

# FRAMTIDENS TRÅDLÖSA UPPKOPPLING

Handbok för hållbara lösningar för  
företag och organisationer

**TELE2**



FÖRETAG

# Innehållsförteckning

<b>Ny teknologi skapar nya vinnare</b>	<b>3</b>
<b>Obegränsade möjligheter med uppkopplad utrustning</b>	<b>5</b>
Skapa nya inkomstströmmar	5
Optimera verksamheten, minska kostnaderna	6
Förbättra kundupplevelsen	6
Följa lagkraven	6
Öka livslängden	7
<b>Varför trådlös uppkoppling?</b>	<b>7</b>
<b>Vad skall man välja för en hållbar framtid?</b>	<b>7</b>
Upplevda problem med existerande trådlös infrastruktur	8
Det finns flera uppkopplingsalternativ	9
Var och hur skall uppkoppling ske?	10
Täckning och mobilitet	10
Hastighet	12
Kapacitet	14
Fördröjning	15
Vad skall kopplas upp?	16
Säkerhet – vilka risker uppstår vid uppkoppling?	16
Lösningar för att styra vem eller vad som kan koppla upp sig	16
Lösningar för att säkerställa tillgänglighet	18
Hur går man vidare?	19
<b>Kundcase</b>	<b>21</b>
Mobilt bredband och förstärkt inomhustäckning	21
Global IoT	22
Private Network och Global IoT	22
Mobilt bredband och Lokala nät med WiFi	24

# Ny teknologi skapar nya vinnare

Lanseringen av uppkopplingsteknologierna 3G, 4G och fiber har medfört nya möjligheter för både nya och etablerade företag och organisationer.

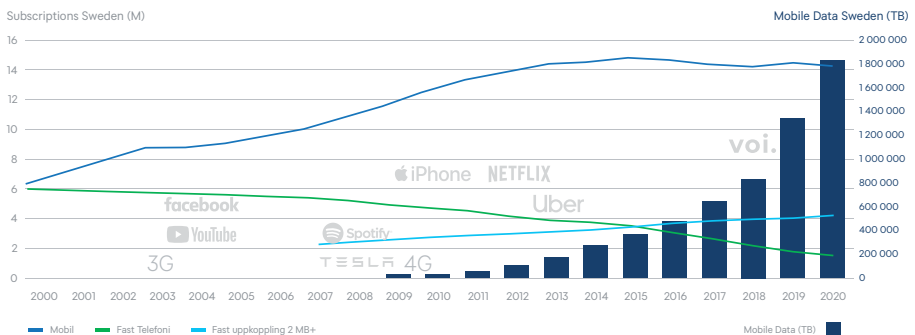


Figure 1. Subscriptions/Mobile Data Sweden (Source: PTS)

3G lanserades i Japan 2001 och det var funktionen att ladda ned musik, filmer och applikationer till telefonen som drev efterfrågan. I Sverige lanserades 3G 2003. 3G banade väg för företag som Facebook och Youtube som båda lanserade sina tjänster 2004. Men det fanns entreprenörer som trodde på streamad musik, inte nedladdad, och hösten 2008 lanserades Spotify. Två och ett halvt år efter lanseringen hade Spotify 1 miljon betalande användare.

Även andra branscher såg möjligheterna med ny teknologi. Tesla grundades 2003 och lanserade 2008 sin första bilmodell. Tesla har förändrat exempelvis trådlösa programvaruuppdateringar som kontinuerligt förbättrar användarupplevelsen.

Den lansering som sannolikt har påverkat oss allra mest är den så kallade smarta telefonen, smartphone. Produktkategorin fick genomslag när Apples iPhone 4 började säljas i Sverige 2010. Detta sammanföll med den pågående utrollningen av 4G i Sverige som påbörjades i slutet av 2009.

4G och penetrationen av fiberbaserat bredband banade väg för streamingtjänsten Netflix framgångar. Företaget startades redan 1997 och hyrde då ut DVD via post, innan man 2007 började erbjuda streamingtjänster över internet i USA. Den 15 oktober 2012 lanserades den nordiska versionen. Undersökningen Svenskarna och internet visade 2019 att över hälften (58 %) av de svenska internetanvändarna tittade på Netflix.

En annan affärsidé som förändrat en hel bransch är Uber. Bolaget grundades i San Fransisco 2009 och idén var en appbaserad taxitjänst där användaren kan se var chauffören befinner sig och vice versa. Vid beställning av en bil kan beställaren på kartan i appen se hur bilen rör sig och hur lång tid det förväntas ta innan den är framme.

Även i Sverige har delningstjänster utvecklats. 2018 grundades mikromobilitetsbolaget Voi Technology som erbjuder mobilitet via elsparkcyklar i storstäder. Uppkoppling är grunden för delningstjänsten, till exempel för att lokalisera, låsa upp, återlämna och betala, men även för att leva upp till myndigheters säkerhetskrav. Till exempel sänks topphastigheten i realtid från 20 km/h till 6 km/h på utpekade gågator genom det nät som elsparkcyklarna är uppkopplade till.

# Obegränsade möjligheter med uppkopplad utrustning

Att vara uppkopplad är idag en självklarhet för många människor. Möjligheterna för användarna är obegränsade. Det vi ser hända nu är att uppkoppling av utrustning utmanar den fysiska världen, främst inom de 5 områdena på bilden nedan:



Figure 2. 5 Områdena

## Skapa nya inkomstströmmar

En trend är tjänstefiering. Det är en strategi för att skapa nya intäktströmmar baserade på befintliga fysiska produkter genom att skifta från en produktcentrerad till en tjänstecentrerad affärsmodell. På många marknader är marginalerna idag pressade och för att bli framgångsrik räcker det inte att endast ha produkter i världsklass. Som berörts ovan kan konsumenter och företag idag nyttja allt från elsparkcyklar till grävmaskiner under en viss tid eller för en viss sträcka. Uppkopplingen möjliggör bland annat aktivering och debitering.

En annan trend är att lansera produkter som bygger värde genom uppkoppling. Ett bra exempel är spårutrustning för värdefulla tillgångar, varor eller människor. Att ha spårutrustning som inte kan kommunicera sin plats är inte meningsfullt.

## **Optimera verksamheten, minska kostnaderna**

Med tanke på de enorma förändringarna som sker i världen idag är OPEX viktigare än någonsin. Företag som är ledande inom OPEX är det för att de lägger fokus på att sänka kostnaderna, förbättra effektiviteten och implementera teknik och partnerskap som driver verksamheten framåt. Syftet är att eliminera förlust och svinn i verksamheten, att kort sagt ta verksamheten till en optimal nivå, vilket kan uppnås genom att samla in data i realtid. Härmed ges ett viktigt bidrag till produktionseffektiviteten genom att avsevärt förbättra processprestanda (utnyttjandegrad av utrustningen, avkastning, produktkvalitet, tillgänglighet, säkerhet och leveransprestanda) och minska kostnaderna (energiförbrukning, råvaruförbrukning, lagernivåer, personal och kapital). Ett konkret exempel är uppkopplade frysar som larmar när temperaturen avviker från godtagbara intervall.

## **Förbättra kundupplevelsen**

Kundupplevelse (CX) är kundernas helhetsuppfattning om upplevelsen av företaget eller varumärket. Det är resultatet av varje interaktion som en kund har med företaget, från att navigera på webbplatsen eller att prata med kundservice, till att ta emot den produkt eller tjänst som de valde att köpa. Att leverera en bra kundupplevelse är oerhört viktigt för alla företag. Ju bättre upplevelse kunderna får, desto fler återkommande kunder och positiva recensioner får företaget. Samtidigt minskar tidsåtgången och kostnaden för kundklagomål och returer. Ett exempel på hur uppkoppling bidrar till en bättre kundupplevelse är appar som visar tidtabellen i realtid tack vare att fordonet löpande rapporterar position och trafikinformation.

## **Följa lagkraven**

I många länder finns det föreskrifter som anger hur elmätardata ska samlas in, samt hur ofta. Det finns inget kostnadseffektivt sätt att manuellt samla in data från alla hundratusentals mätare varje dag, så här är alternativet att implementera IoT för att samla in uppgifterna ett lätt beslut. 2020 hade nära 200 miljoner elektriska smarta mätare rullats ut i EU, vilket innebär att nästan 72 procent av de europeiska konsumenterna har en smart mätare för el.

Ett annat kanske inte lika tydligt exempel är lagstadgade krav på att ansluta fordon. I EU antogs lagen eCall 2015 som kräver att alla nya bilar ska vara utrustade med eCall-teknik från april 2018. I händelse av en allvarlig olycka ringer eCall automatiskt 112 – Europas enda nödnummer. Detta var en av de främsta initiala drivkrafterna för att koppla upp fordon och den infrastrukturen möjliggör nu ett stort antal nya tjänster, såsom att starta kupévärmaren en kall morgon eller att låsa dörrarna på distans.

## Öka livslängden

För att skapa en mer hållbar framtid kan man skapa digitaliserade produkter vars funktionalitet ökar över tid. Det möjliggörs av att produkten är uppkopplad och har mjukvara som kan uppdateras. Sedan lång tid gäller detta för elektronikprodukter och allt fler produkter i till exempel bilar, båtar och i den industriella maskinparken uppgraderas och uppdateras via uppladdning av ny mjukvara.

## Varför trådlös uppkoppling?

Vårt samhälle är alltmer digitaliserat och vi ser allt fler mobila användningsfall.

Fast uppkoppling är viktig för Sveriges digitalisering. Men för så kallad "last mile" inomhus är den inte alltid optimal. Total Cost of Ownership för kabel är hög. Det beror på att det både är dyrt att dra kabel och att förvalta kabelnät med dokumentation etcetera. Det är också långa ledtider vid förändringar som till exempel ombyggnation eller ny produktionsprocess. Många gånger klarar man inte av att upprätthålla tillgängligheten till affärskritiska system dygnet runt när man gör förändringar på grund av begränsad redundans.

En annan drivkraft för trådlös uppkoppling är önskan att digitalisera verksamheter inomhus och utomhus med samma typ av utrustning.

## Vad skall man välja för en hållbar framtid?

Vilken uppkoppling passar bäst? Utgå från vad som skall uppnås *idag*, organisationens övergripande strategier för *kommande år* samt vilka värden som skall skapas för en *hållbar framtid*.

- Vilka är de värdeskapande användningsfallen? Om möjligt kvantifiera värdet som skapas för att kunna prioritera kraven och för att kunna skapa ett business case för investering.
- Vad skall kopplas upp (anställda, besökare, utrustning etc.)? Vilka har vi kontroll över och vilka är okända?
- Var och hur skall uppkopplingen fungera? Finns det någon specifikt utmanande plats där det idag är problem med täckning?
- Legacy man måste förhålla sig till (system, utrustning, tjänster etc.) –

återstående livslängd?

- Vilken organisation finns för att hantera uppkoppling? Vilket är behovet av stöd utifrån?

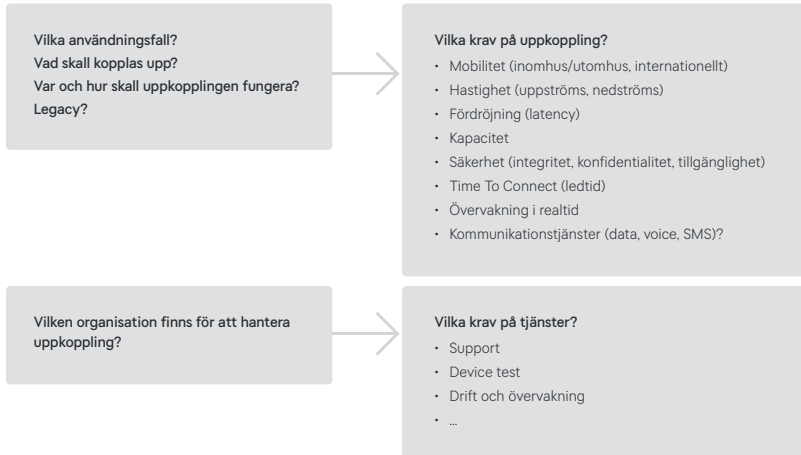


Figure 3. Vilken uppkoppling passar bäst?

### Upplevda problem med existerande trådlös infrastruktur

De flesta företag och organisationer har redan idag inslag av trådlös uppkoppling för något eller några användningsfall. Men över tid kan uppkopplingsproblem utgöra ett hinder för att skapa det värde man vill uppnå.

- Mobil utrustning tappar uppkoppling när den rör sig (handover).
- Sämre täckning efter ändring av inredning eller renovering av fastighet.
- Uppkopplingen uppfyller inte säkerhetskrav.
- Kapacitetsbrist på grund av för många samtida uppkopplade enheter.
- Störningar från andra nät.
- Användningsfall kräver lägre fördröjning än tillgängligt.
- Behov av att prioritera viss trafik.
- Kort livslängd på infrastrukturens hårdvara.
- Komplexitet att bygga sammanhängande nät inomhus, utomhus och över större ytor.



Det man lärt sig under resan är värdefullt och bidrar till allt bättre kravställning på framtidens tekniska lösningar.

## Det finns flera uppkopplingsalternativ

5G och WiFi 6 är nya teknologier som rullas ut och som kompletterar befintliga lösningar. De alternativ vi kommer jämföra är följande:

- **Mobil bredbandsuppkoppling (MBB)**

4G/5G i ett av de publika näten i Sverige som drivs av respektive mobiloperatör. För att kunna bygga mobilnät och använda sig av radiosändare krävs så kallat radiotillstånd eller spektrumtillstånd. Dessa tillstånd ger innehavaren rätt att använda radiosändare inom vissa angivna spektrumband. Data, även kallad "surf", är den huvudsakliga tjänsten som ingår i ett mobilt bredband och den erbjuds ofta för ett fast pris i månaden för en viss mängd data. Tjänsten kan användas nationellt och som roaming vid resor.

- **Förstärkt inomhustäckning**

Mobiloperatör bygger extra täckning av sitt publika nät inom- eller utomhus för specifik kund. I de fall mobilnät som är placerade utanför en fastighet ensamt eller tillsammans med andra kommunikationsnät inte ger den täckning och kapacitet inne i en fastighet som en fastighetsägare kräver, kan ett fastighets-specifikt mobilnät inne i fastigheten anläggas. I normalfallet byggs sådana inomhusmobilnät i enlighet med den branschstandard för inomhusmobilnät som tagits fram gemensamt av mobiloperatörerna i Sverige. Sådana inomhusmobilnät kan liknas vid mindre och byggnadsspecifika kopior av de stora mobilnäten utomhus. För mer info om förstärkt inomhustäckning i flerfamiljshus, se vårt dokument "Trådlös kommunikation inomhus – Handbok för fastighetsägare".

- **WiFi**

Teknik för lokalt nät som funnits sedan 2003. Senaste generationen är WiFi 6 som också kallas 802.11ax. WiFi-nät byggs i normalfallet upp genom att WiFi-sändare (s.k. WiFi-routrar) eller WiFi-accesspunkter placeras inne i byggnader och/eller på husfasader för att skapa täckning och kapacitet i små geografiska områden utom- eller inomhus. För att använda WiFi-routrar eller WiFi-accesspunkter krävs det inga radio- eller spektrumtillstånd då de använder sig av ett så kallat olicensierat spektrum.

- **Privat nät**

4G/5G-nät baserat på samma 3GPP-standard som publika nätet men använder licens som givits till företag av Post och Telestyrelsen (PTS). Vem som helst kan ansöka om ett så kallat lokalt tillstånd som gäller för en specifik fastighet. År 2022 omfattar de lokala tillstånden 40 MHz i mellanband på 3,7GHz. Därtill har spektrum tillgängliggjorts för lokala tillstånd i högband. Ett privat nät är inte sammankopplat med de publika näten utan kundens helt egna.

- **Global IoT (Internet of Things)**

Uppkoppling optimerad för att koppla upp saker och med möjlighet till så kallad permanent roaming internationellt. Innehåller uppkopplingsalternativ såsom 2G-5G baserat på roamingavtal, SMS och samtal. Nyligen lanserades två alternativ som baseras på 4G och som även fungerar på 5G specifikt för IoT – så kallad Low Power Wide Area (LPWA)-uppkoppling som stödjer strömsnål uppkoppling av batteridrivna utrustningar som oftast skickar små mängder data, t ex sensorer som skickar mätvärden. Dessa är LTE-M och NB-IoT. Mer om dessa alternativ finns att läsa på <https://tele2iot.com/article/lte-m-vs-nb-iot/>.

## Var och hur skall uppkoppling ske?

### Täckning och mobilitet

Radiospektrum är en begränsad naturresurs. Det finns licensierat och olicensierade frekvensband i Sverige. Post och Telestyrelsen (PTS) förvaltar den svenska frekvensplanen som syftar till att många olika radioanvändningar ska kunna samexistera utan att orsaka störningar.

Täckning är grunden till all mobil uppkoppling. Täckningen avgör om man får en bra signal. Det finns flera saker som påverkar signalen, däribland omgivning. Byggnader, skog och kuperad terräng är exempel på objekt och geografi som kan hindra signalen från att vara tillräckligt stark när den når fram till det som ska kopplas upp. Även avstånd till närmaste mobilmast påverkar signalstyrkan. Även frekvensbandet påverkar täckningen. I princip gäller att ju högre frekvens desto högre kapacitet men allt mindre täckningsyta.

- **Lågband** (frekvenser under 1 GHz) är bra på att skapa täckning i stora områden både utom- och inomhus. Eftersom respektive operatör normalt sett har tillgång till relativt begränsade mängder lågbandsspektrum, är det svårt att hantera stora datamängder från många användare med ett sådant spektrum.

- **Mellanband** (frekvenser mellan 1 och 6 GHz) är sämre på att skapa täckning. De licensierade mellanbanden används ofta för att hantera stora datamängder eftersom operatörerna vanligtvis har tillgång till större mängder mellanbandspektrum. Till exempel så har 3,5 GHz-bandet som kommer användas för 5G 100/120 MHz frekvensbredd per operatör vilket är 5–6 gånger så mycket kapacitet som på 2,6 GHz.

De licensierade frekvenserna på mellanband som används för WiFi är 2,4 GHz och 5 GHz. Antalet kanaler som finns tillgängliga beror på frekvensbredden och kan vara 20 MHz, 40 MHz eller 80 MHz.

- **Millimeterband** (frekvenser över 24 GHz) har ännu inte tilldelats för nationella mobilnät (se nedan). I millimeterband förväntas stora mängder spektrum komma att tillgängliggöras. Samtidigt förväntas det bli mycket komplicerat och kostnadsdrivande att skapa täckning med millimeterband. Detta då spektrumet kräver att användarutrustningen "ser" antennen och typiskt inte tar sig genom hinder som till exempel innerväggar.

	Lågband 600-900 MHz	Mellanband 1-6 GHz	Millimeterband 24-40 GHz
Täckningsyta	Större	Mindre	Liten
Bandbredd	Låg	Högre	Extremt hög
Fördröjning	Låg	Lågre	Extremt låg
Övrigt	Bra inomhustäckning, energieffektivt		Känslig för brus

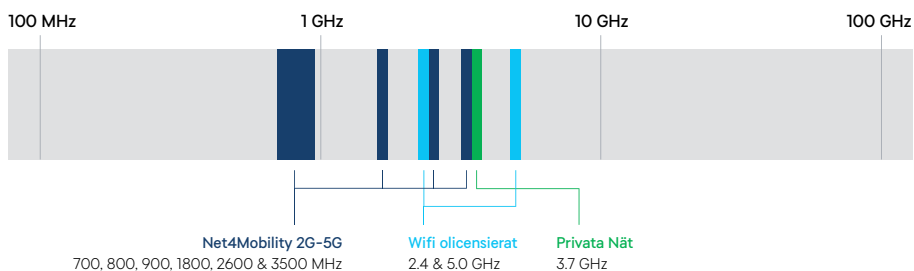


Figure 4. Radiotillstånd

Mobiloperatörerna använder vanligtvis radiotillstånd som gäller för hela Sverige. Sådana nationella radiotillstånd tilldelas normalt sett genom auktioner anordnade av PTS. Dessa radiotillstånd ger mobiloperatörerna rätt att använda radiosändare i både lågband och mellanband. Spektrum i millimeterband har ännu inte allokerats för nationella mobilnät.

Gemensamt för alla radiotillstånd (fig. 4) är att de innefattar olika typer av regler som innehavaren av radiotillstånden måste följa. Reglerna kan gälla exempelvis krav på maximal utstrålad effekt, synkronisering, att följa koordineringsavtal med andra länder, att säkerställa skydd för Sveriges säkerhet och att följa särskilda regler vid försäljning eller uthyrning av radiotillstånd.

Mobilitet är viktig för all uppkoppling som inte är stationär. Det kan handla om att man vill koppla upp sig inomhus och utomhus, inom den egna fastigheten eller utomlands. Skall man koppla upp sig utomlands så finns det restriktioner avseende roaming, det vill säga hur länge man får besöka ett annat land på gällande abonnemang. Praxis är att man får använda sitt abonnemang utanför hemlandet upp till 45 dagar i sträck. Skall man till exempel sälja en produkt som distribueras utomlands som skall vara uppkopplad är det viktigt med stöd för så kallad permanent roaming.

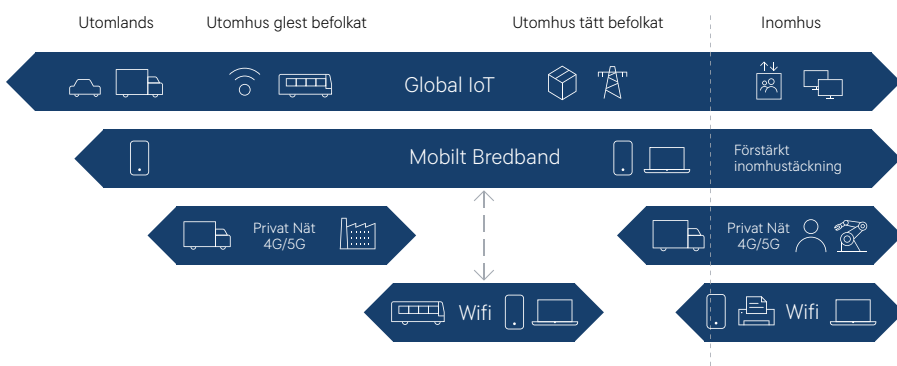
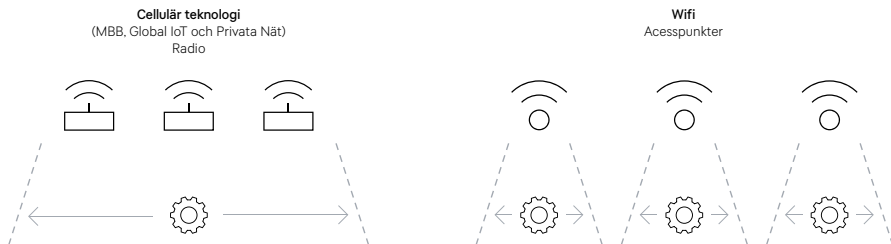


Figure 5. Mobilitet och täckning

I vissa fall kräver ett användningsfall kort fördröjning vid mobilitet inomhus, till exempel så kallade Automated Guided Vehicles (AGVer) och där är det en fördel att använda sig av en teknologi som inte kräver re-autentisering när man

förflyttar sig. För andra användningsfall, till exempel när man flyttar en laptop från en plats till en annan på ett kontor, spelar denna fördröjning mindre roll.



### Licensierat spektrum

- Högre sändningseffekt & full kontroll över sändningarna
- Basbandet känner till alla enheter, tillhandahåller central samordning och rättvis resurstilldelning
- Alla i en cell - inga dead spots, central styrning med en stor cell
- Möjliggör fler anslutna enheter och ökad tillförlitlighet
- Garanterar förutsägbar latenstid

### Olicensierat spektrum

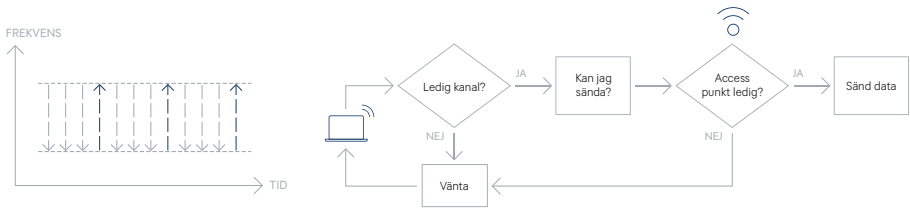
- Lägre sändningseffekt & liten kontroll över sändningarna
- Regleringsmandat: Enheterna måste lyssna innan de sänder
- Prestandan försämras med fler enheter eftersom enheterna konkurrerar om sändningstiden
- Inga garantier och oförutsägbar latenstid
- Flera accesspunkter - dead spots uppstår, enheten måste återansluta till varje enskild åtkomstpunkt (autentisering)

Figure 6. Olika sätt att hantera mobilitet

## Hastighet

Hastigheter delas in i ned- och uppströmshastighet och anger hur snabbt information tas emot och skickas över nätet. Ju mer användning av exempelvis streamingtjänster eller mottagning av stora filer desto snabbare nedströmshastighet behövs. Om man ser på användningsfallet med övervakningskameror, så kallad closed-circuit television (CCTV) i stället, så har de behov av att skicka mycket data uppströms i realtid.

Nätets topphastigheter uppnår vi när belastningen är låg och radiomiljön är som mest gynnsam, vilket oftast betyder utomhus i öppna miljöer. Är vi däremot inomhus kan exempelvis tjocka väggar, materialval på huset och fönster vara ett stort hinder för radiovågorna, men även djupa dalar och höga berg utomhus kan påverka hastigheten.



### Licensierat spektrum

- Tidsdelad Duplex (TDD)
- Flexibelt sätt att anpassa nyttjandet efter behovet över tid, idag 3 nedströms 1 uppströms på 5G
- Förutsägbart
- Alla operatörer använder samma för att minska störningar i nätet

### Olicensierat spektrum

- Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance (CSMA/CA) skickar/tar emot data när ingen annan skickar
- Oförutsägbart

Figure 7. Olika sätt att allokeras nätets resurser

Det som påverkar hastigheten är på vilket sätt man skickar data.

I de cellulära näten använder man oftast Tidsdelad Duplex (TDD) för att effektivt optimera nyttjandet av frekvenser. Det innebär att alla Sveriges mobilnät är synkroniserade avseende när man skickar data uppströms respektive nedströms. De publika näten är idag optimerade för mobilt bredband (MBB) för konsumenter och det är anledningen till att man skickar 3 gånger oftare nedströms än uppströms, vilket gör att hastigheten uppströms är 5–10 gånger långsammare. Över tid kan man i Sverige komma överens om att ändra denna fördelning.

I WiFi-nät allokeras inte trafik i olika riktningar, utan den som skickar eller tar emot frågar accesspunkten om det går att skicka. Är resurserna upptagna väntar man och frågar sedan igen. Hastigheten påverkas av antalet enheter som samtidigt försöker skicka data.

### Kapacitet

Kapaciteten beror på hur många som använder radioresurserna på samma frekvensband och på samma plats samtidigt. Ju högre frekvensband desto högre kapacitet och ju tätare radioenheterna sitter desto högre kapacitet.

Behöver man garantera kapacitet så finns störst möjlighet med ett privat nät baserat på 5G. Där styr man själv helt och hållet vem som får nyttja kapaciteten.

I ett WiFi-nät styr man också resurserna lokalt men eftersom WiFi nyttjar så kallad olicensierad frekvens så kan andra nyttja samma och överlappa och därmed kan det vara svårt att garantera kapacitet.

I de publika näten så baseras kapaciteten på operatörens tillgång till frekvenser, hur tätt man byggt radionätet och hur många användare som använder nätet samtidigt.

## Fördröjning

För vissa användningsfall är fördröjning avgörande. Det handlar till exempel om att styra autonoma fordon, slå av utrustning av säkerhetsskäl etcetera. Det viktiga är fördröjningen end-to-end och den mobila uppkopplingsdelen är en viktig del av kedjan. Man brukar prata om fördröjning i radionätet, i det som kallas corenätet och därifrån till applikation.

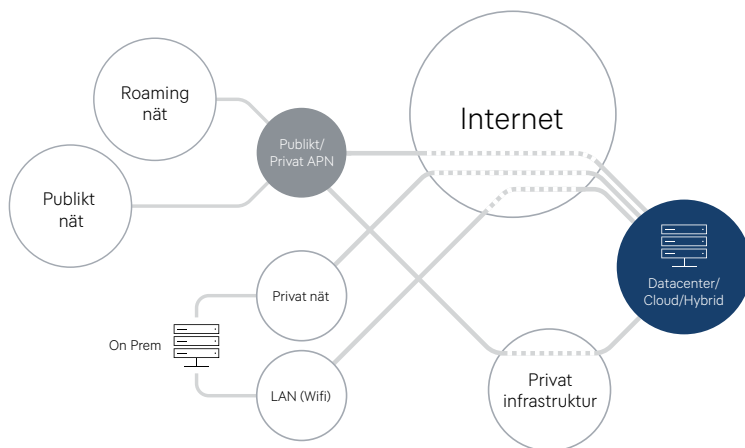


Figure 8. Fördröjning beror på vilken väg data transporteras

WiFi 6 och 5G kan ha så låg fördröjning som en millisekund i radionätet, med realistiska uppskattningar till cirka 1–10 millisekunder. 5G uppskattas vara 60 till 120 gånger snabbare än den genomsnittliga 4G-fördröjningen. Detta för att dessa nät använder Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDM) och drar stor nytta av detta.

Med ett lokalt nät (privat nät eller WiFi) kan man också direktkoppla trafiken till en

lokal applikation som finns i direktanslutning till det trådlösa nätet vilket gör att end-to-end-fördröjningen inte belastas av att data skickas till ett externt moln eller datacenter via olika vägar, till exempel över ett virtuellt privat nätverk (VPN) på internet.

För användningsfall som kräver kort fördröjning, exempelvis videosamtal, är även förekomsten av jitter avgörande. Jitter är en variation i signalen som kan leda till att datapaketet kommer fram i otakt. För att rätta till detta kan man buffra men buffring ökar fördröjningen.

## Vad skall kopplas upp?

### **Säkerhet – vilka risker uppstår vid uppkoppling?**

Den digitala världen kräver nya säkerhetslösningar. Digital säkerhet är aktiviteter, rutiner och anordningar för att skydda en organisations värdefulla tillgångar som information (data), hård- och mjukvara.

Datasäkerhet handlar om att skydda viktig och känslig information om företaget, de anställda, kunder och samarbetspartners. Man kan dela upp det i krav på konfidentiellt och integritet. Men det handlar också om att säkra tillgänglighet till de digitala lösningarna. Allt detta är relevant för trådlös uppkoppling beroende på riskbedömning utifrån varje användningsfall. Relevanta frågor är:

- Hanterar användningsfallet någon konfidentiell information?
- Exponeras någon personliga data i användningsfallet?
- Hur beroende är verksamheten av tillgängligheten till användningsfallet?

Är till exempel säkerhetskrav på en lösning som styr och övervakar autonoma fordon helt annorlunda än kraven på en lösning med sensorer som mäter luftkvalitetförändringar i en stad över tid?

### **Lösningar för att styra vem eller vad som kan koppla upp sig**

För att styra access och identifiera vem som kopplar upp sig finns olika lösningar för autentisering.

Inom mobilsystem används Subscriber Identity Module, SIM, som utfärdas av en mobiloperatör och innehåller en elektronisk krets som programmerats med information om telefonnummer, vilka tjänster som ingår i abonnemanget och även



innehåller teknik för att kryptera samtal. För SIM-kortsbaserad access finns därför en inbyggd säkerhet i form av krypterade nycklar (samma som på kreditkort med chip) för att autentisera användaren, d v s intyga vem användaren är.

I 5G sker 256-bitars kryptering vid anslutning till en basstation. Därmed krypteras användarens identitet och plats, vilket gör det mycket svårt att identifiera och lokalisera användaren från det ögonblick uppkoppling skett till nätverket.

För uppkoppling i publika nät, MBB och Globalt IoT, krävs antingen nationellt abonnemang eller abonnemang hos en roamingpartner. Vid förstärkt inomhus-täckning kan man inte begränsa vem som får ansluta sig utan nätet är öppet för alla med rätt abonnemang.

För att få access i ett privat nät krävs ett SIM-kort med abonnemang till det privata nätet och därmed har nätägaren full kontroll över vilka som får access. Nätägaren producerar sina egna SIM-kort.

För att styra access inom WiFi finns olika standarder. Det medför att man behöver ha processer och rutiner samt ett ramverk för hur detta ska hanteras. Ur ett säkerhetsperspektiv kan det krävas utbyte av certifikat och nycklar för att kryptera kommunikationen över den trådlösa länken. Det kan behövas policybaserad access som kan vara baserad på användarkategori (kontorsanvändare, tekniker, konsult m m), enhet (domänansluten dator, Bring Your Own Device (BYOD), mobila enheter, skrivare m m) samt plats (produktion, mindre kontor, datahallar).

Den senaste standarden är Wireless Protected Access 3 (WPA3) som möjliggör användning av 192-bitars säkerhetsprotokoll och krypteringsverktyg.

Vill du erbjuda gästaccess till ditt lokala nät? För att erbjuda gästaccess behöver följande värderas:

- Behöver trafiken separeras från den egna verksamhetens trafik för att inte utsätta den egna organisationen för risk?
- Hur följer man upp vem gästen är och hur länge gästen är ansluten till gästnätverket?
- Om åtkomsten används på ett otillbörligt sätt, vilka funktioner finns för att spåra vem det var och går det att dra tillbaka en enskild användares rättigheter att använda lösningen utan att det påverkar övriga användare?
- Vilka olika anslutningsalternativ vill vi erbjuda våra gäster?

- Hur säkerställer vi att våra policys efterlevs även på gästnätverket?
- Skalbarhet, hur skyddar vi vår investering om vi vill utöka eller minska lösningen?
- Hur påverkar detta belastningen på vår personal?

I ett privat nät ges gästaccess via ett fysiskt SIM-kort, i ett WiFi-nät i regel via en gästportal.

### **Lösningar för att säkerställa tillgänglighet**

Om användningsfallet kräver hög tillgänglighet är det relevant att kunna kontrollera så stor del av kedjan som möjligt. Skall man till exempel sälja en produkt som man vill ha åtkomst till dygnet runt för felsökning på distans, bör man inte låta kunden ansvara för uppkoppling via WiFi eller egna mobilabonnemang.

Vid nyttjande av publika mobiltjänster kan man optimera trafiken och bygga in redundans mellan mobilnätet och ett datacenter eller en molntjänst för att minska risken att trafiken påverkas av eventuella driftstörningar på internet, som ofta används som bärare.

Man kan också uppnå redundans avseende de publika radionäten via utländskt roamande SIM eller SIM med multipla profiler (eUICC) för automatiskt byte av abonnemang när något radionät inte är tillgängligt.

Vid höga tillgänglighetskrav i den egna verksamheten kan man bygga ett eget lokalt nät med applikationen lokalt för att minska beroendet av andra aktörer. Dock behöver man då dimensionera, konfigurera och övervaka nätet för att möta tillgänglighetskraven över tid.

Eventuellt behöver man ta hänsyn till befintlig uppkopplad utrustning. Dessa hänsyn kan bestå i att man bygger helt ny infrastruktur för utrustning som stödjer 5G eller WiFi 6 utan bakåtkompatibilitet. Annars finns risk att man kommer uppleva dålig prestanda och kvalitet i sitt privata 5G- eller WiFi 6-nät på grund av att befintlig uppkopplad äldre utrustning förhindrar att man kan nyttja den nya teknikens fulla potential.

För den som bygger in uppkoppling som en del av verksamhetskritiska applikationer finns det värde i verktyg som övervakar uppkopplingen i realtid. Funktioner som larm vid onormala situationer kan minska ledtiden för att åtgärda fel och öka tillgängligheten av applikationen inom verksamheten.

Olika typer av Connectivity Management Portals finns för både privata nät och WiFi men det är även standard för IoT-abonnemang för att möjliggöra felsökning på egen hand.

## Hur går man vidare?

På följande sida följer en sammanfattning (Fig. 10) av hur de olika uppkopplingsalternativen löser olika behov. Vi kommer för större organisationer se en samverkan mellan olika alternativ där respektive användningsfall styr vilket eller vilka alternativ som skapar bäst värde.

Tele2 är både lokal integratör och internationell operatör. Utifrån era behov hittar vi framtidens hållbara trådlösa uppkoppling.

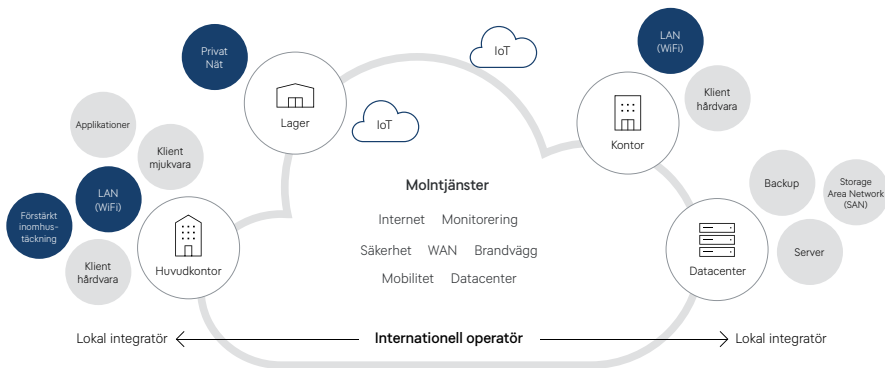


Figure 9. Olika teknologier kommer samverka

	Mobilt Bredband	Förstärkt inomhustäckning	WiFi	Privat Nät	Global IoT
<b>Mobilitet</b>	Hög	Hög	Medium	Hög	Hög. Dock inte NB-IoT som är optimerad för stationär uppkoppl.
<b>Inomhustäckning</b>	Medium-låg (beroende på byggnad)	Hög	Medium/hög beroende på material inomhus	Hög	Medium-låg (beroende på byggnad). NB-IoT har hög signalstyrka
<b>Internationell roaming</b>	Temporär enligt roamingavtal	Inte relevant	Nej	Nej	Ja, permanent enligt roamingavtal
<b>Kapacitet</b>	Medium – beroende av andra användare	Hög – egen kapacitet	Beroende av närliggande användning av olicensierat spektrum	Hög – styr själv	Medium – beroende av andra användare
<b>Hastighet uppström</b>	Medium	Medium	Hög – men oförutsägbar	Medium	Medium
<b>Hastighet nedström</b>	Hög	Hög	Hög	Hög	Hög
<b>Roundtrip time (RTT) – fördröjning, latens</b>	Medel (5G)	Medel (5G)	Låg (WiFi 6) – om applikation inom egna fastigheten	Låg (5G) – om applikation inom egna fastigheten	Medel (5G)
<b>Säkerhet (integritet och konfidentialitet)</b>	Hög (SIM + native kryptering)	Hög (SIM + native kryptering)	Kräver manuell hantering, data kan stanna lokalt	Hög (SIM + native kryptering) data kan stanna lokalt	Hög (SIM + native kryptering)
<b>Säkerhet (tillgänglighet)</b>	Beroende på publik infrastruktur	Beroende på publik infrastruktur	Beroende av närliggande användning av olicensierat spektrum	Hög (egen frekvens och oberoende av omvärld)	Beroende på publik infrastruktur och eventuellt roamingpartners
<b>Typiskt användningsfall (företag och organisationer)</b>	För personal (tel, dator, platta mm) och router för att skapa LAN inom och utanför egna fastigheten	För personal (tel, dator, platta mm) och router för att skapa LAN inom egna fastigheten	IT för personal (dator, läsplatta), kontorsutrustning såsom printrar, skärmar, gäst-access	Produktionsstyrning, AGVer, autostoreroboter, videoutrustning inom egna fastigheten	Uppkopplade produkter hos kund uppkopplad utrustning inom och utanför egna fastigheten

Figure 10. Uppkopplingsalternativen

# Kundcase

## **Mobilt bredband och förstärkt inomhustäckning**

Sefina Pantbank har funnits på marknaden sedan 1884. Med 20 butiker, över 100 anställda och en årlig omsättning på 225 MSEK är de idag Sveriges största pantbank.

Att växa som företag innebär fler kundkontakter och en stor mängd telefonsamtal. En digital telefonlösning är en förutsättning för att klara detta.

Då Sefinas butiker har speciella rum för värdesaker med förstärkt glas och robusta väggar var inomhustäckningen ett problem. När personalen rörde sig i lokalerna kunde de förlora täckningen mitt under samtalen.

## **Kundcase Sefina Pantbank**

---

### **Användningsfall**

- Kundkommunikation – 85 % av de kunder vars samtal inte blir besvarade ringer inte tillbaka. Ett missat samtal kan innebära en förlorad affär.
- 

### **Vad kopplas upp**

- Personalens telefoner kopplas upp med abonnemang från Tele2 Företag.
- 

### **Var och hur**

- Inomhus i Sefinas butiker som har speciella rum för värdesaker med förstärkt glas och robusta väggar där publik täckning inte finns.
  - Hög tillgänglighet i alla utrymmen.
- 

### **Trådlös infrastruktur**

- Mobilt bredband till anställda.
  - Förstärkt inomhustäckning.
- 

<https://www.tele2.se/foretag/content/kundcase/sefina-pantbank>

---

## Global IoT

Familjeägda Tingstad har sedan 1959 haft affärsidén är att erbjuda ett brett sortiment av prisvärda, kvalitativa produkter och lösningar som förenklar arbetsdagen för alla som driver en verksamhet. Kunder finns i alla typer av branscher – bland annat i restaurangbranschen och i dagligvaruhandeln där det finns en gemensam utmaning – övervakning av temperaturer i kylar och frysar av olika sorter.

Tingstad utvecklade SmartMate – en lösning med digitala temperaturalarm och egenkontroll. Att ha en lång livslängd på batterier i lösningens sensorer var avgörande för Tingstad. Kylar och frysar har en lång livslängd så viktig minska underhållsbehovet av att t ex byta batterier ofta.

Tele2s IoT-lösning ger Tingstad en bra överblick över alla uppkopplingar och vilka kunder de tillhör. Det möjliggör optimering och även kostnadskontroll.

## Kundcase Tingstad

---

### Användningsfall

- Tingstad erbjuder SmartMate – en lösning med digitala temperaturalarm och egenkontroll.
- 

### Vad kopplas upp

- Batteridrivna sensorer på kylar och frysar. Dessa har lång livslängd så det är viktigt att minska underhållsbehovet av att till exempel byta batterier ofta.
- 

### Var och hur

- Inomhus hos kunder i Norden, ofta i utmanande miljöer såsom restaurangkök, kylrum.
- 

### Trådlös infrastruktur

- LTE-M för batterisnål uppkoppling med IoT-abonnemang som inkluderar permanent roaming i relevanta länder.
- 

<https://tele2iot.com/case/smartmate-digitalizing-the-food-industry/>

---

## Private Network och Global IoT

Elbåtstillverkaren X Shore, grundat av hörlursentreprenören Konrad Bergström, lanserade 2019 bolagets första produkt, den uppkopplade fritidsbåten Eelex 8000. Att båten är uppkopplad skapar värde både för kunden och X Shore. Support kan

ges på avstånd och mjukvara kan laddas upp för att öka funktionaliteten över tid. Det finns också möjlighet att skapa ett så kallat geo-fence för att styra var båten kan användas eller hur snabbt den kan köra inom områden med särskild hastighetsbegränsning. Vid eventuell stöld kan båten lokaliseras.

2022 öppnar en ny stor båtfabrik i Nyköping. Den nya fabriken, som har ambitionen att bli världens mest hållbara båtfabrik, kommer att ha en produktionskapacitet på över 400 båtar per år och kommer att sysselsätta ett hundratal personer. Med trådlös uppkoppling i produktionen kommer X Shore att kunna koppla upp alla sina verktyg. Systemet kommer exempelvis att se hur många moment varje skruvdragare drar. Därmed säkerställs en mycket hög kvalitetskontroll och att eventuella problem upptäcks tidigt.

X Shore ser också ett värde av självkörande truckar med hjälp av geolokalisering inomhus.

## Kundcase X Shore

---

### Användningsfall

- Datainsamling för kvalitetssystem och recepthantering för varianter av båtar inom produktionen.
  - Båtar hos kund - support, mjukvaruuppggraderingar, geo-fence funktionalitet.
- 

### Vad kopplas upp

- Maskiner.
  - Verktyg, till exempel skruvdragare.
  - Personalens ruggade läsplattor.
  - Producerade och sålda båtar.
- 

### Var och hur

- Inomhus, fabrik i Nyköping med höga tillgänglighetskrav
  - Utomhus – täckning där kunden använder båten globalt kostnadseffektivt
- 

### Trådlös infrastruktur

- Privat 4G/5G-nät
  - Global IoT för båtarna
- 

<https://www.tele2.com/sv/media/pressmeddelanden/2022/tele2-levererar-5g-nat-till-x-shores-fabrik-i-nykoping/>

---

## Mobilt bredband och lokala nät med WiFi

Dalslandskommunen Bengtsfors är inte stor i invånarantal – knappt 10 000 personer finns utspridda på 890 kvadratkilometer.

För det natursköna Bengtsfors är även turismen en viktig del och kommunen har därför satsat på att bygga ut gästnät för turister, båtturister i Dalslands kanal och besökare i sporthallar och andra evenemangsarenor. Med hjälp av effektiva och användarvänliga kommunikationslösningar skapas också förutsättningar för att turismen, och därmed också näringslivet i kommunen, ska kunna utvecklas och växa.

## Kundcase Bengtsfors

---

### Användningsfall

- Uppkoppling av anställda.
  - Gästaccess i skolor, för besökare i sporthallar och andra evenemangsarenor och båtturister i Dalslands kanal.
- 

### Vad kopplas upp

- Smartphones, läsplattor, datorer.
- 

### Var och hur

- Inomhus.
  - Utomhus i småbåtshamnar.
- 

### Trådlös infrastruktur

- WiFi med gästportal.
  - Mobilt bredband till anställda.
- 

<https://www.tele2.se/foretag/content/kundcase/bengtsfors-kommun>

---



## Behöver du hjälp i ditt val?

Det finns många faktorer att beakta när du väljer nätverkslösning till företaget. Viktigast av allt är dock att det är företagets unika behov och krav som ska styra. Oavsett vilken lösning du väljer är det nätverket som ska stödja affärsprocesserna, i stället för att företaget ska anpassa sig till it-lösningen.

Hos Tele2 Företag finns anpassade kommunikationstjänster och lösningar för stora och små företag. Vill du veta mer eller få rådgivning av våra företagsexperter? Välkommen att kontakta oss på <https://www.tele2.se/foretag/radgivning>.

