

BỘ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG
TRUNG TÂM INTERNET VIỆT NAM



TÀI LIỆU

**HƯỚNG DẪN TRIỂN KHAI CÔNG NGHỆ
KÝ SỐ TÀI NGUYÊN INTERNET (RPKI) DÀNH
CHO THÀNH VIÊN ĐỊA CHỈ INTERNET**

Hà Nội, năm 2024

MỤC LỤC

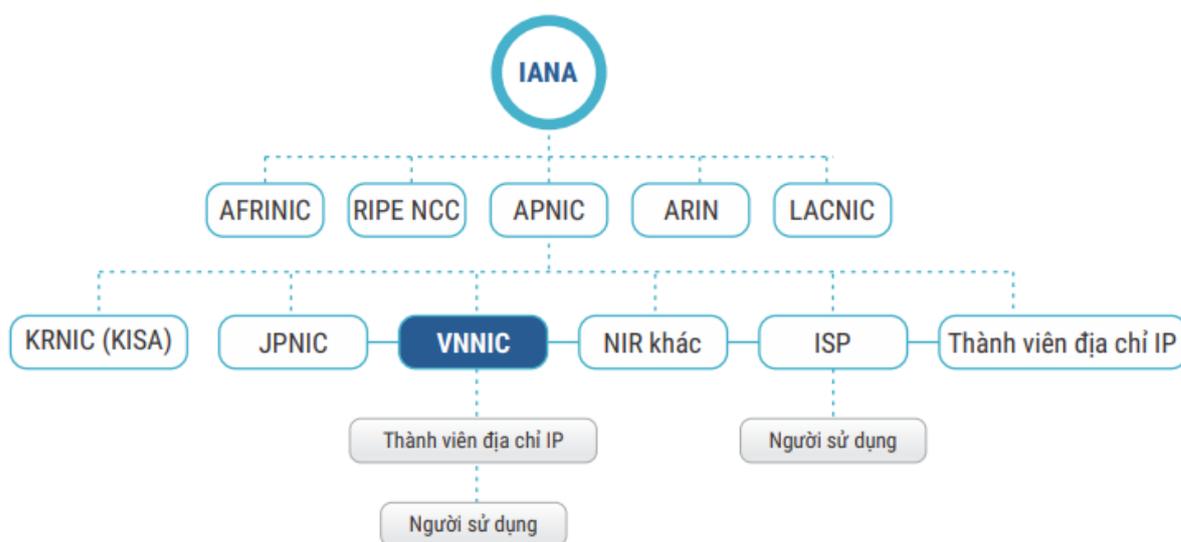
MỤC LỤC	2
PHẦN 1. TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ KÝ SỐ TÀI NGUYÊN INTERNET (RPKI) TRONG XÁC THỰC, CHỐNG TẤN CÔNG, GIẢ MẠO THÔNG TIN ĐỊNH TUYẾN.....	3
1.1. Mô hình quản lý tài nguyên Internet và quản lý định tuyến	3
1.1.1. Mô hình quản lý.....	3
1.1.2. Đối tượng quản lý quảng bá, định tuyến	4
1.1.3. Cơ sở dữ liệu định tuyến, xác thực định tuyến	4
1.2. Công nghệ ký số tài nguyên Internet RPKI.....	5
1.2.1 Hạn chế của mô hình định tuyến hiện tại	5
1.2.2. RPKI – Giải pháp công nghệ an toàn kết nối, định tuyến Internet.....	5
1.3. Hiện trạng triển khai RPKI toàn cầu, Việt Nam	6
1.3.1. Tỷ lệ ứng dụng RPKI trong định tuyến toàn cầu.....	6
1.3.2. Tỷ lệ ứng dụng RPKI tại Việt Nam	7
PHẦN 2. HƯỚNG DẪN TRIỂN KHAI RPKI TẠI VIỆT NAM.....	9
2.1. Mô hình triển khai RPKI trong quản lý IP, ASN của Việt Nam.....	9
2.2. Hướng dẫn khai báo bản ghi ký số tài nguyên Internet (ROA/RPKI)	10
2.2.1. Nguyên tắc thực hiện	10
2.2.2. Các thông tin cung cấp khi yêu cầu khai báo ROA.....	11
2.2.3. Nội dung đề nghị của Thành viên gửi VNNIC.....	11
2.3. Hướng dẫn triển khai xác thực RPKI (ROV) trên thiết bị định tuyến mạng.	11
2.3.1. Các thành phần cần có để triển khai xác thực thông tin tài nguyên (AP/ASN) trong xây dựng chính sách lọc định tuyến	11
2.3.2. Hướng dẫn triển khai RPKI	13
2.4. Thông tin liên hệ, hỗ trợ	14

PHẦN 1. TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ KÝ SỐ TÀI NGUYÊN INTERNET (RPKI) TRONG XÁC THỰC, CHỐNG TẤN CÔNG, GIẢ MẠO THÔNG TIN ĐỊNH TUYẾN

1.1. Mô hình quản lý tài nguyên Internet và quản lý định tuyến

1.1.1. Mô hình quản lý

Quản lý định tuyến Internet gắn với mô hình quản lý tài nguyên Internet. Tại Việt Nam, Trung tâm Internet Việt Nam (VNNIC) – Bộ Thông tin và Truyền thông là cơ quan quản lý tài nguyên Internet quốc gia; quản lý hoạt động quảng bá, định tuyến IP/ASN Việt Nam hướng tới đảm bảo an toàn, phát triển bền vững Internet Việt Nam.



Mô hình quản lý IP/ASN độc lập tại Việt Nam

- IANA là tổ chức quản lý tài nguyên số Internet toàn cầu; tiếp sau là các tổ chức quản lý IP/ASN cấp khu vực (gồm: Châu Âu có RIPE NCC, Bắc Mỹ có ARIN, Mỹ la tinh có LACNIC, Châu Phi AFRNIC và Châu Á – Thái Bình Dương có APNIC). Việt Nam thuộc khu vực APNIC – Tổ chức quản lý tài nguyên số Internet khu vực Châu Á - Thái Bình Dương.

- VNNIC (Trung tâm Internet Việt Nam) - Bộ Thông tin và Truyền thông là tổ chức quản lý tài nguyên số Internet Việt Nam và thực hiện việc cấp, phân bổ IP, AS độc lập cho các cơ quan, tổ chức, doanh nghiệp tại Việt Nam; Quản lý thông tin định tuyến các vùng IP, ASN Việt Nam.

- Thành viên địa chỉ IP là các cơ quan, tổ chức, doanh nghiệp tại Việt Nam được VNNIC cấp, phân bổ địa chỉ IP, ASN. Các địa chỉ IP do VNNIC cấp là địa chỉ IP độc lập.

1.1.2. Đối tượng quản lý quảng bá, định tuyến

Định tuyến Internet gắn với sử dụng tài nguyên số địa chỉ IP và số hiệu mạng (ASN) trên Internet. Đối tượng quản lý định tuyến gắn các vùng IP với các ASN (gọi tắt là AS) tương ứng.



Đối tượng quản lý định tuyến trên Internet Việt Nam

IP và ASN là hai đối tượng chính trong quản lý dữ liệu định tuyến. Từ hai đối tượng trên, các bản ghi định tuyến được sử dụng phổ biến hiện nay gồm:

- Bản ghi định tuyến thông thường (**Route Object**): Là bản ghi gắn IP và ASN để kiểm tra dữ liệu định tuyến (không tự động lọc định tuyến).

- Bản ghi định tuyến được ký xác thực, hay còn gọi là bản ghi ký số tài nguyên Internet (**ROA**) là bản ghi xác thực thông tin định tuyến, ứng dụng công nghệ RPKI để tự động lọc định tuyến.

Ngoài hai bản ghi phổ biến trên, còn một số bản ghi định tuyến được thừa nhận là: Bản ghi **AS-Set** (bản ghi AS của ISP để thực hiện gán ASN của khách hàng được quảng bá qua AS của doanh nghiệp ISP); bản ghi **AS-Num** (bản ghi của thành viên địa chỉ Internet gắn với việc quảng bá vào/ra với các ASN của các upstream providers).

Trong sử dụng IP, ASN Việt Nam, mỗi tổ chức, doanh nghiệp triển khai đăng ký, sử dụng IP, ASN độc lập từ VNNIC và thực hiện quảng bá, định tuyến theo đúng IP, ASN được VNNIC cấp phát.

1.1.3. Cơ sở dữ liệu định tuyến, xác thực định tuyến

Hiện nay, việc quản lý dữ liệu định tuyến được quan tâm và thông qua các tổ chức quản lý thông tin định tuyến toàn cầu. Các tổ chức là cơ quan quản lý IP/AS cấp khu vực (RIR), cấp quốc gia (NIR) và các tổ chức uy tín khác (như: RADB, NTT, ...).

Tại Việt Nam, để đảm bảo các dữ liệu định tuyến phù hợp với chính sách quản lý IP, ASN, các thành viên địa chỉ Internet thực hiện khai báo dữ liệu định tuyến thông qua VNNIC: Bộ phận quản lý IP/ASN Việt Nam (email: ipasn@vnnic.vn). Tất cả dữ liệu định tuyến được lưu trữ, quản lý và đồng bộ với hệ thống quản lý dữ liệu định tuyến khu vực, toàn cầu. Đây là hoạt động hỗ trợ khai báo, quản lý dữ liệu định tuyến chính thống và hoàn toàn miễn phí dành cho thành viên Việt Nam.

1.2. Công nghệ ký số tài nguyên Internet RPKI

1.2.1 Hạn chế của mô hình định tuyến hiện tại

Định tuyến là hoạt động cốt lõi trong kết nối Internet. Thông qua các giao thức định tuyến, việc cấu hình sử dụng các vùng địa chỉ IP, ASN trong thông tin định tuyến và hoạt động của các thiết bị định tuyến (router) mà các mạng sử dụng tài nguyên có thể kết nối, trao đổi lưu lượng với nhau. Giao thức định tuyến liên mạng phổ biến hiện nay trên toàn cầu là BGP. Hiện có khoảng hơn 900.000 vùng (prefixes) IPv4 và hơn 150.000 vùng IPv6 quảng bá trên Internet. Lỗi định tuyến phổ biến nhất thường gặp hiện nay là do quảng bá sai vùng (IP) định tuyến, có nghĩa là ai đó vô tình quảng bá một vùng IP mà họ không phải là chủ sở hữu (một bên thứ 3 quảng bá sai IP qua AS của họ). Việc quảng bá sai vùng IP là một hoạt động tấn công định tuyến (vô tình hoặc cố ý). Dưới đây là một số vụ việc điển hình:

+ *Vụ việc chiếm quyền điều khiển vùng IP của YouTube do Pakistan Telecom thực hiện.* Vụ việc xảy ra từ năm 2008 khi số hiệu mạng AS17557 của Pakistan Telecom thực hiện một quảng bá định tuyến trái phép vùng địa chỉ 208.65.153.0/24 của YouTube. Kết quả vùng IP này của YouTube không thể truy cập. Lưu lượng của Youtube gắn với vùng địa chỉ 208.65.153.0/24 của Youtube thay vì được chuyển tiếp đúng về mạng Youtube (với số hiệu mạng 36561) thì bị lái về Pakistan (qua số hiệu mạng 17557).

+ *Lỗi định tuyến của Google khiến kết nối Internet Nhật Bản bị ảnh hưởng.* Giữa tháng 8/2017, gần một nửa số người sử dụng Internet Nhật Bản không thể truy cập Internet. Do Google cấu hình định tuyến nhằm một lượng lớn địa chỉ IP của các nhà ISP Nhật Bản chuyển lưu lượng qua Google. Theo cấu hình định tuyến của Google, các nhà cung cấp dịch vụ Internet lớn như Verizon đã chuyển lưu lượng Internet đáng lẽ phải về Nhật Bản tới Google. Do Google không phải nhà cung cấp dịch vụ nên các lưu lượng Internet này không được chuyển tiếp tới đâu khiến người sử dụng Internet Nhật Bản không thể truy cập Internet.

+ *Vụ tấn công MyEtherWallet.* Tháng 4/2018, vụ tấn công chuyên hướng định tuyến kèm giả mạo DNS, tấn công vào hệ thống dịch vụ web của Amazon để lấy cắp một lượng tiền ảo từ trang web tiền điện tử trực tuyến MyEtherWallet.com.

1.2.2. RPKI – Giải pháp công nghệ an toàn kết nối, định tuyến Internet

RPKI là công nghệ ký số tài nguyên Internet (IP, ASN). Công nghệ RPKI giúp xác thực thông tin, dữ liệu định tuyến; hạn chế tấn công định tuyến; tăng cường kết nối an toàn và chất lượng cho từng mạng IP, ASN độc lập và cho mạng Internet quốc gia, Internet toàn cầu.

Thành viên địa chỉ được khuyến nghị thực hiện khai báo bản ghi xác thực định tuyến (ROA) để tự bảo vệ cho chính hệ thống mạng, dịch vụ của tổ chức, tránh các tấn công định tuyến. Doanh nghiệp ISP, IXP ứng dụng công nghệ RPKI (ROV) để

tự động lọc, xác thực định tuyến, giảm thiểu thời gian nhân công và giảm thiểu ảnh hưởng của các cuộc tấn công định tuyến; cung cấp dịch vụ tốt hơn cho khách hàng.

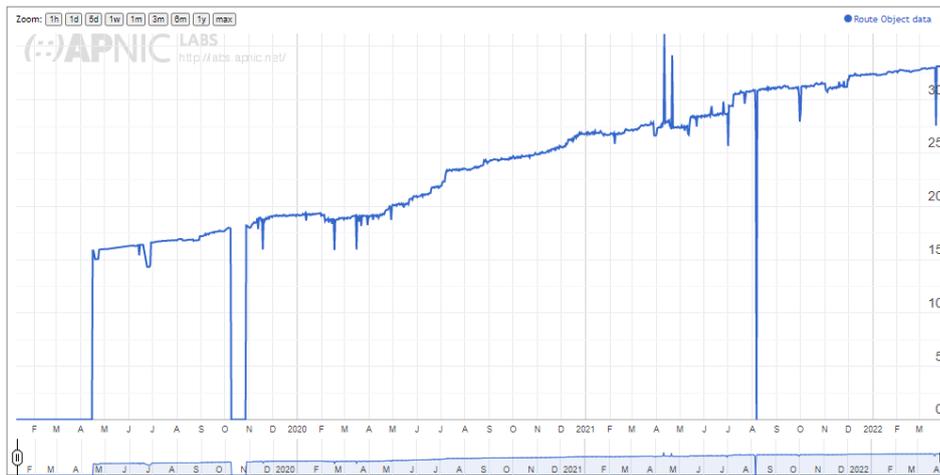


1.3. Hiện trạng triển khai RPKI toàn cầu, Việt Nam

1.3.1. Tỷ lệ ứng dụng RPKI trong định tuyến toàn cầu

Use of Route Object Validation for World (XA)

Display: Addresses (Advertised ROA-Valid Advertised Addresses), IPv4, Percent (of Total)

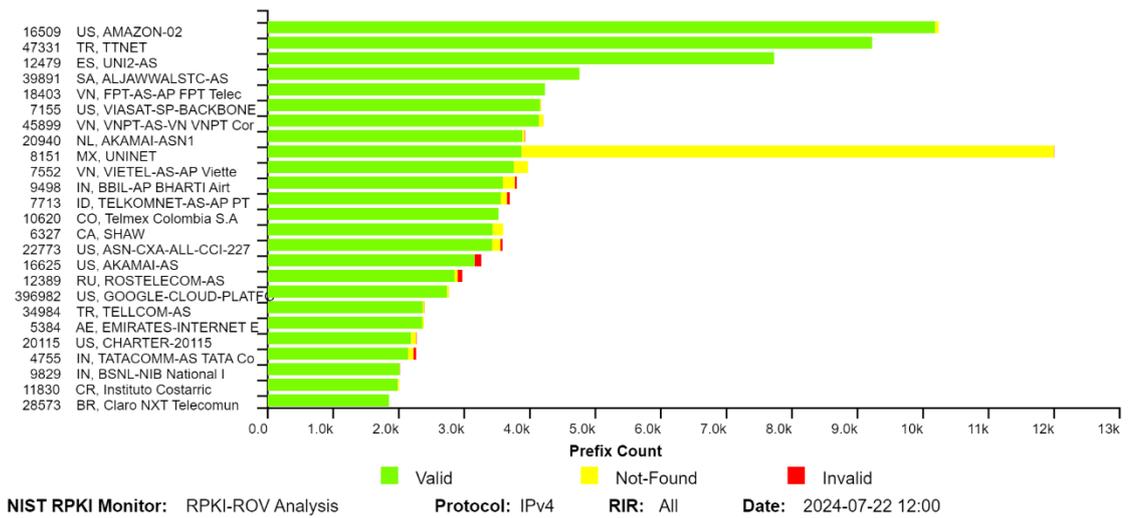


Biểu đồ triển khai ROA/RPKI toàn cầu (nguồn APNIC Lab)

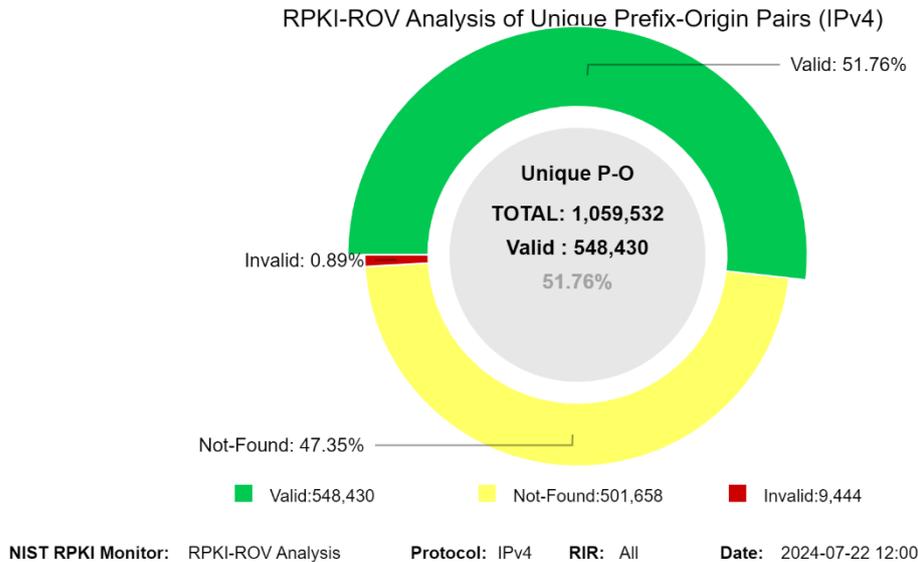
RPKI được nghiên cứu và công bố vào năm 2012, bắt đầu được triển khai vào năm 2014 và bước đầu có những thông tin đánh giá sơ bộ. Từ năm 2019, sau khi một số ISP lớn trên thế giới triển khai RPKI và chính thức áp dụng chính sách từ chối quảng bá các vùng invalid, việc triển RPKI được mở rộng hơn. Nhiều quốc gia cũng chú trọng thúc đẩy triển khai RPKI, khai báo ROA.

Thế giới, hiện đã triển khai ký số tài nguyên Internet (ROA/RPKI) đạt 43%, nhiều quốc gia lớn đạt trên 70% (như: Thổ Nhĩ Kỳ, Ireland, Pháp, Hà Lan, Đài Loan, Ba Lan, Colombia, Đức, Ấn Độ, Nhật Bản, Thụy sĩ, Thụy Điển). Các tập đoàn công nghệ, ISP lớn đã đồng loạt triển khai RPKI (ROA, ROV): Amazon, Viasat, CXA, Google, Charter (Hoa Kỳ); Softbank, NTT, KDDI (Nhật Bản); TNet, TELLCOM (Thổ Nhĩ Kỳ); NIB, Reliance Jio (Ấn Độ), AT&T, Telia, NTT, Cogent, Telstra, Quadranet, HE, IDnet, Worldstream, GTT ... Triển khai RPKI là yêu cầu và xu thế công nghệ để đảm bảo an toàn định tuyến trên Internet.

25 Autonomous Systems with the most BGP observed Prefixes VALID by RPKI-ROV (IPv4)



Các ISP đã xác thực định tuyến RPKI theo số prefix cao nhất (nguồn NIST)

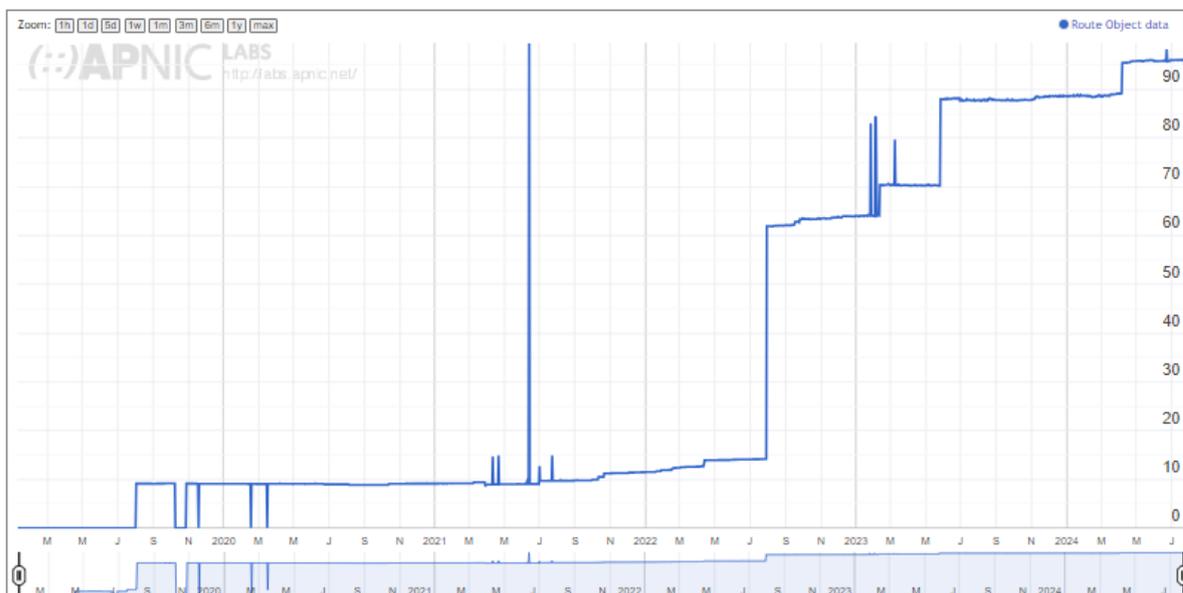


Biểu đồ đánh giá triển khai RPKI (ROV) toàn cầu (nguồn NIST¹)

1.3.2. Tỷ lệ ứng dụng RPKI tại Việt Nam

Tính đến tháng 7/2024, Việt Nam đã từng bước tăng trưởng trong triển khai RPKI. Tỷ lệ khai báo ROA/RPKI Việt Nam hiện đạt 96%, tăng 8% so với năm 2023. Các ISP lớn như VNPT, Viettel, FPT, SCTV, CMC ... đã triển khai ký số tài nguyên ROA/RPKI (đạt 95-100%). Với kết quả triển khai RPKI, hạ tầng Internet Việt Nam được đảm bảo an toàn hơn, hạn chế được các vấn đề tấn công, rò rỉ định tuyến (hijack, leak).

¹ <https://rpki-monitor.antd.nist.gov/>



Triển khai ký số ROA/RPKI của Việt Nam (nguồn APNIC Lab)

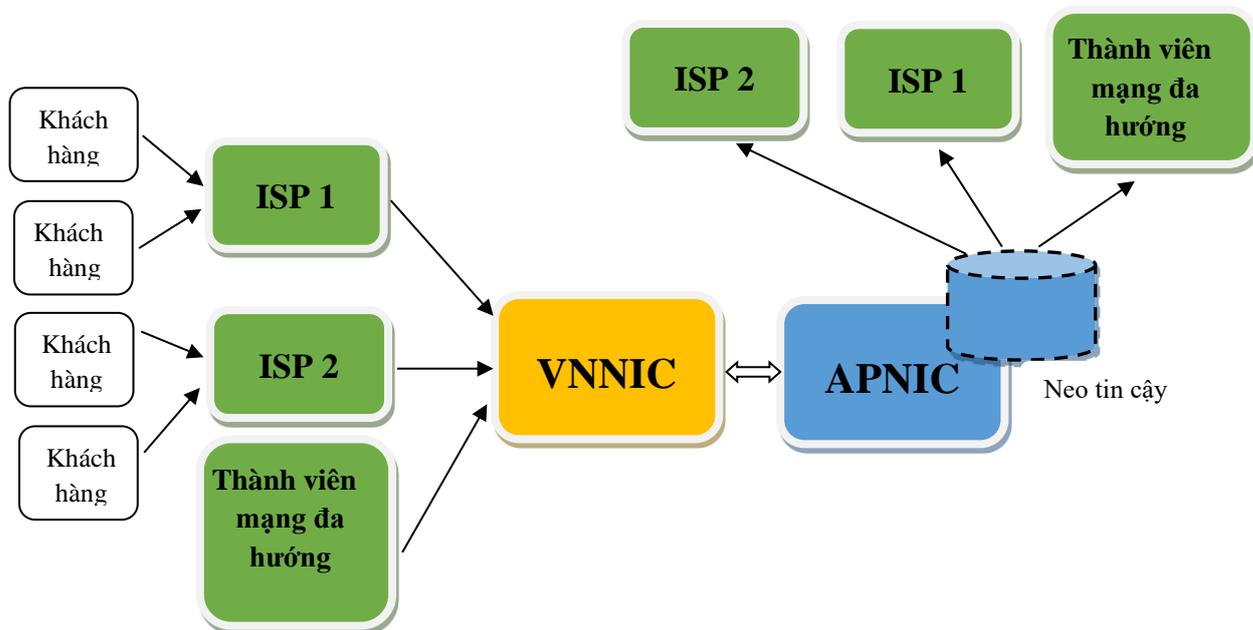
TT	AS	Tên mạng	% ROA IPv4	% ROA IPv6
1	AS18403	FPT-VN	100.00%	100.00%
2	AS45543	SCTV-VN	100.00%	100.00%
3	AS7602	SPT-VN	100.00%	0.00%
4	AS24173	NETNAM-VN	100.00%	100.00%
5	AS131429	MOBIFONE-VN	100.00%	0.00%
6	AS38244	VINAGAME-VN	100.00%	0.00%
7	AS38735	GDS-VN	100.00%	0.00%
8	AS135918	DVS-VN	100.00%	0.00%
9	AS131392	RUNSYSTEM-VN	100.00%	100.00%
10	AS63737	VIETSERVER-VN	99.90%	0.00%
11	AS45899	VNPT-VN	99.70%	100.00%
12	AS45903	CMCTELECOM-VN	98.60%	0.00%
13	AS24085	QTSC-VN	98.50%	100.00%
14	AS24088	HTCHCMC-VN	97.90%	0.00%
15	AS38726	VTCDIGICOM-VN	96.40%	100.00%
16	AS24086	VIETTEL-VN	95.60%	0.00%
17	AS7552	VIETEL-VN	94.60%	100.00%
18	AS7643	VNPT-VN	79.00%	0.00%
19	AS135905	VNPT-VN	57.30%	0.00%
20	AS38731	VTDC-VN	0.00%	0.00%

Top 20 ISP, IDC, Cloud tại Việt Nam (nguồn APNIC)

PHẦN 2. HƯỚNG DẪN TRIỂN KHAI RPKI TẠI VIỆT NAM

2.1. Mô hình triển khai RPKI trong quản lý IP, ASN của Việt Nam

Hiện nay, Việt Nam đang sử dụng hệ thống của APNIC để tạo lập bản ghi, kiểm tra định tuyến. Trong việc cung cấp dịch vụ RPKI cho thành viên địa chỉ, VNNIC hỗ trợ thành viên địa chỉ để khai báo bản ghi ký số tài nguyên Internet. Mô hình cung cấp dịch vụ RPKI cho thành viên địa chỉ trong công tác quản lý IP/ASN tại Việt Nam như sau:



Tương tác giữa thành viên địa chỉ Internet Việt Nam, VNNIC, APNIC trong khởi tạo và sử dụng thông tin định tuyến có chứng thực

Vai trò và sự tương tác trong mô hình cung cấp dịch vụ RPKI cho các thành viên địa chỉ của VNNIC như sau:

a) VNNIC:

+ Với vai trò NIR, VNNIC cung cấp tới các thành viên địa chỉ Việt Nam khả năng khởi tạo, quản lý các bản ghi định tuyến có xác thực (ROA) thông qua thư điện tử (ipasn@vnnic.vn) từ các cán bộ quản trị đầu mối đã đăng ký và được lưu trữ trên cơ sở dữ liệu quốc gia (VNNIC) và khu vực (APNIC).

+ Sau khi tiếp nhận yêu cầu khởi tạo/ điều chỉnh/ xóa bỏ thông tin định tuyến có xác thực từ thành viên địa chỉ, VNNIC sử dụng hệ thống APNIC cung cấp để tạo các chứng chỉ số, tạo bản ghi xác thực khởi tạo tuyến (ROA), ký số các bản ghi và xuất bản thông tin ROA của thành viên trên hệ thống khu vực.

Ngoài ra, VNNIC hỗ trợ các hoạt động tư vấn triển khai RPKI cho các ISP và tổ chức các khóa đào tạo về RPKI cho các ISP, thành viên địa chỉ tại Việt Nam.

b) Các thành viên địa chỉ:

+ Để tạo thông tin định tuyến có chứng thực cho vùng địa chỉ mà mình được phân bổ, các thành viên địa chỉ gửi yêu cầu tới VNNIC qua kênh nghiệp vụ quản lý IP/ASN theo mẫu và cung cấp các thông tin cần thiết (tối thiểu: Vùng IP/ Origin AS/ Max length).

+ Khuyến nghị thành viên đăng ký ASN riêng với VNNIC để phát triển mạng hiện đại, kết nối đa hướng. Chỉ cần tạo bản ghi ROA cho Origin AS (AS trực tiếp quảng bá vùng IP của thành viên).

c) Các ISP, IXP

- Một số lưu ý đối với ISP, IXP về khai báo ROA:

+ Bản ghi ROA được tạo phù hợp với chính sách định tuyến thực tế của các vùng địa chỉ được phân bổ tới ISP.

+ Khuyến nghị khách hàng sử dụng IP, ASN độc lập liên hệ với VNNIC để tự khai báo bản ghi ROA. ISP không phải đề nghị VNNIC tạo bản ghi ROA thay khách hàng.

- Triển khai ROV và sử dụng thông tin RPKI để xây dựng chính sách lọc định tuyến. Toàn bộ các tổ chức vận hành mạng lưới tại Việt Nam đều có thể sử dụng các thông tin định tuyến có chứng thực công bố tại các Neo tin cậy của APNIC (và các RIR khác) để xây dựng chính sách lọc định tuyến cho thiết bị định tuyến biên của mình. Trường hợp muốn sử dụng thông tin định tuyến có xác thực RPKI, các tổ chức thiết lập thiết bị RPKI validator kết nối tới các Neo tin cậy và sử dụng thiết bị định tuyến có hỗ trợ RPKI để tạo chính sách lọc định tuyến.

2.2. Hướng dẫn khai báo bản ghi ký số tài nguyên Internet (ROA/RPKI)

Để đăng ký khai báo bản ghi định tuyến có xác thực (RPKI), các thành viên địa chỉ của VNNIC gửi yêu cầu qua đường thư điện tử tới hộp thư nghiệp vụ của VNNIC theo quy trình đăng ký và thực hiện khai báo thông tin định tuyến có xác thực RPKI dưới đây:

2.2.1. Nguyên tắc thực hiện

- Yêu cầu xuất phát từ thành viên địa chỉ, email yêu cầu là email đại diện của thành viên đã đăng ký trong cơ sở dữ liệu quản lý của VNNIC.

- Khi yêu cầu khai báo bản ghi xác thực thông tin định tuyến (ROA - Route Origin Authorization), thành viên phải cung cấp đầy đủ các thông tin theo yêu cầu của VNNIC.

Lưu ý: Trong cùng yêu cầu khai báo ROA sẽ hỗ trợ khai cả bản ghi ROA và bản ghi Route cho vùng địa chỉ IP lớn nhất. Nếu thành viên có yêu cầu khác, thành viên có đề nghị trong email gửi VNNIC.

2.2.2. Các thông tin cung cấp khi yêu cầu khai báo ROA

- Prefix: (Thông tin địa chỉ IPv4 hoặc IPv6)
- Origin AS: (ASN muốn quảng bá cho vùng địa chỉ IP).
- Max length: (Kích cỡ quảng bá tối thiểu).
- descr: (Tên mạng thành viên)
- notify: (email thông báo của thành viên)
- notify-2: (email của đại diện quản lý ASN).

2.2.3. Nội dung đề nghị của Thành viên gửi VNNIC

Mẫu nội dung đề nghị:

Chủ đề: [TENMANG-VN] Hỗ trợ khai báo bản ghi RoA

Nội dung:

Thành viên “tên mạng” kính đề nghị VNNIC hỗ trợ khai báo bản ghi RoA trên hệ thống APNIC với thông tin cụ thể như sau:

- *Prefix: (Thông tin địa chỉ IPv4 hoặc IPv6)*
- *Origin AS: (ASN muốn quảng bá cho vùng địa chỉ IP).*
- *Max length: (Chiều dài tối đa/ Kích cỡ quảng bá tối thiểu).*
- *descr: (Tên mạng thành viên)*
- *notify: (email thông báo của thành viên)*
- *notify-2: (email của đại diện quản lý ASN).*

Đề nghị VNNIC hỗ trợ khai báo, kích hoạt trạng thái cho bản ghi ROA hoạt động trên dữ liệu RPKI và đồng bộ Whois cho bản ghi Route của vùng IP lớn nhất.

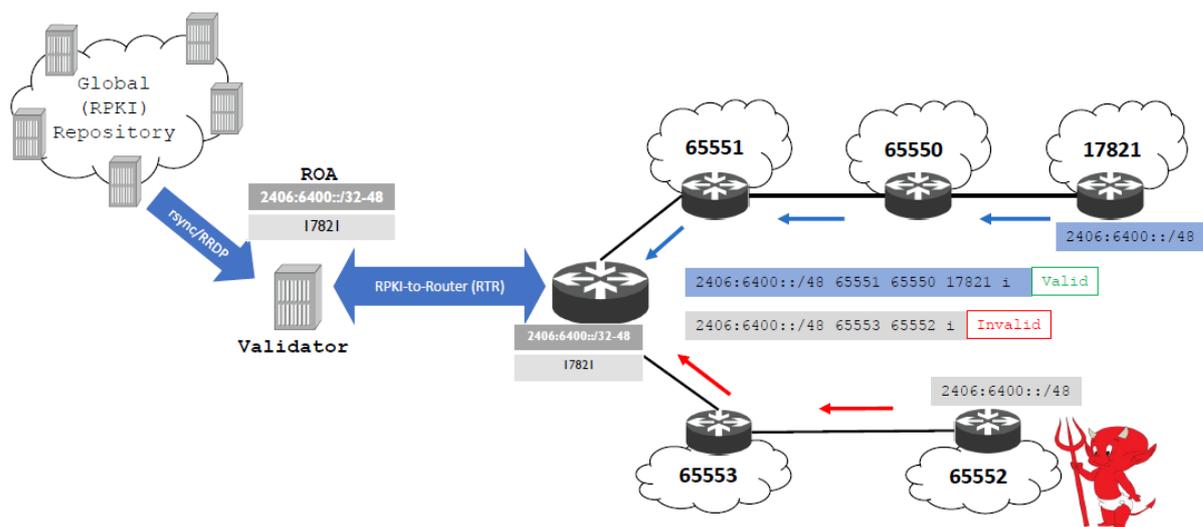
<Chân email: Thông tin đầu mỗi gửi yêu cầu (họ tên, chức vụ, email, điện thoại)>.

Chi tiết tham khảo quy trình tại địa chỉ sau:

<https://www.vnnic.vn/diachiip/chinhsach/quy-trinh-khai-bao-ban-ghi-ky-so-tai-nguyen-ip-asn-roa-rpki>.

2.3. Hướng dẫn triển khai xác thực RPKI (ROV) trên thiết bị định tuyến mạng.

2.3.1. Các thành phần cần có để triển khai xác thực thông tin tài nguyên (AP/ASN) trong xây dựng chính sách lọc định tuyến



Mô hình các thành phần trong triển khai ROV (nguồn: APNIC)

Để sử dụng thông tin định tuyến có xác thực, thiết bị định tuyến của tổ chức cần hỗ trợ RPKI và bên cạnh đó, tổ chức cần cài đặt và sử dụng hệ thống RPKI validator (còn gọi là RPKI cache) để thiết lập chính sách xác thực định tuyến. Thiết bị RPKI validator sẽ kết nối tới các Neo tin cậy (Trust Anchor) để lấy về các thông tin bản ghi xác thực khởi tạo tuyến ROA và các thông tin chứng thực kèm theo được công bố tại các Neo tin cậy. Dựa trên dữ liệu thông tin này, RPKI validator cung cấp thông tin xác thực cho thiết bị định tuyến, theo đó:

- Xác định thông tin quảng bá định tuyến là hợp lệ (VALID) nếu thông tin tài nguyên mạng (IP/ASN) định tuyến được xác định đã được ký bởi một bản ghi ROA.
- Xác định thông tin quảng bá là không hợp lệ (INVALID) nếu quảng bá định tuyến có chiều dài của vùng (tiền tố) địa chỉ IP lớn hơn độ dài cho phép quảng bá xác định trong bản ghi ROA.
- Xác định thông tin quảng bá là Không xác định (Unknown) nếu thông tin tài nguyên mạng (IP/ASN) định tuyến không được công bố trong bản ghi ROA nào.

Cụ thể mô hình xác thực thông tin tài nguyên mạng bằng RPKI trong xây dựng chính sách lọc định tuyến, mạng của thành viên cần có hai thành phần thiết bị như sau:

(1) RPKI Validator (RPKI Server)

Thông tin về phần mềm RPKI Validator, các hướng dẫn và danh sách phần mềm nguồn mở hỗ trợ cho việc cung cấp và sử dụng dịch vụ RPKI có thể tham khảo tại địa chỉ dưới đây:

NLNetLabs Routinator - <https://github.com/NLnetLabs/routinator/>

FORT Validator - <https://github.com/NICMx/FORT-validator/>

Cloudflare OctoRPKI - <https://github.com/cloudflare/cfrpki>

RPKI-client - <https://rpki-client.org/>

Prover - <https://github.com/lolepezy/rpki-prover>

Rpstir2 - <https://github.com/bgpsecurity/rpstir2>

(2) Router hỗ trợ RPKI

Hiện các dòng thiết bị định tuyến phổ biến đều hỗ trợ RPKI:

- Juniper chính thức hỗ trợ RPKI từ phiên bản hệ điều hành RPKI release 12.2.

- Cisco chính thức hỗ trợ RPKI trong các platform dưới đây:

+ Bộ định tuyến tầm cao và trung chạy IOS-XR: Phiên bản tối thiểu XR 4.2.1: CRS-1, CRS-3, CRS-x; ASR9000; c12000.

+ Đối với dòng chạy hệ điều hành XR 5.1.1: NCS6000 (router quang); XRv (virtual router trên x86).

+ Router chạy hệ điều hành IOS-XE: tối thiểu cần hệ điều hành phiên bản XE 3.5: c7200, c7600, ASR1000; CSR1000v (Virtual Router trên x86); ASR901, ASR903, ASR907; ME3600, ME3800.

+ Thiết bị định tuyến ASR1000 và CSR1000v cũng hỗ trợ chức năng RPKI.

- Alcatel – Lucent: Thiết bị định tuyến của Alcatel – Lucent hỗ trợ RPKI từ phiên bản hệ điều hành 12.0 R4.

Thông tin về router hỗ trợ RPKI và các hướng dẫn chi tiết về cấu hình sử dụng RPKI trên router Cisco, Juniper có thể tham khảo tại địa chỉ: <https://www.ripe.net/manage-ips-and-asns/resource-management/certification/router-configuration>.

2.3.2. Hướng dẫn triển khai RPKI

Bước 1: Đăng ký với VNNIC để khai báo bản ghi ROA trên APNIC:

- Thành viên địa chỉ thực hiện các nội dung theo quy trình tại mục 2.2.

Bước 2: Chuẩn bị triển khai RPKI cho dịch vụ định tuyến

- Xây dựng RPKI validator (RPKI Server) đồng bộ thông tin các bản ghi ROA từ APNIC RIPE NCC, ARIN...

- Nâng cấp Router chạy RPKI và nhận bảng định tuyến toàn cầu từ các Upstream.

Bước 3: Triển khai RPKI trên các bộ định tuyến biên. Thiết lập chính sách với các prefix có giá trị invalid sẽ bị vô hiệu trong bảng định tuyến BGP.

- Valid: Phê duyệt đồng ý định tuyến, quảng bá (pass).

- Unknow: Kiểm tra thêm dữ liệu định tuyến để đồng ý hoặc từ chối định tuyến (Pass/ Reject).

- Invalid: Reject.

2.4. Thông tin liên hệ, hỗ trợ

Trong quá trình quản lý, sử dụng các vùng địa chỉ đã được phân bổ, thành viên nếu cần hỗ trợ hoặc tư vấn có thể liên hệ các đơn vị đầu mối của VNNIC theo thông tin sau:

- Phòng Hợp tác - Quản lý tài nguyên, Trung tâm Internet Việt Nam (Email nghiệp vụ: ipasn@vnnic.vn, Điện thoại: 024-35564944 số máy lẻ 105, 102).

- Bộ phận quản lý IP/ASN: Email ipasn@vnnic.vn; Điện thoại: 024-35564944 số máy lẻ 102, 905.

TRUNG TÂM INTERNET VIỆT NAM (VNNIC)