

Satellit: en möjlighet till snabbt bredband 2025

Delrapport

Rapportnummer

PTS-ER-2022:18

Diarienummer

21-14283-3

ISSN

1650-9862

Post- och telestyrelsen

Box 6101

102 32 Stockholm

08-678 55 00

pts@pts.se

www.pts.se

Innehåll

Sammanfattning.....	5
1. Inledning.....	7
1.1 Uppdraget.....	7
1.2 Bakgrund – regeringens bredbandsstrategi.....	7
1.3 PTS tidigare bedömning.....	8
1.4 EU:s initiativ inom området.....	8
1.5 PTS kontakter med relevanta aktörer	9
2. Översikt av olika satellitsystem.....	10
2.1 Satellitteknik.....	10
2.2 Koordinering och notifiering av satellitsystem	12
2.3 Kommunikationstjänster över satellit	13
2.4 Slutkundsutrustning.....	14
3. Aktörer och tjänster på satellitmarknaden	15
3.1 Den svenska marknaden för satellitbredband är liten	15
3.2 Satellitoperatörer med abonnemang i Sverige	16
3.3 Satellitoperatörer utan abonnemang i Sverige	16
3.4 Tjänsternas geografiska täckning.....	19
3.5 Tjänsternas kapacitet	20
3.6 Erbjudande och kostnader för slutkunder	20
4. Satellit en förutsättning för att nå delar av regeringens bredbandsmål	22
4.1 Satellitlösningar har stor potential.....	22
4.2 Framtida satellittäckning	22
4.3 Satellit kommer inte kunna bidra till delmålet om 1 Gbit/s.....	23
4.4 Satellit kan bidra till delmålet om 100 Mbit/s	23

4.5	Satellit blir förmodligen avgörande för att nå delmålet om 30 Mbit/s	23
5.	En marknadsmässig utmaning att nå ut med bredband via satellit	24
5.1	Det finns flera marknadsmässiga utmaningar	24
5.2	Många uppfattar bredband via satellit som ett sämre alternativ	24
5.3	Att lokalisera och övertyga slutanvändare den största utmaningen för satellitoperatörer	25
5.4	Sannolikheten för höga priser på bredband via satellit riskerar leda till låg efterfrågan	26
6.	Risker och sårbarheter som påverkar Sveriges möjlighet till bredband via satellit	27
6.1	Behovet av fri sikt till satelliten kan begränsa tillgängligheten för vissa användare	27
6.2	Satellitterminaler kan komma att stiga i pris	27
6.3	Förseningar kan påverka satellitkapaciteten över Sverige	28
6.4	Satellit har liknande säkerhetsrisker som andra bredbandslösningar	28
6.5	Dålig lönsamhet hos globala satellitoperatörer kan påverka bredbandstillgången i Sverige	29
7.	En bred palett av insatser behövs troligen för nå regeringens mål	31
7.1	Utgångspunkter för olika insatser	31
7.2	Satellit, andra radiobaserade lösningar och fiber bör hanteras tillsammans när åtgärder tas fram	32

Figurer

Figur 1 – Skillnad i täckning mellan olika satellitsystem	11
Figur 2 – Jämförelse hur frekvensutrymme över en yta kan återanvändas vid användandet LEO-system och en GSO-satellit	12
Figur 3 – Bredbandsabonnemang via satellit	15

Tabeller

Tabell 1 – Jämförelse av olika satellitsystem	14
---	----

Sammanfattning

PTS gör bedömningen att satellitlösningar kommer att vara avgörande för att nå regeringens bredbandsmål för 2025 avseende delmålen om 30 och 100 Mbit/s. Till skillnad från bland annat fiber och mobilnät, kan satelliter ge bredbandstäckning över stora geografiska områden utan att operatörerna behöver etablera infrastruktur på marken. Att nå de sista procenten för att uppfylla bredbandmålen, kommer att bli en stor utmaning på grund av kraftigt ökande kostnader för att ansluta de återstående hushållen och företagen med fiber. Trådlösa accesstekniker via mobilnät uppgraderade med femte generationens tekniska standard (5G), framförallt Fixed Wireless Access (FWA), skulle troligen kunna användas för att ge snabbt bredband i vissa områden som svårt går att ansluta med fiber. FWA kan dock sannolikt inte heller användas för att koppla upp de allra mest avlägsna områdena i landet på grund av just kraftigt ökade kostnader. Bredband via satellit framstår i dag som det enda realistiska alternativet i dessa områden.

Det sker en snabb teknisk utveckling och görs stora investeringar i nya och uppgraderade satellitsystem av ett flertal globala satellitoperatörer. Utvecklingen väntas leda till en stor ökning av den tillgängliga kapaciteten för bredband via satellit under de närmaste åren. Sannolikt kommer alla hushåll och företag i Sverige att ha täckning som ger 100 Mbit/s från en eller flera satellitoperatörer senast under 2025.

I rapporten tydliggörs dock att det finns utmaningar för de aktörer som vill erbjuda bredband via satellit på den svenska marknaden och att det inte är självklart att tjänster blir tillgängliga i Sverige även om satelliter erbjuder täckning över hela landet.

Slutkunders kännedom om tjänsternas existens är låg, bredbandsaccess via satellit uppfattas av många slutanvändare som sekundära avseende kvalitet och hastighet till det som fiber ger. Den aktör som ska erbjuda bredband via satellit, kommer att behöva nå ut med information till slutanvändarna om att bredband via satellit finns och övertyga dem om att det är en lösning som fungerar bra. Det kan visa sig vara en utmaning. Samtidigt tydliggör satellitaktörerna i sina diskussioner med PTS att deras kunskap om den svenska marknaden i dagsläget inte är upparbetad och att de har låg kännedom om var potentiella kunder finns geografiskt.

Det finns även en risk i att aktörerna, om vi antar att de kliver in på den svenska marknaden, inte nödvändigtvis ser en möjlighet att stanna kvar på den om de inte får kunder till sina tjänster.

Behovet av kommunikativa insatser till potentiella kunder för att synliggöra satellit som en lösning för bredbandsaccess är därför betydande. Kommunikationen skulle främst syfta till att öka kunskapen om och förtroende för tjänsternas kvalitet. Det kan även handla om att förbättra möjligheten för satellitaktörerna att nå potentiella kunder genom att bidra till att tydliggöra vilka kunderna kan vara och var de finns.

Även om de potentiella slutanvändarna har kunskap om de satellittjänster som finns och accepterar att de är fullgoda bredbandslösningar, så finns risken att de ändå inte önskar att använda tjänsterna, framförallt om de uppfattas som allt för dyra. I dagsläget finns inte någon prissättning för bredband via satellit i Sverige. Men mycket tyder på att månadsavgiften på eventuella framtida tjänster, kan komma att ligga i ett spann som överstiger betalningsviljan hos många i den presumtiva kundgruppen. I PTS kontakter med satellitföretag har flera av dem uttryckt att statliga stödpengar därför skulle kunna göra nytta.

PTS anser att det är viktigt att vi har en bred infallsvinkel på insatser till bredbandsutbyggnad. Det finns ett behov av att verka för att bredband via satellit ska bli tillgängligt för fler. Bredband via satellit är i vissa situationer den bästa lösningen. Samtidigt behöver vi utgå från att satellit, FWA och fiber kompletterar varandra i uppfyllelsen av 2025-målet. Behovet av insatser bör därför hanteras så att det inkluderar de olika accessformer som kan bidra till att regeringens bredbandsmål nås. Det kommer att behövas en palett av insatser och åtgärder för att hantera de många olika typer av utmaningar som finns för att nå alla i Sverige med snabbt bredband, oavsett geografiska, sociala och ekonomiska omständigheter.

1. Inledning

1.1 Uppdraget

Regeringen gav den 28 oktober 2021 Post- och telestyrelsen (PTS) i uppdrag att främja tillgången till bredband. Fokus för uppdraget är att analysera hur satellitlösningar kan användas för att nå bredbandsmålet för 2025.

PTS ska enligt uppdraget leverera en fördjupad analys av satellitmarknaden och dess utveckling. Vidare ska PTS lyfta fram de åtgärder som behövs vidtas för att främja att fler kan få ta del av sådan uppkoppling, inte minst när det gäller de som bor och verkar i mer glest befolkade områden i landet. I uppdraget ligger att PTS ska göra följande.

1. Beskriva satellittjänsterna (utifrån bl.a. geografi, tekniker, hastigheter och kostnader) som i dagsläget finns på marknaden och erbjuder slutkunder, såsom hushåll och företag, möjlighet till bredband via satellit.
2. Analysera förutsättningarna för att satellitlösningar skulle kunna användas i Sverige för uppfyllelsen av målet att hela Sverige bör ha tillgång till snabbt bredband 2025. I detta ingår att analysera och redogöra för risker och sårbarheter för satellitlösningar samt bedöma hur utvecklingen för den marknaden med avseende på möjlighet till bredband via satellit kan se ut fram till 2025.
3. Lämna förslag till eventuella åtgärder som kan vidtas av regeringen, men även av andra aktörer för att möjliggöra att fler slutkunder kan få möjlighet till bredband via satellit. Om åtgärderna helt eller delvis bör finansieras med statligt stöd ska PTS utveckla en stödmodell och redovisa hur den kan fungera i praktiken. PTS ska även redovisa konsekvenser av förslagen.

Den här rapporten omfattar punkt 1 och 2 av uppdraget. Punkt 3 kommer att redovisas i en separat rapport senast den 31 augusti 2022.

1.2 Bakgrund – regeringens bredbandsstrategi

Regeringens bredbandsstrategi *Sverige helt uppkopplat 2025 – en bredbandsstrategi*¹ innehåller ett mål om att hela Sverige 2025 bör ha tillgång till

¹ Näringsdepartementet, dnr: N2016/08008/D

snabbt bredband, här kallat *2025-målet*. Målet består av tre delmål som alla måste vara uppfyllda för att det övergripande målet ska anses uppfyllt:

- 98 procent av alla hushåll och företag i Sverige bör ha tillgång till 1 Gbit/s.
- Av återstående 2 procent bör 1,9 procent ha tillgång till 100 Mbit/s.
- Kvarvarande 0,1 procent av alla hushåll och företag bör ha tillgång till 30 Mbit/s.

Bredbandsutbyggnaden i Sverige har kommit lång väg mot 2025-målet. I oktober 2021 var tillgången till 1 Gbit/s och 100 Mbit/s ca 96 procent medan tillgången till 30 Mbit/s var ca 99 procent. För två av de tre delmålen återstår därmed bara några få procentenheter. De sista procenten kommer dock bli en stor utmaning på grund av kraftigt ökande kostnader för att ansluta de återstående hushållen och företagen.

1.3 PTS tidigare bedömning

I PTS slutrapport *Uppföljning av regeringens bredbandsstrategin 2021*² bedömde myndigheten att målet om att hela Sverige bör ha tillgång till snabbt bredband år 2025 sannolikt inte kommer att nås. Myndigheten bedömde att delmålet om 1 Gbit/s skulle kunna nås genom marknadens förväntade investeringar och befintliga statliga stödmedel. PTS bedömde det även som sannolikt att delmålet om 30 Mbit/s skulle kunna nås under förutsättning att det finns ändamålsenliga satellitabonnemang på den svenska marknaden år 2025.

PTS gjorde däremot bedömningen att delmålet om 100 Mbit/s sannolikt inte kommer att nås men konstaterade att tillgången till 100 Mbit/s skulle kunna utvecklas starkare än förväntat, inte minst eftersom alla hushåll och företag i Sverige sannolikt kommer att ha täckning som ger 100 Mbit/s från en eller flera satellitoperatörer 2025. Myndigheten konstaterade dock att satellittäckning inte innebär att det också kommer att erbjudas slutkundstjänster på den svenska marknaden. PTS ansåg att bidraget från satellit var för osäkert för att kunna beaktas i bedömningen av delmålet om 100 Mbit/s.

1.4 EU:s initiativ inom området

Den 15 februari 2022 lade *EU-kommissionen* fram en plan om att *EU* ska bygga ett rymdbaserat och säkert kommunikationssystem.³ Avsikten är att säkerställa att *EU* långsiktigt har tillgång till världsomspännande, säkra och kostnadseffektiva satellitkommunikationstjänster. Satellitsystemet kommer att bygga på en användning av bland annat LEO-satelliter (Low Earth Orbit-satelliter, se även avsnitt 2.1) och

² Rapportnummer PTS-ER-2021:26.

³ Se *EU*'s hemsida: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_921.

möjliggöra för även privata aktörer att kommersiellt erbjuda avancerade och pålitliga internetanslutningar med höga hastigheter till medborgare och företag över hela Europa, inklusive i områden där datakommunikation vanligen inte är tillgänglig. Avsikten är även att satellitnätet ska omfattas av den senaste kvantkommunikationstekniken för säker kryptering.

Den totala kostnaden för investeringen uppskattas till 6 miljarder euro. EU:s bidrag uppgår till 2,4 miljarder euro under perioden 2022–2027. Andra delar av finansieringen kommer från EU:s medlemsländer, Europeiska rymdorganisationen (ESA) och från den privat sektorn.

Även *BEREC*⁴ har inlett ett arbete som relaterar till bredband via satellit. BEREC avser att under 2022 enligt sitt arbetsprogram⁵ för 2022 ta fram en rapport om satellitanslutningar för samhällsomfattande tjänster. Utgångspunkt är att EU:s direktiv om elektronisk kommunikation⁶ ställer krav på en adekvat internetanslutning (dvs. en samhällsomfattande tjänst). BEREC pekar på att bredband via satellitkommunikation kan vara en lovande lösning för detta, särskilt mot bakgrund av nya system i den låga och medelhöga jordbanan, men även från satelliter i geostationära omloppsbanor.

1.5 PTS kontakter med relevanta aktörer

I PTS arbete med uppdraget har myndigheten, i syfte att inhämta synpunkter och upplysningar, varit i kontakt med flertalet av de satellitaktörer som på olika sätt har intressen på den svenska bredbandsmarknaden. Den information som PTS har kunnat inhämta från dessa aktörer har på ett betydande sätt bidragit till de bedömningar som myndigheten gör om de möjligheter satelliter, satellitsystem och satellitaktörer ger för att bredband via satellit ska kunna bidra till att nå regeringens bredbandsmål 2025. Diskussionerna med aktörerna har tillika bidragit till en ökad förståelse av de förutsättningar som behövs för en sådan utveckling.

PTS har även varit kontakt med andra relevanta myndigheter och aktörer. Särskilt *Konsumentverket*, *Telekområdgivarna* och *TechSverige*. Då marknaden för bredband via satellit har varit och fortfarande är ytterst begränsad i omfattning, har dessa organisationer begränsade kunskaper och få upplysningar som i dagsläget kan bidra till en djupare förståelse av områden.

⁴ Body of European Regulators for Electronic Communications.

⁵ BEREC Work Programme 2022, BoR (21) 175.

⁶ Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2018/1972 om inrättande av en europeisk kodex för elektronisk kommunikation.

2. Översikt av olika satellitsystem

2.1 Satellitteknik

Bredbandskommunikation via satellit kan jämföras med trådlösa lösningar som radiolänk, *Fixed Wireless Access* (FWA) eller mobiltelefoni. Men till skillnad från dessa lösningar, samt även fiber, kan satelliter erbjuda täckning över stora geografiska områden utan att behöva etablera en infrastruktur på marken som når slutkunderna.

Lite förenklat går det att säga att det finns två kategorier av satelliter eller satellitsystem som kan täcka jordytan. Den första benämns *geostationär (GSO)⁷ satellit*, som upptar en fast position över jorden längs ekvatorlinjen och förblir där i en stationär position i förhållande till en fast position på jordens yta. Satelliten roterar därigenom konstant med jorden. Världens största befintliga telekommunikations- och rundradiosändande satelliter tillhör denna kategori. Den andra kategorin är *icke-geostationära (NGSO)⁸ satelliter* som upptar en rad olika omloppsbanor varav de lägsta banorna, det vill säga närmast jordens yta, används för LEO-satelliter⁹ och de med omloppsbanor med mellanlång distans från jordens yta, används för MEO-satelliter¹⁰. Vare sig LEO- eller MEO-satelliter bibehåller en stationär position utan förflyttar sig konstant i förhållande till jordens yta. Denna kategori av satelliter har traditionellt främst använts för mobildata och telefonitjänster, men används numera även för bredbandstjänster.

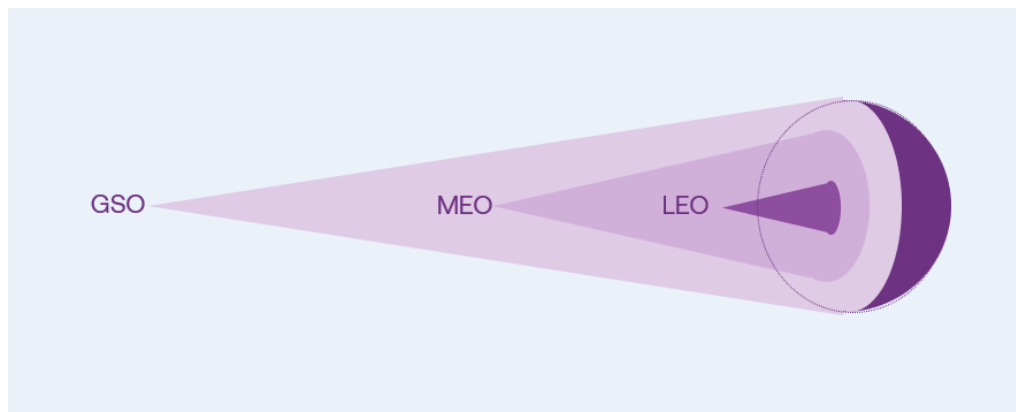
⁷ Geo Stationary Orbit.

⁸ Non Geo Stationary Orbit.

⁹ Low Earth Orbit satellites.

¹⁰ Medium Earth Orbit satellites.

Figur 1 – Skillnad i täckning mellan olika satellitsystem



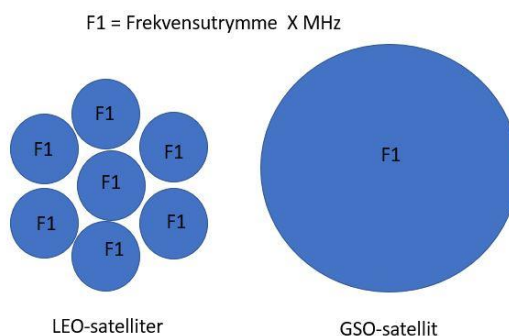
Hur stor yta som kan täckas av en satellit beror på dess höjd över jordytan. Vinsten med en satellit som är placerad i en bana högt över jordytan i en fix position relativt jordytan är att satelliten kan täcka en stor del av den från satelliten synliga jordytan samt att slutkundens utrustning i form av en parabolantenn endast behöver riktas mot satelliten. Detta är en fördel vid envägs kommunikation som exempelvis rundradiosändning via satellit (TV via satellit). Teoretiskt räcker det med endast tre geostationära satelliter för att täcka hela jordens yta inom 75 grader nordlig och sydlig bredd, vilket motsvarar all landmassa mellan norra Antarktis i söder och Svalbard i norr. Nackdelen med en sådan stor täckning är att frekvenserna inte alltid kan återanvändas inom den ytan som täcks av satellitens stråle eftersom det då riskerar uppstå *interferens*, det vill säga att radiovågor i vissa fall påverkar varandra vilket leder till störningar. Det leder till att många slutanvändare behöver dela på samma kapacitet. Andra nackdelar är den tidsfördröjning, *latens*, som uppkommer då radiosignalen till och från satelliten tar relativt sett längre tid på sig då satelliten är långt från jordytan.

Omvänt innebär det att en satellit på lägre höjd och som rör sig i förhållande till jordytan, täcker en mindre yta. Det kan då behövas hundratals eller tusentals små LEO-satelliter för att uppnå fullständig täckning av jordens yta. Ett sådant satellitsystem medför fördelen att radiosignalens fördröjning, *latens*, på grund av avstånd är försumbar.

För att undvika interferens i en slutanvändares utrustning kan inte två satelliter sända radiosignaler med samma *frekvens* (F1) och *polarisation* över samma yta samtidigt. Därför finns det en fördel med LEO-satelliter som täcker små ytor varvid nästa satellit

kan återanvända samma frekvenser igen och därmed öka kapaciteten på jordytan (se Figur 2), dvs. färre antal användare behöver dela på samma kapacitet

Figur 2 – Jämförelse hur frekvensutrymme över en yta kan återanvändas vid användandet LEO-system och en GSO-satellit



Satellitnätverkets egenskaper påverkar även av de fysiska förutsättningarna för det underliggande *TCP-nätverket*¹¹ för datakommunikation att upprätthålla en stabil dataström till och från användaren. TCP-nätverket behöver kompensera på olika sätt för att hantera hög fördröjning (latens), asymmetrisk överföringshastighet, liksom dirigering av datatrafik mellan jordytan och en eller flera satelliter i rörelse. Som exempel kan nämnas bufferhantering och felkorrigering. Om detta inte hanteras kan det leda till att datapaket går förlorade och måste skickas om. Effekterna av samspelet mellan satellitnätverket och TCP-nätverket märks sällan vid användning av telefoni och grundläggande internet, men kan resultera i en försämrad användarupplevelse vid användning av realtidskritiska tjänster som börshandel, onlinespel och videokommunikation, eller vissa VPN-tjänster.

2.2 Koordinering och notifiering av satellitsystem

Enskilda länder reglerar användningen av radiosystem inom det egna territoriet med undantag för satellitsystem då dessa oftast täcker ytor större än det egna landet. Exempelvis skulle Sverige inte själva kunna bestämma under vilka kriterier ett satellitsystem skulle kunna ge bredband till svenska hushåll och företag.

För detta krävs internationella överenskommelser för att harmonisera användningen av radio och där *Internationella teleunionens radiokommunikationssektor* (ITU-R) ansvarar för hanteringen av radiospektrum globalt.

¹¹ Transmission Control Protocol (TCP) är ett dataöverföringsprotokoll som används för kommunikation över Internet.

Radiobestämmelser utfärdade av ITU anger detaljerade frekvenser för olika tjänster och metoder för att förhindra uppkomsten av orimlig störning mellan användare, bland annat mellan olika satellitsystem. Mer i detalj åstadkoms detta genom att radiotjänsterna kategoriseras i enlighet med respektive funktion (radiolänk, mobiltelefoni, satellit, med flera). Därefter allokeras frekvenser för varje tjänst inom en funktion. För satellit återfinns bland annat tjänsterna *rundradio via satellit* (BSS¹²), *fast radio via satellit* (FSS¹³), *positioneringssystem via satellit* (GNSS¹⁴) och *mobil användning via satellit* (MSS¹⁵). Slutligen fastställs förfarandet för användning av radiospektrum i enlighet med kraven från andra radiotjänster samt regioner.

Krav från andra tjänster på samma frekvensband kan vara att en radiotjänst anses vara primär gentemot andra, sekundära tjänster, varav den senare inte får störa men heller inte har rätt till skydd från störningar. Sen finns även exemplet med två olika satellitsystem vars radiotjänster har samma primära status och som enligt plan ska använda samma frekvensband och täckningsområde. Vid ett sådant fall måste ansvariga länder koordinera satellitsystemen gentemot varandra med målet att uppnå ömsesidig godtagbar lösning för samexistens.

2.3 Kommunikationstjänster över satellit

Det är en mängd olika kommunikationstjänster som förs över satelliter. De kanske vanligast förekommande tjänsterna i Sverige är tv direkt till hushåll (BSS). Enligt PTS statistik fanns ca 420 000 abonnemang på tv via satellit i Sverige den 30 juni 2021. För BSS finns exklusiva internationellt harmoniserade frekvensband tillgängliga. Efterfrågan på satellit-tv minskar dock succesivt i Sverige i takt med utbyggnaden av fibernät som också kan användas för tv-tjänster.

Det mest använda systemet för satellitnavigation (GNSS) är det amerikanska GPS. Systemet var ursprungligen avsett för militärt bruk men är i dag även den vanligaste navigeringstjänsten för civilt bruk, exempelvis i vanliga personbilar. Företrädesvis används icke-geostationära satellitsystem för satellitnavigation.

Den tjänst som mest liknar övriga trådlösa och trådbundna bredbandstjänster i Sverige är FSS. Tjänsten innebär en dubbelriktad kommunikation mellan jordstationer och en eller flera satelliter eller satellitsystem för exempelvis bredbandstjänster. Det är denna typ av satellittjänst som den här rapporten har fokus på.

¹² Broadcasting Satellite Systems

¹³ Fixed Satellite Systems

¹⁴ Global Navigation Satellite Systems

¹⁵ Mobile Satellite Service.

Tabell 1 – Jämförelse av olika satellitsystem

	Geostationär satellit (GSO)	Icke-geostationär satellit	
		MEO (Medium Earth Orbit)	LEO (Low Earth Orbit)
Exempel på satellitsystem	SES ASTRA	GPS GLONASS	SpaceX Starlink OneWeb
Höjd över jordytan	35 786 km	2 000–35 786 km	160–1 200 km
Fast position relativt jordytan	Ja, längs ekvatorlinjen	Nej	Nej

Ytterligare en satellittjänst med dubbelriktad kommunikation mellan satellitsystemet och jorden är MSS. MSS är en tjänst som liknar FSS men där jordstationen kan vara mobil vid användning, exempelvis om den är monterad på ett fartyg.

2.4 Slutkundsutrustning

En traditionell slutkundsutrustning för satellittjänster består av en parabolantenn som med viss lägsta vinkel ska kunna riktas för fri sikt mot en geostationär satellit lokaliserad över ekvatorn. Vinkeln beror på var i landet parabolantennen är placerad och vilken position den geostationära satelliten har. Om slutkundsutrustningen ska riktas mot en icke-geostationära satellit måste parabolantennen kompletteras med utrustning för att kunna följa en satellit när den rör sig längs sin bana och därtill ofta också ha möjlighet att kunna hoppa från en satellit till en annan allteftersom satelliterna förflyttar sig i förhållande till jorden.

Placeringen kan behöva göras på ett antennerör eller en mast vid fastigheten för att uppnå nödvändig fri sikt. Slutkundsutrustningens inomhusdel består av en *wifi-router*¹⁶.

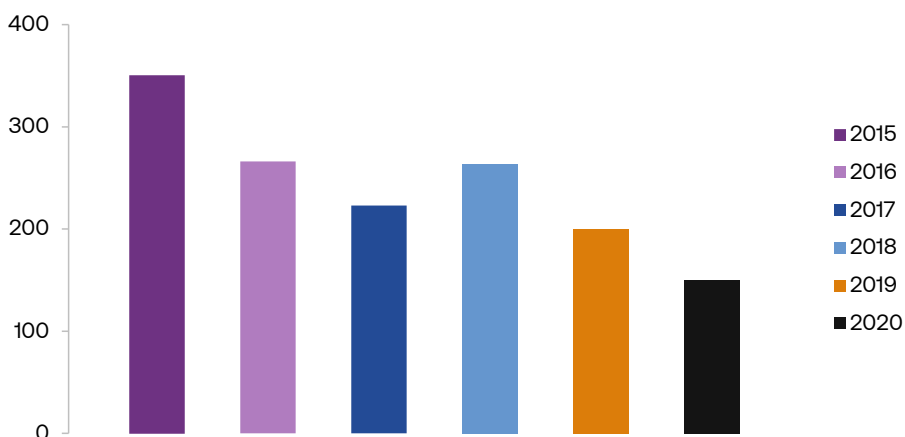
¹⁶ En router är en enhet som ansluter två eller flera datanätverk till varandra och dirigerar nätverkstrafik mellan dem. Wi-Fi är en teknik för lokala trådlösa datanät.

3. Aktörer och tjänster på satellitmarknaden

3.1 Den svenska marknaden för satellitbredband är liten

Medan antalet fasta bredbandsabonnemang totalt i Sverige ökade från cirka 3,5 miljoner till cirka 4,2 miljoner mellan 2015 och 2020, har antalet bredbandsabonnemang via satellit i landet aldrig överstigit 350 stycken. Sedan 2015 har antalet abonnemang via satellit mer än halverats (se Figur 3) och den 31 december 2020 fanns det endast 150 satellitabonnemang i Sverige.

Figur 3 – Bredbandsabonnemang via satellit



Källa: <https://statistik.pts.se/svensk-telekommarknad/>

PTS senaste statistik över satellitabonnemang, som gäller per den 31 december 2020, visar att *Bigblu* var den enda aktör som hade sådana abonnemang i Sverige. Sedan dess har även *Starlink* börjat tillhandahålla bredbandstjänster via satellit i Sverige men PTS har ännu inte någon abonnemangsstatistik för helåret 2021.

Fram till för några år sedan hade även den svenska operatören *RB Communication* bredbandsabonnemang via satellit till företagskunder i Sverige. *RB Communication*

upphörde som återförsäljare av bredbandstjänster via satellit som en följd av affären mellan *Viasat* och *Eutelsat* (se avsnitt 3.3) men bolaget söker efter en annan partner för att kunna tillhandahålla satellitabonnemang.

3.2 Satellitoperatörer med abonnemang i Sverige

Bigblu är en brittisk leverantör av bredbandstjänster via satellit. Bolaget har länge varit etablerat i Norge och sedan 2015 tillhandahåller den norska verksamheten i begränsad omfattning även abonnemang till kunder i Sverige. Enligt PTS senaste statistik hade Bigblu 150 abonnemang i Sverige, samtliga privatkunder. För närvarande har bolaget inte någon svensk säljorganisation och kunder i Sverige är hänvisade till norska erbjudanden. Bigblu har planer på att etablera en kommersiell närvaro i Sverige och förväntar sig att en svensk organisation ska finnas på plats mot slutet av 2022.

Bigblu levererar bredbandstjänster producerade av *Euro Broadband Infrastructure* som ägs av *Viasat* (se avsnitt 3.3). Tjänsterna levereras med kapacitet från den geostationära (GSO) satelliten KA-SAT.

Starlink, som ägs av det amerikanska rymdbolaget *SpaceX*, använder en konstellation av lågt flygande satelliter för att leverera bredbandstjänster. Satelliterna möjliggör uppkoppling med upp till 200 Mbit/s. Starlink säljer abonnemang direkt till slutkunder, huvudsakligen privathushåll och försäljningen sker uteslutande via bolagets hemsida. Starlink började tillhandahålla abonnemang i Sverige under 2021, men PTS har ännu ingen statistik över hur många abonnemang som bolaget har i Sverige. I dagsläget kan Starlink dock bara leverera bredbandstjänster till kunder i de allra sydligaste delarna av landet eftersom bolaget ännu inte har några satelliter i bana över Sverige. Starlink räknar med att ha skjutit upp tillräckligt många satelliter som täcker Sverige för att kunna erbjuda bredbandstjänster till kunder i hela landet mot slutet av 2022.

3.3 Satellitoperatörer utan abonnemang i Sverige

Det finns ett flertal satellitoperatörer aktiva på den globala marknaden. Några av dem tillhandahåller abonnemang direkt till slutkunder, men typiskt sett erbjuder de kapacitet och tjänster till lokala operatörspartner som i sin tur ansvarar för exempelvis försäljning och kundsupport på den nationella marknaden. En operatör utan egen satellitkapacitet skulle således kunna tillhandahålla satellitbredband i Sverige genom samarbete med någon av aktörerna som beskrivs nedan.

Det amerikanska e-handels- och molntjänstföretaget **Amazon** grundade år 2019 dotterbolaget *Kuiper Systems* i syfte att etablera en konstellation av LEO-satelliter för bredbandstjänster. Satelliterna ska tillhandahålla uppkoppling med upp till 400 Mbit/s

för privatkunder. Amazon planerar att skjuta upp två testsatelliter under fjärde kvartalet 2022 med sikte på att erbjuda kommersiella tjänster följande år. Det initiala satellitsystemet kommer att täcka jorden mellan 56 grader nordlig och sydlig bredd, vilket innebär att endast de allra sydligaste delarna av Sverige skulle kunna täckas. Bolaget har också lämnat in ansökningar för ett utvidgat satellitsystem som kommer att utöka täckningen till högre latituder. Amazon kommer att rikta sina erbjudanden både till privatkunder och företagskunder och är öppna för att sälja abonnemang direkt till slutkunder på de marknader där regleringen gör det möjligt.

Eutelsat är en fransk satellitoperatör som främst äger GSO-satelliter. Eutelsat har under 2020–2021 tecknat ett antal avtal om att tillhandahålla satellitkapacitet till operatörspartner som kommer erbjuda satellitbredband till slutkunder. Bolaget har till exempel offentliggjort avtal med: *Deutsche Telekom* för Tyskland¹⁷, *TIM* för Italien¹⁸ och *Orange* för Frankrike¹⁹. Eutelsat har även tecknat avtal med *Hispasat*, som kommer att sälja kapacitet från Eutelsats vidare till operatörer som erbjuder bredbandstjänster i Spanien och Portugal²⁰. Slutkundstjänsterna som dessa avtal omfattar har hastigheter upp till 100 Mbit/s men den satellit som i dag kan användas för att erbjuda dessa tjänster, Eutelsat KONNECT, har inte täckning över Sverige. Under 2022 ska dock Eutelsat, enligt nuvarande plan, skjuta upp sin nya satellit KONNECT VHTS och den kommer att ha täckning även över Sverige. Under 2021 investerade Eutelsat 715 miljoner USD i OneWeb (se nedan) och erhöll en ägarandel om 22,9 procent i bolaget.²¹

Inmarsat, med huvudkontor i Storbritannien, är en annan stor aktör på satellitmarknaden. Bolaget har dock fokus på andra delmarknader än fast bredband till slutkunder, varför de troligen inte är en aktuell partner för en svensk aktör som vill kunna erbjuda bredbandstjänster via satellit på den svenska marknaden. I november 2021 lade Viasat ett bud på Inmarsat för 7,3 Miljarder USD²². Förvärvet genomgår för närvarande den regulatoriska godkännandeprocessen och om affären godkänns väntas den vara genomförd under andra halvåret 2023.

Intelsat med huvudkontor i USA är en satellitoperatör med ett stort antal satelliter i den geostationära banan. Som många andra satellitoperatörer fokuserar bolaget i dag inte på bredbandserbjudanden direkt till privatkunder. De erbjudanden som Intelsat har är främst avsedda för företag eller backhaul till lokala accessnät. För att

17 Press Releases | Eutelsat

18 Press Releases | Eutelsat

19 Press Releases | Eutelsat

20 Press Releases | Eutelsat

21 Press Releases | Eutelsat

22 Viasat and Inmarsat to Combine, Creating a New Leading Global Communications Innovator | Viasat.

nå privatkunder med hjälp av Intelsat skulle det därför behövas även ett lokalt markbaserat accessnät som drivs av en svensk operatörspartner.

OneWeb är en Londonbaserad satellitoperatör i vilken bl.a. den brittiska staten är delägare sedan 2020. OneWeb sköt upp sina första lågt flygande satelliter i början av 2019 och mars 2022 hade bolaget skjutit upp 428 av 648 planerade satelliter i omloppsbanan runt jorden²³. Bolaget har fokus på företagsmarknaden men säljer inte abonnemang direkt till slutkunder utan tillhandahåller satellitkapacitet till lokala återförsäljare. Det skulle dock vara möjligt att även ansluta privatkunder med hjälp av OneWeb, men då krävs en lokal partner som bygger ett markbaserat accessnät som i sin tur använder OneWebs satellitnätverk som backhaul. För närvarande för OneWeb diskussioner med potentiella samarbetspartner i Sverige. Bredbandstjänsterna från OneWeb har för närvarande omkring 100 Mbit/s i nedladdningshastighet och en latens, det vill säga en fördröjning av radiosignalen, på cirka 70 ms, men bolaget planerar att etablera en andra generation av satelliter som kommer att ha ytterligare kapacitet. Denna uppgradering väntas dock inte vara genomförd förrän omkring 2026–2027.

Luxemburgbaserade **SES** har även ett svenskt dotterbolag (SES Astra) som förfogar över satelliter i svenska banpositioner. SES äger både ett stort antal GSO-satelliter och ett system av MEO-satelliter, kallat *O3b*. MEO-satellitensystemets täckningsområde är dock begränsat till mellan 50 grader syd och 50 grader nord, med viss begränsad täckning norr om denna linje. I praktiken går det därför inte att förvänta sig täckning ovanför en linje genom norra Tyskland. SES har uttryckt att det finns ledig satellitkapacitet med täckning över Sverige från bolagets GSO-satelliter men kapacitetsbegränsningen gör det svårt att producera bredbandstjänster med hastigheter på exempelvis 100 Mbit/s. Däremot skulle kapaciteten kunna användas för att erbjuda 30 Mbit/s-tjänster till slutkunder. Som de flesta andra satellitoperatörer säljer SES satellitkapacitet och för att det ska gå att producera en slutkundstjänst i Sverige behövs en lokal operatörspartner här som kan hantera kundkontakter, support och eventuell installation av utrustning.

Kanadensiska **Telesat** är en av de större traditionella satellitoperatörerna med ett antal geostationära satelliter som i dag erbjuder bredbandstjänster främst till företagsmarknaden. Telesat har tagit beslut om att komplettera detta nät med en konstellation av LEO-satelliter, kallat *Telesat Lightspeed*. Målet är att skjuta upp en konstellation av 298 satelliter med möjlighet att erbjuda gigabituppkoppling och latens om 30–50 ms. Bolaget har erhållit en investering på 1,44 miljarder CAD från

²³ OneWeb Confirms Successful Launch of 34 Satellites, Delivering Ongoing Momentum at the Start of 2022 | OneWeb.

den kanadensisk staten och ytterligare 400 miljoner CAD från provinsen Quebec för att utveckla och bygga upp Telesat Lightspeed.

Enligt den nuvarande tidplanen ska Telesat Lightspeed börja erbjuda tjänster i norra Europa under 2024 och alla satelliterna ska finnas på plats med global täckning under 2025. Telesat har inte några planer på att erbjuda sina tjänster direkt till slutkunder, utan fokus ligger på att förse operatörer, samhällen och företag med backhaul. På samma sätt som för OneWeb skulle det därmed behövas ett lokalt landbaserat accessnät om man vill ansluta privatkunder med hjälp av Telesat.

Den amerikanska satellitoperatören **Viasat** använder främst satelliter i geostationär bana för att leverera bredband. I USA har bolaget sedan en längre tid tillhandahållit bredbandsabonnemang direkt till slutkunder. För närvarande erbjuder Viasat abonnemang med upp till 100 Mbit/s. Bolaget äger satelliten KA-SAT som bl.a. BigBlu (se avsnitt 3.3 ovan) använder för att erbjuda satellitbredband över Sverige, vilket innebär att Viasats täckning och satellitkapacitet redan i dag används för att erbjuda bredbandstjänster i Sverige, om än i begränsad omfattning. Viasat har planer på att skjuta upp tre nya satelliter (*ViaSat-3*) som kommer att öka den tillgängliga kapaciteten som för satellitbredband. Den andra av de tre satelliterna inom *ViaSat-3* är avsedd att ge täckning över Europa. Uppskjutningen av denna satellit har dock blivit försenad och ser i dag ut att äga rum mot slutet av 2022 eller början av 2023.

3.4 Tjänsternas geografiska täckning

BigBlu använder, som ovan nämnts, kapacitet från satelliten Ka-SAT. Denna satellit erbjuder täckning över hela Sverige. I praktiken uppnås täckningen genom att olika delar av Sverige täcks av fyra delvis överlappande så kallad *spot beams*²⁴ från satelliten. Detta gör att användare som har fri sikt mot satelliten, som ligger i en position nio grader öst över ekvatorn, kan ta emot signalen med en 77 cm stor parabolantenn i hela Sverige. Antennen är något större än normalstorleken på de tv-paraboler som används i Sverige.

Starlink har i dag endast kommersiell täckning i de allra sydligaste delarna av Sverige, eftersom de satelliter som bolaget använder har en bana som vänder över den norra delen av Tyskland. För att kunna erbjuda täckning längre norrut har Starlink börjat skjuta upp ytterligare satelliter som ska ligga i banor som även passerar över Sverige, vilket kommer att resultera i täckning över hela landet. Innan Starlink kan börja erbjuda en kommersiell tjänst behöver bolaget dock skjuta upp tillräckligt många satelliter så att det garanterat alltid finns satelliter som kundens satellitmottagare på

²⁴ En satellitsignal som enbart täcker ett begränsat och specifikt geografiskt område på jorden.

marken kan se och vara uppkopplad mot. Starlink förväntar sig att ha uppnått detta under 2022.

3.5 Tjänsternas kapacitet

Bigblu erbjuder bredbandstjänster via satellit med upp till 50 Mbit/s nedladdningshastighet. Bolaget säljer tre olika abonnemang med varierande hastighet och datamängd:

- *Brons*: 16 Mbit/s och 10 GB data per månad
- *Silver*: 22 Mbit/s och 50 GB data per månad
- *Guld*: 50 Mbit/s och 100 GB data per månad

Investeringar i nya satelliter kommer att öka kapaciteten på sikt och Bigblu väntar sig kunna leverera bredbandstjänster med hastigheter upp till 200 Mbit/s och lägre latens, det vill säga en fördröjning av radiosignalen, inom de kommande två åren.

Starlink erbjuder abonnemang huvudsakligen till privatkunder. Abonnemangen har en nedladdningshastighet på 100–200 Mbit/s och latens ned mot 20 millisekunder. Starlink bedömer att kapaciteten kommer att öka i takt med att fler satelliter skjuts upp och att kapacitetsbrist aldrig kommer att bli ett problem med tanke på det stora antalet satelliter som kommer att finnas i omlopp.

3.6 Erbjudande och kostnader för slutkunder

Kostnaderna för installation av mottagare för satellitbredband är avsevärt lägre än för andra fasta bredbandlösningar som fiber eller FWA. Abonnemangsavgifterna är dock högre än vad svenska kunder normalt betalar per månad för abonnemang med motsvarande hastigheter via till exempel fiber eller mobilnät.

Bigblu har för närvarande ingen särskild prissättning för den svenska marknaden utan kunder i Sverige betalar samma pris som norska kunder. Från samtliga kunder, oavsett abonnemangstyp, tar bolaget ut en engångsavgift på 999 NOK (cirka 1 050 SEK²⁵) för aktivering samt en månadsavgift på 99 NOK (cirka 105 SEK) för hyra av användarutrustning. Därutöver betalar kunderna en abonnemangsavgift som varierar mellan 299 NOK och 699 NOK (cirka 310–730 SEK) per månad, beroende på abonnemangets nedladdningshastighet och datamängd.

Bigblu har ett rikstäckande kontrakt med svenska montörer för installation av användarutrustningen. Priset för att installera utrustningen ligger mellan 2 500 och

²⁵ <https://www.riksbank.se/sv/statistik/sok-rantor--valutakurser/manadsgenomsnitt-valutakurser/>

3 500 NOK (cirka 2 620–3 670 SEK), beroende på hur avlägset beställaren bor, hur högt parabolens behöver monteras osv.

Starlink har ingen särskild prissättning för sina abonnemang i Sverige utan avgifterna baseras på internationella priser i USD. Svenska kunder hos Starlink betalar en engångsavgift på 6 960 SEK för utrustningen plus 875 SEK för frakt till Sverige. Abonnemangsavgiften är 1 079 SEK per månad²⁶. Starlinks abonnemang har inga begränsningar i datamängd. Slutkunder ska själva kunna installera Starlinks mottagarutrustning och de kan ladda ned en *app* som visar var utrustningen bäst placeras för att ha fri sikt mot satelliterna.

²⁶ Starlink kommer att höja sin internationella abonnemangsavgift från 99 USD till 110 USD per månad fr.o.m. 21 maj 2022. Detta kommer att medföra en motsvarande prishöjning för abonnemangen i SEK.

4. Satellit en förutsättning för att nå delar av regeringens bredbandsmål

4.1 Satellitlösningar har stor potential

Som framgår av kapitel 2 pågår en snabb teknisk utveckling och det görs stora investeringar i nya och uppgraderade satellitsystem. Utvecklingen väntas leda till en stor ökning av den tillgängliga kapaciteten för bredband via satellit fram till 2025.

Utvecklingen inom satellitområdet är betydelsefull eftersom PTS gör bedömningen att regeringens bredbandsmål för 2025 inte fullt ut kommer att nås genom en utbyggnad av fiber. Inte heller kommer de att nås, bedömer PTS, av en potentiell utbyggnad av modern 5G baserad FWA i geografiskt perifera områden. FWA kan, enligt de mobilnätoperatörer och -leverantörer som PTS tidigare varit i kontakt med, lösa en del av den sista utbyggnaden av snabbt bredband, men når inte alltid fram till de mest glest belägna fastigheterna. För att nå dessa svåråtkomliga fastigheter och för att fullt ut uppnå bredbandsmålen för 2025, är det avgörande att bredbandsaccess även erbjuds via satellit.

PTS diskussioner med satellitaktörer i arbetet med regeringsuppdraget, bekräftar en hög sannolikhet för att hela Sverige täcks av satellitsystem som kan erbjuda bredbandstjänster med 100 Mbit/s nedströms redan innan 2025. Möjligen redan i slutet av 2022. Det är även troligt att något av dessa system kommer att använda sig av LEO-satelliter och inte enbart GSO-satelliter. Något som betydligt skulle förbättra förutsättningarna till snabbt bredband med hög kvalitet via satellit.

Det finns dock osäkerheter kring hur marknaden för satelliterbjudanden kommer att utvecklas och i vilken utsträckning satellitlösningar kommer att kunna bidra till 2025-målet i praktiken.

4.2 Framtida satellittäckning

Enligt publicerade planer kommer åtminstone två aktörer med geostationära satelliter, Eutelsat och Viasat, att ha satellitkapacitet och täckning över hela Sverige som kan användas för att tillhandahålla fast bredband om minst 100 Mbit/s till slutkunder 2025. Detta förutsätter dels att abonnenten kan uppnå fri sikt mot satelliten, dels att det finns en satellitoperatör eller en återförsäljare som erbjuder slutkundstjänsten i Sverige.

PTS gör bedömningen att även Starlink kommer att kunna erbjuda täckning med LEO-satelliter över hela Sverige 2025, även om uppskjutningarna skulle bli försenade på grund av geopolitiska händelser (se kapitel 6).

Därutöver finns ett flertal aktörer som via både geostationära satelliter eller LEO-konstellationer kommer att ha täckning som kan användas för backhaul-tjänster. Dessa tjänster kan då användas för att koppla upp ett lokalt markbaserat accessnät. En sådan lösning skulle kunna användas där det finns kluster av kunder på platser som är svåra att nå fram till med markbaserad anslutning i form av fiber eller radiolänk (backhaul). PTS bedömer dock att detta bara skulle kunna bli aktuellt i ett fåtal fall.

4.3 Satellit kommer inte kunna bidra till delmålet om 1 Gbit/s

De satelliter som täcker Sverige i dag har potentialen att ge bredbandshastigheter upp till som mest några hundra Mbit/s. Vissa aktörer har planer på att erbjuda uppkoppling på ett par Gbit/s men dessa tjänster är inte avsedda för slutanvändare utan snarare som backhaul till lokala markbaserade accessnät. Det finns visserligen aktörer som uttalat att deras långsiktiga mål är att kunna erbjuda bredbandsabonnemang via satellit om 1 Gbit/s eller mer till slutanvändare. Abonnemang med gigabithastighet skulle dock kräva nya och mer kraftfulla satelliter eller satellitsystem och det är tveksamt om sådana kommer att finnas på plats redan 2025. PTS bedömning är därför att satellitlösningar inte kommer att kunna bidra till delmålet om att 98 procents tillgång till 1 Gbit/s år 2025.

4.4 Satellit kan bidra till delmålet om 100 Mbit/s

Det är sannolikt att alla hushåll och företag i Sverige kommer att ha en täckning som kan ge 100 Mbit/s från en eller flera satellitoperatörer senast under 2025. Att det finns täckning från en eller flera satellitoperatörer över Sveriges yta betyder emellertid inte automatiskt att det kommer att erbjudas slutkundslösningar på den svenska marknaden 2025.

4.5 Satellit blir förmodligen avgörande för att nå delmålet om 30 Mbit/s

Befintliga och planerade investeringar i satelliter bör kunna ge en täckning som uppfyller kravet om minst 30 Mbit/s till de sista 0,1 procenten hushåll och företag i Sverige senast under 2025. Satellit är förmodligen den mest ändamålsenliga tekniken för att koppla upp den typ av mycket avlägsna hushåll och företag som delmålet avser, eftersom satellitlösningar till skillnad från bland annat fiber och FWA inte kräver kluster av slutkunder för att vara ekonomiskt genomförbara.

5. En marknadsmässig utmaning att nå ut med bredband via satellit

5.1 Det finns flera marknadsmässiga utmaningar

Större företag och organisationer har redan i dag tillgång till satellittjänster anpassade till deras särskilda behov genom avtal direkt med någon av satellitoperatörerna. Men enligt PTS bedömning så är en etablering av bredbandstjänster via satellit till privata slutkunder och till små och medelstora organisationer på den svenska marknaden osäker. I följande avsnitt beskrivs ett antal marknadsmässiga utmaningar som gör att bidraget av satellitlösningar i Sverige svårförutsägbart, trots att det tekniskt finns en stor potential.

5.2 Många uppfattar bredband via satellit som ett sämre alternativ

Sverige har under en längre tid haft ett tydligt fokus på en utbyggnad av bredband via fibernät. PTS erfarenhet från arbetet med att främja bredbandsutbyggnaden visar att slutkunder sällan föredrar accessformer andra än fiber. Det är även en bild som bekräftas av de aktörer på satellitmarknaden som myndigheten varit i kontakt med. Bredband via kabel-tv-näten har i vissa delar av Sverige också uppfattas som en fullgod accessform för snabbt bredband men detta är en typ av nät som numera knappt byggs ut och som dessutom har en mycket liten utbredning i glesbefolkade områden. Bredbandsaccess via satellit, uppfattas däremot av många slutanvändare som sekundära avseende kvalitet och hastighet till det som fiber ger. Fiber har för de flesta av dessa användare framstått som i stort den mest relevanta accessformen.

Föreställningen om bredband via satellit som otillräcklig i jämförelse med andra accessformer har i delar stämt överens med verkligheten. De hastigheter som bredband via satellit kunnat erbjuda har varit betydligt lägre än den som varit möjlig via fiber och kabel-tv. Latensen, det vill säga fördröjning i svarstid, har varit påtagligt begränsande för vissa kategorier av tjänster, samtidigt som priserna varit relativt höga. Tillgängligheten för kunder att beställa en bredbandstjänst via satellit har även den varit begränsad och under perioder obefintlig.

Förutsättningarna för bredband via satellit har dock förändrats påtagligt under senare tid och kommer att utvecklas än mer under de närmaste åren. Bredband via satellit kan i dag, som redan nämnts, ge relativt hög hastighet och låg latens. Samtidigt finns

en utmaning i att snabbt bredband via satellit fortfarande inte är en tillgänglig tjänst för slutkunder i hela landet. Bigblu erbjuder inte en bredbandstjänst som marknadsförs eller direkt riktar sig till den svenska marknaden och Starlinks tjänst når endast en liten del av södra Sverige.

5.3 Att lokalisera och övertyga slutanvändare den största utmaningen för satellitoperatörer

Den största utmaningen för satellitaktörerna tycks vara att nå potentiella kunder och att övertyga dem om att bredband via satellit inte längre ska uppfattas som en otillräcklig tjänst. Det konstaterar PTS med utgångspunkt i de diskussioner som myndigheten haft med flera av satellitaktörerna. Låg kännedom hos slutkunder om tjänsternas existens, förutfattade åsikter om undermålighet, men även risken att aktörerna, om vi antar att de kliver in på den svenska marknaden, inte nödvändigtvis ser en möjlighet att stanna kvar på den om de inte får kunder till sina tjänster, bygger alltså upp en påtaglig tröskel för satellitaktörernas möjlighet att öppna upp sina tjänster på den svenska marknaden. Till det kan läggas att de hushåll som mest sannolikt tillhör den relevanta kundgruppen, ofta även är hushåll som finns i perifera delar av Sverige. Dessa typer av hushåll tenderar att ha lägre inkomster än de i mer urbana delar av landet och kan därmed förväntas ha en lägre betalningsvilja för bredband.

Samtidigt tydliggör satellitaktörerna i sina diskussioner med PTS att deras kunskap om den svenska marknaden i dagsläget inte är upparbetad och att de har låg kännedom om var potentiella kunder finns geografiskt. Att ha god kunskap om vilka dessa slutkunder är och var de finns geografiskt, blir avgörande för att satellitaktörerna framgångsrikt ska kunna skapa sig en marknad för bredband via satellit.

PTS erfarenhet från att arbeta med att främja tillgången till grundläggande telefoni och internet, lyfter även det fram utmaningen att nå den svenska marknaden med bredband via satellit. I detta sammanhang har satellitoperatörer varit av intresse som möjliga leverantörer av en samhällsomfattande tjänst. Bristen på konsumenterbjudanden via satellittjänster på den svenska marknaden har dock blivit ytterst påtaglig i det arbetet och begränsat möjligheten i att kunna använda satelliter som en fungerande lösning. PTS erfarenhet är också att möjligheterna för slutanvändarna att i detta sammanhang nå satellitoperatörer eller återförsäljare av satellittjänster varit ytterst begränsad och ofta omöjlig.

5.4 Sannolikheten för höga priser på bredband via satellit riskerar leda till låg efterfrågan

Till ovan beskrivna utmaningar, kan läggas risken för höga priser. Särskilt månadsavgiften. I dagsläget finns inte några slutkundspriser kommunicerade för kommersiell tjänst specifikt för Sverige. PTS konstaterar dock efter diskussioner med satellitaktörerna att månadsavgifterna på eventuella framtida tjänster, troligen kommer att ligga i ett spann som kan överstiga betalningsviljan hos många i den presumtiva kundgruppen.

Även om de potentiella slutanvändarna har kunskap om de satellittjänster som finns och accepterar att de är fullgoda bredbandslösningar, så finns risken att de ändå inte önskar att använda tjänsterna, framförallt om de uppfattas som allt för dyra. Om höga priser riskerar att leda till en så låg efterfrågan att satellitaktörerna ser att det inte finns en marknad för deras tjänster och därmed helt avstår från att lansera dessa i Sverige, då får det stor betydelse. Ett sådant scenario skulle kunna aktualisera insatser som bygger på statliga stödmedel enligt flera satellitaktörer.

I myndighetens kontakter med satellitföretag har flera av dem uttryckt att statliga stödpengar bäst gör nytta om de går direkt till slutanvändaren. Det finns en tveksamhet till att ta emot ekonomiskt stöd om det går direkt till företagen av den enkla anledningen att det skulle leda till ökade administrativa bördor för deras organisation. Flera av dessa företag har relativt begränsade administrativa resurser och i de flesta fall är de inte geografiskt placerade i Sverige. Eftersom statliga stödmedel ofta är associerade med administrativa krav, blir det svårt för företagen att hantera dessa. Samtidigt, anser PTS, ska inte statliga stödmedel som går direkt till satellitföretagen eller tjänsteleverantörer av bredband via satellit, alternativt någon form av statlig upphandling, på förhand uteslutas om det kan ge utsikter till att bredbandstjänster via satellit blir tillgängliga på den svenska marknaden.

Det är möjligt att månadsavgiften för bredband via satellit över tid faller. I PTS diskussioner med satellitaktörer lyfts att uppskjutningar av många nya satelliter markant ökar tillgången till kapacitet och att priserna därför kommer att sjunka över tid. Men det är inte säkert att priserna hinner gå ner snabbt nog. I det fall att bredbandstjänster via satellit har lanserats, samtidigt som priserna initialt upplevs som allt för höga av slutkunderna, finns risk för en situation där erbjudanden, på grund av bristande efterfrågan, inte längre marknadsförs på den svenska marknaden.

6. Risker och sårbarheter som påverkar Sveriges möjlighet till bredband via satellit

6.1 Behovet av fri sikt till satelliten kan begränsa tillgängligheten för vissa användare

Bredband via geostationära satelliter kräver normalt fri sikt till en satellit som befinner sig på hög höjd ovanför ekvatorn. Detta är samma förhållande som i dag gäller för satellit-tv. Behovet av fri sikt till satelliten över horisonten söderut kan utgöra ett problem för vissa hushåll och företag som vill använda bredband via satellit.

Bredband via icke-geostationära satelliter kräver istället fri sikt mot den satellit som man vid varje tillfälle är uppkopplad mot. Vinkeln över horisonten i vilken man behöver fri sikt är normalt högre för icke-geostationära än för geostationära system, men istället gäller kravet på fri sikt i alla geografiska riktningar. Vissa system har dock möjligheten att lära sig i vilken riktning det finns hinder och kan byta till en annan satellit innan hindret kommer i vägen. På detta sätt kan kravet på fri sikt mot satelliten i alla riktningar minskas.

6.2 Satellitterminaler kan komma att stiga i pris

Högre kostnader för terminaler som möjliggör mottagande från LEO-system är en potentiell risk. En satellitterminal för bredbandsuppkoppling till LEO-satelliter behöver ytterligare funktionalitet jämfört med terminaler som används för att ansluta mot en geostationär satellit och detta kan höja priset på utrustningen. Det är främst två nya funktioner som behövs: dels behöver mottagaren dynamiskt kunna rika sin antenn mot satelliten och följa den när den flyttar sig på himlen relativt terminalens fasta plats på jorden, dels måste terminalen sömlöst kunna byta uppkoppling till en ny satellit innan kontakten tappas med den satellit som man för närvarande är uppkopplad mot. För att undvika avbrott i tjänsten måste detta byte gå mycket snabbt. Ofta har detta lösts genom användning av två antenner och mottagare som fysiskt (med motorer) riktar in sig mot de olika satelliterna. Nya slutkundsterminaler som nu blir vanligare på marknaden har istället elektroniskt styrbara antenner som utan rörliga delar kan följa satelliten samt skapa två uppkopplingar till olika satelliter från samma fysiska antenn. Även om detta har potential att på sikt sänka priset på terminaler så är det fortfarande en relativt dyr teknisk lösning. Det finns för tillfället en

viss osäkerhet om hur snabbt det kommer att gå med att ytterligare få ned priset på denna typ av mottagare.

Satellitindustrin har som ett resultat av pandemin drabbats av bristen på *halvledare* (integrerade kretsar) på samma sätt som andra branscher. Bristen drabbar framförallt de aktörer som bygger terminaler för LEO-system eftersom terminalerna innehåller ett betydande antal halvledarkomponenter, särskilt i de elektriskt styrbara antennsystemen. Då marknaden för dessa terminaler är relativt liten, blir dessa produkter inte nödvändigtvis prioriterade när den begränsade tillgången av halvledare ska fördelas av halvledartillverkarna. Fortsatta begränsningar i tillgången till halvledare kan leda till att utbudet av terminaler begränsas på kort till medellång sikt. Högre priser på komponenter kan också leda till att även terminalerna prissätts högre.

6.3 Förseningar kan påverka satellitkapaciteten över Sverige

Många tidplaner för uppskjutning av nya satelliter har förskjutits framåt i tiden under pandemin. Logistikproblem, brist på arbetskraft och försenade leveranser av delar och delsystem är problem som rapporterats som orsak till förseningarna. Satellitoperatörerna jobbar nu efter nya tidplaner, men det kan inte uteslutas att ytterligare fördröjningar kan uppkomma under det närmaste året. Ytterligare förseningar kan leda till att ny satellitkapacitet blir tillgänglig över Sverige senare än väntat.

Uppskjutningskapaciteten av satelliter kan påverkas av Rysslands invasion av Ukraina, om raketer tillverkade av Ryssland inte längre kan användas av kommersiella satellitaktörer. De aktörer som har kontrakt att skicka upp sina satelliter med de rysktillverkade Soyuz-raketerna, kan behöva hitta en ny leverantör för uppskjutning av sina satelliter. En sådan process kan förväntas vara tidskrävande och bidra till förseningar.^{27 28}

6.4 Satellit har liknande säkerhetsrisker som andra bredbandslösningar

De satelliter som primärt används för leverans av bredband befinner sig på ett avstånd från jordytan om cirka 160–1200 km. Detta innebär att signalen som når markytan är tämligen svag. Satellitnätverken som är aktuella, exempelvis Starlink, använder sig dock av ett stort antal satelliter för att skapa god täckning vid jordytan och det minskar risken för att stora områden störs ut. Detta till trots gör PTS

²⁷ Russia Roscosmos refusing to launch OneWeb satellites: Ukraine crisis (cnbc.com).

²⁸ Russia halts Soyuz rocket launches from French Guiana over European sanctions on Ukraine invasion | Space.

bedömningen att det för närvarande är förhållandevis lätt för en tillräckligt resursstark och motiverad aktör att blockera satellitradiotrafiken över tämligen stora landområden från att komma fram till terminalutrustningen vid markytan. Under NATO-övningen *Operation Trident Juncture*, vilken redovisas närmare nedan, stördes GPS-trafiken ut över ett tänkt cirkulärt område med en diameter om cirka 2x300 km.

Populärt brukar begrepp som *jamming* och *spoofing* används i dessa sammanhang. Med jamming avses att radiosignalen störs ut genom att en annan, mycket starkare radiosignal som sänder på samma frekvensområde som satelliterna gör, sänder ut en så kallad *skräpsignal* som hindrar den korrekta signalen från att komma fram. Med spoofing avses att den korrekta signalen blockeras och ersätts med en annan signal som sänder felaktiga data. Exempel på en storskalig jamming-operation är när GPS-signalen stördes ut över ett cirkulärt område med en diameter om cirka 600 km i norra Norge och norra Finland under perioden 16 oktober 2018 till den 7 november 2018. Under den aktuella perioden var det, om än inte omöjligt, så i vart fall mycket svårare, för civila och kommersiella aktörer att använda GPS-tjänster. Störningen sammanföll i tid med att NATO tillsammans med vissa partnerländer genomförde just övningen *Operation Trident Juncture*.²⁹

Som anges i avsnitt 4.2 pågår en snabb utveckling på området och det är ett rimligt antagande att i takt med att flera satelliter skjuts upp och den geografiska täckningen successivt blir bättre kommer riskerna med jamming och spoofing att minska. Det är emellertid inte möjligt att helt eliminera dessa risker. Detta är dock sant för alla typer av radiobaserad kommunikation, även exempelvis landbaserad mobiltelefonkommunikation. Den *effekt* (energi per tidsenhet) som används vid landbaserad radiokommunikation är dock större och därmed svårare att störa än den effekt som når markytan vid satellitbaserad radio.

Utöver de problem som beskrivs ovan är det PTS uppfattning att bredband via satellit inte har några särskilda säkerhetsrisker som inte andra former av datakommunikation också är behäftade med. Det är även myndighetens uppfattning att riskerna för att drabbas av storskalig störning av internetsignaler via satellitradio inte ska överdrivas.

6.5 Dålig lönsamhet hos globala satellitoperatörer kan påverka bredbandstillgången i Sverige

Till skillnad från trådbundna nät och markbaserade radionät kräver satellitlösningar inte någon infrastruktur på marken i Sverige. Medan detta är en fördel ur kostnadssynpunkt kan det också vara en sårbarhet sett från användarnas perspektiv. Om en satellitaktör exempelvis går i konkurs skulle det kunna innebära att tillgången

²⁹ <https://aerospace.csis.org/data/gps-jamming-in-the-arctic-circle/>

till snabbt bredband upphör, åtminstone på kort sikt, för de hushåll och företag som är beroende av satellitlösningar.

Många aktörer på satellitmarknaden investerar för närvarande stora summor i ökad datakapacitet och bredbandsfunktionalitet i sina satellitsystem. Dessa investeringar sker under en period då vissa aktörer på marknaden har visat problem med lönsamheten. Under 2020 genomgick exempelvis OneWeb en rekonstruktion³⁰ och därefter, under 2020–2022, genomgick även Intelsat en rekonstruktion med nedskrivningar av bolagets skulder från 16 till 7 miljarder USD³¹. Det är oklart om efterfrågan på satellitkapacitet kommer att öka i samma takt som den nu görs tillgänglig, och det finns en osäkerhet kring hur satellitoperatörernas lönsamhet kommer att utvecklas framöver. Om lönsamheten på den globala satellitmarknaden försämras skulle det kunna påverka tillgången till snabbt bredband via satellit i Sverige fram till 2025.

30 OneWeb Successfully Emerges From Chapter 11, Announces New CEO and Recommences Satellite Launches | OneWeb.

31 Intelsat Achieves Confirmation of Plan of Reorganization, Final Court Milestone in Financial Restructuring Process | Intelsat.

7. En bred palett av insatser behövs troligen för nå regeringens mål

7.1 Utgångspunkter för olika insatser

PTS gör bedömningen att satellitlösningar kommer att vara avgörande för att nå regeringens bredbandsmål för 2025 avseende delmålen om 30 och 100 Mbit/s (se kap. 4). Andra trådlösa accesstekniker som exempelvis FWA, skulle, enligt aktörer PTS talat med, kunna användas för att ge snabbt bredband i vissa områden som inte går att ansluta med fiber, men ingen av de två accessformerna FWA och fiber kan sannolikt användas för att koppla upp de mest perifera områdena i landet. Bredband via satellit kommer förmodligen att vara det enda realistiska alternativet i dessa områden. Som nämnts tidigare i rapporten finns det dock många utmaningar för aktörer som vill erbjuda bredband via satellit på den svenska marknaden.

Delmålet om 1 Gbit/s skulle kunna nås, vilket tidigare konstaterats (se kap. 2), genom marknads förväntade investeringar i framförallt fiberinfrastruktur och befintliga statliga stödmedel.

Först i slutrapporteringen av detta uppdrag kommer PTS att analysera behoven av olika typer av insatser för att främja bredband via satellit. Myndigheten kan dock redan här konstatera att insatserna är beroende av vilka utgångspunkter som intas. Följande tre utgångspunkter kan vara relevanta vid en analys av behovet av olika insatser (en utgångspunkt utesluter inte en annan):

1. Behov av insatser för att satellitoperatörerna ska etablera sig med bredbandstjänster via satellit på den svenska marknaden
2. Behov av insatser för att kunderna ska hitta satellitoperatörernas tjänster och vilja använda sig av dem
3. Behov av insatser för att satellitoperatörerna långsiktigt ska bli kvar med sina tjänster på den svenska marknaden

För att nå regeringens bredbandsmål, skulle det eventuellt räcka med insatser utifrån den första utgångspunkten. Om hela Sverige 2025 har täckning av satellitsystem med tillräcklig kapacitet, och bredbandstjänster erbjuds över hela landet med hastigheter som korrelerar med bredbandsmålet, så har i praktiken målet uppnåtts (se kapitel 4). För att den första punkten ska uppfyllas, det vill säga att operatörer etablera sig på marknaden, krävs dock troligen att både andra och tredje punkterna

uppfylls. Om kunderna inte kan förväntas hitta satellitoperatörernas tjänster och det inte finns förutsättningar att långsiktigt vara kvar på marknaden, då kan utmaningen, att kliva in på den svenska marknaden, bli så stor att satellitaktörerna avstår.

7.2 Satellit, andra radiobaserade lösningar och fiber bör hanteras tillsammans när åtgärder tas fram

PTS anser att det är viktigt att vi har en bred infallsvinkel på insatser till bredbandsutbyggnad. Det finns ett behov av att verka för att bredband via satellit ska bli tillgängligt för fler. Bredband via satellit är i vissa situationer den bästa lösningen.

Den snabba tekniska och marknadsmässiga utvecklingen inom satellitområdet har samtidigt motsvarigheter hos andra radiobaserade accesslösningar, framförallt FWA som också har potential att ge snabbt bredband till en del avlägsna hushåll och företag. I diskussioner med FWA-aktörer, har dessa lyft behovet av stöd till uppgradering av befintliga master i perifera områden. De aktörer som PTS talat med menar att sådana uppgraderingar i vissa fall inte är möjliga på marknadsmässig grund utan måste ske med hjälp av statliga stödmedel. Även sådana eventuella behov behöver analyseras ur ett vidare perspektiv av insatser.

Fiber kommer fortsatt att vara av stor betydelse för att vi ska nå delmålet om 1 Gbit/s. En fortsatt fiberutbyggnad är även den relevant. En sådan utbyggnad behöver troligen även fortsättningsvis ske med hjälp av stöd.

Vi bör, anser PTS, utgå ifrån att satellit, FWA och fiber kompletterar varandra i uppfyllelsen av 2025-målet. Behovet av insatser bör därför hanteras så att det inkluderar de olika accessformer som kan bidra till att regeringens bredbandsmål nås. Även om satellitlösningar är avgörande för att nå de mest perifera områdena, kommer det att behövas en palett av insatser och åtgärder för att hantera de många olika typer av utmaningar som finns för nå alla i Sverige med snabbt bredband, oavsett geografiska, sociala och ekonomiska omständigheter.