



ABC om godstillgänglighet – teori, mått och modeller

Rapport: 2026:7

Datum: 2026-09-01

Trafikanalys

Adress: Rosenlundsgatan 54 118 63 Stockholm

Telefon: 010 414 42 00

E-post: trafikanalys@trafa.se

Webbadress: www.trafa.se

Ansvarig utgivare: Andreas Tapani

Omslagsbild: Adobe Stock

Datum: 2026-09-01

Reviderad: 2026-09-02 – avser text i avsnitt 4.3.3

Förord

Tillgänglighet för godstransporter spelar en avgörande roll för Sveriges konkurrenskraft, regionala utveckling och försörjningsförmåga. I en tid präglad av snabb teknologisk utveckling, förändrade handelsmönster och ökande krav på hållbara och robusta transportsystem blir kunskap om hur gods rör sig genom ekonomin viktigare än någonsin.

Den här rapporten sammanfattar och analyserar de centrala mekanismer som formar gods-transporternas tillgänglighet i dag. Genom att förena klassiska och moderna teorier om lokalisering och transportekonomi med empiriska exempel, aktuella logistiktrender och avancerade modelleringsverktyg skapas en helhetsbild av hur transportsystemet fungerar – och vilka faktorer som är mest betydelsefulla för dess utveckling.

Rapporten riktar sig till beslutsfattare, analytiker och andra aktörer som arbetar med transportpolitik, regional utveckling, samhällsplanering eller logistik. Ambitionen är att bidra med ett stabilt kunskapsunderlag för framtida strategier och prioriteringar, och samtidigt visa på den komplexitet som präglar samspelet mellan infrastruktur, lokalisering, marknadstillgång och logistiksystem.

Arbetet bygger på både befintlig forskning, svenska och internationella erfarenheter samt myndighetens egna analyser. Vi hoppas att rapporten kan fungera som ett användbart stöd i det fortsatta arbetet med att utveckla ett effektivt, hållbart och konkurrenskraftigt gods-transportsystem för Sverige.

Rapporten har författats av Krister Sandberg (projektledare), Sara Berntsson och Hans Lindh ten Berg.

Stockholm i september 2026

Andreas Tapani

Tf. Generaldirektör

Innehåll

Sammanfattning	5
Summary	8
1 Introduktion.....	11
2 Lokaliseringsteorier med koppling till ekonomisk tillväxt	13
2.1 Transportkostnader upphäver lagen om ett pris	14
2.2 Transportkostnader och lokalisering av företag	17
2.3 Agglomerationsfördelar.....	19
2.4 Infrastrukturens roll för lokalisering och regional tillväxt	21
2.5 Konkurrenskraft och godstransporter	23
3 Transportkostnader.....	27
3.1 Isbergskostnader	28
3.2 Generaliserade transportkostnader	31
3.3 Transportkostnader i praktiken	36
4 Transport- och lokaliseringsmodeller	39
4.1 Inledning	40
4.2 Typologi över godstransportmodeller	41
4.3 Översikt av transport- och lokaliseringsmodeller	42
4.4 Samspel mellan transporter och samhällsutveckling	56
5 Mått på tillgänglighet för gods	67
5.1 Inledning	68
5.2 Mått på tillgänglighet för gods.....	69
5.3 Hur väljer man rätt tillgänglighetsmått?	74
6 Godstransporter och den samhällsekonomiska analysen	77
6.1 Inledning	77
6.2 Tillämpningsområden för tillgänglighetsanalyser	78
6.3 Ekonomiska effekter av en tillgänglighetsförändring.....	79
7 Slutsatser	83
8 Appendix – Infrastrukturen roll för lokalisering och regional utveckling.....	87
8.1 Agglomeration, markränta och infrastrukturens effekter	87
8.2 Ortssystem, regional konkurrenskraft och rumsliga beroenden	88
8.3 Teoretiska influenser – klassiska och moderna bidrag	89
8.4 Exempel från dagens forskningsfront - digitalisering, hållbarhet och logistikens utveckling	95
Referenser.....	101

Sammanfattning

Tillgänglighet för godstransporter utgör en grundläggande komponent i såväl näringslivets konkurrenskraft som samhällets övergripande funktion. I denna rapport behandlas gods-transporternas tillgänglighet genom en sammanhållen analys av ekonomisk teori, modern logistikforskning, transportkostnadsmodeller, empiriska exempel och modellverktyg för analys av transportflöden. Syftet är att beskriva hur gods rör sig i ekonomin, hur logistiska system utvecklas och hur tillgänglighet formas av samspelet mellan infrastruktur, geografi, teknik, kostnadsstrukturer och regionala förutsättningar.

Ett centralt tema är relationen mellan företagens lokalisering och transportkostnadernas struktur. I rapporten framgår tydligt att företag inte efterfrågar transporter i sig, utan resultatet av att varor kan förflyttas och därigenom skapa förädlingsvärde. Transporter är en kostnad som måste minimeras, och det gör att företagens val av lokalisering, logistiska upplägg och leveranskedjor blir nära integrerade med transportinfrastrukturens kvalitet, tillförlitlighet och geografiska räckvidd.

För att förstå denna dynamik återknyter rapporten till klassiska lokaliseringsteorier, från von Thünen till Krugman. Dessa ansatser beskriver hur företag väljer plats utifrån tillgången på insatsvaror, marknader och transportmöjligheter. De visar att förändringar i transportkostnader, markpriser eller regional tillgänglighet ofta får kedjeeffekter i ekonomin, där verksamheter koncentreras eller sprids beroende på hur lönsamheten påverkas. I urbana miljöer och större regioner förstärks dessa samband ytterligare av agglomerationsfördelar – såsom delade resurser, specialiserad arbetskraft och kunskapsspridning – som gör vissa platser särskilt attraktiva.

Ett andra huvudspår är de transportekonomiska modellerna som används för att beskriva kostnadsstrukturer. Två begrepp är i det sammanhanget centrala: isbergskostnader, som beskriver transportkostnader som en proportionell förlust av varans värde, och generaliserade transportkostnader, som sammanväger tid, pengar, hantering, risker och kvalitet till ett gemensamt mått. Det senare begreppet är särskilt viktigt i praktiska analyser, eftersom det gör det möjligt att inkludera även tidsberoende kostnader, servicekrav och miljöeffekter.

Rapporten visar hur dessa kostnadsmodeller kan användas för att analysera transportval och logistiska upplägg. Den generaliserade kostnaden fångar bland annat effekterna av omlastningar, terminalavgifter, väntetider, restider, fordonstyper och transportkedjornas upplägg. Detta gör modellen till ett viktigt verktyg i såväl samhällsekonomisk kalkyl som företagens logistikplanering.

En viktig utveckling under de senaste åren – som rapporten ägnar särskild uppmärksamhet – är e-handels kraftiga expansion och dess effekter på godstransporter. E-handeln har förändrat konsumtionsmönster, fördelningssystem och logistikstrukturer i grunden. Där transporterna tidigare dominerades av större volymer till butiker, distribueras nu en allt större del av varorna direkt till konsumenter via ombud, paketboxar eller hemleveranser. Detta har lett till ökad fragmentering av transportkedjor, fler och mindre sändningar, nya krav på leveransprecision och större behov av ruttoptimering och flexibel lagerhållning.

För att hantera denna utveckling har logistikfastigheter blivit en strategiskt viktig resurs. Företag hyr allt oftare logistiktytor i stället för att äga dem, och logistikfastigheter har blivit en

attraktiv investeringskategori. Stora omlastningsnav, regionala logistikparker och snabbväxande distributionscenter utvecklas i samarbete mellan kommuner, investerare och logistikföretag. Samtidigt förändras de ekonomiska incitamenten för var lagren ska placeras, då allt fler företag prioriterar snabbhet och tillförlitlighet framför enbart låga markkostnader.

Rapporten går även igenom ett stort antal modeller för att analysera och prognostisera gods-transportflöden. Dessa inkluderar:

- Nationella modeller såsom Samgods, fyrstegsmodeller och logistikmodeller baserade på ADA-strukturer.
- Internationella modeller som ITF Freight Model.
- Regionala och lokala modeller, bland annat NÄTRA, TAPAS och GORM.
- Urbana modeller, såsom FRETURB, WIVER och FTG/FTS-modellerna.
- Agentbaserade modeller, som återskapar individuella aktörers beteende och beslut i logistiska kedjor.
- Hybridmodeller som kombinerar systemnivå och detaljnivå.
- LUTI-modeller, som kopplar samman markanvändning och transport.

Rapportens genomgång visar att modellerna skiljer sig åt avseende syfte, detaljnivå, data-behov och analysområde. Nationella modeller är lämpliga för strategiska analyser av transportsystemet, medan lokala modeller kan fånga lastmile-transporter, serviceflöden och stadslogistik. Agentbaserade modeller kan beskriva dynamiska beteenden, medan LUTI-modeller är bäst lämpade för att analysera hur transport och markanvändning utvecklas tillsammans över tid.

Ett viktigt tema i rapporten är att modellerna måste förstås i sin kontext – ingen modell kan användas universellt. Modeller är förenklingar av verkligheten, och resultatens tolkning måste baseras på kunskap om vilka antaganden modellen bygger på. Detta gäller inte minst i urbana miljöer där dataläget är särskilt svagt, vilket försvårar analysen av fastighetsnära godsflöden och lätt yrkestrafik.

Slutligen behandlar rapporten samhällsekonomiska aspekter. Infrastrukturinvesteringar skapar direkta effekter i form av sänkta transportkostnader, men också indirekta effekter genom förändrad lokalisering, förändrade markvärden och ändrad konkurrenskraft i regionala ekonomier. I rapporten påpekas att dessa effekter är kontextberoende och att det därför krävs försiktighet vid tolkning av bredare samhällsekonomiska effekter som produktivitet, agglomerationsvinster och innovationskapacitet.

Tillgänglighet för gods kan inte fångas av ett enda mått. I rapporten presenteras därför ett brett spektrum av indikatorer som tillsammans belyser hur lätt företag kan nå leverantörer, mottagare, terminaler och marknader. Dessa mått speglar olika dimensioner av tillgänglighet och används inom både modellering, analys och uppföljning. De kan delas in i fem huvudkategorier:

1. **Kostnadsbaserade mått**

Dessa inkluderar främst den generaliserade transportkostnaden, där tid, pengar och hantering summeras till ett enhetligt värde. Måttet används i praktiskt taget samtliga modeller i rapporten och fungerar som grund för att jämföra rutter, trafikslag och logistikupplägg.

2. Tidsbaserade mått

Indikatorer som restid, restidsvariation och punktlighet används för att fånga transporternas tillförlitlighet och effektivitet. I urbana analyser spelar tidsmått en särskild roll då trängsel och variation kan ha större betydelse än rent monetära faktorer.

3. Gravitationsbaserade mått

Dessa bygger på relationer mellan regioner där marknadspotential, flöden och motstånd (ofta i form av tid eller kostnad) kombineras. Måtten används för att beskriva hur mycket ekonomisk aktivitet som "kan nås" från en viss plats.

4. Funktionsbaserade mått (t.ex. logsumma)

Logsumman används i modeller för att mäta den sammanlagda nyttan eller attraktionskraften av olika transportalternativ. Måttet är centralt i samhällsekonomiska analyser och förekommer ofta som proxy för konsumentöverskott inom både person- och godstransporter.

5. Specialiserade index

Hit hör bland annat:

- ERA/IRA: index för export- och importtillgänglighet för hamnar.
- DLW-mått: indikatorer kopplade till utvecklingen av logistikmark (lager, terminaler, distributionsytor).
- Spatiala tillgänglighetsmått som trip-chain-analyser och terminalpotential.

Dessa mått används för att följa specifika segment av godssystemet och kompletterar de mer generella indikatorerna.

Tillsammans utgör dessa mått en verktygslåda som gör det möjligt att analysera förändringar i tillgänglighet, jämföra regioner, utvärdera infrastrukturprojekt och förstå logistikens funktion i det större ekonomiska systemet. Valet av mått måste göras med stor omsorg, eftersom olika indikatorer beskriver olika aspekter av systemet och kan ge olika bilder av samma utveckling.

Sammanfattningsvis visar rapporten att tillgänglighet för gods är ett komplext fenomen som formas av ett stort antal samverkande faktorer: ekonomiska drivkrafter, geografiska strukturer, tekniska förändringar, logistikens organisering och modellernas analytiska förmåga. Gods-transporter är inte bara en teknisk fråga utan en grundläggande del av samhällets ekonomiska geografi, och att förstå deras dynamik är centralt för planering, policy och långsiktigt hållbar utveckling.

Summary

Accessibility for freight transport constitutes a fundamental component of both the competitiveness of the business sector and the overall functioning of society. This report examines freight accessibility through an integrated analysis of economic theory, modern logistics research, transport-cost models, empirical examples, and modelling tools used to analyse freight flows. The purpose is to describe how goods move through the economy, how logistics systems evolve, and how accessibility is shaped by the interaction between infrastructure, geography, technology, cost structures and regional conditions.

A central theme is the relationship between firms' location choices and the structure of transport costs. The report makes clear that companies do not demand transport services per se, but the outcome that transport enables—namely, the ability to move goods and thereby create value. Transport represents a cost that must be minimised, which means that firms' decisions about location, logistics design and supply-chain organisation become closely integrated with the quality, reliability and geographical reach of the transport infrastructure.

To understand this dynamic, the report revisits classical location theories, from von Thünen to Krugman. These approaches explain how firms choose locations based on access to inputs, markets and transport options. They show that changes in transport costs, land prices or regional accessibility often create chain reactions in the economy, where economic activities either concentrate or disperse depending on how profitability is affected. In urban areas and larger regions, these patterns are further strengthened by agglomeration advantages—such as shared resources, specialised labour markets and knowledge spillovers—which make certain locations particularly attractive.

A second major theme concerns the transport-economic models used to describe cost structures. Two concepts are central: iceberg transport costs, which describe transport costs as a proportional loss of the good's value, and generalised transport costs, which combine time, money, handling, risks and quality into a single measure. The latter is especially important in practical analysis, as it makes it possible to incorporate time-dependent costs, service requirements and environmental effects.

The report demonstrates how these cost-models can be used to analyse transport choices and logistical arrangements. The generalised cost captures, among other things, the effects of transshipments, terminal fees, waiting times, travel times, vehicle types and the organisation of transport chains. This makes the model an important tool both in socio-economic appraisal and in corporate logistics planning.

A significant development in recent years—highlighted specifically in the report—is the rapid expansion of e-commerce and its effects on freight transport. E-commerce has fundamentally changed consumption patterns, distribution systems and logistics structures. Where transport flows previously consisted mainly of large volumes delivered to shops, an increasing share of goods is now distributed directly to consumers via service points, parcel lockers or home deliveries. This has led to a greater fragmentation of transport chains, more and smaller consignments, new requirements for delivery precision and an increased need for route optimisation and flexible warehousing.

To manage this development, logistics real estate has become a strategically important resource. Firms increasingly rent logistics space rather than owning it, and logistics properties have become an attractive investment category. Large consolidation hubs, regional logistics parks and fast-expanding distribution centres are being developed in cooperation between municipalities, investors and logistics companies. At the same time, the economic incentives governing warehouse location are changing, as more firms prioritise speed and reliability over low land costs alone.

The report also reviews a wide range of models used to analyse and forecast freight flows. These include:

- National models such as Samgods, four-step models and logistics models based on ADA structures.
- International models such as the ITF Freight Model.
- Regional and local models, including NÄTRA, TAPAS and GORM.
- Urban models such as FRETURB, WIVER and the FTG/FTS models.
- Agent-based models that replicate the behaviour and decisions of individual actors in logistics chains.
- Hybrid models that combine system-level and detailed perspectives.
- LUTI models that integrate land use and transport.

The report shows that these models differ in purpose, level of detail, data requirements and analytical scope. National models are suitable for strategic analyses of the transport system, whereas local models can capture last-mile transport, service flows and urban logistics. Agent-based models can describe dynamic behaviour, while LUTI models are best suited for analysing how transport and land use evolve together over time.

An important theme is that models must be understood in their context—no single model can be applied universally. Models are simplifications of reality, and the interpretation of results must be grounded in knowledge of the assumptions underlying each model. This is particularly true in urban environments, where data availability is especially limited, complicating the analysis of building-level freight flows and light commercial transport.

The report also addresses socio-economic aspects. Infrastructure investments create direct effects in the form of reduced transport costs, but also indirect effects through changes in location patterns, land values and regional competitiveness. The report emphasises that such effects are context-dependent and that caution is required when interpreting broader economic impacts such as productivity gains, agglomeration benefits and innovative capacity.

Freight accessibility cannot be captured by a single measure. The report therefore presents a wide set of indicators that together clarify how easily firms can reach suppliers, receivers, terminals and markets. These indicators reflect different dimensions of accessibility and are used in modelling, analysis and monitoring. They fall into five main categories:

1. **Cost-based measures**

These primarily include the generalised transport cost, where time, money and handling are summarised into a single value. This measure is used in virtually all models in the report and serves as the basis for comparing routes, modes and logistics arrangements.

2. Time-based measures

Indicators such as travel time, travel-time variability and punctuality capture the reliability and efficiency of transport. In urban analyses, time-based measures are especially important, since congestion and variability may have a greater impact than monetary cost alone.

3. Gravity-based measures

These are built on relationships between regions, where market potential, flows and resistance (often in the form of time or cost) are combined. They are used to describe how much economic activity can be “reached” from a particular location.

4. Function-based indicators (e.g., logsum)

The logsum is used in models to measure the combined utility or attractiveness of different transport alternatives. It is central to socio-economic analysis and is often used as a proxy for consumer surplus in both passenger and freight modelling.

5. Specialised indices

These include:

- ERA/IRA: indices of export and import accessibility for ports
- DLW measures: indicators of logistics-related land development (warehouses, terminals, distribution areas)
- Spatial accessibility measures such as trip-chain analysis and terminal potential

These measures follow specific segments of the freight system and complement the more general indicators.

Together, these measures form a toolbox that makes it possible to analyse changes in accessibility, compare regions, assess infrastructure projects and understand the role of logistics within the wider economic system. Choosing the appropriate measures requires careful consideration, as different indicators describe different aspects of the system and may present different pictures of the same development.

In conclusion, the report shows that freight accessibility is a complex phenomenon shaped by a wide range of interacting factors: economic incentives, geographical structures, technological change, logistics organisation and the analytical capabilities of modelling tools. Freight transport is not merely a technical issue but a fundamental part of the economic geography of society, and understanding its dynamics is essential for planning, policymaking and long-term sustainable development.

1 Introduktion

Tillgänglighet för godstransporter är på sätt och vis detsamma som tillgänglighet för persontransporter. Det handlar om samma grundläggande byggstenar, ett objekt eller en person som ska transporteras mellan en startpunkt och en målpunkt samt ett avstånd/motstånd som ska överbryggas.

Men när det handlar om gods eller ur ett näringslivsperspektiv är tillgänglighet samtidigt mycket mer knutet till en specifik lokalisering av det producerande företaget och lokaliseringen av dess kunder och slutkonsumenter. Lokalisering och logistikupplägg spelar därmed en central roll för att minimera företagets kostnader samtidigt som leveranserna upplevs som attraktiva för kunderna. Just kostnaderna är nyckeln, det är de som ska minimeras för att företagen ska kunna maximera sin vinst. Kostnadsminimering kan ses som motsvarigheten till persontransporternas maximering av tillgänglighet. Olika typer av kostnader som vägs samman i ekonomiska termer brukar benämnas generaliserade logistik- och transportkostnader. Det är dessa som ska minimeras tillsammans med företagets övriga kostnader för insatsvaror, produktionen och försäljningen för att bidra till företagets vinstmaximering. Förenklat kan man alltså beskriva skillnaderna mellan tillgänglighet i ett person- och godstransportperspektiv som att konsumenter maximerar sin nytta och företagen minimerar sina kostnader.

Efterfrågan på godstransporter utgår från att transporter inte efterfrågas i sig själva, utan får betydelse först när de fungerar som ett medel för att öka förädlingsvärdet genom att godset når sin slutliga destination. En annan egenskap är att transportefterfrågan fluktuerar över tiden vilket reflekterar en varierad efterfrågan på insatsvaror och slutliga produkter i olika delar av transportnätverket till följd av konjunkturläget.

Sett från kostnadssidan består utbudet av transportlösningar i grunden av komponenter med en rörlig och en fast del. Den rörliga delen - lastbäraren, karaktäriseras av relativt kort livslängd och ersätts på grund av förslitning långt tidigare än fasta anläggningar i form av till exempel hamnar eller järnvägsspår. Vidare har den rörliga komponenten en alternativ användning genom möjlighet till omdirigering och är därmed förknippad med betydligt mindre sjunkna kostnader i förhållande till fast infrastruktur. Den fasta delen - infrastrukturnätet, karaktäriseras av höga investerings- och reinvesteringskostnader i jämförelse med lastbäraren samt möjlighet att utnyttja skalfördelar - eftersom ett ökat kapacitetsutnyttjande medför fallande genomsnittliga kostnader till den punkt då kapacitetstaket för infrastrukturen nås. Detta innebär att det finns en miniminivå under vilken det inte är ekonomiskt försvarbart att genomföra investeringar eller underhåll i infrastrukturnätet. Motiven för offentlig finansiering av investeringar i infrastruktur är bland annat kopplade till de stora fasta kostnaderna som ger infrastrukturen en kollektiv karaktär.¹ Det finns ibland situationer där det som är bäst för individen/företaget krockar med det som är bäst för samhället. Samtidigt räcker inte alltid dagens användares samlade vilja att betala för att bygga eller driva fungerande infrastruktursystem.

¹ Det vill säga, det finns likheter med genuint/semikollektiva varor då de är förknippade med betydande kostnader för tillskapandet och samtidigt en relativt låg marginalkostnad för ytterligare användare. Infrastruktur har även icke rivalitet i konsumtionen (i praktiken kan trängsel uppkomma om tillräckligt många användare ges tillträde samtidigt); marginalkostnadsprissättning för utnyttjande av befintlig infrastruktur leder till ett ineffektivt resursutnyttjande samt förekomsten av externa effekter. Därtill kommer svårigheten att erhålla ett tillräckligt täckningsbidrag för finansieringskostnader i infrastrukturprojekt via användaravgifter när det finns befintliga närliggande icke avgiftsbelagda substitut.

Hur säkerställer vi då att samhället maximerar den övergripande samhällsekonomiska nyttan av företagens produktion, arbetsplatser etc. i kombination med privatpersonernas önskan om god tillgänglighet till varor och sysselsättning? Vanligtvis utgår vi från en marknadslösning där utbud och efterfrågan möts för att skapa en jämvikt. Beslut bygger dock sällan på detaljerade beräkningar av alla relevanta perspektiv, vilket gör det oklart om resultatet verkligen är samhällsekonomiskt effektivt. Orsaken är att många olika parametrar behöver vägas in, samtidigt som kunskapen om hur varje parameter ska värderas ofta är bristfällig. För att nå en lösning som även är samhällsekonomiskt optimal krävs det insatser från det offentliga, exempelvis i form av detaljplaner som reglerar var olika typer av verksamheter kan lokaliseras. Andra möjliga åtgärder är sänkta hastighetsgränser eller begränsade tidsfönster för leveranser. För att förstå hur dessa parametrar hänger ihop behöver man därför ta stöd i lokaliseringsteorier och forskning om transportkostnader och transportmodellering.

Vi hoppas att rapporten ska fungera som ett användbart stöd i det fortsatta arbetet med att utveckla ett effektivt, hållbart och konkurrenskraftigt godstransportsystem för Sverige. Därför har vi valt att hålla redovisningen förhållandevis översiktlig med endast ett fåtal ekvationer eller komplicerade resonemang när vi sammanfattar de centrala mekanismer som formar godstransporternas tillgänglighet i dag. Genom att förena klassiska och moderna teorier om lokalisering och transportekonomi med empiriska exempel, aktuella logistiktrender och avancerade modelleringsverktyg försöker vi skapa en helhetsbild av hur transportsystemet fungerar – och vilka faktorer som är mest betydelsefulla för dess utveckling. Ambitionen är därmed att bidra med ett kunskapsunderlag för framtida strategier och prioriteringar, och samtidigt visa på den komplexitet som präglar samspelet mellan infrastruktur, lokalisering, marknadstillgång och logistiksystem. Arbetet bygger på både befintlig forskning, svenska och internationella erfarenheter samt myndighetens egna analyser.

I kapitel 2 redovisas centrala lokaliseringsteorier och hur transportkostnader, agglomeration och regionala faktorer påverkar företags geografiska placering. I kapitel 3 behandlas transportkostnadernas struktur, inklusive isbergskostnader och generaliserade transportkostnader. Kapitel 4 ger en översikt av modeller för godstransporter, från nationella modeller till urbana och agentbaserade ansatser. I kapitel 5 diskuteras mått och metoder för att mäta tillgänglighet, med fokus på hur olika mått fångar olika aspekter av godssystemet. I kapitel 6 diskuteras avslutningsvis hur tillgänglighet för gods inkluderas i den samhällsekonomiska analysen. Tillsammans skapar kapitlen en helhetsbild av hur tillgänglighet för gods kan förstås, analyseras och användas i planering och policy, vilket summeras i kapitel 7.

2 Lokaliseringsteorier med koppling till ekonomisk tillväxt

Kapitlet i korthet

Ekonomisk geografi och lokaliseringsteori har utvecklats genom bidrag från flera framstående forskare, var och en med sina unika perspektiv och modeller som förklarar hur ekonomiska aktiviteter fördelas i rummet. Tillsammans har de lagt grunden för vår förståelse av hur ekonomiska aktiviteter är organiserade och hur olika faktorer påverkar lokaliseringen av företag och städer. Dessa teorier har inte bara format akademisk forskning utan också påverkat den praktiska planeringen och policyutvecklingen. Detta kapitel ger en bred och systematisk genomgång av lokaliseringsteorier som förklarar hur och varför ekonomiska aktiviteter – särskilt företag och produktion – koncentreras eller sprids geografiskt. Utgångspunkten är att transportkostnader, marknadstillgänglighet och agglomerationsfördelar utgör centrala mekanismer bakom företags lokalisering och regionalekonomisk utveckling.

Transportkostnader både skapar och begränsar marknader. Eftersom transport kostar tid och pengar upphävs "lagen om ett pris", vilket innebär att samma vara får olika pris beroende på avstånd och friktion. Detta illustreras genom Samuelsons (1952) modell och gravitationsmodellen, vilka tillsammans visar hur flöden uppstår som funktion av skillnader i utbud, efterfrågan och transportkostnader. Lägre transportkostnader ökar marknadstillgängligheten men kan samtidigt både stärka och försvaga regioner beroende på deras produktionsfördelar. Transportkostnader påverkar därför direkt regional specialisering och konkurrensmönster.

Med hjälp av klassiska lokaliseringsteoretiska verk visas sedan att lokalisering sammantaget är ett resultat av balansgången mellan transportkostnader, markpriser och konkurrensförhållanden.

- von Thünen (1826) visade hur avstånd och transportkostnader strukturerar markanvändning i zoner kring en marknad.
- Weber (1929) analyserade industriell lokalisering som en kostnadsminimering mellan insatsvaror och marknader.
- Moses (1958) visade hur substitution mellan insatsfaktorer förändrar lokaliseringsutfall och ger mer realistiska förklaringar än Webers modell.
- Hotelling (1929) beskrev rumslig konkurrens där företag dras mot varandra på grund av kundernas transportkostnader.
- Alonso (1960, 1964) utvecklade urban markräteteori som visar hur markvärden och tillgänglighet påverkar lokalisering i städer.

En central del av kapitlet handlar om agglomerationsfördelar, dvs. vinster av närhet. Agglomerationer kan vara branschspecifika eller urbana. De ökar produktivitet och konkurrenskraft och är en av de starkaste drivkrafterna bakom regional tillväxt.

Infrastrukturinvesteringar kan såväl stärka en nodfunktion och attrahera verksamhet, eller sprida ut verksamheter genom förbättrad räckvidd och minskad trängsel. Investeringar förändrar markvärden och påverkar tillgångars geografiska fördelning, vilket gör att infrastrukturen både skapar och omfördelar ekonomisk aktivitet. Detta knyts till centralortsteori och hierarkiska stadssystem.

Kapitlet ger även en omfattande genomgång av modern forskning inom:

- ny ekonomisk geografi,
- klusterteori,
- regional tillväxt och innovation,
- GIS och spatial analys,
- grön logistik, intermodalitet och smarta städer.

Dessa kompletterar de klassiska teorierna och visar hur teknisk utveckling, globalisering och digitalisering omformar förutsättningarna för lokalisering och handel. Lokalisering av ekonomiska aktiviteter inte är slumpmässig, utan styrs av samspelet mellan:

- transportkostnader,
- tillgång till marknader,
- agglomerationsfördelar,
- regionala tillgångar och
- infrastrukturens utformning.

Lokalisering är dessutom dynamisk: teknologisk utveckling, förändrade transportkostnader och politik kan alla flytta eller koncentrera verksamheter över tid. För att förstå godstransporter måste man därför förstå hur ekonomiska aktiviteter organiseras geografiskt – och vice versa.

2.1 Transportkostnader upphäver lagen om ett pris

Verksamheter behöver utrymme, och det kräver stora resurser att bygga upp både byggnader och infrastruktur. Dessa strukturer är sedan dyra och svåra att flytta, vilket gör att den fysiska miljön förändras långsamt och att det oftast är mer kostnadseffektivt att behålla det som redan finns. Därför sker förändringar i bebyggelsestrukturen framför allt när en ny användning ger betydligt större fördelar än den nuvarande.

När verksamheter sprids över större ytor skapas också längre avstånd som i sin tur påverkar transporter och restider. Dessa avstånd kan bidra till att olika administrativa indelningar växer fram – inte nödvändigtvis som en direkt följd, men som en praktisk anpassning till hur människor och gods rör sig och vilka områden som får gemensamma funktioner. Sådana indelningar kan i sin tur etablera juridiska eller mentala gränser, vilket riskerar att förstärka separeringen mellan verksamheter och därmed öka den strukturella trögheten i samhälls-ekonomin.

Eftersom resurser alltid är begränsade i förhållande till hur mycket de efterfrågas, skapas starka drivkrafter att placera verksamheter nära varandra för att hushålla med dessa resurser. Närhet – och därmed möjligheten till kontakt, samverkan och utbyte – blir en konkurrensfördel och ett viktigt skäl att välja lokalisering med omsorg. När många verksamheter vill etablera sig

på samma attraktiva plats uppstår en hård konkurrens om marken. Den som äger marken får då en särskild maktposition – eftersom marken inte kan flyttas och det bara finns ett begränsat utbud. Detta "ytmonopol" gör att markägaren kan ta ut en extra betalning för läget, alltså en markränta.

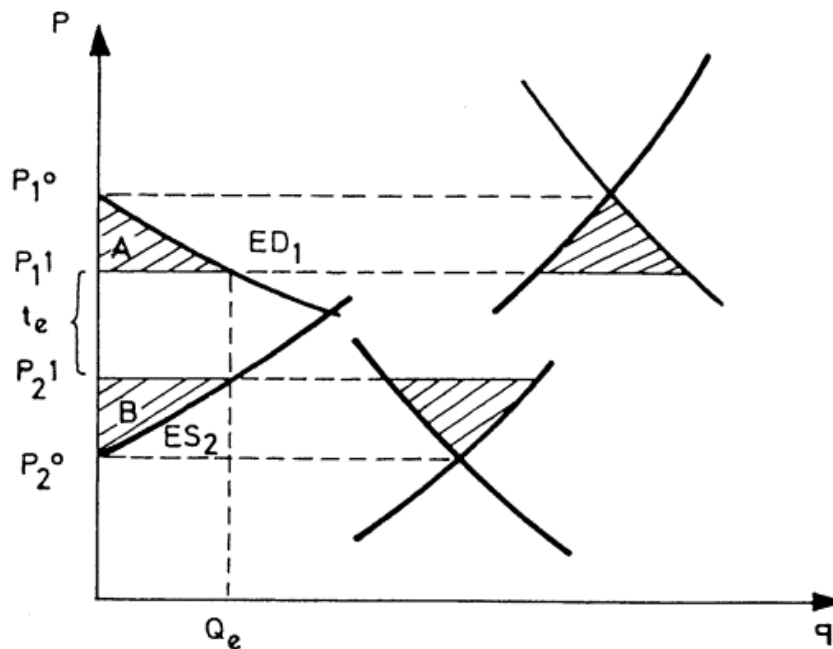
Möjligheten till specialisering via förbättrade möjligheter att nå människor, marknadsplatser, naturresurser eller andra tillgångar har genom historien visat sig vara en källa till välstånd. Av dessa anledningar har förhållandet mellan investeringar i kommunikationer, nivån på olika handelsbarriärer och resurstillväxten i olika regioner av naturliga skäl och under lång tid varit en central problemställning i politisk debatt och ekonomisk analys.²

Avstånd, olika typer av barriärer, platsbundenhet samt äganderätter och lagstiftning begränsar möjligheten för tillgångar att röra sig fritt. Förmågan att överbrygga avstånd påverkas dessutom av skillnader i kommunikationsmöjligheter, tillgång till information och tillgängliga resurser. På grund av dessa trögheter är alla tillgångar, under olika tidshorisonter, mer eller mindre bundna till en viss plats. Vissa tillgångar saknar ägare, medan andra ägs av individer eller privata och offentliga organisationer.³ De värden som skapas genom verksamheter tillfaller i regel ägaren, men om äganderätten är otydlig kan värden även tillfalla andra. Infrastrukturstyrningar förändrar den territoriella tillgängligheten och kan därför påverka beslut om att flytta tillgångar. Detta leder i sin tur till förändringar i markvärden och markräntor (Miron 2010).

I varje given tidpunkt bestäms rummets friktion – det vill säga motståndet mot förflyttning – av den infrastruktur som finns, det tillgängliga transportutbudet, juridiska hinder samt rådande kunskap och normer. Tillsammans formar dessa faktorer en generaliserad transportkostnad (se vidare i kapitel 3). Infrastrukturstyrningar syftar i grunden till att minska denna friktion och därmed förbättra möjligheterna att flytta tillgångar, information, varor och tjänster. Målet är att öka de framtida konsumtionsmöjligheterna. Efterfrågan på transporter kan därför ses som ett resultat av skillnader mellan utbud och efterfrågan på olika platser, vilka hålls isär av en transportkostnad. Paul Samuelson (1952) klassiska diagram – i förenklad form – över jämvikt mellan två rumsligt separerade marknader för en vara illustrerar detta samband (Figur 2.1).

² Klassiska bidrag finns exempelvis i verk av Smith (1776), Ricardo (1817) och von Thünen (1826).

³ Tillgångarna kan exempelvis vara: Befolkning, Byggnader, Maskiner, Infrastruktur, Human kapital, Kulturellt och socialt kapital, Finansiellt kapital samt Naturkapital.



Figur 2.1. Jämviktspriser, utbud och efterfrågan för en vara på två marknader separerade av en transportkostnad t_e . P_1^0 = Ursprungligt pris i region 1, P_2^0 = ursprungligt pris i region 2 som skapar jämvikt mellan utbud och efterfrågan i respektive region. När transportkostnaden, t_e , blir tillräckligt låg mellan region 1 och 2 skapas en ny jämvikt där efterfrågan i region 1 (ED_1) motsvaras av utbud från region 2 (ES_2), dvs. mängden Q_e som exporteras till region 1, till de nya priserna i region 1 (P_1) och region 2 (P_2). De skuggade ytorna motsvarar exporten från region 2 till region 1.

Källa: Jara-Diaz (1986)

Mängden Q_e av en vara exporteras från region 2 med effektivare produktionsteknik eller lägre insatspriser än importregionen 1. Efterfrågan är däremot större i region 1 än i region 2. Därmed uppstår det utbudsöverskott i region 2 som exporteras till region 1. I jämvikt efter handel kommer skillnaden mellan priserna P_1 och P_2 på de två marknaderna exakt att motsvaras av transportkostnaden t_e mellan marknaderna. Priset stiger sammantaget i region 2 och faller i region 1. Modellen kan byggas ut med fler marknader för varor och produktionsfaktorer till en rumsrig allmän jämvikt (se vidare om allmänna jämviktsmodeller i kapitel 4).

Viktigt att notera här är att den generaliserade transportkostnaden mellan producent- och konsumtionsregionerna alltså upphäver "lagen om ett pris"^{4, 5}. Eftersom region 2 redan är billigare på att producera varan leder en lägre transportkostnad till följd av en investering till

⁴ Samuelson menade att transportkostnader gör att den så kallade "lagen om ett pris" inte längre håller exakt, eftersom transportkostnaderna skapar en priskil mellan olika geografiska marknader. Enligt lagen om ett pris ska identiska varor ha samma pris överallt om handel är fri och transporten kostnadsfri, men så snart transportkostnader uppstår kan priset i en region vara högre än i en annan utan arbitrage (riskfri vinst genom att utnyttja prisskillnader mellan två platser). Om priset i region 1 är högre än i region 2, men skillnaden inte överstiger transportkostnaden, finns det ingen vinst med att köpa i region 2 och sälja i region 1. Resultatet är att priset inte behöver vara identiskt, utan får variera inom ett intervall som motsvarar transportkostnaden. På så sätt skapas en buffertzon där prisvariationer är förenliga med marknadsjämvikt, och lagen om ett pris blir ett intervall snarare än en exakt punkt.

⁵ Redan före Samuelson hade Cournot (1838) pekat på att transportkostnader upphäver lagen om ett pris medan Hotelling (1929) betonade att transportkostnader skapar lokala rumsriga monopol. Både Samuelson och Hotelling visar att företagens val av lokalisering inte alltid är samhällsekonomiskt optimalt, t.ex. när konsumenternas transportkostnader tas i beaktande. Samtidigt är det uppenbart att sänkta transportkostnader från en närliggande region även kan öka konkurrensen och begränsa ett företags monopolstyrka i en annan region. Sänkta transportkostnader kan därmed öka utbudet när företaget inför det potentiella hotet från en ny konkurrent tvingas överge sin monopolprissättning och närma sig en konkurrensprissättning. Därigenom kan ekonomiska värden skapas, men även överföras från företaget till konsumenterna, i en region utan att några transporter uppstår. Om företagets ägare inte är lokaliserade i regionen eller inte investerar avkastningen på samma sätt som konsumenterna i regionen, påverkas även den regionala fördelningen av tillgångar.

ökad lönsamhet att exportera till region 1, större marknadstillgång och ökad produktion. Region 1 är dyrare att producera i, så när transportkostnaden sjunker blir det för denna region ännu billigare att importera och mindre lönsamt att producera lokalt. Det innebär att produktion minskar i region 1. Specialiseringen i branschen ökar.

Prisskillnader är alltså en förklaring till att transporter uppstår mellan regionala marknader. Storleken på de totala flödena mellan region, städer (eller stadsdelar) över flera marknader förklaras i sin tur som framgår av Samuelsons modell av skillnaderna mellan utbud och efterfrågan på regionernas marknader. Med gravitationsmodellen⁶ som utgångspunkt kan vi också säga något om hur stora flödena mellan olika marknader blir. Modellens uppbyggnad innebär att flödena tenderar att vara större mellan marknader med hög marknadspotential än mellan marknader med mer begränsad potential. På samma sätt kan vi förvänta oss större flöden mellan marknader som ligger nära varandra än mellan marknader med samma potential men som är geografiskt mer åtskilda.

I en dynamisk ansats kan vi dessutom anta att företag, hushåll och andra aktörer successivt anpassar sina tillgångar och sin lokalisering när tillgängligheten förändras. De väljer då ofta att etablera sig i regioner som blivit mer attraktiva, vilket i sin tur förändrar de regionala potentialerna. Följden blir att även flödena omformas över tid som en reaktion på dessa förändringar. En bra modell bör därför inte enbart kunna beräkna flöden utifrån redan lokaliserade tillgångar, som i traditionella jämvikts- eller gravitationsmodeller. Den bör också kunna förklara hur tillgångar i en nod utvecklas eller flyttas när tillgängligheten förändras i relation till andra noder. Det innebär att en träffsäker analys av hur infrastrukturinvesteringar påverkar transportflöden måste bygga på en förståelse av hur tillgänglighet styr lokaliseringen av tillgångar. Transportflödesanalys kräver därmed god insikt i lokaliseringsteori och lokaliseringsmodeller.

2.2 Transportkostnader och lokalisering av företag

Lokaliseringsteorin behandlar frågor om var tillgångar lokaliseras, hur de flyttas vid förändrad tillgänglighet och nya konkurrensvillkor, dvs. när de flyttas och när de inte flyttas mellan regioner. Lokaliseringsteorin utvecklades av bland andra von Thünen (1826) som ställde frågan om vad som ska produceras i en viss lokalisering givet bland annat olika transportkostnader, medan andra efterföljare som Weber⁸, Moses⁵ och Hotelling¹² frågade sig var en verksamhet ska lokalisera sig givet marknadssituationen och transportkostnader. Von Thüners och Webers problem är i princip likartade eftersom de antar att företagen inte kan substituera mellan olika typer av tillgångar i produktionsprocessen, åtgången av produktionsfaktorer per producerad vara är därmed given av en vald produktionsteknik. Moses modell tillåter däremot substitution mellan tillgångar, vilket innebär att förändrade kostnadsförutsättningar kan påverka lokaliseringen på ett helt annat sätt än i de tidigare modellerna.

Johann Heinrich von Thünen (1826) utgör en av de tidigaste och mest betydelsefulla bidragen inom ekonomisk geografi och lokaliseringsteori. Genom sin systematiska analys visade han hur avstånd och transportkostnader styr var jordbruksproduktion lokaliseras i förhållande till marknaden. Hans modell beskriver hur jordbruksaktiviteter organiseras runt en central

⁶ Jan Tinbergen var en framstående nederländsk ekonom som gjorde betydande bidrag till lokaliseringsteori och ekonomisk politik. Bland annat utvecklade han gravitationsmodellen inom internationell handel som förklarar handelsflöden baserat på ekonomisk "massa" och avstånd. Modellen har blivit ett grundläggande verktyg inom internationell ekonomi (Capoani 2023).

marknad, med olika zoner (koncentriska ringar) för olika typer av grödor beroende på transportkostnader och markvärden. Varje ring representerar en specifik typ av gröda, där intensiteten minskar med ökat avstånd från marknaden på grund av ökade transportkostnader. Modellen visar alltså att transportkostnader har en central betydelse för hur mark används och hur ekonomiska aktiviteter fördelas geografiskt. Von Thürens arbete har därmed lagt grunden för modern forskning om transport och lokalisering, och hans insikter fortsätter att vara relevanta när vi utvecklar nya metoder och teknologier för mer hållbara och effektiva godstransportsystem.⁷

Weber (1929) vidareutvecklade dessa idéer genom att fokusera på industriell lokalisering.⁸ I Webers modell väljer företaget en lokalisering mellan två givna tillgångar, i form av två insatsvaror för produktionen, och en slutmarknad för företagets produkt. I detta fall är således valet av produktionsteknik, vilket bestämmer nyttjandet av insatsfaktorer, redan gjort och dessutom gjort oberoende av den valda lokaliseringen. Företaget söker därefter den lokalisering som minimerar produktionskostnaden vid ett givet pris för varan på marknaden. Lokaliseringen bestäms så att vinsten efter transportkostnader och kostnader för nyttjande av tillgångar blir maximalt, dvs. där de absoluta kostnadsfördelarna är som störst. Företaget i Webers modell försöker därför att lokalisera sig så nära den insats vars totala kostnad (kostnaden för tillgången samt transportkostnaden) är högst i förhållande till transportkostnaden till marknaden för att därigenom minimera de totala kostnaderna. Om priset på insatsvaran (tillgången) eller transportkostnaden därefter sänks kan det motivera en förflyttning av företaget.

Det intressantaste resultatet i Webers modell är att om transportkostnaden för insatsvaran sjunker så innebär det att dess betydelse i företagets totala kostnader minskar varför företaget tenderar att flytta bort från den initiala lokaliseringen som låg nära den tidigare dyra insatsvaran och närmare den insats som nu blivit relativt sett dyrare. Policyslutsatsen blir således att om en infrastrukturinvestering genomförs i en Webermodell för att skapa tillväxt i den region där transportkostnaderna var höga så innebär det att produktionskapaciteten i stället minskar i regionen!

I Moses modell⁹ tillåts företaget att substituera bort från insatsfaktorer som blir dyrare. Till skillnad från i Webers modell innebär det att valet av produktionsteknik också samtidigt kan vara ett val av lokalisering. I Moses modell kan företaget först besluta om en lokalisering och sedan välja den teknik som är bäst för den lokaliseringen. En infrastrukturinvestering som leder till sänkta transportkostnader i en region leder i detta fall till att kostnaden för tillgången sjunker varför företaget nu ökar dess andel av produktionen och därför tenderar att flytta närmare den region vars kostnader sänkts. Därmed ökar först företagets inköp av den insats som produceras i regionen, därefter vinner även regionen fördelen av det faktum att företaget lokaliserar sin verksamhet närmare regionen, investerar i denna och ökar därmed mängden tillgångar i regionen.

⁷ Se exempelvis Capello (2014), Schliephake (2018), Kocatepe, Ozkul m fl. (2020), Capello (2021).

⁸ Alfred Weber utvecklade en teori om industrilokalisering som fokuserar på att minimera kostnader, särskilt transportkostnader. Hans teori identifierade tre huvudfaktorer som påverkar lokaliseringen av industrier: transportkostnader, arbetskraftskostnader och agglomerationsfördelar (se mer om dessa i avsnitt 2.4). Weber menade med andra ord att industrier lokaliseras där transportkostnaderna är som lägst, baserat på vikt och distans, givet kostnader för arbetskraft samt att närhet till andra företag kan leda till kostnadsbesparingar genom delade resurser (Weber 1929, Capello 2014, 2021, Ahn och Juraev 2023, Urban Utveckling 2025).

⁹ Leon N. Moses (1958) fokuserar på möjligheten till substitution mellan insatsfaktorer, vilket innebär att företag kan byta ut en produktionsfaktor mot en annan beroende på kostnader och tillgång. Detta ger företag flexibilitet att optimera sina kostnader och anpassa sig till förändringar i marknaden. Weber antog däremot att insatsfaktorer är fasta och inte kan substitueras. Hans teori om industrilokalisering fokuserar på att minimera transportkostnader och arbetskraftskostnader utan att ta hänsyn till möjligheten att byta ut produktionsfaktorer.

I extremfallet kan i Moses modell företaget helt substituera mellan enskilda insatsvaror och kan därmed slumpmässigt välja en lokalisering. Webers modell bildar i stället det andra extremfallet inom ramen för Moses modell, fallet där inga substitutionsmöjligheter föreligger. Policyslutsatsen om effekterna av en infrastrukturinvestering blir således helt beroende av hur väl företagen kan anpassa sin produktionsteknik till förändrade kostnader för tillgångar och deras transport till företaget. Kostnaden för insatserna reflekterar i sin tur vilken grad av knapphet som råder på tillgångarna i olika lokaliseringar.

Sammanfattningsvis illustrerar Weber och Moses lokaliseringsmodeller att produktions-tekniska beslut inte kan skiljas från beslut om lokalisering och omvänt. Åtgärder som påverkar transportkostnader för olika tillgångar och till marknader för slutprodukter kommer således alltid att påverka verksamheters val av lokalisering, val av produktionsteknik och nyttjande av tillgångar.

Även transportkostnadsfunktionens form påverkar valet av lokalisering (se mer om transport-kostnader i kapitel 3). Exempelvis tenderar terminalkostnader eller en lokalisering för åtkomst till en insatsvara att dra till sig andra företag som lokaliserar sig nära dessa då samordnings-vinster ger en lägre totalkostnad för transporten.¹⁰ Det ger en av förklaringarna till varför företag och människor ofta väljer att samlokalisera sina verksamheter och inte sprider ut sig jämnt över en geografisk yta. Finns det dessutom stordriftsfördelar i regionen som inte är fullt utnyttjade och inte begränsas av omfattande trängsel innebär det att mångfalden ökar och kostnaden för existerande verksamheter i regionen kan minska. Ett annat ord för sådana stordriftsfördelar av samlokalisering är olika typer av agglomerationsfördelar.

2.3 Agglomerationsfördelar

Hittills har vi främst behandlat olika företags och hushålls lokaliseringsval som om de vore oberoende av varandra. Genom exemplen från Weber och Moses ser vi nu att ett företags lokalisering kan påverka andra företags kostnader och därmed deras val av etableringsplats. Företagskoncentration och branschstruktur på en viss plats kan alltså bidra till att sänka kostnaderna för andra aktörer.

Utöver detta behöver vi också beakta de resurser som krävs för att övervinna avstånd. Det innebär att varhelst människor och verksamheter har anledning att specialisera sig och utbyta tjänster uppstår en fördel av närhet. Inom lokaliseringsteorin brukar man skilja mellan *interna stordriftsfördelar*, som uppstår inom ett enskilt företag, och *agglomerationseffekter*¹¹, som uppkommer när flera företag samlas på samma plats och skapar positiva externaliteter för varandra det vill säga stordriftsfördelar av att samla verksamheter på samma plats – det vill säga stordriftsfördelar av att samla verksamheter på samma plats förstärker drivkrafterna för

¹⁰ McCann (1993) utvidgar den traditionella Weber–Moses-teorin genom att inkludera lagerhållningskostnader vid sidan av transportkostnader och hävdar att totala logistikkostnader – inte bara transport – avgör företags optimala lokalisering. Produkter med högre förädlingsvärde, som kräver snabbare och mer frekventa leveranser, drar produktionen närmare marknaderna.

¹¹ Konceptet om agglomerationsfördelar har sitt ursprung i Marshall (1890) som argumenterade för att företag som är geografiskt koncentrerade kan dra nytta av flera fördelar, såsom delning av kunskap, specialiserad arbetskraft och närhet till leverantörer och kunder. Konceptet har därefter utvecklats, av främst Arrow (1962), Jacobs (1969, 1984), Romer (1986). Se även Glaeser, Kallal m fl. (1992), van der Panne (2004), Galliano, Magrini m fl. (2015), Nielsen, Geiser Asmussen m fl. (2021) för en diskussion om hur de skiljer sig åt. Dessa faktorer är fortfarande centrala i modern ekonomisk geografi och lokaliseringsteori och har haft stor påverkan på senare forskning inom regional utveckling (Johansson 2006).

samllokalisering ytterligare. Dessa agglomerationseffekter delas traditionellt in i tre huvudkategorier:

1. Delade insatsfaktorer och gemensam infrastruktur (Sharing). När företag lokaliserar sig nära varandra kan de dela på resurser som utbildad arbetskraft, specialiserade leverantörer, gemensamma tjänster och infrastruktur. Det reducerar kostnaderna för varje enskilt företag och ökar effektiviteten. Exempel kan vara gemensamma transporter, affärsnätverk eller branschspecifika tjänster som enklare kan upprätthållas i en koncentrerad miljö.
2. Arbetsmarknadens specialisering och matchning (Matching). En större koncentration av företag inom samma eller närliggande branscher skapar en djupare och mer specialiserad arbetsmarknad. Det ger både företag och arbetstagare bättre möjligheter till matchning – företag får lättare tag på rätt kompetens, och arbetstagare får fler potentiella arbetsgivare. Detta minskar risker och kostnader för båda parter.
3. Kunskapsspridning och innovation (Learning). När företag och personer arbetar nära varandra ökar flödet av information, idéer och erfarenheter. Det kan ske formellt, exempelvis via samarbeten och nätverk, eller informellt genom dagliga kontakter och täta sociala interaktioner. Denna kunskapsspridning kan leda till innovationer, förbättrade arbetsprocesser och högre produktivitet.

Agglomerationseffekter uppstår alltså när samllokalisering gör det möjligt för företag att dela resurser, förbättra matchningen på arbetsmarknaden och dra nytta av kunskapsspridning - vilket tillsammans skapar lägre kostnader och högre produktivitet än vad företagen skulle uppnå var för sig.

Företagsinterna stordriftsfördelar uppstår när fasta kostnader gör att den genomsnittliga kostnaden per producerad enhet sjunker i takt med att produktionen ökar, fram till nära full kapacitet. Det kan också innebära att en större anläggning med viss kapacitet är billigare att bygga och driva än två mindre anläggningar med sammanlagt samma kapacitet. Lokaliseringen av sådana verksamheter styrs ofta av tillgången till viktiga resurser, exempelvis råvaror, insatsvaror eller arbetskraft, men de tenderar också att etableras vid logistiskt strategiska punkter där varor och material omlastas. Typiska exempel är anriktningsverk i gruvområden, pappersbruk och aluminiumsmältverk, men även köpcentrum, handelsplatser och universitet uppvisar liknande lokaliseringsmönster.

Branschspecifika fördelar uppstår när företag inom samma bransch väljer att etablera sig nära varandra. En sådan samllokalisering kan ge tillgång till en specialiserad arbetskraftspool, öka synligheten gentemot kunder samt främja kunskapsutbyte mellan företag. Restauranger, textilindustrier och teknikföretag är typiska exempel på branscher som ofta uppvisar denna typ av lokaliseringsmönster.

Samlokalisering kan dessutom drivas av andra faktorer än rena kostnadsfördelar. Hotelling¹² visade i sin klassiska analys att företag som erbjuder likartade produkter ofta verkar inom rumsliga monopol, där både det egna företaget och konkurrenterna begränsas av transportmöjligheter. Eftersom transaktionskostnader existerar upphävs "lagen om ett pris" som den formuleras i modeller med fullständig konkurrens; kunder väljer inte nödvändigtvis alltid det billigaste alternativet, utan det som totalt sett innebär lägst kostnad inklusive transport.

¹² Harold Hotelling (1929) bidrog med sin teori om rumslig konkurrens, känd som Hotellings lag. I sin modell analyserade han hur företag placerar sig i förhållande till varandra och sina kunder längs en linjär marknad. Hotelling visade att företag tenderar att lokalisera sig nära varandra för att maximera sin marknadsandel, vilket leder till en koncentration av företag i mitten av marknaden. Denna teori har haft stor betydelse för förståelsen av konkurrensdynamik och marknadsstruktur.

Hotelling observerade också att minskade transportkostnader inte nödvändigtvis gör att ett företag tar över hela marknaden. I stället leder de främst till att kunder i gränsområdet mellan två företag byter leverantör. Effekten beror på prisnivåer och vilken typ av vara som erbjuds.

Ur ett samhällsekoniskt perspektiv vore det optimalt om företagen spreds ut geografiskt, så att så många kunder som möjligt fick nära till en leverantör. Ett sådant mönster kan exempelvis ses bland vårdcentraler, som ofta lokaliseras för att täcka ett större geografiskt område. I en konkurrenssituation uppstår dock ofta motsatsen: företag dras närmare varandra. För homogena varor gäller att kunder utanför konkurrenszonen alltid väljer den närmaste producenten - en säker marknad för företaget - vilket skapar incitament att lokalisera sig nära konkurrenten. Därmed leder även Hotellings modell, enbart på grund av existerande transportkostnader, till förtätningar av företag inom samma bransch.

Urbaniseringsfördelar uppstår när företag från *skilda branscher* etablerar sig nära varandra. Den mångfald av verksamheter som då uppstår är en av de klassiska drivkrafterna bakom stadsbildning: tätheten möjliggör att specialiserade företag kan bistå ett stort antal andra verksamheter inom samma geografiska område. Samtidigt gynnas arbetskraften av ett brett utbud av jobb över flera branscher, liksom av närheten till ett större utbud av bostäder, fritidsaktiviteter och varor. Tillsammans skapar detta ett dynamiskt och flexibelt ekosystem där både företag och individer kan utvecklas och snabbt anpassa sig till förändrade förutsättningar.

Nätverksfördelar uppstår när kommunikations- och transportsystemens noder och länkar utnyttjas av många olika typer av flöden – information, passagerare och gods – som delar samma infrastruktur på väg mot olika destinationer. När sådana länkar är jämnt och högt belastade under större delen av dygnet sjunker kostnaden per enskilt flöde, eftersom kapaciteten utnyttjas effektivt. Däremot blir kostnaden högre på länkar där trafikvolymerna varierar kraftigt över dygnet, eftersom kapaciteten då står outnyttjad under vissa perioder och överbelastad under andra.

2.4 Infrastrukturens roll för lokalisering och regional tillväxt

Forskningsfronten inom lokaliseringsteorin är dynamisk och mångfacetterad, med fokus på att förstå och optimera de komplexa faktorer som påverkar var företag väljer att etablera sig. Studierna visar också att tillgänglighet till transportinfrastruktur är avgörande för logistikföretags lokalisering och att innovationer och hållbarhetsmål spelar en viktig roll i utvecklingen av effektiva godstransportsystem.

Genom att förstå och optimera tillgänglighet och lokalisering kan företag förbättra sina logistikprocesser, minska kostnader och öka sin konkurrenskraft på marknaden. En fördjupning av den därefter följande teoribildningens utveckling ges i appendix (Kapitel 8) vars slutsatser kortfattat sammanfattas här.

Det finns några viktiga slutsatser att dra från denna forskning. Lokalisering påverkas av en kombination av kostnader, marknadstillgång, agglomerationseffekter och regionala tillgångar. Lokalisering är inte statisk utan förändras över tid med teknologiska framsteg, förändringar i transportinfrastruktur och ekonomiska policyer. Varje region har unika förutsättningar som påverkar hur företag och ekonomiska aktiviteter lokaliseras. Genom att integrera dessa olika perspektiv och forskningsresultat får vi en mer holistisk förståelse av hur och varför ekonomi-

ska aktiviteter är geografiskt fördelade, vilket är avgörande för att utforma effektiva regionala utvecklingsstrategier.

I och med att tillgångar växer och omlokaliseras som en konsekvens av förändrad tillgänglighet ges även, kanske med ny teknik, möjligheter att ytterligare förbättra tillgängligheten på länkar eller att stärka de nodspecifika tillgångarna i ett nätverk, en region eller ett stads-system. Det har hittills resulterat i efterfrågan på nya eller förändrade flöden. En samvariation uppstår mellan mått på tillgångar, bruttoregionprodukt (BRP), transportflöden och utgifter för infrastruktur.

Handel vidgar mängden tillgängliga tillgångar och medger specialisering. Därifrån är det knappast möjligt att driva i bevis att en viss andel av BRP ska avsättas för investeringar i infrastruktur för att den framtida tillväxten ska bli maximal. Men med hög sannolikhet är ökade möjligheter till rumslig interaktion även i framtiden en viktig beståndsdel i en politik för resurstillväxt och global välfärd. Däremot ger givetvis tillväxt även ökade möjligheter att nyttja en större mängd resurser för infrastrukturinvesteringar.

Det är inte heller så att kausaliteten är enkelriktad i den meningen att alla infrastrukturinvesteringar ger tillväxt.¹³ Det är däremot knappast heller så att en växande ekonomi klarar sig utan infrastrukturinvesteringar. Förbättringar i infrastrukturen kan bidra till regional tillväxt, men det är viktigt att dessa investeringar är välplanerade och anpassade till regionens specifika behov och förutsättningar. Frågan gäller ytterst vilken mix mellan investeringar i systemets noder och dess länkar som är bäst? Här finns idag knappast något generellt svar, trots att forskning om regional produktivitet och infrastrukturinvesteringar bedrivits.

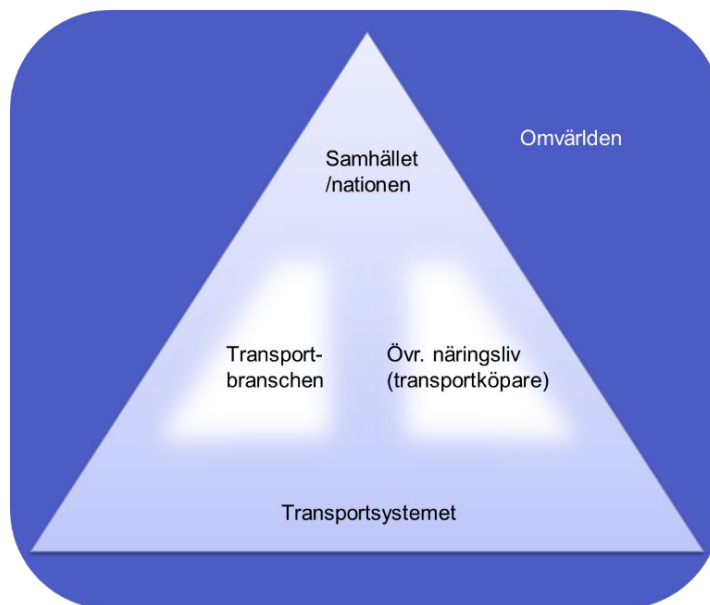
Sammanfattningsvis kan vi konstatera att varje infrastrukturinvestering skapar två direkta effekter i samhället. För det första påverkas existerande transportköparens och operatörers generaliserade transportkostnad. För det andra sker en omvärdering av tillgångar, mellan regioner och inom regioner. En lokalisering är i sig själv absolut, men också relativ i så måtto att lokaliseringen i förhållande till andra platser ändras av åtgärder. Därför spelar det roll vad och var åtgärderna sker vilket påverkar platsers relativa tillgänglighet – vilket leder till för-

¹³ Förbättringar i infrastrukturen kan ofta leda till regional tillväxt, men det är inte alltid garanterat. Förbättrad infrastruktur, såsom vägar, järnvägar och flygplatser, kan öka tillgängligheten till marknader, arbetskraft och resurser. Detta kan leda till ökad ekonomisk aktivitet och investeringar i regionen. Byggandet och underhållet av infrastrukturprojekt skapar arbetstillfällen, både direkt inom byggsektorn och indirekt genom ökad ekonomisk aktivitet. Effektivare transport- och kommunikationssystem kan minska kostnader och restider, vilket ökar produktiviteten för företag och arbetstagare. Å andra sidan - effekterna av infrastrukturinvesteringar kan variera beroende på regionens befintliga ekonomiska och geografiska förutsättningar. I vissa fall kan investeringar i infrastruktur inte vara tillräckliga för att övervinna andra hinder för tillväxt, såsom brist på kvalificerad arbetskraft eller marknadsbegränsningar (Tillväxtverket 2025). Infrastruktur är med andra ord en viktig hörnsten för regional utveckling, men att effekterna varierar beroende på regionens specifika förutsättningar och hur väl projekten är integrerade med andra utvecklingsinsatser. Se vidare effekter av investeringar i kapitel 5. Kanske har det också att göra med vilka andra regioner man är uppkopplad med. I Hernández-Rodriguez, Boschma m fl. (2025) fördjupas vår förståelse av hur EU-regioner utvecklas i den fragmenterade geografin som präglar globala värdekedjor (GVC:s). Det mest nyskapande är att studien går bortom den traditionella betoningen på lokala kapaciteter och i stället undersöker de kompletterande interregionala länkar som tyst formar regioners utvecklingsbanor – både uppgradering och nedgradering. Resultaten tyder på att regioner inte gynnas inte av vilka kopplingar som helst. De utvecklas när de länkas till regioner som kompletterar deras egna kapaciteter, alltså partners som erbjuder det regionen själv saknar. Detta ökar sannolikheten att ta sig in i mer komplexa och högvärdiga funktioner och skyddar samtidigt mot att befintliga specialiseringar urholkas. Men det finns ett "men". När en region redan har starka lokala kapaciteter minskar värdet av externa kopplingar. Det uppstår alltså en substitutionseffekt mellan det interna och det externa – en balans mellan *vad du vet* och *vem du känner*. I en tid då EU skärper sitt fokus på strategisk autonomi och motståndskraftiga värdekedjor lyfter denna studie fram både en diagnos och en möjlig färdplan. Den pekar på behovet av en mer utåtblickande Smart Specialisation Strategy – en strategi som ser bortom enbart geografisk närhet och i stället fokuserar på regioners kompletterande potential.

ändrade markvärden och världens fördelning hos aktörerna.¹⁴ Båda dessa direkta effekter ger i sin tur upphov till olika indirekta effekter som tillsammans påverkar förutsättningarna för regioner att upprätthålla en hållbar tillväxt.

2.5 Konkurrenskraft och godstransporter

Vi har även snuddat vid begreppet konkurrenskraft ovan, dock utan att egentligen förklara vad det innebär, men underförstått att det är något positivt. Det är dock av vikt att göra en distinktion och förstå skillnaden mellan konkurrenskraft och exempelvis regional tillväxt. Trafikanalys har tidigare strukturerat upp vad konkurrenskraft är och hur det kan definieras på transportområdet (Trafikanalys 2022b). Den viktigaste skiljelinjen ligger i konkurrensen mellan företagen på en marknad, och samhällsekonomin där även hela de institutionella och finansiella ramverken spelar in. Däremellan finns trafikslagets konkurrens med varandra, som inbegriper både företag och, i varierande grad, interventioner från statsmakterna i form av skatter och investeringar (Figur 2.2).



Figur 2.2. Illustration av de tre analysnivåerna och deras samspel sinsemellan och i förhållande till transportsystemets utveckling och förändringar i omvärlden.
Källa: Trafikanalys (2022b)

Variationen i interventionerna är i många fall välmotiverad, eftersom skalfördelarna, inträdeshindren och därmed marknadsförutsättningarna mellan trafikslagen är så olika, men

¹⁴ När staten investerar i offentliga varor och tjänster, som infrastruktur, utbildning och säkerhet, förbättras områdets attraktivitet och funktionalitet. Detta leder till att markvärdena i området ökar. Markhyra är den avgift som betalas för att använda eller äga mark. När markvärdena ökar, ökar också markhyran. Henry George-teoremet (George 1879) säger att den totala ökningen av markhyran, som ett resultat av statens investeringar, kan vara större än kostnaden för dessa investeringar. Stiglitz (1977) bevisade matematiskt Georges intuition om att offentliga investeringar i lokala offentliga varor ökar markvärden tillräckligt mycket för att finansiera dem. Med andra ord, de offentliga investeringarna skapar ett värde som överstiger deras kostnad. Enligt teoremet kan staten finansiera sina investeringar genom att beskatta den ökade markhyran. Detta innebär att de som drar nytta av de ökade markvärdena bidrar till att finansiera de offentliga varorna och tjänsterna.

de erbjuder ändå en särskild utmaning för rättvisa jämförelser av trafikslagens konkurrenskraft mot varandra. Även internationellt har regleringen av trafikslagen väldigt olika förutsättningar.

Konkurrenskraften kan med andra ord delas upp i tre analysnivåer:

- Transportbranschen och enskilda trafikslag, som är en kombination av privata aktörer – bland annat transportutförare, men även magasinering och logistik – och offentlig infrastruktur, och dessutom skatter och regelverk
- Näringslivet (transportköpare), vars transportefterfrågan gör att de exponeras för kostnader i transportbranschen för att kunna nå marknader, inom riket och vid export
- Samhällsekonomin, i regioner eller i riket.

I Trafikanalys (2022b) presenteras ett antal mått på konkurrenskraft i enlighet med de tre perspektiven som kan sammanfattas enligt följande uppställning:

- Transportbranschen och de enskilda trafikslagens konkurrenskraft mäts i flera dimensioner:
 - Transportföretagens ekonomiska effektivitet analyseras med så kallad simpler-analys¹⁵, med jämförelser över tid.
 - Investeringar av både privat och offentligt ursprung, i förhållande till omsättning, tillgångar och över tid. I redovisningen ingår även kvalitativa och kvantitativa mått på transportsystemets kvalitet och tillförlitlighet. Ett flertal mått kopplade till godstransportefterfrågan inkluderas också, såsom ton och tonkilometer per trafikslag.
 - Transportföretagens förmåga att konkurrera på en internationell marknad mäts som import och export av godstransporttjänster.
- De transportköpande företagens transportrelaterade konkurrenskraft mäts med branschens transportkostnader som andel av deras produktionskostnader. Dessutom redovisas utvecklingen av generaliserade transportkostnader, valutakursutveckling, fraktrater med mera, tillsammans med en redovisning av huruvida denna kostnadsnivå motsvarar en internalisering av externa effekter. Dessa kostnadsposter illustrerar också den förmåga transportörer har att erbjuda transportköparna attraktiva transportlösningar.
- För att mäta Sveriges och regioners internationella konkurrenskraft nyttjas delvis i tidigare måluppföljningar redovisade mått såsom Global Competitiveness Index (GCI), Regional Competitiveness Index (RCI), Logistics Performance Index (LPI), tillsammans med andra kvalitetsmått såsom företagens upplevelse av vägnät, järnvägs- och flygförbindelser i den egna kommunen, Kännbarhet – totalstoppens varaktighet i fordonstimmer, tågans punktlighet, antal infrastrukturellerade tågstörande fel per 1 000 tågkilometer etc. Dessutom redovisas uppgifter om förädlingsvärde, BNP-utveckling samt produktivetsmått beräknade på regional och nationell nivå.

¹⁵ För att mäta företagets ekonomiska effektivitet används en metod som utgår från förhållandena mellan förädlingskostnaderna (personal- respektive kapitalkostnaderna) och förädlingsvärdet, den så kallade simpler-metoden (av engelskans "simpler", enklare, se Grufman (2001, 2014, 2017)). Ju lägre förädlingskostnader, dvs. desto närmare origo som bubblorna är i diagrammen, se Trafikanalys (2022b), desto mer av företagets förädlingsvärde blir över efter att förädlingskostnaderna är betalda, och desto högre blir den ekonomiska effektiviteten och konkurrenskraften. Detta kan illustreras statistiskt, ett år i taget, eller som utveckling över längre tidsperioder vilket därmed speglar företagets långsiktiga konkurrenskraft.

Sammanfattningsvis kan vi beskriva hur de olika delarna vi gått igenom hänger samman i ett övergripande ramverk (Figur 2.3) för förståelsen av tillgänglighet för godstransporter ur ett systemperspektiv. För enkelhets skull har vi valt att endast redovisa påverkan sekventiellt, men mer sannolikt finns det feedback och direktpåverkan mellan de olika rutorna som även går i andra riktningar än vad vi har skissat i figuren.



Figur 2.3. Ramverk för analys av tillgänglighet för godstransporter.

Ramverket utgår från grundläggande förutsättningar såsom infrastruktur, geografisk lokalisering, regelverk och digital kapacitet. Genom riktade insatser – exempelvis infrastrukturinvesteringar, policyutveckling och samverkan – aktiveras mekanismer som påverkar kostnadsstrukturer, lokaliseringsbeslut och logistikupplägg. På längre sikt skapas förutsättningar för effektiva, kapacitetsstarka och hållbara godstransporter med positiva effekter för näringslivets konkurrenskraft, regional tillväxt och systemets motståndskraft. Ramverket fungerar för både analys, utvärdering och strategisk policyutformning.

3 Transportkostnader

Kapitlet i korthet

Transportkostnader är en av de mest grundläggande faktorerna bakom företags lokalisering, logistikupplägg och konkurrenskraft. Transportkostnader påverkar hur långt och hur snabbt varor kan flyttas, vilket i sin tur bestämmer marknadens geografiska räckvidd, möjligheten till specialisering och företagens förmåga att integrera sig i regionala och globala värdekedjor. I kapitlet lyfts två centrala kostnadsbegrepp fram: isbergskostnader och generaliserade transportkostnader.

Isbergskostnader beskriver transportkostnad som en "förlust" av varans värde under transport – en metafor som gör det möjligt att modellera transportkostnader proportionellt mot avstånd och mängd. Detta synsätt används ofta inom handelsteori och modern ekonomisk geografi för att förstå hur transportkostnader skapar prisskillnader och formar regional specialisering.

I praktisk analys används i stället generaliserade transportkostnader, där direkta kostnader (t.ex. bränsle, avgifter), tidskostnader och hanteringskostnader summeras i ett enda mått. Detta gör det möjligt att jämföra olika trafikslag, rutter och logistikupplägg på ett konsistent sätt. Generaliserade kostnader är också grunden för optimering av transportkedjor, intermodala jämförelser och samhällsekonomiska kalkyler. Dessa kostnader är centrala för både nationella modeller, såsom Samgoods, och internationella analyser (t.ex. ITF Freight Model och UNCTAD/World Bank-data).

I kapitlet belyses även hur olika transportekonomiska teorier förklarar kostnadsstrukturer och företags val: skalfördelar, nätverksoptimering, cost-distance-relationer, modal choice-modeller, intermodala kostnadsfunktioner, samt avvägningar mellan kostnad och tid. Dessa teorier visar hur transportkostnader inte bara påverkar logistiska beslut, utan även regional tillgänglighet, konkurrenskraft och samhällsekonomisk effektivitet.

Tekniska, logistiska och marknadsmässiga förändringar – särskilt e-handels tillväxt – förändrar kostnadsbilden. Ökad efterfrågan på snabbare och mer precisa leveranser driver fram nya lagerstrukturer, större behov av ruttoptimering och växande investeringar i logistikfastigheter. Detta gör transportkostnader mer tidskänsliga och beroende av urbana förhållanden som trängsel och tillförlitlighet. Kapitlet visar också hur hållbarhetskrav och intermodala transporter förändrar kostnadsfunktionerna genom att minska miljöpåverkan och öka systemens robusthet.

Sammanfattningsvis fastslår detta kapitel att transportkostnader är en styrande kraft i ekonomin. De påverkar hur företag organiserar sina flöden, var de lokaliserar sin verksamhet och vilka marknader de kan nå. Kostnadernas sammansättning är bredare än monetära utgifter och måste förstås genom både tidsmässiga och logistiska dimensioner. För att analysera transportkostnader på ett meningsfullt sätt krävs därför modeller och mått som fångar logistiska beslut, tidsvärden och komplexa kedjestrukturer.

De teoretiska och empiriska perspektiven på transportkostnader ger en grund för att förstå hur kostnader påverkar flöden, lokalisering och logistiksystem. I nästa steg blir det viktigt att se hur dessa funktioner används i praktiken.

I kapitel 4 behandlas praktiska tillämpningar, bland annat hur kostnadsfunktioner används för lokalisering av verksamheter. Vid mer komplexa samband, där samspelet mellan markanvändning, transportflöden och tillgänglighet behöver modelleras, kan särskilda transport- och lokaliseringsmodeller användas, som beskrivs närmare i avsnitt 4.4.

3.1 Isbergskostnader

Transportkostnader är en central faktor i tillgänglighetsanalys och utgör ofta en betydande del av logistikens totalkostnad. Genom att förstå och tillämpa modeller kring detta kan företag och beslutsfattare planera mer effektiva och kostnadseffektiva transporter.

Transportkostnader mellan två punkter beskriver de resurser som krävs för att flytta varor från en plats till en annan. De fungerar som ett slags motstånd mellan två punkter – ju högre kostnad, desto svårare är det att skapa flöden mellan dem. I regionalekonomiska sammanhang påverkar detta tillgänglighet, handel, arbetsmarknadens räckvidd och konkurrenskraft.

Inom modellering används ofta två former av transportkostnader, *isbergskostnader* och *generaliserade transportkostnader*. På olika sätt visar de hur kostnader för transporter omfattar både monetära och tidsmässiga uppostringar, samt externa kostnader, och hur kostnaderna formar företagets lokalisering, marknadsstruktur och samhällsekonomisk utveckling.

"Isbergskostnad" är en metaforisk beskrivning av hur transportkostnader påverkar den totala kostnaden för att flytta varor och används för att modellera transportkostnader på ett förenklat sätt i ekonomiska modeller.

Begreppet "isbergskostnader" inom transportekonomi har sin akademiska grund i den amerikanske ekonomen Paul A. Samuelsons artikel (1954). I detta arbete introducerade Samuelson ett sätt att modellera transportkostnader inom den internationella handelsteorin. Han sökte en metod som kunde integrera friktionskostnader i en teoretisk modell utan att behöva införa en separat transportsektor eller ytterligare marknadsstruktur. Lösningen blev den så kallade "Iceberg Transport Cost Model", en isbergsanalogi som senare kom att bli ett standardantagande i handelsteori.

Metaforen bygger på idén att en del av varans värde "smälter bort" eller förloras under vägen, vilket då representerar kostnaden för transporten. Detta symboliserar att bara en del av den ursprungliga mängden når destinationen. Denna förlust kan inkludera faktiska kostnader som bränsle, tid, arbetskraft och andra resurser som används för att flytta varorna från en plats till en annan.

Även om begreppet isbergskostnader formulerades och populariserades av Samuelson, har dess teoretiska rötter tydliga beröringspunkter med det arbete som von Thünen (1826) bedrev med att formalisera transportkostnadernas roll i den ekonomiska geografin (se avsnitt 2.2). Ju längre bort från marknaden en producent befinner sig, desto högre blir transportkostnaderna, vilket i sin tur påverkar vilka varor som är lönsamma att producera var. Transportkostnaderna representerade alltså en avståndsberoende real kostnad där en del av varans värde "försvinner" på vägen till marknaden. Närmare marknaden odlas mer förgängliga och högvärdiga grödor, medan mindre förgängliga och lägre värdegrödor odlas längre bort. Även om von Thünen inte använde termen "isbergskostnad", är principen om ökande transportkostnader med avstånd central i hans modell (Altaweel 2024).

Matematiskt kan von Thürens idé uttryckas genom att varans pris vid marknaden minskar med avståndet, exempelvis som:

$$p(x) = p_0 - t \cdot x$$

där:

- p_0 är priset på marknaden,
- t är transportkostnaden per enhet och avstånd,
- x är avståndet till marknaden.

Detta var ett linjärt sätt att beskriva hur värde "smälter bort" med avstånd.

Samuelson tog, mer än ett sekel senare, fasta på samma grundläggande idé, att transportkostnader innebär en förlust av varuvärde över avstånd. Men i stället för att anta en linjär minskning av priset med avstånd, införde han ett proportionellt förhållande mellan den mängd som skickas och den mängd som faktiskt anländer. För att en enhet av en vara ska nå importlandet, måste alltså mer än en enhet skickas från exportlandet. Denna "förlust" representerar transportkostnaden i reala termer.

$$Q_{\text{export}} = \tau Q_{\text{import}}, \tau \geq 1$$

Detta motsvarar att en andel av varan "smälter bort" under transporten, precis som ett isberg som minskar i storlek på vägen. I modelleringens konstruktion sammanfattas kostnaden i en enkel proportionell faktor τ . I formell mening uttrycks detta genom en isbergfaktor, betecknad med τ , där $\tau \geq 1$.

Transportkostnaden "betalas" alltså inte i pengar, utan i form av de varor som går förlorade under transporten. Om priset på varan i exportlandet är p_i och priset i importlandet är p_j kan formeln tolkas prismässigt som:

$$p_j = \tau p_i,$$

där τ fångar samma idé som hos von Thünen, att avstånd och friktion skapar reala kostnader som påverkar priser, produktion och handelns geografi. Detta innebär att om $\tau = 1.1$, måste exportören skicka 1,1 enheter för att en enhet ska nå mottagaren med en transportkostnad på 10 procent.

Samuelsons isbergmodell blev ett verktyg för att analysera hur handelshinder och transportkostnader påverkar internationella bytesförhållanden, priser och välfärd inom ramen för en jämviktsmodell och har sedan dess blivit en grundläggande byggsten i modern handelsteori.

Till begränsningarna hör dock att modellen kraftigt förenklar verkligheten och därmed inte fångar de många faktorer som formar dagens globala transport- och handelssystem. Exempelvis antar modellen att transportkostnader är proportionella, det vill säga att de ökar i samma takt som mängden varor som transporteras. I verkligheten ser det ofta annorlunda ut, eftersom transportkostnader påverkas av faktorer som avstånd, transportslag, infrastruktur, och om det finns stordriftsfördelar. Dessutom bortser modellen från tidsaspekten, hur lång tid transporten tar, vilket i praktiken är en viktig del av kostnaden. Den säger heller inget om miljöeffekter eller hur transportkostnaderna förändras över tid.

3.1.1 Exempel på användning av isbergskostnadsmodellen

Isbergmodellen används fortfarande i dag i teoretiska arbeten för att representera alla typer av handelshinder, från fysiska transportkostnader till tullar och administrativa friktioner. Samuelsons introduktion av isbergskostnader utgör därmed ett klassiskt exempel på hur en enkel

teoretisk konstruktion kan skapa analytisk klarhet och långsiktig betydelse inom national-ekonomin. Här är några exempel:

Krugman (1991) använde isbergskostnader för att integrera transportkostnader i modeller med ökande avkastning och differentierade produkter. Han visar hur dessa kostnader påverkar lokaliseringen av ekonomisk aktivitet och bidrar till att förklara mönster av urbanisering och regional utveckling. Artikeln lade grunden för forskningsfältet *New Economic Geography* (NEG). I hans modeller bidrar transportkostnader till att förklara varför företag tenderar att koncentreras i större marknader (home-market effect). Exempel på hur detta kommer sig är att transportkostnader gör det dyrt att exportera till mindre marknader och att företag vill vara nära sina största kundbaser för att minimera kostnader. Dessutom gör stordriftsfördelar det mer lönsamt att producera på ett ställe och sälja till många.

Eaton och Kortum (2002) geografianpassade den Ricardianska modellen genom att införa handelskostnader, inklusive transportkostnader, tullar och geografiska hinder via isbergskostnadsantagandet. De använder formen för att skapa strukturella samband för bilaterala handelsflöden och visar hur teknik och geografiska hinder samverkar. Deras modell har blivit en grundläggande referens inom handelsteori.

Melitz (2003) utvecklade en modell för internationell handel där företag skiljer sig åt i produktivitet. I modellen används isbergskostnader som ett centralt verktyg för att modellera handelskostnader mellan länder. Kombinationen av isbergskostnader och fasta kostnader gör att bara de mest produktiva företagen klarar av att exportera, medan mindre produktiva företag antingen endast säljer på hemmamarknaden eller lämnar marknaden helt. På så sätt visar modellen hur handelskostnader påverkar företagsöverlevnad, exportmönster och den totala produktivitetens utveckling i en bransch.

Anderson och van Wincoop (2003, 2004) vidareutvecklade gravitationsmodellen genom att förse den med tydliga mikrofundament, det vill säga genom att härleda modellen ur mikro-ekonomiska antaganden om hushålls efterfrågan, företags prissättning och handelsbeslut i en allmän jämviktsram. I deras ansats införlivas transport- och handelshinder som friktionsparametrar, ofta modellerade som så kallade isbergskostnader, vilka påverkar priser och efterfrågan på importerade varor. Metoden möjliggör en teoretiskt konsistent analys av hur handelshinder systematiskt påverkar bytesflöden mellan länder, inklusive hur dessa effekter beror på handelshinder i relation till samtliga handelspartners.

Hummels (2007) och Bosker och Buringh (2020) har undersökt empiriskt hur trafikslag, avstånd och fraktkostnader påverkar verkliga handelsflöden och hur mycket, vilket kan tolkas som isbergskomponenten. De visar att verkliga transportkostnader ofta består av både "multiplikativa" kostnadsandelar (isbergslignande) och "additiva" kostnader (t.ex. fasta avgifter, lastning, försäkring).

I en översiktsartikel av Costinot och Rodríguez-Clare (2014) diskuteras användningen av isbergskostnader i modern handelsteori. De visar hur dessa kostnader påverkar handelsflöden och välfärdseffekter av globalisering. Det poängteras att även om det är en idealiserad förenkling, så ger det analytisk klarhet när man vill studera effekter av handelshinder och globalisering.

Davis och Weinstein (2002) använder isbergskostnader för att analysera hur transportkostnader påverkar den geografiska fördelningen av ekonomisk aktivitet, särskilt i samband med historiska chocker, som bombningar under andra världskriget. Genom att studera hur japanska städer återhämtade sig efter bombningarna under andra världskriget visar de att lokaliseringen av produktion i hög grad styrs av transportkostnader och marknadsnärhet.

Deras resultat ger empiriskt stöd till teorierna inom NEG och visar att de grundläggande antagandena om isbergskostnader har starkt förklaringsvärde även i verkliga ekonomier.

Allen och Arkolakis (2014) bygger vidare på Samuelsons isbergskostnadsidé och visar hur kostnader som ökar med avstånd påverkar var människor bor, var företag etableras och hur handel sker mellan regioner. Deras modell ger en strukturell förståelse för hur infrastruktur och geografi påverkar ekonomisk aktivitet och välfärd, och används i dag för att analysera effekterna av förändringar i transportnät och handelspolitik.

3.2 Generaliserade transportkostnader

I mer transportekonomiskt inriktade studier och analyser är isbergskostnader inte tillräckligt för att ge svar på de frågeställningar man vill studera. Då kan man istället använda en generaliserad transportkostnad Ortúzar och Willumsen (2011). Kostnader för att transportera en vara från en plats till en annan innefattar ofta flera komponenter, både monetära direkta kostnader (t.ex. bränsle, avgifter, underhåll och löner) och icke-monetära, indirekta kostnader samt miljöeffekter, (tex. tid, väntetid, service, risk, miljöpåverkan som buller och utsläpp)¹⁶. Genom att identifiera och hantera dessa ibland dolda kostnader kan företag få en mer komplett bild av sina totala transportkostnader och därmed fatta bättre beslut för att optimera sin logistik och minska onödiga utgifter. För att i modelleringssammanhang förenkla analysen kan alla dessa faktorer sammanfattas i ett enda mått - en generaliserad kostnad Sörensson (1998).

Sörensson (1998) beskriver hur den teoretiska och allmänna definitionen för en generell kostnad för en abstrakt transport kan definieras som:

$$GC = g(A_1, A_2, A_3, \dots, A_n),$$

där GC är den generaliserade kostnaden och $A_1, A_2, A_3, \dots$ representerar de olika attributen hos transporten, exempelvis transportkostnad, tidsutdräkt, transportfrekvens och servicenivå. Transportefterfrågan Q_d kan därmed uttryckas som en funktion av en enda variabel, den generaliserade kostnaden, dvs $Q_d = f(GC)$.

Sörensson beskriver vidare en konkret tillämpning av den teoretiska formeln med en praktisk tillämpning enligt formeln:

$$GC = T_c + VOT \times T_t + H_c$$

I exemplet består den generaliserade kostnaden (GC) av tre olika faktorer som vägs samman i monetära termer:

T_c = direkt transportkostnad (t.ex. bränsle, fordon, vägavgifter)

$VOT \times T_t$ = tidskostnad (värdet av tidsåtgången)

H_c = hanteringskostnader (t.ex. omlastning, terminalavgifter)

¹⁶ Administrativa kostnader: Tid och resurser som går åt för att hantera transportdokumentation, tullklarering och andra administrativa uppgifter; Försäkringskostnader: Kostnader för att försäkra varor under transport; Förseningar och störningar: Kostnader som uppstår på grund av förseningar, trafikstockningar eller andra störningar som påverkar leveranstiden; Skador och förluster: Kostnader för skador på varor under transport eller förlorade varor; Lagerhållning: Kostnader för att hålla varor i lager medan de väntar på transport eller efter att de har anlänt till destinationen; Miljöpåverkan: Kostnader relaterade till miljöpåverkan, såsom utsläpp och buller, som kan leda till böter eller krav på investeringar i miljövänligare teknik.

Detta är alltså en specifik funktion av typen:

$$GC = g(A_1, A_2, A_3) = T_c + VOT \times T_t + H_c$$

Tillsammans visar de teoretiska och praktiska modellerna hur begreppet generaliserad kostnad kan användas både för att förklara och beräkna den totala kostnaden för en transport. Dels som ett analytiskt ramverk, dels som ett verktyg för faktisk beräkning av transporters totala kostnad, med explicit angivna komponenter och viktning (där VOT (*Value of Time*) är en omräkningsfaktor mellan tid och pengar.

Användningen av ett generellt kostnadsuttryck inte är oproblematisk. Att slå samman flera kostnadskomponenter till ett enda mått innebär att man implicit antar ett visst samband mellan hur transportefterfrågan reagerar på förändringar i varje enskild kostnad. Detta kan begränsa modellens flexibilitet och leda till inkonsistenta resultat om antagandet inte gäller i alla situationer. Den generaliserade transportkostnaden bör därmed ses som ett analytiskt hjälpmedel snarare än ett universellt giltigt mått.

3.2.1 Exempel på tillämpning

Begreppet används bland annat för att bestämma den mest kostnadseffektiva transportvägen och som jämförelse mellan transportsätt utifrån både pris och tid etc. Liksom i mer komplicerade logistikkedjor inklusive lagerhållning och samlastning. Generaliserad kostnad kan även användas för att beräkna samhällsekonomiska effekter av infrastrukturinvesteringar.

För intermodala transporter på väg och järnväg kan generaliserad kostnad användas för att jämföra kostnaden för järnvägstransporten inklusive omlastning till lastbil H_c eller terminalavgifter och hanteringskostnader på omlastningspunkter T_c samt den totala restiden $VOT \times T_t$ som påverkar tidsvärdet. Här kan valet av hamn eller omlastningsplats påverka den generaliserade kostnaden genom effektivare hantering och minskad väntetid.

Vid vägtransport för gods kan den generaliserade transportkostnaden inkludera bränslekostnader för lastbilen T_c , chaufförens lön per arbetad timme (VOT), transporttid från start till slutdestination T_t samt eventuella vägavgifter och omlastningskostnader H_c . Om en snabbare rutt väljs för att minska restid T_t , kan bränslekostnaden T_c , öka på grund av högre hastighet, vilket påverkar den generaliserade transportkostnaden.

Flera etablerade teorier inom transportekonomi och logistik bidrar till att förklara hur transportkostnader uppstår, mäts och påverkar tillgänglighet och effektivitet i godstransportsystemet. Gemensamt för dessa teorier är att de belyser sambandet mellan tid, kostnad och kvalitet – de tre centrala dimensionerna i begreppet generaliserad transportkostnad.

Teorier som Economies of Scale, Network Optimization och Cost-Distance Analysis visar hur fysiska och ekonomiska förutsättningar formar transportkostnader, medan modeller som Modal Choice, Intermodal Transport Cost och Time-Cost Trade-off förklarar hur dessa kostnader påverkar val av transportsätt och logistiska beslut. Tillsammans ger de en samlad förståelse för hur transportkostnader kan analyseras, optimeras och omsättas i praktisk planering och policyutveckling.

Teorin om skalfördelar, Economies of Scale, beskriver hur den genomsnittliga transportkostnaden per enhet minskar när volymen ökar, tack vare effektivare resursutnyttjande och fasta kostnader som sprids över större mängder (Button 2010). I relation till generaliserad transportkostnad innebär detta att vissa kostnadskomponenter, såsom bränsleförbrukning per enhet eller hanteringskostnader, sjunker vid högre volymer, vilket reducerar den totala

kostnaden i systemet. Särskilt inom sjöfart och järnväg leder storskalighet till lägre tids- och monetära uppoffringar per transporterat ton, vilket stärker tillgängligheten och det logistiska systemets effektivitet.

Network Optimization Theory är en teori som fokuserar på hur transportnätverk kan utformas och användas för att minimera både direkta kostnader (exempelvis bränsle och avgifter) och indirekta kostnader (som väntetider, omlastningar och restidsosäkerhet) (Daganzo 2005). I en generaliserad kostnadsram integreras dessa faktorer till ett gemensamt mått som fångar hela transportkedjans effektivitet. Inom e-handeln är teorin särskilt relevant, eftersom optimering av nätverk – från centrallager till sista leverans – påverkar både de faktiska kostnaderna och den upplevda tillgängligheten. Effektiv ruttplanering och terminalhantering kan därmed minska den generaliserade kostnaden och förbättra kundnöjdheten. Se avsnitt 4.3.7 för mer om modellen kopplat till e-handeln.

Cost-distance-modeller beräknar transportkostnader som en funktion av både avstånd och motstånd, där motstånd kan utgöras av faktorer som terräng, vägstandard eller trafikförhållanden (Rodrigue 2024). Denna teori ligger nära idén om generaliserad transportkostnad, eftersom den betonar att den upplevda eller effektiva kostnaden inte enbart beror på geografiskt avstånd utan också på tidsmässiga och kvalitativa aspekter. Modellen används ofta för att identifiera de mest kostnadseffektiva transportvägarna, vilket direkt bidrar till att reducera den totala uppoffringen mellan två punkter i logistikkedjan.

Modal Choice Theory förklarar hur transportanvändare väljer mellan olika trafikslag utifrån faktorer som pris, restid, tillförlitlighet och miljöpåverkan (Small 2007). Den generaliserade transportkostnaden fungerar här som ett gemensamt jämförelsemått mellan olika alternativ. Genom att översätta tid och kvalitet till monetära värden kan teorin kvantifiera skillnader mellan trafikslag och visa hur kostnadsstrukturen påverkar valet av transportsätt. Detta är centralt vid analys av överflyttning mellan trafikslag och utveckling av mer hållbara logistiklösningar.

Intermodala transportmodeller syftar till att optimera kostnader och ledtider i kombinerade transportsystem, exempelvis sjö–väg eller järnväg–väg (Bontekoning 2004). Modellerna inkluderar kostnader för omlastning, väntetider och koordinering mellan trafikslag – alla komponenter som fångas inom ramen för den generaliserade transportkostnaden. Genom att mäta kostnader på systemnivå snarare än per delsträcka möjliggörs jämförelser mellan transportkedjor och val av de mest effektiva intermodala lösningarna.

Teorin Time-Cost Trade-off Theory beskriver avvägningen mellan transporttid och kostnad, att snabbare transporter ofta är dyrare medan långsammare alternativ kan minska de monetära kostnaderna men öka tidsuppoffringen (Henderson 1958). I den generaliserade transportkostnaden kombineras dessa dimensioner genom att restiden ges ett ekonomiskt värde, vilket gör det möjligt att identifiera optimala lösningar beroende på prioritering – kostnadseffektivitet eller leveranshastighet. Detta är särskilt relevant i e-handelslogistik, där tidsvärdet ofta är högt ur kundperspektiv.

Total Logistics Cost Theory betraktar transportkostnader som en del av den totala logistikkostnaden, där även lagerhållning, hantering och kapitalbindning ingår (Ballou 2004). Den generaliserade transportkostnaden kan ses som en delmängd av detta helhetsperspektiv, där alla uppoffringar omvandlas till ett gemensamt monetärt mått. Genom att väga transportkostnader mot lager- och hanteringskostnader kan företag minimera den totala kostnaden i försörjningskedjan. Teorin visar att en optimerad balans mellan lagring, frekvens och trans-

portkostnader inte bara reducerar kostnaderna utan även förbättrar systemets tillgänglighet och robusthet.

Den generaliserade transportkostnaden fungerar med andra ord som en teoretisk länk mellan perspektiv genom att sammanföra tidsmässiga, monetära och kvalitativa komponenter i ett gemensamt mått. Genom detta kan både direkta kostnader och upplevda uppoffringar analyseras inom ett och samma ramverk. På så sätt utgör teorierna en gemensam grund för att förstå hur effektivitet, tillgänglighet och hållbarhet kan balanseras i moderna transportsystem, särskilt i en tid då e-handel, digitalisering och intermodalitet omformar transportnätens ekonomi och geografi. Dessa teorier övergår ofta i modeller (se kapitel 4).

3.2.2 Lager, logistik och e-handelns betydelse för godstransporter

En central drivkraft bakom denna strukturella förändring är den snabba tillväxten inom e-handeln. Den har inte bara förändrat konsumenternas köpbeteenden, utan även hur företag organiserar sina logistikflöden och lokaliserar sina lager. Till skillnad från butiksförsäljning innebär e-handel leveranser till många spridda platser, vilket ofta leder till mer komplexa leveranskedjor med flera aktörer.

E-handeln har präglats av en stark tillväxt under senaste två decennier, starkt påskyndad av coronapandemin. Den har etablerat sig som en betydande och förändrande kraft inom transportsystemet. Tillväxten har drivits av ökad internetanvändning, förbättrad logistik och förändrade konsumentbeteenden. Efter pandemin har tillväxten mattats av, vilket faktorer som inflation, lågkonjunktur och förändrade konsumentbeteenden bidragit till.

E-handelns starka tillväxt har gett plats åt nya aktörer på logistikmarknaden att konkurrera om marknadsandelar och tjänster. Innovativa lösningar och nya aktörer har kommit in på marknaden och flyttat fram gränserna för flexibilitet, valfrihet och kundservice. Detta har drivits fram för att hantera ökade volymer samtidigt som man ska möta konsumenternas krav på snabbhet och flexibilitet. Floran av leveranssätt har utvecklats genom fler aktörer, fler leveransalternativ såsom hemleveranser, leveranser kvällstid och på helger, paketskåp samt fler och större automatiserade lager och mer utvecklade logistikupplägg. Konsumenten har som en följd av detta ofta fått ökat inflytande över valen av när, hur och var försändelser ska levereras (Trafikanalys 2022a).

I e-handeln handlar tillgänglighet inte enbart om den fysiska möjligheten att leverera varor, utan i hög grad om konsumentens upplevda tillgänglighet, hur snabbt, pålitligt och smidigt leveransen upplevs ske. Genom att fokusera på punktlighet och tillförlitlighet snarare än enbart leveranshastighet kan företag öka både tillgängligheten och kundnöjdheten, se Paluzzi, Chen m fl. (2024) med fokus på tillgänglighet för gods. Detta ställer samtidigt högre krav på logistik och distribution, där effektiv lagerplacering och flödesstyrning blir avgörande. I linje med klassisk lagerlokaliseringsteori måste företag balansera transportkostnader och lagernärhet för att optimera både faktisk och upplevd tillgänglighet i leveranserna.

Den främsta skillnaden mellan försäljning i butik och via e-handel består i att e-handeln innefattar leveranser till många spridda platser, såsom ombud, paketboxar eller direkt hem till konsument. Detta leder till en fragmentisering av godstransporterna med mindre fordon. Leveranserna innebär ofta komplexa transportkedjor med omlastningar och flera transportörer. Logistikuppläggen varierar mellan aktörer och infrastrukturen delas ibland med andra.

Mot denna bakgrund har lager- och logistikbyggnader under många år varit en stark tillväxtbransch i Sverige. Utvecklingen hänger samman med både breda samhällsförändringar och

förändringar i näringslivets organisation. Globaliseringen har bidragit till längre och mer komplexa transportkedjor som kräver omlastning, centrallager, förädling och distribution, där företag strävar efter optimering av flöden genom större och mer effektiva lager. Den tekniska utvecklingen i form av automatisering, robotisering och digitala system har möjliggjort stordriftsfördelar. Den växande e-handeln har varit en stark drivkraft bakom behovet av effektiv logistik, vilket lett till ökad efterfrågan på moderna lagerlösningar och distributionscentraler strategiskt placerade nära städer. Även transportörernas terminalableringar och transportnätverk i närhet till konsumenterna drivs till stor del av den växande e-handeln.

Valet av lagerplacering styrs av faktorer som tillgång till mark, arbetskraftstillgång och närhet till konsumenterna. Attraktiva lägen utvecklas till logistiknav i samverkan mellan kommuner, e-handlare och logistikaktörer, i syfte att locka till sig etablering av fler företag och viktig kring-service. E-handelslogistik är dessutom mer ytkrävande än klassisk butikslogistik (Dagens logistik 2021b).

Svenska företag har traditionellt ägt sina egna lager, men detta håller på att förändras (Dagens logistik 2021a). Fler företag hyr nu sina logistiktytor, vilket öppnar upp för nya affärsmodeller och investeringar. Logistikfastigheter har blivit en attraktiv investeringsklass för kapitalförvaltare, pensionsfonder och fastighetsbolag. Stabil efterfrågan, långa hyresavtal och tillväxt inom e-handel har gjort dessa byggnader till ett relativt säkert investeringsobjekt, vilket drivit på byggandet ytterligare. Att bygga lager genom spekulation har blivit vanligt under de senaste åren och innebär i korthet att fastighetsaktören inte har någon bestämd hyresgäst när byggnationen inleds, utan att avtal ingås med en hyresgäst i ett senare skede (Transportnytt 2024, Dagens logistik 2025).

Utvecklingen mot att företag i allt större utsträckning hyr lagerutrymmen i stället för att äga dem kan förstås med utgångspunkt i teorier inom ekonomisk geografi och urban tillgänglighet. Omvandlingen kan också förstås i ljuset av de framväxande e-handelsmodeller som förändrat förutsättningarna för lagerhållning och distribution (se avsnitt 4.3). Fujita, Krugman m fl. (1999) visar hur minskade transportkostnader och stordriftsfördelar bidrar till att logistikverksamheter koncentreras till strategiska lägen med god tillgång till marknader, vilket i sin tur skapar attraktiva investeringsmöjligheter för fastighetsaktörer. Denna logik återkommer i utvecklingen av moderna e-handelsmodeller, där lager- och distributionsstrukturer optimeras utifrån kundernas förväntningar och marknadens geografiska räckvidd (se avsnitt 4.3.7 om e-handelsmodeller). Samtidigt betonar Mulley (2020) hur stadens form, transporttillgänglighet och markägande påverkar lokalisering, investeringsmönster och fastighetsvärden. Tillsammans visar dessa perspektiv att företagets lokalisering avgörs av avvägningar mellan tillgänglighet, transportkostnader och markkostnader – faktorer som tillsammans formar den geografiska fördelningen av ekonomisk aktivitet och har gjort logistikfastigheter till en central del av den moderna urbana ekonomin.

För e-handels leveranser är det i detta sammanhang även relevant att kort beröra ruttoptime-ringsteorier. Dessa kompletterar lagerlokaliseringsteorin genom att fokusera på hur varor distribueras mest effektivt från lager till kund. Medan lagerteorin avgör var lagren bör placeras för att minimera totala kostnader (Weber 1929, Ballou 2004), optimerar ruttmodellerna själva transportflödet i syfte att uppnå hög servicegrad och korta leveranstider (G. B. Dantzig 1959, Toth 2014). Inom e-handeln blir sambandet särskilt tydligt, då kraven på snabbhet och upplevd tillgänglighet kräver både strategiskt placerade lager och effektiva leveransrutter. Tillsammans bidrar dessa teorier till att förklara hur företag balanserar transportkostnader, service och hållbarhet i moderna logistiksystem (Nagy 2007).

Sammanfattningsvis har e-handels tillväxt förändrat inte bara efterfrågan på logistik och transporter, utan även de underliggande affärsmodellerna för hur varor distribueras och lagras. Modeller av denna typ behandlas närmare i avsnitt 4.3.7.

3.3 Transportkostnader i praktiken

Teorier om *isbergskostnader* och *generaliserad transportkostnad* har tydliga praktiska motsvarigheter och används för att förstå hur tid, distans, risk och hantering påverkar varors värde, tillgänglighet och pris. Dessa begrepp ger en ram för att analysera både direkta kostnader och de mer svårsmätbara uppföringar som uppstår i transportkedjan.

Maersk (2025) visar att fraktkostnader består av flera komponenter – bland annat bränsle-tillägg, tullavgifter och hamnavgifter – vilket konkretiserar hur olika kostnadsposter tillsammans utgör den *generaliserade transportkostnaden*.

På makronivå har UNCTAD (2022) visat hur kraftigt ökade transportkostnader under pandemin påverkade både globala leveranskedjor och konsumentpriser. UNCTAD har tillsammans med World Bank utvecklat en databas UNCTAD (2025a, 2025b) som möjliggör analyser av globala transportkostnader i utrikeshandeln och visualiseringar av handels- och transportflöden. Databasen utgör en praktisk tillämpning av teorin om *generaliserad transportkostnad*, genom att kvantifiera och synliggöra transportrelaterade kostnadsvariationer som tidigare varit svåra att jämföra mellan länder, varugrupper och trafikslag.

Forskningen bekräftar också teoriernas relevans. Kovalenko, Mathisen m fl. (2024) utvecklar en modell som inkluderar pris, tid och skaderisk för att jämföra intermodala transportlösningar i Arktis. Resultaten visar hur begreppet *generaliserad transportkostnad* kan användas för att utvärdera alternativa rutter och transportmedel i komplexa logistiksystem. En annan studie Ganapati och Wong (2023), analyserar hur transportkostnader har förändrats över tid och påverkat varuflöden och handelns geografi.

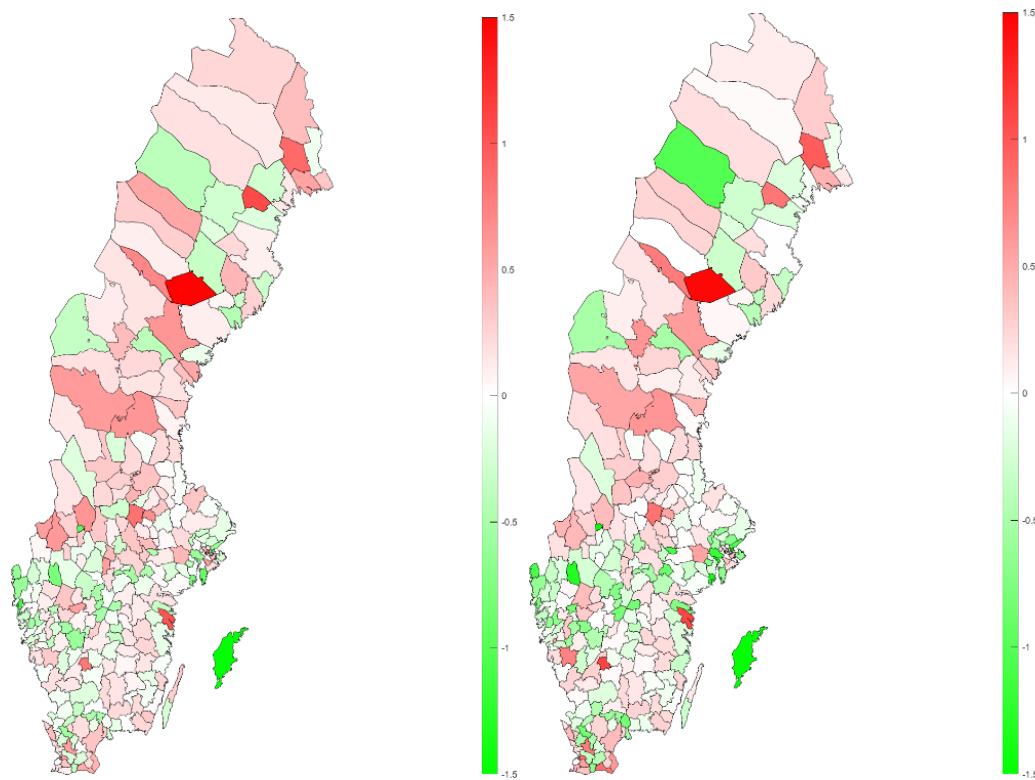
Generaliserad transportkostnad används även i Trafikverkets Samgodsmodell¹⁷ (Johansson och Westin 2025), en modell för analys och prognoser av godstrafik på väg, järnväg och sjöfart. I modellen används dessa kostnader för att analysera regional tillgänglighet, följa upp transportpolitiska mål och utvärdera samhällsekonomiska effekter. Syftet är att fånga hela den samhällsekonomiska kostnaden för transportbeslut, inte bara företagets faktiska utlägg. Samgodsmodellen är utformad och kalibrerad för att spegla ett svenskt nuläge och innehåller därmed information om generaliserade logistik- och transportkostnader¹⁸ för företag i olika branscher och regioner (Trafikverket 2017a).

Trafikanalys använder generaliserad transport- och logistikkostnad, baserat på beräkningar i Samgods, som ett mått i den årliga uppföljningen av de transportpolitiska målen (Trafikanalys

¹⁷. Den svenska modellen Samgods är Trafikverkets nationella system för att modellera och analysera gods-transporter över flera trafikslag. Modellen används för att bedöma effekter av infrastrukturinvesteringar, skatteförändringar och andra transportpolitiska åtgärder på godstrafiken. Modellen kan då exempelvis användas för att bedöma hur lagerstrukturer, terminaler och transportnätverk samverkar samt hur företagens lokaliseringar påverkar transportflöden, och vilka effekter nya investeringar eller logistiklösningar får på det totala systemet. Samgodsmodellen kan därmed även användas för att analysera effekterna av förändrade logistikmönster, exempelvis ökade volymer inom e-handel och deras påverkan på terminalnät och infrastruktur. Se mer om Samgods och modeller mer fokuserade på lokala flöden och e-handel i avsnitt 4.3 samt modeller där markanvändning inkluderas interaktivt i avsnitt 4.4.

¹⁸ När man lägger till kostnader för lagerhållning (Warehouse) och samlastning etc. kan man expandera uttrycket för generaliserade transportkostnader till generaliserade logistikkostnader. Transportkostnaderna betraktas i modellen som en del av logistikkostnaderna.

2025). Där redovisas bland annat utvecklingen av företags genomsnittliga transport- och logistikkostnader mellan olika år (Figur 3.1).



Figur 3.1. Karta och histogram över förändring av kostnadsindex för genomsnittlig transportkostnad (vänster) och logistikkostnad (höger) per transporterat ton i Samgods 1.2.2 basscenario 2019 jämfört med Samgods 1.2 basscenario 2017.

Anm: Transportkostnaderna är en delmängd av logistikkostnaderna.

Källa: Johansson och Westin (2025)

Sammantaget visar såväl kommersiella som internationella och vetenskapliga källor att teorierna om transportkostnader inte enbart har teoretiskt värde utan utgör centrala verktyg för att förstå och analysera dagens globala logistiksystem. Från rederiernas kostnadsstrukturer (Maersk 2025) till globala databaser (World Bank & UNCTAD) och forskningsbaserade modeller (Kovalenko, Mathisen m fl. 2024), framgår att transportkostnader är mångdimensionella och påverkar både handelns effektivitet och varornas värde. Genom begreppen *isbergskostnad* och *generaliserad transportkostnad* kan dessa effekter fångas, kvantifieras och användas som grund för effektivare och mer hållbara transport- och handelsstrategier.

Detta ligger i linje med Ballou (2004), som betonar att transportkostnader är en integrerad del av den totala logistikkostnaden. Genom att balansera tid, pengar och servicegrad kan företag och beslutsfattare uppnå en mer effektiv och hållbar logistikstruktur där resurser används optimalt och värdeförluster minimeras längs hela transportkedjan.

4 Transport- och lokaliseringsmodeller

Kapitlet i korthet

I detta kapitel presenteras en omfattande genomgång av de modeller som används för att analysera godstransporter, företags lokalisering och samspelet mellan transportinfrastruktur och regional utveckling. Kapitlet visar att det inte finns någon enskild modell som ensam kan fånga hela komplexiteten i godstransportsystemet. I stället behövs en portfölj av modelltyper, anpassade till olika syften, skalor och datanivåer.

Modellerna varierar från makro- till mikronivå och delas in i strategiska, taktiska och operativa ansatser. Strategiska modeller (t.ex. Samgods, SCENES, EUNET) används för långsiktig planering och policyanalys på nationell nivå, medan regionala och urbana modeller (t.ex. NÄTRA, TAPAS, GORM, FRETURB, FTG/FTS) ger mer detaljerade beskrivningar av godsflöden och logistikbeslut i mindre geografier. Mer avancerade modeller – såsom agentbaserade, hybridmodeller och LUTI-modeller – erbjuder möjlighet att simulera individuella aktörers beteende, återkopplingar mellan transporter och markanvändning och långsiktiga strukturella förändringar.

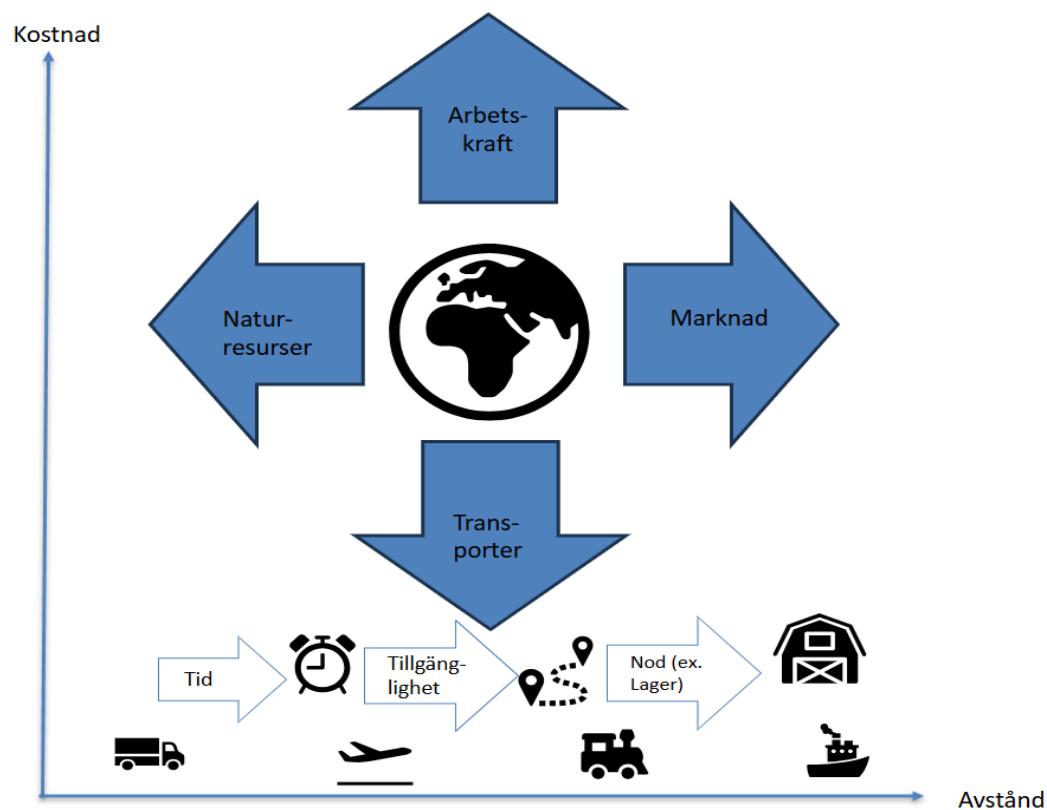
I takt med logistikens fragmentering och betydelse för dagens godstransporter behöver moderna godstransportmodeller i högre grad än tidigare inkludera logistikens centrala beslutsled: val av sändningsstorlek, omlastning, terminaler, transportkedjor och tidsberoende aspekter. Logistikmodeller som ADA-ansatsen kombinerar aggregerade varuflöden med disaggregerata logistikval och ger därmed en mer realistisk representation av företagets faktiska beteenden. Samgods använder en hybridmodell som bygger på en kostnadsminimerande logistikmodul för att beskriva transportkedjor över flera trafikslag. Modellering av godstransporter kan inte heller isoleras från frågor om regional utveckling och företags lokalisering. LUTI-modeller (t.ex. TRANSACT, TRANUS, MUSSA, UrbanSim) och SCGE-modeller integrerar transportkostnader, markanvändning och ekonomiska beslut och kan därigenom analysera hur infrastruktur och tillgänglighet påverkar lokalisering, markvärden och regional tillväxt över tid. Agglomerationsfördelar – delad infrastruktur, arbetsmarknadsmatchning och kunskapsspridning – utgör viktiga mekanismer i dessa modeller.

Modellerna ofta är tekniskt avancerade men att deras användbarhet begränsas av faktorer som datatillgång, institutionella hinder, organisatorisk förankring och begränsningar i geografisk upplösning. Nationella modeller ger god översikt men fångar inte urban eller terminalnära logistik. Lokala modeller är mer träffsäkra i sin kontext men saknar övergripande systemperspektiv. Agentbaserade modeller och hybridmodeller erbjuder stor flexibilitet men kräver omfattande kalibrering och högkvalitativa data.

Valet av modell måste därmed styras av syftet med analysen och den geografiska, logistiska och institutionella kontexten. Inga modeller kan ensamma representera hela godstransportsystemet. En effektiv analys av tillgänglighet och godstransporter kräver därför en kombination av modeller, kompletterande datakällor och mått samt ett systemperspektiv som integrerar logistik, transportinfrastruktur och regional utveckling.

4.1 Inledning

För att förstå hur tillgänglighet för gods formas i praktiken räcker det inte att studera enbart transportkostnader eller lokaliseringsteori. De samband som beskrivs i kapitel 2 och 3 – mellan företag, marknader, tillgångar, infrastruktur och transportkostnader – sker samtidigt och påverkar varandra på komplexa sätt (Figur 4.1). Därför behövs modeller som kan integrera dessa samband till en sammanhållen helhetsbild. Modeller fungerar som analytiska verktyg som översätter teoretiska mekanismer till kvantitativa beskrivningar av hur gods rör sig, varför det rör sig som det gör, och hur förändringar i tillgänglighet påverkar regional utveckling, logistikval och trafikarbete.



Figur 4.1. Enkel modell som förklarar produktion och konsumtion och hur godset rör sig med exempelvis val av transportmedel, rutter och tidsfördröjningar.

Källa: Trafikanalys

Modellutvecklingen inom godstransporter har historiskt följt både tekniska framsteg och förändrade samhällsbehov. Tidiga modeller byggde på aggregerade samband mellan produktion, konsumtion och transportkostnader, medan senare generationer inkluderar logistikbeslut, nätverkseffekter, digitala data och högupplösta representationer av städer och regioner. I dag finns inte en enda modell som ensamt kan beskriva godstransportsystemets komplexitet. I stället används ett brett spektrum av modeller, där varje modelltyp är anpassad till specifika analysfrågor, geografiska nivåer och tidsmässiga perspektiv.

Kapitel 4 syftar därför till att ge en systematisk överblick över detta modellandskap. I avsnitt 4.2 introduceras en struktur för hur modeller kan kategoriseras utifrån både analysnivå (makro, meso, mikro) och syfte (strategisk, taktisk och operativ modellering). Denna typologi

fungerar som en karta för att orientera sig bland de många modellansatser som används i forskning och praktisk planering. I avsnitt 4.3 följer därefter en mer detaljerad genomgång av centrala modeller – från klassiska fyrstegsmodeller till moderna logistikmodeller, agent-baserade system och urbana godsmodeller – och hur de används i olika sammanhang.

Tillsammans ger kapitlen en grund för att förstå vad modeller kan, vad de inte kan, och hur de bör användas för att analysera förändringar i tillgänglighet, utvärdera infrastrukturinvesteringar och stödja strategiska beslut om det framtida godstransportsystemet.

4.2 Typologi över godstransportmodeller

I detta avsnitt behandlas modellvariationerna mer systematiskt. Syftet är att tydliggöra hur olika modellansatser skiljer sig åt, vilka typer av frågeställningar de är avsedda att belysa samt vilka avvägningar som följer av olika modellval. Avsnittet utgör därmed en fördjupning av den översikt som gavs i avsnitt 4.1.

4.2.1 Modellutveckling i ett historiskt perspektiv

Godstransporter har historiskt behandlats som ett sidospår till persontransporter, men under 1980- och 1990-talen växte nya företagsekonomiska perspektiv fram genom logistik och supply chain management. Trots metodutveckling spreds modellerna främst inom akademien (de Jong, Gunn m fl. 2004). Det innebär att flera av de modeller som utvecklades för flera decennier sedan fortfarande är relevanta som ramverk, men de kräver vidareutveckling för att möta nya utmaningar inom tillgänglighet, klimatmål och digitalisering. I takt med detta har forskningen utvecklat en mängd olika modeller med varierande syften, metodologisk utgångspunkt och omfattning – från klassiska transportmodeller till avancerade system som integrerar ekonomi, markanvändning och logistik (Trafikverket 2017b).

Parallellt med denna utveckling har även datatillgång och beräkningskapacitet förbättrats, vilket successivt har möjliggjort för mer detaljerade och integrerade modeller. Samtidigt har offentliga aktörers behov av beslutsunderlag förändrats, med ökad betoning på klimatpåverkan, robusthet och samspel mellan transportsystem och samhällsutveckling. Dessa förändrade förutsättningar har bidragit till att bredda modellutbudet och öka bredden mellan olika modellansatser.

4.2.2 Systemnivåer i godstransportmodeller

Det finns idag ett omfattande utbud av modeller, vilket speglar det mångfacetterade behovet av att förstå och styra komplexa transportsystem. Att modellutbudet är så brett beror på att olika modeller tjänar olika syften. Ett sätt att strukturera modellutbudet är att betrakta det som en utveckling från enklare, mer aggregerade modeller till mer komplexa och detaljerade modellansatser.

Utöver denna progression från enklare till mer komplexa modeller, kan modeller också delas in utifrån syfte och systemnivå, vilka utgör delvis överlappande men analytiskt åtskilda dimensioner, något som de Jong med flera föreslår i en typologisering. *Strategiska modeller* används för långsiktiga bedömningar av policyåtgärder, klimatmål och infrastrukturutbyggnad på nationell eller internationell nivå. *Taktiska modeller* hanterar mer detaljerade frågor, som lokalisering av terminaler eller val av transportsätt. *Operativa modeller* fokuserar på den dagliga styrningen av transporter, såsom ruttval och tidsstyrning i urbana miljöer. Modellerna

opererar även på olika systemnivåer – *makro*, *meso* och *mikro* – vilket bestämmer deras geografiska och funktionella fokus. Makromodeller analyserar stora godsflöden över tid och rum. Mesomodeller används ofta för att analysera flöden och samband mellan regioner, och kan i vissa tillämpningar relatera logistikbeslut till regional utveckling. Mikromodeller fokuserar på specifika fordon, rutter och stadsmiljöer. Flera modeller kombinerar dock flera nivåer i integrerade eller hierarkiska modellstrukturer, så kallade multinivåsystem (de Jong, Vierth m fl. 2013).

Tabell 4.1. Typologi över godstransportmodeller utifrån systemnivå.

Systemnivå	Beskrivning	Exempel på modeller	Användningsområde
Makro	Nationella/internationella flöden. Hög aggregering.	NEAC, Transtools, SAMGODS (delar)	Prognos, infrastrukturplanering, handelssimulering
Meso	Mellannivå – distributionskedjor, omlastning, aggregerade logistikmönster.	Implicit i många modeller	Struktur av logistiksystem, transportkedjeanalys
Mikro	Enskilda företag, försändelser eller agenter. Disaggregat modellering.	ADA-modellen, agentbaserade modeller	Detaljerade logistikbeslut, rutt- och sändningsval

Källa: de Jong, Vierth m fl. (2013).

4.3 Översikt av transport- och lokaliseringsmodeller

I detta avsnitt presenteras modellerna i ett teknisk och teoretiskt sammanhang, från klassiska fyra-stegsmodeller till mer avancerade, dynamiska och integrerade system. Syftet är att tydliggöra hur modellerna relaterar till varandra i komplexitet och tillämpningsområde.

Avsnitt 4.3 ger en bred och systematisk genomgång av de modeller som används för att analysera godstransporter på olika skalnivåer. Det inleds med klassiska, strukturella modeller som fyrstegsmodellen och tillhörande europeiska tillämpningar som SCENES och EUNET, samt därefter den logistikorienterade ADA-modellen som integrerar företags- och sändningsnivåns beslut i modellstrukturen. Vidare behandlas Samgods som Sveriges nationella hybridmodell för multimodal godsanalys, och ITF Freight Model som en global nätverksmodell för långsiktiga scenarier.

Efter dessa nationella och internationella modeller följer en genomgång av regionala och lokala modeller, såsom NÄTRA, TAPAS och GORM, som möjliggör hög geografisk upplösning och bättre fångar kortväga transporter och näringslivets faktiska logistikmönster. Avsnittet beskriver också urbana modeller – exempelvis FRETURB, WIVER och FTG/FTS – som används för att analysera leveransflöden, lastmile-strukturer och stadslogistik.

Därefter presenteras agentbaserade modeller (ABM) som modellen SySMo, vilka simulerar enskilda aktörers beteenden och interaktioner och därför lämpar sig för att studera dynamiska, beteendedrivna transportmönster. Avsnittet inkluderar även hybridmodeller, såsom SMILE och andra integrerade system som kombinerar logistik, nätverk och ekonomiska mekanismer för att beskriva komplexa multimodala flöden. Avslutningsvis behandlas modeller särskilt inriktade

på e-handel och lastmile-logistik, där ruttplanering, hub-och-nav-strukturer samt digitalt styrda leveranssystem spelar en central roll.

Genom denna bredd illustrerar avsnittet hur olika modellansatser kompletterar varandra och hur valet av modell påverkar vilka typer av frågeställningar som kan analyseras och på vilken systemnivå.

4.3.1 4-stegsmodellen

4-stegsmodellen är en metod som används för att analysera och förutsäga transportflöden. Den beskriver hur transporter uppstår och genomförs, i fyra logiska steg. Först identifieras hur mycket gods som genereras och attraheras i olika geografiska områden – det vill säga varifrån och vart godset skickas. I nästa steg fördelas dessa transporter mellan olika områden, vilket innebär att man kopplar ihop varje ursprung med ett specifikt mål. Därefter analyseras valet av transportsätt, där man tar hänsyn till faktorer som kostnad, restid och tillgång till olika trafikslag såsom väg, järnväg eller sjöfart. Slutligen bestäms vilka specifika rutter transporterna tar genom transportsystemet, ofta baserat på belastning, trängsel och kapacitet i infrastrukturen. Modellen används främst för övergripande planering och är ett etablerat verktyg inom transportanalys, även om den i modern godstransportmodellering ofta kompletteras med mer detaljerade logistikmoduler. Den är särskilt användbar för att skapa en översiktlig bild av transportflöden och göra bedömningar av exempelvis framtida belastning på infrastruktur. Men för att förstå och modellera godstransporternas komplexitet räcker den inte till i sin ursprungliga form eftersom godstransporter skiljer sig från persontransporter genom att de involverar fler och mer varierade aktörer och fler beslutnivåer (de Jong, Gunn m fl. 2004).

Det innebär att viktiga logistikbeslut ofta ligger utanför den beslutskedja som fyrstegsmodellen fångar. Valet av trafikslag eller rutt är till exempel ofta beroende av tidigare beslut kring konsolidering, omlastning och tidsprecision – faktorer som inte explicit modelleras i den traditionella modellen. För att bättre spegla verkligheten har därför flera godstransportmodeller byggts ut med logistikmoduler som fångar dessa processer, till exempel val av sändningsstorlek, omlastningspunkter och lagerstyrning (de Jong, Gunn m fl. 2004).

Fyrstegsmodellen har under lång tid utgjort en grundläggande struktur för analys av godstransporter på nationell och regional nivå. Samtidigt innebär modellens aggregerade angreppssätt att viktiga logistiska beslut ofta hanteras implicit eller förenklat, exempelvis val av sändningsstorlek, transportkedjor och användning av terminaler. Modeller som helt förlitar sig på fyra-stegsarkitekturen riskerar därmed att missa avgörande logistikbeslut som har stor betydelse för transporternas effektivitet och tillgänglighet. En mer realistisk modellering av godstransporter kräver därför en struktur som inte bara hanterar fysiska flöden, utan även beaktar företags logistikstrategier, beslutslogik och operativa realiteter – vilket ofta innebär att modellen behöver röra sig bortom den traditionella fyra-stegsramen och integrera flera perspektiv och moduler (de Jong, Gunn m fl. 2004). Nedan redovisas några exempel på fyrstegsmodeller.

SCENES-modellen (Scenario Evaluation and Analysis of Transport Systems) är en strategisk, fyrstegsbaserad godstransportmodell som utvecklades inom EU för att analysera långsiktiga scenarier för transportefterfrågan, infrastrukturutveckling och policyåtgärder på europeisk nivå. Modellen är uppbyggd kring en klassisk produktions–konsumtions-struktur där varuflöden genereras och fördelas mellan zoner, varefter val av transportsätt och nätutläggning sker i separata steg. SCENES är särskilt anpassad för analyser av internationella godsflöden och multimodala transportkedjor och har använts för att studera effekter av exempelvis utbyggnad av TEN-T-nätet, förändringar i transportkostnader och handelspolitiska scenarier. Modellens

styrka ligger i dess konsistenta hantering av stora geografiska områden och långa tids-horisonter, vilket gör den lämplig för strategisk planering och övergripande policyanalys. Samtidigt innebär modellens aggregerade struktur att centrala logistikbeslut, såsom val av sändningsstorlek, konsolidering och terminalanvändning, hanteras förenklat eller implicit. SCENES representerar därmed en klassisk fyrstegsbaserad ansats där fokus ligger på flöden snarare än på företagens logistikstrategier (de Jong, Gunn m fl. 2004).

EUNET-modellen är en annan fyrstegsbaserad godstransportmodell som utvecklats för regionala och nationella analyser i Europa. Till skillnad från SCENES, som primärt är inriktad mot internationella flöden, har EUNET använts för mer detaljerade analyser av regionala och interregionala godsströmmar, ofta med koppling till nationella prognos- och planeringssystem. Modellen bygger på en zonindeldad OD-struktur där godstransporter genereras, fördelas och tilldelas nätet i en sekventiell process. EUNET omfattar flera trafikslag, inklusive väg, järnväg, sjöfart och i vissa tillämpningar även flyg och inre vattenvägar. Precis som andra fyrstegsbaserade modeller är den väl lämpad för att analysera övergripande förändringar i transportefterfrågan till följd av ekonomisk utveckling eller infrastrukturinvesteringar. Begränsningen ligger, även här, i att logistikrelaterade beslut i transportkedjan inte modelleras explicit. Val av transportkedja och trafikslag sker huvudsakligen som ett resultat av generaliserade kostnader på aggregerad nivå, snarare än som följd av företagens operativa och strategiska logistikbeslut de Jong, Gunn m fl. (2004).

För att bättre fånga företagens logistikval har olika vidareutvecklingar av fyrstegsmodellen tagits fram, där ett mer detaljerat och beteendebaserat logistiksteg integreras i modellstrukturen. En av de mest etablerade ansatserna är den så kallade ADA-modellen (Aggregate–Disaggregate–Aggregate), som kombinerar aggregerad flödesmodellering med ett disaggregat beslutssteg på företags- eller sändningsnivå. Med aggregerad modellering avses här att varuflöden beskrivs på en övergripande zon- eller regionnivå, till exempel hur många ton gods som transporteras mellan två regioner. Disaggregerad modellering innebär i stället att logistik- och transportbeslut modelleras på företags- eller sändningsnivå, såsom hur ett enskilt företag väljer sändningsstorlek, transportkedja och trafikslag. Även om ADA-modellen delar vissa drag med fyrstegsmodellen avviker den från den traditionella fyrstegsarkitekturen genom att integrera ett disaggregat logistiksteg. Modellen är uppbyggd i tre steg: först beräknas övergripande flöden av varor mellan produktions- och konsumtionszoner med hjälp av aggregerad ekonomisk statistik, såsom input–output-tabeller och handelsdata. Därefter modelleras logistikbesluten på företagsnivå, där varje enskilt företag antas optimera sin transportlösning utifrån kostnader för bland annat sändningsstorlek, omlastning, val av transportkedja och trafikslag. Slutligen aggregeras dessa individuella beslut tillbaka till zon-till-zon-flöden som kan tilldelas i ett transportnätverk. Grunden i modellen är att logistikbeslut formas av företagets vilja att minimera sina totala logistik- och transportkostnader. Genom denna struktur fångar ADA-modellen både de strukturella varuflödena i ekonomin och det beteende som uppstår på mikronivå hos beslutsfattare i transportkedjan (Ben-Akiva och de Jong 2008, 2013).

I Tabell 4.2 jämförs olika modellansatser för godstransporter, inklusive klassiska fyrstegsmodeller och den logistikbaserade ADA-ansatsen. Syftet är att belysa hur val av modellstruktur påverkar möjligheterna att analysera godstransporternas tillgänglighet. Tillsammans illustrerar SCENES, EUNET och ADA-modellen tre centrala angreppssätt inom godstransportmodellering. SCENES och EUNET representerar klassiska fyrstegsbaserade modeller som främst används för regional och internationell planering på aggregerad nivå, medan ADA-modellen utgör ett logistikbaserat alternativ där centrala transport- och logistikbeslut modelleras på disaggregerad nivå. Skillnaderna i modellstruktur har stor betydelse för vilka typer av

analyser som kan genomföras och hur godstransporternas tillgänglighet kan belysas (de Jong, Gunn m fl. 2004).

Tabell 4.2. Jämförelse mellan fyrstegsbaserade, logistikbaserade och strategiska godstransportmodeller.

Modell	Typ	Struktur	Trafikslag	Disaggregering	Syfte/användning
SCENES	Klassisk fyrstegsbaserad godstransportmodell	Sekventiell, zonbaserad (PC - OD - trafikslag -nät) ¹⁹	Väg, järnväg, sjö	Aggregerad (zonnivå)	Strategisk analys och infrastrukturplanering på EU-nivå
EUNET	Klassisk fyrstegsbaserad godstransportmodell	Sekventiell, OD-baserad, zonindelad ²⁰	Väg, järnväg, sjö, luft, inre vattenvägar	Aggregerad (zonnivå)	Regional och nationell planering, prognoser och policyanalys
ADA-modell	Logistikbaserad ADA-modell (Aggregate-Disaggregate-Aggregate)	Aggregerade flöden med disaggregerad logistisk modul	Väg, järnväg, sjö	Företags-/sändningsnivå (logistik), aggregerad nätutläggning	Prognoser och policyanalys med explicita logistiska beslut

4.3.2 Andra aggregerade modeller

Den svenska modellen Samgods är Trafikverkets nationella system för analys och prognostisering av godstransportflöden över flera trafikslag. Modellen används bland annat för att bedöma effekter av infrastrukturinvesteringar, förändringar i transportkostnader och olika transportpolitiska styrmedel på godstrafiken.

Samgods är ett hybridbaserat modellsystem som i sin övergripande arkitektur är inspirerat av Aggregate–Disaggregate–Aggregate-tänkandet (ADA). Modellen utgår från aggregerade varuflöden mellan geografiska zoner, som därefter kopplas till mer detaljerade antaganden om transportkedjor, trafikslag och logistiska upplägg genom en kostnadsminimerande logistikmodul, innan resultaten åter aggregeras och tilldelas ett transportnätverk. Till skillnad från en renodlad ADA-modell i strikt mening modelleras dock logistikbesluten inte fullt ut på enskild företags- eller sändningsnivå, utan baseras i stor utsträckning på regelbaserade och kostnadsdrivna antaganden.

Modellens styrka ligger i dess förmåga att analysera strukturella effekter på godstransportflöden till följd av förändringar i infrastruktur, kostnader och styrmedel, samtidigt som resultaten kan tolkas på nationell nivå. Samtidigt innebär modellens aggregerade angreppssätt att den har begränsad möjlighet att fånga företagsunika logistikstrategier och operativa beslut i detalj (Trafikverket 2017a). Läs mer om Samgods och dess koppling till lokalisering och samhällsstruktur i avsnitt 4.4.1.

TRANSTOOLS är EU-kommissionens stora europeiska transportnätverksmodell, utvecklad för att analysera både gods- och persontransporter på en paneuropeisk skala. Modellen är ett av de mest omfattande transportmodellsystem som tagits fram inom EU och används som referensmodell för transportpolitiska analyser, TEN-T-planering och utvärdering av EU-

¹⁹ Med sekventiell, zonbaserad modell avses en modellarkitektur där varuflöden först beskrivs mellan produktions- och konsumtionszoner (PC), därefter omvandlas till ursprung–destination-flöden (OD), varefter val av transportsätt och slutligen nätutläggning sker i separata steg.

²⁰ Sekventiell, ursprung–destination (OD) baserad och zonindelad innebär att transporter modelleras som flöden mellan ursprung och destination i geografiska zoner, med efterföljande stegvis hantering av transportsätt och nätutläggning.

åtgärder (Nielsen 2006, Nielsen och Burgess 2008). TRANSTOOLS kombinerar modeller för efterfrågan, logistik, handel, nätverkstilldelning och effekter på ekonomi, miljö och säkerhet. Denna struktur går långt utöver 4-stegsmodellen och består av en moduluppsättning, inte en sekventiell stegmodell.

Modellen är utvecklad av ett internationellt konsortium för Europeiska kommissionens Joint Research Centre och DG TREN. TRANSTOOLS beskriver både passagerar- och gods-transporter i samtliga medel- och långväga trafikslag: bil, lastbil, tåg, inre vattenvägar, sjöfart och flyg. ArcGIS används som strukturell ryggrad för att hantera data, kvalitetskontrollera nätverk och köra modellkedjan genom geoprocessingsramverket. Detta möjliggör en stark integration mellan geografisk information, trafikflödesberäkningar och ekonomiska följdverkningar.

Modellen har genomgått flera större utvecklingsfaser, där TRANSTOOLS 3 (2011–2017) är den senaste officiella generationen (Axhausen 2014, European Commission 2017, Choice Modeling Centre (CMC) 2026). Den täcker 42 länder plus globala handelszoner, inkluderar intermodal logistik och hanterar brister som tidigare EU-modeller haft – exempelvis inkonsistenta basår, begränsad hantering av intermodalitet och svag koppling mellan transportflöden och socioekonomiska effekter. TRANSTOOLS 3 vidareutvecklades för att förbättra metodiken, uppdatera datagrunden, effektivisera programvaran och stärka valideringen, och har etablerats som huvudmodellen för EU:s transportanalys.

Som en del av Transtools 3-projektet utvecklades även en disaggregerad modell för val av godstransportkedjor i Europa (Fjendbo Jensen, Thorhauge m fl. 2019), vilken kompletterar de övriga modulerna i systemet. Modellen beskriver nio olika transportkedjealternativ, både multimodala och unimodala, varav tre kan utföras antingen med containeriserat eller icke-containeriserat gods. Godset delas in i fyra kategorier – torrbulk, flytande bulk, container och styckegods – vilket möjliggör en mer detaljerad representation av hur olika godstyper väljer mellan transportupplägg.

Modellen estimerades med utgångspunkt i disaggregerade data på sändningsnivå, hämtade från bland Sverige och Frankrike. Under utvecklingsarbetet prövades flera olika kostnadsfunktioner och nestningsstrukturer, och de resulterande elasticiteterna jämfördes med etablerad referenslitteratur. Resultaten visade att godstransportmodeller kännetecknas av betydande heterogenitet, icke-linjära samband mellan kostnader och transportval samt icke-konstanta substitutionsrelationer. Dessa egenskaper innebär att om modellerna inte fångar denna komplexitet riskerar utvärderingar av transportpolitiska åtgärder att bli missvisande. Därmed utgör denna kedjevalsmodell ett viktigt komplement till TRANSTOOLS-systemet och stärker dess förmåga att analysera europeiska godstransporter på ett mer realistiskt och beslutsrelevant sätt.

TRANSTOOLS innehåller sammanfattningsvis en regional ekonomimodell, efterfrågemodeller för passagerare och gods, handel och logistik, flygplatsval, multimodala nätverksmodeller samt modeller för effekter på miljö, säkerhet och ekonomi. Kombinationen av ett omfattande nätverkslager, intermodala valmöjligheter och ekonomiska mekanismer gör TRANSTOOLS till det mest kompletta transportanalysverktyget på europeisk nivå.

ITF Freight Model, utvecklad av International Transport Forum (OECD), är en global, multimodal nätverksmodell som används för att analysera internationella och inhemska gods-transporter samt tillhörande transportutsläpp i långsiktiga scenarier, vanligtvis med tids-horisont fram till 2050. Modellen tilldelar godstransporter till rutter i ett integrerat intermodalt nätverk baserat på transportkostnader, restider, kapacitet och scenariovillkor. Efterfrågan på

transporter baseras på handelsprognoser från OECD:s ENV-Linkages-modell, vilka konverteras till tonnage som transporteras i det globala nätverket.

Modellen består av fem huvudsakliga komponenter:

1. Spatial diskretisering, där världen delas in i ett antal modellzoner (s.k. centroider) som representerar produktions- och konsumtionsområden.
2. Internationell fraktmodell för flöden mellan länder och regioner.
3. Nationell fraktmodell för fördelning av flöden inom länder.
4. Rutt- och tilldelningsmodul, där transporter tilldelas nätverket genom jämviktsbaserade tilldelningsprinciper.
5. Utdata- och emissionsmodul för beräkning av transportarbete och utsläpp.

Ett centralt användningsområde för modellen är scenariobaserad policyanalys, exempelvis analyser av hur klimatpolitiska styrmedel, teknikutveckling eller förändrade transportkostnader påverkar globala och europeiska godstransporter. Modellen har bland annat använts i ITF Transport Outlook för att analysera långsiktiga effekter av klimat- och teknikscenarier (International Transport Forum 2023).

Även om modellen i likhet med fyrstegsmodeller hanterar produktion, efterfrågan och transportkostnader, sker detta inom ett sammanhållet nätverksbaserat modellramverk snarare än genom en sekventiell fyrstegsprocess.

4.3.3 Regionala och lokala godstransportmodeller

Traditionella transportmodeller har historiskt haft fokus på nationella och internationella godsflöden och är ofta utformade för att stödja strategisk planering. Dessa modeller är inte alltid lämpliga för att analysera godstransporter på lokal eller regional nivå. För detta krävs verktyg som bättre hanterar mindre geografiska områden, kortväga transporter och det logistiska sammanhang som är specifikt för en viss region. För att möta dessa behov behövs modeller med hög geografisk upplösning och mer detaljerad beslutslogik. Det innebär att modellerna bör kunna hantera val som transportkedja, omlastning, fordonstyp och användning av terminaler, beslut som sker nära det faktiska transportutförandet. Dessutom behöver dessa modeller kunna knytas till den lokala näringsstrukturen, exempelvis genom att använda företagsregister eller regionala input-output-data, för att på ett realistiskt sätt kunna bedöma transportgenerering och logistikbehov (Westin, Westin m fl. 2017).

Lokala modeller har flera fördelar jämfört med nationella modeller som exempelvis Samgods (se avsnitt 4.4.1 för mer information om Samgods). För det första är de ofta mer detaljerade i sin geografiska upplösning, vilket gör dem bättre lämpade för analyser på kommun- eller regionnivå. För det andra tillåter de en tydligare koppling mellan logistikbeslut och näringslivets faktiska struktur och villkor i den specifika regionen. Slutligen möjliggör de scenarier som fokuserar på effekter av tillgänglighet, marknadstillgång och infrastrukturförändringar – frågor som ofta faller utanför ramen i mer generella, nationella modeller (Westin, Westin m fl. 2017).

En effektiv regional modell bör kombinera mikronivåbeslut med ett detaljerat geografiskt nätverk. Detta möjliggör analyser av tillgänglighet, transportkostnader och val mellan olika lösningar i den regionala logistikkedjan. Det underlättar också vid exempelvis lokalisering av terminaler eller utvärdering av effekter av nya infrastrukturinvesteringar. Flera modeller har tagits fram för att bättre fånga de särskilda förutsättningar som råder på lokal och regional nivå när det gäller godstransporter. Tre sådana exempel är Nätra, TAPAS och GORM. Dessa

modeller illustrerar alternativa angreppssätt till de traditionella, nationella modellerna och erbjuder verktyg för mer situationsanpassad analys.

NÄTRA är en nätverksbaserad modell utvecklad för att analysera tillgänglighet till transportinfrastruktur i Stockholm. NÄTRA är den mest omfattande undersökningen som genomförts i Sverige om regionala näringslivstransporter. Den genomfördes 1998 i Stockholms län och resulterade i en databas baserad på enkät- och intervjudata från cirka 4 000 arbetsställen. Undersökningen kartlade transporter kopplade till varuleveranser och servicebesök, kompletterat med trafikmätningar och nätverksdata. Resultatet användes för att modellera vägtrafik från näringslivet i regionen. Trots att mycket har förändrats används materialet fortfarande för att ta fram O/D-matriser (matris för ursprung och destination) för lastbils- och lätt yrkestrafik inom modeller som Sampers, på grund av brist på aktuella alternativ (Trafikanalys 2017a). Modellen bygger på GIS och kan koppla samman platsbundna näringslivsdata med vägnät, omlastningspunkter och terminaler. En viktig fördel är möjligheten att identifiera flaskhalsar i transportsystemet, vilket är av särskilt värde i regioner där den fysiska tillgången till marknad och logistiklösningar är begränsad (Ramstedt, Thydén m.fl. 2018).

TAPAS är ett verktyg för agentbaserad simulering av transportkedjor (MABS, Multi-Agent-Baserad Simulering) som har utvecklats vid Blekinge Tekniska Högskola och som bland annat har använts för analys av styrmedelseffekter på transportkedjor. Till skillnad från mer traditionella makromodeller, där utgångspunkter är en aggregerad analys av statistiska samband, tar TAPAS sin utgångspunkt från aktörers agerande i transportkedjor. Genom att modellera beslutsfattande och interaktion hos aktörer i transportkedjor, blir transportbehovet och de utförda transporterna ett resultat av aktörernas strategier och agerande (Holmgren, Davidsson m.fl. 2012). Bland annat simuleras hur aktörer i en transportkedja utifrån ett visst produktbehov planerar att utföra transporter givet tillgängliga transportresurser och transportinfrastruktur. Ett centralt antagande som simuleras är att transportköpare väljer transportkedjor som minimerar deras kostnader. En analys av hur man skulle kunna kombinera agentbaserade modeller som TAPAS med makromodeller i syfte att utveckla metoder för att förutse effekterna av infrastruktursatsningar och transportpolitiska beslut redovisas i Holmgren, Ramstedt m.fl. (2014). Mer information om TAPAS redovisas i Vectura, Malmö högskola m.fl. (2012).

GORM är en godstransportmodell på regional nivå som bygger på traditionell modellstruktur (produktion–attraktion, val av trafikslag och rutt), men med högre geografisk och funktionell upplösning än modeller som till exempel Samgods. Den är utvecklad av Danmarks Tekniska Universitet (DTU) och har tidigare använts av kommuner i Skåne för att beskriva nuläget i lastbilstrafiken. Den tillåter integrering av regional statistik, företagsregister och specialiserade godskategorier, vilket ger större träffsäkerhet i lokal kontext (Westin, Westin m.fl. 2017).

New Stockholm Model är en modell framtagen för att analysera godstransporter på lokal nivå, där nationella nätverksmodeller ofta är för grova, krävs verktyg som fokuserar på själva målpunkterna. Ett exempel på detta är den leveransgenereringsmodell som utvecklats för Stockholms stad (i vissa sammanhang benämnd New Stockholm Model). Till skillnad från strategiska modeller som utgår från varuton, bygger denna ansats på regressionsanalyser där antalet faktiska leveranser relateras till verksamheternas egenskaper, såsom antal anställda eller lokalytor, uppdelat på bransch enligt SNI-kod. Datainsamlingen för modellen har skett genom en kombination av enkäter, telefonintervjuer och platsbesök i innerstaden och Hammarby sjöstad. Modellen används som ett praktiskt planeringsstöd i frågor som rör lokal trafikmiljö, dimensionering av lastplatser och utvärdering av samlastningsprojekt. Trots utmaningar med att hålla databasen uppdaterad, ger metoden en god förklaringsgrad för hur

olika urbana verksamheter attraherar godsleveranser. I planeringssammanhang utgör dessa data ofta ett viktigt komplement till persontrafikmodeller som SAMPERS, för att skapa en samlad bild av den totala trafikbelastningen i staden (Trafikanalys 2017a).

Ett par modeller som utvecklats under senare år för att möta urbana planeringsbehov är **Freight Trip Generation (FTG)** och **Freight Tour Synthesis (FTS)**. Dessa modeller syftar till att förutsäga antalet godstransporter som genereras av olika typer av verksamheter och används ofta i städer för att planera kapacitet och hantera efterfrågan på kort sikt. Sánchez-Díaz, Holguín-Veras m.fl. (2014) visar till exempel hur etableringars lokalisering och verksamhetsattribut påverkar transportbehovet, och pekar på vikten av att inkludera rumsliga effekter samt att tillämpa icke-linjära samband i modellerna. Liknande FTG-modeller har i vissa tillämpningar använts praktiskt, bland annat i Göteborg och Stockholm. För långsiktig planering har **Freight Tour Synthesis-modeller** utvecklats som ett analytiskt alternativ till mer dataintensiva traditionella modeller och agentbaserade metoder. Dessa modeller är robusta och kräver mindre datainsamling, vilket gör dem attraktiva i situationer där resurser är begränsade. Sánchez-Díaz, Holguín-Veras m.fl. (2015) introducerar en tidsberoende FTS-modell som kan återskapa turtabeller för godstransporter och därigenom ge en realistisk bild av trafikens tidsmässiga variationer. Modellen har potential att bli ett viktigt verktyg för strategisk transportplanering där man behöver balansera datakrav och precision.

Utöver de bredare flödena har intresset för att modellera de mest finmaskiga delarna av transportkedjan ökat, särskilt vad gäller fastighetsnära transporter såsom paket- och postleveranser, livsmedel samt avfallshantering från bostäder och verksamheter. Inom ramen för det numera avslutade projektet *Modellering av fastighetsnära godstransporter* har dessa flöden kvantifierats i syfte att skapa ett underlag för att analysera hur godstrafiken interagerar med stadens begränsade resurser, däribland gatuutrymme och kantstensparkering. Erfarenheterna från projektet visar att integreringen av dessa mikroflöden i traditionella planeringsprocesser medför betydande metodologiska utmaningar, framför allt på grund av bristen på högupplöst data om de sista leden i leveranskedjan. Samtidigt understryks att en utvecklad modellering av fastighetsnära transporter är central för att kunna utforma effektiva hållbarhetsverktyg och hantera den växande konkurrensen om stadens ytor (Closer 2023).

Utvecklingen av mer precisa lokala modeller begränsas dock i hög grad av tillgängligheten på aktuella och högupplösta data. Ett centralt problem i sammanhanget är att de traditionella modellerna och mätmetoderna ofta missar en betydande del av stadens trafikarbete, vilket har lett till ett ökat fokus på att bättre definiera och följa upp näringslivets transporter i praktiken. Inom ramen för detta arbete har behovet av en övergripande struktur för uppföljning av stadens vägnät identifierats, där målområden som tillgänglighet, miljö och trafiksäkerhet kopplas till specifika indikatorer för styrning. Här betraktas näringslivets transporter i en bredare bemärkelse än i klassiska godsmodeller; utöver rena godstransporter inkluderas även hantverkartrafik, servicetransporter och tjänsteutövning med personbil. Studier visar på omfattande informationsluckor kring dessa flöden, särskilt när det gäller lätta fordon som ofta undgår traditionella mätningar. För att överbrygga dessa luckor och skapa underlag för framtidens modeller krävs därför en kombination av mer effektivt utnyttjande av befintliga regionala datakällor och införandet av nya tekniska lösningar, såsom nummerplåtsavläsning och uppkopplade mätstationer (Trafikverket 2021).

Ett annat exempel på en lokal modell är **ITF Urban Freight Model**, utvecklad av International Transport Forum. Modellen bygger på en justerad fyrstegsmodell och har tillämpats i Groot-Rijnmond-regionen i Nederländerna för att analysera effekterna av åtgärder kopplade till avkarbonisering av urbana godstransporter (International Transport Forum 2023).

En annan framträdande modell är **FRETURB**, framtagen av Laboratoire Aménagement Économie Transports (LAET) i Frankrike. Modellen används för att simulera urbana godstransportflöden och inkluderar flera moduler som täcker såväl varuflöden mellan verksamheter som kommunal varutransport och konsumenters inköpsresor. Den har tillämpats i städer som Bordeaux, Marseille, Stockholm och Montréal för att stödja lokal transportplanering och utvärdering av policyåtgärder (Routhier och Toilier 2007).

WIVER-modellen, ursprungligen utvecklad av IVU Traffic Technologies, är en modell för urbana godstransporter som bygger på turbaserad simulering. I modellen beskrivs gods-transporter som sammanhängande turer, där leveranser modelleras individuellt utifrån beställningsdata, verksamhetstyp och sektorspecifika antaganden. Syftet är att koppla näringslivets struktur och lokalisering till faktisk trafik på länknivå i stadsmiljö, vilket gör modellen särskilt användbar för analyser av urbana godsflöden och åtgärder riktade mot stadskärnor och täta bebyggelsemiljöer (Meimbresse och Sonntag 2000).

Vid sidan av flödesmodeller spelar också **Freight Generation Models** en viktig roll. Dessa används för att kvantifiera hur olika typer av verksamheter genererar godsflöden. Ett exempel är en studie i Lissabon där data från detaljhandelsföretag användes för att skapa modeller baserade på antal anställda och lokalytor (Alho och de Abreu e Silva 2015)

Pågående initiativ vid Trafikverket

Kommunikation med Trafikverket indikerar att myndigheten i nuläget inte bedriver någon aktiv utveckling av lokala godsmodeller, men samtidigt ser ett tydligt behov av sådana verktyg. Tidigare initiativ har dock genererat värdefulla erfarenheter.

Ett exempel är den agentbaserade modellen TAPAS (se avsnitt 4.3.2), som togs fram med FOI-finansiering och som i vissa fall användes i skarpa analyser parallellt med Samgods. Modellen möjliggjorde simulering av transportbeteenden på individ- och företagsnivå, men vidareutvecklades inte på grund av begränsade resurser.

En annan modell, MEMFIS, utvecklades vid Kungliga Tekniska högskolan/CTR omkring år 2010 med stöd från Trafikverket. Modellen hade en mesoskopisk, dynamisk, ansats med fokus på trängsel i högtrafik, men realiserades aldrig fullt ut eftersom en planerad data-leverantör drog sig ur projektet.

Trafikverket deltog även i referensgruppen för ett projekt inom CLOSER med inriktning på modellering av fastighetsnära godstransporter (se avsnitt 4.3.2). Projektet resulterade i en förstudie och en plan för fortsatt utveckling, med ambitionen att resultaten på sikt skulle kunna integreras i Trafikverkets hållbarhetsverktyg.

När det gäller NÄTRA har modellen inte använts i nationella sammanhang under senare år. Däremot lät Trafikverkets regionala kontor i Stockholm år 2021 genomföra analyser för att pröva modellens tillämpbarhet i stadsutvecklingssammanhang (se avsnitt 4.3.2).

Slutligen planeras ett forskningsprojekt med syfte att kartlägga datakällor för yrkesmässig personbilstrafik, såsom servicetrafik, hantverkare och taxi – ett område där kunskapsläget i dag är begränsat. Projektet förväntades starta under hösten 2025 (Trafikverket 2025b).

4.3.4 Agentbaserade modeller (ABM)

Agentbaserade transportmodeller (ABM) är verktyg för att analysera mobilitet med hög rumslig och tidsmässig upplösning. De simulerar transportsystem genom att representera enskilda aktörer som självständiga agenter med egna mål och beteenden. Till skillnad från traditionella

modeller fångar ABM hur beslut formas genom interaktion och anpassning mellan aktörer, vilket gör dem särskilt användbara i komplexa och dynamiska miljöer, såsom urbana transportsystem och logistiknätverk.

Enligt Bastariento, Hancock m.fl. (2023) har agentbaserade modeller fått en allt mer central roll i analysen av urban mobilitet, bland annat på grund av deras förmåga att simulera komplexa beteendemönster och interaktioner mellan resenärer, transportsystem och infrastruktur. Studien visar att ramverk som MATSim, SimMobility och TRANSIMS hör till de mest använda plattformarna och möjliggör detaljerade analyser av exempelvis delad mobilitet, elfordonsinfrastruktur och efterfrågestyrda transportsystem. ABM möjliggör modellering på mikronivå, där varje agent fattar beslut utifrån egna preferenser och begränsningar. Detta är särskilt användbart för att analysera hur nya teknologier eller styrmedel påverkar res- och transportmönster över tid. En tydlig styrka är modellernas flexibilitet. De kan tillämpas för både kort-siktiga analyser av trafikflöden och mer långsiktiga studier av markanvändning och systemförändringar. Samtidigt ställer ABM höga krav på datakvalitet och beräkningsresurser, vilket enligt författarna fortfarande utgör ett hinder för bred tillämpning.

Salas-Peña och García-Palomares (2025) visar hur en agentbaserad modell kan användas för att simulera samspelet mellan företag i logistiska kluster, med fokus på kunskapsöverföring och gemensam utveckling av transportlösningar. Genom att modellera företag som agenter analyseras hur samverkan och kontraktsrelationer utvecklas över tid, samt hur kollektiv effektivitet kan uppstå som resultat av individuella beslut. Ett exempel på en agentbaserad modell i svensk kontext är SySMo-modellen, som utvecklats vid Chalmers tekniska högskola. Modellen simulerar ett syntetiskt svenskt samhälle baserat på socioekonomiska attribut och genererar detaljerade aktivitets- och resmönster för varje individ. Genom att kombinera agentbaserad modellering med maskininlärning skapas realistiska dagliga resescheman, vilket möjliggör analyser av exempelvis elbilsanvändning och framtida mobilitetsscenarier för olika befolkningsgrupper. En styrka är möjligheten att genomföra scenarier och känslighetsanalyser utan att använda verkliga individdata, eftersom hela populationen är syntetisk (Tozluoglu 2022).

4.3.5 Hybridmodeller

Hybridmodeller inom godstransportplanering kombinerar flera olika metoder för att bättre hantera komplexa logistiksystem. De omfattar ofta olika tekniker, exempelvis för att efterlikna hur olika aktörer i transportsystemet agerar och samarbetar eller att matcha transportbehov med tillgängliga resurser på ett flexibelt sätt, samt optimering för att förbättra beslutsfattande och uppnå effektivare transporter. Genom att kombinera dessa metoder kan hybridmodellen spegla både det strategiska och operativa perspektivet i samarbetande transportsystem (Bae, Mustafee m.fl. 2022). Exempel på detta är en studie som använde GIS-modellering för att kombinera data med geografisk analys, vilket underlättade beslut om resursfördelning i den grekiska världen under pandemin. Trots att passagerarvolymerna minskade kraftigt förblev transporter av varor mellan öarna relativt stabila, vilket var avgörande för den ekonomiska och territoriella sammanhållningen, vilket var särskilt viktigt i denna region där tillgång till alternativa transportsätt är begränsade (Boile, Theofanis m.fl. 2023). Andra studier visar på hybridmodellers potential, med bland annat med bland annat integrering av sensorer och big data, men också handelssystem för transporttillstånd, vilket kan leda till förbättrad planering, effektivisering och ökad hållbarhet (Knapskog och Browne 2022, Harrison och Shepard 2023).

SMILE (Strategic Model for Integrated Logistics Evaluation) är en europeisk godstransportmodell som utvecklats för att integrera logistikval i transportanalys. Den tillhör kategorin

hybridmodeller och arbetar främst på meso–makronivå, där fokus ligger på längre transportkedjor snarare än lokal distribution. Modellen kombinerar trafikslagsval och ruttval i en gemensam tilldelningsmodell. Den låter lokaliseringen av distributionscenter vara endogen, dvs. bestämd inom modellen utifrån faktorer som markkostnader, löner och tillgängliga destinationer. Den inkluderar vidare en modell för lagerhållning som avgör om varor bör lagras på distributionscenter eller skickas direkt till slutdestination. Denna logistikorientering skiljer SMILE från mer traditionella godstransportmodeller och gör den särskilt lämpad för analyser av godsflöden i internationella transportkorridorer, t.ex. inom EU:s TEN-T-nätverk. SCENES, STEMM, GBFM och CODE-TEN är andra europeiska modeller som på många sätt delar SMILE:s uppbyggnad och funktion (de Jong, Gunn m.fl. 2004).

4.3.6 E-handelsmodeller

E-handelsmodeller utgör teoretiska ramverk för att förstå och optimera det komplexa samspillet mellan digital handel och fysiska varuflöden. Till skillnad från traditionell distribution fokuserar dessa modeller på att öka tillgängligheten genom hela transportkedjan, från globala nätverk till den enskilda konsumentens dörr. Genom att integrera geografiska, ekonomiska och sociala dimensioner ger dessa teorier verktyg för att hantera e-handels krav på snabbhet, precision och hållbarhet.

Inom analysen av e-handelslogistik utgör last-mile-modeller en central modellfamilj. Dessa fokuserar på leveranskedjans slutsteg och används för att analysera hur urbana leveranslösningar, såsom paketboxar, mikrohubbar och hemleveranser, kan utformas för att öka precision, tillförlitlighet och kundanpassning i tätorter (Gevaers, Van de Voorde m.fl. 2011), Boysen, Fedtke m.fl. (2021). En andra grundläggande modellansats är försörjningskedje-modeller med nätverksstruktur, ofta representerade genom hub-och-nav-modeller (hub-and-spoke) (O'Kelly 1986). Dessa beskriver logistiksystemet som ett nätverk av noder och länkar där centrala lager och terminaler balanseras mot mer lokala distributionspunkter. Syftet är att analysera avvägningar mellan centralisering och decentralisering, med fokus på leveranstider, kostnadseffektivitet och systemets robusthet. Dessa modellfamiljer kompletteras av nätverks- och optimeringsmodeller, som används för att analysera hur flöden kan dirigeras och resurser utnyttjas effektivt inom givna nätverksstrukturer. Sådana modeller tillämpas exempelvis för ruttplanering, kapacitetsutnyttjande och samordning av transporter, och utgör en central analytisk grund för effektiv e-handelslogistik (Braekers, Ramaekers m.fl. 2016, Ulmer, Goodson m.fl. 2020).

Tillsammans utgör dessa modellansatser kärnan i den etablerade modellära som används för att analysera e-handels logistiksystem och dess påverkan på transportsystemet. De möjliggör en systematisk förståelse av hur leveransstrukturer, nätverksutformning och operativ effektivitet samspelar, och används som beslutsstöd för att utveckla mer tillgängliga, effektiva och hållbara logistiklösningar i en kontext präglad av växande e-handel och urbanisering.

4.3.7 Styrkor och svagheter med olika transportmodeller

Nationella godstransportmodeller har utvecklats i flera europeiska länder för att stödja långsiktig infrastrukturplanering och transportpolitik. En studie av de Jong, Tavasszy m.fl. (2016) belyser de praktiska utmaningarna med att både utveckla och använda sådana modeller i verkligheten. Artikeln bygger på erfarenheter från sju länder och visar att även välutvecklade modeller ofta begränsas av institutionella hinder, bristande datatillgång och teknisk komplexitet. Därtill finns svårigheter att förankra modellerna organisatoriskt och att anpassa dem till användarnas behov. Resultatet blir att många modeller förblir isolerade från

beslutsprocessen och främst används i utvärderings- eller forskningssammanhang. Studien visar tydligt att det inte räcker att en modell är tekniskt korrekt – den måste också vara institutionellt och operativt användbar.

Modeller för urbana godstransporter utvecklas ofta med ambitionen att ge stöd för planering, styrning och beslutsfattande. Trots detta används de inte alltid i praktiken. En genomgång av forskningen visar att detta främst beror på tre typer av hinder: brist på tillgång till tillräckligt detaljerad och tillförlitliga data, organisatoriska begränsningar hos offentliga aktörer, samt institutionella faktorer som otydlig ansvarsfördelning och bristande samordning. Det är vanligt att offentliga myndigheter saknar både teknisk kompetens och resurser för att integrera modeller i sitt löpande arbete. I många fall är modellerna metodologiskt avancerade, men förblir akademiska övningar utan koppling till den praktiska verkligheten. Det är alltså inte modellernas tekniska kvalitet som är avgörande, utan snarare om det finns förutsättningar att tillämpa dem i befintliga organisatoriska och institutionella strukturer.

I en systematisk litteraturstudie genomförd av Kervall och Pålsson (2022) analyserades 93 vetenskapliga publikationer om urbana godstransportsystem med syftet att identifiera hinder för förändring och praktisk implementering av lösningar – däribland modeller för planering och styrning. Studien tillämpar en kvalitativ innehållsanalys för att koda och kategorisera återkommande teman i litteraturen. Resultatet visar att de barriärer som försvårar praktisk tillämpning av godstransportmodeller kan delas in i elva övergripande kategorier. Bland de mest framträdande hindren återfinns brist på tillgängliga och detaljerade data, vilket begränsar möjligheten att skapa tillförlitliga modeller som kan användas i vardaglig planering. Även organisatoriska hinder är vanliga – exempelvis att kommuner eller andra offentliga aktörer saknar kapacitet, mandat eller teknisk kompetens att implementera nya lösningar. Dessutom identifieras institutionella faktorer, såsom otydlig ansvarsfördelning och bristande samordning mellan offentliga och privata aktörer, som centrala orsaker till att modeller och andra styrmedel sällan går från teori till praktik. Kervall och Pålsson betonar att många modeller förblir akademiska verktyg utan att integreras i faktiska beslutssystem. Detta är inte nödvändigtvis ett tecken på att modellerna i sig är otillräckliga, utan speglar snarare ett glapp mellan vad som är tekniskt möjligt och vad som är institutionellt och organisatoriskt genomförbart i verkligheten.

Det finns inte någon enhetlig eller "universell" modell som kan användas för alla typer av godsprognostisering. Detta beror på att olika sammanhang – geografiska, ekonomiska, teknologiska och politiska – ställer mycket varierande krav på både metod och datanivå. Modellerna kan därför skifta från enklare "one step models", som i princip endast tar hänsyn till volym, till "four step models", som tar hänsyn till flödeskartor, transportsätt och ruttildelning. Där en aktör klarar sig utmärkt med en grovt kalibrerad aggregatmodell (one step model), kan en annan behöva mycket mer detaljerade, disaggregerade modeller som speglar faktiska rutter, beslutskedjor och dynamiska faktorer (four step model). Val av modell måste därför baseras på den specifika tillämpningens mål, datatillgång och den institutionella kontexten. En modell som är för komplex i förhållande till tillgängliga data riskerar att ge ett falskt sken av noggrannhet, medan en alltför enkel modell kan missa viktiga systemeffekter. Därför krävs ett flexibelt och adaptivt tänkande, snarare än en standardiserad lösning, där varje modell byggs eller väljs utifrån det aktuella beslutsstödsbehovet. Ett exempel på det är en fallstudie från Kalifornien där inte mindre än tre huvudsakliga modelleringsansatser identifierades, en logistik-aggregatmodell, en disaggregerade logistikmodell och en hybridlösning. Utifrån den specifika fallstudien passade en skräddarsydd och kontextbaserad lösning, som kombinerar regional logistik med en ruttoptimerande modell för lastbilsturer, bäst (Chow, Yang m.fl. 2010).

För att sammanfatta de olika modellernas förutsättningar och de utmaningar som identifierats i litteraturen, presenteras i Tabell 4.3 en SWOT-analys. Analysen belyser de tekniska styrkorna hos dagens modeller i relation till de institutionella hot och datamässiga svagheter som tidigare diskuterats.

Tabell 4.3. SWOT-analys av modeller för godstransporter.

Styrkor	Svagheter
Samgods är väletablerad i Sverige och används för nationell infrastruktur-planering.	Begränsad detaljnivå på regional nivå; otillräcklig representation av faktisk logistik.
ADA-modellen (Aggregate-Disaggregate-Aggregate) kombinerar beteendebaserad logistikmodellering med systemnivå-prognoser.	Kräver omfattande data på mikronivå som ofta är svårtillgänglig.
ITF Freight Model är en integrerad multimodal modell som möjliggör globala scenarier och analyser av t.ex. CO ₂ -påverkan.	Hög komplexitet och starkt beroende av internationell handels- och transportstatistik.
Agentbaserade modeller möjliggör simulering av individbeteenden, innovationer och framtidsscenarier.	Resurskrävande i både beräkningstid och modellkalibrering; saknar standardiserade valideringsramverk.
Moderna modeller inkluderar logistikens nyckelelement som omlastning, lagerhållning och distributionskedjor.	Bristande representation av last mile och urbana godsflöden i nationella modeller.
Möjligheter	Hot
Tillgång till Big Data möjliggör förbättrad realtidsmodellering, kalibrering och scenarioanalys.	Begränsad tillgång till data p.g.a. juridiska, tekniska och sekretessrelaterade hinder.
Ökad efterfrågan på policyutvärderingar kopplat till klimatmål och elektrifiering av transporter.	Modeller som är otillräckligt anpassade till svenska/nationella förhållanden kan leda till felaktiga slutsatser.
AI och maskininlärning möjliggör mer realistiska, beteendestyrda transportmodeller.	Komplexiteten gör modellerna svårhanterbara för icke-expert inom beslutsfattande och planering.
Internationell harmonisering och metodutveckling ger möjlighet till jämförbarhet och effektivare beslutsunderlag.	Osäkerhet i datatillgång och beroende av nationell samverkan mellan aktörer och myndigheter.

Mot denna bakgrund är det också viktigt att betona att transport- och lokaliseringsmodeller i regel är utformade för att analysera konsekvenser av förändringar i transportsystem, ekonomi eller regelverk, snarare än för att direkt mäta tillgänglighet. Tillgänglighet för gods framträder därför oftast indirekt, som ett härlett resultat av förändringar i exempelvis transportkostnader, restider, flöden eller marknadspotential. Användningen av modellresultat för att beskriva godstillgänglighet kräver därmed tydliga avgränsningar och en medveten tolkning av vad modellerna faktiskt fångar.

4.3.8 Framtidens godstransportmodeller

I artikeln *The future of freight transport* analyserar Macharis (2019) de framtida utmaningarna för det europeiska godstransportsystemet, med särskilt fokus på behovet av mer sofistikerade analytiska verktyg. Författarna betonar att traditionella modeller ofta brister i att fånga komplexa samband mellan interna logistikkostnader och externa effekter, såsom miljöpåverkan och trängsel. För att möta framtidens krav på hållbarhet och effektivitet argumenteras för en utveckling av modeller som bättre integrerar teknisk innovation, beteendeförändringar hos aktörer och policyreformer på EU-nivå. Genom att kombinera kvantitativ modellering med tvärvetenskapliga perspektiv kan beslutsfattare få bättre underlag för att hantera godstransporternas växande roll i en globaliserad ekonomi.

Utöver de nationella systemen pågår en omfattande internationell metodutveckling för att vidareutveckla godstransportmodeller, särskilt med avseende på att integrera logistikbeslut och hållbarhetsdimensioner. En central översikt över utvecklingen av nationella och internationella modeller ges av de Jong, Vierth m.fl. (2013), som betonar vikten av att explicit modellera sändningsstorlekar, omlastning och företags logistikbeslut snarare än att behandla dessa implicit inom en traditionell fyrstegsram. I en tidigare översikts- och utvecklingsrapport pekar samma forskningsmiljö dessutom på behovet av mer flexibla och policyanpassade verktyg som möjliggör snabbare analyser och scenariohantering i planeringsprocesser (de Jong, Gunn m.fl. 2004). För urbana miljöer har forskningen parallellt utvecklat särskilda översikter av city-logistics- och urban freight-modeller, där fokus ligger på hur modellramverk kan bidra till att minska miljöpåverkan, hantera kapacitetsbegränsningar och stödja hållbar stadsutveckling (Taniguchi, Thompson m.fl. 2012). Sammantaget visar dessa översikter att framtida godstransportmodeller i ökande grad behöver kombinera logistikupplösning, policyrelevans och hållbarhetsanalys inom en integrerad modellstruktur.

Inom amerikansk transportplanering har utvecklingen av godstransportmodeller i ökande grad fokuserat på hybridansatser som kombinerar traditionella fyrstegsmodeller med mer disaggregata logistiska komponenter. En översikt över metodutvecklingen ges av Chow, Yang m.fl. (2010), som diskuterar övergången från aggregerade flödesmodeller till regionala logistikmodeller och hybridansatser som integrerar truck touring-komponenter. Parallellt används nationella prognosramverk såsom Freight Analysis Framework (FAF), utvecklat av Bureau of Transportation Statistics och Federal Highway Administration, vilket integrerar flera datakällor för att beskriva och prognostisera godströmmar mellan regioner och trafikslag (Bureau of Transportation statistics 2026, Federal Highway Administration 2026).

Sammantaget präglas den amerikanska utvecklingen av en strävan att kombinera modellintegration och förbättrad datagrund för att stärka prognosprecision och policyrelevans i infrastrukturplaneringen. Inom amerikansk transportplanering har särskild vikt lagts vid att utveckla praktiska verktyg för delstatlig och nationell freight forecasting. Transportation Research Board (2008) presenterar en strukturerad genomgång av modellkomponenter och modellklasser, där flödesfaktormetoder och fyrstegsramverk kombineras med ekonomiska och logistiska analysmoment för att stödja långsiktig planering.

4.4 Samspel mellan transporter och samhällsutveckling

Efter att i kapitel 4.2 ha presenterat olika modelltyper och deras struktur samt i kapitel 4.3 beskrivit praktisk användning av dessa i svenska och internationella sammanhang, fokuserar detta kapitel på modeller där transporter samverkar med andra samhällsfunktioner – särskilt lokalisering och markanvändning. Exempel på detta är Samgods och LUTI-modeller. Dessa modeller används för att analysera hur transportinfrastruktur och logistikflöden påverkar, och påverkas av, var verksamheter och hushåll är placerade i rummet.

4.4.1 Samgods – koppling till lokalisering och samhällsstruktur

Samgods integrerar både transportdynamik och geografisk fördelning av aktivitet, och är därför centrala verktyg i både regional planering och nationell transportanalys. Samgods-modellen används inte enbart för att analysera transportflöden, utan även för att förstå hur godsströmmar samverkar med regional utveckling, näringslivsstruktur och samhällsplanering. Genom att kombinera geografiskt detaljerade data om produktions- och konsumtionsmönster med information om transportinfrastruktur, möjliggör modellen analyser av hur olika delar av landet påverkas av till exempel förändringar i logistikupplägg eller investeringar i infrastruktur. Samgods kan därmed stödja samhällsekonomiska kalkyler och ge insikter om var transportpolitiska åtgärder har störst påverkan på tillgänglighet och konkurrenskraft. Detta gör modellen till ett viktigt verktyg i diskussionen om lokalisering, regional utveckling och kapacitet i transportsystemet. Noterbart är dock att modellen betraktar lokalisering av företagen och kunder som exogent givna och något som inte förändras till följd av åtgärder i transportsystemet eller av explicita förändringar i transportkostnaderna (Trafikverket 2020, 2024c, b).

4.4.2 LUTI-modeller

LUTI-modeller (Land Use/Transport Interaction Models) är integrerade modeller som analyserar samspelet mellan markanvändning och transportsystem. De kan förutsäga trafikflöden, lokalisering av hushåll och arbetsplatser, samt förändringar i fastighets- och markvärden över tid. Genom att kombinera transportekonomi och urban ekonomi kan dessa modeller simulera hur infrastrukturinvesteringar förändrar tillgängligheten, vilket i sin tur påverkar var hushåll och företag väljer att lokalisera sig (Department for Transport (UK) 2014). Dessa modeller är särskilt användbara för att bedöma långsiktiga effekter av transportprojekt och stadsplanering. Särskilt LUTI-modeller erbjuder ett ramverk för att simulera ömsesidiga beroenden mellan transportutbud, markanvändningsmönster och ekonomiska drivkrafter. Genom att modellera samspelet mellan exempelvis infrastrukturinvesteringar och lokalisering av verksamheter, möjliggör de scenariobaserad planering med fokus på långsiktiga effekter (Nguyen-Luong 2015). Modellernas främsta styrka är förmågan att fånga den "återkopplings-loop" där förändrad markanvändning genererar nya trafikflöden och förändringar i fastighetsvärden över tid (Nguyen-Luong 2015).

Enligt Bramley, Simmonds m.fl. (2011) erbjuder LUTI-modeller en mer omfattande analys än traditionella transportmodeller, då de inte betraktar lokalisering som fixerad utan som en dynamisk process påverkad av transportutbudet. Detta gör dem till centrala verktyg för beslutsfattare som behöver förstå de långsiktiga och systemövergripande effekterna av stadsplanering och regionala transportprojekt.

LUTI-modeller (Land Use/Transport Interaction) kan vara allmän jämviktsmodeller (se avsnitt 4.4.3), men det beror på vilken typ av LUTI-modell man syftar på (Nguyen-Luong 2015). Det finns två huvudsakliga familjer av LUTI-modeller:

- **Statisk allmän jämviktsmodell.** Söker ett långsiktigt jämviktsläge mellan transport-systemet och det urbana systemet. Modellen antar att hushåll och företag gör platsval baserat på nyttomaximering. Jämvikt uppnås när ingen aktör har incitament att flytta. Urban ekonomi och transportekonomi integreras. Dessa modeller klassas som allmän jämviktsmodeller eftersom de balanserar utbud och efterfrågan på marknader för bostäder, arbetsplatser och transporter.
- **Dynamisk modell.** Simulerar förändringar över tid utan att nödvändigtvis uppnå jämvikt. Tar hänsyn till demografiska förändringar och tidsdynamik. Interaktionen mellan transport och markanvändning sker via tillgänglighet. Kräver mycket detaljerade data (mikrosimulering). Inte en allmän jämviktsmodell i strikt mening, men de kan innehålla komponenter som bygger på nyttomaximering och diskreta val.

Gemensamt för båda typerna är att de ofta använder diskreta valmodeller (Discrete Choice Theory) för att modellera beslut om platsval, transportsätt etc., samt att de integrerar urban ekonomi och transportekonomi.

LUTI-modeller används för att bedöma hur stora infrastrukturprojekt – exempelvis nya tunnelbanor eller motorvägar – påverkar stadsutveckling och fastighetsvärden genom att simulera samspelet mellan tillgänglighet och efterfrågan. De teoretiska samband som dessa modeller vilar på bekräftas i empiriska studier, exempelvis visade en fallstudie i Thessaloniki att enbart planeringen av en ny tunnelbanelinje skapade mätbara förväntanseffekter på fastighetsmarknaden.

Genom att bland annat använda hedonisk prissättning kunde Efthymiou (2013) påvisa tydliga prisskillnader beroende på närhet till planerade stationer och avgränsning mot pågående byggnadsprojekt. Denna typ av statistiskt säkerställda samband utgör en viktig grund för hur integrerade modeller, såsom UrbanSim eller TRANUS, kalibreras för att kunna förutsäga långsiktiga förändringar i stadsbilden (Efthymiou och Constantinos 2013).

Inom Sustainable Urban Mobility Plans (SUMP) integreras i ökad utsträckning LUTI-modeller för att utvärdera hur olika kombinationer av transport- och markanvändningsstrategier kan bidra till minskad trängsel, lägre utsläpp och mer resilienta urbana system (Gavanas, Pozoukidou m.fl. 2016). Nedan presenteras några centrala exempel på LUTI-modeller och deras tillämpningsområden:

MUSSA (Multinomial Logit Urban Simulation System) är en modell utvecklad av Fernando Martínez i Santiago de Chile. MUSSA används för att simulera hur hushåll och företag väljer lokaliseringsalternativ i en stadsmiljö, baserat på principer om utbud och efterfrågan. MUSSA bygger på diskreta valmodeller (logit) och beaktar faktorer som markvärden, tillgänglighet och konkurrens om platser. Systemet är särskilt användbart för att analysera effekter av transport- och stadsplaneringsåtgärder på urbana strukturer, och har vidareutvecklats i olika versioner, där Cube Land är en kommersiell tillämpning (Department for Transport (UK) 2014).

TRANSACT är en integrerad modell för markanvändning och transporter (LUTI), specifikt utvecklad och tillämpad för strategiska analyser av Stockholmsregionens långsiktiga utveckling (Lundqvist 1998). Modellen analyserar det ömsesidiga sambandet mellan infrastrukturinvesteringar och lokalisering av bostäder och verksamheter, men till skillnad från renodlade godstransportmodeller ligger fokus primärt på hushållens resmönster och regional tillgänglighet. Genom att simulera hur förändrade transportkostnader och nya noder i trans-

portsystemet påverkar stadsutvecklingen, fungerar TRANSACT som ett verktyg för att utvärdera effekter av regionala planeringsstrategier och markanvändning över.

TRANUS är ett integrerat modelleringssystem för markanvändning och transporter, utvecklat av Tomás de la Barra. Systemet kombinerar modeller för stadsutveckling och trafikflöden i ett enda ramverk och används för att analysera effekterna av olika transportpolitiska och planeringsrelaterade åtgärder. TRANUS är särskilt användbart för att studera sambanden mellan transportinfrastruktur, lokalisering av verksamheter och regional utveckling. Modellen är öppen källkod och har använts i projekt i både utvecklingsländer och industrialiserade regioner (de La Barra 1989).

UrbanSim: Simulering av stadsutveckling med geolokaliserad data

UrbanSim är ett öppet, agentbaserat modelleringssystem utvecklat för att simulera långsiktiga effekter av markanvändnings- och transportbeslut på stadsutveckling. UrbanSim kombinerar data om hushåll, företag, fastigheter och geografi för att simulera hur dessa aktörer interagerar och förändrar stadsbilden över tid (Waddell 2002). Enligt Wegener och Fürst (1999), som har utvärderat modellen utifrån ett teoretiskt perspektiv, utmärker sig systemet genom sin förmåga att hantera dynamiska processer och mikrosimulering snarare än att söka statisk jämvikt. UrbanSim kräver omfattande, geolokaliserad data – såsom fastighetsregister, väg- och kollektivtrafiken, socioekonomiska data och markrestriktioner – vilket möjliggör mycket detaljerade analyser på kvarters- eller fastighetsnivå.

Modellen används i en rad amerikanska städer (bl.a. San Francisco, Seattle, Salt Lake City) för att analysera effekterna av olika stadsutvecklingsstrategier, infrastrukturinvesteringar eller policyer kopplade till klimatmål, bostadsförsörjning eller mobilitet. UrbanSim är anpassningsbar och kan integreras med regionala transportmodeller, vilket gör den användbar för beslutsfattare och planerare som vill förstå samspelet mellan transportnät, markanvändning och ekonomisk utveckling (UrbanSim 2026).

LU-Trans är en typ av LUTI-modell som utvecklats för att simulera det ömsesidiga samspelet mellan markanvändning och transportsystem. Modellen används för att stödja planering och beslutsfattande genom att kartlägga hur förändringar i transportinfrastruktur påverkar bostads- och verksamhetslokalisering, samt de omvänt riktade effekterna av urban expansion på trafikutbredningen. I svenska sammanhang har LU-Trans tillämpats i flera regionala projekt:

- **Stockholm:** Modellen har använts för att studera effekterna av nya tunnelbanelänkar och väginfrastruktur, och hur dessa påverkar lokaliseringen av bostäder och arbetsplatser, vilket ger insikter om trafikutbud och kollektivtrafikbehov (Johnson 2012).
- **Göteborg:** LU-Trans användes för att utvärdera effekter av trängselskatt och satsningar på kollektivtrafik, och bidrog därmed till att förstå strategier för att minska trängsel och förbättra luftkvalitet (Hrelja 2019).
- **Malmö:** Modellen har analyserat hur etableringar av nya bostads- och kommersiella områden påverkar transportsystemet, vilket gjort det möjligt att identifiera behov av nya väg- och kollektivtrafiklösningar för att understödja tillväxten (Malmö Stad 2024, Nordin 2024).

Dessa tillämpningar visar att LU-Trans kan användas som ett effektivt verktyg för beslutsfattare och planerare i arbete med infrastrukturinvesteringar, stadsförnyelse eller regional utveckling, särskilt när det gäller att förstå hur transportsystem och markanvändning påverkar varandra.

Trots sina analytiska styrkor innebär användningen av modeller som LU-Trans flera praktiska utmaningar. För det första ställer modellerna höga krav på omfattande och detaljerade data om både transportnätverk och markanvändning, vilket kan vara kostsamt att samla in och underhålla. För det andra är modellerna ofta komplexa och resurskrävande att köra, särskilt vid större geografiska tillämpningar. Vidare kräver kalibrering och validering tillgång till historiska data och iterativa processer, vilket kan vara tidskrävande. Användarvänligheten är en ytterligare utmaning – många modeller kräver teknisk kompetens som inte alltid finns tillgänglig hos användarna. Slutligen kan det vara svårt att integrera LU-Trans med andra planeringsverktyg, vilket försvårar en helhetssyn i beslutsprocesser (Geurs och van Wee 2004).

Samlok och **Dynlok** är två regionalekonomiska modeller som används inom svensk infrastrukturplanering för att analysera sambandet mellan transporttillgänglighet och markanvändning. De har vissa likheter med allmänna jämviktsmodeller (avsnitt 4.4.3), men klassificeras inte som fullständiga allmänna jämviktsmodeller.

Samlok (Samhällsekonomisk lokaliseringsmodell) är en komparativ statisk modell som beräknar hur förändringar i transportsystemet påverkar lokaliseringen av befolkning och arbetsplatser på lång sikt. Genom att vikta tillgänglighetsförändringar mot historiska samband simulerar modellen hur hushåll och företag omfördelas geografiskt, vilket ger underlag för att bedöma regionalekonomiska effekter såsom förändringar i lönesummor och sysselsättning (Trafikverket 2018).

Dynlok (Dynamisk lokaliseringsmodell) fungerar som en vidareutveckling med ett uttalat tidsperspektiv. Till skillnad från statiska modeller simulerar Dynlok den stegvisa anpassningsprocessen över tid, där faktorer som bostadspriser och arbetsmarknadsförhållanden kontinuerligt påverkar lokaliseringsbesluten. Modellen är särskilt användbar för att studera de långsiktiga och dynamiska effekterna av stora objekt, exempelvis höghastighetsjärnvägar, där infrastrukturens påverkan på regional utveckling och befolkningstillväxt sker gradvis under flera decennier (Jönköping International Business School 2019).

4.4.3 Allmänna jämviktsmodeller

Allmänna jämviktsmodeller (Computable General Equilibrium – CGE models) syftar till att förklara hur utbud och efterfrågan interagerar simultant på samtliga marknader för att uppnå en balanserad jämvikt. Den teoretiska grunden lades av Walras (1874) och formaliserades senare av Arrow och Debreu (1954), baserat på antaganden om rationella aktörer, perfekt konkurrens och fullständig information.

Allmänna jämviktsmodeller har ett flertal förenklingar vilket påverkar resultaten.

- Ingen rumslig dimension: CGE-modeller antar oftast en nationell eller regional jämvikt utan att ta hänsyn till geografisk fördelning av aktiviteter. Detta gör att effekter av transportkostnader, lokalisering och klusterbildning inte fångas.
- Perfekt konkurrens och statisk jämvikt: De flesta CGE-modeller bygger på antagandet om perfekt konkurrens och långsiktig jämvikt, vilket kan vara orealistiskt i dynamiska ekonomier med marknadsimperfectioner.
- Begränsad hantering av transport och infrastruktur: Transportkostnader och nätverks-effekter är ofta förenklade eller helt frånvarande, vilket gör modellen mindre användbar för analyser av regional utveckling eller infrastrukturinvesteringar.

- Svårt att modellera agglomerationseffekter: Modeller kan därmed inte särskilt väl fånga hur företag och hushåll drar nytta av att vara nära varandra (skalfördelar, kunskapsspridning), vilket är centralt i regionalekonomi.

Dessa aspekter tas om hand i rumsliga allmänna jämviktsmodeller, se avsnitt 4.4.3.5.

Svenska allmänna jämviktsmodeller

RAPS (Regionalt analys- och prognossystem) är ett systemverktyg för regional planering som genererar prognoser baserat på historiska samband och regional statistik. Till skillnad från mer komplexa allmänna jämviktsmodeller fungerar RAPS som ett integrerat ramverk av fem delmodeller (befolkning, arbetsmarknad, regional ekonomi, bostadsmarknad och kommunal ekonomi) som analyserar hur dessa områden interagerar över tid. Verktöget används av myndigheter som Tillväxtverket och Trafikverket för att skapa nulägesbeskrivningar och scenarier som stödjer beslutsfattande inom regional utveckling och infrastrukturplanering (Tillväxtverket 2026).

RAMSES (Riksbankens Aggregerade Makromodell för Studier av Ekonomin i Sverige) är en dynamisk stokastisk allmän jämviktsmodell (DSGE) som utgör Sveriges Riksbanks huvudsakliga verktyg för makroekonomisk analys och prognostisering. Till skillnad från regionala modeller fokuserar RAMSES på den nationella ekonomins reaktioner på oförutsedda händelser, såsom teknologichocker eller penningpolitiska förändringar, under antagandet om rationella förväntningar hos hushåll och företag. Modellen simulerar hur interaktioner mellan arbetsmarknad, kapitalmarknad och penningpolitik påverkar centrala variabler som inflation och BNP-tillväxt, vilket ger ett teoretiskt underlag för räntebeslut och policybedömningar (Adolfson, Laséen m.fl. 2013).

EMEC (Environmental Medium Term Economic Model) är en numerisk allmänjämviktsmodell som används av Konjunkturinstitutet för att analysera hur energi- och miljöpolitik påverkar den svenska ekonomin. Modellen omfattar ett trettio-tal branscher och flera hushållsgrupper, där aktörerna antas minimera kostnader respektive maximera nytta baserat på rådande priser och skatter. Genom att integrera utsläppsdata för koldioxid, svaveldioxid och kväveoxider direkt i den ekonomiska strukturen kan EMEC simulera långsiktiga effekter av miljöpolitiska åtgärder på både branschnivå och för olika hushållsgruppers välfärd (Konjunkturinstitutet 2024).

FASIT (Fördelnings-Analytiskt Statistisksystem för Inkomster och Transfereringar) är en statisk mikrosimuleringsmodell som används för att analysera hur förändringar i skatte-, avgifts- och transfereringssystem påverkar hushållens ekonomi och de offentliga finanserna. Genom att använda detaljerade individdata från SCB:s register kan modellen beräkna de direkta fördelningseffekterna av politiska förslag, såsom justeringar i inkomstskatt eller barnbidrag. Eftersom FASIT är en statisk modell fokuserar den på de omedelbara ekonomiska konsekvenserna för olika samhällsgrupper utan att inkludera beteendeförändringar hos de berörda individerna (SCB 2016).

SCGE-modeller

Inom transportanalys har traditionella allmänna jämviktsmodeller dock begränsningar, då de ofta saknar geografiska dimensioner och därmed missar att fånga effekter av transportkostnader och agglomeration (skalfördelar av geografisk närhet). För att hantera dessa brister har rumsliga allmänna jämviktsmodeller (SCGE-Spatial Computable General Equilibrium) utvecklats. Genom att explicit inkludera geografisk fördelning och transportkostnader kan dessa modeller analysera hur infrastrukturinvesteringar påverkar interregional handel och

migration. Centrala bidrag inkluderar Roback-modellen (1982), som integrerar fastighetsmarknadens roll i den rumsliga jämvikten, samt Paul Krugmans (1991) arbete inom den "nya ekonomiska geografin", vilket belyser hur transportkostnader driver klusterbildning och regional utveckling. Nyare forskning av bland andra Allen och Arkolakis (2014) har ytterligare förfinat metodiken genom algoritmer som möjliggör analys av komplexa transportnätverk och unika jämviktslägen.

SCGE-modeller påminner en del om LUTI-modeller, men de har olika fokus. LUTI-modeller simulerar *hur transport- och markanvändningssystem påverkar varandra över tid*. De används för att analysera hur förändringar i transportnät, tillgänglighet, priser och planeringsåtgärder påverkar lokalisering av hushåll, företag samt resor och transporter.

- Utgår från urbanekonomiska och transportvetenskapliga modeller.
- Betonar hushåll och företags lokaliseringsval, påverkat av tillgänglighet, markanvändning och transport.
- Priser kan ingå, men är ofta enklare och inte alltid generella marknadsjämvikter.
- Transport är en central del av modellen: förändringar ger direkta effekter på lokalisering och omvänt. Transportmodellen är detaljerad och ofta kopplad till faktisk infrastruktur.
- LUTI-modeller används främst för stadsplanering, utvärdering av kollektivtrafikinvesteringar och analyser av urban expansion, bostadsmarknad, tillgänglighet. Den geografiska skalan är oftast *intraurban* eller regional (stadsområden).

SCGE-modeller är *ekonomiska jämviktsmodeller* som beskriver samspelet mellan regioner, marknader, priser, produktion och handel – inklusive hur transportkostnader och tillgänglighet påverkar den regionala ekonomin.

- Utgår från makroekonomisk jämviktsteori (CGE) med regionalt fokus.
- Beskriver hur priser, produktion, konsumtion och handel anpassas tills ekonomin når jämvikt.
- Transportkostnader påverkar ekonomins struktur, regioners specialisering och handelsflöden. Transport påverkar ekonomin främst via transportkostnader, inte via detaljerad ruttval eller nätverksstruktur. Mindre fokus på faktisk trafikallsträng och resmönster, mer på ekonomiska implikationer.
- SCGE-modeller används för nationalekonomisk eller regionalekonomisk analys, för bedömning av stora infrastrukturprojekt ur ett välfärdsperspektiv och analyser av hur regioner påverkas ekonomiskt av transportkostnader, handel och produktionsförändringar. Den geografiska skalan är oftast *interregional* eller nationell, men det finns även urbana varianter.

Nedan presenteras kortfattat några svenska, norska och internationella SCGE-modeller, vilka sammanfattas i Tabell 4.4.

STRAGO (Swedish TRade of GOods) är en svensk rumslig allmän jämviktsmodell (SCGE-modell) utvecklad vid KTH av Marcus Sundberg. Modellen togs fram för att beskriva den svenska ekonomins regionala struktur och särskilt sambanden mellan produktion, konsumtion, handel och transporter. Ett centralt syfte med STRAGO är att möjliggöra regional nedbrytning av nationella långsiktiga scenarier, till exempel Långtidsutredningen, och att producera konsistenta prognoser för regional produktion, sysselsättning och befolkning.

Dessa används bland annat som indata till Trafikverkets trafikmodeller Samgods och Sampers (Anderstig 2014, Almström, Anderstig m.fl. 2017, Sundberg, Anderstig m.fl. 2017).

STRAGO modellerar ekonomin som en liten öppen ekonomi med flera regioner, där företag verkar under monopolistisk konkurrens, vilket gör det möjligt att fånga agglomerationseffekter samt stordriftsfördelar. Hushåll antas vara framåtblickande nyttomaximerare som väljer konsumtion över tid, medan företag kombinerar kapital, arbete och insatsvaror baserat på relativpriser med ett antagande om konstant substitutionselasticitet. En separat transportsektor modellerar både isbergskostnader och additiva transportkostnader, vilket gör att transportekonomiska samband integreras direkt i modellen.

Modellens regionindelning följer NUTS 2-nivån, något anpassad för att harmoniera med Samgods indatamodellering. Sektorsindelningen är direkt kopplad till varugrupsstrukturen som används i Samgods och omfattar både varu- och tjänsteproduktion. Denna struktur är avsedd att spegla svensk ekonomi på ett sätt som är kompatibelt med nationella godsflödesmodeller. STRAGO har rörliga input-output-andelar, vilket innebär att modellen kan fånga substitutionseffekter när priser förändras – något som saknas i traditionella MIO-modeller²¹ såsom Raps.

STRAGO har använts i flera svenska tillämpningar, bland annat för att analysera effekter av transportkostnadsförändringar och för att bryta ner scenarier till regional nivå inför planering och prognosarbete. Modellen fungerar ofta som ett första steg i en tvåstegsprocess där resultaten sedan förs vidare till Raps för vidare nedbrytning på mer detaljerad geografisk nivå. STRAGO:s styrka ligger i dess förmåga att representera grundläggande ekonomiska samband mellan regioner och att säkerställa långsiktig ekonomisk jämvikt, inklusive balans mellan inkomster och utgifter i alla regioner.

PINGO är en norsk rumslig allmän jämviktsmodell (SCGE-modell) som utvecklats för att analysera regionala och interregionala godstransporter samt bredare regionalekonomiska effekter. Modellen ingår i ett större norskt modellsystem där den kompletteras av logistikmodellen NEMO, som beräknar faktiska transporttider och transportkedjor (Almström, Anderstig m.fl. 2017). PINGO beskriver ekonomin genom representativa hushåll, företag, transportörer, handelssektorer samt import- och exportaktörer. En central del av modellen är SAM-matrisen (Social Accounting Matrix) som innehåller detaljerade data om produktion, efterfrågan, interregional handel och transportkostnader mellan alla regionpar. Modellen utgår från perfekt konkurrens i sina två tidiga versioner, med fixerade insatsandelar för produktionsfaktorer, men tillåter geografisk substitution av insatsvaror beroende på relativpriser och transportkostnader.

Regionstrukturen består av 19 norska fylken, kompletterat med en region för kontinentalsockeln (inkl. Svalbard/Jan Mayen) samt en för resten av världen – totalt 21 regioner. Modellen använder nio sektorer som producerar 32 varugrupper, 6 tjänstegrupper och 6 investeringstyper. Tillväxttakter för sektorerna hämtas exogent från en nationell norsk CGE-modell. PINGO har använts i kombination med NEMO för att modellera godstransporter och för scenarier i norsk transportplanering. PINGO har sedan utvecklats vidare till en ny norsk SCGE-modell som benämns **NOREG**, som även hanterar pendlings- och migrationsflöden samt wider economic impacts vid större infrastrukturinvesteringar. Denna vidare-

²¹ En MIO-modell är en *multiregional input-output-modell*, vilket innebär att modellen bygger på input-output-tabeller som beskriver hur regioners olika branscher köper och säljer varor och tjänster av varandra – både inom regionen och mellan regioner.

utvecklade modell bygger förutom på PINGO även på modellerna RAEM och TIGER (se nedan).

NOREG (numera NOREG 2) är Norges nya regionala rumsliga allmänna jämviktsmodell (SCGE-modell), utvecklad som ett modernt och mer avancerat ersättningsverktyg för äldre SCGE-modeller såsom PINGO. Modellen används för att analysera regionalekonomisk utveckling, strukturförändringar, transportrelaterade effekter och långsiktiga scenarier på läns- och kommunnivå fram till 2060 (Johansen, Hansen m.fl. 2025).

Modellen är kalibrerad på detaljerade regionala data för både fylken och kommuner, vilket gör den möjlig att använda för finmaskiga regionala analyser och för att studera hur nationella makroekonomiska scenarier får olika genomslag i olika delar av landet.

En central funktion i NOREG är att den är soft-linkad till både gods- och persontransport-modeller i det norska nationella transportsystemet. Detta gör det möjligt att genomföra iterativa analyser där förändringar i transportsystemet påverkar ekonomi och regionstruktur – och där ekonomiska förändringar i sin tur påverkar transportefterfrågan. På så sätt kan NOREG analysera samspelet mellan ekonomi, klimatpolitik, befolkning, arbetsmarknad och transporter på ett integrerat sätt.

Modellen är framtagen för långsiktiga analyser, inklusive studier av klimatomställningen fram till 2050, där NOREG 2 utökats med explicit modellering av växthusgasutsläpp, klimatpolitiska styrmedel (kvoter, skatter, subventioner) och förbättrad modellering av utrikeshandel (Hansen, Johansen m.fl. 2025). Detta gör NOREG 2 till ett centralt verktyg för att utreda hur klimatpolitik påverkar industristruktur, lokalisering, transportefterfrågan och regional utveckling.

NOREG har på kort tid blivit den primära SCGE-modellen i Norge, och används bland annat i analyser inför Perspektivmeldingen 2024, i regionala framskrivningar fram till 2060, samt i planering relaterad till den norska Nationella transportplanen. Genom sin höga regionala upplösning och integration med transportmodeller fungerar NOREG 2 som den moderna ersättaren till PINGO i norsk transport- och regionalekonomisk analys.

Internationellt finns ett flertal rumsliga allmänna jämviktsmodeller som har utvecklats för att analysera regionalekonomiska effekter av infrastrukturförändringar, handel och långsiktig strukturell utveckling (Almström, Anderstig m.fl. 2017). Dessa modeller skiljer sig åt i geografisk upplösning, sektorsindelning och i hur transporter kopplas till övriga delar av ekonomin, men de delar alla ett fokus på hur marknader samspekar över tid och rum.

Ett av de tidiga europeiska bidragen är **Bröckers SCGE-prototyp** (1998), som har inspirerat flera senare modeller. Den kännetecknas av mycket fin geografisk upplösning – över 1 373 regioner – och en distinktion mellan handels- och icke-handelsvaror (Bröcker 2006, Bröcker och Mercenier 2011). Modellen används för att analysera hur sänkta transportkostnader påverkar handel, prisstruktur och regional specialisering i Europa.

Ett mer avancerat exempel är den nederländska modellen **RAEM** (Oosterhaven, Knaap m.fl. 2001, Ivanova, Heyndrickx m.fl. 2007), som integrerar regional migration, arbetsmarknadsdynamik samt både gods- och persontransporter. RAEM bygger på antaganden om monopolistisk konkurrens och nyttan av varierad konsumtion, i likhet med STRAGO, och används för att studera urbanisering, regional omvandling och effekter av infrastrukturinvesteringar.

På EU-nivå utvecklades **RHOMOLO** (Brandsma, Kancs m.fl. 2013), en dynamisk SCGE-modell²² som stödjer analyser av EU:s sammanhållningspolitik. Modellen inkluderar migration, produktmarknadsstruktur och regional konkurrenskraft, och kopplas ihop med

²² Se Bröcker och Korzhenevych (2011) för hur dynamik kan inkluderas i SCGE-modeller.

trafikmodellen TRANSTOOLS för att representera transportkostnader och nätverksförändringar. RHOMOLO arbetar på NUTS-2-nivå och täcker samtliga EU-länder.

I Beneluxområdet används **TIGER-modellen** (Heyndrickx, Koops m.fl. 2011), som utmärks av detaljerad representation av både gods- och persontransporter. Denna modell arbetar på NUTS-3-nivå och möjliggör analys av hur olika transportpolitiska åtgärder påverkar både regional produktion, pendling och trafikflöden.

Även utanför Europa finns välutvecklade SCGE-ramverk. Det amerikanska **REAL-laboratoriet** (REAL 2016) har tagit fram modeller för flera delstater i USA och Brasilien, där kombinationen av regional ekonomi, transportdynamik och befolkningstillväxt studeras i ett sammanhängande system. Vid sidan av dessa modeller nämns även **SASI**, en europeisk regionalprognosmodell som inte är en SCGE-modell men används i liknande sammanhang för att analysera långsiktiga socioekonomiska effekter av transportpolitik (Wegener och Bökemann 1998, Wegener 2008).

Storbritannien har utvecklat en ny **Spatial-CGE-modell** (High Speed Two (HS2) Limited 2022) för att analysera de bredare ekonomiska effekterna av höghastighetsjärnvägen HS2. Modellen togs fram av PwC för HS2 Ltd och publicerades av Department for Transport 2022. Den är utformad för att simulera hur förbättrade transportförbindelser mellan brittiska städer påverkar produktivitet, regional tillväxt, arbetsmarknader och handel. Modellen är viktig eftersom den representerar ett nytt steg i brittisk analytisk metodik, där SCGE-ramverk används systematiskt för att utreda *wider economic impacts* vid större infrastrukturprojekt. Den åtföljs av en oberoende granskning av internationella experter, vilket ytterligare understryker dess roll som en modern modell i europeisk transportanalys.

RELU-TRAN är en spatial, generaliserbar jämviktsmodell (computable general equilibrium) utvecklad av Alex Anas och Yu Liu. Modellen kombinerar ekonomiska beslut om boende-, arbets- och företagslokalisering med trafikflöden och trängselbildning i ett helhetsperspektiv. I den typiska versionen för Chicago (656 ekvationer) modelleras hur hushåll väljer bostad och arbete, samt använder transportinfrastrukturen över flera transportslag och stadsrum. Genom att integrera inkomst-, hyres- och prisbildande mekanismer tillsammans med trafikekvivalens utgör RELU-TRAN ett sofistikerat verktyg för att analysera hur exempelvis infrastrukturinvesteringar, skattestrategier (t.ex. bensinskatt, trängselskatt) eller bostadsutbud påverkar urbana mönster och ekonomisk välfärd Anas och Liu (2007).

LUISA2 är namnet på en Urban SCGE-modell som i den officiella brittiska klassificeringen av landanvändnings- och transportmodeller listas som en av modellerna inom gruppen *Urban SCGE models*, tillsammans med RELU-TRAN. LUISA2 simulerar hur regionala ekonomier, hushåll, företag och marknader anpassar sig till förändringar i bl.a. transportkostnader, tillgänglighet och markanvändning. Till skillnad från nationella modeller arbetar LUISA2 på urban eller regional nivå, vilket innebär detaljerad geografisk upplösning, explicit koppling mellan transportkostnader och ekonomiska utfall, för analys av hur infrastruktur och tillgänglighet påverkar regional produktivitet. Den är en av modellerna i den högsta komplexitetsgruppen i dagens formella översikt av landanvändnings-transportmodeller (Allanfield Consulting 2024).

En annan ny utveckling är en integrerad **CGE-och transportmodell** (Shahriari, Robson m.fl. 2023). Denna modell kombinerar ett fullskaligt CGE-system med ett detaljerat vägtrafiknätverk och genererar både hushålls- och godstransporter direkt inom SCGE-ramverket. Det unika här är den tvåvägskoppling som etableras: transportkostnader påverkar ekonomin, och ekonomiska förändringar påverkar i sin tur transportefterfrågan och flöden. Modellen testades på det stora infrastrukturprojektet WestConnex i Sydney och visade hur storskaliga transportförbätt-

ringar kan påverka regional välfärd och ekonomisk aktivitet. Det gör den till en av de mest tekniskt avancerade SCGE-inriktade modellerna i världen.

Tillsammans visar dessa internationella exempel på hur SCGE-modeller kan anpassas för olika geografiska nivåer och policykontexter. De illustrerar också hur samspelet mellan transportkostnader, regionalekonomisk dynamik och lokaliseringseffekter kan modelleras mer hel-täckande än vad traditionella efterfrågedrivna modeller tillåter.

Den internationella användningen av SCGE-modeller visar även hur olika länder och forskningsmiljöer utvecklat egna modellansatser för att analysera regionalekonomiska samband och transportrelaterade effekter. Tabell 4.4 sammanfattar några av de mest relevanta modellerna i ett nordiskt och europeiskt perspektiv.

Tabell 4.4. SCGE-modeller i Sverige, Norge och Europa.

<i>Modell</i>	<i>Typ / Ursprung</i>	<i>Geografisk upplösning</i>	<i>Sektorsstruktur</i>	<i>Centrala antaganden</i>	<i>Primära användningsområden</i>
STRAGO	Svensk SCGE-modell (KTH)	9NUTS-2-regioner + RoW ²³	14 sektorer (varor/ tjänster)	Monopolistisk konkurrens, agglomeration, rörliga IO-andelar	Regional nedbrytning av nationella scenarier, indata till Samgods/ Sampers
PINGO	Norsk SCGE-modell (TØI)	19 fylken + kontinentalsockel + RoW (totalt 21)	9 sektorer, 32 varor, 6 tjänster	Perfekt konkurrens (v1/v2), fasta insatsandelar, Armington-elasticitet	Regionala/ interregionala godstransport-analyser av transportprojekt
NOREG / NOREG 2	Ny norsk SCGE-modell (TØI/SSB/Vista/Menon)	Kommun- och fylkesnivå (mycket fin upplösning)	Uppdaterad sektorsstruktur för nationella scenarier och klimatpolitik	Migrering, pendling, koppling till gods- och persontransport-modeller	Regional-ekonomiska scenarier, klimatomställning, NTP-analyser
RAEM	Nederländsk SCGE-modell	40 regioner + EU25 + RoW	15 sektorer	Monopolistisk konkurrens, migration, Dixit-Stiglitz-preferenser	Urbanisering, regional utveckling, transport- och markanvändningsanalyser
RHOMOLO	EU-kommisionens SCGE-modell	Hela EU på NUTS-2-nivå	Många sektorer (EU-indelning)	Dynamisk SCGE, migration, kopplad till TRANSTOOLS	Utvärdering av EU:s regionalpolitik och sammanhållningsfonder

²³ RoW = Rest of World ("resten av världen"), dvs. en samlingsregion som representerar all ekonomi utanför modellens egna regioner.

<i>Modell</i>	<i>Typ / Ursprung</i>	<i>Geografisk upplösning</i>	<i>Sektorsstruktur</i>	<i>Centrala antaganden</i>	<i>Primära användningsområden</i>
TIGER	Benelux/ Tyskland	NUTS-3 (hög detaljnivå)	Varu- och tjänsektorer	Integrerad gods- och persontransportmodellering, pendling	Transportpolicy, utvärdering av infrastruktur och trafiksystem
2 S-CGE	Storbritannien (PwC för HS2 Ltd)	UK-regioner (flera nivåer)	Flera sektorer, fokus på produktivitetsmekanismer	Transportförbättring → wider economic impacts	Underlag för HS2:s business case och nationell transportpolitik
Australisk integrerad CGE-transportmodell	Australien (universitet/forskningsmiljö)	Regional nivå runt Sydney	CGE-sektorer + full trafiknätmodell	Tvåvägs-koppling ekonomi ↔ transportnät, genererar resor inom SCGE	Analys av stora infrastrukturprojekt som WestConnex

Modellerna skiljer sig åt vad gäller geografisk upplösning, sektorsindelning och hur de integrerar transporter i den regionala ekonomin, men de bygger alla på samma grundprincip: att beskriva ekonomin som ett sammanlänkat system där förändringar i priser, produktionskostnader eller transportkostnader sprider sig mellan regioner och sektorer.

STRAGO och NOREG representerar de mest använda modellerna i Sverige respektive Norge, medan PINGO framför allt är av historiskt intresse. RAEM, RHOMOLO och TIGER illustrerar hur SCGE-ramverk används i bredare europeiska sammanhang, från regionalpolitik till detaljerad transportplanering. Tillsammans ger modellerna en referensram för att förstå både metodval och begränsningar i regionalekonomiska analyser kopplade till transporter.

Sammanfattningsvis innebär det ömsesidiga samspelet mellan transporter och markanvändning att tillgänglighet för gods både är en förutsättning för, och ett resultat av, ekonomisk utveckling. Medan enkla CGE-modeller lämpar sig för nationell skattepolitik, är SCGE-modeller nödvändiga för att förstå hur transportinfrastruktur faktiskt omformar den ekonomiska geografin över tid.

5 Mått på tillgänglighet för gods

Kapitlet i korthet

Kapitel 5 visar att tillgänglighet för gods är ett mångdimensionellt begrepp som inte kan fångas av ett enskilt mått. I stället krävs en kombination av indikatorer som belyser kostnader, tid, logistiska beslut, marknadstillgång och regional struktur. Centralt är att företagen efterfrågar transporter enbart som ett medel för att skapa förädlingsvärde, vilket innebär att tillgänglighet alltid måste mätas i termer som är relevanta för deras kostnads- och logistikoptimering.

En grundläggande utgångspunkt är att generaliserade transportkostnader utgör det mest använda och robusta måttet. De sammanför monetära kostnader, tidskostnader och hanteringskostnader till ett enhetligt värde och möjliggör jämförelser mellan rutter, trafikslag och logistikupplägg. Detta mått är centralt i både modellering och samhällsekonomiska analyser. Vid sidan av detta används även isbergskostnader, som representerar transportkostnader som en proportionell förlust av varans värde och är vanliga i teoretiska modeller.

Olika typer av tillgänglighetsmått kompletterar varandra. Tidsbaserade indikatorer såsom restider, variationer och punktlighet fångar transporternas tillförlitlighet, vilket är särskilt viktigt i urbana miljöer där trängsel och osäkerhet ofta påverkar logistiken mer än rena kostnader. Gravitationsbaserade mått visar hur mycket ekonomisk aktivitet som kan nå från en given plats och används ofta för att beskriva regional konkurrenskraft och marknadspotential. Funktionsbaserade mått, som logsumma, visar den sammanlagda nyttan av olika transportalternativ och används i samhällsekonomiska kalkyler. Specialiserade index, såsom ERA/IRA för hamnars export- och importtillgänglighet eller DLW-indikatorer för logistikmark, ger mer sektorspecifik information om noder och terminalers roll i systemet.

Även förändringar i teknologi, logistik och handel påverkar vilka mått som är mest relevanta. E-handelns expansion har skapat ett ökande behov av mått som fångar snabbhet, tillförlitlighet, ruttoptimering och last mile-prestanda, samtidigt som ökade krav på hållbarhet förstärker vikten av att inkludera miljö- och energifaktorer i tillgänglighetsmått.

En viktig slutsats är att tillgänglighet uppstår genom samspelet mellan infrastruktur, lokalisering, regelverk och digital kapacitet – och att måtten därför måste kunna användas för att analysera både direkta effekter (t.ex. förändrade transportkostnader) och indirekta effekter (t.ex. förändrade markvärden, regional konkurrenskraft och logistikstrukturer). Det finns även ett ökat behov av mer datadrivna och högupplösta mått, särskilt i urbana miljöer där dagens statistik ofta underskattar flöden från lätt yrkestrafik och fastighetsnära logistik.

Sammanfattningsvis är mått på tillgänglighet för gods centrala för att förstå godsflöden, utvärdera infrastrukturåtgärder och analysera näringslivets konkurrensförutsättningar. Valet av mått påverkar vilka slutsatser som dras, och därför krävs transparens, metodisk konsekvens och ett systemperspektiv där flera typer av mått används tillsammans.

5.1 Inledning

Som framgått av redovisningen i de föregående kapitlen är tillgänglighet för godstransporter inte helt enkelt att fånga i ett enda mått. Snarare handlar det om att på ett systematiskt sätt fånga in relevanta aspekter av lokalisering av företag och kunder och transportkostnaden som det innebär att överbrygga avståndet.

Tillgänglighet för gods beskriver hur väl företag kan nå leverantörer, kunder, terminaler och marknader när de organiserar sina värdekedjor. I motsats till persontransporter – där individens möjligheter att resa står i centrum – efterfrågas godstransporter aldrig för sin egen skull, utan för att möjliggöra produktion och handel. Det betyder att tillgänglighet i grunden bestäms av tre sammanvävda dimensioner: kostnader, tid och tillförlitlighet. När dessa förändras skiftar också företagets logistiska upplägg, transportkedjor och i förlängningen deras lokalisering. Ingen enskild indikator räcker för att fånga detta. En snabbare länk i kedjan kan följas av en dyr omlastning; en lägre kostnad kan åtföljas av större osäkerhet. Därför använder vi en portfölj av mått som tillsammans ger en trovärdig bild av hur lätt gods faktiskt kan förflyttas – och vilken marknad räckvidden omfattar.

I analysen är det hjälpsamt att skilja på tre perspektiv. I systemperspektivet betraktas tillgänglighet som friktion i ett multimodalt nät: länkar, kapacitet, omlastningar och trängsel avgör hur smidigt gods rör sig. I företagsperspektivet är tillgänglighet liktydigt med hur stora de totala logistik- och transportkostnaderna blir för att uppfylla givna servicenivåer. Här är den generaliserade kostnaden det samlande begreppet. I marknadsperspektivet handlar tillgänglighet om räckvidd – hur mycket efterfrågan, insatsvaror och kommersiella kontakter som kan nås från en viss plats givet tids- eller kostnadsmotstånd.

Inom transportpolitiken är det i första hand transportkostnaderna som kan påverkas. Det är också detta som Trafikanalys fokuserar på i den årliga transportpolitiska måluppföljningen, kompletterat med uppgifter om exempelvis transportbranschens villkor i form av antal körkort för tung lastbil och företagets regelefterlevnad.²⁴ I flera tidigare genomförda kartläggningar har Trafikanalys även beskrivit transportvolymerna med respektive trafikslag, flöden av gods och logistikens roll för ett fungerande transportsystem, inte minst ur ett urbant perspektiv med lätta lastbilar.²⁵ Vi har i skrifter även berört hur förbättringar för att genomföra godstransporter kan medverka till att stärka näringslivets konkurrenskraft och regioners utvecklingskraft.²⁶

Att använda tillgänglighetsmått för uppföljning av politiska mål eller effekter av olika insatser kräver att man kan beräkna samma mått för två eller fler olika tidpunkter. Med dessa beräkningar kan skillnader i tillgänglighet för olika områden över tid analyseras. Förutsatt att ett lämpligt mått tagits fram återstår ytterligare ett problem. Eftersom tillgänglighet som mått inbegriper både förflyttning och rumslig struktur blir en jämförelse över tid komplicerad då dessa faktorer förändras över tid. Det blir till exempel inte möjligt att direkt hänföra bättre tillgänglighet i en del av regionen till en ny motorväg då tillgängligheten samtidigt kan påverkas av ett förändrat utbud av exempelvis terminaler. Problemet ovan kan behandlas genom att utgå ifrån ett nuläge och göra tre olika analyser och på så vis hålla antingen förflyttningar eller rumslig struktur konstant. Om exempelvis 2010 är referenspunkt kan vi genom att använda ny infrastruktur och gammal rumslig struktur testa effekten av förflyttningsskomponenten. Konstanthållen infrastruktur ger effekter av förändrad rumslig struktur, medan en jämförelse av båda komponenterna samtidigt ger den aktuella bilden (detta är det alternativ

²⁴ Trafikanalys (2025)

²⁵ Trafikanalys (2016a, 2016b), Larsson och Olsson (2017), Trafikanalys (2017b, 2018a)

²⁶ Trafikanalys (2011, 2012b, 2018b, 2022b)

som i regel används i den transportpolitiska måluppföljningen generellt, och specifikt i Figur 3.1. I de allra flesta fall förändras inte befolkningens eller näringslivets rumsliga struktur så snabbt vilket gör analysen förhållandevis enkel. Men det är viktigt att ta i beaktande att om man använder sig av detaljerade data, då kan infrastrukturförändringar och rumslig förändring med stor sannolikhet samverka. Ett nytt motorvägsnät är ofta en magnet för nya logistik-etableringar vilket gör tolkningen av tillgänglighetsförbättring svår.

5.2 Mått på tillgänglighet för gods

Det finns flera mått och indikatorer som används för att kvantifiera tillgänglighet för gods-transporter. Dessa används av forskare, transportplanerare och beslutsfattare för att analysera och förbättra transporternas funktion, lokalisering och effektivitet. Nedan följer en genomgång strukturerad efter de fem huvudkategorierna av tillgänglighetsmått som i praktiken används. Varje kategori fångar en särskild dimension och används därför i olika delar av planeringsprocessen.

5.2.1 Kostnadsbaserade mått

Kostnadsbaserade mått sammanfattar den uppoffring som krävs för att flytta varor genom en transportkedja. Kärnan är den generaliserade transportkostnaden, där direkta utlägg, tidskostnader och hanteringsmoment räknas om till ett gemensamt monetärt mått. På detta sätt kan rutter, trafikslag och intermodala upplägg jämföras på lika villkor. Måttet är såväl teoretiskt förankrat som praktiskt användbart: i modellering styr det val av kedja och trafikslag, och i uppföljning kan det följas som index över tid. I mer teoretiska analyser används ibland isbergskostnader för att representera friktion proportionellt mot avstånd eller mängd. Det ger pedagogik och intuition men är för grovt för operativ planering.

Kostnadsbaserade mått är den kategori som traditionellt utgjort kärnan i analyser av gods-transporters tillgänglighet. I centrum står den generaliserade transportkostnaden, som summerar både monetära och icke-monetära komponenter – bränsle, underhåll, avgifter, men också restid, väntetider och tillförlitlighet. Det är just denna kombinerade struktur som gör måttet så användbart, eftersom godstransporter i praktiken innebär en sammanvägning av flera typer av uppoffringar. Den generaliserade kostnaden speglar därför den faktiska ekonomiska bördan för företag som transporterar varor, och möjliggör jämförelser mellan olika trafikslag och alternativa logistiska upplägg. I måluppföljningen används detta mått för att beräkna transport- och logistikkostnader per ton och varugrupp mellan startpunkter och destinationer, vilket ger en bild av hur transporter belastar olika delar av näringslivet.

Till detta ansluter mått som beskriver transporteffektivitet, eftersom effektivare transporter i praktiken innebär lägre kostnader per tonkilometer. I Trafikanalys (2026) visas tydligt hur tonkilometer, tågakilometer, bruttotonkilometer och lastfaktorer utvecklats över tid. Här framgår exempelvis att godstrafiken på järnväg blivit mer effektiv genom att mer gods lastas per tåg, ofta genom fler systemtåg och större andel kombitrafik med tyngre vagnar. När antalet tågakilometer minskar samtidigt som transporterat ton ökar, är det ett tecken på förbättrad kapacitetsanvändning – något som i praktiken innebär lägre kostnader per enhet transporterat gods. Även förändringar i vagnslaster, returtransporter och trafikmix påverkar lastfaktorn, vilket gör sådana indikatorer viktiga för att förstå hur effektivitet och kostnadsnivåer förändras över tid.

Kostnader påverkas också av infrastrukturens fysiska kvalitet. Dåligt väglag, ojämnheter eller spårbildning innebär högre bränsleförbrukning, större fordonsslitage och ibland ökade tidskostnader. I Trafikanalys (2024c) används exempelvis vägytans ojämnheter som ett mått på underhållsbehov och som indirekt indikator på kostnadsnivåer för transportörer. Till detta kan fogas företagens upplevda kvalitet på infrastrukturen, som i Svenskt Näringsliv (2025), där företagens bedömningar av infrastrukturen speglar hur lätt eller svårt det är att agera på marknaden. Sammantaget innebär detta att kostnadsbaserade mått fångar såväl direkta ekonomiska utgifter som bredare strukturella faktorer som påverkar transporternas investerings- och driftskostnader.

5.2.2 Tidsbaserade mått

Tid mäter inte bara hur snabbt en transport är, utan också hur tillförlitlig den upplevs. I urbana miljöer – där leveranser ofta sker i små sändningar och under trånga tidsfönster – blir restid, variation och punktlighet utslagsgivande. Tidsbaserade mått är lätta att tolka och kommunicera, men deras ekonomiska betydelse beror på hur tid värderas i den aktuella branschen och kedjan.

Tidsbaserade mått – såsom restid, restidsvariation, trängsel och leveranspunktlighet – blir allt viktigare i takt med ökande urbanisering, högre leveranskrav och mer komplexa logistikstrukturer. I Woudsma och Jensen (2005) visas exempelvis hur restid under maxtimmen och procentuell tidsökning på grund av trängsel påverkar var logistikcentrum lokaliseras. Studien demonstrerar att tillgänglighet inte bara handlar om hur lång tid en resa tar, utan också hur stabil denna tid är, särskilt i tätbefolkade områden där trängseleffekter snabbt kan förändra företagens lokaliseringsstrategier. Woudsma visar även att effekterna av förbättrad tillgänglighet ofta realiserar sig först efter 5–10 år, vilket understryker att tid är en faktor med både direkta och långsiktiga konsekvenser.

Den senaste forskningen har rört sig mot högupplösta tidsmått som bättre fångar hur gods faktiskt rör sig i städer. I Rivera-Gonzalez och Amaral (2024) utvecklas en metod där tillgänglighet mäts i både rum och tid, anpassad till urbana godsflöden som varierar kraftigt över dygnet. Tillgängligheten beräknas baserat på restid, avstånd, terminalernas placering och tidsvariationer mellan peak och off-peak. Resultaten visar hur lagerstrukturer, körmönster och trängsel tillsammans formar flaskhalsar som påverkar tillgängligheten systematiskt.

Därutöver har användningen av GPS-baserade mått blivit vanligare. Med hjälp av faktiska lastbilsspår, som i Li, Zhu m.fl. (2024), kan forskare rekonstruera kompletta godsturer och analysera variationer i restider, stoppmönster och vägnätets struktur. Genom topologiska analyser²⁷ och spatiala lag-modeller avslöjas regionala skillnader i tillgänglighet som annars hade varit svåra att upptäcka. Exempelvis identifierar studien tydligt att Changsha har avsevärt bättre tillgänglighet än andra städer i regionen – något traditionella modeller inte fångade.

I svensk kontext finns flera tidsbaserade mått som regelbundet följs upp. I Trafikverket (2025a) används framkomlighetsindex²⁸ för att mäta restidsuppooffring: ett index på 1,4

²⁷ Ett exempel på en sådan kan vara en Shimmel-distansmatris (även kallad *D-matrix*) som är ett sätt att beskriva ett nätverk genom att räkna ut de kortaste topologiska avstånden (antal länkar) mellan alla noder i nätverket. Syftet är att hitta den minsta möjliga antal länkar mellan alla nodpar, att identifiera vilken nod som är mest centralt placerad (lägst totalsumma av avstånd) samt nätverkets diameter (den längsta av de kortaste vägarna). Det handlar alltså inte om fysiska avstånd i kilometer – utan om hur många steg det är mellan punkter i ett grafnätverk. Shimmel-matrisen fångar alltså ren topologi, utan hänsyn till länklängd, trafik eller kapacitet (Rodrigue 2024).

²⁸ Sedan 2019 följer Trafikverket utvecklingen av restider och restidsosäkerhet på ett antal stråk i Stockholm, Göteborg och Malmö.

innebär att restiden är 40 procent högre än under obehindrat flöde. Trafikverket (2024d) redovisar dessutom mått på förutsägbar restid, där variationen jämförs mot föregående år. För godståg presenteras i Trafikanalys (2026) variationer i ankomsttider både vid slutstationer och mellanstationer, vilket ger en mer detaljerad bild av leveranssäkerheten.

Till detta kommer mått på robusthet och resiliens, där systemets förmåga att klara störningar analyseras i termer av redundans, flexibilitet och återhämtningsförmåga. Mattsson och Jenelius (2015), Yap, Van Oort m.fl. (2015), Ahmed och Dey (2020) och UNECE (2024) ger viktiga insikter om hur transportsystem kan utformas för att klara störningar och hur tid kan användas som indikator på systemets sårbarhet.

5.2.3 Gravitations- och potentialmått

Potentialmått kombinerar storleken på tillgängliga marknader med det motstånd som måste övervinnas för att nå dem. De visar vilken räckvidd en plats har och hur förändringar i nätet – till exempel en ny terminal eller en snabbare förbindelse – flyttar den geografiska jämvikten. Detta gör dem särskilt användbara i regionalekonomiska jämförelser där konkurrenskraft och lokalisering står i fokus.

Gravitations- och potentialmått bygger på antagandet att tillgänglighet beror på både storleken hos målpunkterna och det avståndsmotstånd som måste övervinnas för att nå dem. Dessa mått används för att analysera allt från regional konkurrenskraft och marknadsräckvidd till lokalisering av terminaler och logistiska funktioner.

I Thomas, Hermia m.fl. (2003) analyseras tillgänglighet i Belgien genom att kombinera olika trafikslag (väg, järnväg, vattenvägar) med regioners befolkning och ekonomiska aktivitet. Studien visar att transportinfrastruktur ofta följer befolkningskoncentrationer snarare än att direkt påverka ekonomisk aktivitet – en viktig distinktion i analyser av regional tillgänglighet.

Lim och Thill (2008) och Thill och Lim (2010) vidareutvecklar detta genom att inkludera fler dimensioner av ekonomisk potential: sysselsättning, slutlig efterfrågan och efterfrågan på insatsvaror. De visar att utbyggnad av intermodala nätverk kan minska tillgänglighetsskillnader mellan perifera och centrala områden i USA, något som är relevant även för svenska förhållanden med stora geografiska variationer.

Även trafikslagsspecifika mått har utvecklats, som i Bowen (2008), där tillgänglighet mäts separat för flyg, sjöfart, väg och järnväg. I Van den Heuvel, Van Donselaar m.fl. (2014) fördjupas detta ytterligare genom att angränsande regioners infrastruktur inkluderas. Detta gör måtten mer realistiska, eftersom godsflöden inte begränsas av administrativa gränser. Studien analyserar också sambandet med sysselsättning i logistiksektorn, vilket ger en direkt koppling mellan tillgänglighet och regional näringslivsutveckling.

Även urbana studier, som Rivera-Gonzalez och Amaral (2024), använder potentialmått i kombination med tidsbaserade indikatorer för att fånga hur tillgänglighet varierar i komplex stadsmiljö, där befolkningstäthet, trängsel och logistiksprawl samverkar.

5.2.4 Funktionsbaserade mått

När val mellan alternativ modelleras med diskreta valmetoder fångar logsumman den samlade attraktionskraften i hela alternativmängden. I praktiken knyter den ihop tillgänglighet och nytta och används ofta som brygga till samhällsekonomisk analys när effekter ska värderas konsekvent.

Funktionsbaserade indikatorer, såsom logsumman, utgår från nyttoteori och används när man vill uppskatta den sammanlagda attraktionskraften av tillgängliga transportalternativ. Logsumman bygger på nyttovärden från logitmodeller och summerar dem till ett enda mått, vilket gör den särskilt användbar i modeller där resande eller gods "väljer" mellan olika alternativ.²⁹

I Samgods används en modellstruktur som gör att förändringar i transportkostnaden direkt översätts till förändringar i konsumentöverskottet. Därför sammanfaller också logsumman med den generaliserade transportkostnaden i många analyser (se mer i fotnot 39), vilket gör den till ett viktigt mått för att förstå nyttan av olika åtgärder.

Generaliserad kostnad (GC) och logsumma är två tillgänglighetsmått som ofta förekommer i samma modeller – men de representerar *helt olika aspekter* av transportsystemet (Tabell 5.1).

Tabell 5.1. Egenskaper för generaliserad kostnad respektive logsumma.

Egenskap	Generaliserad kostnad (GC)	Logsumma
Vad mäter det?	Uppoffringen för <i>ett specifikt alternativ</i> .	Den totala nyttan av <i>alla möjliga alternativ</i> .
Vilket perspektiv?	Kostnad/impedans för en viss rutt eller ett visst transportval.	Tillgänglighet som "samlad attraktivitet" i ett valproblem.
Enhet	Pengar (kr), tid (min), eller GC-enheter.	Nyttovärde (logit-skala), ej direkt tolkbart i kr eller min.
Användning	Jämföra <i>ett alternativ</i> (t.ex. en rutt, ett trafikslag).	Jämföra <i>systemtillstånd</i> (alla alternativ samtidigt).
Relation till beteende	Exogent mått – beskriver men förutsäger inte.	Endogent mått – kommer direkt ur valmodeller (logit).
Hur fungerar det i Samgods?	Anger transportkostnaden per kedja/val.	Sammanfaller med GC när modellen inte genererar ny trafik.

Generaliserad kostnad (GC) är ett uppoffringsmått som beskriver kostnaden för att genomföra *en specifik transportlösning* och kombinerar monetära kostnader (bränsle, avgifter, hantering), tidskostnader (restid × VOT) och kvalitetskostnader (t.ex. förseningar). GC säger alltså "Hur dyrt eller besvärligt är det att använda just detta alternativ?". GC är alternativspecifikt, direkt jämförbart mellan trafikslag och rutter och väl lämpat för samhällsekonomiska kalkyler. I Samgods är GC den centrala motorn i hur modellerade transporter rör sig mellan kedjor och trafikslag.

Logsumman kommer från diskreta valmodeller (logit) och beskriver *den samlade nyttan av alla tillgängliga alternativ*. Den beräknas som:

$$\text{Logsumma} = \ln \left(\sum_i e^{V_i} \right)$$

där V_i är nyttan ("attributen") för varje alternativ.

Det innebär att logsumma tar hänsyn till antalet alternativ, tar hänsyn till hur bra de är, ökar när fler bra alternativ tillkommer, minskar när alternativ försämras eller försvinner. Logsumma

²⁹ Se Trafikanalys (2024b, 2024a) för en genomgång av logsumma och hur den beräknas, liksom för en genomgång av andra tillgänglighetsmått som är vanliga inom persontransportområdet.

säger alltså "Hur attraktivt är systemet som helhet, givet alla valmöjligheter?" Den används när man vill utvärdera förändringar i *hela systemets* tillgänglighet, översätta modellresultat till samhällsekonomiska begrepp (konsumentöverskott) och analysera effekter som inte kan fångas av GC för en enskild kedja.

GC och logsumma mäter olika nivåer av tillgänglighet och är därmed kompletterande. I Sam-gods sammanfaller de dock eftersom modellen inte genererar ny trafik, varje OD-par har ett dominerande val och då variationen mellan alternativ är liten. Då representerar både GC och logsumma samma förändring i nyttan. Men i allmänhet gäller att GC förändras när ett enskilt alternativ blir snabbare/billigare, medan Logsumma förändras när fler alternativ blir tillgängliga, eller när strukturen i valmängden ändras (t.ex. en ny terminal eller ett nytt tåg). Därför är logsumma mer strukturellt känsligt mått, medan GC är mer direkt och ekonomiskt tolkbart.

GC är bäst när man vill jämföra trafikslag eller rutter, värdera kostnadseffekter av en åtgärd, göra samhällsekonomiska beräkningar på enskilda stråk, följa upp måluppfyllelse (kr/ton, min/ton). Logsumma är bäst när man vill förstå hur systemets valmöjligheter förändras, värdera effekter som rör "attraktivitet" eller "tillgänglighet som upplevelse", undvika att stirra sig blind på en enda rutt, koppla till konsumentöverskott i CBA, analysera systemeffekter i valmodeller. De kompletterar med andra ord varandra och besvarar olika frågor.

Jourquin (2023) visar att tillgänglighetsparametrar i logitmodeller av modal split kan ge betydligt förbättrade förklaringsnivåer. Genom att integrera tillgänglighet i modellens nyttofunktioner kan både modalval och trafikbelastning modelleras mer realistiskt. Detta tydliggör varför funktionsbaserade mått har blivit alltmer relevanta även i godsmodellering.

5.2.5 Specialiserade index

Vissa delar av godssystemet kräver sektorsvisa indikatorer. ERA/IRA³⁰ används för att beskriva hamnars export- och importtillgänglighet i nätet. DLW-mått³¹ belyser hur logistiktor etableras och växer över tid. Spatiala indikatorer såsom trip-chain och terminalpotential visar hur kedjor faktiskt sätts samman och hur noder fungerar i sitt omland. Dessa mått kompletterar de generella indikatorerna när man vill följa strukturella förändringar i särskilda segment.

Specialiserade index används när generella mått inte räcker för att fånga mer komplexa eller sektorsspecifika aspekter av tillgänglighet. Detta gäller särskilt terminaler, hamnar och logistiska noder, där funktion, kapacitet och geografisk kontext spelar avgörande roller.

Terminaler och regionala index

I Carteni (2014) utvecklas en metod som övervinner bristerna hos traditionella mått genom att kombinera transportnätets egenskaper med landanvändning och verksamheters lokalisering. Indikatorerna uttrycks i tidsenheter och kan omfatta restider, generaliserade kostnader,

³⁰ ERA (Export Relative Accessibility) mäter hur lätt en hamn kan nå andra hamnar vid export, baserat på kortaste space-time-vägar i ett tredimensionellt nätverk som kombinerar både rums- och tidsdimensioner. Ett högre ERA betyder att hamnen har snabbare eller mer frekventa förbindelser utåt i nätverket. Det speglar hur konkurrenskraftig hamnen är för avsändande (export) gods. IRA (Import Relative Accessibility) mäter hur lätt andra hamnar kan nå en given hamn vid import. Ett högre IRA betyder att destinationen är lättillgänglig från många ursprungspunkter, vilket är viktigt för importflöden.

³¹ DLW = Distribution–Logistics–Warehousing. Det omfattar markanvändning kopplad till distributionscenter, logistikverksamheter, lagerbyggnader och terminaler. DLW-utveckling = utbyggnad eller nyetablering av mark och byggnader som används för distribution, logistik och lagerhållning, dvs. hur mycket sådan verksamhet som tillkommer inom ett visst område och tidsintervall. Detta mäts i artikeln som antal kvadratmeter nyutvecklad DLW-mark per rutnätscell under en femårsperiod.

trip-chain-strukturer och sannolikhetsbaserade influensområden.³² Studien visar att terminalers tillgänglighet beror på både nätverkets struktur och ekonomisk aktivitet i omgivande områden. Ett felaktigt val av indikator kan leda till kraftigt missvisande slutsatser.

En regional tillämpning återfinns i Trafikanalys (2016b), där terminalnärhet, terminalpotential och kombipotentia används för att skapa ett sammansatt index för 49 kommuner i Västra Götaland. Indexet synliggör tydliga mönster, såsom "ringeffekter" runt Göteborg och den kraftiga betydelsen av 60-minutersgränsen för restid.

Internationella hamnnätverk

På global nivå används mer avancerade metoder. Lu, Yang m.fl. (2025) analyserar containerhamnars tillgänglighet genom ett tredimensionellt space-time-nätverk, där faktiska linjescheman från Ocean Alliance används för att beräkna kortaste space-time-vägar. Resultaten ligger nära de principer som används i ERA- och IRA-index, där både tid och frekvens är avgörande.

Urbana hubbar och stadsstruktur

I urbana miljöer utvecklas funktionella mått där tillgänglighet mäts som förbättrad åtkomst till tjänster eller minskad körsträcka. Amaral, Beckers m.fl. (2024) visar hur Mobility-Logistics-hubs kan förbättra tillgängligheten i städer genom samlokalisering av mobilitets- och logistik-tjänster, vilket mäts med indikatorer som minskad VKT och förbättrad användaråtkomst. Carrese, Colombaroni m.fl. (2023) visar dessutom hur faktorer som gatunätets täthet och funktionsblandning påverkar freight accessibility och kräver specialiserade index för att fånga den urbana kontexten korrekt.

Övergripande infrastrukturindex

Till denna kategori hör också bredare internationella index, såsom LPI, GCI och RCI,³³ samt perceptioner av infrastrukturen som exempelvis redovisas i Svenskt Näringsliv (2025). Dessa används ofta i policysammanhang men ger även en kompletterande bild av logistiska förutsättningar.

5.3 Hur väljer man rätt tillgänglighetsmått?

Valet av tillgänglighetsmått är i grunden en fråga om vilket fenomen som ska analyseras och på vilken geografisk nivå beslutet ska stödjas. Tillgänglighet saknar en entydig definition och har under lång tid utvecklats inom flera forskningsfält. Redan Hansen (1959) betonade att

³² Artikeln skiljer mellan LoS-indikatorer (baserade enbart på transportutbud och reskostnad) och LoS&LU-indikatorer (som kombinerar transportnätets egenskaper med landanvändning och verksamhetsdata). Level of Service & Land Use indicators (LoS&LU). LoS – Level of Service (transportutbud / nätverkskvalitet) avser rena transportrelaterade egenskaper, exempelvis restid, avstånd, generaliserad kostnad, nätverkets struktur och prestanda. Det är alltså mått som beskriver hur bra transportsystemet fungerar utan att ta hänsyn till var aktiviteter eller verksamheter finns. LU – Land Use (markanvändning / verksamhetsfördelning). Här inkluderas egenskaper kopplade till efterfrågesidan eller aktiviteternas lokalisering, exempelvis antal företag i en zon, mängd gods efterfrågat/hanterat i en terminal, aktiviteternas geografiska koncentration. Syftet är att väga tillgängligheten efter hur viktiga olika platser faktiskt är ur ett logistiskt perspektiv. LoS&LU-indikatorer kombinerar transportprestanda med hur aktiviteter är fördelade, exempelvis genom att viktas efter antal företag i ursprungszonen (t.ex. fler verksamheter → större betydelse), viktas efter terminalens godsmängd, eller på andra sätt inkludera landanvändning i tillgänglighetsmålet.

³³ Se Trafikanalys (2020) för en granskning av vad dessa index innehåller och hur de är konstruerade.

tillgänglighet uttrycker relationen mellan möjligheter ("opportunities") och den friktion som måste övervinnas för att nå dem, medan Weibull (1976) formulerade en axiomatisk grund som visade att olika mått fångar olika dimensioner av samma grundbegrepp. Dessa teoretiska insikter ligger till grund för dagens mångfald av indikatorer och förklarar varför inget enskilt mått kan användas universellt. Se även Trafikanalys (2024a, 2024b) för en genomgång av begreppet tillgänglighet.

På nationell nivå behövs mått som kan integreras i modeller, jämföra trafikslag och länka till samhällsekonomiska kalkyler. Här är den generaliserade transportkostnaden central. Den har en lång tradition inom transportekonomi (t.ex. Small (2007), Ortúzar och Willumsen (2011)) och sammanför tid, monetära kostnader och kvalitet till ett gemensamt mått på transport-uppoffring. I modeller som Samgods fungerar detta mått väl eftersom det knyter an till hur varuflöden struktureras mellan kedjor och trafikslag, och eftersom modellen — genom sin struktur — kopplar förändringar i generaliserad kostnad direkt till nyttomått i kalkylen. Logsumman, som har sina teoretiska rötter i diskreta valmodeller (Ben-Akiva och Lerman 1985, Train 2009), fungerar här som ett kompletterande mått som fångar den sammanlagda attraktionskraften av alla tillgängliga alternativ. Kombinationen av GC och logsumma gör det möjligt att analysera både det enskilda alternativets kostnad och hela systemets konkurrenskraft, och potentialmått kan användas för att komplettera denna analys genom att belysa hur räckvidden till marknader förändras vid åtgärder eller strukturförändringar.

På regional nivå blir mått som speglar stråk, noder och marknadsräckvidd mer träffsäkra. Regional konkurrenskraft påverkas inte enbart av kostnadsnivåer, utan av hur ett områdes infrastruktur är kopplad till angränsande regioner och till större ekonomiska centra — något traditionella GC-dimensioner inte alltid fångar. Därför används ofta gravitations- och potentialmått i traditionen efter Fotheringham och O'Kelly (1989), som belyser hur tillgänglighet varierar med befolkningstäthet, ekonomisk aktivitet och motstånd i nätverket. För att analysera infrastrukturens eller terminalers funktion används dessutom specialiserade index, som ERA/IRA i hamnsystem, eftersom de fångar noder och korridorer snarare än rutter och genomsnittliga kostnader. Dessa index fångar upp och förtydligar specifika strukturella egenskaper som inte framträder i mer övergripande tillgänglighetsmått, såsom hur terminalers influensområden överlappar eller hur stråkens funktion varierar över tid.

I urbana miljöer, där tillgänglighet i hög grad påverkas av trängsel, tidsvariationer och fragmenterade flöden, är tidsbaserade mått oftast mest informativa. Variation, punktlighet och förutsägbarhet är avgörande för företag som arbetar med snabba leveranslöften eller lager i rörelse. Trip-chain-mått kan här tillföra viktig information genom att fånga den faktiska sekvensen av stopp och körsträckor i last-mile-flöden. Detta är särskilt relevant i samband med e-handels framväxt, där ökningen av små leveranser skapar nya och mer komplexa mönster i stadens godsflöden.

Eftersom olika indikatorer belyser olika aspekter av samma system bör resultaten alltid trianguleras. Ett mått kan peka på förbättring (t.ex. lägre genomsnittlig restid), medan ett annat kan visa på försämring (t.ex. större variation eller sämre terminalfunktion). I synnerhet när måtten används för att motivera investeringar är det viktigt att inte låta ett enskilt mått dominera analysen, utan att kombinera kostnads-, tids- och potentialbaserade mått för att skapa en mer robust helhetsbild. Denna princip framhålls också i internationella riktlinjer, exempelvis av OECD/ITF, som betonar att tillgänglighet bör analyseras som ett flerdimensionellt begrepp där systemeffekter, noder, kontinuitet och redundans samspelar.

I praktiken avspeglas detta i de mått som används inom olika delar av transportsystemet. I Samgods används generaliserad kostnad som bas för att avgöra hur varuflöden organiseras

mellan trafikslag och kedjor, och resultaten ligger till grund för prognoser, måluppföljning och samhällsekonomiska bedömningar. I hamnsystem analyseras marknadsräckvidd och konkurrenskraft genom ERA/IRA-mått, som belyser hur väl hamnarna når sina hinterlands och vilken roll de spelar i globala transportkedjor. På logistikmarknaden används DLW-indikatorer för att följa hur kapacitet byggs ut i tid och rum och hur detta påverkar tillgängligheten. I urbana sammanhang används tidsmått och trip-chain-analyser för att fånga hur leveranser faktiskt sker över dygnet och hur robusta de är mot störningar och flaskhalsar.

På så sätt blir måttvalet inte bara en teknisk fråga, utan en strategisk aspekt av planering och policymaking. Rätt mått måste väljas för rätt fråga, och varje analys bör bygga på en kombination av indikatorer - där både konsistens, transparens och begriplighet säkerställs redan i metodvalet.

6 Godstransporter och den samhällsekonomiska analysen

Kapitlet i korthet

Transportpolitiken styrs av riksdagens mål om samhällsekonomisk effektivitet, hållbarhet och säkerhet. Val av tillgänglighetsmått är inte entydigt rätt eller fel, utan måste anpassas till syftet med varje analys. Det är viktigt att både analytiker och beslutsfattare förstår styrkor och begränsningar i de mått som används.

Två huvudtillämpningar av tillgänglighetsanalyser identifieras:

- **Nulägesanalys och uppföljning**, där måtten används för att kartlägga områden med låg tillgänglighet och analysera förändringar till följd av företagslokalisering, förändrade målpunkter eller ändrad infrastruktur.
- **Utvärdering av planerade åtgärder**, där indikatorer från både markanvändning och transportsystem används – men alltid i en kontext där ekonomi, demografi, resurser och teknik samverkar i en dynamisk process.

Ekonomiska effekter av tillgänglighetsförändringar kan analyseras genom tre metoder:

- CBA
- produktionsfunktionsmodeller
- arbetsmarknadsanalyser.

Dessa överlappar delvis, vilket skapar risk för dubbelräkning. I nationell planering används främst logsumma och generaliserad transportkostnad som mått på konsumentöverskott i CBA. CBA bygger på antagandet om ungefär perfekt konkurrens och konstant total efterfrågan, vilket innebär att effekter mäts som omfördelningar inom marknaden snarare än volymförändringar. Indirekta effekter utanför transportsystemet inkluderas bara om det finns tydliga marknadsmisslyckanden; annars riskerar samma effekt att räknas dubbelt. Trafikverket är därför restriktivt med att inkludera så kallade Wider Economic Impacts (WEI).

Regionala effekter – såsom förändrad sysselsättning, produktivitet eller klusterdynamik – kan vara viktiga att analysera separat, men ska endast adderas i CBA om de inte redan fångas i tillgänglighetsmåtten. Internationellt förekommer schablontillägg, men i Sverige rekommenderas att sådana effekter endast inkluderas när marknadsmisslyckanden är tydligt identifierade.

6.1 Inledning

Transportpolitiken styrs på en övergripande statlig nivå av de av riksdagen beslutade transportpolitiska målen, som handlar om samhällsekonomisk effektivitet och långsiktig

hållbarhet, transportsystemets funktionssätt, samt hänsyn till miljö, hälsa och säkerhet (Trafikanalys 2023).

De flesta av måtten som inventerats ovan kan användas för att analysera ett nuläge såväl som tillgänglighetsförändringar till följd av förändringar av markanvändning, av transportsystemet eller av båda. Det gör att det inte per automatik går att säga att något är absolut rätt eller fel. Valet av tillgänglighetsmått i en analys bör därför avgöras från fall till fall utifrån studieobjektet. Det är med det sagt viktigt att såväl utförare och de som ska tolka resultaten är medvetna om analysens såväl bister och fördelar med de val som gjorts, exempelvis vid val av mått och tillgänglighetsverktyg.

6.2 Tillämpningsområden för tillgänglighetsanalys

För svenskt vidkommande har vi identifierat framför allt två typer av tillämpningar för tillgänglighetsanalyser³⁴ för gods:

1. **Analys av ett nuläge och uppföljning av förändrad tillgänglighet.** För en nulägesanalys kan tillgänglighetsberäkningar exempelvis användas för att identifiera de områden som har en låg tillgänglighet och ge ledning till var förändringar kan vara påkallade. En analys av en förändring sonderfaller i tre fall, där tillgänglighetsförändringarna beror på a) förändringar i företagets lokalisering, b) förändringar i målpunkternas lokalisering eller c) förändringar i transportinfrastrukturen (eller annan infrastruktur för kommunikationer) och i transport- och logistikkostnaderna till följd av förändringar.
2. **Beräkning av netto nyttan av en planerad åtgärd.** En planerad förändring av tillgängligheten³⁵ kan utvärderas med indikatorer inom markanvändning och transportsystemet med såväl enklare mått, potentialmått samt de nytto baserade tillgänglighetsmåtten. Det är dock viktigt att komma ihåg att varken transportsystemet eller markanvändningen är fri från yttre påverkan. Ett antal kontextuella faktorer (a) ekonomiska förutsättningar, exempelvis nivån på ekonomisk tillväxt, (b) socio-demografiska och kulturella aspekter såsom behov, preferenser och attityder, (c) resurstillgång och miljöaspekter samt (d) teknisk utvecklingsnivå, bestämmer på ett övergripande plan hur detta system fungerar, både direkt och indirekt via styrmedel. Interaktionen mellan markanvändning och transportsystemet, de kontextuella faktorerna och olika styrmedel kan därmed beskrivas som en *rumslig process* till en ny jämvikt. För att utvärdera effekter *utanför* markanvändning och transportsystemet behövs tre andra typer av indikatorer: ekonomiska, sociala och miljö, vilka alla återkopplar till de kontextuella faktorerna och förändring av styrmedel. En samhälls-ekonomisk kostnads-nyttoanalys kan sägas vara ett sätt att inkludera alla typer av effekter som uppstår av en åtgärd.

³⁴ Det är möjligt att utöka detta till att även inkludera 1) Analys av tillgänglighet för enskilda företag eller grupper av företag och 2) Beräkning av tillgänglighet för normativ fördelning av offentliga resurser. Se mer om detta i Trafikanalys (2024b).

³⁵ Zakaria (1974) menar exempelvis att tillgänglighetsmått kan användas i planering på tre sätt: för att hitta lämplig lokalisering av verksamheter, i trafiksimuleringsmodeller för att förutsäga transportmönster, samt i systemanalyser för att fånga interaktionen mellan transportsystemet och markanvändning och mellan olika typer av markanvändning.

6.3 Ekonomiska effekter av en tillgänglighetsförändring

Tillgänglighetsförändringar som ett resultat av en förändring i transportsystemet eller markanvändningen (eller båda) kan ha olika ekonomiska effekter³⁶. Det finns i praktiken tre sätt att analysera de ekonomiska effekterna av en fysisk tillgänglighetsförändring (Rietveld och Bruinsma 1998):

- Samhällsekonomisk kostnads-nyttoanalys (CBA³⁷), med fokus på ett förändrat konsumentöverskott.
- En produktionsfunktion, där BNP ofta utgör mätvariabeln.
- Analyser med fokus på arbetsmarknadseffekter.

De tre analysperspektiven kompletterar varandra. Men de är till viss del också överlappande och står ibland dessutom i konflikt med varandra. Att det finns olika sätt att mäta ekonomiska effekter av en tillgänglighetsförändring bidrar till förväntningar om att kunna hitta ytterligare effekter (nyttor) att addera till en CBA. Risken för dubbelräkning bör dock inte underskattas.

I nationell infrastrukturplanering³⁸ används i huvudsak tillgänglighetsmålet logsumma (från Sampers) och generaliserad transportkostnad (från Samgods), fast då inte främst i betydelse av tillgänglighetsmätt utan som en kvantifiering av konsumentöverskott för att beräkna en samhällsekonomisk nettonytta av möjliga investeringar.

De samhällsekonomiska effekterna för godstransporter består av nyttor, externa effekter och budgeteffekter (Trafikverket 2024c). Nyttorna utgörs av förändrade (lägre) logistikkostnader för transporter mellan avsändare och mottagare. Logistikkostnader består av flera komponenter. Dessa kostnadskategorier används i kalkylsammanhang:

- Transportkostnader för fordon. Distan- och tidsbaserade undervägs-kostnader för fordon och personal samt kostnader för lastning och lossning.
- Kostnad för bindning av kapital under transport. Det är en kostnad för lagerhållning som bestäms av varuvärdet, ränta och handelsvolym.

Trafikprognoser och samhällsekonomiska kalkyler för godstransportmarknaden i Samgods vilar på två grundläggande förutsättningar. Den första är att priset för transportköparen är approximativt lika med produktionskostnaden. Detta vilar på förutsättningen om perfekt, eller åtminstone tillräcklig konkurrens. En transportkostnadssänkning, exempelvis till följd av en infrastrukturåtgärd, innebär en prissänkning för transportköpare varuägare och nyttan av åtgärden består av ett konsumentöverskott.

Den andra förutsättningen är att den totala efterfrågan på godstransporter är konstant. Det betyder att förändrade transportkostnader endast leder till omfördelningar inom godstransportmarknaden. I termer av nyttoberäkning innebär det att det inte finns några volymförändringar och därmed inte någon beräkning enligt den vanligt förekommande approximationen "rule of

³⁶ Vi bortser här från effekter (i ekonomiska termer) som uppstår på exempelvis koldioxidutsläpp eller trafik-säkerhet.

³⁷ För en introduktion och översikt om CBA, se Trafikanalys (2012a).

³⁸ Inklusive vid framtagning av länsplaner.

the half”³⁹. När de nytto-baserade måtten beräknas för olika geografiska områden kan även vinnare och förlorare av en åtgärd identifieras.

Tillgänglighetsvinster omsätts på sikt i en kombination av bland annat mer fritid, fler arbetade timmar, högre lön och bättre bostad (de två sista effekterna genom att tillgänglighetsökningen gör att man kan nå fler arbeten och bostäder). På sikt sprids därför värdet av tillgänglighetsökningen ut i hela samhället och tillfaller många aktörer genom högre mark- och fastighetsvärden, högre företagsvinster, ökade löner och ökat konsumtionsutrymme. Tillgänglighetsvinster tillfaller därmed inte enbart resenärerna, utan även många andra aktörer.

Hur stor del av tillgänglighetsvinster som tillfaller olika aktörer avgörs av faktorer som graden av konkurrens på olika marknader, externa effekter samt graden av stelhet i priser och löner. I regel utgår man från att det sammanlagda värdet av alla dessa vinster, som sprids till olika aktörer, är detsamma⁴⁰ som det går att mäta som en tillgänglighetsvinst direkt i transport-systemet, dvs. att ”alla effekter kan fångas på länken” så att man endast behöver mäta effekten en gång.

Indirekta effekter på marknader utanför och/eller utöver de effekter som kan mätas i transport-systemet ingår därmed inte lika ofta i analyserna. I normalfallet antas också att dessa typer av extra effekter är försumbara (Trafikverket 2024a). För att ett sådant antagande ska gälla måste det dock råda perfekt konkurrens i hela ekonomin. Att då i en kalkyl inkludera ytterligare effekter som man tycker sig se på exempelvis fastighetsmarknaden leder till att samma effekt räknas dubbelt eftersom dessa effekter kan sägas vara samma effekt som man redan har inkluderat.

Relevanta indirekta effekter att potentiellt ta hänsyn till uppstår endast om det finns någon form av störning i marknadsekonomin genom någon form av marknadsmisslyckande eller marknadsimperfectioner.⁴¹ När villkoret om perfekt konkurrens *inte* är uppfyllt innebär det alltså att en infrastrukturinvestering kan ge upphov till ökad produktivitet och kumulativa agglomerationseffekter utöver de effekter som fångas ”på länken”. Hur stora dessa ytterligare effekter (nyttor) är, utöver de som fortfarande kan mätas ”på länken” råder det osäkerhet kring. Effekterna är dessutom kontextberoende och tenderar även att vara omfördelade från ett område till ett annat med en oklar nettoeffekt totalt sett. Det är exempelvis *a priori* inte möjligt att med säkerhet avgöra om en infrastrukturinvestering har en centraliserande eller

³⁹ För att utvärdera hur mycket den sammanlagda tillgängligheten för persontransporter ändras av en förändring räcker det att veta vad som faktiskt ändrats (till exempel restiden på en viss länk), hur många som direkt påverkas av detta (till exempel antalet transportörer på denna länk), samt hur olika variabler viktas samman i en generaliserad reskostnad. Om förändringen av den generaliserade kostnaden är så stor att det betydligt påverkar resandet, ska man multiplicera kostnadsändringen med medelvärdet av resandet före respektive efter ändringen – rule of the half.

⁴⁰ Åtminstone ungefär: exakt likhet gäller så länge som övriga marknader är ”perfekta” i ekonomisk mening, dvs. så länge olika typer av snedvridningar kan försummas. Observera att detta är en förenkling som innebär att alla så kallade *Wider Economic Impacts (WEI)* antas vara lika med noll.

⁴¹ I en perfekt fungerande marknadsekonomi är alla marknader oreglerade med fullständig konkurrens, fri prisbildning och med marknadspriser som speglar individers maximala betalningsvilja och alternativkostnader (Eklund 1987). I en perfekt fungerande ekonomi är indirekta effekter på sekundära marknader alltid marginella och försumbara. I sådana fall kan man utan vidare ignorera indirekta effekter när man gör en CBA utan riskera att kalkylens resultat blir missvisande. Men om CBA däremot tillämpas på en åtgärd i en miljö och ett sammanhang där marknadsekonomin inte fungerar enligt modellen för den perfekta marknadsekonomin, så kan det uppstå betydande indirekta effekter på sekundära marknader (WEI). I sådana fall ska indirekta effekter inkluderas i kalkylen för att den ska bli rättvisande. Riktningen på omlokaliseringen av företag och hushåll blir i dessa situationer beroende av samspelet mellan graden av stordriftsfördelar och förändringen av transportkostnader/hastighet. Effekternas storlek är beroende av vilken typ av region som förändringen sker (Hussain och Westin 1997).

decentraliserande effekt på lokalisering av befolkning och näringsliv.⁴² Samtidigt finns den underliggande ambitionen om att samtliga nyttor och kostnader som uppstår i samband med en tillgänglighetsförändring av exempelvis en infrastrukturinvestering ska inkluderas i en CBA.

Enligt litteraturoversikter av Andersson, Dehlin m.fl. (2015), Trafikverket (2017c) består de WEI som hittills har diskuterats flitigast för eventuell inkludering i en CBA i Sverige av de indirekta effekter som kan uppstå på arbetsmarknaderna genom bättre pendlingsmöjligheter och ökat utbud av arbetskraft, vilket i sin tur antas leda till en nettoökning av sysselsättning. En annan typ av indirekt effekt är bättre matchning av utbud och efterfrågan på arbetsmarknaderna.

En tredje form av WEI som kan förekomma är indirekta effekter på produktionen på varu- och tjänstemarknaderna. För det fjärde kan det handla om effekter till följd av omlokalisering av befolkning och arbetskraft. Skalekonomier och konkurrenssituationer på marknader är faktorer som kan göra att lokaliseringseffekter har betydelse. Lokaliseringseffekter kan till exempel ge företag ökade möjligheter att utnyttja skalfördelar i produktionen eller ökad produktivitet genom klusterbildning. Lokaliseringseffekter kan därför ha stor betydelse för regional tillväxt och utveckling av såväl transporter som produktion och inkomster.

Regionala omfördelningseffekter ska emellertid inte inkluderas i en CBA eftersom det skulle innebära dubbelräkning, såvida det alltså inte finns ett marknadsmisslyckande. Utan ett marknadsmisslyckande ingår i så fall alla regionala effekter redan implicit i de aggregeringar av effekter till nationell nivå som ingår i en CBA.

Även om dessa effekter av ovanstående skäl inte i alla fall bör inkluderas i kalkylen kan de dock vara väl så intressanta att analysera av andra skäl, exempelvis för att förstå vilka det är som påverkas av investeringen och på vilket sätt. Och det är precis i denna skärning som diskussionen blir diffus mellan vad som är en regionalekonomisk effekt (eller det som vi normalt brukar benämna fördelningsaspekter) och vad som är en WEI till följd av en infrastrukturinvestering.

Då en regionalekonomisk analys i många fall inkluderar en effekt, exempelvis i form av sysselsättningsökning, så kan det hända att den rent faktiskt redan inkluderas i CBA som en effekt mätt på länken, åtminstone delvis. Då ska den inte inkluderas ytterligare en gång – åtminstone inte fullt ut. Effekten är reell ur ett regionalekonomiskt perspektiv, men det är viktigt att det är endast den del av effekten som inte redan fångas på länken som ska adderas till CBA-n.

Trafikverket har en generellt sett restriktiv hållning vad gäller att inkludera WEI i en CBA (Trafikverket 2017c), med stöd i rekommendationer från HEATCO (2006) och European

⁴² Se exempelvis Smith (1776), von Thünen (1826), Marshall (1890), Hotelling (1929), Weber (1929), Christaller (1933), Lösch (1940), Isard (1956, 1960), Alonso (1964), Janelle (1969), Vickerman (1974), Aschauer (1989), Krugman (1991), Fujita, Krugman m.fl. (1999), Vickerman, Spiekermann m.fl. (1999), Banister och Berechman (2001), Geurs och Ritsema van Eck (2001), Venables (2007), Chiambaretto, De Palma m.fl. (2013), Trafikanalys (2013), Laird och Mackie (2014), Venables, Laird m.fl. (2014), Andersson, Dehlin m.fl. (2015), Álvarez-Ayuso, Condeço-Melhorado m.fl. (2016), Rokicki och Stepniak (2018), Vickerman (2018), Westin (2018), Börjesson (2019), Börjesson, Isacson m.fl. (2019), Westin, Knutsson m.fl. (2019a), Westin, Knutsson m.fl. (2019b). OECD/ITF (2008b, 2008a) varnar för användandet av generella tumregler vid beräkning av samband mellan regionalekonomisk utveckling och tillgänglighet, exempelvis genom tillämpning av genomsnittliga multiplikatorer eftersom många av de underliggande sambanden kan vara starkt kontextberoende vilket gör det svårt att utan fördjupad analys överföra resultat från en åtgärd till en annan eller från ett område till ett annat. Exempelvis kan en ny järnvägsdragning mellan två större städer ge växtkraft till båda de lokala arbets- och bostadsmarknaderna, eller dränera ena staden på befolkning eller arbetstillfällen till förmån för den andra. Det kan också resultera i en omfördelning mellan färdssätt genom att tågets relativa ställning på transportmarknaden stärks. Det är slutligen motivationen bakom resebeteendet som avgör dess effekter på samhälls-ekonomin, något som transportinfrastruktur endast kan möjliggöra.

Commission (2008, 2015). Enligt HEATCO:s rekommendationer ska man först identifiera de marknadsmisslyckanden som orsakar de antagna indirekta effekterna samt att dessa sedan skattas med hjälp av rumsliga allmänna jämviktsmodeller (*spatial-computable-general-equilibrium-models*, SCGE).⁴³

I Storbritannien (Department for Transport (UK) 2019) och i Nya Zeeland (Kernohan och Rognlien 2011) anser man sig dock ha stöd för ett schabloniserat nyttotillägg på 10 procent för nyttor som kan hänföras till en förbättring av varumarknaden.

⁴³ Studier med sådana modeller har visats ge betydande WEI. Se Andersson, Dehlin m fl. (2015) för en litteraturgenomgång.

7 Slutsatser

Analysen av godstransporternas tillgänglighet, lokalisering och kostnadsstrukturer leder till flera övergripande slutsatser med relevans för transportpolitik, regional utveckling, näringslivets konkurrenskraft och framtidens transportmodellering.

Lokalisering och transportkostnader är ömsesidigt beroende processer

Företagens val av lokalisering påverkar hur godsflöden utvecklas, och förändringar i transportkostnader påverkar i sin tur var företag väljer att etablera sig. Detta innebär att investeringar i transportinfrastruktur inte endast ska ses som tekniska eller kapacitetshöjande insatser, utan som åtgärder som aktivt formar ekonomins geografi. En investering kan stärka en regions konkurrenskraft, men kan också dränera verksamheter från andra regioner om skillnaderna i tillgänglighet förändras. För att säkerställa samhällsekonomisk effektivitet krävs därför kontextspecifika analyser som fångar hur lokalisering och transportkostnader samspelar i varje region.

Agglomerationsfördelar är en nyckelfaktor för produktivitet och tillväxt

När företag lokaliseras nära varandra kan de dela resurser, få bättre matchning på arbetsmarknaden och ta del av kunskapsspridning. Detta kan öka produktiviteten med flera procent och skapa innovativa miljöer som attraherar ytterligare verksamheter. Effekten förstärks i regioner med god infrastruktur, god marknadstillgänglighet och starka kluster. Samtidigt innebär dessa fördelar att skillnader mellan regioner kan förstärkas över tid, vilket gör det viktigt att analysera hur investeringar påverkar olika delar av landet och hur tillväxt och konkurrenskraft kan spridas på ett hållbart sätt.

Transportkostnader är mer komplexa och multidimensionella än traditionellt antagits

Företagens logistikbeslut baseras inte enbart på monetära kostnader. Tid, tillförlitlighet, frekvens, risker och hanteringskostnader påverkar valet av rutter, trafikslag och logistiskt upplägg. Den generaliserade transportkostnaden sammanför dessa aspekter och utgör därför den mest relevanta indikatorn för både analyssystem och företagsanpassade beslut. Det innebär också att åtgärder som förbättrar pålitlighet, minskar osäkerhet eller förbättrar kapacitet kan vara lika viktiga som investeringar i fysisk infrastruktur.

Modeller är nödvändiga – men måste användas rätt

Olika modeller lämpar sig för olika syften. Nationella modeller som Samgods är viktiga för strategisk planering, men fångar inte detaljerna i urbana leveranssystem. Lokala modeller beskriver stadens komplexitet, men saknar ofta möjligheter att analysera nationella flöden. Agentbaserade modeller beskriver beteenden och interaktioner, men kräver omfattande data och beräkningskraft. LUTI-modeller fångar långsiktiga samband mellan transport och markanvändning, men är komplexa att kalibrera. En central slutsats är därför att framtidens planering behöver en modellportfölj där modeller integreras snarare än väljs utifrån enkelhet.

Dataförsörjning är en begränsande faktor och kräver nationell samordning

Bristen på högupplöst och aktuella data för urbana godsflöden, lätta yrkesfordon och fastighetsnära transporter är en av de största utmaningarna för såväl modellering som policyutformning. För att kunna analysera och styra utvecklingen – särskilt i tätastadsmiljöer – krävs bättre datakällor, integrerade system och en tydligare ansvarsfördelning. Detta inkluderar digitala sensorer, GPS-data, automatiserad mätning och tillgång till logistikdata under strukturerade sekretessföresättningar. Utan sådana data riskerar både modeller och beslutsunderlag att bli ofullständiga.

Infrastrukturinvesteringars effekter är både direkta och långsiktigt indirekta

Direkta effekter uppstår genom sänkta transportkostnader, men de indirekta effekterna – genom förändrad lokalisering, markvärden och regional struktur – kan vara större. Dessa effekter varierar dock mellan regioner, branscher och tidshorisonter. Därför behövs försiktighet i användningen av breda samhällsekonomiska effekter i formella kalkyler. Samtidigt bör dessa effekter inte ignoreras, då de kan vara avgörande för att förstå investeringars långsiktiga konsekvenser.

Teknikutveckling och hållbarhetskrav förändrar godstransporternas framtidsföresättningar

Elektrifiering, automatisering, digitalisering, smart logistik och nya urbana distributionslösningar kommer att påverka framtidens transportsystem i grunden. Utvecklingen kräver ett mer integrerat perspektiv än tidigare, där infrastruktur, logistik, stadsutveckling och markanvändning analyseras tillsammans. Detta ställer ökade krav på flexibilitet, samverkan och framtidsorienterade planeringsprocesser.

Åtgärder bör i högre grad utgå från systemperspektiv

Godstransporter är inte ett isolerat trafikslag, utan en del av hela samhällets produktionssystem. Därför bör åtgärder i större utsträckning behandla relationerna mellan tillgänglighet, lokalisering, arbetsmarknad, miljö, innovation och näringslivets konkurrenskraft. De mest effektiva åtgärderna är ofta de som kombinerar flera perspektiv – exempelvis förbättrad infrastruktur, smarta styrmedel, riktade investeringar i knutpunkter och datadriven logistik.

Mått på godstillgänglighet är avgörande för att kunna förstå och utvärdera transport- och logistiksystemets funktion

Ett centralt resultat är att inget enskilt mått kan representera hela tillgängligheten, utan att olika indikatorer fångar olika dimensioner av systemet. Detta har fem viktiga implikationer:

1. **Måttval styr analysresultat**
Ett kostnadsbaserat mått kan visa förbättrad tillgänglighet efter en infrastrukturinvestering, medan ett tidsbaserat mått kan avslöja att variation eller trängsel fortfarande är ett hinder. Politiska slutsatser måste därför bygga på flera kompletterande indikatorer.
2. **Generaliserade kostnader är en nödvändig men inte tillräcklig indikator**
Även om GC är standard inom modellering och samhällsekonomiska kalkyler, fångar det inte alltid tillförlitlighet eller logistiska flaskhalsar. Dessa behöver tidsrelaterade eller funktionsbaserade mått för att synliggöras.

3. **Gravitations- och marknadspotentialmått är centrala för regional analys**
De visar inte bara hur lätt en region kan nå marknader, utan också hur attraktiv regionen är för företag. Detta knyter till rapportens övergripande tema om lokalisering och regional konkurrenskraft.
4. **Specialiserade index behövs för hamnar, terminaler och logistiknoder**
Hamnindex som ERA/IRA eller DLW-indikatorer fångar förändringar som inte syns i traditionella transportmått, exempelvis omlastningskapacitet eller expansionsmönster för logistikfastigheter. Detta är viktigt för godsstråk där intermodalitet och noder spelar större roll än linjekapacitet.
5. **Tillgänglighetsmått bör integreras i både strategisk och operativ styrning**
För planering på nationell nivå (ex. Samgods), regional analys och urban logistik krävs olika mått, men arbetet måste samordnas för att undvika målkonflikter och felprioriteringar. Detta understryker vikten av en metodisk struktur där indikatorer används konsekvent och transparent.

Tillgänglighetsmått är inte en teknikalitet — de är en grundförutsättning för att kunna fatta välunderbyggda beslut om infrastruktur, logistik, regional utveckling och näringslivets konkurrenskraft. Rätt använda kan de stärka både analyskvalitet och styrning. Fel använda kan de leda till missvisande slutsatser och ineffektiva investeringar.

Sammanfattningsvis visar rapporten att godstransporternas tillgänglighet har en central roll i Sveriges ekonomiska och geografiska utveckling. För att möta framtidens krav behövs en modern analysram som integrerar teknik, logistik, samhällsutveckling och marknadsekonomi. Med rätt verktyg, rätt data och rätt modeller kan beslutsfattare skapa långsiktigt hållbara, konkurrenskraftiga och effektiva godstransportsystem som stödjer hela samhällets utveckling.

8 Appendix – Infrastrukturen roll för lokalisering och regional utveckling

8.1 Agglomeration, markränta och infrastrukturens effekter

Krugman⁴⁴ har visat att stordriftsfördelar begränsar antalet platser där produktion av en viss vara är möjlig, vilket i sin tur påverkar både lokaliseringen av företag och den regionala specialiseringen. När många verksamheter söker sig till samma område stiger markvärden och avkastningen på mark, samtidigt som trängsel uppstår. Det finns därmed även motverkande krafter som dämpar agglomerationen och bidrar till att sprida ut verksamheter.

Genom att utgå från von Thürens lokaliseringsmodell, och Alonsos⁴⁵ vidareutveckling av denna för urbana miljöer, blir det tydligt hur verksamheter positionerar sig i förhållande till den markränta de kan betala på olika avstånd från ett centrum. De företag som har förmåga att bära höga markkostnader lokaliserar sig centralt, medan verksamheter som inte klarar dessa kostnader antingen tvingas ändra sin produktionsteknik eller etablera sig längre från centrum där markpriserna är lägre.

Infrastrukturinvesteringar som stärker en plats nodfunktion tenderar att samla verksamhet till just den noden. Om noden redan är hårt belastad av trängsel kan samma investering däremot få motsatt effekt genom att den underlättar pendling, godsflöden och tjänsteresor, vilket i sin tur kan sprida ut verksamhet geografiskt. En järnvägsknutpunkt som etableras på lämpligt avstånd från ett centrum med höga markpriser kan, om den kombineras med andra verksamheter som förstärker nodens funktion, locka till sig verksamheter från det befintliga centrumet. Förändrad tillgänglighet till följd av infrastruktursatsningar skapar alltså incitament

⁴⁴ Se exempelvis Fujita, Krugman m fl. (1999)

⁴⁵ William Alonso utvecklade teorin om markanvändning och stadsekonomi, särskilt känd är han för sitt bidrag till förståelsen av hur markpriser och transportkostnader påverkar stadsutvecklingen. Alonso (1960, 1964) bygger vidare på bygger vidare på von Thünen (1826) modell för jordbruksmarkanvändning för att förklara intra-urbana variationer i markanvändning. Enligt Alonsos budgivningsteori (bid-rent theory på engelska) har varje markanvändningstyp (bostäder, kommersiella och industriella) sin egen hyresgradient eller budhyreskurva (bid-rent curve på engelska). Kurvan anger den maximala hyra som någon markanvändningstyp kommer att betala för en specifik plats. Detta grundar sig på antagandet att företag vill maximera sin lönsamhet och därför är beredda att betala mer för mark nära CBD och mindre för mark längre bort. Resonemanget bygger på att ju mer tillgänglig en plats är (dvs. ju större kundunderlag), desto mer lönsam blir verksamheten. Eftersom mark är billigare i stadens utkant, kommer hushåll med mindre behov av tillgång till stadens centrum att bosätta sig nära utkanten. Hushåll som kräver större tillgång till stadens centrum kommer därför att bosätta sig nära centrum, i konkurrens med kommersiella och industriella etableringar. Detta tenderar att skapa ett segregerat markanvändningssystem. Den första teoretikern som berörde detta var David Ricardo (1817) som argumenterade för att hyran på den mest produktiva marken bör baseras på dess fördel jämfört med den minst produktiva, där konkurrensen mellan jordbrukarna säkerställer att hela fördelen tillfaller markägarna i form av arrende.

för företag, organisationer och hushåll att ompröva sin lokalisering, att ändra produktionsteknik eller att se över sitt transportbehov.⁴⁶

Vi har också konstaterat att detta påverkar hur tillgångar värderas och hur de fördelas regionalt. När en infrastrukturinvestering lyckas och leder till tillväxt – exempelvis genom en ökad nettoregionprodukt som på ett hållbart sätt ökar den totala mängden tillgångar – medför den samtidigt en omfördelning både av tillgångar och av deras värden. För att förstå hur regional tillväxt fördelas efter en infrastrukturinvestering behöver man därför analysera var tillgångar förbrukas, var de skapas, hur de omplaceras och hur de värderas i olika delar av regionen. Tillgångarnas geografiska placering sammanfaller dessutom inte nödvändigtvis med den regionala fördelningen av ägandet.

8.2 Ortssystem, regional konkurrenskraft och rumsliga beroenden

Den ständigt pågående globala konkurrensen och obalanserade tillväxten av tillgångar leder till att regioner stärks eller förlorar i konkurrenskraft mot andra regioner. Infrastrukturinvesteringar påverkar konkurrenssituationen på en mängd olika plan. Utfallet av en investering i en region kan därför inte analyseras utan att regionens konkurrenskraft i förhållande till andra regioner studeras. Redan von Thünen påpekade att lönsamheten på hans egen jordbruksfastighet bestämdes av utvecklingen i den närliggande staden Rostock. Von Thünen frågade sig därpå varför städer uppstod och kunde förklara detta med de fördelar för handel med mera som ovan beskrivits som agglomerationsfördelar.

Utifrån den rumsliga allmän jämviktsteorin – som bland annat formulerats av Samuelson – vet vi att regionala marknader som binds samman i nätverk av länkar påverkar varandra ömsesidigt, om än i varierande grad. Denna form av ömsesidiga beroenden uppmärksammades redan av Christaller, Lösch⁴⁷ med flera i deras analyser av ortssystemets uppbyggnad.

Städers framväxt sker således inte isolerat. I stället formas de av att olika varor kräver olika stora marknadsunderlag. Varor med liten räckvidd eller lågt tröskelvärde, exempelvis frisör-tjänster, finns i de flesta orter. Mer exklusiva och kostsamma varor kräver däremot ett större kundunderlag och är därmed förknippade med högre tröskelvärden. Detta leder till framväxten

⁴⁶ Med utgångspunkt i Weber (1929), Hoover (1948) och Isard (1956) ligger fokus i Alonso (1968) på företagens lokalisering i form av en kostnadsminimering av lokaliseringskostnader och produktionskostnader inkl. transportkostnader vid förekomst av terminaler, vilket tenderar att leda till koncentration av verksamheter. Detta för tankarna till konsumentens indifferenskurvor för att finna en optimal fördelning av varor givet en budgetrestriktion. För företagens del handlar det om isokvantkurvor (olika kombinationer av insatsvarorna, vanligtvis arbete och kapital, som ger samma produktionsnivå) och isokostlinjer (olika kombinationer av arbete och kapital som kostar samma belopp) för att hitta en optimal fördelning av insatsvaror som minimerar produktionskostnaden för en viss produktion. En förändring av priset på en insatsvara leder till en förändring av producentöverskottet, se mer om detta i kapitel 5.

⁴⁷ Walter Christaller (1933) är känd för sin centralortsteori, som förklarar hur städer och samhällen är hierarkiskt organiserade över landskapet baserat på deras funktioner som ekonomiska centra. Enligt Christaller finns det en regelbundenhet i hur centralorter (städer) fördelas över ett geografiskt område, där större städer erbjuder mer specialiserade tjänster och varor än mindre samhällen. Centralortsteorin bygger på begreppen räckvidd och tröskelvärde, där räckvidden är det maximala avståndet konsumenter är villiga att resa för att nå en tjänst, och tröskelvärdet är den minsta marknadsstorleken som krävs för att en tjänst ska vara lönsam. August Lösch (1940) vidareutvecklade centralortsteorin matematiskt genom att introducera begreppet ekonomiska regioner. Löschs modell fokuserar på hur ekonomiska aktiviteter är fördelade i rummet och hur marknader och produktionsplatser interagerar. Han argumenterade för att ekonomiska regioner formas av en kombination av transportkostnader, marknadsstorlek och produktionskostnader, och att dessa faktorer tillsammans bestämmer den optimala lokaliseringen för olika typer av ekonomisk aktivitet. Se även Fischer (2011), Capello (2014, 2021) för tolkning av modellerna och deras relevans idag.

av s.k. centralorter, där både lokala och mer specialiserade varor tillhandahålls. Under dessa centralorter återfinns flera nivåer av mindre städer som främst betjänar sina egna omland, vilka i sin tur utgör centralorter för ännu mindre orter. Resultatet blir stadssystem som kännetecknas av en hierarkisk struktur med en storstad, flera mellanstora städer och många småorter.

Utöver Tönö Puus matematiskt orienterade arbeten finns en omfattande svensk forskningslitteratur som analyserar hur ortssystem, regional struktur och lokalisering formas i samspel mellan tillgänglighet, infrastruktur, kunskap och nätverk. Den svenska forskningen har i hög grad fokuserat på hur företag, hushåll och organisationer orienterar sig inom ett hierarkiskt och funktionellt sammanbundet ortssystem, där både marknadstillgång, arbetskraftens rörlighet och transportinfrastruktur spelar en central roll.

Flera av dessa studier har vidareutvecklat centralortsteoretiska och regionalekonomiska ansatser genom att belysa hur moderna regioner präglas av flernodighet, specialisering och starka ömsesidiga beroenden snarare än av strikt hierarkiska strukturer. Ett återkommande resultat är att regional konkurrenskraft och tillväxt i hög grad formas av hur tätorter och regioner kopplas samman i funktionella nätverk, där tillgänglighet, kritisk massa och kunskapsflöden är avgörande.

Sammanfattningsvis visar den svenska forskningen hur ortssystemens struktur inte endast är ett resultat av historiska mönster, utan kontinuerligt omformas av förändrade transportkostnader, teknologisk utveckling och omfördelning av ekonomiska aktiviteter mellan centrum och omland. Detta ger en viktig förståelseram för hur infrastrukturinvesteringar kan förstärka, försvaga eller omstrukturera regionala samband och konkurrensrelationer.

I detta sammanhang intar godstransporter därför en central position inom både lokaliseringsteori och regional utveckling. De formar kostnadsstrukturer, påverkar marknadstillgänglighet, skapar förutsättningar för agglomerationsekonomier och har betydande konsekvenser för hållbarhet. Samtidigt är de avgörande för global handel och ekonomisk integration.

8.3 Teoretiska influenser – klassiska och moderna bidrag

De klassiska teorierna⁴⁸ ger en grundläggande förståelseram för hur ekonomiska och geografiska faktorer styr företags lokalisering och utformningen av transportnätverk – insikter som är nödvändiga för att kunna utveckla effektiva och hållbara godstransportsystem i dag. Utöver dessa tidiga arbeten har många forskare vidareutvecklat och fördjupat lokaliseringsteorierna, och deras bidrag är fortsatt relevanta för modern forskning om godstransporter, företagslokalisering och regional tillväxt. Listan nedan gör inte anspråk på att vara heltäckande utan ska ses som illustrativa exempel på viktiga teoretiska influenser.

⁴⁸ De klassiska teorierna om lokalisering av forskare som Lösch, Christaller, Weber och Hotelling har haft stor inverkan på förståelsen av hur och varför företag väljer sina platser. Ahn och Juraev (2023) ger en översiktlig genomgång av lokaliseringsteorin inom ekonomisk geografi och följer dess utveckling från klassiska ursprung till samtida perspektiv. För den som vill fördjupa kunskapen om regionalekonomiska forskning och lokalisering av företag rekommenderas även böckerna av McCann (1998), (Mulley 2012), Capello och Nijkamp (2019), Nijkamp, Kourtit m fl. (2025).

8.3.1 Grundare av regionalvetenskap och rumslig ekonomi

Walter Isard är känd för sitt arbete inom regional vetenskap och ekonomisk geografi. Isard anses vara en av grundarna till regionalvetenskap som akademiskt fält. Isard (1956) är ett centralt verk eftersom det utgör ett av de första systematiska försöken att integrera ekonomisk teori med rumslig analys. Han introducerade metoder för att inkludera lokalisering, avstånd och rumsliga interaktioner i ekonomiska modeller. Detta var banbrytande eftersom det möjliggjorde en mer realistisk förståelse av hur företag och människor väljer plats för sin verksamhet. Hans arbete har inspirerat forskare som Krugman, Fujita och Venables att vidareutveckla teorier om ekonomisk geografi, särskilt inom ny ekonomisk geografi där agglomerationer och handelsmönster står i fokus. I deras gemensamma verk Fujita, Krugman m.fl. (1999) betonas tre centrala faktorer: stordriftsfördelar, transportkostnader och rörlighet av produktionsfaktorer. Dessa faktorer samverkar för att skapa agglomerationer, det vill säga koncentrationer av företag och ekonomisk aktivitet i specifika regioner. Krugman har varit en drivande kraft bakom teorin om ny ekonomisk geografi, där han visar hur företag tenderar att samlas i vissa områden för att dra nytta av närheten till andra företag och marknader. Fujita har tillsammans med Krugman och Venables vidareutvecklat dessa idéer genom att analysera hur rumsliga mönster uppstår och förändras beroende på ekonomiska drivkrafter. Venables har särskilt bidragit med insikter om hur internationell handel och ekonomisk integration påverkar företagslokalisering, vilket är avgörande för att förstå globaliseringens effekter på regional utveckling. Tillsammans har deras arbete lagt grunden för en djupare förståelse av hur ekonomiska krafter formar städer, regioner och internationella handelsmönster.

I den svenska forskningen har Folke Snickars haft en motsvarande roll och gjort betydande insatser inom urban och regional ekonomi, med särskilt fokus på transportinfrastruktur och dess roll i företagslokalisering och hur infrastruktur kan stödja ekonomisk tillväxt. Snickars och Weibull (1977) är ett av hans mest citerade och inflytelserika arbeten, och betraktas som ett klassiskt bidrag inom regionalvetenskap. I artikeln utvecklas grundläggande teoretiska modeller för rumslig analys och regional ekonomi, särskilt genom informationsprincipen⁴⁹ – en metod som använts brett i lokaliseringsteori och spatiala modeller. Nijkamp, Rietveld m.fl. (1987) är en omfattande och välciterad översiktsartikel om regionala och multiregionala ekonomiska modeller. Verket placerar Snickars i kärnan av den internationella forskningen om regionalekonomi och är en viktig referens för förståelse av hur regioner analyseras i ekonomiska system. Snickars (2021) visar hans moderna och långsiktiga bidrag till lokaliserings- och konkurrenssteori. Det knyter ihop historiska modeller med samtida förståelse av företags lokalisering och marknadsområden, och fungerar som en syntes av hans arbete inom lokaliseringsteori.

8.3.2 Ny ekonomisk geografi och rumsliga agglomerationer

Brian Berry (1967) har bidragit till utvecklingen av centralortsteorin och dess tillämpning på detaljhandel och tjänstesektorer och är en viktig referens inom ekonomisk geografi. Michael Porter är känd för sin teori om konkurrensfördelar och kluster (clusters) och Porterhypotesen. Han har visat hur geografisk koncentration av företag inom samma bransch kan skapa ekonomiska fördelar genom att främja innovation och produktivitet. Porters arbete har haft stor inverkan på regionala utvecklingsteorier och policyer (Porter 1991, Porter och van der Linde 1995).

⁴⁹ Det vill säga, Snickars arbetar inom den tradition av regionalekonomiska modeller som bygger på entropi-maximering, en metod utvecklad från informationsteori.

Robert Barro har exempelvis bidragit till förståelsen av regional konvergens och ekonomisk tillväxt (Barro och Sala-i-Martin 1991, 1992). Hans forskning fokuserar på hur olika regioner kan konvergera ekonomiskt över tid och vilka faktorer som påverkar denna process. Hans arbete har varit viktigt för att förstå långsiktig ekonomisk utveckling och regional tillväxt.

8.3.3 Teorier om regional tillväxt, konvergens och komplexitet

W. Brian Arthur är känd för sitt arbete inom komplexitetsteori och dess tillämpning på ekonomisk geografi. Han har studerat hur små förändringar kan leda till stora effekter i ekonomiska system, särskilt genom positiva återkopplingsmekanismer (där tidiga fördelar drar till sig mer kapital, kompetens och företag). Hans forskning har bidragit till att förstå dynamiken i ekonomiska agglomerationer och teknologisk utveckling (Arthur 1990). Regionalekonomer använder idag Arthurs modeller för att förstå varför vissa regioner utvecklar teknologiska kluster, hur små initiala skillnader kan leda till stora regionala obalanser samt hur innovation och nätverks-effekter formar ekonomiska geografier. Han citeras ofta tillsammans med Paul Krugman, eftersom båda förklarar geografisk koncentration, men från olika håll (Arthur: mikroprocesser, komplexitet, återkopplingar; Krugman: makromodeller, ny ekonomisk geografi). Tönö Puu fokuserade på matematiska modeller för lokalisering och markanvändning, och analyserade hur ekonomiska aktiviteter sprids i geografiska områden. I Puu (2003) utforskar han bland annat ekonomiska fenomen i ett kontinuerligt tvådimensionellt geografisk rum, med Beckmanns kontinuerliga flödesmodell (1956) och Hotelling (1929) som centrala teman, med fokus på framväxten av spatiala strukturer som specialiseringszoner, marknadsområden, lokalisering och bosättningsmönster, handelsflöden och utformning av transportsystem.

Karlsson (2026) är känd för sin omfattande forskning inom regional utveckling, innovations-system och ekonomisk geografi. Några av hans viktigaste bidrag inkluderar hur geografiska faktorer påverkar företags konkurrenskraft och tillväxt. Han har också studerat hur företag drar nytta av att vara lokaliserade nära varandra, vilket kan leda till ökad produktivitet och innovation, inte sällan tillsammans med Johansson som främst är känd för sin forskning inom ekonomisk geografi och regional utveckling, med fokus på nätverk och kluster, se exempelvis Johansson, Karlsson m fl. (2001), Karlsson, Johansson m fl. (2014b). Karlsson, Johansson m fl. (2014a) är ett centralt arbete där författarna utvecklar teorier om hur kunskap sprids i rumsliga ekonomier och hur detta påverkar regional utveckling och specialisering genom att binda samman nätverksteori, regional tillväxt och kunskapsekonomi. Johansson och Karlsson (2019) består av en systematisk genomgång av hur kunskap, produktivitet och nätverk formar regional tillväxt. Andersson, Johansson m fl. (2003) redogör för hur minskade transaktions-kostnader och teknologiska förändringar förändrar regioners ekonomiska dynamik. Den bidrar med en viktig teoretisk grund för modern förståelse av agglomeration och nätverk.

8.3.4 Kritik och vidareutveckling av klassiska modeller

Martin (1999) argumenterar i en kritisk analys av den nya ekonomiska geografien och konvergens av regioners inkomster, representerad av forskare såsom Krugman, Porter, Barro och Arthur, för att det i huvudsak är en matematisk omarbetning av lokaliseringsteori och regionalvetenskap och att det är svårt att förena med den forskning om regional utveckling och industriernas agglomerationer som bedrivits inom den ekonomisk geografien. David Harvey är en inflytelserik kulturgeograf och samhällsteoretiker, särskilt känd för sina analyser av kapitalismens rumsliga (geografiska) utveckling, vilket ofta kopplas till regionalekonomi, urbanisering och ojämlik geografisk utveckling, se exempelvis Harvey (1982). McCann (1995) riktar dessutom kritik mot de klassiska, neoklassiska och modellerna inom den nya ekonomiska geografien för att överbetona transportkostnader samtidigt som de bortser från viktiga logistik-,

informations- och transaktionskostnader. McCann argumenterar i stället för ett mer heltäckande angreppssätt som tar hänsyn till moderna företags rumsliga beteende, totala logistik och infrastrukturens roll i att forma regional utveckling. Detta utvecklas i McCann och Sheppard (2016) som ser ett förnyat behov av att vidareutveckla den analytiska teorin om industriell lokalisering genom att ompröva de mikroekonomiska grunderna. Särskilt framhålls behovet av att den metodologiska grunden för traditionella modeller för industriell lokalisering förenas med moderna modeller för klusterbildning, litteraturen inom den nya ekonomiska geografin, liksom mer aggregerade systemiska analysnivåer. De argumenterar för att man specificerar de transaktionskostnadsantaganden som ligger till grund för dessa olika angreppssätt; att man antar bredare definitioner av rumsliga transaktionskostnader; och för det tredje, att man integrerar miljömässiga kännetecken i ett ortodox lokaliseringsproduktionsramverk. De insikter som erhålls genom detta integrerade mikroanalytiska angreppssätt kan också ge nya riktningar för mer aggregerade systemiska ansatser, samt tydliggöra både styrkorna och begränsningarna i de för närvarande populära modellerna för klusterbildning.

8.3.5 Rumsliga interaktions- och nätverksmodeller

Närliggande ovanskrivna studier ligger annan forskning om lokaliseringsmodeller och gods-transporter. David F. Batten har bland annat bidragit till forskningen om rumslig interaktion, transport och interregionala varuflödesmodeller genom att tillsammans med David E. Boyce (Batten och Boyce 1986) undersöka hur varuflöden och transportnätverk påverkar regional utveckling och ekonomisk aktivitet. Patrick T. Harker har gjort betydande bidrag till teorin och tillämpningen av modeller för godstransporter och interregionala varuflöden. Hans forskning har haft stor inverkan på hur vi förstår och modellerar transportflöden och lokaliseringsbeslut, se exempelvis Harker (1985) där han granskar de viktigaste metodologierna som används för att förutsäga intercity godstransportsystem. Han diskuterar ekonometriska modeller, spatiala priskvotsmodeller och nätverksjämviktsmodeller för godstransporter, samt i Harker och Friesz (1986a, 1986b) där de presenterar en konceptuell ram för en prediktiv nätverksjämviktsmodell av ett godstransportsystem, där generering, distribution, modal split och tilldelning av gods-rörelser utförs samtidigt. I Harker (1986) analyseras spatial prisjämvikt, nätverksjämvikt, konkurrensmodeller i regionala eller transportrelaterade system och marknadsanalys där konkurrensen inte är perfekt.⁵⁰

Johannes Bröcker var en av de ledande forskarna inom regionalekonomi, spatiala (rumsliga) allmänna jämviktsmodeller (SCGE) och deras koppling till transport- och handelsflöden. Han bidrog direkt till utvecklingen av prognosmodeller för godsflöden i multiregionala ekonomier, se exempelvis Bröcker, Korzhenevych m fl. (2011) där en modern metod utvecklas för att prognostisera godsflöden baserat på gravitationsmodeller och förändringar i handel, globalisering och varuvikt-värde-relationer, samt Bröcker och Mercenier (2011) som kopplar SCGE-modeller till transportekonomi för analyser av *infrastruktur, handel och godslogistik*. Manfred Fischer har också bidragit till utvecklingen av modeller för att analysera geografiska mönster av ekonomisk aktivitet och hur dessa påverkar företagslokalisering. Han är dock inte en "transportforskare" i snäv mening, men hans arbete har varit grundläggande för den matematiska och statistiska basen i alla modernare godsflödesmodeller, se exempelvis

⁵⁰ Även Sven Erlander har gjort betydande tillskott till forskningen om modeller som används för gods-transporter, men inte primärt i form av specifika *godsflödesmodeller* som t.ex. Boyce, Harker eller Friesz. Erlanders fokus har legat på matematisk optimering, spatiala interaktionsmodeller, gravitationsmodeller och logitbaserade valmodeller — modeller som också används i analyser av godstransporter, även om hans egna exempel ofta rörde persontransporter eller generella transportmatematiska system, se exempelvis Erlander (1968, 1980), Erlander och Stewart (1990), Erlander (2010).

Fischer och Reggiani (2004), Fischer och LeSage (2010). Båda är alltså centrala referenser om du arbetar med transportmodeller för godsflöden - Bröcker på den ekonomiska systemnivån, Fischer på den metodologiska och statistiska sidan.

Svenska forskare har varit centrala i utvecklingen av nätverks- och transportmodeller. Lars-Göran Mattsson har bidragit till forskningen om lokaliseringsteori, särskilt inom områden som transportinfrastruktur och dess påverkan på företags och hushålls lokalisering, exempelvis i Anderstig och Mattsson (1991) och hur transportnätverkets sårbarhet påverkar regional utveckling och företagslokalisering (Mattsson och Jenelius 2015). Lars Lundqvist har också bidragit till forskningen om lokaliseringsteori, särskilt inom områden som regional utveckling, transportekonomi och ekonomisk geografi, med fokus på modellutveckling (Lundqvist och Mattsson 2002).

Imdad Hussain har också bidragit till forskningen om lokaliseringsteori, särskilt inom transportekonomi och regional utveckling. Han har bland annat undersökt hur produktivitetsförändringar inom järnvägssektorn kan mätas och analyseras (Hussain 1998). Tillsammans med Lars Westin har Hussain också analyserat hur transportinvesteringar kan skapa nätverksfördelar under förutsättningar av ökande skalavkastning (Hussain och Westin 1997). Westin (1990) utvecklade multisektoriella nätverksmodeller för att simulera samspelet mellan produktion, efterfrågan, handel och infrastruktur.

En central aspekt av dessa modeller är användningen av en "vintage model" för produktionssystemet, vilket betonar de stelheter som finns i befintliga kapaciteter och de tillfälliga monopol som kan uppnås genom investeringar i ny kapacitet på gynnsamma platser. Detta ger ett ramverk för att förstå och simulera strukturella förändringar i rumsliga ekonomier genom att integrera dynamiska och statiska aspekter av ekonomisk aktivitet.

8.3.6 Innovation, kluster och regional utveckling i modern forskning

Många av dessa forskare har byggt vidare på varandras arbete. Exempelvis har Tinbergens gravitationsmodell⁶ använts och vidareutvecklats av andra forskare för att analysera regional handel och transporter. Forskare som Fritsch och Boschma har genomfört empiriska studier som bekräftar och utvidgar teoretiska modeller, vilket ger en djupare förståelse för hur lokalisering fungerar i praktiken. Michael Fritsch har bland annat analyserat hur entreprenörskap och innovation påverkar regional utveckling och företagslokalisering, se exempelvis Fritsch (2013) och Fritsch och Wyrwich (2018). Ron Boschma har fokuserat sin forskning kring regional innovation och hur geografiska och institutionella faktorer påverkar ekonomisk utveckling i regioner. Hans forskning har visat hur regionala kluster och nätverk kan främja innovation och tillväxt (Boschma 2005, Boschma och ter Wal 2007).

Forskning av personer som Roberto Camagni och Peter Nijkamp har haft stor inverkan på regional politik och planering, genom att visa hur olika faktorer kan optimeras för att främja regional utveckling. Camagni har gjort betydande bidrag till forskningen om lokaliseringsteori och regional utveckling. Bland annat introducerade han konceptet "territoriellt kapital", vilket innebär att olika regioner har unika tillgångar som kan utnyttjas för att främja ekonomisk tillväxt och konkurrenskraft, och studerade hur regionala tillgångar kan utnyttjas för ekonomisk tillväxt (Camagni 2008, Camagni och Capello 2013).

Nijkamp är en av de mest kända forskarna inom dagens regionalekonomiska och lokaliseringsteoretiska forskning. Nijkamp har i flera betydelsefulla studier analyserat hur interregionala transportflöden utvecklas över tid och rum och hur dessa förändringar påverkar

regional tillväxt. I en central studie (Nijkamp, Reggiani m fl. 1997) utvecklas både logitmodeller och neurala nätverk för att modellera europeiska godstransportflöden. Analysen visar hur transportmönster inte är statiska utan förändras i takt med utvecklingen av infrastruktur, teknologiska skiften och regionala ekonomiska förutsättningar. Genom att jämföra olika modellansatser demonstrerar forskarna hur spatio-temporala förändringar i transportflöden kan få betydande konsekvenser för regioners långsiktiga konkurrenskraft och utvecklingspotential.

En annan viktig referens är Nijkamp, Reggiani m fl. (2004) som jämför prediktionskraften i diskreta valmodeller och neurala nätverk vid modellering av multimodala transportflöden. Studien visar att förändringar i interregionala godstransporter – exempelvis till följd av förändrade kostnader, nya styrmedel eller förändringar i nätverkens kapacitet – kan ha djupgående effekter på regional ekonomisk utveckling. Genom att koppla modellresultaten till transportpolitik och rumsliga obalanser bidrar Nijkamp med ett analytiskt ramverk för att förstå hur regional tillväxt påverkas av både tidsmässiga och rumsliga dynamiker i transportinfrastrukturen. Detta gör studien till ett centralt bidrag för forskningen om hur spatio-temporala förändringar i godstransporter formar regional utveckling.

Martin Beckmann och Alan Wilson har utvecklat modeller som belyser hur transportnätverk påverkar rumslig interaktion – det vill säga rörelsen av människor, varor och information mellan olika platser. Deras arbete bidrar till förståelsen av hur dessa interaktioner formar stads- och regionutveckling. Martin J. Beckmann är en av de mest inflytelserika forskarna inom modern lokaliseringsteori. I Beckmann (1968) bygger han vidare på klassiker som von Thünen och Alfred Weber och utvecklar matematiska modeller för hur företag och ekonomiska aktiviteter organiseras i rummet. Verket räknas som ett av de centrala bidragen inom regional-ekonomi och spatial analys. I Beckmann (1999) fortsätter han att analysera hur ekonomiska aktiviteter fördelas geografiskt och hur faktorer som marknadens utbredning, priser och transportkostnader formar regionala strukturer. Här vidareutvecklas hans matematiska angreppssätt och flera av de grundläggande redskap som kommit att influera senare forskning kring rumslig ekonomi. Beckmann är också känd för sina banbrytande insatser inom trafik- och transportekonomi. I Beckmann, McGuire m fl. (1956) formulerade han tillsammans med McGuire och Winsten de första modellerna för trafiknätverk i jämvikt, vilket lade grunden för hela forskningsfältet kring transportnätverksekonomi. Hans arbete visar hur transportkostnader, resmönster och nätverkens struktur påverkar lokalisering, regional utveckling och samhällsekonomisk effektivitet.

Alan Wilson är mest känd för sin banbrytande bok Wilson (1970), där han introducerade den entropibaserade metoden som grund för spatiala interaktionsmodeller. Här visar Wilson hur stads- och regionstrukturer kan analyseras med utgångspunkt i entropimaximering, vilket möjliggör härledningen av bland annat gravitationsmodellen utifrån statistisk mekanik i stället för fysikens lagar. Detta verk ses som fundamentalt inom modern stadsmodellering. I Wilson (1967) lägger han grunden för sin teori om spatial interaktion genom att formulera en statistisk modell för hur resor, varor och människor distribueras i rummet. Artikeln demonstrerar tydligt hur entropibegreppet kan användas för att härleda modeller för trip distribution och annan rumslig allokering. Den räknas fortfarande som en av de mest citerade artiklarna inom transportgeografi och regional modellering.

I Wilson (1971) vidareutvecklar han sin teoretiska ram och presenterar en hel familj av modeller som beskriver hur ekonomisk aktivitet, resflöden och transporter organiseras beroende på hinder, kostnader och attraktionskraft. Detta arbete har haft stor betydelse för

förståelsen av urban utveckling, särskilt genom att visa hur förändringar i transportnätverk påverkar lokalisering och regional struktur.

Dagens forskning om godstransporter och tillgänglighet bygger vidare på dessa numera klassiska verk genom att integrera nya teknologier och hållbarhetsmål, exempelvis användning av GIS och spatial analys, intelligenta transportsystem, hållbarhetsmål och grön logistik, intermodala transporter samt citylogistik och smarta städer, med forskning om transportkostnader och tillgänglighet, centralortsteori och logistik samt agglomerationsfördelar.

8.4 Exempel från dagens forskningsfront - digitalisering, hållbarhet och logistikens utveckling

Detta delkapitel sammanfattar hur klassisk lokaliserings- och regionalekonomisk teori har vidareutvecklats genom digitalisering, nya datakällor, hållbarhetskrav och mer komplexa logistiksystem. Fokus ligger på hur dessa perspektiv förändrar analysen av lokalisering, tillgänglighet och regional utveckling, samtidigt som de i stor utsträckning bygger vidare på etablerade teoretiska ramverk.

8.4.1 GIS, spatial analys och datadriven lokalisering

GIS och spatial analys som förlängning av klassisk lokaliseringsteori

Genom användning av geografiska informationssystem (GIS) och spatial analys kan forskare i dag på ett mer precist sätt analysera och optimera tillgänglighet till godsterminaler, logistiknoder och lager. Detta innebär att klassiska lokaliseringsteorier kompletteras med verktyg som möjliggör detaljerade analyser av transportnätverk, marknadstillgänglighet och nodstrukturer. GIS används bland annat för att identifiera effektiva lokaliseringar för logistiska funktioner och för att analysera hur förändringar i infrastruktur påverkar regional tillgänglighet och gods-transportflöden (Church och Murray 2009, Kocatepe, Ozkul m fl. 2020, Sobczuk och A. 2024).

Datadrivna metoder och maskininlärning i lokaliseringsstudier

Parallellt har forskningen i ökande grad kommit att använda Big Data och maskininlärning för att analysera företagslokalisering och rumsliga mönster. Genom att kombinera stora datamängder med GIS-baserad spatial analys, rumslig statistik och prediktiva modeller kan forskare identifiera lokaliseringstrender och samband som tidigare varit svåra att fånga. Detta angreppssätt används bland annat för att analysera hur företag lokaliserar sig i relation till infrastruktur, marknadstillgänglighet och regionala strukturer (Arbia 1989, 2001, Bi, Ren m fl. 2020).

8.4.2 Intelligenta transportsystem (ITS), digitalisering och innovation

ITS som operativt verktyg för effektivitet och säkerhet

Intelligenta transportsystem (ITS) använder avancerad informationsteknologi för att höja effektiviteten och säkerheten i transportnätverk. Genom realtidsövervakning, dynamisk

ruttplanering och integrerad trafikhantering kan transportkostnader sänkas, kapacitetsutnyttjandet förbättras och miljöpåverkan minska. Denna utveckling kan ses som en vidareutveckling av Webers grundläggande idéer om att minimera transportkostnader genom mer effektiv resursanvändning (Gayialis, Kechagias m fl. 2022, Sobczuk och A. 2024).

Digitala system som innovationsdrivare

Digitala verktyg och informationssystem, såsom GIS-baserade planeringsverktyg och avancerade lagerhanteringssystem, bidrar inte bara till operativ effektivitet utan fungerar även som drivkrafter för innovation inom transport- och logistiksektorn (Trafikanalys 2012b, IMI 2026). En systematisk genomgång av forskningslitteraturen visar dessutom hur digitalisering och teknologisk utveckling är centrala teman inom modern innovationsforskning kopplad till godstransporter (Mavi, Mavi m fl. 2022).

8.4.3 Grön logistik, resiliens och intermodalitet

Grön logistik och lokaliseringsbeslut

Forskningen inom grön logistik syftar till att minska godstransporternas miljöpåverkan genom hållbara metoder och teknologier, såsom elektrifiering av fordonsflottor, effektivare lastningsgrader och utveckling av mer hållbara logistikcentra (Mavi, Mavi m fl. 2022, Sobczuk och A. 2024). Lokalisering spelar här en central roll: genom att välja platser som minimerar transportavstånd och möjliggör effektiva flöden kan företag reducera både kostnader och utsläpp (Trafikanalys 2012b, Linköpings universitet 2026).

Samtidigt visar forskning hur hållbarhet är nära kopplad till strategiska platsval, cirkulära affärsmodeller och samspelet mellan företag och offentliga aktörer, där lokaliseringsbeslut används som ett aktivt styrmedel för långsiktigt hållbar utveckling (Shi, Tang m fl. 2022).

Resiliens och sårbarhet i transportnätverk

Ett närliggande forskningsfält rör transportnätverkens resiliens och sårbarhet. Analyser av hur störningar påverkar nätverkens funktion visar vikten av redundans och robusthet för att säkerställa kontinuitet och regional stabilitet. Mattsson och Jenelius (2015) visar exempelvis hur sårbarheter i transportnät kan få betydande konsekvenser för regional utveckling och företagslokalisering.

Intermodalitet och systemeffektivitet

En ökad användning av multimodala transportsystem – där järnväg, väg och sjöfart kombineras – kan samtidigt stärka såväl effektivitet som hållbarhet i logistikkedjor. Forskning visar att intermodalitet kan bidra till bättre resursutnyttjande och minskad miljöpåverkan, samtidigt som systemets flexibilitet och robusthet ökar (Sladkowski 2022, Sobczuk och A. 2024).

8.4.4 Citylogistik, kluster och smarta städer

Citylogistik och urbana flöden

Forskning inom citylogistik fokuserar på att förbättra godstransporter i urbana miljöer genom användning av sensorer, dataanalys och automatiserade system för att styra trafikflöden och optimera leveranser. Målet är att minska trängsel, utsläpp och kostnader i täta stadsmiljöer, i

linje med klassiska teorier om rumslig organisation och konkurrens (Boin, Möller m fl. 2023, Sobczuk och A. 2024).

Närliggande studier belyser även hur företagsstrategier i stadslogistik kan minska miljöpåverkan genom medvetna beslut om lokalisering, policyutformning och systematisk prestandautvärdering (Mansouri, Sahu m fl. 2023).

Kluster, innovationsmiljöer och lokaliseringsmönster

Närliggande forskning om teknologiska kluster och innovationshubbar visar hur koncentration av högteknologiska företag och forskningsinstitutioner driver innovation och påverkar företags lokalisering. Studier belyser hur geografiska, ekonomiska och kulturella avstånd formar investeringsbeslut och utvecklingen av regionala innovationssystem (Bi, Ren m fl. 2020).

Smarta städer och institutionella lösningar

I detta sammanhang har även forskningen om smarta städer vuxit snabbt. Andrea Caragliu och medförfattare har bidragit till att definiera begreppet "smart city" och analysera hur ICT-lösningar och smarta policyer påverkar urbana utvecklingsmönster, innovation och effektivitet i stadsregioner (Caragliu, Del Bo m fl. 2011, Caragliu och Del Bo 2019).

8.4.5 Transportkostnader, infrastruktur och marknadstillgänglighet

Transportkostnader och lokaliseringslogik

Transportkostnader är fortsatt en nyckelfaktor i lokaliseringsanalysen. I Webers anda fokuserar modern forskning på hur optimerade transportnät kan sänka kostnader och öka logistisk effektivitet (Capello 2014, 2021, Ahn och Juraev 2023). Närhet till marknader, leverantörer och kunder förbättrar tillgänglighet, minskar ledtider och stärker konkurrenskraft (Abrahamsson, Rehme m fl. 2011, Trafikanalys 2012b, Africani, Delpiano m fl. 2016).

Infrastruktur som regionalt styrmedel

Tillgången till välutvecklad infrastruktur – väg, järnväg, hamnar och flygplatser – är avgörande för effektiva godstransportsystem och därmed för regional utveckling. Regionala och lokala beslutsfattare kan genom investeringar, incitament och infrastruktursatsningar påverka företagslokalisering och främja hållbar tillväxt (Fujita, Krugman m fl. 1999, Anderson 2019).

Urban och regional dynamik och lokalisering

Modern forskning om urban och regional dynamik analyserar hur städer och regioner utvecklas genom förändringar i företagsdynamik, rumsliga strukturer och funktionella samband. Paolo Veneri har exempelvis visat hur polycentricitet, decentralisering och klustring påverkar hushålls och företags lokalisering (OECD 2017, Veneri 2018). Andra studier belyser hur transportinfrastruktur och regionala policyer påverkar företagens transportpreferenser och logistikval (Maier och Bergman 2000, Bergman, Maier m fl. 2007).

På internationaliseringssidan visar forskningen hur globalisering och handel påverkar företags lokalisering, där kulturella, ekonomiska och geografiska avstånd spelar en viktig roll för investeringsbeslut (Nesterova 2022). Empiriska studier visar exempelvis hur logistikföretag tenderar att lokalisera sig nära motorvägar och större transportinfrastruktur för att möjliggöra

snabb och tillförlitlig hantering, såsom i studier av den spanska logistiksektorn (Holl och Mariotti 2017). En systematisk översikt av forskningen identifierar samtidigt ett antal återkommande lokaliseringsfaktorer för logistikcentra, där tillgång till transportnoder, kostnadsförhållanden och miljöhänsyn framträder som särskilt centrala (Moroza och Jurgelane-Kaldava 2019).

Innovation, kunskap och regionala tillväxtmekanismer

Roberta Capello har gjort betydande insatser inom lokaliseringsteori och regional ekonomi, med tonvikt på innovation och kunskapsspridning (Capello 1999, Capello och Faggian 2005). I samma anda visar Henri de Groot hur kunskap och innovation påverkar den geografiska fördelningen av ekonomisk aktivitet – genom agglomerationsexternaliteter och deras effekter på lönestrukturer och regional dynamik (de Groot, de Groot m fl. 2014, de Groot 2016). Frank van Oort visar hur urbanisering och kluster stimulerar tillväxt (relaterad/orelaterad variation) och hur geografisk/institutionell närhet formar forskningssamarbeten (Frenken, Van Oort m fl. 2007, Ponds, Van Oort m fl. 2007). Andreas Pyka betonar innovationsnätverkens roll i kunskapsbaserade ekonomier samt neo-schumpeterianska mekanismer bakom strukturell förändring och regional tillväxt (Pyka 2002, Hanusch och Pyka 2007). Uwe Blien visar hur lokal arbetsmarknadsstruktur – kulturell mångfald och lönebildningsdynamik – påverkar regional utveckling och indirekt företags lokalisering (Baltagi, Blien m fl. 2009, Südekum, Wolf m fl. 2014).

8.4.6 Agglomerationsfördelar – mekanismer och empirisk evidens

Agglomerationsfördelar utgör ett centralt begrepp i modern forskning om lokalisering och regional utveckling. De förklarar varför företag och ekonomiska aktiviteter tenderar att koncentreras geografiskt och dra nytta av närhet till andra verksamheter genom mekanismer såsom lägre transportkostnader, tillgång till specialiserad arbetskraft, delad infrastruktur samt kunskapsspridning. Dessa mekanismer knyter an till både klassisk lokaliseringsteori och modern empirisk forskning om regional tillväxt och produktivitet (Capello 2014, 2021; Ahn och Juraev 2023).

Forskning om kunskap, innovation och agglomerationsexternaliteter visar samtidigt hur geografisk närhet kan främja produktivitet och regional tillväxt genom lärande, innovation och nätverkseffekter, men också hur dessa processer är beroende av institutionella och rumsliga förutsättningar. Effekterna av agglomeration varierar därmed mellan regioner, branscher och över tid, beroende på faktorer som institutionell kvalitet, näringslivsstruktur och graden av funktionell integration (de Groot m.fl. 2014; Capello 2021; Duranton och Puga 2023).

En omfattande internationell litteratur visar hur agglomerationsfördelar påverkar ekonomiska utfall. Studier pekar bland annat på samband mellan staders storlek och täthet och produktivitet samt innovationsförmåga (Glaeser 2010; Duranton och Puga 2023). Andra arbeten lyfter fram betydelsen av kreativa arbetskraftskluster för regional utveckling (Florida 2002), liksom hur multinationella företag väger lokala och internationella agglomerationsfördelar i sina lokaliseringsbeslut (Belderbos, Castellani m.fl. 2024). En metaanalys visar att produktiviteten i större städer och industriella koncentrationer i genomsnitt är omkring fem procent högre än i mindre regioner (Swinney och Vera 2023).

Policystudier och översikter belyser vidare hur agglomerationsvinster kan spridas till kringliggande regioner, exempelvis genom pendling och funktionella arbetsmarknader (Myndigheten för tillväxtpolitiska utvärderingar och analyser 2010, 2020).

Svenska empiriska studier bidrar med viktiga insikter om hur dessa mekanismer verkar i ett nationellt sammanhang. Bjerke och Johansson (2015) analyserar sambandet mellan näringslivets struktumvandling och agglomerationsfördelar. Tiderman och Westman (2012) studerar effekter av omlokalisering av industriområden och visar hur geografisk omstrukturering kan påverka regional konkurrenskraft. På företagsnivå visar Eriksson (2009) hur geografisk närhet och agglomeration påverkar företags prestanda, medan senare analyser fördjupar förståelsen av hur dessa effekter samspelar med bransch- och regionspecifika förutsättningar (Eriksson 2026).

Referenser

- Abrahamsson, M., J. Rehme och E. Sandberg (2011). Logistik i svensk handel, Ett projekt finansierat av Handelns Utvecklingsråd. Linköpings universitet, <https://handelsradet.se/app/uploads/2021/06/2011-Logistik-i-svensk-handel.pdf>.
- Adolfson, M., S. Laséen, L. Christiano, M. Trabandt och K. Walentin (2013). Ramses II – Model Description., Occasional Paper Series, No. 12. Stockholm: Sveriges Riksbank, https://www.riksbank.se/contentassets/e01d64fc644b462cb345ba0f4c85cf24/rap_occasional_paper_nr12_130306.pdf.
- Africani, A., R. Delpiano, H. Drewello, A. Fontanili, M. Huschebeck och D. Taake (2016). Comparative Analysis of Accessibility for Freight Transport in Corridor Regions: Results of Two Case Studies. i *Integrated Spatial and Transport Infrastructure Development*. Springer.
- Ahmed, S. och K. Dey (2020). "Resilience modeling concepts in transportation systems: a comprehensive review based on mode, and modeling techniques." *Journal of Infrastructure Preservation and Resilience* **1**(8), <https://link.springer.com/article/10.1186/s43065-020-00008-9>.
- Ahn, Y.-J. och Z. Juraev (2023). "Review on "Location Theory" – from Classic to Modern Perspectives." *Science of Europe* **120**: 11-21, <https://zenodo.org/records/8129143>.
- Alho, A. R. och J. de Abreu e Silva (2015). "Lisbon's Establishment-based Freight Survey: revealing retail establishments' characteristics, goods ordering and delivery processes." *European Transport Research Review* **7**(16), DOI: <https://doi.org/10.1007/s12544-015-0163-7> <https://etr.springeropen.com/articles/10.1007/s12544-015-0163-7>.
- Allanfield Consulting (2024). Review of land-use/transport interaction models. <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/6707bf8730536cb927482f91/dft-review-land-use-transport-interaction-models.pdf>.
- Allen, T. och C. Arkolakis (2014). "Trade and the Topography of the Spatial Economy." *The Quarterly Journal of Economics* **129**(3): 1085–1140, <https://academic.oup.com/qje/article-abstract/129/3/1085/1818077>.
- Almström, P., C. Anderstig och M. Sundberg (2017). STRAGO, Raps och PINGO - modeller för regionalekonomiska beräkningar och framskrivningar WSP, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1747377/FULLTEXT01.pdf>.
- Alonso, W. (1960). "A Theory of the Urban Land Market." *Papers in Regional Science* **6**(1): 149-157, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1056819023000374>.
- Alonso, W. (1964). *Location and land use. Toward a general theory of land rent*. Cambridge, MA, USA: Harvard University Press.
- Alonso, W. (1968). Location Theory. Kapitel 10 i *Regional analysis*, L. Needleman (red.). Penguin modern economics.
- Altaweel, M. (2024). "Von Thünen Model of Agricultural Land Use: An Overview." *Geographyrealm*, <https://www.geographyrealm.com/von-thunen-model-of-agricultural-land-use/>.
- Álvarez-Ayuso, I. C., A. M. Condeço-Melhorado, J. Gutiérrez och J. L. Zofío (2016). "Integrating network analysis with the production function approach to study the spillover effects of transport infrastructure." *Regional Studies* **50**(6): 996-1015, DOI: <https://doi.org/10.1080/00343404.2014.953472>.

- Amaral, J., J. Beckers och C. Rivera-Gonzalez (2024). Insights for Enhancing Urban Freight Accessibility. University of Antwerp,
https://www.mos.ed.tum.de/fileadmin/w00ccp/sv/mobil.TUM_2024/documents/Presentations/Session_B/B2_1_Insights_for_enhancing_urban_freight_accessibility_Julia_Amaral_-_Urban_Freight_Accessibility.pdf.
- Anas, A. och Y. Liu (2007). "A Regional Economy, Land Use, and Transportation Model (Relu-Tran): Formulation, Algorithm Design, and Testing." *Journal of Regional Science* **47**(3): 415-455, DOI: 10.1111/j.1467-9787.2007.00515.x <https://ideas.repec.org/a/bla/jregsc/v47y2007i3p415-455.html>.
- Anderson, J. E. och E. van Wincoop (2003). "Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle." *American Economic Review* **93**(1): 170-192,
<https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/000282803321455214>.
- Anderson, J. E. och E. van Wincoop (2004). "Trade Costs." *Journal of Economic Literature* **42**(3): 691-751, <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/0022051042177649>.
- Anderson, P. L. (2019). "Business strategy and firm location decisions: testing traditional and modern methods." *Business Economics* **54**: 35-60, DOI: <https://doi.org/10.1057/s11369-018-00111-6>.
- Andersson, M., F. Dehlin, P. Jörgensen och S. Pädam (2015). Wider Economic Impacts of Accessibility - a Literature Survey, CTS Working Paper 2015:14. Stockholm: Centre for Transport Studies, https://ideas.repec.org/p/hhs/ctswps/2015_014.html.
- Andersson, Å. E., B. Johansson och W. P. Anderson (2003). *Economics of Disappearing Distance*: Routledge, <https://www.routledge.com/The-Economics-of-Disappearing-Distance/Johansson-Andersson/p/book/9781138718555>.
- Anderstig, C. (2014). "Viss vidareutveckling av STRAGO samt översyn av rAps och STRAGO-rAps (Some development of STRAGO and analyse of rAps and STRAGO-rAps)." <https://projektdatabas.vti.se/bib/2337>.
- Anderstig, C. och L.-G. Mattsson (1991). "An integrated model of residential and employment location in a metropolitan region." *Papers in Regional Science* **70**(2): 167-184, DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1435-5597.1991.tb01726.x>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1056819023019723>.
- Arbia, G. (1989). *Spatial data configuration in statistical analysis of regional economic and related problems*: Springer Science & Business Media, <https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-009-2395-9>.
- Arbia, G. (2001). "Modelling the geography of economic activities on a continuous space." *Papers in Regional Science* **80**(4): 411-424, DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1435-5597.2001.tb01211.x>.
- Arrow, K. J. (1962). "The economic implications of learning by doing." *The Review of Economic Studies* **29**(3): 155-173, DOI: <https://doi.org/10.2307/2295952>.
- Arrow, K. J. och G. Debreu (1954). "Existence of an equilibrium for a competitive economy." *Econometrica* **22**(3): 265-290, <https://www.jstor.org/stable/1907353>.
- Arthur, W. B. (1990). "'Silicon Valley' locational clusters: when do increasing returns imply monopoly?" *Mathematical Social Sciences* **19**(3): 235-251, DOI: [https://doi.org/10.1016/0165-4896\(90\)90064-E](https://doi.org/10.1016/0165-4896(90)90064-E).
- Aschauer, D. A. (1989). "Is public expenditure productive?" *Journal of Monetary Economics* **23**(2): 177-200, DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(89\)90047-0](https://doi.org/10.1016/0304-3932(89)90047-0).
- Axhausen, K. W. (2014). "TRANSTOOLS 3 - Research and development of the European Transport Network Model." <https://www.ivt.ethz.ch/en/vpl/projects/transtools3.html>.

- Bae, K.-H., N. Mustafee, S. Lazarova-Molnar och L. Zheng (2022). "Hybrid modeling of collaborative freight transportation planning using agent-based simulation, auctionbased mechanisms, and optimization." *SIMULATION: Transactions of The Society for Modeling and Simulation International* **98**(9), DOI: <https://doi.org/10.1177/00375497221075614>
<http://hdl.handle.net/10871/128798>.
- Ballou, R. H. (2004). *Business Logistics/Supply Chain Management*: Pearson/Prentice Hall Inc., New Jersey.
- Baltagi, B. H., U. Blien och K. Wolf (2009). "New evidence on the dynamic wage curve for Western Germany 1980-2004." *Labour Economics* **16**(1): 47-51, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.labeco.2008.03.002>.
- Banister, D. och Y. Berechman (2001). "Transport investment and the promotion of economic growth." *Journal of Transport Geography* **9**(3): 209-218, DOI: [https://doi.org/10.1016/S0966-6923\(01\)00013-8](https://doi.org/10.1016/S0966-6923(01)00013-8).
- Barro, R. J. och X. Sala-i-Martin (1991). "Convergence across States and Regions." *Brookings Papers on Economic Activity* **22**(1): 107-182, https://econpapers.repec.org/article/binbpeajo/v_3a22_3ay_3a1991_3ai_3a1991-1_3ap_3a107-182.htm.
- Barro, R. J. och X. Sala-i-Martin (1992). "Convergence." *Journal of Political Economy* **100**(2): 223-251, <https://www.jstor.org/stable/2138606>.
- Bastariento, F. F., T. O. Hancock, C. F. Choudhury och E. Manley (2023). "Agent-based models in urban transportation: review, challenges, and opportunities." *European Transport Research Review* **15**(19), <https://link.springer.com/article/10.1186/s12544-023-00590-5>.
- Batten, D. F. och D. E. Boyce (1986). Spatial interaction, transportation, and interregional commodity flow models. Kapitel 9 i *Handbook of Regional and Urban Economics*, 357-406, P. Nijkamp (red.). Amsterdam: North-Holland.
- Beckmann, M., C. B. McGuire och C. B. Winsten (1956). *Studies in Economics of Transportation*: Yale University Press.
- Beckmann, M. J. (1968). *Location Theory*: Random House.
- Beckmann, M. J. (1999). *Lectures on Location Theory*: Springer.
- Ben-Akiva, M. och G. de Jong (2008). The Aggregate-Disaggregate-Aggregate (ADA) Freight Model System. Kapitel 7 i *Recent Developments in Transport Modelling: Lessons for the Freight Sector*, H. M. Moshe Ben-Akiva, & Eddy Van de Voorde (Eds.), (red.). Emerald Group Publishing Limited., <https://significance.nl/wp-content/uploads/2019/03/2008-GDJ-The-Aggregate-Disaggregate-Aggregate-ADA-freight-model-system.pdf>.
- Ben-Akiva, M. och G. de Jong (2013). The Aggregate-Disaggregate (ADA) Freight Model System. Kapitel 4 i *Freight Transport Modelling*, M. Ben-Akiva, H. Meersman och E. Van de Voorde (red.). Emerald Insight.
- Ben-Akiva, M. och S. R. Lerman (1985). *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*. Cambridge: MIT Press.
- Bergman, E., G. Maier och P. Lehner (2007). "Banning the Bahn: Transport Infrastructure effects on Austrian cluster firms." *International Journal of Human Resources Development and Management* **8**(1-2): 3-24, DOI: <https://doi.org/10.1504/IJHRDM.2008.018199>.
- Berry, B. J. L. (1967). *Geography of Market Centers and Retail Distribution...*. Englewood Cliffs, NJ.: Prentice-Hall.

- Bi, Y., Z. Ren och K. Bao (2020). "Does distance matter in foreign direct investment sub-national location choice? Evidence from China." *Frontiers of Business Research in China* **14**(12), DOI: <https://doi.org/10.1186/s11782-020-00080-8>.
- Boile, M., S. Theofanis, V.-M. Perra och X. Kitsios (2023). "Coastal shipping during the pandemic: Spatial assessment of the demand for passenger maritime transport." *Frontiers in Future Transportation* **4**, DOI: <https://doi.org/10.3389/ffutr.2023.1025078>.
- Boin, R., T. Möller, V. Pokotilo, A. Ricotti och N. Sandri (2023). Infrastructure technologies: Challenges and solutions for smart mobility in urban areas. McKinsey & Company, <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/travel%20logistics%20and%20infrastructure/our%20insights/infrastructure%20technologies%20challenges%20and%20solutions%20for%20smart%20mobility%20in%20urban%20areas/infrastructure-technologies-challenges-and-solutions-for-smart-mobility-in-urban-areas.pdf>.
- Bontekoning, Y., Macharis, C., & Trip, J. (2004). "Is a new applied transportation research field emerging? – A review of intermodal rail-truck freight transport literature." *Transportation Research Part A: Policy and Practice* **38**(1): 1-34, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0965856403000740>.
- Boschma, R. (2005). "Proximity and Innovation: A Critical Assessment." *Regional Studies* **39**(1): 61-74, DOI: <https://doi.org/10.1080/0034340052000320887>.
- Boschma, R. och A. ter Wal (2007). "Knowledge Networks and Innovative Performance in an Industrial District: The Case of a Footwear District in the South of Italy." *Industry and Innovation* **14**(2): 177-199, DOI: <https://doi.org/10.1080/13662710701253441>.
- Bosker, M. och E. Buringh (2020). "Ice(berg) Transport Costs." *The Economic Journal* **130**(629): 1262–1287, <https://academic.oup.com/ej/article/130/629/1262/5775474>.
- Bowen, J. (2008). "Moving places: the geography of warehousing in the US." *Journal of Transport Geography* **16**(6): 379-387, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2008.03.001>.
- Boysen, N., S. Fedtke och S. Schwerdfeger (2021). "Last-mile delivery concepts: a survey from an operational research perspective." *OR Spectrum: Quantitative Approaches in Management* **43**(1): 1-58, DOI: 10.1007/s00291-020-00607-8 https://ideas.repec.org/a/spr/orspec/v43y2021i1d10.1007_s00291-020-00607-8.html.
- Braekers, K., K. Ramaekers och I. Van Nieuwenhuyse (2016). "The vehicle routing problem: State of the art classification and review." *Computers & Industrial Engineering* **99**: 300-313, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2015.12.007> <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360835215004775>.
- Bramley, G., D. Simmonds och A. Dobson (2011). Using land use/transport interaction (LUTI) models for sustainable policy assessment. i *Evaluation for Participation and Sustainability in Planning*, A. Hull, E. R. Alexander, A. Khakee och J. Woltjer (red.). London: Routledge (en del av Taylor & Francis Group). <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9780203813485/evaluation-participation-sustainability-planning?refId=11b4cfb6-85be-4850-a066-9dade1fab96e&context=ub>.
- Brandsma, A., A. Kanacs, P. Monfort och A. Rillaers (2013). RHOMOLO: a Dynamic Spatial General Equilibrium Model for Assessing the Impact of Cohesion Policy, JRC81133. European Commission, https://ec.europa.eu/regional_policy/en/information/publications/working-papers/2013/rhomolo-a-dynamic-spatial-general-equilibrium-model-for-assessing-the-impact-of-cohesion-policy.
- Bröcker, J. (1998). "Operational spatial computable general equilibrium modeling." *The Annals of Regional Science* **32**(3): 367-387, <https://link.springer.com/article/10.1007/s001680050079>.
- Bröcker, J. (2006). Spatial effects of transport infrastructure - an update. TU-Dresden, https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ressourcen/dateien/events/vwiss_coll/archiv/2006ss/2006_abstr_files/BroeckerEdinburgh.pdf?lang=en.

Bröcker, J. och A. Korzhenevych (2011). Forward Looking Dynamics in Spatial CGE Modelling. Kiel, <https://www.kielinstitut.de/fileadmin/Dateiverwaltung/IfW-Publications/fis-import/2164a68c-8212-407b-8189-c1efc6704da7-forward-looking-dynamics-in-spatial-cge-modelling.pdf>.

Bröcker, J., A. Korzhenevych och M.-C. Riekhof (2011). "Predicting freight flows in a globalising world." *Research in Transportation Economics* **31**(1): 37-44, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2010.11.006>.

Bröcker, J. och J. Mercenier (2011). General Equilibrium Models for Transportation Economics. Kapitel 2 i *A Handbook of Transport Economics*, A. De Palma, R. Lindsey, E. Quinet och R. Vickerman (red.). Edward Elgar Publishing,.

Bureau of Transportation statistics. (2026, 2026-02-18). "Freight Analysis Framework." <https://www.bts.gov/faf>.

Button, K. (2010). *Transport Economics*: Edward Elgar Publishing.

Börjesson, M. (2019). Kan investeringar i transportinfrastruktur öka produktivitet och sysselsättning?, SNS Forskningsrapport. <https://www.sns.se/artiklar/kan-investeringar-i-transportinfrastruktur-oka-produktivitet-och-sysselsattning>.

Börjesson, M., G. Isacsson, M. Andersson och C. Anderstig (2019). "Agglomeration, productivity and the role of transport system improvements." *Economics of Transportation* **18**: 27-39, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecotra.2018.12.002>.

Camagni, R. (2008). Regional Competitiveness: Towards a Concept of Territorial Capital. Kapitel 2 i *Modelling Regional Scenarios for the Enlarged Europe*. Springer, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-74737-6_3.

Camagni, R. och R. Capello (2013). "Regional Competitiveness and Territorial Capital: A Conceptual Approach and Empirical Evidence from the European Union." *Regional Studies* **47**(9): 1383-1402, DOI: <https://doi.org/10.1080/00343404.2012.681640>.

Capello, R. (1999). "Spatial transfer of knowledge in high technology milieux: Learning versus collective learning processes." *Regional Studies* **33**(4): 353-365, DOI: <https://doi.org/10.1080/00343409950081211>.

Capello, R. (2014). Classical Contributions: Von Thünen, Weber, Christaller, Lösch. i *Handbook of Regional Science*, 507-538, M. Fischer och P. Nijkamp (red.). https://link.springer.com/rwe/10.1007/978-3-642-23430-9_94.

Capello, R. (2021). Classical Contributions: Von Thünen and Weber. i *Handbook of Regional Science*, 61-80, M. Fischer och P. Nijkamp (red.). https://link.springer.com/rwe/10.1007/978-3-662-60723-7_94?fromPaywallRec=true.

Capello, R. och A. Faggian (2005). "Collective learning and relational capital in local innovation processes." *Regional Studies* **39**(1): 75-87, DOI: <https://doi.org/10.1080/0034340052000320851>.

Capello, R. och P. Nijkamp (2019). *Handbook of Regional Growth and Development Theories. Revised and Extended Second Edition*: Edward Elgar, <https://www.e-elgar.com/shop/gbp/handbook-of-regional-growth-and-development-theories-9781788970013.html?srsId=AfmBOopsL33fnXfz7rBrRLR32ZR0DU-8WGU4RrEGZDKm852TOkSOaSM>.

Capoani, L. (2023). "Review of the gravity model: origins and critical analysis of its theoretical development." *SN Business & Economics* **3**, DOI: <https://doi.org/10.1007/s43546-023-00461-0>.

Caragliu, A., C. Del Bo och P. Nijkamp (2011). "Smart cities in Europe." *Journal of Urban Technology* **18**(2): 65-82, DOI: <https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>.

Caragliu, A. och C. F. Del Bo (2019). "Smart innovative cities: The impact of Smart City policies on urban innovation." Technological Forecasting and Social Change **142**: 373-383, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.022>.

Carrese, F., C. Colombaroni och G. Fusco. (2023). Investigation of Accessibility Formulations for Urban Freight Distribution using E-VRP. 8th International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS), Nice, France

Carteni, A. (2014). "Accessibility Indicators for Freight Transport Terminals." Arabian Journal for Science and Engineering **39**(11): 7647-7660, DOI: 10.1007/s13369-014-1333-y
https://www.researchgate.net/profile/Armando-Carteni/publication/268799864_Accessibility_Indicators_for_Freight_Transport_Terminals/links/54eb6aa30cf2082851bdd0a1/Accessibility-Indicators-for-Freight-Transport-Terminals.pdf.

Chiambaretto, P., A. De Palma och S. Proost (2013). "A normative analysis of transport policies in a footloose capital model with interregional and intraregional transportation costs." The Annals of Regional Science **51**(3): 811-831, DOI: <https://doi.org/10.1007/s00168-013-0563-3>.

Choice Modeling Centre (CMC). (2026). "TRANSTOOLS 3: Project summary and methodological enhancements ", Nedladdad 2026-02-23_025, <https://cmc.leeds.ac.uk/research/transtools3/>.

Chow, J. Y. J., C. H. Yang och A. C. Regan (2010). "State-of-the art of freight forecast modeling: lessons learned and the road ahead." Transportation **37**: 1011-1030, <https://link.springer.com/article/10.1007/s11116-010-9281-1>.

Christaller, W. (1933). Die zentralen Orte in Süddeutschland. Jena: Gustav Fischer.

Church, R. och A. T. Murray (2009). Business Site Selection, Location Analysis, and GIS. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470432761>.

Closer. (2023). "Modellering av fastighetsnära godstransporter." <https://closer.lindholmen.se/projekt/modellering-av-fastighetsnara-godstransporter>.

Costinot, A. och A. Rodríguez-Clare (2014). Trade Theory with Numbers: Quantifying the Consequences of Globalization. Kapitel 4 i Handbook och International Economics, 197-261, G. Gopinath, E. Helpman och K. Rogoff (red.). Elsevier, <https://www.sciencedirect.com/science/chapter/handbook/abs/pii/B9780444543141000045>.

Cournot, A. (1838). Researches into the Mathematical Principles of the Theory of Wealth. New York: The Macmillan Company.

Daganzo, C. F. (2005). Logistics Systems Analysis: Springer, <https://link.springer.com/book/10.1007/3-540-27516-9>.

Dagens logistik. (2021a). "Lista: Här är Sveriges 10 största logistikfastighetsägare." Nedladdad 20210401, <https://dagenslogistik.se/lista-har-ar-sveriges-10-storsta-logistikfastighetsagare/>.

Dagens logistik. (2021b). "Tydliga logistiklägen för e-handel." Nedladdad 20210401, <https://dagenslogistik.se/har-ar-sveriges-basta-e-handelslogistiklagen/>.

Dagens logistik. (2025, 20250213). "Logistikfastigheter – allt mer sofistikerat." <https://dagenslogistik.se/logistikfastigheter-allt-mer-sofistikerat/>.

Davis, D. och D. Weinstein (2002). "Bones, Bombs, and Break Points: The Geography of Economic Activity." The American Economic Review **92**(5): 1269-1289, <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/000282802762024502>.

de Groot, H. L. F. (2016). "Which agglomeration externalities matter most and why?" Journal of Economic Surveys **30**: 756-782, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/joes.12112>.

- de Groot, H. L. F., S. P. T. de Groot och M. J. Smit (2014). "Regional wage differences in the Netherlands: Micro evidence on agglomeration externalities." *Journal of Regional Science* **54**(3): 503-523, DOI: <https://doi.org/10.1111/jors.12070>.
- de Jong, G., H. F. Gunn och W. Walker (2004). "National and International Freight Transport Models: An Overview and Ideas for Future Development." *Transport Reviews* **24**(1): 103-124, DOI: <https://doi.org/10.1080/0144164032000080494>.
- de Jong, G., L. Tavasszy, J. Bates, S. E. Grönland, S. Huber, O. Kleven, P. Lange, O. Ottemöller och N. Schmorak (2016). "The issues in modelling freight transport at the national level." *Case Studies on Transport Policy* **4**(1): 13-21, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2015.08.002> <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213624X15300079>.
- de Jong, G., I. Vierth, L. Tavasszy och M. Ben-Akiva (2013). "Recent developments in national and international freight transport models within Europe." *Transportation* **40**: 347-371, DOI: <https://doi.org/10.1007/s11116-012-9422-9> <https://link.springer.com/article/10.1007/s11116-012-9422-9>.
- de La Barra, T. (1989). *Integrated land use and transport modelling - Decision chains and hierarchies*. Cambridge: Cambridge University Press,, <https://www.cambridge.org/core/books/integrated-land-use-and-transport-modelling/262E6119EAC9C4AA19E75E274BBD7F4B>.
- Department for Transport (UK) (2014). Supplementary Guidance - Land Use/Transport Interaction Models. London, <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5fc0ec6fe90e077ee2eadc65/tag-supplementary-luti-models.pdf>.
- Department for Transport (UK) (2019). TAG Unit A2.1 Wider Economic Impacts Appraisal. Transport Appraisal and Strategic Modelling (TASM) Division. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/940810/tag-a2-1-wider-economic-impacts-appraisal.pdf
- Eaton, J. och S. Kortum (2002). "Technology, geography, and trade." *Econometrica* **70**(5): 1741–1779, https://matthewturner.org/ec2410/readings/Eaton_Kortum_Ecra_2002.pdf?utm_source=chatgpt.com.
- Efthymiou, D. och A. Constantinos (2013). "Measuring the effects of transportation infrastructure on real estate prices and rents. Investigating the potential current impact of a planned metro line." *EURO Journal on Transportation and Logistics* **3**(3): 179-204, DOI: <https://doi.org/10.1007/s13676-013-0030-4>.
- Eklund, K. (1987). *Vår ekonomi*. Stockholm: Norstedts Akademiska Förlag.
- Erlander, S. (1968). *Optimizing nonlinear models of certain transportation and inventory systems*. Doktorsavhandling, Stockholms universitet.
- Erlander, S. (1980). *Optimal Spatial Interaction and the Gravity Model*, <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-45515-5>.
- Erlander, S. (2010). *Cost-Minimizing Choice Behavior in Transportation Planning. A Theoretical Framework for Logit Models...* Heidelberg: Springer, <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-11911-8>.
- Erlander, S. och N. F. Stewart (1990). *The Gravity Models in Transportation Analysis: Theory and Extensions*. VSP, https://books.google.se/books?id=tId3PU1leR8C&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.
- European Commission (2008). Guide to Cost-benefit analysis of investment projects. Directorate General Regional Policy, https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/guides/cost/guide2008_en.pdf.

European Commission (2015). Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects. Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020.

https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/studies/cba_guide.pdf.

European Commission. (2017). "TRANSTOOLS 3 Project Description - Transport Research and Innovation Monitoring System." <https://trimis.ec.europa.eu/project/research-and-development-european-transport-network-model-transtools-version-3>.

Federal Highway Administration. (2026). "Freight Analysis Framework."

https://ops.fhwa.dot.gov/freight/freight_analysis/faf/.

Fischer, K. (2011). Central Places: The Theories of von Thünen, Christaller, and Lösch. i Foundations of Location Analysis, 471-505, H. Eiselt och V. Marianov (red.). New York, NY: Springer https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4419-7572-0_20.

Fischer, M. M. och J. P. LeSage (2010). Spatial econometric methods for modeling origin-destination flows. i Handbook of Applied Spatial Analysis: Software Tools, Methods and Applications, 409-433, M. M. Fischer och A. Getis (red.). Springer, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-03647-7_20.

Fischer, M. M. och A. Reggiani (2004). Spatial Interaction Models: From the Gravity to the Neural Network Approach. Kapitel 11 i Urban Dynamics and Growth: Advances in Urban Economics, 317-346, R. Capello och P. Nijkamp (red.). Emerald Group Publishing Limited, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0573855504660111>.

Fjendbo Jensen, A., M. Thorhauge, G. de Jong, J. Rich, T. Dekker, D. Johnson, M. Ojeda Cabral, J. Bates och O. Anker Nielsen (2019). "A disaggregate freight transport chain choice model for Europe." Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review **121**: 43-62, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2018.10.004>.

Fotheringham, A. S. och M. E. O'Kelly (1989). Spatial Interaction Models: Formulations and Applications. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Press.

Frenken, K., F. Van Oort och T. Verburg (2007). "Related variety, unrelated variety and regional economic growth." Regional Studies **41**(5): 685-697, DOI: <https://doi.org/10.1080/00343400601120296>.

Fritsch, M. (2013). "New Business Formation and Regional Development: A Survey and Assessment of the Evidence." Foundations and Trends in Entrepreneurship **9**(3): 249-364, DOI: DOI: 10.1561/03000000043 https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2380311.

Fritsch, M. och M. Wyrwich (2018). "Regional Knowledge, Entrepreneurial Culture, and Innovative Start-ups over Time and Space - an empirical investigation." Small Business Economics **51**: 337-353, <https://www.jstor.org/stable/45107021>.

Fujita, M., P. Krugman och A. J. Venables (1999). The Spatial Economy. Cities, Regions, and International Trade. Cambridge, Massachusetts London, England: The MIT Press.

G. B. Dantzig, J. H. R. (1959). "The Truck Dispatching Problem." Management Science **6**(1): 80-91, <https://www.jstor.org/stable/2627477>.

Galliano, D., M.-B. Magrini och P. Triboulet (2015). "Marshall's versus Jacobs' externalities in firm innovation performance: The case of French Industry." Regional Studies **49**(11): 1840-1858, DOI: <https://doi.org/10.1080/00343404.2014.950561>.

Ganapati, S. och W. F. Wong (2023). "How Far Goods Travel: Global Transport and Supply Chains from 1965–2020." Journal of Economic Perspectives **37**(3): 3-30, <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jep.37.3.3>.

- Gavanas, N., G. Pozoukidou och E. Verani (2016). "Integration of LUTI Models in Sustainable Urban Mobility Plans (SUMPS)." European Journal of Environmental Sciences 6(1): 11-17, https://karolinum.cz/data/clanek/2803/EJES_01_2016_03_Gavanas.pdf.
- Gayialis, S. P., E. P. Kechagias och G. D. Konstantakopoulos (2022). "A city logistics system for freight transportation: integrating information technology and operational research." Operations Research 22: 5953-5982, DOI: <https://doi.org/10.1007/s12351-022-00695-0>.
- George, H. (1879). Progress and Poverty - An Inquiry into the Cause of Industrial Depressions and of Increase of Want with Increase of Wealth - The Remedy: Random House, https://archive.org/details/progresspoverty0000henr_m1z4/page/n5/mode/2up.
- Geurs, K. T. och J. Ritsema van Eck (2001). Accessibility measures: review and applications, RIVM report 408505 006. Bilthoven, Nederländerna: RIVM National Institute for Public Health and the Environment, <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/408505006.pdf>.
- Geurs, K. T. och B. van Wee (2004). "Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions." Journal of Transport Geography 12(2): 127-140, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005>.
- Gevaers, R., E. Van de Voorde och T. Vanelander (2011). Characteristics and Typology of Last-mile Logistics from an Innovation Perspective in an Urban Context. Kapitel 3 i City Distribution and Urban Freight Transport, C. Macharis och S. Melo (red.). Edward Elgar, https://ideas.repec.org/h/elg/eechap/14398_3.html.
- Glaeser, E. L., H. D. Kallal, J. A. Scheinkman och A. Shleifer (1992). "Growth in Cities." Journal of Political Economy 100(6): 1126-1152, DOI: <https://doi.org/10.1086/261856>.
- Grufman, A. (2001). Simpler management: en enklare väg till effektiv företagsstyrning. Stockholm: Ekerlid.
- Grufman, A. (2014). "Konkurrens- eller utvecklingskraft? Empiri till stöd för Erik Dahmén's teoretiska synsätt." Ekonomisk Debatt 42(5): 47-58, www.nationalekonomi.se/ed/4377.
- Grufman, A. (2017). De svenska aktiebolagens konkurrenskraft 2005-2015. Kap 5 i Svensk konkurrenskraft. Har vi problem med den ekonomiska förnyelseförmågan?, s. 96-121, J. Eklund och P. Thulin (red.). Entreprenörskapsforum, https://entreprenorskapsforum.se/wp-content/uploads/2017/11/SEFR2017_webb.pdf.
- Hansen, W., B. G. Johansen, O. Rosnes, Ö. Venneröd och H. Svartsund (2025). Videreutvikling av makromodellen NOREG 2 for analyser av omstilling till lavutslippssamfunnet 2050 - Nye modelleringsmuligheter, TØI rapport 2021/2025. TØI, https://www.toi.no/getfile.php/1380030-1762262734/Publikasjoner/T%C3%98I%20rapporter/2025/2120-2025/2120-2025_Sammendrag.pdf.
- Hansen, W. G. (1959). "How Accessibility Shapes Land Use." Journal of the American Institute of Planners 25(2): 73-76, DOI: 10.1080/01944365908978307.
- Hanusch, H. och A. Pyka (2007). "Principles of neo-Schumpeterian economics." Cambridge Journal of Economics 31(2): 275-289, DOI: <https://doi.org/10.1093/cje/bel018>.
- Harker, P. T. (1985). "The state of the art in the predictive analysis of freight transport systems." Transport Reviews 5(2): 143-164, DOI: <https://doi.org/10.1080/01441648508716591>.
- Harker, P. T. (1986). "Alternative Modeln of Spatial Competition." Operations Research 34(3): 410-425, <https://ideas.repec.org/a/inm/oropre/v34y1986i3p410-425.html>.
- Harker, P. T. och T. L. Friesz (1986a). "Prediction of Intercity Freight Flows, I: Theory." Transportation Research Part B 20(2): 139-153, DOI: [https://doi.org/10.1016/0191-2615\(86\)90004-4](https://doi.org/10.1016/0191-2615(86)90004-4).

Harker, P. T. och T. L. Friesz (1986b). "Prediction of Intercity Freight Flows, II: Mathematical Formulations." *Transportation Research Part B* **20**(2): 155-174, DOI: [https://doi.org/10.1016/0191-2615\(86\)90005-6](https://doi.org/10.1016/0191-2615(86)90005-6).

Harrison, G. och S. Shepard (2023). "Modelling a tradable transport permit scheme using system dynamics." *Frontiers in Future Transportation* **4**, DOI: <https://doi.org/10.3389/ffutr.2023.994349> <https://www.frontiersin.org/journals/future-transportation/articles/10.3389/ffutr.2023.994349/full>.

Harvey, D. (1982). *The Limits to Capital*. Oxford: Blackwell.

HEATCO (2006). Proposal for Harmonised Guidelines, HEATCO Deliverable 5. Germany: IER, https://www.putevi-srbije.rs/images/pdf/strategija/HEATCO_D5_eng.pdf.

Henderson, J. M., & Quandt, R.E (1958). *Microeconomic Theory: A Mathematical Approach*: McGraw-Hill.

Hernández-Rodriguez, E., R. Boschma, A. Morrison och X. Ye (2025). "The role of complementary interregional linkages for functional upgrading and downgrading of global value chains in EU regions." *Industry and Innovation* **32**(9), DOI: <https://doi.org/10.1080/13662716.2025.2480624>.

Heyndrickx, C., O. Koops och O. Ivanova. (2011). The TIGER Model: Application of detailed passenger and freight transport in a regional CGE setting. 51st Congress of the European Regional Science Association, Barcelona, Spain

High Speed Two (HS2) Limited. (2022). "Spatial Computable General Equilibrium (S-CGE) Model." <https://www.gov.uk/government/publications/spatial-computable-general-equilibrium-s-cge-model>.

Holl, A. och I. Mariotti (2017). "The Geography of Logistics Firm Location: The Role of Accessibility." *Networks and Spatial Economics* **18**: 337-361, DOI: <https://doi.org/10.1007/s11067-017-9347-0>.

Holmgren, J., P. Davidsson, J. A. Persson och L. Ramstedt (2012). "TAPAS: A multi-agent-based model for simulation of transport chains." *Simulation Modelling Practice and Theory* **23**: 1-18, DOI: 10.1016/j.simpat.2011.12.011 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1569190X12000020>.

Holmgren, J., L. Ramstedt, P. Davidsson, H. Edwards och J. A. Persson (2014). "Combining Macro-level and Agent-based Modeling for Improved Freight Transport Analysis." *Procedia Computer Science* **32**: 380-387, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.05.438>.

Hoover, E. M. (1948). *The Location of Economic Activity*. New York: McGraw-Hill Book Co., Inc., <https://ia601402.us.archive.org/35/items/in.ernet.dli.2015.187298/2015.187298.The-Location-Of-Economic-Activity.pdf>.

Hotelling, H. (1929). "Stability in Competition." *The Economic Journal* **39**(153): 41-57, <http://www.jstor.com/stable/2224214>.

Hrelja, R. (2019). "Cars. Problematisations, measures and blind spots in local transport and land use policy." *Land Use Policy* **87**, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.05.033> https://lucris.lub.lu.se/ws/portalfiles/portal/68375028/Hrelja_2019_Cars_Land_Use_Policy.pdf.

Hummels, D. (2007). "Transportation Costs and International Trade in the Second Era of Globalization." *Journal of Economic Perspectives* **21**(3): 131-154, <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jep.21.3.131>.

Hussain, I. (1998). Hur mäta produktivitetsförändringar inom järnvägssektorn? Problemanalys och en diskussion av modellutveckling., VTI notat 15-1998. VTI, <https://vti.diva-portal.org/smash/get/diva2:669829/FULLTEXT01.pdf>.

Hussain, I. och L. Westin (1997). Network benefits from Transport investments under Increasing returns to scale - A SCGE Analysis, Umeå Economic Studies No. 432. Umeå, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:672839/FULLTEXT01.pdf>.

IMI. (2026). "Skapa mer hållbara logistiksystem för ett mer hållbart företagande." Nedladdad 2026-02-09, <https://im.se/sv/insights/skapa-mer-hallbara-logistiksystem-for-ett-mer-hallbart-foretagande/>.

International Transport Forum (2023). ITF Freight Model Overview. Paris, https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/urban_freight_model.pdf.

Isard, W. (1956). *Location and Space Economy*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

Isard, W. (1960). *Methods of Regional Analysis*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

Ivanova, O., C. Heyndrickx, K. Spitaels, L. Tavasszy, W. Manshanden, M. Snelder och O. Koops (2007) RAEM: version 3.0 Final report,

Jacobs, J. (1969). *The Economy of Cities*. New York: Random House.

Jacobs, J. (1984). *Cities and the Wealth of Nations: Principles of Economic Life*. New York: Random House.

Janelle, D. G. (1969). "Spatial reorganization: A model and concept." *Annals of the Association of American Geographers* **59**(2): 348-364, DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1969.tb00675.x>.

Jara-Diaz, S. R. (1986). "On the relation between user's benefits and the economic effects of transportation activities." *Journal of Regional Science* **26**(2): 379-391, DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.1986.tb00826.x>.

Johansen, B. G., W. Hansen, O. Rosnes, H. Vennemo, H. Svartsund, J. Erraia, Ö. Venneröd och T. Skjerpen (2025). Regional ökonomisk utveckling i norske fylker 2024-2060 - Regionale referansebaner beregnet med likevektsmodellen NOREG 2.3, TØI rapport 2099/2025. TØI, <https://menon.no/uploads/images/2099-2025-Regional-%C3%B8konomisk-utvikling-i-norske-fylker-basert-p-%C3%A5-likevektsmodellen-NOREG.pdf>.

Johansson, B. och C. Karlsson (2019). Regional Development and Knowledge. Kapitel 15 i *Handbook of Regional Growth and Development Theories*, 308-325, R. Capello och P. Nijkamp (red.). Edward Elgar Publishing, <https://www.elgaronline.com/display/edcoll/9781788970013/9781788970013.00023.xml>.

Johansson, B., C. Karlsson och R. R. Stough (2001). *Theories of Endogenous Regional Growth*: Springer Nature, <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-59570-7>.

Johansson, M. (2006). Urbanisering, storstäder och tillväxt - En kunskapsöversikt kring sambandet mellan städer och ekonomisk tillväxt. , Regleringsbrevsuppdrag nr 2, 2006. Dnr 1-010-2006/0004. ITPS, <https://www.tillvaxtanalys.se/download/18.62dd45451715a00666f27386/1586367592720/urbanisering-storst%C3%A4der-och-tillvaxt-06.pdf>.

Johansson, M. och J. Westin (2025). Kostnadsindex för generaliserade transportkostnader. , VTI Working Paper 2025:3. Trafikanalys, <https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/underlagsrapporter/2025/kostnadsindex-for-generaliserade-transportkostnader-2025.pdf>.

Johnson, G. (2012). Stockholm 2030. i *The Future of Cities and Regions. Simulation, Scenario and Visioning, Governance and Scale*, pp 65–98, L. Bazzanella, L. Caneparo, F. Corsico och G. Roccasalva (red.). Springer, Dordrecht, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-2518-8_5#citeas.

Jourquin, B. (2023). "Accessibility Measures in Modal Choice Models: A Proof of Concept Applied to Freight Transport." *Journal of Transportation Technologies* **13**: 38-60, https://www.scirp.org/pdf/jtts_2023011814094552.pdf.

Jönköping International Business School. (2019). "Modell och utgångspunkt." <https://ju.se/center/cense/projects/tipt/modell-och-utgangspunkt.html>.

- Karlsson, C. (2026). "Charlie Karlsson Professor Emeritus." Nedladdad 2026-02-05, <https://ju.se/personinfo.html?sign=KaCh&lang=en>.
- Karlsson, C., B. Johansson, K. Kobayashi och R. R. Stough (2014a). Knowledge, innovation and space: introduction. Kapitel 1 i Knowledge, Innovation and Space, 1-26, C. Karlsson, B. Johansson, K. Kobayashi och R. R. Stough (red.). CESIS - Centre of Excellence for Science and Innovation Edward Elgar, <https://www.elgaronline.com/edcollchap/edcoll/9781848449015/9781848449015.00006.xml>.
- Karlsson, C., B. Johansson och R. R. Stough (2014b). Agglomeration, Clusters and Entrepreneurship: Studies in Regional Economic Development. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- Kernohan, D. och L. Rognlien (2011). Wider Economic Impacts of Transport Investments in New Zealand, Report 448. New Zealand Transport Agency, <https://www.nzta.govt.nz/assets/resources/research/reports/448/docs/448.pdf>.
- Kervall, M. och H. Pålsson (2022). "Barriers to change in urban freight systems: a systematic literature review." European Transport Research Review **14**(29), DOI: <https://doi.org/10.1186/s12544-022-00553-2> https://etr.springeropen.com/articles/10.1186/s12544-022-00553-2?utm_source=chatgpt.com.
- Knapkog, M. och M. Browne (2022). "Sensors securing sustainable digital urban logistics - A practitioner's perspective." Frontiers in Future Transportation **3**, <https://www.frontiersin.org/journals/future-transportation/articles/10.3389/ffutr.2022.993411/full>.
- Kocatepe, A., S. Ozkul, E. E. Ozguven, J. O. Sobanjo och R. Moses (2020). "The Value of Freight Accessibility: a Spatial Analysis in the Tampa Bay Region." Applied Spatial Analysis and Policy **13**: 527-546, DOI: <https://doi.org/10.1007/s12061-019-09314-6>.
- Konjunkturinstitutet (2024). EMEC – en allmänjämviktsmodell för analyser av ekonomi och miljö. Stockholm: Konjunkturinstitutet.
- Kovalenko, A., T. A. Mathisen och J. Pruyn (2024). "Generalized transport costs in intermodal shipping: the context of the Northeast Passage." Journal of Shipping and Trade **9**(25), DOI: <https://doi.org/10.1186/s41072-024-00183-y> <https://link.springer.com/article/10.1186/s41072-024-00183-y>.
- Krugman, P. (1991). "Increasing returns to scale och economic geography." Journal of Political Economy **99**(3): 483-499, <https://www.jstor.org/stable/2937739>.
- Laird, J. J. och P. J. Mackie (2014). "Wider economic benefits of transport schemes in remote rural areas." Research in Transportation Economics **47**: 92-102, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2014.09.022>.
- Larsson, A. och J. Olsson (2017). "Potentials and limitations for the use of accessibility measures for national transport policy goals in freight transport and logistics: Evidence from Västra Götaland County, Sweden." REGION **4**(1): 71-92, <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/235833/1/1752784170.pdf>.
- Li, J., Q. Zhu, X. Xiao och Y. Zhou (2024). "Regional freight accessibility analysis based on truck trajectories - A case study of Hunan Province in China." Research in Transportation Business & Management **56**(101177), <https://hnutest.hnu.edu.cn/pdf/li.pdf>.
- Lim, H. och J.-C. Thill (2008). "Intermodal freight transportation and regional accessibility in the United States." Environment and Planning A: Economy and Space **40**(8): 2006-2025, <https://journals.sagepub.com/doi/10.1068/a38336>.
- Linköpings universitet. (2026). "Affärsmodeller för framtidens hållbara logistiksystem." Nedladdad 2026-02-09_006, <https://liu.se/forskning/affarsmodeller-for-framtidens-hallbara-logistiksystem>.

- Lu, J., Y. Yang, X. Zhu och L. Zhang (2025). Accessibility Study of Container Port Based on a Spatiotemporal Network of Liner Shipping. 9th International Conference on Civil Engineering, Springer.
- Lundqvist, L. (1998). A combined model for analysing network infrastructure and land-use/transportation interactions. Network Infrastructure and the Urban Environment, Springer, <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-72242-4>.
- Lundqvist, L. och L.-G. Mattsson (2002). National Transport Models: Introduction and Comparative Analysis. Kapitel 1 i National Transport Models, 1-16, L. Lundqvist och L.-G. Mattsson (red.). Springer Nature,, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-04853-5_1.
- Lösch, A. (1940). Die räumliche Ordnung der Wirtschaft. Jena: Gustav Fischer.
- Macharis, C. N., Silvio (2019). "The future of freight transport." European Transport Research Review 11(21), <https://link.springer.com/article/10.1186/s12544-019-0359-3>.
- Maersk. (2025). "Decoding shipping costs: What factors determine your freight quote?", Nedladdad 2025-08-18, <https://www.maersk.com/logistics-explained/transportation-and-freight/2024/02/19/freight-shipping-costs-components>.
- Maier, G. och E. M. Bergman. (2000). Stated Preferences for Transport. 40th Congress of the European Regional Science Association (ERSA), Barcelona
- Malmö Stad (2024). Trafik- och mobilitetsplan för ett mer tillgängligt och hållbart Malmö - Mål och riktlinjer till 2040. <https://motenmedborgarportal.malmo.se/welcome-sv/namnder-styrelser/fritidsnamnden/mote-2024-10-24/agenda/trafik-och-mobilitetsplan-for-ett-mer-tillgangligt-och-hallbart-malmo-pdf-62362?downloadMode=open>.
- Mansouri, B., S. Sahu och M. A. Ülkü (2023). "Toward Greening City Logistics: A Systematic Review on Corporate Governance and Social Responsibility in Managing Urban Distribution Centers." Logistics 7(19), DOI: <https://doi.org/10.3390/logistics7010019>.
- Marshall, A. (1890). Principles of Economics. London: Macmillan, <https://oll.libertyfund.org/title/marshall-principles-of-economics-8th-ed>.
- Martin, R. (1999). "The new 'geographical turn' in economics: some critical reflections." Cambridge Journal of Economics 23(1): 65-91, <https://www.jstor.org/stable/23600667>.
- Mattsson, L.-G. och E. Jenelius (2015). "Vulnerability and resilience of transport systems: A discussion of recent research." Transportation Research Part A: Policy and Practice 81: 16-34, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.06.002>.
- Mavi, R. K., N. K. Mavi, D. Olaru, S. Biermann och S. Chi (2022). "Innovations in freight transport: a systematic literature evaluation and COVID implications." The International Journal of Logistics Management 33(4), DOI: <https://doi.org/10.1108/IJLM-07-2021-0360>.
- McCann, P. (1993). "The Logistics-Cost Location-Production Problem." Journal of Regional Science 33(4): 503-516, DOI: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-9787.1993.tb00845.x>.
- McCann, P. (1995). "Rethinking the Economics of Location and Agglomeration." Urban Studies 32(3): 563-577, <https://www.jstor.org/stable/43196292>.
- McCann, P. (1998). The Economics of Industrial Location: A Logistics-Costs Approach: Springer, <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-03702-7>.
- McCann, P. och S. Sheppard (2016). "The Rise, Fall and Rise Again of Industrial Location Theory." Regional Studies 37(6-7): 649-663, <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/0034340032000108741>.

Meimbresse, B. och H. Sonntag (2000). Modelling urban commercial traffic with the model WIVER. Treizième Entretien du Centre Jacques Cartier. Colloque No 10 L'Intégration des Marchandises dans le Système des Déplacements Urbains., Montreal, Canada, https://www.researchgate.net/profile/Herbert-Sonntag/publication/246855288_Modelling_urban_commercial_traffic_with_model_WIVER/links/5559c4d308ae6943a876e505/Modelling-urban-commercial-traffic-with-model-WIVER.pdf?origin=scientificContributions.

Melitz, M. J. (2003). "The Impact of Trade on Intra-Industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity." Econometrica **71**(6): 1695-1725, <https://web.stanford.edu/~klenow/Melitz.pdf>.

Miron, J. R. (2010). The Geography of Competition - Firms, Prices, and Localization: Springer, <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-5626-2>.

Moroza, N. och I. Jurgelane-Kaldava (2019). "Development and Location of Logistics Centres: A Systematic Review of Literature." Economics and Business **33**: 264-272, DOI: <https://doi.org/10.2478/eb-2019-0019>.

Moses, L. N. (1958). "Location and the Theory of Production." The Quarterly Journal of Economics **72**(2): 259-272, <https://www.jstor.org/stable/1880599>.

Mulley, C. (2012). Urban Form and Transport Accessibility. Classics in Transport and Environmental Valuation. Cheltenham, UK: Edgar Elgar, <https://www.e-elgar.com/shop/gbp/urban-form-and-transport-accessibility-9780857937490.html>.

Mulley, C., & Nelson, J. D. (2020). Urban Form and Accessibility Social, Economic, and Environment Impacts: Elsevier, <https://www.sciencedirect.com/book/edited-volume/9780128198223>.

Nagy, G., & Salhi, S. (2007). "Location–routing: Issues, models and methods." European Journal of Operational Research **177**(2): 649-672, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377221706002670?via%3Dihub>.

Nesterova, I. (2022). "Being in the World Locally: Degrowth Business, Critical Realism, and Humanistic Geography." Frontiers in Sustainability **3**, DOI: <https://doi.org/10.3389/frsus.2022.829848>.

Nguyen-Luong, D. (2015, 2015-11-05). "Land use/transport interaction modelling: from theory to practice." Nedladdad 2026-03-05, <https://en.institutparisregion.fr/know-how/mobility/land-use-transport-interaction-modelling-from-theory-to-practice/>.

Nielsen, B. B., C. Geiser Asmussen, C. D. Weatherall och D. H. Lyngemark (2021). "Marshall vs Jacobs agglomeration and the micro-location of foreign and domestic firms." Cities **117**, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103322>.

Nielsen, O. A. (2006). The European TRANSTOOLS Transport Model. Esri User Conference Proceedings, Center for Traffic and Transport (CTT), Technical University of Denmark.

Nielsen, O. A. och A. Burgess (2008). European TRANSTOOLS Transport Model: Transportation Research Board Annual Meeting Session 248.

Nijkamp, P., K. Kourtis, K. E. Haynes och Z. Elburz (2025). Thematic Encyclopedia of Regional Science: Edward Elgar Publishing, <https://www.e-elgar.com/shop/gbp/thematic-encyclopedia-of-regional-science-9781800379275.html?srsId=AfmBOoo000HsZ3g0cOpNIFO6KoroN8hgWK0ByzwV1x9sFs6SSphSKJ3Y>.

Nijkamp, P., A. Reggiani och W. Tsang (1997). Models and Scenarios for European Freight Transport Based on Neural Networks and Logit Analysis. i Simulating Social Phenomena, 319-325. Berlin: Springer.

- Nijkamp, P., A. Reggiani och W. Tsang (2004). "Comparative Modelling of Interregional Transport Flows: Applications to Multimodal European Freight Transport." European Journal of Operational Research **155**(3): 584-602.
- Nijkamp, P., P. Rietveld och F. Snickars (1987). Regional and multiregional economic models: A survey. Kapitel 7 i Handbook och Regional and Urban Economics, 257-294, P. Nijkamp (red.). North-Holland.
- Nordin, A. (2024). Trafik- och mobilitetsplan (SUMP) i Malmö - vad vi lärt oss och kommande strategier Malmö stad, <https://www.drivesweden.net/sites/default/files/2024-10/6.%20Malmö%CC%88%20TROMP%2C%20Nordin%2C%20RT11%2C%20Na%CC%88tverk%20Mikromobilitet%202024-10-08.pdf>.
- O'Kelly, M. E. (1986). "The Location of Interacting Hub Facilities." Transportation Science **20**(2): 92-106, <https://www.jstor.org/stable/25768214>.
- OECD (2017). The Geography of Firm Dynamics: Measuring Business Demography for Regional Development. Paris: OECD Publishing, https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2017/12/the-geography-of-firm-dynamics-measuring-business-demography-for-regional-development_g1q86702/9789264286764-en.pdf.
- OECD/ITF (2008a). Joint Transport Research Centre Round Table: The Wider Economic Benefits of Transport: Macro-, Meso and Micro Transport Planning and Investment Tools. Summary and conclusions, JTRC Discussion Paper 2008-6. <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/dp200806.pdf>.
- OECD/ITF (2008b). The Wider Economic Benefits of Transport: Macro-, Meso and Micro Transport Planning and Investment Tools, Roundtable 140. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2008/07/the-wider-economic-benefits-of-transport_g1gh951d/9789282101834-en.pdf.
- Oosterhaven, J., T. Knaap, C. Ruijgrok och L. Tavasszy. (2001). On the development of RAEM: the Dutch spatial general equilibrium model and its first application. 41st European Regional Science Association Congress, Zagreb, Croatia
- Ortúzar, J. d. D. och L. G. Willumsen (2011). Modelling Transport: John Wiley & Sons, Ltd.
- Paluzzi, H., H. Chen, M. Howe, P. Daugherty och T. Tokar (2024). Consumer impatience in the e-commerce home delivery context: A consumer-centric supply chain perspective for time-based competition, <https://dr.lib.iastate.edu/server/api/core/bitstreams/495cc6cb-2027-4871-9495-5cb9e18bbbf/content>.
- Ponds, R., F. Van Oort och K. Frenken (2007). "The geographical and institutional proximity of research collaboration." Papers in Regional Science **86**(3): 423-444, DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1435-5957.2007.00126.x>.
- Porter, M. E. (1991). "America's green strategy." Scientific American **264**(4): 168, DOI: 10.1038/scientificamerican0491-168.
- Porter, M. E. och C. van der Linde (1995). "Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship." Journal of Economic Perspectives **9**(4): 97-118, <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jep.9.4.97>.
- Puu, T. (2003). Mathematical Location and Land Use Theory: An Introduction.: Springer, <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-540-24785-2>.
- Pyka, A. (2002). "Innovation networks in economics: From the incentive-based to the knowledge-based approaches." European Journal of Innovation Management **5**(3): 152-163, DOI: <https://doi.org/10.1108/14601060210436727>.

- Ramstedt, L., B. Thydén, H. Edwards, A. Holgersson och J. Thelin (2018). Slutrapportering för projektet "Aktualisering av NÄTRA-underlaget. Etapp 2." Sammanfattande slutrapport. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1746965/FULLTEXT01.pdf>.
- REAL. (2016). "Regional Economics Applications Laboratory." <http://www.real.illinois.edu>.
- Ricardo, D. (1817). *On the Principles of Political Economy and Taxation* Kitchener: Batoche Books, <https://historyofeconomicthought.mcmaster.ca/ricardo/Principles.pdf>.
- Rietveld, P. och F. R. Bruinsma (1998). *Is Transport Infrastructure Effective? Transport Infrastructure and Accessibility: Impacts of the Space Economy*. Berlin: Springer Verlag.
- Rivera-Gonzalez, C. och J. C. Amaral (2024). "Assessment of freight accessibility in New York City: A spatial-temporal approach." *Journal of Transport Geography* **114**(103777), DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2023.103777>.
- Roback, J. (1982). "Wages, Rents, and the Quality of Life." *Journal of Political Economy* **90**(6): 1257-1278, DOI: <https://doi.org/10.1086/261120>.
- Rodrigue, J.-P. (2024). *The Geography of Transport Systems*. New York: Routledge, <https://transportgeography.org/contents/methods/transportation-accessibility/shimbelmatrix/>.
- Rokicki, B. och M. Stepniak (2018). "Major transport infrastructure investment and regional economic development - An accessibility-based approach." *Journal of Transport Geography* **72**: 36-49, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.08.010>.
- Romer, P. M. (1986). "Increasing Returns and Long-Run Growth." *Journal of Political Economy* **94**(5): 1002-1037, DOI: <https://doi.org/10.1086/261420>.
- Routhier, J.-L. och F. Toilier. (2007). *Freturb 3 V3, A Policy Oriented Software of Modelling Urban Goods Movement*. 11th WCTR, Berkeley, United States
- Salas-Peña, A. och J. C. García-Palomares (2025). "Simulating Co-Evolution and Knowledge Transfer in Logistic Clusters Using a Multi-Agent-Based Approach." *ISPRS International Journal of Geo-Information* **14**(4): 179, DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi14040179> <https://www.mdpi.com/2220-9964/14/4/179>.
- Samuelson, P. A. (1952). "Spatial Price Equilibrium and Linear Programming." *The American Economic Review* **42**(3 (Jun., 1952)): 283-303, <https://www.jstor.org/stable/1810381>.
- Samuelson, P. A. (1954). "The Transfer Problem and Transport Costs, II: Analysis of Effects of Trade Impediments." *The Economic Journal* **64**(254): 264–289, DOI: <https://doi.org/10.2307/2226834>.
- Sánchez-Díaz, I., J. Holguín-Veras och X. Ban (2015). "A time-dependent freight tour synthesis model." *Transportation Research Part B* **78**: 144-168, <http://dx.doi.org/10.1016/j.trb.2015.04.007>.
- Sánchez-Díaz, I., J. Holguín-Veras och X. Wang (2014). "An exploratory analysis of spatial effects on freight trip attraction." *Transportation* **43**: 117-196, <https://link.springer.com/article/10.1007/s11116-014-9570-1>.
- SCB (2016). Mikrosimuleringsmodellen FASIT - Vad händer vid förändringar av skatte-, avgifts- och bidragsregler? <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/hushallens-ekonomi/hushallens-inkomster-tillgangar-och-skulder/fordelningsanalytiskt-statistiskt-system-for-inkomster-och-transfereringar-fasit/>.
- Schliephake, K. (2018). *Transport Costs in Space—Geographical Models and Contradictions. i Locational Analysis och Firms' Activities from a Strategic Perspective*, 3-18, T. Ishikawa (red.). Springer.

- Shahriari, S., E. N. Robson, J. Wang, V. V. Dixit, S. T. Waller och T. H. Rashidi (2023). "Integrating a computable general equilibrium model with the four-step framework." *Transportation* **50**: 1213-1260, DOI: <https://doi.org/10.1007/s11116-022-10276-x>.
- Shi, L., D. Tang, H. Kong och V. Boamah (2022). "Enterprise location choice and regional sustainable development based on the theory of stable matching." *Frontiers in Environmental Science* **10**, DOI: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.933697>.
- Sladkowski, A. (2022). *Modern Trends and Research in International Transportation*: Springer, <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-87120-8>.
- Small, K. A., & Verhoef, E.T. (2007). *The Economics of Urban Transportation*: Routledge, <https://www.routledge.com/The-Economics-of-Urban-Transportation/Small-Verhoef-Lindsey/p/book/9781138069053>.
- Smith, A. (1776). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, <https://www.rrojasdatabank.info/Wealth-Nations.pdf>.
- Snickars, F. (2021). Market Areas and Competing Firms: History in Perspective. i *Handbook of Regional Science*, 81-98, M. M. Fischer och P. Nijkamp (red.). Springer Nature.
- Snickars, F. och J. W. Weibull (1977). "A minimum information principle: Theory and practice." *Regional Science and Urban Economics* **7**(1-2): 137-168, DOI: [https://doi.org/10.1016/0166-0462\(77\)90021-7](https://doi.org/10.1016/0166-0462(77)90021-7).
- Sobczuk, S. och B. A. (2024). "Recent Advances for the Development of Sustainable Transport and Their Importance in Case of Global Crises: a Literature Review." *Applied Sciences* **14**(22), DOI: <https://doi.org/10.3390/app142210653>.
- Stiglitz, J. (1977). Theory of Local Public Goods. i *The Economics of Public Services*. Springer, <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-349-02917-4>.
- Sundberg, M., C. Anderstig och P. Almström (2017). Vidareutveckling och kalibrering av STRAGO, TRV 2014/85475. WSP, <https://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1747465/FULLTEXT01.pdf>.
- Svenskt Näringsliv. (2025). "Företagsklimat – Vagnät, tåg- och flygförbindelser." Nedladdad 2025-02-26, <http://www.foretagsklimat.se/>.
- Südekum, J., K. Wolf och U. Blien (2014). "Cultural diversity and local labour markets." *Regional Studies* **48**(1): 173-191, DOI: <https://doi.org/10.1080/00343404.2012.697142>.
- Sörensson, R. (1998). Systemanalys av godstransporter: Simulering av en uppgraderad Inlandsbana, CERUM Working Paper Nr 9. CERUM Umeå universitet, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:227400/FULLTEXT01.pdf>.
- Taniguchi, E., R. Thompson och T. Yamada (2012). "Emerging techniques for enhancing the practical application of city logistics models." *Procedia Social and Behavioral Sciences* **125**, 3–12., <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187704281200554X>.
- Thill, J.-C. och H. Lim (2010). "Intermodal containerized shipping in foreign trade and regional accessibility advantages." *Journal of Transport Geography* **18**(4): 530-547, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966692310000426>.
- Thomas, I., J. P. Hermia, T. Vanelsländer och A. Verhetsel (2003). "Accessibility to freight transport networks in Belgium: a geographical approach." *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie* **94**(4): 424-438, DOI: <https://doi.org/10.1111/1467-9663.00271>.
- Tillväxtverket (2025). Regionalt utvecklingsarbete 2024. https://tillvaxtverket.se/tillvaxtverket/publikationer/publikationer2025/regionaltutvecklingsarbete2024_9614.html.

- Tillväxtverket. (2026). "Regionalt analys- och prognosystem (Raps)."
<https://tillvaxtverket.se/tillvaxtverket/statistikochanalys/statistikverktyg/regionaltanalysochprognosystemrams.3360.html>.
- Toth, P., & Vigo, D. (2014). *Vehicle Routing: Problems, Methods, and Applications*: SIAM Publications Library,, <https://epubs.siam.org/doi/book/10.1137/1.9781611973594>.
- Tozluoglu, C. (2022). *Agent-based Transport Models as a Tool for Evaluating Mobility*, Chalmers University of Technology, https://research.chalmers.se/publication/530488/file/530488_Fulltext.pdf.
- Trafikanalys (2011). Tillgänglighet och näringslivets konkurrenskraft – möjligheter till mätbarhet och måluppföljning på kort och lång sikt, PM 2011:9. www.trafa.se/vagtrafik/tillganglighet-och-naringslivets-konkurrenskraft-5184/.
- Trafikanalys (2012a). ABC i CBA - Valfärdsekonomin grunder och användning av CBA inom transportsektorn, PM 2012:9. Stockholm: Trafikanalys, https://www.trafa.se/globalassets/pm/2011-2015/2012/pm_2012_9_abc_i_cba_-_vaelfaerdsekonomin_grunder_och_anvaendning_av_cba_inom_transportsektorn.pdf.
- Trafikanalys (2012b). Tillgänglighet, näringslivets konkurrenskraft och regioners utvecklingskraft - en utvecklad måluppföljning. Delredovisning, PM 2012:7. www.trafa.se/sidor/uppfoljning-for-battre-transporter-och-konkurrenskraftiga-regioner/.
- Trafikanalys (2013). Indikatorer för en transportpolitisk måluppföljning – hur tillgänglighet påverkar konkurrens- och utvecklingskraft, Rapport 2013:2. Stockholm, http://trafa.se/PageDocuments/Rapport_2013_2_Indikatorer_foer_en_transportpolitisk_maaluppfoljning.pdf.
- Trafikanalys. (2016a). "Kartläggning av godstransporter." Nedladdad 2026-01-13, <https://www.trafa.se/sidor/kartlaggning-av-godstransporter/>.
- Trafikanalys (2016b). Tillgänglighet till terminaler i Västra Götaland – en pilotstudie, PM 2016:9. Stockholm, http://trafa.se/globalassets/pm/pm-2016_9-tillganglighet-till-terminaler-i-vastra-gotaland-en-pilotstudie.pdf.
- Trafikanalys (2017a). Inventering av datakällor om lätta lastbils transporter i urbana miljöer, Rapport 2017:21. Stockholm: Trafikanalys, http://www.trafa.se/globalassets/rapporter/2017/rapport-2017_21-inventering-av-datakallor-om-latta-lastbils-transporter-i-urbana-miljoer.pdf.
- Trafikanalys (2017b). Preciseringsöversyn – Indikatorer och uppföljning, PM 2017:1. Östersund, www.trafa.se/globalassets/pm/2017/pm-2017_1-preciseringsoversyn--indikatorer-och-uppfoljning.pdf.
- Trafikanalys (2018a). Hur förbättrar vi kunskapen om godstransporter med lätta lastbilar?, Rapport 2018:3. Stockholm: Trafikanalys, https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/2018/rapport-2018_3-hur-forbatttrar-vi-kunskapen-om-godstransporter-med-latta-lastbilar.pdf.
- Trafikanalys. (2018b, 2022-12-20). "Uppdrag att utvärdera strategi för godstransporter." Nedladdad 2026-01-13, <https://www.trafa.se/etiketter/transportovergripande/uppdag-att-utvardera-strategi-for-godstransporter-7714>.
- Trafikanalys (2020). Konkurrenskraftiga godstransporter i måluppföljningen – en granskning av källorna Global Competitiveness Index och Logistics Performance Index, PM 2020:11. Stockholm: Trafikanalys, https://www.trafa.se/globalassets/pm/2020/pm-2020_11-konkurrenskraftiga-godstransporter-i-maluppfoljningen.pdf.
- Trafikanalys (2022a). E-handels effekter på transportsystemet, Rapport 2022:4. https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/2022/rapport-2022_4-e-handels-effekter-pa-transportssystemet.pdf.

Trafikanalys (2022b). Godstransporter och konkurrenskraftens utveckling, Rapport 2022:2. Stockholm, https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/2022/rapport-2022_2-godstransporter-och-konkurrenskraftens-utveckling.pdf.

Trafikanalys (2023). Uppföljning av de transportpolitiska målen 2023, Rapport 2023:5. Östersund, <https://www.trafa.se/uppdrag/transportpolitiska-mal/>.

Trafikanalys (2024a). ABC om tillgänglighet, Rapport 2024:6. <https://www.trafa.se/etiketter/transportovergripande/abc-om-tillganglighet-14864/>.

Trafikanalys (2024b). Tillgänglighet - teori och praktik, PM 2024:3. Stockholm: Trafikanalys, <https://www.trafa.se/globalassets/pm/2024/pm-2024-3-tillganglighet---teori-och-praktik.pdf>.

Trafikanalys (2024c). Vägytans tillstånd 2013-2023, PM 2024:5. Stockholm: Trafikanalys, <https://www.trafa.se/globalassets/pm/2024/pm-2024-5-vagytans-tillstand-2013-2023.pdf>.

Trafikanalys (2025). Måluppföljningens indikatorer och mått 2025, PM 2025:7. Stockholm, <https://www.trafa.se/uppdrag/transportpolitiska-mal/>.

Trafikanalys (2026). Effektiva godstransporter på järnväg - ett kunskapsunderlag, Rapport 2026:2. <https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/2026/rapport-2026-2-effektiva-godstransporter-pa-jarnvag---ett-kunskapsunderlag.pdf>.

Trafikverket (2017a). Analysera och prognosticera godstrafik – Samgodsmodellen förklarad på ett enklare sätt. <https://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1389491/FULLTEXT01.pdf>.

Trafikverket (2017b). En inventering av databehovet för modellering av godstransporter - som underlag till Trafikanalys uppdrag att utreda hur kunskapen om järnvägstransporter kan förbättras (Regeringsuppdrag, N2017/03480/TS). Trafikanalys, https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/underlagsrapporter/2017/inventering_av_databehovet_f_or_modellering_av_godstransporter.pdf.

Trafikverket (2017c). Trafikverkets hantering av "Wider Economic Impacts" och analys av regionalekonomisk utveckling, PLe 2017:02. Trafikverket.

Trafikverket (2018). Regionalekonomiska effekter av planförslagen 2018-2029 Beräkningar med Samlok-modellen. https://bransch.trafikverket.se/contentassets/040f8d0aafb643068cdd91609c3f63c2/samlok_rapport_ap_2018_2029.pdf.

Trafikverket (2020). Samgods 1.2 – Kalibrering, PM 2020-06-15. Trafikverket.

Trafikverket (2021). Utveckling av en övergripande mätplan för vägtrafik i Stockholmsregionen. Fördjupad utredning av näringslivets transporter. Slutrapport. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1553054/FULLTEXT01.pdf>.

Trafikverket. (2024a, 2024-02-27). "Asek, Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden." Nedladdad 2024-03-01, <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Samhallsekonomska-analys-och-trafikanalys/samhallsekonomi/analysmetod-och-samhallsekonomska-kalkylvardenasek/>.

Trafikverket (2024b). Kalibrering Samgods version 1.2.2, PM. <https://bransch.trafikverket.se/contentassets/ab220f9016154ef7a8478555560bb280/2024/kalibrering-samgods-version-1.2.2.pdf>.

Trafikverket (2024c). Samgods och CBA - en exempelanalys av lägre kostnader för bantrafik. <https://bransch.trafikverket.se/contentassets/ab220f9016154ef7a8478555560bb280/2024/samgods-och-cba--en-exempelanalys-av-lagre-kostnader-for-bantrafik.pdf>.

Trafikverket (2024d). Trafikverkets årsredovisning 2023, TRV 2023/63976. Borlänge, <https://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1839787/FULLTEXT01.pdf>.

- Trafikverket (2025a). Trafikverkets årsredovisning 2024, 2025:006. Borlänge, <https://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1939226/FULLTEXT01.pdf>.
- Trafikverket (2025b). Underlag till Trafikanalys. Handling # 1 i ärende Utr 2026/10.
- Train, K. (2009). *Discrete choice methods with simulation*. Cambridge: Cambridge University Press, <https://eml.berkeley.edu/books/choice2.html>.
- Transportation Research Board (2008). Forecasting Statewide Freight Toolkit, NCHRP Report 606. https://www.trb.org/publications/nchrp/nchrp_rpt_606.pdf.
- Transportnytt. (2024). "Fortsatt stark marknad för logistikfastigheter." Nedladdad 20241217, <https://transportnytt.se/fortsatt-stark-marknad-for-logistikfastigheter/>.
- Ulmer, M., J. Goodson, D. Mattfeld och B. Thomas (2020). "On modeling stochastic dynamic vehicle routing problems." *EURO Journal on Transportation and Logistics* **9**(2), DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejtl.2020.100008> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S219243762030008X>.
- UNCTAD (2022). Review of maritime transport 2022. UNCTAD UN, <https://unctad.org/publication/review-maritime-transport-2022>.
- UNCTAD (2025a). The Trade-and-Transport Dataset: UNCTAD. <https://unctadstat.unctad.org/EN/TransportCost.html>.
- UNCTAD (2025b). The Trade-and-Transport Dataset Technical Documentation. https://unctad.org/system/files/official-document/stat2025d1_en.pdf.
- UNECE (2024). Stress test framework for evaluating the resilience of transport systems. <https://unece.org/sites/default/files/2024-06/Stress%20test%20framework%20for%20evaluating%20the%20resilience%20of%20transport%20systems%20-%20EN.pdf>.
- Urban Utveckling. (2025). "Webers teori om industrilokalisering." Nedladdad 2026-02-02, <https://urbanutveckling.se/webers-teori-om-industrilokalisering/>.
- UrbanSim. (2026). "Smarter Urban Development with AI." <https://www.urbansim.com/>.
- Van den Heuvel, F. P., K. Van Donselaar, L. Rivera och A. De Jong (2014). "Relationship between freight accessibility and logistics employment in US counties." *Transportation Research Part A: Policy and Practice* **59**: 91-105, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2013.11.002>.
- van der Panne, G. (2004). "Agglomeration externalities: Marshall versus Jacobs." *Journal of Evolution Economics* **14**(5): 593-604, DOI: <https://doi.org/10.1007/s00191-004-0232-x>.
- Vectura, Malmö högskola och Blekinge Tekniska Högskola (2012). Slutrapport av FUD-projektet "Kombination av makronivåmodeller och agentbaserade modeller för förbättrad analys av åtgärders effekter på transportsystem". Trafikverket, https://fudinfo.trafikverket.se/fudinfoexternwebb/Publikationer/Publikationer_001601_001700/Publikation_001605/MAGMA-Slutrapport.pdf.
- Venables, A. J. (2007). "Evaluating urban transport improvement: cost benefit analysis in the presence of agglomeration and income taxation." *Journal of Transport Economics and Policy* **41**(2): 173-188, DOI: <https://www.jstor.org/stable/20054012>.
- Venables, A. J., J. Laird och H. Overman (2014). Transport investment and economic performance: Implications for project appraisal. UK Department of Transport, https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a74fd3be5274a3cb2868cad/TIEP_Report.pdf.

- Veneri, P. (2018). "Urban spatial structure in OECD: Is urban population decentralising or clustering?" *Papers in Regional Science* **97**(4): 1355-1375, DOI: <https://doi.org/10.1111/pirs.12300>.
- Vickerman, R. (2018). "Wider economic impacts: what evidence from 20 years of the Channel Tunnel?" *Revue d'histoire des chemins de fer*(48-49): 439-461, DOI: <https://doi.org/10.4000/rhcf.3228> <http://journals.openedition.org/rhcf/3228>.
- Vickerman, R., K. Spiekermann och M. Wegener (1999). "Accessibility and economic development in Europe." *Regional Studies* **33**(1): 1-15, DOI: <https://doi.org/10.1080/00343409950118878>.
- Vickerman, R. W. (1974). "Accessibility, attraction, and potential: a review of some concepts and their use in determining mobility." *Environment and Planning A* **6**: 675-691, DOI: <https://doi.org/10.1068/a060675>.
- von Thünen, J. H. (1826). *Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie*. Hamburg: Perthes.
- Waddell, P. (2002). "UrbanSim: Modeling Urban Development for Land Use, Transportation and Environmental Planning." *Journal of the American Planning Association* **68**(3): 297-314, DOI: <https://doi.org/10.1080/01944360208976274>.
- Walras, L. (1874). *Éléments d'économie politique pure*. Lausanne: Corbaz.
- Weber, A. (1929). *Alfred Weber's Theory of the Location of Industries*. Chicago: University of Chicago Press, <https://archive.org/details/alfredweberstheo00webe/mode/2up>.
- Wegener, M. (2008). SASI Model Description, Working Paper 08/01. Dortmund: Spiekermann & Wegener Urban and Regional Research, https://www.spiekermann-wegener.de/mod/pdf/AP_0801.pdf.
- Wegener, M. och D. Böckmann (1998). The SASI Model: Model Structure. SASI Deliverable D8, Berichte aus dem Institut für Raumplanung 40. Dortmund, <http://www.raumplanung.uni-dortmund.de/irpud/pro/sasi/ber40.pdf>.
- Wegener, M. och F. Fürst (1999). Land-Use Transportation Interaction: State of the Art. Deliverable D2a of the project TRANSLAND (Integration of Transport and Land use Planning), Berichte aus dem Institut für Raumplanung 46. Dortmund, https://www.researchgate.net/publication/302570069_Land-Use_Transport_Interaction.
- Weibull, J. W. (1976). "An axiomatic approach to the measurement of accessibility." *Regional Science and Urban Economics* **6**(4): 357-379, DOI: [https://doi.org/10.1016/0166-0462\(76\)90031-4](https://doi.org/10.1016/0166-0462(76)90031-4).
- Westin, J. (2018). Metoder för regional konsekvensanalys av förändrade hastighetsgränser, CERUM Report Nr 46/2018. Umeå: CERUM, <https://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1701237/FULLTEXT01.pdf>.
- Westin, J., J. Knutsson, R. Bylund, S. Östman och L. Westin (2019a). Regionala konsekvenser av Trafikverkets plan för förändrade hastighetsgränser, CERUM Report Nr 50/2019. Umeå: CERUM, <https://umu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1412935/FULLTEXT01.pdf>.
- Westin, J., J. Knutsson och L. Westin (2019b). Modelling Changes in Regional Accessibility from Speed Limit Adjustments in the Road Network, CERUM Report Nr 58/2019. Umeå Universitet: CERUM, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1379807/FULLTEXT01.pdf>.
- Westin, J., L. Westin, F. Strandberg och O. Uneklint (2017). Verktyg för analys av regionala godstransporter - Metoder och modeller för planering och samverkan på regional nivå. Umeå Universitet, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1344113/FULLTEXT01.pdf#:~:text=modeller%20%C3%B6r%20att%20analysera%20lokala%20och%20regionala,analysera%20samband%20mellan%20olika%20potentielle%20%C3%A5tg%C3%A4rder%20och>.

- Westin, L. (1990). *Vintage Models of Spatial Structural Change*. Doctoral Doctoral, University of Umeå, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:633075/FULLTEXT02.pdf>.
- Wilson, A. (1970). *Entropy in Urban and Regional Modelling*. Routledge.
- Wilson, A. G. (1967). "A Statistical Theory of Spatial Distribution Models." *Transportation Research* 1(3): 253-269, DOI: [https://doi.org/10.1016/0041-1647\(67\)90035-4](https://doi.org/10.1016/0041-1647(67)90035-4).
- Wilson, A. G. (1971). "A family of spatial interaction models, and associated developments." *Environment and Planning* 3(1): 1-32, DOI: <https://doi.org/10.1068/a030001>.
- Woudsma, C. och J. F. Jensen (2005). Accessibility and Freight: Transportation and Land Use - Exploring Spatial-Temporal Dimensions. i *Access to Destinations*, D. M. Levinson och K. J. Krizek (red.). Emerald Group Publishing Limited.
- Yap, M. D., N. Van Oort, R. Van Nes och B. Van Arem (2015). Robustness of Multi-level Public Transport Networks: A Methodology to Quantify Robustness from a Passenger Perspective. <https://nielsvanoort.weblog.tudelft.nl/files/2015/07/INSTR2015-Yap-Robustness-of-multi-level-public-transport-networks.pdf>.
- Zakaria, T. (1974). "Urban Transportation Accessibility Measures: Modifications and Uses." *Traffic Quarterly* 28: 467-479, <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015021808798&view=1up&seq=489>.

Trafikanalys är en kunskapsmyndighet för transportpolitiken. Vi analyserar och utvärderar föreslagna och genomförda åtgärder inom transportpolitiken. Vi ansvarar även för officiell statistik inom områdena transporter och kommunikationer. Trafikanalys bildades 2010 och har huvudkontor i Stockholm samt kontor i Östersund.

Trafikanalys
Rosenlundsgatan 54
118 63 Stockholm

Tel 010 414 42 00
trafikanalys@trafa.se
www.trafa.se

