

Finansdepartementet

Avdelningen för offentlig förvaltning

Enheten för digital infrastruktur och säkerhet

Er referens: Fi2023/01693

Den 15:e maj fick allmänheten möjlighet att till Finansdepartementet inkomma med synpunkter på "*Frågor om dagens och framtidens utmaningar på konnektivetsområdet*". TU-stiftelsen inkommer härmed med nedanstående synpunkter som förklaras mer ingående på följande sidor och i bilagor.

- Nu gällande lagstiftning skapar inte incitament för att bevara internetets end-to-end-princip.
Vi anser att end-to-end-principen aktivt måste skyddas av lagstiftning och andra, mer detaljerade, regelverk för att främja robusthet och utveckling av nya framtida tjänster.
- Utbyggnaden av konnektivitet har främst styrts av operatörernas marknadsintresse och kommunernas egna verksamhetsbehov.
Vi anser att även andra aktörers behov måste tillgodoses, exempelvis genom en mer kvalificerad offentlig upphandling av konnektivitetstjänster. Vi anser således att staten måste ta ett större ansvar för den gemensamma kommunikationsarkitekturen, så att samhällets krav på robusthet kan uppfyllas.
- I takt med att samhällskritiska tjänster inom bland annat sektorer som omsorg, vård, finans och krisinformation flyttar ut på nätet ökar vikten av att infrastrukturen är agnostisk till vad den används för.
Infrastrukturen för elektronisk kommunikation måste kunna bära all trafik i samhället, för alla behov, byggas robust och framtidssäkert och fungera tillfredsställande såväl i daglig verksamhet som i kris- och krigssituationer. Detta garanteras bäst genom kravställning och tillsyn.
- Internetaccess, det som i praktiken ligger som grund för digitaliseringen, är idag varken definierat eller mätbart.
Internetaccess och liknande tjänster måste definieras på ett sätt som gör att det går att bedriva effektiv och ändamålsenlig tillsyn. Inte bara vid initial leverans, utan över tid. En sådan definition hjälper också organisationer, företag och konsumenter att få en förutsägbar, verifierbar och korrekt tjänst.

Ur ett informations- och cybersäkerhetsperspektiv innebär en robust kommunikationsinfrastruktur baserad på end-to-end-principen med redundanta kommunikationsvägar att kraven i **Säker infrastruktur för elektroniska kommunikationer** i

Nationell strategi för samhällets informations- och cybersäkerhet (Skr. 2016/17:213) är hanterade.

TU-stiftelsen arbetar aktivt med ett förslag till specifikation av internetjänst som ska kunna användas av marknadens aktörer (t.ex. i kravspecifikationer och tjänstebeskrivningar) samt av tillsynsmyndigheter och kunder för att säkerställa att leveranserna över tid uppfyller vissa minimikrav. I detta svar refererar vi till denna specifikation som "TU:s *internetspecifikation*".

Vårt arbetsmaterial finns publicerat på <https://github.com/tu-stiftelsen/femsmahus2/blob/main/internetspecifikation.pdf> och bifogas detta svar.

Vi anser att en robust och diversifierad infrastruktur, som bevarar end-to-end-principen, är en nyckelfaktor för fortsatt digitalisering, ökad stabilitet och långsiktigt en nödvändighet för utvecklingen av Sveriges konkurrenskraft som nation.

Stockholm 2023-08-21

Stiftelsen för Telematikens Utveckling (TU-stiftelsen)



Jan Smith
Vice Ordförande

Nedanstående personer har samverkat i sammanställningen av detta svar, inklusive bilagor. I det här sammanhanget representerar de sig själva, inte nödvändigtvis den eller de organisation(er) de har kopplingar till.

Marcus Dansarie
Torbjörn Eklöv
Patrik Fältström
Olle E. Johansson
Börje Josefsson
Fredrik Lindeberg
Peter Löthberg
Anne-Marie Eklund Löwinder
Per Nihlén

Om TU-stiftelsen

Stiftelsen för telematikens utveckling, förkortat TU-stiftelsen, bildades 1996 och har som mål att arbeta för ett gemensamt internet i Sverige som klarar alla påfrestningar och tjänar som samhällets enda kommunikationsinfrastruktur.

TU-stiftelsen äger bland annat Netnod som driver flera kritiska infrastrukturtjänster i Sverige och i den nordiska grenen av internet. Stiftelsen finansierar även relevant forskning och utveckling inom dessa områden.

Svar på departementets frågor Fi2023/01693

1. Bakgrund

Den infrastruktur för internetkommunikation som byggdes upp i Sverige under 90-talet blev framgångsrik och placerade Sverige långt fram i utvecklingen jämfört med många andra länder. Utbyggnaden skedde dock med den tidens teknik och infrastrukturen har (förutom en kontinuerlig ökning av bandbredden) inte följt med utvecklingen på området och den har inte heller följt med i förändringen av användning och samhällets successivt ökande beroende av kommunikation. Detta har gjort att många andra länder har gått om Sverige eftersom de har anammat den teknikutveckling som skett de senaste 25 åren. Sverige har däremot till mångt och mycket stannat på 1990-talet.

Design och kravställning överläts till marknadens kommersiella aktörer att lösa, vilket har skapat en obalans mellan kund och leverantör samt en låsning till gammal teknik. Samhället i form av staten behöver ta ett steg framåt och med en kombination av tillsyn, reglering, styrning av bidragsmedel och, inte minst som köpare, ta ledningen i att skapa ett mer robust nät med en högre grad av balans mellan kunder (användare) och leverantörer.

Ett exempel på problem är att användarna (kunderna) idag ofta har begränsade möjligheter att välja leverantör av internetjänst eftersom det finns en alltför stark koppling mellan ägare/leverantör av fysisk infrastruktur (fiber/transmission) och leverantör av olika typer av tjänster. Det gör att det i många fall blir omöjligt för slutkunden att välja bästa tjänsteleverantör eller att kunden blir utelåst från vissa tjänster.

Det behövs med andra ord ett omtag för att Sverige ska kunna återta positionen i toppen bland länder med bra kommunikationsinfrastruktur i fråga om robusthet och framtidssäkring, som tillgång på IP-adresser, stödtjänster etc.

I detta dokument har vi översiktligt skissat på hur ett sådant omtag skulle kunna se ut och vi ämnar att under hösten komma in med mer detaljer kring detta.

2. Inledning

En modern internetarkitektur tar höjd för att den används för all kommunikation i samhället, allt från kritisk kommunikation i kris- och/eller krigssituation, över kommunikation mellan samhälle, näringsliv och medborgare, till lättare underhållning. Detta kräver en sammanhållen infrastruktur för **all** kommunikation där anslutning kan ske via mobila nät, fiber eller på annat sätt. En infrastruktur, gemensam för hela samhället som kan byggas på ett sätt som ökar robustheten och säkerheten, samtidigt som den möjliggör en migration från dagens anslutningar.

De nät som finns idag uppfyller inte sådana krav på en modern kommunikationsplattform. Näten är fragmenterade och inte framtidssäkra. Tjänster är ofta centraliserade till ett eller ett fåtal geografiska platser i Sverige. Vi har idag en gammaldags infrastruktur som har medfört

inlåsnings av kunder och tjänster på ett sätt som inte gagnar samhället och inte heller bidrar till ökad robusthet och säkerhet.

Genom att gradvis öka kraven och den tillhörande tillsynen kan Sverige migrera till en robust, skalbar och mer framtidssäker plattform som blir en grogrund för nya tjänster både för offentlig sektor, näringsliv och medborgare. Genom förändrade krav på tjänsteleveranser kan balansen mellan leverantör och kund förändras till kundernas fördel. Det medför en mer mogen och balanserad marknad och skapar den stabila, robusta och redundanta bas som behövs för att stödja samhällets ökade digitalisering.

Ett begrepp som används ibland är **permissionless innovation**, som innebär att användningen av infrastrukturen är fränkopplad från design och drift av infrastrukturen själv, på ett sätt som gör att en användare utan tillåtelse (*permissionless*) ska kunna använda nätverket på ett **annat sätt** än först tänkt, utan att be om tillåtelse från operatören av nätverket att göra det. Med *permissionless* menas också avsaknad av både tekniska och administrativa begränsningar. Begreppet **permissionless innovation** är tätt kopplat till begreppet **end-to-end**, som avser att trafiken från en sida (*end*) framförs till en annan utan att modifieras på vägen, dvs. det som skickas över nätverket ändras inte av nätverket och är inte av betydelse för nätverket.

Detta kan jämföras med att tillhandahållaren av vägnätet inte bryr sig om vad som är lastat i lastbilar. Med lastbilar kan man transportera det som fysiskt passar i dem utan att be väghållaren om tillåtelse att köra där. Detta så länge lastbilen håller sig inom vissa övergripande krav på dimension som längd, bredd och vikt.

3. Korta svar på departementets frågor

Här följer korta svar på departementets frågor, för mer utförliga tankar – se längre fram i dokumentet och dess bilagor.

Hur kommer det sammantagna behovet av konnektivitet att se ut under de kommande åren?

Hur det kommande behovet ser ut går inte att förutsäga. Därför måste vi designa infrastrukturen för att möta samhällets totala behov. Infrastrukturen behöver vara **agnostisk** i så stor utsträckning som möjligt i relation till framtida användning. Det innebär att **end-to-end-principen**, där nätverket är skilt från det som nätverket används till, måste bevaras. Det är också viktigt att alla delar byggs med krav på skalbarhet. Det är användningen av nätet som ska vara styrande, inte nätet som begränsar hur det kan användas.

Vilka delar av samhällsutvecklingen är viktiga att ta i beaktande?

Internetarkitekturen har på kort tid blivit kritisk infrastruktur för mycket mer än det som dagligen beskrivs som "internetaccess". Fler och fler delar av samhället, även sådant som inte direkt kopplas till elektronisk kommunikation som e-tjänster och handel, är eller blir

beroende av fungerande elektronisk kommunikation. Inte minst inom styr- och reglerområdet (*Operational technology, OT*) samt "sakernas internet" (*Internet of things, IOT*) har ökningen varit mycket stor på senare tid. Framtida satsningar måste baseras på att allt mer sådan kritisk kommunikation kommer använda samma plattform och samma underliggande kommunikationsinfrastruktur. Dock är det viktigt att komma ihåg att infrastrukturen måste vara **oberoende av samhällsutveckling**, dvs. oavsett hur samhället utvecklas så måste infrastrukturen hantera det. Ansvaret för att infrastrukturen är robust och säker kan i detta läge inte överlåtas helt åt marknadens aktörer. I korthet – nätverket får inte stå i vägen för samhällsutvecklingen, utan måste kunna stödja den.

Vilka utmaningar finns för utvecklingen av den grundläggande infrastrukturen?

Det kostar att bygga en redundant och robust infrastruktur och samhället måste vara förberett på att ta kostnaden för detta. Det gäller särskilt det offentliga som genom upphandlingsprocesser mer eller mindre måste välja efter rent kvantitativa kriterier (som pris) snarare än kvalitetskriterier (som robusthet och tillgänglighet) vilket premierar leverantörer att ta fram så billiga snarare än så bra lösningar som möjligt. Det finns flera exempel på skickligt utförda upphandlingar där köparen genom god kravställning kommit runt detta, men överlag är vi av den bestämda åsikten att incitamenten för de som levererar tjänster till det offentliga är suboptimala för Sverige. I sammanhanget är det viktigt att understryka att prispress utan explicita kvalitetskrav leder till över tiden minskad konkurrens, valfrihet och därmed försämrad marknadsekonomi. Speciellt är detta relevant då kommunikation naturligt består av flera tekniska lager som designmässigt ska vara separerade (se avsnittet om end-to-end-pricipen nedan). Marknadslogik kommer att göra att de aktörer som gör investeringar i investeringstunga lager (exempelvis grävning/kanalisation) genom sina naturliga monopol kommer att kontrollera och därigenom vilja maximera ersättningen för tjänster ovanför dessa lager. Detta samtidigt som mindre aktörer naturligt saknar den investeringsförmåga som krävs för att själv konkurrera på dessa tunga lager. Speciellt måste senare aktörer som vill konkurrera i samma område där en första spelare redan etablerat sig ges tillgång till existerande infrastruktur på rimliga villkor.

Verktyg som **Services in the General Economic Interest (SGEI)** är att föredra över vanlig (svensk) upphandling, då det historiskt har visat sig vara mycket problematiskt att upphandla kvalitativa tjänster med hjälp av lagen om offentlig upphandling. Samtidigt ska man komma ihåg att om man vill att marknaden ska kontrolleras, så finns fler verktyg än lagstiftning att ta till, exempelvis att det offentliga upphandlar med tydliga krav baserade på en allmän specifikation för internetaccess. Detta till skillnad från att det offentliga explicit undviker att påverka marknaden med andra verktyg än lagstiftning, något som vi har intryck av är situationen i Sverige idag. Offentliga upphandlingar verkar många gånger resultera i en undfallenhet mot marknadens aktörer då dessa vägrar att uppfylla de krav som ställts, alternativt att krav som ställs är låga och anpassade till existerande produkters funktion. Resultatet blir att utveckling av bättre produkter och tjänster inte sker. Vi anser att det offentliga måste vara pådrivande i medborgarnas intresse, även när det kommer till att ta en marknadsposition.

På samma sätt finns en problematik i investeringsviljan. Om det inte finns en motsvarande köpkraft för tjänster som kräver investeringar kommer inte investeringar göras. Detta kan liknas vid den situation som beskrivs i "Ny elmarknad" (SOU 1995:14), utredningen för privatiseringen av vissa delar av elmarknaden, där man framhåller att investeringsvilja kommer saknas för långsiktigt hållbar utveckling av elkraftproduktion om man inte inom rimliga gränser kan garantera motsvarande betalningsvilja. Med andra ord, en privatisering av elkraftproduktion kommer leda till ett lapptäcke av kortsiktiga lösningar då större långsiktiga lösningar innebär en ineffektivitet på marknaden. Det går att argumentera för att samma fenomen har uppstått för konnektivitet där det offentliga (inklusive kommuner och regioner) varit allt för passivt i upphandlingar, tillsyn och som ägare. Oro för att styra marknaden och lyhörddhet för vissa privata aktörers specifika intressen har lett till odefinierad terminologi som "bredband" och tveksamma påståenden om "teknikneutralitet" eller "infrastrukturkonkurrens". Den uttalade anledningen har varit att inte påverka marknaden för att därmed garantera att privata aktörer har tillräckliga incitament för att bygga ut just den odefinierade funktionen "bredband". Resultatet har blivit en utbyggnad av nät på ett sätt som inte är långsiktigt optimalt för Sverige.

Ett exempel på problem är den långsamma utbyggnaden av infrastruktur med stöd för moderna IP-adresser (IPv6), vilket är en förutsättning för utvecklingen av nya innovativa internetbaserade tjänster. Idag ligger Sverige efter i denna utbyggnad jämfört med andra länder. Om den långsamma utbyggnadstakten består riskerar det att hämma Sveriges konkurrenskraft på både kort och lång sikt.

Brist på IPv6-infrastruktur är ett exempel på hur nätet begränsar vilka tjänster som kan utvecklas och användas. Återigen vill vi peka på hur viktigt det är att nätet aldrig har denna typ av begränsningar.

Vilka förutsättningar behöver vara uppfyllda för att möta behoven av konnektivitet?

Att konnektivitet i Sverige följer internetmodellen och dess gemensamma standarder och överenskommelser samt att internetarkitekturen möter alla framtida tänkbara behov för konnektivitet. Skalbarhet, robusthet och säkerhet måste prioriteras. TU-stiftelsen arbetar för närvarande med att utveckla specifikation för detta, **TU:s internetspecifikation**.

Vad behöver olika aktörer bidra med?

Offentlig sektor måste framförallt upphandla kompetenta tjänster, som driver marknaden i rätt riktning – mot tjänster som är robusta och uppfyller de indirekta krav som finns gällande **end-to-end** och **permissionless innovation**. Villkoren för tilldelning av bidragsmedel måste dessutom anpassas för att uppfylla en mer långsiktig modell, inte bara mäta antalet anslutningar.

Kommersiella ägare av digital infrastruktur kommer inte ta initiativ till en robustare infrastruktur än vad kunderna är beredda att betala för. Det saknas med andra ord incitament för dessa privata aktörer att genomföra en förändring förrän det börjar gå riktigt dåligt i termer av kris och ytterst krig. Då är det för sent. En liknande utveckling har setts vad gäller

införandet av protokollet IPv6 där operatörer hänvisar till bristande kundkrav – och kunder inte kan genomföra en upphandling innehållande IPv6 eftersom tjänsten inte finns i tillräcklig omfattning. Här har PTS till regeringen nyligen förordat reglering i stället för tillsyn för att få en förändring på marknaden.¹

Därtill finns det ett utbildningsbehov som samhället måste hantera. En omställning av det offentliga som på sikt kräver ökat behov av personal med rätt kompetens ligger tidsmässigt långt bort. För att snabba på processen behöver det redan nu vidtas åtgärder för att säkerställa att rätt kompetens finns tillgänglig när omställningen är på plats. Samtidigt vill vi poängtera att om ett nät är agnostiskt gällande vad det kan användas till så minskar detta behovet av kompetens om nät hos den som använder en specifik tjänst (som i sin tur är beroende av ett nät). Det räcker, och ska räcka, med att kunskap finns om tjänsten.

En förutsättning för en utveckling av infrastrukturen i linje med vad som här föreslås är att en utpekad myndighet kan ses som ägare av denna driftsäkra kommunikationsarkitektur. Myndigheten borde bland annat delta med kompetens i ramupphandlingar och utöva tillsyn över marknadsaktörer – och på så sätt stimulera en utveckling till en robust infrastruktur för all kommunikation.

1

<https://www.pts.se/sv/nyheter/internet/2022/ipv6-i-sverige--inte-tillrackligt-att-framja-kraftfullare-atgader-behovs/>

4. End-to-end-principen och dess värde

En av de grundläggande faktorerna som ledde till internetteknikens framgång var **separationen av tjänster från leverans av kommunikation**. Att kunna skapa tjänster utan speciell licens, utan tillstånd av operatörer m.m. ledde till den explosion av tjänster och information vi sett på nätet. Tidigare försök, som till exempel Videotex, krävde specialavtal och skalade varken globalt eller lokalt. Internets arkitektur möjliggjorde skapandet av många nya svenska framgångsrika företag och en förändring i tillgång till varor och tjänster över hela landet. Inte minst under Covid-pandemin, när många organisationer övergick till att låta personalen arbeta distribuerat över internet, visades styrkan med internetmodellen. Anställda kunde koppla upp sig oavsett vilken operatör man valt i hemmet.

En grundläggande princip i det protokoll som är basen i internetarkitekturen, Internet protocol (IP), är att alla anslutna noder ska kunna kommunicera med alla andra. Alla ska kunna ansluta som klient till en server var som helst på nätet. Under internets framväxt skapades en alternativ arkitektur baserat på en vision om "*the information superhighway*" där anslutna konsumenter enbart konsumerade data från centrala tjänster, ungefär som i kabel-tv-nät eller Videotex-systemet. Detta alternativ visade sig vara mindre framgångsrikt. Idag har användare lokala larm, videokameror i sommarstugan, IP-telefoner och inte minst olika sensorer som ansluts. Alla tillhandahåller tjänster som ska nås någon annanstans ifrån – från mobilen, från jobbet, från en släkting eller en central tjänsteleverantör. Småföretag kan sätta upp egna servrar hos sig som kunderna kan nå varifrån som helst.

Den här modellen kallas ofta **end-to-end-principen** och innebär att alla ska kunna ansluta till alla om det behövs (och om säkerhetsregler tillåter). Den är basen för ett skalbart system, inte minst när allt fler saker och användare ansluts till nätet. Internetarkitekturen är inte en central producent med en lokal konsument – utan en distribuerad modell som fortfarande möjliggör centrala producenter samtidigt som den ger möjlighet att skapa en mångfald av lokala små producenter, i praktiken allt från små enheter kopplade till sakernas internet (IoT) till stora datacenter. Allt som ansluts till internet blir en del av internet.

Viktigt att notera är att **end-to-end-principen** rör både teknik och policy (genom t.ex. avtal eller lagar och regelverk). På samma sätt som att det ska vara tekniskt möjligt att koppla upp sig varifrån som helst till var som helst, så måste detta ske utan avgifter, byråkrati eller andra ritualer kopplade till var trafiken går och var trafiken kommer ifrån. Prissättning har ändrats från att bero på avstånd och faktiskt utnyttjande till att enbart bero på möjlig kommunikation (bandbredd). Det är en princip som möjliggjort framväxten av många globala företag, varav några med bas i Sverige.

Se Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademiens rapport "Digitalisering för ökad konkurrenskraft" som rör samma koncept med begreppet "Lasagne-modellen"².

² Digitalisering för ökad konkurrenskraft, <https://www.iva.se/contentassets/ac0792ff295d4dc6b08d762e1ca10514/201902-iva-digitalisering-slutrappport-l.pdf>

5. Samhällsintressen som tillgodoses

En fungerande kommunikationsinfrastruktur är idag en förutsättning för många tjänster och samhällsfunktioner. Man kan exempelvis dra paralleller till dricksvatten³, elnät, vägnät och spårnät. Skillnaden är att den nuvarande infrastrukturens robusthet inte motsvarar de behov som krävs för acceptabel robusthet i de tjänster som nyttjar den.

Kommunikationsarkitekturen för Sverige ska tillåta strömmande film, webbsidor och överföring av röntgenbilder mellan sjukhus på samma sätt som en väg tillåter att lastbilar, cyklar, bussar och ambulanser kör på den. Dessutom ska den tillåta innovation och kunna bära framtida tjänster. Man kan tekniskt säga att vägen inte är gränssättande för vad som kör på den, utan all innovation för fordon (inom vissa gränser) får köra på vägen. Det kvittar för vägens skull om det är en elbil, en ambulans eller en långtradare som kommer på vägen. På liknande sätt får alla som har tillräckliga resurser köra som pizzabud; väginfrastrukturen förbjuder inte eller ger fördel för pizzabud med viss färg på bilen, visst bilmärke eller motsvarande. Det råder med andra ord en separation mellan vägen och det som kör på vägen. Detsamma måste gälla för elektronisk kommunikation.

De krav som finns för att skicka och ta emot information över infrastrukturen för elektronisk kommunikation måste också specificeras. På motsvarande sätt som det finns grundläggande begränsningar för vägar och krav på bilar och andra fordon, behövs ett lägsta kravnivå för elektronisk kommunikation.

I valet av kommunikationsarkitektur anser vi att IPv6 är den standard som ska ligga som grundkrav för kommunikation. Se **TU:s internetspecifikation** för en mer utförlig teknisk specifikation. Detta innebär explicit att infrastrukturen måste vara tillåtande och att den ska vara agnostisk till, och separerad från, innehållet i trafiken som går över nätverket⁴.

Flera nuvarande förslag på EU-nivå är direkt problematiska. Specifikt är *“Sender Party Network Pays”* ett problem då den explicit binder trafikinhållet till kommunikationsarkitekturen i ett affärsperspektiv. *“Sender Party Network Pays”* och liknande förslag förstör fundamentalt end-to-end-principen och kan riskera att möjlighet och lust till innovation minskar och därmed att möjligheten till nya snabbväxande europeiska företag och speciellt startups drastiskt begränsas.

Det är viktigt att här förstå att samhällsvärde av en kommunikationsarkitektur inte skapas genom vertikaler, utan genom nätverkseffekter. En relativt lättillgänglig text på ämnet är *The Wealth of Networks*⁵ som går igenom hur samhällen har utvecklats från att få realiserat samhällsvärde från stora vertikaler (t.ex. stora biltillverkare i USA) till att få samhällsvärde från nätverkseffekter (t.ex. internetbaserade tjänster och open source-mjukvara).

³ Se exempelvis <https://www.netnod.se/internetaccess/internet-access-and-clean-water>

⁴ Se FOI:s rapport “Vilse i lasagnen” för en problembeskrivning i det större perspektivet digitalisering: <https://www.foi.se/rest-api/report/FOI-R-4814-SE>

⁵ Benkler, Yochai (2006). *The wealth of networks: how social production transforms markets and freedom*. New Haven: Yale University Press.

Nuvarande politiska inriktning, som målas ut i bredbandsstrategin⁶, har fått kritik av Riksrevisionen⁷ både i termer av formulering och faktiskt implementering. I grund och botten gör Riksrevisionen samma bedömning som vi, att bredbandsstrategin diskuterar en slutkundstjänst snarare än de nätverkseffekter som vi anser att infrastrukturen för elektronisk kommunikation ska möjliggöra.

6. Internetaccess och tillsynsmöjligheter

Ett grundläggande problem är att det saknas en definition för tillgång till infrastruktur för elektronisk kommunikation som i sin tur kan ligga till grund för kravställning och fortlöpande tillsyn. Motsvarande finns för elnät, vägnät, spårnät och dricksvattenförsörjning. I det senare fallet ska tillsynen säkerställa att dricksvattnet uppfyller de krav vi har, dvs. är drickbart.

Den definition vi arbetar med återfinns i **TU:s internetspecifikation**. Det som är av yttersta vikt i definitionen är att den säkerställer de nätverkseffekter som Sverige behöver få från sin infrastruktur för elektronisk kommunikation.

I termer av internetaccess är det grundläggande **IPv6-funktionalitet** som **behöver säkerställas** för god effekt på kort och lång sikt. **TU:s internetspecifikation** syftar till att vara en specifikation som myndigheter, företag och andra kan upphandla grundläggande kommunikationstjänster efter. Specifikationen rör grundläggande tjänster, dvs. paketförmedling och inte tjänster på högre nivåer, som DNS, tid, strömmande film m.fl.

Eftersom elektronisk kommunikation idag används av alla samhällssektorer och alla funktioner, behövs speciella krav för grundläggande kommunikation, inklusive tillsyn av dess funktionalitet. Detta så att sektorsspecifika definitioner och tillsyn kan hanteras av expertmyndigheter inom dessa områden – som därmed kan utgå från och verifiera att konnektiviteten följer specifikationen.

7. Sammanfattning

Det som Sverige behöver för att bibehålla sin konkurrenskraft på kort sikt i termer av konnektivitet eller kommunikationsarkitektur är en **end-to-end**-infrastruktur som är **agnostisk** till vad som skickas över den, både i termer av teknik och i termer av affärer. Detta tillhandahålls enklast genom en infrastruktur enligt vad som framgår av utkastet till **TU:s internetspecifikation**.

Infrastrukturen ska vara kapabel att motsvara kraven för allt från hushåll upp till höga konfidentialitetskrav från finansmarknaden, styrning av industriella processer och militära behov. Klarar den höga krav så blir infrastrukturen ett nationellt intresse och en gemensam tillgång för Sverige.

⁶ Se *Sverige helt uppkopplat 2025 – en bredbandsstrategi (N2016/08008/D)* som är den nuvarande politiska inriktningen för en stor del av elektroniska kommunikationer i Sverige.

⁷ Se *Bredband i världsklass? – Regeringens insatser för att uppfylla det bredbandspolitiska målet (RiR 2017:13)*

Detta skapar nästintill oändliga möjligheter för samhället och dess aktörer att innovera utan att vara begränsade av arkitekturen. Målet samhället bör ställa på sin kommunikationsarkitektur är att den ska vara **explicit tillåtande**, det vill säga att den får inte sätta några affärsmässiga, koordinerande eller tekniska krav utöver de minimikrav som gäller för överföring och överlämning av innehållet.

Stiftelsen för telematikens utveckling (TU-stiftelsen) avser att arbeta vidare med dessa frågor och utarbeta en rad rekommendationer för en stabilare, säkrare och mer tjänsteneutral kommunikationsarkitektur för Sverige. I detta arbete kommer vi att bjuda in till dialog med olika parter och emotser en konstruktiv process.

Bilaga 1 – Terminologi

När vi arbetat med det här dokumentet så har det framkommit att det råder tveksamhet när det gäller vad olika termer betyder. Olika personer och organisationer har olika uppfattning om vad till exempel "bredband", "operatör" etc. betyder och står för. Här kommer en uppräknig av några av de termer vi använt i detta dokument, och vad vi menar med dessa.

Arkitektur (kommunikationsarkitektur etc) Den modell eller "ritning" som beskriver det system för konnektivitet som ska byggas.

Avlämningsnät Nätsegment mellan operatörens utrustning och **avlämningspunkt**.

Avlämningspunkt Den punkt där en **operatör** överlämnar en tjänst till slutkunden.

Bredband Marknadsterm för en produkt som säljs utan koppling till specifikation eller (teknisk) arkitektur.

Infrastruktur (kommunikationsinfrastruktur etc) Resultatet man får när man skapat något enligt en given **arkitektur**.

Internetaccess Det som specificeras i **TU:s internetspecifikation**. Rör grundläggande access för att skicka och ta emot IP-formaterade paket utan tilläggstjänster.

Kommunikationsoperatör Mäklare av operatörstjänster.

Operatör Någon som levererar **Internetaccess**.

Bilaga 2 – Beskrivning av en del av dagens tekniska problem

Avsaknad av robusthet

Ett problem med infrastrukturen i landet är avsaknaden av robusthet, vilket inte nödvändigtvis är synonymt med avsaknad av fiber. Dilemmat är ofta att många operatörer bara har en (eller ett fåtal) vägar att tillgå och att man i många fall har sina förbindelser i samma fysiska kabel som konkurrenterna. Dessutom är mycket av den infrastruktur som behövs för att nätet ska fungera väldigt centraliserad. Det finns situationer då slutanvändarens fysiska förbindelse är hel, men det ändå inte finns konnektivitet eftersom man inte har kontakt med de centraliserade serverna.

Användningen av IPv6 är blygsam i Sverige

Adresser på internet, så kallade IP-adresser, var tidigare baserade på version 4 av internetprotokollet (IPv4). IP-adresserna delas ut globalt och tillgången till IPv4-adresser är numera väldigt begränsad och/eller dyr. I praktiken har de tagit slut, vilket innebär att det finns en marknad för att handla med adresser. Den version av IP som numera har ersatt IPv4 kallas IPv6. Där är adresstillgången inte längre ett problem. IPv6 erbjuder också andra fördelar jämfört med IPv4. Tyvärr så är användningen av IPv6 i Sverige fortfarande väldigt blygsam, speciellt i jämförelse med många andra högteknologiska länder.

Att Sverige inte för länge sedan anammat IPv6 på bred front är ett problem som kommer att eskalera framöver eftersom tillgång, pris och tjänsteutbud allt mer kommer att hämmas.

Några exempel:

- Operatörer (och slutanvändare) tvingas till så kallad adressöversättning (NAT), ibland i flera steg, för att spara adresser. Detta gör symmetrisk kommunikation svår och gör också att tjänster som behöver koppla upp sig från internet mot slutanvändaren (till skillnad från när användaren själv initierar en förbindelse "inifrån") blir komplicerade och svåra. Exempel på sådana tjänster kan vara sakernas internet (IoT), övervakningssystem, trygghetslarm mm. Adressöversättning i flera steg är helt omöjlig att använda för företag som har mejl- och webbtjänster på sitt nät eftersom dessa då inte går att nå utifrån.
- Användare (både företag och privatpersoner) som har tjänster som behöver nås (eller identifieras) med unika adresser kan inte erbjuda (eller utöka) sådana tjänster eftersom tillgången på IPv4-adresser är så begränsad att det är svårt eller omöjligt att få fler sådana adresser.
- Övervakning/spårning av olaglig eller störande trafik försvåras avsevärt i och med att den störande utrustningen "göms" bakom ett eller flera lager av översättare.
- Eftersom många nya tjänster numera har servrar som i första hand använder IPv6, så blir dessa tjänster sämre (eller onåbara) för de som inte kan få sådana adresser.

Tyvärr så är detta ett problem som slutanvändarna (framförallt hushåll och småföretag) inte kan påverka eftersom väldigt många av de operatörer som riktar sig till dessa

kundkategorier inte kan (eller vill) erbjuda IPv6 i sina nät. IPv6 i sig är inte nytt och det finns de i Sverige som använt det i mer än 20 år, men med flertalet av användarna/konsumenterna utanför landet.

Bilaga 3 – Ytterligare läsning

Nedan följer rekommenderad läsning på området med en kort förklaring per text vad den går ut på och vilken relation den har till denna text.

- **TU-Stiftelsen: Projektet “Fem små hus”:**
<https://github.com/tu-stiftelsen/femsmahus>
Det tidigare projektet “Fem små hus” som tog fram ett förslag på nationell arkitektur för ett robust IP-nät baserat på idén att det behövs fem trafikutbytesplatser per region för en riktigt robust IP-nät.
- **Vetenskapsrådet: Att motverka överbelastning av samhällsviktiga webbplatser Slutrapport 2018 från projekt Särinner:**
<https://pts.se/globalassets/startpage/dokument/icke-legala-dokument/rapporter/2018/internet/slutrappport-sarinner-2018.pdf>
Vetenskapsrådet i form av SUNET, med hjälp av Netnod, på uppdrag av PTS, undersökte i projekt Särinner hur webbaserade tjänster skulle kunna göras stabilare. Slutsatsen var att även om webbaserade tjänster kan göras stabilare är största problemet brist på koordinering gällande grundläggande nätinфраstruktur.
- **USA:s National Cybersecurity Strategy Implementation Plan:**
https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2023/07/National-Cybersecurity-Strategy-Implementation-Plan-WH.gov_.pdf
Vita Husets implementationsplan för deras cybersäkerhetsstrategi. I texten finns det några specifika och generella punkter av intresse. Specifikt är **Strategic Objective 4.1: Secure the Technical Foundation of the Internet** är av intresse som indikerar vikten av ett fungerande Internet i termer av end-to-end-princip. Generellt är **Pillar Three: Shape Market Forces to Drive Security and Resilience** av intresse som avhandlar Vita husets avsikt att explicit forma och påverka marknader för att driva säkerhet och resiliens.
- **PTS: IPv6 i Sverige - inte längre tillräckligt med enbart främjandeåtgärder - PTS-ER-2022:26:**
https://www.pts.se/globalassets/startpage/dokument/ipv6/ipv6-i-sverige---inte-langre-tillrackligt-med-enbart-framjandeatgarder--redovisning-av-uppdrag--pts-er-2022_26-slutlig.pdf
PTS slutrapport på regeringsuppdrag om att upprätta en IPv6 forum samt redovisa kvarvarande hinder för införandet av IPv6 i Sverige. PTS gör en bred analys av läget och konsekvenser, samt föreslår åtgärder som bör vidtas för att hantera kvarvarande hinder. PTS konstaterar att säkerhet i nät och tjänster kan påverkas i negativ riktning och konkurrenssituationen bland marknadsaktörerna i Sverige kan försämrats.
- **SSNF: Hela Sveriges behov av infrastruktur:**
https://www.ssnf.org/globalassets/press-och-asikter/stadsnatsforeningen-tycker/inspel-mal-ny-br edbandsstrategi_230609.pdf
Stadsnätsföreningens (SSNF) inspel för en ny bredbandsstrategi publicerad juni 2023. SSNF:s föreslagna mål är på en högre nationell nivå och handlar mindre om mätbara tekniska mål för konnektivitet. Tyvärr undviker målen helt att diskutera Internet.
- **Netnod och Internetstiftelsen - Definition av Internetaccess (2019):**
https://www.netnod.se/sites/default/files/2019-06/Internetstiftelsen_Internetaccess_Definition_A4_UTKAST-1%5B2%5D.pdf
Resultatet av “Projekt Internetaccess” som leddes av Netnod och Internetstiftelsen. Projektet hade

som mål att definiera en internetaccess-tjänst fullständigt för en slutanvändare. Den tekniska specifikation i **TU:s internetspecifikation** definierar vi en delmängd av den specifikation som "Projekt Internetaccess" ämnade att definiera. Lite förenklat så definierar **TU:s internetspecifikation** paketutbyte i teknisk bemärkelse, och rör inte funktionalitet på överliggande lager (som DNS, TCP och UDP) eller affärsmässiga tilläggstjänster (som kundsupport).

- **Sveriges offentliga sektor och IPv6** <https://ipv6ioffentligsektor.se/>
PTS-finansierad tjänst som visar hur offentlig sektor, det vill säga myndigheter, kommuner, och regioner i praktiskt bemärkelse, har infört IPv6. Tjänsten indikerar om IPv6 är infört, påbörjat, ej påbörjat eller felaktigt infört.
- **Google IPv6 per Country adoption** <https://www.google.com/intl/en/ipv6/statistics.html#tab=per-country-ipv6-adoption>
Statistik från Google indelat i IPv6-användning i olika länder. Eftersom Google har möjlighet att korsköra all sin statistik är deras resultat sannolikt mycket representativt för en region. Notera att användandet av IPv6 i regel även leder till bättre svarstider och därmed förbättrad användarupplevelse för slutanvändarna. Googles statistik inkluderar även infrastrukturtjänster och är därmed inte begränsad till enbart enheter hos slutanvändare som till exempel bärbara datorer och telefoner, utan innefattar sannolikt även lejonparten av molntjänster och datacenter.
- **Facebook IPv6** https://www.facebook.com/ipv6/?tab=ipv6_country
Statistik från Facebook indelat i IPv6-användning från länder. Facebook har färre användare än Google och inkluderar i huvudsak enheter som besöker Facebook, dvs bärbara datorer och telefoner.
- **IPv6 i .se-zonen** - <https://ipv4.rip/>
En sida som bara visas om man har IPv6, annars visas ett praktiskt exempel på ett fragmenterat Internet där inte alla har tillgång till samma information.
- **Varför är Sverige så dåligt på IPv6 – Why is Sweden a CGNAT country** <https://www.youtube.com/watch?v=rx7RHV3MhM>
Torbjörn Eklöv, Nordlo Södra Norrland AB på Netnod Tech Meeting 2021 går igenom flera anledningar varför Sverige som land har så dålig tillgång till IPv6, både rent tekniskt och ur ett marknadsperspektiv.
- **APNIC IPv6 i Sverige** <https://stats.labs.apnic.net/ipv6/SE>
APNIC:s statistik på IPv6-användande i Sverige. APNIC är internet-registratur för Asia-Pacific.
- **PTS regional robusthet** <https://www.pts.se/sv/bransch/internet/Om-robust-kommunikation/robusthetshojande-atgarder/>
PTS regional robusthet är ett projekt för robusthetshöjande åtgärder för elektronisk kommunikation i Sverige.
- **80% av USA:s myndigheter ska vara IPv6-only 2025** <https://www.commerce.gov/about/policies/ipv6-policy>
USA:s regering har gett i uppdrag att samtliga myndigheter över tid ska gå över till IPv6.