

Fem små hus

Titel: Pilotprojekt
Datum: 2021-01-18
Version: 1.0

Sida: 1 (7)

Bakgrund

TU-stiftelsen har tidigare publicerat ett förslag till hur en uthållig svensk infrastruktur kan utformas, kallat Fem små hus. PTS avser genomföra ett pilotprojekt i Gävleborgs (X), Västernorrlands (Y) och Jämtlands (Z) län. I pilotprojektet är avsikten att i det första skedet ha sammankoppling mellan operatörer på totalt tre platser.

Utgångspunkten är att slutmålet på lång sikt är en infrastrukturlösning som liknar den som föreslagits inom Fem små hus. Därför utgår beskrivningen av pilotprojektet så långt som möjligt från de modeller som tagits fram för detta.

Grunden i Fem små hus-modellen är att det i varje så kallad husregion om cirka 50 000 – 60 000 ändpunkter finns fem av varandra oberoende hus. Husen är redundant sammankopplade med svartfiber utan någon aktiv utrustning på vägen mellan husen. Varje hus har en fjärrförbindelse som är helt oberoende från fjärrförbindelserna till andra hus i samma husregion.

Med avstamp i Fem små hus-modellen bör pilotprojektet betraktas som tre husregioner med endast ett hus i varje. Varje husregions enda hus i pilotprojektet fungerar logiskt som de fem husen i Fem små hus-modellen. Däremot saknas den geografiska och fysiska diversiteten. Därmed blir det under pilotprojektet möjligt att bygga upp den tekniska infrastrukturen för en regions fem oberoende hus i samma fysiska byggnad.

Pilotprojektet genomförs i två steg, där det första sker i labbmiljö och det andra i fält under verkliga förhållanden. Varje projektsteg innefattar fyra delmoment.

Delmoment

Delmoment 1

- Stabil förmedling av IPv6-paket i alla driftfall. Detta kräver att en definition av detta, baserad på Fem små hus-modellen, finns.
- Avbrottsfri övergång mellan funktionsnivåer (se nedan) med bibehållen stabil paketförmedling.
- Stabil förmedling av IPv6-paket till abonnenter i såväl fasta som mobilnät.

Delmoment 2

- Förmedling av IPv6-paket och SIP-samtal mellan alla ändpunkter inom husregionen.
- Förmedling av IPv6-paket och SIP-samtal till och från vissa destinationer utanför husregionen.
- Lokal DNS-resolver och -server.

Fem små hus

Titel: Pilotprojekt
Datum: 2021-01-18
Version: 1.0

Sida: 2 (7)

Delmoment 3

- Förmedling av IPv6-paket och SIP-samtal mellan alla ändpunkter inom husregionen.
- Automatisk omdirigering av vissa SIP-samtal, exempelvis till 112, till lokala mottagare inom husregionen.
- Automatiska talade felmeddelanden vid samtalsförsök till ej nåbara destinationer utanför husregionen.
- Lokal DNS med automatisk omställning.
- Demonstrator för lokal krisinformation.
- Demonstrator för nåbarhet av nyhetsmedier.

Delmoment 4

- Utvärdering av resultat.
- Erfarenhetsregistrering.
- Uppdatering av Fem små hus-dokumentationen.
- Tillstånd för byggnad av verkliga husregioner med fysiska hus och fem oberoende fysiska framföringsvägar.
- Idégenerering av nya funktioner inom myndighetsutövning, betalnings- och identitetstjänster m.m.

Funktionsnivåer

Nivå 1 Full funktion. Kunder får tjänster och funktion enligt avtal med sina operatörer.

Nivå 2 En eller flera operatörers egna förbindelser till regionen har slutat fungera. Trafik flyttas till någon av de fungerande operatörerna. Endast krav på fungerande paketförmedling och inte på exempelvis symmetri. Kontakt med det globala internet finns. Möjligheten för enskilda användare, vars operatör har avbrott inom regionen, att nå det globala internet är beroende av de tekniska och administrativa åtgärder som operatören har vidtagit på förhand. Dessa kan exempelvis innefatta transitavtal med andra operatörer eller någon form av tunnling över IPv6 till andra regioner med global åtkomst.

Nivå 3 En eller flera operatörers egna förbindelser till regionen har slutat fungera. Trafik flyttas till någon av de fungerande operatörerna. Endast krav på fungerande paketförmedling och inte på symmetri. Kontakt finns med övriga husregioner, undantaget de med nivå 5-funktionalitet. Kontakt med det globala internet saknas.

Nivå 4 Alla förbindelser till regionen har slutat fungera. All paketförmedling inom husregionen fungerar, utan krav på symmetri. Ingen kontakt med destinationer utanför husregionen.

Fem små hus

Titel: Pilotprojekt
Datum: 2021-01-18
Version: 1.0

Sida: 3 (7)

Nivå 5 Förbindelser inom regionen har slutat fungera. Eventuellt finns sporadisk och slumpmässig paketförmedling.

Stödsystem

För att åstadkomma viss funktionalitet som exempelvis omdirigering av SIP-samtal från nationella till lokala resurser krävs att husregionen har egen DNS-funktionalitet och att DNS-tjänsten känner till aktuell funktionsnivå. Detta kräver i sin tur att samma stödsystem, exempelvis DNS-resolvrar, används även vid nivå 1-drift. Därigenom undviks krav på omkonfigurering vid övergång från nivå 1 till lägre funktionsnivå. Förslag till en anycastad neutral resolvertjänst tas fram. Eventuellt kan en separat resolvertjänst för SIP behövas.

Routing och adressering

Det finns ingen perfekt lösning, men det bästa praktiska alternativet är lika geografiska adressplaner för respektive operatör. Den praktiska utformningen är en avvägning mellan maximalt antal fungerande ändpunkter och hanterbar storlek på routingtabellen.

När nätet är fullt fungerande (nivå 1) ska sammankopplingar på kommersiell grund användas. Detta åstadkoms genom att såväl aggregerade som specifika prefix skickas vid sammankopplingarna. Prioritering mellan dem sker sedan inom respektive operatörs nät.

I Fem små hus-dokumentet finns en grundläggande plan för hur routingen skall hanteras:

- Landet delas upp geografiskt i husregioner.
- Varje enskild operatör bygger den egna topologin för att matcha husregionindelningen så väl som möjligt.
- Operatören utformar adressplanen för den egna adressrymden så att varje husregion motsvarar ett aggregerat prefix.

Förslag till pilotprojektet

Lägg först ut ”riktiga” husregioner i det område som täcks av pilotprojektet, d.v.s. med omkring 50 000 – 60 000 ändpunkter per region. Skissen bör inkludera planer för förläggning av eventuella förstärkarstationer i hus redan planerade för en annan region.

Gör en adressplan baserad på de planerade regionerna så att ett aggregerat block per husregion erhålls, se förslag i figur 1. Försök så långt som möjligt att korrelera regionens geografi med enskilda operatörers nätverkstopologi. En slutanvändare får lämpligen ett /56-prefix. För mobila terminaler borde ett /64-prefix räcka.

Fem små hus

Titel: Pilotprojekt
Datum: 2021-01-18
Version: 1.0

Sida: 4 (7)

Därefter delas pilotprojektets geografi in i tre områden. Beroende på de olika operatörernas nätverkstopologi läggs de specifika adresseringarna av regionerna till en av de tre logiska husregionernas sammankopplingspunkt.

Pilotprojektet har tre knutpunkter i tre län. Inom de tre länen finns möjligen 30 husregioner. Från dessa pappersregioner ansluter varje enskild operatör till den närmaste knutpunkten i operatörens interna topologi. I detta fall innebär det bara vid vilken knutpunkt som en region ska annonseras med ett mer specifikt prefix.

För all routing mellan operatörer, multihomade kunder, utrustning och abonnenter med speciella behov används routingprotokollet BGP4.

Pilotprojektets första steg innebär labbtester. Ett av resultaten ska vara ett konkret och utprovat förslag till hur routingen skall konfigureras under pilotprojektets andra steg – fältprov i tre län.

När ett AS delas upp i två öar kommer BGP i standardkonfiguration inte att acceptera rutter mellan öarna som går genom att annat AS. Det finns flera kända lösningar på detta problem och målsättningen är att addera nödvändiga funktioner till vanligt förekommande routrar. BGP4-protokollet har all information som behövs, men statusen hos olika leverantörers implementationer är okänd. Eventuellt kan på marknaden förekommande routrar fås att acceptera rutter till eget AS bakom ett annat AS. De olika operatörerna bör uppdras att kontrollera vad som är möjligt med deras utrustning. En annan möjlig lösning är en routingannonserare i varje husregion. Detta kan studeras under pilotprojektet.

Avsikten är att uppdatera Fem små hus-dokumentationen med erfarenheterna från pilotprojektet.

Figur 1 visar en tänkt adresseringsplan för Fem små hus. Ett sätt att realisera ”husgruppsprefix” annonserade av både routingannonseraren och operatörens egen router är att operatören skickar två uppdateringar med en bit längre prefix än routingannonseraren. Med adresseringsexemplet i figuren skulle operatörens router skicka två stycken /32-prefix och routingannonseraren ett /31-prefix.

Fem små hus

Titel: Pilotprojekt

Datum: 2021-01-18

Version: 1.0

Sida: 5 (7)

Operatörsbaserade geografiska adresser:

```

      4      14      24      34      44      54      64
      !      !      !      !      !      !      !
321098765432109876543210987654321098765432109876543210
      operator      !region !128K användare !enduser!lan
                                   56
131072 kunder i en region
  256 regioner (128)
```

Figur 1 Modell för operatörsbaserad geografisk IPv6-adressering i Fem små hus.

Fem små hus delar in landet i regioner om cirka 50 000 – 60 000 ändpunkter. Den tänkta slutliga regionindelningen bör användas redan i pilotprojektet. Detta ger ett större antal routes att hantera så att dynamiska prestanda kan studeras bättre.

Genom arbete i IETF eller kontakter med leverantörer adderas funktionalitet i routrarna så att det går att definiera en lista av AS-nummer vilka man accepterar sina egna AS-nummer bakom, en eller flera gånger.

IETF har tagit fram en metod för verifiering av routingannonseringar i BGP – RPKI. Tyvärr innebär metoden ett mer eller mindre centralt system som kan användas som en avstängningsbrytare på AS- eller prefixnivå. Om detta ska användas inom Sverige måste en egen infrastruktur med distribuerade RPKI-valideringsservrar upprättas. I så fall krävs att uppdatering och kontroll av dessa inte hamnar i fel händer och skyddas från konfigurationsfel med mera.

Förslagsvis uppdras åt varje operatör i den gemensamma infrastrukturen att driva egna servrar för detta ändamål i varje region. En gemensam databas för konfigurationsinformation skapas. Därigenom skulle en eventuell ”utslagning” begränsas och en attackerare måste hantera minst fem olika organisationers uppdateringsprocesser. Med andra ord: när man hämtar från den gemensamma databasen kan man validera att data i den inte stör de upphandlade reservfunktionerna hos respektive operatör.

Operatörsstamnät – IPv6 MTU 9180 byte

Med operatörsstamnäten avses den del av infrastrukturen som förmedlar trafik mellan operatörer i sammankopplingspunkter för trafik. Det kan exempelvis vara punkt-till-punkt-förbindelser mellan hus i en region. En operatör kan internt i sin infrastruktur ha stöd för större paket, men de kommer inte garanterat att kunna hanteras när en annan

Fem små hus

Titel: Pilotprojekt
Datum: 2021-01-18
Version: 1.0

Sida: 6 (7)

operatör används som reservväg. Valet av MTU-storlek har gjorts så att en operatör kan tunnla en användares IPv6-trafik (med MTU 9000 byte) inom eget nät.

Användarnät – IPv6 MTU 9000 byte

Alla nätanvändare och hela den svenska infrastrukturen ska klara av att förmedla IPv6-paket med MTU på 9000 byte. Se IETF BCP 39.

Definition av paketförmedling

För att säkerställa att infrastrukturen stöder samtliga IP-protokoll, inte bara TCP, UDP, TCP port 80 eller TCP port 443 används sällan använt protokollnummer för testerna, exempelvis IP-protokoll 120 (Universal Tunneling Protocol).

Utveckling av ett probverktyg krävs. Verktöget skickar paket av olika storlekar innehållande sekvensnummer och tidsstämpel mellan prober inom och utanför regionen. Därigenom möjliggörs verifiering och prestandakontroll av paketförmedlingen. Proberna är lämpligen baserade på befintlig hårdvara, exempelvis Raspberry Pi eller en gateway för hemmabruk.

Infrastrukturjänster i ett hus

- **Husrouter** för anslutning av resurser och tjänster som finns i huset. Den ansluts till alla operatörer i regionen.
- **Redundant DNS-resolver med DNSsec** att användas av användares klienter i husregionen. Resolverna har två unicastadresser som är gemensamma för alla hus i landet. Resolvern kan förses med specialfunktioner så det är möjligt att exempelvis ladda ner hela zoner i förväg.
- **DNS-server** för root, se, in-addr.arpa och gemensam infrastruktur. Fram- och baklängesuppslagning.
- **Enumhantering i både DNS-server och DNS-resolver**. Innehåller funktioner för omdirigering av vissa nummer, exempelvis 112, i händelse av att husregionen blir isolerad.
- **Routingannonserare** och analysator av tillgänglig konnektivitet.
- Eventuellt **tid, frekvens och fas** (stratum-1).
- **NTP-tid** (stratum-2).
- **Webbserver** med statusinformation och distribuerad krisinformation, nåbar via anycast som innebär att servrar på olika platser i infrastrukturen delar på samma IP-adress.
- **Pingserver** som svarar på en nationell anycastadress och en anycastadress som är unik för husregionen.

Fem små hus

Titel: Pilotprojekt

Datum: 2021-01-18

Version: 1.0

Sida: 7 (7)

Fenomen att beakta

- Om en förbindelse inom en operatör är intermittent med hög frekvens kan det leda till att infrastrukturens routingsystem flyttar trafiken fram och tillbaka med resultatet att paketförmedlingen slutar fungera.