



INFRA 2050

Omvärldsanalys – faktorer som påverkar Näringslivets transportbehov 2050

2021-05-24



FÖRORD

Bakgrunden till projektet är att Svenskt Näringsliv har önskat att få en kompletterande och fördjupad kännedom om hur näringslivets transportbehov kommer att se ut 2050. Svenskt Näringsliv har därför uppdragit åt WSP att ta fram ett underlag som tydligt visar näringslivets principer, position och vision av renovering, utbyggnad och annan modernisering av svensk infrastruktur som behövs för att skapa ett konkurrenskraftigt näringsliv.

Projektet har genomförts mellan januari och april 2021. Projektteam hos WSP har varit Niklas Domeij, Sven Draganja, Johanna Edlund och Rebecca Grill.

Kontaktperson hos Svenskt Näringsliv har varit Mårten Bergman. Jan-Olof Jacke, Johan Britz, Mårten Bergman och Johan Nyström har ingått i styrgruppen för projektet.

DISCLAIMER

This report has been prepared WSP AB on the basis of information supplied by the client, third parties and that which is available in the public domain. No representation or warranty is given as to the achievability or reasonableness of future projections or the assumptions underlying them, targets, valuations, opinions, prospects or returns, if any, which have not been independently verified. Except where otherwise indicated, the report speaks as at the date indicated within the report.

Sammanfattning

Den här rapporten ingår som en del i Svenskt Näringslivs projekt Infra 2050, där Svenskt Näringsliv vill ta ett mer långsiktigt grepp om infrastrukturfrågan med ambitionen att peka ut vilka investeringar som är avgörande för näringslivet och därför bör prioriteras. Syftet med rapporten är att beskriva hur olika framtidsrender kommer att påverka transportsystemet och näringslivets transportbehov fram till år 2050. Baserat på intervjuer med ett 60-tal personer från näringslivet, branschorganisationer, offentliga aktörer, akademi och WSP:s experter har de trender som bedömts påverka transportsystemet i högst grad beskrivits och delats in i fem temaområden - samhällsutveckling, teknikutveckling, internationalisering, transportsystem och flöden samt finansiering och nya affärsmodeller.

Studien visar på att både gods- och persontrafik kommer öka fram till år 2050, men att det finns flera trender som kan påverka både efterfrågan, utbudet och användningen av transportsystemet utöver Trafikverkets grundläggande basprognoser. Sverige kommer år 2050 sannolikt att fortsätta vara ett handelsberoende land, med platsbundna basindustrier, där stora delar av den positiva ekonomiska utvecklingen beror på försäljning av produkter och tjänster på en internationell marknad. Det kommer därför att vara viktigt att säkerställa en hög standard på transportinfrastrukturen som möjliggör transportflöden till de prioriterade noderna som förbinder oss med den internationella marknaden. Europa kommer att fortsätta vara Sveriges viktigaste marknad år 2050, men då Europa halkar efter Asien och USA både demografiskt, ekonomiskt och teknologiskt kan det globala utbytet komma att bli allt viktigare för Sverige. BNP-utvecklingen indikerar en långsiktigt stabil ekonomisk tillväxt i Sverige, samtidigt som statsskulden väntas fortsätta minska. Sveriges befolkning blir allt äldre, där framtidens pensionärer kommer vara friskare och ha det bättre ställt än idag. Detta gör att de sannolikt kommer att resa i högre utsträckning och vara en viktigare konsument än dagens pensionärer. Urbaniseringstrenden kommer sannolikt att fortsätta vara stark, men där trängsel och höga bostadspriser i de centrala storstäderna, i kombination med att privatlivet i högre utsträckning styr var vi bosätter oss, driver på tillväxten i förorter och mellanstora städer. Kombinationen av dessa trender gör att persontrafiken och konsumtionen troligen kommer att öka, vilket leder till ett ökat transportbehov.

Den tekniska utvecklingen gör att nya tekniska lösningar växer fram i allt snabbare takt, vilket påverkar både näringslivets och människors transportbehov. WSP:s bedömning är att ny teknik kan generera nya transportslag, såsom hyperloop, men att det främst kommer att förändra och effektivisera befintliga transportslag. På lång sikt kommer transportsystemet att vara både uppkopplat, automatiserat och elektrifierat. Kombinationen av automatisering, uppkoppling, artificiell intelligens och snabbare datakommunikation kommer att öka kapaciteten i det befintliga transportsystemet. Detta beror på att samtliga transporter sannolikt automatiskt kommer att kunna optimeras utifrån ett systemperspektiv, där realtidsdata möjliggör att transporterna kontinuerligt anpassar sig efter nya förändringar. Autonoma person- och godstransporter kommer dessutom att kunna köra under hela dygnet vilket kommer frigöra kapacitet på dagarna, samtidigt som de kommer att kunna köra med kortare avstånd mellan varandra. De länder som på ett framgångsrikt sätt lyckas applicera nya teknologier i transportsystemet kommer att vinna konkurrensfördelar. I Sverige finns många förutsättningar på plats, men det är viktigt att främja ny teknik samt skapa ett välfungerande samarbete mellan teknikutvecklande företag och myndigheter för att inte halka efter andra länder, såsom Asien och USA, där teknikutvecklingen går snabbt framåt.

För att stärka Sveriges konkurrenskraft lyfter många av de representanter för näringslivet som intervjuats till denna rapport fram vikten av att prioritera Sveriges långsiktigt viktigaste noder samt att möjliggöra effektiva flöden till dessa. Som en del i detta menar de att det är viktigt att säkerställa att lokala flaskhalsar som hämmar prioriterade transportflöden åtgärdas. Vidare lyfter näringslivet fram vikten av att Sverige behöver ha en gemensam, långsiktig vision för hur infrastrukturen ska förädlas och utvecklas. De menar att det är viktigt med en blocköverskridande politisk stabilitet kring den långsiktiga visionen och planerna för att kunna realisera dessa samt att det krävs ett tydligare samarbete mellan politiken och näringslivet. Näringslivet lyfter dessutom fram att det kommer att behövas privat kapital för att finansiera nybyggnationer och moderniseringar av befintlig infrastruktur för att transportsystemet ska kunna möta den ökade efterfrågan och frigöra viktig samhällsnytta snabbare.

INNEHÅLL

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | INTRODUKTION | 5 |
| 1.1 | Uppdragsbeskrivning | 5 |
| 1.2 | Avgränsningar | 6 |
| 1.2.1 | Transportsystemet | 6 |
| 1.2.2 | Klimatneutralitet | 6 |
| 1.3 | Metod | 6 |
| 2 | TEMAOMRÅDEN | 7 |
| 2.1 | Samhällsutveckling | 7 |
| 2.1.1 | Ekonomisk utveckling | 7 |
| 2.1.2 | Demografi | 9 |
| 2.1.3 | Urbanisering | 11 |
| 2.1.4 | Beteendeförändringar | 14 |
| 2.1.5 | Klimatförändringar | 15 |
| 2.2 | Teknikutveckling och innovation | 16 |
| 2.2.1 | Innovationstakten accelererar | 17 |
| 2.2.2 | Digitalisering | 21 |
| 2.2.3 | Artificiell Intelligens (AI) | 22 |
| 2.2.4 | Automatisering | 23 |
| 2.2.5 | Elektrifiering | 25 |
| 2.2.6 | Drivmedel | 27 |
| 2.2.7 | Nya produktionsmetoder | 28 |
| 2.2.8 | Nya material | 28 |
| 2.3 | Internationalisering | 28 |
| 2.3.1 | Globalisering/regionalisering | 29 |
| 2.3.2 | Säkerhetspolitik | 33 |
| 2.3.3 | Internationella regelverk och standardiseringar | 34 |
| 2.3.4 | Internationell utblick: Samarbetet Greater Copenhagen | 35 |
| 2.4 | Transportsystem och flöden | 36 |
| 2.4.1 | Den mätbara utvecklingen av transportsystemet | 37 |
| 2.4.2 | Samhällsutvecklingens påverkan på transportnoder och flöden | 40 |
| 2.4.3 | Internationaliseringens påverkan på transportnoder och flöden | 42 |
| 2.4.4 | Teknikutvecklingens påverkan på transportnoder och flöden | 43 |
| 2.4.5 | Regionalt resande | 43 |
| 2.4.6 | Långväga inrikesresande | 45 |
| 2.4.7 | Gods och logistik | 46 |
| 2.5 | Finansiering och affärsmodeller | 51 |
| 2.5.1 | Infrastrukturskuld och finansieringsgap | 54 |
| 2.5.2 | Samhällsekonomiska kalkyler | 55 |



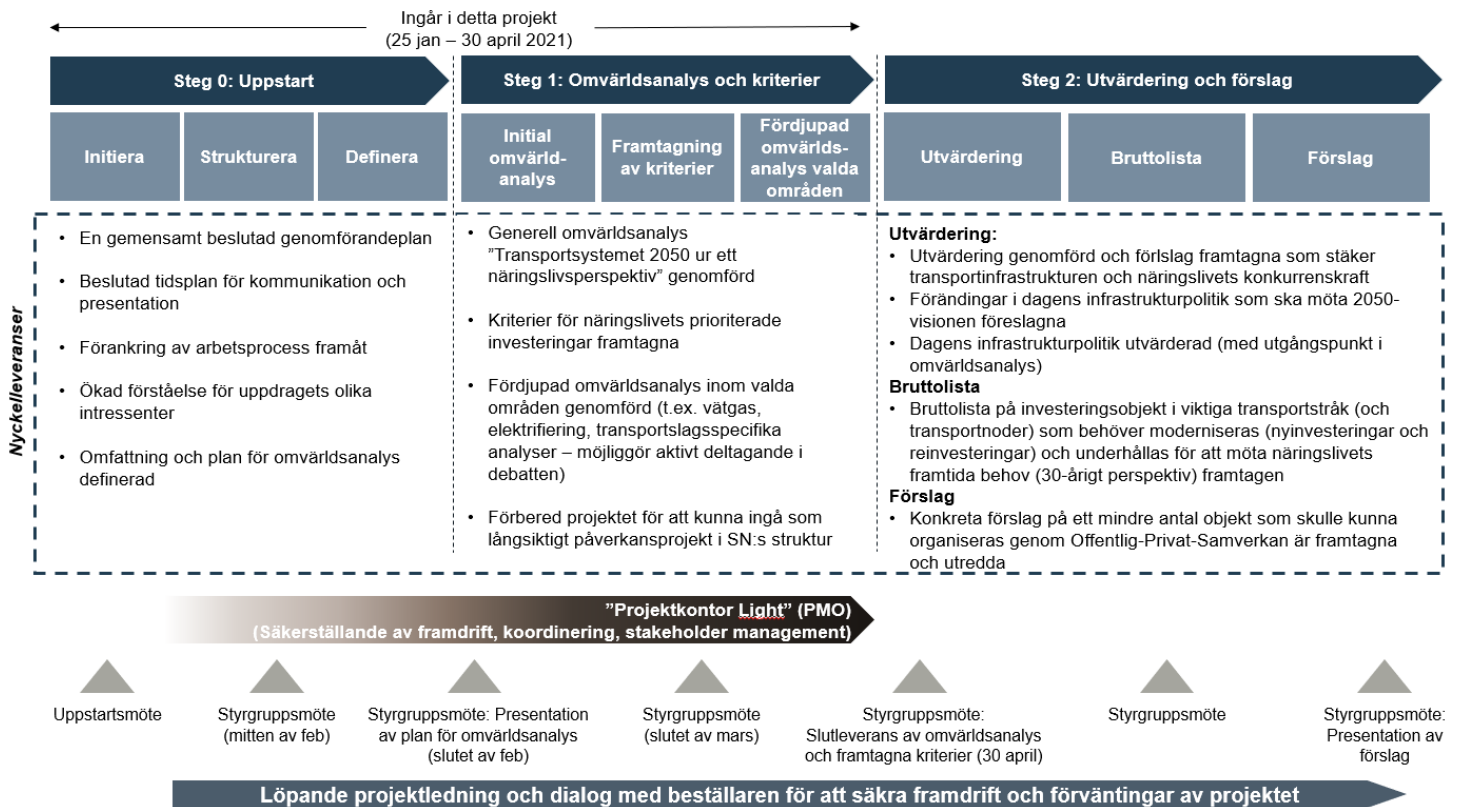
| | | |
|-----|-------------------------------|----|
| 3 | SLUTSATSER | 56 |
| 4 | REFERENSER | 57 |
| 4.1 | Övriga databassökningar | 60 |
| 5 | APPENDIX | 61 |
| 5.1 | Appendix A - Intervjupersoner | 61 |

1 Introduktion

1.1 Uppdragsbeskrivning

Den här rapporten ingår som en del i Svenskt Näringslivs projekt Infra 2050, där Svenskt Näringsliv vill ta ett bredare och mer långsiktigt grepp om infrastrukturfrågan med ambitionen att peka ut vilka investeringar som är avgörande för näringslivet och som därför bör prioriteras. Den långsiktiga målsättningen med Infra 2050 är att skapa ett ramverk som inkluderar en sammanhållen och tydlig infrastrukturplan för prioriterade infrastrukturinvesteringar de närmsta 30 åren samt att skapa en bred politisk uppslutning för denna infrastrukturvision/plan.

Svenskt Näringsliv har uppdragit åt WSP att genomföra Steg 0 och 1 av INFRA 2050, med målet att få en kompletterande och fördjupad kännedom om vilka faktorer som kommer att påverka transportsystemet samt hur näringslivets transportbehov kommer att se ut år 2050. Den här rapporten omfattar Steg 0 och 1 av Infra 2050, som är beskrivna i figur 1 nedan, och har tagits fram av WSP mellan januari och april 2021. Under de här projektfaserna har INFRA 2050 projektet dels strukturerat och definierat uppdraget med relevanta intressenter i syfte att involvera dem. Projektet har även genomfört en faktabaserad omvärldsanalys av transportsystemet 2050 givet näringslivets krav och därutöver tagit fram viktiga kriterier för näringslivets prioriterade investeringar.



Figur 1. Uppdragsbeskrivning

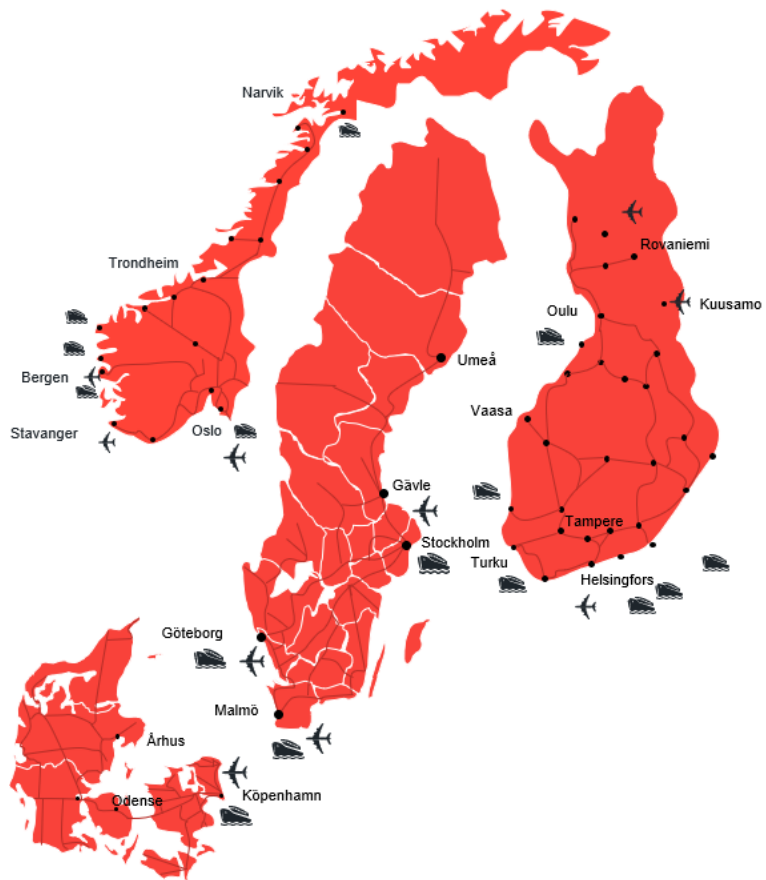
1.2 Avgränsningar

1.2.1 Transportsystemet

Uppdraget omfattar hela Sveriges transportsystem, vilket inkluderar samtliga transportslag samt både person- och godstransport. Det är viktigt att poängtera att Sveriges transportsystem även är en del av ett större transportsystem och nära sammanbundet med de nordiska grannländerna via både luftfart, sjöfart och landförbindelser. Figur 2 pekar ut de större noderna och flödena i det nordiska transportsystemet.

1.2.2 Klimatneutralitet

EU presenterade 2018 en långsiktig strategi med syftet att bekräfta EU:s åtagande att leda globala klimatåtgärder och att presentera en vision som kan leda till ett klimatneutralt EU år 2050. Den här rapporten utgår från att strategin följs och diskuterar således inte olika transportslags utsläpp.



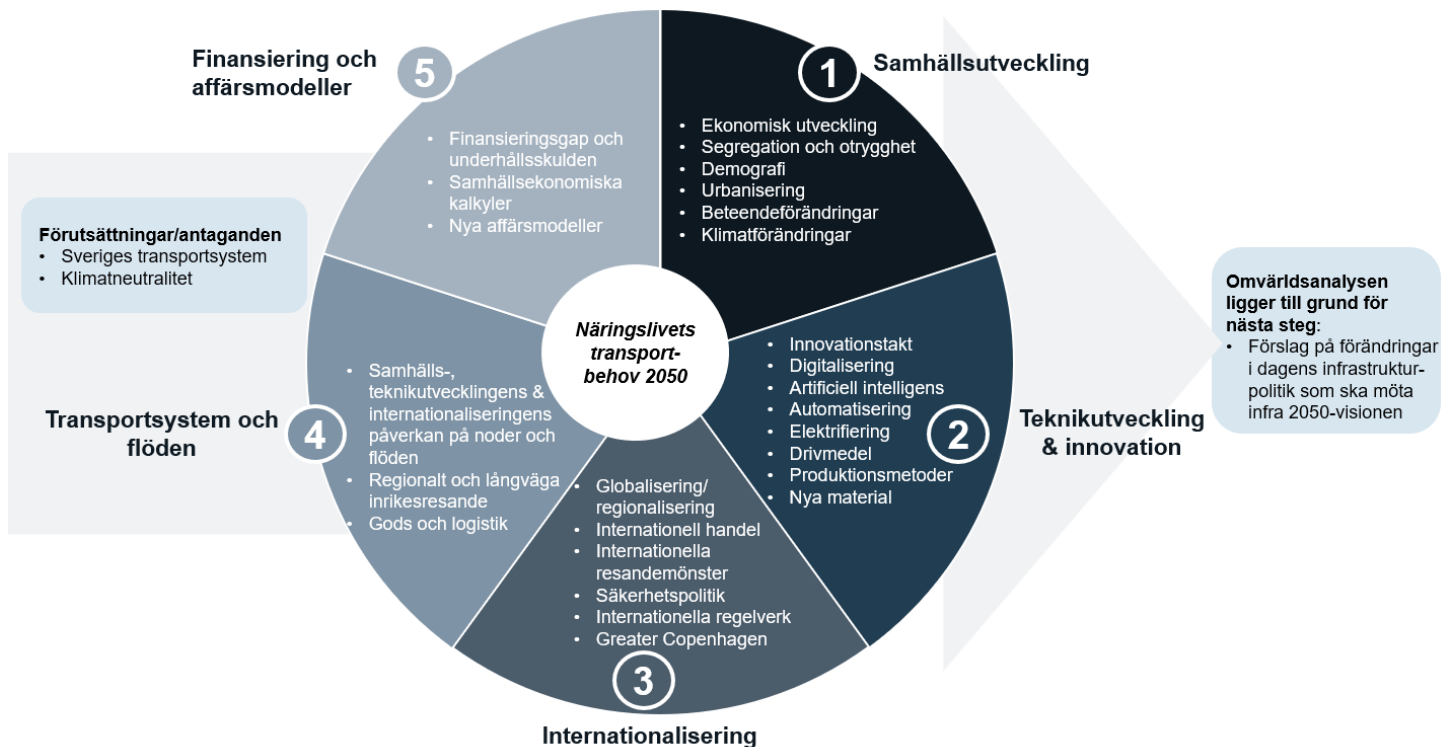
Figur 2. Det nordiska transportsystemet

1.3 Metod

För att utreda vilka trender som kommer att ha störst påverkan på transportsystemet och näringslivets transportbehov ur ett 2050-perspektiv har cirka 60 personer från näringslivet, branschorganisationer, offentliga aktörer, akademi och WSP:s egna experter intervjuats. Intervjupersonerna presenteras i Appendix A.

2 Temaområden

Baserat på de trender som näringslivet, i genomförda intervjuer, har lyft som mest betydelsefulla för transportsystemet och näringslivets transportbehov ur ett 2050-perspektiv har följande ramverk tagits fram. Ramverket grundar sig på framtids-trender inom samhällsutveckling, teknikutveckling och innovation, internationalisering, transportsystem och flöden samt finansiering och affärsmodeller som på olika sätt kommer att påverka transportsystemet och näringslivets transportsystem fram till år 2050. Trenderna har sedan beskrivits baserat på hur dessa aktörer tror att trenderna kommer att påverka transportsystemet samt kompletterats med en desktoptanalys. Det är viktigt att poängtera att detta är en bedömning utifrån en logisk utveckling ur ett långsiktigt perspektiv, men att det långa tidsperspektivet gör att det finns osäkerheter som gör att utvecklingen skulle kunna se annorlunda ut.



Figur 3. Ramverk för analysen

2.1 Samhällsutveckling

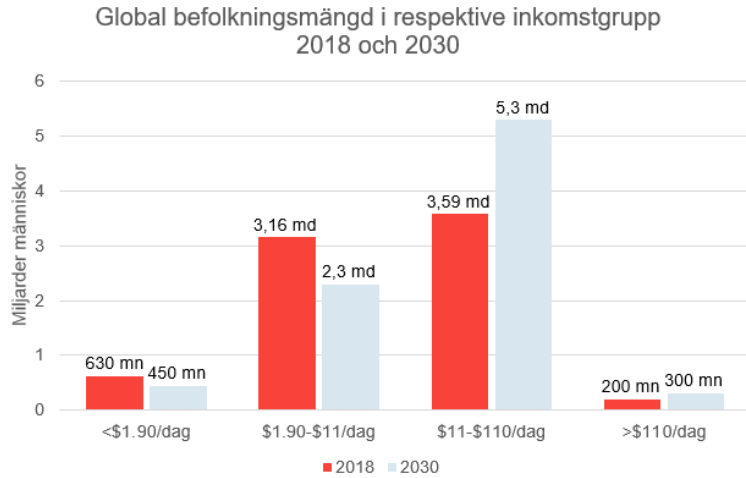
Sveriges befolkning ökar och åldras, där en mindre andel arbetande människor därmed behöver försörja en större andel äldre människor. Individuella preferenser styr var vi väljer att bosätta oss snarare än arbetet i sig och vi kan se att stora och mellanstora städer blir mer attraktiva att bosätta sig i medan befolkningsandelen på landsbygden fortsätter att minska. Detta leder till ett ökat behov av olika typer av transportlösningar till större städer och inom regioner, medan det kan bli svårare att motivera en hög nivå av kollektivtrafik och vägunderhåll på landsbygden.

2.1.1 Ekonomisk utveckling

Globaliseringen är en av de drivande faktorerna bakom den ekonomiska tillväxten och att en allt mindre del av världens befolkning kommer att leva i extrem fattigdom. Detta beror bland annat på att globaliseringen skapar möjligheter att producera varor där produktionskostnaderna är lägre, vilket både skapar arbetsmöjligheter i flera delar av världen samt minskar kostnaderna för slutkonsumenterna. Detta skapar förutsättningar för en långsiktig ekonomisk utjämning där de globala inkomstskillnaderna är lägre och där medelklassen växer i utvecklingsländer. Medelklassen ingår i det tredje inkomstsegmentet i figur 4 (\$11-\$110 per dag), och representerar redan idag en majoritet av världens befolkning. Medelklassen är den inkomstgruppen som beräknas växa snabbast fram till år 2030 och kommer

därmed även stå för en stor del av den ökade efterfrågan på varor och tjänster. Enligt (Desjardins, 2020) beräknas närmare 90 procent av nästa miljard människor som kommer upp i medelklassgruppen att vara från Asien.

Sveriges BNP, vilket är tätt sammankopplat med efterfrågan på transporter, antas enligt Långtidsutredningen öka med i genomsnitt 2 procent per år fram till år 2035. Det är något lägre än genomsnittet sedan 1980-talet. Detta beror till stor del på förändrad demografisk sammansättning, där en större befolkningsandel antas vara äldre och utrikesfödda, vilket påverkar sysselsättningsgraden. Utvecklingen av BNP i Sverige och globalt indikerar en stabil ekonomisk tillväxt över tid. Figur 5 nedan illustrerar validerade och

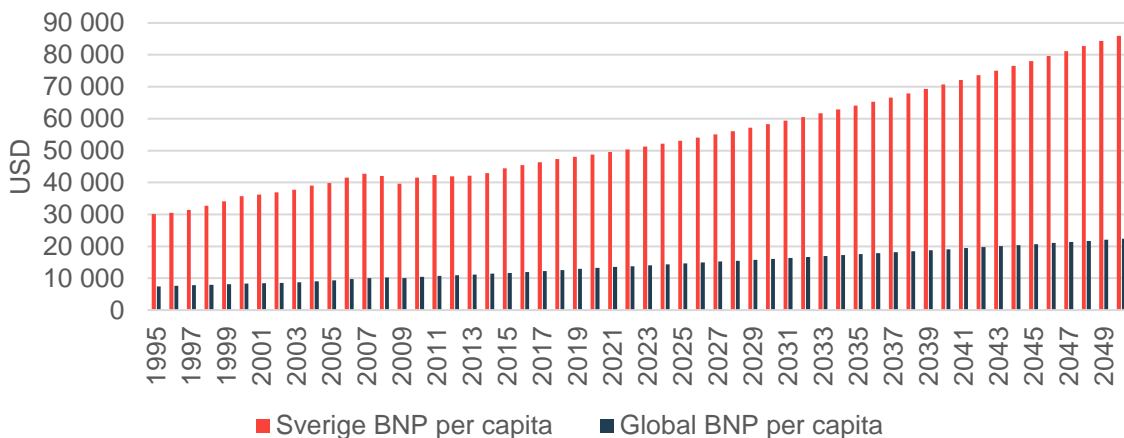


Figur 4. Global befolkningsmängd 2018 jämfört med predicerad befolkningsmängd 2030 i respektive inkomstsegment 2030 (Brookings, 2018)

prognostiserade data som illustrerar den långsiktiga BNP-utvecklingen mellan år 1995-2050. År 1995 hade Sverige en BNP per capita som var cirka fyra gånger större än den genomsnittliga BNP per capita i världen. Prognoserna visar att denna struktur kommer att bibehållas fram till år 2050, även om differensen minskar något. Den svenska reala BNP-utvecklingen förväntas uppgå till cirka 300 procent mellan år 1995-2050 vilket är i linje med det globala genomsnittet.

Den globala skuldnivån (procent av BNP) har ökat markant under Covid-19-pandemin vilket i sin tur kommer att bibehålla och förlänga den globala skuldnivån de kommande decennierna. Den globala skuldnivån har ökat med cirka 20 procentenheter under de senaste 20 åren. Även den amerikanska skuldnivån prognostiseras att öka de kommande decennierna. Kongressens budgetkontor estimerar att USAs statsskuld kommer att utgöra ca 200 procent av landets BNP år 2050 – en fördubbling av 2020 års nivå om 100 procent av BNP. Sveriges skuldnivå har de senaste årtionden positionerat sig som en av Eurozonens lägsta och enligt Långtidsutredningen 2019 prognostiseras en fortsatt minskning av den svenska statsskulden. År 2035 estimeras Sveriges statsskuld utgöra cirka 8,5 procent av BNP.

Utveckling och prognostiserad real BNP per capita i Sverige och världen



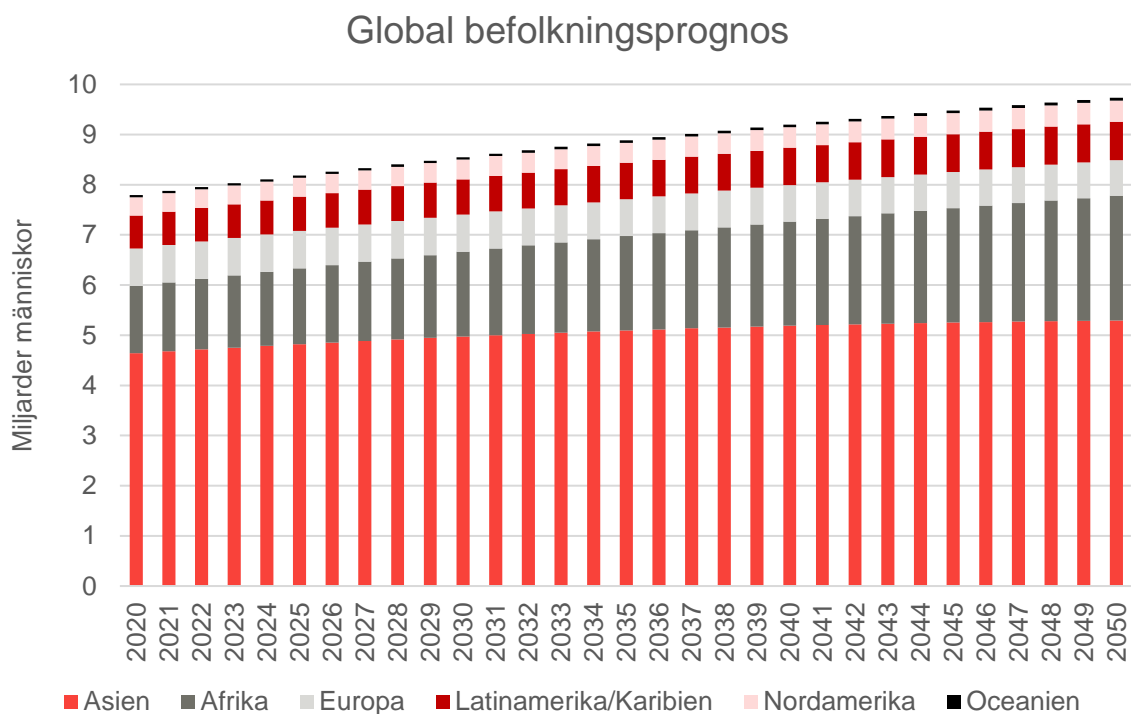
Figur 5. Historisk real BNP per capita i Sverige och världen 1995-2019 samt prognostiserad real BNP i Sverige och världen år 2020-2050 uttryckt i USD (United Nations, 2021)

2.1.2 Demografi

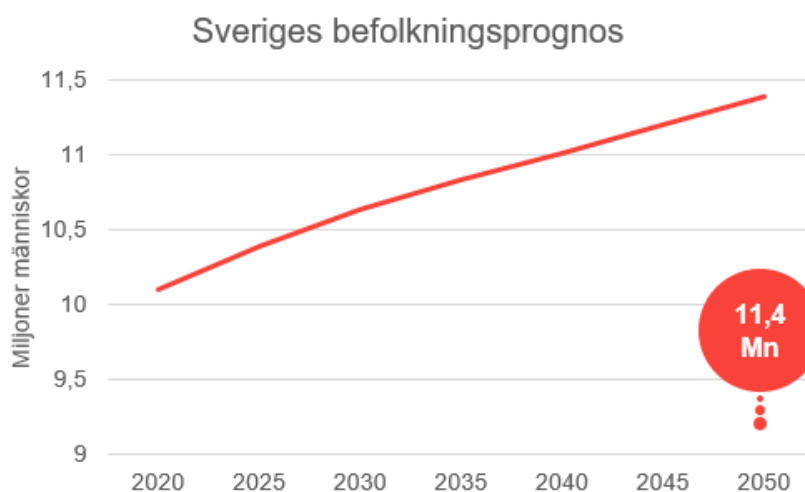
Under de kommande 30 åren kommer befolkningen att öka och åldras, vilket bidrar till ett ökat transportbehov.

Växande befolkning

Enligt FNs prognos World Population Prospects kommer den globala befolkningen att öka från dagens cirka 7,8 miljarder till omkring 9,7 miljarder människor fram till år 2050. Afrika, vars befolkning förväntas öka med mer än 1,1 miljard under de kommande 30 åren, beräknas stå för mer än hälften av den totala globala befolkningsökningen. Asien kommer fortsätta att vara den mest tätbefolkade världsdelen, medan Europas befolkning förväntas minska från dagens 747 miljoner till 710 miljoner människor fram till år 2050. Sveriges befolkning väntas vidare öka från dagens 10 miljoner till 11,4 miljoner fram till år 2050. En ökande befolkning gör att både persontransporter och godstransporter ökar i och med resandebehovet och efterfrågan på varor ökar.



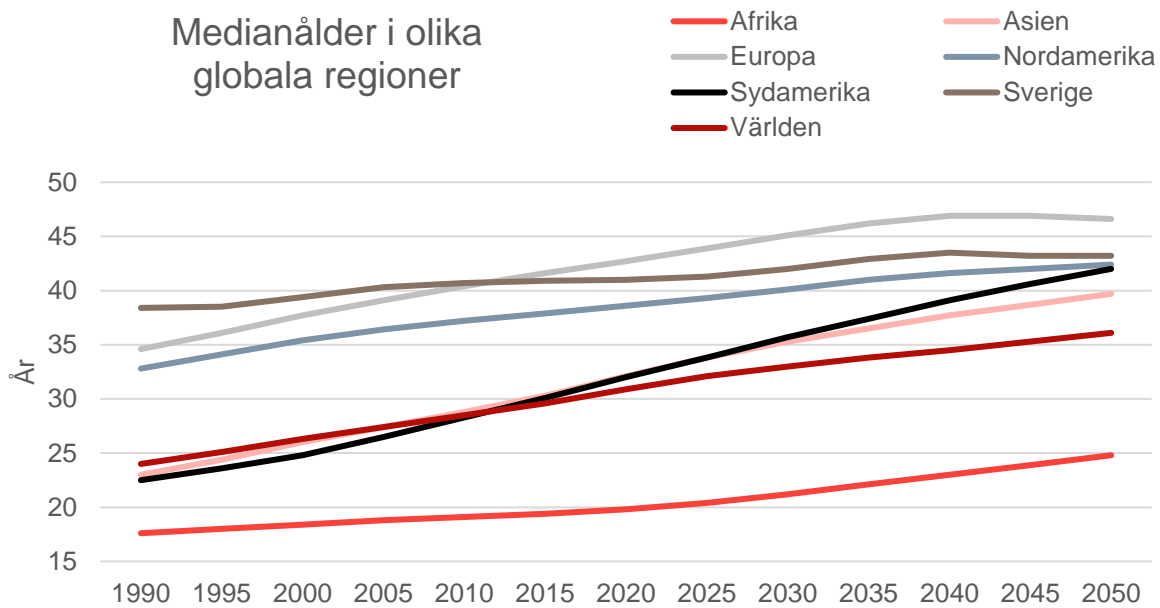
Figur 6. Global befolkningsprognos fram till år 2050 i tusental (United Nations, 2021)



Figur 7. Sveriges befolkningsprognos fram till år 2050 i tusental (United Nations, 2021)

Ökande medianålder

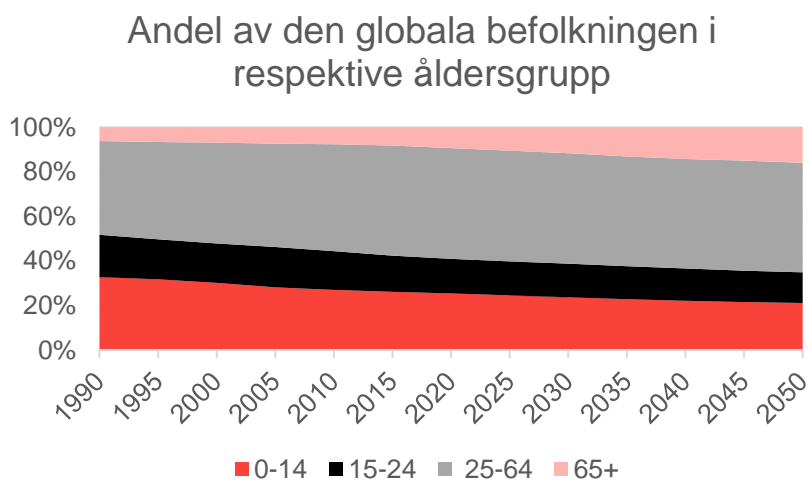
Enligt prognoser från Our World in Data väntas medianåldern öka i samtliga globala regioner under de kommande 30 åren, vilket resulterar i att den globala medianåldern ökar från dagens 30,9 år till 36,1 år fram till år 2050. Sveriges medianålder är högre och beräknas öka från dagens 41 år till 43,2 år 2050. Medianåldern i Afrika fortsätter att vara betydligt lägre än i övriga världen. Detta skulle kunna accelerera den ekonomiska tillväxten och innovationstakten i Afrika, medan andra regioners ökande medianålder exempelvis leder till ökade kostnader för äldreomsorg och större efterfrågan på kvalificerad arbetskraft. Detta gör att Afrika skulle kunna bli en viktigare handelspartner ur ett längre perspektiv och att det därmed skulle bli viktigare med välfungerande transportförbindelser. En ung medianålder kan dock också leda till negativa effekter om det inte finns tillgång till mat, trygghet och ett välfungerande sjukvårdssystem och utbildningssystem i ett samhälle där entreprenörskap främjas.



Figur 8. Medianåldern i olika globala regioner mellan 1990 och 2050 (Our World in Data, 2021)

Framtidens äldre befolkning

Enligt prognoser från FN kommer andelen av den globala befolkningen som är under 25 år att minska fram till år 2050, vilket bland annat beror på att det föds färre barn per invånare än tidigare och att barnadödligheten minskar. Detta gör att en mindre andel barn behöver försörjas. Vidare ökar andelen personer över 65 år, vilket gör att en färre andel personer i arbetande ålder behöver försörja en större andel äldre personer.



Figur 9. Andel av den globala befolkningen i respektive åldersgrupp mellan 1990-2050 (United Nations, 2021)

I Sverige skiljer sig invånarnas åldersfördelning mellan kommuner. I storstäderna har befolkningen i åldern 20 till 64 år ökat sedan 1990-talet och de flesta som bor i storstäderna hör till denna åldersgrupp idag. Högst andel barn och ungdomar återfinns i förortskommunerna, medan de äldre framför allt har ökat i förorts- och i glesbygdskommunerna. De äldre kommer troligen att vara ojämnt fördelade mellan kommunerna även i framtiden.

Bilden av pensionären som en fattig änka lever kvar i människors medvetande, men faktum är att dagens pensionärer har det betydligt bättre ställt än tidigare. En datasammanställning av pensionsbolaget Alecta visar att årskullen född 1953 i genomsnitt hade 41 procent högre inkomst efter pension än årskullen född 1941. Morgondagens pensionärer har ett längre och mer välbetalt arbetsliv vilket också leder till högre genomsnittliga pensionsinkomster. De har också i större utsträckning ägt sina bostäder och genom värdeökning fått tillgång till ett eget kapital för boende, konsumtion eller donation. Framtidens pensionärer kan därför bli en viktig marknad för företag och en grupp med större inflytande i samhället än tidigare. Samtidigt är framtidens pensionär liksom dagens pensionärer en heterogen grupp där de ekonomiska skillnaderna som finns i arbetslivet kommer att återspeglas i pensionen.

Generationerna födda på 60- och 70-talet har generellt sett andra attityder än 20- och 30-talisterna som har framställt dagens bild av den svenska pensionären. De har växt upp i den individualiserade eran efter 70-talets frigörelse och själva genomlevt den digitala utvecklingen i arbetslivet. Nästa generation äldre kommer därför troligen att ställa helt andra krav på företag och offentliga organisationer att tillmötesgå deras behov. De kommer sannolikt också att vara friskare. Sammantaget är det troligt att de kommer att vilja resa mer, både i vardagen och för helg- och semesternöjen.

Ökande mångfald

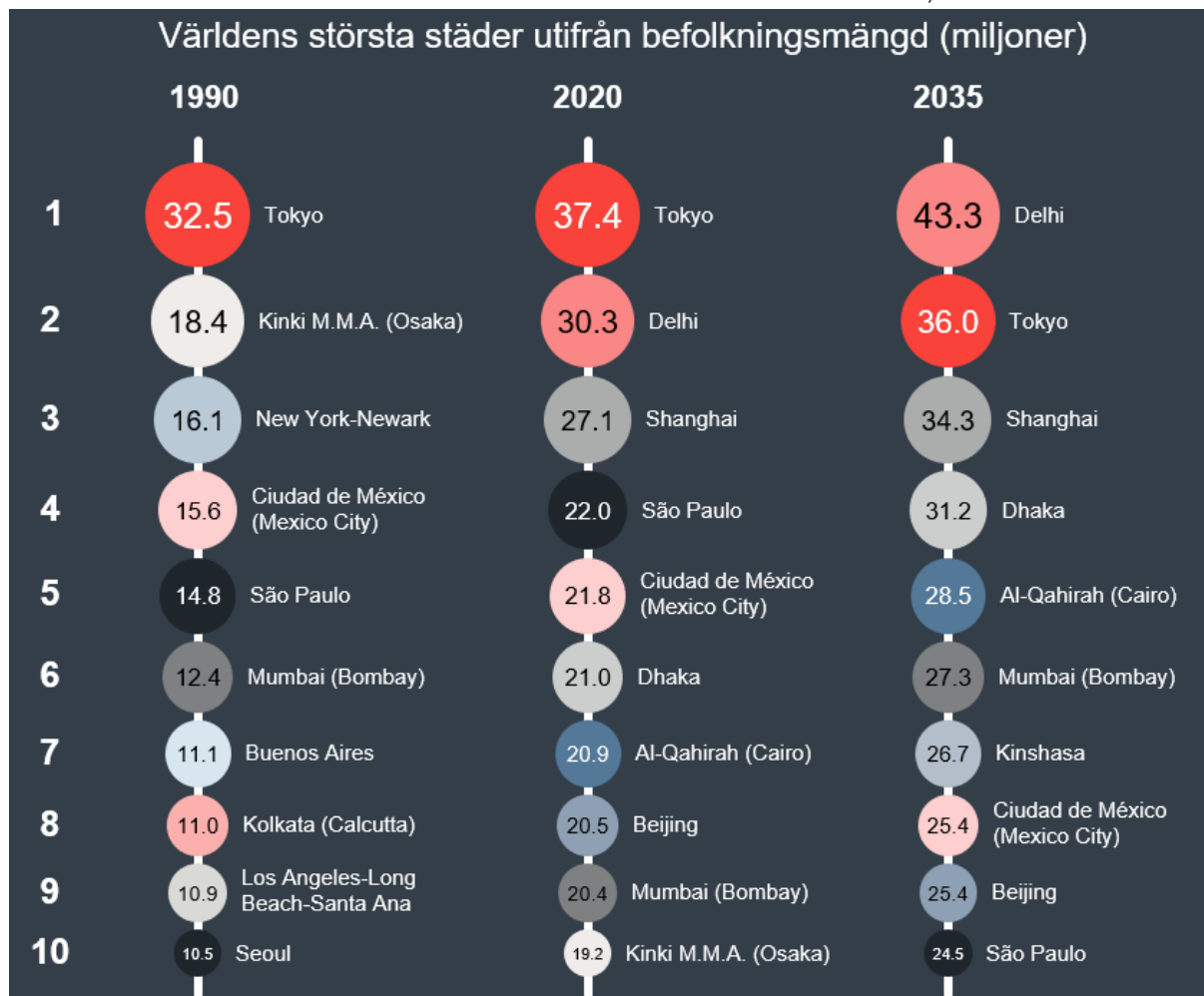
Enligt SCB:s framskrivning antas migrationen ha större betydelse för befolkningsutvecklingen än den naturliga folkökningen, där migrationen är en starkt bidragande faktor till befolkningsökningen. Nettomigrationen antas uppgå till cirka 50 000–60 000 personer per år i närtid, för att sedan sjunka till cirka 30 000 personer per år fram till 2035. Andelen utrikes födda av Sveriges totala befolkning antas öka från 19 procent 2018 till cirka 22 procent 2035. De utrikes födda som invandrar till Sverige är i genomsnitt yngre än de inrikes födda, vilket leder till att det blir fler människor som är i arbetande ålder, samtidigt som andelen utrikes födda i den arbetsföra befolkningen väntas bli större. Utrikes födda har i genomsnitt en svagare ställning på arbetsmarknaden än inrikes födda. Befolkningsammansättningen, påverkar den ekonomiska utvecklingen, där den ekonomiska utvecklingen i sin tur påverkar transportbehovet. Hushåll med en svagare ekonomisk ställning reser mindre än hushåll med en starkare ekonomisk ställning. Att nettomigrationen beräknas sjunka på sikt leder troligen till att persontransporterna per capita kommer att öka snabbare än om nettomigrationen hade fortsatt i samma takt.

2.1.3 Urbanisering

Vad som är ett urbant område definieras olika i respektive land men sammanställs varje år i FN:s demografiska årsbok. Generellt skiljer definitionen bara mellan stad och landsbygd, vilket i svenska mått innebär tätort eller landsbygd. Den strikta svenska definitionen av tätort är 200 hushåll med högst 50 meter mellan hushållen, vilket betyder att relativt små orter definieras som tätorter.

Enligt Världsbanken genereras drygt 80 procent av världens BNP i urbana områden idag, där cirka 55 procent av världens befolkning är bosatt. Andelen av världens befolkning som kommer att bo i urbana områden år 2050 antas fortsätta öka och beräknas enligt FN uppgå till cirka 68 procent år 2050, vilket troligen kommer att driva på den framtida BNP-utvecklingen. Världens storstäder beräknas bli ännu större, där medianinvånarantalet i världens 100 största städer beräknas öka från dagens 10 miljoner till cirka 12 miljoner år 2050 enligt International Institute for Environment and Development. Vilka städer som kommer att vara världens största kommer dock att förändras, vilket kan få effekter för den globala handeln. Flera stora städer i utvecklingsländer växer snabbare än storstäder i utvecklade länder som tidigare har varit bland världens största, såsom New York och Tokyo till exempel. Figur 10 visar vilka

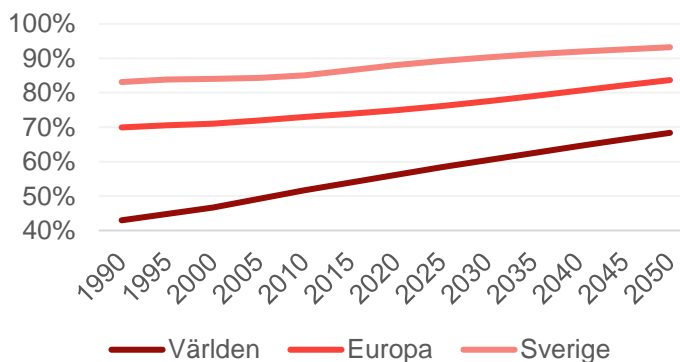
städer som var och estimeras vara världens största 1990, 2020 och 2035.



Figur 10. Världens tio största städer utifrån befolkningsmängd i miljoner 1990 och 2020 samt en prediktion för 2035 (United Nations, 2021) (International Institute for Environment and Development, 2020)

Europa är i mångt och mycket redan urbaniserat och andelen som bor i urbana områden antas enligt FN öka från dagens 75 procent till 84 procent 2050. I Sverige är andelen som bor i urbana områden ännu högre och antas öka från dagens 88 procent till 93 procent 2050. Urbaniseringstrenden kommer sannolikt att fortsätta vara stark, i bemärkelsen att tätorter fortsatt växer snabbare än landsbygden. Det finns dock tecken som tyder på att den ensidiga förtätningen är bruten i Sverige, och det är möjligt att antalet personer som väljer att flytta ut från de centrala städerna till randområden och stadsnära orter på pendlingsavstånd kommer att öka. Trycket på förorter har lett till ökat bostadsbyggande och en utbredning av nya bostäder i städernas omland. På senare år har diskussionen om förtätning i stället för utbredning blivit alltmer aktuell för att

Prognos över andel som bor i urbana områden 2050



Figur 11. Andel av befolkningen som är bosatta i urbana områden 1990-2020 samt prognos över hur många som kommer att vara bosatta i urbana områden fram till år 2050 i världen, Europa och Sverige (United Nations, 2021)

minska belastningen på mer omland och att i stället effektivisera redan ianspråktagen mark och befintlig infrastruktur.

Närhet till en stark arbetsmarknad kommer troligen även i framtiden att vara en fördel, inte minst för unga som behöver skapa nätverk och erfarenhet. Enligt arbetskraftsundersökningen arbetar cirka 30-35 procent hemifrån i viss utsträckning under den nu (2021) pågående Covid-19 pandemin, vilket betyder att en majoritet fortfarande är på arbetsplatsen. Det kommer sannolikt även att finnas ett värde för distansarbetare att fortsatt kunna besöka arbetsplatsen och andra sociala yrkesaktiviteter. WSP ser därför inte att arbetsmarknadsregionerna kommer att minska i framtiden, snarare tvärt om. Kombinationen av distansarbete och kontorsarbete vissa dagar i veckan innebär en förstoring av arbetsmarknadsregionerna för de tjänstekategorier som har möjlighet att välja. Däremot kan vissa agglomerationseffekter påverkas negativt, om klustringseffekter minskar som ett resultat av färre arbetsdagar på kontoret.

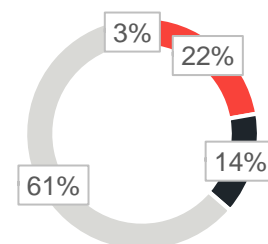
Det är också troligt att den teknologiska utvecklingen kommer att påverka arbetsmarknaden i hög utsträckning. Efterfrågan på arbeten kan komma att förändras, där artificiell intelligens bedöms kunna ta över fler och fler kvalificerade uppgifter. Historiskt sett har jobb som försvinner ersatts av nya jobb, men det är svårt att förutsäga vilka de nya jobben kommer att vara. WSP:s bedömning är att det kan finnas motverkande krafter, om analytiska arbetsuppgifter försvinner kan mänskliga arbetsinsatser riktas mer mot sociala arbetsinsatser, exempelvis nätverkande och personlig service som bygger på mänskliga möten. Samtidigt kan den teknologiska utvecklingen öka den personliga närvaron i det distanserade mötet. Överlag är det troligt att arbetet mer och mer frikopplas från arbetsplatsen i delar av arbetet för vissa arbetsgrupper. I andra, arbetsgrupper, såsom hantverkare och andra serviceyrken, kommer behovet av personlig närvaro möjligen påverkas något, men fortfarande vara påtagligt. WSP:s bedömning är att näringslivets kompetensförsörjning fortsatt kommer att vara i behov av transporter i en betydande omfattning.

Bostadsmarknaden

Hur vi bor påverkar också hur vi reser, samtidigt som vårt resande möjliggör hur vi bor. Den svenska bostadsmarknaden är trögriktig och det är därför osannolikt att större förändringar sker i ett 30-års perspektiv. Stockens av bostäder består och nybyggnationen påverkar därför bara ytterst långsamt beståndets sammansättning. Småhus, det vill säga radhus och villor, är den vanligaste boendeformen idag. Enligt Boverkets indikationer utgörs cirka 80 procent av nybyggnationen av flerbostadshus och cirka 20 procent av småhus. Tillskottet per år rör sig strax under eller runt en procent av beståndet, vilket kan ändras beroende på konjunktur. Bostadsbyggandet styrs dock till stor del av tillgången på planlagd mark, alltså av kommunerna. Om byggtakten kommer att förändras går inte att förutsäga, men utifrån att bostadspolitiken kvarstår eller justeras marginellt kommer beståndet troligen att öka i samma takt. Det innebär att andelen småhus minskar från dagens 42 procent till 36 procent år 2050.

I takt med att arbetet frikopplas från plats kan valet av boende bli mer individuellt. Som diagrammet visar vill en majoritet bo i småhus. Kombinationen småhus och närhet till en större arbetsmarknad skulle innebära en ökad efterfrågan på villaförorter längre ut från stadskärnor och boende i mellanstora städer. Utvecklingen av priserna på boende centralt i städerna är ytterligare en central faktor för hur bostadsmarknaden fördelas. Svårigheten att få en hyresrätt kommer sannolikt att bestå utan större förändringar av bostadspolitiken. Detta kan ytterligare förstärka mellanstora städernas roll på

Hur vill du helst bo?



- Bostadsrätt ■ Hyresrätt
- Villa/radhus ■ Vet ej

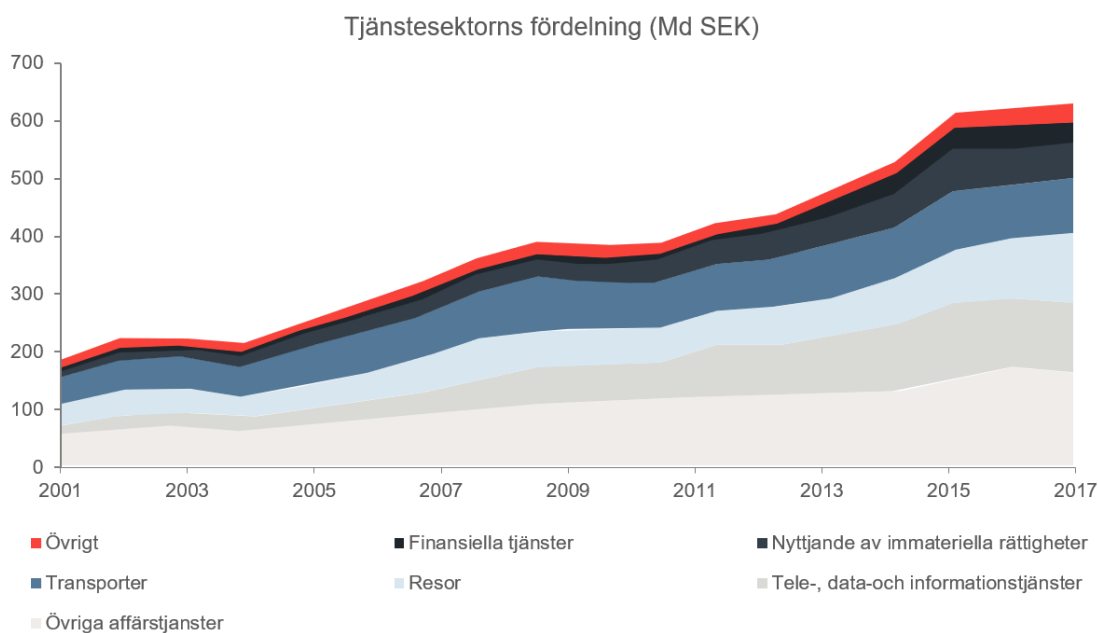
Figur 12. Svar på en opinionsmätning 2019 kring hur personer helst vill bo (SEB/Demoskop, 2019)

arbetsmarknaden. Sammantaget ger det bilden av en fortsatt urbanisering, alltså växande tätorter och städer, men en möjlig utglesning lokalt.

Historiskt har urbaniseringen gynnat Mälardalen, Västsverige och Skåne, en utveckling som troligen kommer att bestå. En möjlig förändring av den demografiska utvecklingen kan vara de större nya etableringarna som sker och planeras i Norrlandsregionen. Större etableringar kan leda till synergieffekter vilket kan skapa nya industriella kluster i norra Sverige. I dagsläget är det svårt att rekrytera i flera norrlandslän, vilket har resulterat i en rådande arbetskraftsbrist. Avfolkningen av stora områden på landsbygden där samhällsservice och infrastruktur har hamnat efter eller lagts ner kvarstår. Den relativa befolkningsandelen på landsbygden minskar och i och med detta minskar stödet för kollektivtrafik och vägunderhåll, vilket i sin tur kan vara en av orsakerna till utflyttning.

2.1.4 Beteendeförändringar

Individuella beteenden och värderingar kan komma att förändras ur ett långsiktigt perspektiv, men det är svårt att förutspå på vilket sätt. Som tidigare nämnt kommer individuella preferenser och privatlivet till exempel troligen att styra var vi bosätter oss och hur vi reser i högre grad än tidigare, då närheten till arbetsplatsen har haft en viktigare roll. Konsumtionsmönstret kan också komma att förändras vilket kan få en betydande effekt på godstransporterna. Vi kommer troligen att göra mer miljömedvetna konsumtionsval med större fokus på återbruk och renovering av produkter, samtidigt som statliga styrmedel i den riktningen kan komma att införas. En annan aspekt som troligen kommer att få effekter är valet av konsumtion av produkter eller tjänster. Flera intervjupersoner menar att tjänstekonsumtionens andel, i form av till exempel upplevelser och resor, kommer att öka i takt med att vi blir rikare. Detta har dock hittills inte lett till en minskad konsumtion av varor.



Figur 13. Tjänsteexportens fördelning (Tillväxtverket, 2018)

Konsumtionen av mjukvara uppstod i samband med persondatorns introduktion i hemmen för cirka 30 år sedan. Konsumtionen av immateriella och virtuella produkter kommer troligtvis att öka i förhållande till fysiska produkter i framtiden. Sociala medier och datorspel har möjliggjort kommunikation genom virtuella avатарer, vilket tycks stärka ungas vilja att konsumera virtuella produkter såsom identitetsstärkande visuella effekter eller fördelar gentemot andra spelare. Kryptovalutor är ett annat exempel på hur digitala företeelser kan anses ha ett värde. Vissa varor som tidigare varit fysiska, såsom musik och film, har dessutom blivit digitala i takt med den digitala utvecklingen.

Det svenska näringslivet är i detta avseende tudelat, där det både finns en historik av basindustri som dominerar exporten, samtidigt som fler digitala tjänsteföretag växer fram i Sverige, se faktaruta.

2.1.5 Klimatförändringar

Klimatförändringar är ett globalt problem som kommer att få flera oönskade effekter och ställa högre krav på infrastrukturen. Klimatförändringarna kommer bland annat att leda till att vattenbristen ökar i många delar av världen, där antalet människor som lever under vattenbrist framför allt kommer att öka i södra Asien och Afrika. Detta riskerar att leda till brist på mat, att konflikter ökar och att många människor tvingas fly från sina boenden, vilket skulle kunna leda till en ökad migration till Sverige ur ett långsiktigt perspektiv.

Klimatet i Sverige kommer att bli varmare och torrare. Trots ambitiösa globala klimatmål förväntas medeltemperaturen fortsätta öka. Enligt SMHI:s prognoser förväntas temperaturförändringarna bli störst i norra Sverige, där den årliga medeltemperaturen väntas öka med cirka 2-3 grader fram till år 2050. Värmeböljor kommer att bli vanligare när medeltemperaturen stiger och antalet högsomardagar blir fler. Det kommer att vara längre perioder utan regn, vilket bland annat påverkar jordbruk, skogsbruk och vattenförsörjning. SMHI:s beräkningar visar att det sommartid blir torrare i marken i hela södra landet fram till år 2100, där den största förändringen kommer att ses i Skåne och kring Väneren och Vättern. På dessa platser förväntas i genomsnitt 60 fler dygn utan nederbörd varje år vid nästa sekelskifte.

Förändringar i temperatur, nederbörds mängd, vind och fuktighet ökar risken för markbränder i Sverige. Den stigande temperaturen ökar dessutom risken för värmeåska, vilket i sig kan leda till fler skogsbränder och fler strömavbrott. När klimatet blir varmare kommer isarna vid polerna att smälta i större utsträckning samtidigt som vatten expanderar när det blir varmare, vilket gör att havsnivån kommer att stiga. I Sverige beräknas detta få störst effekter längs med Götalands kuster. Beroende på den lokala hydrologin finns det risk för att regnen, när de väl faller, blir mer extrema och intensiva. Extrema regn i kombination med torr mark som inte suger åt sig vatten särskilt väl och snö som smälter undan fortare kommer att skapa fler översvämningar och öka sannolikheten för jordskred. I och med det varmare vädret kommer vinterns nederbörd inte lika ofta att falla som snö, utan som regn.

Klimatförändringarnas påverkan på transportsystemet

Klimatförändringar och extrema väderförhållanden gör att det blir ännu viktigare med ett robust infrastruktursystem som klarar av dessa utmaningar, då det annars riskerar att förstöra delar av transportsystemet och skapa störningar för resenärer. Varmare temperaturer ökar till exempel risken för solkurvor på järnvägarna, vilket kan resultera i olyckor och materiella skador. Mer frekventa och större

Exempel på svenska exportföretag inom onlinebaserade tjänster (årsredovisningar 2020). Utöver dessa finns flera onoterade företag som exempelvis: Klarna, Trustly Dice, m.fl.

| Företag | Omsättning |
|----------------------------|-------------|
| Evolution gaming | 5710 MNKR |
| Spotify | 802180 MNKR |
| Nordic Entertainment Group | 12 000 MNKR |
| Embracer Group | 5249 MNKR |
| Stillfront group | 3991 MNKR |
| Paradox Interactive | 1794 MNKR |

Figur 14. Exempel på svenska exportföretag inom onlinebaserade tjänster

skogsbränder riskerar att förstöra delar av infrastrukturen samt industrier och anläggningar som är viktiga för Sveriges konkurrenskraft.

Kraftiga regn kan leda till att hamnar, vägar och tunnlar översvämmas samtidigt som det finns en risk för att broar, vägar och tunnlar spolats bort. Att säkra byggnadsverk, infrastruktur och samhället mot extremt väder kan göra att samhällskostnaderna för infrastruktur ökar.

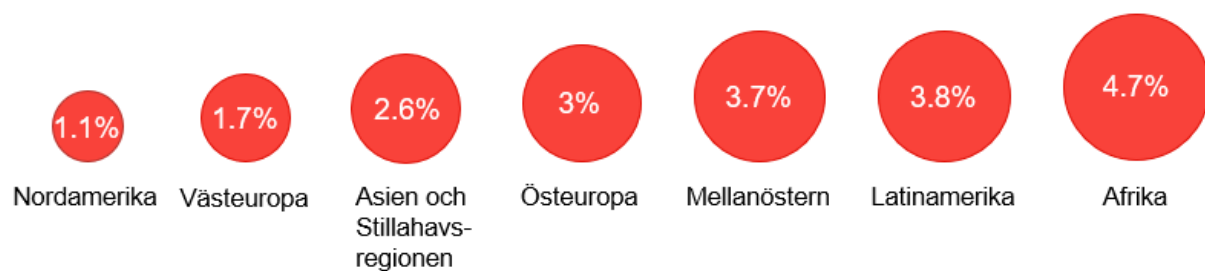


Figur 15. Översvämning som orsakar skador på infrastruktur i New York

Ekonomiska effekter av klimatförändringarna ur ett 2050-perspektiv

Economist Intelligence Unit har utvecklat ett ramverk för att analysera vilka förutsättningar olika länder har för att hantera kommande klimatförändringar. Enligt ramverket så kommer de framtida klimatförändringarna att påverka den globala ekonomin med i genomsnitt 3 procent till år 2050. Analysen indikerar att rikare länder har bättre förutsättningar för att hantera klimatförändringarna och därmed inte kommer att påverkas lika mycket ekonomiskt som mindre utvecklade länder kommer att göra.

Estimerade ekonomiska effekter av klimatförändringarna år 2050



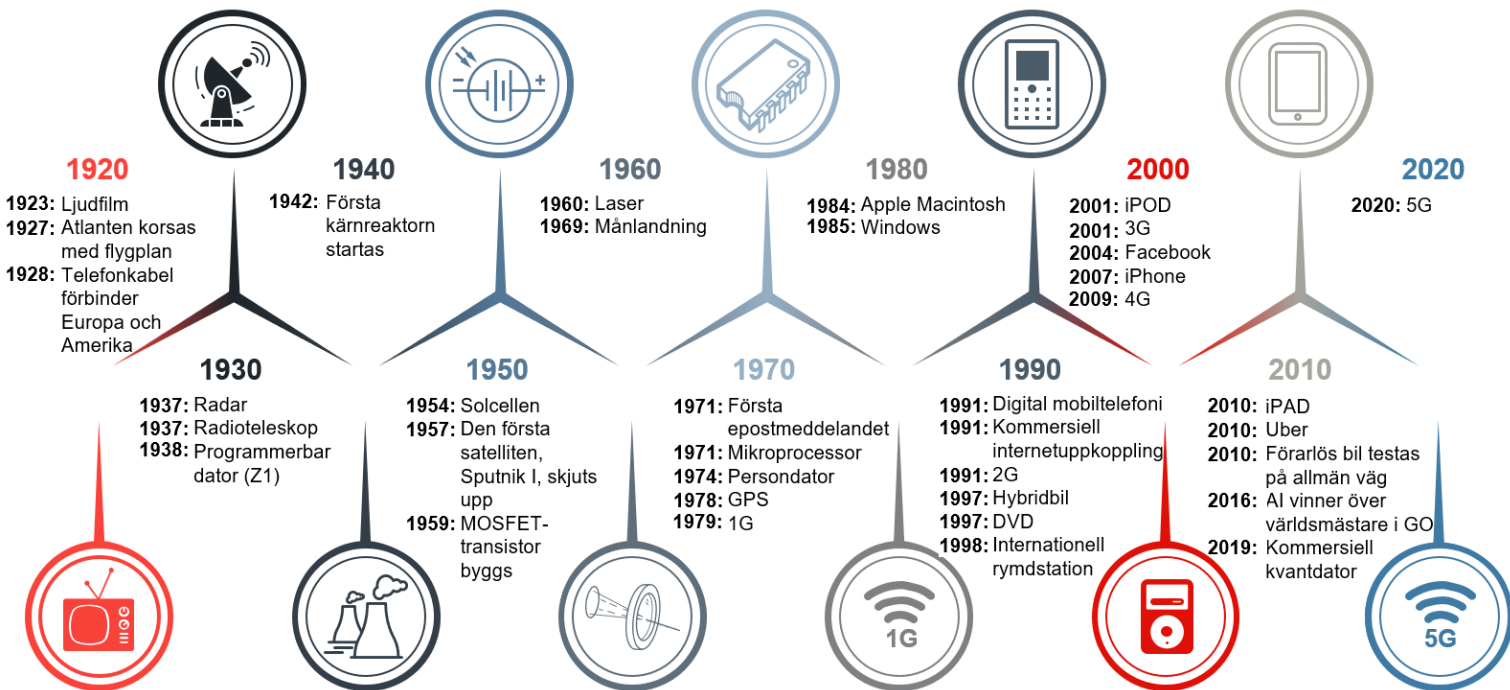
Figur 16. Estimerad ekonomisk påverkan av klimatförändringar för olika delar av världen 2050 (The Economist Intelligence Unit, 2019)

2.2 Teknikutveckling och innovation

Den tekniska utvecklingen påverkar både transportsystemet direkt genom innovationer, men den påverkar också samhällsutvecklingen och har därmed även en indirekt påverkan på transportsystemet. Framtidens transportsystem kommer att vara uppkopplat, automatiserat och elektrifierat. Kombinationen av uppkopplade fordon och infrastruktur, snabb datakommunikation och artificiell intelligens gör att transporter både kommer att vara individualiserade och systemoptimerade och att trafikplanering inte kommer att existera i samma form som idag. Optimeringen av systemen gör även att väntetid kommer att kunna undvikas såvida det inte är nödvändigt av resursbesparande skäl. Digitaliseringen gör att transportsystemet blir mer flexibelt och anpassat efter samhällets behov, samtidigt som det ställer högre krav på cybersäkerhet och systemets kvalitet.

2.2.1 Innovationstakten accelererar

Teknikutvecklingen går allt snabbare framåt, där digitaliseringen gör att gränserna mellan det fysiska och digitala blir otidigare. Tidslinjen nedan visar några av de viktigaste innovationerna och genombrotten som har förändrat samhället under de senaste 100 åren.



Figur 17. Tidslinje över viktiga innovationer och genombrott under de senaste 100 åren (Desjardins, 2020) (Tekniska museet, 2020)

De flesta av dessa teknologier såg dock dagens ljus flera decennier innan de slog igenom på bredden som färdiga produkter, där det finns trender som visar på att den teknologiska utvecklingen har ökat i hastighet i och med bland annat digitaliseringen. Enligt en studie publicerad i Our World of Data tog det till exempel 75 år för den fasta telefonen från teknikgenombrottet till att den implementerades på 80 procent av marknaden i USA, medan det tog 56 år för bilen, 22 år för internet och 12-15 år för den smarta telefonen. Det kan således antas att de tekniker som kommer att ha en stor prägel på framtidens transportsystem redan är tilltänkta eller uppfunna på en basal nivå idag.

Den allt snabbare teknikutvecklingen ställer högre krav på att det finns en flexibilitet i de system- och teknikvalen som görs så att systemen går att anpassa efter ny teknik. Samtidigt kommer det att vara viktigt för det offentliga att våga investera i ny teknik och innovation för att Sverige ska behålla sin konkurrenskraft och inte riskera att hamna efter andra länder.

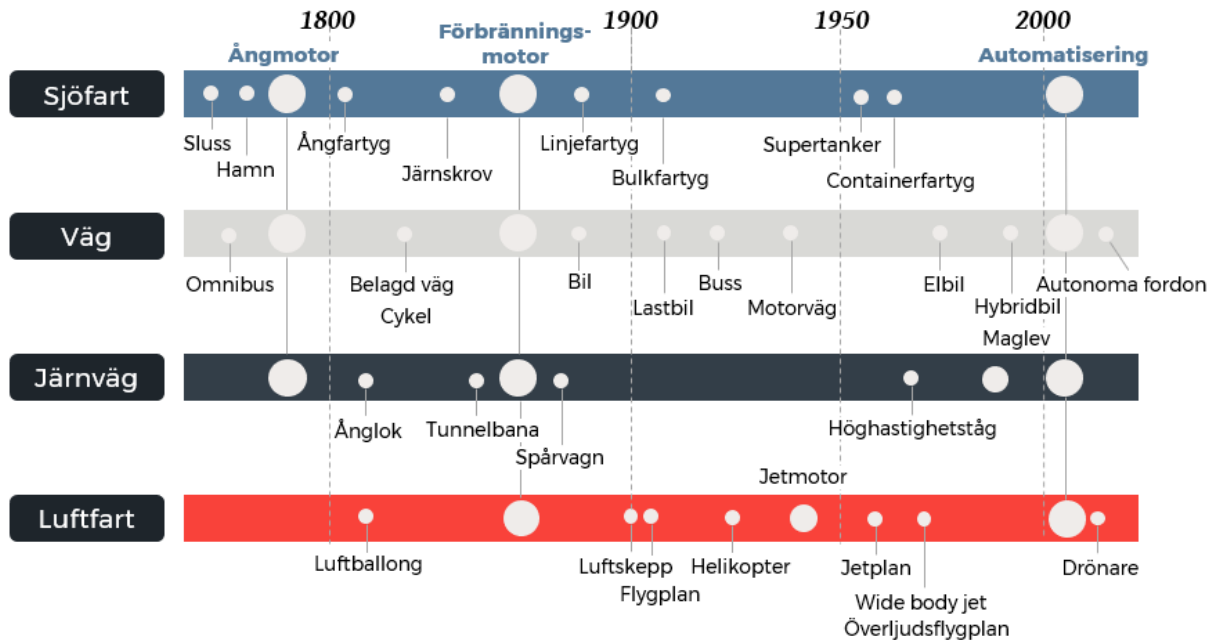
Den höga innovationstakten resulterar i att flera företag som är branschledande inom sin sektor får högre konkurrens från digitala företag som köper upp mindre, innovativa bolag och driver på teknikutvecklingen. Det var exempelvis Google som var först med att testa förarlösa bilar på allmänna vägar, och inte någon av de traditionella biltillverkarna. Nya tekniska möjligheter, i kombination med nya affärsmodeller och delningstjänster, leder till att det är möjligt att flera transportslag i framtiden kommer att dela på samma infrastruktur. Detta gör att det även behöver finnas en gemensam plattform, då konsumenterna inte kommer att efterfråga ett specifikt transportslag utan snarare en tjänst som gör att varorna eller personerna kan ta sig den önskade sträckan utifrån ett antal prioriterade kriterier.

En utmaning med den accelererande teknikutvecklingen är att andra områden såsom regelverk, offentlig förvaltning, organisationer och individer inte hinner med att förändras och anpassa sig efter tekniken i samma takt. Det är viktigt att teknikutvecklande företag och myndigheter arbetar tillsammans för att skapa en fungerande process för marknadsetableringar av nya tekniker så att risker med nya tekniker

hanteras på rätt sätt. Det kan exempelvis gälla införandet av standardiseringar och regelverk. Det är troligt att de företag som samarbetar med det offentliga når större framgång ur ett långsiktigt perspektiv.

Nya transportsätt

Även om utvecklingen av de befintliga transportslagen har gått snabbt framåt så har vi under en längre tid transporterat oss med samma grundtransporter i form av flygtransport, sjöfart, järnväg och vägtransport. Figur 18 visar hur utvecklingen av våra befintliga transportslag har sett ut från slutet av 1700-talet fram till idag.



Figur 18. Historisk utveckling av sjöfart-, väg-, järnväg- och luftfartstransporter från slutet av 1700-talet fram till idag (Rodrigue, 2020)

Den snabba teknikutvecklingen i kombination med en ny investeringsvilja kommer att leda till att befintliga transportslag fortsätter att utvecklas, samtidigt som det är möjligt att nya transportslag blir en del av transportsystemet år 2050. Det är svårt att säga vilka transportslag som kommer att implementeras och användas i hög utsträckning, men förutsättningarna finns för att flera disruptiva transportsätt ska få genomslag de kommande 30 åren. Nedan följer några exempel. Figur 19 visar när olika transportslag förväntas att

| Transportslag | 2025 | 2030 | 2040 |
|----------------------------------|------------------|------------------------------------|----------------------|
| Elbilar | Framväxande | Omfattande spridning | Omfattande spridning |
| Nivå 4 autonoma passagerarfordon | Nischmarknad | Framväxande | Omfattande spridning |
| Nivå 5 autonoma passagerarfordon | Under utveckling | Nischmarknad | Omfattande spridning |
| Elektrifierade lätta godsfordon | Framväxande | Omfattande spridning | Omfattande spridning |
| Elektrifierade tunga godsfordon | Nischmarknad | Omfattande spridning | Omfattande spridning |
| Nivå 4 autonoma lastbilar | Under utveckling | Nischmarknad | Omfattande spridning |
| Nivå 5 autonoma lastbilar | Under utveckling | Under utveckling/begränsad marknad | Framväxande |
| Lastbilskonvoj | Nischmarknad | Framväxande | Omfattande spridning |
| Flygande bilar | Under utveckling | Nischmarknad | Framväxande |
| Drönare | Nischmarknad | Framväxande | Omfattande spridning |
| Hyperloop | Under utveckling | Under utveckling | Nischmarknad |
| Autonom tunnelbana | Nischmarknad | Nischmarknad | Framväxande |
| Autonoma tåg | Nischmarknad | Nischmarknad | Framväxande |

Figur 19. Beskrivning av när nya tekniker och transportslag förväntas att utvecklas, spridas på en nischmarknad, växa fram på en större marknad samt få omfattande spridning fram till år 2040 (United Kingdom Government Office for Science, 2019) (WSP, 2021)

utvecklas, spridas på en nischmarknad, växa fram på en större marknad samt få omfattande spridning fram till år 2040.

Elektrifierad luftfart

Utvecklingen av drönare och andra elektrifierade flygande farkoster går snabbt framåt, där storleken och komplexiteten kontinuerligt utvecklas för att kunna möta olika typer av behov. Över 70 olika företag uppbackade av etablerade investerare tävlar om att bli först med kommersiellt användbara drönare för passagerartransporter. Många motiveras av att trängseln i städerna kan öka behovet och efterfrågan på att använda luftrummet för transport i större utsträckning. Farkoster inom segmentet eVTOL - *Electric vertical take-off and landing* har potential att möta det behovet och erbjuda ett flexibelt sätt att transportera både gods och personer. Drönare och andra elektrifierade flygande farkoster kan på så sätt få en betydande roll i det framtida transportsystemet.

Drönare för persontransport innebär flera problem där lösningarna ännu inte är färdiga. Ljudnivån från drönarens propellrar innebär bullerproblem, i synnerhet i urbana miljöer och när flera farkoster är i luften samtidigt. Ett större antal flygande farkoster över tätbefolkade områden innebär också större säkerhetsrisker som behöver lösas och godkännas av myndigheter. Det finns risk att flygsäkerhetsregler begränsar luftrummet kapacitet i städer. För transporter mellan städer är detta ett mindre problem. Den tredje utmaningen är hög energiförbrukning och tunga batterier. Med dagens energidensitet skulle en drönare med 4-8 passagerare begränsas till flygtider på cirka 10 minuter och därefter behöva laddas i upp till en timme med superladdare. Batteriteknikens utveckling accelererar och bortom 2030 finns möjligen batterier som skulle kunna möjliggöra 30-60 minuters flygning med e-VTOL. De tekniska möjligheterna år 2050 är svåra att överblicka och det är möjligt att tekniken fått en bred användning eller att den likt dagens helikoptrar används till mera avgränsade syften. Utmaningen för företagen är att få lönsamhet i tekniken och kunna erbjuda kommersiellt gångbara tjänster på marknaden trots en initialt begränsad kapacitet.

Ett sådant transportsystem skulle också behöva en hamninfrastruktur som inte finns idag och behöver tillkomma, vilken i sin tur kan drabbas av samma trängsel som markburen kollektivtrafik och säkerhetskrav som vanlig flygtrafik. Utöver själva infrastrukturen kommer ett flygledningssystem vara nödvändigt. Teknologiskt kommer en molntjänst kunna styra och hantera ett stort antal flygande farkoster samtidigt, en infrastruktur som kan komma att likna dagens mobilnät. Detta är något som utifrån myndigheternas föreskrifter behöver standardiseras.

För elektrifierade flygplan av traditionell modell finns redan infrastruktur på plats och de juridiska begränsningarna är färre. En expertpanel sammansatt av konsultföretaget Roland Berger har fått svara på frågan när de bedömer att helelektriska flygplan med upp till 50 passagerare kommer att flyga i kommersiell trafik mellan London och Paris. Svaren varierar från 2026 till 2050 med ett genomsnitt vid 2043. WSP:s bedömning är att det är rimligt att elektrifierad flygtrafik för interregionala transporter kommer att vara fullt gångbar till år 2050.

Hyperloop

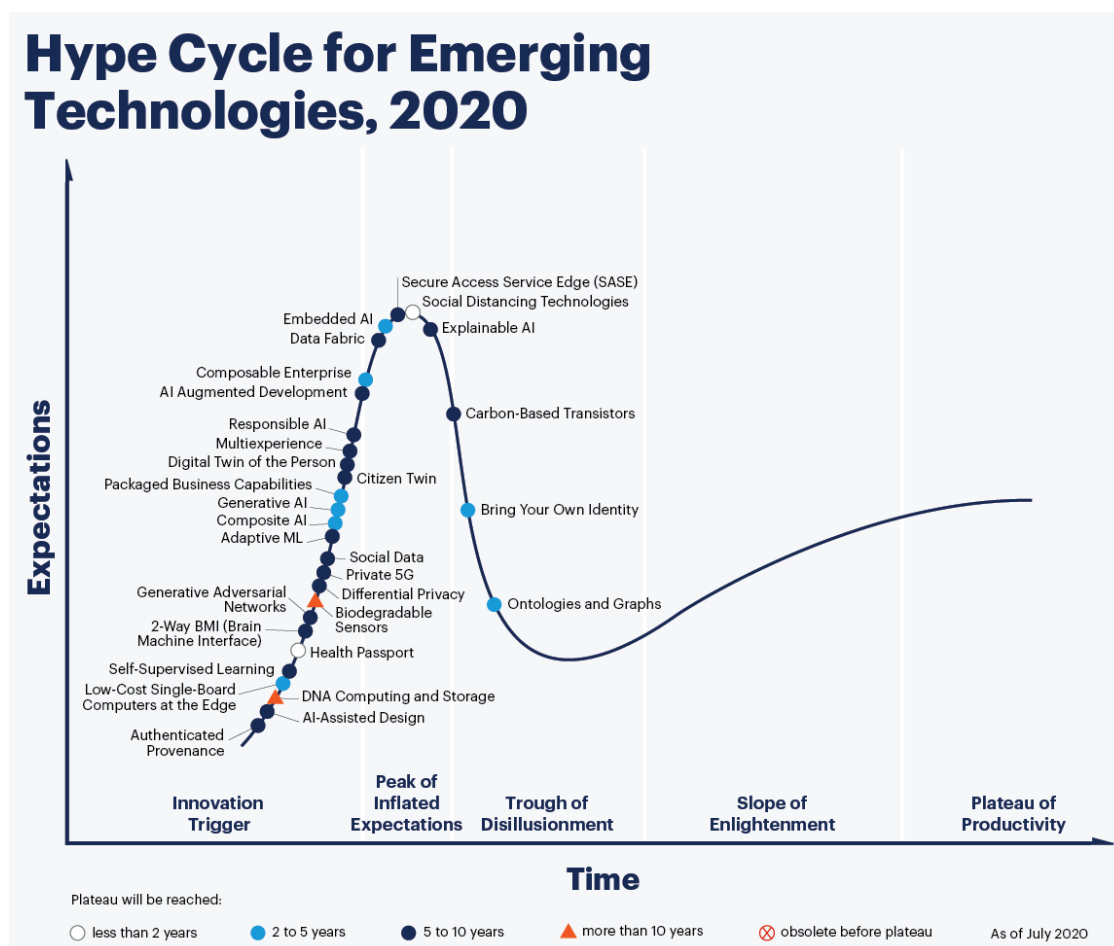
Ett annat exempel på en disruptiv transportteknik är Hyperloop som skulle kunna förändra hur vi transporterar både gods och passagerare över längre sträckor i framtiden. Hyperloop är ett koncept där magnetiskt leviterade farkoster transporteras i tryckreducerande rör, vilket medför lågt motstånd och möjliggör hastigheter över 1000 km/h. Systemet utformas för att vara helt autonomt och on demand. Utvecklingen sker globalt av flera parter parallellt, med ökade investeringsvolymerna och allt fler stora internationella aktörer som ansluter. Transportslaget har på endast sju år utvecklats från en idé som introducerades av Elon Musk 2013, till framgångsrika test med passagerare under slutet av 2020. Konceptet har, förutsatt att ambitionsnivåerna avseende teknisk kapacitet och säkerhet uppnås, möjlighet att konkurrera med flyget gällande restid, samtidigt som det erbjuder ett mer energieffektivt transportsätt än dagens snabbtåg.

Även Hyperloop står inför vetenskapliga och tekniska utmaningar och det är svårt att bedöma var tekniken står på utvecklingskurvan idag. Kritiker menar att det idag inte finns några exempel på

vakuumbkammare i närheten av den storlek som en komplett sträckning av Hyperloop skulle kräva. Vakuumet medför en rad andra utmaningar för passagerarnas säkerhet. En framgångsfaktor hos andra transportslag som snabbt har kommit ut på marknaden, såsom elsparkcyklar, är att de bygger på befintlig infrastruktur. Att etablera ett helt nytt transportslag innebär större barriärer både vad gäller kostnader och sammankoppling med andra transportslag.

Gartners innovationskurva

Nya tekniker följer ofta ett liknande mönster när de upptäcks, oavsett vilken typ av teknik det är, vilket skildras i Gartners innovationskurva nedan. Innovationskurvan startar med att till exempel ett forskningsgenombrott eller en produkt lansering genererar ett stort intresse för tekniken. Därefter stiger förväntningarna på tekniken ofta över vad tekniken för närvarande kan leverera, vilket kan göra att en investeringsbubbla i vissa fall skapas. Under den tredje fasen ersätts de höga förväntningarna på potentiellt värde av osäkerheter kring exempelvis lönsamhet, användbarhet och leveranstid. Under den fjärde fasen börjar vissa tidiga pionjärer att använda och uppleva fördelarna med tekniken, varpå vissa organisationer börjar förstå på vilket sätt de kan dra nytta av den nya tekniken. Under den sista fasen börjar allt fler organisationer inse och acceptera fördelarna med den nya tekniken, samtidigt som risken minskar då tekniken blir mer väletablerad. Figur 20 visar hur långt olika nya tekniker har kommit i innovationskurvan samt hur långt bort i tiden de är från att implementeras.



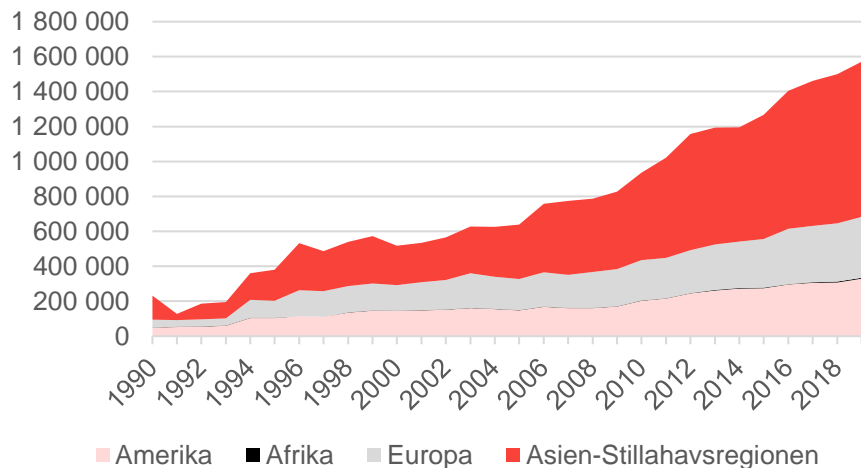
Figur 20. Gartners innovationskurva för nya tekniker (Gartner, 2020)

Patent

I och med en allt högre innovationstakt, har även antalet patent som godkänns ökat. Figur 21 visar att antalet godkända patent har ökat från cirka 200 000 per år 1990 till cirka 1 600 000 per år 2019. Sedan år 2005 har antalet godkända patent framför allt ökat markant i Asien. Antalet godkända patent kan användas för att mäta hur snabbt teknikutvecklingen går i olika länder samt vilken inverkan olika länder har på teknikutvecklingen i sig.

Den snabba ökningen av patent i Asien gör att Asien troligen kommer att se långsiktiga ekonomiska fördelar från försäljning eller licensiering av teknik samt att de troligen kommer att kunna påverka utformningen av den framtida samhällsutvecklingen i hög utsträckning.

Antal godkända patent i världen 1990-2019



Figur 21. Antal godkända patent mellan 1990-2019, uppdelat baserat på den sökandes nationalitet (WIPO IP Statistic Data Center, 2021)

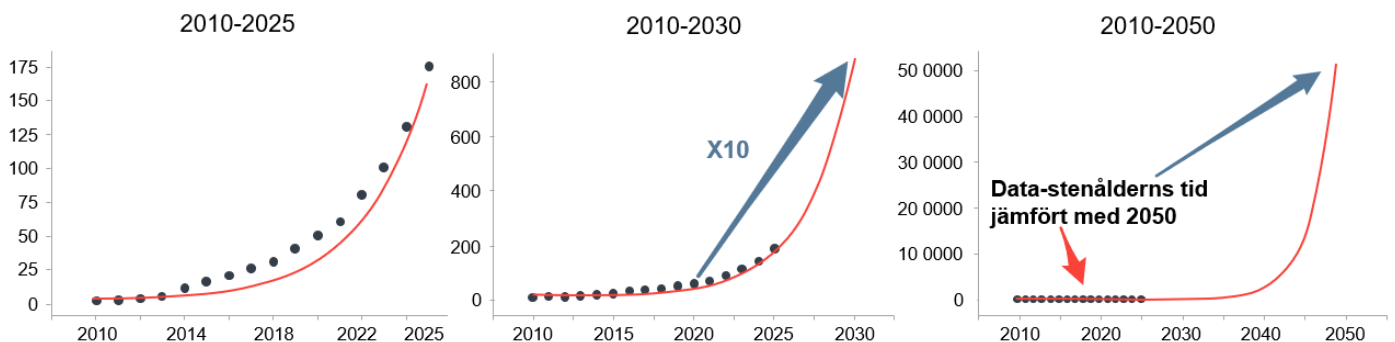
2.2.2 Digitalisering

Big data

Stora mängder data samlas kontinuerligt in från en mängd olika källor för att möjliggöra bättre

dataanalys och beslutsfattning. Vi bygger bland annat självkörande bilar som fungerar med hjälp av sensorer, använder GPS för att navigera oss och designar tunnlar med hjälp av laserscanning. Allt fler föremål kommer att vara uppkopplade och kommunicera med varandra, utan att människor behöver agera mellanhand. Varje föremål blir en sensor för molntjänsterna som kommer att styra komplexa system för bland annat logistik, transport och produktion. Detta är dock bara början, då mängden data förväntas öka exponentiellt. Enligt studier sammanställda av Balnojan beräknas det finnas 10 gånger mer data år 2030 än idag, medan datamängden kan vara så stor som 1000–10000 gånger större år 2050 jämfört med idag, förutsatt att datamängden fortsätter att öka exponentiellt. Det kommer dessutom att finnas mer och mer realtidsdata, vilket gör att vi bland annat kan ha en realtidsuppfattning om var våra tillgångar befinner sig, hur de mår och när eventuella åtgärder behöver genomföras. Trender visar att 50 procent av all data troligen kommer att vara i realtid år 2025, en andel som skulle kunna vara närmare 90 procent år 2050. De tekniska framstegen gör att det går snabbare och snabbare att hitta mönster från stora mängder både strukturerade och ostrukturerade data. Genom att data tillgängliggörs och att systemen för att analysera denna data blir billigare och kraftfullare så ökar även användningsområdena. Detta kommer att innebära att data kommer att vara mer anpassad efter våra

Estimerad datamängd (zetabytes)



Figur 22. Estimerad datamängd i zetabytes mellan 2010-2050 (Balnojan, 2020) behov och vår förståelse i framtiden.

Luftburen datakommunikation

År 2020 introducerades 5G på marknaden, medan telekombolagen planerar för 6G runt år 2030. År 2050 är det troligt att dataöverföringen sker i så hög bandbredd att applikationer som idag är otänkbara

blir möjliga. Utvecklingen av den luftburna datakommunikationen kommer att påverka transportsystemet på flera sätt. 5G erhåller till exempel den mest kompatibla tekniken hittills för att upprätthålla en stabil uppkoppling för snabbt rörliga tillgångar såsom tåg eller fordon. 5G ökar dessutom datamängden som kan samlas in och transporteras genom nätverket, vilket möjliggör flera datapunkter med flera variabler. Detta möjliggör realtidsdata för exempelvis ett fordon's lokalisering, temperatur, tillstånd och status på dess transporterade godsvaror.

Digitala tvillingar

Att allt fler saker är uppkopplade gör att vi kan skapa digitala tvillingar som återspeglar verkligheten. Många beslut kommer sannolikt att kunna tas genom att endast besöka olika transportanläggningar digitalt. Genom att skapa digitala tvillingar av vårt hem kommer vi troligen på ett effektivt sätt kunna testa olika färger på möbler i vardagsrummet digitalt och kunna ta lika bra beslut som om vi skulle ha besökt en fysisk butik. Vi kommer troligen även kunna skapa digitala tvillingar av oss själva och på så sätt även kunna prova skor och kläder digitalt. Detta skulle kunna påverka logistikkedjan och behovet av butiker och lager. Det skulle, i sin tur, kunna innebära att varor i högre utsträckning levereras direkt från lagret till slutkonsumenten, utan att det behövs återförsäljare på samma sätt. Att kunna ta bättre digitala beslut kan också minska antalet returer vi gör, vilket på så sätt skulle minska dessa transporter.

Virtual Reality (VR)

VR och andra tekniker kommer dessutom göra att vi kommer att kunna visualisera möjliga framtidsscenarioer och tydliggöra vilka alternativ som finns. VR kan även användas för att visualisera olika platser, vilket gör att vi till exempel inte behöver befinna oss fysiskt i anläggningar för att kunna ta beslut om åtgärder.



Figur 23. Virtual reality används för att visualisera en järnvägsanläggning

2.2.3 Artificiell Intelligens (AI)

AI har stor potential att förändra vårt samhälle i framtiden genom att förbättra beslut och processer i så väl offentlig sektor som i näringslivet. AI kan sägas vara en tillämpning av databehandling där datorn autonomt i någon grad själv analyserar både strukturerade och ostrukturerade data. Ingångsvärdet är ett mål som datorn ska uppnå i stället för detaljerade instruktioner om hur ett problem ska lösas. AI kan därför utföra uppgifter som endast människor tidigare kunde lösa, som exempelvis problemlösning, lärande, resonemang, planering och beslutsfattande. Eftersom AI blir bättre ju mer den lär sig gör den ökande processorkraften och den globala mängden tillgängliga data kontinuerligt AI mer kraftfull.

Dagens AI-system är relativt enkla jämfört med de AI-system som flera stora teknikföretag eftersträvar att skapa. De högre graderna av AI-system som forskare och företag försöker utveckla skulle teoretiskt kunna nå eller överskrida en mänsklig nivå av intelligens. Det råder stor osäkerhet om och när den typen av AI skulle kunna vara möjlig och dess effekter är därför exkluderade i denna rapport.

Inom transporter kan AI dels appliceras på trafiksystem för att analysera resmönster, men den är också en viktig funktion i fordon där insamling av kördata används för att förbättra självkörande fordon. AI används idag för att analysera data i molntjänster, i allt från röstaktiverade telefoner till avancerade analystjänster inom företagstjänster. Inom logistik används AI exempelvis för att förutspå efterfrågan, planera flöden och förbättra robotars funktion. Utvecklingen av AI och tillämpningen är fortfarande i ett tidigt skede av utvecklingskurvan.

Styrk an i AI ökar i kombination med snabb uppkoppling vilket gör att AI-analys kan köpas som tjänst och utföras i realtid via uppkopplade enheter. Denna typ av verktyg blir ännu starkare i samband med kommande bandbreddsökningar i trådlös kommunikation, i form av 6G, 7G och så vidare.

2.2.4 Automatisering

Den allt snabbare automatiseringen i kombination med artificiell intelligens kommer sannolikt att få stor påverkan på samhället och hur vi lever våra liv. Det kommer till exempel fortsätta att förändra vilka arbeten vi själva kommer att utföra och vilka arbeten som kommer att utföras av robotar. Även om flera jobb kommer att kunna automatiseras, så kommer det fortfarande att behövas människor för många befintliga jobb, samtidigt som automatiseringen även kommer att generera nya typer av jobb. Lager kommer sannolikt att automatiseras i högre utsträckning än idag, vilket gör att varor kan paketeras och levereras utan mänsklig interaktion. Automatiseringen genererar redan idag lägre arbetskostnader, högre produktivitet och förbättrad kvalitetssäkring för företag. I och med en allt högre automatiseringsgrad kommer företag troligen att kunna satsa ännu mer tid och pengar på forskning och teknikutveckling i framtiden. Personal som tidigare har arbetat med rutinuppgifter skulle istället kunna utbildas inom andra områden och exempelvis arbeta med verksamhetsutveckling och nya tekniker. Detta skulle kunna leda till en snabbare ekonomisk tillväxt samt högre levnadsstandard om vi lyckas anpassa vår kompetens utefter marknadsbehovet.

För transportsektorn innebär automatiseringen bland annat att fordon kommer att bli självkörande i allt högre utsträckning. En prognos från Victoria Transport Policy Institute indikerar att försäljningen av autonoma fordon kommer att ha påbörjats år 2030, men att det troligen dröjer fram till 2045 innan mer än hälften av de fordonen som säljs kommer att vara autonoma. I början kommer autonoma fordon troligen att vara relativt dyra och behöva mänsklig interaktion när oväntade situationer uppkommer. Detta gör att kundsegment som har det bättre ställt och är intresserade av att ta till sig ny teknik i ett tidigt stadiet kommer att kunna börja använda autonoma fordon, medan det troligen kommer att ta längre tid innan det får ett större marknadsgenomslag.

Fordon har dessutom en lång livslängd och höga anskaffningskostnader jämfört med andra produkter, vilket gör att det kan dröja fram till 2060 innan hälften av alla fordon som används kommer att vara autonoma. En annan faktor som begränsar hur snabbt implementeringen går är att anpassningen av lagar och regelverk ofta tar längre tid än teknikutvecklingen i sig. En annan faktor som kan fördröja implementeringen är att det vanligtvis tar lång tid för samtliga konsumenter att acceptera ny teknik och förändra sitt beteende.

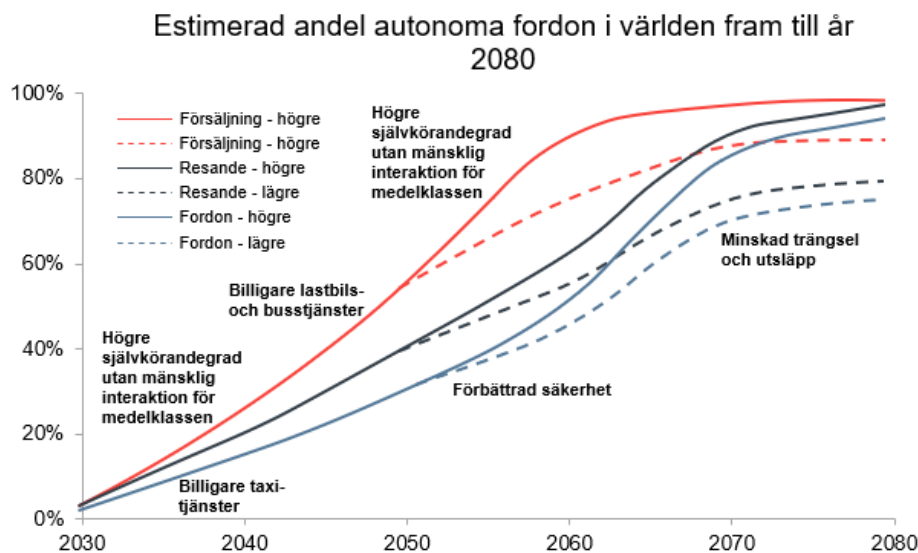
Det är troligt att implementeringen av autonoma fordon kommer att gå snabbare i Sverige än i grafen nedan. Detta beror bland annat på fordonsjättarna Volvo och Scania som närvaro i Sverige, vilka har tydliga incitament att driva på utvecklingen framåt. Scania har till exempel utvecklat autonoma fordon som har beviljades tillstånd att testköras på E4:an mellan Södertälje och Jönköping i början av 2021. Testerna omfattar teknik enligt nivå 4 på den femgradiga SAE-skalan, vilket innebär att de körs autonomt, men övervakas av en förare av säkerhetsskäl. Scania planerar att utvidga testerna till att omfatta hela

Antal av världens 500 snabbaste superdatorer



Figur 24. Antal av världens 500 snabbaste superdatorer per land och världsdel. Av de 10 snabbaste superdatorerna finns 4st i USA 2st i Kina, 1st i Japan, Tyskland och Saudiarabien. (Meuer, Strohmaier, Dongarra, Horst, & Meuer, Top 500 supercomputer and sites november 2020, 2020)

sträckan mellan Södertälje och Helsingborg senare under 2021 och att testa tekniken i andra europeiska länder och Kina under de kommande åren. Scania har sedan 2017 testat självkörande lastbilar för gruvtransporter i Australien och ser potential för autonoma fordon att bli verklighet inom bara några år från och med år 2021 när det gäller transporter inom slutna områden såsom gruvor och terminaler. Däremot tror Scania att det dröjer längre innan autonoma fordon på vägar med dubbelriktad trafik och i tätortsmiljö blir verklighet.



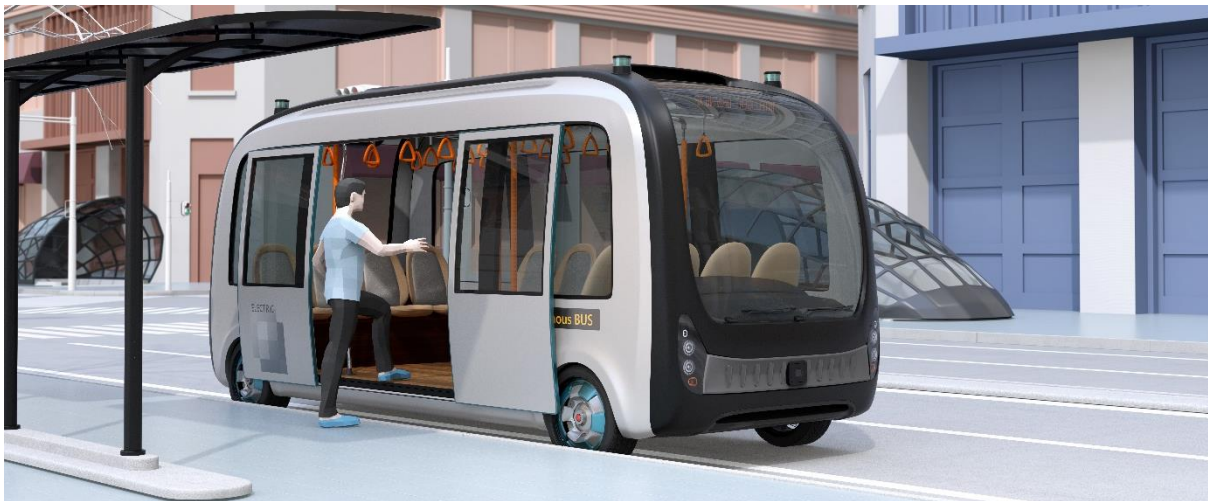
Figur 25. Prediktion av hur stor andel av bilförsäljningen, det totala resandet och samtliga fordon som kommer att bestå av autonoma fordon mellan år 2030 fram till år 2080 (Victoria Transport Policy Institute, 2021)

Autonoma fordon skulle kunna leda till både ökad och minskad trängsel i transportsystemet. Det kommer troligen att bidra till att delningsekonomi blir vanligare och att privatpersoner inte äger egna fordon i lika hög utsträckning, vilket kan minska antalet fordon och även de totala transportvolymerna. Detta beror på att nya affärsmodeller förmodligen kommer göra det mer ekonomiskt fördelaktigt att beställa transporter vid behov och att dela dessa med andra istället för att låta fordon stå parkerade under stora delar av dygnet.

Automatiseringen kan också leda till att det blir flera transporter och att trängseln i transportsystemet ökar, vilket också skulle öka energiförbrukningen från transporterna. För persontrafik kan självkörande fordon öka bekvämligheten genom att passagerare kan arbeta under transporten, vilket kan göra att människor är beredda att arbetspendla längre sträckor. Genom att autonoma fordon minskar förarkostnaderna som är en stor del av de totala transportkostnaderna, kan det leda till att incitamenten för att köra samtliga godstransporter med full last minskar. För persontransporter kan det vara billigare att parkera fordonen utanför städerna under dagtid, vilket kan göra att de också körs tomma ut från staden och tillbaka in när de ska hämta upp personer vid arbetsdagens slut igen.

Autonoma fordon kommer samtidigt att öka kapaciteten i det befintliga transportsystemet eftersom fordonen kan köra med mindre avstånd mellan varandra och troligen i högre hastigheter, då den mänskliga faktorn inte är begränsande. I och med att förare inte behövs kan godstransporter köra under hela dygnet utan vilopaus, vilket kan frigöra kapacitet i systemet under dagtid. Samtliga fordon kommer att vara uppkopplade, vilket gör att det dessutom också är större sannolikhet att dess rutter kommer att optimeras ur ett systemperspektiv snarare än ur ett användarperspektiv, vilket också gör att

den totala trängseln minskar och att systemets kapacitet ökar. Det är dock ovisst hur detta kommer att fungera om endast en del av den totala fordonsflottan är automatiserad.



Figur 26. Autonom buss

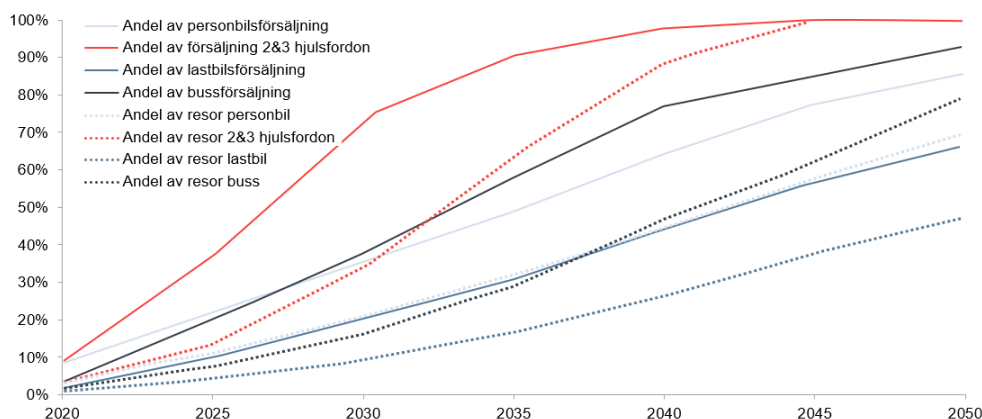
2.2.5 Elektrifiering

Det sker en allt högre grad av elektrifiering i samhället där transportsystemet och fordonsindustrin utgör en central roll i denna utveckling. Även inom industriproduktion fortsätter elektrifieringen, exempelvis av processer som tidigare baserats på fossila bränslen. Elektrifieringen ställer höga krav på energisystemet och energiinfrastrukturen vilken måste anpassas till och skalas upp i takt med elektrifieringen.

Elektrifierade fordon

Inom fordonsindustrin sker det en förflyttning mot elektrifiering av såväl personbilar som bussar, båtar, lastbilar, flyg och arbetsmaskiner. Det mesta pekar på att elektriska fordon kommer att vara vanligt förekommande år 2030. Men även om utvecklingen av antalet laddbara personbilar går snabbt, är det svårt att förutspå med vilken hastighet övergången till laddbara personbilar kommer att ske. En global prognos över elfordonens marknadspenetration mellan år 2020–2050, i kategorierna andel av försäljning och andel av resor, presenteras nedan i figur 27. Av figuren framgår att elektrifierade fordon prognostiseras utgöra en majoritet av försäljningen i samtliga kategorier år 2050. Det är sannolikt att utvecklingen av elfordon kommer att gå snabbare i Sverige än den genomsnittliga globala utvecklingen. Som en del av färdplanen för fossilfri konkurrenskraft, inom ramen för Fossilfritt Sverige, har BIL Sweden tagit fram en prognos som visar att upp till 50 procent av nyförsäljningen av tunga lastbilar kan vara eldrivna år 2030. Detta är snabbare än den globala prognosen som presenteras i figur 27.

Estimerad andel elfordon i världen fram till år 2050



Figur 27. Estimerad andel elektrifierade fordon av den totala försäljningen samt det totala resandet för olika typer av fordon mellan 2020 till 2050 (The International Council on Clean Transportation, 2019)

Allteftersom efterfrågan på elektriska fordon ökar, produktionsprocesser förbättras och produktionsserierna blir längre väntas kostnaderna för elektrifierade fordon minska. Batteriet står idag för den största delen av den högre produktionskostnaden för ett elfordon jämfört med ett motsvarande fordon med förbränningsmotor. I och med att batterierna blir bättre och att det per volymenhet batteri ryms mer kapacitet, sjunker priset på elfordon. Råvarutillgången kan dock bli en trång sektor i elektrifieringen av fordonsflottan, där exempelvis tillgången till kobolt är en osäkerhetsfaktor. En ytterligare utmaning att hantera är den miljöpåverkan som uppstår i samband med utvinning av de råvaror som batterierna utgörs av. Råvarubrist kan motverka potentialen för exempelvis lägre batteripriser och skulle kunna bromsa förflyttningen mot elektrifierade transporter.

Vidare ställer en storskalig utrullning av elektriska fordon krav på en betydande utbyggnad av laddinfrastruktur, vilken behöver försörjas av ett energisystem som klarar av den ökade belastningen. Enligt Stockholms Handelskammare kommer det finnas mellan 1,4 och 3,4 miljoner eldrivna personbilar i Sverige år 2030, vilket skulle medföra ett behov av 145 000 laddpunkter i lågscenariot och 341 000 laddpunkter i högscenariot att jämföra med dagens dryga 10 000. En analys från BIL Sweden visar att upp till 80 procent av alla nya bilar kan vara laddbara år 2030, förutsatt att laddinfrastrukturen byggs ut, att det finns styrmedel som främjar utvecklingen samt att de skattesubventionerade laddbilar som säljs i Sverige stannar inom landet. Till det har vi en situation med allt en mer problematisk effektbalans i södra Sverige, där elnätets överföringskapacitet inte räcker till för att tillgodose behoven under högladdstimmarna. För en storskalig utrullning krävs därför betydande investeringar i elsystemet, där elnätets kapacitet behöver expandera. Sannolikt kommer elektrifieringen även att kräva nya innovativa lösningar för energilagring i tillägg till nätutbyggnaden för att klara av att täcka behoven. Sammantaget kan vi konstatera att det finns betydande infrastrukturella utmaningar i elektrifieringen av fordonsflottan.

Elektrifiering av vägnätet, eller delar av vägnätet, är potentiellt en möjliggörare för elektrifiering av tunga transporter. El-vägar gör det möjligt för elfordon att transporteras längre sträckor utan att behöva stanna för laddning, vilket är centralt för elektrifiering av tunga transporter. El-vägar skulle även kunna medföra att transporterens batterier inte behöver vara lika stora. Tekniken är än så länge under utveckling, med flera konkurrerande alternativa tekniker (konduktion i väg, konduktion ovan väg samt induktion). Oavsett lösning skulle el-vägar kunna vara ett intressant alternativ för, ut godssynpunkt, särskilt prioriterade vägvägar.

För att påskynda arbetet med elektrifiering av transportsektorn har regeringen inrättat en elektrifieringskommission. Elektrifieringskommissionens uppgift är att identifiera åtgärder som kan vidtas för att öka takten av transportområdets elektrifiering. Arbetet innefattar både person- och godstransporter inom samtliga trafikslag, med särskilt fokus på regionala godstransporter, statliga vägar, viktiga stråk och elektrifiering av transporter i bygg- och anläggningsprojekt.



Figur 28. Elektrifierad lastbil

Elektrifierad industri och infrastruktur

Även inom industrin pågår en elektrifiering av processer. I huvudsak handlar det om tre processer: omvandling av elektricitet till värme, omvandling av elektricitet till vätgas och omvandling av elektricitet till råvaror. Enligt IVA:s delrapport Vägval för klimatet (2019) kommer industrins elförbrukning öka med mellan 64 och 104 procent fram till år 2045 från 2017 års nivåer. Den stora delen av det ökade elbehovet härrör järn- och stålindustrin samt kemiindustrin. Inom järn- och stålindustrin är det främst en förflyttning från koldrivna masugnar till vätgas som ligger till grund för den uppskrivna prognosen.

Industrins elektrifiering är dock inte utan hinder. Tillgång till el till konkurrenskraftiga priser, tillsammans med långa ledtider och processer för elnätsutbyggnad, kan begränsa och försinka utvecklingen. Prognoserna baseras även på teknik av varierande mognadsgrad, med underliggande osäkerheter kring dess effektivitet, kommersiella gångbarhet samt hur de integrerar med industriaktörernas befintliga processer. Elektrifieringen av industrin kommer vara beroende av att det finns trygg tillgång till elkraft. Om aktörerna inte kan säkerställa en säker, kontinuerlig försörjning kommer detta att hindra processen. Samspel och aktiv dialog mellan industriaktörer och nätägare är därför centralt för fortsatt elektrifiering.

2.2.6 Drivmedel

För att klara av hållbarhetsmålen ställer EU bland annat krav på mängden koldioxid som nya fordon får släppa ut för 2025 och 2030, vilket gör att el sannolikt kommer att utgöra en större andel av drivmedlet år 2050 än idag. Kravet från EU är att nya personbilar ska minska sina utsläpp med 15 procent till år 2025 och med 37,5 procent till år 2030 jämfört med år 2021. Kravet för lätta lastbilar är 15 procent till år 2025 och 31 procent till år 2030. För tunga lastbilar är kravet 15 procent till år 2025 och 30 procent till år 2030. Energimyndigheten har tagit fram ett antal scenarier över framtidens

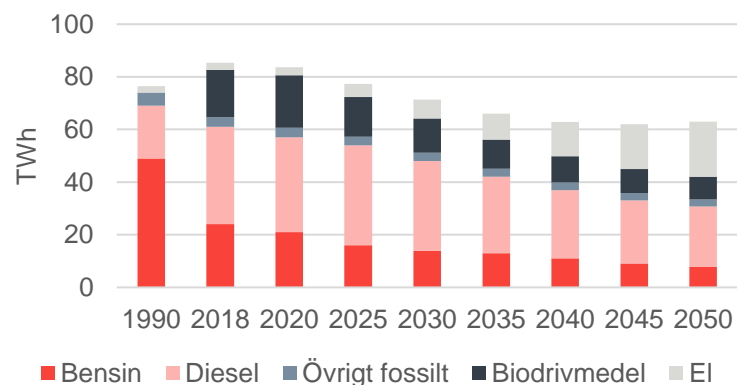
energisystem, där energianvändningen inom inrikes transporter minskar från basåret 2018 till 2050 i samtliga scenarier för transportsektorn. De största effekterna från effektiviseringen och elektrifieringen väntas ske fram till år 2040, vilket gör att den största minskningen av energianvändningen sker fram till dess. Elanvändningen inom transportsektorn väntas öka från 3,1 TWh år 2020 till cirka mellan 18 och 28 TWh år 2050 beroende på scenario.

Den totala mängden biodrivmedel (etanol, biogas, biobensin, FAME, HVO och förnybart flygbränsle) förväntas minska i absoluta tal i alla scenarier utom scenariot *Ytterligare åtgärder*. I scenariot *Referens EU* väntas biodrivmedelsanvändningen minska i absoluta tal efter 2020 som en följd av att skattebefrielsen för rena och höginblandade biodrivmedel (förutom för biogas) avskaffas i samband med att elektrifieringen av vägtransporter minskar efterfrågan på biodrivmedel. Enligt scenarierna *Ytterligare åtgärder* och *Elektrifiering* förväntas biodrivmedelsanvändningen däremot att öka fram till år 2030 i takt med att reduktionsnivåerna inom reduktionsplikten ökar, för att sedan minska till följd av den ökade elektrifieringen. Analysen visar även att biodrivmedel kan komma att efterfrågas av luftfarten i större utsträckning på grund av den föreslagna reduktionsplikten för flygfotogeten.

Vätgas

Vätgas är ett exempel på en ny typ av drivmedel som skulle kunna bidra till utfasningen av fossila bränslen och vara användbart i delar av transportsystemet där elektrifiering är svårt att genomföra. EU-kommissionen presenterade en vätgasstrategi i mitten av år 2020 där vätgas ansågs vara ett avgörande bidrag till att EU ska kunna uppnå koldioxidneutralitet senast 2050. I en första fas skulle vätgas kunna användas i små slutna system såsom i bussar eller taxibilar till exempel. På längre sikt skulle vätgas kunna vara ett alternativ för att fasa ut fossila bränslen inom sjöfart och luftfart. Den största begränsande faktorn för att använda vätgas är de ökade kostnaderna i att investera i vätgasbaserad utrustning och

Energianvändning för inrikes transporter i EU (TWh)



Figur 29. Prognos för transportsektorns energianvändning för inrikes transporter inom EU fram till år 2050 i TWh i scenariot *Referens EU* (Energimyndigheten, 2021)

lagring. Högre transportkostnader gör att slutprodukterna blir dyrare, vilket kan påverka dess konkurrenskraft på en internationell marknad. Det kommer därför troligen att behövas styrmedel för att påverka efterfrågan för att det ska implementeras i högre utsträckning.

Fossilfritt Sverige har också tagit fram en vätgasstrategi i samarbete med ett flertal företag och andra aktörer inom vätgasens värdekedja. Strategin innehåller förslag på vilka åtgärder som behöver genomföras för att Sverige ska kunna utnyttja vätgasens fulla potential, där vätgas ses som ett viktigt verktyg för att nå klimatmålen. Vätgas anses också utgöra en viktig inriktning för nya industrisatsningar för att skapa jobb, exportprodukter och innovationer i strategin. Det finns flera större industriprojekt i Sverige där produktion och användning av vätgas förväntas bli central i nya värdekedjor. Strategin påvisar att de redan planerade vätgasrelaterade projekten i Sverige skulle kunna minska koldioxidutsläppen med cirka 7,1 miljoner ton per år till 2045, vilket motsvarar cirka 14 procent av Sveriges nationella utsläpp, om rätt åtgärder genomförs. Strategin påvisar bland annat att vätgasinfrastrukturen behöver utvecklas, att det behövs nya regelverk och reglering av marknadsförutsättningar samt mer forskning och utveckling inom området.

2.2.7 Nya produktionsmetoder

Nya produktionsmetoder såsom 3D-skrivare kommer att bli allt vanligare i takt med att tekniken utvecklas. 3D-skrivare används redan för allt från produktprototyper till skräddarsydda proteser, smycken, bildelar och byggnader. Med hjälp av 3D-skrivare kan komplicerade, specialanpassade produkter som tidigare varit dyra bli betydligt billigare. Ett sådant exempel är vid nybyggnation där vissa konstruktionskomponenter begränsas av dagens tillverknings- och logistikbegränsningar. 3D-skrivare gör att nya former och storlekar på dessa komponenter kan byggas på plats, vilket kan minska behovet av material och transport. Samtidigt som komponenter kan byggas på plats ökar även möjligheten att öka modulariteten inom allt fler produktionslinjer. Större strukturer kan exempelvis byggas i fabrik för att sedan transporteras till byggarbetsplatsen, vilket minskar risken för förseningar på grund av till exempel väderförhållanden.

2.2.8 Nya material

Teknikutvecklingen leder till att materialen vi använder kontinuerligt utvecklas och blir mer avancerade, hållbara och kostnadseffektiva. Hållbarhet kommer att vara avgörande vid materialval i framtiden och förnybara material från bland annat skogen kommer att kunna ersätta allt fler fossila material. Teknikutvecklingen gör också att många material blir lättare att producera och transportera.

När det kommer till nya material går utvecklingen av nanomaterial och nanoteknik, som kan tillämpas inom många olika områden, snabbt framåt. Med hjälp av nanomaterial kan material som lagar sig självt, alltså migrerar och fyller igen sprickor, skapas. Detta skulle kunna förlänga livslängden för till exempel byggnader, broar och flygplan och samtidigt minska underhållskostnaderna. Nanomaterial har dessutom möjliggjort högre energilagring i elbilsbatterier och bidragit till att solpaneler kan producera mer elektricitet från solljuset. I framtiden spås nanomaterial kunna fånga energi från sin omgivning på fler olika sätt. Det kan handla om att utvinna energi från rörelse, ljus, temperaturvariationer, glukos och andra källor. Förutom nya material kommer det också att bli viktigare att använda återvunna material för att resurserna ska räcka och för att vi, på ett så effektivt sätt som möjligt, ska utnyttja planetens resurser. Genom att återvinna istället för att producera nytt, kan stora mängder energi och råmaterial sparas.

2.3 Internationalisering

Sverige kommer i ett 2050-perspektiv att vara ännu mer internationaliserat, samtidigt som den ekonomiska utjämningen i världen kan medföra att flera företag tar hem hela eller delar av sin produktion. Digitaliseringen gör att behovet av affärsresor minskar, medan privata resor ökar.

Ett förändrat säkerhetsklimat ställer krav på bättre förbindelser ut från Sverige och på ökade gränsöverskridande förbindelser. Samtidigt sker stora infrastrukturinvesteringar i våra grannländer,

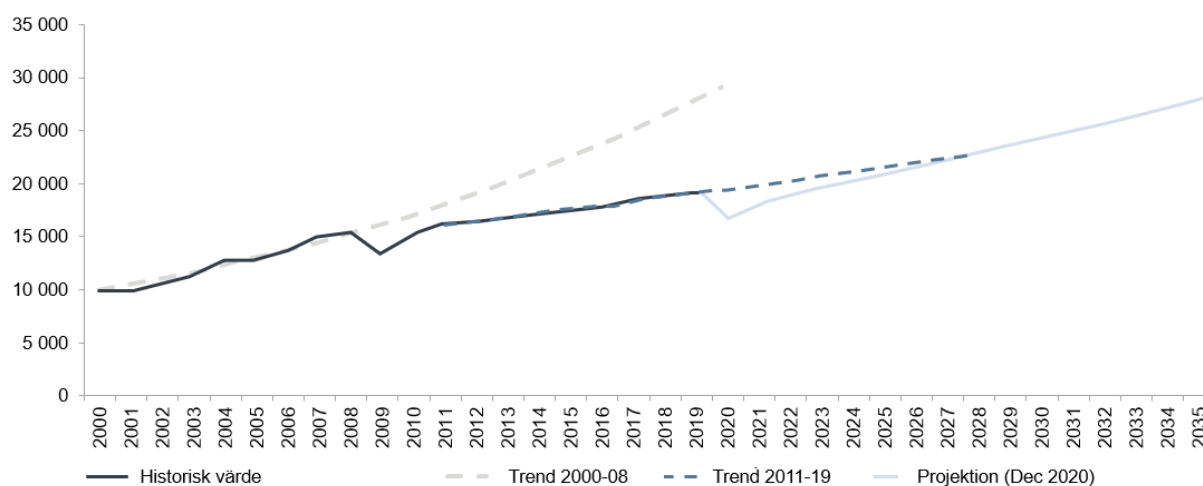
vilket gör att Sveriges internationella knutpunkter såsom hamnar, flygplatser och järnvägssträckor behöver utvecklas för att bibehålla internationell konkurrenskraft.

2.3.1 Globalisering/regionalisering

Globalisering innebär att världens länder knyts närmare samman med varandra genom att både människor, varor och kapital kan röra sig lättare mellan länder. Globaliseringen har varit en genomgripande trend sedan mitten av 1800-talet och en av de drivande faktorerna bakom den ekonomiska tillväxten. Som tidigare nämnt beror detta bland annat på att globaliseringen skapar möjligheter att producera varor där produktionskostnaderna är lägre, vilket både skapar arbetsmöjligheter i flera delar av världen samt minskar kostnaderna för slutkonsumenterna. Detta skapar i sin tur förutsättningar för en långsiktig ekonomisk utjämning där inkomstskillnaderna är lägre och kostnaderna inte varierar lika mycket mellan olika länder. Historiskt har teknikutvecklingens möjliggörande av snabbare transporter till lägre kostnader varit en av de drivande faktorerna bakom globaliseringen. En annan viktig faktor har varit att IT-utvecklingen har förenklat kommunikationsmöjligheterna och möjliggjort en snabbare informationsspridning mellan olika länder.

Figur 30 visar hur den globala handeln har utvecklats historiskt, samt hur den beräknas att utvecklas fram till år 2035 och hur den skulle ha utvecklats om den följde tidigare mönster enligt prognoser från IHS Market. Mellan 2000-2008 ökade värdet av den globala handeln i genomsnitt med 5,6 procent per år, vilket är betydligt snabbare än efter finanskrisen då den genomsnittliga ökningen mellan 2011-2019 endast var cirka 2,1 procent per år. Vidare beräknas den årliga genomsnittliga tillväxttakten av den globala handeln mellan år 2021-2030 vara 3,2 procent, vilket kan jämföras med 3,6 procent under hela perioden mellan år 2000-2019.

Historiskt och projicerat värde av den globala handeln mellan år 2000-2035 (USD Md)



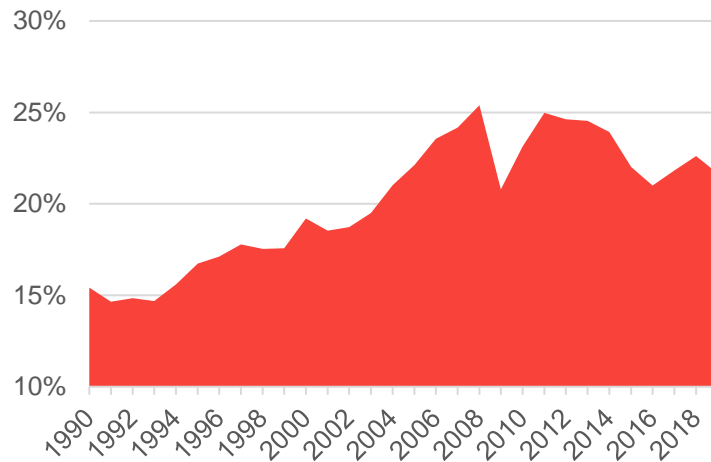
Figur 30. Historiskt värde av den globala handeln mellan 2000-2020 i miljarder USD, samt det projicerade värdet fram till år 2035. Figuren visar även hur värdet på den globala handeln hade ökat om trenden mellan 2000-2008 samt 2011-2019 hade fortsatt i samma riktning (IHS Market, 2021)

För att förstå globaliseringens utveckling kan den globala handeln jämföras med BNP-utvecklingen. I Figur 31 har det globala exportvärdet jämförts med BNP-värdet för att se hur stor del av BNP som exporten har omfattat. Från 1990-talet till finanskrisen år 2008 går det att se en tydlig trend där den globala exportens andel av BNP ökar, dvs att den globala handeln har ökat snabbare än BNP-utvecklingen. Under de senaste åren har det däremot skett ett trendbrott, där exporten som en del av BNP har börjat minska. Det är svårt att säga huruvida detta är en trend som kommer att fortsätta, men det är möjligt att den entydiga globaliseringstrenden är bruten.

Även om globaliseringen sannolikt kommer att fortsätta öka finns det flera trender som skulle kunna bryta den entydiga globaliseringstrenden.

Transportkostnader har historiskt sett varit relativt låga i jämförelse med produktionskostnaderna, vilket har gjort att det har lönat sig att producera varor i lågkostnadsländer och sedan transportera dem till högkostnadsländer. Striktare hållbarhetskrav skulle kunna göra transporter dyrare under en övergångsperiod tills det går att skapa kostnadseffektiva klimatneutrala transporter. Dyrare transportkostnader i kombination med den ekonomiska utjämningen kan i sin tur göra att det kan löna sig ekonomiskt att producera varorna närmare den tilltänkta marknaden.

Den globala exportens andel av BNP



Figur 31. Den globala exporten som en del av BNP mellan 1990-2019 (World Trade Organization, 2021) (International Monetary Fund, 2021)

Det globala utbrottet av Covid-19 under 2020 har också visat vilka sårbarheter som finns i den globala leveranskedjan, där pandemier kan begränsa både produktion och transporter av varor samt hindra persontransporter genom nedstängningar. En minskad biologisk mångfald, som är en effekt av att vi exploaterar allt större delar av miljön, i kombination med klimatförändringar ökar risken för flera globala pandemier i framtiden än tidigare. Detta kan göra att länder skapar en större beredskap med egen produktion av kritiska varor, vilket skulle kunna begränsa den globala handeln ur ett långsiktigt perspektiv. Det finns också trender som visar på en ökad protektionism samt samarbeten mellan ett fåtal länder som gynnar handeln sinsemellan men som kan försvåra handeln med övriga länder. Slutligen har vi sett flera handelskonflikter på senare tid som kan skapa långsiktiga osäkerheter i den globala ekonomin och leda till att flera motsättningar skapas.

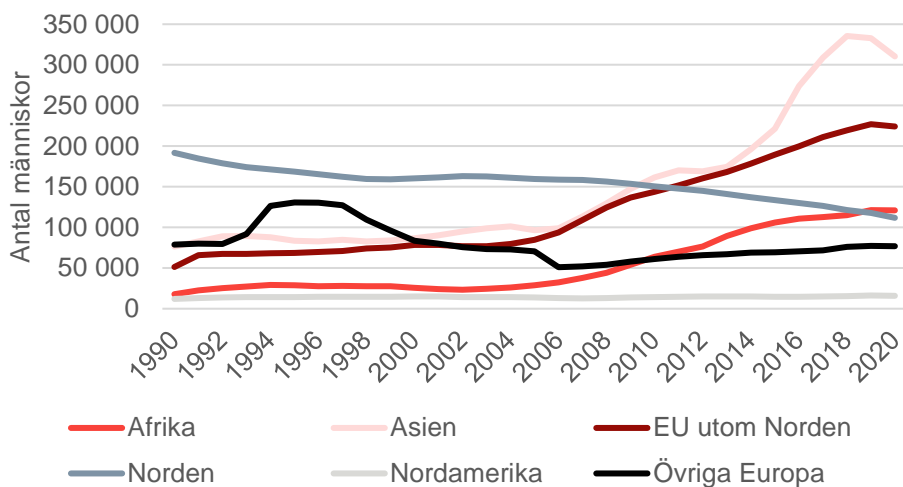
Sverige är i grunden ett handelsberoende land, där stora delar av den positiva ekonomiska utvecklingen beror på försäljning av produkter och tjänster på en internationell marknad. Det är därför viktigt för Sverige att bibehålla och utveckla sin konkurrenskraft och fortsätta handla på en välfungerande, global marknad.

Internationella organ som arbetar för internationalisering

Den Europeiska Unionen är den internationella organisation som är mest avgörande för Sveriges internationella kopplingar. Den fria rörligheten och den fria handeln gör att utbytet av arbetstillfällen, studier och handel har ökat kraftigt sedan medlemskapet år 1995. Vid den stora östeuropeiska utvidningen¹ mellan 2004 och 2007 ses tydligt hur antalet utländska medborgare i Sverige ökar. De östeuropeiska länderna är också de länder vars ekonomier växer snabbast vilket innebär att Sveriges handel med Östeuropa ökar i betydelse.

¹ År 2004 blev Estland, Lettland, Litauen, Malta, Polen, Slovakien, Slovenien, Tjeckien Ungern medlemmar i EU. År 2007 blev även Rumänien och Bulgarien medlemmar.

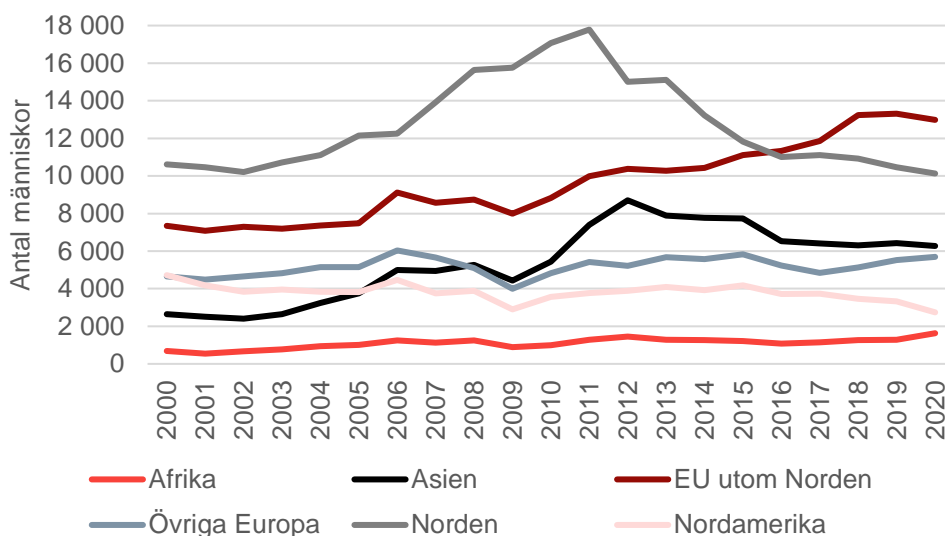
Utländska medborgare efter medborgarskapsland



Figur 32. Utländska medborgare i Sverige utefter medborgarskapsland mellan 1990 och 2020 (SCB, 2021)

Den fria rörligheten öppnar också möjligheter för svenskar att fritt arbeta och bosätta sig inom EU, vilket har fått en tydlig effekt på var svenskar flyttar. Norden har minskat från toppen 2010 och EU är nu störst. Det återstår att se hur Storbritanniens utträde påverkar flyttmönstren. I Asien som är tredje vanligast ingår även Mellanöstern, tätt följt av övriga Europa där exempelvis Storbritannien, Schweiz, Ryssland och delar av Västra Balkan ingår. Afrika som är den kontinent som kommer att växa mest demografiskt till 2050 ökar som mottagare av utflyttande svenskar, men är fortfarande på mycket låg nivå.

Utflyttningar till respektive kontinent per år

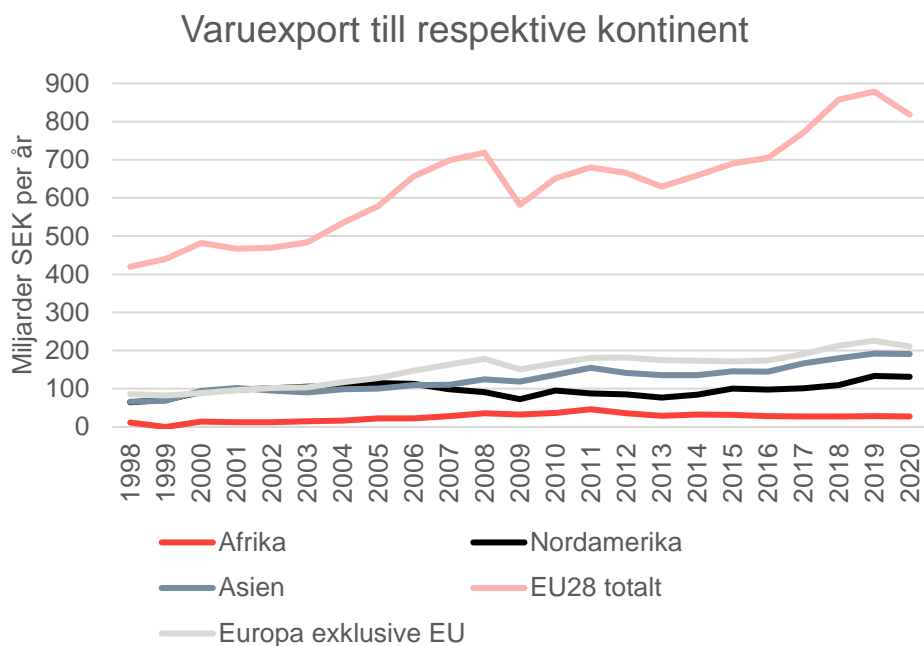


Figur 33. Antal utflyttningar från Sverige till respektive kontinent per år mellan 2000 och 2020 (SCB, 2021)

Internationell handel

EU är den viktigaste marknadsplatsen för svenska företag. I takt med att de östeuropeiska ekonomierna växer beräknas den totala utrikeshandeln mellan Sverige och Östeuropa öka. Trafikverket utgår från långtidsutredningen och prognostiserar att Västeuropa fortfarande står för den största andelen av utrikeshandeln år 2050 men Östeuropa ökar mest och står för 35 procent. Östeuropa är redan idag en stor producent och står för en signifikant del av importen till Sverige. För enbart export bedöms

Västeuropa dominera även år 2050 och utgöra en marknad på 44 procent av den svenska exporten, medan Östeuropa står för 26 procent. Asien och Mellanöstern som idag står för 5 respektive 1 procent av exportmarknaden för svenska varor kommer båda stå för cirka 9 procent vardera.



Figur 34 - Varuexport till respektive kontinent, miljarder kronor per år (SCB, 2021)

Den internationella handeln är starkt beroende av globala utvecklingsmönster som är svåra att förutsäga. Den ekonomiska utvecklingen kan påverkas kraftigt av politiska förändringar eller skiftande inflytande i världen. Vissa teknologier, som exempelvis nanoteknologi och AI, bedöms också ha förmågan att snabbt accelerera den ekonomiska utvecklingen. Det pågår en tävling mellan teknikföretag i främst USA och Kina om att först etablera olika tekniker på marknaden. Inom AI anses kinesiska företag kunna dra fördel av den omfattande övervakningen av den egna befolkningen som genererar stora mängder data.

WTO

De senaste årens handelskonflikter mellan USA och Kina har också skapat en ökad osäkerhet avseende den globala handeln. WTO med sina 164 medlemmar och rätt att medla i dispyter är den viktigaste internationella institutionen för global handel. Ett av organisationens viktigaste syften är att minska handelshinder genom internationella uppgörelser, vilket tidigare har varit framgångsrikt. Kina är medlem i WTO, men organisationen har setts som ett verktyg som är skapat på västvärldens premisser. I takt med att Kina blivit en stor exportör har de låga tarifferna gynnat Kina, vilket har varit ett av skälen till att USA under ledning av president Donald Trump aktivt har motverkat WTO:s möjligheter att medla i dispyter och förnya avtal. Hur USA i framtiden hanterar Kinas ökande ekonomiska styrka är avgörande för den globala handeln. Ytterligare en risk att beakta är att Kina och andra utvecklingsländer söker nya institutioner om WTO inte fungerar eller upplevs användas som verktyg för att gynna västländer.

Prognoserna för utrikeshandeln kan sägas utgöra en basplatta utifrån en förväntad BNP-utveckling. I praktiken kan vi vara rätt säkra på att världen inte kommer att utvecklas linjärt utifrån demografi och historiska ekonomiska data. Vilka internationella organisationer som utgör de viktigaste arenorna för internationellt samarbete skiftar med tiden. Ett flertal globala och regionala organisationer kan bli allt viktigare i framtiden, det ligger dock utanför denna rapport att beskriva dessa.

Framtiden för EU-samarbetet

EU-samarbetet har onekligen skakats av Storbritanniens utträde ur EU efter 47 års medlemskap. Utträdet innebär att möjligheten att lämna EU kan ses som en möjlighet i fler länder. Det är också en

vändning på den syn på EU som rådde under 90-talet och det tidiga 00-talet, då EU:s mål har varit att utvidgas. Storbritanniens frånvaro vid förhandlingsbordet innebär också en förändrad dynamik då Frankrike och Tyskland som alltid haft en mer EU-centrerad syn på samarbetet blir de stora centrala polerna. Det kan antingen leda till ett ökat samarbete eller till en minskad samarbetsvilja från andra medlemsländer som skulle kunna uppfatta att Frankrikes och Tysklands inflytande blir för dominerande.

EU-kommissionen har sammanställt olika scenarier för EU-samarbetet till år 2050 utifrån forskningsbaserade studier. De ser tre möjligheter; en stillastående utveckling där unionen slutar att utvecklas, ett scenario med ökad splittring och motsättningar samt ett tredje scenario där EU-integrationen ökar. Kommissionen bedömer att ett stillastående EU inte kommer att påverka näringslivets utveckling globalt, men däremot skulle EU troligen bli en sekundär marknad för digitalisering då nödvändig lagstiftning, tillståndsbeslut och samarbete halkar efter. Scenariot med ökade motsättningar är troligen ett resultat av att den åldrande befolkningen i Europa blir mer socialt konservativa, vilket troligen leder till minskad invandring och därmed en mer ojämn demografisk kurva.

En sådan utveckling kan påverka befolkningens mängd med så mycket som 30-40 miljoner människor färre. Med fortsatt låga födelsetal innebär bristen på unga personer en långsammare ekonomisk utveckling. Detta accelererar företagets intresse för Asien som en viktig exportmarknad. Det tredje scenariot, ökad integration, bör enligt kommissionen följa en mer positiv ekonomisk utveckling och leda till en bättre befolkningsutveckling. Kommissionen tror att medlemsländerna i ett sådant scenario kommer att ha bättre förutsättningar för att reformera sina pensionssystem, vilket är viktigt för att minska bördan för yngre och för att öka andelen av arbetskraften. Ett enat EU kan också öka EU:s diplomatiska styrka i resten av världen, vilket kan innebära mer fördelaktiga handelsvillkor för europeiska företag.

2.3.2 Säkerhetspolitik

Den säkerhetspolitiska situationen år 2050 är mycket svår att förutsäga. Den demografiska, teknologiska och ekonomiska utvecklingen kommer att skifta maktbalansen, vilket år 2050 även bör få genomslag på den säkerhetspolitiska arenan. Enligt EU-kommissionens framtidsscenario kommer maktbalansen efter 2040 att ha skiftat från en unipolär värld centrerad kring Amerikas förenta stater till en multipolär värld där Asien har ett stort inflytande. Den internationella dynamiken i Asien kommer att avgöra de asiatiska ländernas förhållningssätt till USA och EU. Den militära makten kan fortfarande vara jämt balanserad då den militära teknologiska utvecklingen i fredstid går relativt långsamt och västvärldens större resurser i dagsläget innebär en högre militär förmåga flera decennier framåt. EU-kommissionen bedömer att västs militära styrka kommer att dominera 30-50 år till. Asiens ekonomiska dominans påverkar sannolikt de svenska globala företagens internationella verksamhet mer än det svenska handelsutbytet då exporten till närområdet fortfarande bedöms vara viktigast.

Det säkerhetspolitiska klimatet i Sveriges närområde domineras fortfarande av Ryssland som fortsatt kommer att vara en militär stormakt. FOI bedömer att Ryssland troligen fortsätter vara en auktoritär regim med en militariserad politisk kultur. Rysslands ekonomi kommer sannolikt att fortsätta vara svag relativt EU på grund av negativ befolkningsutveckling, korruption, negativ folkhälsa och avsaknad av innovation. Sveriges handelsutbyte beräknas öka i större utsträckning med Östeuropa i takt med att de östeuropeiska ekonomierna kommer i kapp de västeuropeiska. Detta gör att Rysslands relationer med och inflytande över länderna i Östeuropa kan påverka svenska företags handelsförutsättningar. Exporten av gas, olja och uran från Ryssland till EU kan användas som påtryckningsmedel på enskilda medlemsstater.

Erfarenheten från 1800- och 1900-talen före kalla kriget ger att en multipolär värld innebär större säkerhetspolitisk instabilitet. Det kan innebära större störningar och svåra diplomatiska utmaningar för ett land som Sverige, vilket kan påverka företagets handelsmöjligheter. Sveriges förhållandevis neutrala förhållningssätt och diplomatiska balansgång mellan multipolära stormakter kan innebära möjligheter för den svenska militära exporten.

Den multipolära världen innebär också ökade risker för mindre konflikter och eventuellt avsaknad av globala normer för agerande på den internationella arenan. En sådan utveckling är inte given, då ett starkare och mera enat EU och USA har förmåga att upprätta hålla säkerheten i Sveriges närmaste handelsområden. Vid ett mera instabilt internationellt klimat ökar möjligheterna för terrorism, sjöröveri, och sabotage från statliga och icke-statliga aktörer. Digitaliseringen ökar också möjligheterna för attacker i en närmast extrem utveckling i och med att allt är uppkopplat. Cyberkrigsföringen pågår redan idag lågintensivt mellan stormakter. Ryska hackerattacker har till exempel riktats mot europeiska parlament, svenska idrottsförbundet och lettisk IT-infrastruktur. Kinesiska hackerattacker har riktats mot europeiska läkemedelsmyndigheter, Microsofts servrar och indisk transportinfrastruktur, exempelvis en hamn. Hur ökad processorkraft, AI och den digitala utvecklingen kan påverka cybersäkerheten är svårt att bedöma. Vi kan däremot vara säkra på att behovet av cybersäkerhet i den helt uppkopplade infrastrukturen kommer att vara en ytterst avgörande framtidsutmaning.

WSP:s bedömning är att det säkerhetspolitiska läget i Sveriges närområde sannolikt kommer att bestå. WSP bedömer inte att det på något meningsfullt sätt går att bedöma hur den säkerhetspolitiska situationen kan komma att påverka framtida transporter i Sverige. Utöver den säkerhetspolitiska situationen kan näringslivet komma att påverkas genom efterfrågan på transporter genom den civila försvarsberedskapen.

2.3.3 Internationella regelverk och standardiseringar

Det internationella regelverk som troligen kommer att påverka svenska transporter mest är EU:s klimatpolitiska ramverk. Medlemsstaterna och EU-parlamentet har kommit överens om att EU ska vara klimatneutralt år 2050. Bortom detta årtal ska utsläppen vara negativa, det vill säga att koldioxid ska tas upp ur atmosfären. Mellan 2030 och 2050 ska en koldioxidbudget finnas där utsläppen begränsas succesivt. Denna rapport har tagit utgångspunkt i att samtliga trafikslag i transportsystemet, möjligen med enskilda undantag, kommer att vara klimatneutrala år 2050. Mot bakgrund av denna nya strikta överenskommelse anses detta vara ett rimligt antagande.

Vissa länder, exempelvis Storbritannien, har eller planerar för att införa förbud mot fossila drivmedel vid specifika årtal. För personbilstrafiken framstår årtal efter 2030 inte som en kraftig begränsning då omställningen nu accelererar. För tyngre trafik, arbetsmaskiner och liknande finns flera hinder som gör att omställningen kan bli mera kostsam. I Frankrike har ett förbud mot flygresor på under 2 timmar införts mellan landets större städer där det finns höghastighetståg som trafikerar sträckan. Förbud av den här typen kan få effekter för både internationellt resande och för svenska företag. Det är svårt att överblicka effekterna av sådana restriktioner, men klokt att kontinuerligt omvärldsbevaka den typen av nationella regelförändringar, i synnerhet i Tyskland.

I november 2020 började ett ny EU-direktiv om operabilitet i järnvägssystemen i Europa att tillämpas. Syftet med systemet är att på sikt att möjliggöra gränsöverskridande tågresor inom EU. Regelverket inkluderar ett nytt europeiskt signalsystem, förkortat ERTMS, som ska införas innan 2035. I Sverige pågår redan arbetet med att införa systemet, men det kvarstår ett flertal hinder. Införandet av ERTMS innebär bland annat kostnader för tågoperatörer som behöver anpassa tågen. Om systemet implementeras innebär det möjligheter att trafikera tåg automatiskt, att öka kapaciteten på järnvägen och trafikera med höghastighetståg. I ett 2050-perspektiv bör systemet vara implementerat, men flera intervjupersoner vittnar om stora svårigheter att komma överens både gällande tekniska lösningar och reglerverk för tågoperatörer. Grundproblemet är en ovilja från medlemsstaterna att justera nationella regelsystem för järnvägstrafiken.

Annan EU-lagstiftning som är viktig att bevaka ur ett framtidsperspektiv är utvecklingen inom dataskydd och skydd för den personliga integriteten. De tekniska möjligheterna när samhället är helt uppkopplat kan innebära att en stor del av våra liv övervakas och registreras som en bieffekt. Här finns en tydlig skillnad, dels mellan demokratier och diktaturer. Kina har exempelvis ett mycket omfattande personligt övervakningssystem som används för exempelvis kreditbedömningar. EU har varit särskilda fokuserade på de stora teknikbolagen och implementerat lagstiftning för att skydda den enskilde individen.

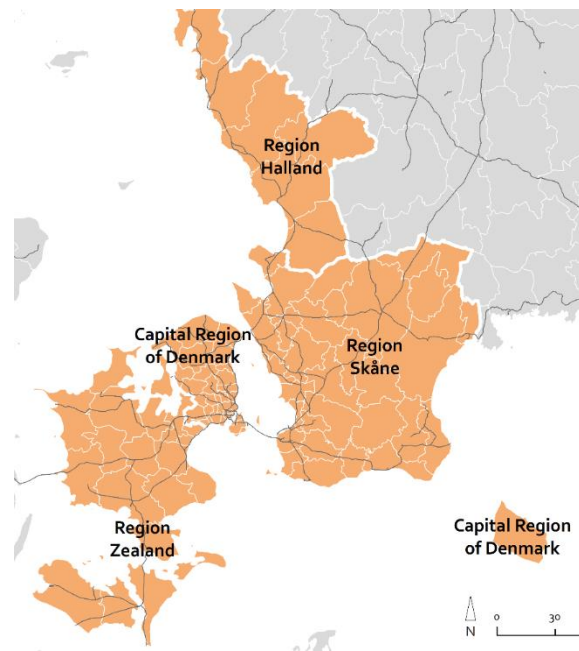
Beslutsfattare kommer att få göra svåra avvägningar mellan personlig integritet och effektivitet och trafiksäkerhet inom transportsystemet.

En till viktig aspekt är de tekniska förhandlingarna om telekommunikation mellan världens tillverkare av telekomnät. Dessa förhandlingar sker mellan privata företag för att skapa global interoperabilitet. Standardiseringsorganet inom vilket förhandlingen sker har funnits sedan 1998 och förhandlat såväl 4G som 5G. En välfungerande struktur för att sätta standarder mellan företag för data-kommunikation inom transportsystemet skulle kunna vara värdefull. Det skulle sannolikt effektivisera standardiseringen jämfört med förhandlingar mellan stater där nationella intressen riskerar att väga över.

2.3.4 Internationell utblick: Samarbetet Greater Copenhagen

Greater Copenhagen är ett exempel på en region som framgångsrikt har skapat en gemensam långsiktig vision i nära samarbete mellan näringslivet och det offentliga. Det långsiktiga arbetet har skapat en positiv utveckling för både Sverige och Danmark, där det finns flera lärdomar som Sverige kan ta i syfte att utveckla andra regioner. Det är dock viktigt att poängtera är att utvecklingen av ekonomin och integrationen av arbetsmarknaden i gränsregionen inte började med uppförandet av samarbetsorganisationen Greater Copenhagen, utan att det har ökat kraftigt enda sedan Öresundsbron stod klar år 2000.

Greater Copenhagen är en samarbetsorganisation med cirka 4,4 miljoner invånare i södra Sverige och östra Danmark som stiftades 2015 för att öka konkurrenskraften i gränsregionen och för att skapa synergier mellan omgivande regioner. Organisationen utgörs av Region Skåne, Region Halland, Region Hovedstaden, Region Sjælland och samtliga 85 kommuner i den svensk-danska geografien. Greater Copenhagen mobiliserar regionerna för en fortsatt utveckling av mobiliteten och tillgängligheten i regionen.



Figur 35. Illustration av Greater Copenhagen-regionen (Greater Copenhagen, 2021)

Organisationen bygger på Triple Helix-modellen där aktörerna utgörs av politiken, näringslivet och akademien. De främsta verktygen har sin grund på politisk samverkan och varumärkesuppbyggnad för att stärka olika delströmmar av påverkansarbete. Visionen bygger på att gränsregionen ska vara ett globalt center för tillväxt, hållbara lösningar och innovation fördelat inom de fem temaområdena infrastruktur, arbetsmarknad, grön omställning, digitalisering och Life Science.

Inom temaområdet infrastruktur är en uttalad målsättning att Malmö och Köpenhamn ska kunna nås inom en timme med offentlig transport från alla delar av regionen. På så vis fokuserar samarbetet på att förstärka transportsträckan över sundet med fasta Öresundsförbindelser över Öresund, mellan Helsingör och Helsingborg, och en Öresundsmetro mellan Köpenhamn och Malmö. Vidare har det tagits fram tydliga förbättringsområden för att kunna främja en mer integrerad arbetsmarknad i regionen. Dessa förbättringsförslag utgörs bland annat av enhetliga arbetsgivaravgifter för att eliminera mobilitetshämmande effekter, ökad koordinering av sysselsättningsinsatsen och en gemensam e-legitimation. Inom temaområdet grön omställning fokuserar Greater Copenhagen på förnybar energi, energieffektivitet, cirkulär ekonomi och klimatanpassning. Greater Copenhagen har som målsättning att vara koldioxidneutralt år 2030, som en del av detta anses utbyggnad och effektivisering av fjärrvärmeförsörjningen som en viktig del. Inom digitalisering har Greater Copenhagen tagit fram en gemensam vision som bygger på utveckling och dimensionering av digitala lösningar som lockar företag

att etablera sig i regionen samt kvalificerad arbetskraft. Life Science anses vara en industriell och forskningsmässig styrkeposition i Greater Copenhagen och antas vara ett viktigt bidrag till välbefinnande och sysselsättning även i framtiden. Greater Copenhagen har som målsättning att underbygga regionens näringslivs- och forskningsmässiga styrkeposition inom området genom pilotprojekt, allianser och attraktion av expertis och investeringar.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att Greater Copenhagen är ett tydligt exempel på hur samverkan mellan politik och näringsliv vid en transportnod kan skapa signifikanta resultat. Genom samlade insatser har organisationen exempelvis skapat ett ökat fokus på tågsträckningarna till Kastrups flygplats och skapat en direktflygsträckning mellan Peking och Köpenhamn som fått en positiv effekt på regionens besöksnäring.

2.4 Transportsystem och flöden

Näringslivets nyttjande av transportsystemet är rapportens centrala ämne och har varit det mest diskuterade ämnet under intervjuerna. Under denna rubrik samlas intervjupersonernas bedömningar om framtiden kopplat till näringslivets nyttjande av transportsystemet och transportsystemets möjliga utveckling. Som utgångspunkt används Trafikverkets prognoser för framtida trafikflöden, vilka är framskrivningar av dagens transportflöden. Kartan nedan visar dagens flöden för olika trafiksystem, vilket tydligt visar trafikslagets olika roller. Sjöfarten dominerar utrikeshandeln, järnvägstrafiken understödjer basindustrin och bygger på omlastning till sjöfart, exempelvis i norra Sverige. Vägtrafiken är störst i de stora stråken men fyller också en viktig funktion i hela geografien.

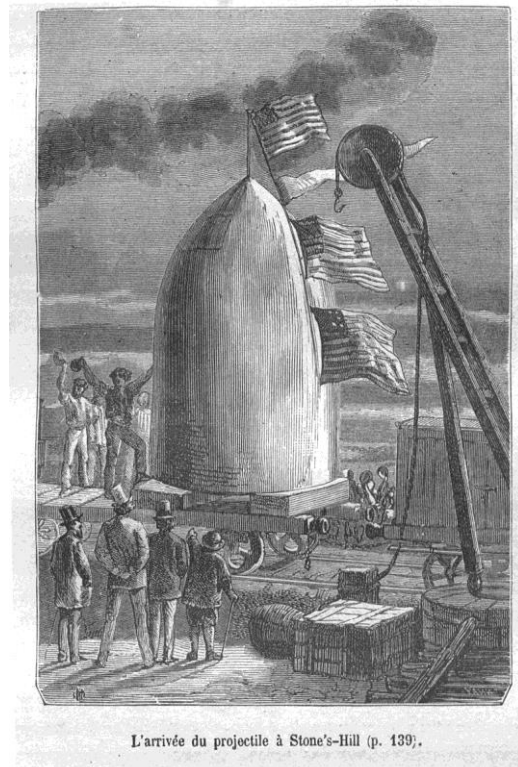


Figur 36. Karta över modellberäknade godsflöden i Sverige 2017. Blå: sjöfart, Grön: järnväg, Röd: väg. (Trafikverket, 2020)

En majoritet av infrastrukturen år 2050 finns sannolikt redan idag, under förutsättning att den underhålls tillräckligt. Med utgångspunkt i den demografiska och ekonomiska samhällsutvecklingen kan vi också utgå från att behovet av transporter kommer att öka mer än vad den befintliga infrastrukturen kommer att öka i form av antal hamnar, depåer, kilometer väg, flygplatser och järnväg. De tillkommande delarna

för dagens trafikslag utgör endast en liten andel av den totala infrastrukturen år 2050, även om infrastrukturinvesteringarna blir större än väntat. För att möta det ökande trafikflödet till 2050 är bättre nyttjande av dagens infrastruktur genom digitalisering och automatisering nödvändigt. Nya transportslag skulle dessutom kunna förändra spelplanen och innebära behov av ny infrastruktur.

Trafikverkets basprognos kan ses som en kvantitativ beräkning av det framtida transportsystemet utifrån dagens mätbara fakta. Utvecklingen kommer dock sannolikt att bli annorlunda än beräknat i någon utsträckning. Prognoser ger en indikation på hur framtiden kommer att se ut, men över långa tidsförlopp finns det många okända faktorer som kan påverka hur framtiden kommer att se ut. Ett antal möjliga och troliga trender kring samhällsutveckling, teknikutveckling och internationalisering som har beskrivits i de tidigare kapitlen och baseras på intervjuer och desktoptanalys behöver därför adderas till basprognosen. Det är svårt att bedöma hur troligt det är att vissa av dessa trender kommer att realiseras. Jämför med hur månlandningen som skedde 1969 endast var möjlig i science fiction år 1939. För Science-fictionförfattaren Jules Verne var månlandningen tänkbar redan 100 år innan den faktiskt skedde. Exemplet illustrerar att framtidens transportsystem eller förädling av dagens transportsystem antagligen redan finns i tanken, men är svårt att realisera i praktiken.



L'arrivée du projectile à Stone's-Hill (p. 139).

Det räcker inte med att en ny teknik existerar för att den ska påverka transportsystemet, utan för att den ska få en större effekt behöver den på något sätt förbättra transportprocessen. Analysen utgår därför från faktorer som kan ge konkurrensfördelar för ett transportslag. Vi söker efter teknik som innebär förändringar som:

Figur 37 - Illustration från *Från jorden till Månen*, Jules Vernes 1865.

- medför *lägre kostnader* vilket är en konkurrensfördel mot andra transporter och företag.
- höjer *kundens upplevelse* av transporten eller leveransen.
- *minskar resursutnyttjandet*, exempelvis i form av utrymme vilket är en viktig faktor i storstäder där kunder finns.
- överensstämmer väl med framtida *värderingar/regleringar* eller kräver mindre förändringar i dagens regler för att introduceras.

Ju fler av faktorerna som överensstämmer med en ny teknik, desto större är möjligheterna att tekniken implementeras och påverkar transportsektorn. I synnerhet om tekniken också går i samklang med samhälleliga förändringar eller förhoppningar.

2.4.1 Den mätbara utvecklingen av transportsystemet

OECD:s International Transport Forum Outlook med sikte på 2050 och Trafikverkets basprognos utgör grunden för kommande analys, där den mätbara utvecklingen är utgångspunkten. Även om samband mellan exempelvis ekonomisk utveckling och transporter är starkt så medföljs denna typ av prognoser av stora osäkerheter, såsom till exempel oljepriser och räntenivåer, som är svåra att förutsäga. Trafikverkets basprognos är den mest omfattande ansatsen att bedöma den framtida mängden person- och godstransporter utifrån givna förutsättningar. Ingångsvärden är Konjunkturinstitutets långsiktiga prognoser, utveckling inom olika näringsgrenar, dagens transporter, beslutade investeringar,

demografiska prognoser och tillräckliga styrmedel för att nå transportsektorns klimatmål. Genom modelleringar av dessa ingångsvärden beräknas de framtida estimerade trafikökningarna.²

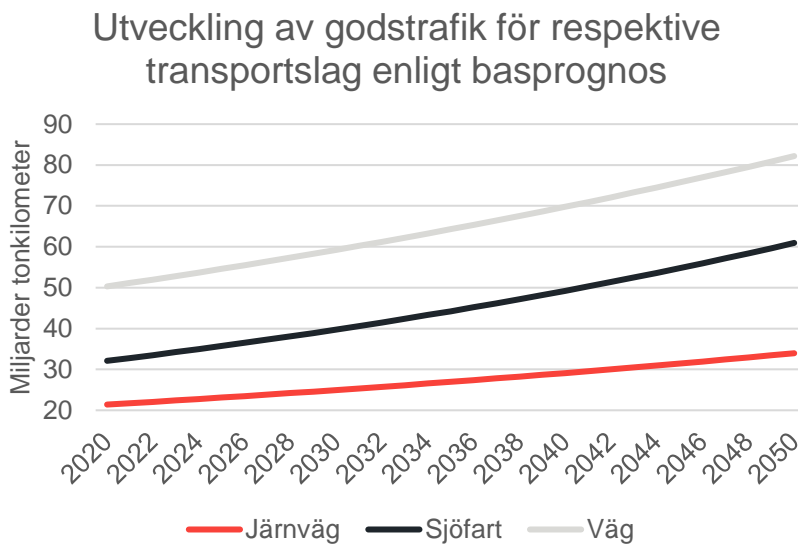
Godstransporter

Utifrån basprognosen beräknas godstrafiken öka enligt tabellen i figur 38 och diagrammet i figur 39.

| | Årlig ökning | 2017 | 2050 |
|----------------|--------------|------|------|
| Järnväg | 1,55% | 21,4 | 35,6 |
| Sjöfart | 2,16% | 32,1 | 65,0 |
| Väg | 1,65% | 50,3 | 86,3 |

Figur 38. Godstransportarbete i miljarder tonkilometer per år per trafikslag enligt Trafikverkets basprognos extrapolerad till 2050 (Trafikverket, 2020)

Illustrerat i ett diagram ser utvecklingen ut enligt följande:



Figur 39. Godstransportarbete i miljarder tonkilometer per år per trafikslag enligt Trafikverkets basprognos extrapolerad till 2050. (Trafikverket, 2020)

Utvecklingen av godstrafiken kommer sannolikt inte att fördelas jämnt över landet och bedöms variera beroende på införande av styrmedel som påverkar olika transportslag och regelförändringar. Möjlighet till längre godståg och utökat vägnät för 74 tons lastbilar skulle till exempel påverka godstrafikens utveckling på väg och järnväg. Inom järnvägstrafiken beräknar Trafikverket att ökningen blir större i norra Sverige som ett resultat av ökade råvarupriser och därmed ökad malmexport. Järnvägstrafiken begränsas främst av infrastrukturens kapacitetsbrist. Flera intervjupersoner menar att flera järnvägskopplingar, inklusive internationella kopplingar, antagligen skulle leda till utökade godstransporter på järnvägen. Sjötrafiken ökar i princip uteslutande inom utrikeshandeln, men ökningen blir relativt jämn mellan Sveriges hamnar. För flyg är andelen frakt låg och därför inte beräknad.

Persontransporter

För persontransporter beräknas den totala ökningen bli 1,1 procent per år vilket innebär en ökning av persontransportarbetet, det vill säga aktiviteten transportsystemet, med 40 procent fram till år 2050. För de olika trafikslagen väntas ökningen fördelas enligt figur 40 och 41.

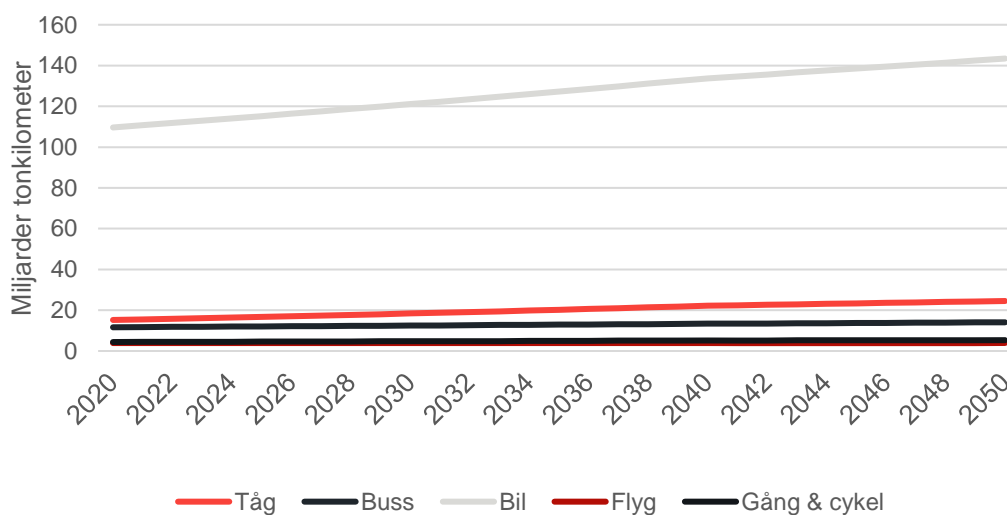
² För detaljerade förutsättningar, läs sammanfattning i Trafikverkets basprognoser för gods- och persontrafik.

| | Årlig ökning | 2017 | 2050 |
|-------------------------|--------------|---------|---------|
| Tåg | 1,9% | 14 400 | 24 524 |
| Buss | 0,7% | 11 400 | 14 068 |
| Bil | 1,0% | 106 400 | 143 426 |
| Gång & cykel | 0,8% | 4 300 | 5 322 |

Figur 40. Persontransportarbete i miljoner personkilometer per år per trafikslag enligt Trafikverkets basprognos extrapolerad till 2050. Utvecklingen i procent efter 2040 beräknas avta vilket är inkluderat i beräkningen (Trafikverket, 2020)

Illustrerat i ett diagram ser utvecklingen ut enligt följande:

Persontrafikens utveckling 2020-2050

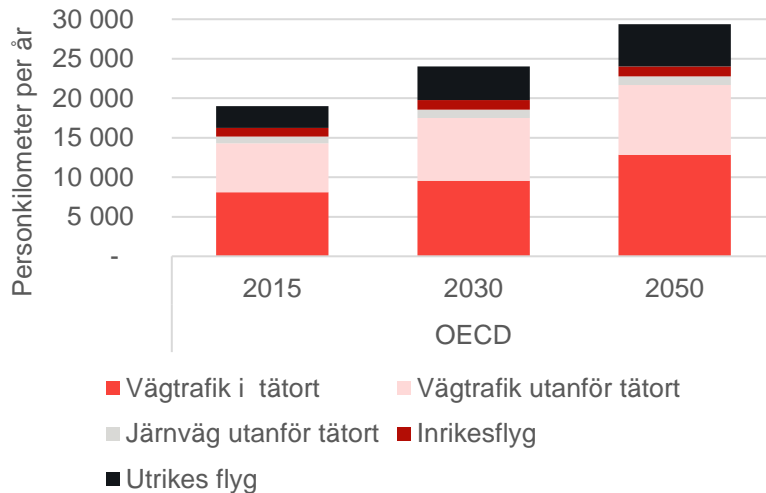


Figur 41. Persontransportarbete i miljarder personkilometer per år per trafikslag enligt Trafikverkets basprognos extrapolerad till 2050. Utvecklingen i procent efter 2040 beräknas avta vilket är inkluderat i beräkningen (Trafikverket, 2020)

Som tabellen visar beräknas vägtrafiken att dominera transportarbetet även år 2050, vilket huvudsakligen beror på den stora andelen vägtrafik i utgångsläget. Precis som för godstrafiken avgörs fördelningen av persontransporterna till stor del av styrmedel som påverkar reskostnader med respektive trafikslag. Kilometerkostnaden beräknas minska för personbilstrafiken, där el som drivmedel spelar en viktig roll. Utgångspunkten är att styrmedel som leder till att transportsektorns klimatmål nås kommer att införas. Om de politiska besluten innebär mindre ingripande åtgärder eller om näringslivet ställer om snabbare och minskar behovet av styrmedel påverkar det kalkylen. Järnvägen ökar mest, vilket till stor del beror på de stora investeringar i järnvägen som är planerade samt överflytten från vägtrafik till järnväg på grund av styrmedel.

Ökningen överensstämmer relativt väl med den ökning som prognostiseras inom OECD-länderna. Mellan 2015 och 2050 beräknas landtrafiken inom OECD öka 50 procent vilket motsvarar Trafikverkets prognos för Sverige relativt väl. Notera att vägtrafik i tätort även kan innefatta busstrafik.

Prognos resande inom OECD i personkilometer per år



Figur 42 - Prognos resande inom OECD i personkilometer per år (OECD, 2021)

Flygtrafikens utveckling

För flygtrafiken är Trafikverkets basprognos inaktuell då den togs fram innan Covid-19. Resultatet pekade på en svag ökning i inrikestrafiken efter en tidigare nedgång under 2018 och 2019. För utrikestrafiken beräknades resandet öka relativt kraftigt med cirka 2,5 procent per år. Även Swedavias 2050-prognos bygger på siffror före Covid-19. Generellt har flygresandet haft en traditionellt stark korrelation med BNP-utvecklingen och påverkats av samhällstrender. Transportstyrelsens 5-åriga prognos som togs fram hösten 2020 utgår från det minskade resandet under pandemin och antalet passagerare beräknas år 2026 nå cirka 90 procent av antalet passagerare år 2019. Därefter kan utvecklingen antas följa ekonomin i övrigt. Det kan vid en första anblick låta som en låg utveckling, men resulterar i att utrikesflygresandet ökar med över 60 procent fram till år 2050 trots en flerårig svacka.

Sammantaget är den mätbara ökningen av resandet signifikant. WSP:s bedömning är att den tillkommande infrastrukturen inte är tillräcklig för att utifrån dagens användningssätt kunna hantera resandeökningen. För att kunna hantera det ökade resandet behöver den befintliga infrastrukturen underhållas och optimeras. Den prognostiserade ökningen är i sig dock ett osannolikt utfall, eftersom den utgår ifrån dagens samhälle och teknik, medan framtida samhällsförändringar och teknikutveckling sannolikt kommer att påverka utvecklingen. Mot bakgrund av de trenderna och den utveckling som förväntas inom flera områden kommer verkligheten sannolikt att överträffa modellen.

2.4.2 Samhällsutvecklingens påverkan på transportnoder och flöden

Som tidigare nämnt så kommer Sverige att ha en äldre, mer internationell och urbaniserad, men utglesad befolkning. Klimatförändringarna kommer att påverka samhällets funktioner och den ekonomiska ojämlikheten kan komma att öka.

Äldre reser generellt mindre, främst på grund av att de inte reser till arbetet. De reser däremot mer för att handla, utföra andra serviceärenden och i fritidssyfte. De reser mindre kollektivt och med cykel men kör fortfarande bil i samma utsträckning. I den senare delen av pensionsåldern sjunker resandet ytterligare och då minskar även resandet med bil betydligt. Dagens äldre är dock av en annan generation som har vuxit upp med resande i högre utsträckning än tidigare generationer och kan därmed ha andra resmönster. Det är också möjligt att både medicinsk teknik, förbättrad hälsa och attityder gör att framtidens pensionärer reser mer än dagens pensionärer. Automatiseringen skapar nya möjligheter för äldre att resa både säkert och bekvämt vilket innebär att det inte är säkert att den äldre delen av befolkningen, med mer fritid, faktiskt reser mindre.

Den glesa urbaniseringen

Som beskrivet ovan är WSP:s bedömning att urbaniseringen fortsätter men möjligen i glesare former, vilket ställer högre krav på transportsystemet. Längre avstånd mellan boende, arbetsplatser och fritidsaktiviteter innebär längre sträckor och sämre förutsättningar för kollektiva transporter. Den direkta effekten blir då ett ökat behov av vägtrafik för persontransport. Om utglesningen främst tar sig i uttryck av ett ökat antal medelstora städer i de mer befolkade delarna av Sverige och distansarbete är normen för tjänstepersoner kan det resultera i lägre resande då avstånden i fritidsresandet relativt storstadsboende blir lägre och arbetsresorna färre.

Den bedömning som flera intervjupersoner ger är att oavsett utformning så innebär en koncentration till tätorter behov av ökad kapacitet i kollektiva trafiksystem, i synnerhet den kapacitetsstarka spårtrafiken. Utifrån dagens beslutade investeringar kommer trängsel att uppstå i kollektivtrafiken och på vägar och spår kring våra större städer eftersom infrastrukturen inte hinner byggas ut i takt med urbaniseringen. Fler avgångar, utdragna linjer och effektivare system kommer att behövas för att möta de ökande behoven. Många av dagens problem i infrastrukturen uppkommer dessutom på grund av bristande förvaltning och underhåll av befintlig järnväg och vägar.

Den tredimensionella staden

Även med teknologisk utveckling har den tunga spårtrafiken fördelen av att kunna bidra med hög kapacitet i rusningstrafik. I dagens megastäder såsom Hong Kong och Tokyo har ytbristen redan gjort att infrastrukturen har behövt anta en mer yteffektiv 3d-dimensionell form. Ibland annat Stockholm kommer trängseln i underjorden av tunnlar, för el, VA och spårinfrastruktur att bli en svår och dyr utmaning. I Sverige har spår ovanför markplan som påverkar stadens utformning i regel avfärdats sedan cityregleringen. Dessa kan nu bli nödvändiga för att möjliggöra fortsatta utbyggnader, vilket kan påverka fastighetsvärden både positivt och negativt.



Figur 43 - Hauptbahnhof Berlin. En station som har korsande tågspår i flera riktningar på pelare.

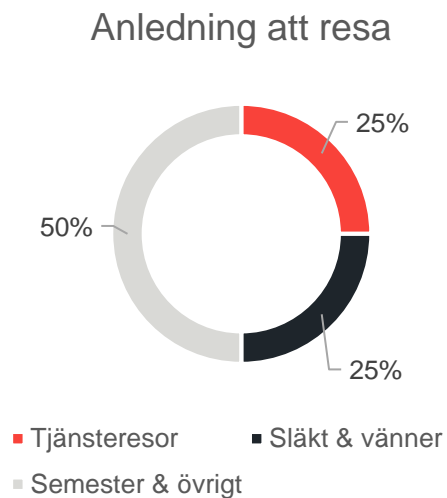
Urbaniseringen leder till att allt mindre mark finns tillgänglig för exploatering i storstadsregionerna. Det gör att mark som tidigare inte har varit attraktiv, exempelvis på grund av störning från trafik genom bland annat riskpåverkan till följd av transport av farligt gods, buller och partiklar, kan komma att omvärderas.

Markområden allt närmare stora vägar och järnvägar exploateras, vilket aktualiserar intressekonflikten mellan god bebyggd miljö och transport. Överdäckningar är ett resultat av denna utveckling där helt nya markområden skapas för exploatering genom att transportleder överdäckas, vilket gör att byggnation kan ske ovan och nära intill.

2.4.3 Internationaliseringens påverkan på transportnoder och flöden

Den ökande graden av internationalisering i samhället innebär ett ökat behov av internationellt resande. Detta syns redan i dagens flygtrafik i form av anhörigresor och kommer med största sannolikhet att tillta. Diversifieringen av den svenska befolkningens ursprung kommer att öka från en redan hög nivå, där andelen av befolkningen med ursprung från Östeuropa, Asien och Mellanöstern troligen kommer att öka baserat på dagens mönster. Detta gör att efterfrågan på flygresor till dessa länder kommer att öka och sannolikt även affärskontakterna.

WSP:s bedömning är att den ökade graden av internationalisering skapar en högre efterfrågan än dagens prognoser på internationell flygtrafik. Däremot kan andra processer begränsa efterfrågan (eller tillgången på internationell flygtrafik). I dagsläget är biobränsle till exempel det enda klimatsmarta sättet att flyga. Det är osannolikt att biobränsle som är en begränsad resurs kommer att räcka till ett kraftigt utökat flygresande. WSP:s bedömning är därför att teknikutvecklingen kommer att vara avgörande för flygets möjligheter att möta den förväntade ökade efterfrågan.



Figur 44. Anledningen till varför människor väljer att resa (Trafikverket, 2021)

| Järnvägsprojekt | Länder som kopplas samman |
|----------------------|---|
| Brennertunneln | Italien, Tyskland, Österrike |
| Fehmarn Belt-tunneln | Tyskland, Danmark |
| Basque Y | Frankrike, Spanien |
| E59 (redan färdig) | Polen, Tyskland |
| Lyon-Turin | Frankrike, Italien |
| Karlsruhe – Basel | Tyskland, Schweiz |
| Rail Baltica | Estland, Lettland, Litauen, Polen, Tyskland |

Figur 45 - Större järnprojekt i EU, i de flesta fall i form av satsningar inom TEN-T nätet med medfinansiering från EU. (Railway Technology, 2020) (Three Seas, 2018)

Inom tågtrafiken finns det ett ökat intresse från politiskt håll både i Sverige och i Europa för ökad internationell tågtrafik. Regeringens ambitioner är att etablera nya tåglinjer över landsgränserna till Danmark och Tyskland. På EU-nivå finns det en uppslutning bland medlemsländerna om att utöka den internationella tågtrafiken, särskilt på sträckor under 1000 km. Fehmarn Belt-förbindelsen är ett konkret exempel på en internationell tåg- och vägförbindelse som öppnar möjligheter för Sverige. Till Norge och Danmark finns som bekant redan tågförbindelser. Kopplingen till Norge via Värmlandsbanans enkelspår är dock begränsad, både i hastighet och kapacitet.

När det gäller framtida tågtrafik till Danmark står Sverige inför strategiska vägval. En sammanställning av befintligt underlag av kapacitetsbehov för järnvägstrafiken över Öresundsbron visar att det för närvarande inte finns någon brist i tidsperspektivet 2030-2040. Begränsningar efter 2040 beror däremot på hur framför allt godstrafiken, men även persontrafiken, utvecklas. Om EU:s och den svenska regeringens mål kring ökad godstrafik och persontrafik med tåg ska nås behöver flera förändringar

genomföras. Kapaciteten på den danska sidan skulle behöva öka från och med år 2040, samtidigt som anpassningar för längre tåg i Sverige också skulle kunna öka kapaciteten. Implementering av det europeiska signalsystemet ERTMS möjliggör också en utökad kapacitet.

Den internationella tågtrafiken begränsas dessutom av svårigheter mellan nationella myndigheter att komma överens avseende både teknik och planering. Sverige, Danmark och Norge har till exempel olika tåglängder. Flera intervjupersoner menar att det finns betydande utmaningar i nationell lagstiftning, vilket skapar osäkerhet. Om dessa utmaningar löses så kan det finnas potential för ökat internationellt utbyte med tåg. Flera intervjupersoner ser positivt på en starkare koppling till såväl Norge som till Danmark. Möjlighet att resa enkelt med tåg till Tyskland ses dessutom som strategiskt viktigt eftersom det är Sveriges största handelspartner.

2.4.4 Teknikutvecklingens påverkan på transportnoder och flöden

Den tekniska utvecklingen påverkar både transportsystemet direkt genom innovationer, men det påverkar också samhällsutvecklingen och har därmed även en indirekt påverkan på transportsystemet. Flera tekniker, såsom AI, telekommunikation med hög bandbredd och hastighet, nanoteknik och batterikapacitet utvecklas snabbt och kommer att få stor effekt på transportsystemet när de kombineras. När dessa tekniker i dess framtida skepnad kombineras innebär det att varje individ och objekt kommer att ha tillgång till realtidsdata. AI i molntjänster möjliggör dessutom snabb och omfattande analyskapacitet. AI kan redan idag utifrån studerade beteenden predicera en människas nästa önskemål. Det är mer troligt att transportsystemet talar om för oss var och när vi ska resa än att vi själva beställer en transport i framtiden.

Varje uppkopplat fordon, trafiksignal och andra komponenter i transportsystemen kommer att kunna skicka och ta emot instruktioner av ett system som har kapacitet att hantera ett stort antal olika fordon samtidigt. Konceptet transportplanering kommer därmed att bli obsolet eftersom någon plan aldrig existerar i mer än bråkdelen av en sekund. För varje förändring som uppkommer i systemet kommer samtliga parametrar att räknas om. Varje transport blir därför både individualiserad och systemoptimerad samtidigt. Optimeringen av systemen gör att väntetid kommer att kunna undvikas såvida det inte är nödvändigt av resursbesparande skäl.

Automatisering finns redan i transportlösningar idag, exempelvis autopilot i flygplan och självkörande tunnelbanor. År 2050 är tekniken troligen allmänt tillgänglig för samtliga transportslag. Det innebär relativa kostnadsfördelar för de transportslag som idag påverkas negativt av höga förarkostnader, såsom taxi och busstrafik. De autonoma fordonen kommer i förlängningen resultera i ökad kapacitet, och högre trafiksäkerhet där de implementeras.

2.4.5 Regionalt resande

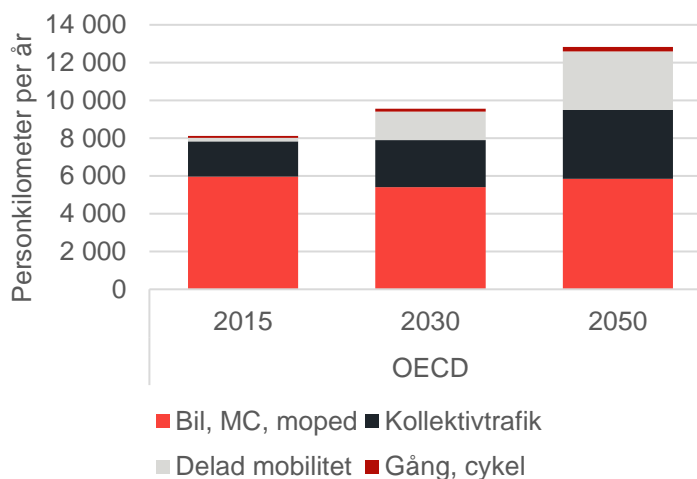
Regionalt resande innefattar även lokalt resande. OECD:s trafikorgan International Transport Forum gör en annan uppdelning i prognosen jämfört med Trafikverket, vilket gör den intressant som jämförelseobjekt. OECD definierar delad mobilitet som en egen del oavsett trafikslag, och bedömer att den delade mobiliteten kommer att öka kraftigt. Den totala mängden transportarbete inom OECD väntas öka, det vill säga aktiviteten i transportsystemet mätt i personkilometer. Biltrafiken i tätorter väntas ha något minskande till platt utveckling, kollektivtrafiken en starkare utveckling, men mest ökar den *delade mobiliteten*, vilket även inkluderar olika former av delad användning av bil. Detta motiveras med att tekniken, både med och utan automatisering redan är anpassad efter dagens transportsystem och inte kräver några infrastrukturförändringar.

Flera intervjupersoner bedömer att automatiseringen av fordon i städer kommer att vara svår på grund av den komplexa miljön och trafiksäkerhetsrisker. WSP:s bedömning är att komplexiteten kvarstår ur ett 2030-perspektiv, men är mer optimistiska till möjligheten att automatisera vägtrafiken ur ett 2050-perspektiv, framförallt på grund av högre kapacitet i ett 6G eller 7G-nät samt AI via molntjänster. Under förutsättning att den digitala säkerheten kan tryggas är det sannolikt att flera fordon är

sammankopplade, vilket innebär att varje fordon i nätet kommer att ha all information samtidigt. Detta gör att autonoma fordon sannolikt kommer att vara säkrare än mänskliga förare år 2050.

Hur stor del av den delade mobiliteten som sker med bil respektive mikromobila transportslag som el-scooter eller motsvarande avgör hur trängseln i städerna utvecklas. Självkörande fordon kan leda till både minskad och ökad trafik beroende på vilka styrmedel som finns på plats och hur tekniken appliceras. Om självkörande fordon inte är verklighet år 2050 riskerar den delade mobiliteten att lida av dagens ineffektiviteter, men samtidigt ta resenärer från yteffektivare kollektivtrafik och därmed öka trängseln i städerna.

Prognos urbant resande inom OECD



Figur 46. Prognos urbant resande inom OECD i personkilometer per år (OECD, 2021)

Elektrifierad mikromobilitet används redan idag, men framtidens teknik gör den mer kapacitetsstark och smartare tillämpad.

Olika varianter av elektrifierad mikromobilitet kommer sannolikt att vara billigare och brett tillgänglig, både för privat ägande och som delad tjänst. Om det offentliga väljer att satsa på mikromobilitet, exempelvis genom att väderskydda infrastrukturen³ kan mikromobilitet konkurrera året om och på längre sträckor än idag. Trafikslag som använder muskelkraft, såsom cykel, används sannolikt främst av trivsel eller hälsoskäl. Minskad daglig rörelse får negativa konsekvenser för hälsan, vilket gör att myndigheter av hälsokostnadsskäl kommer att arbeta för att motivera till rörelse.

Kollektivtrafiken kommer sannolikt att fortsätta vara viktig för lokalt och regionalt resande, men gränsen för vad som betraktas som kollektivtrafik kommer i och med automatiseringen att suddas ut. Betalningslösningar för tjänster är sannolikt integrerade i vårt rörelsemönster, vilket gör att barriärer mellan offentliga och privata aktörer suddas ut. Resenären kommer inte själv att behöva reflektera över valet av transportslag om hen inte har individuella önskemål baserat på kostnad eller andra faktorer. WSP bedömer att den tunga spårtrafiken kommer att vara fortsatt viktig, och att automatiserade bilar inte helt kommer att konkurrera ut större fordonstyper som bussar eller spårburen kollektivtrafik på grund av trängsel och kapacitetsproblem. Sannolikt kommer kollektivtrafiken behöva vara offentlig på grund av den större investerings- och driftkostnaden. Såväl busstrafik som biltrafik kommer tack vare automatisering och elektrifiering åtnjuta sjunkande kostnader, vilket gör spårtrafiken relativt sett dyrare.

Detta innebär att det offentligas roll inom kollektivtrafiken kommer att förändras. Subventionen av kollektivtrafiken på väg kommer troligen inte kunna motiveras av effektiviteten i att ha en offentlig huvudman. Hur subventioner ska användas i trafiksystemet blir en polisk fråga att avgöra.

Delningsekonomi

Det förekommer en debatt om huruvida vi i framtiden kommer att äga fordonen själva eller om fordonen kommer att vara delade. Lönsamheten har historiskt varit en utmaning där ett flertal bilpooler har lagt ner eller strukturerats om. De kostnadsfördelar som har diskuterats i form av lägre priser mot kund har

³ WSP har tidigare visat att snöröjning genom eluppvärmda cykelbanor är samhällsekonomiskt lönsamt i norra Sverige.

inte realiserats i den tilltänkta utsträckningen då kilometerkostnaden ofta är högre än med ägd bil. I framtiden kommer förutsättningarna för att öka lönsamheten vara bättre när bilarna själva kan söka upp kunderna i stället för tvärtom. Viljan att äga bil tycks dock vara stark, vilket kommer vara möjligt med tanke på den troliga positiva ekonomiska utvecklingen där det både går att resa med delade bilar och egenägda. Däremot är det troligt att stordriftsfördelar kommer att vara viktigt för exempelvis automatiserade taxitjänster, vilket gör att individuellt delande är en mindre trolig utveckling fram till år 2050. OECD bedömer att det kombinerade delade resandet, det vill säga både med bil och andra mikromobilitetslösningar, kommer att stå för cirka 40 procent av resandet i städer år 2050.

Oavsett ägandeform kommer allt annat lika vägtrafikens kostnader, exklusive nya skatter och avgifter att sjunka. WSP:s sammanlagda bedömning är att prognoserna sannolikt underskattar resande på väg, både med individuella och kollektiva trafikslag.

2.4.6 Långväga inrikesresande

Det långväga inrikesresandet avgörs främst av transporterens hastighet och kostnad, snarare än av turtäthet och tillgänglighet. Automation och uppkopplad trafik kommer inte att ha lika stor påverkan på det långväga resandet som på det regionala resandet. Självkörande bussar kan möjligen innebära något lägre kostnader och därmed utgöra en konkurrensfördel. Elektrifiering eller automation innebär i sig ingen särskild möjlighet till högre hastigheter för vägtrafiken. För den långväga tågtrafiken innebär inte automation någon given konkurrensfördel, i stället är det den redan idag högre hastigheten som är den starka konkurrensfördelen vilket redan är inberäknat i Trafikverkets prognoser.

Tågtrafiken kan också gynnas av det mer effektiva regionala transportsystemet eftersom anslutningsresor blir betydligt smidigare. Biltrafiken kan samtidigt gynnas av att resan upplevs som mer komfortabel än tidigare om ingen förare behöver köra bilen och det då är möjligt att arbeta, läsa eller sova. Tågtrafiken begränsas av kapaciteten i infrastrukturen och kostnaden för att underhålla och bygga ut järnvägen. I dagsläget råder kapacitetsbrister vid dygnets mest trafikerade timmar, men i övrigt finns kapacitet. Ur ett 2050-perspektiv bedöms dock inte kapaciteten att räcka till för att obehindrat hantera den prognostiserade ökningen, utan då krävs flertalet investeringar i utbyggnad av både väg och järnvägen.

Det trafikslag som kan gynnas mest av den tekniska utvecklingen är flyget genom elektrifieringen. Transportföretagen bedömer att kostnaden för driften av elflyg kan motsvara hälften av dagens fossildrivna flyg. Elflyget är dessutom mer effektivt på kortare sträckor vilket gör att det kan fungera som ett bra färdmedel för resor inom Sverige. Ytterligare en fördel är infrastrukturen som byggkostnadsmissigt är billig men kostsam och tidsödande att bygga ut på grund av långa processer för miljötillstånd. Luftrumets kapacitet i ett glest land som Sverige utgör inte någon begränsning. Utmaningen för elflyget är snarare övergången från fossilt till elektrifierat. Inrikesflyget nådde sin topp år 1990 och har sedan dess minskat eller legat stilla. Infrastrukturen finns där idag men ett minskat inrikes flygande kan innebära att regionala flygplatser blir svårare att motivera ekonomiskt. Det minskade flygresandet beräknas enligt Swedavia ta mer än fem år att återhämta sig för inrikesflyget, vilket ytterligare lägger ok på börda för de regionala flygplatserna. Som tidigare konstaterat kommer elflyget troligen att vara moget för kommersiell



Figur 47 – Kapacitetsutnyttjande vid järnvägen år 2020 i de mest belastade 2 timmarna på dygnet (Trafikverket, 2020)

trafik efter år 2030, kanske så långt fram som närmare 2040. Hur kommuner och regioner väljer att göra med dagens flygplatser det kommande decenniet blir därför avgörande för elflygets genomslagskraft när tekniken är mogen.

Trafikverket prognos indikerar ingen större förändring mellan trafikslagen från dagens läge. WSP:s bedömning är att det långväga resandet med tåg avgörs av kapaciteten på järnvägsnätet medan resandet på väg kan öka främst tack vare ökad komfort, kapacitet och lägre kostnad om efterfrågan på transporter finns. WSP bedömer att Trafikverkets prognos för inrikes flygtrafik har underskattat elflygets kostnadsfördelar. Om flygplatserna finns kvar i motsvarande omfattning som idag bedömer WSP att inrikesflyget kommer att öka.

Hyperloop kan sägas ha låg sannolikhet att bli verklighet i större skala, men stor potential att förändra transportsystemet om så sker. Restiderna skulle innebära att Stockholm – Göteborg och Stockholm – Malmö hamnar inom lagom arbetspendlingsavstånd. Initialt skulle sannolikt priset vara högt på grund av den stora investeringskostnaden och låg kapacitet innan säkerheten är mogen. Om driftkostnaderna är lägre än för järnväg som förespråkarna menar och kapaciteten blir motsvarande järnvägen tack vare de höga hastigheterna skulle Hyperloop potentiellt kunna göra järnväg mellan större städer obsolet.

Drönbussar med kapacitet för 8-16 passagerare skulle kunna vara ett konkurrenskraftigt alternativ om batterikapaciteten ökat tillräckligt och tillgången på el inte utgör ett hinder. Trafikslaget är effektivare på korta sträckor än elflyg men där underlaget inte är tillräckligt för att jämföra med tåg. Resavstånd mellan cirka 10-30 mil inom eller mellan regioner skulle kunna vara en realistisk möjlighet. Detta är under förutsättning att säkerhetskrav inte gör ombordstigning tidsödande.

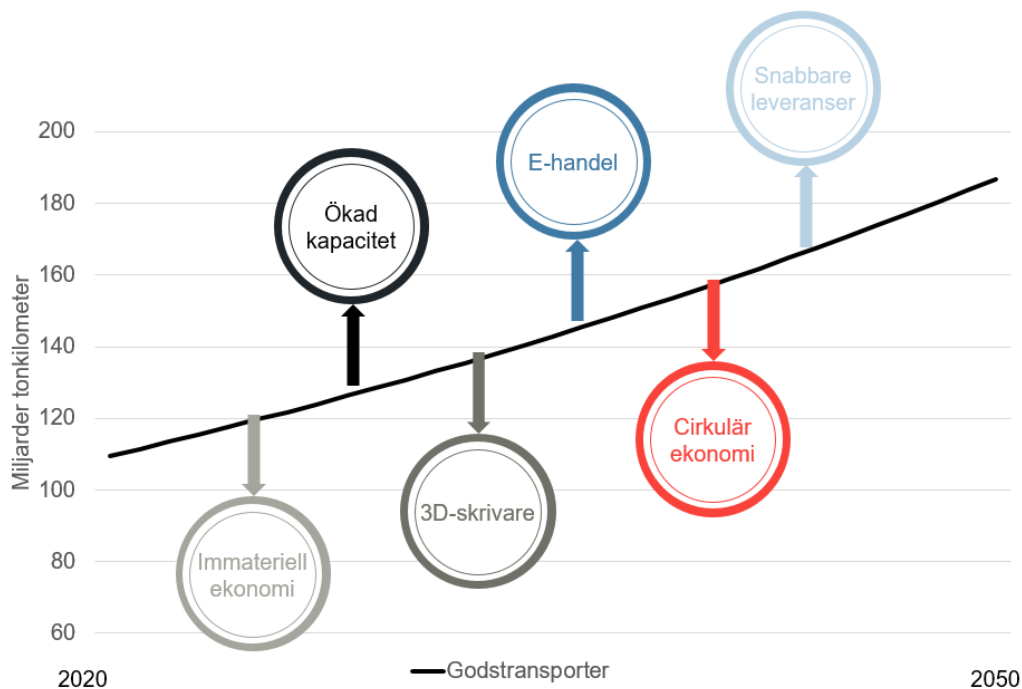


Figur 48 - City Airbus, en drönare för 4 passagerare

2.4.7 Gods och logistik

Som redogjorts för ovan kommer godstrafiken att öka mer än persontransporterna, vilket främst hänförs till bättre ekonomi och lägre kostnader för transporter. Det är dock osannolikt att vårt konsumtionsbeteende och de tekniska möjligheterna innebär att godstransporterna följer demografi och ekonomi. Andra faktorer som teknisk utveckling och samhällsutveckling påverkar våra konsumtionsvanor i Sverige och globalt, vilket kommer att ha en stor påverkan på efterfrågan på godstransporter. OECD bedömer att den globala godsmängden år 2050 kommer att vara tre gånger högre än år 2015. Av de globala volymerna bedöms sjöfrakten fortsatt dominera och stå för tre fjärdedelar av allt transporterat gods. I Kina är inkomsten per capita fortfarande bara en tiondel av Sveriges och i Indien är den lägre än en tjugondel. I och med att medelklassens andel ökar stiger efterfrågan på varor. I västvärlden växer den tjänstebaserade ekonomin och medvetenhet om klimatutmaningen, vilket kan leda till lägre konsumtion av varor. De globala godstransporterna väntas därför öka mer än de svenska.

Diagrammet i figur 49 nedan visar hur den beräknade ökningen ser ut och illustrerar hur andra faktorer kan göra ökningen större eller mindre. Den demografiska och ekonomiska utvecklingen samt beslutade investeringar är redan inräknad i Trafikverkets kalkyler. I basprognosen ingår antaganden om respektive transportslags kilometerkostnad utifrån bedömda drivmedel och förbrukning. Genombrott eller nya tekniker i transportsystemet är inte inräknade i basprognoserna, och bedöms kvalitativt nedan.



Figur 49 - godstransporter i miljarder tonkilometer 2020 - 2050 med illustration över faktorer som kan göra ökningen större respektive mindre. (Trafikverket, 2020) (WSP, 2021)

Det är också möjligt att de demografiska och ekonomiska ingångsvärdena i trafikberäkningen under- eller överskattas. Intervjupersonerna i denna studie menar att den ekonomiska utvecklingen på lång sikt troligtvis underskattats och att mängden gods borde öka mer än väntat. Det finns även de som menar att den teknologiska utvecklingens acceleration kommer att innebära att den ekonomiska utvecklingstakten ökar. Den demografiska utvecklingen har som beskrivits ovan påverkats av okända faktorer som migration.

Ytterligare en aspekt som är svår att bedöma är hur stort genomslag tekniska effektiviseringar av transporter kommer att få på trafikflöden. Effektiviseringar kan också leda till lägre kostnader för att utföra transporter vilket också gör transporter mera lönsamma eller billigare för slutkund vilket kan öka efterfrågan. En effektivisering som minskar transportbehovet leder därför inte nödvändigtvis till färre kilometer godstransport om utrymmet fylls av ytterligare transporter.

E-handel

Flera intervjupersoner bedömer att e-handel kommer att vara norm år 2050. Skälet är en rad nya tekniker som appliceras samtidigt vilket gör e-handeln automatiserad och kundupplevelsen sömlös, där Amazons ett-klicks-köp bara var början. Digitaliseringen av betalningsmedel och VR-teknik tillsammans med ännu smartare telefoner gör användarupplevelsen enkel och tillgänglig för alla. Helt automatiska logistiksystem och packningssystem i lager innebär att en vara sannolikt kan levereras från fabrik till kunden utan mänsklig interaktion. Företag som Amazon som både levererar varor och IT-tjänster som samlar in data om kunderna kommer att genom AI-analys av en stor mängd variabler såsom exempelvis väder, humör, nyhetsflödet att i princip kunna förutsäga efterfrågan på varor med hög precision.

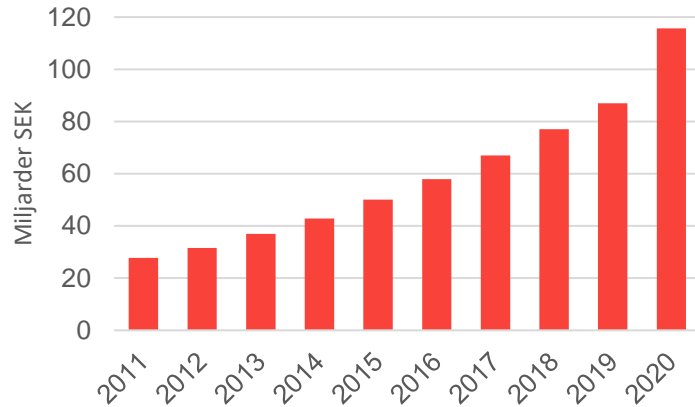
E-handeln har redan idag kostnadsfördelar gentemot fysisk handel vilket kommer att ta sig in i de flesta segment, inklusive mat. Baserat på observationen att företag som Amazon idag ökar sin fysiska närvaro i städerna är det möjligt att det finns fysiska butiker även 2050, om det efterfrågas av kunderna. Troligen innebär den högre kostnaden att shopping i butik anses vara en premiumtjänst.

OECD bedömer att e-handeln kommer att öka mängden globala godstransporter i viss utsträckning. På global nivå blir sannolikt effekten liten eftersom det är den ekonomiska utvecklingen som sätter taket. Huruvida e-handeln ökar konsumtionen i Sverige är svårt att bedöma. Hittills verkar E-handeln främst

flytta konsumtion från butik till online. Kortare tid från köp till leverans och lägre priser driver mot ökad konsumtion och därmed ökat antal transporter.

Transporterna kommer att vara flaskhalsen i utvecklingen mot E-handel då teknologi för avancerad lagerhållning och logistik redan finns men kommer att förbättras avsevärt till 2050. Snabba leveranser ligger i e-handelsföretagens intressen, där Amazon har satt som strategiskt mål att kunna erbjuda snabbast leveranstid till kunderna. Utmaningen är kombinationen av personalkostnader och att nå hela vägen fram till kunden. Genom automatisering av transporten, antingen till fasta uthämtningsställen eller till servicebox eller motsvarande i kundernas fastighet kan dessa elimineras helt. Även här kan mikromobilitet fylla en funktion, där små eldrivna automatiska fordon som anpassas till dagens infrastruktur är en möjlig utveckling. En möjlighet som nämns i intervjuerna är distribution av varor med drönare, vilket utförs på prov redan idag. Alla idag hittills kända metoder kräver någon form av anpassningar i fastigheter men däremot inte i infrastrukturen. Mot bakgrund av det höga intresset från e-handelsbolagen är det troligt att hindren löses ut för snabba automatiska leveranser till kund.

E-handelns utveckling per år samt prognos för år 2020



Figur 50. E-handelns utveckling per år samt prognos för år 2020 i miljarder SEK (Svensk digital handel, HUI Research, 2020)

E-handelns utveckling kommer att påverka flödena i städerna, där det redan idag byggs upp stora e-handelsplatser i städernas närhet för att möjliggöra snabb distribution till ett stort antal konsumenter. Om detta flöde inte kan hanteras med snabba, elektrifierade och automatiserade transporter kommer det att krävas en effektiv planering för att motverka framtida trängselproblem. Ett stort antal mindre, om ens halvfulla, lastbilar riskerar i så fall att skapa trängsel för andra trafikslag i stadsmiljöerna.

Ytterligare en möjlighet är att delar av lagerhållningen flyttar till transportsystemet, alltså att mobila enheter med de vanligast efterfrågade produkterna inom olika segment rullar i transportsystemet. AI-system kommer sannolikt att kunna bedöma efterfrågan och planera fordonens rutter där fordonen endast behöver återvända för påfyllning och laddning. Apoteksprodukter, basala hushållsprodukter eller motsvarande är produkter som skulle passa väl i ett sådant system.

Omlokalisering av produktion & 3D-skrivare

Kraven på hållbarhet ökar drivkraften att återvinna en större del av materialen i befintliga produkter, en process som kallas cirkulär ekonomi. Även om producenten har ansvaret för att produkten återvinns kan det göras både av underleverantörer på flera platser, eller om materialet behövs i nya produkter av producenten själv i anslutning till produktionen. Ett sådant cirkulärt produktionssystem kan leda till både ökade och minskade transporter. Behovet av råmaterial minskar, men samtidigt måste produkterna återföras i stället för att deponeras efter att produkten kasserats. Det innebär extra transporter, vilket ska vägas mot transporterna av råmaterialet.

Norra Sveriges produktion består till stor del av råvaror från gruvindustrin vilket står för en stor del av exporten mätt i vikt. WSP bedömer inte att den kommer att minska, men nya etableringar såsom Northvolt, Hybrit och H2 Green Steel med fokus på hållbarhet kan innebära ökade transporter i återvinningsssyfte. Det är möjligt att klustret attraherar fler tillverkande företag inom fordonsindustrin i samband med övergången till elektriska fordon. I ett 2050 perspektiv är det troligt att stora mängder gods också behöver transporteras till norra Sverige.

3D-skrivare har en längre tid förutspått förändra produktionen, men har hittills inte lyckats utmana den industriella produktionen. Tekniken får ses som relativt omogen annat än för prototyputveckling. Det är sannolikt att tekniken avanceras avsevärt till 2050. OECD överväger möjligheten att 3D-skrivare finns i varje hushåll och att produkter laddas ner för att sedan skrivas ut lokalt. Detta skulle avsevärt minska behovet av transporter, där OECD bedömer effekten till nästan 30 procent för konsumtionsvaror. Det är möjligt att applikationer för hushållsbruk fortfarande inte har ekonomiska fördelar relativt industriell produktion år 2050.

Effektivare logistikplanering

Automatiseringen av lager innebär redan idag en optimering av lagerhanteringen i logistikkedjan. Flera intervjupersoner menar att AI har stora möjligheter att kunna optimera godstransporterna ytterligare. Detta är något som redan sker idag men som ökar tack vare uppkoppling av fler sensorer och löpande analys. Dataanalys och bättre planering kan också minska sträckorna som är nödvändiga att köra. Huruvida detta görs beror på den möjliga kostnadsbesparingen vilket i sin tur kan påverkas av styrmedel för att minska vägtransporter.

En utmaning idag är att flera transporter ibland går tomma på grund av enkelriktad distribution. En intervjuperson menar dock att en signifikant andel av containrarna går tomma eller halvt lastade på grund av bristande planering. Med AI-verktyg kommer analys av fördelningen mellan transporter och optimering av lastning av respektive transport sannolikt att förbättras. Redan idag används AI-teknik kombinerad med visuella sensorer av Amazon för automatisk lastning av fordon. Användning av AI är inte begränsat till godstransporter på väg, utan kan även förbättra optimeringen av godstrafik till sjöss och på järnväg.

WSP bedömer att det är troligt att mer optimerad logistik har potential att effektivisera transporterna, vilket troligen innebär ett minskat behov relativt basprognosen.

Godstrafikens framtid i Sverige

De svenska basindustrierna kommer sannolikt att finnas kvar på ungefär samma platser som idag och kommer därmed fortsätta att ha ett stort behov av godstransporter. Det finns drivkrafter för att flytta hem produktion till Sverige, men de globala underleverantörskedjorna är trögörsliga och kapaciteten ökar kontinuerligt i Asien. Utvecklingen på 30 års sikt skulle lika gärna kunna bli den motsatta, att tung industriell produktion blir mer fördelaktigt i Asien. WSP gör därför ingen annan bedömning utöver Trafikverkets basprognos i detta avseende. Eventuellt kan förädlingsgraden om fler företag följer Northvolts modell med integrering av hela värdekedjan i affärsmodellen, från råvara till återvinning och återanvändning av material i slutprodukten. Det skulle då kunna finnas goda förutsättningar i norra Sverige att förädla malmen till färdiga produkter för export. Flera intervjupersoner bedömer att Norrlands betydelse för industriell produktion kommer att öka, men inte nödvändigtvis på södra Sveriges bekostnad. Planering för ökad exportkapacitet både via järnväg, väg och sjö och möjligheter till smidig omlastning längs norrlandskusten behöver förberedas.

Flera intervjupersoner uttrycker även en stark oro för godstransportkapaciteten i södra Sverige. Godstransporterna genom Danmark som enda landlänk till Europa anses vara bristande. Ett långsiktigt orosmoment är rörelsen mot större och tyngre tonnage för sjögods. Fartygsklasserna med högst lastkapacitet har mer än dubbelt så hög kapacitet som för 20 år sedan. Tyngre fartyg kräver större

EXEMPEL



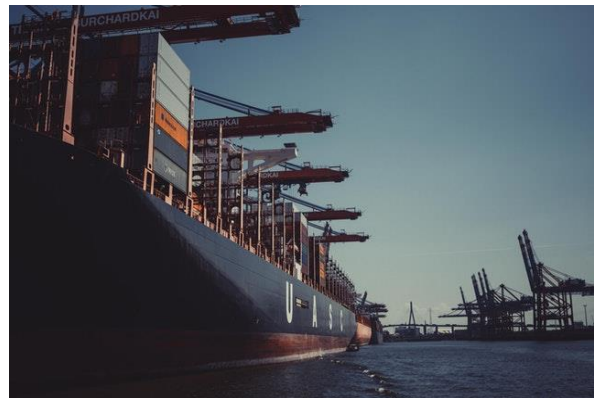
Figur 51 - Lastbil från företaget UPS för distribution av paket.

Företaget UPS mäter sedan flera år tillbaka nästan varje moment i transporten. Fordonen är utrustade med sensorer som mäter exakt hur lång tid varje stopp tar, hur länge chauffören har dörren öppen och hur många meter fordonen backar.

Informationen samlas in dagligen från UPS cirka 120 000 lastbilar. Tillsammans med data från förarens handdator analyseras informationen för optimering av transporterna.

hamnar vilket koncentrerar godset till de största hamnarna. Skalekonomin i det internationella godsflödet leder också mot att godset passerar större och större hamnar.

Göteborgs hamn är överlägset störst i Sverige, men transporterar bara cirka en tjugondel av mängden gods relativt hamnen i Rotterdam som är Europas största och mindre än en tiondel av Hamburgs hamn. Samtidigt har Sverige över hundra privata och offentligägda hamnar. Göteborgs hamns kapacitet är idag nästan full och det behövs därför både investeringar och effektiviseringar för att hantera utökade godsmängder samt fortsätta attrahera internationellt viktiga linjer i framtiden.



Figur 52 - Hamburgs hamn, foto: Sascha Hormel

Flera intervjuade understryker att pris och kvalitet i form av pålitliga leveranser och flexibilitet kommer att vara de viktigaste konkurrensområdena för framtidens godstransporter. Här finns tre stora utmaningar i ett 2050-perspektiv. Försämrad standard på infrastrukturen innebär ökade avbrott och förseningar för den landbaserade godstrafiken, vilket försämrar svenska företags konkurrenskraft. Detta är ett möjligt scenario mot bakgrund av den eftersläpande underhållsskulden, det kontinuerligt stigande behovet av underhåll i anläggningarna och den historiska politiska preferensen för nyinvesteringar i stället för underhåll.

En annan viktig framtidsutmaning är de stora investeringar som behövs för att göra vägtransporterna hållbara. Det råder osäkerhet om vilken eller vilka tekniker som kommer att nyttjas år 2050 och investeringarna är sannolikt för stora för att privat kapital ensamt kan stå för kostnaderna. Om staten tar en aktiv roll och följer den europeiska utvecklingen kan svenska företags konkurrensfördelar stärkas gentemot konkurrenter i EU. Om investeringar i elektrifierade transporter skjuts på framtiden eller om fel lösning väljs kan effekten bli den motsatta, i synnerhet om staten samtidigt beslutar om styrmedel för att minska användningen av fossila drivmedel.

Cybersäkerheten är ytterligare ett område där företagen behöver ta ett viktigt ansvar. Flera intervjupersoner tror att automationen i första hand kommer att ske på långväga godstransporter där de fysiska förutsättningarna är mer gynnsamma. Oavsett om trafikstyrningssystemet ägs av staten eller en privat aktör är driftsäkerhet centralt. Transportsystemen behöver dessutom också vara vädersäkra och förberedda för klimatförändringar.

Automatiseringens påverkan har sannolikt störst effekt på godstransporterna på väg eftersom det är där som den relativa kostnaden minskar mest. År 2050 är det sannolikt möjligt att styra flera lastbilar i grupp, där lastbilarna sannolikt körs med någon form av autopilot större delen av sträckan, eller möjligen hela sträckan. Om människor behöver ingripa görs det sannolikt på distans från en ledningscentral där ett fåtal chaufförer kan kontrollera en betydligt större mängd lastbilar samtidigt. Frånvaron av chaufförer i lastbilarna innebär också att vilotid inte behövs vilket ökar produktiviteten ytterligare. WSP:s bedömning är därför att Trafikverkets prognoser kraftigt underskattar lastbilstrafikens utveckling.

Lastbilstrafiken kommer att elektrifieras via batteri, vilket sannolikt kommer att vara norm för transporter i tätorter. Om fungerande teknik för elektrifiering via vätgas eller elvägar är utbyggd till 2050 kommer troligen lastbilens dominans att cementeras. Tågtransporter kommer troligen att koncentreras till transporter där lastbil inte är möjligt på grund av vikt eller omfattning.

Slutsats avseende godstrafiken

Ingen av intervjupersonerna lägger någon tonvikt vid de faktorer som skulle kunna innebära att basprognosen är för högt satt för behovet av framtida godstransporter. WSP:s bedömning överlag är att godstransporterna kommer att öka mer än basprognosen. Den effektivisering som är möjlig bör inte ses som en möjlighet att minska transportarbetet, snarare en möjlig räddning att skapa den kapacitet som

svenska företag behöver för att bibehålla den internationella konkurrenskraften. Den effektiviseringspotentialen kommer delvis att genomföras av transportsektorn inom näringslivet men är i flera avseenden beroende av både beslut och investeringar från offentlig sektor. Staten är genom Trafikverket ansvarig för ITS-system och genom Jernhusen för viktig infrastruktur för godstrafiken. Detta är exempel på områden där samarbete mellan näringsliv och företagen förekommer inom transportsektorn. I framtiden behöver telekomföretag och andra innovationsföretag avancera den digitala utvecklingen.

Investeringstempot i digitalisering av infrastrukturen går för långsamt. Kina och USA ligger redan före och det räcker inte för Sverige att följa den europeiska utvecklingen. Svenska företag som exempelvis Ericsson är med och leder utvecklingen globalt i att koppla upp transportsystemet. För att stärka konkurrenskraften behöver det offentliga vara betydligt mer aktiva. Denna utveckling är tätt sammanlänkad med elektrifieringen där regeringen talar om ambitioner men där de faktiska investeringarna löpande ligger några år fram i tiden. Både regeringen och Trafikverket behöver ta en mer aktiv roll i att förbereda de spelregler som ska gälla för självkörande fordon och tillse att dessa är kompatibla med den stora marknaden i EU.

För att möta efterfrågan på gods kommer investeringar i den fysiska infrastrukturen att behövas. Särskilt viktigt är det att peka ut de viktigaste stråken och noderna för godstrafiken och säkerställa att investeringarna tar höjd för framtidens behov. Utrullning av BK4 kommer vara av betydande vikt för godstrafiken. Viktigt att poängtera är även Göteborgs hamns betydelse för den internationella sjöfrakten. Om inte kapaciteten i Göteborgs hamn ökar finns det risk att Sverige mot 2050 tappar i konkurrenskraft, vilket kan vara svårt att ta igen i ett senare skede.

2.5 Finansiering och affärsmodeller

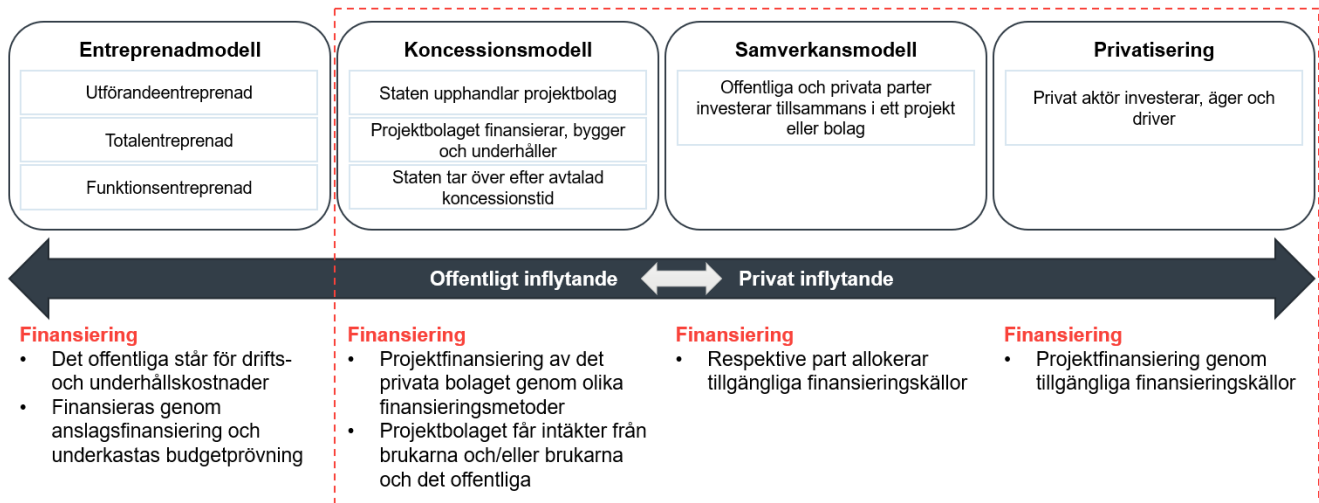
För att klara av Parisavtalets mål och uppnå netto noll utsläpp av växthusgaser globalt behöver även hela det finansiella systemet ställa om. Något som närmast hade varit otänkbart bara för ett fåtal år sedan händer, de facto, nu. FN etablerade den 21 april 2021, en Net Zero Banking Alliance, NZBA, som har undertecknats av 43 ledande globala banker, däribland Morgan Stanley, UBS, Societe Generale, Santander, Standard Chartered, HSBC samt även SEB och Handelsbanken. Detta initiativ, som samlar banker med gemensamma tillgångar om mer än ofattbara 28 biljoner USD, innebär att bankerna förbinder sig att anpassa utsläpp från den egna verksamheten samt även utsläpp relaterade till sina utlånings- och investeringsportföljer i enlighet med vägen till nettonollutsläpp år 2050 eller tidigare. Net-Zero Banking Alliance är en viktig del av The Glasgow Financial Alliance for Net Zero (GFANZ) – en global allians som för samman existerande och nya netto-noll initiativ inom finansbranschen inom ett sektorövergripande forum. GFANZ, som också lanseras samtidigt som NZBA, involverar mer än 160 företag som tillsammans ansvarar för mer än 70 biljoner USD i tillgångar.

Det privata kapitalet spelar en alltmer viktig roll för att skynda på klimatomställningen - och formerar sig också på ett mer strukturerat sätt, enligt ovan. Mängden privat kapital som letar avkastning kommer att växa samtidigt som de offentliga medlen inte räcker till för att rusta upp och bygga ut infrastrukturen för att möta efterfrågan och minska underhållsskulden. I den nyligen lanserade Infrastrukturpropositionen vill Regeringen satsa 799 miljarder kronor på att underhålla och utveckla vägar och järnvägar under åren 2022–2033. Även om detta är en ökning med över 20 procent jämfört med nuvarande plan så kommer det, enligt Trafikverket, i stort sett endast räcka till att upprätthålla vägnätets och järnvägens funktionalitet, samt till investeringar som redan är beslutade i nuvarande nationella plan för infrastrukturåtgärder. Trots rekordsatsningen skulle pengarna därmed ändå inte räcka till några nya investeringsprojekt, enligt Trafikverket. Detta beror helt enkelt på att stora delar av den svenska infrastrukturen byggdes ut under tillväxtdecennierna efter andra världskriget och nu behöver renoveras. Trafikverket konstaterar exempelvis att 63% av det statliga vägnätet byggdes före 1970 och att det finns ett totalt eftersatt underhåll som kan beräknas till cirka 66 miljarder kronor.

Finansieringsgapet synliggör behovet av ett tydligare samarbete mellan offentlig och privat sektor, där offentliga aktörer behöver bli mer öppna för samfinansiering mellan privat och offentlig sektor för att därigenom kunna frigöra samhällsnytta snabbare. Då skapas förutsättningar för regionförstoring och tillväxt snabbare än med enbart offentliga medel. Samtidigt hjälper ett samarbete mellan det offentliga och det privata till att snabba på den nödvändiga klimatomställningen till år 2050.

Även om behovet av transportinfrastruktur tydligt överstiger tillgängliga offentliga medel har vi i Sverige ännu begränsad erfarenhet av alternativa samverkansformer och finansieringsmodeller.

Figur 53 visar olika nivåer av ansvars- och risköverföring till privat part vid genomförandet av infrastrukturprojekt, från olika typer av traditionella entreprenadformer till alternativa samverkansformer samt privatisering.



Figur 53. Genomförandemodell för organisering

Andra länder har tagit fram principer för att nå samhällsnytta snabbare. Ett sådant exempel är Statsgarantimodellen i Danmark, där ansvaret för design, konstruktion, finansiering, drift och underhåll av ett infrastrukturprojekt överförs till ett aktiebolag som är helägt av staten. Exempel på infrastruktur som organiserats på detta sätt är exempelvis Öresundsbron samt det nu pågående Fehrman Bält projektet.

Sverige har ett mycket begränsat urval av exempel på offentlig-privat samverkan (OPS) inom infrastrukturområdet. Det är ett faktum att OPS-modeller för med sig vissa risker och potentiella nackdelar. Ett väl genomfört OPS-projekt har dock stor potential att leda till bättre kostnadskontroll och kortare byggtider. Under förutsättning att projektet är samhällsekonomiskt lönsamt leder tidigarelagd trafiköppning till en samhällsekonomisk vinst.

På initiativ av ett flertal tongivande aktörer inom den svenska infrastrukturen (bl.a. MTR, NCC, PEAB, Skanska, Veidekke och WSP) tillsattes Infrastrukturkommissionen 2015 med uppdrag att utreda och peka på möjliga vägar och modeller för att öka och effektivisera infrastrukturinvesteringar samt att bredda diskussionen om alternativa former för finansiering och organisering. Infrastrukturkommissionen konstaterade att många projekt som kunde anses vara av stort nationellt, regionalt eller lokalt intresse inte rymdes inom statens dåvarande planer och hade därför ett antal rekommendationer till den dåvarande regeringen, 2015, bland annat avseende att mobilisera ökade resurser till infrastruktur:

- Öka möjligheterna för långsiktiga placerare som AP-fonder och pensionsbolag att investera i infrastruktur, bland annat genom att utöka utrymmet för AP-fonderna att placera i onoterade tillgångar och fast egendom
- Inrätta, efter internationell förebild, en funktion i staten med uppgift att samordna och marknadsföra projekt för offentlig-privat samverkan

- Öka användningen av brukaravgifter på väg vid nyinvesteringar och använd trängselskatter som finansieringskälla för nyinvesteringar
- Pröva förutsättningarna att ägarväxla Öresundsbron i syfte att skapa finansiellt utrymme för nya investeringar, exempelvis en ny fast förbindelse över Öresund vid Helsingborg-Helsingör

Något år senare, 2017, kom Delbetänkandet av Kommittén om finansiering av offentliga infrastrukturinvesteringar via skatter, avgifter och privat kapital (Mats Dillén och Monica Haapaniemi). Delbetänkandet bedömde att det finns potentiella effektivitetsvinster att realisera med hjälp av OPS-modeller inom investeringar i statlig transportinfrastruktur och förordade bland annat:

- Ett försöksprogram som består av minst tre OPS-projekt startas inom transportinfrastrukturområdet. Projekten bör ligga inom den beslutade ramen för utveckling av transportsystemet och därmed vara en del av den nationella transportplanen.
- I ett första steg bör en särskild funktion med hög expertkompetens inrättas. Funktionen uppgift är att utifrån forskningsresultat och internationella erfarenheter på bästa sätt förbereda och identifiera lämpliga OPS-projekt och säkerställa att dessa projekt i efterhand kan utvärderas.

Sedan utredningen publicerades 2017 har dock utvecklingen av offentlig-privat samverkan inom transportinfrastrukturområdet varit begränsad. Delbetänkandet utredde grundligt frågan om för- och nackdelar med offentlig-privat samverkan (OPS) som ett sätt att involvera privat kapital vid infrastrukturprojekt. I utredningen konstateras att OPS-modeller normalt är förknippade med högre finansieringskostnader, men att detta måste vägas av mot att nya entreprenadformer också kan realisera betydande effektivitetsvinster vid byggande och förvaltning av infrastruktur. Utredningen noterar dock att det i dagsläget inte finns tillräckligt med empiriskt underlag för att med någon större precision bedöma storleken på dessa effektivitetsvinster.

Som korrekt framhålls i denna utredning är OPS-upplägg med statlig slutfinansiering inte en fungerande metod för att undslippa att de offentliga finanserna belastas. OPS innebär således inte att någon annan betalar. Betalning till det privata projektbolaget sker i vissa fall direkt från slutkund, via exempelvis brukaravgifter, alternativt i form av tillgänglighetsbetalning från den offentliga parten. Ur ett 2050-perspektiv och med den snabba tekniska utvecklingen som kommer ske fram tills dess, med bland annat realtidsuppkopplad infrastruktur och fordon, kan man tänka sig att nya affärsmodeller växer fram för hur betalning kan ske. Som nämns av såväl RISE Viktoria och revisions- och rådgivningsfirman EY i en rapport för Trafikverket 2018 avseende affärsmodeller för elvägar skulle en kilometerskatt kunna tas ut för att finansiera framtida underhåll och investeringar i väginfrastruktur, där användaren skulle bli försedd med en fordonsenhet som ger information om användarens id och position. På så sätt kan sedan fordonsägaren beskattas baserat på den sträcka fordonet kört.

I en framtid, när all infrastruktur i praktiken är uppkopplad i realtid skulle det också bli lättare att värdera infrastruktur tillgångar i realtid. Detta skulle, i sin tur, skulle öppna upp för realtidsbaserade affärsmodeller utifrån faktisk tillgång och efterfrågan vid varje given tidpunkt. När såväl den fysiska anläggningen som fordonen är uppkopplade i realtid och även automatiserade skulle exempelvis antalet halvfyllda lastbilar på våra vägar eller containrar på fartyg och järnväg kunna minimeras och effektiviteten i transportsystemet öka.

Som vi visat i denna rapport är behovet av ökad innovation, effektivitet och produktivitet mycket stort inom infrastrukturuområdet. Det är möjligt att OPS-modeller skulle kunna vara ett verktyg för att få sektorn att utvecklas i rätt riktning. Ett försöksprogram, i linje med vad den ovan nämnda utredningen föreslagit, skulle kunna förbättra kunskapsläget, ge underlag för en mer systematisk utvärdering och höja beställarkompetensen. Därtill kommer de effektivitetsvinster som potentiellt kan uppstå i anläggningssektorn som helhet.

För att snabba på klimatomställningen och få till mer samhällsnytta snabbare menar WSP därför att Sverige borde ta fram motsvarande principer för infrastrukturprojekt, som exempelvis Danmark redan har, inte minst för gränsöverskridande projekt, såsom exempelvis en fast HH-förbindelse eller

järnvägsuppgraderingen mellan Stockholm-Oslo. Här kan det finnas alternativ för finansiering och genomförande som inkluderar andra aktörer än den svenska staten (på svensk sida). Denna typ av projekt skulle, genom brukaravgifter, kunna finansieras utanför den nationella infrastrukturplanen.

2.5.1 *Infrastrukturskuld och finansieringsgap*

Den svenska underhållsskulden har sedan flera decennier påverkat transportsystemet. Historien visar att infrastrukturpolitiken präglas av stora ord men mindre resultat. Investeringar i infrastruktur som andel av BNP har legat lägre än 1 procent sedan 1970-talet, vilket huvudsakligen utgjorts av offentligt kapital.⁴ WSP har i rapporten *Renovera Sverige* pekat på att transportsektorn följer en allmän utveckling av bristande underhåll i både privat och offentlig infrastruktur, från VA-systemet till elnätet och samhällsfastigheter. Bristerna ackumuleras, vilket gör att både renovering och driftproblem troligtvis kommer att bli dyrare än beräknat.

Den låga graden av offentlig finansiering i transportinfrastrukturen har inte kompenseras av högre andel privat kapital eller brukarfinansierad infrastruktur. Sverige sticker ut i jämförelse med snittet i OECD med lägre andel av BNP i infrastrukturinvesteringar. Resultatet är att samtliga trafikslag påverkas negativt av brister i anläggningarna. Andra problem utgörs av låg produktivitetstillväxt i infrastruktursektorn där priserna ökat mer än den övriga ekonomin.

På järnvägen har underhållsskulden resulterat i avsaknad av nödvändiga reinvesteringar, huvudsakligen i spår, växlar och broar, vilket kan leda till sänkt kapacitet eller avbrott. För järnvägen räknade Trafikverket att underhållsskulden år 2020 låg på 43 miljarder kronor. På vägsidan kan dålig ytbeläggning resultera i sämre komfort. Den största delen eftersatt underhåll på väg är bristande bärighet, motorvägar och 2+1-vägar som inte klarar vare sig den gamla standarden 64 tons lastbilar eller den nya BK4 för 74 tons lastbilar. Detta är en brist som påverkar näringslivets godstransporter negativt. Trafikverket beräknar det eftersatta underhållet för vägnätet till 23 miljarder kronor år 2020, ett belopp som kontinuerligt ökar i takt med att ytterligare vägsträckor når sin livslängd och behöver renoveras. I ett 2050-perspektiv tillkommer kostnader för underhåll av nya utbyggnader. Även den trafikökning som beräknas innebär ökat slitage på både väg och järnväg, vilket leder till ökade kostnader. Bara trafikökningen mellan 2018 och 2022 leder till ökade underhållsbehov på 8 miljarder kronor under de kommande tolv åren.

I dagsläget räcker inte resurserna för underhåll till vilket innebär att delar av anläggningen försämras och till slut kommer att bli oanvändbar. WSP bedömer utifrån rådande politiska mönster att delar av transportsystemet med låg nyttjandegrad kommer att försämras genom direkta eller indirekta beslut, men att effekterna av detta på samhället och näringslivet kommer att bli liten. Hur underhållsskulden kommer att utvecklas beror helt på politiska beslut. Lösningen kan bestå av flera faktorer än endast mer resurser. Produktivitetens utvecklingen i anläggningsbranschen har varit låg, där ökade kravspecifikationer på både järnväg och väg leder till ökade kostnader för underhåll och reinvesteringar i anläggningarna. Den demografiska omflyttningen innebär också att fördelningen av transportarbetet förändras över tid och att det är möjligt att sluta underhålla och i en allt högre takt lägga ner delar av anläggningarna.

Det offentliga åtagandet stannar inte vid underhåll av befintlig anläggning. Som tidigare konstaterats är utvecklingen av resandet stadigt och sannolikt underskattat. Troligen kommer vägtrafiken öka mer än prognostiserat och trots effektiviseringar av transporterna behöver vägtransporterna sannolikt byggas ut. Flera av de beslutade investeringarna är ännu inte fullt finansierade och vissa har strukits. Regeringen har också ett antal utpekade satsningar som ännu inte är finansierade, exempelvis Norrbottniabanan och kortade restider med tåg mellan Stockholm och Oslo. De nya stambanorna som ligger i planen inklusive fördyrningar tar upp nästan 100 miljarder kronor där huvuddelen av finansieringen ej är beslutad. Resterande delar av de nya stambanorna är varken beslutade eller

⁴ Undantaget är Arlanda Express som på 90-talet finansierades privat och betalades med avgifter.

finansierade. Prislappen för nya stambanor beror på flera viktiga kommande beslut, där det inte är möjligt att tillfredsställa önskemålen och landa inom önskad budget om 205 miljarder kronor. WSP:s bedömning är att den utökade ramen i den föreslagne infrastrukturpropositionen inte tillmötesgår de önskade investeringsnivåerna i tillräckligt hög utsträckning.

Utöver det behövs investeringar i ny teknik i infrastrukturen. Elektrifiering av godstrafiken genom nya elvägar har pekats ut av regeringen men finansieringen är inte säkerställd i dagsläget. Hur stor andel i planen som kommer att gå till innovation i transportsystemet och förberedelser för framtidens uppkopplade trafiksystem är fortfarande okänt. WSP bedömer att det kommer att behövas utökade resurser även för att underhålla och uppgradera den digitala infrastrukturen.

WSP bedömer att anslagsfinansiering inte kommer att räcka utan att både besparingar och andra former av finansiering sannolikt kommer att behövas under de kommande tre decennierna.

2.5.2 Samhällsekonomiska kalkyler

De samhällsekonomiska kalkylerna har ett värde i infrastrukturplaneringen men används i lägre grad när de slutgiltiga besluten om ny infrastruktur fattas. Både kalkylerna och modelleringarna av framtida trafik som kalkylerna bygger på har brister men är i dagsläget det mest objektiva mått som finns för att jämföra en investering med en annan. Det finns flera fallgropar vid användningen av modeller, men det viktiga är att jämföra samtliga investeringar med enhetliga kalkylförutsättningar. Sammanställningen av all information i ett resultat gör också att inga aspekter får oproportionerligt hög värdering vilket kan vara fallet vid en kvalitativ granskning av en investering. Kalkylerna förhindrar också att särintressen får oproportionerligt stort inflytande.

WSP bedömer att kalkylerna sannolikt kommer att förbättras avsevärt. De ökade datamängderna och AI används inte i dagens transportplanering, vilket gör att det sannolikt finns potential att förbättra framförallt trafikmodelleringen. De aktörer som har tillgång till data över människors resmönster besitter värdefull kunskap som kan användas för att förbättra modelleringen. Vissa faktorer, såsom värderingen av en transport eller tidsvärden, förbättras inte naturligt med större datamängder och AI. Detta beror på att det finns ett subjektivt mått som är befast med utmaningar att kvantifiera.

Flera av intervjupersonerna i denna studie bedömer att godstransporterna kommer att värderas högre jämfört med persontransporterna i framtiden än idag. De menar att tekniken gör att transporttid blir mindre viktigt när komforten ökar. För ett självkörande fordon där passagerarna kan umgås eller arbeta blir restiden mindre viktig. Detta gör att tidsvärdet mellan gods och persontransporter jämnas ut. Effektivisering av nyttjande av vägar genom självkörande fordon eller säkrare trafikoptimerade fordon genom central kommunikation minskar behovet av ökad kapacitet för persontransporter.

En viktig faktor som kan spela stor roll är en ökad andel privat finansierad infrastruktur eller brukaravgifter i infrastrukturen. Samhällsekonomiska modeller är ett substitut till marknadsmässiga kalkyler. Om priset för nyttjande av infrastrukturen i större utsträckning motsvarar marknadsvärdet av transporten kan behovet av samhällsekonomiska kalkyler minska.

3 Slutsatser

Både gods- och persontrafiken kommer att öka fram till år 2050, men det finns flera samhälls- och tekniktrender som kan påverka både efterfrågan, utbudet och användningen av transportsystemet utöver Trafikverkets grundläggande basprognoser. Sverige kommer sannolikt att fortsätta vara ett handelsberoende land, med platsbundna basindustrier, där stora delar av den positiva ekonomiska utvecklingen beror på försäljning av produkter och tjänster på en internationell marknad. Det kommer därför att vara viktigt att säkerställa en hög standard på transportinfrastrukturen som möjliggör transportflöden till de prioriterade noderna som förbinder oss med den internationella marknaden. Europa kommer att fortsätta vara Sveriges viktigaste marknad år 2050, men då Europa halkar efter Asien och USA både demografiskt, ekonomiskt och teknologiskt kan det globala utbytet komma att bli allt viktigare för Sverige.

BNP-utvecklingen indikerar en långsiktigt stabil ekonomisk tillväxt i Sverige, samtidigt som statskulden väntas fortsätta att minska. Sveriges befolkning blir allt äldre, där framtidens pensionärer kommer att vara friskare och ha det bättre ställt än idag. Detta gör att den äldre delen av befolkningen sannolikt kommer att resa i högre utsträckning och vara en viktigare konsument än dagens pensionärer. Urbaniseringstrenden kommer sannolikt att fortsätta vara stark, men där trängsel och höga bostadspriser i de centrala storstäderna i kombination med att privatlivet i högre utsträckning styr var vi bosätter oss driver på tillväxten i förorter och mellanstora städer. Det finns dock andra svåröversäglbara faktorer som också skulle kunna påverka transportbehovet såsom ett förändrat konsumtionsbeteende i form av en mer klimatmedveten konsumtion och en ökad konsumtion av tjänster och immateriella varor.

Den tekniska utvecklingen gör att nya tekniska lösningar växer fram i allt snabbare takt, vilket påverkar både näringslivets och människors transportbehov. WSP:s bedömning är att ny teknik kan generera ytterligare transportslag, men att det framförallt kommer att förändra och effektivisera befintliga transportslag. År 2050 kommer transportsystemet att vara både uppkopplat, automatiserat och elektrifierat. Kombinationen av automatisering, uppkoppling, artificiell intelligens och snabbare datakommunikation kommer att öka kapaciteten i det befintliga transportsystemet. Detta beror bland annat på att samtliga transporter sannolikt automatiskt kommer att kunna optimeras utifrån ett systemperspektiv, där realtidsdata möjliggör att transportererna kontinuerligt anpassar sig efter nya förändringar. Autonoma person- och godstransporter kommer dessutom att kunna köra under hela dygnet utan vilopauser vilket kommer att frigöra kapacitet på dagarna, samtidigt som fordonen kommer att kunna köra närmare varandra än idag. De länder som på ett framgångsrikt sätt lyckas applicera nya teknologier i transportsystemet kommer sannolikt att vinna konkurrensfördelar. I Sverige finns många av förutsättningarna på plats, telekomindustri i framkant, egen fordonsindustri inom både väg, järnväg och flyg samt stort intresse för hållbarhet och ny teknik. Men utan snabbt agerande från berörda myndigheter och öppenhet för att både pröva och implementera nya tekniker kan potentialen utebli och Sverige tappa i konkurrenskraft. Sverige behöver skapa ett välfungerande samarbete mellan teknikutvecklande företag och myndigheter för att inte halka efter andra regioner och länder såsom Asien och USA, där teknikutvecklingen går snabbt framåt.

För att stärka Sveriges konkurrenskraft lyfter många av de representanter för näringslivet som intervjuats för datainsamlingen framför allt fram vikten av att prioritera Sveriges långsiktigt viktigaste noder samt att möjliggöra effektiva flöden till och från dessa. Som en del i detta menar de att det är viktigt att utreda vilka lokala flaskhalsar som hämmar prioriterade transportflöden och säkerställa att dessa åtgärdas. Vidare lyfter näringslivet fram vikten av att Sverige behöver ha en gemensam, långsiktig vision för hur infrastrukturen ska förädlas och utvecklas. De menar att det är viktigt med en blocköverskridande politisk stabilitet kring den långsiktiga visionen och planerna för att kunna realisera dessa och att det krävs ett tydligare samarbete mellan politiken och näringslivet. Näringslivet lyfter dessutom fram att det kommer att behövas privat kapital för att finansiera nybyggnationer och moderniseringar av befintlig infrastruktur för att transportsystemet ska kunna möta den ökade efterfrågan och frigöra viktig samhällsnytta snabbare.

4 Referenser

- AFRY. (2021). *PM: kapacitetsstudei Öresundsbron*. Öresundsbrokonsortiet.
- Alecta. (2020). *Pensionärernas inkomster blir allt bättre*. Hämtat från Alecta: https://www.alecta.se/om-alecta/alecta-och-omvarlden/pensionarerna_ekonomi/pensionarernas-inkomst-ar-i-snitt-75-procent-av-inkomsten-fore-pensioneringen/
- Balnojan, S. (den 07 10 2020). *The Future Of Good Data - What You Should Know Now*. Hämtat från <https://towardsdatascience.com/the-future-of-good-data-what-you-should-know-now-f2a312a0e469>
- BBC. (den 23 03 2020). *Five superpowers ruling the world in 2050*. Hämtat från <http://www.bbc.com/travel/story/20200322-five-superpowers-ruling-the-world-in-2050>
- BIL Sweden. (den 11 12 2019). *Med rätt stöd kan 8 av 10 bilar vara laddbara år 2030*. Hämtat från https://www.bilsweden.se/i-debatten/BilSweden_tycker/med-ratt-stod-kan-8-av-10-bilar-vara-laddbara-ar-2030
- BIL Sweden. (den 15 10 2020). *Färdplan för tunga fordon*. Hämtat från <https://www.bilsweden.se/i-debatten/filmer/fardplan-for-tunga-fordon>
- Boverket. (12 2020). *Boverkets indikatorer: Analys av utvecklingen på bygg- och bostadsmarknaden med byggprognos*. Hämtat från <https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2020/2020-12-boverkets-indikatorer.pdf>
- Brookings. (den 27 09 2018). *A global tipping point: Half the world is now middle class or wealthier*. Hämtat från <https://www.brookings.edu/blog/future-development/2018/09/27/a-global-tipping-point-half-the-world-is-now-middle-class-or-wealthier/>
- Cision news. (den 03 02 2021). *Scania testar självkörande lastbilar i motorvägstrafik*. Hämtat från <https://news.cision.com/se/scania/r/scania-testar-sjalvkorande-lastbilar-i-motorvagstrafik,c3278511>
- Commission, E. (den 22 04 2021). *CO2 emission performance standards for cars and vans*. Hämtat från https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/regulation_en
- Congressional Budget Office. (03 2021). *The 2021 Long-Term Budget Outlook*. Hämtat från <https://www.cbo.gov/publication/57038>
- Desjardins, J. (2020). *Signals*. Canada: Visual Capitalist.
- Energimyndigheten. (03 2021). *Scenarier över Sveriges energisystem 2020*. Hämtat från https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf
- Englén, T. (2020). *INFRASTRUKTURSKULDEN 2.0*. WSP.
- European Commission. (2012). *Global Europe 2050*. Bryssel: European Commission.
- European Commission. (den 08 07 2020). *A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe*. Hämtat från https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf
- EY. (den 21 08 2018). *Affärsmodeller och finansiering för utbyggnad av elvägar i Sverige*. Hämtat från https://www.trafikverket.se/contentassets/445611d179bf44938793269fe58376b6/affarsmodell-er-elvegar_slutrapport-180821.pdf
- Fossilfritt Sverige. (2021). *Vätgasstrategi för fossilfri konkurrenskraft*. Hämtat från <https://fossilfritt Sverige.se/strategier/vatgas/>

- Gartner. (den 18 08 2020). *5 Trends Drive the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2020*. Hämtat från <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-drive-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2020/>
- Greater Copenhagen. (den 20 05 2021). *Greater Copenhagen*. Hämtat från <https://www.greatercph.se/>
- Haapaniemi, M., & Dillén, M. (2018). *Finansiering av infrastruktur med skatt eller avgift?* Hämtat från <https://data.riksdagen.se/fil/B54A2C94-8C5A-4F97-9B3B-7E78B6EBC168>
- IHS Market. (den 03 02 2021). *Global Trade Outlook for 2021*. Hämtat från <https://ihsmarkit.com/research-analysis/global-trade-outlook-for-2021.html>
- Inkomstfördelningen 2035 vid olika scenarier. (2019). *Bilaga 2 till Långtidsutredningen 2019*. Stockholm.
- International Finance Corporation. (11 2019). *How Artificial Intelligence is Making Transport Safer, Cleaner, More Reliable and Efficient in Emergin Markets*. Hämtat från <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/7c21eaf5-7d18-43b7-bce1-864e3e42de2b/EMCompass-Note-75-AI-making-transport-safer-in-Emerging-Markets.pdf?MOD=AJPERES&CVID=mV7VCeN>
- International Institute for Environment and Development. (den 16 01 2020). *The world's 100 largest cities from 1800 to 2020, and beyond*. Hämtat från <https://www.iied.org/worlds-100-largest-cities-1800-2020-beyond>
- International Transport Forum. (2019). *ITF Transport Outlook 2019*. Paris: OECD Publishing.
- Kungliga IngenjörsvetenskapsAkademin. (04 2019). *Så klarar svensk industri klimatmålen: En delrapport från IVA-projektet Vägval för klimatet*. Hämtat från https://www.iva.se/globalassets/bilder/projekt/vagval-klimat/201904-iva-vagval-for-klimatet-delrapport1-n_ver2.pdf
- Lopez Conde, M., & Twinn, I. (2019). *How Artificial Intelligence is Making Tranpsport Safer, Cleaner More Reliable and Efficien in Emergin Markets*. International Finance Corporation: EM Compass.
- Långtidsutredningen 2019. (2019). *Huvudbetänkande av Långtidsutredningen 2019*. Stockholm.
- Meuer, H., Strohmaier, E., Dongarra, J., Horst, S., & Meuer, M. (11 2020). *Top 500 supercomputer and sites november 2020*. Hämtat från <https://www.top500.org/lists/top500/2020/11/>
- OECD. (2021). *ITF Transport Outlook*. Hämtat från <https://doi.org/10.1787/25202367>
- Orlik, T., & Van Roye, B. (den 12 11 2020). *An Economist's Guide to the World in 2050*. Hämtat från <https://www.bloomberg.com/graphics/2020-global-economic-forecast-2050/>
- Our World in Data. (den 21 05 2021). *Median Age*. Hämtat från <https://ourworldindata.org/grapher/median-age>
- Railway Technology. (den 07 08 2020). *Mapping out Europe's TEN-T Core Network corridors*. Hämtat från <https://www.railway-technology.com/features/ten-t-corridors/>
- Regeringskansliet. (den 15 10 2020). *Elektrifieringskommisionen*. Hämtat från <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/transportsektorn-elektrifieras/el-1/>
- RISE Viktoria. (den 26 09 2017). *Förstudie av affärsekosystem för elvägar*. Hämtat från <http://ri.diva-portal.org/smash/get/diva2:1174203/FULLTEXT01.pdf>
- Ritchie, H., & Roser, M. (2017). *Technology Adaption*. *Our World in Data*. Hämtat från <https://ourworldindata.org/technology-adoption>

- Rodrigue, J.-P. (2020). *The Geography of Transport Systems*. New York: Routledge.
- Roland Berger. (2018). *Aircraft Electrical Propulsion - Onwards and Upwards*. Roland Berger.
- SEB/Demoskop. (den 18 mars 2019). Färre svenskar sugna på villa - trädgårdsslit avskräcker: en artikel om SEB/Demoskops årliga mätning över svenskarnas önskemål om boende. (SEB/Demoskop, Red.) *Dagens industri*.
- Sektionen för analys, Transportstyrelsen. (2020). *Passagerarprognos 2020-2026*. Transportstyrelsen.
- SMHI. (2015). *Sveriges framtida klimat: Underlag till Dricksvattenutredningen*. SMHI.
- Stockholms Handelskammare. (den 27 04 2021). *Elbilar på frammarsch: En prognos över framtidens fordonsflotta*. Hämtat från https://www.mynewsdesk.com/material/document/101163/download?resource_type=resource_document
- Svensk digital handel, HUI Research. (2020). *E-barometern*. Postnord.
- Svenskt Näringsliv. (den 21 05 2021). *Högre elanvändning år 2045: Samhällsutvecklingen och klimatomställningen kräver mer el*. Hämtat från https://www.svensktnaringsliv.se/bilder_och_dokument/2spdr2_hogre-elanvandning-2045pdf_1138079.html/Hgre+elanvndning+2045.pdf
- Sveriges ekonomi - utsikter till 2035. (2019). *Bilaga 1 till Långtidsutredningen 2019*. Stockholm.
- Tekniska museet. (den 02 06 2020). *Teknikhistorisk tidslinje*. Hämtat från <https://www.tekniskamuseet.se/lar-dig-mer/teknikhistorisk-tidslinje/>
- The Economist Intelligence Unit. (2015). *Long-term macroeconomic forecasts: Key trends to 2050*.
- The Economist Intelligence Unit. (den 20 11 2019). *Global Economy will be 3 percent smaller by 2050 due to lack of climate resilience*. Hämtat från <https://www.eiu.com/n/global-economy-will-be-3-percent-smaller-by-2050-due-to-lack-of-climate-resilience/>
- The Global Village. (den 19 04 2021). *Fakta för förändring*. The Global Village.
- The International Council on Clean Transportation. (05 2019). *Prospects for fuel efficiency, electrification and fleet decarbonisation*. Hämtat från <https://www.globalfueleconomy.org/media/708302/gfei-working-paper-20.pdf>
- The World Bank. (den 19 04 2021). *Urban Development*. Hämtat från <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview>
- Three Seas. (den 18 09 2018). *The Three Seas Initiatives: Priority Interconnection Projects*. Hämtat från <http://three-seas.eu/wp-content/uploads/2018/09/LIST-OF-PRIORITY-INTERCONNECTION-PROJECTS-2018.pdf>
- Tillväxtverket. (2018). *Nya trender inom export och import: Temarapport*. Hämtat från <https://tillvaxtverket.se/download/18.4c1722ab166f680c276d4bf7/1542896128897/Rapport%200261%20Nya%20trender%20inom%20export%20och%20import.pdf>
- Top500. (den 05 April 2021). *Top 500 supercomputer and sites november 2020*. Hämtat från TOP500: <https://www.top500.org/lists/top500/2020/11/>
- Trafikverket. (2018). *Trender i Transportsystemet*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2020). *Prognos för godstransporter 2040 - Trafikverkets basprognoser*. Borlänge: Trafikverket.

- Trafikverket. (2020). *Prognos för persontrafiken 2040 - Trafikverkets basprognoser 2020-06-15*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2020). *Resandeprognos för flygtrafiken 2040 - Trafikverkets basprognoser 2020-06-15*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket. (2020). *Vidmakthållande: En underlagsrapport till Inriktningsunderlag inför transportinfrastrukturplanering för perioden 2020-2033 och 2022- 2037*. Borlänge: Trafikverket.
- United Kingdom Government Office for Science. (01 2019). *A time of unprecedented change in the transport system*. Hämtat från https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/780868/future_of_mobility_final.pdf
- United Nations, D. o. (2019). *World Population Prospects 2019: Total Population - Both Sexes*. Hämtat från <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/>
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2018). *World Urbanization Prospects 2018: Proportion Urban*. Hämtat från <https://population.un.org/wup/Download/>
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2019). *World Population Prospects 2019: Deaths by Age Groups - Both Sexes*. Hämtat från <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Mortality/>
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2019). *World Population Prospects 2019: Population by Broad Age Groups - Both Sexes*. Hämtat från <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/>
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2019). *World Population Prospects 2019: Total Population - Both Sexes*. Hämtat från <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/>
- United Nations, department of social and economic affairs. (2020). *Demographic Yearbook 2019, 70th edition*. New York: United Nations.
- Victoria Transport Policy Institute. (den 05 03 2021). *Autonomous Vehicle Implementation Predictions: Implications for Transport Planning*. Hämtat från <https://www.vtpi.org/avip.pdf>
- WIPO IP Statistic Data Center. (den 06 04 2021). *Total patent grants (direct and PCT national phase entries)*. Hämtat från <https://www3.wipo.int/ipstats/ipstableval>
- World Bank Group. (2018). *Groundswell: Preparing for Internal Climate Migration*. Hämtat från <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/29461>
- WSP. (2020). *Sverige behöver renoveras: status, behov och sårbarheter i våra gemensamma tillgångar*. WSP.
- WSP/Trafikverket. (2021). *Ej publicerad rapport angående kunskapsläge om samhällsekonomiska kalkyler*.

4.1 Övriga databassökningar

Statistiska centralbyrån. Statistik från Statistiska centralbyrån har åtkommit via statistiska centralbyråns databaser online via www.scb.se

5 Appendix

5.1 Appendix A - Intervjupersoner

| Namn | Roll | Organisation |
|---------------------|---|----------------------------------|
| Näringslivet | | |
| Jacob Wallenberg | Ordförande | Investor |
| Henrik Henriksson | VD | H2 Green Steel (tidigare Scania) |
| Leif Johansson | Styrelseordförande | Astra Zeneca |
| Martin Lundstedt | VD och koncernchef | Volvo Group |
| Rickard Gustafson | VD och koncernchef | SAS (snart SKF) |
| Crister Fritzon | VD | Net Insight (tidigare SJ) |
| Pär Helgesson | Ansvarig samhällskontakter och höghastighetståg | SJ |
| Per Syrjämäki | Head of Structured Finance Sweden | SEB |
| Lars-Åke Svensk | Senior Transaction Manager | SEB |
| Jenny Larsson | VD | Hitachi ABB Power Grids |
| Philip Ajina | Grundare/CIO | Infranode |
| Thomas Andersson | Vice President | Volvo Cars |
| Freddy Sobin | VD | Kicks |
| Claes Scheibe | VD | Hector Rail |
| Caroline Ottosson | Direktör och affärsenhetschef för anläggningar och system | Swedavia |
| Mats Rönno | Affärsutvecklingschef | Skanska |
| Daniel Mohlin | Marknadschef B2C | Nobina |
| Kristina Nyquist | VD | Siemens Mobility |
| Elvir Dzanic | VD | Göteborgs hamn |
| Jenny Gustavsson | Head of Industry, Urban Transport at Division X | Telia |
| Örjan Grandin | Executive Vice President | Coop |
| Per Bondemark | VD | Maserfrakt |
| Jonas Sunryd | Senior Business Development Manager | Ellevio |
| Anders Ydstedt | Rådgivare | Scantech Strategy Advisors |

| | | |
|------------------------------|--|---------------------------|
| Torborg Chetkovich | Partner | Capman |
| Magnus Nilsson | Miljökonsult | Magnus Nilsson Produktion |
| Simon Moritz | Partner Manager | Ericsson IoT |
| Gunnar Johansson | Executive Advisor | InfraSweden 2030 |
| Camilla Byström | Programchef | InfraSweden 2030 |
| Henrik Littorin | Sustainable Aviation Consultant | HL Insight |
| Christoffer Svanberg | VD | Nodepole |
| Anders Thor | External Relations Manager | Northvolt |
| Branschorganisationer | | |
| Lars Retzer | Chef Branschutveckling | Byggföretagen |
| Johan Deremar | Senior Analyst | Byggföretagen |
| Björn Westerberg | Branschchef | Tågföretagen |
| Gustaf Engstrand | Näringspolitisk chef | Tågföretagen |
| Lina Lagerroth | Senior Policy Officer | Tågföretagen |
| Fredrik Kämpfe | Branschchef | Transportföretagen |
| Rikard Engström | VD | Svensk Sjöfart |
| Stefan Back | Chef hållbar logistic | Transportföretagen |
| Magnus Höj | Förbundsdirektör | Innovationsföretagen |
| Mathias Ternell | Handelspolitisk director | Jernkontoret |
| Emilia Käck | Director of Energy Policies and Infrastructure | Teknikföretagen |
| Jessica Alenius | Vice VD | BIL Sweden |
| Mats Ählberg | Branschansvarig Sveriges elkraftentreprenörer | Installationsföretagen |
| Cecilia Reje | Näringspolitisk expert | Lantbrukarnas Riksförbund |
| Jenny Näslund | Energy Policy Expert | Lantbrukarnas Riksförbund |
| Karolina Boholm | Transportdirektör | Skogsindustrierna |
| Henrik Ekelund | Näringspolitisk expert | Svensk Handel |
| Offentliga aktörer | | |
| Anna-Stina Nordemark | Regiondirektör | Region Norrbotten |
| Maria Nimvik Stern | Generalsekreterare | Mälardalsrådet |

| | | |
|-----------------------|---|--|
| Eilert Johansson | VP Business and Innovation Area Mobility | RISE |
| Tommy Hertzberg | Forsknings och affärsutvecklare | RISE |
| Mats Engwall | Professor in Industrial Management | KTH |
| Anna Wildt Persson | Strateg | Trafikverket |
| Björn Hasselgren | Researcher in Transport Infrastructure and Economic History | Trafikverket |
| Stefan Engdahl | Direktör Planering | Trafikverket |
| WSP:s experter | | |
| Fredrik Bergström | Affärsområdeschef | WSP Advisory |
| Ulf Larsson | Sektionschef | WSP Rail Advisory |
| Åsa Almesjö | Sektionschef | WSP Strategic Infrastructure Advisory |
| Tore Englén | Infrastrukturexpert | WSP Advisory |
| Christian Nilsson | Expert inom resandeprogno­ser | WSP Advisory |
| Stefan Uppenberg | Hållbarhetsexpert | WSP Environmental |
| Maria Brogren | Hållbarhets- och innovationsexpert | WSP Sverige |
| Claire Hicks | Programchef för Future Ready | WSP Kanada |
| Linda Flink Wredh | Programchef för Future Ready | WSP Sverige |
| Maria Pleiborn | Bostadsmarknadsexpert | WSP Advisory |
| Oliver Larsson | Avdelningschef Telecom och smarta städer | WSP Systems |
| Matts Andersson | Expert inom samhällsekonomiska kalkyler | WSP Advisory |