

**TNO-whitepaper**

**35565**

## IPv6 Monitoring in Nederland: De Vierde Meting

Brassersplein 2  
2612 CT Delft  
Postbus 5050  
2600 GB Delft

[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

T +31 88 866 70 00  
F +31 88 866 70 57  
[infodesk@tno.nl](mailto:infodesk@tno.nl)

Datum	10 november 2011
Auteur(s)	Maria Boen-Leo, Arjen Holtzer, Harm Schotanus, Rob Smets, Martin Tijmes
Aantal pagina's	42
Projectnaam	IPv6 Monitoring in Nederland
Projectnummer	055.01021

Deze rapportage maakt onderdeel uit van het monitoringsprogramma van TNO en is tot stand gekomen dankzij een bijdrage van het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie.

© 2011 TNO

# Managementuittreksel

Sinds 2010 voert TNO monitoring uit van IPv6 in Nederland. Dit whitepaper beschrijft de Vierde Meting. In deze meting wordt een update gegeven over de uitrol van IPv6, waarbij de stand van zaken rond september 2011 wordt beschreven. Eerder zijn de Nulmeting, Tweede Meting en Derde Meting gepubliceerd.<sup>1</sup>

Vorige metingen hebben laten zien dat grote network operators en ISP's voorbereidingen treffen voor de uitrol van IPv6. De beschikbaarheid van content en diensten via IPv6 bleek een punt van zorg vanwege de geringe verbetering. Hosting partijen gaven aan hun infrastructuur op IPv6 gebracht te hebben en diensten op IPv6 te leveren of te kunnen leveren indien dit gevraagd wordt. Zij rekenen hier geen extra kosten voor. Hosting partijen zien als voornaamste reden het ontbreken van IPv6 connectiviteit bij eindgebruikers. Op mondiaal niveau is de IPv4 adresvoorraad op. De Derde Meting liet tevens zien dat de urgentie rond IPv6 niet geleid heeft tot significant meer websites die content via IPv6 toegankelijk maken. Beveiliging wordt als een reëel obstakel gezien. Door beperkt gebruik is het nog niet interessant hier misbruik van te maken.

De Vierde Meting laat zien dat het opraken van de mondiale IPv4 adressen en het gecontroleerd uitgeven in Azië geen gevolgen heeft voor Europe. Er heeft geen run-out van Europese adressen plaats gevonden. De verwachte uitputtingsdata bij de RIRs kent een bandbreedte van ongeveer half jaar voor RIPE NCC en meer dan jaar voor ARIN. RIPE NCC zal naar verwachting halverwege 2012 haar adressen uitgegeven hebben. Voor ARIN zal dit pas in 2013 gebeuren. De onzekerheid heeft te maken met factoren als economische groei, effectiviteit van het uitgifte beleid en factoren die zorgen voor adres teruggave aan de RIRs.

Nederland heeft tot en met september 2011 aanzienlijk meer IP adressen bij RIPE NCC aangevraagd in vergelijking met voorgaande jaren. Dit kan duiden op het feit dat ISP's zich daadwerkelijk aan het voorbereiden zijn op IPv6 uitrol. Een significante toename van IPv6 gebruik (zowel aantal gebruikers als verkeer) over 2011 is niet zichtbaar. Onder gebruikers die zich beroepsmatig met het Internet te maken hebben, neemt het IPv6 gebruik toe. Bedrijven laten een verhoogd IPv6 gebruik zien. Introductie van IPv6 bij consumenten is niet vanzelfsprekend omdat slechts een beperkt aantal producten IPv6 ondersteunt en inkoop beleid bij grote elektronica ketens IPv6 nog niet als een belangrijke specificatie zien.

World IPv6 Day heeft in alle EU lidstaten tot een significante toename van IPv6 enabled websites geleid. Ook Nederland heeft een toename laten zien en blijft tot de koplopers van Europa te horen wat betreft het aantal websites dat via IPv6 bereikbaar is. Het aantal websites dat op IPv6 bereikbaar is, is nog steeds laag, maar is wel groeiende. Problemen die zich tijdens World IPv6 Day voordeden zijn niet van die hoedanigheid en omvang dat dit het naar IPv6 migreren van websites tegen zou mogen houden.

ISP's hebben het afgelopen jaar hun IPv6 intenties geconcretiseerd en hebben plannen om IPv6 uit te rollen. In de loop van 2012 zullen de eerste consumenten naar verwachting aangesloten worden. Uit de reacties van de streekproef blijken dat bedrijven en overheidsinstellingen in mindere mate hun IPv6 doelstellingen hebben geconcretiseerd. Er wordt wel naar IPv6 ondersteuning gevraagd bij de aanschaf van ICT producten en diensten. Daarbij heeft de overheid zich in de Digitale AgendaNL<sup>2</sup> ten doel gesteld dat uiterlijk in 2013 alle overheidswebsites en emailadressen bereikbaar zijn over IPv6. De verwachting is dat dit zal bijdragen aan de concretisering van IPv6 plannen bij overheidsorganisaties.

---

<sup>1</sup> <http://www.rijksoverheid.nl/zoeken?search-keyword=ipv6>

<sup>2</sup> <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/notas/2011/05/17/digitale-agenda-nl-ict-voor-innovatie-en-economische-groei.html>

# Inhoudsopgave

	<b>Managementuittreksel</b> .....	<b>2</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>4</b>
1.1	Leeswijzer .....	5
<b>2</b>	<b>Introductie IPv6 naast IPv4</b> .....	<b>6</b>
2.1	IPv4 en IPv6 adressen bij eindgebruikers .....	6
2.2	Het uitgifteproces van IP adressen.....	7
2.3	Beleid uitgifte laatste IPv4 adresblokken door RIR's.....	8
2.4	Het gebruik en belang van IP adressen in Nederland.....	9
<b>3</b>	<b>Leegloop IPv4 adresvoorraad en uitgifte IPv4 adressen</b> .....	<b>11</b>
3.1	IPv4 adresvoorraad.....	11
3.2	IPv4 uitgifte .....	15
3.3	Conclusie .....	18
<b>4</b>	<b>De adoptie van IPv6</b> .....	<b>20</b>
4.1	Uitgifte IPv6.....	20
4.2	Ondersteuning van IPv6 in besturingssystemen .....	22
4.3	Ondersteuning van IPv6 door ISP's.....	23
4.4	IPv6 adoptie door eindgebruikers.....	27
4.5	Websites bereikbaar over IPv6.....	33
4.6	Conclusie .....	34
<b>5</b>	<b>World IPv6 Day en IPv6 in producten</b> .....	<b>36</b>
5.1	World IPv6 Day.....	36
5.2	Status IPv6 producten voor consumenten en IPv6 certificering.....	38
5.3	Conclusies .....	41
<b>6</b>	<b>Conclusies</b> .....	<b>42</b>

# 1 Inleiding

Dit whitepaper beschrijft de Vierde Meting in het kader van IPv6 monitoring in Nederland. Eerder zijn de Nulmeting<sup>3</sup>, Tweede Meting<sup>4</sup> en Derde Meting<sup>5</sup> gepubliceerd.

Uit de vorige metingen is gebleken dat IPv6 bewustzijn toeneemt, maar dat het nog op weinig plekken daadwerkelijk is geïntroduceerd. Vergeleken met de rest van Europa doet Nederland het echter niet slecht, al moet er nog veel gebeuren voordat IPv6 gemeengoed is.

Uit de Nulmeting kwamen twee punten van zorg naar voren. Het eerste punt omvat de beschikbaarheid van IPv6 verbindingen voor eindgebruikers. Het tweede punt van zorg is de beschikbaarheid van content op en diensten over IPv6. Ook was het onvoldoende duidelijk of organisaties wel voldoende actie ondernemen.

In de Tweede Meting bleek dat de grote ISP's en mobiele operators zich aan het voorbereiden zijn om geen last te ondervinden van het opraken van de IPv4 adressen. Ze hebben plannen om IPv6 uit te gaan rollen variërend van 2011 tot 2013. Een belangrijke bottleneck voor ISP's om IPv6 nu al in te voeren zijn de kosten die het met zich meebrengt. Daarnaast is er een beperkte ondersteuning door fabrikanten. Bij de overheid is concreet actie ondernomen door IPv6 in november 2010 op te nemen in de "pas toe of leg uit"-lijst.

Uit de Derde Meting blijkt dat veel hosting providers wel klaar zijn met het inrichten van IPv6 en dat een deel hiermee wacht totdat consumenten ook daadwerkelijk op IPv6 zitten. Op het gebied van beveiliging worden nog vrijwel geen problemen ervaren, omdat er nog weinig gebruik wordt gemaakt van IPv6 en technische uitdagingen rondom het realiseren van de uitrol van IPv6 bij organisaties meer prioriteit hebben. Consumentenapparatuur is zelden IPv6 geschikt en ook in winkels blijkt het moeilijk goed advies te krijgen over IPv6.

In deze Vierde Meting zal een update gegeven worden over de uitgifte van IPv4 en de uitrol van IPv6, waarbij de stand van zaken rond september 2011 wordt beschreven. Hierbij wordt een vergelijking gemaakt met de Tweede Meting aangaande de plannen van ISP's. Tevens wordt ingegaan op bevindingen opgedaan naar aanleiding van World IPv6 Day.

Met betrekking tot de veiligheid van IPv6 zijn ten opzichte van de Derde Meting van april 2011 geen significante nieuwe inzichten voortgekomen uit de interviews en enquête van de Vierde Meting.

---

<sup>3</sup> <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2010/07/26/ipv6-monitoring-in-nederland-de-nulmeting.html>

<sup>4</sup> <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2011/01/12/ipv6-monitoring-in-nederland-de-tweede-meting.html>

<sup>5</sup> <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2011/01/12/ipv6-monitoring-in-nederland-de-derde-meting.html>

## 1.1 Leeswijzer

Dit whitepaper is als volgt ingedeeld. Allereerst zal in hoofdstuk 2 enige achtergrondinformatie gegeven worden over de introductie van IPv6 naast IPv4 en is grotendeels overgenomen uit de Tweede Meting. Er wordt specifiek aandacht gegeven aan het veranderende uitgiftebeleid voor de laatste IPv4 adressen. In hoofdstuk 3 worden de leegloop van de IPv4 adresvoorraad en de uitgifte van IPv4 adressen door Regional Internet Registries (RIR's) besproken. Vervolgens zal in hoofdstuk 4 ingegaan worden op de adoptie van IPv6, waarbij onder andere ingegaan wordt op de adresblokuitgifte, de ondersteuning van IPv6 door ISP's en het daadwerkelijke gebruik. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de productondersteuning bij leveranciers. Tenslotte zullen in hoofdstuk 6 de conclusies geformuleerd worden.

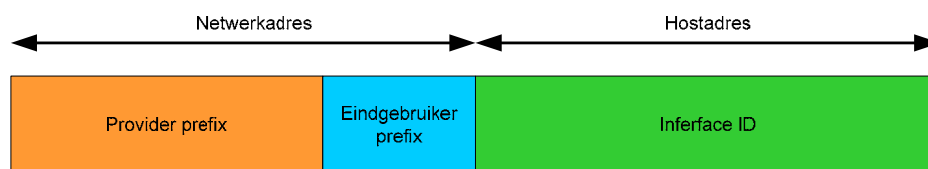
## 2 Introductie IPv6 naast IPv4

In dit hoofdstuk wordt enige achtergrondinformatie gegeven over de introductie van IPv6 naast IPv4, waarbij deels informatie is overgenomen uit de Nulmeting, de Tweede Meting en de Derde Meting.<sup>6,7,8</sup> Allereerst zal kort ingegaan worden op het gebruik van IPv4 en IPv6 adressen door eindgebruikers. Vervolgens wordt het uitgifteproces van IP adressen besproken, waarna er ingegaan wordt op het uitgiftebeleid van de laatste IPv4 adressen. Tenslotte wordt het belang van IP adressen in Nederland aangehaald.

### 2.1 IPv4 en IPv6 adressen bij eindgebruikers

Het belangrijkste voordeel van IPv6 ten opzichte van IPv4 is de grotere adresruimte. In tegenstelling tot de 32 bits van een IPv4 adres, bestaat een IPv6 adres uit 128 bits. Met 32 bits kunnen ongeveer 4,3 miljard unieke adressen gevormd worden. De adresruimte die IPv6 biedt met 128 bits wordt vaak duidelijk gemaakt aan de hand van vergelijkingen. Zo is bijvoorbeeld het aantal IPv4 adressen gelijk aan het aantal liters water in het IJsselmeer, terwijl het aantal IPv6 adressen vergelijkbaar is met het aantal liters water van alle werelddoceanen samen.

De IPv6 adresstructuur is weergegeven in Figuur 1. De eerste 64 bits worden gebruikt voor het netwerkadres en de laatste 64 bits voor het hostadres. Voor IPv6 zal een eindgebruiker een compleet netwerkadres aangeboden krijgen, waarbij de eindgebruiker het hostadres bepaalt op basis van het MAC adres of een ander mechanisme. Doordat per netwerkadres nog  $2^{64}$  hostadressen beschikbaar zijn zal de daadwerkelijke utilisatie van de totale adresruimte van IPv6 uiteindelijk laag zijn.



Figuur 1: IPv6 adresstructuur. Het netwerkgedeelte van het IPv6 adres bestaat uit provider prefix en een eindgebruiker prefix. Het hostadres wordt ook wel aangegeven met de interface ID.

Met IPv4 krijgen eindgebruikers typisch één publiek IP adres toegewezen (hoewel het ook voorkomt dat publieke IP adressen gedeeld worden door meerdere eindgebruikers, bijvoorbeeld bij mobiele telefonie). Het verkrijgen van meer dan één adres is vaak moeizaam. Door middel van NAT kan de eindgebruiker meer dan één apparaat gebruiken achter hetzelfde IP adres, maar dit brengt moeilijkheden met zich mee wat betreft de bereikbaarheid van buitenaf voor individuele apparaten.

<sup>6</sup> <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2010/07/26/ipv6-monitoring-in-nederland-de-nulmeting.html>

<sup>7</sup> <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2011/01/12/ipv6-monitoring-in-nederland-de-tweede-meting.html>

<sup>8</sup> <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2011/01/12/ipv6-monitoring-in-nederland-de-derde-meting.html>

Met IPv6 zal een eindgebruiker minimaal een /64 aangeboden krijgen van de ISP. In 2002 heeft de IETF RFC 3177 gepubliceerd met de aanbeveling om /48's aan eindgebruikers toe te wijzen. Dit betekent dat hiermee de eerste 48 bits van het IPv6 adres vast staan. Deze bits kunnen gezien worden als de provider prefix, zoals aangegeven in Figuur 1. Met de resterende bits in het netwerkadres, de eindgebruikerprefix, kunnen door de klant nog verschillende subnetten gemaakt worden. De in 2002 opgestelde RFC 3177 is in maart 2011 vervangen door RFC 6177 met het advies dat de exacte grootte van de provider- en eindgebruikerprefix door de operationele partijen bepaald dient te worden. Er valt te beargumenteren dat een /48 in een aantal gevallen duidelijk overbodig is en dat eindgebruikers daar met kleinere prefixen toe kunnen. Tussen april 2011 en september 2011 zijn onder andere RFC's bekrachtigd op het gebied van mobiliteitondersteuning voor IPv6 en DHCPv6 ondersteuning voor dual-stack lite. Het bekrachtigen van deze standaarden geeft aan dat op technisch gebied nog steeds behoefte bestaat aan duidelijkheid omtrent de te ondersteunen functionaliteiten en dat IPv6 nog niet op functioneel gelijk niveau is met IPv4.

## 2.2 Het uitgifteproces van IP adressen

De wereldwijde coördinatie van de uitgifte van IP adressen wordt gedaan door de Internet Assigned Numbers Authority (IANA). IANA gaat zowel over de uitgifte van IPv4 als IPv6 adressen. De locale distributie van IP adressen wordt bewerkstelligd door Regional Internet Registries (RIR's), die elk een bepaald deel van de wereld bedienen. Een overzicht van de RIR's en hun toegewezen deel van de wereld wordt gegeven in Figuur 2.

Elke RIR kan een aanvraag doen bij de IANA naar een reeks IP adressen en deze vervolgens uitgeven aan een Local Internet Registry (LIR). Een typisch voorbeeld van een LIR is een ISP, maar kan ook een bedrijf of een gemeente zijn. Op 3 februari 2011 heeft IANA de laatste adresblokken uitgegeven waarmee de IPv4 adresvoorraad op mondiaal niveau leeg is.<sup>9,10</sup> De laatste toewijzing is een gehonoreerde aanvraag van APNIC. Tegelijkertijd zijn de laatste vijf gereserveerde adresblokken (allen ter grootte van één /8) verdeeld onder de vijf RIR's.



Figuur 2: De Regional Internet Registries (RIR's), en hun bedieningsgebied.

<sup>9</sup> <http://www.icann.org/en/news/releases/release-03feb11-en.pdf>

<sup>10</sup> <http://www.nu.nl/internet/2436586/laatste-ipv4-adressen-uitgedeeld.html>

## 2.3 Beleid uitgifte laatste IPv4 adresblokken door RIR's

Met de naderende schaarste van de IPv4 adressen passen de RIR's hun beleid aan betreffende het aanvragen en toewijzen van nieuwe IPv4 adressen. Het beleid is erop gericht om zeker te stellen dat nieuwe en opkomende netwerken ook in de toekomst kleine blokken IPv4 adressen kunnen krijgen, zodat deze met zowel gevestigde IPv4 als IPv6 netwerken kunnen communiceren, tijdens de transitie naar IPv6.

Elke RIR heeft zijn eigen beleid betreffende de laatste IPv4 adressen. Een samenvatting hiervan is gegeven in Tabel 1. Een aantal RIR's houdt een deel van de laatste /8 gereserveerd voor toekomstig gebruik. Op het moment dat de resterende adressen zijn uitgegeven, is de verwachting dat de gereserveerde adressen terug gaan naar de adresvoorraad voor uitgifte.

Tabel 1 Overzicht van het beleid van RIR's betreffende de uitgifte van de laatste IPv4 adressen.

	RIPE	APNIC	ARIN	LACNIC	AfriNIC <sup>1</sup>
<i>Bij welke grootte van de RIR adresvoorraad gaat het beleid in?</i>	/8	/8	/8	/12	/11 <sup>2</sup>
<i>Grootte van de IPv4 adresblok allocaties?</i>	/22	/22	equiv. 3 mnd <sup>6</sup>	/24 - /22	/27 - /22
<i>Uitsluitend allocaties aan nieuwe LIR's?</i>	nee	Nee	nee	ja <sup>3</sup>	nee
<i>Kan LIR slechts eenmalig uit de resterende voorraad putten?</i>	ja	Ja	nee <sup>4</sup>	ja	nee
<i>Moet LIR een IPv6 allocatie hebben voordat nieuwe IPv4 adressen worden aangevraagd?</i>	ja	Nee	nee	nee	ja <sup>5</sup>
<i>Heeft RIR een adresblok gereserveerd voor toekomstig gebruik?</i>	-	/16	/10	-	/12
<sup>1</sup> Het weergegeven beleid ligt nog ter goedkeuring en is nog niet definitief geïmplementeerd. (d.d. 25-11-2010) Tijdens de AfrNIC-15 vergadering (dd. 15-11-2011) komt dit onderwerp weer aanbod. <sup>2</sup> Op het moment dat de grootte van de IPv4 adresvoorraad gelijk is aan één /8, wordt de maximale allocatie grootte al aangepast naar een /13. <sup>3</sup> Tenzij beargumenteerd kan worden dat de adressen benodigd zijn voor kritieke infrastructuur. <sup>4</sup> De minimale tijd tussen nieuwe aanvragen is 3 maanden. <sup>5</sup> Als de aanvrager nog geen IPv6 allocatie heeft, zal tegelijkertijd met de IPv4 allocatie een IPv6 allocatie gedaan worden. <sup>6</sup> Er kan tot maximaal voor 3 maanden aan adressen worden aangevraagd per keer.					

APNIC heeft op 15 april 2011 het moment bereikt waarbij hun voorraad IPv4 adressen nog één /8 bevat.<sup>11</sup> Hiermee gaat het uitgiftebeleid in zoals weergegeven in Tabel 1. Door de ongekende groei van vaste en mobiele netwerken in de Asia-Pacific regio is dit moment snel dichterbij gekomen, sinds de uitputting van de IANA

<sup>11</sup> <http://www.apnic.net/publications/news/2011/final-8>



IPv4 adresvoorraad. Voor veel operatoren zal het ingaan van dit beleid effectief betekenen dat de voorraad IPv4 adressen op is.<sup>12</sup>

## 2.4 Het gebruik en belang van IP adressen in Nederland

Een IP adres is van belang om toegang tot het Internet te hebben. Wereldwijd groeit het aantal mensen dat toegang heeft tot het Internet steeds verder. Nederland is koploper in de Europese Unie op het gebied van computerbezit en internettoegang. In 2010 beschikte 92% van de Nederlandse huishoudens over een computer en beschikte 91% over internettoegang. Ook in Luxemburg, Zweden, Noorwegen en Denemarken heeft meer dan 80% van de huishoudens toegang tot het Internet. Het gemiddelde in de EU27 ligt op 65,2%. Tabel 2 geeft een overzicht hoe de toegang tot pc's en het Internet over de afgelopen 6 jaar is veranderd. Gegevens over 2011 komen aar verwachting pas in begin 2012 beschikbaar.

Tabel 2: Overzicht van het aantal huishoudens in Nederland en de toegang tot een pc en het Internet, 2005-2010

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<i>Aantal huishoudens (in miljoenen)</i>	7,190	7,146	7,190	7,242	7,313	7,386
<i>Toegang tot pc (% huishoudens)</i>	83	84	86	88	91	92
<i>Toegang tot internet (% huishoudens)</i>	78	80	83	86	90	91

Enkele jaren geleden was de desktop nog het middel bij uitstek om het Internet op te gaan. In de afgelopen jaren is het gebruik van de laptop en de mobiele telefoon voor internettoegang sterk gestegen. In de afgelopen 6 jaar is het laptopgebruik onder internetgebruikers gestegen van 27% naar 73%. Tabel 3 laat zien dat het gebruik van mobiele telefoons ook meer dan 25% is toegenomen. Naast de laptop en de mobiele telefoon is ook de televisie een apparaat dat steeds meer gebruikt wordt voor internettoegang.

Tabel 3: Overzicht van het gebruik van apparatuur om toegang te hebben tot het Internet. Percentage van alle internetgebruikers in Nederland dat een bepaald apparaat gebruikt.

	<b>Desktop</b>	<b>Laptop</b>	<b>Mobiele telefoon</b>
2005	95%	27%	13%
2006	93%	33%	14%
2007	91%	44%	21%
2008	87%	56%	24%
2009	86%	65%	30%
2010	83%	73%	39%

<sup>12</sup> <http://www.zdnet.com/blog/networking/it-8217s-official-asia-8217s-just-run-out-of-ipv4-addresses/948>

Tabel 4 geeft een overzicht van het aantal breedband- en mobiele telefoonaansluitingen. Ook in de afgelopen twee jaar is het aantal aansluitingen nog flink gestegen, waarbij het aantal breedband internetaansluitingen steeds dichterbij het aantal huishoudens komt.

Tabel 4: Overzicht van het aantal breedband internet- en mobiele telefoonaansluitingen (in miljoenen) in Nederland.

	2004	2006	2008	2010
<i>Breedband internetaansluitingen</i>	3,09	5,23	5,74	6,31
<i>Mobiele telefoonaansluitingen</i>	15,90	17,00	19,80	20,73
<i>Totaal aantal aansluitingen</i>	18,99	22,23	25,54	27,04

Zowel de groeiende internettoegang onder huishoudens als het meer gevarieerd gebruik van apparaten voor toegang tot het Internet zorgen ervoor dat het aantal IP adressen dat in gebruik is steeds verder groeit. Nederland heeft tot 2011 in totaal ruim 24 miljoen IPv4 adressen toegewezen gekregen. Door de eindige schaalbaarheid van het nu nog veel gebruikte Network Address Translation (NAT) zullen de mogelijkheden met IPv4 uiteindelijk niet toereikend zijn. Hierdoor is de transitie naar IPv6 zeer relevant voor Nederland.

### 3 Leegloop IPv4 adresvoorraad en uitgifte IPv4 adressen

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de stand van zaken van de IPv4 adresvoorraden bij de RIR's en de uitgifte van IPv4 adressen.

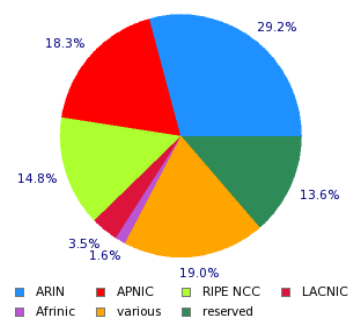
#### 3.1 IPv4 adresvoorraad

##### *Mondiale adresvoorraad*

Op 3 februari 2011 is de laatste IPv4 aanvraag gehonoreerd en zijn de resterende /8 blokken verdeeld onder de RIR's<sup>13</sup>. Hiermee is de mondiale IPv4 adresvoorraad leeg. In Tabel 5 is een overzicht gegeven van distributie van /8 blokken onder de RIR's. In Figuur 3 is deze verdeling grafisch weergegeven. Een deel van de adressen is gereserveerd en bestemd voor o.a. multicast, interne netwerken en toekomstig gebruik. De adressen in de categorie 'various' zijn veelal allocaties uit de periode voor het bestaan van de RIR's.

Tabel 5: Verdeling /8's onder RIR's

	/8's	%
<b>ARIN</b>	75.00	29.2
<b>APNIC</b>	47.00	18.3
<b>RIPE NCC</b>	37.00	14.8
<b>LACNIC</b>	9.00	3.5
<b>AfriNIC</b>	4.00	1.6
<b>various</b>	48.92	19.0
<b>reserved</b>	35.08	13.6
<i>total</i>	<i>256.00</i>	<i>100.0</i>



Figuur 3: Grafische verdeling /8's onder RIR's

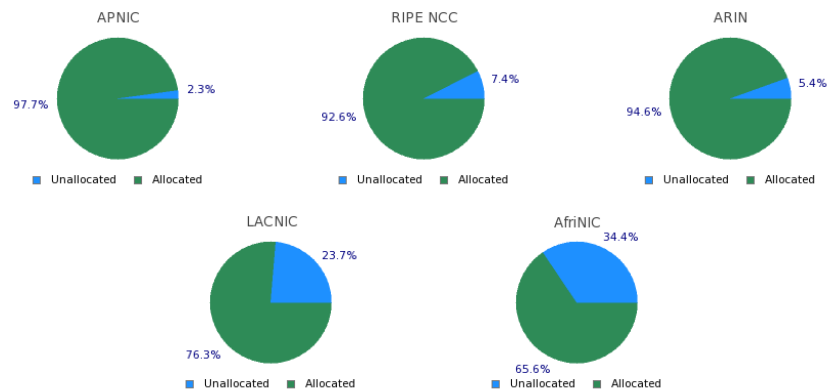
##### *Adresvoorraad per RIR*

Nu de mondiale adresvoorraad bij IANA leeg is kunnen de RIR's hun voorraden niet meer aanvullen. In Figuur 4 wordt per RIR getoond hoe groot de resterende adresvoorraad is per 07-09-2011. Bij APNIC, RIPE NCC en ARIN zijn de resterende hoeveelheden IPv4 adressen nog beperkt. Naar verwachting zal het eerste bij RIPE het beleid omtrent uitgifte van de laatste IPv4 adressen in werking treden, zoals besproken in paragraaf 2.3.

In vergelijking met de Derde Meting valt op dat in het geval van APNIC de nog beschikbare IPv4 adres ruimte licht is toegenomen (0,2 procent). Mogelijke redenen zijn teruggave door LIR's van niet gebruikte adressen, opschoning van bestanden, faillissementen waardoor de adressen weer teruggaan naar de APNIC adresvoorraad en het in de pool brengen van adressen die uit quarantaine komen nadat er geen routeer- en gebruikproblemen met deze adressen werd geconstateerd..<sup>14</sup>

<sup>13</sup> <http://www.nro.net/news/ipv4-free-pool-depleted>

<sup>14</sup> <http://www.apnic.net/services/manage-resources/address-status#quarantined>



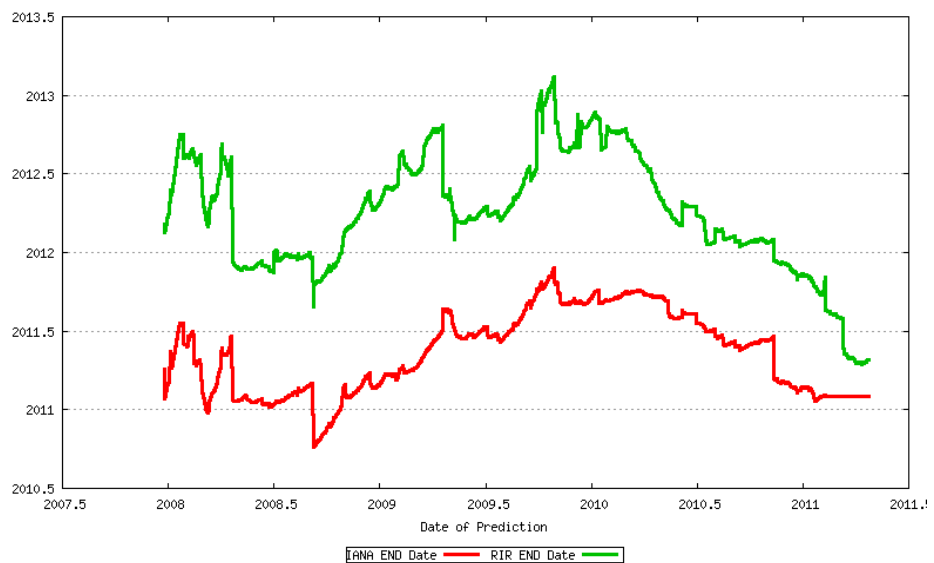
Figuur 4: Overzicht van de IPv4 adresvoorraad in de RIR pools. Status per 07-09-2011

### *Uitputtingsdatum*

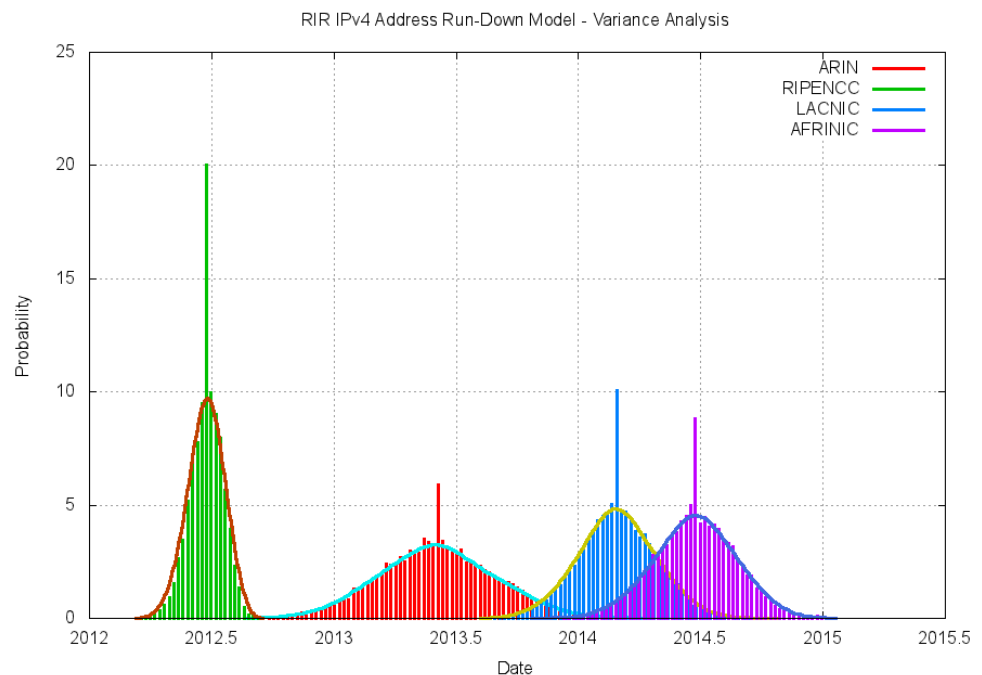
De uitputtingsdatum van een RIR wordt gezien als die datum waarop het nieuwe uitgiftebeleid, zoals besproken in Paragraaf 2.3, ingaat. Het moment waarop een RIR dit moment bereikt is moeilijk exact te voorspellen. In Figuur 5 is de voorspelling van de uitputtingsdatum van de IANA en APNIC grafisch weergegeven, ten opzichte van de datum waarop de voorspelling is gedaan. Voor beide voorspellingen geldt dat het moment van uitputting uiteindelijk veel eerder plaatsvond dan in eerste instantie voorspeld werd. De APNIC heeft op 15 april 2011 het moment bereikt waarbij de voorraad IPv4 adressen nog één /8 bevat.<sup>15</sup> Het is de verwachting dat RIPE NCC als tweede door haar adresvoorraad is.

De discontinuïteiten in de grafiek van Figuur 5 ontstaan door wijzigingen in uitgifte beleid en de uitgave van relatief grote adresblokken. Hierdoor verandert de te verwachte datum waarop alle adressen op zijn met grote stappen. Het versneld naar voren en achteren schuiven van de voorspelde uitputtingsdatum is dus te verklaren door het toenemen van de vraag naar IPv4 adressen, zoals besproken wordt in de paragraaf 3.2. Door het quota beleid dat APNIC nu toepast zullen de laatste IPv4 adressen (uit de laatste /8) er voorzorgen dat de datum waarop echt alle adressen op zullen zijn onzekerder worden omdat de pool in grotere mate afhankelijk wordt van teruggave van IPv4 adressen<sup>14</sup>.

<sup>15</sup> <http://www.apnic.net/publications/news/2011/final-8>



Figuur 5: Voorspelling van de uitputtingsdatum voor IPv4, uitgezet tegen de datum waarop de voorspelling is gedaan. De 'RIR end date' geeft de uitputtingsdatum voor de eerste RIR weer, welke in dit geval APNIC is. (bron: potaroo.net, d.d. 26-04-2011)



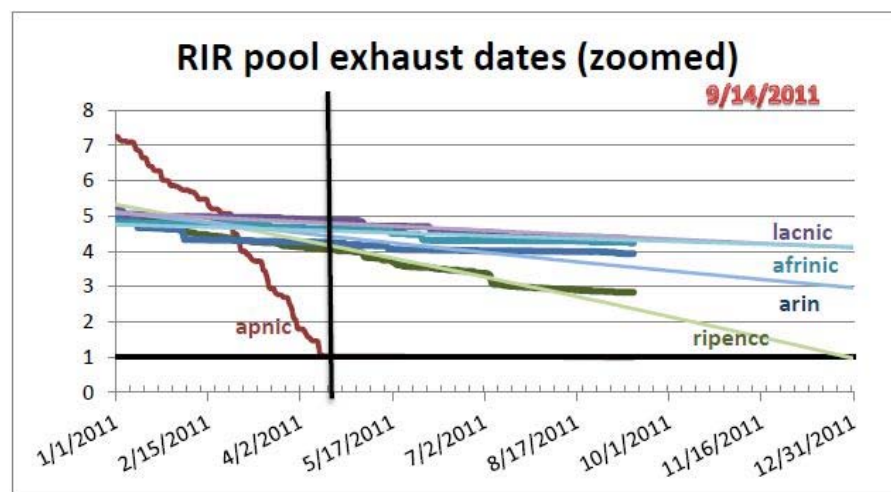
Figuur 6: Variantie in het opraken van de IPv4 adresvoorraad bij ARIN, RIPENCC, LACNIC, en AFRINIC (dd. 15-09-2011).

Figuur 6 laat voor de niet-APNIC RIR's zien waar de te verwachte datum ligt waarbij de IPv4 adresvoorraad leeg is. Deze grafiek laat de verwachte waarschijnlijkheid zien dat een adresvoorraad oprakt op een bepaald tijdstip. De verwachte uitputtingsdatum van RIPE NCC was in april 2011 nog ingeschat rond eind 2011, in september 2011 is de verwachte datum dichterbij juni 2012 komen te liggen.

Naast de voorspelling van Geoff Huston, wordt op [ipv4depletion.com](http://ipv4depletion.com) ook een voorspelling gedaan van de uitputtingsdata. Deze zijn weergegeven in Tabel 6. Op <http://penrose.uk6x.com/> stelt BT dat RIPE op 1 februari 2012 de uitputtingsdatum bereikt. Op <http://www.tndh.net/~tony/ietf/ipv4-pool.htm> wordt door Tony Hain (CISCO) voorspeld dat RIPE eind juni 2011 al de uitputtingsdatum bereikt, zoals weergegeven in Figuur 7.

Tabel 6: Overzicht uitputtingsdata RIR's, zoals voorspeld door [ipv4depletion.com](http://ipv4depletion.com), d.d. 16-09-2011

RIR	Depletion date
APNIC: Asia/Pacific	2011-04-15
RIPE NCC : Europe and Middle East	2012-09-09
ARIN: North America	2018-07-19
AfriNIC: Africa	2013-11-06
LACNIC: South America	2014-10-10



Figuur 7: Grafische weergave voorspelde uitputtingsdata voor RIR's (uitvergroet) [bron: <http://www.tndh.net/~tony/ietf/ipv4-pool.htm>] per 15 september 2011

Het is duidelijk dat er veel variatie bestaat in de gedane voorspellingen over de uitputtingsdata van de RIR's. Dit heeft te maken met de onvoorspelbaarheid van de factoren die van invloed zijn op de omvang van de IPv4 adresvoorraad bij RIR's. Deze omvang wordt enerzijds bepaald door de omvang van en het aantal adresaanvragen door organisaties en anderzijds door de teruggave van IPv4 adressen aan RIR's. Zo is bijvoorbeeld de economische situatie in een regio sterk bepalend voor de groei die bedrijven kunnen realiseren, hetgeen weerslag heeft op de behoefte aan en de aanvraag van nieuwe IP adressen.

#### *Teruggave IPv4 adressen aan RIPE NCC*

In 2010 zijn er zo'n 500.000 IPv4 adressen teruggedaan naar de RIPE NCC adresvoorraad. Dit aantal is niet wezenlijk anders dan in voorgaande jaren. Teruggave van adressen is voornamelijk het gevolg van faillissementen. Op 25 maart 2011 kwam in het nieuws dat Microsoft 667.000 IPv4 adressen heeft gekocht van het failliete Nortel.<sup>16</sup> RIPE geeft in een interview aan dat er in Europa op dit

<sup>16</sup> <http://www.pcmag.com/article2/0,2817,2382616,00.asp>

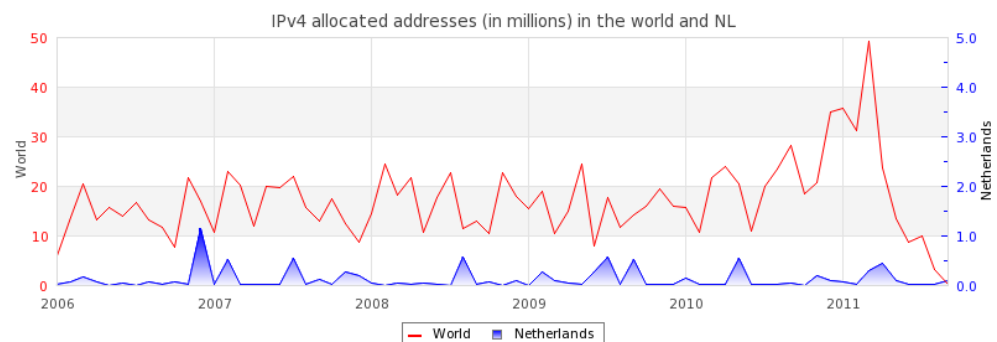
moment nog geen sprake is van betaalde overdrachten van IPv4 adresblokken tussen LIR's. Een belangrijke motivatie hiervoor is dat LIR's nog steeds aanvragen kunnen doen bij RIPE zonder dat dit kosten met zich meebrengt. Wel is het zo dat door fusies en overnames van bedrijven adresblokverschuivingen plaatsvinden. Dit speelt echter al jaren en is in de afgelopen jaren niet veranderd. Bij de overname van IPv4 adresblokken gelden dezelfde regels als voor het aanvragen van IPv4 adresblokken.

In 2011 hebben LIR's uitzonderlijk veel IPv4 adressen teruggegeven aan RIPE NCC. Zij hebben dit niet zozeer gedaan om de uitputting van RIPE NCC's IPv4 adresvoorraad uit te stellen, maar om anderen die als LIR een onderdeel van de Internet community willen worden te helpen. Het aantal teruggegeven IPv4 adressen bedraagt per september 2011 al meer dan 2.500.000 IPv4 adressen. RIPE geeft aan dat de motivatie anderen te helpen zit in het feit dat adressen gratis zijn verstrekt en dat het claimen van niet gebruikte adressen niet in lijn is met het open karakter van het Internet.

### 3.2 IPv4 uitgifte

#### Wereldwijd

In Figuur 8 wordt de uitgifte van IPv4 adressen weergegeven, voor zowel de wereld als Nederland specifiek. Eind 2010 en begin 2011 was er een duidelijke trend te zien, toen de uitputting van IANA dichterbij kwam, waarbij het aantal toegewezen adressen sterk steeg. Hierdoor komt de van de RIR's uitputtingsdatum ten tijde van deze periode steeds verder naar voren, zoals is weergegeven in Figuur 5. Na deze piek in het aantal toegewezen adressen laten de maanden tussen april en september een sterke daling zien. Het opraken van IPv4 adressen bij IANA heeft dan ook niet tot een lawine van aanvragen geleid.

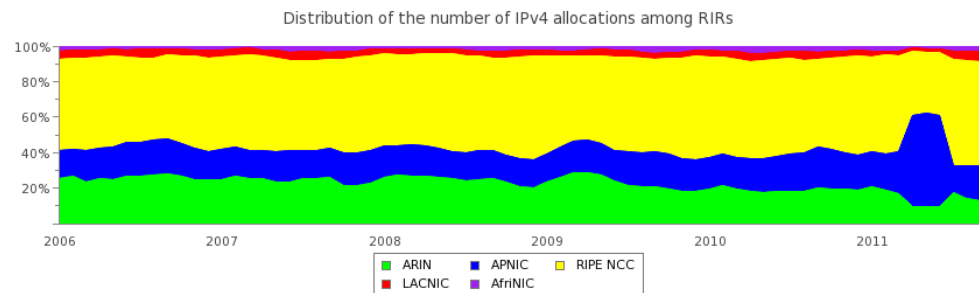


Figuur 8: Uitgegeven IPv4 adressen (in miljoenen) in de wereld en in Nederland

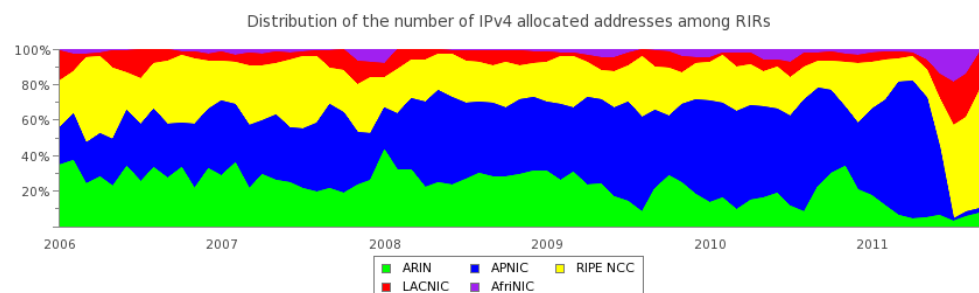
Het grootste deel van de adressen wereldwijd werd tot nu toe uitgegeven door APNIC, tot haar uitputting op 15 april 2011. In Figuur 9 en Figuur 10 wordt respectievelijk een grafische weergave van de verdeling van het aantal allocaties per RIR gegeven en het daadwerkelijke aantal toegewezen adressen per RIR. In april 2011 is er een enorme stijging in het aantal adresaanvragen bij APNIC waar te nemen waarna de aanvragen afnemen. Waar het maandelijkse aantal toewijzingen in de afgelopen jaren voor APNIC altijd kleiner was dan 200, is het aantal toewijzingen in maart en april gestegen naar respectievelijk meer dan 300 en meer dan 1600. De consumptie van IPv4 adressen in Zuid-Oost Azië (APNIC) kan voornamelijk toegewezen worden aan China en Japan.

Nu de adresvoorraad van APNIC in principe leeg is, is uit Figuur 9 en Figuur 10 op te maken dat het aantal IPv4 toewijzingen per maand weer op het oude niveau is gekomen, maar dat de toewijzingen nu veel minder groot zijn. Dit is in lijn met Tabel 1, waarin het nieuwe uitgifte beleid staat weergegeven.

In de maanden juli, augustus en september 2011 is de uitgifte van IPv4 adressen bij alle RIR's afgenomen. Voor RIPE is dit echter relatief de kleinste afname geweest.



Figuur 9: Procentuele verdeling van het aantal IPv4 allocaties, verdeeld onder de RIR's (update: 07-09-2011)

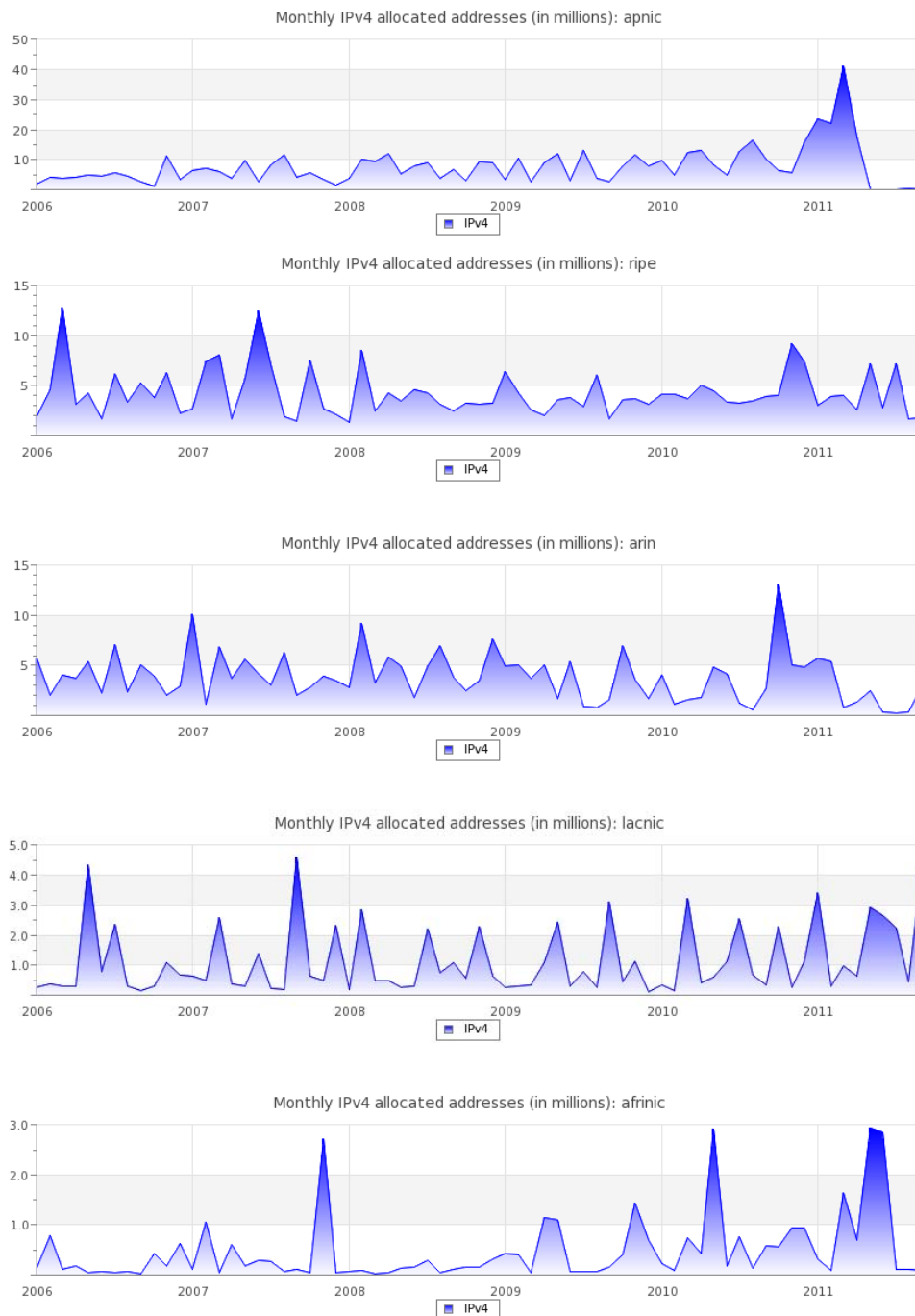


Figuur 10: Procentuele verdeling van het aantal uitgegeven IPv4 adressen, verdeeld onder de RIR's (update: 07-09-2011)

Het valt op dat in de eerste helft van 2011 het aantal uitgegeven adressen sterk gegroeid is. Dit is ook goed zichtbaar in Figuur 11. Er is een duidelijke *run* te constateren rondom het moment dat de IANA IPv4 adresvoorraad is leeggeraakt op 3 februari 2011. RIPE NCC heeft aangegeven ook een tijdelijke stijging in het aantal IPv4 aanvragen waar te nemen, die ongeveer 1 à 2 weken aan hield, rond de IANA *run-out*. Tijdens de *run-out* van APNIC was geen merkbare stijging waar te nemen. Dit heeft mogelijk drie verschillende redenen. Ten eerste speelt de *run-out* in een ander bedieningsgebied dan dat van RIPE NCC. Ten tweede kan de leegloop bij APNIC als 'oud nieuws' ervaren worden, aangezien slechts twee maanden eerder de IANA voorraad leeg was. En ten derde zijn de LIR's in het bedieningsgebied mogelijk al verzadigd met IPv4 adressen, naar aanleiding van de gedane aanvragen in februari. RIPE NCC geeft op haar website een wekelijkse update van de IPv4 voorraad.<sup>17</sup>

<sup>17</sup> <http://www.ripe.net/internet-coordination/ipv4-exhaustion/ipv4-available-pool-graph>





Figuur 11: Maandelijke adresuitgifte in miljoenen IPv4 adressen, weergegeven per RIR (update: 30-09-2011)

Nu we verder in 2011 zijn is duidelijk dat er geen massale run-out heeft plaatsgevonden. Afrinic laat wel een grote piek zien rond de zomer van 2011. De dip bij ARIN in juni tot en met augustus wordt voornamelijk veroorzaakt doordat er kleinere allocaties zijn gedaan. Het aantal allocaties is niet substantieel gedaald.

#### *Nederland*

Als het aantal toegewezen IPv4 adressen wereldwijd vergeleken wordt met Nederland, dan is te zien dat in de periode januari t/m september 2010 de vraag

binnen Nederland niet zo sterk groeit als wereldwijd. Uit Tabel 7 blijkt dat Nederland in 2010 ongeveer 1,13 miljoen adressen toegewezen heeft gekregen, ten opzichte van ruim 2 miljoen in 2009. In 2011 heeft Nederland reeds 1,06 miljoen adressen toegewezen gekregen. Het totale aantal IPv4 adressen dat Nederland t/m 07-09-2011 heeft aangevraagd komt daarmee op ruim 25 miljoen.

ARIN en RIPE NCC zullen naar verwachting een significant lagere IPv4 toewijzing kennen over 2011. Met name ARIN zal erg laag uitkomen in vergelijking met andere jaren. Een mogelijke reden kan verzadiging van Internet aansluitingen zijn. De economische situatie kan hieraan een bijdrage hebben geleverd door het beperken van de potentiële Internet markt. Het blijft opvallend dat de toewijzingen in voorafgaande jaren (waarin zich ook economische stilstand voordeed) wel constant leek te zijn en in mindere mate van de conjunctuur afhankelijk waren.

Tabel 7: Het aantal toegewezen IPv4 adressen (in miljoenen /32's)<sup>18</sup>

RIR	2005	2006	2007	2008	2009	2010	7-9-2011
RipeNCC	61,26	55,47	60,78	44,2	43,68	60,59	36,77
ARIN	47,43	46,54	53,03	57,17	41,29	45,24	17,26
APNIC	53,63	51,39	69,6	88,87	86,87	120,29	105,13
LACNIC	10,37	11,25	14,21	12,06	10,52	13,03	13,61
AfriNIC	0,94	2,67	5,53	1,58	5,99	8,52	8,75
<b>Totaal</b>	<b>173,63</b>	<b>167,32</b>	<b>203,15</b>	<b>203,88</b>	<b>188,35</b>	<b>247,67</b>	<b>181,52</b>
<b>Nederland</b>	<b>2,12</b>	<b>1,72</b>	<b>1,85</b>	<b>0,91</b>	<b>2,08</b>	<b>1,13</b>	<b>1,06</b>

### 3.3 Conclusie

De algemene trend van het aantal uitgegeven IPv4 adressen is nog steeds stijgend. De IPv4 voorraad neemt nog steeds af, echter in de maanden april tot en met september 2011 minder snel. Per 3 februari 2011 is de IANA IPv4 adresvoorraad uitgeput, waardoor RIR's hun voorraad niet meer kunnen aanvullen. Rond deze periode was er een duidelijke stijging te zien in het aantal adresaanvragen. Vooral bij APNIC zijn zeer veel aanvragen gedaan, omdat men zich waarschijnlijk realiseerde dat het om de laatste IPv4 adressen ging. Op 15 april 2011 is bij APNIC de uitputtingsdatum bereikt, omdat de voorraadgrens van één /8 is bereikt. Sinds dat moment is het uitgiftebeleid veranderd. In deze maand zijn bij APNIC een recordaantal aanvragen gedaan van meer dan 1600, terwijl in voorgaande jaren het aantal maandelijks aanvragen nooit meer dan 200 was.

Ook RIPE NCC heeft begin februari 2011 gedurende enkele weken een stijging in het aantal aanvragen geconstateerd. Rond de uitputtingsdatum van APNIC is er echter geen stijging opgemerkt. Het is waarschijnlijk dat RIPE NCC de eerstvolgende RIR zal zijn die door haar adresvoorraad heen is en de grens van één /8 bereikt. Op dat moment zal ook bij RIPE NCC een veranderd uitgiftebeleid van kracht worden.

ARIN laat tot september 2011 een verminderde uitgifte van IPv4 adressen zien, ten opzichte van het eerste kwartaal 2011. Ook RIPE NCC blijft achter, echter in mindere mate. De afgenomen uitgifte van IPv4 adressen kan er op duiden dat LIRs

<sup>18</sup> Door geüpdate uitgifte gegevens van verscheidene RIR's kunnen waarden van voorgaande jaren verschillen van de waarden weergegeven in voorgaande rapporten.

of hun voorraad aan het verkleinen zijn of daadwerkelijk minder behoefte hebben aan IPv4 adressen door gebruik van NAT technologie aan de eindgebruikers zijde of loadbalancing technologie aan de server zijde. Tevens is het voor grote LIRs niet meer mogelijk hun grote voorraden aan te houden. Zij kunnen slechts voor drie maanden voorraad aanvragen.

De bewustwording rond het opraken van IPv4 adressen kent voor RIPE NCC een positief aspect, er worden IPv4 adressen terug gegeven.

## 4 De adoptie van IPv6

### 4.1 Uitgifte IPv6

#### Wereldwijd

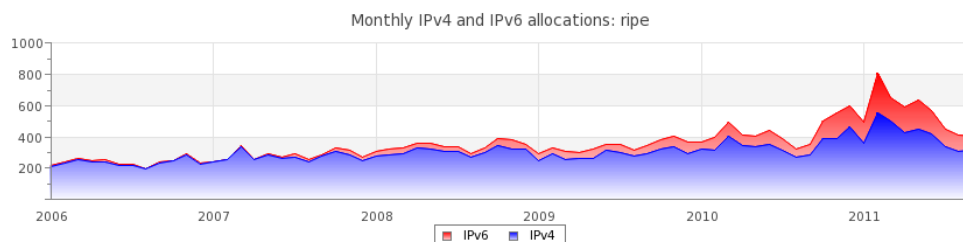
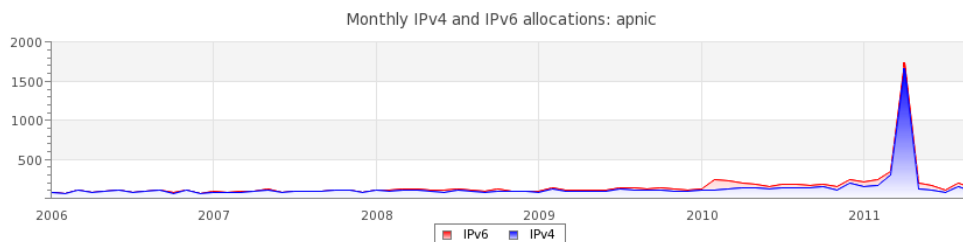
De uitgifte van IPv6 adresblokken is gaande sinds 1999. In Tabel 8 is te zien dat er pas in de afgelopen 4 jaar over substantiële aantallen aanvragen gesproken kan worden. In het jaar 2010 is er plotseling een enorme stijging te zien in het aantal aanvragen bij APNIC. Australië, China, India en Japan samen hebben met 368 aanvragen in 2010 tweemaal zo veel aanvragen gedaan als totaal in 2009.

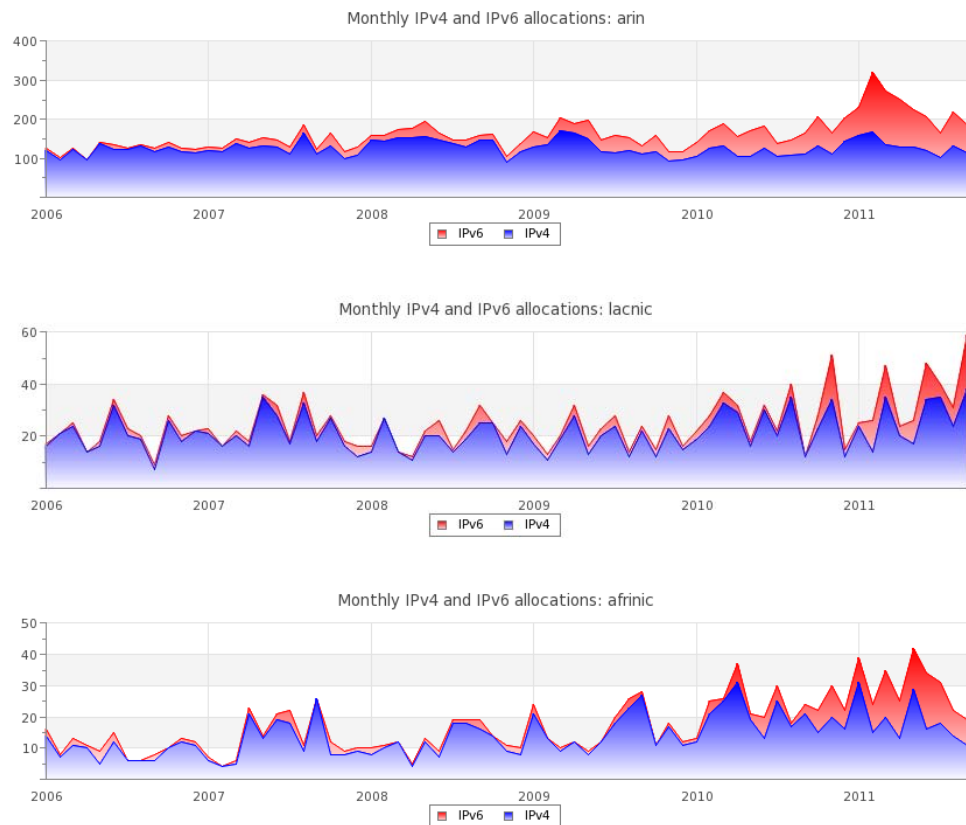
Ook de andere RIR's laten een continue stijging zien van het aantal toewijzingen. Het totale aantal aanvragen is in 2010 verdubbeld ten opzichte van 2009. Hier is een duidelijke trend te constateren in IPv6 adressaanvraag en –uitgifte. In 2011 is het aantal uitgiften weer gestegen ten opzichte van 2010, al is de toename minder explosief als toen.

Tabel 8: Aantal individuele IPv6 toewijzingen (ongeacht adresblokomvang) bij de Regional Internet Registries (RIR's)<sup>15</sup>

RIR	2005	2006	2007	2008	2009	2010	7-9-2011
RipeNCC	94	89	159	431	626	1043	1270
ARIN	59	69	210	227	381	629	824
APNIC	54	43	63	161	190	668	479
LACNIC	31	16	25	29	33	50	68
AfriNIC	3	17	19	16	13	54	97
Totaal	241	234	476	864	1243	2444	2738

In onderstaande figuren zijn het aantal IPv4 en IPv6 allocaties (ongeacht adresblokomvang) weergegeven per RIR. De eerste figuur laat een zeer grote hoeveelheid aanvragen zien voor APNIC in april 2011. Deze maand zijn er meer dan 1600 IPv4 toewijzingen gedaan, en meer dan 60 IPv6 toewijzingen. Op 15 april is bij APNIC de uitputtingsdatum bereikt. Na de piek in april is het aantal IPv4 toewijzingen sterk gedaald en ligt nu gemiddeld lager dan voor april 2011.





Figuur 12: Het aantal maandelijkse allocaties (ongeacht adresblokgruotte) dat gedaan wordt voor IPv4 en IPv6, weergegeven per RIR (update: 30-09-2011)

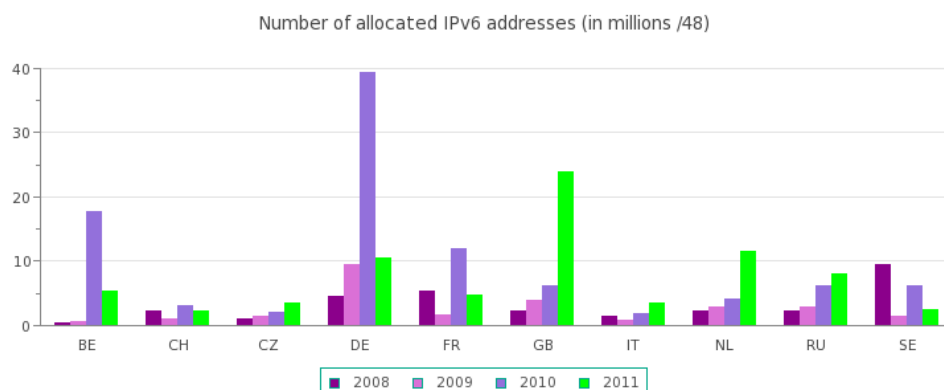
Het aantal IPv6 toewijzingen bij APNIC lag in het begin van 2011 iets hoger dan voorheen, maar ligt op dit moment niet veel hoger dan in 2010. Bij RIPE en ARIN is daarentegen duidelijk de invloed zichtbaar van het opraken van de adresvoorraad bij IANA. Voor beide RIR's is er een piek in februari 2011, waarna het aantal IPv6 aanvragen steeds dalende is en daarmee weer bijna op het niveau van begin 2010 ligt. Bij de RIR's LACNIC en AfriNIC is het moeilijker om de invloed van de uitputting van IANA te bepalen, omdat het totale aantal toewijzingen per RIR relatief laag is. Het is duidelijk dat de uitputting van IANA er voor gezorgd heeft dat er in de eerste negen maanden van 2011 in totaal meer IPv6 aanvragen zijn geweest, dan in 2010.

#### *Nederland*

In Tabel 9 is te zien dat er door Nederlandse organisaties in 2010 ruim 4 miljoen IPv6 /48's zijn aangevraagd. Ten opzichte van voorgaande jaren is een constante groei in de aanvraag van IPv6 adressen waar te nemen, met af en toe een grote uitschieter, zoals ook is weergegeven in Figuur 13.

Tabel 9: Top 10 landen met de meest toegewezen IPv6 adressen (in miljoenen /48's) per jaar

Rang	2007	2008	2009	2010	7-9-2011
1	Australië 268,89	Brazilië 4307,58	VS 15,28	Japan 165,02	China 337,51
2	Engeland 68,75	VS 948,83	Duitsland 9,44	Duitsland 39,39	VS 81,85
3	Japan 67,44	Zweden 9,37	Engeland 4,06	VS 34,61	Spanje 36,57
4	VS 8,19	Frankrijk 5,37	<b>Nederland</b> 3,01	China 22,22	Engeland 23,79
5	Duitsland 5,77	Duitsland 4,52	Australië 2,88	België 17,69	Mexico 16,91
6	Taiwan 4,26	Engeland 2,36	Rusland 2,88	Frankrijk 11,86	<b>Nederland</b> 11,47
7	Polen 1,18	<b>Nederland</b> 2,23	Japan 2,22	Zuid-Afrika 9,83	Duitsland 10,49
8	Uruguay 1,05	Rusland 2,16	Frankrijk 1,64	Australië 6,62	Rusland 7,8
9	Canada 0,85	Zwitserland 2,16	Tsjechië 1,44	Zweden 6,23	Australië 6,36
10	Rusland 0,72	China 1,70	Zweden 1,44	Rusland 6,23	België 5,37
12				<b>Nederland</b> 4,19	



Figuur 13: Hoeveelheid aangevraagde IPv6 adressen (in miljoenen /48) voor de Top 10 landen in Europa met de meest aangevraagde adressen (update: 07-09-2011)

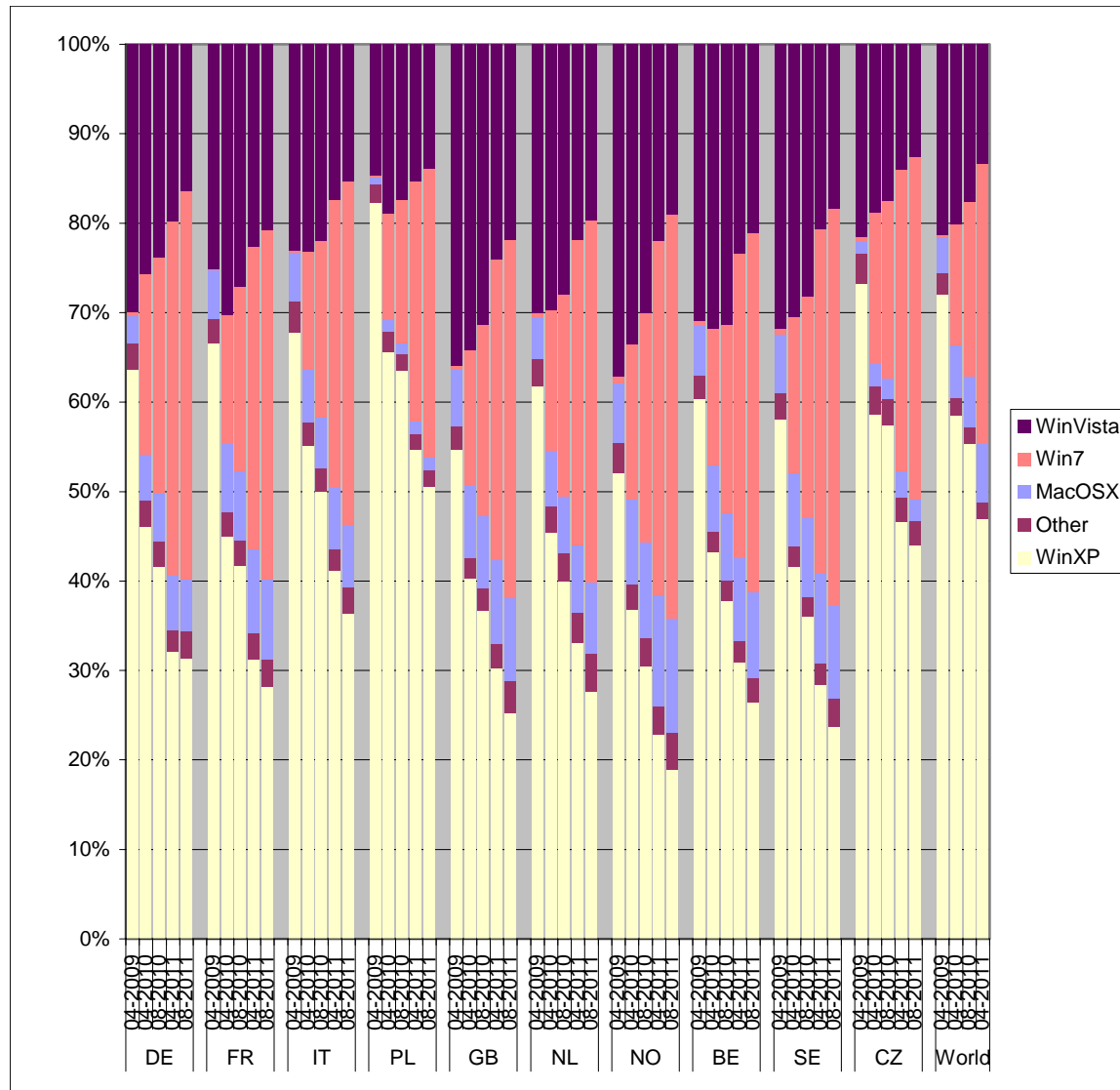
Nederland laat net als Engeland in 2011, en Duitsland en België in 2010, een sterke toename zien in de allocatie van IPv6 adressen. Een mogelijke reden is dat veel ISP's nu ook hun netwerk en Internet dienstverlening voor consumenten aan het implementeren zijn en hiervoor adressen nodig hebben. In 2011 heeft Nederland al meer dan 11 miljoen IPv6 adressen aangevraagd.

## 4.2 Ondersteuning van IPv6 in besturingssystemen

Voordat eindgebruikers daadwerkelijk gebruik kunnen maken van IPv6, zullen de besturingssystemen met IPv6 moeten kunnen omgaan. De besturingssystemen Windows Vista en Windows 7 ondersteunen IPv6 direct bij installatie, en gebruiken IPv6 ook als voorkeursprotocol boven IPv4. In Windows XP wordt IPv6 niet direct ondersteund, maar kan de IPv6 stack wel geïnstalleerd worden<sup>19</sup>. Daarnaast verlopen DNS requests bij Windows XP altijd over IPv4.

In Figuur 14 is te zien dat het aandeel van Windows XP steeds verder daalt. Dit jaar is het aandeel wereldwijd zelfs onder de 50% gekomen. Verder valt op dat het aandeel van Windows 7 sterk blijft groeien, en hierbij het aandeel van Windows XP en Vista overtreft.

<sup>19</sup> Het is te verwachten dat de installatie van de IPv6 stack in Windows XP niet snel opgepakt zal worden door de normale thuisgebruiker vanwege de benodigde kennis.



Figuur 14: Marktaandeel besturingssystemen (procentueel) voor de top 10 Europese landen met de meeste IPv6 allocaties en wereldwijd

### 4.3 Ondersteuning van IPv6 door ISP's

In deze paragraaf wordt eerst gekeken naar het aantal ISP's dat op dit moment native IPv6 verbindingen kan leveren aan gebruikers. Op de vergelijkingssite internetten.nl wordt sinds dit jaar ook de IPv6 geschiktheid vermeld van Nederlandse providers.<sup>20</sup> Hier wordt zowel gekeken naar het gebruik van een native verbinding, alsmede de mogelijkheid om een tunnel op te zetten. In de tweede helft van deze paragraaf wordt nader ingegaan op de plannen en voorbereidingen van ISP's die momenteel nog geen native IPv6 verbindingen leveren aan consumenten.

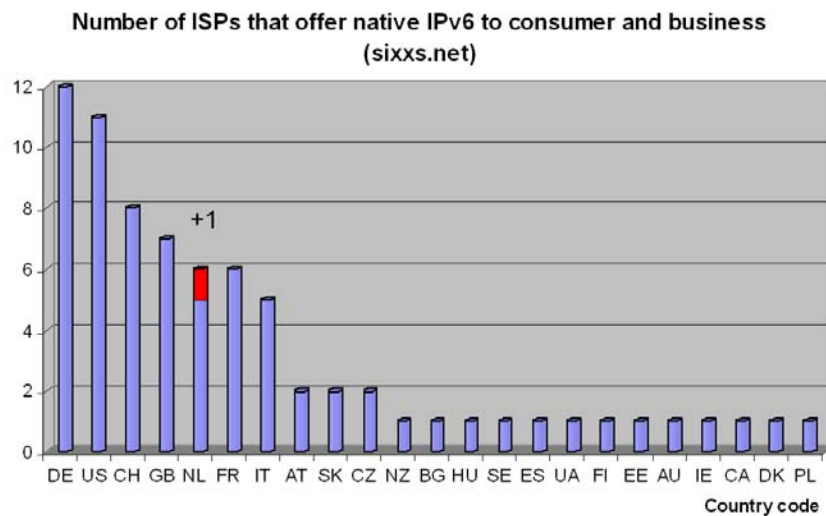
<sup>20</sup> <http://www.internetten.nl/div/document.asp?id=11224>

#### 4.3.1 Aanbieders van native IPv6 verbindingen

##### Europa

Een overzicht van ISP's die een native IPv6 verbinding aanbieden aan hun klanten (consumenten en zakelijke klanten) wordt bijgehouden door de website sixxs.net. Op deze website is een overzicht te vinden met de belangrijkste ISP's, onderverdeeld per land.

In Figuur 15 is dit resultaat weergegeven in een staafdiagram per 01-09-2011. Tussen de derde en Vierde Meting is alleen het aantal Nederlandse ISP's dat IPv6 ondersteunt met één toegenomen. Nederland is hierdoor op gelijke voet gekomen met Frankrijk.



Figuur 15: Aantal ISP's per land dat commercieel IPv6 verbindingen aanbiedt aan consumenten en/of zakelijke gebruikers per 01-09-2011 (bron: sixxs.net)

##### Nederland

Buiten de gegevens van sixxs.net zijn er in Nederland nog enkele ISP's te vinden die IPv6 verbindingen aanbieden aan een beperkte klantgroep.

In totaal zijn er twaalf ISP's te identificeren die op dit moment IPv6 aanbieden voor de zakelijke markt en één voor consumenten. De zakelijke providers zijn BIT, Breedband Delft, Interoute, Signet, Introweb, Proserve Intermax, Luna, Tele2, KPN International en Global Crossing. XS4ALL biedt IPv6 aan voor consumenten. Het grotere aanbod op de zakelijke markt wordt deels veroorzaakt door een groter aanbod aan ISP's, alsmede de vraag vanuit bedrijven om met IPv6 te kunnen experimenteren. Op de consumenten markt zien we dat de grote Nederlandse Internet aanbieders hun netwerk IPv6 geschikt hebben gemaakt. Echter een enkeling staat IPv6 toe middels tunneling of native IPv6. Deze grote operators met een geschikt gemaakt IPv6 Intern netwerk geven aan vanaf 2012 IPv6 connectiviteit aan consumenten te activeren (Tabel 10).



Tabel 10: Consumenten ISP's en hun Internet mogelijkheden over IPv6. (Bron: Internetten.nl, websites van ISP's) o=wel ondersteuning, x=geen ondersteuning, n.b.=ondersteuning is niet bekend.

ISP	Intern netwerk IPv6	IPv6 tunnel	IPv6 native
XS4ALL	o	o	o
Conepts ICT	o	o	x
Telfort	o	o	x
KPN	o	x	x
UPC	o	x	x
Ziggo	o	x	x
Tele2	x	x	x
ADSL!Totaal	n.b.	o	x
On-line	n.b.	x	x
InterNLNet	n.b.	x	x
EDPNet	n.b.	x	x
Vodafone	n.b.	x	x
SolCon	n.b.	x	x
ZeelandNet	n.b.	x	x
CanalDigitaal	n.b.	x	x
Scarlet	n.b.	n.b.	n.b.
CaiWay	n.b.	n.b.	n.b.

#### 4.3.2 Plannen en voorbereidingen bij Nederlandse ISP's

Het nog niet aanbieden van native IPv6 verbindingen door de meeste internetproviders in het lijstje van Tabel 10 betekent niet dat dit problemen gaat opleveren. Op dit moment kunnen de Nederlandse internetproviders hun klanten namelijk nog aansluiten via native IPv4 en er is op dit moment nog geen noodzaak voor consumenten om IPv6 te gebruiken. Omdat de introductie van IPv6 bij internetproviders veel tijd kost is het wel van belang dat zij tijdig beginnen met deze introductie, om IPv6 verbindingen te kunnen leveren op het moment dat het wel nodig is.

Voor de Tweede Meting in 2010 zijn verschillende Nederlandse internetproviders geïnterviewd en daaruit bleek dat vrijwel alle grote Nederlandse providers bezig waren met de voorbereidingen van introductie van IPv6. Voor de Vierde Meting zijn opnieuw enkele grote Nederlandse ISP's geïnterviewd om te kijken of er veranderingen hebben plaatsgevonden in de plannen en activiteiten van deze providers.

##### *Het aansluiten van de eerste consument*

De geïnterviewde internetproviders hebben een concretere planning ten opzichte van hun uitrol dan een jaar geleden. Werd de start van de uitrol naar consumenten vorig jaar nog ingeraamd als "ergens tussen 2011 en eind 2013", nu geven ze aan dat in 2012 echt vaste IPv6 internetverbindingen naar consumenten geleverd gaan worden. Na het aansluiten van de eerste consument houden providers rekening met verschillende doorlooptijden om de gehele klantenbase over te zetten. Deze doorlooptijd varieert van enkele maanden tot enkele jaren. Deze doorlooptijd is mede afhankelijk van de vraag in de markt. Mobiele telefonieaansluitingen over IPv6 zullen naar verwachting later worden aangeboden, omdat veel mobiele

terminals er nog niet mee overweg kunnen. Mocht dit veranderen, dan geven providers aan hier snel op in te kunnen spelen.

#### *Het opraken van IPv4 adressen*

Omdat RIPE NCC nog niet door haar adresvoorraad heen is, hebben ook de Nederlandse ISP's op dit moment voldoende IPv4 adressen. Het huidige beleid van RIPE NCC is dat providers niet voor meer dan 3 maanden vooruit IPv4 adressen kunnen aanvragen. Dit geeft aan dat partijen die recentelijk adressen hebben aangevraagd maximaal 3 maanden na RIPE NCC door hun adresvoorraad heen zullen zijn. Dat is ergens in de eerste helft van 2012. De partijen die geen recente aanvraag hebben gedaan hebben nog een grotere adresvoorraad, in een enkel geval nog voldoende voor enkele jaren.

#### *Drivers achter IPv4 adresconsumptie*

De geïnterviewde partijen geven aan dat vaste internetaansluitingen momenteel voor de grootste consumptie van IP adressen zorgen. Mobiele datadiensten, zoals Machine-to-Machine (M2M) toepassingen, worden gezien als de belangrijkste drivers in de nabije toekomst. Het gebruik van IPv6 wordt hier dan ook genoemd als zeer gewenst.

#### *Klantvraag*

Naast het opraken van de IPv4 adresvoorraad wordt klantvraag naar IPv6 als tweede drijfveer genoemd voor de introductie van IPv6. Dit speelt met name in de zakelijke markt, waar deze vraag, zij het beperkt, aanwezig is. De vraag om IPv6 vanuit consumenten vindt slechts sporadisch plaats.

#### *Knelpunten*

IPv6 heeft inmiddels voldoende prioriteit bij de geïnterviewde partijen. Dat wil zeggen, als er budget vrijgemaakt moet worden om knelpunten op te lossen dan wordt het belang hiervan door de organisatie ingezien. Er is in de interviews gevraagd naar de belangrijkste knelpunten die ervaren worden bij de introductie van IPv6. Knelpunten zijn zaken die vertragingen in de planning veroorzaken en/of om extra budget vragen.

Hoewel de ondersteuning van IPv6 in producten toeneemt lopen providers soms nog steeds tegen bepaalde features aan die zij missen om in hun IPv6 verbindingen dezelfde functionaliteit te bieden als in hun IPv4 verbindingen. Verder wordt aandacht voor beveiliging aangaande IPv6 Neighbour Discovery genoemd als belangrijk punt. Ook beveiligingsinstellingen in CPE's voor consumenten zijn een punt van zorg voor providers. Specifiek wordt ook de ondersteuning van IPv6 in consumentenelektronica genoemd, aangezien dit buiten de invloedssfeer van de provider ligt. Hierbij wordt opgemerkt dat de overheid een rol zou kunnen spelen om consumenten hier bewust van te maken.

#### *Transitiemechanismen*

Net als in 2010 streven de geïnterviewde partijen naar het leveren van een dual stack verbinding naar de klant. Waar men vorig jaar nog niet had gekozen voor transitiemechanismen voor situatie waar native dual-stack geen optie is, is dat nu wel het geval. Dual stack lite, 6rd en NAT64/DNS64 worden in de interviews genoemd als oplossingen voor scenario's waar native dual stack vanwege een tekort aan IPv4 adressen niet mogelijk is of te duur is. Bij mobiele providers komt

het gebruik van NAT bij IPv4 veel voor. De verwachting is dat dit voorlopig op veel plekken zo blijft.

#### Conclusie

IPv6 staat bij Nederlandse internetproviders goed op de agenda en de plannen die een jaar geleden werden aangegeven zijn doorgezet. Dit betekent dat grote providers van vaste internetaansluitingen in 2012 beginnen met het bieden van IPv6-verbindingen aan consumenten. Zakelijke aansluitingen kunnen in de meeste gevallen op basis van klantvraag worden geleverd.

Mobiele telefoonaansluitingen voor consumenten laten nog wat langer op zich wachten op IPv6, vooral vanwege de beperkte beschikbaarheid van terminals die op dit moment IPv6 ondersteunen.

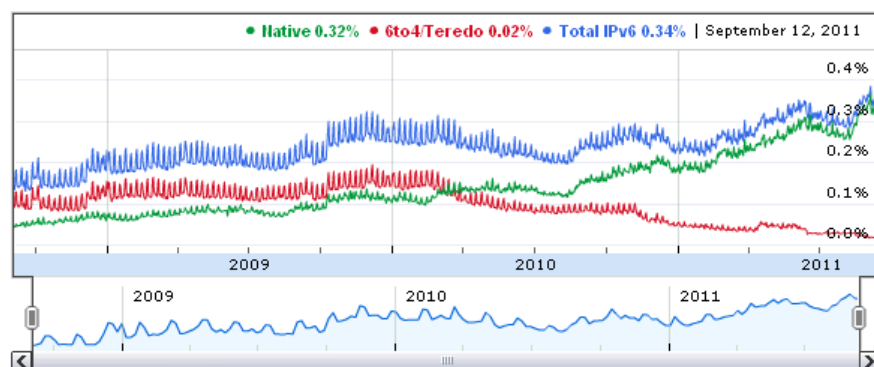
## 4.4 IPv6 adoptie door eindgebruikers

Voor de Vierde Meting is inzicht verkregen in de adoptie van IPv6 bij eindgebruikers door het uitvoeren van metingen en het ondervragen van bedrijven en overheden. Paragraaf 4.4.1 beschrijft de meetresultaten en paragraaf 4.4.2 geeft de resultaten van de enquête weer.

### 4.4.1 IPv6 bij eindgebruikers: metingen

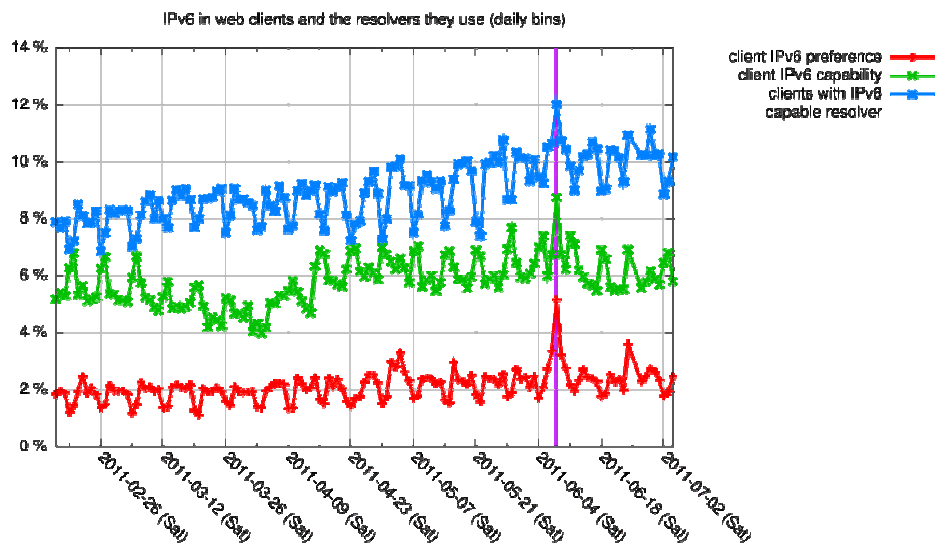
IPv6 adoptie kan vanuit verschillende invalshoeken benaderd worden. Zo kan er gekeken worden naar het percentage unieke gebruikers dat IPv6 kan gebruiken of men kan kijken naar het aantal sessies die gebruikers over IPv6 opzetten.. Daarnaast kan in kaart worden gebracht of clients IPv6 geschikt zijn en of clients de voorkeur geven aan IPv6 boven IPv4.

Figuur 16 laat een wereldwijde meting zien van Google. Figuur 17 laat zien wat de gebruikers die de website van RIPE NCC bezoeken kunnen met betrekking tot IPv6.



Figuur 16: Percentage IPv6 sessies (wereldwijd) waarbij IPv6 de voorkeur heeft boven IPv4 (bron: Google)

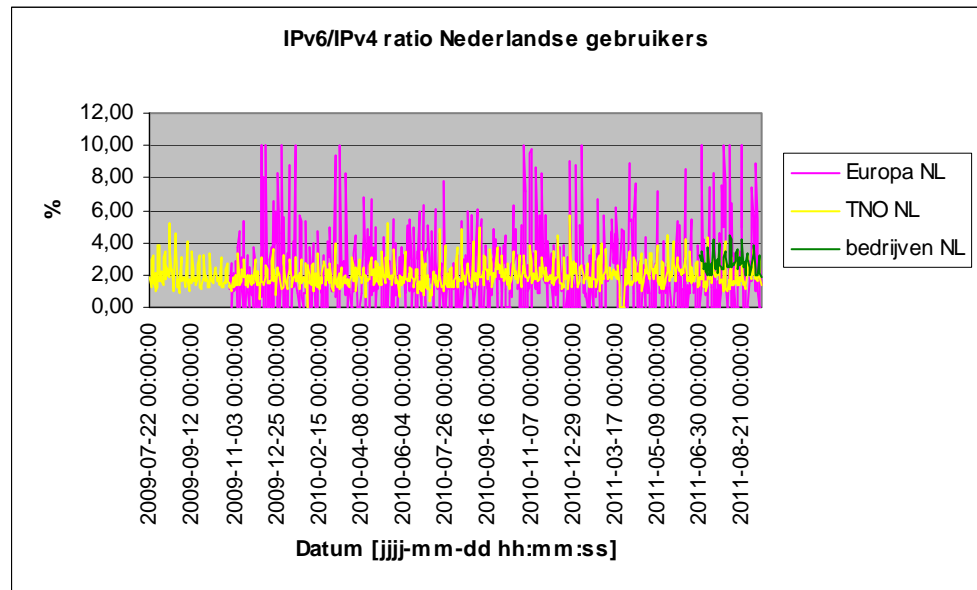
Figuur 16 geeft aan dat wereldwijd IPv6 gebruik verwaarloosbaar is. Hierbij moet worden gesteld dat er een verschil is tussen IPv6 geschikt zijn en daadwerkelijk IPv6 gebruik kunnen waarnemen.



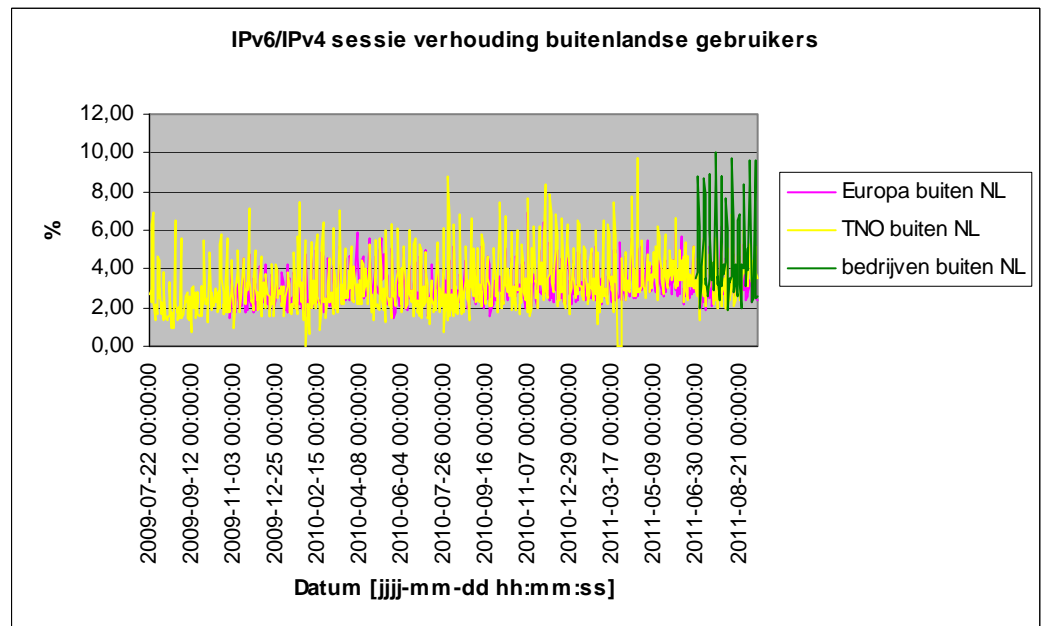
Figuur 17: IPv6 geschiktheid van clients die RIPE NCC benaderen. (bron: labs.ripe.net) De paarse lijn geeft het tijdstip 8 juni 2011 weer, World IPv6 Day.

Figuur 17 laat zien dat ongeveer 6% van de bezoekers van de RIPE NCC website IPv6 geschikt zijn. Slechts 2% heeft ook de voorkeur IPv6 te gebruiken. 8% van de clients is in staat via IPv6 een DNS te benaderen. Dat RIPE NCC een hoog percentage IPv6 geschikte gebruikers kent is niet verwonderlijk aangezien RIPE NCC een andere doelgroep kent dan Google, TNO of websites die zich richten op bedrijven of Europa.

Figuur 18 en Figuur 19 geven het percentage sessies weer die per dag via IPv6 hadden kunnen worden opgezet (omdat clients IPv6 geschikt zijn). Voor een drietal websites waarvan er één gericht is op de Europese gemeenschap, één gericht is op Nederlandse bedrijven en [www.tno.nl](http://www.tno.nl).



Figuur 18: Percentage sessies dat ook via IPv6 had kunnen worden opgezet door Nederlandse gebruikers (gebruikers met een IP adres dat geografisch aan Nederland gekoppeld is) gemeten bij bezoekers van een website gericht op Europa, de TNO website en een website die zich richt op bedrijven in Nederland



Figuur 19: Percentage sessies dat ook via IPv6 had kunnen worden opgezet door Nederlandse gebruikers (gebruikers met een IP adres dat geografisch NIET aan Nederland gekoppeld is) gemeten bij bezoekers van een website gericht op Europa, de TNO website en een website die zich richt op bedrijven in Nederland.

### Europa

Ook RIPE NCC geeft aan nog weinig verkeer te zien op basis van gebruikersstatistieken, ondanks een stabiele toename van het aantal IPv6 aanvragen. Duidelijk is dat de doelgroep in sterke mate bepalend is voor de mate

waarin IPv6 daadwerkelijk gebruikt wordt of gebruikt kan worden. Dit is niet verwonderlijk aangezien RIPE NCC een andere doelgroep kent dan Google, TNO of websites die zich richten op bedrijven of Europa.

Figuur 19 laat zien dat de verhouding IPv6/IPv4 sessies die door gebruikers met niet Nederlandse IP adressen kunnen worden opgezet groter is in Europa dan in Nederland. Het gaat hierbij niet om individuele en unieke gebruikers, maar om het aantal sessies naar de drie websites. De daling van de laatste paar maanden wordt waarschijnlijk veroorzaakt door het feit dat de meeste nieuwe aansluitingen nog steeds via IPv4 worden geleverd. Dit betekent dat het IPv4 Internet momenteel nog steeds sneller groeit dan het IPv6 Internet.

#### *Nederland*

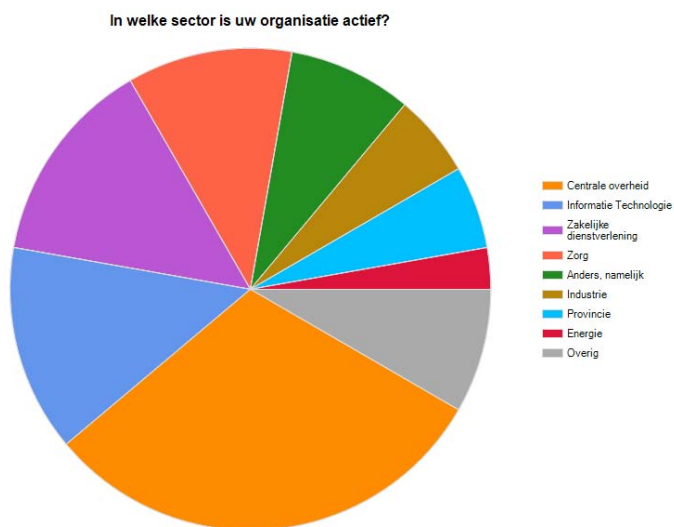
Uit Figuur 18 van de bezoekers van een website die zich specifiek richt op bedrijven een groter aantal in staat is IPv6 sessies op te zetten dan voor websites die een breder publiek trekken (waaronder consumenten).

Op dit moment kan geconcludeerd worden dat in wetenschappelijke kring en in de sector die zich intensief met Internet bezighoudt het aantal IPv6 gebruikers het hoogst is en kan op lopen tot wel 6%. Onder bedrijven is dit ongeveer 2,5%. Onder consumenten is dit percentage kleiner dan 1%. De groei die per jaar zichtbaar is ligt in enkele tienden van een procent.

#### *4.4.2 IPv6 gebruik bij bedrijven en overheden*

Voor de Tweede Meting in 2010 is een enquête gehouden onder bedrijven en overheden, waaruit bleek dat er nog weinig concrete actie werd ondernomen op het gebied van IPv6. Voor deze Vierde Meting is een steekproef gehouden onder 36 organisaties, die een vragenlijst hebben ingevuld. Het doel hiervan is om te kijken of er het afgelopen jaar veranderingen hebben plaatsgevonden in de houding van eindgebruikersorganisaties ten opzichte van IPv6.

Figuur 20 geeft de verdeling van de respondenten weer over verschillende sectoren. Daarvan valt ongeveer de helft valt onder het MKB (<250 medewerkers).

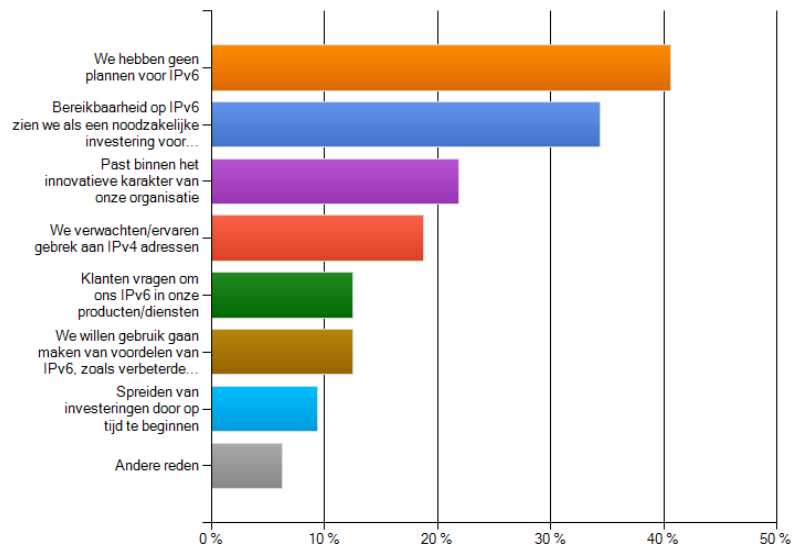


Figuur 20: Respondenten per sector

Vrijwel alle respondenten zijn op de hoogte dat IPv6 eraan komt. Het aantal partijen dat ook echt plannen heeft is bijna 60%. Dit is te zien in Figuur 21 waar ook de belangrijkste beweegredenen worden weergegeven die door de respondenten zijn aangegeven. De voornaamste redenen hangen samen met bereikbaar willen zijn op IPv6. De belangrijkste reden om niet met IPv6 aan de slag te gaan is de lage prioriteit die het onderwerp binnen veel organisaties heeft. Dit is vergelijkbaar met de respons een jaar geleden veel organisaties aangaven dat ze er eenvoudigweg nog niet aan toe waren gekomen.

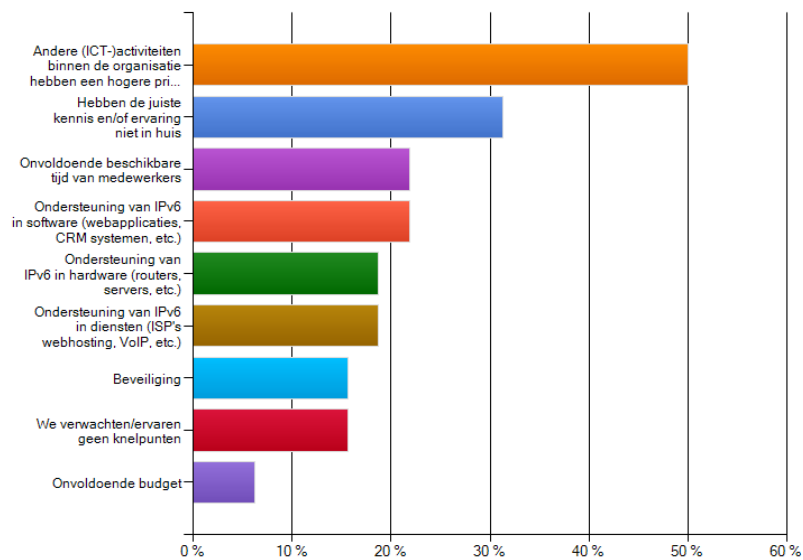
De belangrijkste knelpunten bij de introductie van IPv6 zijn weergegeven in Figuur 22. Het vaakst wordt aangegeven dat er onvoldoende prioriteit is voor IPv6 binnen de organisatie. Daarna is het gebrek aan kennis en ervaring over hoe IPv6 op te pakken het grootste knelpunt. Technische problemen volgen pas daarna. Het gebrek aan kennis blijkt ook uit het feit dat veel organisaties niet weten of hun ISP een IPv6 verbinding kan leveren (42%) en of hun diensten gereed zijn voor IPv6 (iets meer dan 30%).

**Wat zijn voor uw organisatie de belangrijkste redenen om (te overwegen) IPv6 te (gaan) gebruiken?**



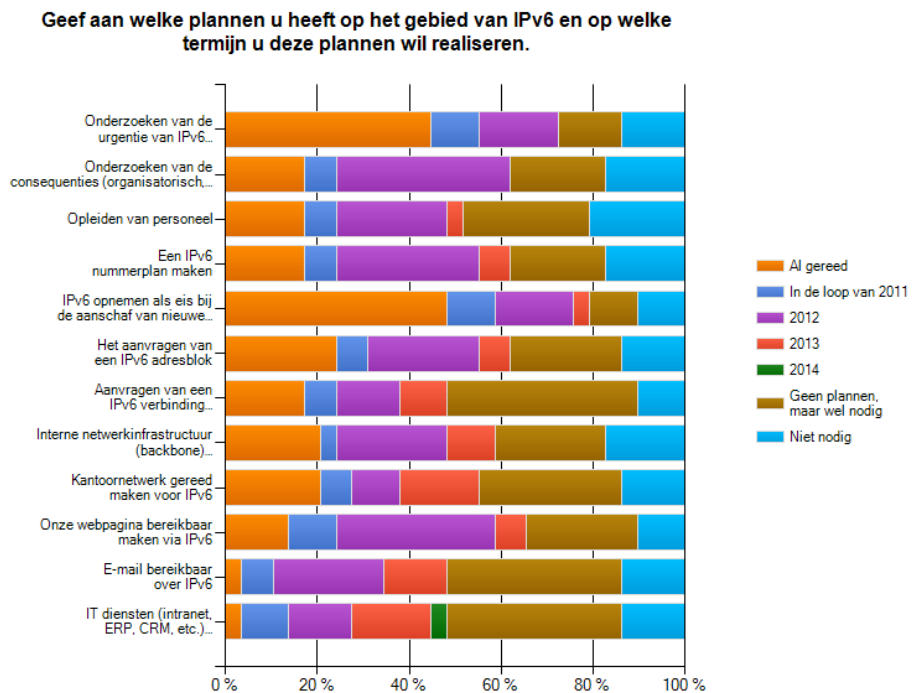
Figuur 21: Beweegredenen om met IPv6 aan de slag te gaan

**Wat zijn de belangrijkste knelpunten bij de (eventuele) introductie van IPv6 in uw organisatie?**



Figuur 22: IPv6 verbindingen naar bedrijven en overheden





Figuur 23: Plannen en activiteiten op het gebied van IPv6 bij overheden en bedrijven

Kijkend naar de plannen en activiteiten in Figuur 23, blijkt dat er bij een minderheid van overheden en bedrijven concrete activiteiten op het gebied van IPv6 hebben plaatsgevonden. Het vragen om IPv6 bij aanschaf van ICT-producten en het kaart brengen van de urgentie van IPv6 voor de organisatie zijn de meest voorkomende activiteiten.

### Conclusies

De steekproef geeft aan dat er weinig veranderingen hebben plaatsgevonden bij eindgebruikersorganisaties sinds 2010 als het gaat om IPv6. Net als in 2010 zijn het vragen om IPv6 bij aanschaf van producten en het onderzoeken van de urgentie van IPv6 voor de organisatie de meest voorkomende activiteiten. Overheden scoren relatief hoog op deze punten. Net als in 2010 is, zoals verwacht, de sector informatietechnologie het verst met IPv6.

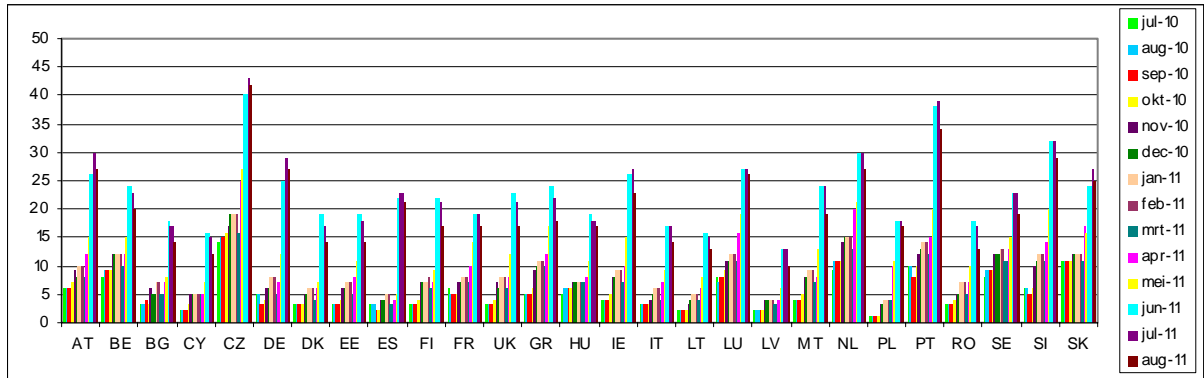
De plannen bij overheden en bedrijven zijn nog minder geconcretiseerd dan bij internetproviders. De overheid heeft zich in de Digitale AgendaNL ten doel gesteld om uiterlijk in 2013 alle internetpagina's en emailadressen van de overheid bereikbaar te maken over IPv6. De verwachting is dat dit zal bijdragen aan de concretisering van IPv6 plannen bij overheidsorganisaties.

## 4.5 Websites bereikbaar over IPv6

### Europa

De ondersteuning van IPv6 door websites is ook een belangrijke maat voor daadwerkelijk gebruik van IPv6. Hiervoor meet TNO voor elke Europese lidstaat de

top 500 van de meest populaire websites (bron: <http://www.alexa.com>), waarbij onderzocht wordt of deze bereikbaar zijn over zowel IPv4 als IPv6. In Figuur 24 is een overzicht gegeven van voor de Europese lidstaten vanaf juli 2010.



Figuur 24: Aantal websites in de top 500 meest populaire websites per lidstaat van de EU, die bereikbaar zijn over zowel IPv4 als IPv6 sinds juli 2010.

In juni 2011 is een plotselinge toename zichtbaar. Deze toename wordt veroorzaakt door *World IPv6 Day*.

In augustus 2010 was gemiddeld 1,5% van de top 500 websites van 27 landen bereikbaar over IPv6. In augustus 2011 is dit percentage gegroeid naar 4,1%. In een jaar tijd is dit meer dan een verdubbeling.

#### Nederland

Voor Nederland geldt dat het percentage over IPv6 bereikbare websites gestegen is van 2,7% in augustus 2010 naar 5,7% in augustus 2011. Dit is een verdubbeling. De totale gemiddelde toename in Europa is bijna verdrievoudigd. Hoewel Nederland op dit punt minder hard groeit dan sommige andere Europese landen behoort Nederland nog steeds tot de koplopers als het gaat om landen met de meeste over IPv6 toegankelijke websites.

## 4.6 Conclusie

Er is wereldwijd een stabiele stijging waar te nemen in het aantal IPv6 adresaanvragen. Nadat in 2010 is het aantal aanvragen ten opzichte van 2009 bijna verdubbeld is, is in 2011 dit aantal verder toegenomen. Ook Nederland laat jaarlijks een stijging in het aantal aanvragen zien. De stijgende groei is bij alle RIR's waar te nemen, maar de sterkste groei is te zien bij ARIN en RIPE. De noodzaak voor IPv6 is hier sterker dan bij andere RIR's, aangezien de IPv4 adresvoorraad op 15 april 2011 uitgeput raakte. In 2011 is een sterke stijging van het aantal IPv6 aanvragen te zien. Nederland is hierbij sterk vertegenwoordigd. Het aantal ISP's dat IPv6 ondersteunt is niet noemenswaardig toegenomen. Nederland heeft hier een klein stapje gemaakt. Het aantal ISP's dat IPv6 aan consumenten aanbied is gelijk gebleven.

Het daadwerkelijke gebruik van IPv6 is nog erg beperkt in Europa. Een kleine 3% van de internetgebruikers is in staat websites over IPv6 te bereiken. Voor Nederland specifiek is dit percentage vergelijkbaar. Het aantal websites dat te bereiken is over IPv6 is nog steeds erg laag, maar stijgt wel licht. In maart 2011 waren er in Nederland 13 van de 500 populairste websites over IPv6 benaderbaar. In september 2011 is dit opgelopen tot ongeveer 30, waarmee Nederland zich op dit aspect nog steeds in de Europese kopgroep bevindt. Een belangrijke constatering is dat het stellen van een gezamenlijk doel, namelijk World IPv6 Day, dat door verschillende toonaangevende organisaties wordt ondersteund in woord en daad, een aantoonbare positieve bijdrage hieraan geleverd aan IPv6 adoptie.

Het beperkte daadwerkelijk gebruik wordt nog steeds vooral veroorzaakt door de beperkte beschikbaarheid van IPv6-verbindingen door internet providers. Vooral voor consumenten is er weinig verandering op te merken in de beschikbaarheid van IPv6 aansluitingen in Europa. In Nederland is XS4ALL vooralsnog de enige ISP die IPv6 aansluitingen aanbiedt aan consumenten. Op de zakelijke markt is er een zeer lichte stijging waar te nemen. ISP's hebben de plannen die zij in 2010 hadden doorgezet en hebben inmiddels een concretere roadmap voor IPv6 uitrol, die in Nederland in de loop van 2012 van start zal gaan.

Bij eindgebruikerorganisaties vinden nog steeds weinig concrete IPv6 activiteiten plaats. Er zijn enkele implementaties, maar veelal beperkt de activiteit zich tot het vragen om IPv6 bij de aanschaf van nieuwe ICT-producten en diensten.

## 5 World IPv6 Day en IPv6 in producten

In het vorige hoofdstuk is geconstateerd dat de bewustwording omtrent IPv6 toeneemt, maar dat dit zich nog niet op grote schaal vertaalt in daadwerkelijk gebruik. Een belangrijk onderdeel van het kunnen gebruiken van IPv6 is de ondersteuning van IPv6 in producten en diensten. In dit hoofdstuk wordt inzicht gegeven in de status van IPv6 ondersteuning door contentaanbieders en in consumentenproducten. Er wordt ingegaan op World IPv6 Day waarbij websites collectief dual-stack bereikbaar worden gemaakt. Ontwikkelingen met betrekking tot Internet providers besproken, gevolgd door steekproef onder consumentenproducten en een overzicht van de groei in IPv6 gecertificeerde apparatuur.

### 5.1 World IPv6 Day

8 juni 2011 is door de internetgemeenschap uitgeroepen tot "World IPv6 Day".<sup>21</sup> Deze dag wordt georganiseerd door de Internet Society (ISOC) en heeft als doel om 24 uur lang zoveel mogelijk content providers hun diensten dual-stack te laten leveren. Het gaat hierbij hoofdzakelijk om websites, zoals Google en Facebook, maar ook om Content Delivery Networks (CDN), zoals Akamai en Limelight Networks, die zorgen voor de wereldwijde verspreiding van content, bijvoorbeeld automatische software-updates. Iedere website kon aan deze dag meedoen.

De achterliggende gedachte van een gezamenlijke IPv6 testdag is dat partijen die terughoudend zijn om IPv6 aan te zetten op hun website, wel bereid zijn dit te doen als de grote websites dit ook doen. Deze terughoudendheid heeft onder andere te maken met de onbekendheid met IPv6, maar ook met een klein percentage eindgebruikers, dat door IPv6 implementatie fouten in computersoftware of internetverbinding een time-out op dual-stack websites ervaart. Het doel van World IPv6 Day is om enerzijds partijen de kans te bieden in het kielzog van andere partijen ervaring op te doen met IPv6 en anderzijds problemen met IPv6 in kaart te brengen, zodat deze daarna in producten verholpen kunnen worden.

Voorafgaand aan World IPv6 Day was de verwachting dat het overgrote deel van de consumenten op 8 juni niets zou merken en dat een klein deel van de gebruikers – ongeveer 0,2%-0,3%<sup>22</sup> – op die dag niet alle websites kunnen bereiken. Dit ligt dan in de meeste gevallen niet aan de website, maar aan de software die de consument gebruikt. Op internet<sup>23</sup> kunnen gebruikers controleren of zij problemen kunnen verwachten op World IPv6 Day.

De World IPv6 Day op 8 juni 2011 is zonder veel problemen verlopen. De volgende zaken zijn opgemerkt:

- Het aantal websites dat IPv6 heeft aangezet is die dag toegenomen en voor alle Europese landen is dit aantal na de IPv6 dag hoger geworden en gebleven.

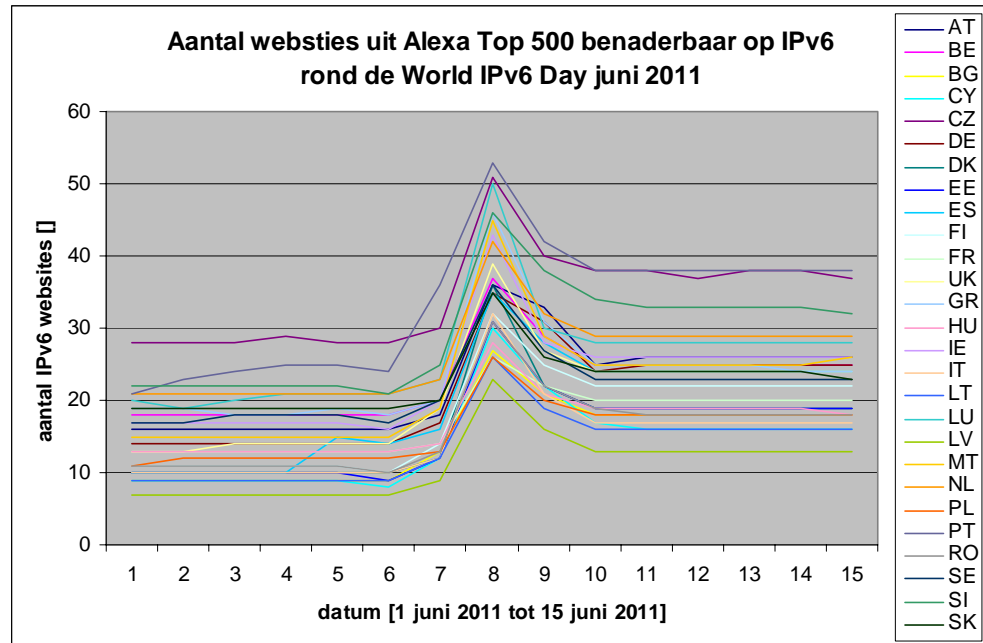
---

<sup>21</sup> <http://isoc.org/wp/worldipv6day/>

<sup>22</sup> Measuring and combating IPv6 brokenness, Tore Anderson @ RIPE61, November 2010, <http://ripe61.ripe.net/presentations/162-ripe61.pdf>

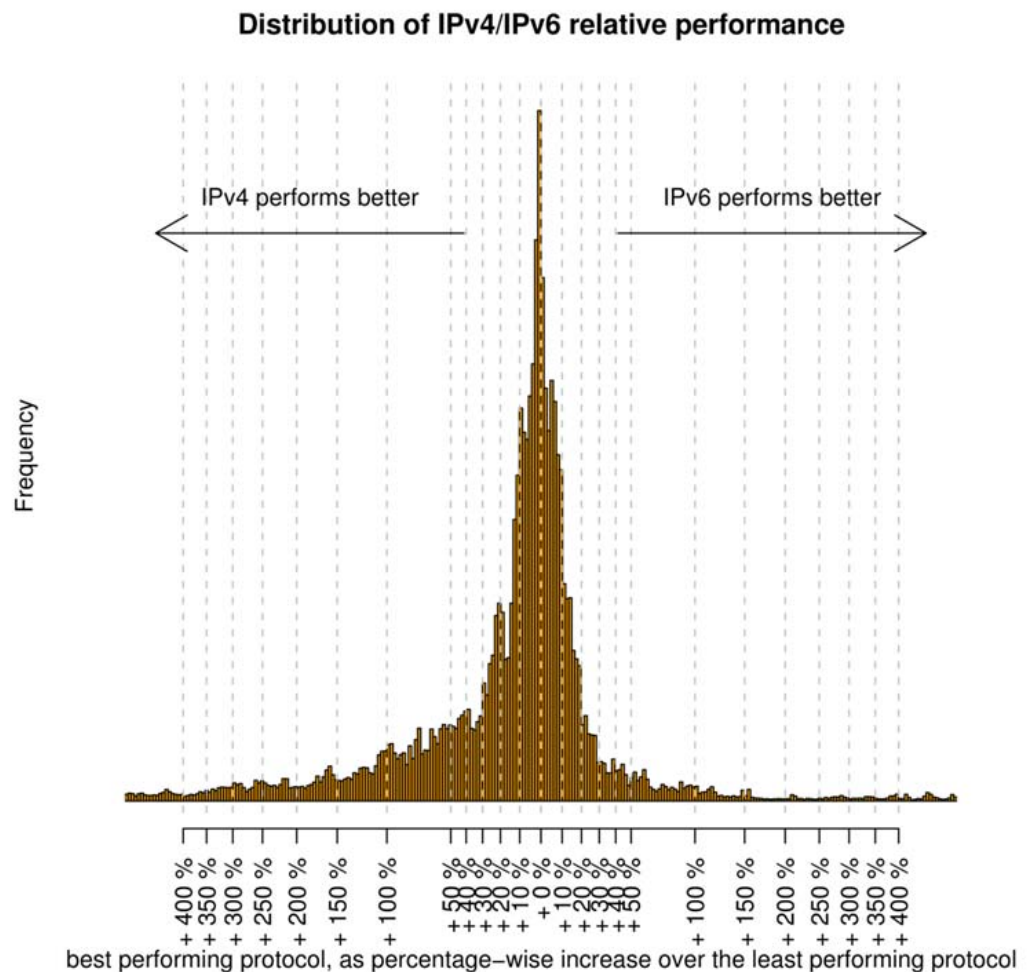
<sup>23</sup> <http://test-ipv6.com/>

Figuur 25 laat dit grafisch zien. De gemiddelde stijging per EU staat bedroeg 8,6 websites. Nederland scoorde met 8 websites net onder het gemiddelde. Hierbij moet worden opgemerkt dat Nederlands al relatief hoog scoort als het gaat om IPv6 toegankelijke Alexa Top 500 websites.



Figuur 25: Het aantal websites dat via IPv6 bereikbaar is piekte tijdens World IPv6 Day op 8 juni 2011. Ook na deze dag bleven veel websites bereikbaar via IPv6.

- Meeste problemen werden veroorzaakt door veranderingen in netwerkinstellingen. Deze veranderingen vinden meestal handmatig plaats en zijn om deze reden gevoelig voor fouten. In het algemeen werden dergelijke fouten op 8 juni snel opgelost.
- De problemen die optraden vormen geen struikelblokken voor grootschalig uitrol van IPv6. Voorbeelden zijn websites die IPv6 enabled zijn, maar doorlinken naar servers die dat niet zijn waardoor IPv6-only clients bijvoorbeeld een foutieve schermopmaak laten zien.
- IPv6 client brokenness is een afnemend probleem. Uit communicatie van Microsoft blijkt dat op World IPv6 Day slechts vijf meldingen bij Microsoft binnen kwamen waarvan slechts één melding IPv6 brokenness betref. Dit lage aantal meldingen was te verwachten omdat er voorgaande jaren veel tijd is besteed aan operating systemen en browsers.
- DNS blijft een punt van aandacht bij het activeren van IPv6. Beperkte problemen ontstonden bij de authoritative server van juniper.net. Als mede de bereikbaarheid van de Amerikaanse kamer van koophandel.
- Figuur 26 geeft het verschil in gedrag aan tussen IPv6 en IPv4 op basis van *round-trip* tijden tussen diverse meetpunten in het Internet.



Figuur 26: IPv6 en IPv4 gedrag tijdens World IPv6 Day. (bron: labs.ripe.net)

Er is vergelijkbaar gedrag te zien tussen IPv6 en IPv4. IPv6 laat echter een iets slechtere performance zien dan IPv4 op basis van het meten van round-trip tijden. Wordt de interactie met servers meegenomen (bijvoorbeeld een webserver en de bijbehorende vertraging die ontstaat door het opzoeken van website namen). Dan wordt dit verschil kleiner omdat de snelheid van een website en de bijbehorende scripting bepalend kan zijn.

## 5.2 Status IPv6 producten voor consumenten en IPv6 certificering

In deze paragraaf wordt onder *IPv6 producten voor consumenten* die producten verstaan die consumenten zelf kunnen kopen ter inrichting van hun huisnetwerk. Hier vallen dus niet de router, switch en IPTV ontvanger (Set-Top Box) onder die door de internetprovider wordt geleverd of gecertificeerd. In veel gevallen neemt de consument deze apparatuur af bij de provider of wordt deze in bruikleen verstrekt.

In deze meting is een aantal winkels benaderd met de vraag of ze een home server (ook bekend onder namen als network attached storage (NAS), media server en streaming server) verkopen die IPv6 ondersteunt. Als consumenten straks hun

internetverbinding over IPv6 geleverd krijgen is het wenselijk dat IPv6 ook daadwerkelijk gebruikt kan worden door apparatuur in het huisnetwerk, zoals media servers en tablets.

Paragraaf 5.2.1 en 5.2.2 geven een overzicht van een aantal steekproeven die uitgevoerd zijn. Hierbij is aan winkelpersoneel om advies gevraagd over de keuze voor een IPv6 product en wat IPv6 de consument kan bieden. De keuze van de winkels is in dit onderzoek gedaan op basis van wat in het straatbeeld aan computer- en elektronicawinkels voorhanden is. Deze winkels bedienen een groot deel van de Nederlandse bevolking.

Er is een lijst gemaakt met producten die in de winkels aangetroffen werden. Per product is door middel van een bureaustudie en in sommige gevallen door navraag bij de fabrikant nagegaan of het IPv6 ondersteund. In Paragraaf 5.2.3 wordt ingegaan op de ondersteuning van IPv6 in wireless access points.

### 5.2.1 IPv6 producten en kennis bij winkels

De steekproef is gehouden onder vijf verschillende winkels. Tabel 11 geeft per winkel de bevindingen aan. In enkele gevallen raadpleegden verkopers informatiebronnen, zoals het internet, of werd er onderling overlegd.

Winkel Nr.	mei-11				sep-11			
	Product aanwezig dat IPv6 ondersteunt	Verkoper kent IPv6 ondersteunende producten	Correct advies m.b.t. IPv6 ondersteuning	Kennis over IPv6	Product aanwezig dat IPv6 ondersteunt	Verkoper kent IPv6 ondersteunende producten	Correct advies m.b.t. IPv6 ondersteuning	Kennis over IPv6
1	ja	ja	ja	--	ja	ja	ja	+
2	nee	n.v.t.	ja	--	nee	n.v.t.	ja	--
3	ja	ja	ja	+	ja	ja	ja	+
4	ja	nee	nee	--	ja	ja	ja	+
5	nee	n.v.t.	ja	--	ja	ja	ja	+

Tabel 11: IPv6 producten en kennis bij winkels. Er is gevraagd naar de nu populaire home server (ook bekend als NAS, media server, streaming server).

Ten opzichte van mei 2011, toen in drie van de vijf winkels een IPv6-ready product beschikbaar was is dit in september het geval in bijna alle winkels. De kennis van verkopers is ten opzichte van mei 2011 in september 2011 verbeterd. Werd in mei 2011 de vraag naar IPv6 nog als raar of zelfs niet-relevant bestempeld, in september 2011 werd aangegeven de vraag naar IPv6 ondersteuning in IPv6 producten relevant te vinden. Verkopers wisten zich beter raad met deze vraag en in alle gevallen werd een persoon erbij gehaald die in grote lijnen de problematiek rond IPv4 en IPv6 begreep.

In een enkele winkel werd aangegeven dat ongeveer 2% van potentiële kopers vraagt naar IPv6. Tevens werd aangegeven dat IPv6 ondersteuning nog niet door de winkelketen als een feature gezien wordt dat relevant is voor het nemen van inkoopbeslissingen.

### 5.2.2 IPv6 ondersteuning in home servers.

Tabel 12 geeft een overzicht van 13 producten die in de vijf winkels uit de steekproef van paragraaf 5.2.1 zijn gevonden. Het gaat hierbij om home servers (ook bekend als NAS, media server, streaming server) die veel media gerelateerde

features bevatten. Naast standaard opslag functionaliteiten bieden zij ook de mogelijkheid bijv. een peer-2-peer file sharing client, webserver of streamer te draaien.

De 13 producten die opgenomen zijn in de tabel zijn niet noodzakelijk van verschillende fabrikanten, echter als dit wel het geval is dan is de productlijn wel verschillend. Met een aantal fabrikanten is er contact geweest over de huidige en toekomstige ondersteuning van IPv6.

Product #	mei-11	sep-11	Opmerkingen
	IPv6 ondersteuning	IPv6 ondersteuning	
1	ja	ja	- Ook op management Interface - IPv6 gebruikt als verkoop argument
2	nee	nee	Fabrikant: geen plannen
3	nee	nee	Fabrikant: misschien dit jaar nog, geen garantie
4	nee	nee	Fabrikant: Niet duidelijk aan welke features voldaan moet worden. Voorlopig dus niet
5	nee	nee	
6	nee	nee	
7	nee	nee	
8	nee	nee	
9	nee	nee	
10	ja	ja	IPv6 gaat met firmware update mee
11	nee	nee	
12		nee	
13		ja	uitgebreide configuratie

Tabel 12: 13 producten (populaire home server, ook bekend als NAS, media server, streaming server) getoetst op IPv6. Product 1 en 10 zijn van dezelfde fabrikant, echter van verschillende productlijn. Product 12 en 13 zijn nieuw in de winkels (excl. webwinkels) aangetroffen.

De zomerperiode heeft niet geleid tot een substantieel nieuw assortiment. Er zijn slechts twee nieuwe producten bij gekomen waarvan er één IPv6 ondersteunt. Er zijn nog steeds fabrikanten die deze apparatuur niet met IPv6 uitrusten.

### 5.2.3 IPv6 ondersteuning in wireless access points

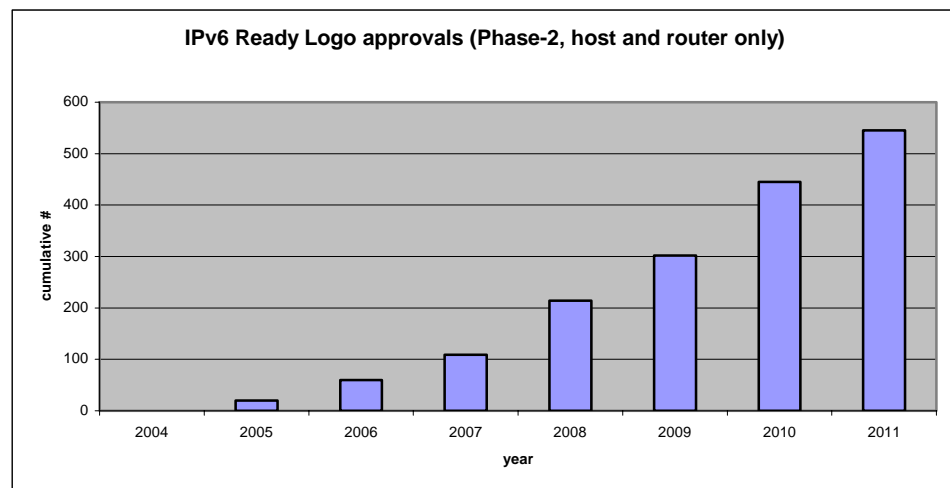
Gedurende het bezoek aan de winkels werd tevens gekeken naar IPv6 ondersteuning in WiFi 802.11n draadloze switch. Hoewel een WiFi switch in principe voor zijn basisfunctionaliteit IP transparant dient te zijn, worden deze netwerkelementen vaak wel uitgerust met additionele functionaliteiten die IP gerelateerd zijn.

Van de 19 verschillende draadloze switches die in september 2011 in deze winkels werden gevonden bleek slechts één fabrikant IPv6 te ondersteunen ten behoeve van deze additionele functionaliteiten. Ook gaf deze fabrikant dit door middel van het IPv6-Ready logo zeer duidelijk aan op de verpakking en in de handleiding wordt veel informatie over IPv6 gegeven. Opmerkelijk is dat nieuwe draadloze producten van deze fabrikant dit logo niet meer dragen.

### 5.2.4 IPv6 Certificering

Een van de grootste certificering organisaties is het IPv6 Ready Logo.





Figuur 27: Cumulatieve IPv6 Ready Logo toekenningen (Bron: ipv6ready.org).

Figuur 27 laat zien dat sinds 2005 de hoeveelheid IPv6 apparatuur dat voldoet aan de basis IPv6 eisen alleen maar is toegenomen. Het gaat hierbij om apparatuur die zowel door bedrijven als door consumenten gebruikt wordt. Fabrikanten zijn niet verplicht het IPv6 Ready logo te voeren of aan de keuring mee te doen. De stijgende trend in de Figuur geeft aan dat de keuze aan IPv6 geschikte apparatuur naar verwachting ook de komende jaren zal toenemen. De apparatuur die het IPv6 ready certificering doorstaat is grotendeels netwerk apparatuur voor professioneel gebruik alsmede generieke IPv6 protocol stacks voor consumenten producten.

#### 5.2.5 Conclusies

Kennis bij winkels omtrent het nut van IPv6 en de daadwerkelijke ondersteuning van IPv6 is groeiende. Vragen naar IPv6 wordt als minder raar opgevat. Binnen winkels is er vaak een medewerker die er meer over IPv6 weet ander verkopers weten deze persoon te vinden. De diversiteit van IPv6-producten is nog steeds laag. IPv6 is alleen terug te vinden in consumentproducten in de hogere prijsklasse. Inkoopbeleid van winkels is nog niet gericht op IPv6 ondersteuning.

IPv6 Ready certificering is groeiende, echter dit is niet te herleiden naar consumenten producten.

### 5.3 Conclusies

World IPv6 Day heeft tot een significante toename van IPv6 enabled websites geleid. Het aantal websites op bereikbaar op IPv6 is nog steeds laag, maar is wel groeiende. Problemen die zich tijdens World IPv6 Day voordeden zijn niet van die hoedanigheid en omvang dat dit het naar IPv6 migreren van websites tegen zou mogen houden.

IPv6 ondersteuning in consumentenproducten blijft laag. In winkels neemt de onbekendheid met IPv6 bij het personeel af. Vragen naar IPv6 geschikte producten is nog wel uitzonderlijk, maar wordt niet als raar ervaren.

De toename in IPv6-Ready certificeringen vindt vooral plaats voor professionele netwerkelementen. Dit draagt bij aan vertrouwen in een juiste werking van IPv6.

## 6 Conclusies

De run op de laatste IP adressen bij APNIC is niet overgeslagen op andere RIRs. Er heeft zich geen run-out op IPv4 adressen plaats gehad. Was tijdens de Derde Meting de verwachting dat RIPE zal waarschijnlijk nog voor het einde van 2011 door haar IPv4 adresvoorraad zijn, in september lijkt deze datum opgeschoven te zijn naar juni 2012. Ook dit uitputtingsmoment kan sneller komen dan verwacht, door een nog steeds groeiende hoeveelheid IPv4 adresaanvragen en een 'run' op de laatste IP adressen zoals waargenomen bij APNIC. Deze run is niet overgeslagen op andere RIRs. RIPE NCC heeft aangegeven dit jaar meer dan 2.500.000 IPv4 adressen ingenomen te hebben. Zowel ARIN als RIPE laten tot en met september 2011 een matige uitgifte van IPv4 adressen zien.

Op mondiaal niveau zet de stijging in het aantal IPv6 aanvragen door en is vorig jaar verdubbeld ten opzichte van 2009. Er is duidelijk sprake van een groeiend bewustzijn. Ook in Nederland groeit het aantal IPv6 aanvragen jaarlijks. Dit jaar is er al sprake van een verdubbeling van het aantal toegekende IPv6 adressen in vergelijking met 2010.

In 2011 is mede door World IPv6 Day een toename te zien in het aantal websites dat IPv6 ondersteunt. Feitelijk gebruik van IPv6 is niet significant toegenomen, met uitzondering onder Internet gebruikers die zich professioneel met IPv6 bezig houden. Bedrijven laten een iets hoger IPv6 gebruik zien. Tevens laat World IPv6 Day wederom zien dat er geen grote problemen te verwachten zijn bij het aanzetten van IPv6. Problemen die zich voordoen zijn vooral menselijke fouten die makkelijk te herstellen zijn.

Ook is er gekeken naar de IPv6 ondersteuning in consumentenproducten. Product ondersteuning in consumenten producten blijft laag. IPv6 Ready certificering laat wel een groei zien, maar dit is niet terug te zien in het aanbod van consumenten apparatuur. In vergelijking met een half jaar geleden wordt het vragen naar IPv6 ondersteuning in producten niet meer als opmerkelijk gezien. Meer winkels zijn in staat antwoord te geven op vragen rond IPv6. Op dit moment is ondersteuning van IPv6 nog niet belangrijk genoeg om inkoop beleid op te voeren. Hoewel er een stijgende lijn te zien is in het aantal producten dat het IPv6 Ready logo voert is dit niet terug te zien in producten voor consumenten.

De plannen bij ISP's zijn geconcretiseerd maar bij bedrijven en overheidsinstellingen zijn deze plannen nog niet uitgekristalliseerd. Hierbij beperken de acties zich tot het vragen naar IPv6 ondersteuning bij aanschaf van ICT apparatuur en diensten. De overheid heeft zich in de Digitale AgendaNL ten doel gesteld om uiterlijk in 2013 alle internetpagina's en emailadressen van de overheid bereikbaar te maken over IPv6. De verwachting is dat dit zal bijdragen aan de concretisering van IPv6 plannen bij overheidsorganisaties.

In de Vierde Meting hebben zich geen aanvullende bijzonderheden naar boven gekomen aangaan de beveiliging. Beveiliging daarom nog steeds niet als een reëel obstakel ervaren. Omdat ook de awareness ook niet toeneemt is er wel sprake van enige zorg indien beveiliging wel een obstakel wordt en awareness dan te laag kan zijn om snel in actie te kunnen komen.