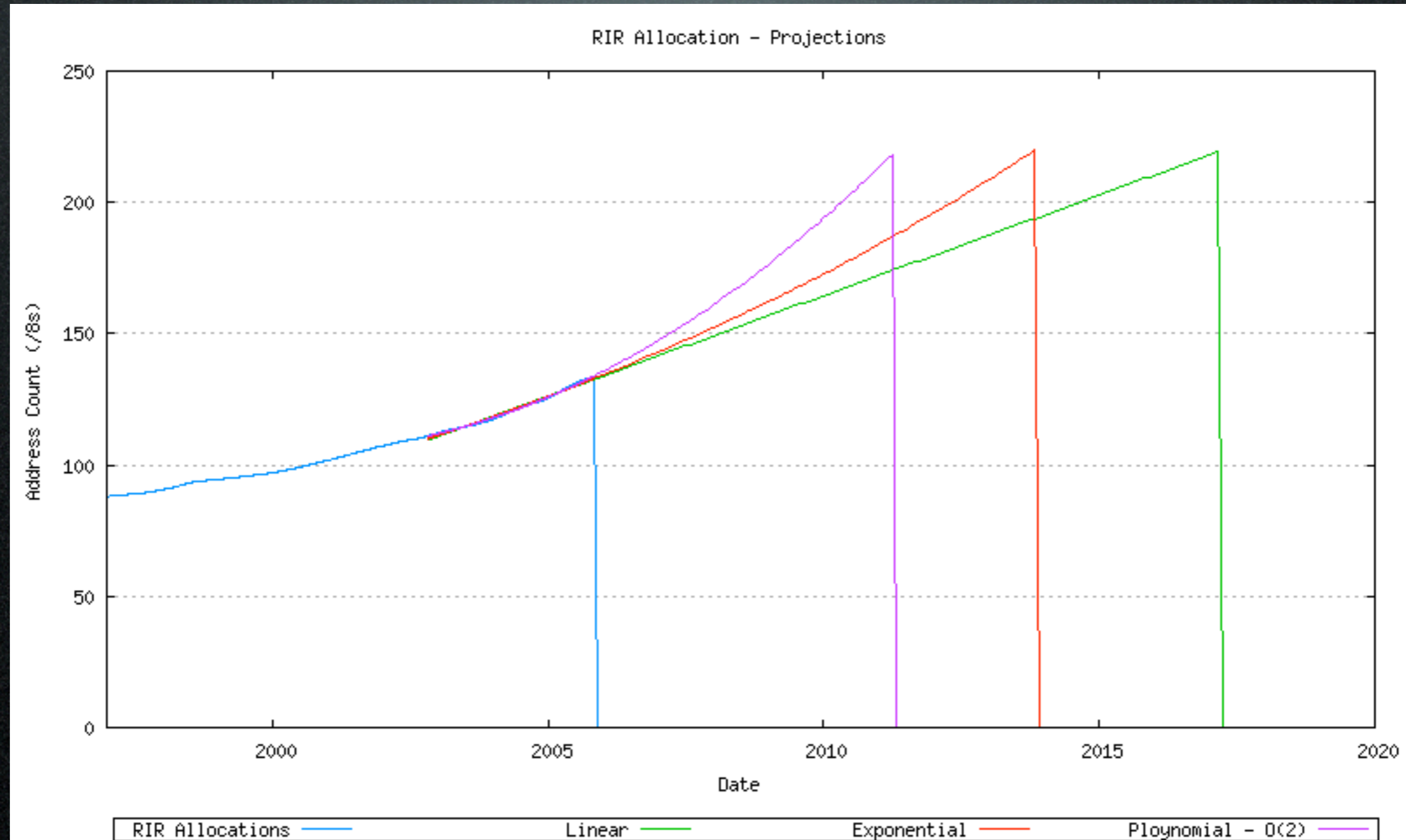
RIR/kwartaal



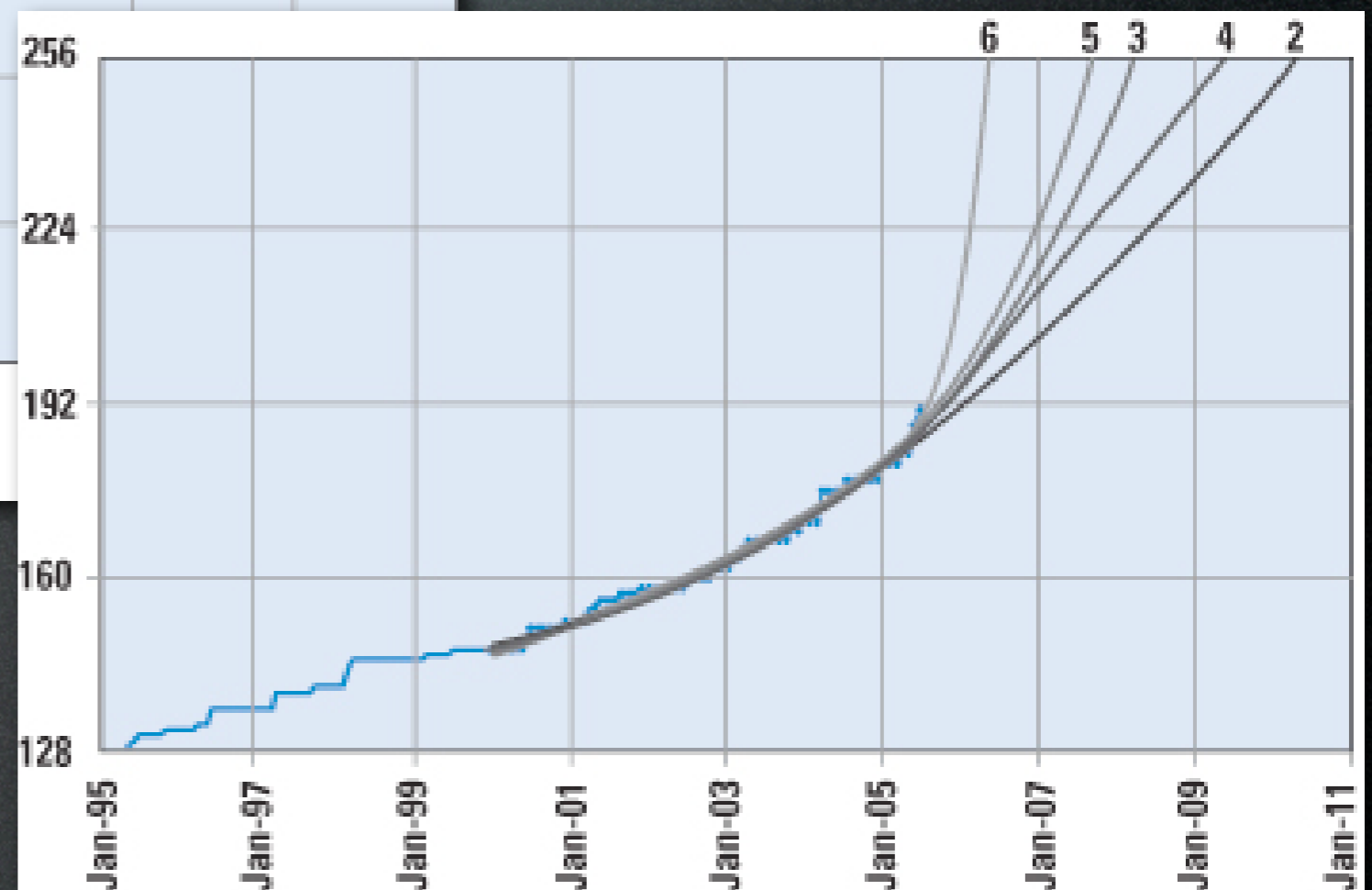
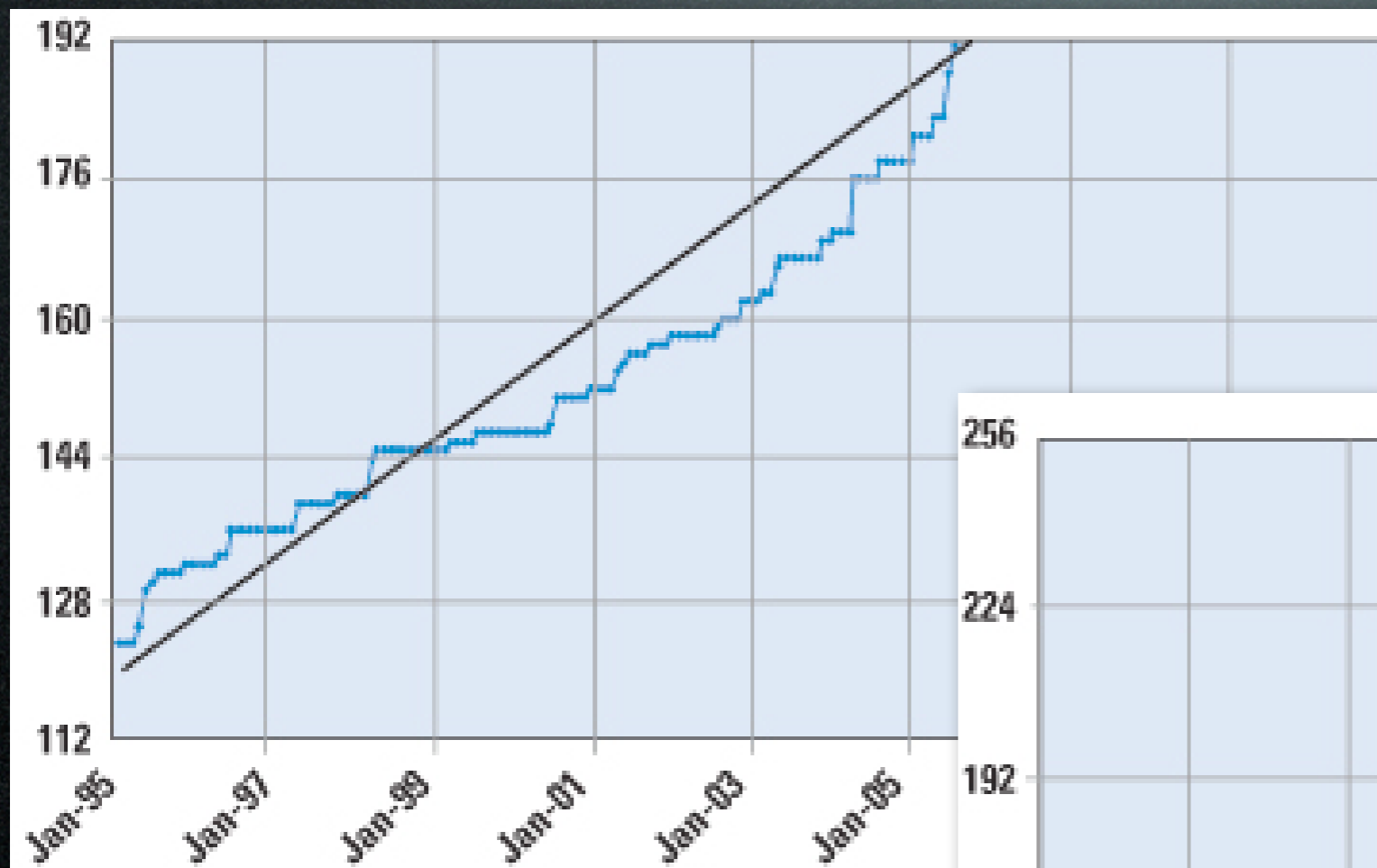
Adressen per maand



Geoff Huston (2005)



Tony Hain (2005)



Crystal ball time...

- Wat weten we?
 - Na vorig jaar nu weer rustiger: huidig tempo \pm 150 miljoen per jaar
 - Sinds 1995 nooit meer dan één jaar achter elkaar groeivertraging

Dus niet heel snel...

- Hoge exponentiële groei zoals 2004/2005 kan niet doorzetten:
 - Penetratie VS/EU is al zeer hoog
 - Rest van de wereld moet van ver komen
- Meerjarig maximum: ca. 35% per jaar
- Opraken IPv4 niet vóór 2010

...en niet heel langzaam

- (Zonder radicale trendbreuk)
- Geen precedent voor lange perioden zonder groei
- Groei VS/EU blijft tot nu toe hoog
- Elders veel in te halen
- Meerjarig minimum: ca. 5%
- Opraken IPv4 niet (ver) na 2015

Effekt terugwinnen

- 43 /8s door IANA uitgegeven
- Klasse A /8 terug: 5 weken winst
- Klasse B /16 terug: 3 uur winst
- Klasse C /24 terug: 45 seconden winst
- Maar wel: klasse E, 268 miljoen adressen (1,5 jaar), echter niet bruikbaar met veel huidige hard/software

Scenario snel

- Dit jaar 175 M, 35% groei, adressen op in 2010 (laatste jaar 430 M)
- Komende twee jaar business as usual
- Omslagpunt medio 2008:
 - vrije adressen 900 miljoen
 - uitgifte 300 miljoen/jaar

Scenario middel

- Dit jaar 150 M, 15% groei, adressen op in 2012 (laatste jaar 300 M)
- Komende drie jaar business as usual
- Omslagpunt medio 2009:
 - vrije adressen 750 miljoen
 - uitgifte 250 miljoen/jaar

Scenario langzaam

- Dit jaar 120 M, 5% groei, adressen op in 2015 (laatste jaar 177 M)
- Komende jaren business as usual
- Omslagpunt medio 2012:
 - vrije adressen 500 miljoen
 - uitgifte 160 miljoen/jaar
- Of misschien inzet op NAT/herwinnen

Onzekerheden

- Nieuwe technologieën/applicaties: VoIP?
- Blijven RIR-policy's hetzelfde?
- Wordt verkopen mogelijk?
 - (teruggave /8s gelijk afgelopen)
- "Land rush" laatste-kansaanvragen?
 - (straffeloos liegen laatste aanvraag)

$$Op = op$$

- Niet voor kleingebruikers: 256 adressen altijd wel te ritselen
- Grote ISPs jagen er miljoenen adressen doorheen, maar **hebben** ook miljoenen adressen: indikken
- Nieuwe grootgebruikers: zeer zware NAT

Network Address Translation

- Meerdere systemen delen één adres

www	82.192.90.26		80	
mail	82.192.90.27		25	
sipp1	82.192.90.28		5060	
sipp2	82.192.90.29		5060	
www	82.192.90.30	80	10.0.0.1	80
mail	82.192.90.30	25	10.0.0.2	25
sipp1	82.192.90.30	5060	10.0.0.3	5060
sipp2	82.192.90.30	???	10.0.0.4	5060

Network Address Translation

- Geen probleem voor uitgaande sessies
- (Afgezien van incompatible protocollen)
- Inkomende sessies lastiger: poorten:
 - NAT thuis redelijk te doen
 - (zware) NAT door ISP problematischer

Dus...

- Zodra IPv4-adressen opraken neemt NAT-pijn toe
 - met name bij nieuwe ISPs/netwerken
- IPv6 nuttig als **extra** protocol voor peer-to-peer applicaties
- Olievlekwerking

Op ≠ op

- HD ratio: in hierarchisch systeem nooit alle adressen te gebruiken:

$$HD = \frac{\log(\text{gebruikte adressen})}{\log(\text{totaal aan adressen})}$$

- < 80%: comfortabel
- > 87%: te pijnlijk

$$IPv4 = \frac{{}_2\log(394.991.609)}{{}_2\log(3.706.650.624)} = \frac{28,56}{31,79} = 89,8 \%$$

Op ≠ op

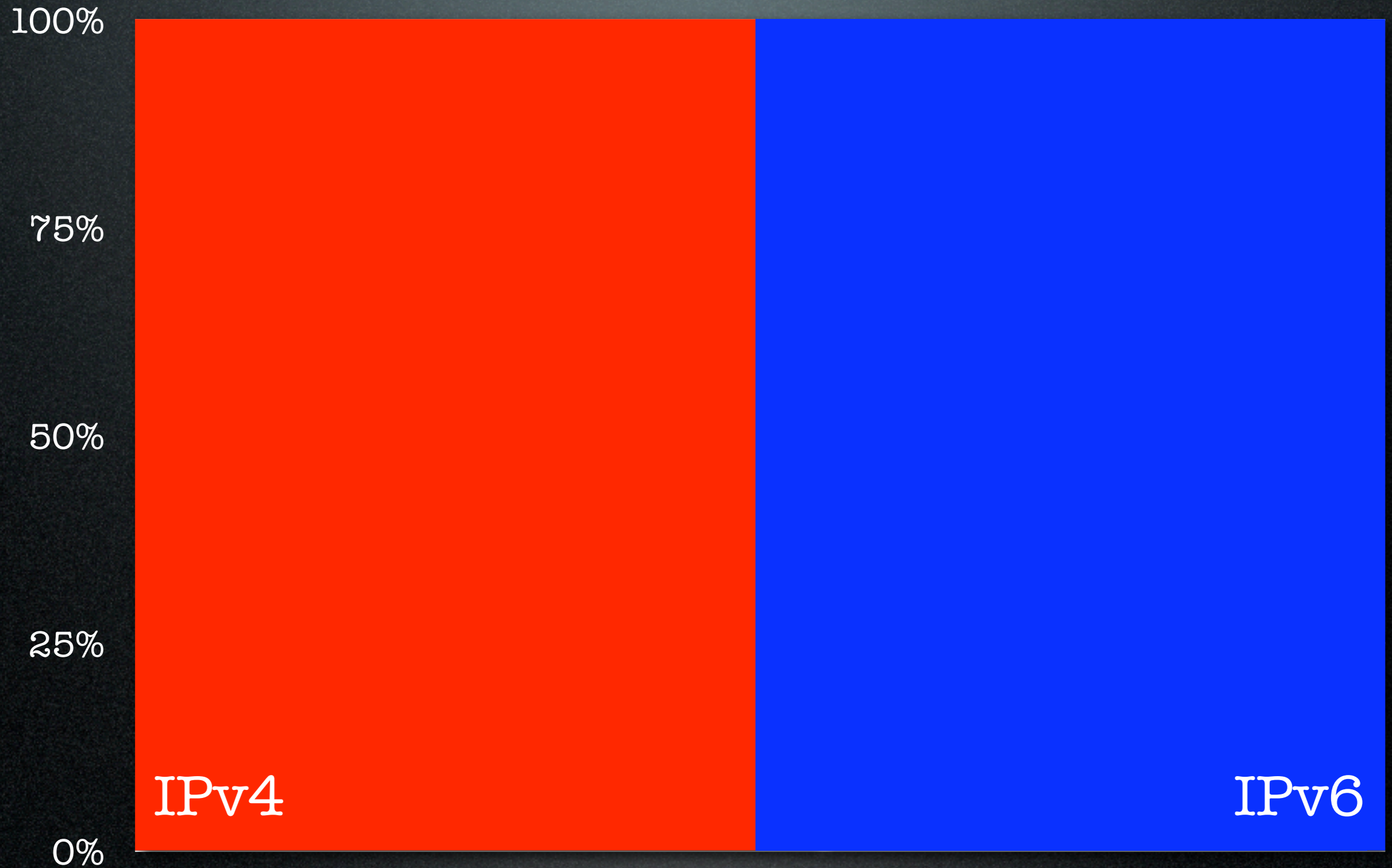
- John Klensin: IPv4 is al op voor sommige applicaties
- Bij nog 3, 2 of 1 jaar te gaan: waarom nog moeite in IPv4 steken?
- Moment van onontkoombaarheid vs moment van opraken

Of zelfs...

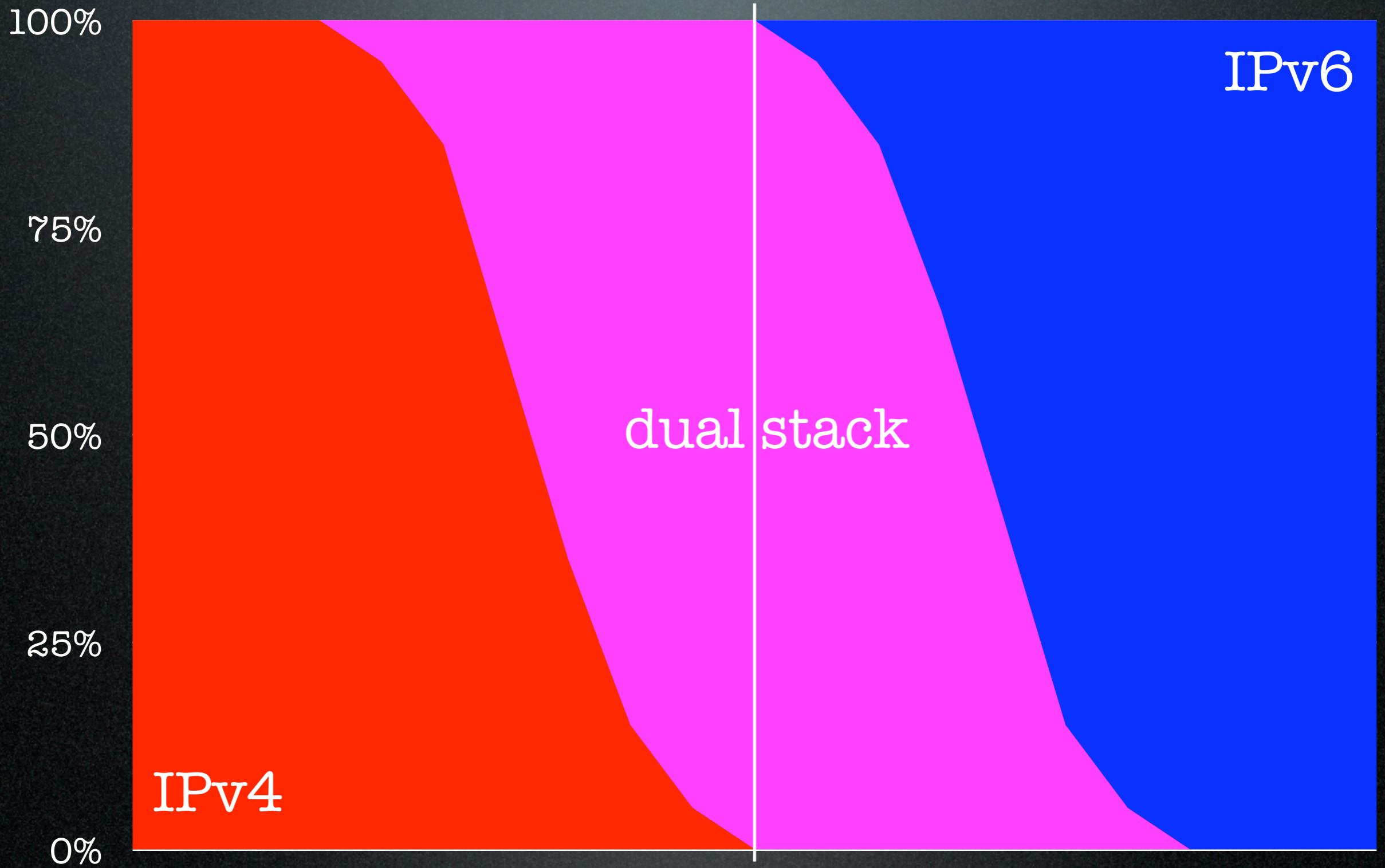
- Toch al eerder IPv6?
- IPv6-only netwerk simpeler dan IPv4
- IPv6-naar-IPv4 vertaling (NAT-PT)
relatief makkelijk
- Aantrekkelijk voor organisaties/
groepen met veel interne communicatie
- Businesscase?

Overgang IPv4-IPv6

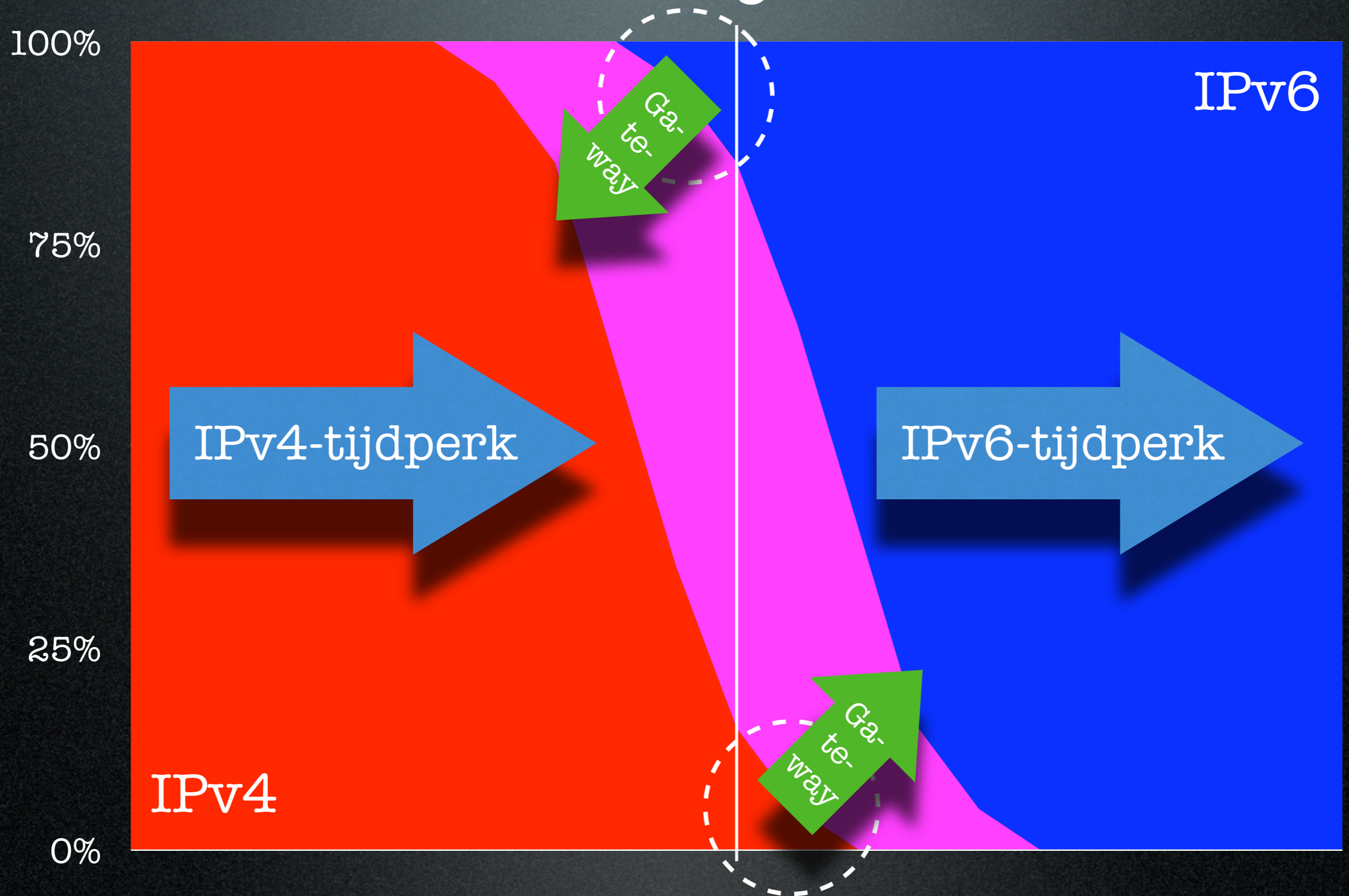
"Flag day"



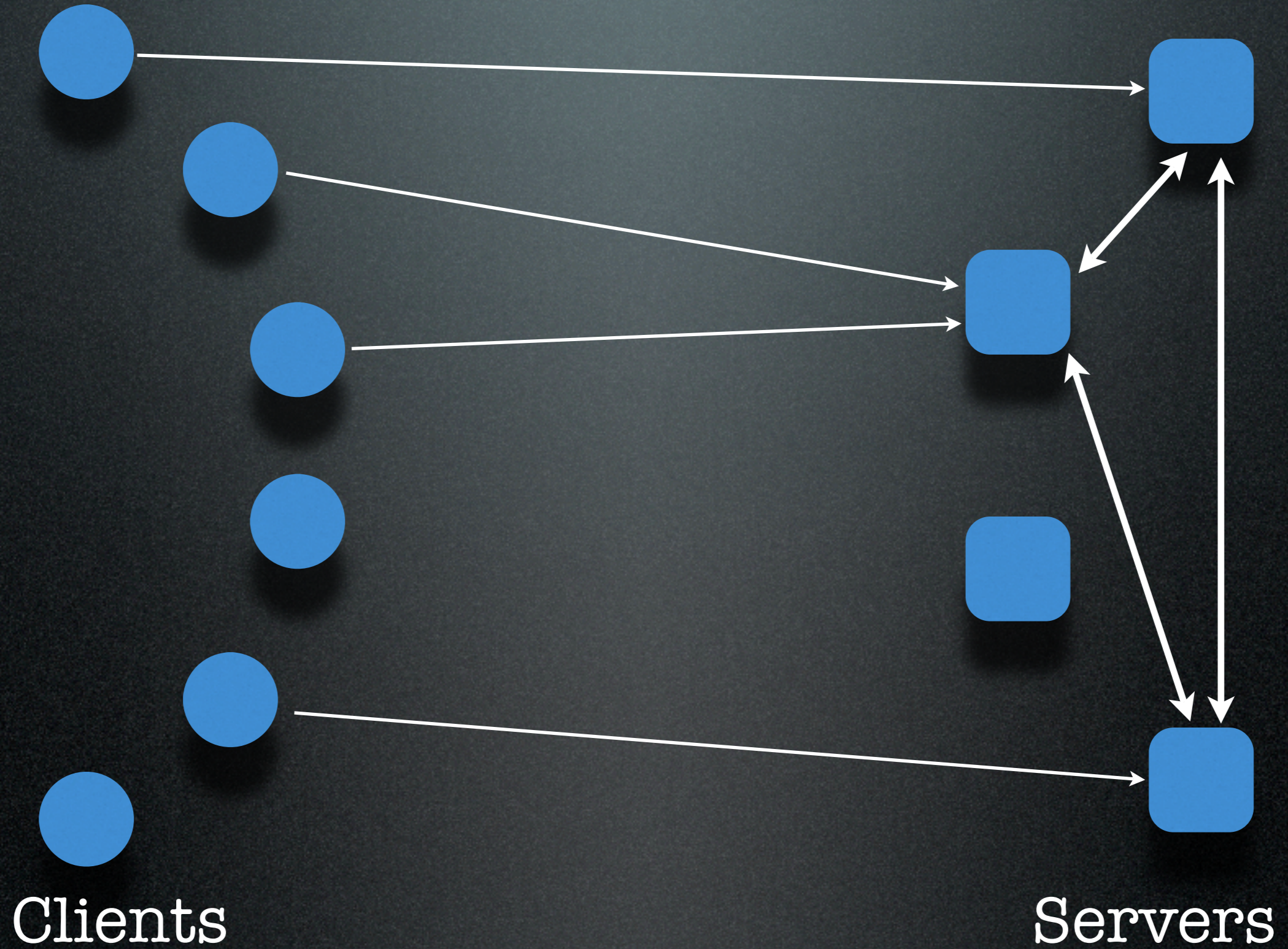
Dual stack



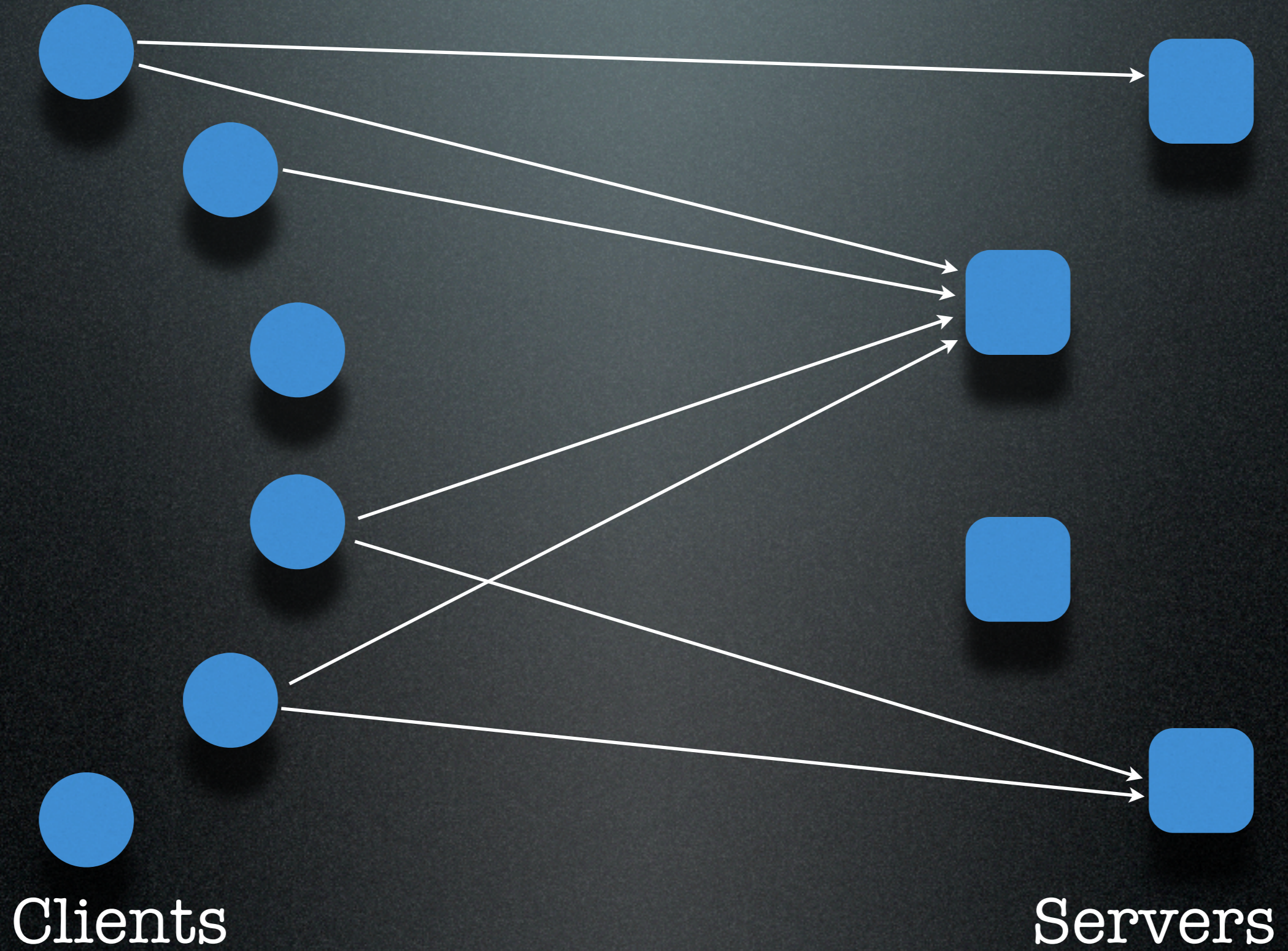
De werkelijkheid?



Email



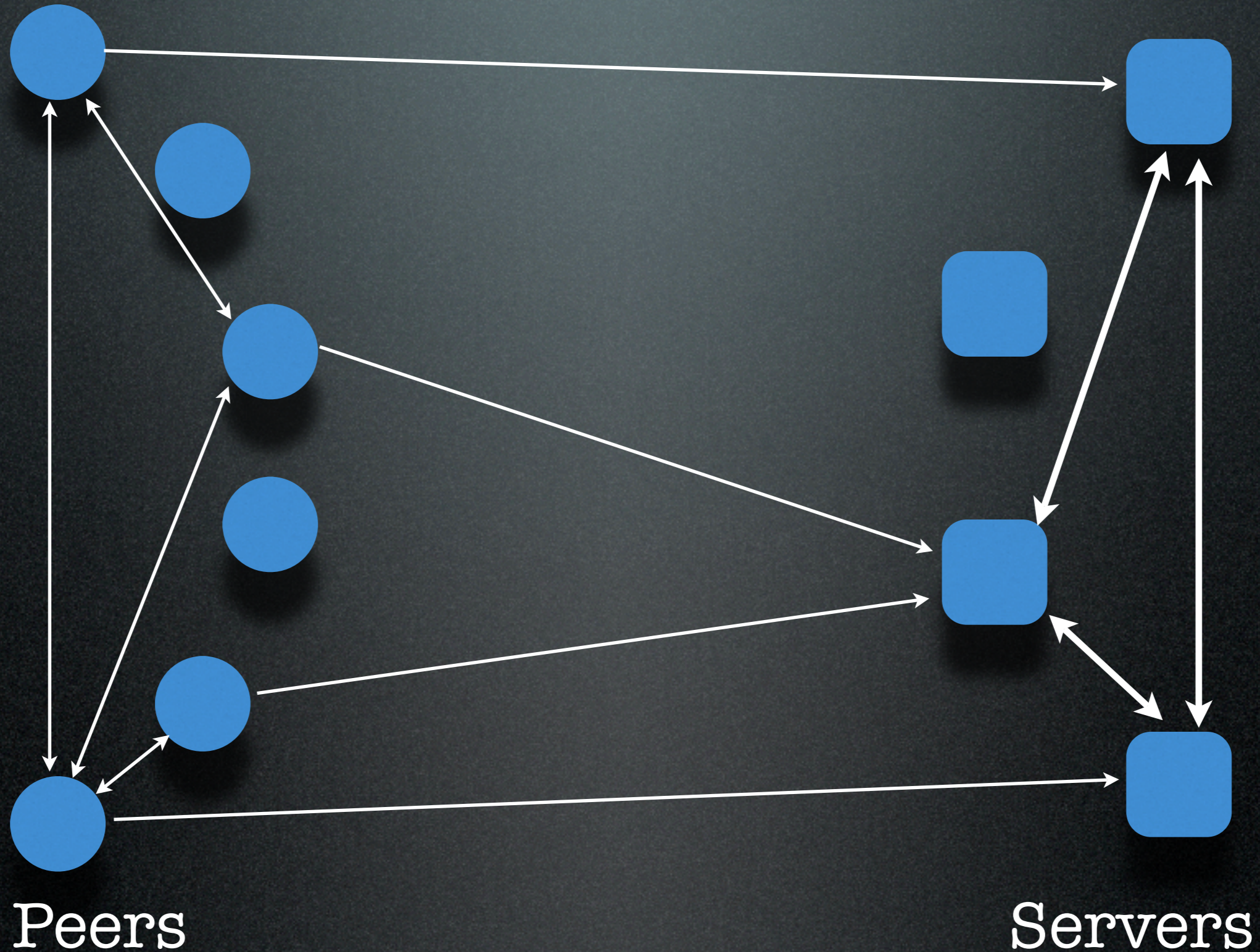
Web



Client/server applicaties

- Email
 - clients praten met één server, servers met alle servers
- Web
 - clients praten met alle servers, servers praten niet onderlink

Peer-to-peer



Peer-to-peer

- P2P type BitTorrent (file distributie):
 - geen server-server communicatie en subset peers
- P2P type VoIP (één-op-één/weinig-op-weinig communicatie):
 - potentieel volledige server-server communicatie en alle peers

Migratie (transition)

	Client IPv6-only zodra:
Email	Eigen server dual stack
Web	Alle servers dual stack
BitTorrent	Tracker en redelijk deel peers dual stack
VoIP	Alle servers en peers dual stack

Proxy's/ALGs/NAT-PT

- Network Address Translation - Port Translation: NAT van IPv6 naar IPv4
 - (zelfde nadelen IPv4-NAT)
- Proxy of Application Layer Gateway werkt op applicatie-niveau
- Maken het mogelijk om met een IPv6-only systeem naar IPv4 te gaan

Vandaag IPv6!

- Wat nu?
 - IPv6-adressen en connectivity
 - IPv6 router
 - IPv6 OS
 - IPv6 applicaties

Connectivity

- 6to4: genereer IPv6-adressen uit IPv4-adres, communiceer via tunnel
- Tunnel broker (www.sixxs.net)
- "Native" van ISP (Surfnet, XS4ALL?)

Router

- Thuisroutertjes doen geen IPv6, behalve Linksys WRT54G en Cisco (beide afhankelijk van de software)
- Grote routers/routermerken (meestal) wel
- Of geen router / host based router, eventueel via tunnel

Operating system

- Windows: XP of Server 2003: aanzetten, dan autoconfig
- MacOS: 10.2 Jaguar of hoger: standaard aan met autoconfig
- *BSD en Linux: over het algemeen standaard aanwezig, moet het wel instellen

Applicaties

- Moeten allemaal aangepast worden!!!
- Browsers: IE op XP, Safari 2.0, Firefox (apart aanzetten onder MacOS)
- Webserver: Apache 2
- Mediaspelers: Quicktime, iTunes, Windows Media Player, Videolan Client

DNS

- AAAA record:

```
www      IN      A        83.149.65.1
```

```
         IN      AAAA     2001:1af8:2:5::2
```

- PTR record:

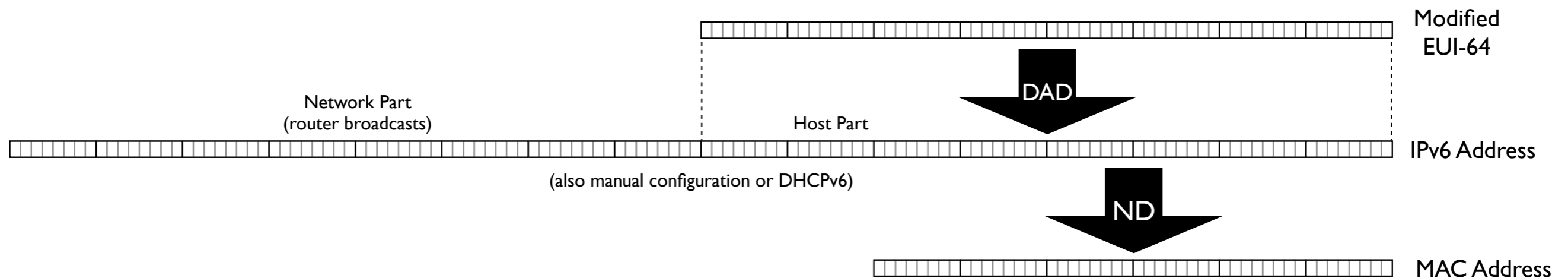
```
; 2001:1af8:6:0:20a:95ff:fef5:246e alumange
```

```
e.6.4.2.5.f.e.f.f.5.9.a.0.2.0 IN PTR alumange
```

Stateless autoconfig

- Router zendt eerste 64 bits uit
- Host combineert 64 bits van router met MAC-adres
 - geen DHCP nodig, altijd zelfde adres
- Privacy: random nummer ipv MAC

Relatie IPv6/link



Beveiliging

Nadelen

- Bestaande (IPv4-) firewall of filter laat IPv6 meestal gewoon door!
- Als IPv6 aanstaat altijd link-local adressen
- Makkelijk te vinden met multicast ping

Voordeel

- Nagenoeg onmogelijk te scannen op zwakke systemen door enorme adresruimte
- (Verplichte IPsec encryptie/ authenticatie praktisch moeilijk inzetbaar)

Zelf aan de slag

IPv6 aanzetten

- Windows XP: ipv6 install op commandline
- MacOS X: vanzelf!
- Linux: <http://www.bieringer.de/linux/IPv6/IPv6-HOWTO/IPv6-HOWTO.html>
- FreeBSD: edit /etc/rc.conf, zie /etc/defaults/rc.conf

www.kame.net



IPv4



IPv6

dancing kame by atelier momonga

KAME Project is a joint effort of six companies in Japan to provide a free IPv6 and IPsec (for both IPv4 and IPv6) stack for BSD variants to the world.

traceroute6

- traceroute vs traceroute6 (tracert6 onder Windows)
 - www.kame.net
 - www.kame.net
 - www.isc.org
 - www.runningipv6.net

FTP

- ftp.bit.nl
 - 2001:7b8:3:37:20e:cff:fea7:c350
 - 213.136.12.213
- ftp.nluug.nl
 - 2001:610:1:80aa:192:87:102:36
 - 192.87.102.36

IPv6 multicast

- Download VLC: www.videolan.org
- Wi-Fi peer-to-peer net **ipv6multi**
- Start VLC
- "Open network"
- "UDP/RTP Multicast"
- Adres: [ff15::1] of [ff15::1%en1]

Multicast ping

- Linux/BSD/MacOS:
 - `ping6 -c 2 -I en1 ff02::1`
- Windows:
 - `ping6 -n 2 ff02::1`
- BSD/MacOS:
 - `ping6 -c 2 -I en1 -w ff02::1`

The End

<http://www.runningipv6.net/>
iljitsch@muada.com

