

# Tillgänglighet – teori och praktik

---

PM: 2024:3

Datum: 2024-03-26

**Trafikanalys**

Adress: Rosenlundsgatan 54,  
118 63 Stockholm

Telefon: 010 414 42 00

E-post: [trafikanalys@trafa.se](mailto:trafikanalys@trafa.se)

Webbadress: [www.trafa.se](http://www.trafa.se)

Ansvarig utgivare: Mattias Viklund

Datum: 2024-03-26

# Förord

Trafikanalys har till huvuduppgift att, med utgångspunkt i de transportpolitiska målen, utvärdera och analysera samt redovisa effekter av föreslagna och genomförda åtgärder inom transportområdet. Myndigheten ska också bistå regeringen med underlag och rekommendationer.

I detta arbete behövs en enhetlig begreppsapparat och en gemensam förståelse bland transportpolitikens aktörer, av hur tillgänglighet kan definieras och kvantifieras. Vi har därför försökt att bidra till en sådan gemensam förståelse genom att kartlägga och systematisera definitioner av tillgänglighet, dess ingående komponenter, och användningen av olika tillgänglighetsmått, samt genom att avgränsa tillgänglighet från andra, närliggande begrepp. Vi redovisar styrkor och svagheter för olika mått på tillgänglighet och kommer fram till vissa rekommendationer för deras användning.

Promemorian är fokuserad på fysisk tillgänglighet, men vi pekar också på att det finns ett stort och växande behov av att beskriva så kallad virtuell tillgänglighet, som påverkar den fysiska. Detta behöver utredas vidare. Framställningen gör inte heller anspråk på att vara heltäckande.

I denna promemoria redovisar vi teori och praktik med källhänvisningar, och i en kommande rapport kommer vi att presentera ett mer översiktligt och vägledande ABC om tillgänglighet.

Promemorian har författats av Krister Sandberg (projektledare), Backa Fredrik Brandt, Tom Petersen och Florian Stamm.

Stockholm i mars 2024

Andreas Tapani

Avdelningschef

# Innehåll

<b>Sammanfattning .....</b>	<b>9</b>
<b>1 Introduktion.....</b>	<b>13</b>
1.1 Disposition .....	16
<b>2 Hur kan tillgänglighet definieras? .....</b>	<b>19</b>
2.1 Tillgänglighetsdefinitioner .....	19
2.2 Tillgänglighetens fyra byggstenar .....	27
2.2.1 Markanvändning, målpunkter och attraktion .....	29
2.2.2 Infrastruktur och generaliserad reskostnad (resimpedans) .....	30
2.2.3 Efterfrågan och konsumentöverskott .....	31
2.3 Tillgänglighet i informationsåldern – virtuell tillgänglighet .....	33
<b>3 En typologi av tillgänglighetsmått.....</b>	<b>39</b>
3.1 Önskvärda egenskaper hos måtten .....	39
3.1.1 Axiom och byggstenar .....	39
3.1.2 Ytterligare aspekter att tänka på vid analyser av tillgänglighet.....	42
3.2 Förslag på typologi av tillgänglighetsmått .....	49
<b>4 Avstånds- och restidsmått .....</b>	<b>57</b>
4.1 De enklaste måtten på rumslig separation.....	57
4.2 Analyser där måtten använts .....	59
4.3 Utvärdering .....	71
<b>5 Potentialmått.....</b>	<b>73</b>
5.1 Potentialmått.....	73
5.1.1 "Kumulativa" mått.....	73
5.1.2 Gravitationsmått.....	75
5.2 Potentialmått med konkurrens .....	79
5.3 Analyser där måtten har använts.....	81
5.3.1 Kumulativa mått .....	81
5.3.2 Gravitationsmått.....	85
5.4 Utvärdering .....	87
<b>6 Jämviktsmått.....</b>	<b>91</b>
6.1 Dubbelt begränsade gravitationsmodeller .....	91
6.2 Logsumma – nyttobaserad tillgänglighet .....	93
6.3 Analyser där måtten har använts.....	96
6.4 Utvärdering .....	102

<b>7</b>	<b>Individer i tid och rum .....</b>	<b>107</b>
7.1	Subjektiv tillgänglighet .....	108
	7.1.1 Introduktion .....	108
	7.1.2 Att mäta subjektiv tillgänglighet.....	109
	7.1.3 Orsaker till skillnader mellan objektiv och subjektiv tillgänglighet.....	114
	7.1.4 Fallgröpar med subjektiva mått på tillgänglighet .....	115
7.2	Tidsrumsliga prismor .....	118
7.3	Logsumma som tidsrumsligt mått .....	120
7.4	Analysen där tidsrumsliga mått har använts.....	121
	7.4.1 Tillgänglighet, åtkomlighet och vistelsetid .....	122
	7.4.2 Acceptabel och god tillgänglighet utifrån vistelsetid .....	123
	7.4.3 Genomsnittliga tidsprismor för jämförelser ur rättviseperspektiv.....	124
	7.4.4 Tidsprismor med flera trafikslag i resekedjor.....	127
7.5	Utvärdering .....	128
<b>8</b>	<b>Tillgänglighetsmåttens styrkor och svagheter .....</b>	<b>131</b>
<b>9</b>	<b>Användningen av tillgänglighetsmått .....</b>	<b>135</b>
9.1	Fyra användningsområden.....	136
9.2	Ekonomiska effekter av en tillgänglighetsförändring.....	138
	9.2.1 Tillgänglighet och kostnads-nyttoanalys (CBA).....	138
	9.2.2 CBA och hanteringen av Wider Economic Impacts.....	140
<b>10</b>	<b>Slutsatser och rekommendationer .....</b>	<b>143</b>
<b>11</b>	<b>Appendix .....</b>	<b>153</b>
11.1	Infrastrukturbaserade mått – transportsystemets funktionalitet .....	153
11.2	Täthetsmått.....	155
11.3	Resuppoeringsfunktioner.....	156
	11.3.1 Val av funktionell form.....	157
	11.3.2 Skattning eller kalibrering av avståndsfunktioner .....	159
11.4	Variabler i Sampers resuppoeringsfunktion.....	160
	11.4.1 Variabler som ingår .....	160
	11.4.2 Brister i beskrivning av resbeteendet i Sampers .....	162
	<b>Referenser.....</b>	<b>163</b>



---

# Sammanfattning

Människan har i alla tider utnyttjat möjligheter att interagera med andra och utöva verksamheter på olika platser med olika förutsättningar. För att möjliggöra utbyten mellan platser kan den rumsliga separationen överbryggas genom transporter eller kommunikationstjänster. Det sker till en viss kostnad som avgörs av såväl transport- och kommunikationsinfrastrukturen som individuella och institutionella faktorer.

Under de senaste decennierna har möjligheterna att kommunicera, samt erbjuda och utföra tjänster utan förflyttningar ("virtuellt"), ökat explosionsartat. Vi tillbringar idag avsevärt längre tid med att kommunicera över globala avstånd, både på arbetet och fritiden, än vi gjorde för några decennier sedan, och detta avspeglar sig naturligtvis även i ekonomin. Vi kan med fog säga att mycket av den ekonomiska verksamheten har flyttat ut "i molnet", där fysiska avstånd inte längre spelar någon roll.

Resonemangen här nedan om tillgänglighet följer i mångt och mycket samma logik för virtuella tjänster och kommunikationsmöjligheter, som för fysiska. Skillnaderna ligger mer i kostnad och kvalitet på tjänsterna och kommunikationen, än i de teoretiska fundamenten som handlar om hur lätt transaktioner kan genomföras i rummet och tiden. Vi fokuserar i den här promemorian på fysisk tillgänglighet, men vi berör även virtuell tillgänglighet, i synnerhet när den kan komplettera den fysiska.

Tillgängligheten kan definieras mer eller mindre distinkt, men i huvudsak gäller att tillgänglighet bestäms av den rumsliga fördelningen av potentiella destinationer och hur lätt det är att nå varje destination, samt storleken, kvaliteten och karaktären hos de aktiviteter som finns på destinationerna.

Baserat på definitioner som redovisats inom forskningen föreslår vi att tillgänglighet bör definieras som **möjligheter att kunna delta i samhällslivet genom att överbrygga hinder (t.ex. ett avstånd<sup>1</sup>)** – det vill säga, potentialen eller nyttan av att till exempel kunna ta del av ett utbud som överensstämmer med individens behov och önskemål, att kunna erbjuda sina tjänster (sin arbetskraft, idka handel, m.m.), eller av kunskapsinhämtning, professionellt nätverkande, eller rent socialt utbyte.

Reskostnaden, och framför allt tidskostnaden, är en central byggsten i begreppet tillgänglighet: ju mindre tid eller pengar som spenderas på resor, och ju fler platser som kan nå inom en viss budget, desto större är tillgängligheten. Mer generellt kan res- och tidskostnader betraktas som transaktionskostnader, det vill säga ett motstånd eller en uppoffring som måste överbryggas för att uppnå ekonomiska eller sociala mål ("transaktioner"), som är de egentliga syftena med resan, transporten (eller kommunikationen). Vi talar om "generaliserade reskostnader" när vi menar kombinationen av tid, pengar och annat såsom restidsosäkerhet och brist på bekvämlighet som det innebär att resa.

Utbudet på olika destinationer är också en avgörande beståndsdel i tillgänglighet: ju fler möjliga destinationer, ju bättre kvalitet och ju större variation mellan destinationerna, desto högre tillgänglighetsnivå. På motsvarande sätt innebär snabbare, billigare och enklare resmöjligheter en högre grad av tillgänglighet, allt annat lika.

---

<sup>1</sup> Oftast tänker vi oss ett avstånd i fysisk bemärkelse, men för att ta del av tjänster via andra kommunikationstjänster, t.ex. på internet, tänker man mer på tidsåtgång och andra motstånd, såsom digital kunskap, med mera som hindrar oss att göra det vi egentligen vill göra.

Den fysiska tillgängligheten bestäms alltså både av utbudet, som manifesteras i hur marken används, och av transportsystemets utformning. Till detta kommer att två personer på samma plats kan värdera tillgängligheten på olika sätt, eftersom behov, önskemål och smak varierar. Det vill säga att individers preferenser och tidsrestriktioner är två ytterligare byggstenar i tillgänglighetsbegreppet.

Tillgänglighet som begrepp har inom transportområdet ett flertal användningsområden, exempelvis vid val av lokalisering av verksamheter, prognoser av resefterfrågan, prioritering av infrastrukturprojekt, planering av framtida markanvändning och studier av fördelnings-effekter. Det är med andra ord ett viktigt begrepp för att förklara en stads eller en regions form och funktion.

Ur ett transportsystemperspektiv är det oftast mest relevant att undersöka effekten på tillgängligheten när infrastrukturen förändras genom investeringar, alternativt vid förändringar i trafikering, prissättning eller trafikförhållanden. Vid närmare studier av tillgänglighetsförändringar över tid visar det sig dock att förändringar i markanvändningen, i utbudet på destinationerna, är nog så viktiga för utfallet.

Tillgängligheten påverkas också i hög grad av teknologiska landvinningar, som tillåter oss att färdas, transportera eller kommunicera snabbare eller billigare än tidigare. Slutligen påverkas den av förändringar i befolkningens behov och preferenser.

Vi har i offentlig verksamhet identifierat fyra huvudsakliga användningsområden för tillgänglighetsanalyser:

1. **Analys av ett nuläge och uppföljning av förändrad tillgänglighet.** En nulägesanalys kan exempelvis användas för att identifiera områden med sämst tillgänglighet, och ge vägledning till var förbättringar behövs eller ger bäst effekt.
2. **Granskning av tillgängligheten för enskilda individer och grupper.** Här ryms analyser av socialt jämlik planering, men även hur tillgängligheten skulle kunna maximeras inom en given budget utan att förvärra för de sämst ställda.
3. **Beräkning av tillgänglighet för fördelning av offentliga resurser.** Offentliga resurser kan investeras med antingen jämlikhets- eller effektivitetsfokus, vilket ställer olika krav på behandlingen av den befintliga befolkningens socioekonomiska status, och en renodling av platsens tillgänglighet.
4. **Beräkning av nettoytan av en planerad åtgärd.** Analyser av tillgänglighets-effekter av förändringar inom markanvändnings- och transportsystemet, till exempel i en samhällsekonomisk kostnads-nyttoanalys (CBA).

I den akademiska litteraturen förekommer många fler områden, såsom studier av avbrott och robusta system, studier av brottslighet, användning av nya datakällor (*big data*), beräkning av optimala avståndsfunktioner, effekter av coronapandemin, utveckling av avancerade modeller, skattnings av kopplingen mellan virtuell och fysisk tillgänglighet, skattnings av regionalekonomiska konsekvenser (*Wider Economic Impacts*), för att bara nämna några.

Att mäta tillgänglighet går att göra på många olika sätt. Inom forskningen har stor möda ägnats åt att konstruera olika typer av mått med olika egenskaper för att så rättvisande som möjligt kvantifiera tillgängligheten. En del mått är enkla att beräkna och lätta att kommunicera, medan andra kan vara mer komplicerade, både att beräkna och förklara för en bredare publik.

Användning av mera komplicerade mått kan dock motiveras av att de har en solid vetenskaplig grund att stå på. Det innebär att **analysen** och dess **syfte** bör vara vägledande i valet av tillgänglighetsmått. Det finns i huvudsak sex typer av tillgänglighetsmått, som har olika fokus och skildrar olika perspektiv:



1. Avståndsmått
2. Potentialmått
3. Jämviktsmått
4. Aktivitetsbaserade mått (tidsgeografi)
5. Subjektiva mått
6. Efterfrågemått

Medan de flesta klasserna av mått uppmäts och skattas med objektiva metoder, och i stort sett mäter egenskaper hos platser, mäter subjektiva mått och efterfrågemått hur denna platstillgänglighet träffar individer och befolkningen. Efterfrågemåtten (punkt 6) mäter antalet eller andelen befolkning som kan efterfråga en viss tillgänglighet till en viss typ av målpunkt, och kan bygga på flera av måtten i 1–4 som underliggande mått, men kräver vissa förenklingar (normer) i de måtten.

Eftersom måtten är konstruerade på olika sätt kan resultaten, å ena sidan, variera ganska kraftigt. Å andra sidan görs oftast jämförelser mellan områden eller över tid, och då gäller samma beräkningsförutsättningar vid jämförelsen. Det är ändå viktigt att vara medveten om olika måtts egenskaper och begränsningar, för att få relevanta svar i sin analys. De intuitiva tillgänglighetsmåtten, såsom avstånds-/restidsmått eller kumulativa mått<sup>2</sup> är de som oftast används i praktiken.

Antalet tillämpningar avtar sedan i takt med att måtten blir mer komplexa och kostsamma att ta fram, trots att de har en bättre koppling till faktiskt beteende. I de flesta analyser är en enkel modell att föredra framför en mer komplicerad om de båda genererar samma kunskap och den är tillräckligt känslig för de förändringar som ska analyseras. Ett liknande förfarande bör appliceras även på användningen av tillgänglighetsmåtten.

I takt med att tillgången till data ökar och modellverktyg blir alltmer kraftfulla, även för icke-professionella användare, ökar möjligheterna att utnyttja potentialen i mer avancerade mått för att på ett utförligare sätt kunna beskriva tillgängligheten och dess utveckling. Samtidigt bör det framhållas att även enkla kvantitativa mått kan kombineras med kvalitativa utvärderingar för att ge en rikare förståelse för ett samhälles tillgänglighetsegenskaper, än vad som är möjligt med till och med mycket komplexa kvantitativa mått.

Flera av måtten och perspektiven på tillgänglighet förutsätter att ett resande kommer att ske, på regelbunden basis. Det kan dock finnas ett värde av tillgänglighet även för icke-användare. Dessa individer kan tillmäta tillgängligheten ett *options-* eller *gávovärde*. Optionsvärdet speglar icke-användares värdering av att ha en reservlösning, eller att i framtiden ha möjlighet att resa. Det kan också finnas ett värde i att det ska finnas färdsätt till hands så att exempelvis släktingar och vänner kan komma på besök, utan bil. Tillgänglighetsmåtten och analyserna bör utvecklas så att de inkluderar dessa aspekter.

De tillgänglighetsmått som redovisas i denna PM avser huvudsakligen interaktioner genom fysisk förflyttning. I takt med att informations- och kommunikationsteknologier (IKT) tar en allt större plats i våra liv är det också rimligt att definitioner och mått även anpassas för tillgänglighet utan fysiska transporter.

En enkel approximation kan vara att sätta transportkostnaden till nära noll, men man bör samtidigt vara medveten om att andra kostnader tillkommer och att tillgänglighetsbegreppets samtliga fyra byggstenar – kostnad, utbud, preferenser och restriktioner – påverkas av att

---

<sup>2</sup> Kumulativa mått är en delmängd av potentialmått, där allt utbud viktas lika inom en fast bortre avstånds- eller tidsgräns (se avsnitt 5.1.1)

virtuella kommunikationssystem inkluderas. Utvecklingen inom IKT, och medföljande utveckling av tjänster och innehåll, har återverkningar på efterfrågan av transportsystemtjänster, i alla dess delar.

# 1 Introduktion

Människan har i alla tider utnyttjat möjligheter att interagera med andra och utöva verksamheter på olika platser med olika förutsättningar – det har gällt såväl jägar- och samlar-samhällen som jordbrukssamhällen (Lindström 2022). Över tid har dock vår förmåga att överbrygga avstånd till nya och gamla områden förändrats radikalt. Under tusentals år var förflyttningar till fots, till häst eller till sjöss de enda till buds stående färdsätten, vilket begränsade möjligheterna att interagera med andra orter och folkslag, på så vis att det tog lång tid. Sedan industrialiseringen i början av 1800- och i synnerhet under 1900-talet har möjligheterna till interaktion förbättrats avsevärt, främst genom uppfinningar av olika typer av motorer och utnyttjandet av fossila energikällor.

Under 1900-talet utvecklades även förmågan att kommunicera på stora avstånd utan fysiska förflyttningar, med hjälp av telegraf, radio, telefon, etc. Under andra halvan av förra seklet utvecklades datortekniken, mobiltelefonin och förmågan att kommunicera digitalt, med betydligt större bandbredd<sup>3</sup> än tidigare. Under början av 2000-talet flyttade datortekniken in i mobila handhållna enheter som fortfarande kallas telefoner, men som främst används till konsumtion av olika typer av rörliga och inspelade medier, textbaserad kommunikation och realtidsuppdateringar.<sup>4</sup>

Den rumsliga separationen kan överbryggas för att möjliggöra utbyte av varor och tjänster och social interaktion på olika platser. Det sker till en viss kostnad<sup>5</sup>, en kostnad som avgörs av såväl transport- och kommunikationsinfrastrukturen som individuella och institutionella faktorer. I takt med att transporter och kommunikationer blev billigare uppstod det ökade möjligheter att bättre än tidigare utnyttja olika typer av skalfördelar i produktionen, vilket har ökat vårt välbefinnande (Fujita, Krugman m.fl. 1999). Urbaniseringen i västvärlden har också bidragit till att så kallade agglomerationsfördelar i form av **matchning** av kompetenser och kompetenssökande, **lärande** av varandra och **delande** på väsentlig infrastruktur och kompetenspooler, först specificerat av Marshall (1890), har kunnat exploateras. Möjligheten att tillgodogöra oss ett allt större utbud till en lägre kostnad har med andra ord förbättrats över tid<sup>6</sup> och är en förutsättning för utvecklad handel, investeringar och nyetableringar, förflyttning av arbetskraft och regional tillväxt (Trafikanalys 2013a, Tillväxtanalys 2021, Trafikanalys 2022a, Tillväxtverket 2023b).

<sup>3</sup> Med bandbredd menas här mängden information som kan överföras per tidsenhet.

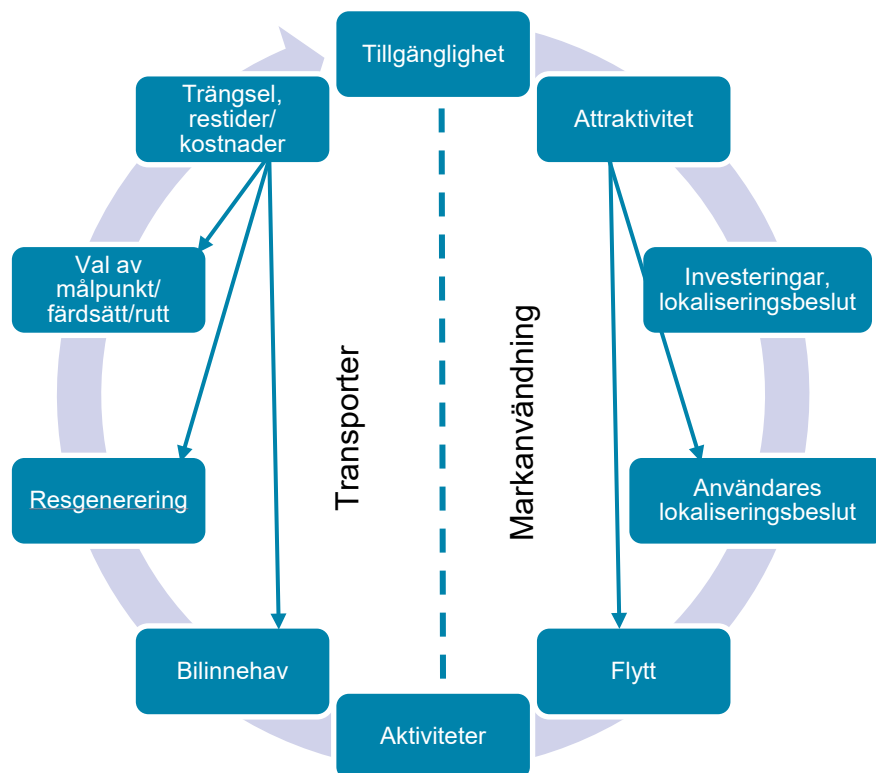
<sup>4</sup> Denna tekniska utveckling har radikalt förändrat vår syn på tillgänglighet, vilket motiverar en uppdelning av begreppet tillgänglighet i *fysisk* och *virtuell* tillgänglighet. Tyngdpunkten i denna PM bygger på tillgänglighet genom transportsystemet, dvs. fysisk tillgänglighet. Tillgänglighet genom informations- och kommunikationsteknologi (IKT-baserad tillgänglighet) och individuell tillgänglighet beskrivs delvis på annat sätt, kräver andra åtgärder och delvis annan infrastruktur. Individuell tillgänglighet för personer med funktionsnedsättningar går ibland under benämningen användbarhet eller universell design. IKT-baserad tillgänglighet upphäver i viss mån behovet av transportinfrastruktur, men ställer också upp nya krav och hinder. Individuell tillgänglighet måste utgå från varje individs eller grupperings behov och förmågor (se kapitel 7). Virtuell tillgänglighet är inte bara aktuell med internet- och mobiltelevolutionen, utan människan har haft möjlighet att kommunicera över stora avstånd under tusentals år. Skillnaden är att hastigheten med vilken informationsutbytet kan ske, och de överbryggbara avstånden, har ökat ofattbart mycket. Virtuell tillgänglighet både konkurrerar med, kompletterar och på olika sätt modifierar vår upplevelse av tillgänglighet, dvs. vårt *potentiella aktionsrum* (se tidsgeografi i avsnitt 7.2) och (van Wee, Geurs m.fl. 2013). Sannolikt kommer betydelsen av denna virtuella tillgänglighet, och även utbudet av tjänster som enbart är tillgängliga virtuellt, att öka under kommande årtionden (Digitaliseringskommissionen 2016).

<sup>5</sup> I ekonomisk bemärkelse kan överbryggandet av rumslig separation mellan platser betraktas som transaktionskostnader, som påverkar hur vi agerar – arbetar, försörjer oss med mat, sköter våra sociala kontakter etc.

<sup>6</sup> Notera dock att det kan finnas både vinnare och förlorare av lägre transportkostnader. Lägre transportkostnader *mellan* regioner innebär skärpta konkurrensförhållandena mellan regionerna och tvingar fram strukturförändringar och ökad specialisering. Försämrade tillgänglighet *inom* en region kan leda till sjunkande konkurrenskraft, sänkta reallöner och försämrade levnadsvillkor.

Eftersom tillgänglighet och dess förändring påverkar företag och människors vardag och möjligheter till interaktion på en mängd sätt är det viktigt att öka kunskapen om hur sambanden ser ut, liksom om hur tillgänglighet kan mätas och utvärderas. Med ökad kunskap ökar också möjligheterna för beslutfattare, såväl offentliga som privata, att fatta välavvägda beslut i frågor som berör såväl medborgare som näringsliv. Det kan exempelvis handla om att göra kunskapsbaserade prioriteringar av investeringar i offentlig infrastruktur, liksom att förstå fördelningsaspekter som stöd i arbetet mot ett mer rättvist och jämlikt samhälle med lägre segregation. Kunskapen om tillgänglighet är också högst relevant i takt med den ökade betydelsen av virtuella tjänster när fysiska avstånd minskar i betydelse<sup>7</sup> och tjänsternas koppling till transporteffektivitet<sup>8</sup> och transportsektorns klimatmål.

Det finns inte bara en teori som förklarar dynamiken mellan markanvändning och transportsystemet utan flera, inklusive teknologiska, ekonomiska och sociala teorier. En förklaringsmodell ges av Wegener och Fürst (1999) som sammanfattar hur "markanvändningen", dvs. bostäder och verksamheter, och transportsektorn interagerar i en återkopplingscykel, vid förändringar någonstans i systemet (Figur 1.1). Förändringar kan till exempel vara ny infrastruktur eller ny markanvändning (bostäder eller verksamheter), men skulle också kunna representeras av förändringar i befolkning eller ekonomin, eller omvärldsförändringar såsom teknik eller miljö. Kontexten i artikeln är den urbana: stads kärnor med förorter, bilar, trängsel och underlag för kollektivtrafik, men är allmänt giltig för att förstå hur "återkopplingscykeln" mellan markanvändning och transporter verkar.



Figur 1.1. "Återkopplingscykeln" mellan markanvändning och transporter. Notera att de olika besluten verkar på tidsskalor, som varierar mellan ögonblick (resebeslut) och årtal (beslut om investeringar och bebyggelse). Beslut om infrastrukturinvesteringar ingår inte i cykeln utan har bestämts "exogent" (utanför figuren). Cykeln beskriver hur mänsklig och ekonomisk rationalitet svarar på förändringar någonstans i transport- eller markanvändningssystemet.

Källa: Wegener och Fürst (1999)

<sup>7</sup> Detta brukar benämnas som "death of distance" och innebär substitution, komplementaritet med flera effekter mellan virtuell och fysisk tillgänglighet.

<sup>8</sup> Med transporteffektivitet inkluderas här steg 1 i Trafikverkets fyrstegsprincip – "tänk om" (Trafikverket 2021a).

Det är den rumsliga separationen av bostäder, aktiviteter, arbetsplatser och industrier som skapar resbehoven och behoven av godstransporter. Enligt författarna är effekterna av hur förändringar i transportsystemet (restider och tillgänglighet) påverkar markanvändningen mindre kända. Cykeln verkar enligt följande logik:

- Fördelningen av *markanvändningen*, dvs. byggnader för bostäder samt industriell och kommersiell verksamhet, påverkar var människor väljer att bo, arbeta, göra inköp, genomgå utbildning eller ägna sig åt fritidsverksamheter (*verksamheter*)<sup>9</sup>
- Fördelningen av mänskliga *verksamheter* i rummet kräver rumslig interaktion, dvs. resande och transporter, i *transportsystemet* för att överbrygga avstånden
- Fördelningen av infrastrukturen i *transportsystemet* skapar möjligheter för rumslig interaktion som kan mätas med *tillgänglighet*
- Fördelningen av *tillgänglighet* i rummet bidrar till lokaliseringsbeslut som resulterar i förändringar i *markanvändningen*.

Författarna listar vidare olika faktors förväntade påverkan i olika riktningar av cykeln<sup>10</sup> på olika väsentliga faktorer som befolkningstäthet, arbetstillfällen, grannskapsutformning, lokalisering, stadens storlek, tillgänglighet, reskostnad och restid.

Trots sin konceptuella enkelhet, som i grunden handlar om relationen mellan utbud och efterfrågan, aktiviteter och individer och ett transport- eller kommunikationssystem, är *tillgänglighet* ett mångfacetterat begrepp som behöver definieras olika beroende på vad som ska mätas (Song 1996). Svårigheterna att definiera tillgänglighet kantar begreppets historia – och svårigheterna har kanske inte minskat med övergången till att alltmer tillgänglighet är virtuell. Redan för femtio år sedan menade Gould (1969) till exempel att:

*Accessibility... is a slippery notion... one of those common terms that everyone uses until faced with the problem of defining and measuring it.*<sup>11</sup>

Koenig (1980) var inte tydligare när han karakteriserade tillgänglighet så här:

*From the empirical point of view, accessibility is basically an intuitive and qualitative concept, which may be expressed in a number of ways, (i.e. range of choice offered to the inhabitant, potential for spatial interaction or exchanges with other zones...).*

Weibull (1980) pekade samma år på diskrepansen mellan hur vagt tillgänglighet vanligtvis definieras och det mycket specifika sättet som tillgängligheten kvantifieras.

*However, there appears to be a gap between the general and somewhat vague verbal definitions of the concept and the very specific numerical indicators in current use.*

Även i modern tid pekar forskarna på oklarheter vad gäller tillgänglighet. Levine (2019) framhåller exempelvis att det saknas en tydlig definition för tillgänglighet och att tillgänglighet

<sup>9</sup> I stället för verksamhet skulle man kunna använda termen *tidsanvändning*.

<sup>10</sup> Markanvändning → transportsystem, transportsystem → markanvändning och transportsystem → transportsystem

<sup>11</sup> Liknande invändningar återfinns i Karlqvist (1975): "accessibility has become a key concept for characterising a fundamental principle of human activity: maximum contacts through minimum activity" men att "on this general level the idea about accessibility is quite uncontroversial. However, in order to make the term a useful tool for describing, explaining or predicting human organisation and behaviour more precise definitions are needed". Anderson (1971) å sin sida menar att det saknas kunskap om samband mellan tillgänglighet och beteenden: "very little is known about critical or 'threshold' accessibility levels ('objective' or 'perceived', minimum or maximum), and there is some confusion about the relative importance of social and spatial factors". Dalvi och Martin (1976) ser ett behov av ökad tydlighet vad gäller definitionen av tillgänglighet: "if accessibility is to play a key part in trip demand and other spatial interaction models, then it is crucial that we should have a clear and unambiguous definition for this term which is capable of being operationalised". Se även Song (1996): "The concept of accessibility requires rather precise definition if it to be employed as a useful indicator in urban analyses."

över tid snarare har kommit att bli en synonym till att omfamna allt nyskapande inom transportpolitiken.

*Accessibility has frequently suffered from a lack of definitional clarity, at times verging on a catch-all stand-in for "anything progressive in transportation"*

Miller (2018) anser vidare att det finns många frågor som fortfarande är utestående:

*Given this fundamental relationship between transportation and accessibility, it is surprising that accessibility remains a rather illusive concept in transportation planning and modelling, with a number of issues still existing concerning its definition, measurement and, most importantly, usage in practical applications.*

I den vetenskapliga litteraturen, i utredningar och i den dagliga offentliga debatten sker det dessutom förenklingar och förvanskningar av tillgänglighetsbegreppet, och det förekommer även begreppssammanblandningar. Exempelvis används begrepp som *(geografisk) tillgänglighet, användbarhet, närbarhet, centralitet, mobilitet, framkomlighet, avstånd, hastighet* osv. mer eller mindre synonymt. Ibland definieras tillgänglighet som dess raka motsats (icke-tillgänglighet). I många fall blandas tillgängligheten som platsegenskap ihop med den befolkningen som åtnjuter den. Förutom en stor mängd liknande begrepp finns det även en uppsjö av mått för att kvantifiera tillgänglighet, och det dyker kontinuerligt upp fler. Det finns därför ett behov av att ställa samman information om hur tillgänglighet kan definieras, operationaliseras och mätas i olika sammanhang – att sortera tillgänglighetens beståndsdelar, egenskaperna hos olika mått och deras användningsområden. Kunskapen om tillgänglighet och dess användning underlättas om vi har ett gemensamt språk och en gemensam uppfattning om de ingående begreppen.

Syftet med denna PM är därför att inventera och ställa samman teori och praktik om hur tillgänglighet kan definieras, avgränsas från andra snarlika begrepp, och mätas. Det görs genom att inventera forskningslitteraturen och praktiska tillämpningar. Inventeringen avser huvudsakligen interaktioner genom fysisk förflyttning med fokus på persontransporter. För tillämpningen av mått och analyser har vi hämtat exempel från transportpolitiken, inom lokal och regional planering, exempelvis inom infrastrukturplaneringen<sup>12</sup>. Men då tillgänglighetsanalyser i hög grad också berör markanvändning, till exempel var brandstationer, akutsjukhus och skolor ska ligga, var nya bostadsområden och sportanläggningar etc. bör anläggas är denna del också relevant att inkludera.

Ofta är det brist på resurser och gammal vana som styr vilka analyser som görs, vilket skulle kunna leda till att felaktiga policybeslut tas om man inte är medveten om förutsättningarna för analysen. Målsättningen med rapporten är därför att läsaren ska ha fått en djupare förståelse för vad tillgänglighet är och att tillgänglighet kan mätas på olika sätt, så att alternativa och kanske mer lämpliga mått och metoder kan prövas i den egna analysen. Ambitionen är att den ska tjäna till att inspirera till andra angreppssätt än de redan invanda och etablerade.

## 1.1 Disposition

I kapitel fyra till sju kommer respektive tillgänglighetsperspektiv och med tillhörande mått att redovisas med fokus på dess operationalisering, tolkning och kommunicerbarhet, samt

<sup>12</sup> Sverigeförhandlingen och Stockholmsförhandlingen (Trafikverket 2023f) är intressanta undantag från den gängse tillämpningen när det kommer till tillgänglighetsanalyser i infrastrukturplaneringen. I båda dessa förhandlingar efterfrågades det explicita redovisningar av vilka effekter som förväntades uppstå ifall en kommun eller en region skulle omfattas av investeringen. Dessa effekter skulle motivera varför en investering skulle ske, med en förväntning på kommunerna om att genomföra byggande av bostäder.

möjligheter att använda dem som sociala och/eller ekonomiska indikatorer att diskuteras. Vi inleder dock först med ett kapitel om hur tillgänglighet kan definieras (kapitel 2) och ett kapitel om olika typer av mått på tillgänglighet och vilka krav man kan ställa på ett tillgänglighetsmått. (kapitel 3). I kapitel 8 summeras tillgänglighetsmåttens styrkor och svagheter. I kapitel 9 redovisas fyra fall där tillgänglighetsmått kan användas, med fokus på infrastrukturplanering. Rapporten avslutas med en diskussion i kapitel 10.





## 2 Hur kan tillgänglighet definieras?

Som vi beskrev i kapitel 1 är tillgänglighet ett både enkelt men samtidigt ett diffust begrepp som handlar om ett samspel mellan start- och målpunkter, ett transport- eller kommunikationsnätverk, samt individuella preferenser och möjligheter att resa (eller kommunicera) för att ta del av ett utbud.

Litteraturen om tillgänglighet är omfattande och det förekommer en stor mängd definitioner. Kapitlet inleds därför med en genomgång av ett antal tillgänglighetsdefinitioner som förekommer i litteraturen, följt av en diskussion om tillgänglighet och andra snarlika begrepp. Därefter presenteras mer i detalj de olika aspekter som utgör tillgänglighetens byggstenar. En introduktion till virtuell tillgänglighet rundar av kapitlet.

### 2.1 Tillgänglighetsdefinitioner

Av litteraturen framgår det att det finns många olika definitioner på tillgänglighet, men genom att fokusera på deras beståndsdelar kan vi få en tydligare bild av begreppet. Några förslag på definitioner får tjäna som en illustration på hur olika aktörer och forskare har definierat tillgänglighet sedan nästan 70 år tillbaka, grupperade efter några bredare teman. Grupperingen är inte självklar utan delvis överlappande.

**Den första gruppen av definitioner** fokuserar på att verksamheter är rumsligt separerade, med varierande grad av möjlighet till interaktioner mellan start- och målpunkter (genom transportsystemet, mer eller mindre underförstått). I den här gruppen av definitioner handlar tillgänglighet om att överbrygga ett avstånd (eller mer allmänt, hinder) till en så låg uppoffring som möjligt, för att ta del av ett så stort utbud som möjligt. Varje studie har sin egen specifika formulering av definitionen. Många studier utgår dock från Hansens definition:

- *Accessibility is defined as the potential of opportunities for interaction [...] a measure of the intensity of the possibility of interaction rather than just a measure of the ease of interaction (Hansen 1959).*

Några exempel på liknande formuleringar är:

- *Through accessibility, there is a systematic relationship between the spatial distribution and intensity of development, and the quantity and quality of travel within a region (Wachs och Kumagai 1973).*
- *The concept of accessibility usually associates an appreciation of quality of transport conditions and an appreciation of the availability of satisfactory potential destinations with respect to a given need (Koenig 1978).*
- *From the empirical point of view, accessibility is basically an intuitive and qualitative concept, which may be expressed in a number of ways, usually in political or urbanistic terms (i.e. range of choice offered to the inhabitant, potential for spatial interaction or exchanges with other zones...) (Koenig 1980).*

- *The potential for interaction, both social and economic, the possibility of getting from home to a multitude of destinations offering a spectrum of opportunities for work and play* (Handy och Niemeier 1997).
- *[T]he "ease" with which desired destinations may be reached and is frequently measured as a function of the available opportunities moderated by some measure of impedance* (Niemeier 1997).
- *Tillgänglighet definieras som möjligheten att minimera eller överbrygga geografiska avstånd för att skapa kontaktmöjligheter och närhet till nyttor och funktioner så att behoven hos både medborgare, näringsliv och offentlig verksamhet kan tillgodoses. [Ökad tillgänglighet] kan därmed uppnås genom åtgärder och styrmedel inom alla trafikslag, annan kommunikation, lokalisering och bebyggelseplanering* (SIKA 2008).
- *Some measure of an opportunity at a place with the cost of actually realising that opportunity. Accessibility is often seen as a measure of the cost of getting from one place to another, traded off against the benefits received once the place is reached* (Batty 2009).

Ingram, som var geograf, uppehåller sig inte vid målpunkternas egenskaper, eller vilka individer som ska överbrygga avståndet, utan enbart vid vilken funktionsform som bäst speglar avståndets avtagande betydelse.<sup>13</sup> Han skiljer på tillgängligheten mellan **två** punkter ("relativ" tillgänglighet), och sammanlagd ("integral") tillgänglighet, som är ett aggregerat mått från en till **alla andra** punkter.

- *Accessibility may loosely be defined as the inherent characteristic (or advantage) of a place with respect to overcoming some form of spatially operating source of friction (for example, time and/or distance)* (Ingram 1971, Dalvi och Martin 1976).

I litteraturen förekommer det liknande formuleringar som bär spår av såväl Ingrams som Hansens formuleringar – för den senare under förutsättning att definitionen även inkluderar målpunktens egenskaper trots att det inte explicit uttrycks så i formuleringen.

- *In its most abstract form, accessibility involves a combination of two elements: location on a surface relative to suitable destinations, and the characteristics of the transport network or networks linking points on that surface* (Vickerman 1974).
- *the ease with which any land use activity can be reached from any particular location utilizing a given transportation system* (Zakaria 1974).
- *By accessibility from any origin zone i we mean the ease or difficulty in reaching the activities in that zone and in other zones j via the transport system* (Black och Conroy 1977).
- *[Accessibility is] the individual's location vis-à-vis opportunities within an urban area* (Hanson och Schwab 1987).
- *[A]ccessibility refers to the closeness of urban activities to one another, [and] is a function both of land use patterns and the transportation system that serves them* (Ewing 1993).
- *[Tillgänglighet är] att med begränsad uppoffring (resmotståndet) i form av förflyttning kunna nå så många värdefulla målpunkter (utbudet) som möjligt* (Regionplane- och trafikkontoret 2002).

<sup>13</sup> Detta blir dock svårt när det inte finns några attraktioner vid målpunkterna.

- *Erreichbarkeit ist ein Konzept, welches in diversen Bereichen wie zum Beispiel Infrastruktur- und Städteplanung, aber auch Marketing verwendet wird. Der Begriff hat heute zahlreiche Bedeutungen. Generell kann darunter die Anzahl der Möglichkeiten für das ökonomische oder soziale Leben verstanden werden, welche mit vertretbarem, dem Zweck entsprechenden Aufwand zugänglich sind. Erreichbarkeit bezeichnet somit die Qualität eines Raumpunktes, die sich aus seinen verkehrlichen Beziehungen zu attraktiven anderen Raumpunkten ergibt (Neumeier 2014).* I svensk översättning: Nåbarhet är ett begrepp som används inom olika områden, såsom infrastrukturplanering, stadsplanering och marknadsföring. Begreppet har idag många betydelser. Generellt sett handlar det om antalet möjligheter för ekonomiskt eller socialt liv som är tillgängliga med rimlig och ändamålsenlig ansträngning. Nåbarhet beskriver således kvaliteten på en plats, vilken framkommer genom dess trafikmässiga förbindelser med attraktiva andra platser.
- *[Accessibility is] the overall location utility, perceived by individuals, computed as a function of proximity to different transportation and urban facilities, such as metro and rail stations, public transportation stops, parking, as well as hospitals, schools, museums (Coppola och Silvestri 2017).*
- *Möjligheten att från ett område kunna nå olika målpunkter (Trafikverket 2018).*

**Den andra gruppen av tillgänglighetsdefinitioner** är något mer specificerade på själva **resmotståndet, restriktionerna, och behovet** – att utbudet ska vara **önskvärt**. Definitionerna lämnar även utrymme för **individuella variationer** i behov och förmågor<sup>14</sup>. Definitionerna utgår i många, men inte alla fall, från att aktiviteterna representeras av **verksamheter lokaliserade i rummet**, och att de fysiska avstånden överbryggs genom fysiska förflyttningar i ett transportsystem. Vissa definitioner är dock mer generella och nämner inte transportsystemet, och förutsätter inte att verksamheterna och utbudet måste vara placerat i ett fysiskt rum (de kan ändå ha presenterats i en kontext där transportsystemet är underförstått).

Wickstrom (1971) får illustrera tankemodellen och utgår från begreppet ett balanserat transportsystem som säkerställer att tillgängligheten (möjligheten att nå ett önskat utbud) sker inom ramen för ett antal villkor.

- *Balanced transportation is that mix of transportation modes which provides facilities and services offering a desirable level of access to opportunities to residents of an urban area. In addition it provides these opportunities in accordance with individual needs at the lowest possible cost, considering social, environmental and transportation factors (Wickstrom 1971).*

Andra definitioner i denna riktning tar fokus på själva uppoffringen och en kvantifiering av rimliga avstånd eller kostnader till viktiga<sup>15</sup> målpunkter för att leva ett bra liv:

- *Maximalt accepterade avstånd till aktiviteter baserade på en uppfattning om "the avoidance of fatigue, protection from traffic and other accident hazards, and positive encouragement to use the facilities" (Kaiser, Bulter m.fl. 1973).*
- *Accessibility has become a key concept for characterising a fundamental principle of human activity: maximum contacts through minimum activity" och att "on this general level the idea about accessibility is quite uncontroversial. However, in order to make*

<sup>14</sup> Dessa kan exempelvis vara körkortsinnehav, inkomstnivåer, utbildning, funktionsnedsättning med mera.

<sup>15</sup> Vilka avstånd eller kostnader som är rimliga, liksom vilka målpunkter som kan anses vara viktiga kan avgöras såväl objektivt som subjektivt.

*the term a useful tool for describing, explaining or predicting human organisation and behaviour more precise definitions are needed (Karlqvist 1975).*

- *Accessibility concerns physical and temporal constraints on behaviour and thus is an aspect of freedom of action of individuals (Weibull 1980).*
- *the amount of effort for a person to reach a destination (Geurs och Ritsema van Eck 2001). Det bör noteras att detta är en definition av "icke-tillgänglighet".*
- *Accessibility: can people get to key services at reasonable cost, in reasonable time and with reasonable ease? Accessibility depends on several things: does transport exist between the people and the service? Do people know about the transport, trust its reliability and feel safe using it? Are people physically and financially able to access transport? Are the services and activities within a reasonable distance? Solving accessibility problems may be about transport but also about locating and delivering key activities in ways that help people reach them (Social Exclusion Unit 2003).*
- *[Accessibility is defined] as the extent to which land-use and transport<sup>16</sup> systems enable (groups of) individuals to reach activities or destinations by means of a (combination of) transport mode(s) (Geurs och Ritsema van Eck 2001, Geurs och van Wee 2004).*
- *[Accessibility is defined as] the ease in meeting one's needs in locations distributed over space for a subject located in a given area (Cascetta, Carteni m.fl. 2012).*
- *Accessibility is the extent to which individuals and households can access day to day services, such as employment, education, healthcare, food stores and town centres. (Department for Transport (UK) 2014a).*
- *[Accessibility is defined as] the ease and convenience of reaching desired destinations (Manaugh, Badami m.fl. 2015).*
- *Accessibility is defined as the ease with which an area can be reached (van Grieken 2017).*
- *[Tillgänglighet är] en sammanställning av många faktorer som inbegriper den rumsliga fördelningen av varor och tjänster (såsom sysselsättning, hälso- och sjukvård, undervisning, butiker, näring, sociala begivenheter och rättsliga tjänster), människornas relativa belägenhet till dessa tjänster, samt transportsättens kvalitet och tillgänglighet<sup>17</sup> (Wimark 2017).*
- *We define perceived accessibility as "how easy it is to live a satisfactory life with the help of the transport system" (Cascetta, Carteni m.fl. 2012, Lättman, Olsson m.fl. 2018).*
- *We define perceived accessibility in terms of how easy it is to live a satisfactory life using the transport system which includes accessibility while using the transport system per se, ease of getting to the transport system, and the perceived possibilities and ease to live the life one wants with help of the transport system (Lättman, Friman m.fl. 2016).*

<sup>16</sup> Om även kommunikationsmedel, såsom telefoni, bredband med mera, inkluderas kan definitionen även sägas omfatta virtuell tillgänglighet.

<sup>17</sup> Observera att ordet tillgänglighet här används i en annan betydelse - för att beteckna om transportsätten går att använda för individer. Exempelvis om de är anpassade för personer med funktionsnedsättningar.

- *Perceived possibilities and ease to live the life one wants with the help of the transport system* (Lättman, Olsson m.fl. 2018)
- *[Perceived accessibility is defined as] the ease with which daily necessities and services that are essential to living a satisfactory life can be reached* (Liu, An m.fl. 2021).
- *Perceived accessibility is a measure of living a satisfactory life using public transportation* (Saif, Zefreh m.fl. 2019).
- *Perceived accessibility is defined as the perceived potential to participate in spatially dispersed opportunities* (Pot, van Wee m.fl. 2021).
- *Perceptions of accessibility are defined here as how an individual, or groups of individuals, understand or experience their own accessibility* (Curl 2018).
- *Perceived accessibility is subjective and measures an individual's perception on how easy it is to reach opportunities based on their own experiences. Measured accessibility is generally an objective measure but it can be a combination of objective and subjective measures and it can be defined as the ease of reaching and using opportunities or services from a location* (Ryan, Lin m.fl. 2016).
- *Hur lätt det är att nå ett rikt utbud av något* (Eliasson 2022b).

**Den tredje gruppen av definitioner** av tillgänglighet har fokus på individernas **värderingar** av **valmöjligheter** och den **nytta** som uppstår till följd av interaktionen:

- Leonardi (1978) specificerar inte en direkt definition på tillgänglighet, men menar att tillgänglighet är något som speglar individens nettonytta, det vill säga konsumentöverskottet, som individer erhåller genom att använda transportsystemet och markanvändningen. *[B]y a suitable definition of accessibility, the solution to the problem is the same as those obtained by other approaches, such as the balancing of attracted flow and facility size, or the maximization of consumer surplus.*
- *The benefits provided by a transportation/land-use system* (Ben-Akiva och Lerman 1979).
- *[Accessibility is defined as] the freedom of individuals to decide whether or not to participate in different activities* (Burns 1979). Restriktioner som begränsar individens frihet – eller tillgänglighet – är organiserade i tre komponenter: transporten, tiden och det geografiska rummet.
- Pirie (1979) utgår från ett tidsgeografiskt synsätt och föreslår att tillgänglighet ska betraktas som hur enkelt ("billigt") det är för en individ att, givet sina förutsättningar, skapa sig tidsutrymme. Tillgänglighet är inte bara ett resultat av en given infrastruktur, utan även av till exempel individens uppfinningsförmåga. Med hans egna ord är tillgänglighet: *"a condition (a vacancy) in an activity routine<sup>18</sup> which, either deliberately created or formed as a residual, permits travel to and from and participation in one or more activities. One way of measuring accessibility thought of in this way is in terms of the costs of creating the vacancy.*
- *[Tillgänglighet är] en sammanvägning av värderingar, dels av den upppoffring som resan innebär, dels av att nå ett utbud* (Berglund, Almström m.fl. 2017).

Från redovisningen av exemplen ovan kan vi konstatera att definitionen av tillgänglighet i tidigare forskning och tillämpning varierar, men att variationen sker inom vissa ramar. Till stora

<sup>18</sup> Se vidare avsnitt 7.2.

delar handlar skillnaderna om att man betonar olika delar. Definitionerna har också olika grad av allmängiltighet:

- vissa rör sig enbart i transportsystemet eller delar av det, medan andra även tillåter tillgång via andra, exempelvis virtuella, kontaktmetoder,
- några fokuserar på utbudet och andra på vägen dit, och
- några tar upp skillnader i individuella förutsättningar.

Baserat på de presenterade definitionerna föreslår vi att tillgänglighet bör definieras som **möjligheter att kunna delta i samhällslivet genom att överbrygga hinder (t.ex. ett avstånd<sup>19</sup>)** – det vill säga, potentialen eller nyttan av att till exempel kunna ta del av ett utbud som överensstämmer med individens behov och önskemål, eller att kunna erbjuda sina tjänster (eller sin arbetskraft, att idka handel, m.m.), men även möjligheter till rent socialt utbyte, kunskapsinhämtning, professionellt nätverkande, m.m.

Vi bör skilja på det väsentligen **platsbundna** begreppet tillgänglighet<sup>20</sup>, och den efterfrågan i **befolkningen** som kan dra nytta av denna tillgänglighet. Tillgängligheten på en plats är nämligen inte oberoende<sup>21</sup> av befolkningens egenskaper på platsens – förmågor, inkomster, bilinnehav med mera – men den är skild från denna befolknings **storlek**. Om befolkningens totala nytta med tillgängligheten på en plats ska beräknas, måste tillgängligheten, definierad på det här viset, multipliceras med befolkningens storlek.

Om befolkningen är uppdelad på flera grupper, måste tillgängligheten per grupp aggregeras genom att den multipliceras med gruppernas respektive storlek och sedan summeras till en total nytta eller potential per område. Denna potential kan vara mer eller mindre **realiserad**, dvs. i högre eller lägre grad mötas av efterfrågan på tjänsterna.

En viktig gränsdragning är den mellan samhällets ansvar och individens ansvar. Som Pirie (1979) konstaterade *skapas* tillgänglighet alltid i slutändan av *en individ*. Han betonade att människan är anpassningsbar och flexibel. Det samhället kan göra är att utjämna skillnader i förutsättningar mellan individer, vilket även gäller geografiska skillnader. Det är förstas en politisk fråga hur långt det offentliga åtagandet ska sträcka sig, och beslutsfattandet skiljer sig också mellan olika administrativa nivåer, men det är åtminstone viktigt för analysen att presentera mått på tillgänglighet som är relevanta för beslutsfattare på olika nivåer.

Vi har därför valt att göra en distinktion mellan den *platsbundna* tillgängligheten, och den potentiella *efterfrågan* i olika grupper i befolkningen. Det är främst den platsbundna tillgängligheten som är synlig och möjlig att påverka för beslutsfattare, åtminstone inom transport- och samhällsbyggnadsområdena, medan potentiell efterfrågan i minst lika hög grad är en fråga för familje-, skatte- och fördelningspolitiken.<sup>22</sup>

Om intresset kretsar kring tillgängligheten för olika befolkningsgrupper (till exempel socio-ekonomiska), olika färdstätt/färdmedel, eller olika resänder, måste tillgängligheten analyseras med avseende på dessa grupper, färdstätt eller ärenden separerat. Det förändrar inget i själva formlerna för de mått vi ska presentera senare, utan bara i vilka data som används i dem, och hur de presenteras.

Givetvis är en förutsättning att det finns disaggregerade data för sådana analyser. Därifrån är steget inte långt till tankar om skattning av tillgänglighet i form av tidsrumsliga prismor för

<sup>19</sup> Oftast tänker vi oss ett avstånd i fysisk bemärkelse. Men för att ta del av tjänster på internet tänker man mer på tidsåtgång och andra hinder, såsom digital kunskap, med mera, som hindrar oss att göra det vi egentligen vill göra.

<sup>20</sup> Om vi håller oss till den geografiska betydelsen av ordet.

<sup>21</sup> I många analyser används dock mått som är oberoende av befolkningens egenskaper.

<sup>22</sup> Man kan även nämna efterfrågan på virtuella tjänster, som är en fråga för till exempel bredbandsutbyggnad och fortbildning för äldre.

enskilda individer utifrån individens förutsättningar, tidsbudget, aktivitetsprogram och samhällets servicetider (Hägerstrand 1970, Miller 1991). Det senare perspektivet är dock inte så ofta förekommande. Kwan (1998) skriver exempelvis att distinktionen mellan platsbunden (eller fysisk) och individuell (eller personlig) tillgänglighet är särskilt viktig för att identifiera relevanta forskningsfrågor, men att den sällan utvecklas i litteraturen.

Tillgängligheten kan vara riktad både **från** platsen för observation ("dit-tillgänglighet"; **till** utbud, arbetstillfällen, flygplatser i Europa) eller **till** platsen för observation ("hit-tillgänglighet"; **från** marknadsområde, arbetskraft, upptagningsområde för skolelever eller vårdbehövande, flygplatser i Europa).

Genom att även inkludera vistelsetid och möjlighet att återvända till startpunkten har Transportstyrelsen benämnt detta som flygplatsers åtkomlighet respektive tillgänglighet.<sup>23</sup> Det behövs egentligen inget särskilt ord för "hit-tillgänglighet", utan man bör kunna tala om "tillgänglighet hit därifrån" eller "tillgänglighet dit härifrån".<sup>24</sup> När vi senare definierar mått på tillgänglighet är de matematiska formlerna många gånger desamma. Skillnaderna ligger i vilka data som används (dvs. hörande till det egna området eller övriga områden). **Om** det skulle behövas ett särskilt ord för **hit-tillgänglighet** kan det vara "åtkomlighet" (i motsatt betydelse till nuvarande användning av exempelvis Transportstyrelsen), "nåbarhet" eller liknande.

Nåbarhet är ett begrepp som skulle kunna användas i stället för tillgänglighet, när fokus ligger på målpunkten: "hur nåbar är en målpunkt med det existerande transportsystemet?". Den distinktionen benämns i litteraturen också som "aktiv" respektive "passiv" tillgänglighet. Med **aktiv** tillgänglighet avses alltså hur enkelt det är att ta del av ett utbud, till exempel inköp, underhållning, utbildning, arbete, etc. för en individ på en viss plats (fokus på målet med resan, och behovstillfredsställelse).

**Passiv** tillgänglighet betecknar i stället hur enkelt det är för potentiella användare att nå en viss plats **utifrån**, t.ex. kunder, arbetstagare, leverantörer, etc. och ta del av dess utbud (Cascetta, Carteni m.fl. 2012).<sup>25</sup>

I det här sammanhanget bör det också göras en distinktion mellan tillgänglighet **till** transportsystemet (exempelvis om man har tillgång till bil eller inte, eller om individen bor inom ett visst avstånd till en hållplats med en avgång dit denne vill åka) och tillgänglighet **med** transportsystemet.

Tillgänglighet med eller i transportsystemet kan också benämnas **användbarhet** – att transportsystemet är användbart för resenärerna, i en objektiv mening.<sup>26</sup> Varje individ har samtidigt subjektiva uppfattningar, preferenser, resurser och förmågor, som bestämmer nivån på tillgänglighet, vilka delvis kan vara korrelerade med objektiva mätbara storheter som hushållssammansättning, ålder, inkomster, fordonsinnehav, med mera.

<sup>23</sup> Begreppet åtkomlighet används också av de svenska geograferna Erlandsson (1970) och Erlandsson och Lindell (1993, 1996) samt i uppföljningen av svenska flygplatsers kontaktmöjligheter (Transportstyrelsen 2023). Transportstyrelsen har för de undersökta flygplatserna beräknat hur lång tid det är möjligt att vistas på destinationsorten vid ett dagsbesök, se vidare avsnitt 7.4.1.

<sup>24</sup> Bruinsma och Rietveld (1998) använder begreppen *inbound* och *outbound accessibility*.

<sup>25</sup> Såväl Kwan (1998) som Cascetta, Carteni m.fl. (2012) hänvisar till Pirie (1979), Hanson (1995) och Miller (2007) för diskussioner av dessa koncept och de metodproblem som kan uppstå. Se även kapitel 7 för en fördjupning om individer i tid och rum.

<sup>26</sup> I andra länder, t.ex. Norge, används istället begreppet *universell utformning* enligt definitionen i konventionen om mänskliga rättigheter för personer med funktionsnedsättning (Utrikesdepartementet 2008, art. 2). Andra alternativ är *universell design* (Danmark, Irland) eller *design för alla* (Finland, SIS (2019)).

Transportsystemet ska även vara **ekonomiskt överkomligt** (Trafikanalys 2021d). Det som uttrycks där är att transportsystemet ska vara tillräckligt billigt att använda även för dem med lägst inkomster.<sup>27</sup>

Andra liknade användbarhetsaspekter som kan översättas till termer av resemotstånd (se vidare avsnitt 2.2.2) är upplevelse av trygghet, komfort och andra kvalitetsaspekter. Ju mindre trygg en resenär känner sig, desto större är resemotståndet mot att genomföra resan med ett visst färdmedel. En hög komfort bidrar å andra sidan till ett mindre upplevt resemotstånd. Transportkostnaden är med andra ord lägre för ett sådant färdmedel, allt annat lika.

Alla dessa aspekter vägs samman när individen bedömer sin individuella tillgänglighet. Det hindrar oss dock inte från att ändå dela upp aspekterna i individuella, subjektiva respektive objektivt mätbara aspekter (se vidare avsnitt 7.1), hänfödda till individens situation kopplat till den fysiska planeringen, till tidtabeller och utformningen av fordon och infrastruktur.

I debatten, i utredningar och i forskningen förekommer det också snarlika begrepp som ibland används synonymt med tillgänglighet såsom **mobilitet**, **framkomlighet**<sup>28</sup>, **pålitlighet** **reliabilitet**<sup>29</sup>, **kapacitet**, **trängsel**, **punktlighet**, **snabbhet**, **centralitet**<sup>30</sup>, **rörlighet** (**mobilitet**), med flera. Vi vill här framhålla att medan alla dessa begrepp är eller kan vara ingående delar i tillgänglighetsbegreppet, omfattar inget av dem tillräckligt många av de aspekter som vi menar behöver ingå – se avsnitt 2.2 nedan.

Vi kan som exempel ta begreppet **kapacitet**. Låt säga att det på en väg inte råder någon kapacitetsbrist (det vill säga, det råder inte någon trängsel och alla kan framföra sitt fordon enligt skyltad hastighet). Att då addera ytterligare en fil innebär inte att tillgängligheten ökar – det gör den enbart om det föreligger kapacitetsbrist. Kapacitet bör därmed inte användas synonymt med tillgänglighet. Det är en komponent av tillgänglighet, men den kan inte likställas med begreppet tillgänglighet. Flera sådana liknande begrepp kan dock med fördel användas

<sup>27</sup> När vi betraktar kostnader och inkomster kommer vi dock även in på andra samhällsområden som skatte- och bidragspolitik, socialtjänst och annat.

<sup>28</sup> Framkomlighet avser normal enbart restid på specifika sträckor eller i exempelvis urbana områden.

<sup>29</sup> Pålitlighet har definierats som "sannolikheten att ett nätverk fungerar tillfredsställande på föreslagen servicenivå för avsedd tidsperiod under de förhållanden som är för handen" ("*the probability of a network performing at its proposed service level adequately for the period of time intended under the operating conditions encountered*"), se Billington och Allan (1992), Wakabayashi och Iida (1992), Immers, Egeter m.fl. (2011). Forskningslitteraturen, se exempelvis Chen, Yang m.fl. (2002) och Clark och Watling (2005), har identifierat ett antal olika typer av pålitlighet:

**Anslutningssäkerhet** (*connectivity reliability*) handlar om sannolikheten att ett nätverk av noder fortsätter att vara sammankopplade när de utsätts för en yttre påverkan. Detta är speciellt lämpligt för analyser av händelser i onormala situationer som naturkatastrofer (eller extrema incidenter).

**Kapacitetspålitlighet** (*capacity reliability*) tar hänsyn till sannolikheten att nätverket kan ta emot en viss trafik efterfrågan på en erforderlig servicenivå.

**Beteendetillförlitlighet** (*behavioural reliability*) tar hänsyn till en effekt på genomsnittlig nätverksprestanda, vilket antas uppstå från det modifierade, genomsnittliga beteendet hos förare i deras inställning till det oförutsägbara och/eller de upplevda riskerna. Frågan är hur man representerar (i ett jämviktsperspektiv) påverkan på det typiska vägvalsmönstret eller på andra svar som val av avgångstid.

**Potentiell tillförlitlighet** (*potential reliability*) syftar till att identifiera potentiella svaga punkter/problem och deras effekt(er). I detta sammanhang kan flera metoder användas som föreslår mått för att bestämma nätverkets sårbarhet, exempelvis ett ramverk för robusthetsanalys (Snelder, van Zuylen m.fl. 2012) eller en identifiering av sårbara länkar i nätverket (Knoop, Snelder m.fl. 2012). Ibland likställs detta med robusthet (Snelder, Calvert m.fl. 2014).

**Restidstillförlitlighet** (*travel time reliability*) tar hänsyn till sannolikheten att en resa kan göras inom ett angivet tidsintervall (Immers, Egeter m.fl. 2011) varvid en bedömning av sträckans restider (härledd från restider) görs. För användaren av nätverket är restiden mest informativ (jämfört med kapacitet, beläggning, flöde, etc.). van Grieken (2017) fokuserar på pålitligheten av flera färd sätt på en rutt. Det omvända, med ett färd sätt och flera rutter har exempelvis studerats av de Boer (2014). Se även Jenelius (2010), Jenelius och Cats (2015), Jenelius och Mattsson (2015) och Mattsson och Jenelius (2015).

<sup>30</sup> Begreppet centralitet uttrycker hur central en nod är i ett nätverk; det finns flera olika mått på detta, såsom *degree*, *closeness*, *betweenness*, *eigenvector*, m.fl. (FOI 2012). I Hellervik, Nilsson m.fl. (2019), Hellervik (2021), Hellervik, Nilsson m.fl. (2021) har utvecklats ett molnbaserat verktyg som beräknar s.k. preferentiell centralitet för tomter i ett transportnätverk som omfattar hela Sverige.



för att beskriva transportsystemets funktionalitet, det vill säga hur transportsystemet är utformat och dess kvalitet, se vidare Appendix 11.1.

Ett annat exempel är **mobilitet**. Sveriges Allmännyttan (2023), som här får illustrera en bred uppfattning i samhället om vad mobilitet symboliserar, definierar det så här:

*Enkelt uttryckt handlar mobilitet om människors möjlighet att transportera sig själva och gods till de platser de vill nå. För en god mobilitet behövs å ena sidan bra infrastruktur, å andra sidan lämpliga transportmedel.*

Det som är angeläget för Sveriges Allmännyttan handlar om att säkerställa ett fungerande transportsystem, som gör att individer kan överbrygga geografiska avstånd för att ta del av ett utbud. Det ligger nära en definition av tillgänglighet, men med tonvikt på själva förflyttningen eller transporten, medan tillgänglighetsbegreppet mer generellt handlar om möjligheten att ta del av ett utbud. Mobilitet är med andra ord en möjlighet till förflyttning, som inte beaktar möjligheten till virtuell tillgång.<sup>31</sup>

Denna synbara likhet mellan tillgänglighet och mobilitet gör att begreppen ofta blandas samman och används synonymt med varandra (Levine 2019, Ljungberg 2022). Mobilitet kan liksom tillgänglighet vara **potentiell** (kombinationen av ett körkort och en parkerad bil i garaget, eller en närliggande trafikerad hållplats) eller **realiserad** (ett antal genomförda resor eller tillryggalagda personkilometer). Mobilitet kan därför mätas i termer av till exempel bil-innehav, tillgång till eller användning av kollektivtrafik, antal genomförda resor eller resta kilometer (Reno 1988, Ewing 1993).

Mobilitet kombineras dessutom gärna med hållbarhet och blir då "hållbar mobilitet" eller **smart mobilitet**. Detta reduceras sedan i praktisk tillämpning inte sällan till renodlad teknikutveckling av mobilitetstjänster, i stället för ett ifrågasättande av vilken typ av mobilitet (eller tillgänglighet?) som bör stödjas/skapas, för vem och under vilka premisser.<sup>32</sup>

Närliggande begrepp till tillgänglighet och mobilitet i den lilla skalan finns även de engelska begreppen *livability* och *walkability*, som kan ses som summan av ett antal faktorer som avgör om en plats är attraktiv att bo på, eller möjliggör ett hållbart levnadssätt ur transportsynpunkt (Vale, Saraiva m.fl. 2015, Livability 2023). Vi har även begreppet **transporteffektivitet**, som innefattar möjligheten att välja alternativa (mer effektiva) transportsätt, eller att helt välja bort fysiska transporter (Trafikverkets "steg 1-åtgärder").

## 2.2 Tillgänglighetens fyra byggstenar

Vi har nu börjat ringa in vad tillgänglighet är genom att lyfta fram ett antal begrepp. Dessa kan oftast inordnas under något av fyra grundelement som tillsammans utgör tillgänglighetsbegreppets byggstenar (Zakaria 1974, Geurs och Ritsema van Eck 2001, Geurs och van Wee 2004).

- 1) **Markanvändning** – Hur är efterfrågan (oftast befolkning) lokaliserad i förhållande till efterfrågat utbud (målpunkter, dess kvalitet och mängd)? Även aspekter av konkurrens

<sup>31</sup> "Mobilitet är det sätt som destinationen kan nås under rådande omständigheter" (Preston och Raje 2007, Bocarejo och Oviedo 2012, Manaugh, Badami m.fl. 2015, Wimark 2017).

<sup>32</sup> Se exempelvis Hedegaard Sørensen, Isaksson m.fl. (2020) som menar att "introduktion av smart mobilitet är inte en neutral fråga, utan tvärtom en fråga med ett utpräglat politiskt innehåll, eftersom den rör formandet av framtidens mobilitet, samt makt och fördelning av resurser i samhället. Regionala kollektivtrafikmyndigheter är i grunden politiskt styrda organisationer, men vi kan notera att frågan om smart mobilitet trots detta inte diskuteras som den politiskt laddade fråga den är. Det finns idag en tendens att reducera den till en fråga om renodlad teknikutveckling."

om ett begränsat utbud inkluderas, exempelvis arbetssökande om möjliga arbetsplatser eller turister som vill besöka rekreationsområden.

- 2) **Transportsystemet** – Utgörs av tre delar, 1) utbudet av infrastruktur, dess lokalisering och karaktäristika (exempelvis hastighet, antal körfält, kollektivtrafiktidtabeller, reskostnader etc.), 2) efterfrågan på resor, 3) karaktären av hur transportsystemet används som ett resultat av hur efterfrågan och utbudet möts (hur ser flödena ut i systemet). Den första delen uttrycks i ett resmotstånd (resimpedans, resuppostring, generaliserad reskostnad) i termer av vilka kostnader i bred bemärkelse som är förknippade med dess nyttjande (se avsnitt 2.2.2) mellan start- och målpunkter. Kostnaden består dels av olika komponenter av restiden, till exempel vänte-, bytes- och ombordtid. Men det kan också ingå monetära kostnader såsom drivmedelspris, parkeringsavgift, taxor och tariffer, eller andra typer av resuppostringar i form av bekvämlighet, kvalitet eller restidsosäkerhet som olika färdmedel erbjuder vid en resa. När flera aspekter inkluderas i reskostnaden uppstår det till slut ett behov av att uttrycka reskostnaderna med en gemensam enhet. Denna kostnad uttrycks då ofta monetärt genom att transformera resuppostringen till kronor som då uttrycker en generaliserad reskostnad. Alla ingående aspekter som ingår i den generaliserade transportkostnaden har då åsatts ett värde.<sup>33</sup>

Ett specialfall inträffar när det är möjligt att ta del av utbud som är lokaliserat på en annan plats **utan att resa dit**, exempelvis streaming av filmer och musik, eller en konsert som sänds på internet. I detta fall är resemotståndet i princip noll<sup>34</sup> då det inte görs någon resa, samtidigt är upplevelsen något begränsad än om man hade varit med på plats i konsertlokalen. I takt med att IKT tar en allt större plats i våra dagliga rutiner innebär det att tillgängligheten också påverkas. Det kan benämnas tillgänglighet utan transport. En enkel approximation kan vara att sätta transportkostnaden till nära noll, men van Wee, Geurs m.fl. (2013) har visat att samtliga fyra byggstenar påverkas, se mer om detta i avsnitt 2.3.

- 3) **Tidrumsliga aspekter** – Avser olika typer av tidsbegränsningar, så kallade "temporala restriktioner". Det kan handla om öppettider vid målpunkterna, avgångstider för bussen osv., eller vilken tidsbudget resenären har för att ta del av utbudet.
- 4) **Individens preferenser** – Avspeglar individernas behov (utifrån ålder, inkomst, hushållssituation etc.), förutsättningar (ex. funktionsnedsättning, körkortsinnehav) och möjligheter (inkomst, resebudget, utbildning etc.) att kunna ta del av utbudet som finns i målpunkterna och att kunna använda transportsystemet.

Markanvändningen och transportsystemet interagerar på två sätt, med olika tidsskalor: 1) den rumsliga fördelningen av aktiviteter bestämmer samtidigt behovet av resor och transporter av varor i transportsystemet för att överbrygga avstånd mellan lokaliseringarna, 2) lokaliseringarnas tillgänglighet bestämmer samtidigt lokaliseringsbeslut hos hushåll och företag, vilket resulterar i förändringar i markanvändningen. Denna process påverkar och påverkas dessutom av individuella preferenser och tidrumsliga aspekter, vilket illustrerades i kapitel 1 med Wegener och Fürst (1999) återkopplingscykel (Figur 1.1).

Med andra ord, tillgänglighet är ett resultat av de fyra byggstenarnas karaktäristika och hur de interagerar med varandra. Markanvändningen påverkar tillgängligheten genom att avgöra utbudet av aktiviteter att besöka, transportsystemet avgörs av restider, kostnader och uppostring, den individuella byggstenen avgörs av individernas önskemål, behov, förmågor och möjligheter och den temporala byggstenen av tidsrestriktioner hos aktiviteterna och hos

<sup>33</sup> De kalkylvärden som bör användas i transportsektorns samhällsekonomiska nyttokostnadsanalyser tas fram av ASEK, se Trafikverket (2024a).

<sup>34</sup> Å andra sidan krävs det dator- och kommunikationsutrustning, abonnemang, med mera, som medför en kostnad att ta del av konserten.

individerna. Enskilda byggstenar påverkar också varandra genom återkoppling. Markanvändningen påverkar resefterfrågan och kan leda till tidsrestriktioner, vilket i sin tur kan påverka individers möjligheter att resa, och vice versa. En förändring någonstans i denna iterativa process kan utvärderas, se kapitel 9. På längre sikt är tillgänglighet en lokaliseringsfaktor för individer och företag, vilket påverkar det framtida behovet att resa, individernas ekonomiska och sociala möjligheter och tiden som krävs att ta del av aktiviteter.

Varje byggsten kan i sin tur delas upp i mindre delar, beroende på vilka analyser man vill göra. Till exempel kan olika typer av markanvändning urskiljas och analyseras var för sig, beroende på *vad* det är viktigt att mäta tillgänglighet *till*. Om syftet är att åstadkomma fler jobbsökningar och bättre matchning på arbetsmarknaden är tillgänglighet till ett stort antal relevanta arbetsplatser önskvärt (Wimark 2017). Omvänt, från arbetsgivarens håll är det tillgängligheten till kvalificerad arbetskraft som är av betydelse. För familjer som ska välja bostadsområde är tillgänglighet till barnomsorg, skola, service och dagligvaror viktiga faktorer (Cullinane och Stokes 1998, Westin, Knutsson m.fl. 2019a).

### 2.2.1 Markanvändning, målpunkter och attraktion

Markanvändning representeras av att både bostäder och verksamheter tar plats i rummet och i regel är separerade från varandra (vi bortser här som vanligt från virtuella verksamheter). Som regel tänker vi på bostaden som referenspunkten och olika typer av verksamheter som målpunkter, dit vi vill nå för att utträta arbete eller ärenden. Men vi kan också analysera tillgängligheten till befolkningen i olika åldrar med utgångspunkt från lokalisering av exempelvis ett sjukhus eller en skola, till konsumenters inkomster för att bestämma butikens potentiella marknadsområden, eller till kvalificerad arbetskraft eller andra resurser utifrån arbetsplatsers behov. Målpunkter är både platser för produktion och konsumtion, för möten, transaktioner, arbete och studier: skolor, vårdinrättningar, arbetsplatser, inköpsställen, vänner och släktingar, områden för fritid och rekreation, med mera.

Om utgångspunkten är människors bostäder är det ofta inte endast ett ärende som behöver genomföras utan flera, och då är det rationellt att besöka dem utefter en rutt och inte mellanlanda i hemmet mellan varje ärende. Tillgänglighetsmått som sammanfattar hela reskedjor (se kap 7) blir dock betydligt mer komplicerade än om de bara utgår ifrån, säg, hemmet.

När vi analyserar tillgänglighet vill vi gärna analysera platsen separat från befolkningen som bor på den, eftersom tillgängligheten påverkas av så många individuella och socioekonomiska aspekter. Det är också viktigt att skilja på olika situationer där måtten ska användas, till exempel: för prognoser och planering, för uppföljning, beräkning av total nytta, eller för identifiering av svaga grupperns tillgänglighet eller platser med låg tillgänglighet. Om platsers tillgänglighet ska bedömas i syfte att utjämna skillnader eller säkerställa en grundläggande tillgänglighet, kan inte den idag bosatta befolkningens preferenser få tillåtas spela in i beräkningen och bedömningen av tillgängligheten. I det fallet är det bäst att laborera med en genomsnittlig individ för beräkningarna. Om däremot den totala nyttan av åtgärder i transportsystemet eller målpunkterna ska bedömas måste hela befolkningen räknas med, med befintlig fördelning av bostäder och preferenser.

Det är därför praktiskt att hålla isär *platsens* tillgänglighet från *invånarnas* tillgänglighet – dvs. den grupp av människor på platsen – boende, hushåll, konsumenter – som efterfrågar eller utför tjänster på andra platser. Den totala nyttan blir produkten av befolkningen och platsens tillgänglighet<sup>35</sup>, eller, om det finns mer disaggregerade data, summan av varje befolkningsgrupps på platsen tillgänglighet – till exempel efter kön, ålder, inkomster, innehavare av bil eller periodkort, funktionsnedsättningar, med mera.

<sup>35</sup> Jämför skillnaden mellan gravitationsmått och gravitationsformeln i avsnitt 5.1.2.

## 2.2.2 Infrastruktur och generaliserad reskostnad (resimpedans)

Intresset för att resa mellan två platser minskar i takt med att resimpedansen<sup>36</sup> eller resmotståndet ökar (i form av avstånd, tid, hinder och kostnad). Hur personer uppfattar resmotståndet kan variera utifrån:

- Färdsättens karaktär och komfort (bil, kollektivtrafik, etc.)
- Resärende (arbetspendling, inköp, sociala aktiviteter, etc.)
- Hushållens karaktäristika (inkomst, utbildningsnivå, etc.)
- Destinationens karaktär (avståndet upplevs olika betydelsefullt ifall destinationen är en stor shoppinggalleria jämfört med om det är snabbköpsbutik).

Den kostnad som förknippas med att resa mellan A och B benämns reskostnad. Denna kostnad kan exempelvis räknas i restid, dvs det antal minuter som gick åt att resa. Men det kan också ingå andra aspekter i kostnaden såsom drivmedelspriser eller resuppoffringen i form av grad av (o)bekvämlighet eller kvalitet som olika färdsätt erbjuder vid en resa. När flera aspekter inkluderas i reskostnaden uppstår det till slut ett behov av att uttrycka reskostnaderna med en gemensam enhet. Denna kostnad uttrycks då ofta monetärt genom att transformera resuppoffringen till kronor - en generaliserad reskostnad (GK)<sup>37</sup>. Värderingen av tid i pengar, alltså hur många kronor en minut motsvarar, benämns i praktiken som tidsvärde.<sup>38</sup> Ju högre tidsvärdet är, desto mer tycker resenären det är värt att betala för att minska restiden – varje minut utgör ju då ett större resmotstånd.<sup>39</sup> Det innebär också att avståndet mellan A och B kan ha olika funktionell form, något som identifierades av Hansen (1959), se mer om avstånd (*distance decay* funktion) i kapitel 5.

Det vanligaste sättet att specificera en GK är en linjär funktion av en summa av restider (av olika slag), reskostnad och förseningsrisk, där varje komponent multipliceras med en relativ vikt (Eliasson 2022b, a). Det är vanligt att man sätter vikten för reskostnad till 1, så att GK därmed uttrycks i enheten kronor.

$$c_{jm} = \alpha_m + p_{jm} + \sum_k \beta^k t_{jm}^k + \gamma f_{jm}$$

Här betecknar  $c_{jm}$  den generaliserade reskostnaden till målpunkt  $j$  med färdmedel  $m$ ,  $p_{jm}$  är reskostnaden (priset),  $t_{jm}^k$  är olika restidskomponenter (till exempel ombordtid, väntetid, bytestid osv.) och  $f_{jm}$  medelförseningen (eller något annat mått på restidsosäkerhet),  $\beta^k$  är

<sup>36</sup> Resimpedansen beskriver hur svårt det är att resa från en plats till en annan. Impedansen beräknas ofta med restid, avstånd, reskostnaden eller en kombination uttryckt som en generaliserad reskostnad. Se Bhat, Handy m.fl. (2000) för en inventering av ingående variabler, samt i avsnitt 11.4 för en redovisning av de variabler som ingår i resimpedansfunktionen i Sampers.

<sup>37</sup> Alla ingående aspekter som ingår i den generaliserade transportkostnaden har då åsatts ett värde (Trafikverket 2024a). En viktig fördel med att använda GK som bas för tillgänglighetsmått är att den direkt fångar hur tillgängligheten påverkas av olika åtgärder som till exempel ändringar av turtäthet, bränslepris eller hastighetsgränser.

<sup>38</sup> En vanlig missuppfattning är att tidsvärdet anger hur mycket tiden är värd. Tidsvärdet indikerar det omvända: hur mycket en tidsbesparing är värd. Ju bekvämare och mer produktiv restiden är, desto mindre angeläget är det att spara in på den tiden, eftersom den utgör ett mindre resmotstånd. "Värdet av tidsbesparingar" från den engelska motsvarigheten "value of travel time savings" är en bättre benämning. Restidsvärderingar bestäms genom att studera hur individer väljer i verkligheten eller i hypotetiska val i tidsvärdesstudier, se exempelvis WSP (2010). Principen är att man analyserar resenärers resbeteende statistiskt, och undersöker hur deras val mellan färdmedel, målpunkter och liknande kan förklaras av restider, reskostnader, bekvämlighet osv.

<sup>39</sup> Att stå i regnet och vänta på en buss har mycket högt tidsvärde jämfört med att sitta ombord på ett bekvämt tåg, till exempel. Det är genom tidsvärdena för olika slags restid som resans bekvämlighet fångas: ju bekvämare resa desto lägre tidsvärde. På motsvarande sätt, ju högre trängseln ombord på en buss blir desto högre blir tidsvärdet för passagerarna. Det innebär att den generaliserade reskostnaden även kan fånga andra förändringar än ändrad restid eller reskostnad, som till exempel ökad bekvämlighet i fordon eller cykelbanor som ersätter cykling i blandtrafik. En resa som blir tryggare eller bekvämare får ett lägre resmotstånd per minut (lägre tidsvärde), och då sjunker den generaliserade reskostnaden, även om restiden räknat i minuter är densamma som förut.

tidsvärden för de olika typerna av restid, och  $\gamma$  är förseningstidsvikten. Parametrarna  $\beta^k$  och  $\gamma$  bestäms genom att estimeras någon modell som så väl som möjligt förklarar resenärers val.<sup>40</sup>  $\alpha_m$  är så kallade färdmedelskonstanter<sup>41</sup> som kan tolkas som restposter som fångar alla övriga delar av GK.

I Jonsson, Bengtsson m.fl. (2017) beräknas den generaliserade kostnaden för att resa mellan startpunkt  $i$  och målpunkt  $j$  för olika färdmedel och ärenden som:

$$GC_{i,j}^{k,m} = \alpha^{k,m} \cdot restid_{i,j}^{k,m} + \beta^{k,m} \cdot reskostnad_{i,j}^{k,m} + \gamma^{k,m} \cdot annat_{i,j}^{k,m} + \ln(\text{attraktivitet vid målpunkten}_j^k)$$

där:

$i$  = startpunkt

$j$  = målpunkt

$k$  = ärende (arbete, tjänste, övrigt)

$m$  = färdmedel (bil, kollektivtrafik, gång, cykel respektive bil, buss, höghastighetståg, tåg, flyg)

$\alpha$  = restidsparameter

$\beta$  = reskostnadsparameter

$\gamma$  = vektor med parametrar för andra variabler än restid och reskostnad

$annat$  = vektor med övriga variabler än restid och reskostnad

Den generaliserade reskostnaden kan vara olika för olika personer och i olika situationer, även om restid och reskostnad är likadana, eftersom preferenser varierar både mellan människor och mellan situationer. Till exempel kan restid vara en olika stor uppoffring per minut beroende på hur bekväm eller produktiv restiden är, eller hur bråttom man har. Eftersom det finns vissa systematiska skillnader i sådana preferenser mellan grupper, så kan man analysera hur olika gruppers generaliserade reskostnad skiljer sig åt, och därmed deras tillgänglighet.

### 2.2.3 Efterfrågan och konsumentöverskott

Som vi såg i avsnitt 2.2.1 ovan kan markanvändning betyda lokalisering av både befolkning och verksamheter. Om vi fokuserar på befolkningens lokalisering (bostäder) är det också naturligt att analysera efterfrågan på varor och tjänster. Det kan därför vara värt att nämna några ord om begreppet konsumentöverskott. Begreppet är av relevans i samband med ekonomisk utvärdering av en tillgänglighetsförändring (se avsnitt 9.2), exempelvis vid ett införande av nya taxor på kollektivtrafiken eller öppnande av en ny broförbindelse, vilka båda beror på insatser från det allmänna.

Enligt ekonomisk teori kan nivån på nyttan/välfärden (*welfare*) kvantifieras genom att summera den summa pengar personer är villiga att betala för att ta del av ett visst utbud, exempelvis en resa, se avsnitt 6.2. Detta motsvarar den värdering befolkningen tillmäter att ha tillgång till ett möjligt utbud. Denna betalningsvilja är dock inte detsamma som det faktiska

<sup>40</sup> Valen kan till exempel komma från en resvaneundersökning eller ibland från hypotetiska val mellan flera konstruerade alternativ. Den vanligaste statistiska metoden är att ansätta en logitmodell för valet mellan olika alternativ och estimeras parametrarna med maximum likelihood. Det har bland annat fördelen att den estimerade modellen exakt kommer att stämma med resenärernas genomsnittliga val mellan alternativ samt deras genomsnittliga reskostnad, restider och medelförsening.

<sup>41</sup> Sådana konstanter är nödvändiga om den generaliserade kostnaden omfattar flera olika färdmedel, eftersom de ser till att färdmedelsandelarna blir korrekta. En av färdmedelskonstanterna brukar normeras till noll.

priset – ett pris som oftast är detsamma för alla konsumenter.<sup>42</sup> Det innebär att endast de konsumenter som har en betalningsvilja som överstiger priset för varan kommer att genomföra ett köp (i vårt fall att genomföra en resa). Den mängd välfärd som de upplever är skillnaden mellan vad de hade varit villiga att betala och det pris de faktiskt betalar. Denna differens benämns konsumentöverskott – på engelska *consumer surplus* (CS).

Om priset faller kommer efterfrågan på resor att öka. De konsumenter som redan köpte biljetter till det gamla priset får då ett tillkommande konsumentöverskott. Dessutom finns det en del konsumenter som nu köper en biljett då deras betalningsvilja överstiger det nya lägre biljettpriset. Hur stort det tillkommande konsumentöverskottet blir kan approximativt räknas ut som prisförändringen multiplicerat med antal nya sålda biljetter dividerat med två. Denna formel benämns *rule-of-the-half* (RoH). För att denna approximation ska gälla görs ett antagande om att efterfrågan är linjär i den generaliserade kostnaden. Eftersom efterfrågan realistiskt sett inte är linjär, krävs för en mer exakt beräkning att hänsyn tas till skillnader i marginalnyttan av pengar mellan inkomstgrupper (se på sidan 95, avsnitt 6.2 nedan, och avsnitt 6.4, fotnot 139).

Konsumentöverskottet så som det har beskrivits ovan utgår från Marshalls efterfrågekurva, även kallad den icke kompenserade efterfrågekurvan. Denna kurva inkluderar endast substitutionseffekten som uppstår av en prisförändring. En prisförändring innebär dock i regel både en substitutionseffekt (från en vara till en annan) och en inkomsteffekt (ökad eller reducerad köpkraft när budgeten ökar respektive minskar). Båda effekterna inkluderas däremot i Hicks kompenserade efterfrågekurva. Hicks föreslog också ett alternativt mått på välfärdsförändring – *compensating variation* (CV) som definieras som det maximala beloppet som kan tas ifrån personen så att denne har en lika hög nytta som före prissänkningen. Och omvänt, så måste ett motsvarande belopp ges till denne om priset i stället hade höjts. Ett närliggande mått är ekvivalent variation (EV) som uttrycker det minimibelopp som måste ges till konsumenten så att denne hade fått lika stor nytta som om prissänkningen hade genomförts. Med andra ord, CV använder den tidigare nyttonivån och nya priser, medan EV använder nya nyttonivån och de gamla priserna. Både EV och CV ger storleksmässigt liknande resultat som konsumentöverskottet (CS). Givet att vi antar att tidsvärden och andra värderingar<sup>43</sup> är desamma före som efter förändringen sammanfaller de tre välfärdsmått<sup>44</sup> ekvivalent variation (EV), kompenserande variation (CV) och (marshallianskt) konsumentöverskott. Ofta används CS som en approximation för CV.

<sup>42</sup> Här bortser vi från att priser kan variera genom rabatter till vissa personer, exempelvis ungdomar eller pensionärer, eller dynamisk prissättning.

<sup>43</sup> Konsumentöverskottet från en logitmodell är logsumman dividerad med marginalnyttan av inkomst, plus en godtycklig konstant (Train 2009, Jonsson, Bengtsson m.fl. 2017). För att detta ska vara sant krävs att marginalnyttan är konstant, dvs. att nyttan beror linjärt av inkomst. För investeringar eller policyförändringar där förändringen i konsumentöverskott är liten i jämförelse med den totala inkomsten, kan formeln användas trots att marginalnyttan varierar med inkomst. Detta innebär att marginalnyttan av högre inkomst blir en skalparameter för tillgänglighetsberäkningar, och att den absoluta nivån på tillgängligheten är okänd. Endast skillnader i tillgänglighet är väldefinierade som skillnader i logsumma. Dessa skillnader kan vara antingen för en plats i två olika scenarier eller för två olika platser i samma scenario.

<sup>44</sup> De tre måtten skiljer sig åt endast om förändringarna är så stora att tidsvärden och övriga värderingar förändras av dem. Sådana effekter kan man förvänta sig uppstå om förändringarna är så stora att de ger upphov till stora förändringar i total restid, totala resutgifter eller disponibel inkomst för enskilda hushåll. Genom att dividera logsumman med marginalnyttan av inkomst (Small och Rosen 1981) erhålls *Compensating Variation* (CV).

## 2.3 Tillgänglighet i informationsåldern – virtuell tillgänglighet

Som vi har sett ovan (avsnitt 2.1) kan alltså tillgänglighet definieras som möjligheter att kunna delta i samhällslivet genom att överbrygga hinder (t.ex. ett avstånd<sup>45</sup>) – det vill säga, potentialen eller nyttan av att till exempel kunna ta del av ett utbud som överensstämmer med individens behov och önskemål, eller att kunna erbjuda sina tjänster (eller sin arbetskraft, att idka handel, m.m.), men även möjligheter till rent socialt utbyte, kunskapsinhämtning, professionellt nätverkande, m.m.

I en mer snäv, transportpolitisk bemärkelse kan man säga att "hindren" är begränsade till hinder att fysiskt kunna förflytta sig själv (eller gods) i ett transportsystem. Denna snävare betydelse av "hinder" utesluter ändå inte beroende av IKT, eftersom IKT genomsyrar hela samhällslivet, så kallade *general purpose*-tekniker (*GPT*). Det krävs idag IKT-tjänster både för att framföra fordon, anlita kollektivtrafik och andra delade, plattformsbaserade transportsätt såsom hyrbilar, taxi och system av hircyklar. IKT används för övervakning och reglering av trafiken i storstäder.<sup>46</sup> Inte minst krävs IKT för personlig navigering, betallösningar och laddning av elfordon, och den kan även hjälpa personer med funktionsnedsättningar med olika speciallösningar.

Virtuell tillgänglighet (IKT-tillgänglighet) behandlas i denna PM endast översiktligt, men det är viktigt att hålla i minnet att den redan står för en mycket stor del av vår samlade tillgänglighet, och att den förväntas öka än mer framöver.<sup>47</sup> Till exempel spelar virtuell tillgänglighet en avgörande roll för diskussionen om ett transporteffektivt samhälle. Det är dock mycket svårt att uppskatta omfattningen av den virtuella tillgängligheten och dess utveckling, av våra aktiviteter och tidsanvändningen på nätet, eftersom det saknas detaljerad statistik på området (Digitaliseringskommissionen 2016).

I takt med att IKT, med allt mindre och mer kraftfulla bärbara enheter, som utvecklats under de senaste tre decennierna påverkas tillgängligheten på alla tänkbara sätt, och inom tillgänglighetens alla fyra "byggstenar" som beskrevs i avsnitt 2.2. Dels påverkas vårt resbeteende direkt: hur mycket vi efterfrågar resor, vilken typ av resor, och även själva genomförandet av resan. Men det har också blivit möjligt att utföra uppgifter, arbeta, göra inköp, umgås socialt med mera på nya sätt som delvis ersätter resbehoven, och delvis skapar nya resbehov. Detta påverkar de individuella komponenterna av tillgänglighet, dvs. när vi kan utföra olika uppgifter, och även var, vilket på sikt kan påverka markanvändningen. Slutligen har det skapats en mängd nya tjänster som inte ersätter några gamla, utan i stället konkurrerar med andra aktiviteter (inklusive resande) genom den tid som åtgår för både konsumtion och produktion: t.ex. onlinespel, sociala medier, streaming med mera (se Figur 2.1).

Lavieri, Dai m.fl. (2018) ställer upp fem aspekter som påverkar upplevelsen av virtuell tillgänglighet:

1. Ägande av en IKT-enhet – fast eller mobil.
2. Abonnemang hos en internetleverantör, samt täckningen i det nätverket.

<sup>45</sup> Oftast tänker vi oss ett avstånd i fysisk bemärkelse. Men för att ta del av tjänster på internet tänker man mer på tidsåtgång och andra motstånd, såsom digital kunskap, med mera som hindrar oss att göra det vi egentligen vill göra.

<sup>46</sup> så kallade ITS, intelligenta transportsystem

<sup>47</sup> I Trafikverket (2017a) definieras digital tillgänglighet som åtkomst till varor, tjänster, service, arbetsplatser och samhällsfunktioner via digitala verktyg och utan fysiska transporter. Till området räknas även möjligheterna att samverka och mötas digitalt (resfritt), vilket berör både medborgare, myndigheter och företag. Den digitala tillgängligheten bygger på en robust infrastruktur, i första hand bestående av ett väl fungerande fibernät.

3. Förmågan eller kunskapen att använda enheten, appar och tillhörande funktionaliteter.
4. Förmågan att genomföra aktiviteter virtuellt (t.ex. arbete).
5. Sammanlagd tillgänglig tid för att genomföra specifika aktiviteter, t.ex. utanför arbets- eller skoltid (påverkar även fysisk tillgänglighet).

De fem aspekterna påverkar den personliga upplevelsen av virtuell tillgänglighet på samma sätt som förmågor och upplevelse av tillgång till olika färdmedel, körkort, familjeförhållanden, avstånd till hållplats och tidtabell i kollektivtrafiken, med mera påverkar den fysiska tillgängligheten.

Salomon (1986) tog fram en typologi av sex "kanaler" (vårt ord) genom vilka IKT-användning – dvs. virtuell tillgänglighet – påverkar våra fysiska aktiviteter och resvanor:

- Substitution – den virtuella aktiviteten ersätter lokaliseringsbaserade aktiviteter, vilket eliminerar resbehovet.
- Komplementaritet – den virtuella aktiviteten leder till nya lokaliseringsbaserade aktiviteter.
- Modifiering – den virtuella aktiviteten ändrar tidpunkten, varaktigheten eller platsen för lokaliseringsbaserade aktiviteter.
- Neutralitet – ingen observerbar effekt på lokaliseringsbaserade aktiviteter.
- Aktivitetsfragmentering – virtuella aktiviteter splittrar upp aktiviteter i flera delar, som kan utföras på flera platser och vid flera tidpunkter, på grund av IKT:s förmåga till kontinuerlig fjärrtillgång till information och personer.
- Mångsysslande – det simultana realiserandet av flera aktiviteter, såsom fjärrarbete, e-handel eller korrespondens under tiden för resa, fysisk handel eller fysiskt möte.

Att nyttan av dessa nya verksamheter är grovt underskattade i välfärdsberäkningar, i synnerhet BNP-måttet, trots att de värderas högt av användare, visas genom uppskattningar av konsumentöverskottet av icke-prissatta tjänster såsom sociala medier, sök- och karttjänster med mera i USA (Brynjolfsson och Collis 2019). Det uppskattade värdet av enbart användandet av Facebook motsvarade 225 miljarder dollar per år, eller 6 procent av USA:s genomsnittliga BNP-ökning under perioden 2004–2017.

Att värdet av IKT-användning underskattas kan förklaras av att det främst är tidsanvändningen som har påverkats, och tidsanvändningen mäts inte lika ofta eller lika noggrant som ekonomiska transaktioner (SCB 2022a, US BLS 2023). Framför allt mäts inte IKT-användning på detaljerad nivå, eller på sätt som skulle kunna identifiera eventuella substitutions- eller komplementeffekter.

van Wee, Geurs m.fl. (2013) summerar det dåvarande kunskapsläget om IKT:s inverkan på själva resandet – utifrån empiriska belägg och kunskapsluckor, under tre rubriker:

- Substitution–komplementaritet. Detta är väl studerat. Komplementaritet är viktigare än substitution. Substitution av arbetsresor bestäms mer av individuella karaktäristika än av restid och IKT. Ökad e-handel ökar även den fysiska handeln, och för en del är inköp målinriktat, för andra nöjesinriktat.
- Mångsysslande–fragmentering. I liten grad studerat och förstått. IKT leder till en omorganisering av aktiviteter och resande i tid och rum. Mångsysslande ("multi-



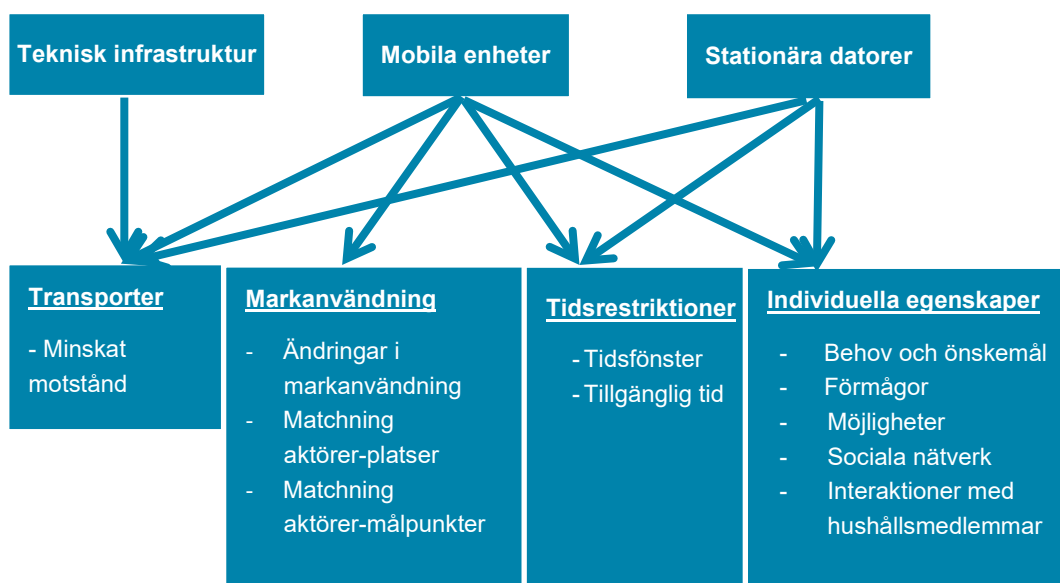
tasking”) minskar den generaliserade kostnaden av att resa. Fragmentering av verksamheter kan leda till mer resande.

- Val av färdssätt, rutt och avgångstid. Högt ställda förväntningar på ett effektivare transportsystem har kommit på skam. Effekter av satellitnavigation kan leda till ökad efterfrågan.

van Wee, Geurs m.fl. (2013) nämner också de dubbeltydiga sociala effekterna av IKT. Å ena sidan befaras internetanvändande vara förknippat med negativa sociala effekter, såsom minskat antal kontakter och sämre kvalitet på upplevelserna än i verkliga livet. Men internetbaserad IKT kan också berika människors sociala liv genom den stora mängd sociala kontakter som kan knytas och underhållas över hela världen. Det kan handla om kontakter med gamla vänner, mer frekventa möten med personliga och professionella kontakter, eller med människor som delar liknande intressen.

Effekter som inte nämns i artikeln är den minskade fysiska aktivitet och det ökade stillasittande som IKT-användande skulle kunna leda till, vilket i så fall skulle kunna få negativa effekter på folkhälsan. Effekterna bland barn är dock långt ifrån entydiga (SCB 2017, Lundbäck 2022).<sup>48</sup>

För att mer detaljerat beskriva hur varje tillgänglighetskomponent (byggsten) i avsnitt 2.2 påverkas av olika IKT följer här en kort sammanfattning av fynden i van Wee, Geurs m.fl. (2013), även här utifrån empiriska belegg och kunskapsluckor (Figur 2.1).



Figur 2.1. Inverkan av IKT:s tre delkomponenter på tillgänglighetens fyra byggstenar. Källa: van Wee, Geurs m.fl. (2013), figur 1.

1. **Transporterna.** Den huvudsakliga påverkan av IKT är att resuppostringen minskar, på flera olika sätt. Dels genom information före resan, dels under resan genom personlig informationsbehandling, samt genom infrastrukturbaserad informationsdelning (ITS). Kunskapsgapet består huvudsakligen i hur IKT påverkar reskomforten.
2. **Markanvändning.** Påverkan på samspelet mellan markanvändning och transporter, på fördelningen av aktörer över givna målpunkter (aktiviteter), och på vilka personer som utför vilka aktiviteter i vilka målpunkter (den rumsliga fördelningen av aktiviteter).

<sup>48</sup> Detta är effekter som inte direkt har med tillgängligheten att göra, utan utgör en möjlig negativ externalitet.

Samspelet mellan markanvändning och transporter är noga studerat men inte specifikt hur IKT påverkar markanvändningen.

3. **Tid och rum.** Påverkan på antalet tillfällen och möjligheter vid olika tider på dygnet; påverkan på tillgänglig tid för individer att delta i olika aktiviteter. Ej väl studerat eller förstått.
4. **Individen.** Påverkan på behov och önskemål; påverkan på möjligheter för t.ex. barn, äldre och personer med funktionsnedsättning. Ej väl studerat eller förstått.

Till dessa direkta effekter av IKT på de fyra tillgänglighetsbyggstenarna kommer de indirekta effekterna av IKT mellan olika komponenter. Exempel som ges i artikeln är att användandet av IKT under resa kan minska resupoffringen och göra järnväg mer konkurrenskraftig, vilket kan påverka markanvändningen i riktning mot fler bostäder och arbetsplatser i närheten av stationer.

Ett annat exempel är hushållssituationen som kan bestämma vilka möjligheter personer har att utföra ärenden med begränsade öppettider, hämta barn på förskolan, och att IKT mellan familjemedlemmar kan överbrygga tillgänglighetsproblem med kort varsel, minska stress, öka den subjektiva tryggheten med mera. Existerande litteratur om påverkan från IKT på tillgängligheten tar enligt van Wee, Geurs m.fl. (2013) inte hänsyn till dessa interaktioner, och det är också svåra analyser att göra där risken för sammanblandning av olika orsaker och effekter är påtaglig.<sup>49</sup>

För att ett idealt tillgänglighetsmått ska kunna fånga upp påverkan av IKT behöver enligt van Wee, Geurs m.fl. (2013) alla byggstenar ovan ingå. För att kunna kalibrera måttet mot IKT-användning behöver även effektstudier göras som visar på hur mycket olika typer av IKT påverkar måttet, jämfört med andra förändringar och åtgärder.

Det är i mångt och mycket ett obeforskat område idag, så när som på vissa fallstudier som handlar om hur IKT, e-handel och arbete hemifrån påverkar resandet. En möjlig väg kan vara att följa upp hur tidsanvändningen förändras över tid; att jämföra tid för transporter med så kallad skärmtid.

Lavieri, Dai m.fl. (2018) har utvecklat ett konceptuellt och analytiskt ramverk baserat på fysisk och virtuell tillgänglighet<sup>50</sup> i ett strukturellt ekvationssystem (SEM<sup>51</sup>), för att undersöka samspelet mellan val av flera virtuella och fysiska aktiviteter.<sup>52</sup> De kontrollerar för IKT-användning, fysisk tillgänglighet och demografi.

Ramverket betraktar val av aktivitet och resor som konsekvenser av individuella, hushålls- och arbetsrelaterade egenskaper, som påverkas av objektiva indikatorer på virtuell och fysisk tillgänglighet. Men hushållsförärförjarens *uppfattning* av sin fysiska och virtuella tillgänglighet spelar också in som faktorer i beslutsprocesserna i form av latenta psykologiska "konstrukt", vilka tillåts vara korrelerade med varandra och påverka utfallen separat.

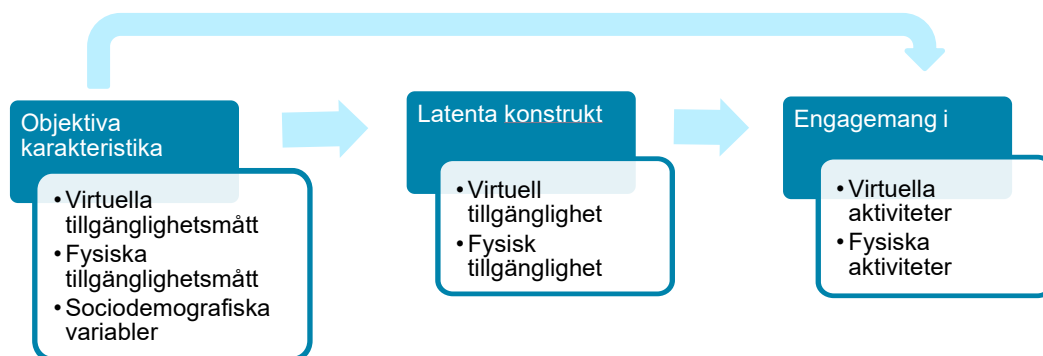
<sup>49</sup> Även efter van Wee, Geurs m.fl. (2013) saknas det till stor del nyare studier inom detta forskningsområde. Ett undantag skulle möjligen kunna vara studier av effekterna i samband med corona-pandemin, ett s.k. "naturligt experiment", och överflyttningen från fysiska möten och arbetsplatser till distansmöten och ökat arbete hemifrån (se exempelvis Trafikanalys (2020b, 2022c, 2022b). Notera dock att dessa studier inte tar hänsyn till, och beräknar framför allt inte några mått på sådana interaktioner.

<sup>50</sup> Lavieri, Dai m.fl. (2018) använder begreppet "virtuell tillgänglighet" där van Wee, Geurs m.fl. (2013) använder "IKT-baserad" dito.

<sup>51</sup> Se Jöreskog (1969), Bhat (2015), (Wallentin 2024)

<sup>52</sup> Lavieri, Dai m.fl. (2018) skiljer mellan virtuella aktiviteter och teleaktiviteter. Teleaktiviteter är aktiviteter som traditionellt involverar resor, men som kan utföras på distans med hjälp av IKT (t.ex. distansarbete, vissa möten och inköp). Virtuella aktiviteter omfattar ett bredare utbud av aktiviteter i den digitala världen, förutom teleaktiviteter även andra aktiviteter som mikroblogg eller användning av sociala medier, som inte har någon motsvarighet i den fysiska världen.

Enligt psykologisk teori bestäms individers beteende av underliggande personliga faktorer, uppfattningar och vanor som kallas "konstrukt", och inte direkt av exogena objektiva faktorer.<sup>53</sup> Antaganden om att beteendet enbart bestäms exogent kan då leda till felaktiga slutsatser.<sup>54</sup>



Figur 2.2. Konceptuellt och analytiskt ramverk för analys av hur virtuell tillgänglighet påverkar fysisk tillgänglighet.

Källa: Lavieri, Dai m.fl. (2018), figur 1.

Anm: "latenta konstrukt" är psykologiska termer för föreställningar och preferenser för virtuell respektive fysisk tillgänglighet, som påverkar valen av "engagemang" i fysiska respektive virtuella aktiviteter. De modelleras med ett antal proxyvariabler vardera och tillåts ha slumpmässiga variationer och korrelationer med varandra.

Lavieri, Dai m.fl. (2018) har med ramverket bland annat analyserat egenskaper hos aktivitetskedjan under resan, för att studera eventuella fragmenteringseffekter orsakade av IKT-användning på aktivitetsval och schemaläggning. Författarna modellerar vidare med hjälp av ramverket multipla aktivitets- och reseutfall med hjälp av resvanedata. Utfallen kan vara kontinuerliga, ordnade kategoriska eller räknetal, t.ex. antal gånger man arbetar hemifrån, beställer hämtmat eller e-handlar med hemleverans.

Resultaten bekräftade dels kända fakta som till exempel att den virtuella tillgängligheten är högst bland yngre och välbärgade personer, att äldre behöver stöd med både virtuell och fysisk tillgänglighet för att inte exkluderas från samhället, att heltidsarbetande kvinnor och småbarnsföräldrar har mindre flexibilitet i form av distansarbete och kläms av tidsknappa scheman, samt att e-handel inte nödvändigtvis innebär färre fysiska shoppingturer.<sup>55</sup>

Viktigast är kanske att studien visar att beslut om virtuellt och personligt aktivitetsdeltagande utanför hemmet sker simultant och därför också bör modelleras som ett paket av inbördes beroende faktorer. Att ignorera denna "paketkaraktär" av människors aktivitetsval kan leda till felaktiga slutsatser om effekterna av virtuellt aktivitetsdeltagande (t.ex. arbete på distans eller e-handel) på arbete eller personliga aktiviteter utanför hemmet. Det skulle i så fall även påverka slutsatser om lämpliga policyåtgärder för att uppnå transporteffektivitet, t.ex. genom att gynna distansarbete, e-handel m.m.

Det är samtidigt viktigt att komma ihåg att kunskaper och förmågor även varierar när det gäller fysisk tillgänglighet, till exempel efter ekonomi, tillgång till fordon, körkort, trafikerad hållplats, funktionsnedsättning med mera. Historiskt sett har det även funnits andra perioder då ny

<sup>53</sup> Begreppet konstrukt kan användas på olika sätt inom psykologin, men här används det i G. A. Kellys (1905–1967) betydelse. Enligt honom bildar varje människa sina personliga konstrukter i sin strävan att kunna förstå och förklara vad som sker inom och omkring henne. "Hur man uppfattar familj, vänner, arbetskamrater, chefer och så vidare är något som ingår i ett konstruktssystem där de olika elementen [...] utformas genom uppfattningarnas påverkan på varandra." (Psykologiguiden 2008)

<sup>54</sup> Jämför med den mer komplicerade *theory of planned behavior* enligt vilken en individs beteende styrs av dess intention, som i sin tur är en funktion av den personliga attityden, det sociala trycket och den upplevda kontrollen att kunna genomföra aktuellt beteende (Ajzen 1991, Forward 2004, Eriksson 2007).

<sup>55</sup> Data var dock något gamla, från 2011 och 2012 och Förenade kungadömet, vilket förmodligen hängde samman med att de innehöll sju dagars resdagböcker samt uppgifter om e-handel och distansarbete.

teknologi introducerats, då skillnaderna mellan olika samhällsgrupper ökat tillfälligt beroende på hur fort den nya teknologin har omfamnats, marknader utvecklats, konkurrensen ökat och priser sjunkit.

Sedan internets genombrott har det också talats mycket om "digitalt utanförskap" (*digital divide*), som i stor utsträckning är kopplad till ålder, inkomst, utbildningsnivå och etnisk bakgrund (SIKA 2007, Andersson 2019, 2020, Andersson, Blomdahl m.fl. 2021, Andersson, Blomdahl m.fl. 2023). Förmågan att hantera information i datorer och bärbara enheter påverkar inte bara möjligheten att delta i digitalt överförda aktiviteter, utan påverkar i allt större utsträckning individens förmåga att resa med kollektivtrafik, planera en resa, köpa biljett, följa med vid förseningar, etc. Även förmågan att ta del av utbudet av framväxande mikromobilitet såsom cyklar, elskotrar, och hyrbilar "på gatan" påverkas av dessa faktorer.

Mått på virtuell tillgänglighet är i dagsläget begränsade till infrastrukturmått (se avsnitt 11.1), täckningsmått<sup>56</sup>, öppettider, och är ett utvecklingsområde inte minst inom Trafikanalys egen måluppföljningsverksamhet. För virtuell kommunikation kan infrastrukturmått innebära utbyggnad av bredbandskommunikation eller mobil täckningsgrad för olika datahastigheter (PTS 2023, Trafikanalys 2023a). För virtuell kommunikation är det fortfarande relevant med servicetider hos tjänsterna, men hindren är av en annan natur än avstånd och restid: till exempel internetkunskap, enhetstillgång, app-tillgång och app-kunskap, uppkopplingshastighet, med flera.

---

<sup>56</sup> Täckningsmått inkluderar t.ex. mobiltäckning, bredbandstäckning, och kan ange andel av Sveriges ytor där användare normalt befinner sig som täcks av mobilsignal över en viss styrka, eller andel av hushållen som har bredband av en viss hastighet (PTS 2023). Dessa kan sägas vara en variant på efterfrågemått, se avsnitt 3.2.

## 3 En typologi av tillgänglighetsmått

I det här kapitlet ringar vi in vad som kännetecknar olika typer av mått på tillgänglighet, och delar upp dem i kategorier utefter deras egenskaper och användningsområde. Kapitlet inleds med en beskrivning av vad ett tillgänglighetsmått bör ha för egenskaper. Det finns en hierarki av egenskaper, från axiom, som måste vara uppfyllda, till mer eller mindre önskvärda kriterier som beror på typ av analys, datatillgång och fokus för studien. Därefter följer en listning av olika typer av mått som utvecklas i de kommande kapitlen.

### 3.1 Önskvärda egenskaper hos måtten

#### 3.1.1 Axiom och byggstenar

Utifrån en aktuell frågeställning och vald tillgänglighetsdefinition går det, som vi sett ovan, att beräkna tillgänglighet med ett antal olika mått. En del av måtten är enkla att beräkna och lätta att kommunicera, medan andra kan vara mer komplicerade både att beräkna och kommunicera, men vara mer lämpliga då de har en solid vetenskaplig grund att stå på, beskriver aktuellt resbeteende bättre, eller kan ta hänsyn till individuella skillnader. Men innan vi går in på de olika typerna av mått bör vi gå igenom de egenskaper som är önskvärda för tillgänglighetsmått, egenskaper som till stor del känns igen från genomgången av definitionerna i kapitel 2. En lista på egenskaper som är önskvärda i olika sammanhang hjälper oss att bedöma och så småningom rekommendera vilka mått som ska prioriteras i olika sammanhang.

Geurs och van Wee (2004) listar fyra huvudkriterier som tillgänglighetsmått bör uppfylla. Det **första huvudkriteriet** handlar om måttets teoretiska grund och metodologiska styrka. Det vill säga, måttet bör idealt sett inkludera samtliga fyra byggstenarna i avsnitt 2.2 (det vill säga, måttet ska vara känsligt för förändringar i såväl transportsystemet som markanvändningen, liksom kunna fånga upp förändringar av såväl temporal som individuell art).

Det ideala måttet bör också kunna uppfylla följande fem axiom, som säger att tillgängligheten:

1. ska öka när resmotståndet minskar ("geografins första lag"),
2. ska öka när utbudet i målpunkterna ökar (definition på tillgång),
3. ska minska om efterfrågan ökar på ett begränsat utbud i målpunkterna (effekten av konkurrens),
4. inte ska förändras när utbudet ökar, ifall ingen kan nyttja det utan att bryta tidsrestriktionen (brist på efterfrågan),
5. inte ska förändras när utbudet ökar, ifall ingen kan nyttja det på grund av bristande förutsättningar (till exempel körkort, funktionsnedsättning, utbildningsnivå) (brist på efterfrågan).

Dessa axiom sammanfaller delvis med Weibull (1976), som definierade tre matematiskt formulerade axiom som varje tillgänglighetsmått bör uppfylla: målpunkternas ordning, dvs. strukturen på data ska inte påverka måttet; måttet ska inte öka med ökat avstånd eller minska med ökad attraktivitet; målpunkter utan värde ska inte bidra till måttet.

Det kan här läggas till att axiom och byggstenar är önskvärda egenskaper hos ett idealt tillgänglighetsmått, och att om inte analysen kräver det behöver de inte vara uppfyllda. Ofta tonas något eller några av axiomen eller byggstenarna ned, av praktiska och ekonomiska skäl. Vilka byggstenar och axiom som slutligen används beror på vilket perspektiv man anlägger, och vilket fokus tillgänglighetsstudien har.

Det **andra av huvudkriterierna** är mer praktiskt betingat och består av kraven på data och beräkningskapaciteten, det vill säga om måttet är operationaliserbart. Det ställer frågor om i vilken form data finns och i dess omfattning, aktualitet, geografisk upplösning och kvalitet i största allmänhet. Detta kriterium handlar även om kostnad att dels ta fram data, dels att beräkna måtten.

Ibland kan det finnas behov av licenser, datorkraft och konsultstöd för att genomföra beräkningar och tolkningar av resultaten. Tillgänglighetsmåttens tolkningsbarhet är det  **tredje huvudkriteriet** vilket även omfattar graden av kommunicerbarhet och användbarhet (transparens).

Det  **fjärde huvudkriteriet** handlar om måttens användbarhet i utvärderingar av förändringar av markanvändning och transportsystemet. Det kan exempelvis handla om ekonomiska och sociala effekter.

Även andra författare har satt upp kriterier för vad måtten ska innehålla. Zakaria (1974) menade att tillgänglighetsmått i transport- och lokaliseringssystem behöver beakta följande tre faktorer.

1. Den geografiska fördelningen och intensiteten i markanvändning till vilken man önskar ha tillgänglighet.
2. Färdsätt och kvalitet på transporttjänsterna, vilket inkluderar hastighet, kostnad, komfort och bekvämlighet hos färdstället.
3. Resenärernas socioekonomiska egenskaper, såsom inkomst och bilnehav, vilka påverkar deras resbeteende.

Man skulle här kunna utvidga Zakarias kriterier och lägga till att det inte bara är resenärernas egenskaper, utan befolkningens i allmänhet, som är av betydelse för bedömningen av tillgängligheten. På samma sätt är det inte enbart egenskaperna hos de färdställen som faktiskt används som är av betydelse, utan även sådana som hypotetiskt skulle kunna användas.

Miller (2018) menar att det finns en generell förståelse för att tillgänglighet och tillgänglighetsmått ska uppfylla följande kriterier, som även han kallar axiomatiska. Tillgängligheten<sup>57</sup>:

- varierar från punkt till punkt i rummet,
- är specifik för aktiviteten (resans syfte),
- kombinerar begreppet *reseimpedans* (dvs. lättheten/svårigheten att nå eller interagera med olika punkter i geografien) med begreppen *attraktionskraft* eller *antal möjligheter* (dvs. önskvärheten av/möjligheter till interaktion vid en given punkt),

<sup>57</sup> Kursiveringarna är Millers egna.

- är ett mått på *potentialen* att interagera. *Rörlighet* (mobilitet), å andra sidan, är förverkligandet av denna potential när det gäller faktiska resor genom transportsystemet,
- är en integral eller summering över möjligheternas utrymme (aktionsrummet<sup>58</sup>), viktat med lättheten av interaktion. Om det finns många attraktiva butiker nära mitt hem, är min tillgänglighet för shopping klart högre än om det bara finns ett begränsat antal tillgängliga butiker som är av dålig kvalitet och/eller ligger väldigt långt bort,
- är nära knutet till efterfrågan på resor, likaväl som lokalisering av hushåll och företag är det.

Man kan förstås diskutera vart och ett av dessa "axiom". Det första är till exempel inte sant om rummet är indelat i områden – då är tillgängligheten densamma i hela delområdet. För att kunna mäta tillgänglighet behövs data, som i regel är kopplat till områden med en viss utsträckning i rummet. I den fjärde punkten blandar Miller in mått på tillgänglighet, som inte är detsamma som definitionen av begreppet.

Trivector<sup>59</sup> undersökte 2010–11 för Trafikverkets räkning ett antal möjliga mått på tillgänglighet i tätorter, för att möjliggöra en långsiktig styrning mot ett hållbart transportsystem. I studien pekades på sju saker som kan tjäna som vägledning då man ska välja tillgänglighetsmått:

1. Vad ska måttet användas till?
2. Vems tillgänglighet ska beskrivas?
3. Tillgänglighet till vilket slags utbud (typ av målpunkt/typ av resa)?
4. På vilken detaljeringsnivå ska utbudet beskrivas?
5. Till vilka möjliga målpunkter ska tillgängligheten beskrivas?
6. Vilka kvalitetsrestriktioner/villkor ska användas?
7. Hur ska redovisning ske?

Här tas många av de aspekter upp som Geurs och van Wee nämner i sina huvudkriterier ovan, utom möjligen byggstenen tidsrestriktioner samt datakvalitet/kostnadsfrågor. Wilson (1971) föreslår på ett liknande sätt en checklista för den som vill bygga en rumslig interaktionsmodell (gravitationsmodell), vilka också bestämmer tillgänglighetsmåttets egenskaper – i hans fall gravitationsmått<sup>60</sup>:

1. vilken grad av disaggregering (nedbrytning; geografisk, färd sätt och nätverkens servicenivå, tid på dagen, resärende) är önskvärd (möjlig)?
2. hur ska attraktion (kvalitet) definieras?
3. hur ska impedans (hinder, resmotstånd) mätas?
4. hur ska start- och målpunkter definieras?

<sup>58</sup> Se även tidsgeografi i avsnitt 7.2.

<sup>59</sup> Trafikverket (2012)

<sup>60</sup> Wilsons nio punkter är här begränsade och kondenserade till endast fyra (Bhat, Handy m.fl. (2002), kap 2; Wilson (1971), s. 28–29).

Vi kan nu sammanfatta kriterierna på tillgänglighetsmått i det här avsnittet. Tillgänglighetsmått ska:

1. beskriva åtminstone något eller några av följande aspekter:
  - a. transportsystemet
  - b. markanvändning, dvs. verksamheter och målpunkter av olika slag, utspridda i rummet
  - c. befolkningens egenskaper, dvs. karaktären på efterfrågan
  - d. tidsrestriktioner hos befolkning, transportsystem och verksamheter

Det ska också uppfylla relevanta axiom.<sup>61</sup>

2. vara operationaliserbart; det vill säga det ska finnas relevanta data och beräkningskapacitet, till en överkomlig kostnad
3. vara tolkningsbart, vilket även omfattar graden av kommunicerbarhet och användbarhet för allmänheten (transparens)<sup>62</sup>
4. vara användbart i utvärderingar av förändringar av markanvändning och transportsystemet, till exempel av ekonomiska eller sociala effekter.

Det sista kriteriet är specifikt för analyser av fysisk tillgänglighet, och behöver formuleras om, ifall analysen även ska inkludera virtuell tillgänglighet.

Kriterierna kommer att användas i utvärderingar av respektive typ av mått i kapitel 4–7 och i slutsatser och rekommendationer i kap 10.

Av ovanstående kan man sluta sig till att 1) definitionen av tillgänglighet, 2) dess kvantifiering och 3) syfte med analysen är tätt sammanknutna (Morris, Dumble m.fl. 1979). När någon av de tre aspekterna ändras så kommer även de två andra att påverkas i större eller mindre grad.

### 3.1.2 Ytterligare aspekter att tänka på vid analyser av tillgänglighet

Sammantaget innebär dessa krav och byggstenar att begreppet tillgänglighet blir förvånansvärt svårt att operationalisera (Miller 2018). Detta innebär inte endast betydande analytiska utmaningar när det gäller datoranvändning för att genomföra beräkningar, det skapar även allvarliga utmaningar för tillgänglighetsbaserat policyskapande. Givet tillgänglighetsbegreppets många dimensioner och perspektiv behöver man därför i varje tillämpning välja och prioritera vad måttet syftar till och ska visa. I de flesta situationer och studier av tillgänglighet väljer man därför att bortse från en eller flera av de fyra byggstenarna för att enklare kunna konstruera ett tillgänglighetsmått (och därmed vilken typ av tillgänglighet som definieras). Mer sällan – det finns enstaka exempel – tar man hänsyn till alla fyra byggstenarna. Alla typer av tillgänglighetsmått uppfyller inte heller de fem axiomen ovan. I litteraturen förekommer det också olika indelningar och benämningar av måtten vilket försvårar överblickbarheten.

En grundprincip är att ett mått på tillgänglighet är ett numeriskt värde som beräknas utifrån grunddata enligt en viss formel. Det innebär att en karta, som innehåller konturer eller

<sup>61</sup> Med "relevanta" menas här t.ex. att om inte analysen avser att spegla skillnader i socioekonomiska grupper eller effekten av tidsrestriktioner, behöver inte heller måttet uppfylla de axiom som berör dessa delar.

<sup>62</sup> Här kan man fråga sig vilken grad av utbildning eller erfarenhet som ska krävas för att förstå analysen. Som svar på det kan man säga att målet måste vara att så många som möjligt av de som berörs av analyserna ska kunna förstå och reagera på dem, för att beslut ska kunna tas under demokratiska former.



isokroner<sup>63</sup> ibland likställs med mått på tillgänglighet som går under benämningen "konturmått" eller "isokronmått", inte är ett mått i sig. Det är endast en grafisk representation av potentialer som är utbredda på en karta, på samma sätt som höjdlinjer. Inte heller en kurva, ett diagram eller en graf är ett mått på tillgänglighet, såvida de inte kan översättas till numeriska värden. Det är potentialen som är det egentliga måttet. Ett mått på tillgänglighet är dessutom alltid positivt eller 0.

### ***Ska analysen avspegla dagens eller ett alternativt tillstånd?***

Ett tillgänglighetsmått bör enligt vissa författare också avspegla hur individerna faktiskt reser för att spegla dagens situation eller nuläge (Hanson och Schwab 1987, Eliasson 2022a, b). Morris, Dumble m.fl. (1979) anser att tillgänglighetsmått ska ha en grund i faktiskt beteende, vara tekniskt genomförbara och enkla att tolka. Andra författare argumenterar tvärtom för att observerat beteende inte nödvändigtvis avspeglar ett önskat eller önskvärt beteende (Breheny 1978, Pirie 1979, McKenzie 1984, Handy och Niemeier 1997, Bhat, Handy m.fl. 2002).

Breheny (1978) menar exempelvis att tillgänglighetsmått inte alls bör spegla aktuellt resande, eftersom det vid en bedömning av lämpliga åtgärder skulle kunna cementera dagens missförhållanden. Bra tillgänglighetsmått bör i stället bidra till att analysera orättvisa skillnader, för att kunna åstadkomma förändring och utjämning – se diskussionen om **normativt förhållningssätt** nedan. Vi måste alltså fråga oss vad vi ska ha måtten till – att utvärdera en faktisk situation, uppskatta resultaten av en hypotetisk förändring, eller ge uppslag till åtgärder? Vissa åtgärder riktar in sig på infrastrukturen, andra på näringslivet, på individer, familjer, eller arbetsmarknader.

Hur man ser på detta avgör också frågan om de mått som övervägs ska spegla en tänkt potential – under vissa angivna förutsättningar – eller en realistisk situation, empiriskt klarlagd, validerad och kalibrerad. Och detta hänger i sin tur på om man har för avsikt att skatta egna modellparametrar, eller om man nöjer sig med enklare angreppssätt, tidigare tumregler etc. Förutsättningarna och resurserna för studien avgör alltså om angreppssättet blir realistiskt/positivt eller hypotetiskt/normativt/potentiell.

Det är viktigt att ha klart för sig vilka förutsättningar och begränsningar som de valda måtten speglar, till exempel avseende färdstätt, restids- och kostnadskänslighet, resärende, studerade grupper eller individer, med mera, och vilka eventuella normer som kan vara inbäddade i vägvalen.

Om måttet ska spegla ett **realistiskt nuläge**, betyder det att viktningen av olika komponenter, till exempel restider och reskostnader, så långt som möjligt bör baseras på individens verkliga resmönster, bland annat hur de väljer mellan olika resalternativ (exempelvis mellan olika färdmedel och olika målpunkter). Förutom att detta är en förutsättning för att måttet ska avspegla folks verkliga tillgänglighet, så är det en förutsättning för att måttet rättvist ska spegla hur tillgänglighet påverkar annan samhällsutveckling, som till exempel pendlingsmönster, ekonomisk utveckling samt arbets- och bostadsmarknaders funktion och storlek.

Páez, Scott m.fl. (2012) diskuterar **normativa** och **positiva förhållningssätt** till tillgänglighet.<sup>64</sup> Ett exempel på hur ett normativt förhållningssätt kommer till uttryck är så kallade kumulativa mått, som räknar antal eller kvaliteten på attraktioner inom på förhand specificerade avstånd eller restider till dem (se kapitel 5). Avståndet kan då väljas utifrån samhällets

<sup>63</sup> En isokron (från grekiska för "samma tid") är en kurva som avgränsar en viss restid till eller från en målpunkt (jmf. höjdkurvor på en topografisk karta). Ofta är området innanför isokronen färglagd som en yta. Se exempel i avsnitt 4.2.

<sup>64</sup> Begreppen ansluter till normativ och positiv analys inom exempelvis rättsfilosofi eller samhällsekonomi.

syn på, eller en allmänt accepterad uppfattning om, vad som är ett rimligt avstånd.<sup>65</sup> Ett praktiskt syfte, som implicit leder till "normer", är behovet att reducera antalet dimensioner i ett mått (t.ex. avstånd och storlek), för att göra det mer begripligt och enklare att redovisa exempelvis i kartform. Även andra kategoriseringar leder implicit till outtalade normer, se nedan.

Det finns även en annan rationalitet bakom avstånds- och restidsnormer. Uppfattningen att det finns ett minimiavstånd, under vilket avståndet inte tycks spela någon roll, härstammar från den svenske geografen Gunnar Olsson (1965) samt Pooler (1987, 1995). Minimiavståndet varierar dock med tillämpning och resärende, och är liksom all restidskänslighet olika för inköp, arbete och fritidsresor. Det är i praktiskt arbete ovanligt att avståndsnormer motiveras med detta argument.

Andra normer som kan anläggas i en tillgänglighetsmätning utgörs av i stort sett varje val som görs i specifikation och fokus för studien, medvetna eller omedvetna: t.ex. vilken socioekonomisk grupp, fordon och färdssätt, infrastruktur, geografisk indelning, eller övergripande modellval, om den ska vara objektiv eller subjektiv, med mera.

Det andra, **positiva** perspektivet utgår från faktiska resavstånd och resbeteenden för olika ärenden. Befolkningen har i själva verket olika avståndsfunktioner (restids-/kostnadsfunktioner) baserat på lokalisering, socioekonomi och ärende. Dessa kostnadsfunktioner skattas med resvanedata. Det positiva perspektivet är rent beskrivande.

Med andra ord definieras normativ tillgänglighet – om normerna är medvetet valda – i termer av en förväntning från analytikerns eller beslutsfattarens sida – en förväntning som kan vara informerad av en viss förståelse för beteendet i fråga. Positiv tillgänglighet, å andra sidan, återspeglar inga sådana förväntningar – den är baserad på de faktiska erfarenheterna av individer som reser för att delta i aktiviteter utanför hemmet.

Dessa två perspektiv kan sedan jämföras för att upptäcka skillnader i tillgänglighet för typindivider, exempelvis "kvinnor med låg inkomst boende i förort", beroende på vilket perspektiv på tillgänglighet som tillämpas i analysen. Positiv tillgänglighet måste förstas backas upp av empiri och modeller över mänskligt beteende, vilket gör måtten svårare och dyrare att ta fram. Absolut vanligast är därför att anta ett normativt perspektiv. Analytikern bestämmer då avstånds- eller restidsgränser, eller väljer en avståndsfunktion (kostnadsfunktion, resimpedans) som antas vara lika för alla individer.

Resimpedansen är med andra ord av stor betydelse för att på ett rättvisande sätt spegla hur individer upplever avstånd till målpunkterna. Det innebär att man måste bestämma kurvaturen på avståndsfunktionen, det vill säga dess funktionella form. Oftast används information från resvaneundersökningar för att skatta avståndskurvornas funktionsform och kurvaturparametrar så att de stämmer någorlunda med faktiska resmönster. Se mer i Appendix, avsnitt 11.3 om olika funktionsformer på resimpedansen.

### ***Start- och målpunkter, tidsupplösning och socioekonomiska grupper***

Vidare bör man klargöra vilken startpunkten *i* är. Är **startpunkten** hushållets bostad, eller kan det vara någon annan punkt som utgör fokus för analysen? **Målpunkterna** *j* kan vara av olika slag, såsom arbetsplatser, butiker, verkstäder, eller grönområden. Att identifiera dem är oftast inte några större problem, det kan dock vara mer komplicerat att kvantifiera dem på ett relevant sätt i förhållande till varandra – deras **kvalitet** eller **storlek**. Exempelvis bör en närbutik vara mindre attraktiv än en fullsortimentsbutik, men det är inte självklart hur denna

<sup>65</sup> Vad som är rimligt kan till exempel avgöras av storleken på en offentlig budget, om det handlar om var det ska finnas kollektivtrafik, skolor eller sjukhus. Avståndet kan dock även väljas mer "positivt", dvs. utifrån empiriska resultat, se Appendix 11.3.

skillnad ska kvantifieras. Förslagsvis kan butiksyta eller storleken på omsättningen användas för att vikta målpunkterna. Tillgången på data sätter oftast gränserna för vad som är möjligt.

Ibland kan det vara önskvärt att ta hänsyn till när, hur ofta eller hur länge olika typer av service – både inom transportsystemet och inom utbudet av ärenden – är tillgängliga. Det kan till exempel handla om service- och öppettider på apotek eller i affärer, mottagningstider i vården eller tidtabeller i kollektivtrafiken. Det finns inte något utrymme för sådana tidsvillkor (s.k. temporala restriktioner) i de enklare avstånds- och restidsmått (kapitel 4) eller i potentialmått (kapitel 5), men det går alltid dela upp måttet på olika tidpunkter under dygnet, förutsatt att man har tillgång till data om exempelvis öppettider.

För att ta hänsyn till skillnader i tillgänglighet mellan hög- och lågtrafik behöver uppgifter om restider under olika tider på dygnet finnas tillgängliga. På samma sätt kan man göra uppdelningar och beräkna tillgängligheten för olika socioekonomiska grupper, så länge det finns data som beskriver dessa. Om man även vill att måtten ska spegla gruppernas beteende behöver dock olika parametrar för avståndsimpedansen uppskattas på något sätt.

### **Geografisk upplösning av analys och redovisning**

Det finns vidare några generella problem för alla tillgänglighetsmått som bör nämnas. Om avstånden mäts som fågelavstånd kan det hända att befolkningen antas kunna nå målpunkten, trots att det saknas framkomliga (väg)förbindelser. Dessa målpunkter kommer då att felaktigt ingå i det potentiella utbudet.

Skillnaden mellan fågelavstånd och vägvstånd (så kallat *detour-index*) för **biltrafik** är större på korta avstånd, mindre än 1 kilometer, än på längre, över 15 kilometer (Trafikanalys 2021b). Ofta kan skillnaden kompenseras med en faktor på 1,2–1,3 i genomsnitt (Cole och King 1968, Bliss, Katz m.fl. 2012). Variationen är dock betydande, och kan uppgå till värden över 8 (Boscoe, Henry m.fl. 2012). Det beror i enskilda relationer på hinder i topografin, såsom berg, sjöar och vattendrag, eller där infrastruktur av andra skäl saknas eller är gles, såsom järnväg.

På kortare sträckor är *detour-index* sannolikt betydligt lägre för cykel och gång än för bil, men det beror också på nationell kontext.<sup>66</sup> Bedömningen av problemets storlek beror alltså på färd sätt och befolkningstäthet. Vale, Saraiva m.fl. (2015) presenterar en översikt av tillgänglighetsmått specifikt för cykel och gång (som de kallar "aktiv tillgänglighet"), och identifierar likartade problem med terminologi och begrepp som för tillgänglighetslitteraturen i stort, men även några som var specifika för gång och cykel (t.ex. *walkability*).

Problemet med olika avståndsbegrepp kan undvikas genom att gå över till restider, även om komplexiteten då ökar. Kollektivtrafik måste till exempel då inkludera alla anslutningar, väntetider med mera.<sup>67</sup> Om avståndet mäts i restid spelar förstås även färd sätts hastighet in, eventuell trängsel, risk för förseningar, etc.<sup>68</sup>

Om man tittar på restider är det lätt att se skillnaderna mellan fågelväg (en radie)<sup>69</sup> och restid på en isokronkarta, t.ex. i Figur 4.1. Restiderna blir kortare (och därmed isokronen längre bort,

<sup>66</sup> Yenisetty och Bahadure (2020) uppskattade t.ex. *detour-index* på 1,5–2,0 för tillgång till kollektivtrafik i sex miljonstäder i Indien, på avstånd upp till 1 200 meter.

<sup>67</sup> Ofta har det absoluta värdet på tillgängligheten ingen betydelse, utan bara skillnader, och så länge sambandet mellan avstånd och tillgänglighetsmått är linjärt – t.ex. vid avståndsmått – spelar den här faktorn ingen roll. Med potentialmått och jämviktsmått är dock sambandet inte linjärt.

<sup>68</sup> Det finns inga teoretiska hinder att också inkludera terränggående farkoster i avstånds- eller restidsberäkningarna, såsom snöskoter eller fyrhjuling – men det är inte så vanligt i litteraturen, som brukar fokusera på samband mellan infrastruktur och tätorter.

<sup>69</sup> Fågelvägen omräknad till restid med hjälp av en konstant hastighet är fortfarande en cirkelradie runt attraktionspunkten.

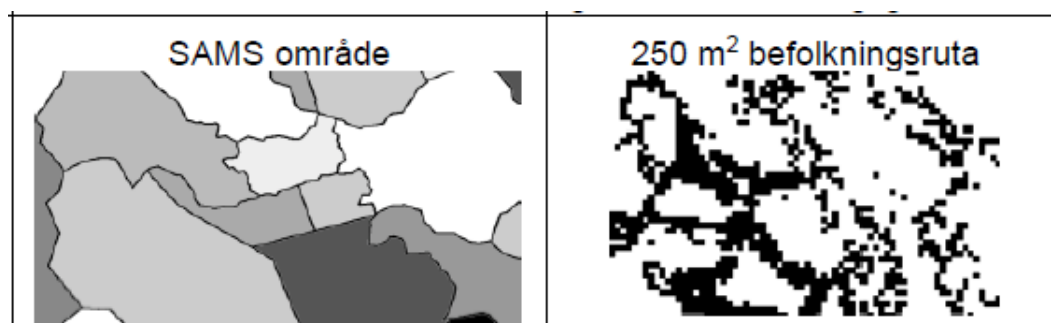
och tillgängligheten högre) längs med transportnätverket, än där infrastruktur saknas – men var isokronen hamnar beror på transportnätverk och färdstätt.

Det kan också hända att det finns målpunkter utanför det egentliga studieområdet som kan nås från ursprungszonen  $i$ . Att inte ta hänsyn till dem ger en felaktig bild av den faktiska tillgängligheten. Detta hanteras bäst genom att ta till ordentliga buffertzoner med alla möjliga målpunkter runt omkring analysområdet.

Oavsett vilken typ av mått som ska användas är det lika viktigt att fundera över den geografiska utbredningen, upplösningen, definitionen av start- och målpunkter oftast indexerade med  $i$  och  $j$ , hur dess attraktivitet samt resimpedansen ska kvantifieras. Analytikern bör även fråga sig på vilken **geografisk nivå** analysen ska göras respektive redovisas. Ska det göras för exempelvis punkter, kilometerrutor, kommuner, eller annat? Om tillgänglighetsmått ska kunna användas för beslut om åtgärder är det viktigt att den rumsliga representationen motsvarar rätt nivå för beslutsfattande. Tillgänglighetsberäkningar är i stor utsträckning hänvisade till befintliga data, antingen från register eller insamlade av statistikmyndigheter. Det gör att valmöjligheterna angående vilken geografisk nivå som beräkningarna ska ske på är begränsade från start.

Det konstruerade tillgänglighetsmättet har vissa egenskaper som förhåller sig till den geografiska utbredningen som det undersöker. Med den **geografiska utbredningen** menas den geografiska omfattningen av måttet, dvs om den syftar till att mäta tillgängligheten inom hela Sverige eller endast ett avgränsat område, exempelvis inom en region eller inom en specifik kommun.

Med **geografisk beräkningsnivå** avses på vilken detaljeringsnivå måttet är beräknat. I de mest detaljerade fallen är tillgänglighetsmättet baserat på befolkningens punktnivå eller geografiska koordinater, dvs restiden eller avståndet är beräknat från exempelvis befolkningens folkbokföringsadress till utvalda målpunkter, så som närmaste busshållplats eller skola. Ett annat vanligt förekommande fall är att basera måttet på så kallade befolkningsrutor, exempelvis 250x250 meter<sup>70</sup>, olika administrativa gränser (socken, församling, kommun, län, nationer) eller statistiskt konstruerade områden (trafikzoner, NYKO<sup>71</sup>, SAMS<sup>72</sup>, DeSO) och för varje sådant område göra en bedömning av tillgängligheten. Beräkningen av restid eller avstånd baseras ofta på områdets mittpunkt till olika målpunkter och hela befolkningen inom området bedöms ha samma tillgänglighet, se Figur 3.1.



Figur 3.1. Illustration av hur olika geografiska utvärderingsmodeller delar upp rummet.  
Källa: Westin, Knutsson m.fl. (2019a), s. 9.

<sup>70</sup> För att få tillgång till finare geografisk upplösning – det finns rutor ned till 100x100 meter, med hög risk för röjande av enskilda – krävs därför särskilt avtal med SCB vilket Tillväxtverket har för sin modell Pupos.

<sup>71</sup> Nyckelkodsområden - Den kommunala planeringen kräver vanligen underlag med en finare geografisk indelning än län, kommun och församling. För att möta detta behov har SCB sedan länge ett databehandlings-system – nyckelkods-systemet (NYKO) – [www.scb.se](http://www.scb.se).

<sup>72</sup> *Small Areas for Market Statistics* är en indelning som SCB skapade tillsammans med kommunerna år 1994. Den har numera ersatts av Demografiska Statistikområden (DeSO).

En stor fördel med att koppla tillgänglighetsmättet till ett fördefinierat statistiskt område är att det enkelt kan kopplas till annan demografisk information som möjliggör en mängd olika typer av analyser. Administrativa områden har historiska orsaker, och om man tar kommuner som exempel är de sammanslagna av tätbebyggda städer och köpingar och omgivande glesbebyggda landsortskommuner. Analyszoner å andra sidan skapas med utgångspunkt att vara så homogena som möjligt, och måste även omfatta en viss minsta befolkning, vilket medför att de varierar i areal beroende på om de ligger i tätort eller på landsbygd. Det gäller både för Sams-områdena, som fortfarande används i Trafikverkets modellsystem Sampers, och de nyare DeSO. Analyszoner skiljer sig dock från administrativa områden som kommuner och län i och med att de är mindre, och de är dessutom uppdelade i tätort och icke-tätort.

Ett alternativ till administrativa indelningar är regelbundna rutor. Data som har en väldefinierad lokalisering kan aggregeras till sådana områden, till exempel folkbokförd befolkning eller arbets- och verksamhetsställen. Med statistik på rutor kommer man åtminstone förbi problemet med till synes godtyckliga administrativa områdesgränser. Alla rumsliga indelningar innebär (liksom all statistik) osäkerheter, men dessa osäkerheter kan hanteras och ibland antas vara "slumpmässigt fördelade", vilket innebär att olika fel tar ut varandra. Det är när det kan antas att felen är systematiska som vi bör se upp.

Valet av geografisk representation är inte trivialt eftersom den geografiska skalan är avgörande för resultaten, vilket kan demonstreras med det klassiska MAUP-problemet<sup>73</sup>. MAUP är principen om att samma geografiska data ger olika bilder av verkligheten, beroende på vilka enheter vi aggregerar statistiken till, hur zonernas gränser är dragna och vilken storlek de har (Openshaw 1983, Nielsen och Hennerdal 2014, 2017). Detta kan även uttryckas med Arbias andra geografilag:

*Everything is related to everything else, but things observed at a coarse spatial resolution are more related than things observed at a finer resolution.*<sup>74</sup>

Med tanke på den stora variationen i tillgänglighet mellan tätort och icke-tätort i *administrativa* indelningar, som kommuner och län, överskattas det genomsnittsvärdet för området för den faktiska tillgängligheten på stora arealer, medan det kraftigt underskattar värdet i tätare områden. Problemet blir mindre vid finare, regelbundna indelningar som 250-metersrutor, eller homogena områden som Sams eller DeSO, men det förutsätter att tillgängligheten (inklusive restider) också är beräknade på den finare indelningen. För stora Sams- och DeSO-områden, som ofta ligger som en ring (torus) runt tätorterna, kan även restidsberäkningen bli ett problem eftersom placeringen av startpunkten – centroiden – är godtycklig samtidigt som den har en avgörande roll för tillgänglighetsvärdet.

MAUP har ingen enkel lösning, utan analytikern måste helt enkelt vara medveten om problemet och om möjligt göra känslighetsanalyser. Ofta är zonindelningar dock givna utifrån datatillgången, vilket gör känslighetsanalyser svåra att genomföra.

Ibland går det att aggregera måtten mellan olika geografiska nivåer, men det beror på formeln. Additiva och multiplikativa mått som gravitationsmått och logsummer går att aggregera, men inte kvoter (som exempelvis konkurrensmått). Eftersom osäkerheterna avseende befolkningens och verksamheternas lokalisering ökar med större områden, är det bästa dock att redovisa måtten på den nivå som de är beräknade på.

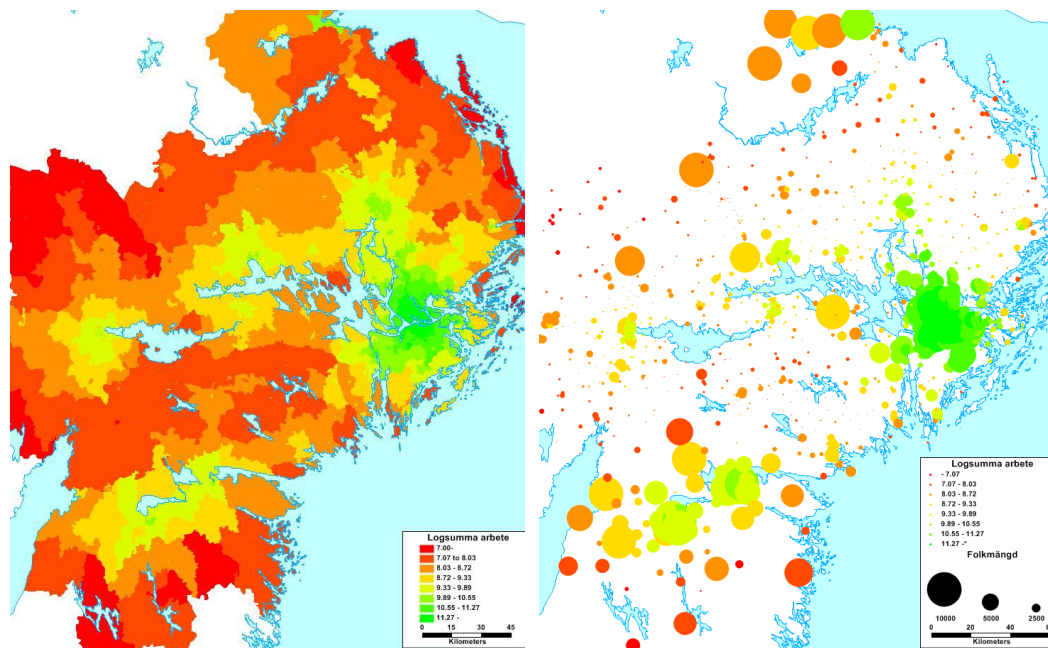
<sup>73</sup> MAUP – Modifiable Areal Unit Problem.

<sup>74</sup> Denna lag, känd som "Arbias andra geografilag" (Arbia, Benedetti m.fl. 1996) bygger på Toblers "första geografilag" (Tobler 1970): "*Everything is related to everything else, but near things tend to be more related than distant.*" Toblers lag utgör grunden till rumslig autokorrelation, se exempelvis Anselin (1988) med avtagande påverkan på likhet mellan observationer med tilltagande avstånd.

Med **geografisk redovisningsnivå** avses på vilken geografisk nivå tillgänglighetsmättet presenteras. Det kan exempelvis vara så att tillgänglighetsmättet avser hela Sverige, men att det redovisas på en lägre nivå, som till exempel kommunnivå. Genom att bryta ner tillgänglighetsmättet på en mer detaljerad geografisk nivå kan läsaren få en förståelse för hur måttet varierar mellan olika platser inom det undersökta området. Det är inte ovanligt att det samtidigt redovisas mått på total nivå för hela den geografiska utbredningen och mått på nedbruten geografisk nivå. På så sätt kan läsaren få en bild av hur ett visst områdes tillgänglighet skiljer sig från genomsnittet. En del modeller såsom Pupos, blandar olika rumsliga representationer, och har exempelvis importerat logsummor som är "översatta" från Sampers Sams-områden till sina egna 250-metersrutor (WSP 2022). Det innebär att Pupos introducerar en felkälla som inte är transparent. I en senare version är dock logsummorna beräknade utifrån rutnivå (Eliasson 2022a).

För presentationen av tillgänglighet är det väsentligt att det visuella intrycket motsvarar det som måttet utsäger. Som Berglund, Almström m.fl. (2017) skriver: "Att skapa kartor som på ett rättvist sätt redovisar tillgänglighet är i sig en analytisk uppgift."

Beroende på om redovisningen av tillgängligheten avser platsen/området eller befolkningen i området är det mer eller mindre lämpligt att redovisa resultaten med infärgade områden eller kartografiskt – dvs. med symboler som visar ytterligare en dimension. Här bör man ta hänsyn till det omvända förhållandet mellan storlek på redovisningsområden och befolkning – ju glesare befolkning desto större analyszoner, och därmed större visuellt intryck. I Figur 3.2 till vänster ger värdena intryck av att omfatta hela analyszonen och ger ett stort visuellt intryck, vilket kan vara korrekt om det är områdets genomsnittliga tillgänglighet som ska redovisas. Den kartografiska representationen till höger, där storleken på cirklarna motsvarar befolkningen, visar hur många som påverkas av tillgänglighetsvärdena vilket kan vara mer rättvisande i vissa fall.



Figur 3.2. Jämförelse mellan ytpresentation på analysområden (t.v.) och kartogram tillsammans med folkmängden (t.h.).

Källa: Berglund, Almström m.fl. (2017), s. 18–20.

Ett problem med den senare visualiseringen är dock att cirkelarna blir överlappande när zonerna är små. För att motverka det kan man arbeta med förstoringar i tätare bebodda landsdelar.

En osäkerhet är vidare hur utbudet i den egna zonen ska inkluderas (*self potential* – egenpotential), och vilket avstånd som ska användas.<sup>75</sup> Problemet är större när regionen är stor i förhållande till övriga regioner, och minskar med mer jämnstora regioner. Ett vanligt antagande är att fördelningen av utbudet är jämnt utspritt i zonen (Bröcker 1989). Ett representativt avstånd för någorlunda cirkulära områden kan beräknas med hjälp av områdets geometri, till exempel formeln för cirkelns area och någon andel av radien eller diametern. För mer oregelbundna områden kan till exempel någon andel av det maximala avståndet beräknas. En annan möjlighet, som tar hänsyn till att koncentrationen av befolkningen varierar inom området, är att använda genomsnittligt invånaravstånd.<sup>76</sup>

## 3.2 Förslag på typologi av tillgänglighetsmått

Genom tiderna har det gjorts många försök att strukturera begreppet tillgänglighet och kategorisera olika typer av mått. Här nedan går vi igenom några av de viktigaste aspekterna och kommer slutligen fram till en egen kategorisering, som är helt generell i sig, men som vi här avgränsar till vårt område, transportpolitiken.

Utifrån de fyra byggstenarna och de krav som ställts upp delar Geurs och van Wee (2004), Geurs (2019) in tillgänglighetsmått i fyra grupper:

- 1) infrastrukturbaserade mått,
- 2) lokaliseringsbaserade mått,
- 3) personbaserade mått, och
- 4) nyttobaserade mått.

Vart och ett av dessa mått inkluderar en eller flera aspekter av byggstenarna, se avsnitt 3.1.1. Det innebär att det inte finns ett ett-till-ett-förhållande mellan mått och byggstenar. Samtliga tillgänglighetsmått inkluderar transportsystemet, men på olika sätt. Mått som inte utgör relationer mellan två punkter benämns i litteraturen som infrastrukturbaserademått – till exempel mått som analyserar prestationen eller servicenivån i infrastrukturen, såsom skyltad hastighet, genomsnittlig hastighet, eller trängsel (till exempel andel av skyltad hastighet, andel överbelastade järnvägssträckor). De kan inte betraktas som fullständiga tillgänglighetsmått och behandlas därför separat, se appendix, avsnitt 11.1).

**Lokaliseringsbaserade** och **personbaserade** mått benämns ibland gemensamt som **aktivitetsbaserade**<sup>77</sup> mått (Geurs och Ritsema van Eck 2001). Förenklat kan man säga att de lokaliseringsbaserade måtten tar ett makroperspektiv, medan personbaserade mått fokuserar på mikroperspektivet (tidsgeografi). Bland de lokaliseringsbaserade måtten hittar vi i denna uppställning avståndsmått och potentialmått, dvs. kumulativa mått samt mått baserade på modeller för rumslig växelverkan (gravitationsmodeller). För de båda typerna av aktivitetsbaserade mått inkluderar transportsystemet som avstånd, tid eller kostnad. I vissa mått viktas

<sup>75</sup> Denna osäkerhet gäller alla mått som använder en områdesindelning som måste kopplas till ett transportnät.

<sup>76</sup> Se variabeln Rotgles i det kommunala kostnadsutjämningsystemet (Statskontoret 2014).

<sup>77</sup> Ej att förväxla med aktivitetsbaserade modeller, som söker modellera människors rörelsemönster över en hel dag (Miller 2023).

inte de önskvärda aktiviteterna/målpunkterna med avståndet, utan alla punkter som kan nå inom en viss gräns, exempelvis 30 minuter eller 100 kronor, betraktas som lika värdefulla. I andra, mer utvecklade, mått görs en viktning nedåt med ökat avstånd/kostnad (impedans). För de nytto-baserade måtten slutligen ingår transportsystemet i måttet, men resultatet – tillgängligheten – uttrycks som den nytta som uppstår till följd av den möjlighet till interaktion som transportsystemet ger upphov till.

Tillgänglighetsmått har i olika hög grad använts i olika forskningsområden och modeller Geurs (2019). **Infrastruktur-baserade** mått används, huvudsakligen i planering av transportsystemets utformning och utvärderas utifrån exempelvis minskade restider. I ett **lokalisering-baserat** perspektiv ligger fokus på markanvändningens interaktion med transportsystemet. De måtten används framför allt inom stadsplanering och liknande. Gravitations- och rumsliga interaktionsmodeller används mest i forskning, där olika geografier står i fokus och i studier av internationell handel. Det **person-baserade** perspektivet tar utgångspunkten i de individuella förutsättningarna, preferenserna och tidsrestriktioner. Detta perspektiv används inte sällan för att fördjupa kunskapen om den tidsgeografiska tillgängligheten med en hög detaljeringsgrad, men blir ofta för specifikt för att ha någon betydelse i tillämpad planering. Det **nytto-baserade** perspektivet inkluderar i hög grad såväl transportsystemet och markanvändningen som den individuella byggstenen, men oftast inte i lika hög grad den temporala byggstenen. Detta perspektiv används ofta inom transportekonomi i form av logitmodeller<sup>78</sup> med resulterande logsumma som mått.

Miller (2018) kritiserar användningen av vissa typer av mått med hänvisning till bristande knytning till ekonomisk teori och beteendevetenskap. Måttens<sup>79</sup> användning menar han har i stället sin grund i pragmatism, eftersom de i allmänhet överensstämmer med tillgänglighetsaxiomen (avsnitt 3.1), är lätta att beräkna och (kan) generera statistiskt signifikanta och "rimliga" parametervärden. Som kontrast till de "pragmatiska" måtten finns de nytto-baserade tillgänglighetsmått, som är grundade i teorin om diskreta val (*discrete choice theory*) och teorin för slumpmässig nytto-maximering (*random utility theory, RUT*), vilket innebär att tillgänglighet kan likställas med ett konsumentöverskott, se vidare i avsnitt 6.2.

Mångfalden av mått och deras varierande grad av verklighetsbeskrivning resulterar i många konceptuella och praktiska problem för transportplanering och policyanalys:

- Det finns ingen objektiv, normativ standard för vad som är "bra" eller "acceptabel" tillgänglighet. Det beror på kontexten och på människors varierande preferenser eller tolerans.
- Den subjektiva (person-baserade) karaktären hos de flesta tillgänglighetsmått gör det svårt att jämföra tillgänglighetsnivåer mellan grupper.
- Olika mått och specifikationer används i olika studier och områden, vilket gör det svårt att "lära" över tid och över applikationer om vad som är "bästa" specifikationer.
- Alla konventionella tillgänglighetsmått är statiska/tvårsnittsmässiga, baserade på en ögonblicksbild i tid av befolknings- och sysselsättningsfördelningar och tillhörande transportservicenivåer vid den tidpunkten.
- Förhållandet mellan tillgänglighet och markvärden är inte så väl etablerat som behövs för rationella investeringar i transportinfrastruktur och stadsplanering.

<sup>78</sup> Vi kallar dessa modeller och tillhörande teori för omväxlande logit, slumpval, *random utility models (RUM)*. Multinomiell logit syftar på att antalet alternativ är fler än två. Nästlad logit innebär att vissa grupper med högre korrelation mellan alternativen, t.ex. färd-sätt eller destination, samlats i grupper för att få bättre modellegenskaper. Ett typexempel på en nästlad multinomiell logitmodell är den nationella persontransportmodellen Sampers.

<sup>79</sup> De mått som Miller avser är de olika avståndsmått i kapitel 4 samt potentialmått i kapitel 5.



- Den roll som tillgänglighet spelar för agglomerationsekonomier och -processer baseras på antaganden från nationalekonomisk teori, men är inte så explicit utarbetad som behövs för att verkligen förstå återkopplingsmekanismerna.
- Komplexiteten i begreppet tillgänglighet och hur det ska mätas gör tillgängligheten mycket svår för allmänheten, politiker och även många planerare att förstå och använda.

Dessa påpekanden bör vi ha med oss när vi i de följande kapitlen tar oss an tillgänglighetsmåten.

De olika definitionerna ovan, och den praxis vi sett i litteraturen, leder oss till att gruppera måtten på tillgänglighet i ett antal andra kategorier efter deras omfattning, teoristöd och komplexitet i framtagandet. Ju längre till vänster i Tabell 3.1 desto enklare mått och billigare att ta fram och därför även mer allmänt använda i praktisk tillämpning. Längre till högre är måtten mer realistiska och beskrivande, men de kräver också mer omfattande teoribildning, datainsamling, modellbyggande och modellskattningar.

Måtten kan grovt delas in i följande grupper:

1. Avståndsmått – någon form av aggregering av avstånd eller restider, till exempel aritmetiskt eller vägt genomsnitt, eller avstånd/restid till det närmaste av något visst utbud eller målpunkt (centrum). Utbudet hanteras schablonmässigt och måtten behöver därför ofta redovisas i flera dimensioner.
2. Potentialmått – kumulativa mått och enkelt begränsade gravitationsmått för en representativ individ eller specifika grupper av individer. Målpunkterna kan viktas med olika avståndsfunktioner. Måtten kan kompletteras med kompensation för konkurrens.
3. Jämviktsmått – dubbelt begränsade gravitationsmått, logsummemått. Representativa individer eller specifika grupper. Avspeglar en situation där utbud möter efterfrågan, och konkurrensen är alltså inräknad. Avancerade modeller.
4. Aktivitetsbaserade mått (tidsgeografi) – hela dagens reskedjor ingår, för representativa individer eller specifika grupper. Vid fysisk kommunikation avser servicetider enbart utbudet på målpunkten. Avancerade modeller och beräkningar.
5. Subjektiva mått – självrapporterad upplevd tillgänglighet utifrån intervjuer och/eller enkätsvar. Syftar till att på djupet förstå hur transportsystemet påverkar enskilda individer i sin vardag. Beskriver hur människor uppfattar och utvärderar behov och aktiviteter.
6. Efterfrågemått – fixerar normativa nivåer på restider och utbud, och mäter antalet eller andelen i en viss befolkning som uppfyller normerna. Underliggande mått är ofta 1 ovan, men även andra är möjliga. Måste disaggregeras och redovisas i flera dimensioner.

Tabell 3.1. Typologi över olika tillgänglighetsmått.

Ingående komponenter	Avstånds-mått	Poten-tialmått	Jäm-viktsmått	Aktivitets-baserade mått	Subjek-tiva mått	Efter-fråge-mått
Resimpedans (avstånd/restid/reskostnad)	X	X	X	X	X	(X)
Markanvändning/attraktion (befolkning/verksamheter)	(X)	X	X	X	X	(X)
Individuella preferenser – potentiell/ ej modellberäknad					X	
Individuella preferenser – realiserad/ modellberäknad			X	X		
Individuella preferenser – hela res- och aktivitetskedjor över dagen				X	X	
Tidsrestriktioner			X	X	X	

Anm: Måtten kan beräknas på antingen en individ som är representativ för hela befolkningen, på specifika individer eller på delar av befolkningen efter dess olika egenskaper (kön, ålder, inkomst, bostadstyp, bilinnehav osv.). "Individuella preferenser" kan mätas både subjektivt (enkäter, SP-spel dvs. *stated preference*) eller objektivt, genom proxyvariabler som kön, ålder, inkomst, bostadstyp, bilinnehav osv. (vanligt vid modellberäkningar).

Vissa mått kan enbart ta hänsyn till byggstenar genom att sätta normer, eller dela upp analyserna i mindre kategorier, t.ex. ett visst utbud, visst färdssätt eller vissa socioekonomiska grupper – därav parenteser runt (X) i några celler.

Sammansatta mått, tillgänglighetsindex med mera, är mycket vanliga i både nationella och internationella sammanhang, t.ex. av Trafikverket (2023h), Trafikanalys (2023a) och Department for Transport (UK) (2021). Dessa index aggregerar flera aspekter av tillgänglighet, till exempel målpunkter av olika slag, men har oftast flera avståndsmått eller (kumulativa) potentialmått i botten. Vi behandlar därför inte sådana index som egna mått i den här framställningen, men vi ger exempel på sådana mått nedan.

De tre första måtten i Tabell 3.1 – avstånds-, potential- och jämviktsmått – anger olika kombinationer av hinder och samhällsfunktioner. Förutom dessa mått är det vanligt att ange andelar av befolkningen som åtnjuter en viss tillgänglighetsstandard (normativt) enligt dessa mått, till exempel vad gäller avstånd eller restid till någon viss typ av målpunkt. Man kan också tänka sig liknande varianter med potentialmått (till exempel kumulativa) eller jämviktsmått. Dessa mått anger inte tillgängligheten i sig, som i sin mest renodlade form enbart är bestämd av platsen, utan som en potentiell efterfrågan på tjänster och produkter. De bör därför särskiljas från de rena tillgänglighetsmåtten. Dessa mått kan exempelvis benämnas efterfrågemått – se vidare Figur 3.3–Figur 3.3 nedan. I potentialmått och jämviktsmått, där även efterfråge-

konkurrens kommer till uttryck eller är inkluderad, kommer också efterfrågan in fast på ett sätt som inte enkelt kan separeras från hinder och målpunkter.

Den fjärde typen av mått i Tabell 3.1, de aktivitetsbaserade, är fokuserade på de individuella egenskaperna, kvaliteten i målpunkterna behandlas på ett enklare sätt, och de hamnar därför i en kategori för sig. Till stora delar består de av sammansatta restidsmått anpassade efter individuella tidsrestriktioner. Till stora delar gäller det även de mått som används för beräkning av subjektiv eller självrapporterad tillgänglighet. Dessa mått bygger på intervju- och eller enkätsvar, exempelvis att respondenten får gradera hur väl olika påståenden, såsom "med tanke på hur jag reser idag, är det enkelt att göra mina dagliga aktiviteter", överensstämmer med dennes upplevelse, se vidare i avsnitt 7.1. De subjektiva måtten används huvudsakligen för att sätta individens upplevelse i fokus och för att jämföra med resultat från tillgänglighetsberäkningar framtagna med objektiva mått.

Tillgänglighetsmåttens beståndsdelar kan illustreras med ett enkelt diagram (Figur 3.3). Notera att vi bytt ut det vanliga "utbud" mot "samhället" i stort – de önskvärda målpunkterna inkluderar nämligen inte bara konsumtion, utan även invånarnas bidrag till samhället, inte minst i form av arbete och studier, men även demokratiskt deltagande, möjlighet att ta del av kultur, natur, fritidsaktiviteter, vård, allmänna kommunikationer, med mera. Termen samhälle beskriver också bättre syftet med målen med deltagandet i det funktionshinderpolitiska arbetet (Regeringen 2017, 2021, Myndigheten för delaktighet 2022).

När vi använder begreppet "hinder" tänker vi också bredare än bara avstånd, restid och reskostnad, som är förknippade med fysisk mobilitet. Vi tänker dels på tillgänglighet för personer med funktionsnedsättningar, som får olika individuellt betingade hinder i kontakt med samhället, beroende på sina specifika funktionsnedsättningar; dels tänker vi på virtuell och digital tillgänglighet, där vi också måste tänka bredare än vid fysisk mobilitet. När det gäller virtuell tillgänglighet behöver vi inkludera andra typer av kunskaper, kompetens och utrustning än de som varit traditionella hittills, och individuella förmågor som perception och kognition får en annorlunda och kanske större betydelse. Medan personer med fysiskt eller medicinskt betingade funktionsnedsättningar, till exempel äldre, har sämre möjligheter till fysisk mobilitet kan de få en ökad tillgänglighet virtuellt – men det förutsätter också andra typer av kompetenser.



Figur 3.3. Linjärt processdiagram över tillgänglighetsmåttens beståndsdelar. Ett tillgänglighetsmått måste åtminstone innehålla något mått på Hinder, och kan som tillval även innehålla mått på "Samhälle" (målpunkter, utbud och verksamheter) eller Befolkning beroende på syfte.

Det centrala i tillgänglighetsmåten är hindren, dvs. det som separerar befolkningens efterfrågan, kapacitet och förmågor från behovstillfredsställelse och möjligheter att erbjuda samhället sina tjänster, dvs. arbete och skola. Mått på olika hinder och avstånd är därför det mest centrala i ett tillgänglighetsmått.

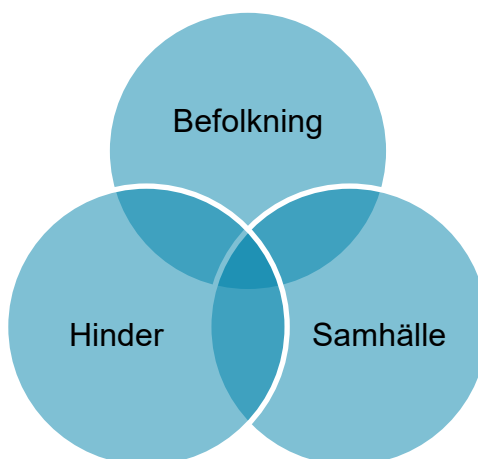
Därnäst kan man välja att fokusera på målpunkter/samhället eller befolkningen, beroende på var man vill lägga tyngdpunkten, eller på både befolkning och målpunkter. Det är viktigt att se att "målpunkter"/samhället både kan utgöra platser för konsumtion och produktion.

"Befolkningen" kan också betraktas från olika platser, mest påtagligt från bostad, arbetsplats eller skola/utbildning. Samma individ kan ha olika tillgänglighet vid olika tider på dygnet beroende på varifrån man betraktar.

Man kan också tänka mindre linjärt, och se måtten som avspeglade en, två eller tre av cirkarna i Figur 3.4. I cirkarna och deras gränssnitt kan olika mått klassificeras. Rena avstånds- och restidsmått hamnar då i cirkeln Hinder, och de typiska kumulativa och gravitationsmåtten i gränssnittet Hinder–Samhälle. I gränssnittet i mitten, med alla tre beståndsdelarna, återfinns de sammansatta logsummorna.<sup>80</sup> Där hamnar även så kallade efterfrågemått, med normativt angivna avstånd/restider och utbud (andel av befolkningen med ett visst avstånd eller restid till ett visst utbud). Även vissa tidsgeografiska mått kan inrymmas här.

Om efterfråge- eller tidsgeografiska mått mäter tillgången till ett mer eller mindre homogent utbud (t.ex. skola, vård, apotek) – då det närmaste utbudet anses vara "tillräckligt" – kan det även placeras i gränssnittet mellan Befolkning och Hinder.

I gränssnittet Befolkning–Samhälle (utan Hinder) hamnar täthetsmått som anger utbud per invånare, till exempel inom administrativa gränser. I cirkeln Samhälle (utan Hinder eller Befolkning) kan man placera täthetsmått (se appendix, avsnitt 11.2) som inte involverar befolkningen – till exempel utbud per landyta – och så vidare. Även den enkla befolkningstätheten skulle kunna tjäna som mått på tillgänglighet inom Samhälle – betraktad som ett utbud av sociala kontakter – om det saknas uppgifter om restider etc.



Figur 3.4. De tre beståndsdelarna av tillgänglighetsmått, och gränssnitten däremellan.

Notera att även befolkningen själv (eller för analysen intressanta delar av den), eller antal arbetstillfällen (i för analysen intressanta branscher), utgör Samhälle enligt detta schematiska synsätt.

Eftersom vårt huvudfokus i denna PM är transport- och i viss mån kommunikationssystem, avgränsar vi oss ifrån mått som inte innehåller hinder alls, eller som bara fokuserar på hinder i form infrastrukturens egenskaper – men några exempel på dessa finns ändå i Appendix.

<sup>80</sup> Om logsummorna separeras med avseende på Befolkning, Hinder och Utbud, kan beståndsdelarna placeras i separata cirklar eller gränssnitt.

Nu har vi fördjupat oss kring hur tillgänglighet kan definieras, vilka beståndsdelar det består av och vilka krav som kan och bör ställas på ett tillgänglighetsmått för att kunna genomföra analyser i enlighet med ett uppställt syfte. Vi har också introducerat ett konceptuellt ramverk för att kunna kategorisera olika typer av mått. I de nästföljande fyra kapitlen går vi igenom de olika typer av mått som vi introducerat ovan. För- och nackdelar med respektive mått summeras sedan i kapitel 8.



## 4 Avstånds- och restidsmått

I detta och de följande kapitlen kommer vi att redovisa att antal mått på tillgänglighet. Vi inleder redovisningen med att presentera de enklaste måtten, mått som också är de absolut vanligast förekommande i praktisk tillämpning, nämligen avstånd eller restid till målpunkter.

### 4.1 De enklaste måtten på rumslig separation

Utgångspunkten för dessa de enklaste tillgänglighetsmåtten är avstånd mellan punkter i rummet. Rumslig separation kan mätas som längd, restid eller antal noder som behöver tillryggaläggas, konnektivitet<sup>81</sup> (se mer om olika typer av resimpedans/resuppoiffing i avsnitt 2.2.2).

Konnektivitet i sin enklaste form innebär att två punkter på något sätt är sammanbundna, via ett antal noder. Om punkterna är tätt sammanbundna är konnektiviteten nära 1. Om de inte är sammanbundna alls är konnektiviteten 0. Två orter med direkt flygförbindelse har hög konnektivitet, medan den är lägre om det krävs en eller flera mellanlandningar (Hagget 1965, Eddington 2006).<sup>82</sup>

Konnektivitet kan även baseras på exempelvis restider eller genomsnittliga hastigheter mellan de två orterna. För orter som ligger långt ifrån varandra eller där restiden för att resa mellan dem är hög, kan då sägas att de har en låg grad av konnektivitet med varandra. Två platser i en stad har god konnektivitet om det finns en rak väg däremellan, men ju fler hörn som måste rundas eller trappor som måste passeras, desto sämre konnektivitet (Spacescape 2024).

Ingram (1971), som var geograf, definierade tillgänglighet som den inneboende kvalitet (eller fördel) som en plats har i förhållande till det rumsliga motståndet (t.ex. tid eller avstånd) som måste överbryggas – utan att nämna målpunkternas egenskaper. Utifrån sin definition introducerar han begreppen relativ och "integral" (total) tillgänglighet.

Relativ tillgänglighet definieras som i hur hög grad *två punkter/platser* är sammanlänkade. Den relativa tillgängligheten är enligt Ingram rikttningsberoende, dvs. tillgängligheten i den ena punkten behöver inte vara densamma som i den andra punkten (åt andra hållet) i ett system av endast två punkter.<sup>83</sup> "Integral" (total) tillgänglighet definieras som en aggregering av relativ tillgänglighet till *alla andra* platser "på samma yta", till exempel summan eller medelvärdet.<sup>84</sup>

<sup>81</sup> Begreppet finns med olika innebörd inom ekologi, neurovetenskap, psykologi, matematik (grafteori), informationsteknologi, regeringens bredbandsstrategi, med mera.

<sup>82</sup> En rapport som använt konnektivitet som mått och som fått stort genomslag i Storbritannien i samband med tillgänglighetsplanering är Eddington (2006) som ett sätt att identifiera vilka orter/regioner som är väl sammanknutna med andra och vilka som halkat efter, i syfte att identifiera var insatser bör sättas in (Docherty och Mackie 2010).

<sup>83</sup> Denna egenskap tycks implicera att platsernas egenskaper spelar roll i sammanhanget, dvs. att platser och målpunkters attraktivitet ingår i Ingrams tillgänglighetsbegrepp. Alternativt att infrastrukturen (eller den generaliserade reskostnaden) inte är av samma kvalitet i båda riktningarna.

<sup>84</sup> Den totala ("integrala" enligt Ingram) tillgängligheten  $A_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}$  för en plats blir då en sammanvägning av platsens relativa tillgänglighet till flera platser (Ingram 1971). Notera att det uppstår problem nära randen av det studerade området, eftersom punkter nära randen med nödvändighet måste ha lägre tillgänglighet än punkter i mitten på grund av ett mindre antal grannpunkter. Det är ett gemensamt problem för alla tillgänglighetsmått, om de inte även tillåts inkludera målpunkter utanför studieområdet.

Ingrams definition av "integral tillgänglighet" utesluter attraktionsvariabler, såsom sysselsättning eller arbetsplatser enligt Hansen (1959), och Ingrams artikel är enbart upptagen med att hitta lämpliga funktionsformer för hur avståndet ska avta (impedans), till exempel medelvärde av det räta avståndet, eller av rektangulärt avstånd<sup>85</sup>, invers potensfunktion, exponentialfunktion (med negativt argument), eller gauss-kurva (normalfördelningskurva), se mer om funktionsformer i avsnitten 5.1.2 och 11.3.

Dessa mått betraktar alla platser som identiska vad beträffar attraktion, och kan därför lämpa sig när utbudet är homogent, dvs. inte skiljer sig nämnvärt åt mellan målpunkter: till exempel apotek, skola, vårdcentral, brandstation, bankomat, med mera.

Brehehy (1978) delade upp tillgängligheten i tre dimensioner, som var och en hålls konstant medan en eller båda de två övriga tillåts variera, vilket resulterar i sju olika varianter. Varianten med fixerade målpunkter motsvarar avståndsmåtten: den genomsnittliga eller totala tid eller "kostnad" i generaliserad betydelse, som krävs för att nå ett visst antal målpunkter.

Även om avståndsmått är enkla kan man notera olika typer (Trafikverket 2012):

1. avstånd (i vägnätet eller fågelvägen) till närmaste utbud av X,
2. avstånd till minsta antal eller andel av utbudet X,
3. genomsnittligt avstånd till alla X (integralmått), och
4. genomsnittligt avstånd (restid) till ett urval av basservice (integralmått).

Alla dessa kan klassas som avstånds- eller restidsmått.

Rumslig separation kan alltså specificeras på olika sätt: med olika variabler och olika aggregeringar. Det kan mätas i en viss typ av infrastruktur (för olika färd sätt), som restid (med olika färd sätt), som fågelavstånd, konnektivitet, eller annat. Det kan specificeras som minsta avstånd, genomsnitt eller aggregeringar av olika slag, till exempel viktning (se nedan).

Avstånd mätt som fågelvägsavstånd förändras inte av infrastrukturförändringar. Om restiden används i stället för avstånd måste antaganden göras om färd sätt och genomsnittshastigheter.

Betydelsen av själva avståndet kan variera, vilket i sin tur påverkar tillgängligheten. Exempelvis kan ett kort avstånd till platser som man besöker ofta upplevas som viktigt (de vill vi gärna ska vara nära). För platser vi inte besöker så ofta är avståndet inte lika betydelsefullt. Zakaria (1974) presenterar mått på viktat resmotstånd (resimpedans), vilket kan tolkas som "*inaccessibility*" dvs. mått på icke-tillgänglighet. Här används det realiserade resandet som vikt:

$$TI_i = \frac{\sum_{j=1}^n C_{ij} x_{ij}}{\sum_{j=1}^n x_{ij}}$$

där

$TI_i$  är det viktade resmotståndet från zon  $i$

$C_{ij}$  är den minsta resmotståndet mellan zon  $i$  och  $j$

$x_{ij}$  är resandet mellan zon  $i$  och  $j$  (eller någon annan vikt, t.ex. attraktion i  $j$ )

$n$  är antalet zoner i den urbana regionen

Särskild uppmärksamhet måste riktas på restider och resande inom den egna zonen (där  $i = j$ ).

<sup>85</sup> Avståndet längs gatorna runt kvarteren i en stad, även kallat Manhattan-avstånd.



I stället för realiserat resande kan andra vikter användas, lämpligen vikter på målpunkternas attraktion, vilket skulle spegla potentiell användning av transportnätverket. I Gutiérrez och Urbano (1996) används till exempel BNP som vikt, och i Christodoulou och Christidis (2020) befolkningen (s.k. *location indicator*). Skillnaden mellan dessa mått och gravitationsmåttet, se avsnitt 5.1.2 nedan, är att målpunktens attraktion inte används i sin egen rätt, utan endast som en vikt för resmotståndet. Detta är alltså inte ett utbud viktat med resmotståndet, såsom gravitationsmåttet och andra potentialmått, utan ett resmotstånd viktat med utbudet/attraktionen.

För att få ett mått på hela systemets viktade resmotstånd kan man summera det med avseende på  $i$ , men i så fall räknas interaktionerna inom och mellan zonerna två gånger. Måttet blir då dessutom beroende av antalet zoner. Ett alternativ är att i stället beräkna medelvärdet.

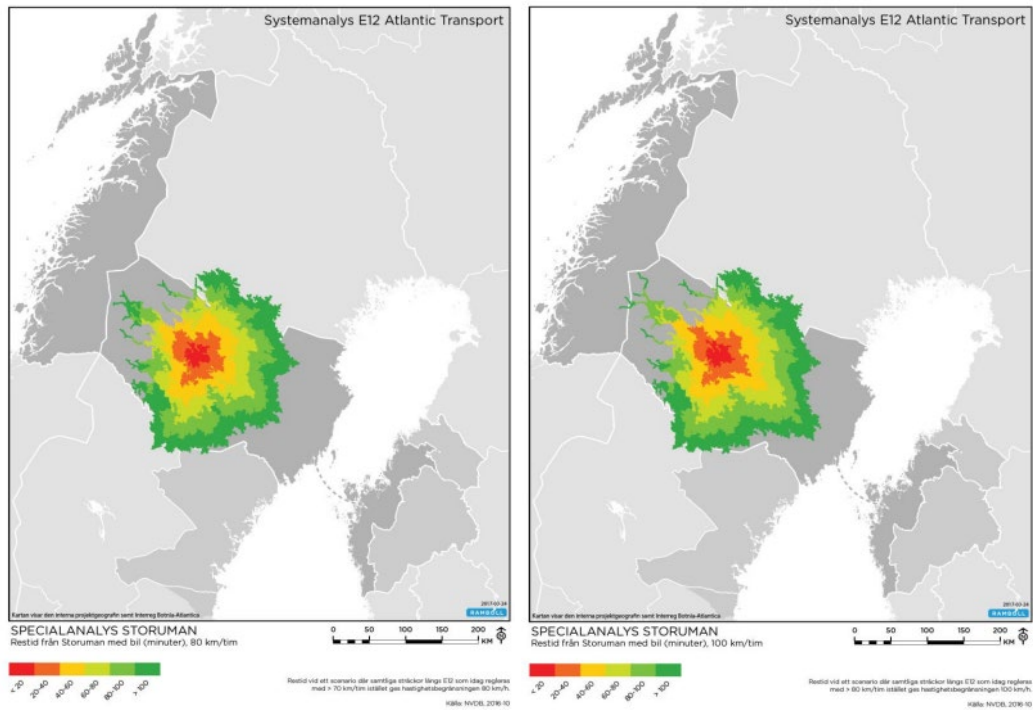
## 4.2 Analyser där måtten använts

Både inom forskningslitteraturen och inom infrastrukturplanering har avstånds- och restidsmått använts relativt flitigt. Ambitionen i många av dessa är att kategorisera eller att ranka områden baserat på hur väl de är sammanknutna med andra områden, genom att beräkna den restid som krävs för att nå ett visst antal målpunkter.

Exempelvis beräknade Lutter, Pütz m.fl. (1992) genomsnittlig restid till 194 ekonomiska centra i Europa med snabbaste färd sättet (bil, järnväg och flyg). I Österrike (ÖIR 1999) har beräkningar gjorts av genomsnittlig restid från områden med minst 300 invånare till 55 viktiga punkter i Österrike och i angränsande länder, med bil och kollektivtrafik.

Att beräkna avstånd till en målpunkt och se effekten av en förändring i infrastrukturen är en vanlig tillämpning. En förändring av hastigheten på ett enskilt vägavsnitt kan påverka resenärer inom ett stort geografiskt område.

Räckvidden mäter en sådan geografisk aspekt av tillgänglighet, dvs. hur lång distans och hur stor yta det är möjligt att nå från olika platser inom en given tid. En analys av tillgängligheten från Storumans kommun vid två olika hastighetsgränser på E12 är ett exempel på en sådan analys (Figur 4.1).

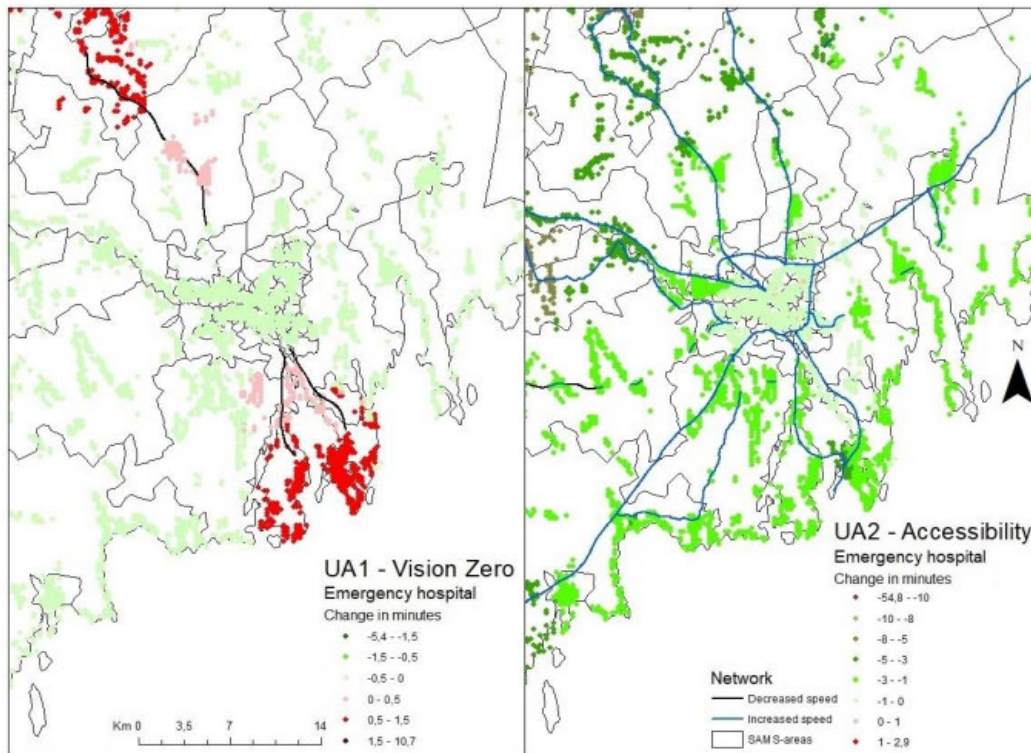


**Figur 4.1. Tillgänglighet, mätt som restid från Storumans centrum på E12, med olika hastighetsgränser, 80 km/h (vänster) och 100 km/h (höger). Exempel på kontur- eller isokron-karta.**  
Källa: Ramböll (2017)

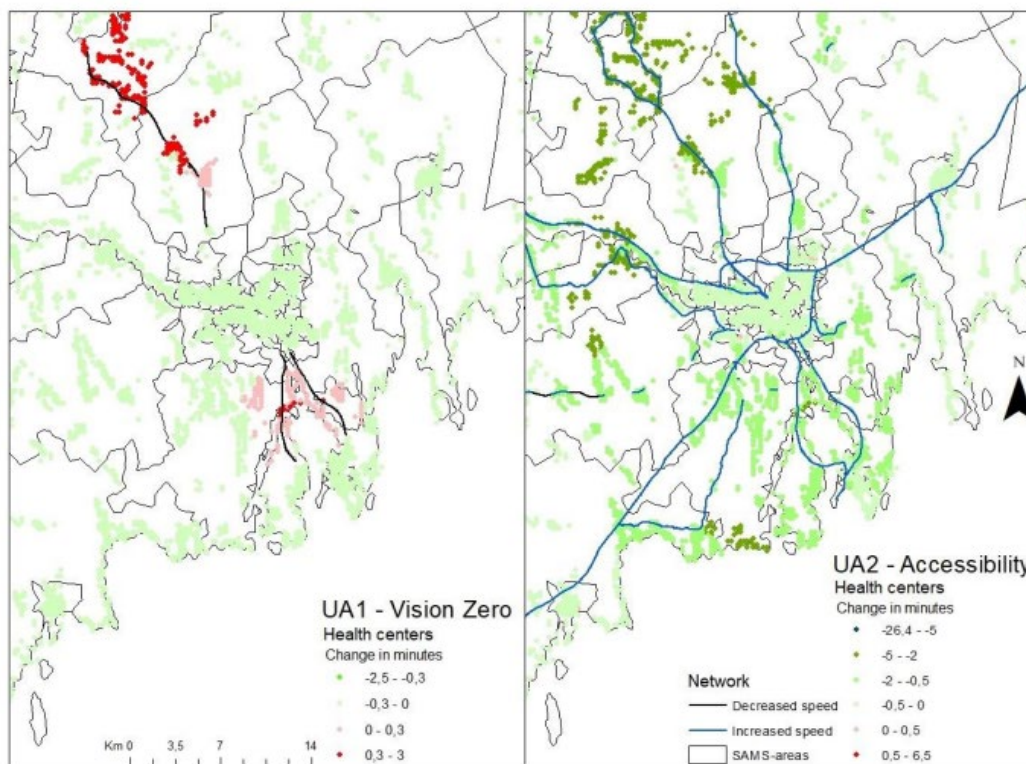
I Westin, Knutsson m.fl. (2019a), Westin, Knutsson m.fl. (2019b) användes Pipo för att beräkna flera restidsmått till målpunkter av olika typ. Samtliga mått är baserade på GIS-analyser av restider från 250 metersrutor till olika centralpunkter, bland annat:

- Tillgänglighet till akutsjukhus definieras som genomsnittlig restid till närmaste akutsjukhus från varje område.
- Tillgänglighet till vård definieras som genomsnittlig restid till närmaste vårdcentral från varje område.
- Tillgänglighet till service definieras som genomsnittlig restid till närmaste dagligvarubutik från varje område.
- Tillgänglighet till skola definieras som genomsnittlig restid till närmaste grundskola från varje område.

Dessa mått kan enkelt användas för att undersöka en effekt av en hastighetsförändring. Nedan redovisas effekterna av en hastighetsförändring på några vägar utanför Umeå. Tillgängligheten före och efter en hastighetsförändring till akutsjukhus (Figur 4.2) respektive vårdcentral (Figur 4.3) uppvisar stora variationer.



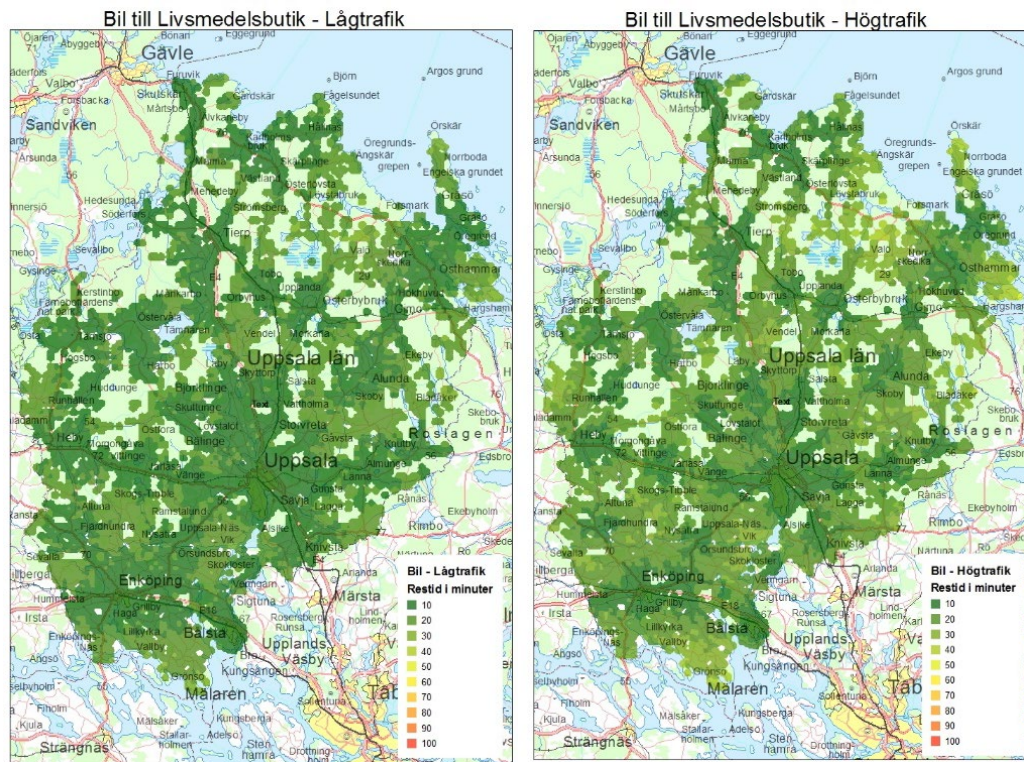
Figur 4.2. Förändring i restid till närmaste akutsjukhus i UA1 och UA2 jämfört med JA.  
Anm: Rött anger minskad tillgänglighet och grönt ökad tillgänglighet.  
Källa: Tillväxtverket (2019), Westin, Knutsson m.fl. (2019a).



Figur 4.3. Förändring i restid till närmaste vårdcentral i UA1 och UA2 jämfört med JA.  
Anm: Rött anger minskad tillgänglighet och grönt ökad tillgänglighet.  
Källa: Tillväxtverket (2019), Westin, Knutsson m.fl. (2019a).



Trafikanalys har undersökt hur trängsel och framkomlighet med bil påverkar tillgängligheten i storstäder. Restiden utifrån den skyltade hastigheten jämfördes med en restid beräknad utifrån TomToms<sup>86</sup> trafikindex i högtrafiken i Uppsala. Den skyltade hastigheten räknas då upp med indexet (20 procent), dvs. det tog i snitt 20 procent längre tid att färdas under rusnings- trafikken än under normal trafik.<sup>87</sup> Beräkningen gjordes sedan för respektive befolkningsruta (250 x 250 meters ruta) till närmaste livsmedelsbutik under lågtrafik och under högtrafik (Figur 4.4).



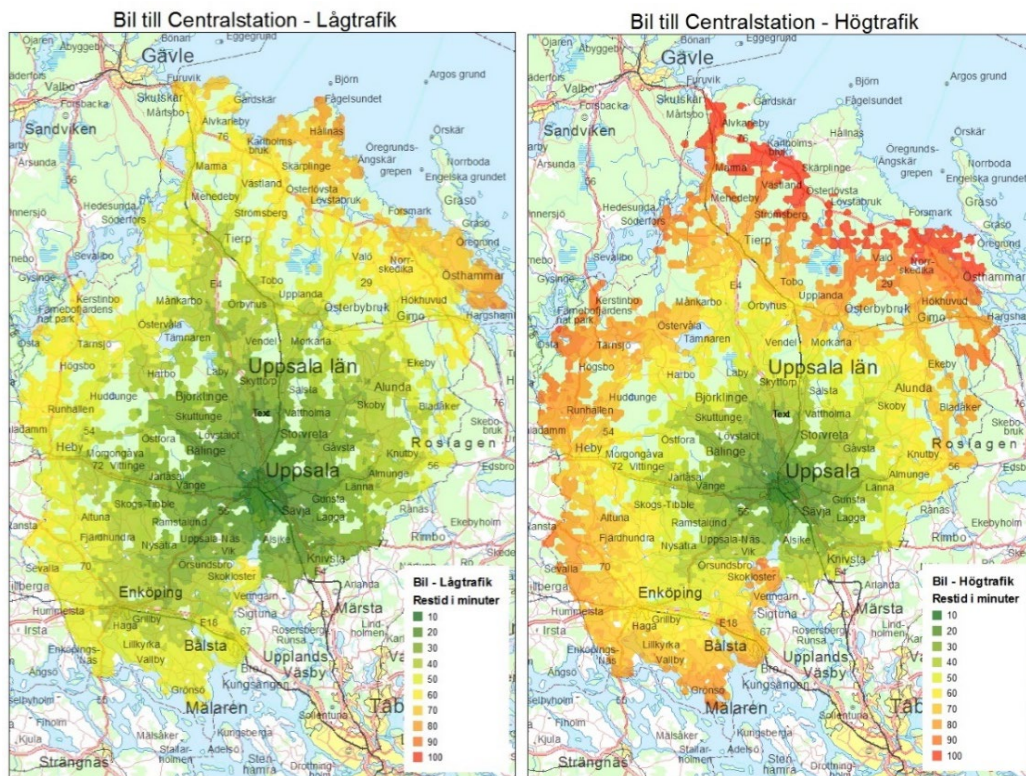
**Figur 4.4.** Befolkningens restid till närmaste livsmedelsbutik med bil under lågtrafik (vänster) och högtrafik (höger), år 2018.

**Källa:** Egen bearbetning av 2018 års befolkningsdata (SCB), vägdata från Trafikverkets NVDB och TomToms Trafikindex.

Till synes är det endast en liten försämring av tillgängligheten till livsmedelsbutiker under högtrafik. Detta beror med stor sannolikhet på att det finns flera livsmedelsbutiker och att de oftast är lokaliserade där människor bor. En helt annan bild framträder när det finns få eller endast en målpunkt som ska kunna nås, till exempel en järnvägsstation (Figur 4.5), sjukhus eller liknande. Tillgängligheten till Uppsala centralstation är lägre i genomsnitt än till livsmedelsbutiker redan i lågtrafik, men försämras tydligt i och med trängseln i högtrafik.

<sup>86</sup> Företaget TomTom har tagit fram ett trafikindex för cirka 390 städer i 56 olika länder, varav fyra i Sverige: Stockholm, Göteborg, Malmö och Uppsala (TomTom 2023).

<sup>87</sup> Då TomToms index inte redovisas för hur olika vägar påverkas räknade alla vägars restid upp med 20 procent.



Figur 4.5. Befolkningens restid till Uppsalas centralstation med bil under lågtrafik (vänster) och högtrafik (höger), år 2018.

Källa: Egen bearbetning av 2018 års befolkningsdata (SCB), vägdata från Trafikverkets NVDB och Tomtoms Trafikindex.

Trivector<sup>88</sup> undersökte 2010–11 för Trafikverkets räkning ett antal möjliga mått på tillgänglighet i tätorter, för att möjliggöra en långsiktig styrning mot ett hållbart transportsystem. Lund, Norrköping och Piteå användes som exempel. Måtten skulle vara enkla att ta fram, jämförbara och lätta att tolka. Några av de mått som undersöktes och bedömdes var:

1. Avstånd till utbud X (närmsta).
2. Avstånd till utbud X (XX % av tillgängliga målpunktstyper).
3. Fågelvägsavstånd till utbud X (närmsta).
4. Fågelvägsavstånd till utbud X (XX % av tillgängliga målpunktstyper).
5. Restid med gång/cykel/buss till utbud X (närmsta).
6. Restid med gång/cykel/buss till utbud X (XX % av tillgängliga målpunktstyper).
7. Restid med gång/cykel/buss till specifik lokalisering (centrum, arbetsplatsområde, handelsområde, etc.).
8. Restid med gång/cykel/buss till ett urval av viktig basservice.

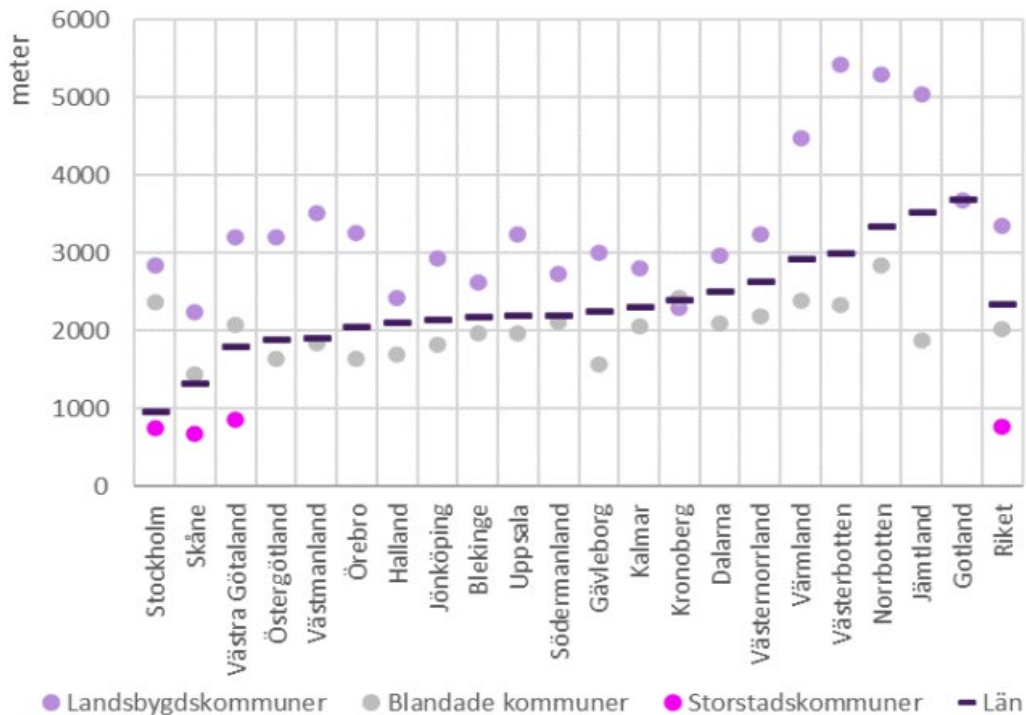
Dessa mått är avstånds- och restidsmått med vår terminologi. De innehåller både en kategorisering av målpunkter och avstånd/restid. Det är värt att notera att måtten, trots sin enkelhet, kan specificeras och mätas på många olika sätt, både avseende avståndet och utbudet:

<sup>88</sup> Trafikverket (2012)

1. Avstånd/restid (i vägnätet eller fågelvägen) till närmaste (nr 1, 3 och 5).
2. Avstånd/restid (i vägnätet eller fågelvägen) till minsta antal, eller andel av utbudet (nr 2, 4 och 6).
3. Genomsnittligt avstånd/restid till specifikt centrum, eller ett urval av basservice (integralmått) (nr 7 och 8).

Man kan förstås även ta genomsnittligt avstånd/restid till alla utbudspunkter (integralmått).

Tillväxtverket beräknar som en del av sitt uppdrag också ett flertal avståndsmått till olika typer av service, exempelvis reslängd (meter) till dagligvaruhandelsbutik. Beräkningarna har sedan aggregerats över kommunens befolkning och redovisas för tre kommuntyper per län (Figur 4.6).



Figur 4.6. Befolkningens genomsnittliga avstånd till dagligvaruhandelsbutiker i meter, 2021, län och kommuntyper.

Källa: Tillväxtverket (2023b)

Avståndsmått har även använts i Tyskland. Med *Deutschlandatlas (Bundesministerium für Wohnen, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft m.fl. 2024)* beskrivs Tysklands regioner utifrån ett antal teman, i regel visualiserade med kartor. En del av kartorna beskriver tillgängligheten i form av hur lätt det är att nå olika målpunkter uttryckt i form av restid.

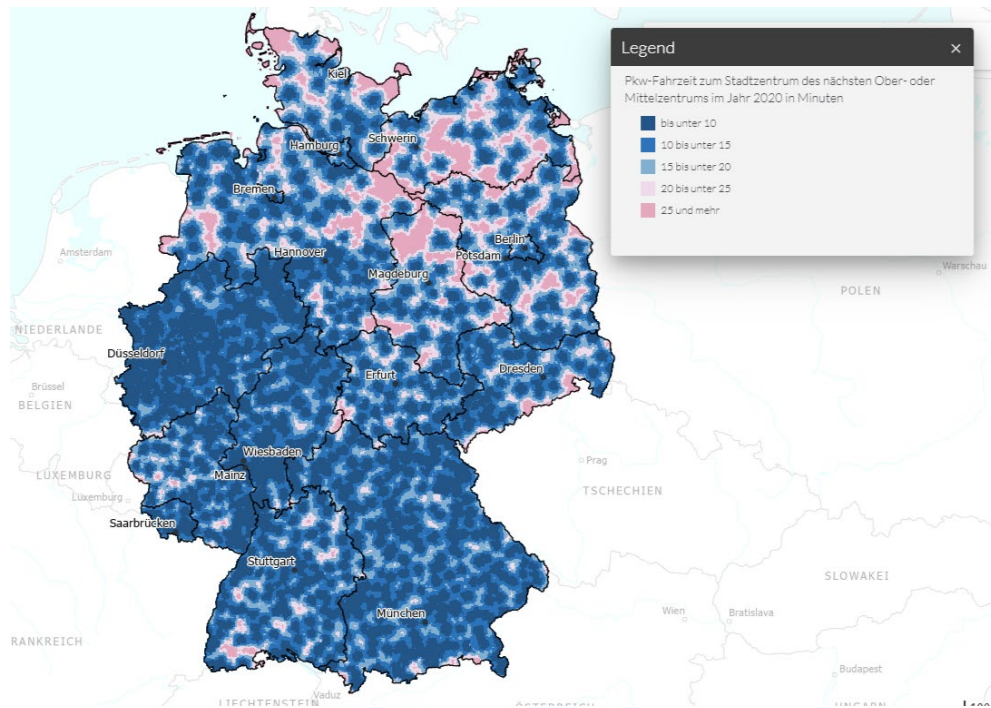
Analyserna omfattar bland annat beräkningar av restid till närmaste apotek, allmänläkare<sup>89</sup>, specialitläkare, tandläkare, vårdtjänster, livsmedelsbutiker, drivmedelsstationer, laddstationer för elbilar, kollektivtrafik och badhus/utebad. Det finns dessutom tre olika geografiska indelningar (*Ober-, Mittel- och Unterzentren*)<sup>90</sup> för centralorter som baseras på deras ekonomiska aktivitet, kulturellt utbud, medicinskt utbud, för- och grundskolor, samt tillgång till högskolor och universitet.

<sup>89</sup> Husläkarsystemet i Tyskland innebär att läkare vanligtvis är självständiga med egen praxis.

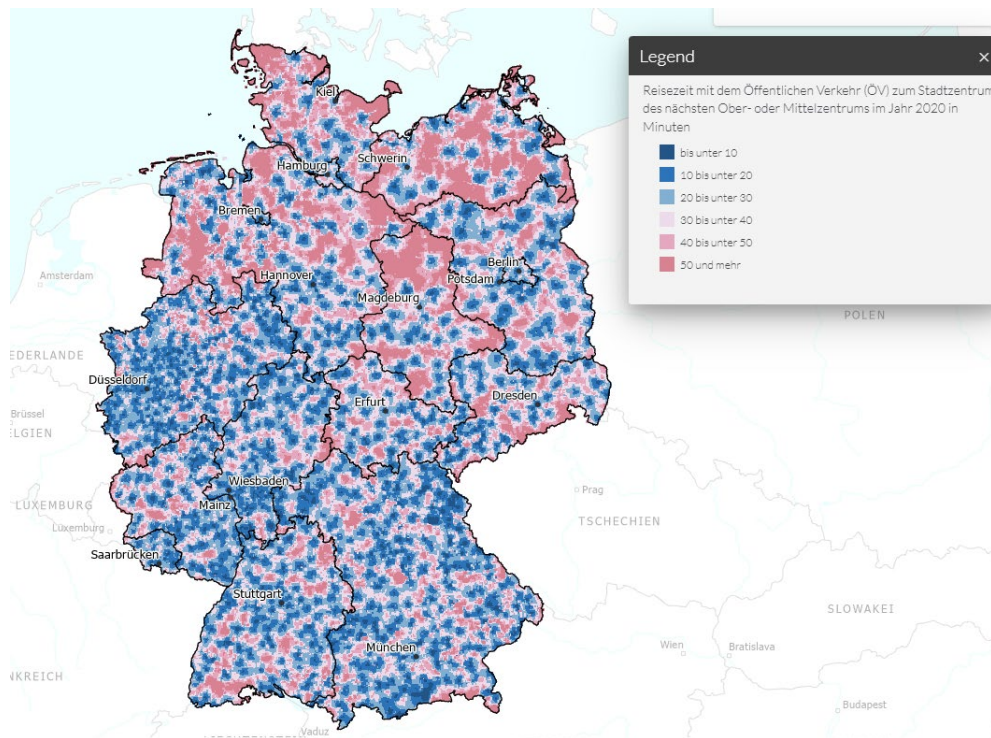
<sup>90</sup> År 2020 fanns det 1 112 centra av typerna *Mittel-* och *Oberzentren*, dvs. de två övre centrumstyperna avseende utbudet.



Beräkningarna av avståndsmåtten till de olika målpunkterna har visualiserats i kartor (två exempel ges i Figur 4.7 och Figur 4.8). I likhet med motsvarande analyser i Sverige skiljer tillgängligheten sig mycket åt mellan olika färdsätt där bilens högre hastighet (Figur 4.7) bidrar till en avsevärd högre tillgänglighet än med kollektivtrafik (Figur 4.8) till samma målpunkter.



**Figur 4.7. Restid (minuter) till närmaste till närmaste centralort (Mittel- och Oberzentrum) med bil.**  
**Källa: Bundesministerium für Wohnen, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft m.fl. (2024).**

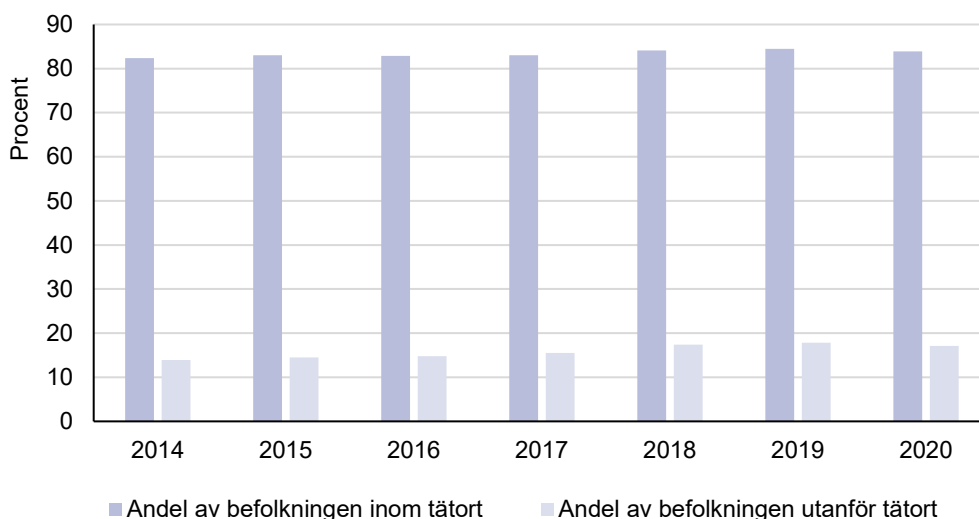


**Figur 4.8. Restid (minuter) till närmaste centralort (Mittel- och Oberzentrum) med kollektivtrafik 2020.**  
**Källa: Bundesministerium für Wohnen, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft m.fl. (2024)**

Genom att summera resultaten till befolkningen – antalet individer som når ett centrum inom en viss tidsgräns – konstateras att 99,5 procent av befolkningen kan nå närmaste centralort inom 30 minuter med bil, medan endast 82 procent kan nå närmaste centralort med kollektivtrafik inom samma tidsgräns. Dessa senare beräkningar av andelar inom olika tidsintervall bör inte betraktas som avståndsmått utan som konturmått, se avsnitt 5.1.1

Ett annat exempel på avståndsmått som aggregerats till andel av befolkningen är "enkel tillgång till kollektivtrafik", för uppföljning av Agenda 2030-målen (SCB 2023), samt i uppföljningen av Sveriges miljömål (Naturvårdsverket 2023). Samma undersökning i grunden resulterar i mått för avstånden 400 meter, 500 meter, 1 000 meter och 2 000 meter. Det finns också en uppdelning i tätort och utanför tätort.

I Agenda 2030-uppföljningen används avståndet 500 meter i genomsnitt för både tätort och utanför tätort, men separat för män och kvinnor. I miljömålsuppföljningen används 400 meter för män och kvinnor gemensamt, men uppdelat i tätort och utanför tätort (Figur 4.9). Ytterligare exempel på sådana mått redovisas i Trafikanalys (2023a) transportpolitiska måluppföljning.



**Figur 4.9. Andel av befolkning inom tätort och utanför tätort som bor inom 400 meter från en hållplats som har minst en avgång per timme på vardagar mellan kl. 6 och kl. 20.**  
Källa: Naturvårdsverket (2023)

Department for Transport (UK) (2014a) beräknar tre typer av tillgänglighetsmått (se vidare kapitel 5) för åtta typer av målpunkter<sup>91</sup> för bil, kollektivtrafik, gång och cykel, varav ett av måtten kan betraktas som ett avståndsmått (sammansatt av både avstånd och restid):

- Restidsindikatorer – Genomsnittlig hastighet till närmaste målpunkt.

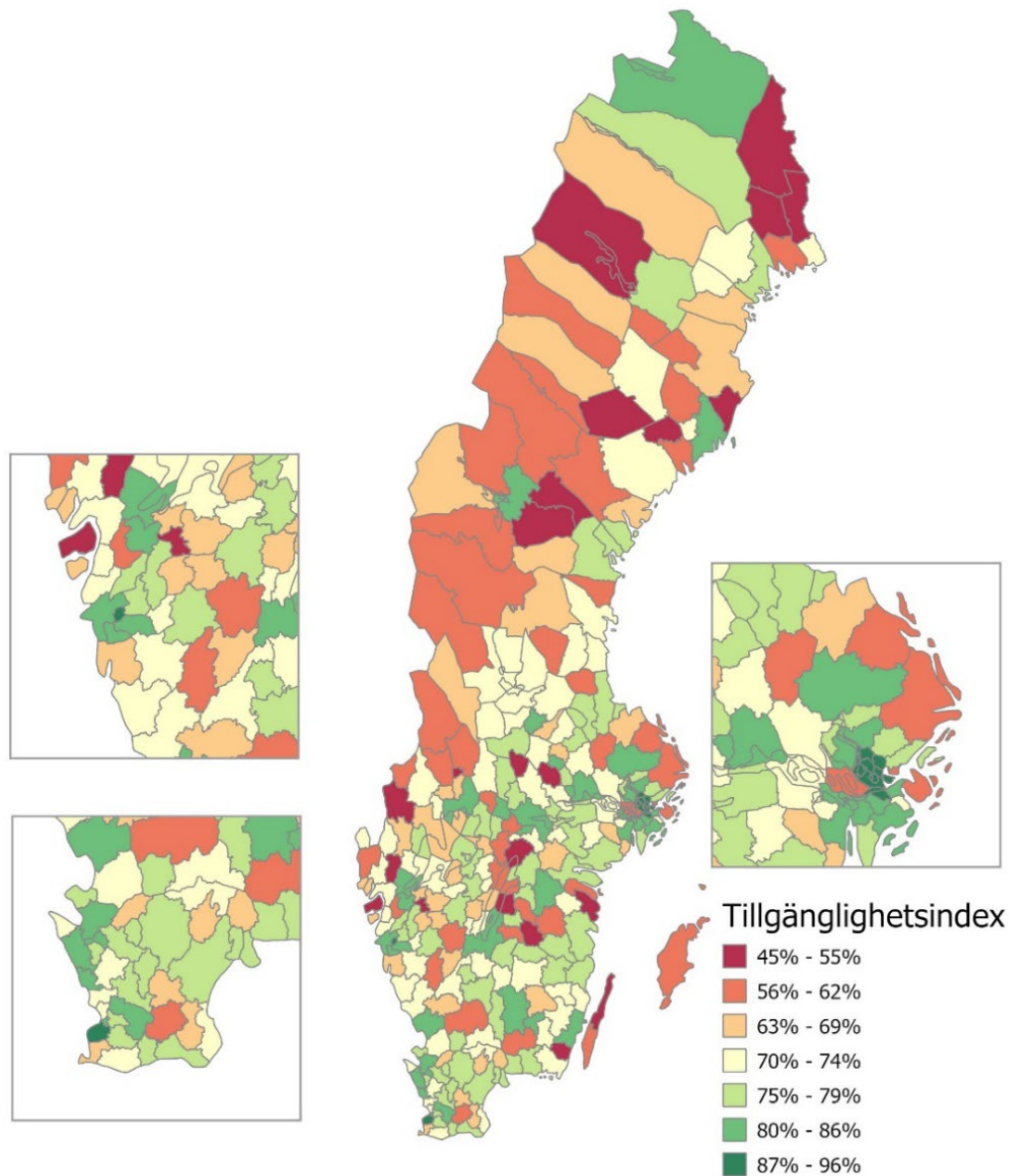
Resultaten (Department for Transport (UK) 2014b) redovisas per startpunkt (geografiskt område), cirka 32 500 områden. Ett utvecklingsarbete pågår (Department for Transport (UK) 2021) för att ta fram en sammanvägning av de framtagna beräkningarna samt beräkningar till ytterligare målpunkter till ett *connectivity score* för respektive område mellan 0–100, där 100 ges till området med den högsta graden av konnektivitet.

Trafikanalys har gjort något som liknar det som man planerar att göra i Storbritannien. För att bättre kunna beskriva hur transportsystemet bidrar till medborgarnas tillgänglighet till olika

<sup>91</sup> Arbetsplatser, Lågstadieskola (5–10 år), Mellanstadieskola (11–15 år), Gymnasium (16–19 år), Allmänläkare, Sjukhus, Livsmedelsbutiker och Stadscentrum.



målpunkter över tid har Trafikanalys tagit fram ett tillgänglighetsindex (Trafikanalys 2021a, b). För att konstruera indexet görs restidsberäkningar med olika färdssätt till närmaste målpunkt av olika typ. Metoden är utvecklad för att kunna analysera tillgängligheten med gång-, cykel-, bil- och kollektivtrafik, såväl för respektive färdmedel separat som aggregerat, likväl för respektive målpunktstyp separat eller aggregerat över alla typer av målpunkter, alternativt aggregerat över både färdssätten och målpunkterna (Figur 4.10). Avståndet beräknas som restiden i vägnätet med respektive färdssätt per hushåll, som är lokaliserade i rutor med en kilometers sida (250 meter i tätort).



**Figur 4.10.** Lokalt tillgänglighetsindex (TTI) år 2022 – Andel befolkning som når målpunkterna i vägnätet inom 20 minuter med respektive färdssätt (gång, cykel, bil och kollektivtrafik). Genomsnitt över målpunkterna och färdssätten.

Anm: Inkluderade målpunkter är dagligvaruhandel, apotek, postservice, drivmedel, grundskola, gymnasium, flygplats och järnvägsstation.

Källa: Trafikanalys (2023a) baserat på data från SCB (2022b), Trafikverket (2022a), SCB (2022b) och Tillväxtverket (2022).

Ifall en målpunkt av typ X kan nå inom 20 minuter med bil anses hushållet ha tillgång till denna målpunkt med bil. Om restiden är längre än 20 minuter anses hushållet inte ha tillgång till denna typ av målpunkt med bil.

En utgångspunkt för valet av målpunkter<sup>92</sup> och framför allt avståndsgränserna till respektive målpunkt per färdmedel har varit att de behöver vara rimligt satta för en relativt stor andel av befolkningen, utan att vara alltför inkluderande eller exkluderande, och samtidigt kunna ge information om variationen över riket.<sup>93</sup>

Eftersom gränserna avser restid (20 minuter) motsvarar det olika långa sträckor med de olika färdställen: 2 km med gång, 5 km med cykel och för bil den sträcka man kommer på 20 minuter enligt skyltad hastighet. För kollektivtrafik är det 20 minuter enligt tidtabell, inklusive gångtid till och från hållplats samt bytestider.

Då strukturen för beräkningarna har automatiserats är det relativt enkelt att ändra dessa gränser med låg resursåtgång ifall det uppkommer ny kunskap framöver. Tillgängligheten beräknas för hela landet och hela befolkningen.

Resultaten är sedan aggregerade så att andelen av befolkningen inom kommunen som kan nå målpunkterna inom uppsatta tidsrestriktioner beräknas - dvs. den potentiella efterfrågan. På det sättet påminner presentationen om ett kumulativt mått, se avsnitt 5.1.1, på kommunnivå, trots att måttet i grunden mäter restidsavståndet från rutor med finare indelning.

Ginikoefficient är ett mått på ojämlikheten, vanligtvis avseende inkomstfördelning, hos en befolkning. Koefficienten har ett värde mellan noll (0) och hundra procent (1), där 0 innebär att alla individer har exakt lika stora tillgångar (det vill säga total jämlikhet) medan 1 innebär total ojämlikhet.

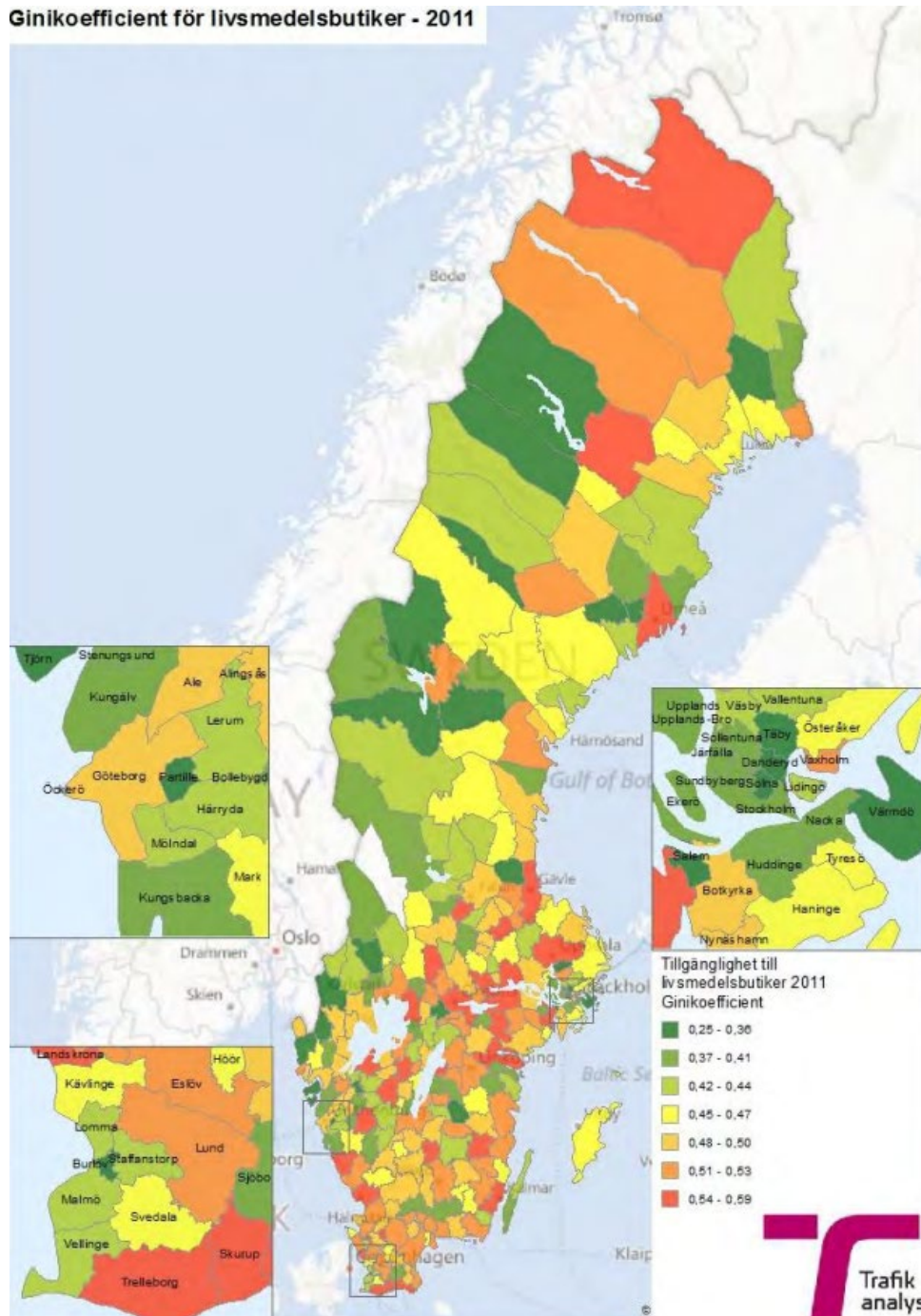
I en analys av befolkningens fördelning av tillgänglighet till livsmedelsbutiker, vårdcentraler och skolor på kommunnivå har inkomst översatts till avstånd till närmaste sådan servicepunkt (Trafikanalys 2013b). I beräkningen ingick andel av befolkningen som bor inom 400, 800, 1 000, 3 000 och 10 000 meter från närmaste servicepunkt.

Som exempel redovisas i Figur 4.11 ginikoefficienten för Sveriges kommuner med avseende på tillgängligheten till livsmedelsbutiker. I kommuner med rödaktig färg är tillgängligheten till livsmedelsbutiker ojämnt fördelat över kommunens befolkning.

<sup>92</sup> Nya målpunkter kan läggas till och befintliga kan tas bort eller ersättas med mer relevanta målpunkter.

Exempelvis kan målpunkten till Drivmedel kompletteras eller på sikt ersättas med laddstationer för elbilar.

<sup>93</sup> Det finns inga teoretiskt fastslagna gränser för att kategorisera lämpliga avstånd till målpunkter. För att ringa in ett antal lämpliga gränser har vi dels undersökt litteratur, dels undersökt data om reslängder från den nationella resvaneundersökningen RVU Sverige.



**Figur 4.11.** Fördelning av tillgängligheten i till livsmedelsbutiker år 2011, per kommun.  
**Anm:** En hög ginikoefficient visar på en stor ojämlikhet mellan kommuninvånarnas tillgänglighet till livsmedelsbutik.  
**Källa:** Trafikanalys (2013b)

För ytterligare exempel på avståndsmått hänvisas till Trivector (2024) som på Trafikanalys uppdrag har undersökt hur olika typer av mått använts av svenska offentliga aktörer de senaste 15 åren. Avstånds- och restidsmått är de vanligaste måtten som används i de 30 studierna som inventerats, de förekommer i nästan nio av tio studier. Nästan hälften av de använda måtten (totalt 40 stycken) är enbart avstånds- eller restidsmått, och i ytterligare en fjärdedel av måtten ingår de i mått på befolkningens potentiella efterfrågan.

En speciell användning av avstånds- eller restidsmått är för att jämföra konkurrensförhållandena mellan olika färdssätt – relativa mått. Restidskvoter används exempelvis för jämförelser av restid med kollektivtrafik respektive bil, eller mellan cykel och gång (Trafikverket 2012).

För att kollektivtrafiken ska anses konkurrenskraftig jämfört med bil bör restidskvoten inte överstiga 1,5 inklusive väntetider och byten. Jämförelsen görs i regel i högtrafik, dvs. då kollektivtrafikutbudet är som störst, och tillika risken för trängsel på vägen. Det är alltså en analys som är inriktad på arbetspendling och skol- och utbildningsresor.

Restidskvoten beror i stor utsträckning på avstånden till och från hållplats, som vanligtvis tillryggaläggs med gång, varför den är som lägst i närheten av kollektivtrafikhållplatser och järnvägsstationer. Det är anledningen till att det rådande planeringsparadigmet för bostadsbyggande i många städer är "förtätning vid kollektivtrafiknoder" (polycentrism, eller stations-samhällen) (Höjer 2002, Andersson, Almström m.fl. 2011, Andersson, Berglund m.fl. 2011, Tornberg och Eriksson 2012).

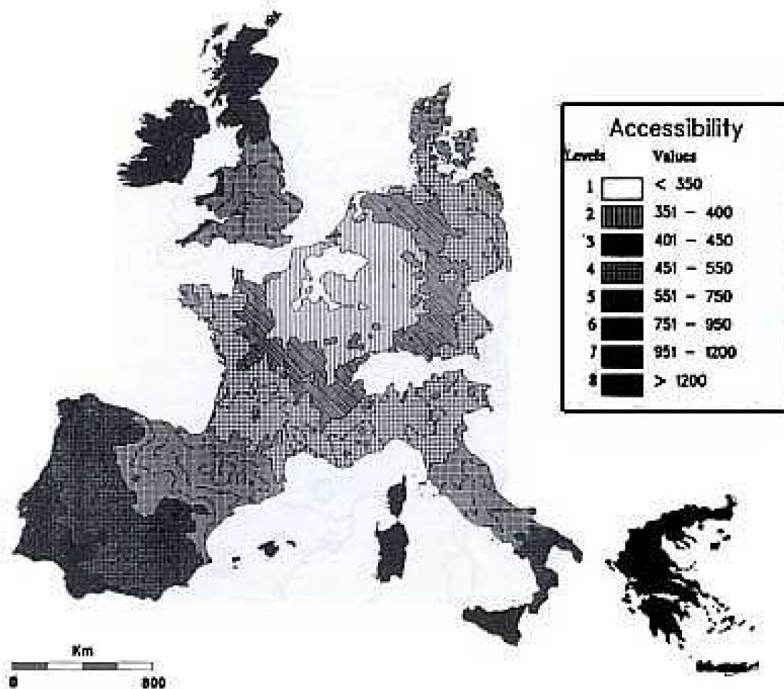
Det finns även möjligheter att jämföra faktiska avstånd i vägnätet till målpunkter i vägnätet med fågelavståndet (Trafikanalys 2021b), exempelvis som en genhetsknot mellan cykel i vägnätet och avståndet fågelvägen i Uppsala (Trivector 2014).

Avslutningsvis ges nedan ett exempel på ett viktat avståndsmaat. Gutiérrez och Urbano (1996) analyserade den tillgänglighetsförändring som förväntades uppstå av en utbyggnad av TEN-T-vägnätet till 2002, i förhållande till ett dåvarande "nuläge" 1992. Måttet som Gutiérrez och Urbano (1996) använde är ett viktat restidsmaat, som ökar med större resmotstånd, dvs. ju mindre är tillgängligheten. Det är alltså ett maat på otillgänglighet.

Vikten som användes var BNP som tilldelades "ekonomiska centra" med minst 300 000 invånare. Resimpedansen utgjordes av summan av restiden på vägarna, och ett "trängselstraff" då mellanliggande ekonomiska centra behövde passeras, som var proportionellt mot logaritmen av befolkningen. Restiden mättes genom att varje vägsegment (mellan två noder) tilldelades en restid baserat på vägens längd och skyltad hastighet, samt en multiplikator baserad på vägens standard (storlek).

Sjöförbindelser togs med enligt gällande tidtabeller, plus ett bytesstraff. Avståndsberäkningarna gjordes för cirka 4 000 noder till de 94 ekonomiska centra. Den vägsträckning som resulterade i lägst impedans mellan varje par av start- och målpunkter användes för beräkningen per startpunkt. Resultatet syns i Figur 4.12.

Nivån på tillgängligheten 1992 kan grupperas i några breda grupper. Högst tillgänglighet noteras i ett litet område mellan Aachen, Bryssel and Paris. Något lägre tillgänglighet finns i en ring runt kärnområdet i nordöstra Frankrike, de västra delarna av Tyskland, Nederländerna, Belgien och Luxemburg. Därefter faller tillgängligheten i princip ju längre i från kärnområdet man kommer. Lägst tillgänglighet har Irland, södra delarna av Spanien, Portugal, Italien och Grekland.



Figur 4.12. Tillgänglighet med bil till ekonomiska centrum 1992.  
Källa: Gutiérrez och Urbano (1996)

## 4.3 Utvärdering

Som vi har sett i detta kapitel kan tillgänglighet och tillgänglighetsförändringar således analyseras på olika geografiska nivåer där olika avstånds- och restidsmått fångar olika aspekter av tillgänglighet på olika rumsliga nivåer, från lokala målpunkter till nationella och internationella målpunkter.

Dessa mått är enkla att beräkna, tolka och kommunicera. Tillgången till data är ofta god. Måtten kan därför tjäna som indikatorer för tillgång till ett grundläggande utbud av olika basala tjänster, som inte varierar alltför mycket kvalitativt, till exempel olika samhällstjänster som skola, vård och omsorg.

Måtten innehåller visserligen en enkel representation av tillgänglighetens "byggstenar" markanvändning (målpunkter) och transporter (rumslig separation; se avsnitt 2.2), men för att avstånd ska kunna översättas till transporter måste restider beräknas för respektive färdväg var för sig, och målpunkterna vara enkla och av homogent slag. Det går inte heller, utan svårighet<sup>94</sup>, att göra någon sammanvägning av flera resalternativ, till exempel mellan olika färdväg och målpunkter/resänder.

I kapitel 5 inkluderar vi markanvändningens kvalitet i måtten, dvs. vad start- och målpunkterna faktiskt innehåller. När vi väger samman utbudet med den kostnad som krävs för att ta del av det, får vi tillgänglighetsmått som överensstämmer bättre med tillgänglighetsdefinitionen. Samtidigt blir de mer komplexa.

<sup>94</sup> Trafikanalys tillgänglighetsindex är ett försök att åstadkomma en sammanvägning av tillgängligheten med de olika färdvägarna till målpunkterna. Men sammanvägningen innehåller ingen viktning av färdvägens attraktivitet för ett avgörande om resenären väljer bilen eller cykeln till vårdcentralen.



## 5 Potentialmått

Genom att lägga till attraktionsvariabler, dvs. verksamheter och befolkningskoncentrationer, till avståndsmåtten i kapitel 4 får vi mått på individernas potential till interaktion med ett utbud på andra platser, vilket vi kan benämna *potentialmått*. Måtten är *kumulativa* i den bemärkelsen att de summerar utbudet på olika avstånd, och utbudet är viktat med en avståndsfunktion (stegfunktion eller kontinuerligt avtagande). Beräkningen utgår vanligtvis från ett område, men kan även beräknas från punkter eller regelbundna områden.

Måtten är inte modellberäknade, utan parametrar, funktionsformer och specifikation av nyttor och resuppostringar är enklare, tagna från litteraturen eller *ad hoc*. Därmed redovisar de endast en potential till interaktioner, under de strikta förutsättningar som bestäms av dessa begränsningar. Resärenden, färd sätt och socioekonomiska grupper måste behandlas var för sig och kan till viss del jämföras med varandra, förutsatt att relevanta bakgrundsdata ingår i måtten, men de kan inte aggregeras.

I den här kategorin ingår så kallade "enkelt kumulativa" mått med stegfunktion, samt icke modellberäknade gravitationsmått med avtagande avståndsfunktioner. Hänsyn kan tas till konkurrensaspekter, men på ett grövre sätt än för modellberäknade mått (modellberäknade gravitationsmått och logsummer, se nästa kapitel).

### 5.1 Potentialmått

Potentialmåtten kan delas in i enklare, mer intuitiva mått, och mer komplexa som baseras på empiriska skattningar. Det allra enklaste är att räkna hur många, hur stort eller hur tätt ett visst utbud är inom ett avgränsat geografiskt område, till exempel postnummerområden eller olika administrativa gränser<sup>95</sup> – täthetsmått, se mer i appendix, avsnitt 11.2. Till enklare potentialmått som även tar hänsyn till avstånd eller restid hör mått som summerar antal eller kvalitet på målpunkterna inom ett visst avstånd. Dessa kallar vi kumulativa mått (egentligen *cumulative opportunities* – "kumulativa möjligheter/kumulativt utbud").<sup>96</sup> Andra, lite mer sofistikerade mått väger utbudet eller möjligheterna med en eller annan kontinuerligt avtagande<sup>97</sup> funktion – dessa kallar vi gravitationsmått<sup>98</sup>.

Alla potentialmått kan emellertid sammanfattas i de två komponenterna attraktion/nytta och resimpedans/ generaliserad kostnad, summerat över antingen målpunkter ("Samhället") eller startpunkter (Befolkning).<sup>99</sup>

#### 5.1.1 "Kumulativa" mått<sup>100</sup>

Kumulativa mått motverkar randeffekter genom att inkludera avstånd eller restid i måttet, och räknar antalet eller andelen målpunkter inom ett visst avstånd eller en viss restid, som

<sup>95</sup> Till exempel SAMS, DeSO, församling, kommun, kommungrupper, region, NUTS 2 m.m.

<sup>96</sup> Vi förkortar benämningen av dessa mått till "kumulativa mått".

<sup>97</sup> Noga räknat "icke-stigande" – dvs den kan vara konstant över vissa intervall, framför allt inom den egna zonen.

<sup>98</sup> Endast enkelt begränsade gravitationsmått ingår i vår gruppering potentialmått – de dubbelt begränsade ingår bland jämviktsmåtten, se kapitel 6.

<sup>99</sup> Beroende på om måttet ska spegla befolkningens eller samhällets (utbud, arbetsplatser, handelsområden, offentlig service m.m.) perspektiv. Från samhällets perspektiv kan man t.ex. tala om marknadspotential, service- eller upptagningsområden (*catchment area*). Vi tänker oss "startpunkterna" som de områden där befolkningen bor (s.k. nattbefolkning), och målpunkter där verksamheter och andra möjligheter finns.

<sup>100</sup> Ordet är satt inom citattecken, eftersom även gravitationsmåtten i kommande avsnitt är kumulativa i den meningen att de summerar utbudet – skillnaden ligger i utseendet på avståndsfunktionen. Det är dessutom en förkortning av "kumulativa möjligheter". Vi behåller här namnet av främst historiska skäl.



bestämts på något sätt. En annan möjlighet är att summera storleken – eller något annat mått på kvalitet – på målpunkterna inom samma avstånd. Närliggande utbud utanför det direkta undersökningsområdet – en buffertzona – måste förstås inkluderas i beräkningarna.

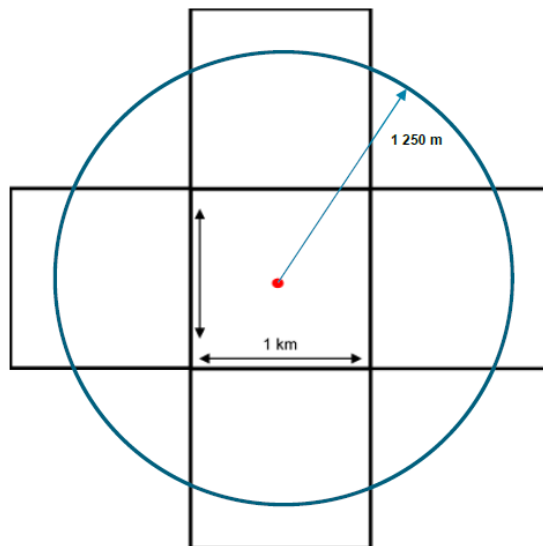
Man kan se de kumulativa måtten som ett utbud viktat med en "stegfunktion", dvs. en funktion som är lika med 1 inom en viss radie, och utanför den radien lika med 0 (se flera funktionsformer i avsnitt 5.1.2 nedan).

Tröskelvärdet på avståndet eller restiden på ett kumulativt mått kan sättas på olika sätt:

- "på känn" (*ad hoc*), baserat på tidigare erfarenheter, studier eller tumregler
- på normativt tagna mål om "största acceptabla restid", "längsta avstånd till" etc.
- genom att empiriskt skatta medelavstånd eller medianavstånd med data som beskriver aktuellt resbeteende i aktuellt område (eventuellt för olika resänder och grupper) – som vi kallar ett "positivt", dvs. beskrivande mått.

Kumulativa mått hör till de enklaste *sammansatta* måtten (med data om både Hinder och Samhälle i Figur 3.3) på tillgänglighet i praktiskt arbete. Det används oftast i planerings-sammanhang för att mäta hur många som uppfyller en viss standard – norm – för maximal restid eller avstånd till en plats eller till transportsystemet, såsom antal arbetsplatser inom 45 minuters bilrestid, eller antalet hållplatser eller bussavgångar inom 500 meter.<sup>101</sup>

Det kumulativa måttet ska inte blandas samman med efterfrågemått, som mäter befolkningens tillgång till en viss standard (t.ex. avstånd till hållplats), se avsnitt 3.2 (och exempel på tillämpningar i 4.2). Om geografin är uppdelad i regelbundna rutor, eller om utbudet föreligger punktvis på kartan, kan antalet eller summan av utbudet divideras med antalet rutor eller ytan på den omgärdande cirkeln (Figur 5.1). Då blir det kumulativa måttet liktydigt med ett glidande medelvärde av intilliggande rutor inom den aktuella radien.



**Figur 5.1. Exempel på glidande medelvärde. Alla kollektivtrafikavgångar från hållplatser inom de fem intilliggande rutorna (s.k. rook-formation, efter tornets rörelse i schack) summeras till ett kumulativt mått, vilket antas approximativt motsvara befolkningens tillgänglighet inom 1 500 meters gångväg.**

**Anm:** Befolkningen antas vara bosatt i mittpunkten i varje ruta. Cirkeln runt mittpunkten har ett beräknat maximalt gångavstånd på 1 500 meter (1,2 x 1 250), när hänsyn tagits till att man går i ett vägnät.

**Källa:** Trafikanalys (2020a), Figur 2.2. Se där på s. 16 ff. för en mer utvecklad motivering.

<sup>101</sup> Kaiser, Bulter m.fl. (1973) visade att det fanns betydande avvikelser mellan hur hushållen uppfattade sin tillgänglighet och de restidsstandarder (exempelvis max 30 minuter till arbetsplats) som tidigare tagits fram i USA för användning inom stadsplanering.



Om rutorna är likformiga spelar det ingen roll om man beräknar medelvärdet eller summan, eftersom alla mätvärden omfattar samma antal rutor. Det blir bara en fråga om en godtycklig skalning av alla mätvärden, och det finns inget "nollställe" för tillgänglighet utan det är bara jämförelser som spelar roll (se avsnitt 6.4 nedan).

### 5.1.2 Gravitationsmått

Så kallade gravitationsmått (även kallade Hansen-mått) härstammar från modeller av rumslig växelverkan mellan befolkning, markanvändning och transporter som ofta kallas gravitationsmodeller, på grund av deras härledning från fysiska modeller av bland annat gravitation.<sup>102</sup> Även gravitationsmått är "kumulativa" i den bemärkelsen att de summerar utbudet – skillnaden ligger i funktionsformen med vilken utbudet viktas beroende på avstånd/restid (se nedan).

Den första noterade formuleringen av gravitationsteorin inom samhällsvetenskapen gjordes av den amerikanske nationalekonomen H. C. Carey på 1850-talet (Carey 1858–59):

*Man, the molecule of society, is the subject of Social Science. [...] The great law of Molecular Gravitation (is) the indispensable condition of the existence of the being known as man. [...] The greater the number collected in a given space, the greater is the attractive force that is there exerted. [...] Gravitation is here, as everywhere, in the direct ratio of the mass, and the inverse one of distance.*

Gravitationsanalogin, som är ett uttryck för en gren av samhällsvetenskapen som kallas "social fysik" med rötter ända från 1600-talet (Barnes och Wilson 2014), innebär alltså att det antas finnas en attraktionskraft mellan två områden med mänsklig verksamhet, och att avståndet mellan områdena orsakar en "friktion" som motverkar interaktionen. I likhet med till exempel Newtons gravitationslag<sup>103</sup> kan då interaktionen (t.ex. transporter), som ett resultat av "kraften" mellan två befolkningscentra, sägas variera direkt proportionellt med någon funktion av befolkningens storlek i de två centra, och omvänt proportionellt med någon funktion av avståndet mellan dem. Sålunda definierade Stewart (1947, 1948), som var astrofysiker, "demografisk lägesenergi" eller *befolkningspotential* omkring en "massa"  $N_1$ , på avståndet  $d$ , enligt  $N_1/d$ . Om då en annan massa  $N_2$  befinner sig i potentialfältet, ska enligt analogin med de fysikaliska lagarna en "kraft"  $F$  utvecklas mellan de två massorna<sup>104</sup> och direkt proportionell mot storleken på båda massorna, samt omvänt proportionell mot avståndet mellan dem i kvadrat ( $k$  är en skalkonstant, som i detta sammanhang är godtycklig):

$$F_{1,2} = k \cdot \frac{N_1 \cdot N_2}{d^2}$$

Huruvida interaktionen i samhällsmodellen egentligen ska ges av uttrycket för potentialen eller för kraften kan diskuteras (Pooler 1987), och någonstans här bryter väl också analogin mellan befolkningsmönster och newtonsk mekanik samman. Åtskilliga försök har också gjorts att statistiskt uppskatta värdet på potensen i nämnaren (till exempel Hansen 1959), liksom att

<sup>102</sup> En tidig översikt av olika typer av gravitationsmodeller är Wilson (1971). Gravitationsmodeller används idag kanske främst för att förklara handelsflöden (Reilly 1931, Tinbergen 1962, Anderson 2011, Friske och Choi 2013, Head och Mayer 2014). Det har dock skett en betydande utveckling och anpassning av dessa modeller sedan start; i stället för avståndsfunktion kan de t.ex. använda s.k. fixa effekter för att fånga olika typer av impedanser. En annan tillämpning som haft stor spridning är migrationsflöden och befolkningskoncentrationer (Ravenstein 1885, Stewart 1948, Isard 1954, Capoani 2023).

<sup>103</sup> Newtons lag, som också baserades på empiriska observationer, publicerades första gången 1687, på latin (Newton 1687). Coulombs lag (1785) (oberoende av Cavendish (1771)), som uttrycker kraften mellan två elektriskt laddade partiklar, är uppbyggd på exakt samma sätt (Williams 2016). Även magnetisk potential kan uttryckas på detta sätt.

<sup>104</sup> Rent fysikaliskt är kraften riktningsderivatan (gradienten) av potentialen, som är ett s.k. skalärfält. I tillgänglighetssammanhang tas dock sällan hänsyn till någon riktning (även om undantag finns), och tillgänglighet betraktas oftast som en potential i sig. Detta påverkar endast formen på avståndsfunktionen, som ändå bör bestämmas empiriskt. Man kan också diskutera om "massorna" ska utgöras av befolkning i absoluta tal, eller befolkningsstäthet, vilket beror på den geografiska indelning som används i analysen (lika eller olika stora ytenheter).

använda alternativa funktionsformer (t.ex. Ingram 1971), för att empiriskt öka likheten mellan modell och observationer (se nedan samt i avsnitt 11.3).

Två decennier senare ska man gå över från fysikens "makro-" till dess "mikro-nivå", genom att i stället dra paralleller mellan det sociala systemet och statistisk mekanik, och låta individerna liknas vid atomer i ett dynamiskt system, med hänvisning till entropi istället för gravitation (Wilson 1967). Det leder bland annat till att avståndsfunktionen ändras till en exponentialfunktion, men även till att resultaten börjar likna resultat från psykologisk forskning om beslutsfattande (Thurstone 1927, Luce 1959)

Interaktionen  $I_{ij}$  mellan två befolkningscentra  $i$  och  $j$  kan i en mer generaliserad form ges av:

$$I_{ij} = f(N_i, N_j) \cdot g(d_{ij})$$

Där  $f$  är en icke-avtagande funktion,  $N_i$  och  $N_j$  befolkningen (befolkningstätheten) eller annan "massa" vi vill studera effekterna av, i  $i$  respektive  $j$ ,  $g$  är en icke-stigande funktion och  $d_{ij}$  avståndet mellan områdena. Modellen baseras också på antagandena att individer måste kunna kommunicera för att skapa interaktion, samt att en individ kan skapa samma interaktion som någon annan i samma område (Carrothers 1956).<sup>105</sup> Varje punkts eller områdes tillgänglighet till andra punkter eller områden i ett större område kan sedan summeras, för att få ett mått på en total tillgänglighet. Området bör utformas så att det är större än det studerade området, så att randeffekter kan undvikas eller minskas.

Ett problem med att mäta tillgänglighet enbart som avstånd är att man (i regel) bortser från viktiga faktorer som reskostnader, tidtabeller, väntetider och restidsosäkerhet. Om avståndet  $d$  generaliseras till en res- eller interaktionskostnad  $c$  kan tillgänglighetsmättet skrivas:

$$A_i = \sum_j N_j \cdot g(c_{ij}) \quad (\text{grundformel})$$

där  $A_i$  är tillgängligheten i zon  $i$  till "möjligheterna"  $N_j$  i zon  $j$ , och  $c_{ij}$  är generaliserad transportkostnad<sup>106</sup> mellan zon  $i$  och  $j$ .

Utifrån denna enkla formel går det att variera målpunkterna  $N$  med avseende på typ av målpunkt ( $N$  kan även beteckna konsumtionsbudget) och storleksmått, funktionen  $g$  avseende matematisk form och skattningsbara parametrar, och den generaliserade kostnaden  $c$  med avseende på ingående variabler och parametrar, såsom olika typer av tidsåtgång, monetär kostnad, komfort, restids- eller leveransosäkerhet, med mera. Att olika destinationer kan vara olika attraktiva fångas med attraktionsvariabeln  $N_j$ .

Ett specialfall inträffar när  $g$  är stegfunktionen:

$$g(c_{ij}) = \begin{cases} 1, & c_{ij} \leq C \\ 0, & c_{ij} > C \end{cases}$$

Då sammanfaller potentialmättet med det "kumulativa" måttet i avsnitt 5.1.1 ovan.

Tillgänglighetsmättet i grundformeln är även en så kallad "balanserande faktor" som nämnare i en gravitationsmodell. Den kan tolkas som den totala efterfrågan på målpunkterna  $N$  från område  $i$ , och kan därför användas för att normera efterfrågan i  $i$  till en sannolikhet för en invånare där att välja utbudet  $N_k$  i ett visst område  $k$ :

<sup>105</sup> Enligt Stewart (1947, 1948) var Reilly (1929) först med att formulera demografisk gravitation i form av en "lag om handelsgravitation", där han med hjälp av den drog upp "naturliga gränser" mellan handelsmarknadsområden. Utvecklingen av måtten med exempel på tillämpningar beskrivs i litteratursammanställningar av Carrothers (1956), Isard (1960), Olsson (1965), Wilson (1971).

<sup>106</sup> Reskostnaden kan till exempel uttryckas som avstånd i tid eller kilometer, eller som en generaliserad kostnad eller resupoffring, med en mångfald individuella och miljörelaterade variabler, som är fallet i transportmodellens nyttofunktioner (logsummor).

$$p_{ik} = \frac{N_k \cdot g(c_{ik})}{A_i} = \frac{N_k \cdot g(c_{ik})}{\sum_j N_j \cdot g(c_{ij})}$$

Denna formulering är identisk med sannolikheterna i en multinomiell logitmodell, som ligger till grund för logsummemåttet i avsnitt 6.2 nedan. Detaljerna skiljer dock, till exempel avseende specifikationen av avståndsfunktionen, antalet parametrar och inte minst teorin bakom.<sup>107</sup>

Nedan går vi igenom gravitationsmåttens olika beståndsdelar och vilka valmöjligheter som finns avseende 1) disaggregering och redovisningsgrupper, 2) funktionsformer och 3) mål- och startpunkter.

### **Disaggregering**

Om det finns disaggregerade data kan analyserna delas upp i kategorier såsom demografiska grupper (till exempel efter kön, ålder, inkomst, funktionsnedsättning), olika färd sätt (bil, kollektivtrafik, färdtjänst, cykel, gång), eller trafikslag (väg, järnväg, fartyg, flyg), geografi (tätort/utanför tätort, olika kommungrupperingar), med mera. Då adderas fler index till grundformeln.

Angående tillgänglighetsmått skriver Dalvi och Martin (1976):

I transportplaneringssammanhang inryms flera aspekter i begreppet [tillgänglighet] och det är bra att betrakta dem separat:

- Den första aspekten relaterar till individer, deras syften, preferenser och beslutsprocesser. Den relativa betydelsen de lägger på pengar, kostnader, tid, komfort och bekvämlighet bör alla ingå i konstruktionen av ett meningsfullt mått.
- För det andra själva möjligheterna, och uppenbarligen måste en omfattande uppsättning möjliga aktiviteter listas. Graden av disaggregering kommer att bero på problemet och därmed på vilken forskningsstrategi som är lämpligast.
- Den tredje aspekten gäller transportsystemets förmåga att tillhandahålla snabba metoder till låg kostnad för att övervinna avståndet mellan olika platser.

Författarna pekar alltså i de första två punkterna på att både individer och möjligheter (*opportunities*) som ingår i tillgänglighetsbegreppet kan kräva disaggregering, dvs uppdelning i mindre grupper, beroende på vilken analys som ska göras.

Varje tillgänglighetsmått bör alltså kunna beräknas separat för olika kön, ålder, ärenden, färd sätt. Det förändrar inget i själva måttet utan är en följd av hur det tillämpas. Ofta begränsar datatillgången vilken disaggregering som kan göras. Det kan till exempel vara svårt att specificera vilket pris som varje enskild kollektivtrafikresenär möter, och det är också svårt att känna till vars och ens individuella behov och preferenser när det gäller vilka möjligheter som är attraktiva eller färd sätt som är tillgängliga. Det kan dels handla om objektiva förutsättningar som utbildning eller kvalifikationer för jobb, inkomster som styr biltillgång, hushållssammansättning, bostadstyp, eller funktionsnedsättningar som påverkar möjligheterna att använda kollektiva färd sätt, med mera. Men det kan också handla om vad var och en föredrar rent känslomässigt när det gäller färd sätt, ärenden eller aktiviteter.

För att hantera skillnader i resbeteende föreslår Zakaria (1974) en modifiering av grundformeln på sidan 76 ovan:

$$A_i = \sum_j N_j \cdot g(c_{ij}) \cdot K_{ij}$$

<sup>107</sup> Tillgänglighetsmått skiljer sig också åt: logsummemåttet är den naturliga logaritmen av gravitationsmålet, vilket återspeglar en avtagande marginalnytta av fler alternativ.

Faktorn  $K_{ij}$  står för socioekonomisk variation i resbeteendet och sammansättningen av befolkningen mellan analysområdena  $i$  och  $j$ . Det blir  $N^2$  ( $N$  är antalet områden) parametrar att skatta, vilket är väldigt många. Ett bättre alternativ är att skatta dem med hjälp av proxy-variabler, så att  $K$  är en funktion av ett mer begränsat antal variabler för att beskriva befolkningen (se vidare specifikationen av logsummans nyttofunktion i avsnitt 11.4).

### **Den funktionella formen**

Den funktionella formen på kostnadsfunktionen  $g$  bör väljas för att passa indata.<sup>108</sup> Hur stort utbytet/interaktionen mellan två platser är beror till stor del på vilken "avståndsfriktion"<sup>109</sup> som finns mellan dem. Normalt avtar volymerna när kostnaden (avstånd, tid, pengar etc.) ökar, och ökar när kostnaden minskar (Figur 11.1). Sambandet mellan impedans och interaktioner är typiskt sett inte linjärt, utan har olika lutning i olika avståndsintervall. Det kan därför vara en god idé att prova olika funktionsformer för en speciell tillämpning. Vid olika typer av interaktioner (se punktlistan i slutet av nästa avsnitt), till exempel handelsutbyten eller efterfrågan på bostäder, kan olika funktionsformer vara mer eller mindre lämpliga.

Impedansens lutning och kurvatur (andradervivata) påverkas av många faktorer, såsom resående (i resmodeller), geografi, avstånd, alternativa transportsätt, med mera. Vissa av de funktionsformer som används har en s.k. inflexionspunkt, där kurvaturen (krökningen) ändras från konvex till konkav eller tvärtom (Figur 11.1–Figur 11.2).

Om avståndet/transporttiden är viktiga, som vid transaktioner som utförs ofta (t.ex. vardagsresor), bör funktionen ha en brant lutning, medan om avståndet är mindre viktigt (t.ex. vid semesterresor) bör funktionen ha en mindre brant lutning (Figur 11.1). Det är inte heller så att all aktivitet upphör över ett visst avstånd, utan sannolikheten minskar gradvis utan att helt försvinna. Om alla ärenden ska rymmas i en och samma modell kan funktionen då få en inflexionspunkt. En utförligare beskrivning av de vanligaste funktionsformerna och skattningen av dem ges i avsnitt 11.3.

### **Mål- (och start-)punkter**

Målpunkterna/-områdena i gravitationsmodellen är de destinationer där ett önskvärt utbud ligger lokaliserat, till exempel antal **arbetsplatser** (i olika branscher), affärsyta eller omsättning i **dagligvaru- eller sällanköpshandel**, **skolor** av olika storlek eller **utbildningsplatser**, **offentlig service** som vårdcentraler, apotek, arbetsförmedling, socialtjänst, m.m.

Gravitationsmodeller erbjuder en stor rikedom av tillämpningar. Tre huvudtyper är:

- a) Startpunkts- eller produktionsbegränsade, med fokus på målområdena – t.ex. marknadsområden för handeln, eller upptagningsområde för skolor, sjukhus
- b) Målpunkts- eller attraktionsbegränsade, med fokus på startområdena – t.ex. tillgång till arbetskraft, efterfrågan på bostäder
- c) Dubbelt begränsade, med fokus på växelverkan – t.ex. persontrafik, gods- eller handelsflöden

"Begränsningen" handlar om vilken information som finns för handen för modellen, och den "fria änden" eller växelverkan däremellan är det som är fokus för studien. När man skattar modeller är man ofta intresserad av att förändra något i de givna förutsättningarna, för att se

<sup>108</sup> Till exempel med data från en resvaneundersökning, eller från experiment med uttalade val (*stated choice*). För handelsmodeller används data om interregional eller internationell produktion och handel.

<sup>109</sup> När även restid och andra variabler ingår är det mer relevant att tala om resimpedans, resuppoiffing, generaliserad kostnad el.dyl. Vi använder ordet impedans i det här kapitlet – som framgår av föregående avsnitt är det inte alltid resor som modelleras.

hur utfallet blir på studieobjektet. I den här rapporten går vi dock bara igenom de tillgänglighetsmått som är associerade med modellerna. Man måste alltid komma ihåg att de parametrar som används i gravitationsmåttens någon gång har skattats i en modell, som kan var mer eller mindre relevant för ens tillämpning.

Tillgängligheten kan alltså även betraktas **från målpunkten**: serviceställen av olika slag, besöksnäring, handel eller annat näringsliv, eller arbetsgivare som söker kompetens i stort, marknads- eller upptagningsområde. Man kan även skilja på "tillgänglighet till" och "åtkomlighet från".<sup>110</sup> Det är huvudsakligen en skillnad i perspektiv, som inte påverkar tillgänglighetsmåttets matematiska form, men däremot dess variabelinnehåll och tolkning.

Exempel på tillämpningar av gravitationsmodeller finns i Wilson (1971), Geurs och Ritsema van Eck (2001), Berglund (2003), O'Kelly (2015). De behandlar många olika typer av rumslig interaktion, exempelvis:

- migrationsmodeller; modeller som prognosticerar folkomflyttningar med hjälp av s.k. *push-* och *pull-*faktorer, t.ex. bostadspriser, arbetstillfällen och bruttoregionprodukt (obegränsade, dvs inga restriktioner i start- eller målpunkter).
- handelsmodeller, inte minst mellan regioner och nationer; modeller som gör förutsägelser av hur handel påverkas av ändrade transportkostnader, tullar och tariffer m.m. (obegränsade)
- marknadspotential eller upptagningsområden – för butiker, skolor och sjukhus med mera; modeller som förutsäger potentiell omsättning i handel, eller söktryck till skolor och vårdplatser (startpunktsbegränsade, dvs. hushållens ekonomi eller ålderssammansättning är begränsande faktorer).
- bostadsefterfrågan; modeller som pekar ut lämpliga områden för utbyggnad av bostäder, utgående från antalet arbetstillfällen (dvs. de är målpunktsbegränsade).
- resor och transporter; modeller som förutsäger trafik mellan områden – oftast i ett transportnät – utifrån befolkning och olika former av utbud, t.ex. arbetstillfällen, skolor, handelsområden m.m. (dubbelt begränsade, dvs. både befolkning och utbud är begränsande).

Idealt kalibreras modeller för att så noga som möjligt representera ett nuläge (ibland kallat jämförelsealternativ, JA, eller *business-as-usual*, BAU), för att sedan beräkna utfallet i ett eller flera framtida scenarier med prognosticerade värden på de begränsande faktorerna (utredningsalternativ, UA). Potentialmåttens är dock inte designade att återspegla verkligt resbeteende på samma sätt som de jämviktsmått som presenteras i kapitel 6.

## 5.2 Potentialmått med konkurrens

Potentialmåttens i avsnitt 5.1 ovan kan utvecklas så att de även tar hänsyn till graden av konkurrens. Vi kan skilja mellan tre fall:

- 1) **Efterfrågekongkurrens** – utgående från startpunkten; konkurrens mellan hushåll.
- 2) **Utbud- eller målpunktskonkurrens** – utgående från målpunkten; konkurrens mellan företag och verksamheter om arbetskraft och kunder.

<sup>110</sup> Se fotnot 23 om dessa två begrepp i avsnitt 3, samt fotnot 156 i avsnitt 8.4.1.

- 3) **Konkurrens i både start- och målpunkt** – om både utbud och efterfrågan. Om utbud och efterfrågan befinner sig i jämvikt inkluderar motsvarande tillgänglighetsmått även effekter av konkurrens. Vi kan kalla dessa **jämviktsmått**, se vidare kapitel 6.

De tre konkurrensfallen kan ställas i relation till de enkelt (1–2) och dubbelt (3) begränsade gravitationsmodellerna i föregående avsnitt, men även de andra potentialmåten (täthetsmått och kumulativa mått) kan modereras av konkurrens effekter.

Efterfrågekonkurrens kan exemplifieras med arbetstagare som söker arbete. Tillgängligheten till ett matchande arbete minskar inte bara med avståndet, utan även med antalet andra sökande inom samma yrkeskategori med samma kompetens.

Utbudskonkurrens infaller när butiker i samma bransch konkurrerar om marknads efterfrågan, dvs. befolkningens disponibla inkomster i närområdet, eller utbudet av t.ex. kompetent arbetskraft minskar på grund av konkurrens från andra företag i närheten.

Jämviktsmått bygger på realiserade resmönster. I dubbelt begränsade gravitationsmått<sup>111</sup> och logsumman är graden av konkurrens inbakad i måttet, på grund av antagandet om matchning och jämvikt mellan resefterfrågan och utbud i målpunkter.

Medan måtten från enkelt begränsade gravitationsmodeller<sup>112</sup> kan tolkas som potentialer i respektive fria ända, kan alltså den dubbelt begränsade tolkas som interaktionen vid jämvikt, inklusive konkurrens både mellan jobbsökande och arbetsgivare, hushåll och butiker etc. (Geurs och Ritsema van Eck 2001). Graden av konkurrens i ett geografiskt område kan därför urskiljas som skillnaden mellan ett enkelt begränsat (potentialmått) och ett dubbelt begränsat gravitationsmått eller logsumma (jämviktsmått).

Breheeny (1978) föreslår som lösning två enkla, kumulativa mått (dvs. där avståndsfunktionen är en stegfunktion, se avsnitt 5.1 ovan), som gäller skolplatser<sup>113</sup> och som kompenserar för konkurrensen inom skolans upptagningsområde:

- Antal skolor inom två engelska mil från respektive zon, dividerat med antal elever som kan nås inom samma avstånd.
- Antal skolor inom två engelska mil från respektive zon, dividerat med antal elever som inte får plats i sin närmaste skola.

Ett mått som tar hänsyn till konkurrens på ett lite mer sofistikerat sätt är Jörgen Weibulls så kallade S-mått. Måttet och dess varianter finns beskrivet i tre artiklar: Weibull (1975, citerad i Weibull (1976), Mattsson och Weibull (1981), men den tydligaste redogörelsen av måttet finns kanske i Berglund (2003). Knox (1978) använde ett liknande tillgänglighetsmått.

Tillgänglighet till arbete beräknas ofta som antalet arbetsplatser inom ett visst avstånd (kumulativt mått), eller viktat med en avståndsfunktion (gravitationsmått). Antagandet bakom dessa tillgänglighetsmått är att sannolikheten att få ett jobb är proportionell mot antalet arbetsplatser inom räckhåll. Resonemanget bortser emellertid från konkurrensen från *andra* potentiella sökande som beror på deras tillgänglighet *till arbetsplatsen*. S-måttet modererar därför tillgängligheten till utbudet med konkurrensen om samma utbud. Weibull tillämpade måttet på arbetstillfällen och Knox på operationssjukhus (*surgery facilities*).

$$S_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^n D_j \cdot g(d_{ij})}{\sum_{k=1}^n O_k \cdot f(d_{kj})} = \frac{A_i}{P_j}$$

<sup>111</sup> ...som skattats och kalibrerats efter verkliga resmönster.

<sup>112</sup> De balanserande faktorerna i en rumslig interaktionsmodell.

<sup>113</sup> Detta kan generaliseras till andra målpunkter, såsom sjukhusplatser eller liknande.

där

$A_i$  = sammanlagd potential till utbudet i alla områden från område  $i$

$P_j$  = befolkningspotential i  $j$

$D_j$  = utbudet (t.ex. antal arbetstillfällen, storlek på akutsjukhus) i  $j$

$O_k$  = antal (konkurrerande) invånare i  $k$

$g(d_{ij}), f(d_{kj})$  = avtagande avståndsfunktioner av avståndet  $d_{ij}$  mellan  $i$  och  $j$  respektive  $k$  och  $j$  (ej nödvändigtvis samma)

S-måttet kan användas med vilka avtagande avståndsfunktioner som helst. Det centrala med formuleringen är sättet att minska värdet av utbudet i  $j$  genom att dividera med antalet förvärvsarbetande som kan nå  $j$ . Detta ger oss ett enkelt och intuitivt mått på konkurrensen om arbetsplatserna tillgängliga från zon  $i$ .

Samma mått kan användas för att beräkna tillgänglighet till arbetskraft, från ett arbetsgivarperspektiv, genom att vända på beteckningarna och låta antalet förvärvsarbetande vara attraktionsvariabeln  $D_j$  och antalet arbetstillfällen den modererande konkurrensen  $O_i$ .

Knox använder det rena avståndet, dvs.  $g(d_{ij}) = d_{ij}$  som avståndsfunktion, och Weibull en stegfunktion. Avståndsfunktionen i nämnaren,  $f$ , specificerar Weibull inte närmare i sin artikel från 1976, mer än att den skattas från befintliga data och väger samman restider med bil och kollektivtrafik (Weibull 1976 s. 371). Som utveckling föreslås en exponentialfunktion för att spegla att arbetsgivaren väljer sökande med den högsta meriten (vilket även stämmer med teorin om nyttomaximering vid slumpmässiga val; s. 377). En tillämpning med arbetstagargrupper med olika kvalifikationer görs i Mattsson och Weibull (1981).

Knox väljer sedan att normalisera potentialen för storleken på sjukhuset ( $A_i$ ) och befolkningspotentialen ( $P_i$ ), som en procentandel av respektives högsta värde. Det resulterande måttet blir ett index som är större än 100 om området är relativt överrepresenterat med läkare, och under 100 om det har färre läkare per person än genomsnittet (alltså en lokaliseringkvot, se även avsnitt 5.3.1 nedan). Lokaliseringkvoten är alltså inte en del av tillgänglighetsmåttet i sig, utan bara en skalning av resultaten för att tydliggöra var det finns över- respektive underskott på operationssjukhus i förhållande till befolkningen.

Knox väger också samman tillgängligheten med bil med tillgängligheten med kollektivtrafik på ett enkelt sätt, efter andel bilinnehavare i startområdet samt restider med bil respektive kollektivtrafik.

## 5.3 Analyser där måtten har använts

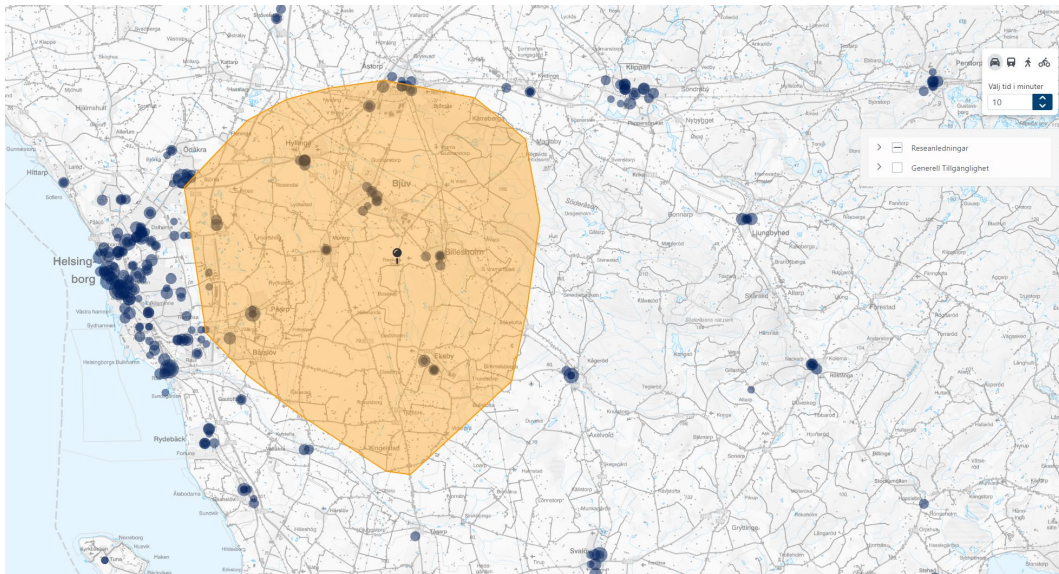
I likhet med språkbruket i tidigare avsnitt betecknar vi nedan potentialmått med stegfunktion som "kumulativa" mått, och potentialmått med kontinuerligt avtagande avståndsfunktion som "gravitationsmått".

### 5.3.1 Kumulativa mått

Antalet exempel på tillämpningar av olika kumulativa mått är omfattande, framför allt där en stegfunktion används för avståndet – dvs. alla målpunkter inom avståndsgränsen räknas med (kumulativt) med samma vikt, och inga målpunkter bortom gränsen.

I Sverige används denna typ av mått på nationell nivå främst av Tillväxtverket och av Trafikanalys. Med hjälp av Tillväxtverkets modell Pipos är det möjligt att undersöka pendlings-

omland kring olika platser eller företag (Tillväxtverket 2023a). Givet lokaliseringen av ett specifikt företag kan verktyget beräkna hur många människor som bor på exempelvis 15, 30, eller 60 minuters restid från platsen idag och hur många som kommer att göra det efter en hastighetsförändring. På ett motsvarande sätt kan verktyget användas för att undersöka olika arbetsställens dagliga räckvidds- och marknadsomland före och efter en förändring i vägnätet, eller hur många målpunkter en individ från en viss plats kan nå med bil inom en viss tidsgräns (Figur 5.2).



**Figur 5.2. Tillgänglighet till kommunal service - mätt som antal målpunkter (kommunal service) som kan nå från startpunkten Risekatslösa, med bil inom 10 minuter, år 2020.**

**Källa:** Egen bearbetning av [Regionalanalys i Pipos](#)

**Anm:** Blåa punkter indikerar var kommunal service finns. Orange yta indikerar den yta personbilen kan nå från startpunkten inom 10 minuter.

I den tidiga forskningslitteraturen är kumulativa mått väl representerade. 1970-talet förefaller ha varit guldåldern för denna typ av mått, med studier som ofta har ett lokalt framåtblickande stadsplaneringsperspektiv med en önskan om att åstadkomma en mer hållbar, rättvis eller jämlik tillgänglighet. Måtten används i stor utsträckning fortfarande, och kan rent av sägas vara ett av de mest använda måtten på grund av sin enkelhet att beräkna och kommunicera.

Exempelvis avsåg Wickstrom (1971) att analysera hur väl transportsystemet erbjöd invånare och områden tillgång till målpunkter till lägsta möjliga kostnad, oavsett färdmedel – det han menade var ett "balanserat transportsystem" (se mer om ett balanserat transportsystem i kapitel 9). I studien beräknas tillgänglighetsmättet som andelen arbetsplatser som kan nå inom 45 minuter från sex förstäder till Washington, D.C. Andelen närliggande arbetsplatser beräknas som andel av ett "önskvärt maximum", som definieras som endast 75 procent av alla "regionala arbetstillfällen".

Om måttet överstiger 0,75, vilket inträffar för bil i alla områden, får måttet värdet 1. Måttet beräknas även för kollektivtrafik, och måtten för bil respektive kollektivtrafik vägs sedan ihop enligt uppmätta färdmedelsandelar i respektive område. Genom att "önskvärt maximum" av antalet arbetstillfällen är satt lägre än det faktiska antalet kan såväl områden med övervägande biltrafik som områden med övervägande kollektivtrafik uppnå höga värden på tillgängligheten, trots att tillgängligheten med bil i själva verket är betydligt högre.

Wachs och Kumagai (1973) beräknade tillgänglighet till arbetstillfällen (*employment*) inom flera fasta tidsgränser (15, 30, 45, 60 och 90 minuter med bil), samt med en uppdelning av



den arbetande befolkningen i åtta inkomstgrupper och åtta yrkesgrupper.<sup>114</sup> Los Angeles användes som studieområde, indelat i 103 analysområden. Genom uppdelning av indata kan resultaten redovisas per restid, inkomstgrupper, yrkeskategorier eller områden, och jämföras med varandra. Sherman, Barber m.fl. (1974) analyserade på likande sätt andelen av befolkningen uppdelad i olika som kan nå målpunkter av olika slag i Boston, med bil respektive kollektivtrafik, före och efter en åtgärd.

Black och Conroy (1977) analyserade tillgänglighet till arbetsplatser för stadsdelar i Sydney med kumulativa mått. Studien påminner om såväl Wachs och Kumagai (1973) som Wickstrom (1971) men har en mer utvecklad tillgänglighetsberäkning. För varje startpunkt (område) beräknades det kumulativa antalet målpunkter (arbetsplatser) som kan nås inom ett antal restidsgränser (30, 60 och 90 minuter), vilket redovisas med en graf.

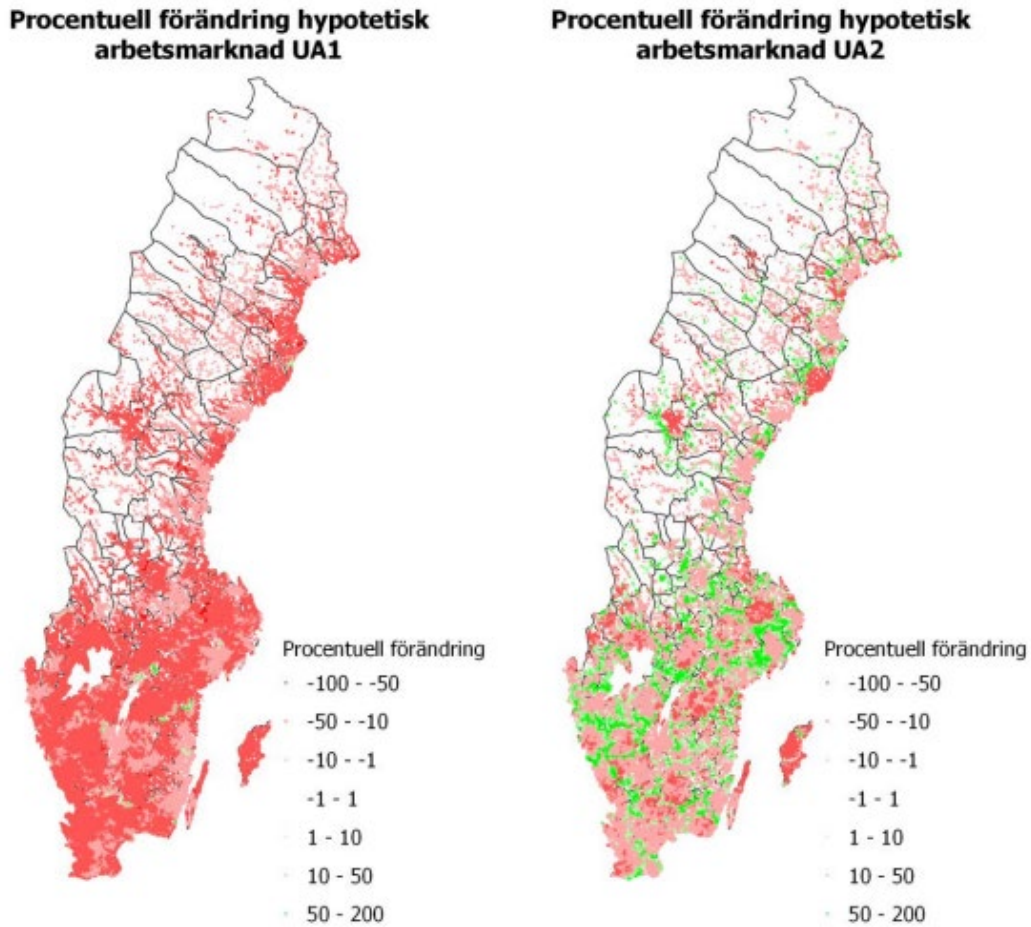
Tillgängligheten kvantifieras sedan som andelen av det totala antalet målpunkter som kan nås inom en specifik restid med bil respektive kollektivtrafik, multiplicerat med (restidsgränsen minus den genomsnittliga restiden till målpunkterna som nås inom gränsen). Resultaten för bil respektive kollektivtrafik viktas baserat färdmedelsandelar, och värdena adderas. Tillgängligheten redovisas för män respektive kvinnor. I studien analyseras effekterna av tre alternativa konfigurationer av transportsystemet och omlokalisering av arbetsplatserna.

I Westin, Knutsson m.fl. (2019a), WSP (2019a) har två scenarier (UA1 och UA2) av hastighetsgränsförändringar på det svenska vägnätet jämförts med ett jämförelsealternativ (JA).<sup>115</sup> Den procentuella förändringen av en potentiell arbetsmarknad får tjäna som exempel på denna typ av analyser (Figur 5.3), resultaten för övriga målpunkter finns redovisade i Westin, Knutsson m.fl. (2019a). Beräkningarna har gjorts med Tillväxtverkets verktyg Pipo. Mönstret liknar det som återfinns när analysen använder logsummer från Sampers (Figur 6.7).

Ett kumulativt mått på tillgången till kollektivtrafik togs fram och redovisades i Trafikanalys (2020a) (kap 2). Där räknades alla tidtabellavgångar under en typisk vecka, inom en kilometerruta plus de närmast liggande rutorna i de fyra väderstrecken, vilket ungefärligen ska motsvara de avgångar som är tillgängliga inom 1 500 meters gångavstånd (1 250 m fågelavstånd) från mittenrutans centrum.

<sup>114</sup> En analys görs även för tillgänglighet till sjukvård. Då beräknas antal sjukvårdsinrättningar som kan nås inom 15 respektive 30 minuter med bil eller kollektivtrafik. Områdenas tillgänglighet diskuteras sedan utifrån ett antal faktorer, såsom tillgång till bil.

<sup>115</sup> Jämförelsealternativet (JA) utgår ifrån dagens vägnät. Utredningsalternativ 1 (UA1) bygger på av Trafikverket planerade och tänkta hastighetsjusteringar i det svenska vägnätet. Totalt omfattar scenariot förändringar på cirka 420 vägsträckor i Sveriges vägnät jämfört med jämförelsealternativet. Huvuddelen av dessa förändringar är hastighetssänkningar. Utredningsalternativ 2 (UA2) utgår från vägnätet i UA1 men med höjda hastigheter på vägar som ingår i Trafikverkets "Funktionellt prioriterade vägnät" (FPV). I scenariot har minimihastigheten på vägar i FPV som bedömts som nationellt viktiga satts till 120 km/h, regionalt viktiga vägar har fått minimihastigheten 100 km/h och övriga kompletterande regionalt viktiga vägar har fått minimihastigheten 80 km/h. Undantag har gjorts för ett fåtal vägsträckor i större städer som exempelvis Essingeleden i Stockholm där 120 km/h inte ansetts vara möjligt.



Figur 5.3. Procentuella förändringar i antalet arbetsplatser inom 30 minuter i UA1 och UA2 jämfört med JA. Källa: Tillväxtverket (2019), Westin, Knutsson m.fl. (2019a)

EU-kommissionen (2023) har sedan 2010 återkommande redovisat index för regionernas (NUTS2) utveckling – *Regional Competitiveness Index* (RCI). Indexet består av ett flertal mått. Två av måtten uttrycks som en kvot av två kumulativa mått för väg respektive järnväg. Det tredje är ett kumulativt mått för flyg (Annoni och Dijkstra 2019). Beräkningarna genomförs mellan kilometerrutor.

- Befolkning som kan nås med bil inom 90 minuter, dividerat med befolkningen som bor inom en radie av 120 km (det motsvarar en hastighet av 80 km/h).
- Befolkning som kan nås med järnväg inom 90 minuter, dividerat med befolkningen som bor inom en radie av 120 km (det motsvarar en hastighet av 80 km/h).
- Antal flygavgångar som nås inom 90 minuter med bil.

Åslund, Östh m.fl. (2009) använder logaritmen av antalet arbetstillfällen och antalet invånare inom 5 km radie för att undersöka hur närhet till arbete påverkar sysselsättning och inkomster, i synnerhet i ljuset av svensk politik för placering av asylsökande. Måtten är kumulativa, även om de är transformerade med en logaritmfunktion.

I en aktuell kartläggning av tillämpningar av tillgänglighetsberäkningar utförda av offentliga aktörer används kumulativa mått i sju av 40 fall, 18 procent (Trivector 2024).

### 5.3.2 Gravitationsmått

Som nämnts ovan har gravitationsmått en lång historia av tillämpningar inom demografi, internationell och regional migration och handel, pendlingsresor (*commuting*) och bostadslokalisering. Eftersom gravitationsmåttens ursprungligen bygger på fysiska teorier och empiri, och kräver matematisk bearbetning och databehandling, har studierna ofrånkomligen en mer akademisk prägel än de enklare avstånds- och kumulativa måtten. Det finns därför också en flora av studier och metastudier som jämför utfallet av olika tillgänglighetsmått med varandra.

Bruinsma och Rietveld (1998) redovisar i den andan en jämförelse av resultaten i sju studier av olika europeiska storstäders tillgänglighet till andra större städer i Europa, och avser alltså tillgänglighet på relativt långa avstånd.<sup>116</sup> Studien jämför 11 olika typer av mått för tillgänglighetsberäkningarna, i egna och andras arbeten, varav några utgörs av restid, reskostnad, förväntad nytta, kumulativa mått eller gravitationsmått. Tillgängligheten mäts också både på en aggregerad nivå samt uppdelat på flyg och järnväg. Måtten jämförs med avseende på 1) hur de rankar städernas tillgänglighet och 2) deras utfall avseende ojämlikhet/variation. Städernas placering på rankinglistan förefaller vara relativt okänslig för respektive studies val av tillgänglighetsmått. För att kunna förklara skillnader i måttens utfall på ojämlikhet av städernas tillgänglighet är måttens närmare operationalisering av stor betydelse – t.ex. antal områden som ingår, om tillgängligheten avser daglig (realiserad och mått med gravitationsmått) eller potentiell (kumulativt mått) tillgänglighet, eller viktningsvariabel (t.ex. bruttoregionprodukt, antal tågavgångar eller avstånd/restid). Ju mer finkornig upplösningen på data är, desto mindre blir ojämlikheten (mått med variationskoefficienten).

Kapatsila, Palacios m.fl. (2023) jämför tillgängligheten i åtta kanadensiska storstäder beräknad med gravitationsmått med fyra olika avståndsfunktioner, samt ett kumulativt mått. De finner att korrelationskoefficienten är hög mellan alla måtten, över 0,9. För att maximera överensstämmelsen ska tröskelvärdet för det kumulativa måttet sättas till medelvärdet av restiden med kollektivtrafik och bil i regionen (för vissa funktionsformer ger medianen bäst resultat). Resultaten, som även är robusta för olika inkomstgrupper, leder till slutsatsen att datahungriga och komplexa mått inte alltid är motiverade.

Bhatt och Minal (2022) beräknar gravitationsmått med olika variabler för resmotståndet för att bestämma vilket av dem som påverkar måttet mest, för att därefter bedöma hur tunnelbanan i Dehli bör byggas ut för att öka tillgängligheten mest. Avståndsfunktionen är  $1/C$  där  $C$  är vald avståndsvariabel, och attraktionsvariabeln är antal arbetstillfällen (*employees*). De undersökta avståndsvariablerna är resavstånd, restid, "direkt avstånd" (fågelvägen?), *out-of-vehicle*-tid dvs. summan av alla anslutnings- och väntetider, samt "impedans" som är en sammanvägning av restid och reslängd (hur sammanvägningen gå till är inte specificerat). Alla variablerna är hämtade från modellprogrammen Visum och ArcGIS.

Christodoulou och Christidis (2020) undersöker trängseln i vägnätet i Bryssel, Sevilla och Krakow, med hjälp av bland annat ett kumulativt mått (som de kallar *absolute accessibility*) och ett gravitationsmått (*potential accessibility*, med avståndsfunktionen negativ potens, se Appendix avsnitt 11.3).<sup>117</sup> Måtten utvärderas dels under olika tider på dygnet, dels med olika geografisk upplösning: totalt, samt i 500-metersrutor. De tre städerna jämförs sedan med varandra.

<sup>116</sup> De jämförda studierna är DATAR (1989), Cattan (1992), Bruinsma och Rietveld (1993), Erlandsson och Lindell (1993), Healey & Baker (1994), Spiekermann och Wegener (1996) och Gutiérrez, Conzález m.fl. (1996).

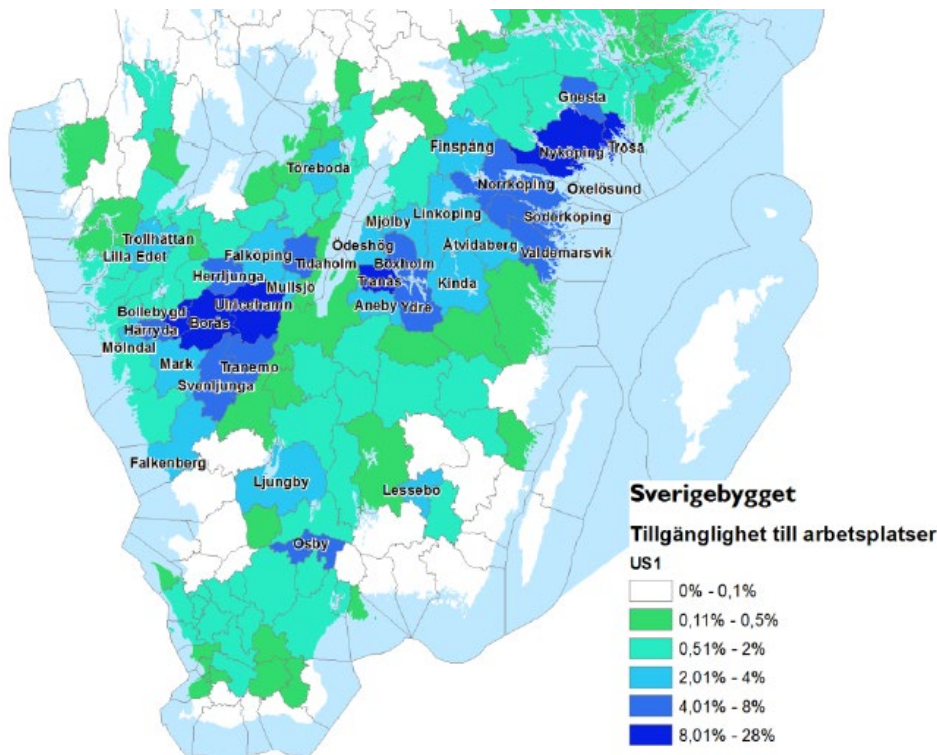
<sup>117</sup> Dessutom används i rapporten ett mått på *transport performance*, som normaliserar det kumulativa måttet för totalt utbud inom en viss radie – för att kunna jämföra städer av olika storlek – samt ett mått på *location*, som väger samman restider med hjälp av befolkningen, se avsnitt 4.2.2–4.2.3 i rapporten. De ingår där under samlingsnamnet "tillgänglighetsmått", se dock vår avgränsning i kap 3.2 samt Infrastrukturbaserade mått i Appendix 11.1.

Östh, Reggiani m.fl. (2018) beräknar gravitationsmått (från en obegränsad gravitationsmodell) för att dra slutsatser om den ekonomiska resiliensen i kommuner i Sverige och Nederländerna – närmare bestämt, hur kommunerna klarat av finanskrisen 2008. Tillgängligheten till arbete är en av de oberoende variabler som påverkar två olika mått på resiliens.

När gravitationsmodeller hade börjat användas för att modellera resefterfrågan dröjde det inte länge innan det utvecklades modeller som integrerade transportefterfrågan med efterfrågan på bostäder (Lowry 1964). Modellen är en dubbelt begränsad gravitationsmodell (se avsnitt 6.1 nedan) som itererar mellan bostads- och arbetsplatslokalisering till jämvikt.

En modell för regional utveckling inom större geografiska områden utvecklades senare av Carlino och Mills (1987), som fick stor spridning. En sådan modell, Samlok, har utvecklats åt Trafikverket (Inregia AB 2003). Samlok gör prognoser på befolkning, arbetsplatser, brutto-regionprodukt och markvärden utifrån förändrad tillgänglighet beräknad med ett gravitationsmått (WSP, Anderstig m.fl. 2015 fotnot 8 s. 16 samt Appendix). Modellen har till exempel använts för att uppskatta de regionala effekterna av inriktningsplaneringen och enskilda större objekt som Öresundsbron och Förbifart Stockholm (SIKA och Pyddoke 2003), samt av nya höghastighetsjärnvägar (WSP, Anderstig m.fl. 2015).

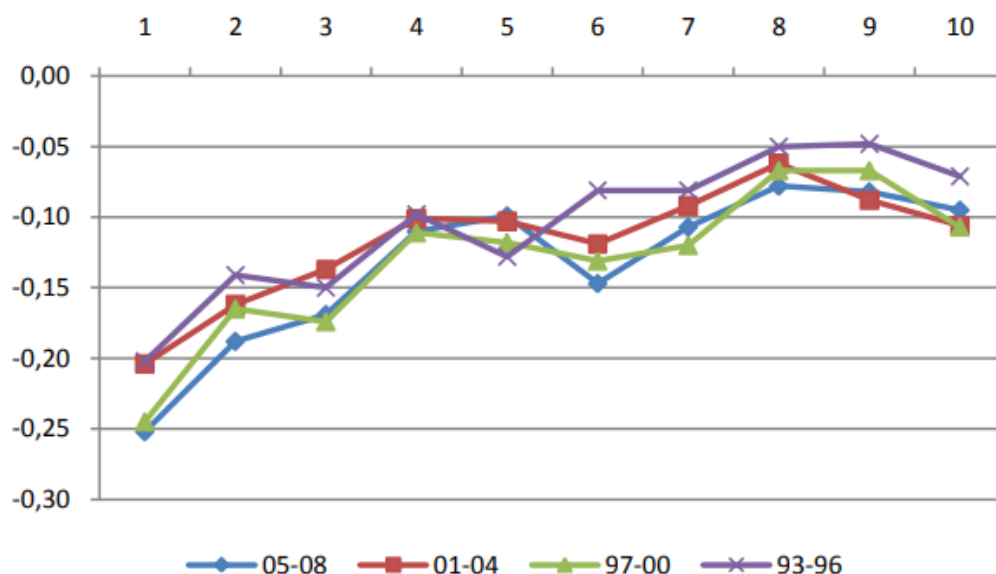
Samlok och andra Carlino-Mills-modeller arbetar efter hypotesen att befolkning och arbetsplatser lokaliseras beroende av varandra, och förändringar i en variabel, eller i restider och reskostnader, ger förändringar i de andra. Restider och reskostnader från Sampers sammanvägs i en generaliserad reskostnad, varpå tillgänglighet till befolkning och arbetsplatser beräknas (Figur 5.4), och därifrån bestäms förändringar i arbetsplatser och befolkning simultant.



Figur 5.4. Ökad tillgänglighet per kommun efter en höghastighetsjärnväg, beräknad med Samlok.  
Källa: WSP (2015)

Trafikanalys skattade en gravitationsmodell för export mellan länder, där fågelavståndet mellan länderna och variabler för gemensam gräns samt kontinent (dummyvariabler) ingick

som impedanser, och handelsländernas respektive bruttonationalprodukt (BNP) och BNP/capita var attraktions- och efterfrågevariabler (Trafikanalys 2011). Gravitationsmodellen skattades för tio varugrupper som är sammansatta efter varornas kilopris, i stigande ordning. Grupp 1 har ett kilopris under 7 kronor och grupp 10 ett kilopris över 534 kronor. Avståndsparametern varierade mellan varugrupperna och för olika tidsperioder enligt Figur 5.5. Som väntat är tendensen att exporten är mindre avståndsberoende ju mer värdefull varugruppen är per kilogram.



Figur 5.5. Avståndsparameters skattade värden för olika varugrupper 1–10 och olika tidsperioder 1993–2008. Källa: Trafikanalys (2011).

## 5.4 Utvärdering

I det här avsnittet utvärderas de olika potentialmåttens respektive för- och nackdelar. I likhet med tidigare språkbruk i kapitlet betecknar vi potentialmått med stegfunktion som "kumulativa" mått<sup>118</sup>, och potentialmått med kontinuerligt avtagande avståndsfunction som "gravitationsmått".

Medan kumulativa mått är relativt vanligt förekommande i offentliga utredningar och bland konsulter<sup>119</sup>, förekommer gravitationsmått huvudsakligen i forskning och mer avancerade konsulttjänster.

Givet tillgängliga data och skattade parametervärden är potentialmått relativt enkla att beräkna, och ger en mer rättvisande bild av människors preferenser än avståndsmått, främst vad gäller utbud av olika kvalitet och på olika avstånd. Samtidigt är de svårare att tolka och kommunicera än avstånds- och restidsmått, just på grund av dess sammansättning av både markanvändning och transportsystem, och dess viktning av utbud och möjligheter med avståndet.

Den kanske största kritiken mot **kumulativa mått** är att målpunkterna bedöms vara av samma betydelse oavsett hur långt bort de ligger, så länge det är inom en förutbestämd tids- eller

<sup>118</sup> Egentligen "kumulativa möjligheter/utbud", *cumulative opportunities*.

<sup>119</sup> 17 procent eller vart sjätte av de använda måtten i Trivector (2024). Ingen av de 30 studierna från offentliga aktörer använde något gravitationsmått.

avståndsgräns. Specifikationen av denna gräns blir därmed avgörande för om målpunkter inkluderas eller inte. Samtidigt vet vi att restidskänslighet varierar med färdstätt, person, ärende med mera (Bruinsma och Rietveld 1998, Regionplane- och trafikkontoret 2002, Geurs och van Wee 2004). Ibland är gränsen i praktiken godtyckligt vald eller tagen från någon tidigare studie; en större grad av realism skulle uppnås om den uppskattades empiriskt.

En konsekvens av en sådan fixerad bortre gräns är att måttet är okänsligt för restidsförändringar, till exempel vid utvärdering av åtgärder i transportsystemet.<sup>120</sup> Det kan enbart mäta förändringar i markanvändningen (bostäder eller målpunkter). Det kan dock användas för att beskriva geografiska skillnader i ett aktuellt nuläge. Kumulativa mått kan alltså inte användas för att utvärdera eller förklara tillgänglighetsförändringar som beror på förändringar i transportsystemet. Om inte avståndsgränserna är valda utifrån empiriska underlag fångar de inte heller tillräckligt väl hur befolkningen faktiskt reser. För att minska effekten av en vald tids- eller avståndsgräns förekommer det ofta att studier genomförs med ett flertal gränser (Handy och Niemeier 1997, Geurs och Ritsema van Eck 2001).

För att avhjälpa problemet med en fixerad tids- eller avståndsgräns kan i stället **gravitationsmått** användas. Det väger in både mått på "kvaliteten" hos olika målpunkter, och även avlägset belägna målpunkter har en viss vikt som är större än noll. Det uppnås genom att avståndsfunktionen är kontinuerligt avtagande i stället för en stegfunktion.

Om ett gravitationsmått väljs, bör avståndsfunktionen och dess parametrar väljas med omsorg, så att de väl reflekterar efterfrågan (socioekonomiska karaktäristika hos befolkningen) på respektive utbud (resärende). Genom att dela upp beräkningarna på olika resänder och socioekonomiska grupper minskar risken för att måttet ska bli missvisande.

Beroende på om man använder egna eller andras skattade parametrar kan de resulterande tillgänglighetsmåten sägas få olika grad av realism, och kan därför tolkas som antingen en **realistisk** avbildning av verkliga förhållanden (så långt data och modell förmår), eller en **potentiell** tillgänglighet under de förutsättningar som man antar råder (eller som den tidigare modellen byggde på) – se indelningen i potentiella mått och jämviktsmått i Tabell 3.1.

Sammanfattningsvis mäter gravitationsmått sålunda den kombinerade effekten av markanvändning och transportsystemet, och kan inkludera en del av individernas uppfattningar av transporten, genom att använda en avtagande avståndsfunktion i kombination med attraktionsvariabler (målpunkter av olika kvalitet). De kan spegla en mindre eller större grad av realism eller "potential" i sitt sammanhang, beroende på hur funktionsformer och parametrar väljs. Måtten kan därför fungera väl för olika typer av tillgänglighetsstudier, särskilt om det finns disaggregerade data och analyserna utförs på olika socioekonomiska grupper, färdstätt och typer av målpunkter var för sig.

Nackdelar med potentialmått – både kumulativa och gravitationsmått – är ett visst mått av godtycke i val av funktionell form eller avståndsgräns; att parametrar måste skattas för att reflektera realistiska beteenden, vilket är beroende av detaljerade data och även innefattar relativt krävande skattningsförfaranden; samt att olika (monetära) reskostnader ofta inte är så noggrant specificerade.

Vi har också beskrivit mått med en implicit behandling av konkurrens (avsnitt 5.2 ovan). Om måtten inte tar hänsyn till konkurrensen om utbudet i målpunkterna, menar exempelvis Shen (1998) att resultaten från potentialmåten blir missvisande, om inte den rumsliga fördelningen av efterfrågan (ex. arbetare med rätt utbildning för tillgängliga jobb) är jämnt fördelad.<sup>121</sup>

<sup>120</sup> Såvida man inte antar en generell hastighetsförändring på alla länkar, t.ex. beroende på teknisk utveckling.

<sup>121</sup> Om man studerar så kallade funktionella analysområden (FA) finns det dock en balans mellan arbetsplatser och befolkning. Påståendet beror alltså på skalan och den geografiska upplösningen på studien.

En utveckling av gravitationsmåten, med bättre grund i teorier för beteende och ekonomi, och med konkurrensen inbyggd i själva måten, beskrivs i nästa kapitel: gravitationsmått från dubbelt begränsade modeller (avsnitt 6.1) och logsumman (avsnitt 6.2). Båda måten kan sägas beskriva ett jämviktstillstånd, men logsumman har mer utvecklade kostnads- och nyttofunktioner än gravitationsmåten, större möjligheter att omfatta skillnader i preferenser mellan olika socioekonomiska grupper, inbyggda korselasticiteter mellan olika färdsätt och olika resmål, samt avtagande marginalnytta av fler alternativ och större utbud.





## 6 Jämviktsmått

I detta kapitel utvecklas måtten i mer realistisk riktning, i och med att mer utförliga nyttofunktioner skattas på verkligt dataunderlag och med vedertagna modeller på teoretiskt sunda grunder. Konkurrens effekter inkluderas genom att utbud och efterfrågan på resor förutsätts vara i jämvikt, och parameterskattningarna speglar den jämvikten. Logitmodeller innehåller som regel mer utförliga nyttofunktioner, med fler parametrar och ibland transformerade variabler, än gravitationsmodeller som oftast enbart laborerar med avstånd eller restid. Båda kan anpassas för flera färd sätt, resänderen och socioekonomiska grupper, men endast logitmodellen kan aggregera dessa på ett smidigt sätt till aggregerade tillgänglighetsmått.

De modellberäknade måtten i detta kapitel, dubbelt begränsade gravitationsmått och logsummemått, förutsätter jämvikt på marknader inklusive konkurrens med mera. Måtten kan inkludera aggregat av flera färd sätt, ärenden och grupper, vilket inte de andra måtten kan hantera. Måtten är särskilt lämpliga för samhällsekonomiska beräkningar.

### 6.1 Dubbelt begränsade gravitationsmodeller

I den dubbelt begränsade gravitationsmodellen är värdena i start- och målområdena givna, och interaktionerna (till exempel resor) kalibreras för att stämma överens med dessa givna värden av så kallade balanserande faktorer (Kirby 1970, Wilson 1970, 1971).<sup>122,123</sup> Inversen av de balanserande faktorerna kan också ses som mått på områdenas tillgänglighet, *till* respektive *från* alla andra områden (alla områden är samtidigt både start- och målområden). Eftersom interaktionen förutsätter en balans mellan utbud och efterfrågan klassificerar vi måtten som jämviktsmått.

Tillgängligheten *till* kan till exempel handla om tillgången till arbete (skola, vård, handelscentra, med mera), medan tillgängligheten *från* kan tolkas som söktrycket på arbeten (skola, vård, marknadspotential, med mera) från befolkningen. Balansen däremellan speglar riktningen på "interaktionen" (resandet).

Modellen har följande form:

$$T_{ij} = a_i b_j O_i D_j g(d_{ij})$$

där:

$T_{ij}$  = storleken på flödet (antal resor) mellan  $i$  och  $j$ .

$a_i, b_j$  = balanserande faktorer som transformerar aktivitetsenheter till flödesenheter

$O_i, D_j$  = antal aktiviteter (ex. antal invånare och arbetsplatser)  $i$  och  $j$ .

$g(d_{ij})$  = en avtagande funktion, som avspeglar motståndet mellan  $i$  och  $j$ .

<sup>122</sup> Wilson (1971) introducerade "en familj" av fyra rumsliga interaktionsmodeller. Se även kapitel 5, avsnitt 5.1.2 och framåt.

<sup>123</sup> Gravitationsmodeller för att förklara den rumsliga interaktionen mellan lokaliseringar blev populära under 1950 och 1960-talen, se Nijkamp och Reggiani (1992) för en översikt.

De balanserande faktorerna är:

$$a_i = 1 / \sum_{j=1}^n b_j D_j g(d_{ij})$$

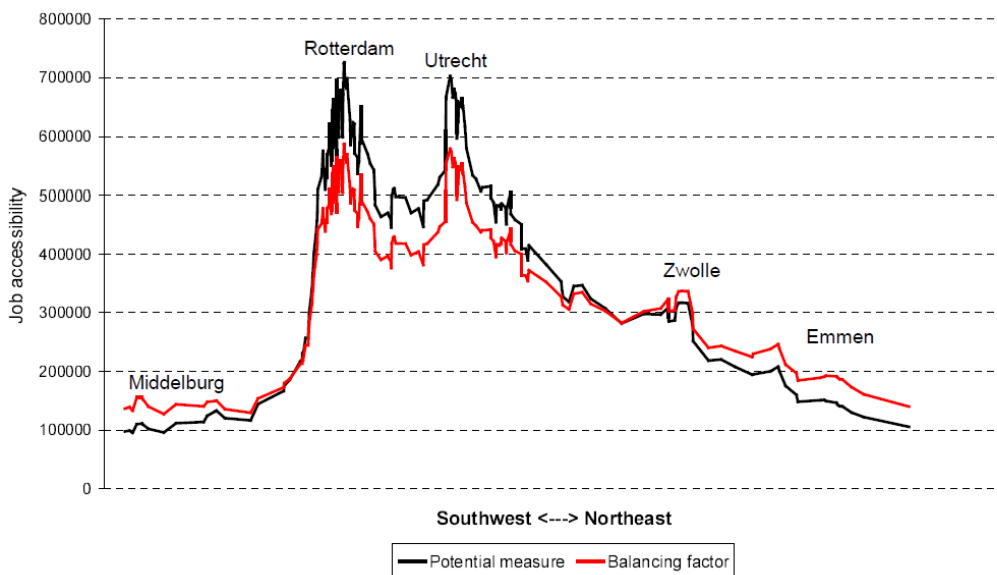
$$b_j = 1 / \sum_{i=1}^n a_i O_i g(d_{ij})$$

Värdena på de två balanserande faktorerna  $a_i$  och  $b_j$  säkerställer att flödena (antal resor) mellan zon  $i$  och zon  $j$  är lika med antal aktiviteter i zon  $i$  (exempelvis arbetstagare) och i zon  $j$  (arbetsplatser). Eftersom de balanserande faktorerna beror av varandra måste de beräknas iterativt, eller med hjälp av maximum likelihood (entropi). Den parameter som justeras för att uppnå balans mellan utbud och efterfrågan i skattningsförfarandet är avståndsparametern.<sup>124</sup>

Inversen på de balanserande faktorerna kan tolkas som tillgänglighetsmått modifierade för konkurrens effekter (Williams och Senior 1978). Låga värden på  $a_i$  och  $b_j$  innebär hög tillgänglighet. Kvoten mellan de balanserande faktorerna representerar konkurrensen om arbetsplatserna i  $j$  som är tillgängliga för invånarna i zon  $i$ . Om tillgängligheten *till* alla andra områden ( $1/a_i$ ) är högre än tillgängligheten *från* desamma ( $1/b_i$ ), i samma område  $i$ , är det liten konkurrens om arbetsplatserna i området, och värdet på kvoten  $a_i / b_i$  understiger 1.

Tillgänglighetsmåten  $1/a_i$  och  $1/b_j$  har ingen naturlig skala, utan kan skalas godtyckligt. Det är liksom med många andra mått endast skillnader mellan värdena som går att tolka.

Skillnaden mellan potentialmått (kapitel 5) och jämviktsmått illustreras nedan (Figur 6.1). Konkurrensen om arbetstillfällen är störst i agglomerationer (Rotterdam och Utrecht). I mindre orter (Middelburg, Zwolle och Emmen) är tillgängligheten högre beräknat med jämviktsmättet än med potentialmättet, vilket indikerar ett relativt överskott på tillgänglighet till arbetstillfällen.<sup>125</sup>



Figur 6.1. Tvärsnitt av tillgänglighet längs en axel i Nederländerna, mätt som potential (svart) och i jämvikt (balanserande gravitationsfaktor, rött).

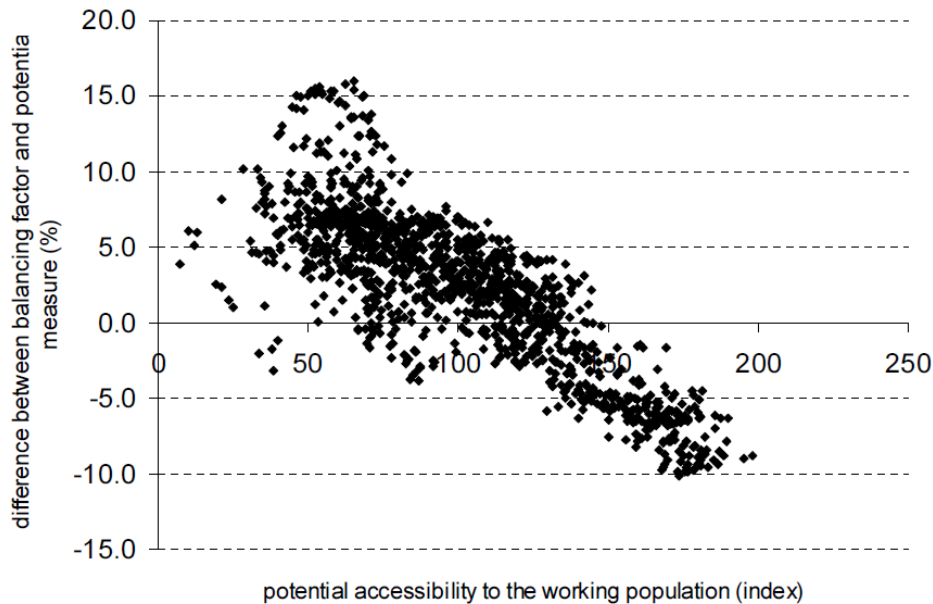
Källa: Geurs och Ritsema van Eck (2001), figur 11.9, s. 177.

I Figur 6.2 redovisas förhållandet mellan å ena sidan den procentuella skillnaden mellan jämviktsmättet (balanseringsfaktorn) och potentialmättet (y-axeln), och å den andra potential-

<sup>124</sup> Eftersom det i regel bara finns en parameter att justera blir inte passningen till data så exakt i alla områden.

<sup>125</sup> Med reservation för att båda graferna sannolikt är kalibrerade efter samma totala resande, vilket annars skulle påverkat de relativa nivåerna mellan måtten.

måttet (x-axeln). Där potentialmålet är litet är jämviktsmålet större än potentialmålet (ett relativt överskott på arbetstillfällen). Där potentialmålet är högre är jämviktsmålet mindre, till följd av en högre jobbkonkurrens.



Figur 6.2. Förhållandet mellan potentiell tillgänglighet och konkurrensen på arbetstillfällen.  
Källa: Geurs och Ritsema van Eck (2001), figur 11.10, s. 178.

Även om dubbelt begränsade gravitationsmodeller är jämviktsmåt i betydelsen att de balanserar utbud av attraktioner ("Samhälle") med efterfrågan ("Befolkningen"), med ett resulterande resbeteende, så finns det ändå begränsningar i hur befolkningens resbeteende modelleras. Den främsta begränsningen ligger i den sparsmakade specifikationen av avståndsfunktionen (resimpedansen), med enbart en resmotståndsparemeter. Med multinomiella logitmodeller som Sampers finns det betydligt rikare möjligheter att i ett samlat ramverk modellera resbeteende för flera resänderen och med flera färdsätt, samt beräkna tillgängligheten – även uppbruten i olika dimensioner, för olika grupper m.m. – med logsumman.<sup>126</sup>

## 6.2 Logsumma – nyttobaserad tillgänglighet

De tillgänglighetsmått som redovisats i de tidigare kapitlen har vissa teoretiska nackdelar: avsaknad av målpunktsattraktion (avståndsmått), godtyckligt vald avståndsgräns (kumulativa mått), funktionsform och avståndsparemeter (gravitationsmått), samt avsaknad av direkt samband mellan individers och grupperns faktiska val, och tillgängligheten.<sup>127</sup> Ett alternativ är

<sup>126</sup> En beskrivning av Sampersmodellens nyttofunktioner utvecklas något i Appendix, avsnitt 11.4.

<sup>127</sup> En viss hänsyn till beteende, om än mycket grovare modellerad, görs i de mått som kommer ur den dubbelt begränsade gravitationsmodellen beskriven i avsnittet ovan.

då att använda ett nytto-baserat mått, som också tar hänsyn till individuella variationer och faktiskt beteende (Ben-Akiva och Lerman 1979, 1985).<sup>128</sup>

De nytto-baserade tillgänglighetsmåten härleds ur slumpmässig nytto-teori (*random utility theory*)<sup>129</sup>, som är teoretiskt grundad i mikroekonomisk teori och bygger på två antaganden (McFadden 1973, Williams 1976, Koenig 1980, Greene och Liu 1988).

- Människor associerar en nytta med varje alternativ som står till buds, exempelvis möjliga destinationer, färd-sätt, rutter etc., och väljer det alternativ som innebär störst individuell nytta.
- Det är inte fullt ut möjligt att uppskatta denna nytta av alla alternativ för varje enskild individ. Det är dock möjligt att dela upp nyttan i två komponenter, dels en icke-slumpmässig (deterministisk) del, dels en slumpmässig (stokastisk) komponent.

Vid ett resbeslut står man inför ett antal alternativ, där varje alternativ är en kombination av målpunkt, färdmedel, tidpunkt, ruttval och så vidare. I teorin kan alla kombinationer uppgå till väldigt många, men i verkligheten finns det förstas begränsningar av mängden alternativ genom invanda val och andra förutsättningar som gör valsituationen mer hanterbar. Men för en observatör som ser allting "från ovan" finns det många val-möjligheter, och även många olika individer som väljer på olika sätt.

Ett tillgänglighetsmått med egenskapen att kunna väga samman de många resalternativ en resenär har att välja mellan, som till exempel olika färdmedel och olika målpunkter, är det nytto-baserade tillgänglighetsmättet *logsumma*.

Precis som i tidigare redovisade tillgänglighetsmått kan man dela in "nyttan" av varje tänkbar resalternativ i två delar: dels värdet av att komma fram till en viss målpunkt – själva syftet med resan – dels den generaliserade reskostnaden för att ta sig till målpunkten. Man kan alltså tänka sig att det finns en "nettonytta" av varje resalternativ, som är värdet av att besöka en viss målpunkt minus den generaliserade reskostnaden för respektive resalternativ. Resenärerna väljer sedan det alternativ som de tycker är bäst, dvs. det alternativ som har högst "nettonytta".

I det här avsnittet lägger vi till en slump-term som härstammar från att vi har begränsad kunskap om alla resenärers nyttor, och från att vi även har begränsade möjligheter att genom insamlade data beskriva varje individ exakt. Eftersom både resenärer och situationer är olika, så kommer inte alla att välja exakt samma alternativ, och samma individ kan välja olika alternativ i olika situationer. Vi gör olika val på kort och lång sikt som beror på rådande omständigheter. Vissa val, till exempel val av färdmedel, är beroende av tidigare val av

<sup>128</sup> Ett sätt att komma till rätta med variationer mellan befolkningsgrupper med andra mått är dock att helt enkelt dela upp befolkningen i olika socioekonomiska grupper och sedan beräkna mått för respektive grupp, färd-sätt eller ärende. Problemet kvarstår dock att beräkna känslighetsparametrar för de olika gruppernas beteende.

<sup>129</sup> Slumpmässig nytto-teori (Manski 1973, Domencich och McFadden 1975, Williams 1977, Hensher och Johnson 1981, McFadden 1981, Wrigley 1983, Chow 1984, Ben-Akiva och Lerman 1985, McFadden 2001, Train 2009, Ortuzar och Willumson 2011) ger en mycket kraftfull grund för modellering av de flesta aspekter av resebeteende och är lämplig för beslutsfattande. Det enda viktiga antagandet är att resenärerna är "rationella" i meningen att de faktiskt väljer det alternativ de själva tycker är bäst för dem, dvs. de väljer det alternativ som ger dem den största nyttan. Rationaliteten förutsätts exempelvis i formuleringen av den första transportpolitiska principen (Regeringen 2009), som slår fast att grunden för transportpolitiken är att det är resenärerna och transportörerna själva som är mest lämpade att avgöra hur de bäst ska lösa sina egna transportbehov. Observatörer har dock begränsad kunskap om varje individs preferenser och kan bara närma sig dem genom befintliga data, vilket ger ett utrymme för slumpmässig variation. Vidare finns det ett nära samband mellan slumpmässig nytto-teori och mikroekonomisk teori, som baseras på antagandet att preferenser för ett visst alternativ kan användas för att härleda en värdeindikator såsom konsumentöverskottet (Williams och Senior 1978, Ben-Akiva och Lerman 1979, 1985, Jara-Díaz och Farah 1988, Small 1992). En kronologiskt sammanfattande översikt av utvecklingen av logsumman och det teoretiska ramverket sedan början av 1970-talet redovisas i de Jong, Pieters m.fl. (2005), de Jong, Daly m.fl. (2007). Fördjupningar om logsumman, konsument-överskott och praktiska tillämpningar redovisas exempelvis i Regionplane- och trafikkontoret (2002), Berglund, Almström m.fl. (2017), van Grieken (2017), Eliasson (2022a, 2022b).

arbetsställe, bostadsort och bilinnehav. Det gemensamma är antagandet att varje individ maximerar sin nytta, även den delen vi inte vet säkert (slumptermen).

Anta att det finns  $k$  alternativ som var för sig resulterar i en nytta  $U_k^n$  för individen  $n$ , samt att varje individ väljer det alternativ som ger den största individuella nyttan, som är känd för resenären men som för observatören är behäftad med slumpmässigt fördelade fel. Den stokastiska nyttan  $U_{ij}$  av att ta del av utbudet i zon  $j$  när man befinner sig i zon  $i$  kan uttryckas som en sammansättning av en deterministisk och en slumpmässig del:

$$U_{ij}^n = V_j^n - \boldsymbol{\beta} \cdot \mathbf{c}_{ij} + \varepsilon_{ij}^n$$

där:

- $V_j^n$  = nyttan eller värdet av utbudet i  $j$  för person  $n$
- $\mathbf{c}_{ij}$  = vektor av kostnadskomponenter mellan  $i$  och  $j$  (reskostnad, restid m.m.)
- $\boldsymbol{\beta}$  = vektor av parametrar (för reskostnad, restid m.m.)
- $\varepsilon_{ij}^n$  = en slumpterm

Varje resenär erhåller nettonyttan:

$$A^n = \max_{i,j} U_{ij} = \max_{i,j} (V_j^n - \boldsymbol{\beta} \cdot \mathbf{c}_{ij} + \varepsilon_{ij}^n)$$

När vi betraktar hela populationen av  $n$  i område  $i$  blir den förväntade nettonyttan (i område  $i$ ):

$$A_i = \mathbb{E} \left( \max_j (V_j^n - \boldsymbol{\beta} \cdot \mathbf{c}_{ij} + \varepsilon_{ij}^n) \right) = \ln \left( \sum_j e^{V_j - \boldsymbol{\beta} \cdot \mathbf{c}_{ij}} \right)$$

vilket även kallas för logsumman för de alternativ som finns. Logsumman är alltså medelvärdet av nettonyttan för alla  $n$  som väljer det alternativ  $j$  som ger den största nyttan för just den personen.

Om vi ser tillgänglighet som potentiell eller realiserad "nytta" kan vi tolka logsumman som ett mått på tillgängligheten. Med andra ord är tillgängligheten *medelvärdet av den nettonytta som befolkningen kan få av alla sina resmöjligheter, givet att den väljer de resalternativ som har störst nettonytta för dem* (vilket vi antar).<sup>130</sup>

Om vi tänker oss att resandet är realiserat, och inte bara en potential, kan vi dividera logsumman med marginalnyttan av pengar  $\beta_c$  och få konsumentöverskottet för resandet från område  $i$  (Train 2009):

$$CS_i = \frac{1}{\beta_c} \cdot \ln \left( \sum_j e^{V_j - \boldsymbol{\beta} \cdot \mathbf{c}_{ij}} \right)$$

Uttrycket innanför logaritmeringen har stora likheter med ett potentialmått med exponentiellt avtagande avståndsfunktion, se grundformeln på sidan 76 samt funktionsformerna i Appendix

<sup>130</sup> Tillgänglighet som mått har oftast inte heller någon absolut mening i termer av kostnader eller nyttor och brukar därför normaliseras så att de kan tolkas i relativa termer (Batty 2009). Men genom att betrakta tillgänglighet som en nytta diskonterad med hinder att utnyttja den kan måttet tolkas i monetära termer, så länge både kostnader och nyttor mäts i jämförbara och absoluta enheter. På ett individuellt plan kan detta exemplifieras med den löneökning som erhålls om man tar ett arbete längre bort minus den ökade (generaliserade) reskostnaden. Trafikanalys (2020c) redovisar exempelvis en analys av regionförstoringens betydelse för löneökningen. Generaliserad reskostnad är hela den resupoffring i pengar, tidsåtgång, tillförlitlighet och komfort som modererar nyttan med resan. På så sätt kan tillgänglighetsmått länkas till individers beteende och deras budgetar (i ekonomiskt och tidsmässigt hänseende). På ett aggregerat plan kan nyttor minus kostnader betraktas som ett konsumentöverskott.

avsnitt 11.3. Attraktiviteten  $N_j$  i grundformeln kan enkelt inkluderas i exponentens nyttouttryck  $V_j$  genom en logaritmering:  $N_j \cdot e^{-\beta \cdot c_{ij}} = e^{\ln N_j - \beta \cdot c_{ij}}$ .<sup>131</sup>

Att de ändå betraktas som olika typer av mått menar Leonardi och Tadei (1984) kan härledas till måttens bakgrund. Gravitationsmått är hämtade från ett planeringsperspektiv sprunget ur kulturgeografi, fysik och lokaliseringsteorier – ett makroperspektiv.<sup>132</sup> De nyttobaserade måtten bygger å andra sidan på psykologisk forskning och ekonomisk mikro teori.

En stor skillnad jämfört med gravitationsmått är att vi här beskriver befolkningen, dess förutsättningar, nyttor och resuppostringar, på ett mycket mer detaljerat sätt än bara med hjälp av en enda avståndsparameter (se avsnitt 5.1.2 ovan). Det gör att vi också kan beskriva resbeteendet mer exakt, om vi vill det.<sup>133</sup>

Logaritmeringen av summan innebär bland annat en avtagande marginalnytta av positiva nyttor och fler alternativ. Framför allt är logsummemåttet lättare att tolka i mikroekonomiska termer, till exempel som konsumentöverskott. Eftersom den följer beteendet närmare är det måhända svårare att särskilja vad som är en potential (till exempel "ett områdes tillgänglighet"), och vad som är realiserat beteende för den specifika befolkningen som bor där, här och nu, samt dagens faktiska markanvändning.

## 6.3 Analyser där måtten har använts

Logsummor kan användas för att beskriva såväl ett nuläge som en effekt av en förändring. Trafikanalys lät 2018 beräkna logsummor för arbetsresor, tjänsteresor och övriga resor med Sampers (Trafikanalys 2018). Beräkningar av logsummor gjordes separat för kortare, regionala resor (kortare än 100 km) och långväga, "nationella" resor (längre än 100 km). Resultaten redovisades dels i kartor (Figur 6.3), dels i stapeldiagram aggregerat per kommungrupp, per resärende (Figur 6.4 och Figur 6.5).<sup>134</sup> I rapporten redovisades även logsummor per färd sätt i tabellform. Några exempel från rapporten redovisas nedan.

<sup>131</sup> Något förvirrande kallas  $N_j$  "storleksvariabler" i Sampers, medan resuppostringarna  $c_{ij}$  kallas "utbudsvariabler", se slutet på avsnitt 11.4. Vi använder här begreppen "utbud" och "attraktivitet" för  $N_j$ , och "avstånd", "kostnad", "generaliserad reskostnad" eller "hinder" för  $c_{ij}$ . Sampers (modellversion 3.4.6) är ett svenskt nationellt modellsystem för analyser inom persontransportområdet. Sampers består av sex huvudmodeller, en nationell modell för långväga inrikesresor och fem regionala modeller för kortväga inrikesresor (Trafikverket 2023a). De regionala modellerna i Sampers 4 (tas i bruk 2024-04-01 (Trafikverket 2023b)) är implementerade på ett disaggregerat sätt och utgår från syntetisk befolkning som är en disaggregerad representation av alla individer i Sverige. Den syntetiska befolkningen är en lista (dvs. en lista med individer som har olika egenskaper, bland annat i vilken zon de bor i och ett antal andra egenskaper. För varje individ finns en siffra som anger hur många personer den representativa individen representerar.) över hypotetiska individer med boendezoner och socioekonomiska data som är statistiskt oskiljbara från den verkliga befolkningen (Trafikverket 2022b). För varje syntetisk individ (agent) väljs ett alternativ som ger störst individuell nytta där de individuella slumpmässiga preferenserna beräknas i förväg. Alla val (tillgång till bil, körkortsinnehav, periodkortsinnehav, resegenerering, färdmedelsval och destinationsval) simuleras för varje syntetisk individ. Varje individ bor i en given zon och väljer att resa (eller inte resa) för ett visst ärende till en annan zon med ett visst färdmedel.

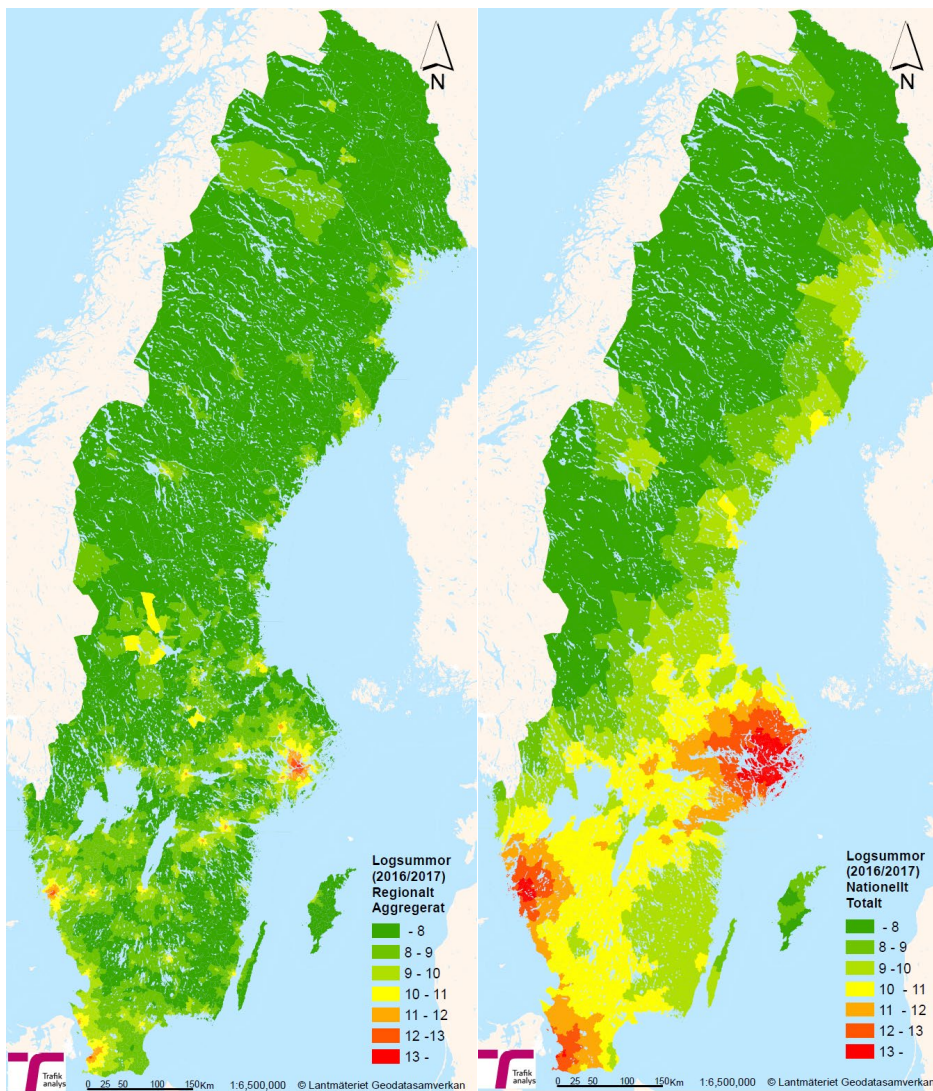
<sup>132</sup> De genomgick även ett stadium där de förklarades av statistisk mekanik och entropi (Wilson 1970, 1971, Leonardi 1978), ett fysikens mikroperspektiv. De obegränsade och enkelt begränsade gravitationsmått speglar inte beteendet särskilt väl utan har mer karaktären av en potential. De dubbelt begränsade modellerna är kalibrerade att spegla en fördelning av interaktioner (resor) men har bara en parameter för att passa ihop modellen med befintliga data. Det finns också ett direkt samband mellan gravitationsmodeller (kapitel 5) och konsumentöverskott (Neuberger 1971, Cochrane 1975, Williams 1976, Leonardi 1978, Williams och Senior 1978, Erlander 1980, Leonardi och Tadei 1984). Anas (1983) påvisade likheten mellan modellen för diskreta val och gravitationsmodellen med exponentiellt avtagande avståndsfunction.

<sup>133</sup> Det kan dock finnas sammanhang när vi vill abstrahera bort ifrån vilken befolkning som faktiskt bebod en viss plats, och i stället beräkna tillgängligheten för en genomsnittlig person i Sverige. Ett sådant sammanhang kan vara när man planerar service eller infrastruktur utan att vilja förstärka de segregeringstendenser som finns mellan olika områden.

<sup>134</sup> En redovisning görs i rapporten även för Samsområden baserat på social utsatthet (3 grupper), samt enligt en socioekonomisk klassificering som benämns Mosaic (14 grupper).



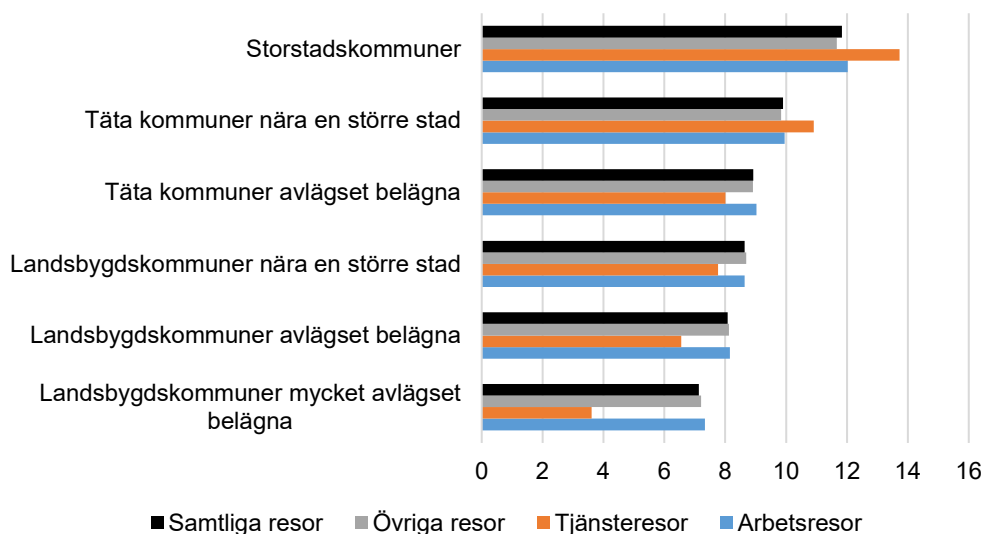
Tillgängligheten är generellt sett högre i befolkningsrika kommuner, oavsett resärende. Variationen är låg över resärenden inom respektive grupp. Däremot varierar tillgängligheten mellan grupperna. Det som står ut lite extra är tillgängligheten för tjänsteresor, som är betydligt bättre i Storstadskommuner och Täta kommuner nära en större stad. Det gäller både i förhållande till övriga ärenden, och i förhållande till övriga grupper.



Figur 6.3. Logsummor för kortväga (regionala, <10 mil) resor (vänster) och långväga (nationella, >10 mil) resor (höger).

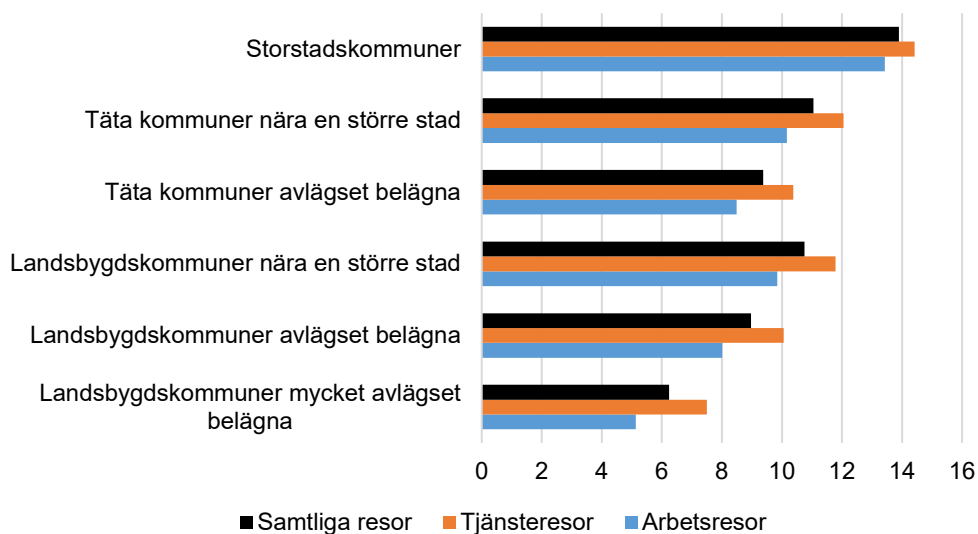
Källa: Trafikanalys (2018) Egen bearbetning av beräkningarna gjorda utifrån Basprognos 2016, nuläge. Sampers version 3.3.6.0.

Anm: Högre värden på logsumman indikerar bättre tillgänglighet. Notera att modellerna är skattade med olika parametrar varför de inte är direkt jämförbara med varandra utan en ekonomisk konvertering med en reskostnadsparameter.



Figur 6.4. Logsummer för kortväga resor per resärende, per kommungrupp enligt Tillväxtverkets indelning  
Källa: Trafikanalys (2018). Egen bearbetning av beräkningarna gjorda utifrån Basprognos 2016, nuläge.  
Sampers version 3.3.6.0.

Anm: Högre värden indikerar bättre tillgänglighet. Notera att resultaten per resärende inte är direkt jämförbara med varandra utan en ekonomisk konvertering med reskostnadsparametrar.



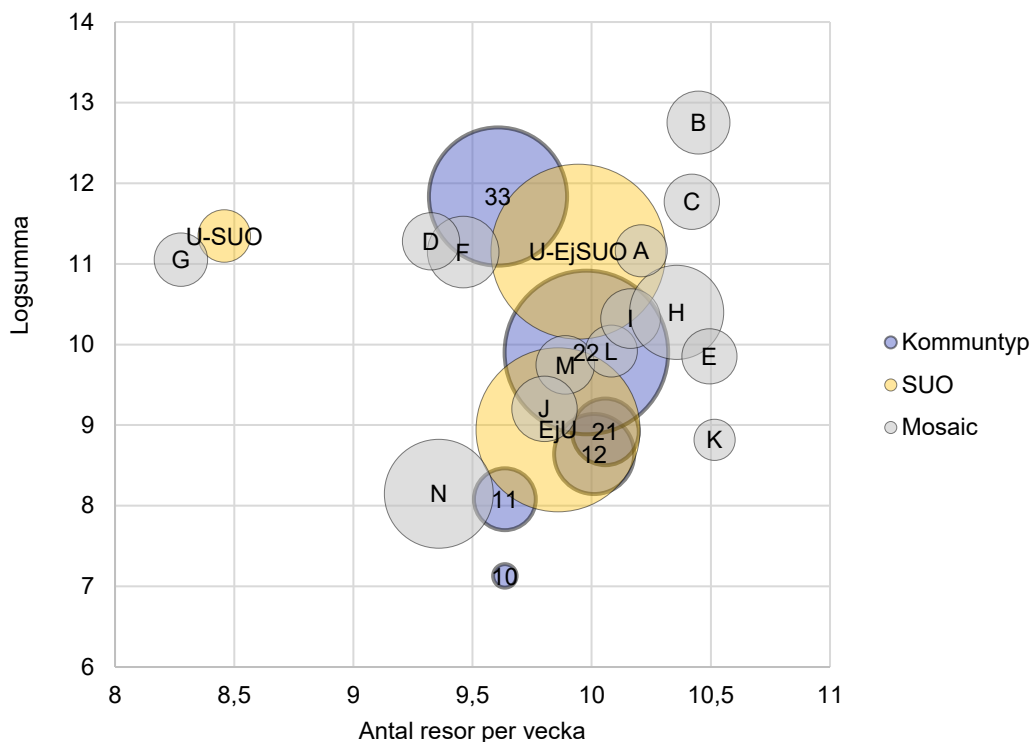
Figur 6.5. Logsummer för långväga resor per resärende, per kommungrupp enligt Tillväxtverkets indelning  
Källa: Trafikanalys (2018) Egen bearbetning av beräkningarna gjorda utifrån Basprognos 2016, nuläge.  
Sampers version 3.3.6.0.

Anm: Högre värden indikerar bättre tillgänglighet. Notera att resultaten per resärende inte är direkt jämförbara med varandra utan en ekonomisk konvertering med reskostnadsparametrar.

I Figur 6.6 har vi placerat in respektive grupp, dvs. kommungrupperna, Mosaic-områdena och indelningen med socialt utsatta urbana områden baserat på deras tillgänglighet och deras mobilitet mätt som totalt antal resor per vecka. När tillgänglighet mäts på detta sätt återfinns boende i områden som domineras av *urbana högutbildade unga höginkomsttagare med bostadsrätt i storstäderna (B)* och *yngre välutbildade medelinkomsttagare i lägenhet i och omkring storstäderna (C)* i övre högra hörnet med god tillgänglighet och stort antal resor. I nedre vänstra hörnet, med lågt antal resor och låg tillgänglighet finner vi boende i områden som domineras av *äldre och pensionerade på mindre ort och i glesbygd (N)* samt boende i



avlägset (11) och mycket avlägset belägna landsbygdskommuner (10). I övre vänstra hörnet med god tillgänglighet men ändå låg mobilitet ser vi boende i områden som domineras av *yngre låginkomsttagare i hyresrätt i multikulturella förortsområden (G)* och boende i socialt utsatta urbana områden (U-SUO). Boende i områden som domineras av *medelålders till äldre par med högre inkomster i villaförort till mindre och medelstora städer (K)* får representera det nedre högra hörnet, en grupp som har en relativt låg tillgänglighet men som ändå gör många resor.



Figur 6.6. Totalt antal resor per vecka jämfört med logsumma för alla resor.

Källa: Trafikanalys (2018). Egen bearbetning av data från RVU Sverige och Sampers.

Anm: Bubblernas storlek motsvarar befolkningsstorleken för respektive grupp. Alla bubbler i en färg motsvarar hela befolkningen i åldern 6–84 år.

**Kommuntyper:** 33 – Storstadskommuner. 22 – Täta kommuner nära en större stad. 21 – Täta kommuner avlägset belägna. 12 – Landsbygdskommuner nära en större stad. 11 – Landsbygdskommuner avlägset belägna. 10 – Landsbygdskommuner mycket avlägset belägna.

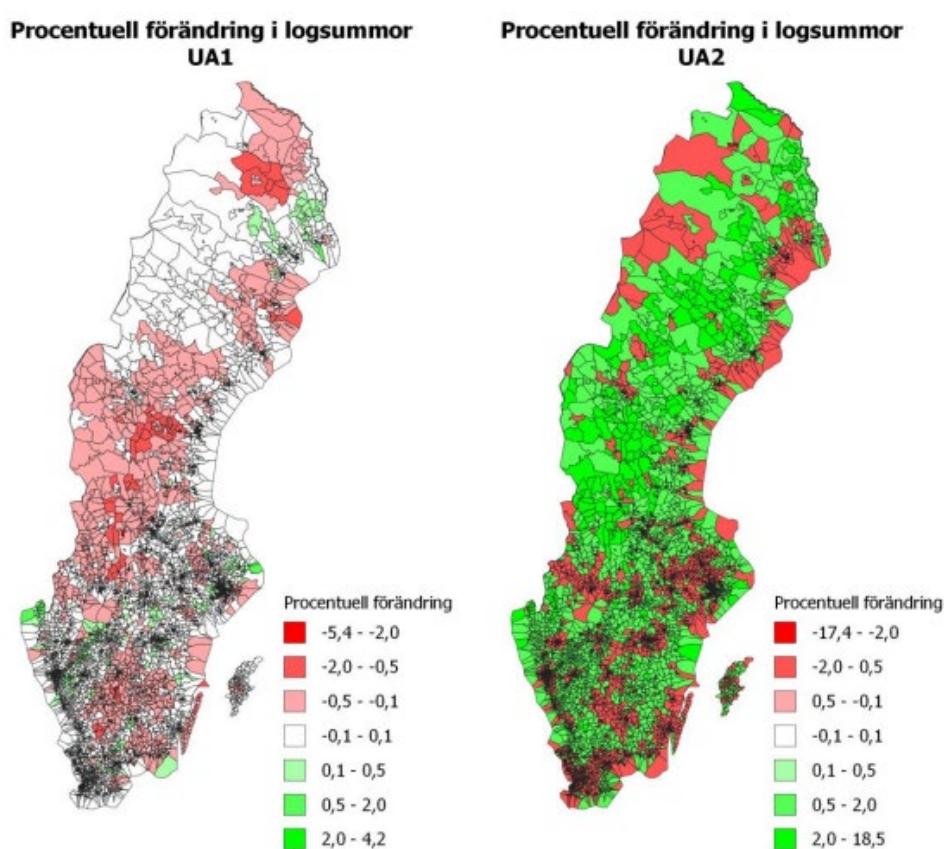
**SUO:** U-SUO – Urbant socialt utsatt område. U-EJSUO – Övriga urbana områden. EjU – Ej urbana områden.

**Mosaic-områden:** A – Familjer med höga inkomster, hög utbildning och barn i välbärgade villaområden utanför storstäderna. B – Urbana högutbildade unga höginkomsttagare med bostadsrätt i storstäderna. C – Yngre välutbildade medelinkomsttagare i lägenhet i och omkring storstäderna. D – Unga singlar och studenter med låga inkomster i hyresrätter i och omkring de större städerna. E – Unga och medelålders barnfamiljer med goda inkomster i villaområden utanför mindre och medelstora städer. F – Låg- och medelinkomsttagarhushåll i lägenhet utanför de större städerna. G – Yngre låginkomsttagare i hyresrätt i multikulturella förortsområden. H – Etablerade och äldre medelinkomsttagarpar i villa med utflyttade eller äldre barn. I – Medelålders och äldre par med goda inkomster i bostadsrättsägt boende i förort till de större städerna. J – Singelhushåll med låga inkomster i hyresrätt i städernas förorter eller på mindre orter. K – Medelålders till äldre par med högre inkomster i villaförort till mindre och medelstora städer. L – Äldre och pensionerade par med medelinkomster i villa utanför medelstora städer. M – Lägenhetsboende pensionärer som ofta bor i anpassat boende. N – Äldre och pensionerade på mindre ort och i glesbygd.

På kommunal nivå har vi hittat två exempel där logsumman har använts, Helsingborg (WSP 2021a) och Huddinge (WSP 2021b). I båda fallen har logsummor beräknats för områden i kommunerna för att analysera hur enkelt respektive svårt det är att resa, med kollektivtrafik jämfört med bil, i olika delar av staden och hur det överensstämmer med utbyggnad av bostadsområden. Redovisningen görs i kartor och i diagram.

Ett exempel på hur logsumman kan användas för att beskriva en förändring ges i Westin (2018) där en hastighetsförändring längs E14 analyserades med hjälp av logsummor beräknade med Sampers.<sup>135</sup> Effekterna av hastighetsförändringarna var i samtliga fyra fall små.<sup>136</sup> Noterbart är att tillgängligheten i vissa områden ökade när hastigheten på vägnätet sänktes. I områden utan större trängsel borde detta teoretiskt sett inte kunna uppstå. En diskussion om orsaker till detta görs i avsnitt 6.4.

Analysen expanderas i Westin, Knutsson m.fl. (2019a), WSP (2019a, 2019b) där två scenarier (UA1 och UA2) av hastighetsgränsförändringar på hela det svenska vägnätet jämförts med ett jämförelsealternativ (JA).<sup>137</sup> Allt annat såsom befolkning och arbetsplatser är konstanta. Tillgängligheten i UA1 minskar i stora delar av landet jämfört med JA (Figur 6.7).



**Figur 6.7** Procentuella förändringar i logsummor för UA1 och UA2 jämfört med JA.  
Källa: Westin, Knutsson m.fl. (2019a), WSP (2019a).

Minskningarna är dock små på de flesta platser. I scenariot finns även områden där tillgängligheten ökar. Även här är ökningarna i huvudsak små. I UA2 är förändringarna större. I stora delar av landet medför investeringarna i höjda hastigheter i FPV att tillgängligheten ökar

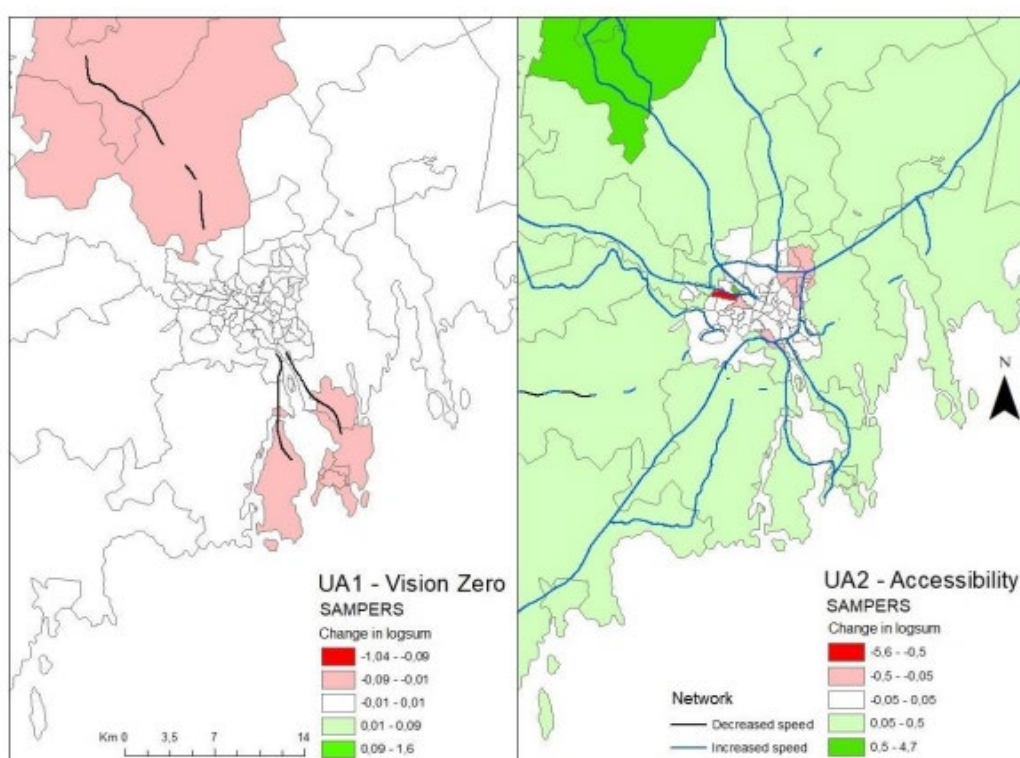
<sup>135</sup> Hastighetssänkning från 100 km/h till 80 km/h på fyra delsträckor längs E14 mellan Sundsvall och Ånge.

<sup>136</sup> De största förändringarna i logsummorna var en till fem promille av logsummorna i jämförelsealternativet.

<sup>137</sup> Jämförelsealternativet (JA) utgår ifrån dagens vägnät. Utredningsalternativ 1 (UA1) bygger på av Trafikverket planerade och tänkta hastighetsjusteringar i det svenska vägnätet. Totalt omfattar scenariot förändringar på cirka 420 vägsträckor i Sveriges vägnät jämfört med jämförelsealternativet. Huvuddelen av dessa förändringar är hastighetssänkningar. Utredningsalternativ 2 (UA2) utgår från vägnätet i UA1 men med höjda hastigheter på vägar som ingår i Trafikverkets "Funktionellt prioriterade vägnät" (FPV). I scenariot har minimihastigheten på vägar i FPV som bedömts som nationellt viktiga satts till 120 km/h, regionalt viktiga vägar har fått minimihastigheten 100 km/h och övriga kompletterande regionalt viktiga vägar har fått minimihastigheten 80 km/h. Undantag har gjorts för ett fåtal vägsträckor i större städer som exempelvis Essingeleden i Stockholm där 120 km/h inte ansetts vara möjligt.

kraftigt. Dock finns det fortfarande områden där tillgängligheten minskar även i UA2 jämfört med JA. Det förklaras av att hastighetssänkningarna från UA1 till stor del finns med i UA2 och inte helt kompenseras av hastighetshöjningarna i FPV. Totalt försämras tillgängligheten i UA1 i cirka 53% av alla områden medan tillgängligheten ökar i cirka 25% av områdena.

Analysen kan även göras för ett mer begränsat vägnät, exempelvis av några vägar utanför Umeå. I Figur 6.8 visas förändringar i tillgänglighet mätt som procentuell förändring i logsummor uppdelat på områden för UA1 och UA2. I UA1 minskar tillgängligheten i områdena närmast de berörda vägarna. Effekterna är dock små. I UA2 ökar tillgängligheten omkring Umeå. Effekten i centrala delarna av Umeå vägs dock upp av ökad trafikmängd vilket minskar tillgängligheten vid infarterna till centrala Umeå.



**Figur 6.8. Förändringar i logsummor för UA1 och UA2 jämfört med JA.**  
**Anm: Rött anger minskad tillgänglighet och grönt ökad tillgänglighet.**  
**Källa: Westin, Knutsson m.fl. (2019a), WSP (2019a)**

Det är inte endast i Sverige som logsumman använts som mått på tillgänglighet. Ett tidigt exempel är Handy och Niemeier (1997), Niemeier (1997) som undersökte förändringar av tillgängligheten när färdmedel och målpunkter varieras i King County, Washington. Undersökningen omfattade även olika inkomstgrupper och geografiska områden.

Logsumman används flitigt som underlag för utvärdering av infrastrukturprojekt. I Sverige används beräkningarna dock inte främst i betydelse av tillgänglighetsmått för att beskriva effekter för olika grupper och geografier, utan huvudsakligen för kvantifiering av konsumentöverskott (se avsnitt 2.2.3) som indata till en beräkning av den samhällsekonomiska nettoytan av investeringen (se vidare avsnitt 9.2).<sup>138</sup> För att belysa planförslagets fördelningseffekter

<sup>138</sup> Exempelvis nämns ordet logsumma inte en enda gång i Trafikverkets senaste inriktningsunderlag respektive förslag till nationell plan (Trafikverket 2020, 2021b, 2024b). Ordet tillgänglighet nämns i samma rapporter 127, 116 respektive 165 gånger. Trafikverket (2023c) har dock sedan ett antal år arbetat med att ta fram ett beslutsunderlag "Samlad effektbedömning – SEB" som innehåller tre effektbedömningar: 1) Samhällsekonomisk

redovisas i rapporten Planförslagets samlade effekter 2022-2033 (Trafikverket 2023d) analyser av förändringar i konsumentöverskott mellan systemanalysens jämförelsealternativ och utredningsalternativ. Konsumentöverskottet har beräknats för varje trafikzon i Sampers för prognosåret 2040 och visualiseras genom att aggregera upp konsumentöverskottet från trafikzon till kommunnivå. Överskottet per kommun har sedan dividerats med befolkningen för att beskriva konsumentöverskottet per capita. Genom att kombinera beräkningen av konsumentöverskottet med geografisk områdesklassificering och demografi görs även en analys av hur överskottet fördelas mellan olika kommuntyper, tätort/landsbygd och befolkningsgrupper.

För tillämpningar av logsummer och infrastrukturinvesteringar i andra länder, se exempelvis: USA (Villanueva, Zorn m.fl. 2018), Italien (Beria, Bertolin m.fl. 2018), Sydkorea (Kim, Rim m.fl. 2022, Kim, Oh m.fl. 2023), Nederländerna (Geurs och Halden 2015), Tyskland (Kickhöfer 2014). de Jong, Pieters m.fl. (2005), de Jong, Daly m.fl. (2007) redovisar vidare ett tiotal studier där logsummer har använts för utvärdering av infrastrukturprojekt 2002–2004. Studierna ovan är huvudsakligen fokuserade på väg- och järnvägsinvesteringar.

Zorn, Sall m.fl. (2012) och Standen, Greaves m.fl. (2019) är två studier som använt logsummer för att utvärdera cykelinfrastrukturprojekt i San Francisco och i Sydney. Sydney har även använts som studieobjekt för analys av en investering i tunnelbana (Robson 2014). Ahmed, Hyland m.fl. (2020) analyserade med logsummer tillgänglighetensförbättringen till arbetsplatser i Kalifornien med bilpooler och delad mobilitet. Logsummer har även använts för analyser av transportsystemets reliabilitet, se exempelvis de Boer (2014) och van Grieken (2017).

I Geurs, Zondag m.fl. (2010) och Zondag, de Bok m.fl. (2015) beskrivs den nederländska markanvändningsmodellen Tigris XL som integrerats med den nederländska nationella transportmodellen i en integrerad transport- och markanvändningsmodell (*land use transportation interaction model*, LUTI). Tillgänglighetsmått i form av logsummer används som förklaringsvariabler för val av lokalisering av befolkning och verksamheter. Ett annat exempel är Levine (1998) som med bland annat logsummer analyserade hushållens val av bostad och bostadsområde i förhållande till sina arbetsplatser i Minneapolis. De första integrerade transport- och markanvändningsmodellerna använde gravitationsmått, se avsnitt 5.3.2 ovan.

## 6.4 Utvärdering

Fördelen med jämviktsmått och i synnerhet logsummer ligger i dess styrka vid ekonomiska utvärderingar, eftersom måtten fångar effekter som uppstår vid förändringar i antingen markanvändningen eller transportsystemet, eller i båda samtidigt. Skillnaden mellan två logsummer går nämligen att tolka som ändrad kollektiv nytta eller konsumentöverskott. Däremot bör man inte försöka tolka en enstaka logsummas absolutnivå, eftersom det inte finns någon fastställd "nollnivå" (Regionplane- och trafikkontoret 2002). Olika modellspecifikationer kan inte heller jämföras rakt av, utan måste först konverteras via marginalnyttan av pengar (Neuburger 1971, Leonardi 1978, Williams och Senior 1978, Ben-Akiva och Lerman 1985, Handy och Niemeier 1997, Eliasson 2022a, b).<sup>139</sup>

analys: effekter som värderats i pengar och effekter som bedömts, 2) Transportpolitisk målanalys: hur påverkas de transportpolitiska målen, 3) Fördelningsanalys: hur fördelar sig nyttorna på olika grupper (exempel per kön, åldersgrupper, socioekonomiska grupper och regioner). Effekterna beskrivs i regel kortfattat och är, om än relevant, till viss del schablonmässigt utförd (Figur 9.1).

<sup>139</sup> Den generaliserade kostnaden för en resa mäts ofta i kronor per minut eller timme, vilken beräknas genom att dividera restidskoefficienten (nytta per insparad minut) med restkostnads-koefficienten (nytta per insparad krona). Logsumman presenteras oftast utan någon särskild enhet alls, men kan också utläsas som "nytt-

Skillnader i logsumman uttryckt i kronor efter en förändring (exempelvis en kortare restid) motsvarar förändringens värde. Det vill säga, det belopp en person skulle vara beredd att betala för att vara lika nöjd efter som före förändringen. Om skillnaden skulle vara negativ betyder det att personen vill ha en kompensation för att vara lika nöjd efter som före förändringen.

I ett förslag till Trafikanalys föreslog Berglund, Almström m.fl. (2017) att logsummor från Sampers är lämpliga att använda som ett generaliserat tillgänglighetsmått för persontransporter för användning i uppföljningen av de transportpolitiska målen över tid, exempelvis med en jämförelse av Figur 6.3–Figur 6.5 över tid. Liknande förslag presenteras även av Eliasson (2022a, 2022b). Slutsatserna från (Westin 2018) pekar delvis åt motsatt håll med beräkningar av logsummor till följd av hastighetsjusteringar. I denna analys pekade man på att Sampers hade svårt att analysera effekter av hastighetsjusteringar på enskilda vägobjekt då de beräknade förändringarna var mycket små i förhållande till de totala effekterna samt i förhållande till modellens bakomliggande brusnivå (numeriska avrundningsfel, beräkningskonvergens etc.).<sup>140</sup> Westin pekar också på att de beräknade förändringarna i tillgänglighet inte enbart är beroende av noggrannheten i de bakomliggande beräkningarna utan även på vilken geografisk nivå som beräkningarna genomförs på. I Sampers fall används avancerade beräkningar av restider och överflyttningar mellan olika trafikslag men beräkningarna för områden utanför större städer görs för relativt stora geografiska SAMS-områden. Då dessa områden är skapade utifrån centralitet och befolkningskoncentration har de mycket varierande form och storlek.<sup>141</sup>

En betydande fördel är kopplingen mellan *RUM* och mikroekonomisk välfärdsteori. Logsumman har också en starkare koppling till individers beteenden än potentialmått på grund av att nytto-baserade mått representerar individers tillgänglighet vid en viss lokalisering, medan potentialmått (även gravitationsmått) representerar zonen tillgänglighet och antar implicit att alla individer i zonen har samma grad av tillgänglighet. Resultaten riskerar inte heller att bli orealistiska vid aggregering.<sup>142</sup> Dessa mått uppvisar även avtagande marginalnytta – det vill säga att en ökning från ett högt värde är mindre värd än en lika stor relativ (procentuell) ökning från ett lägre värde. Det kan exempelvis leda till slutsatser som att det är bättre att förbättra tillgängligheten för personer som bor mer avlägset, än i områden där tillgängligheten redan är hög, givet att kostnaden för åtgärden är lika stor (Koenig 1980, Geurs och Ritsema van Eck 2001).

Men andra ord, logsumman speglar värderingar hos befolkningen – tillgänglighet blir en sammanvägning av en värdering av den uppoffring som resan innebär och en värdering av att nå ett utbud. Ett nyckelord i denna mening är att värderingen avser egenskaper både hos själva resan och hos målpunkten. Resultaten kan aggregeras på ett flexibelt sätt på socioekonomi, region, färd-sätt och ärende.

---

enheter". Genom att dividera logsummorna med marginalnyttan av pengar får man nyttan uttryckt i kronor, t.ex. skillnaden i konsumentöverskott för olika scenarier. Om marginalnyttan av pengar varierar i populationen (dvs. om inkomstskillnaderna inte är försumbara) måste konsumentöverskotten beräknas var för sig för alla inkomstgrupper.

<sup>140</sup> Noterbart är att tillgängligheten (logsummorna) i vissa områden ökade när hastigheten på vägnätet sänktes. I områden utan större trängsel borde detta teoretiskt sett inte kunna uppstå.

<sup>141</sup> En konsekvens av detta är att resultat från Sampers beträffande regional fördelning är svåra att jämförbara mellan olika projekt, platser och regioner då beräkningen filtreras av en underliggande struktur (befolknings-täthet och centralitet, uttryckt i SAMS-områden). Det gör att mer lokala effekter på tillgänglighet inte syns och generaliseras till större områden i framför allt landsbygds- och glesbygdsområden. Beroende på användningsområde för modellen är detta ovidkommande eller helt avgörande. Att mer finskaliga tillgänglighetsmönster framträder där befolkningskoncentrationen är större kan å ena sidan ses som lämpligt då små hastighetsförändringar får större totala effekter där fler människor bor. Det kan å andra sidan ifrågasättas om inte specifika resultat är att föredra oavsett områdets centralitet. Om analyser genomförs på områden där befolkningskoncentrationen är mycket ojämnt fördelade avtar precisionen med distans från tätorten.

<sup>142</sup> Se Geurs och Ritsema van Eck (2001) box 4.3 för ett exempel.

Å andra sidan är måtten mer svårtolkade än de mått som tidigare redovisats. Det innebär också att resultaten kan upplevas som svåra att kommunicera (Koenig 1980, Villanueva, Zorn m.fl. 2018). Páez (2009), Páez, Scott m.fl. (2012) menar vidare att tillämpningen av modeller för diskreta val för destinationer för närvarande är begränsad, eftersom destinationer vanligtvis måste aggregeras för att minska antalet alternativ. Författarna framför också att en slumpmässigt vald uppsättning av alternativa destinationer görs på ett tveksamt sätt för att undvika problem med rumslig autokorrelation. Villanueva, Zorn m.fl. (2018) framför en liknande kritik, fast då avseende färdställen och hur olika alternativ utformas. Denna kritik kan sägas ha minskat över tid, åtminstone för svenska förhållanden i samband med utvecklingen av Sampers, där flertalet av invändningarna hanteras, se avsnitt 11.4.

Sweet (1997) menar att logsummorna är svåra att tolka i termer av tillgänglighet eftersom logsummorna ger ett totalt värde på nyttan associerad med ett visst alternativ i form av:

- en negativ nyttodel av att resa till destinationen
- en positiv nyttodel av att ta del av utbudet på destinationen

och att det därför bidrar till problemet att tolka värden på logsumman i termer av ett mått på en rumslig separation. För att öka förståelsen har Sweet delat upp den totala nyttan i tre delar:

$$V_{in} = \tilde{V}_i + \tilde{V}_n + \tilde{V}_{in}$$

där:

$V_{in}$  = total nytta för person  $n$  av att kunna nå utbudet i zon  $i$ .

$\tilde{V}_i$  = en nyttokomponent som endast varierar med alternativ  $i$ . Den representerar nyttan förknippad med karaktäristiken av destinationen  $i$ , exempelvis dess storlek.

$\tilde{V}_n$  = en nyttokomponent som endast varierar med den individuella resenären  $n$ . Denna representerar resenärens upplevelse, vilka är påverkade av socioekonomiska faktorer.

$\tilde{V}_{in}$  = en nyttokomponent som endast varierar som ett gemensamt beslut av olika resenärer och målpunkter. Denna representerar den uppoffring som resandet innebär när person  $n$  väljer att resa till målpunkten  $i$ . Detta är en residualnytta,  $\tilde{V}_{in} = V_{in} - \tilde{V}_i - \tilde{V}_n$ .

Sweet menar att  $\tilde{V}_{in}$  är ett mer korrekt mått på tillgänglighet, en "centrerad logsumma", som representerar reskomponenten av konsumentöverskottet.

Pot, van Wee m.fl. (2021) sammanfattar i fyra punkter de potentiella problem som kan uppstå vid tillämpning av logsummor för att fånga tillgänglighet:

1. Alla icke-observerade attribut och deras respektive vikter antas vara oberoende av alla andra alternativ. Det anses dock vara mycket möjligt att de icke-observerade komponenterna i nyttan är korrelerade med vissa alternativ. Om så är fallet korreleras feltermerna för en valmodell över alternativen och resulterar i en felaktig Logsumma.
2. Det kan diskuteras om det så kallade **optionsvärdet** av att ha flera alternativ fångas på ett tillräckligt bra sätt av logsumman. Det hävdas att värderingen av icke-valda alternativ, och deras tillhörande valsannolikheter, kan tolkas som värdet av att ha dessa alternativ.
3. När information om angivna preferenser används är det förväntad (eller **besluts-nytt**a snarare än **upplevd nytta**) som fångas. Det innebär att vikten som läggs på olika attribut när man gör ett val som leder till en förväntad nyttonivå kan skilja sig

mycket från hur utförandet och resultatet av valet så småningom upplevs och koms ihåg. Detta kan i sin tur leda till svaga korrelationer mellan logsummevärden och hur tillgänglighet uppfattas, se även Chorus och De Jong (2011), Chorus (2012). Det implicita antagandet som ligger bakom uppskattningen av logsumman är att beslutsnytta (tillämpad av personen för att komma fram till ett beslut) är densamma som den upplevda nyttan (upplevs av personen under utförandet av ett visst alternativ). Dessa nyttor hänvisar till och avspeglar helt olika beteendenaspekter.

4. När man använder data för så kallade avslöjade (*revealed*) preferenser, är det inte klart i vilken utsträckning deltagarna hade fullständig kunskap om valuppsättningen. Genereringen av valuppsättningar påverkas av kognitiva processer relaterade till lärande från omgivningen. Följaktligen, när man utvärderar fördelarna med förändringar i tillgänglighet baserat på skillnaden mellan logsummor före och efter en viss intervention, kan fördelarna, särskilt på kort sikt, överskattas eftersom den initiala medvetenheten om förändringen i tillgänglighet kan vara begränsad.

Inom ramen för framtagandet av Sampers 4 har Trafikverket utgått ifrån diskreta individer i stället för genomsnitt per trafikzon. Detta har gjorts genom att skapa en så kallad syntetisk befolkning som består av syntetiska individer med kombinationer av olika egenskaper med betydelse för bl. a. resande (Trafikverket 2022b). Syftet med en syntetisk befolkning är att de aggregerade egenskaperna ska motsvara zonbefolkningens verkliga egenskaper (Berglund, Almström m.fl. 2018). Detta möjliggör ökad flexibilitet i modeller, och stödjer detaljerade analyser och mer exakta uppskattningar utan att vara beroende av egenskaper hos en "riktig" befolkning.

Den syntetiska befolkningen utgörs av data som avser befolkning per område (per kön, åldersklass och boendeform samt interaktionen mellan vissa variabler, m.m.), uppgifter om dagbefolkning, förvärvsarbete nattbefolkning, detaljerad information om hushållen, sammansättning i termer av utbildningsnivåer per befolkning, etc. I nuläget bygger den syntetiska befolkningen på uppgifter från RVU Sverige 2011–2016. Detta agentbaserade upplägget går att justera per individ och kan dessutom ta hänsyn till interaktionen mellan (ytterligare) attribut.

I den utsträckning det går att koppla en viss nivå av upplevd tillgänglighet (se avsnitt 7.1) med kombinationer av olika attribut skulle uppskattade värden på upplevd tillgänglighet (i form av ett indexvärde) kunna läggas till som en variabel med ett värde per syntetisk individ (upplevd tillgänglighet för den individen i en viss kontext) för att på så sätt komma närmare ett sätt att hantera olika individuella upplevelser av tillgänglighet i transportmodeller. I nuläget finns det dock inte tillräckligt mycket bevis eller kunskap om att en viss kombination av egenskaper/attribut kan kopplas till en viss nivå av upplevd tillgänglighet i en viss kontext. Det är dock viktigt att poängtera att även om det går att koppla vissa kombinationer av egenskaper till ett visst värde av upplevd tillgänglighet i en viss kontext, har vi ändå inte tillräckligt mycket kunskap om *varför* och vilka orsakssamband som ligger bakom eventuella kopplingar mellan olika kombinationer av egenskaper och olika uppskattningar av upplevd tillgänglighet.





## 7 Individer i tid och rum

Människors behov av att resa är beroende av olika karaktäristika hos individerna såsom inkomstnivå, ålder, utbildningsnivå, fas i livet etc. Hushåll med barn har exempelvis oftare än pensionärer behov av att resa till en skola. Därutöver avgör individernas förmågor och färdigheter (*abilities*) hur ofta man reser och med vilka färdstätt som resan kan ske. Exempelvis krävs det ett körkort för att köra en bil.<sup>143</sup> Detta är nära förbundet med individernas möjligheter (*opportunities*), exempelvis inkomstnivåer och resebudget, samt tillgång till fordon, för att självständigt genomföra resor. Människors förmåga att resa kommer också att variera beroende på kognitiva och fysiska förmågor. Uppenbara exempel är att personer utan bil och personer med fysiska och psykiska funktionsnedsättningar i allmänhet har en helt annan tillgänglighet och potential för interaktioner, än personer som inte har dessa begränsningar (Miller 2018, Trafikanalys 2018, 2019).<sup>144</sup>

Uppfattningen och värderingen (viktningen) av impedans- och attraktionsfaktorer varierar med andra ord från person till person, beroende på till exempel kognitiva förmågor, preferenser, personliga erfarenheter och hushållets begränsningar. I de tidigare kapitlen har dessa karaktäristika inkluderats i måtten i varierande grad. Närmast kommer logsummemåtten, som beräknas utifrån ett faktiskt resande, men bara utifrån vissa mätbara variabler (se avsnitt 11.4 nedan).

Ett annat tillvägagångssätt är tillämpningen av så kallade aktivitetsbaserade tillgänglighetsmått (avsnitt 7.2): Dessa mått benämns ibland även som individ- eller personbaserade tillgänglighetsmått (Dijst, de Jong m.fl. 2002, Páez, Scott m.fl. 2012, Ryan och Pereira 2021). Detta tillvägagångssätt och dess mått tar hänsyn till hur transport- och platsegenskaper interagerar med personens egenskaper såsom ålder, kön och fysisk kapacitet för att påverka personens tillgänglighetsnivå. Färre har tillämpat detta tillvägagångssätt, delvis till följd av de relativt höga data- och beräkningskrav som uppstår i samband med tillämpningen av sådana metoder (Ryan och Pereira 2021). Sådana krav innebär i sin tur att detta tillvägagångssätt är särskilt känsligt för mätfel. Denna kategori inkluderar till exempel logsumman och tidsrumsliga tillgänglighetsmått som kan beakta aktivitetsbaserade scheman, prismor och handlingsutrymme för individer som utgörs av en kombination av vad Hägerstrand (1970), Hägerstrand (1989) har konceptualiserat som kopplings-, kapacitets- och auktoritetsbegränsningar samt resurser hos individerna inom ramen för den tidsgeografiska begreppsbyggnaden.<sup>145</sup>

Mått med fokus på individen avviker från det vanliga sättet att se på tillgänglighet, det vill säga såsom den tillgänglighet befolkningen boende i ett visst område har, till exempelvis matbutiker, – mått på tillgänglighet som är identiska för samtliga individer boende i detta område. Uppdelningen är dock inte alltid så stor. Vanligtvis kan man redovisa resultat för olika befolkningsgrupper baserat på socioekonomiska faktorer så som de är fördelade på olika geografiska platser. Det finns även överlapp mellan de individbaserade mått och potentialmått, exempelvis tillgänglighet till arbetsplatser för individer med olika utbildningsnivå, och när det finns konkurrens om arbetstillfällena, se avsnitt 5.2 ovan. Resultaten för olika individgrupper spelar också stor roll för de nyttobaserade tillgänglighetsmåtten, se avsnitt 6.2, där

<sup>143</sup> Detta kan även inkludera utbudet av anropsstyrd kollektivtrafik, färdtjänst med mera.

<sup>144</sup> Se exempelvis Trafikanalys (2018) som har analyserat olika grupper av individers möjligheter att göra resor och hur samma grupper faktiskt har rest.

<sup>145</sup> Se Ryan och Pereira (2021) för en diskussion. För vidare diskussion och tillämpning av liknande mått se t.ex. Chen och Kwan (2012), Patterson och Farber (2015), Mahmoudi, Song m.fl. (2019).

det kan visas att nyttorna inte blir lika stora om skattningarna görs som ett genomsnitt för hela befolkningen jämfört med uppdelat i grupper av individer (Geurs och Ritsema van Eck 2001).

De flesta studier som tillämpar detta tillvägagångssätt har fokus på den tillgänglighet som förknippas med transport- och markanvändningssystemet, och tenderar att förbise om och hur samt hur mycket **beräknad tillgänglighet** (även på det här mer detaljerade sättet) skiljer sig från **upplevd tillgänglighet** hos olika individer. Pot, van Wee m.fl. (2021) resonerar att i och med att dessa mått beräknas på individnivå bör åtminstone en del av den individuella heterogeniteten i upplevd tillgänglighet fångas och gap/felmatchningar/-avvikelser mellan beräknad och upplevd tillgänglighet bör således minskas vid tillämpningar av detta tillvägagångssätt.

På senare tid har flera vetenskapliga studier publicerats där individperspektivet och en **självrapporterad, upplevd eller subjektiv tillgänglighet** analyserats, se avsnitt 7.1. Den subjektiva tillgängligheten kan tas ett steg vidare genom att betraktas tillsammans med rumsliga och tidsmässiga restriktioner. Dessa tillgänglighetsmått har flera fördelar ur ett teoretiskt perspektiv och har också funnit stort genomslag i forskning om attityder och resbeteenden. Det kan dock vara svårt att applicera slutsatserna på åtgärder i transportsystemet, exempelvis på grund av självselektering och adaptivt beteende. Människor är flyttbara och har en egen vilja och skapar därmed sin egen tillgänglighet (Pirie 1979). Brist på data är också ett stort hinder.

## 7.1 Subjektiv tillgänglighet

### 7.1.1 Introduktion

Jämviktsmåttan i kapitel 6 bygger på uppgifter om faktiska resmönster. Dessa mått blir genom sin konstruktion vägda genomsnitt, representativa för den del av befolkningen som modellerna är skattade på. Det är dock stor skillnad på måtten. Framför allt logsumman väger ihop många aspekter av resbeteendet, medan gravitationsmåttan måste behandla flera kategorier separat. I logsummans fall ingår en detaljerad beskrivning av individernas kön, inkomst, ålder, bilinnehav, hushållsstorlek med mera (se avsnitt 11.4), och man kan välja om befolkningen ska representeras "som den är" i varje område, eller som en genomsnittlig, "representativ individ". Tillgänglighetsberäkningar utgår från kriterier som i litteraturen omnämns som beräknade eller "objektiva". Detta betraktelsesätt antyder att tillgänglighet utgör en till synes objektiv och kvantifierbar verklighet (Pot, van Wee m.fl. 2021). Det "objektiva" betraktelsesättet syftar till att bygga upp ett mått som går att generalisera och jämföra över flera kontexter och som på ett representativt och pragmatiskt sätt beskriver tillgängligheten i ett område även om det inte fångar allt och alla nyanser. Handy (2020) poängterar att många av de vanliga ("objektiva") måtten är välutvecklade men att det finns ett gap mellan dem och några av de egenskaper som upplevs och värdesätts av invånare (dvs. hur tillgänglighet upplevs). Handy menar dock att en eventuell kvantifiering och sammanställning av alla dessa egenskaper skulle vara utmanande och i slutändan inte nödvändigt. Hon argumenterar för att i stället betrakta miljön i vilken människor rör sig i termer av de egenskaper som påverkar upplevd tillgänglighet med fokus på de egenskaper som går att ändra och som kan förändras, och tillägger att ett sådant perspektiv kan räcka.

Mångfalden av antaganden, särskilt de som är förknippade med individers resor, har motiverat forskare att utveckla tillgänglighetsmått som kopplar samman individuellt val med läge och möjlighet (se mer nedan i avsnitt 7.2). Burns (1979) föreslog exempelvis att tillgänglighet ska förstås som "*the freedom of individuals to decide whether or not to participate in different activities*". Restriktioner som begränsar individens frihet – eller tillgänglighet – utgörs av tre

komponenter: transporten, tiden och det geografiska rummet. Burns studie ger en viktig konceptuell förlängning till dittillsvarande tillgänglighetsmått. Fördelarna med förbättrade transporter ses då i termer av hur väl individens frihet förstärks. Både de tidsmässiga och rumsliga dimensionerna införlivas så att tillgängligheten är "värdeviktad". Det vill säga, tillgänglighetsfördelarna är subjektiva och baseras på värdet av de möjligheter som varje individ upplever.

I den senare forskningslitteraturen<sup>146</sup> argumenteras det för att det man benämner subjektiv eller självrapporterad upplevd tillgänglighet är viktigt, inte minst för att på djupet förstå hur förändringar i transportsystemet påverkar enskilda individer i sin vardag. van der Vlugt, Curl m.fl. (2019) menar exempelvis att individernas behov, uppfattningar av närmiljön såväl som de komplexa mönstren för (sociala) aktiviteter förbises vid tillämpning av objektiva mått och att till skillnad från "objektiva mått", syftar tillämpningar av så kallade subjektiva mått till att beskriva hur människor uppfattar och utvärderar förhållandena runt dem. Litteraturen utgår ofta från ett individuellt perspektiv för att kunna fånga upp vilken tillgänglighet den enskilde individen upplever sig faktiskt ha. Ett flertal parametrar kan då inkluderas i bedömningen av om exempelvis en affär är möjlig att nå eller inte. Individen kan exempelvis ge uttryck för att butiken inte har öppet på tider som passar, eller att dess utbud inte fullt ut motsvarar de krav som denne ställer. Eller att man kan värdera kvalitetsaspekter olika, vilket innebär att olika personer upplever tillgängligheten med samma färdssätt olika. På Trafikanalys uppdrag har WSP inventerat denna teoribildning och även sammanställt några studier där resultaten jämförts med objektiva mått (WSP 2024). Redovisningen nedan bygger i huvudsak på denna inventeri. En jämförelse av subjektiva och objektiva mått med Västerås som studieområde redovisas dessutom i en kommande rapport.

### 7.1.2 Att mäta subjektiv tillgänglighet

Tillämpat på tillgänglighet kan detta definieras som *perceived possibilities and ease to live the life one wants with the help of the transport system* (Lättman, Olsson m.fl. 2018).<sup>147</sup> I studier av upplevd tillgänglighet finns det ofta inbyggt en kritik mot det objektiva perspektivet på tillgänglighet och att dessa mått brister vad gäller transporträttvisa (*transport equity*)<sup>148</sup> och bristen på inkludering i samhället. Exempelvis menar Wimark (2017) och Liu, An m.fl. (2021) att upplevd tillgänglighet kan vara ett mer lämpligt sätt att förstå transporträttvisa än objektivt mätt tillgänglighet. Den högupplösta skalan som ofta krävs för en analys av subjektiv tillgänglighet innebär att den oftast görs för ett begränsat geografiskt område, se exempelvis Levin och Gil Solá (2021). Resultat från studier baserade på enskilda individers uppfattningar är därför oftast svåra att generalisera.

<sup>146</sup> Se exempelvis Handy och Niemeier (1997), Budd och Mumford (2006), Farrington (2007), Stanley och Vella-Broderick (2009), Curl, Nelson m.fl. (2011), van Wee och Geurs (2011), Lättman, Friman m.fl. (2016), Lättman, Olsson m.fl. (2016, 2018), Lättman, Olsson m.fl. (2019), van der Vlugt, Curl m.fl. (2019), Handy (2020), Lättman, Friman m.fl. (2020), Liu, An m.fl. (2021), Lättman, Olsson m.fl. (2021), Pot, van Wee m.fl. (2021), Jamei, Chan m.fl. (2022), WSP (2024).

<sup>147</sup> Ytterligare liknande definitioner redovisas i avsnitt 2.1.

<sup>148</sup> Även om konceptualisering och teoretisering av transporträttvisa fortfarande är under debatt (t.ex. Hananel och Berechman (2016) Martens (2012), Martens, Golub m.fl. (2012), Lucas, van Wee m.fl. (2016), Pereira, Schwanen m.fl. (2017), Levin och Gil Solá (2021)) har det utkristalliserats fyra olika, om än överlappande, dimensioner av transportjämlighet (Liu, An m.fl. 2021): (a) **transportfattigdom** (se Lucas, Mattioli m.fl. (2016) för en översikt), inklusive överkomliga transporter (t.ex. Litman (2016), bränslefattigdom (t.ex. Walker och Day (2012)), mobilitetsfattigdom (t.ex. Salon och Gulyani (2010)), tillgänglighetsfattigdom (t.ex. Velaga, Beecroft m.fl. (2012)) och exponering för transportexternaliteter, transportnackdelar, tillgänglighet och transportrelaterad social utslagning (t.ex. Barter (1999)); (b) **transportnackdelar**, som fokuserar på sociala nackdelar relaterade till transportsystemet, såsom resultatet av bristande tillgång till väsentliga resurser, aktiviteter och möjligheter (t.ex. Schwanen, Lucas m.fl. (2015)); (c) **tillgänglighet** i termer av **möjligheten för människor på en plats att delta i aktiviteter** (dvs. de mått vi diskuterar i denna PM); och (d) **transportrelaterad social utslagning** (se Lucas (2006, 2012, 2019)), som innehåller sju kategorier av utestängning: fysisk, geografisk, ekonomisk, tidsbaserad, rädsla-baserad, rumslig utestängning och utestängning från anläggningar (Church, Frost m.fl. 2000).

Det blir enligt Pot, van Wee m.fl. (2021), Pot, Koster m.fl. (2023) ingen felmatchning mellan upplevd tillgänglighet och en beräknad indikator som mäter tillgänglighet om – och endast om – tillgänglighet är uppmätt på ett perfekt sätt (inklusive individers olika förmågor och olika preferenser) och rumslig kunskap (medvetenhet om sina geografiska förutsättningar) hos respondenterna/invånarna är komplett. Ett sådant scenario är dock inte realistiskt och inte heller praktiskt uppnåbart eftersom tillgänglighet varierar bland individer som en funktion av både deras individuella preferenser och individuella förmågor (Miller 2018). Se även Ryan och Martens (2023) för en diskussion om individers preferenser, avvägningar och antaganden kring friheten att välja färdmedel, var man bosätter sig, etc. med avseende på tillgänglighet.

Fram tills nyligen har det varit väldigt lite diskussion om hur den självrapporterade/upplevda tillgängligheten kan jämföras med beräknad tillgänglighet (Ryan och Pereira 2021). Det finns dock ett antal undantag såsom Curl, Nelson m.fl. (2015), Laatikainen, Tenkanen m.fl. (2015), Ryan, Lin m.fl. (2016), Lättman, Olsson m.fl. (2018). Intresset för ämnet växer (t.ex. Pot, van Wee m.fl. (2021), Pot, Koster m.fl. (2023))

Mätskalan PAC<sup>149</sup> innehåller fyra uttalanden som syftar till att fånga individens upplevda möjlighet att använda olika färdmedel och den upplevda möjligheten att nå aktiviteter genom att använda de färdmedel som angavs av respondenten. Respondenten anger i vilken utsträckning (på en sju-gradig skala) påståenden överensstämmer med dennes upplevelse:

1. Med tanke på hur jag reser idag, är det enkelt att göra mina dagliga aktiviteter.
2. Med tanke på hur jag reser idag, kan jag leva (mitt liv) som jag önskar.
3. Med tanke på hur jag reser idag, kan jag företa mig alla aktiviteter som jag önskar.
4. Tillgängligheten till allt jag önskar göra är mycket bra, med tanke på hur jag reser idag.

Analysen kan fokuseras på varje enskilt mått eller räkna ut ett tillgänglighetsindex genom att summera de fyra påståendena (Friman 2017). PAC-skalan är ofta förekommande, men det finns även andra varianter.

PAC användes i Lättman, Olsson m.fl. (2018) till att förklara hur enkelt det är att leva ett fullgott liv med hjälp av olika delar av transportsystemet. Med data från 2711 invånare i Malmö, Sverige visar analysen att den upplevda tillgängligheten genomgående skiljer sig från objektiv tillgänglighet över 13 bostadsområden, med mindre skillnader i nivåer av upplevd tillgänglighet mellan områdena. Cykelanvändare betygsätter överraskande sin tillgänglighet betydligt högre än de som huvudsakligen använder bilen eller kollektivtrafiken för dagliga resor, i strid med objektiva tillgänglighetsantaganden. Dessa skillnader menar författarna pekar på vikten av att ta med upplevd tillgänglighet som ett kompletterande verktyg när man planerar för och utvärderar transportsystem.

I en studie av van der Vlugt, Curl m.fl. (2019) användes ett PAC-liknande instrument i två fallstudier. Instrumentet varierade något mellan fallstudierna. Den självrapporterade tillgängligheten jämfördes sedan med objektiva tillgänglighetsmått.

För fallstudie 1 fann van der Vlugt, Curl m.fl. (2019) att:

- Både den 'objektiva' och den upplevda restiden förknippades med signifikanta resultat för upplevd tillgänglighet.

<sup>149</sup> *Perceived Accessibility Scale* (Lättman, Olsson m.fl. 2016)

- Variablerna som fångar demografiska egenskaper och attityder försvagade sambandet mellan restidsvariablerna och upplevd tillgänglighet. Dessa variabler ansågs vara viktiga för att forma uppfattningar kring tillgänglighet.

För fallstudie 2 fann de att:

- Det fanns ett svagt ej statistiskt signifikant samband mellan det "objektiva" måttet och "subjektiva" mått.
- Inga signifikanta förhållanden mellan sociodemografiska faktorer och upplevd tillgänglighet fanns, förutom mellan inkomst och upplevd tillgänglighet samt mellan funktionsnedsättning och upplevd tillgänglighet efter att ytterligare test gjordes.

van der Vlugt, Curl m.fl. (2019) drar slutsatsen att det blir tydligt att tillgänglighet är betydligt mer komplex än när det representeras med objektiva mått och parametrar.

Forskare i Finland syftade till att fånga och kombinera "objektiva" och "subjektiva" mått på tillgänglighet (Laatikainen, Tenkanen m.fl. (2015); se Ryan och Pereira (2021) för en diskussion). I studien av Laatikainen, Tenkanen m.fl. (2015) använde respondenterna ett kartbaserat gränssnitt för att markera ut de områden i anslutning till vattendrag de använder, de aktiviteter de deltar i/utför vid dessa platser, de färdmedel de använder för att komma till platserna samt hur ofta de tar sig till platserna. Respondenterna markerade också ut platser som de uppfattar som otillgängliga och platser som de anser är särskilt värdefulla. Här fann forskarna att de objektiva och subjektiva aspekterna kompletterade varandra och gav en mer detaljerad och mer nyanserad bild av tillgängligheten.

Curl, Nelson m.fl. (2015) innefattade en liknande studie där skillnader mellan ett GIS-baserat mått på restider och självrapporterade restider (via en enkät) jämfördes. Författarna fann avvikelser mellan de olika formerna av uppskattningar. Studiens resultat belyser att sådana skillnader kan finnas till följd av skillnader mellan det objektiva måttet och verkligheten, mellan de självrapporterade uppskattningarna och verkligheten, eller även en kombination av skillnader mellan det objektiva måttet och verkligheten *och* skillnader mellan de självrapporterade uppskattningarna och verkligheten.

I Ryan och Pereira (2021) justerades värden på beräknad tillgänglighet för de respondenter som ansåg att de hade/inte hade tillgång till olika färdmedel. Inom ramen för studien analyserades fall där det fanns en så kallad "felmatchning" mellan den beräknade och den självrapporterade tillgängligheten. Resultaten tydde på att respondenter med en större mängd mobilitetsresurser (tillgång till fler färdmedel, och olika aspekter/egenskaper som anses främja mobilitet och resmöjligheter) var mindre benägna att ha vad som definierades som en felmatchning mellan de självrapporterade och beräknade tillgänglighetsindikatorerna. Det kan med andra ord finnas ett starkt samband mellan att ha fler mobilitetsresurser och att resa oftare och därmed större möjlighet att samla på sig bättre kunskap om de lokala förutsättningarna och den tillgänglighet till vardagsaktiviteter som ett visst/vissa färdmedel förknippas med. Se Curl, Nelson m.fl. (2015) och Pot, van Wee m.fl. (2021) för ytterligare diskussion. Ryan och Pereira (2021) fann vidare att tillgång till cykel och ett relativt högt självskattat hälsotillstånd förknippades med en högre (upplevd) nivå av tillgänglighet med olika färdmedel. Vilka färdmedel individer har tillgång till spelar således roll för hur de upplever sin tillgänglighet men detta är något som sällan fångas av vanliga 'objektiva' tillgänglighetsmått.

Pot, Koster m.fl. (2023) studerar den rumsliga fördelningen av upplevd tillgänglighet utifrån en enkätstudie som genomfördes i Nederländerna. I samma studie analyseras även i vilken utsträckning så kallad självselektering (se vidare i avsnitt 7.1.4) i termer av att val av bostadsområde bidrar till skillnader i upplevd tillgänglighet bland olika kontexter med varierande beräknad/rumslig tillgänglighet. Detta görs genom att jämföra observerade

skillnader med uppskattade genomsnittliga behandlingseffekter med tillämpning av ett antagande om att befolkningen är slumpmässigt fördelad. De finner att:

- Medelåldern sjunker med en ökning i rumslig tillgänglighet, vilket potentiellt speglar att i snitt värderas tillgänglighet lägre senare i livet.
- Större hushållsstorlekar i så kallade mellanområden (belägna mellan staden och landsbygden) och landsbygdsområden kan spegla livsstilar och behov av utrymme.
- Bilinnehav är högre på landsbygden och i mellanområden än i tätorter. Detta kan spegla både en hanteringsmekanism för att hantera lägre tillgänglighetsnivåer och en urvalsmekanism, eftersom personer med tillgång till bil lättare kan bo längre bort från stadskärnor.
- Individer med låg utbildningsnivå, som har lägre inkomster eller som har någon form av psykisk eller fysisk funktionsnedsättning som hindrar dem under resor är inte överrepresenterade i någon rumslig tillgänglighetskategori.

Författarna argumenterar därför att det inte är möjligt att tolka skillnader i upplevd tillgänglighet bland olika geografier med olika nivåer av rumslig/beräknad tillgänglighet som en renodlad effekt av den byggda miljön. Författarna menar att sambandet mellan rumslig tillgänglighet och upplevd tillgänglighet kan suddas ut av de boendes "självelektering", vilket innebär att behov, önskemål och förmågor när det gäller tillgänglighet varierar beroende på var man väljer att bo. Det huvudsakliga resultatet från studien av Pot m.fl. (2023) var att upplevd tillgänglighet visade sig variera i betydligt mindre utsträckning jämfört med variationen i antalet möjligheter/aktiviteter som erbjuds av markanvändnings- och transportsystemet. Författarna poängterar att detta exempelvis indikerar att:

- Lägre rumsliga tillgänglighetsnivåer på landsbygden inte helt översätts till lägre nivåer av upplevd tillgänglighet. Som en del av förklaringen till detta mönster antogs det att individer och hushåll självelekterar (aktivt väljer att flytta) till olika områden med olika nivåer av rumslig/beräknad tillgänglighet, till följd av individuell heterogenitet i behov, önskemål och förmågor vad gäller tillgänglighet.
- Analysen har bekräftat att preferensbaserade självelektering kan kompensera för skillnader i rumsliga tillgänglighetsnivåer.
- Mellan tätbebyggda och glesa geografier är skillnaden i upplevd tillgänglighet 62 procent mindre än i en situation där ingen självelektering hade förekommit, dvs. självelektering förklarar en del av skillnaden.
- Den roll som självelektering spelar för att mildra rumsliga tillgänglighetsskillnader visade sig minska bland kontexter som förknippades med högre tillgänglighetsnivåer på grund av att nyttan antas minska vid varje ytterligare möjlighet som tillkommer vid ökning av antalet möjligheter (avtagande marginalnytta, *diminishing returns*).
- Behovet av att självelektera utifrån tillgänglighetsrelaterade preferenser förefaller minska om två kontexter redan förknippas med relativt höga tillgänglighetsnivåer, eftersom de flesta preferenser kan tillgodoses i de båda kontexterna.

Ayuriany, Lee m.fl. (2023) tillämpar ett instrument som består av frågor som fångar socio-ekonomiska och -demografiska egenskaper samt frågor som fångar resmönster och upplevd tillgänglighet (på en skala från 1 till 5), färdmedelsval samt uppfattningar kring det dagliga resandet. Studien fann att det fanns en tydlig skillnad i nivå av upplevd tillgänglighet mellan kollektivtrafikresenärer och de som använder personliga/privata färdmedel för att ta sig till jobbet. De fann att de som pendlar med privata färdmedel tenderar att uppleva en lägre nivå av tillgänglighet.

Calvert, Crawford m.fl. (2022) studerar den upplevda tillgängligheten till arbetstillfällen och den potential som anropsstyrda mobilitetstjänster har för att förbättra tillgänglighet till arbetstillfällen. Studien fann att vad som definieras som "transportfaktorer" ledde till att vissa avslutade sin anställning (19 procent av respondenterna rapporterade detta), och hade lett till att 26 procent av respondenterna hade missat en anställningsintervju. De som upplevde hälsoproblem överrepresenterades bland de som hade missat en anställningsintervju.

Ma och Dill (2015) studerar förhållanden mellan "objektivt uppmätt" tillgänglighet och självrapporterad tillgänglighet med fokus på den byggda miljön och möjligheter att cykla. De fann att olika variabler visade sig vara statistiskt signifikanta för analyser som tillämpade objektiva respektive subjektiva mått. De fann ett statistiskt signifikant samband mellan upplevd tillgänglighet till cykelbara målpunkter och benägenhet att cykla men inte mellan "objektivt uppmätt" cykelbara målpunkter och benägenhet att cykla.

Martínez och Viegas (2013) menar att möjligheter bör viktas vid tillämpning av gravitationsmått utifrån hur personer ser på möjligheterna (upplevd tillgänglighet till möjligheterna samt dess attraktivitet). Studien utforskar upplevd tillgänglighet i Lissabon genom en enkät och finner att respondenternas klassificering av målpunkter som "nära" var som högst vid 5, 10 och 15 minuters restid (ett medelvärde vid 8,18 minuter, med en standardavvikelse på 5,36 minuter). De finner dessutom att vad som klassificerades som "långt bort" var nästan tre gånger värdet som angavs för "nära" (medelvärdet=2,88, standardavvikelse=2,12, median=2,19). Författarna menar att klassificeringar av olika aktiviteter som "nära" eller "långt bort" kan förknippas med den villighet med vilken individer gärna åker till sådana platser (och således deltar i aktiviteter vid dessa platser).

Cascetta, Carteni m.fl. (2012) konstaterade att det finns betydande skillnader i antal målpunkter som bedöms vara objektivt respektive subjektivt tillgängliga, i en fallstudie från Neapel. Coppola och Silvestri (2017) konstruerar kostnadsfunktioner baserade på enkätsvar och uppskattar individens nytta att ta del av utbud av olika slag (Likertskalan -7 till +7). Detta användes sedan för att beräkna den subjektiva tillgängligheten i Rom. Beräkningarna gjordes dels för hela populationen, dels uppdelat för olika subgrupper. Med det använda GIS-verktyget, InViTo, var det sedan möjligt att på egen hand vikta betydelsen för olika målpunkter, för att i realtid kunna genomföra känslighetsanalyser av en tillgänglighetsförändring.

Ett något annorlunda angreppssätt användes av Pratiwi, Zhao m.fl. (2015) som undersökte vilka aspekter som påverkade individens upplevda promenadtillgänglighet positivt och negativt under en festival (hög grad av trängsel) i Japan. Resultaten tyder på att individer är mindre känsliga för promenadavstånd under festivalen än under normala förhållanden, samt att aspekter såsom gaturummets utformning är viktigt för upplevelsen av tillgänglighet även under en festival.

Liu, An m.fl. (2021) analyserade betydelsen av att kunna använda en mobiltelefon (dvs. tillgänglighet utan transport – virtuell tillgänglighet, se avsnitt 2.3 ovan) för att interagera med andra människor och för att utföra ärenden under covid-19-pandemin för upplevelsen av tillgänglighet. De fann att personer med större vana och kunskap att använda mobiltelefoner upplevde en högre grad av tillgänglighet än övriga grupper.

Ryan, Lin m.fl. (2016) jämfördes upplevd och beräknad tillgänglighet till kollektivtrafik (ej aktiviteter/målpunkter) med hjälp av en fallstudie där tillgänglighet till en tågstation i Perth, Australien var i fokus. Studien fann att de beräknade tillgänglighetsnivåerna var lägre än de upplevda, och fann även att resultaten skilde sig åt mellan olika åldersgrupper.

Jehle, Coetzee m.fl. (2022) studerar faktorer som påverkar upplevd tillgänglighet till tågstationer. Flera faktorer (inklusive upplevd tillgänglighet) som påverkar gångresor studerades genom att analysera ett flertal proxyvariabler såsom färdmedelsval, anledningar till att man

valde just det färdmedlet, bedömning av tillgänglighet för fotgängare, bedömning av påståenden etc.). Studien fann att faktorer med bäring på komfort och trafiksäkerhet upplevdes som de viktigaste i termer av tillgänglighet för fotgängare. Respondentens ålder samt stadens storlek förknippades med varierande benägenhet att gå till tågstationen. Respondenter fick även möjlighet att i det webbaserade verktyget peka ut geografiska områden de upplever kantas av problem.

### 7.1.3 Orsaker till skillnader mellan objektiv och subjektiv tillgänglighet

Pot, van Wee m.fl. (2021) summerar att de flesta studier<sup>150</sup> som har analyserat upplevd tillgänglighet har funnit att mått på självrapporterad tillgänglighet tenderar att inte stämma överens med "objektiva" mått som bygger på beräkningar.<sup>151</sup> Som svar på detta försöker Pot, van Wee m.fl. (2021) reda ut de mekanismer som leder till bristande överensstämmelse mellan så kallad beräknad och upplevd tillgänglighet. Denna analys mynnar ut i ett ramverk som sammanställer de olika mekanismer och kopplingar som finns mellan faktorerna och argumenterar att:

- Människor kan uppfatta de egenskaper som hör till transport- och markanvändnings-systemet på felaktiga sätt. Rumslig kunskap innefattar alltifrån rumsliga komponenter av tillgänglighet till hur transportsystemet fungerar varierar. Människor har dessutom olika sökstrategier för att samla information. Människor tenderar att överskatta restider med färdmedel de är mindre bekanta med. Rumsligt beteende brukar karaktäriseras av vanor. Att lära sig om eventuella nya alternativ kan därför vara en ganska långsam process. Viljan att leta efter nya alternativ kan också variera med attityder som i sin tur interagerar med beteenden.
- Beräknade mått kan innehålla mätfel. Dessa fel kan delas in i två kategorier. För det första kan mått, möjligen avsiktligt i syfte att underlätta för tillämpning, felaktigt missa komponenter som hör till tillgänglighet. Dessutom kan komponenter fångas felaktigt på grund av brister i den data som används. Detta är särskilt troligt när rumsliga data är gamla, felaktiga och/eller inte uppdateras tillräckligt ofta.
- Information om miljön filtreras, tolkas och värderas av individer. Dessa individuella tolkningar och värderingar kan omfatta alla tillgänglighetsaspekter. De kan relatera till om kända möjligheter upplevs vara lämpliga och om de generaliserade transportkostnaderna för dessa möjligheter uppfattas som acceptabla. En specifik fråga i detta avseende är relevansen av att ha flera alternativ tillgängliga. Till exempel mått på kumulativa möjligheter tilldelar ofta ett liknande värde till varje ytterligare alternativ. Det verkar dock mycket möjligt att ytterligare ett alternativ till fem existerande alternativ uppfattas tillföra mindre tillgänglighet än att lägga till ett andra alternativ till ett enskilt alternativ.
- Infrastrukturbaserade mått (avsnitt 11.1) syftar till att representera prestandan eller servicenivå i transportinfrastrukturen (t.ex. trängsel, hastighet, pålitlighet). Här kan det vara problematiskt att identifiera vid vilken nivå infrastrukturen upplevs prestera bra

<sup>150</sup> Pot, van Wee m.fl. (2021) refererar till Fone, Christie m.fl. (2006), Macintyre, Macdonald m.fl. (2008), McCormack, Cerin m.fl. (2008), Lotfi och Koohsari (2009), Comber, Brunsdon m.fl. (2011), Gebel, Bauman m.fl. (2011), Gim (2011), Dewulf, Neutens m.fl. (2012), Curl, Nelson m.fl. (2015), Curl (2018), Lättman, Olsson m.fl. (2018), van der Vlugt, Curl m.fl. (2019).

<sup>151</sup> Pot, van Wee m.fl. (2021) föreslår att så kallade "objektiva" mått som syftar till att fånga tillgänglighet inte bör betraktas som mer än försök att skapa ett proxymått för den faktiska upplevda potentialen att interagera med aktiviteter som är utspridda i rum. De föreslår därför att benämningar såsom "objektiv" tillgänglighet bör undvikas och föreslår att andra benämningar såsom "tillgänglighetsmått baserade på markanvändning och transportdata" eller liknande bör användas i stället.



eller dåligt. Människor har olika uppfattningar och värderingar av vilka restider och/eller trängselnivåer samt hastigheter som är acceptabla. Restiden i sig kanske inte alltid upplevs som en onytt, eftersom det argumenteras att aktiviteter förknippas med en optimal restid som inte är lika med noll (Redmond och Mokhtarian (2001), (Milakis, Cervero m.fl. 2015). Detta förhållande kommer sannolikt att skilja sig åt mellan geografiska sammanhang och typer av aktiviteter (Milakis och van Wee 2018). Detta i sin tur kan leda till missvisande slutsatser om hur tillgänglighet uppfattas.

#### 7.1.4 Fallgropar med subjektiva mått på tillgänglighet

Det finns dock ett antal potentiella fallgropar även vid tillämpning av upplevd tillgänglighet. Det är viktigt att ha i åtanke att även det perspektivet kan riskera att missa vissa aspekter som med fördel fångas av andra metoder. Nedan finns en redovisning av de fallgropar som kan vara aktuella. Det handlar om adaptiva preferenser, självselektering och skillnader i uppfattningar om vad tillgänglighet innebär.

Uppfattningar skiljer sig åt mellan individer trots att de befinner sig i liknande situationer (se mer om detta nedan). Denna aspekt hindrar försök att jämföra en individs situation med en annans (Ryan och Pereira 2021). Till exempel kan människor ha upplevt svårigheter i att försöka nå vissa platser för att kunna delta i aktiviteter vid de platserna. **Adaptiv preferens**<sup>152</sup> innebär att personen har justerat sina förväntningar och/eller preferenser i enlighet med de här begränsade möjligheterna. Detta kan leda till att en sådan person när denne blir tillfrågad uppger att hen har relativt goda förutsättningar trots att hen kan ha ett ganska begränsat liv jämfört med andra. Kanske uppger personen dessutom att hen kan uppfylla alla sina vardagliga aktiviteter och är nöjd med hur dennes tillgänglighet ser ut utan att ta hänsyn till faktumet att vardagen är begränsad till följd av tidigare anpassningar (Ryan och Pereira 2021). Adaptiv preferens kan dock präglade i princip alla undersökningar som innefattar upplevelser och självrapporterade uppfattningar. I sådana fall blir det svårt och ibland omöjligt att jämföra olika personers omständigheter med den här sortens underlag. Detta skapar av den här anledningen ytterligare utmaningar för tillgänglighetsanalyser som bygger på upplevd tillgänglighet.

**Självselektering** är ytterligare ett fenomen som kan påverka jämförelser mellan olika personers självuppskattade tillgänglighet. Självselektering kring val av bostadsområde definieras vanligtvis som den process genom vilken hushålls val att bosätta sig i ett visst område präglas av önskade och förväntade resbeteende i framtiden (Ettema och Nieuwenhuis 2017). Ett exempel på självselektering kan vara att personer som föredrar att åka kollektivt kan vara mer benägna att bosätta sig i anslutning till kollektivtrafikhållplatser (Gao, Yamamoto m.fl. 2022). Det kan jämföras med ett scenario där en person flyttar till ett kollektivtrafiknära läge och helt plötsligt upptäcker att denne har god tillgång till kollektivtrafik och beslutar sig för att sluta köra bil. Till följd av detta fenomen uppstår systematiska skillnader i preferenserna för och attityder till färdmedel mellan olika geografiska områden. Detta fenomen kan förklara en del av de observerade skillnaderna i resbeteende mellan geografiska kontexter (se Cao m.fl. (2009) för en översikt). Det finns dock bevis på att den byggda miljön står för en oberoende effekt som ofta väger tyngre än självselekteringseffekten (t. ex. Naess (2009); se Ettema och Nieuwenhuis (2017)). Naess (2009) och Guan och Wang (2019) fann att båda effekterna var signifikanta och kunde prediktera vardagligt resbeteende. Det har även funnits att liknande självselekteringseffekter återkommer och präglar andra långsiktiga beslut såsom beslut kring införskaffande av bil (Van Acker, Mokhtarian m.fl. 2014). Cao, Mokhtarian m.fl. (2009) betonar att om analytiker inte tar hänsyn till självselektering kommer den byggda miljös 'inflytande' på

<sup>152</sup> *Adaptiv preferens* är ett fenomen som beskriver processen genom vilken en person kan justera sina preferenser/ambitioner för att överensstämma med vad denne anser att sociala normer definierar som normala eller acceptabla för en person som hen (Nussbaum 2001).

resbeteende att överskattas. Samtliga studier som syftar till att fånga samband mellan den byggda miljön påverkas i någon utsträckning av fenomenet självselektering (Gao, Yamamoto m.fl. 2022).

Ett flertal studier har dessutom funnit att vissa typer av beslutsfattande sker på hushållsnivå och innefattar olika sorters förhandling och olika grader av avvägningar mellan hushållsmedlemmarna. Det brukar inte vara så att en viss hushållsmedlem fattar beslut utan det sker en slags förhandlingsprocess som kan ibland kantas av konflikter och konfliktytor (De Vos, Derudder m.fl. 2012, Scheiner 2014, Guan och Wang 2019). Exempel på sådana beslutsfattande är bosättning, bilinnehav samt resbeteende och fördelning av hushållsytsslor (till exempel Maat, Timmermans m.fl. (2007). Sådana beslut kan sedan prägla resvanor hos samtliga hushållsmedlemmar.

Interaktioner mellan hushållsmedlemmar och skillnader i preferenser och tillfredsställelse bland hushållsmedlemmar har till stor del förbisetts i litteraturen, endast ett fåtal har studerat de här frågorna (Guan och Wang 2019, Yang, Fan m.fl. 2019, Janke 2021). Interaktioner och förhandlingar mellan hushållsmedlemmar har visat sig vara avgörande för att påverka val av bostadsområde (Gil Solá 2016, Janke 2021, Priya Uteng 2021). Janke (2021) exempelvis fann att hushållsmedlemmar påverkar varandras resebeteende. Studien belyser dock hur enbart kvinnors (i ett par) attityder verkade påverka val av bostadsområde. Författarna uppmärksammar att tidigare forskning om självselektering bortser från möjligheten – och sannolikheten – att val av bostadsområde är ett resultat av förhandlingar mellan hushållsmedlemmar med olika åsikter och värderingar.

Det är ännu färre som har studerat vad som kallas för bostadsdissonans. Människor kan anses sträva efter att bo i ett bostadsområde med de egenskaper som bäst matchar deras preferenser (Pot, Koster m.fl. 2023). Bostadsdissonans uppstår när det blir en felmatchning mellan preferenser och utfallet vad gäller val att bosätta sig i ett visst bostadsområde. Det kan även vara så att vissa personer upplever vad som kallas för bostadsdissonans vad gäller tillgänglighet. De som har mindre frihet att välja var de vill bosätta sig kan påverkas i större utsträckning av bostadsdissonans (Pot, van Wee m.fl. 2021). Det finns studier som har funnit att dynamiken mellan hushållets medlemmar kan spela stor roll och att vissa personers preferenser kanske viktas kraftigare än andras (genusperspektiv i synnerhet). Tillgänglighet, tillgång till färdmedel, och andra faktorer kanske inte spelar lika stor roll som andra faktorer i beslutet att bosätta sig i ett visst geografiskt/bostadsområde. Andra faktorer som kan leda till bostadsdissonans kan vara avsaknaden av perfekt information. Preferenser kan också ändras i samband med ändrade förutsättningar och viktiga livsbeslut (att skaffa barn eller att börja på ett nytt jobb anses vara tydliga exempel). Det är också möjligt att uppfattningar förändras över tid genom interaktioner med omgivningen och inhämtning av information om den bygga miljön (Pot, van Wee m.fl. 2021).

Analysen i Pot, Koster m.fl. (2023) utgick ifrån ett antagande om att processer för självselektering av bostadsområden baserade på tillgänglighetspreferenser skulle förutsäga att stadsområden attraherar människor med en stark preferens för lokal tillgång till aktiviteter, medan landsbygden attraherar människor som inte lägger mycket vikt på tillgänglighet. I studien jämförs skillnader i upplevd tillgänglighet mellan urbana, rurala och mellanliggande rumsliga tillgänglighetskontexter med förväntade skillnader i upplevd tillgänglighet om befolkningen skulle fördelas slumpmässigt över olika geografiska kontexter oavsett vad de har för tillgänglighetspreferenser. Det möjliggör en uppskattning av den roll eventuella självselekteringseffekter spelar för bosättning samt identifiering av vilka faktorer som spelar in i självselekteringsprocessen. De fann att självselektering spelar roll för den upplevda tillgängligheten. Tillfredsställelse med tillgängligheten kommer förmodligen samvariera med den grad med vilken självselektering och egna preferenser spelar in i val av bostadsområde/kontext.

Pot, Koster m.fl. (2023) betonar att det inte skulle uppstå några skillnader i upplevd tillgänglighet mellan platser med olika nivåer av rumslig tillgänglighet om hela befolkningen var oelastisk mot tillgänglighet. Detta är till följd av att allas önskemål skulle uppfyllas på alla platser. Ju fler som har starka preferenser när det gäller tillgänglighet, desto fler söker sig till ett bostadsområde utifrån dess tillgänglighetsegenskaper. Det behöver dock finnas variation i rumslig tillgänglighet för att självselektering ska ha en roll i den rumsliga fördelningen av upplevd tillgänglighet. I vilken utsträckning människor kan uppfylla sina önskemål och tillgänglighetspreferenser beror vidare på hur lätt (eller billigt) det är att flytta till ett valfritt/annat område (Pot, Koster m.fl. 2023). Avvägningen mellan olika egenskaper mellan bostaden och miljön när man väljer var man ska bo begränsas av ett antal faktorer såsom ekonomiska resurser och maktrelationer inom hushållen (Schwanen och Mokhtarian 2004, Ho och Mulley 2015, Pot, Koster m.fl. 2023).

Kroesen, Handy m.fl. (2017) fann att det var snarare beteende som påverkade attityder (kring val av färdmedel, m. m.) än tvärtom. De resonerar att det är beteende som påverkar uppfattningar och att uppfattningar i sin tur påverkar attityder. De finner att attityder och beteenden påverkar och interagerar med varandra över tid. Detta skulle i sin tur kunna skapa en form av stigberoende över tid där beteenden och attityder förstärker varandra. En sådan aspekt spelar stor roll för upplevd tillgänglighet för uppfattningar (där uppfattningar om den upplevda tillgängligheten ingår) interagerar med attityder och beteenden på olika sätt.

**Uppfattningar om tillgänglighet** har inte studerats i någon större utsträckning (van Wee 2016). Kunskapen om vad det är som påverkar upplevd tillgänglighet kan således anses vara begränsad. Detta är dels till följd av att tillgänglighet som begrepp har ett stort omfång och innefattar så väldigt många olika aspekter som är kopplade till varandra på olika sätt. Pot, van Wee m.fl. (2021) har kartlagt samband mellan olika aspekter och sammanställt anledningar till att skillnader mellan beräknad och upplevd tillgänglighet kan uppstå. Att saker uppfattas på olika sätt och värderas på olika sätt av olika personer betonades. Författarna poängterar dessutom att kunskapen (med avseende på platser/hur man tar sig dit samt sökstrategier, sökkostnader, mentala kartor, färdmedelsalternativ, etc.) hos individer varierar. De betonar dessutom att olika människor kan uppfatta samma plats på väldigt olika sätt efter heterogena processer för att samla in, upptäcka, filtrera och tolka information. En översättning och omvandling av information om miljön till en mental bild kräver en individuell bearbetning. I vilken utsträckning information kan detekteras, bearbetas och korrekt memoreras är relaterat till individuella rumsliga förmågor.

Ett kombinerat mått eller jämförelser mellan mått skulle kunna ge en mer rättvis bild och få oss att bättre förstå vad det är som saknas vid tillämpning av det ena måttet eller det andra (se Pot, van Wee m.fl. (2021), Ryan och Pereira (2021)). Det blir dock nästan omöjligt att fånga samtliga skillnader i preferenser, förmågor, information, m. m. hos olika individer, men om syftet är att objektiva/beräknade mått ska fungera som indikatorer för hur tillgänglighet upplevs bör analytiker åtminstone försöka komplettera med mått på upplevd tillgänglighet.

Sedvanliga tillgänglighetsmått tenderar att överskatta tillgänglighet överlag och tenderar dessutom att underskatta skillnader mellan individers "verkliga" upplevelser (se Laatikainen, Tenkanen m.fl. (2015); se även Ryan och Pereira (2021)). Detta görs genom antaganden om att allt annat (preferenser, förmågor, behov, information, m. m.) – som egentligen interagerar med upplevd tillgänglighet – är "likt".

Att skräddarsy mått efter individer kan dock anses vara problematiskt på vissa sätt. Curl (2018) föreslår att en framkomlig väg vore att vikta vissa aspekter för olika befolkningsgrupper. Det kan dock anses vara vanskligt att anta att personer över en viss ålder går långsammare, att yngre inte har lika mycket pengar eller att mödrar inte har lika mycket tid. Även om dessa skillnader kanske uppstår i jämförelser mellan grupper (och kanske inte) så

stämmer de inte för varje enskild individ som råkar tillhöra en viss kategori. Vissa skillnader kommer dessutom kvarstå ändå i och med att det inte går att justera för alla skillnader mellan individer. Det kommer alltid finnas någon skillnad som inte kan förklaras (nästan) oavsett vad det är för dataanalyserna bygger på.

## 7.2 Tidsrumsliga prismor

Inom tidsgeografin avser den tidsmässiga komponenten av tillgänglighet **tillgången** till aktiviteter vid olika tidpunkter på dygnet, samt de tider då enskilda eller grupper av individer **kan delta** i specifika aktiviteter. I tidsgeografin är tidskomponenten och markanvändningskomponenten lika viktiga för tillgängligheten, och sammankopplade. Tillgänglighet studeras utifrån individers synvinkel, vilket betyder att de tidsrumsliga måtten analyserar huruvida det är möjligt att genomföra olika aktiviteter som tillsammans, sekventiellt, utgör ett **aktivitetsprogram**, givet olika restriktioner som resulterar i ett tidsrumsligt prisma av möjligheter att utföra olika aktiviteter. Arean på dessa prismor kan betraktas som tillgänglighetsmått (Dijst och Vidakovic 1997). I andra studier har antalet nåbara lokaliseringar, exempelvis sjukhus eller affärer, inom tidsprismat använts (Lee och Miller 2019).

Innan vi går vidare och fördjupar oss i tidsgeografin ska vi påminna oss om att det går att koppla samman tankegodts från tidsgeografin med logsumman genom att koppla individers upplevda nytta av olika aktivitetsprogram. Med inspiration från tidsgeografin kan en variabel som anger **tillgänglig tid** för att delta i olika aktiviteter infogas i logsummans nyttofunktion (avsnitt 7.3). Tidsprismat har sina rötter i tidsgeografin som ursprungligen myntades av kulturgeografen Torsten Hägerstrand (1970). Han menade att mycket information går förlorad vid användningen av aggregerade analyser av olika tillstånd, med de gravitationsmått som då fanns tillgängliga. Ett ökat fokus på det individuella perspektivet menade han skulle öka förståelsen för hur människor väljer att organisera sina liv inom ramen för olika restriktioner. Att inte hantera alla människor som en homogen grupp öppnade exempelvis upp för idag självklara insikter om att resmönstren för kvinnor och män, respektive fattiga och rika, skiljer sig åt. Men det genererade också kunskaper om hur människor kombinerar arbete med hushållsarbete och organiserar resor mellan dessa och andra aktiviteter (Schwanen 2008).

Den tidsgeografiska ansatsen tar, som namnet antyder, sin utgångspunkt i dimensionerna tid och rum som man menar utgör grundläggande villkor för hur vardagslivet kan utformas. Centralt i den tidsgeografiska analysen är de restriktioner som begränsar individers rörelsefrihet och kan delas in i tre grupper: **kapacitetsrestriktioner**, **kopplingsrestriktioner** och **styrningsrestriktioner** (Hägerstrand 1970). **Kapacitetsrestriktioner** utgörs av begränsningar av individens förmåga som dels hänger samman med kroppens biologiska gränser, dels till kapaciteten hos de redskap som individen förfogar över. Typiska exempel utgörs av att vi måste sova ett antal timmar varje dygn och att vi behöver äta med jämna mellanrum, men det kan också handla om vilka transportmedel som individerna har tillgång till. Eventuella fysiska och psykiska funktionsnedsättningar utgör ytterligare exempel på restriktioner som begränsar individers rörelsefrihet.

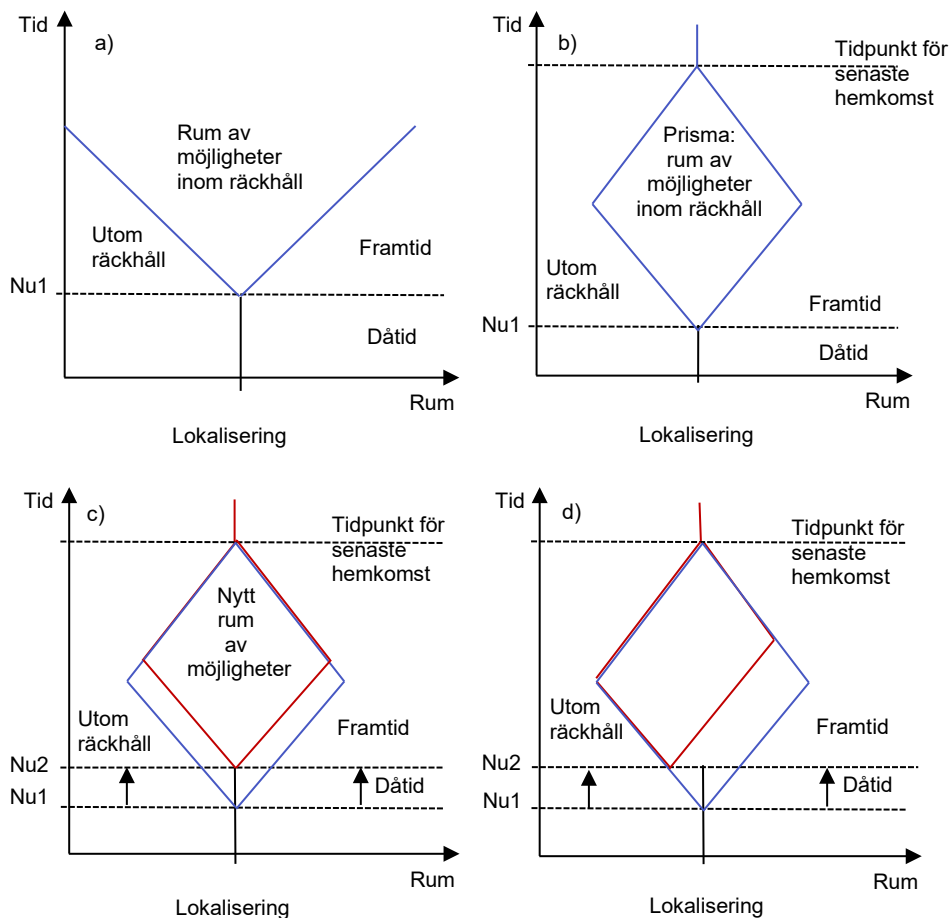
**Kopplingsrestriktioner** uppstår som en följd av behov av samordning mellan individer, redskap och material. Några typiska exempel utgörs av läkarbesök, konsertbesök, fika eller möte på arbetsplatsen. Samordningen innebär att individer och redskap finns på plats under en viss tidsrymd, vilket även innebär att både individer och redskap är upptagna och därmed förhindrade att ingå i annan verksamhet.

**Styrningsrestriktioner** handlar om tidsgeografiska aspekter på maktutövning gällande tillträde till olika delar av rummet som kontrolleras av individer och organisationer. Några

exempel utgörs av länders kontroll över sitt territorium, en fastighetsägares kontroll över sin mark och bebyggelse, och chefens kontroll över en arbetsplats. En viktig aspekt av styrningsrestriktionerna avser kontroll av individers tidsanvändning, vilket påverkar deras dagsprogram genom exempelvis arbetstider och öppettider för olika målpunkter.

Inom tidsgeografin åskådliggörs sambandet mellan tid och rum i så kallade tidsrumdiagram där tid utgör y-axeln och rum utgör x-axeln (det finns även varianter med tredimensionella rum). Individens handlingsutrymme som begränsas av olika restriktioner kan illustreras genom prismor. Dessa prismor kan, som tidigare påpekats, betraktas som tillgänglighetsmått då de ger potentiella areor av möjligheter som individen kan nå givet restriktionerna (Figur 7.1). Ju större prisma är, desto större är tillgängligheten. Prismorna fungerar främst som tankegods, men kan kvantifieras, se exempel i avsnitt 7.3.

Individer som saknar restriktioner gällande framtida lokalisering skulle få ett stort handlingsutrymme som dessutom inte skulle anta formen av ett prisma (a). I realiteten är det orealistiskt med ett obegränsat handlingsutrymme då alla människor till slut behöver hitta en lämplig plats att sova på. Vanligt förekommande är att en individs resande under en dag både påbörjas och avslutas i hemmet, vilket genererar ett handlingsutrymme som tar formen av ett prisma (b). Handlingsutrymmet minskar när individen stannar längre i hemmet givet att tidpunkten för senaste hemkomst är konstant, vilket illustreras genom att prisma behåller formen men minskar i omfång (c). Formen på prisma ändras samtidigt som handlingsutrymmet minskar i takt med individens rörelse från hemmet (d).



Figur 7.1. Principen för tidsrumsliga prismor.  
Källa: Bearbetning av Ellegård (2019).

Transportsystemets uppbyggnad och individernas möjligheter att använda det har stor betydelse för individers handlingsutrymme (prismats storlek). Det är inte bara restiden med olika trafikslag som har betydelse utan också de ekonomiska förutsättningarna, vilket bland annat manifesteras i tillgången till bil. Färdmedelsval, yrkesval och ekonomiska förutsättningar är även sammanlänkade med könstillhörighet, vilket också påverkar handlingsutrymmet.<sup>153</sup> Av stor betydelse för handlingsutrymmet är också de målpunkter som behöver nås under dagen, och vilken grad av flexibilitet gällande tidpunkten då dessa målpunkter ska besökas. Dodge och Nelson (2023) pekar på att digitalisering och ökade möjligheter att arbeta hemifrån visserligen har ökat handlingsutrymmet för andra aktiviteter, men samtidigt har också nya hinder skapats för deltagande. Dessa är inte relaterade till restid utan snarare en produkt av sociala, kulturella och individuella faktorer (se även avsnitt 2.3 ovan).

Utvecklingen av tidsgeografiska tillgänglighetsmått har dragit nytta av ökad datorkraft och tillgång till nya digitala datakällor över individers resande. Det har gjort det möjligt att på ett mer realistiskt sätt konstruera tidsprismor som tar hänsyn till allt fler restriktioner som exempelvis transportnätets utformning och öppettider för olika målpunkter (Patterson och Farber 2015) eller en koldioxidbudget för att visa effekter på tillgänglighet av ökad klimat-hänsyn (Mahmoudi, Song m.fl. 2019). Det har också skett en utveckling mot att kunna hantera resekedjor på ett mer realistiskt sätt, vilket är betydelsefullt då det visar sig att rumslik närhet från hemmet till vissa målpunkter inte nödvändigtvis innebär att dessa kommer att prioriteras framför målpunkter belägna längre bort när olika aktiviteter är beroende av varandra (Chen och Kwan 2012).

Samtidigt har även utvecklingen av andra tillgänglighetsmått tagit stora kliv sedan Hägerstrand betonade individperspektivet och lanserade tidsgeografien. Logsummemåtten har som tidigare nämnts utvecklats till att i större utsträckning ta hänsyn till individuella förutsättningar (avsnitt 6.2), samtidigt som utvecklingen av kvantitativa tidsgeografiska tillgänglighetsmått inte tagit lika stora kliv utvecklingsmässigt. Det stora glappet mellan det tidsgeografiska teoretiska ramverket och dess praktiska tillämpning på tillgänglighetsområdet medför att logsummemåtten idag kan beskriva tillgängligheten med hänsyn taget till individuella faktorer på åtminstone samma nivå som de mer uttalat tidsgeografiska kvantitativa tillgänglighetsmått.

## 7.3 Logsumma som tidsrumsligt mått

De nyttobaserade måtten (avsnitt 6.2) uppfyller de flesta av önskemål som specificerades i kapitel 3, förutom att de inte innehåller temporala restriktioner, dvs. individuella skillnader i tidsfönster, servicetider, sekvensen i resandet, med mera (Bhat och Koppelman 1999).

Hägerstrands (1970) studie var en av de första bidragen till utvecklandet av de aktivitetsbaserade modellerna. Nyttomaximerande aktivitetsbaserade modeller ligger i linje med de tidsrumsliga prismorna och betonar betydelsen av restriktioner för individers schemaläggning av sina dagliga aktiviteter. Ettema (1996) visade i sin avhandling att flera aktivitetsbaserade modeller är konsistenta med teorierna för diskreta val och modeller av slumpmässig nytto-maximering (*random utility models, RUM*)<sup>154</sup>.

Miller (1999) utvecklade ett tidsrumsligt nyttobaserat tillgänglighetsmått genom att inkludera tid tillgänglig för att delta i aktiviteter som en variabel i nyttofunktionen av logsumman. Metoden går ut på att skatta nyttan som en individ upplever genom att implementera ett

<sup>153</sup> Notera att detta även kan hanteras av logsumman och med gravitationsmått.

<sup>154</sup> Se även Ettema och Timmermans (1997), Kraan (1996), Miller (1999), Veldhuisen, Timmermans m.fl. (2000), Dong, Ben-Akiva m.fl. (2006).

aktivitetsprogram (utifrån ett val av många sådana). En individs tidsrumsliga nyttofunktion specificeras som (Burns 1979, Hsu och Hsieh 1997):

$$u_{ij}(a_k, T_k, t_k) = a_k^\alpha T_k^\mu e^{-\beta t_k}$$

Där  $u_{ij}$  är nyttan av att delta i en aktivitet i plats  $k$ ,  $a$  är attraktiviteten i lokaliseringen,  $T$  är tillgänglig tid för att delta i aktiviteten och  $t$  är restiden som krävs för att delta. Den förväntade maximala nyttan av aktiviteterna inom den tidsrumliga prisma då specificeras baserad på en logit-beslutsprocess (Miller 1999):

$$U = \frac{1}{\beta} \ln \sum_{k=1}^m e^{(a_k^\alpha T_k^\mu e^{-\beta t_k})}$$

där  $U$  är nyttan av det tids-rumsliga prisma som definieras av de fixerade aktiviteterna i  $i$  och  $j$  och tidsbudgeten ( $t_j - t_i$ ). Å andra sidan ökar kraven på tillgängliga data till följd av detta.

I sin avhandling utgår Naqavi (2024) från en aktivitetsbaserad modell från familjen av nytto-maximerande modeller som heter Scaper (Small 1982, Rust 1987, Karlström 2005, Jonsson, Karlström m.fl. 2014, Västberg 2018, Blom Västberg, Karlström m.fl. 2020). Individer fattar beslut som maximerar deras förväntade nytta över en dag, som startar och slutar i hemmet.

Modellen tar även hänsyn till kopplingar mellan hushållsmedlemmar – arbetsdelning inom familjen, bilinnehav m.m. – och valet av arbetsplats ingår endogent i modellen. Modellen har tillämpats på studier på nyttan av omlokalisering av arbetsplatser (Nya Karolinska), på bilberoende och segregation. Den förväntade nyttan av ledig tid vid starten på dagen, givet dagens alla åtaganden, definieras som ett mått på tillgänglighet (*spare time accessibility*).

Detta tillgänglighetsmått påminner om, men är inte identiskt med, Piries (1979) synsätt om tillgänglighet som den kostnad som är förknippad med att skapa sig ledig tid (*costs of creating the vacancy*)<sup>155</sup>.

## 7.4 Analyser där tidsrumsliga mått har använts

Tidsrumsliga mått har huvudsakligen använts för att djupstudera enskilda individers eller grupper av individers möjligheter att under en viss tidsrymd utföra sina önskade ärenden med hjälp av transportsystemet. Ofta ingår ett jämlikhets- eller rättviseperspektiv i analysen för att identifiera vilka grupper av individer som har svårt att uppfylla uppställda krav inom rimliga tidsrymder.

<sup>155</sup> Pirie (1979) utgår från ett tidsgeografiskt synsätt och föreslår att tillgänglighet ska betraktas som hur enkelt ("billigt") det är för en individ att, givet sina förutsättningar, skapa sig tidsutrymme. Tillgänglighet är inte bara ett resultat av en given infrastruktur, utan även av till exempel individens egenskaper och uppfinningsförmåga. Med hans egna ord är tillgänglighet: "a condition (a vacancy) in an activity routine which, either deliberately created or formed as a residual, permits travel to and from and participation in one or more activities. One way of measuring accessibility thought of in this way is in terms of the costs of creating the vacancy. In turn these costs could be expressed in relation to the number and seriousness of activity, role, space, and time substitutions incurred. This measure of accessibility is able to distinguish accessible places from one another on the basis of the costs involved in giving them that status. The larger the penalties and the disruptions the less accessible the activity centre". Pirie tar avstamp i en modell av Lenntorp (1976), PESASP, som räknar antal aktiviteter givet en tidsbudget. Pirie kritiserar modellens egenskap att om inte en sekvens kan utföras, så utförs ingen resa alls. Han betonar i stället människans egen kreativitet, och är negativ till synen på att tillgänglighet är en platsbunden egenskap.

Ett exempel på detta är Trafikverket som använder dessa mått för att identifiera vilken interregional kollektivtrafik som behöver handlas upp med ambitionen att kommunerna ska kunna erbjuda sina invånare en acceptabel nivå på tillgänglighet.

#### 7.4.1 Tillgänglighet, åtkomlighet och vistelsetid

Transportstyrelsen har utvecklat ett mått som mäter tillgänglighet med flyg utifrån hur länge det är möjligt att vistas på en destination under en dag genom att ta första flyget på morgonen från hemorten och åka hem med sista flyget (Figur 7.2). Beräkningen görs för 37 svenska städer och 15 länder inom Europa. Urvalet av länderna baseras på de som Sverige har mest handelsutbyte med, och destinationerna utgörs i huvudsak av respektive lands huvudstad.

Endast vistelsetider på minst fyra timmar har tagits med eftersom det inte anses meningsfullt att genomföra en förrättning med kortare tid till förfogande. Det måttet har tydliga beröringspunkter med den tidsgeografiska tankemodellen att en individ har ett handlingsutrymme för resor och andra aktiviteter inom ett tidsrumsligt prisma.

Flygets tidtabelläggnings medför att vistelsetiden på orter i ett ortspar skiljer sig åt beroende på i vilken riktning flygresan går. Några geografer från Lund har därför pekat på behovet av att göra åtskillnad mellan tillgänglighet och åtkomlighet (Erlandsson och Lindell 1996).

Enligt Transportstyrelsens beräkningar kunde en person som reser med första flighten från exempelvis Luleå flygplats för att besöka Amsterdam och återvända med sista flighten hem totalt vistas åtta timmar i Amsterdam. Om man i stället startar i Amsterdam och vill resa över dagen till Luleå, så gick det att stanna fyra timmar. Det förra betecknas Luleås åtkomlighet till Amsterdam och det senare Luleås tillgänglighet från Amsterdam (Transportstyrelsen 2023).<sup>156</sup>

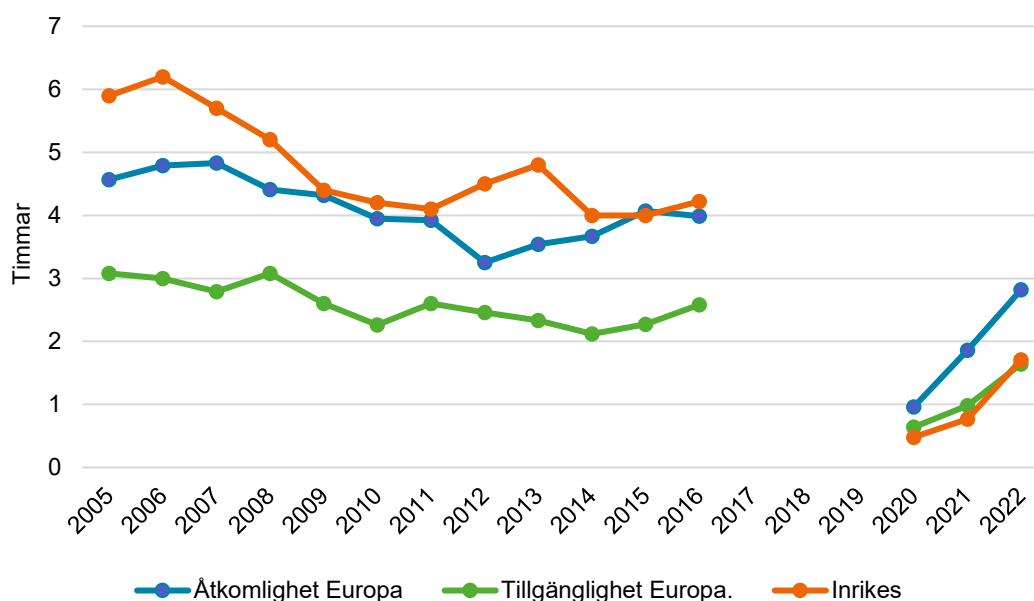
Måttet används i Trafikanalys måluppföljning där det konstateras att mellan åren 2009 till 2016 har tillgängligheten och åtkomligheten med vissa årliga variationer legat relativt stabilt. Den nådde sin lägsta nivå 2014 och 2015 för att stiga igen 2016. Jämförbara data saknas för åren efter 2016 och till och med 2019.

Data från och med 2020 är framtagna med en ny metod och därför inte jämförbara med tidigare åren. Den visar dock på en mycket låg åtkomlighet och tillgänglighet för 2020, vilket är rimligt med tanke på alla restriktioner för både inrikes och utrikes flygtrafik. År 2021 och 2022 visar på en brant ökning av både åtkomlighet och tillgänglighet (Trafikanalys 2023a).

---

<sup>156</sup> Notera skillnaden i användning av begreppen jämfört med resten av promemorian. Med vår gängse definition av tillgänglighet, som utgår från betraktarens eller utgångspunktens perspektiv, skulle den möjliga vistelsetiden i Amsterdam för någon bosatt i Luleå snarare betecknas som Luleås *tillgänglighet* till Amsterdam (hög) (och åt andra hållet logiskt sett Luleås *åtkomlighet från* Amsterdam – alltså betraktat från Luleås håll, och låg). Från Amsterdams perspektiv skulle vistelsetiden i Luleå likaledes betecknas som Amsterdams *tillgänglighet* till Luleå (likaledes låg). Tillgänglighet och åtkomlighet är alltså samma sak, men betraktat från olika håll (och enligt oss tvärt emot den ursprungliga definitionen). Bruinsma och Rietveld (1998) använder begreppen *inbound* och *outbound accessibility*.





Figur 7.2. Utveckling av genomsnittlig (i timmar) vistelsetid 2005–2022 till och från Europa samt till och från svenska flygplatser.

Källa: Transportstyrelsen (2023)

Anm: Från och med 2017 används en ny metod för att beräkna den internationella tillgängligheten och åtkomligheten vilket innebär ett tidsseriebrott mellan åren 2016 och 2019.

## 7.4.2 Acceptabel och god tillgänglighet utifrån vistelsetid

Trafikverket genomför tillgänglighetsberäkningar<sup>157</sup> för att identifiera brister i den grundläggande tillgängligheten för interregionala resor. Beräkningarna utgör underlag för beslut om upphandling av trafikavtal för tåg, buss och flyg av olönsam trafik. Trafikverket har valt att tolka och kvantifiera grundläggande tillgänglighet genom åtta tillgänglighetskriterier för resor.

1. Tillgänglighet till Stockholm.
2. Tillgänglighet från Stockholm.
3. Möjlighet till internationella resor.
4. Tillgänglighet utan flyg till ett urval av storstäder.
5. Tillgänglighet till universitetssjukhus.
6. Veckopendlingsmöjligheter till universitets- och högskoleorter.
7. Tillgänglighet utan flyg till kommuner med fler än 50 000 invånare.
8. Besöksnäringens tillgänglighet till orten.

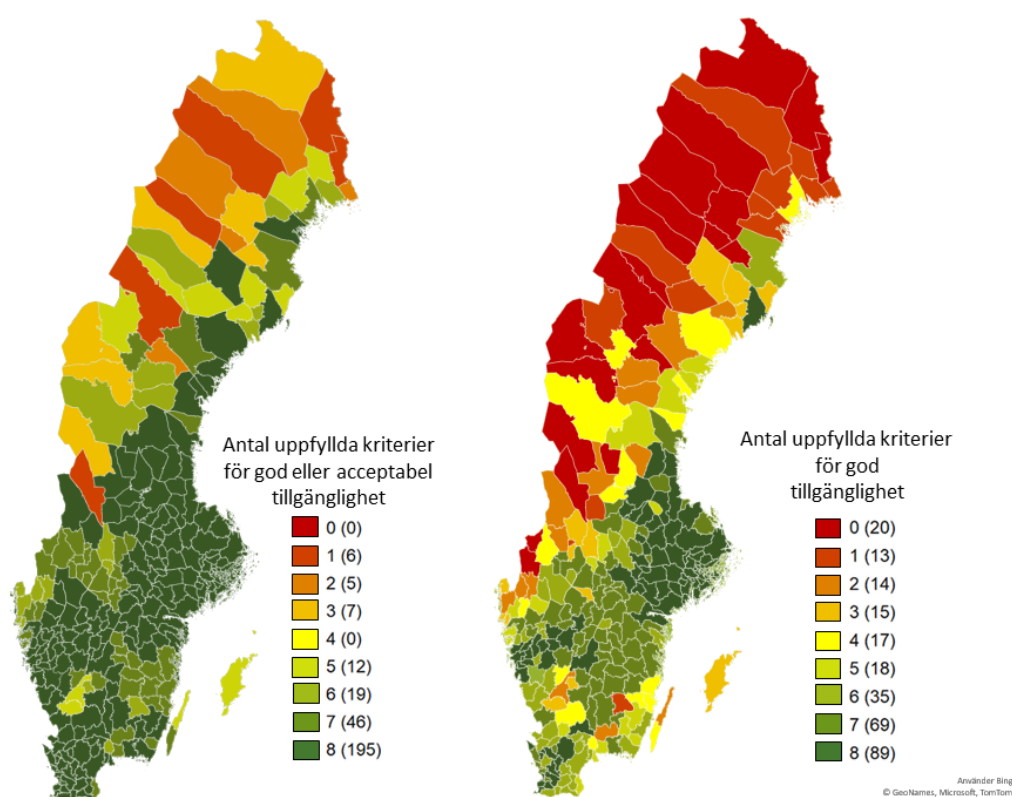
För varje kriterium finns tre nivåer: god, acceptabel och dålig tillgänglighet som bestäms av vistelsetiden på besöksmålet med begränsningar av restidens längd och tidpunkter för när resan påbörjas och avslutas.<sup>158</sup>

<sup>157</sup> Trafikverkets tillgänglighetsmodell Reskoll använder Samtrafikens databas för all kollektivtrafik. Beräkningarna utgår från kommunernas huvudort samt utvalda målpunkter. Modellen beräknar framför allt tillgängligheten från och till kommunens huvudort. Det finns dock stora geografiska skillnader mellan olika kommuner som t ex kommunens storlek där den största kommunen (Kiruna) är över tvåtusen gånger större än den minsta (Sundbyberg). Det kan antas att den interregionala tillgängligheten i vissa fall skiljer sig mycket mellan kommunens huvudort och andra tätorter i samma kommun. Det gäller inte minst i norra Sverige där kommunerna i regel är mycket större till ytan och där den interregionala tillgängligheten till huvudorten redan är mycket lägre än i resten av landet.

<sup>158</sup> För exakta definitioner av kriterierna se bilaga 2 i (Trafikverket 2022c).

I framtagningen av tillgänglighetskriterierna har visserligen Trafikverket aldrig hänvisat till att de bygger på tidsgeografiska tankegångar, men här finns beröringspunkter med tidsgeografiskt tankegods i att en individ har ett handlingsutrymme för resor och andra aktiviteter inom ett tidsrumsligt prisma. I kriterierna finns även fastslaget tidpunkten för senaste ankomst till destinationsorten, vilket naturligtvis har att göra med olika verksamheters öppettider och möjligheter att genomföra möten. Med ett tidsgeografiskt språkbruk handlar det om att hantera kopplingsrestriktioner.

I Figur 7.3 illustreras hur många av de åtta kriterierna som uppfylls på nivån för acceptabel tillgänglighet (vänster bild) respektive nivån för god tillgänglighet (höger bild). Tillgängligheten är generellt sett högre i södra Sverige och inte minst i och omkring storstadsområdena. Längre grad av tillgänglighet finns i stora delar av norra Sverige samt i de sydöstra delarna.



Figur 7.3. Interregional geografisk tillgänglighet. Antal kriterier (1–8) som uppfylls på minst nivån för acceptabel tillgänglighet (vänster bild) respektive nivån för god tillgänglighet (höger bild) per kommun, med Trafikverkets trafikavtal 2022.  
Källa: Trafikverket (2023h)

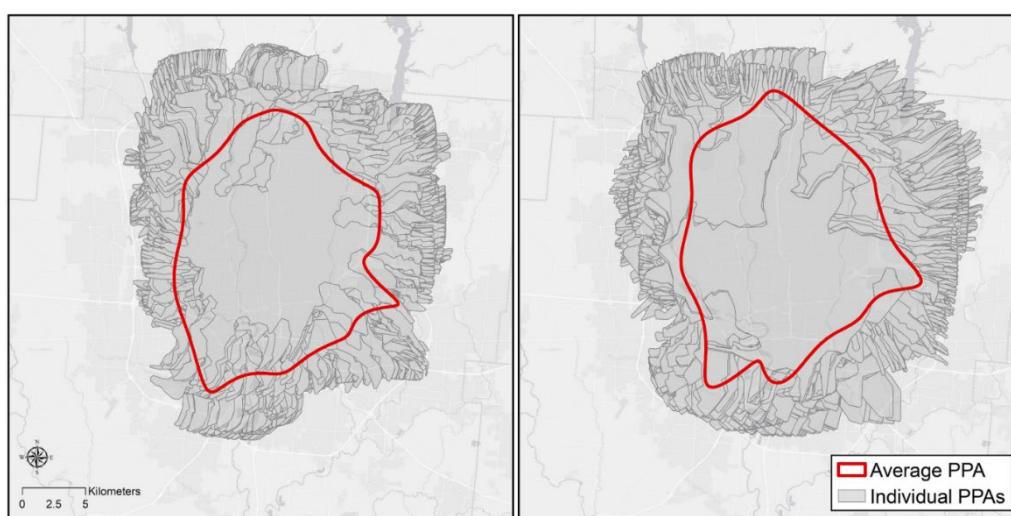
### 7.4.3 Genomsnittliga tidsprismor för jämförelser ur rättviseperspektiv

Lee och Miller (2019) har tagit fram en metod för att konstruera genomsnittliga tidsprismor som representerar en större grupp människor. Ett sådant tidsprisma är representativt för en grupp av individuella tidsprismor med avseende på storlek, form och plats. Metoden kan användas för att generera representativa tidsprismor för aggregerade enheter som stadsdelar och städer baserat på individdata. Metoden kan exempelvis användas för analyser av rumslig analys av tillgänglighet utifrån ett rättviseperspektiv. Ett genomsnittligt tidsprisma upprätthåller de önskvärda teoretiska och intuitiva egenskaperna som finns hos tidsprismor på individnivå.

Till dessa hör förankring i ett geografiskt sammanhang, en övertygande visuell representation och en analytisk grund för att beräkna tidrumslig tillgänglighet till möjligheter som öppnar sig via rumslig överlagring och andra GIS-operationer.

I en tillämpning av metoden analyserades påverkan på tillgänglighet till fots och med offentliga transporter till sjukvård av ny kollektivtrafik med stor kapacitet i en stadsdel med hälsoproblem i Columbus, Ohio, USA. Den nya kollektivtrafiken innebär att storleken på det genomsnittliga tidsprismat växte med sju procent (Figur 7.4).

Metoden bygger på att individuella tidsprismor med en tidsbudget på 60 minuter konstrueras för gång och kollektivtrafik med hjälp av ett lämpligt ruttplaneringsverktyg med individernas bostad som utgångspunkt. Relevanta sjukvårdsinrättningar identifierades ur ett särskilt register som därefter geokodades (Lee och Miller 2019) s.253ff).



**Figur 7.4. Individuella tidsprismor och genomsnittligt tidsprisma före (höger) och efter (vänster) introduktionen av BRT<sup>159</sup> i Columbus, Ohio.**  
Källa: Lee och Miller (2019)

Ett genomsnittligt tidsprisma kan också med fördel användas vid jämförelser av tillgänglighet ur ett rättviseperspektiv. Två olika mått på relativ tillgänglighet till sjukvårdsinrättningar redovisas i Tabell 7.1. Båda måtten utgår från antalet sjukvårdsinrättningar inom individuella tidsprismor som har aggregerats till stadsdelsnivå och relateras till antingen ett traditionellt rumsligt okänsligt genomsnitt över samtliga 889 individuella tidsprismor eller till genomsnittliga tidsprismor.

En jämförelse med ett traditionellt genomsnitt ger bilden att enbart stadsdelen nedre Linden har högre tillgänglighet till sjukvårdsinrättningar än genomsnittet. Om vi i stället jämför den relativa tillgängligheten med genomsnittliga tidsprismor som beaktar det rumsliga sammanhanget för jämförelse ser bilden annorlunda ut. Då hamnar både övre Linden och centrala Linden nära genomsnittet samtidigt som nedre Linden alltjämt har högre tillgänglighet än genomsnittet. Det visar det genomsnittliga tidsprismats förmåga som ett rumsligt känsligt riktmärke för kollektiv tillgänglighet.

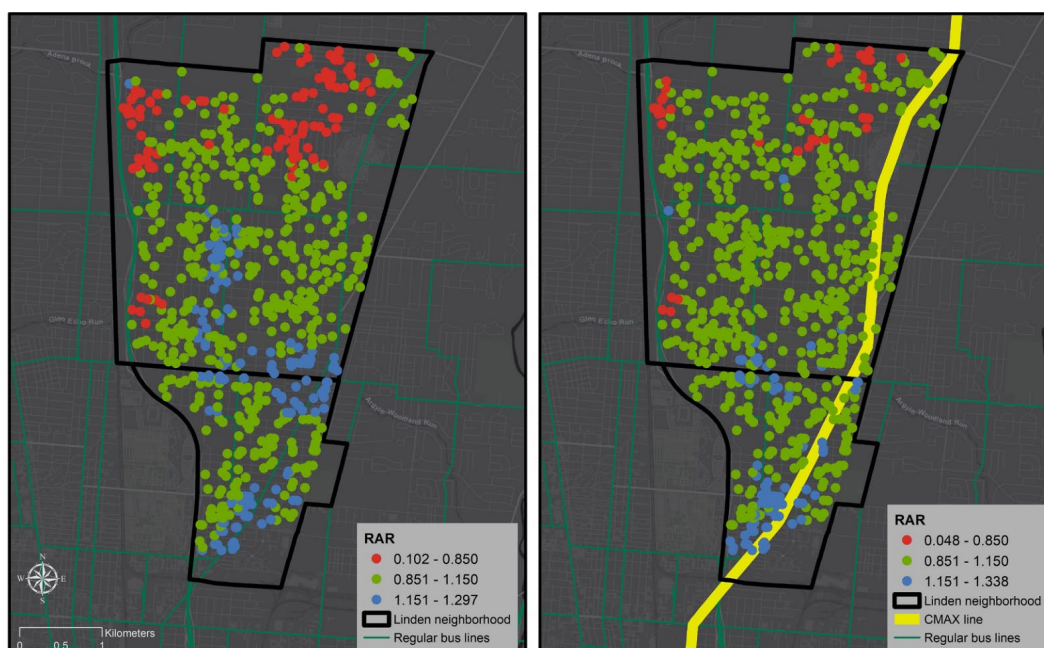
<sup>159</sup> Bus Rapid Transit (BRT) är benämningen på ett transportsystem med bussar som syftar till att åstadkomma en snabb kollektivtransport med stora bussar med hög framkomlighet och stor passagerarkapacitet. Kända exempel återfinns bland annat i Curitiba (Brasilien) och Bogota (Colombia).

Tabell 7.1 Jämförelser mellan individuell och kollektiv tillgänglighet med hjälp av dels ett rumsligt okänsligt genomsnitt, dels med genomsnittliga tidsprismor.

Stadsdel	Antal sjukvårdsinrättningar inom individuella tidsprismor (A)	Genomsnittligt antal sjukvårdsinrättningar inom samtliga individuella tidsprismor (B)	Differens (A-B)	Antal sjukvårdsinrättningar inom genomsnittliga tidsprismor (C)	Relativ tillgänglighet (A/C)
Övre Linden	4819	6022	-1203	4410	1,09
Centrala Linden	6012	6022	-10	5959	1,01
Nedre Linden	7148	6022	1126	5341	1,34

Källa: Lee och Miller (2019).

Figur 7.5 visar att antalet människor med en tillgänglighet på genomsnittlig nivå (gröna prickar) till sjukvårdsinrättningar ökar efter introduktionen av BRT. Samtidigt minskar både antalet människor med högre (blå prickar) respektive lägre (röda prickar) tillgänglighet vilket betyder att BRT utjämnat tillgängligheten i transportsystemet.



Figur 7.5. Relativ tillgänglighet före (vänster) och efter (höger) introduktionen av BRT.  
Källa: Lee och Miller (2019)

Sammanfattningsvis kan vi konstatera att det med stöd av genomsnittliga tidsprismor går att fördjupa beskrivningen av hur relativ tillgänglighet påverkas av exempelvis introduktionen av ett nytt kollektivtrafikkoncept och föra en informerad diskussion kring rättvisa utifrån detta. Metoden kan även användas för att beskriva skillnader i tillgänglighet mellan olika socio-ekonomiska grupper. Samtidigt tvingas vi också konstatera att de tidsprismor som konstruerats är artificiella i bemärkelsen att restidsrestriktionen på en timme bestämts av författaren, och är inte uppkommit som ett resultat av olika typer av restriktioner som begränsar människornas rörelsefrihet.

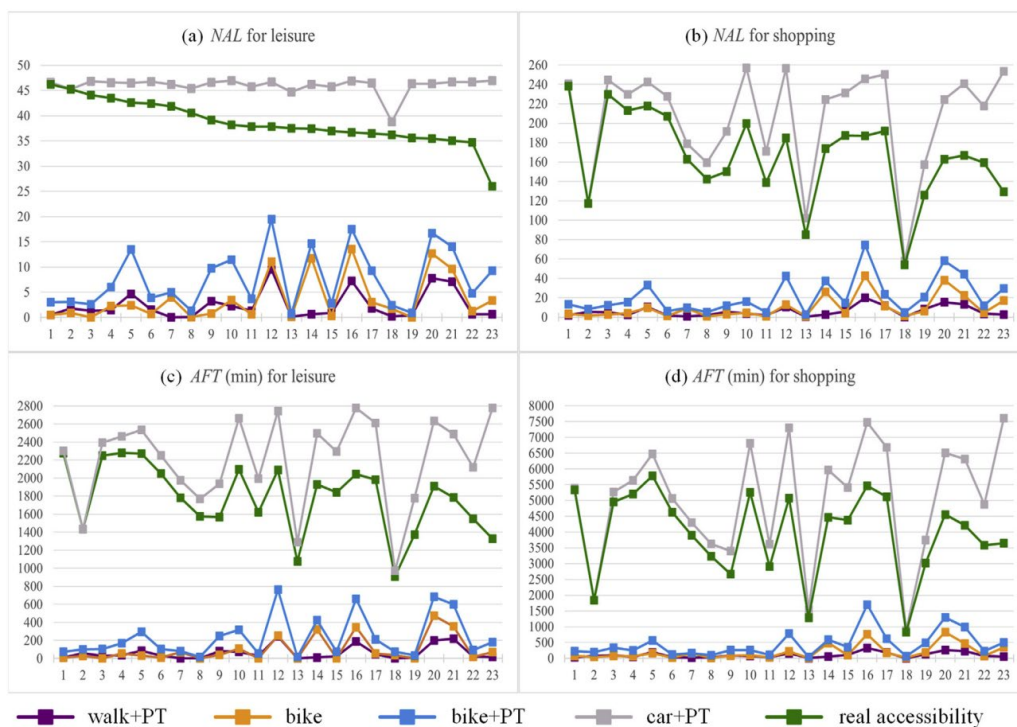
#### 7.4.4 Tidsprismor med flera trafikslag i resekedjor

Det är fortfarande vanligt att avgränsningen av tidsprismor görs för ett trafikslag i taget genom att hantera enskilda trafikslag separat. I en studie av tillgängligheten i storstadsregionen Rotterdam-Haag används däremot en metod som gör det möjligt att använda resekedjor som exempelvis innehåller både kollektivtrafik och privata bilar i ett multimodalt nätverk. I studien används måtten "antal nåbara lokaliseringar" (NAL) respektive "aggregerad flexibel tid" (AFT) för fritid och shopping.

Undersökningen genomfördes med ett urval på nära 22 000 vuxna individer från storstadsregionen. Tidsbudgetar och minsta tidsåtgång för olika aktiviteter har hämtats från Nederländernas resvaneundersökning i form av ett genomsnitt för samtliga individer. Med stöd från resvaneundersökningen antas det att alla individer har en restidsbudget på 90 respektive 60 min och minsta aktivitetslängd på 90 respektive 30 min för fritid respektive shopping.

Avgränsningen av tidsprismorna förenklades genom att tidsbudgetens storlek och tidsåtgången för olika aktiviteter antas vara densamma för samtliga individer (Qin och Liao 2022).

En analys av de två tillgänglighetsmåtten (NAL och AFT) illustrerar betydelsen av tillgång till personbil för att uppnå en hög tillgänglighet i samtliga undersökta kommuner (Figur 7.6).



Figur 7.6. Tillgänglighet till shopping respektive fritidsaktiviteter i olika kommuner (numrerade på x-axeln) med olika färdmedel och färdmedelskombinationer.

Källa: Qin och Liao (2022)

Samtliga individer i undersökningen har tillgång till gång och kollektivtrafik, cykel samt cykel och kollektivtrafik, men 31 procent saknar personbil. I varje underfigur visas de genomsnittliga tillgänglighetsnivåerna för varje kommun med fyra kurvor som representerar olika färdmedel eller kombinationer av färdmedel.



Dessutom finns en grå referenskurva som visar hur stor tillgängligheten med personbil och kollektivtrafik skulle vara under den givna förutsättningen att alla har tillgång till personbil. Därtill finns en grön kurva som visar det maximala observerade numeriska värdet för NAL eller AFT i kommunen. En jämförelse mellan den grå och gröna kurvan visar att bilägande är en av de dominerade faktorerna bakom hög tillgänglighet. Ett litet gap mellan grå och grön kurva indikerar att en stor andel av befolkningen i kommunen äger bil.

Genomgående gäller också att färdmedelskombinationer som inte innefattar någon form av ägt fordon (bil eller cykel) resulterar i låga värden på tillgänglighetsmåten i samtliga kommuner. Trots att kollektivtrafiken är mer utbyggd i Haag och Rotterdam än i övriga delar av Nederländerna är tillgängligheten bättre för enbart cykel än kombinationen gång och kollektivtrafik.

I studien undersöks även om tillgängligheten inom enskilda kommuner eller över hela undersökningsområdet är snedfördelat med både ginikoefficient (se även avsnitt 4.2) och 20/20-kvot<sup>160</sup>. De empiriska resultaten visar de kombinerade effekterna av bilägande, bostadslokalisering och inkomster på tillgängligheten. Bilens betydelse för att kompensera för en avlägsen lokalisering av bostaden i förhållande till olika målpunkter framkommer tydligt. Metoden kan användas av beslutsfattare för att identifiera områden som har relativt sett sämre tillgänglighet och därför kräver särskild uppmärksamhet.

## 7.5 Utvärdering

Det objektiva betraktelsesättet på tillgänglighet syftar till att bygga upp ett mått som går att generalisera och jämföra över flera kontexter och som på ett representativt och pragmatiskt sätt beskriver tillgängligheten i ett område även om det inte fångar allt och alla nyanser. Å andra sidan argumenteras det i litteraturen för att det man benämner subjektiv eller självrapporterad upplevd tillgänglighet är viktigt, inte minst för att på djupet förstå hur förändringar i transportsystemet påverkar enskilda individer i sin vardag.

Alternativt uttryckt handlar det om en önskan att observera individernas behov då deras uppfattningar av närmiljön såväl som de komplexa mönstren för (sociala) aktiviteter förbises vid tillämpning av objektiva mått. Till skillnad från "objektiva mått", syftar tillämpningar av så kallade subjektiva mått till att beskriva hur människor uppfattar och utvärderar förhållandena runt dem.

Till viss del handlar det om att öka graden av komplexitet. Det blir nämligen ingen felmatchning mellan upplevd tillgänglighet och en beräknad indikator som mäter tillgänglighet objektivt om – och endast om – tillgänglighet är uppmätt på ett perfekt sätt (inklusive individers olika förmågor och olika preferenser) och rumslig kunskap (medvetenhet om sina geografiska förutsättningar) hos respondenterna/invånarna är komplett. Datatillgången kommer dock alltid att vara ett problem.

Det blir nästan omöjligt att fånga samtliga skillnader i preferenser, förmågor, information, m.m. hos olika individer. Men om syftet är att objektiva/beräknade mått ska fungera som indikatorer för hur tillgänglighet upplevs kan det vara rimligt att analytiker även försöker komplettera med mått på upplevd tillgänglighet. Givet detta kommer det alltid att finnas observerbara skillnader mellan en självrapporterad och objektiv tillgänglighet. Det förefaller därför mest relevant att försöka nyttja styrkorna som de båda typerna av mått besitter.

<sup>160</sup> Här definierat som den genomsnittliga tillgängligheten hos den 20 procent rikaste delen av befolkningen dividerad med den genomsnittliga tillgängligheten hos den 20 procent fattigaste delen av befolkningen.

Subjektiva mått på tillgänglighet kan bidra till en ökad kunskap på hur tillgänglighet faktiskt upplevs av befolkningen i olika situationer. Ett kombinerat mått eller jämförelser mellan mått skulle därmed kunna ge en mer rättvis bild och få oss att bättre förstå vad det är som saknas vid tillämpning av det ena måttet eller det andra. Som alltid med mått som bygger på stora detaljerade datamängder för ett avgränsat område eller tillämpning kommer nackdelen med bristfällig generaliserbarhet av resultaten till andra områden och tillämpningar.

Det tidsrumsliga perspektivet på tillgänglighet kan sägas utgöra en mellanväg mellan objektiv tillgänglighet och subjektiv upplevd tillgänglighet. Den är objektiv på så sätt att den fortfarande handlar om att mäta om individer faktiskt kan ta del av ett utbud, men det görs med en mycket hög upplösning. Det är i den höga upplösningen det tidsrumsliga perspektivet närmar sig det subjektiva, även om det alltså inte inkluderar uppfattningar om huruvida en plats går att nå eller inte. Givet konkreta problem med adaptiva preferenser, självselektering och skillnader i uppfattningar om vad tillgänglighet innebär är det sannolikt i praktiken inga vattentäta skott mellan perspektiven varför man bör vara försiktig med en allt för strikt kategorisering.

Att beskriva hur det tidsrumsliga handlingsutrymmet (prismornas storlek), dvs. tillgängligheten, har förändrats under en tidsperiod på individnivå med hänsyn taget till hur ovan nämnda restriktioner har ändrats är mycket datakrävande. Vanliga resvaneundersökningar saknar dessutom information om individers totala tillgängliga tidsbudget (Thill och Horowitz 1997). Ett vanligt angreppssätt är att låta ett begränsat antal individer redogöra för sitt resande genom detaljerade resedagböcker under flera dagar, veckor eller månader. Även mer kvantitativt inriktade studier begränsas ofta till mindre avgränsade områden. Det är också oklart hur resultaten ska kommuniceras. Oftast är urvalet begränsat både vad gäller antalet personer som undersöks, liksom det geografiska området, varför aggregering och generalisering av resultaten försvåras.

Måtten är potentiellt mycket användbara för analyser av sociala aspekter till följd av förändringar i markanvändning eller i transportsystemet. Om tillgänglighetsmått beräknas på nationell nivå eller större områden, görs i regel förenklingar genom att exempelvis presentera resultat för restider vid hög- och lågtrafikering, eller för enskilda trafikslag. Användning av GIS i kombination med ökad tillgång på data från exempelvis mobiltelefoner har resulterat i flera kvantitativt inriktade studier med tidsgeografien som grund. Miller (1999) har utvecklat en metod som kombinerar de individbaserade och nyttobaserade angreppssätten genom att inkludera tillgänglig tid för att delta i aktiviteter som en variabel i nyttofunktionen av logsumma, vilket kan vara intressant för ekonomisk utvärdering. En nackdel är dock att dessa modeller har fokus på anpassningar på kort sikt, dvs. dagliga aktiviteter och resmönster.

Om ett tidsrumsligt mått används för att beräkna genomsnittliga tillgänglighetsnivåer, då antas "lika-andel", det vill säga att alla individer viktas lika. Men, om vi i stället använder ett nytto-baserat mått, då antas ett "utilitaristiskt angreppssätt" med antagande om att marginalnyttan av pengar är konstant över individerna. Exempelvis, leder en tillgänglighetsförbättring med 1 procent för höginkomsttagare på bekostnad av en 1 procents försämring för låginkomstgruppen till en på totalen positiv nettonyttan. Båda tillvägagångssätten leder med andra ord till olika aggregerade resultat, vars utfall beror på en "normativ" uppfattning av social jämlikhet av tillgänglighet.

Vi kan konstatera att tidsgeografien har varit en inspirationskälla till många analyser, ofta med beteendevetenskaplig inriktning, där fokus ligger på att följa individers resande och identifiera restriktioner som kan ge fördjupade insikter i deras färdmedels- och destinationsval (Schwanen 2008, Haugen 2012, Ryan, Pereira m.fl. 2023). Dessa studier innehåller dock sällan några regelrätta tidsgeografiska tillgänglighetsmått utan använder tidsgeografien som en analysram.





## 8 Tillgänglighetsmåttens styrkor och svagheter

Med kunskapen om olika sätt att definiera tillgänglighet och om hur tillgänglighet kan mätas är det nu dags att sammanfatta de olika tillgänglighetsmåttens styrkor och svagheter. Nedan sammanfattas de huvudsakliga styrkorna och svagheterna med respektive mått. För mer utvecklade utvärderingar hänvisas till respektive kapitel.

Genomgången av definitionerna och de olika tillgänglighetsmåten visar att finns det en avvägning mellan enkelheten i tolkning respektive teoretisk och metodologisk stringens. Samtidigt visar studier där flera olika mått har använts eller jämförts att det ofta, men inte alltid, finns en hög korrelation i resultat med olika tillgänglighetsmått.<sup>161</sup> Eftersom effekterna av en åtgärd eller investering kan ha olika effekt på olika nivåer kan det vara en fördel att kombinera flera olika tillgänglighetsmått.<sup>162</sup>

Infrastrukturbaserade mått, såsom genomsnittlig hastighet på en väg eller i ett transportnätverk är relativt enkla att beräkna och tolka. Å andra sidan kan de inte användas för att utvärdera tillgänglighetseffekter till följd av förändringar i markanvändningen.<sup>163</sup>

Avståndsmått är också intuitiva och enkla att tolka. Med avståndsmått menas avståndet mätt i meter eller kilometer till något, antingen i ett vägnät eller fågelvägen. Avståndet kan vara "avstånd till närmaste" av något, ett medel- eller medianavstånd, eller ett viktat medelavstånd till en viss typ av utbud. Det finns alltså en stor variation av hur ett avståndsmått kan utformas. Avståndsmått fångar ändå inte in allt som vi menar att ett bra tillgänglighetsmått bör klara av (se kapitel 3). Avståndsmått tar inte hänsyn till kvaliteten i markanvändningen, som storleken på det utbud målpunkten erbjuder (närbudik eller köpcentrum); bara att "där finns något".<sup>164</sup>

Rena avståndsmått tar inte hänsyn till att olika färd sätt har olika restid. Detta kan avhjälpas om man går över till restidsmått, men eftersom olika färd sätt erbjuder olika restid behöver dessa beräknas för flera färd sätt, eller också måste prioriteringar göras. Med restidsmått måste det göras antaganden om genomsnittliga reshastigheter för varje färd sätt, samt antaganden om färdvägar om vägnäten skiljer sig åt (bil, buss, järnväg, cykel etc.). Annars har restidsmått i allt väsentligt samma egenskaper och möjligheter som avståndsmått, och ofta betraktas de därför tillsammans som "avstånds- och restidsmått". Måtten kan vara bra på att med relativt enkla medel beskriva ett nuläge, eller genomföra enkla konsekvensanalyser.

Varken avstånds- eller restidsmått inkluderar dock betydelsen av en monetär reskostnad, bekvämlighet, kopplingar till familjesituation och boende, eller att befolkningen skiljer sig åt i preferenser och resbeteende. Måtten tar inte heller hänsyn till konkurrens om målpunkternas utbud, eller målpunkternas konkurrens om kunder och arbetskraft. Dessa mått lämpar sig därför dåligt för större sociala eller ekonomiska utvärderingar.

<sup>161</sup> T.ex. Dalvi och Martin (1976), Song (1996), Handy och Niemeier (1997), Bruinsma och Rietveld (1998), El-Geneidy och Levinson (2006), och Bhatt och Minal (2022). Studier som jämför med tidsgeografimått är Kwan (1998), och med subjektiva mått Ryan och Pereira (2021) och Ryan, Lin m.fl. (2016).

<sup>162</sup> Se exempelvis Westin, Knutsson m.fl. (2019a) som använt både restid, kumulativa mått och logsummer i en analys av förändrade hastighetsgränser i vägnätet.

<sup>163</sup> Alternativa sätt är att utgå från mobilitetsindikatorer (till exempel antal passagerarkilometer per färd sätt) och den rumsliga fördelningen av trafikflöden.

<sup>164</sup> Ett undantag är om avstånden viktas – då avgör viktvariabeln hur kvaliteten i målpunkterna representeras.

Kumulativa mått är mått som på ett relativt enkelt sätt inkluderar utbudets kvalitet, genom att summera utbudet inom vissa förutbestämda avstånd eller restider – ett normativt satt tröskelvärde. De har dock nackdelen att valet av tröskelvärde blir avgörande – med kumulativa mått blir utvärderingar mycket känsliga för förändringar i restid eller vägavstånd.<sup>165</sup> Samtidigt vet vi att vad som är acceptabla avstånd och restider varierar med färdssätt, person, ärende med mera. Tröskelvärden till kumulativa mått bör därför om möjligt bestämmas empiriskt, och för olika grupper och resärenden var för sig. Precis som för avstånds- och restidsmått bör det alltid specificeras tydligt för vilken målgrupp och vilka resärenden som måttet gäller. På grund av dessa begränsningar bör även kumulativa mått användas med försiktighet när man försöker förklara tillgänglighetsförändringar över tid eller efter en åtgärd.

Ett alternativ till kumulativa mått är potentialmått som använder en kontinuerligt avtagande avståndsfunktion, så kallade (enkelt begränsade) gravitationsmått.<sup>166</sup> De är inte lika känsliga för restidsförändringar, men kräver ändå val av lämplig funktionsform och avståndsparameter. Även dessa bör utgå från aktuellt resbeteende. Precis som för de kumulativa måtten (och alla andra mått) skiljer sig beteendet åt beroende på målgrupp, färdssätt, resärende och så vidare, vilket måste tydliggöras i analysen. Det måste eventuellt också, liksom med kumulativa mått, göras separata parameterskattningar, kalibrering och analyser för olika grupper, olika tidpunkter, resärenden och så vidare.

Både kumulativa mått och gravitationsmått kan, men behöver inte, modifieras för att ta hänsyn till konkurrens om utbud eller efterfrågan. Om de inte tar hänsyn till konkurrens och andra marknadseffekter<sup>167</sup>, kallar vi dem gemensamt för "potentialmått".

Dubbelt begränsade gravitationsmått och nyttobaserade mått såsom logsumma – som vi tillsammans benämner jämviktsmått – är mer kapabla att fånga det vi i regel efterfrågar i en tillgänglighetsanalys. De speglar genom sin konstruktion aktuellt beteende och tar även hänsyn till konkurrens. Förutsatt att de modeller de härstammar från är skattade på realistiskt beteende, speglar de en marknadsjämvikt på resmarknaderna (utbud i målpunkter och res efterfrågan i bostäder och på arbetsplatser). Dessa mått är å andra sidan mer komplicerade och kostsamma att försörja med data, beräkna och tolka. Gravitationsmått kräver enklare modeller och mindre data än logsummemått, men de är också mindre precisa. Gravitationsmåtten tar som regel inte hänsyn till överflyttning mellan färdssätt (korselasticiteter), vilket logsummemåtten klarar. Med gravitationsmått beräknas varje färdssätt för sig, vilka sedan måste viktas samman.

Fördelen med båda jämviktsmåtten ligger i dess styrka vid ekonomiska utvärderingar, eftersom måtten speglar ett nuläge i resbeteendet samt kan fånga effekter av förändringar i befolkning, markanvändning eller transportsystemet, eller i alla samtidigt, och även effekter av konkurrens. Båda jämviktsmåtten kan och bör vid behov delas upp i olika resenärsgupper, färdssätt och resärenden (målpunkter).

Logsummor uppvisar även en avtagande marginalnytta, det vill säga de fångar ett icke-linjärt samband mellan tillgänglighetsförbättringar och nytta. Det innebär att måttet till exempel kan återspegla förhållandet att en förbättring av tillgängligheten i mer avlägsna områden i landet genererar större nytta **per person** än där tillgängligheten redan är hög. Det uppvägs dock många gånger av att det bor många fler personer där tillgängligheten redan är hög. Detta visar i sin tur på vikten av att skilja mellan **platsens** tillgänglighet och effekter på **befolkningen**;

<sup>165</sup> Matematiskt uttryckt använder kumulativa mått en diskontinuerlig avståndsfunktion, som gör resultaten oförutsägbara i vissa fall.

<sup>166</sup> Vi skiljer på enkelt och dubbelt begränsade gravitationsmått, se kapitel 5 och avsnitt 6.1.

<sup>167</sup> Marknadseffekter inkluderar t.ex. substitution och komplement, överspillning, agglomeration m.m. Potentialen i fråga är därför fiktiv och orealistisk, men den kan åtminstone jämföras geografiskt.

skillnaden mellan en **grundläggande tillgänglighet** och den **totala nyttan**, som är den som beräknas vid exempelvis en utvärdering av infrastrukturåtgärder.

Tidsrumsliga tillgänglighetsmått kan sägas vara en hybrid av de ovanstående måtten, då de dels är ett antal restidsmått i en reskedja, givet en eller flera restriktioner. Fokus ligger på individen, dess tillgångar, förmågor och begränsningar. Samtidigt är dessa mått beräknade med en mycket hög grad av upplösning, både geografiskt och socioekonomiskt, något de övriga måtten till stor del saknar. Den höga upplösningen är en fördel då det kan ge förklaringar till observerade mönster som de övriga måtten inte kan. Å andra sidan är resultaten svårare att generalisera på andra geografiska områden eller till en mer aggregerad nivå. Den höga upplösningen innebär också svårigheter att fånga in relevanta data för att beräkna måtten i mer än speciella fall.

Det objektiva betraktelsesättet på tillgänglighet som präglar de ovanstående måtten syftar till att bygga upp mått som går att generalisera och jämföra över flera kontexter, och som på ett representativt och pragmatiskt sätt beskriver tillgängligheten i ett område eller en befolkning, även om det inte fångar alla nyanser.

I nyare litteratur, exempelvis Handy (2020) och Pot, van Wee m.fl. (2021), argumenteras det istället för det man benämner subjektiv eller "självrapporterad upplevd tillgänglighet", inte minst för att på djupet förstå hur förändringar i transportsystemet påverkar enskilda individer i sin vardag. Till viss del handlar det om att öka graden av komplexitet.

Om en indikator på objektiv tillgänglighet är uppmätt på ett perfekt sätt – inklusive individers olika förmågor och preferenser, och om deras medvetenhet om sina geografiska förutsättningar och tidsrestriktioner är komplett – bör det inte bli någon större skillnad mot mått på upplevd tillgänglighet. Det är dock en utopi att uppnå en sådan grad av detalj och komplexitet i data, och skulle också bereda svårigheter att tolka resultaten. Det är förenat med mycket stora kostnader att fånga samtliga skillnader i preferenser, förmågor, informationstillgång, m.m. hos alla individer. Eftersom en ökad komplexitet för med sig allt större kostnader kommer det alltid att finnas observerbara skillnader mellan självrapporterad och objektiv tillgänglighet. Det förefaller därför mest realistiskt att försöka utnyttja styrkorna i respektive typ av mått, och anpassa dem till praktiska fall beroende på fokus.<sup>168</sup>

---

<sup>168</sup> Det ska dock inte uteslutas att den snabba utvecklingen inom artificiell intelligens och ökad tillgång till stora mängder sensordata, exempelvis mobilnäts- och platstjänster, kommer att kunna erbjuda nya, mer kostnads-effektiva sätt att närma sig de här frågorna.



## 9 Användningen av tillgänglighetsmått

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 2023b). Syftet med tillgänglighetsanalyser är främst att mäta möjligheterna att delta i samhällsaktiviteter, men de har även potential att belysa de andra målen (Martens 2019). Beräkningsinstrument för tillgänglighet kan utformas för att fokusera på hållbara färdssätt, utjämna fördelningen av tillgänglighet, eller för att maximera välfärd och ekonomisk utveckling. Resultaten beror helt enkelt på utformningen av beräkningsmodellerna och tillgängliga data.

Sedan flera decennier pågår en debatt om huruvida praktisk transportplanering leder till mer tillgänglighet för befolkningen, eller bara till mer mobilitet (Ewing 1993, Ganning 2014, Silva, Bertolini m.fl. 2017) samt avsnitt 2.1 ovan. Medan mer mobilitet har många kännbara negativa sidoeffekter, finns det många gånger alternativa vägar för att uppnå bättre tillgänglighet, som inte kommer fram i ren transportplanering. Det kan handla om allt från detaljer i gatumiljön, information eller hjälpmedel, till att förändringar i markanvändning inte tas med i planeringen. Orsaker till detta inkluderar kunskapsbrister, traditioner, stuprör mellan processer, brist på relevanta data och modeller, brist på användarvänlighet, osv. (Bertolini och Silva 2019, Ferreira och Papa 2020). Levine (2019) menar att en övergång från transport- och mobilitetsplanering till tillgänglighetsplanering skulle vara logisk utifrån transportteori, och skulle förändra både transport- och markanvändningsplaneringen i grunden, men att den hindras av missuppfattningar om vad tillgänglighet är.

För att försöka råda bot på det tillämpningsgap som ansågs finnas mellan tillgänglighetsteori och planeringspraktik, gjorde Hull, Silva m.fl. (2012) och te Brömmelstroet, Silva m.fl. (2014) på EU-nivå en omfattande kartläggning av tillgänglighetsverktyg, mått och deras användning. Resultaten publicerades senare även i en bok (Silva, Pinto m.fl. 2019). Kartläggningen omfattade då 21 olika verktyg, men idag<sup>169</sup> visar webbplatsen [www.accessibilityplanning.eu](http://www.accessibilityplanning.eu) 35 olika tillgänglighetsverktyg från hela världen, som kan sökas ut efter olika färdssätt, geografisk upplösning, typ av modell och målgrupp. Syftet med portalen är att vara ett kunskapsstöd och ett nätverk för att öka kunskapen och förbättra den tillgänglighetsbaserade planeringen.

De flesta av måtten som inventerats ovan i denna PM 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.

Kapitlet fortsätter nedan med beskrivning av ett antal användningsområden för tillgänglighetsanalyser. Därefter redovisas en tillämpning med fokus på infrastrukturplanering i avsnitt 9.2.

---

<sup>169</sup> 2024-03-06

## 9.1 Fyra användningsområden

För svenskt vidkommande har vi identifierat fyra olika typer av tillämpningar för tillgänglighetsanalyser:

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. Som indikatorer på graden av utjämning kan man tänka sig komplettera tillgänglighetsberäkningarna med något globalt spridningsmått såsom variationsbredd<sup>170</sup>, varians eller ginikoefficient<sup>171</sup>. En analys av en förändring sönderfaller i tre fall, där tillgänglighetsförändringarna beror på a) förändringar i befolkning, b) förändringar i målpunkterna eller c) förändringar i transportinfrastrukturen (eller annan infrastruktur för kommunikationer) och i reskostnader till följd av förändringar av exempelvis hastigheter, skatter, subventioner, regler. Storleken på förändringarna i de tre fallen, och förhållandena dem emellan, kan ge insikter om vilka åtgärder som är mest lämpliga för att uppnå givna syften. Till det behöver förstås läggas andra insikter om orsakssamband kring vad som påverkar människors livsval, val av boendeort, arbetsplats, familjeförhållanden med mera. För att fördjupa analysen utöver vad de renodlade avståndsmåtten kan erbjuda kan analysen kompletteras med:
  - a. Potentialmått - kan användas vid analyser av tillgänglighet till målpunkter som inte är utsatta för konkurrens effekter eller då detta inte är fokus i analysen.
  - b. Potentialmått med efterfrågekonkurrens respektive utbudskonkurrens. **Efterfrågekonkurrens** – utgående från startpunkten. Det sammanlagda, avståndsdiskonterade utbudet (t.ex. arbetsplatser) i område *j* som kan nås från zon *i* reduceras i förhållande till efterfrågan i *j* från *alla andra startpunkter*. **Utbudskonkurrens** – utgående från målpunkten. Utbudet av t.ex. arbetskraft som kan erhållas från alla startpunkter *i* reduceras i förhållande till efterfrågan på detta från andra *målpunkter*.
  - c. Mått baserade på de balanserande faktorerna i en rumslig interaktionsmodell som kalibrerats efter verkliga resmönster, eller logsummemåtten från en modell för diskreta slumpmässigt nyttomaximerande val - kan exempelvis användas för analyser av tillgänglighet till arbete när konkurrens finns både bland arbetstagare och arbetsgivare (dvs. både start och målpunkter).
2. **Granskning av tillgängligheten för enskilda individer och grupper.** Här används tidsrumsliga mått, mått på upplevd tillgänglighet, mått för socialt jämlik planering. Här ryms även analyser av hur tillgängligheten skulle kunna maximeras (exempelvis inom en kommunal budget) alternativt hur man kan åstadkomma en rättvisare fördelning av tillgänglighet. Detta kan också användas för att jämföra olika handlingsalternativ för markanvändning: lokalisering eller nedläggning.
3. **Beräkning av tillgänglighet för normativ fördelning av offentliga resurser.** Måtten bör i detta fall inte vara beroende av vilken typ av befolkning som bor i startområdena, utan bör utgå ifrån en syntetisk genomsnittsbefolkning, eftersom planerna

<sup>170</sup> Skillnaden mellan max- och min-värde. Ibland tas eventuella extremvärden (*outliers*) bort först.

<sup>171</sup> Ginikoefficient är ett mått på ojämlikheten, vanligtvis avseende inkomstfördelning, hos en befolkning. Koefficienten har ett värde mellan noll (0) och hundra procent (1), där 0 innebär att alla individer har exakt lika stora tillgångar (det vill säga total jämlikhet) medan 1 innebär total ojämlikhet.

annars riskerar att förstärka rådande segregeringstendenser i samhället. Endast antalet boende i varje analysområde bör ingå. Beslutsunderlagen behöver kombineras med en princip för fördelning, till exempel en tolkning av det transportpolitiska funktionsmålet: "en grundläggande tillgänglighet", och "i hela landet".

4. **Beräkning av nettonyttan av en planerad åtgärd.** En planerad förändring av tillgängligheten<sup>172</sup> kan utvärderas med indikatorer *inom* markanvändning och transportsystemet med såväl enklare mått, potentialmått samt de nytto-baserade tillgänglighetsmåten. 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, se vidare i avsnitt 9.2.

Tidigare analyser genomförda i offentlig verksamhet har huvudsakligen koncentrerats kring punkterna 1 och 4 ovan. På kommunal och regional nivå är det oftast enklare typer av mått som använts (se kapitel 4 och vissa av potentialmåten i kapitel 5, och i några fall även logsumma<sup>173</sup> i kapitel 6) för att illustrera brister, olikheter eller effekter av åtgärder (Trivector 2024). I nationell infrastrukturplanering<sup>174</sup> används i huvudsak logsumma (från Sampers), fast då inte främst i betydelse av tillgänglighetsmått utan som en kvantifiering av konsument-överskott för att beräkna en samhälls-ekonomisk nettonytta av möjliga investeringar (punkt 4). Hur eller varför denna tillgänglighetsförbättring uppstår och fördelas har varit av underordnat intresse. Trafikverket (2023c) har dock sedan ett antal år arbetat med att ta fram ett beslutsunderlag "Samlad effektbedömning – SEB" som innehåller tre effektbedömningar: 1) Samhälls-ekonomisk analys: effekter som värderats i pengar och effekter som bedömts, 2) Transportpolitisk målanalys: hur påverkas de transportpolitiska målen, 3) Fördelningsanalys: hur fördelas sig nyttorna på olika grupper (exempel per kön, åldersgrupper, socioekonomiska grupper och regioner). Fördelningsanalysen kan sägas motsvara punkt 1 ovan. Effekterna beskrivs i regel kortfattat och är, om än relevant, till viss del schablonmässigt<sup>175</sup> ifyllda.<sup>176</sup>

På en planövergripande nivå redovisar Trafikverket (2023d) analyser av förändringar i konsumentöverskott mellan systemanalysens jämförelsealternativ och utredningsalternativ. Analysen baseras på de objekt som ingår i systemkalkylen och de förändringar som planförslagen ger för personresor under 100 kilometer. Konsumentöverskottet (logsummor) beräknas för prognosåret 2040 för tre olika reseärenden i Sampers: arbetsresor, tjänsteresor och övriga resor. För vart och ett av dessa reseärenden beaktas förändrade restider och reskostnader för olika färdmedel: bil, kollektivtrafik, gång och cykel. Resultaten visualiseras i

<sup>172</sup> 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 resmönster, samt i systemanalyser för att fånga interaktionen mellan transportsystemet och markanvändning och mellan olika typer av markanvändning.

<sup>173</sup> Benämns då även som tillgänglighetsindex.

<sup>174</sup> Inklusivt vid framtagning av länsplaner.

<sup>175</sup> Trafikverket har tagit fram en modul för redovisning av logsummor i fördelningsanalysen. Modulen är i skrivande stund inte implementerad.

<sup>176</sup> Se exempelvis fördelningsanalysen av två nya järnvägsspår mellan Järna och Flemingsberg Trafikverket (2021c). Notera att det även finns en kortversion av fördelningsanalysen (Trafikverket 2021d)

en karta genom att aggregera upp konsumentöverskottet från trafikzon till kommunnivå. Överskottet per kommun har sedan dividerats med befolkningen för att beskriva konsumentöverskottet per capita. Genom att kombinera beräkningen av konsumentöverskottet med geografisk områdesklassificering och demografi görs i rapporten även en analys av hur överskottet fördelas mellan olika kommuntyper, tätort/landsbygd och befolkningsgrupper.

Sverigeförhandlingen och Stockholmsförhandlingen (Trafikverket 2023f) är intressanta undantag från den gängse tillämpningen av tillgänglighetsanalyser i infrastrukturplaneringen. I båda dessa förhandlingar efterfrågades det explicita redovisningar av vilka effekter som förväntades uppstå ifall en kommun eller en region skulle omfattas av investeringen. Dessa effekter skulle motivera varför en investering skulle ske, med en förväntning på kommunerna att genomföra byggande av bostäder.

En möjlig förklaring till bristen på explicit tillgänglighetsanalys, om vi med det menar att analysera eller att illustrera effekter för individer eller infrastrukturens interaktion med markanvändning exempelvis, i den svenska nationella infrastrukturplaneringen, är användandet av antaganden om att alla effekter kan "mätas på länken" samt att Kaldor-Hicks-kriteriet<sup>177</sup> gäller (se avsnitt 9.2.2). Med andra ord, det har inte varit tillräckligt angeläget att fördjupa kunskapen om samspelet mellan infrastrukturen och markanvändningen så länge nyttan på totalen överstiger kostnaden. Om en investering har bedömts vara samhällsekonomiskt lönsam har det varit en signal till beslutsfattare att den är värd att genomföra. I avsnitt 9.2 förklaras det ekonomiska effektsambandet med en tillgänglighetsförändring närmare.

## 9.2 Ekonomiska effekter av en tillgänglighetsförändring

### 9.2.1 Tillgänglighet och kostnads-nyttanalyser (CBA)

Tillgänglighetsförändringar som ett resultat av en förändring i transportsystemet eller markanvändningen (eller båda) kan ha olika ekonomiska effekter<sup>178</sup>. Det finns i praktiken tre sätt att analysera de ekonomiska effekterna av en fysisk tillgänglighetsförändring (Rietveld och Bruinsma 1998):

- Samhällsekonomisk kostnads-nyttanalyser (CBA<sup>179</sup>), med fokus på ett förändrat konsumentöverskott. Vid beräkning av nytto-kostnadskvoter kommer i nyttodelen, om denna beräknas som logsummer, individernas preferenser att tas med i den mån de speglas av nyttofunktionerna, till exempel kön, inkomst, utbildning, bilnehav etc. Därmed kommer även fördelningen av olika socioekonomiska grupper i analysområdena att slå igenom på nyttomåttet. Det är korrekt om vi avser att mäta den faktiska socioekonomiska nyttan av en marginell åtgärd, dvs om vi vill mäta vad som

<sup>177</sup> Enligt paretokriteriet förbättras den ekonomiska effektiviteten om en åtgärd leder till att en individ, eller grupp, får det bättre, utan att åtgärden medför att en annan individ, eller grupp, får det sämre. Annorlunda uttryckt – åtgärden bör genomföras om nyttan därigenom ökar för någon, utan att nyttan samtidigt minskar för någon annan. Kaldor-Hicks-kriteriet fordrar att de som genom en åtgärd ökar sin nytta skall kompensera, åtminstone hypotetiskt, dem som av åtgärden erhåller en minskad nytta. Summan av dessa förändringar skall vara positiv för att effektiviteten skall förbättras.

<sup>178</sup> Vi bortser här från de effekter (i ekonomiska termer) som uppstår på exempelvis koldioxidutsläpp eller trafiksäkerhet.

<sup>179</sup> För en översikt om CBA, se Trafikanalys (2012). En kostnads-nyttokalkyl innehåller enbart beräkningsbara poster, medan en kostnads-nyttanalyser (CBA) även kan innehålla resonemang om icke beräkningsbara nyttor, liknande en Samlad effektbedömning (SEB). En CB-kalkyl innehåller enbart beräkningsbara poster i en CBA.



händer i verkligheten. Måtten blir därmed "positiva" i samhällsekonomisk bemärkelse (jämför punkt 3 i avsnitt 9.1, som kan kallas "normativa" mått). Inget hindrar att vi även här delar upp effekterna i exempelvis biltillgång och icke-biltillgång, innehavare av periodkort i kollektivtrafiken eller inte, per kön, familjeförhållande med mera för att få större insikter i fördelningseffekterna av de planerade åtgärderna.

- 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 (se avsnitt 9.2.2). Risken för dubbelräkning bör dock inte underskattas.

Eftersom de nytto-baserade tillgänglighetsmått är kopplade till konsumentöverskotten som används i en CBA finns det en naturlig startpunkt här. Med andra ord, de nytto-baserade måtten översätter tillgänglighetsökningen som den nytta individerna erhåller till följd av tillgänglighetsförbättringen. Skillnaden i konsumentöverskott kan dessutom skattas som skillnaden mellan två tillgänglighets-scenarier när nytto-baserade mått används, se avsnitt 6.2 samt Eliasson (2022b) för en teoretisk redogörelse av detta faktum. För att utvärdera hur mycket den sammanlagda tillgängligheten 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 resenärer på denna länk), samt hur olika variabler viktas samman i en generaliserad reskostnad (vilket man kan använda generella värderingar för).<sup>180</sup> När de nytto-baserade måtten beräknas för olika geografiska områden kan även vinnare och förlorare identifieras.

Tillgänglighetsvinsterna 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. Tillgänglighetsvinsterna tillfaller därmed inte enbart resenärerna, utan även många andra aktörer. Hur stor del av tillgänglighetsvinsten som tillfaller olika aktörer avgörs av faktorer som graden av konkurrens på olika marknader, externa effekter samt graden av stelhet i priser och löner. Men poängen är att det sammanlagda värdet av alla dessa vinster, som sprids till olika aktörer, är detsamma<sup>181</sup> som det vi kan mäta som en tillgänglighetsvinst direkt i transportsystemet.<sup>182</sup> Observera att detta är en förenkling som innebär att alla så kallade *Wider Economic Impacts (WEI)* antas vara lika med noll, se vidare om dessa effekter i avsnitt 9.2.2.

I analyser där produktionsfunktionen eller arbetsmarknadseffekter står i fokus kan avstånds- och potentialmått användas som input. De kan då ses som indikatorer på marknadsområden för företag och som en bestämningsfaktor för regionalekonomisk utveckling.<sup>183</sup> Interaktionen

<sup>180</sup> Det finns ett litet men viktigt förbehåll: om förändringen av den generaliserade kostnaden (GK) är så stor att det betydligt påverkar resandet, ska man multiplicera GK-ändringen med medelvärdet av resandet före respektive efter ändringen.

<sup>181</sup> Ätminstone ungefär: exakt likhet gäller så länge som övriga marknader är "perfekta" i ekonomisk mening, dvs. så länge olika typer av snedvridningar kan försummas.

<sup>182</sup> Idag använder Trafikverket modeller som Sampers, Samgods och Eva för att beräkna statiska och dynamiska effekter av förändringar i transportsystemet. Ingen av dessa modeller har en förmåga att på ett tillfredställande sätt simulera såväl dynamiska effekter för hushåll som uppstår för företag och arbetsställen.

<sup>183</sup> Se exempelvis Smith (1776), Aschauer (1989), von Thünen (1826), Weber (1929), Christaller (1933), Lösch (1940), Isard (1956, 1960), Alonso (1964), Vickerman (1974). Ekonomisk analys har koncentrerats på avvägningen mellan transportkostnader å ena sidan och hyror å andra sidan. Hyresgradienten (*bid rent gradient*)

mellan platser av olika storlek och centralitet förutsätter en fungerande transportinfrastruktur som möjliggör utbyte mellan dessa platser för människor, varor, tjänster och samhällstjänster (Westin, Knutsson m.fl. 2019a). Tillgänglighet är med andra ord en förutsättning för ekonomisk förnyelse, där transport- och resandevolymer har ett samband med bland annat befolkningsutveckling, etablering av företag och mer generellt regional tillväxt. Omvänt kan brister i relativ tillgänglighet över tid leda till sjunkande konkurrenskraft, sänkta reallöner och försämrade levnadsvillkor. Men en ökad tillgänglighet kan även öka konkurrensen från omvärlden och driva fram företagsnedläggning. Ur ett ekonomiskt perspektiv påverkar således förändrad tillgänglighet konkurrensförhållanden mellan olika platser. Hur olika platser påverkas av förändrad tillgänglighet avgörs av hur platserna hanterar och klarar av de förändrade konkurrensförhållandena. De regionalekonomiska effekterna av en tillgänglighetsförändring kan därför gå åt olika håll, för vissa platser kan ökad tillgänglighet leda till ökad ekonomisk aktivitet, ökad befolkning och nya företagsetableringar medan det för andra platser med relativt sett svagare attraktivitet och tillgångar, kan effekten vara negativ. Sambanden mellan tillgänglighet och regionalekonomisk utveckling är med andra ord komplexa och ofta kontextberoende varför beräkningarna både kan över- och underskatta effekterna på den ekonomiska utvecklingen. Detta behandlas vidare i avsnitt 9.2.2.

Det kan också finnas en fjärde typ av nyttor av tillgänglighet som normalt inte inkluderas varken i en kostnads-nyttokalkyl eller i en CBA. Det kan nämligen även finnas ett värde av tillgänglighet även för icke-användare (normalt fångas tillgänglighet endast genom att studera resenärer eller potentiella resenärer) av transportsystemet. Dessa individer kan då tillmäta tillgängligheten ett optionsvärde eller ett gåvovärde. Optionsvärdet speglar att icke-användare tillmäter ett värde av att ha en reservlösning (substitut) eller att i framtiden ha möjlighet att resa med ett färdmedel (Weisbrod 1964). Det kan också finnas en önskan om att det ska finnas tillgång till ett färdmedel även om man inte själv använder det, exempelvis kollektivtrafik eller fungerande färdtjänst så att även släktingar utan bil kan komma på besök. Bondemark, Johansson m.fl. (2021) konstaterar, med en skattning av hedoniska (implicita) priser för lägenheter och småhus i Skåne, att såväl en högre tillgänglighet (logsumma) som en god tillgång till färdmedelssubstitut<sup>184</sup> påverkar bostadspriserna positivt. Samtidigt konstateras att studier som enbart inkluderar tillgänglighet överskattar dess betydelse för fastighetspriserna då värdet även inkluderar värdet av tillgång till substitut. Genom att även inkludera värdet av substitut i en *ex ante*-utvärdering går det också att identifiera bostadsområden som sannolikt kommer att domineras av endast ett färd sätt. Några ytterligare svenska studier av hedoniska priser som studerat betydelsen av god tillgänglighet är Sandberg (2004), Brandt och Sandberg (2010), Bohman och Nilsson (2014, 2021). Sambanden är dock komplexa och ofta situations-specifika.

## 9.2.2 CBA och hanteringen av Wider Economic Impacts<sup>185</sup>

Hur en tillgänglighetsförbättring i form av ny infrastruktur och ökad trafik påverkar ekonomisk tillväxt är ett ofta återkommande tema i de senaste decenniernas debatt, liksom om hur nyttorna ska mätas. Traditionellt antas, som vi såg redan i det föregående avsnittet, att samtliga nyttor och kostnader förknippade med en investering fångas i en kostnads-nyttokalkyl genom att studera dess anläggningskostnader samt nyttor och kostnader förknippade med trafikeringen – man brukar benämna detta att "alla effekter kan fångas på länken". Indirekta

indikerar det pris som människor är förberedda att betala för den tillgänglighet som tillhandahålls vid olika platser i förhållande till en stadskärna.

<sup>184</sup> Måttet bygger på van Wee, van Cranenburgh m.fl. (2019) som definierat substituerbarheten som i vilken utsträckning som ett initialt föredraget färd sätt kan ersättas av andra mindre attraktiva färd sätt. I studien beräknas ett substitutionsindex baserat på logsummeberäkningar.

<sup>185</sup> Uttrycket Wider Economic Impacts (WEI) har myntats av brittiska Department for Transport (UK) och inkluderas fortsatt i den senaste versionen (2023) av deras Transport Analysis Guidance (TAG unit A2.1). Ibland används även begreppet Wider Economic Benefits då fokus begränsas på nyttoeffekterna.

effekter på marknader utanför transportsektorn ingår inte lika ofta i analyserna. I normalfallet antas också att dessa typer av effekter är försumbara.<sup>186</sup> För att ett sådant antagande ska gälla måste det dock råda perfekt konkurrens i hela ekonomin. Att då 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, översatt till att nyttan har ökat genom att (fler) medborgare kan nå fler målpunkter än tidigare.

Relevanta indirekta effekter att ta hänsyn till uppstår endast om det finns någon form av störning i marknadsekonomin genom någon form av marknadsmisslyckande eller marknadsimperfectioner.<sup>187</sup> 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 decentraliserande effekt på lokalisering av befolkning och näringsliv.<sup>188</sup> 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 litteraturöversikten av Andersson, Dehlin m.fl. (2015), Trafikverket (2017b) 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 produk-

<sup>186</sup> Trafikverket (2024a) skriver: "Indirekta effekter som är försumbara om man ser till nettoeffekten ur samhälls-ekonomisk synpunkt kan emellertid ge upphov till regional omfördelning av resurser och nyttoeffekter. Sådana omfördelningseffekter ska inte ingå i den samhällsekonomiska analysen, men kan vara intressanta att beskriva och analysera i en kompletterande regionalekonomisk analys eller en allmän fördelningsanalys." **Primära marknader** är de marknader som påverkas direkt av en åtgärd eller ett projekt. **Sekundära marknader** är marknader som påverkas indirekt av en åtgärd. Det kan vara marknader för insatsvaror, till exempel arbetsmarknad, fastighetsmarknad och kapitalmarknad, eller marknader för substitut eller komplement till den primära marknadens varor eller tjänster. Effekter på sekundära marknader benämns i CBA-litteraturen vanligtvis som sekundära effekter, "*spillover*", indirekta effekter eller WEI (Trafikverket 2017b).

<sup>187</sup> 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 i vilken typ av region som förändringen sker (Hussain och Westin 1997).

<sup>188</sup> Se exempelvis Marshall (1890), Hotelling (1929), Janelle (1969), 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 (2013a), Laird och Mackie (2014), Venables, Laird m.fl. (2014), Andersson, Dehlin m.fl. (2015), Álvarez-Ayuso, Condeço-Melhorado m.fl. (2016), Rokicki och Stępnia (2018), Vickerman (2018), Westin (2018), Börjesson (2019), Börjesson, Isacson m.fl. (2019), Westin, Knutsson m.fl. (2019a), Westin, Knutsson m.fl. (2019b). OECD/ITF (2008) 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 färdstätt genom att tågets relativa ställning på transportmarknaden stärks. Det är slutligen motivationen bakom resebetendet som avgör dess effekter på samhällsekonomin, något som transportinfrastruktur endast kan möjliggöra.

tionen 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.

Det är här perspektiven börjar gå i sär. Det första perspektivet utgörs av de som önskar en analys av effekter total sett, aggregerat för hela riket. I begreppet samhällsekonomisk effektivitet ingår inte hur nyttorna och kostnaderna fördelas mellan medborgare och företag på olika platser, lokaliseringar, i samhället (Trafikverket 2024a). Hur nyttor och kostnader på vägen ("på länken") sprider sig och omvandlas till nyttor och kostnader på olika platser i samhället (här avses alltså både omvandlingen av de direkta effekterna som uppstår "på länken" till effekter i samhället plus WEI) lämnas också vanligen utanför en sådan analys.

Detta senare perspektiv kan dock vara väl så intressant 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 generell sett restriktiv hållning vad gäller att inkludera WEI i en CBA (Trafikverket 2017b), med stöd i rekommendationer från HEATCO (2006) och European Commission (2008). 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 allmän-jämvikts-modeller (*spatial-computable-general-equilibrium-models*, SCGE).<sup>189</sup> 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.

---

<sup>189</sup> Studier med sådana modeller har visats ge betydande WEI. Se Andersson, Dehlin m.fl. (2015) för en litteraturgenomgång.

## 10 Slutsatser och rekommendationer

I denna promemoria har begreppet tillgänglighet definierats, och metoder för mätning har presenterats. Vi har även beskrivit hur tillgänglighet skiljer sig åt från snarlika begrepp såsom mobilitet, framkomlighet med mera. Vår förhoppning är att begreppet har förtydligats och att förståelsen bland såväl analytiker som beslutsfattare har ökat. Nedan sammanfattas resultaten tillsammans med en diskussion om fortsatt utvecklingsarbete.

### Definition och mätmetod är sammankopplade

Som redovisats ovan är tillgänglighet ett begrepp som på samma gång är både principiellt enkelt och svårt att greppa. Ofta blir det därför enklare att förklara vad man mäter, än att diskutera själva definitionen för att förklara vad som avses, vilket hänger ihop med att definition och val av mätmetod är tätt sammanknutna. En nackdel är att det samtidigt innebär att definitionen av tillgänglighet inte är konstant, utan kan variera utifrån den frågeställning som ska analyseras. Men, det betyder inte att tillgänglighet kan definieras hur som helst. Det finns vissa ramar som tillgänglighetsdefinitionen måste hålla sig inom. Det handlar om möjligheten att med ett transport- eller kommunikationssystem och ett antal restriktioner ta del av ett utbud som är lokaliserat på andra platser. Ju större möjligheten till interaktion är, desto större är nyttan. Det innebär att såväl förändringar i transportsystemet, utbudet, som restriktionerna påverkar nivån på tillgängligheten.

Baserat på de presenterade definitionerna föreslår vi att tillgänglighet bör definieras som **möjligheter att kunna delta i samhällslivet genom att överbrygga hinder (t.ex. ett avstånd<sup>190</sup>)** – det vill säga, potentialen eller nyttan av att till exempel kunna ta del av ett utbud som överensstämmer med individens behov och önskemål, eller att kunna erbjuda sina tjänster (eller sin arbetskraft, att idka handel, m.m.), men även möjligheter till rent socialt utbyte, kunskapsinhämtning, professionellt nätverkande, m.m. Hinder och förmågan att överbrygga dem är centrala i definitionen – utan hinder skulle vi inte behöva tala om tillgänglighet.

Tillämpningen och betoningen av olika hinder och restriktioner innebär samtidigt att tolkningen av tillgängligheten varierar. Miller (2018) pekar därför på ett behov av att öka tydligheten och att det behövs en tydlig analysstruktur för analyser för att undvika bristfällig tillämpning, i hans fall i infrastrukturplanering. Bland annat menar han att om tillgänglighet ska "ta sin rättmätiga plats" som ett centralt begrepp i planeringen måste vi för det första stärka och standardisera våra teoretiska koncept och operativa metoder, och för det andra hitta mycket bättre sätt att kommunicera nyttan av dessa koncept och åtgärder på tydliga, övertygande och trovärdiga sätt för allmänheten och beslutsfattare. Det mycket mer utmanande problemet är dock att fastställa användbara, robusta standarder för "acceptabla" nivåer av tillgänglighet och metoder för att värdera fördelarna med tillgänglighet. Inom infrastrukturplanering är vi vana vid att beräkna restidsförändringar på grund av infrastrukturinvesteringar och andra policyer och att tillskriva dessa förändringar ett ekonomiskt värde via tidsvärdesberäkningar. Detta representerar en mobilitetsfördel på grund av ökad effektivitet i rörelsen som "sparar tid" som sedan

<sup>190</sup> Oftast tänker vi oss ett avstånd i fysisk bemärkelse. Men för att ta del av tjänster på internet tänker man mer på tidsåtgång och andra motstånd, såsom digital kunskap, med mera som hindrar oss att göra det vi egentligen vill göra.

kan användas produktivt på andra sätt. Vi har för närvarande inte ett jämförbart standardsätt för att mäta tillgänglighetsnyttan med möjligheten eller potentialen att interagera på olika nivåer av åtkomst. Att definiera tillgänglighet i termer av konsumentöverskott (logsumma) är begreppsmässigt mycket attraktivt, eftersom det förknippar tillgänglighet med ett mycket väl etablerat mått på social välfärd/nytta. Det underlättar också intäktsgenerering av tillgänglighet, vilket kan vara användbart för nytta-kostnadsutvärderingar. Betydande förbättringar i våra representationer av den faktiska attraktiviteten för alternativa platser och i våra specifikationer av platsvalsuppsättningar, och utökningar till att omfatta ett bredare utbud av aktiviteter och tjänster (utbildning, hälsovård, etc.) behövs om detta tillvägagångssätt ska kunna genomföras och vara allmänt användbart vid transportplanering och beslutsfattande.

### Val av tillgänglighetsmått

Att mäta tillgänglighet går att göra på många olika sätt. Inom forskningen har stor möda ägnats åt att konstruera olika typer av mått med olika egenskaper för att så rättvisande som möjligt kvantifiera tillgängligheten. Vi har i denna PM i huvudsak behandlat sex typer av tillgänglighetsmått (se typologin i avsnitt 3.2):

1. Avståndsmått
2. Potentialmått
3. Jämviktsmått
4. Aktivitetsbaserade mått (tidsgeografi)
5. Subjektiva mått
6. Efterfrågemått

De intuitivt lättförståeliga tillgänglighetsmåten, såsom avståndsmått eller kumulativa mått, är de som oftast används i praktisk tillämpning. Även efterfrågemått används flitigt, och bygger då ofta på något av de enklare måten med normativa begränsningar. Tillämpningen avtar sedan i takt med att måten blir mer komplexa, trots att de har en bättre teoretisk koppling och grund i faktiska beteenden. Oftast används tillgänglighetsmåten för att beskriva tillgänglighet till arbete eller befolkningskoncentrationer, mer sällan till andra målpunkter såsom inköp och service.

En bedömning av hur respektive mått uppfyller de huvudkriterier för tillgänglighetsmått som ställdes upp i kapitel 2 och 3 sammanfattas i Tabell 10.1. Vi har uppskattat antalet byggstenar som inkluderas, hur väl de uppfyller kraven på exempelvis data och beräkningskapacitet, hur enkla de är att tolka samt hur användbara resultaten är i utvärderingar – se även kapitel 8 om måttens styrkor och svagheter. På grund av att det inom varje kategori av mått finns en viss grad av flexibilitet får det återverkningar på hur strikt man kan bedöma varje kriterium. Ambitionen när vi fyllt i tabellen har varit att utgå från ett "normalfall" för att kunna sätta ett jämförbart betyg över måten.

Genomgången visar på att det finns en avvägning mellan enkla, lättolkade mått och mått med en mer solid teoretisk grund, men som samtidigt är mer svårtolkade och kommunicerbara. Eftersom måten är konstruerade på olika sätt kan resultaten variera ganska kraftigt. Det är med andra ord viktigt att välja rätt typ av mått för att få ett korrekt svar till sin analys. Det innebär att val av tillgänglighetsmått i en analys får avgöras från fall till fall utifrån studieobjektet. För alla mått gäller att fokus behöver bestämmas avseende de tre ingående komponenterna målgrupp/befolkning, hinder/färdsätt och målpunkt/utbud/resärende (reseanledning) – dels vilken eller vilka av de tre som är intressanta, dels om det finns särskilda undergrupper i någon eller några av dem som bör specialstuderas.

Tabell 10.1. Utvärdering av tillgänglighetsmått enligt de uppställda kriterierna i avsnitt 3.1.

<i>Typ av mått (nedåt) och kriterium (till höger)</i>	<i>Antal byggstenar</i>	<i>Databehov, kapacitet &amp; kompetens</i>	<i>Tolkningsbarhet, kommunicerbarhet</i>	<i>Utvärderingsmöjligheter, användbarhet, generaliserbarhet</i>
<b>Avstånd</b>	X(X)	XXXX	XXXX	X
<b>Restid</b>	X(X)	XXX	XXXX	X
<b>Potential (kumulativa mått)</b>	XX(XX)	XX	XXX	XX
<b>Potential (gravitationsmått)</b>	XX(XX)	XX	XX	XXX
<b>Jämvikt (gravitationsmått)</b>	XXXX	XX	XX	XXX
<b>Jämvikt (logsumma)</b>	XXXX	X	X	XXXX
<b>Aktivitetmått (tidsrumsliga)</b>	XXXX	X	XX	XX
<b>Subjektiva mått</b>	XXXX	X	XXX	X
<b>Efterfrågemått</b>	(XXXX)	XX	XXXX	X

Anm: Innehållet i tabellen ska läsas som att antalet X är en indikator på hur kompetent måttet är. I kolumnen Databehov med mera innebär många X alltså att måttet har litet behov av data, kapacitet och kompetens. Parenteser kring (X) innebär att byggstenar endast inkluderas på ett grovt, övergripande, eller normativt sätt, eller måste redovisas var för sig, ett mått i taget.

För de enklare avstånds- och restidsmåten innebär konstruktionen att alla målpunkter värderas lika, eftersom man inte tar hänsyn till deras inbördes storlek eller utbud, inom en godtyckligt antagen avstånds- eller tidsgräns.

Potentialmåten tar hänsyn till denna brist genom att vikta såväl målpunkterna som avståndet (olika impedans). Hur dessa viktningar ska göras är inte självklart utan bör avgöras från fall till fall baserat på empiriska data. Dessutom är potentialmåten känsliga för start- och målpunkternas geografiska storlek, och andra specifikationer som den så kallade egenpotentialen (genomsnittligt avstånd inom den egna zonen).

Tillgänglighet mellan zoner innebär implicit att samma tillgänglighet tilldelas samtliga individer i samma zon. En uppdelning går att göra genom att gruppera individer enligt karaktäristika såsom inkomst, kön och ålder, men det är fortfarande en generalisering av olika individers uppfattning om målpunkternas attraktivitet. Karaktäriseringen är dessutom oftast baserad på individernas startzon (där hemmet är lokaliserat). Det är inte säkert att samma indelning är lämplig när utgångspunkten tas i andra zoner, som exempelvis arbetsplats eller handelsområde.

De nyttobaserade måten utgör en särart då dessa mått mäter den nytta som uppstår av tillgängligheten. Det vill säga, ett mått på hur individer värderar tillgänglighet. Det innebär samtidigt att dessa mått är väl lämpade som ingångsvärden för analyser av ekonomiska konsekvenser av infrastrukturinvesteringar. Samtidigt är de som nämnts ovan komplicerade och dyra att ta fram, kräver specialkunskaper, är svåra att kommunicera och inkluderar exempelvis den befintliga befolkningens egenskaper på ett icke-transparent sätt. Även nyttobaserade mått

är känsliga för hur modellen specificeras inom den egna zonen, till exempel hur platsens befolkning och målpunkter kopplas till transportnätverket.

De tidsrumsliga måtten är utformade för tillgänglighetsanalyser på en individuell eller hushållsnivå<sup>191</sup> där tidsrestriktioner inkluderas. Måtten vänder på perspektiven jämfört med avståndsmått och potentialmått, då tillgängligheten beräknas för en person och inte för en plats genom att undersöka vilka tillgänglighetsutrymmen eller "prismor" olika individer har för att ta del av ett önskat utbud. Det som saknas är skalbarheten, på grund av stora datakrav och beräkningskapacitet, så att de kan inkluderas i exempelvis en nationell infrastrukturplanering. De lämpar sig därför sällan för planering i större sammanhang, men kan vara intressanta i mindre projektsammanhang för att belysa intressanta aspekter som döljs i aggregerade analyser. De nyttobaserade måtten överkommer också till en del flera av invändningarna ovan (bland annat baseras de på individers faktiska resmönster) även om analysen fortfarande görs för grupper av individer, färd sätt och eller resärenden.

Det olika metodikerna ovan baseras på objektiva synsätt på tillgänglighet. En annan forskningsinriktning propagerar för att subjektiv tillgänglighet bör ta en större plats. En förklaring till detta är den objektiva tillgänglighetens brist på disaggregering och att resultaten uttrycks generellt för en grupp av individer eller för samtliga individer i en zon. För att överbygga avståndet mellan de två perspektiven skulle det kunna vara värt att titta närmare på förslaget från Pirie (1979) att definiera tillgängligheten som möjligheten till anpassning och ändå uppnå ett önskat utbud. Ju större kostnad anpassningen innebär, desto sämre är tillgängligheten. Det är svårt att uttala sig om Pories mått går att operationalisera – vi känner inte till något fall – och med tanke på vad som sagt ovan om tillämpningsgap mellan teori och praktik är det osannolikt att det skulle kunna omvandlas i praktisk planering. Perspektivet ligger dock ganska nära idéer om robusthet i tillgänglighet beräknat med logsummer som analyserats av van Grieken (2017) och exempelvis Jenelius (2010), Jenelius och Cats (2015), Jenelius och Mattsson (2015), Mattsson och Jenelius (2015).

Tillgänglighetsbegreppet bygger som framgått i föregående kapitel på olika förenklingar – modeller – av verkligheten. Modellerna kan vara konceptuella, matematiska eller implementerade i datorer. Modeller kan fokusera på olika saker och därmed bli olika bra på att representera olika fenomen olika bra. I de flesta analyser är en enkel modell att föredra framför en mer komplicerad, om båda genererar samma kunskap, och i förekommande fall är tillräckligt känsliga för det nuläge eller de förändringar som ska analyseras.

Ett liknande förfarande bör appliceras även på användningen av tillgänglighetsmåtten. I takt med att data och modellverktyg blir alltmer kraftfulla även för vanliga användare, ökar möjligheterna att utnyttja potentialen i mer avancerade mått för att på ett utförligare sätt kunna beskriva tillgängligheten och dess utveckling. Men även enkla kvantitativa mått kan kombineras med kvalitativa utvärderingar för att ge en rikare förståelse för ett samhälles tillgänglighetsegenskaper än vad som är möjligt med till och med mycket komplexa kvantitativa mått.

De tillgänglighetsmått som redovisats i rapporten har huvudsakligen avsett en potential för interaktion genom en fysisk förflyttning. I takt med att informations- och telekommunikationsteknologin (IKT) tar en allt större plats i våra liv är det dock rimligt att även tillgänglighetsmått anpassas för tillgänglighet utan fysiska transporter. En enkel approximation kan vara att sätta transportkostnaden till nära noll, men som van Wee, Geurs m.fl. (2013) påpekar så påverkas tillgänglighetens samtliga fyra byggstenar av att kommunikationssystemet inkluderas. Virtuell tillgänglighet och hur den ska mätas kommer att vara föremål för fortsatt forskning och studier.

---

<sup>191</sup> De kan även appliceras på kommuner, se exempelvis Trafikverkets tillämpning av sådana mått som grund för stöd till interregional kollektivtrafik, se avsnitt 7.4.2.



## Analysens syfte bör avgöra vilket mått som bör användas

Viktigare än själva måtten är dock sannolikt att noga tänka igenom vilken typ av analys som ska göras för att på bästa besvara en aktuell frågeställning. Är det exempelvis en nulägesanalys med utgångspunkt i de individer som bor på en plats som ska analyseras, eller är det en fråga om en analys av hur man ska kunna öka tillgängligheten för de boende i ett nytt bostadsområde oavsett vilka som kan tänkas flytta in där? Exempelvis kan en tillgänglighetsanalys vara användbar när det kommer till att testa om, och var i regionen det finns en risk för rumslig exkludering och/eller rumslig felmatchning<sup>192</sup> mellan bostadsplatser och arbetsplatser eller andra servicefunktioner. Det innebär att tillgänglighetsanalyser kan spela en stor roll i infrastrukturplanering, för att identifiera lönsamma projekt, studera fördelningseffekter samt identifiera åtgärder för att minska klyftor och utanförskap. Beroende på vilka typ av mått man använder för analyserna kommer analytikern att komma till olika bra svar på dessa frågor. I det första fallet bör måttet vara ett mer utvecklat potential- eller jämviktsmått. Kanske bör man även använda ett tidsrumsligt angreppssätt? För den andra frågeställningen är det sannolikt fullt tillräckligt med ett mindre avancerat mått, såsom ett avstånds- eller restidsmått. Analyserna bör, oavsett typ av mått, delas upp och redovisas för de ärenden, färdsätt och åldrar/kön etc. man är särskilt intresserad av.

Om man tittar på hur olika typer mått används i praktiken är avstånds- och restidsmått, kumulativa mått samt logsummor vanligast i praktiska offentliga sammanhang (Trivector 2024). Gravitationsmått, tidsgeografiska mått och subjektiva mått förekommer främst i den akademiska litteraturen, vilket tyder på att de kräver mer av en användare, alternativt är mindre generaliserbara. Tidsgeografiska mått i form av logsummor från aktivitetsbaserade modeller är än mer krävande. För att öka användningen av de senare kategorierna av mått skulle det krävas särskilda utbildningsinsatser, men det behöver också göras en bedömning av kostnader och nyttor av att använda mer avancerade mått.

Som vi sett i kapitel 9 kan i huvudsak fyra olika tillgänglighetsanalyser genomföras:

1. Analys av ett nuläge och uppföljning av förändrad tillgänglighet
2. Granskning av tillgängligheten för enskilda individer och grupper
3. Beräkning av tillgänglighet för normativ fördelning av offentliga resurser
4. Beräkning av netto nyttan av en planerad åtgärd

Olika mått uppfyller kriterierna och önskemålen på mått i kapitel 2 och 3 olika väl, och beroende på analys är olika mått därför olika lämpliga för analyserna. Vi har sett hur måtten är sammansatta av mått på Hinder, Samhälle och Befolkning (Figur 3.3), så beroende på vilken komponent vi fokuserar analysen på behöver måtten anpassas efter en eller flera av dem:

- Om fokus ligger på transportsystemet, kollektivtrafiken eller virtuella alternativ, behöver man lägga vikt vid hur man specificerar Hindren i vid mening, vilket även omfattar befolkningens bostadssituation, fordonsinnehav, tillgång till bredband, med mera
- Om fokus ligger på Samhället behöver särskild vikt läggas på hur verksamheter specificeras och mäts, till exempel markanvändning, arbetstillfällen, utbildning, offentlig eller privat service, inköp, med mera

<sup>192</sup> Exempelvis kan man genom att beräkna varje individs  $k$  närmaste grannar ( $k$ -nearest neighbours, där  $k$  kan sättas till ett valfritt antal, exempelvis 500) för att skapa individbaserade ytor (dvs. områden som inte baseras på administrativa indelningar) för att sedan analysera vilka geografiska områden som består av exempelvis en hög andel låginkomsttagare (Östh 2014). Batty (2009) menar att mått på rumslig autokorrelation av denna typ i vissa fall kan betraktas som mått på tillgänglighet.

- Om fokus ligger på Befolkningen – individer, åldersgrupper eller grupper med särskilda behov – behöver måttet beakta bostäder, inkomster, utbildning, individuella förmågor, med mera

Det är snarare regel än undantag att komponenterna är beroende av varandra: till exempel varierar bilinnehav, kollektivtrafiktillgång, ålder och utbildning med tätortsstruktur och geografi (en- eller flerfamiljshus, landsbygd), och verksamheter, service och arbetstillfällen tenderar att lokalisera sig där tillgängligheten redan är hög.

Val av mått behöver alltså föregås av en behovsanalys – vad vill vi veta? Det är till att börja med uppenbart att offentliga och privata aktörer har olika syften med tillgänglighetsanalyser. Medan det offentliga har många olika samhällsmål, syftar det privata endast till att åstadkomma ökad vinst. Man kan därför förutspå att det privata är intresserat av att maximera tillgängligheten för sina verksamheter, medan det offentliga syftar mer till att utjämna skillnader eller se till grundläggande behov, att minska antalet olyckor, skydda miljön med mera, utan att inkräkta alltför mycket på näringslivets möjligheter.<sup>193</sup>

Detta knyter dock an till en bredare diskussion kring det bakomliggande syftet med analysen, hur vi ska planera och bygga vårt samhälle? Ska exempelvis planeringen utgå från dagens resmönster när tillgängligheten beräknas, eller bör en större vikt läggas vid att öka tillgängligheten där den är låg, så att skillnader i den nuvarande fördelningen kan jämnas ut? Ur ett transportsystemperspektiv är det oftast mest relevant att undersöka effekten på tillgängligheten när infrastrukturen förändras genom investeringar eller förändringar i trafikering, prissättning eller trafikförhållanden. Tillgänglighetsförändringar kan dock även ske som ett resultat av en förändring i markanvändningen (eller av båda), i variationen på utbudet inklusive öppettider, eller förändringar i befolkningens behov och preferenser.

Det handlar med andra ord om en problematisering av vad måtten ska innehålla/uttrycka, med utgångspunkt i hur människor kommer att bete sig i framtiden, snarare än historiskt – och då även ta med andra sätt att kommunicera/agera/verka än via fysiska transporter.

Vi betraktar tillgänglighet främst som en platsbunden egenskap, och anser att de individuella aspekterna bör behandlas för sig, vilket även gäller det potentiella utfallet av tillgänglighetsförändringar i form av människors efterfrågan. Detta ställningstagande har att göra med att statens, regioners och kommuners rådighet rör infrastruktur, byggande, offentlig finansiering, bidrag med mera, men inte var människor väljer att bosätta sig eller skaffa arbete, eller var näringslivet väljer att lokalisera sig. De sistnämnda aspekterna är dock mycket betydelsefulla för utfallet av tillgängligheten och tillgänglighetsförändringar, kanske mer betydelsefulla än vad de offentliga satsningarna kan åstadkomma. Det är också många andra politikområden än transportpolitiken som bestämmer människors hushållssituation, bostäder, fordonstillgång, ekonomi och så vidare, vilka alla har betydelse för den individuella tillgängligheten. Kommunernas fysiska planering spelar exempelvis en avgörande roll för var lokaliseringen sker. Det innebär att bostadspolitik, kommunernas planmonopol, prissättning och subventioner i slutändan kan ha en större inverkan på människors tillgänglighet, än vad transport- och infrastrukturpolitiken har.

## Att utveckla kunskapen om tillgänglighet – en diskussion

Mot bakgrund av den nu genomförda sammanställningen av olika definitioner, mått och perspektiv på tillgänglighet har vi identifierat ett antal områden att fokusera på under de kommande åren. Det handlar dels om att fortsätta kunskapsuppbyggnaden om tillgänglighet inom områdena godstransporter, virtuell respektive subjektiv tillgänglighet, dels implementera

<sup>193</sup> En sådan konfliktyta, som illustreras i avsnitt 4.2, är den om sänkta hastigheter på vägnätet. Sänkta hastigheter leder till bättre trafiksäkerhet, men sämre tillgänglighet.

nya metoder och mått för tillgänglighetsanalyser samt genomföra analyser på aktuella frågeställningar. Det fortsatta arbetet bör inte enbart bedrivas av Trafikanalys utan bör även inkludera andra aktörer, varför vi nedan även inkluderar en bredare diskussion kring vilka utvecklingsmöjligheter som tidigare lyfts fram i diskussioner om tillgänglighet och planering.

I diskussioner om tillgänglighet tänker de flesta på persontransporter, medan tillgänglighet för gods har en mer undanskymd roll. Till viss del går det att applicera de tillgänglighetsmått som presenterats i denna promemoria även för tillgänglighet för gods, men det finns även skillnader som gör att det bör vara värt att inventera kunskapsläget även på detta område. Det gäller inte minst eftersom tillgänglighet för gods ingår som en central del av det transportpolitiska målet som årligen följs upp, idag med mått på kostnadsparametrar för godstransporter, punktlighet på järnväg och totalstopp i vägnätet exempelvis. Ett inledande utvecklingsarbete har gjorts för att följa upp utvecklingen av generaliserade transportkostnader för godstransporter med ambitionen att identifiera konstadsutvecklingen för godstyper och regioner (Westin 2020). Detta senare angreppssätt påminner om Trafikanalys ambition att jämföra logsummor över tid för persontransporter (Berglund, Almström m.fl. 2017). Ett annat utvecklingsspår är att analysera näringslivets tillgänglighet till godsterminaler, se Trafikanalys (2016). Detta är ett arbete som kräver fortsatt utveckling både vad gäller tillgång till relevanta data om terminaler och deras lokalisering samt ta fram förslag på tillgänglighetsmått.

Virtuell tillgänglighet (teori) och dess effekter (pandemin som experiment kanske) är ett andra spår som vi bedömer intressant att följa. Hur ser sambanden mellan virtuell och fysisk tillgänglighet ut? Hur hänger det samman med bostads- och befolkningsutveckling, verksamhetslokalisering och utvecklingen av virtuella tekniker. En ökad kunskapsuppbyggnad behövs för att få en bredare bild av respektive områdes relativa betydelse för den totala tillgängligheten, såväl potentiell som realiserad. Vem har god virtuell tillgänglighet – är det samma befolkning som även har god fysisk tillgänglighet? Behöver nya mått utvecklas för att fånga denna typ av tillgänglighet och hur ser databehoven ut?

Utvecklingen inom IKT har dessutom möjliggjort att en lång rad tjänster nu finns att tillgå utan fysiska transporter, till exempel bank- och posttjänster, rese- och hotellbokningar, alla typer av medier, med mera. Nya tjänster har också uppstått, som online-spel och strömmade medier, som möjliggör konsumtion när som helst. Mellan 15 och 35 procent av alla yrkesarbetande kan helt eller delvis utföra sina arbeten på distans (Bartelink, Tynelius m.fl. 2020, Region Skåne 2020, Trafikanalys 2020b). Distansmöten i tjänsten blev vanligt under coronapandemin i både storföretag och myndigheter (Hiselius och Arnfalk 2021). Yrke och möjlighet att arbeta på distans är dock i stor utsträckning kopplat till bostadslokalisering, vilket uppmärksammades under coronapandemin 2020–2022 (Delmi 2021, Trafikanalys 2022c). Det föranleder fortsatta studier av den geografiska fördelningen av tillgänglighet.

Virtuell tillgänglighet innebär att transportkostnaden är i princip noll. I stället tillkommer nya typer av motstånd och hinder, såsom IT-kunskap, tillgång till uppkopplade enheter, uppkopplingskvalitet och -hastighet, tidsfönster för olika typer av tjänster, tillgång till bank-id, betaltjänster och digital brevlåda, med mera, som har helt andra fördelningar i befolkningen, med avseende på till exempel ålder och geografisk belägenhet, än tillgång till bil eller kollektivtrafik.

När vi ska tänka ut lämpliga mått på virtuell tillgänglighet, analogt med fysisk tillgänglighet, så finns det inte så mycket tidigare arbeten att referera till (ett undantag är Friske och Choi 2013). Det finns med andra ord ett behov att utveckla mått och analyser av virtuell tillgänglighet och inte mist dess samspel med den fysiska tillgängligheten.

De analyser som genomförs idag görs ofta kvantitativt. Då kan kvalitativa analyser bidra med stor kunskap och kompletterande perspektiv för att fördjupa bilder som förmedlas av

kvantitativa analyser. Inte minst för att belysa en avgränsad fråga eller för att fånga upp komplexiteten i individers vardag. Ett relativt nytt forskningsfält är subjektiv eller självrapporterad tillgänglighet. Trafikanalys avser att följa detta forskningsområde och före sommaren våren 2024 avser vi att redovisa resultat från en fallstudie i Västerås där mått på subjektiv och objektiv tillgänglighet jämförs.

Det fjärde spåret, med sikte på att implementera nya metoder för tillgänglighetsanalyser samt genomföra analyser på nya områden och frågeställningar, är mer i linje med traditionell bred kunskapsutveckling. För att bli bättre på att förstå innebörden och betydelsen av tillgänglighetsförbättringar bör såväl kunskapen om tillgänglighet som analyser av tillgänglighet kontinuerligt förbättras. Trafikanalys kommer exempelvis att genomlysas de mått som används för den transportpolitiska måluppföljningen och med den nya kunskapen överväga om andra mått bör inkluderas.

Utöver de områden Trafikanalys har för avsikt att fördjupa de kommande åren ser vi även att det finns ett behov av en bredare kunskapsuppbyggnad om effekter till följd av en tillgänglighetsförändring, utöver förändrade resmönster. Det skulle exempelvis kunna handla om arbetsmarknadseffekter eller effekter på fastighetsmarknaden för att bättre analysera regionala brister, utvecklingsproblem och konsekvenser/fördelningseffekter i samhället av åtgärder i transportsystemet samt för att identifiera åtgärder för att minska klyftor och utanförskap. En möjlighet som Westin och Westin (2022) pekar på vore att utveckla en regional-ekonomisk<sup>194</sup> analysmodell för analyser av hur effekter i transportsystemet omvandlas till nyttor och kostnader, direkt eller via övervältring på olika aktörer i samhället, på specifika platser i samhället för olika typregioner. Beroende på typen av regionalstruktur kan effekterna förväntas bli olika i olika typer av regioner.<sup>195</sup> Det skulle kunna ge ett underlag till en dialog med berörda aktörer där sannolikheter och styrkan i olika effekter kan ringas in och olika anpassningsalternativ som det lokala näringslivet, hushållen och politiken har att välja mellan inom ramen för åtgärder för att stärka regionens värdeskapande förmåga och livskvaliteten för medborgarna.<sup>196</sup> En sådan modell skulle även kunna ge en struktur för att resonera kring vilka effekter som kan uppstå i olika situationer. Hur ökad (eller minskad) tillgänglighet kan påverka den regionala koncentrationen av verksamheter eller hur förutsättningar för arbetspendling eller andra former av rörlighet påverkas?

Avslutningsvis finns det anledning att ställa sig frågan om en ökad fysisk tillgänglighet alltid är något att sträva efter. Är tillgänglighet alltid av godo? Levine (2019) påstår till exempel att "*more accessibility is inherently preferred over less*", vilket stämmer väl med uppfattningen om tillgänglighet tolkad som nytta. Martens (2019) ställer sig dock frågan om det i **transportplaneringen** är tillräckligt att fokusera på att förbättra den fysiska tillgängligheten, eller om det behövs ytterligare motiv när det kommer till att förbättra tillgänglighet, i synnerhet i förhållande till andra samhällsmål. En del av dessa samhällsmål tas till vara i regionala och nationella så

<sup>194</sup> Det torde även vara möjligt att även utgå från ett annat perspektiv än det regionala. Ett tänkbart perspektiv är social exkludering, eller sociala konsekvensanalysperspektivet för analyser av fördelningseffekter för typ-individer eller grupper baserat på olika socioekonomiska förutsättningar. För att beräkning effekter av tillgänglighetsförändringar finns det idag ett antal verktyg eller program, såsom Eva, Sampers, och Pipos. Därutöver bör även Tracc (tidigare benämnt Accession) samt GIS-program som beräknar tillgänglighet på liknande sätt som Pipos nämnas (Trafikanalys 2013b, 2021c, b, a). Modellverktygen har olika egenskaper och därmed även sina styrkor och svagheter.

<sup>195</sup> Det finns mer teoretiska modeller som visat att det inte alltid är möjligt att mäta alla effekter som uppstår av förändrad tillgänglighet inom ramen för transportsystemet, se exempelvis Hussain och Westin (1997). Detta gäller bland annat i situationer när stordriftsfördelar existerar i ekonomin. 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 blir beroende av i vilken typ av region som hastighetsförändringen sker.

<sup>196</sup> Det skulle exempelvis kunna underlätta samtalet mellan Trafikverkets planerare, med ett nationellt eller storregionalt perspektiv, och företrädare för kommuner, regioner och näringsliv. De senare är snarare inriktade på effekter på deras egen lokala arbetsmarknad, fastighetsmarknad och risken att olika åtgärder omfördelar tillgångar inom och mellan regioner.

kallade systemanalyserna (Trafikverket 2015), och analyser av steg 1- och steg 2-åtgärder (Trafikanalys 2022d), men det kan även vara viktigt att separera mellan fysisk och virtuell tillgänglighet, där den senare typen på senare år har varit, och fortfarande i hög grad är, på stark frammarsch.

Vi vill här inför framtida undersökningar endast peka på problemen att mäta och väga olika typer av virtuell tillgänglighet mot den fysiska, och säga att om inte "nyttan" med den ena eller den andra typen av tillgänglighet kan mätas på jämförbara sätt, kan det bli svårt eller omöjligt att ta beslut om optimala investeringar i den ena eller andra infrastrukturen. Samma sak gäller hur vi mäter de tjänster som tillgängligheten slutligen syftar till, nämligen att tillfredsställa människors önskningar och behov (målpunkter).



# 11 Appendix

## 11.1 Infrastrukturbaserade mått – transportsystemets funktionalitet

Transportsystemet kan variera utifrån en mängd olika parametrar som inte har någon specifik koppling till målpunkternas lokalisering och storlek eller vilka möjligheter ett besök i dem kan resultera i, liksom från alla övriga aspekter knutna till individuella förutsättningar, preferenser eller behov. En tillgänglighetsdefinition som endast bygger på sådana förutsättningar uppfyller med andra ord inte fullt ut de krav som bör ställas på en tillgänglighetsdefinition. Trots det inkluderas de i litteraturen över tillgänglighetsmått, se exempelvis Geurs och Ritsema van Eck (2001) och Christodoulou och Christidis (2020), men också i praktisk tillämpning inom transportpolitiken, som just mått på tillgänglighet.<sup>197</sup>

Flera av dessa infrastrukturbaserade mått används för att beskriva transportsystemets kvalitet och funktionalitet, såsom framkomlighet, kapacitet, restid, trängsel, skyltad eller faktisk hastighet.<sup>198</sup> Det handlar med andra ord om att illustrera olika aspekter av en generaliserad reskostnad (se avsnitt 2.2.2) för en förflyttning före och efter en åtgärd. Även om de alltså inte

<sup>197</sup> I den svenska transportpolitiken (måluppföljningen) används exempelvis järnvägens punktlighet eller varaktigheten på totalstoppen i vägnätet som mått på transportsystemets funktionalitet. Det kan också vara en gradering av vägytans tillstånd per kommun (Trafikanalys 2013b), där en lägre kvalitet innebär en högre kostnad för förflyttning, eller företagarnas upplevelse av kommunens infrastruktur (Trafikanalys 2023a). Förutom Trafikanalys måluppföljningsmått redovisar Trafikverket (2023g) uppgifter om leveranskvaliteter (punktlighet järnväg, kända restider väg, robusthet, kapacitet, användbarhet), längd på vägnätet med BK4, och kvalitetsmått för järnvägsnätets tillstånd (QS, spårfel etc.). I Ypma (2000) presenteras en översikt av infrastrukturbaserade tillgänglighetsmått som har använts i transportpolitiken inom EU, Belgien, Tyskland, Storbritannien, Frankrike, Spanien, Danmark och Nederländerna. Ett exempel är också Storbritanniens transportplan för 2010 (DETR 2000) som utvärderades genom att beräkna trängsel och totalt antal fordonstimmar som reducerades till följd av investeringarna. I Nederländerna användes tidigare i infrastrukturplaneringen ett mått på tillgänglighet från alla övriga punkter till en målpunkt, uttryckt som den uppoffring (restid och hastighet) som krävs för att resa: *SVIR (National Policy Strategy for Infrastructure and Spatial Planning) Accessibility Indicator* (Ministerie van Infrastructuur en Milieu 2014, Statistics Netherland (CBS), PBL Netherlands Environmental Assessment Agency m.fl. 2014, van Grieken 2017). Några övriga exempel är:

- Trängselnivåer och genomsnittlig hastighet i transportsystemet, genomsnittliga förseningar (punktlighet) (Geurs och Ritsema van Eck 2001).
- Eck (1978) utgår från ett antal variabler kopplade till transportsystemet och dess användning (bilnehav per capita, järnvägsspår per km<sup>2</sup>, antal järnvägsstationer per km<sup>2</sup>, km motorväg per km<sup>2</sup>, busshållplatser per km<sup>2</sup>, antal flygavgångar per capita, flygplatser per km<sup>2</sup>, etc.) för att skatta den regressionsmodell som bäst förklarar per capitainkomsten per län (county) i West Virginia. Genom att utgå från ett valfritt län (som sätts till 100 som bas) konstrueras sedan ett index för respektive läns mobilitetsnivå, i relation till basen. Liknande index har även tagits fram av (Betz 1961), Owen (1964).
- Polus och Tomecki (1986) presenterar ett antal effektivitetsmått (restid mellan punkter, total personrestid i timmar, total fordonsrestid i timmar, förseningstimmar, energianvändning etc.) som underlag för en metodik att hitta fram till en optimal åtgärd som åtgärdar identifierade problem så att det görs en optimal avvägning mellan eftersträfvade nivån på transportsystemet och åtgärds-kostnad.
- Lomax (1990) presenterar en metod för att kvantifiera person- och fordonsrörelser i rusningstrafik i större transportkorridorer. Exempelvis jämförs antal personer som tar sig fram i separata bussfiler med antal personer som färdas i mixade körfält, mått som resvolymens hastighet – "speed of person volume (SPV)" (SPV = hastighet (km/h) x antal personer per körfält under rusningstrafik, samt ett resandeindex – person movement index (PMI) som definieras som beläggningsgrad per fordon i rusningstrafik x hastighet (km/h). En högre beläggningsgrad och en högre hastighet ger ett högre PMI.) och ett Corridor Mobility Index (CMI). CMI = (hastighet (km/h) x antal personer per körfält i rusningstrafik) / PAR-värde - ett uppskattat värde på vägens kapacitetsutnyttjande. PAR = 45 km/h x 1850 fordon per körfält i rusningstrafik x 1,2 personers beläggningsgrad = 100 000, som ett mått på trängsel som kan jämföras mellan olika typer av infrastruktur (motorväg eller landväg exempelvis).

<sup>198</sup> I kommunikationsnätverk motsvaras infrastrukturmått av täckningsgrad, uppkoppling/överföringshastighet och liknande (PTS 2023, Trafikanalys 2023a).

är mått på tillgänglighet kan de å andra sidan vara goda indikationer på hur väl transport-systemet fungerar i ett område, en slags temperaturmätare. De är också lätta att såväl operationalisera som kommunicera.

Bland infrastrukturmåtten kan man även inkludera idéer om att beakta att vägar och noder har olika många korsningar eller anslutningar, och att de därmed är mer eller mindre tillgängliga för interaktion än andra vägar (Hillier och Hanson 1984). Detta perspektiv har alltså själva nätverket och dess noder i fokus, medan tillgänglighet i vanlig mening oftast betraktar nätverket mer implicit, som något som underlättar individer att ta del av utbud i målpunkter. Detta sätt att betrakta tillgänglighet på används oftast på studieområden med en hög upp-lösning, exempelvis i stadsplanering (*space syntax*). Se även Batty (2009) som utgår från tanken att låta utbudet vara lika stort i samtliga målpunkter. Genom att definiera (o)tillgänglig-het som det totala avståndet (summa av kortaste resväg mellan start och målpunkter) till målpunkter så kommer vissa noder framträda som knutpunkter där exempelvis två vägar möts. Det totala avståndet från en nod till alla andra noder kan då räknas som ett mått på otillgänglighet, eller som ett mått på tillgänglighet om det normaliseras och betraktas relativt övriga noder. Detta påminner en hel del om de begrepp och mått som Ingram (1971) tog fram tidigare. Dessutom finns det otaliga avstånds- och rumsliga associationsmått som möts i frågor om tillgänglighet och social interaktion, exempelvis utifrån närmaste grannar, näst närmaste grannar och så vidare. Det innebär att även rumsliga autokorrelationsmått<sup>199</sup> under vissa omständigheter ses som mått på tillgänglighet.

En uppenbar och betydande nackdel med infrastrukturbaserade mått är att de inte förmår att fånga upp aspekter såsom att intressanta målpunkter kan ligga nära eller långt bort, eftersom måtten inte innehåller byggstenen markanvändning. Eftersom markanvändning inte ingår i dessa mått kan resultatet avvika relativt mycket från de övriga tillgänglighetsmåtten som presenteras i de följande kapitlen. Felaktigt använda kan måtten också ge en bristfällig bild av tillståndet. Genom att mäta tillgänglighet som genomsnittlig hastighet i transportsystemet kan man få intrycket av att tillgängligheten i exempelvis Stockholm är relativt låg på grund av trängseln, medan ett kumulativt mått (se avsnitt 5.1.1) såsom antal arbetsplatser som kan nås inom 45 minuter med bil skulle leda till en direkt motsatt tolkning. Exempel på ett liknande mått som använts är "total tid förlorad i trängsel". Linneker och Spence (1992) visade att tillgänglig-het i Storbritannien mätt som *access cost* (i termer av restidskostnad och rörliga fordons-kostnader per km) då var som lägst i London och högst i Skottland. Med ett potentialmått såsom "marknadspotentialen till arbetsplatser" (exempelvis antal arbetsplatser som kan nås inom 45 minuter) blir resultatet det omvända, trots en högre trängsel och lägre genomsnittliga hastigheter. Liknande analyser från Nederländerna kom fram till motsvarande resultat (AVV 2000, DETR 2000, Geurs och Ritsema van Eck 2000).

Måtten är inte heller ämnan för att på ett bra sätt fånga upp de temporala eller individuella byggstenarna (avsnitt 2.2). Användningen för att utvärdera sociala eller ekonomiska effekter till följd av justeringar i markanvändning eller transportsystemet är därför begränsade med dessa mått. Effekter som uppstår vid en förbättring av infrastrukturen och dess påverkan på markanvändningen fångas nämligen inte upp. Exempelvis fångas inte utspridningseffekten (*urban sprawl*) upp till följd av ökade hastigheter med denna typ av mått (Ewing 1993). Inte heller fångas effekter upp av genomförda markanvändningsförändringar<sup>200</sup>. Det kan tydligast illustreras med hjälp av begreppet kapacitet. Låt säga att det på en väg inte råder någon

<sup>199</sup> Rumslig autokorrelation mäter förhållandet mellan observationer med rumslig närhet, med tanke på att rumsligt nära observationer har liknande värden, se exempelvis Anselin (1988).

<sup>200</sup> I konventionella infrastrukturprojektutvärderingar beräknas konsumentöverskottet (*rule-of-the-half, RoH*), genom att skatta nyttan hos befintliga och tillkommande resenärer. Men denna typ av utvärdering av till-gänglighetsnyttor blir felaktiga om markanvändningen förändras som ett resultat av projektet (Neuburger 1971, Williams 1976, DFT 2000). Se mer i avsnitt 9.2.1 om regionalekonomiska konsekvenser (*Wider Economic Impacts, WEI*).



kapacitetsbrist (det vill säga, det råder inte någon trängsel och alla kan framföra sitt fordon enligt skyltad hastighet). Att då addera ytterligare en fil innebär inte att tillgängligheten ökar.

## 11.2 Täthetsmått

Ett enkelt sätt att mäta tillgången till målpunkter är att använda administrativa gränser, till exempel antal kommunskolor per kommun (Myndigheten för kulturanalys 2019), eller antalet hälso- och vårdcentraler per invånare i en region<sup>201</sup> (Socialstyrelsen 2018).<sup>202</sup> På motsvarande sätt som markanvändningen saknas i de infrastrukturbaserade måtten (Appendix 11.1) saknas avstånd i täthetsmått som baseras på utbud. Dessa mått utgår endast från markanvändningen inom ett avgränsat administrativt eller funktionellt område (jmf. gränssnittet mellan Befolkning och Samhälle i Figur 3.4, utan inblandning av Hinder).

Motivet för att tillämpa denna kategorisering av tillgänglighet är, enligt Myndigheten för kulturanalys, att undersöka tendenser kring relationen mellan kulturutbud och geografiska förutsättningar. I en av kartorna som presenteras i sin studie har man exempelvis visualiserat kommunkategori och antalet folkbibliotek per kommun genom en kombinerad symbolsättning av färg och mönster. Kartorna är kompletterade med diagram som visar det genomsnittliga antalet folkbibliotek per person för de olika kommunkategorierna.

Täthetsmått saknar alltså en direkt koppling till transportsystemet. Men det finns administrativa och funktionella gränser som indirekt är baserade på restider, till exempel Tillväxtverkets kommungruppsindelning, som är baserad på befolkningsstorlek inom kommunen samt en viss befolkningsandel som inom 45 respektive 90 minuters restid med bil kan nå en större tätort.

Ett annat exempel är Funktionella analysregioner (FA), som är regioner inom vilka människor kan bo och arbeta utan att behöva göra alltför tidsödande resor (Tillväxtverket 2024a). FA-regioner är grupper av kommuner som är kategoriserade efter historisk och prognosticerad arbetspendling över kommungränser. De är därför också indirekt beroende av restider i transportsystemet. En annan välkänd kommunindelning är SKR:s, där kommunerna grupperats utifrån kriterier som tätortsstorlek, närhet till större tätort och pendlingsmönster (Sveriges Kommuner och Regioner (SKR) 2023). SCB (2024) har en förteckning över flera grupperingar.

Restidsberäkningarna i dessa indelningar är förstås inte direkt kopplade till det utbud man studerar, utan indelningarna kan vara mer eller mindre lämpliga för analysen.

En förutsättning för att täthet ska fungera som ett tillgänglighetsmått är att den geografiska upplösningen är optimal för vad man vill studera, så att randeffekterna blir försumbara. En avgörande nackdel med måtten är nämligen att de inte tar hänsyn till de randeffekter som uppstår nära gränserna, där invånare egentligen kanske har ett kortare avstånd till angränsande kommuners eller regioners utbud än till den egna kommunens.

I en studie om hälsogeografi använde Joseph och Phillips (1984) en *lokaliseringkvot* för att mäta tillgång till läkare inom analyszonerna. Lokaliseringkvoten är en kvot mellan två kvoter, där täljaren anger andelen i analyszonen, och nämnaren den "globala" andelen i alla analyszoner i det studerade området. Det underliggande måttet är ett täthetsmått enligt avsnitt 11.2, dvs. det bygger på administrativa gränser och involverar därför inga avstånd:

<sup>201</sup> I det senare fallet är det måhända tydligare att ange antal invånare per sjukhus, eller antal sjukhus per 100 000 invånare.

<sup>202</sup> Myndigheten för kulturanalys beräknar antalet kulturverksamheter inom respektive kommun och redovisas enligt Tillväxtverkets kommungruppsindelning (Tillväxtverket 2024b), en kategorisering av Sveriges kommuner i storstadskommuner, tätorter och landsbygdskommuner.

$$LQ_i = \frac{GP_i/P_i}{\sum_i GP_i / \sum_i P_i}$$

$LQ_i$  = lokaliseringkvot i region  $i$

$GP_i$  = antal allmänläkare i region  $i$

$P_i$  = befolkningsstorlek i region  $i$

Om  $LQ_i > 1$  har området fler läkare än genomsnittet i hela befolkningen.

Lokaliseringkvoten kan tolkas som en relativisering eller normalisering av ett underliggande tillgänglighetsmått, i det här fallet baserat på befolkningen. Det är därav lätt att utläsa om ett område är över- eller underförsörjt av läkare jämfört med det totala genomsnittet.

I och med att täthetsmättet använder administrativa områden måste zonerna vara "lagom" stora – tillräckligt stora för att inrymma minst en allmänläkare (eller sjukhus) samt hela eller större delen av den potentiella patientkretsen (dvs. befolkningen) till just den mottagningen; och samtidigt tillräckligt små för att visa på kontraster mot intilliggande zoner. En lämplig indelning i det här fallet skulle kunna kallas "läkarområden".

Man kan säga att lokaliseringkvoten är en förenkling av ett konkurrensmått, där både utbudet och konkurrensen finns inom respektive analyszon. Det underliggande täthetsmättet (och därmed lokaliseringkvoten) tar inte höjd för att patienter mellan två områden kan välja fritt mellan vårdinrättningarna. Om i stället potentialmått eller logsumma används i lokaliseringkvoten, anger den områdets relativa tillgänglighet oavsett gränser. Knox (1978) gjorde detta med hjälp av ett avståndsmått, se avsnitt 5.2.

## 11.3 Resuppoeringsfunktioner

Hur stort utbytet/interaktionen mellan två platser är beror till stor del på vilken "avståndsfriktion"<sup>203</sup> som finns mellan dem. Normalt avtar volymer när kostnaden (avstånd, tid, pengar etc.) ökar, och ökar när kostnaden minskar (Figur 11.1).

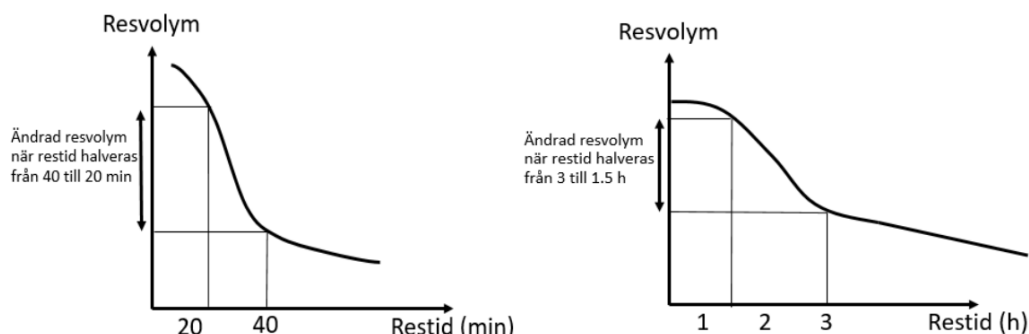
Sambandet mellan impedans och interaktioner är typiskt sett inte linjärt, utan har olika lutning i olika avståndsintervall. Kumulativa mått har en diskontinuerlig avståndsfunktion (stegfunktion), som kan ge oförutsedda variationer i resultaten. Det är därför en god idé att prova olika funktionsformer för en speciell tillämpning. Vid olika typer av interaktioner (se punktlistan ovanför avsnitt 5.2), till exempel handelsutbyten eller efterfrågan på bostäder, kan olika funktionsformer vara mer eller mindre lämpliga.

Impedansens lutning och kurvatur (andraderivata) påverkas av många faktorer, såsom resående (i resmodeller), geografi, avstånd, alternativa transportsätt, med mera. Vissa av de funktionsformer som används har en s.k. inflexionspunkt, där kurvaturen (krökningen) ändras från konvex till konkav eller tvärtom (se exempel i Figur 11.1–Figur 11.2 nedan).

Om avståndet/transporttiden är viktiga, som vid transaktioner som utförs ofta (t.ex. vardagsresor), bör funktionen ha en brant lutning, medan om avståndet är mindre viktigt (t.ex. vid semesterresor) bör funktionen ha en mindre brant lutning (Figur 11.1). Det är inte heller så att all aktivitet upphör över ett visst avstånd, utan sannolikheten minskar gradvis utan att helt

<sup>203</sup> När även restid och andra variabler ingår är det mer relevant att tala om resimpedans, resuppoering, generaliserad kostnad eller dylikt. Vi använder ordet impedans här – som framgår av avsnitt 5.1.2 är det inte alltid resor som modelleras.

försvinna. Om alla ärenden ska rymmas i en och samma modell kan funktionen då få en inflexionspunkt.



Figur 11.1. Avståndsfriktion i resor mellan bostad och arbete för kortväga resor (vänster), och långväga resor (höger). I båda exemplen finns en inflexionspunkt, där krökningen ändras från konvex till konkav. Källa: Johansson, Bergkvist m.fl. (1996).

Uppfattningen att det finns ett minimiavstånd kan dels avspeglas i de funktionsformer som har en inflexionspunkt – säg i en geografi som inte är uppdelad i områden. I en geografi som är uppdelad i analysområden/zoner kan det minsta avståndet i praktiken aldrig kan bli noll, utan varje zon bör tilldelas ett minsta representativt avstånd, som överensstämmer med empiriska observationer. Varje analysområde bör alltså tilldelas ett resavstånd  $>0$  för att återspegla den s.k. inre tillgängligheten (*intrinsic accessibility*; även kallad egenpotentialen, *self-potential*).

Eftersom det närmaste utbudet har stor inverkan på det totala värdet på ett områdes tillgänglighet, spelar det stor roll hur egenpotentialen specificeras (funktionsformen samt det "inre resavståndet") (Bruinsma och Rietveld 1998).<sup>204</sup> Minimiavståndet är beroende av resärende, och är liksom all restidskänslighet olika för inköp, arbete och fritidsresor. Sannolikt varierar minimiavståndet också från plats till plats, område till område, stad till stad, med dess inre tillgänglighet eller egenpotential, beroende på trängselsituation, tillgång till kollektivtrafik, genomsnittliga restider och tillförlitlighet och robusthet i transportnäten.

### 11.3.1 Val av funktionell form

Valet av funktionell form bör därför avgöras av hur väl avståndsfunktionen överensstämmer med tillämpningen (se föregående avsnitt) och tillgängliga data. Följande aspekter är då relevanta:

**Funktionens lutning.** Invers potens och negativ exponential avtar väldigt snabbt, vilket innebär en stor känslighet på korta avstånd.

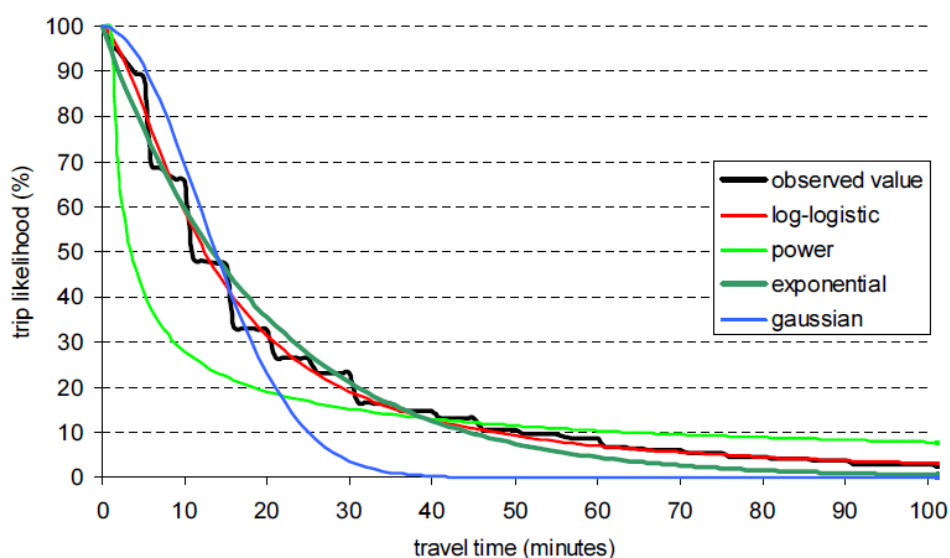
**Funktionens inflexionspunkt** (där kurvan ändrar sig från konvex till konkav eller tvärtom). Vissa funktioner såsom log-logistisk och normalfördelning har en inflexionspunkt, vilket implicerar att uppfattningen av avståndsökningar (marginaleffekten) skiljer sig åt mellan korta och långa avstånd.

<sup>204</sup> Ett sätt att beräkna ett genomsnittligt, representativt avstånd kan t.ex. vara att utgå från områdets yta. En cirkels yta är relaterad till radien genom  $A = \pi \cdot r^2$ , vilket ger  $r = \sqrt{A/\pi}$ . En nackdel med det mättet är att det förutsätter ett någorlunda cirkulärt område, och en jämn fördelning av befolkning och attraktioner över områdets yta vilket sällan är fallet i verkligheten. Ett bättre sätt är att utgå från det genomsnittliga avståndet mellan befolkning och de attraktionspunkter som är aktuella i analyserna – t.ex. befolkningen själv, jf variabeln Rotgles i det kommunala kostnadsutjämningsystemet, som är det genomsnittliga avståndet mellan alla invånare i ett län (Statskontoret 2014).

**Värdet av resesannolikheten när avståndet är noll.** För att skattningen av resesannolikheten ska vara möjlig måste funktionen nå sitt maximum (typvärdet) när avståndet är noll. Det bör dock noteras att om rummet är indelat i områden, vilket vanligen är fallet, så är det minsta avståndet aldrig noll.

Vanligast använda funktionsformer är:

- En negativ potensfunktion (inspirerad av Newtons gravitationslag,  $g(c) = c^{-a}$ , där  $a$  är en konstant), har använts av bland annat Hansen (1959), Davidson (1977) och Fotheringham (1982).
- En negativ exponentialfunktion,  $g(c) = e^{-b \cdot c}$ , där  $b$  är en konstant, har använts av bland annat Dalvi och Martin (1976), Dalvi (1979), Handy (1993) och Song (1996).
- Ingram förespråkade istället en modifierad version av normalfördelningen (Gauss funktion),  $g(c) = 100 \cdot e^{-c^2/u}$ , där  $u$  är en konstant (Ingram 1971), Guy (1983). Detta motiverades med att det bör finnas en flack kurvatur i närheten av startpunkten, som sedan övergår i en mjukt avtagande funktion som aldrig blir noll.
- En flexibel logistisk funktion  $g(c) = 1/(1 + e^{f(c)})$ , där  $f(c)$  kan anta olika former (Bewley och Fiebig 1988). Hilbers och Verroen (1993) fann att en variant med  $f(c) = a + b \cdot \ln c$ , där  $a$  och  $b$  är konstanter, överensstämde bäst med data, vilket är detsamma som en log-logistisk funktion:  $g(c) = 1/(1 + k \cdot c^b)$ , där  $k = e^a$  (Geurs och Ritsema van Eck 2001, s. 40 och 146)<sup>205</sup>.



Figur 11.2. Passform för olika typer av impedansfunktioner (alla färdsätt och resärenden). Data från Nederländerna 1995.

Källa: Geurs och Ritsema van Eck (2001), figur 10.1.

Avståndsparametrarna skattas vanligtvis genom så kallad entropimaximering (genom *maximum likelihood*) eller så kallad matrisbalansering genom successiv iteration mellan rad- och kolumnpassning (se nedan). I stället för att själv skatta parametrar från sina data kan ibland parametervärden från tidigare skattade modeller användas.

Ett flertal studier har jämfört hur olika funktioner överensstämmer med empiriska data. Ingram (1971) hävdar exempelvis att invers potens och exponentialfunktioner avtar alltför snabbt i

<sup>205</sup> I referensen är inte funktionen inverterad, vilket den ska vara:  $1/F$  är den korrekta formen i referensen.

förhållande till hur data ser ut, och menar att normalfördelningsfunktionen passar bättre. Det rådet är dock svårt att förhålla sig till, eftersom han varken betraktar utbud eller resbeteende utan enbart geografiska avstånd. Fotheringham (1982) menar att potensfunktionen ger en bättre beskrivning av avståndet mellan städer än exponentialfunktionen, som kan vara bättre inom städer. Hilbers och Verroen (1993) (Nederländerna) och de Vries, Nijkamp m.fl. (2009) (Danmark) finner att den logistiska funktionen kan ge en bättre förklaring av beteende. Song (1996) jämförde nio olika tillgänglighetsmått för att förklara befolkningsfördelningen. Ett gravitationsmått med exponentialfunktion gav bäst resultat. Geurs och Ritsema van Eck (2001) jämför invers potens, exponential, gaussisk och logistiska funktionsformer med data från Nederländerna (rapportens avsnitt 10.2; se Figur 11.2). Kapatsila, Palacios m.fl. (2023) finner en stor överensstämmelse mellan gravitationsmått med olika funktionsformer och ett kumulativt mått (med stegfunktion), förutsatt att tröskelvärdet till det senare är satt till medelresavståndet (i vissa fall medianen).

En exponentiell kostnadsfunktion med negativ parameter(ar) är den funktionsform som härleds ur teorin för diskreta slumpmässiga val (*random utility models, RUM*), se avsnitt 6.2.

### 11.3.2 Skattning eller kalibrering av avståndsfunktioner

Kumulativa mått och gravitationsmått har oftast enkla avståndsfunktioner, som bara beror på en variabel: tid eller avstånd.<sup>206</sup> Avståndet kan representeras av fågelavstånd eller avstånd i ett vägnät. Avståndspareterns värde avgör hur snabbt interaktionen (resandet) avtar med avståndet, vilket beror på vilka ärenden som utförs.

Skattning av avståndsparetern i en resemodell sker i en fullt specificerad, dubbelt begränsad gravitationsmodell – dvs. med aggregerade värden på antal resor i både start- och målområden. Dessa aggregerade värden utgör marginalerna vågrätt och lodrätt i en matris som beskriver resor från och till alla områden. Avståndsparetern justeras tills en tillfredsställande modellpassning uppnås. Två vanliga metoder för parameterskattning är "biproportionell matrisjustering"<sup>207</sup> och maximum likelihood (entropimaximering), med tillämpliga bivillkor. Bivillkor kan t.ex. vara det totala antalet resor eller restiden i systemet.

I enkelt begränsade eller obegränsade modeller behövs andra hjälpdata för att kalibrera in avståndsparetern. Enligt O'Kelly (2015) innebär kalibrering av en rumslig interaktionsmodell, att:

1. observera och mäta nuvarande förhållanden (beskrivning)
2. förstå de observerade interaktionsnivåerna – hur väl överensstämmer de med riktmärken eller förväntningar?
3. skapa en modell från ett begränsat antal relevanta "förklarande" variabler (prognos)
4. manipulera det förväntade interaktionsnivåerna i termer av prognostiserade förändringar i exogena variabler (känslighetsanalys).

Moderna gravitationsmodeller måste inte använda en avståndsfunktion med en avståndsparameter, utan kan ersätta dem med "fixa effekter" som förutom avståndseffekten även tillåts innehålla andra hinder, t.ex. kulturella, språkliga och administrativa gränser (Head och Mayer 2014). En innovation för modeller av internationell handel under 2000-talet är också att bygga ut gravitationsmodellen med produktion i heterogena företag (monopolistisk konkurrens).

<sup>206</sup> Jmf nytto-kostnadsfunktionen i en slumpvalsmodell, som kan ha tiotals variabler och parametrar.

<sup>207</sup> S.k. RAS-metoden; för en kritisk granskning se Polenske (1997).

Resultaten för avståndsparameterns värde kan variera beroende på zonernas utseende och aggregering (MAUP, se avsnitt 3.1 ovan). Zonsystemets utformning bestämmer mängden interaktioner som kan urskiljas i ett system. Till exempel Dalvi och Martin (1976) testar för zonutformningens och olika zonstorlekars betydelse för resultaten på avståndsparameterns värde i en gravitationsmodell (tillgänglighet till arbete).

## 11.4 Variabler i Sampers resuppoeringsfunktion<sup>208</sup>

För att jämföra Sampers så kallade nytto- eller resuppoeringsfunktioner<sup>209</sup> med den enskilda avståndsparametern i de flesta gravitationsmodeller redovisas nedan vilka variabler som ingår i Sampers nyttofunktion. Utgångspunkten med nyttofunktionen är att reproducera mänskligt beteende så bra som möjligt.<sup>210</sup>

### 11.4.1 Variabler som ingår

Nyttofunktionerna i Sampers specificeras separat för varje färdmedel och innehåller utbudsvariabler (restid, reskostnad etc.), tillgångsvariabler (t.ex. tillgång till bil i hushåll), socioekonomiska variabler (kön, ålder etc.), samt geografiska variabler (regionkonstanter m.m.). De så kallade storleksvariablerna, som mäter målzonernas attraktivitet, specificeras separat och skiljer sig åt beroende på destination (antal attraktioner i målzonen) och ärende, men inte beroende på färdmedel. Vissa destinationer kan dock inte nås med vissa färdmedel.

Vilka variabler som ingår i nyttofunktionerna och i storleksvariabeln skiljer sig från ärende till ärende. I nya Sampers 4 är antalet ärenden utökat till 12 (i gamla Sampers 3 var det sex).

Variablerna kan delas upp i:

- restider och reskostnader i transportsystemet (kallas "utbudsvariabler" i Sampers, vilket syftar på utbudet av transporter)
- utbudets attraktivitet i målzoner (kallas "storleksvariabler" i Sampers)
- socioekonomiska variabler som beskriver befolkningen
- geografiska variabler, specifika för regioner, kommuner och tätorter.

Sampers beräknar resgenerering på olika sätt för olika ärenden, beroende på olika preferenser, åldersgrupper och målpunkter. Resgenereringen beror på logsummorna (tillgängligheten) av de underliggande alternativen för färdmedel och målpunkter (de senare kallas "destinationer" i Sampers). Därmed beror även resgenereringen indirekt på variablerna ovan, och deras parametrar.

Trafiksystemets inverkan på val av färdmedel och destination beskrivs främst av **restider och reskostnader**. Restidsparametrarna varierar mellan färdmedel och består för kollektivtrafik av restidskomponenternas sammanvägda impedans (gångtid, väntetid, restid i fordonet, bytestid och antal byten). Reskostnadsparametern skattas gemensamt för bil som förare, bil som

<sup>208</sup> Avsnittet bygger på Trafikverket (2023e)

<sup>209</sup> Eftersom restid med mera är kostnader talas det ibland om resuppoering i stället för nytta. Nyttan med resorna utgörs av målpunkternas attraktivitet (kallas även storleksvariabler).

<sup>210</sup> Vid tillämpade beräkningar av logsummor har vi som analytiker dock ett önskemål att kunna välja om de ska beräknas oberoende av befolkningen (eventuellt på en genomsnittlig individ), eller på faktisk befolkning och markanvändning i varje område (se diskussionen om tillgänglighetens byggstenar i avsnitt 3.1). Det är inte möjligt i Sampers.

passagerare och kollektivtrafik, vilket reflekterar att marginalnyttan av pengar ska vara densamma för alla, ett normativt taget beslut. I Sampers 4 har ansatts en icke-linjär formulering för reskostnaden och restiden, vilket innebär att marginaluppoffringen kan vara olika vid låga och höga reskostnader, och vid korta och långa restider.

Kollektivtrafikutbudet är det mest komplicerade utbudet att modellera eftersom det består av flera restidskomponenter: anslutningsrestid, första väntetid, restid i fordonet, bytesstraff och bytestid. Varje komponent viktas först gentemot varandra enligt gamla tumregler, innan de summeras och hela den sammanlagda tidskostnaden används i modellskattningen.<sup>211</sup>

Sällskapsstorlek ingår på olika sätt i olika delar av modellerna för olika ärenden. Den påverkar tillgänglighetskriteriet för färdstättet "bil som passagerare", och ingår även som variabel för ärendet "skjutsa". Den påverkar bilkonkurrensen för dagligvaruinköp, och ingår som en dummy i cykel- och gång-alternativen för vissa ärenden. Reskostnaden för bil delas också med sällskapsstorlek.

Storleksvariabler beskriver storleken på **målzonens attraktioner**. Exempel på storleksvariabler är antal boende, antal arbetande inom viss sektor med relevans för ärendet som modelleras, eller ytan hos t.ex. inköpsställen.

**Befolkningen** kan i mån av tillgänglig socioekonomisk information delas upp i grupper som har olika beteende. Det kan dels ske som separata modeller, dels genom att man skattar separata parametrar för olika segment. Sådana indelningar kan vara efter ålder, kön eller inkomst. I de aktuella modellerna är modellerna gemensamma men beteendeparametrarna skattade separata i några dimensioner:

- Inkomst (fyra klasser)
- Kön
- Ålder (femårsklasser)
- Förälder till barn 0–18 år
- Hushållsstorlek (fem klasser)
- Boendeform (villa/flerbostadshus)

Vilka variabler och parametrar som ingår i respektive modell skiljer sig åt mellan resärendena.

**Geografiskt** skiljer sig de fem regionerna åt på flera sätt. Därför finns i modellerna en del regionspecifika parametrar:

- Vinterkonstanterna – från och med vecka 48 på hösten till och med vecka 13.
- Täthetsvariabler – antal invånare plus antal sysselsatta per kvadratmeter zonyta. Täthetsvariablerna kommer ha störst påverkan för områden centralt i Stockholm, Göteborg och Malmö.
- Det finns inga utbudsdata för resor inom zonerna. Resor med gång och cykel är ofta korta, och för att avspegla skillnader mellan zoner för sannolikhet att välja gång och cykel har variabler för zonen storlek introducerats. Variabeln beräknas som  $\sqrt{A/2}$  där  $A$  = zonyta, för resor som sker inom en zon, annars 0.<sup>212</sup>

<sup>211</sup> Som referens brukar sättas tiden i fordonet (*in-vehicle time*). En översyn av vikterna behövs på sikt enligt dokumentationen, vilket sedan kräver en omskattning av hela modellen.

<sup>212</sup> Jf formeln för radien av en cirkel,  $r = \sqrt{A/\pi}$ . Jämfört med radien är alltså detta mått  $\sqrt{\pi/2}$  ggr större, dvs  $\approx 1,25 \cdot r$ .

- En kommuncenter-dummy och en länscenter-dummy (för grundskola) är destinationsvariabler som finns med i nyttofunktionerna för alla färdmedel. Av de cirka 10 000 prognosområdena är cirka 5 000 angivna som kommuncenter.

Sampers har dessutom en resegenereringsmodell för varje resärende, samt bilinnehavs- och körkortsmodeller.

Det totala antalet parametrar är alltså stort, betydligt större än gravitationsmåttens enda avståndsparameter. Antalet variabler är i sig inte så stort, men de är uppdelade i olika kategorier (t.ex. ålder), vilka varierar från ärende till ärende beroende på vad som givit utslag vid skattningen av modellerna. Det resulterar i ett mycket stort antal parametrar som därför beskriver beteendet betydligt bättre än potentialmåten. Men den mer exakta beskrivningen kommer förstås med stora kostnader.

### 11.4.2 Brister i beskrivning av resbeteendet i Sampers

Det finns ett antal variabler som har inverkan på resbeteendet<sup>213</sup>, men som ändå inte är lämpliga att inkludera i en prognosmodell på grund av att de är svåra att prognosticera. En sådan variabel är tillgång till parkering på arbetsplatsen, som har betydelse för sannolikheten att välja bil som förare på arbetsresan. För inköpsresor har varaktigheten på inköpet betydelse, på så sätt att ju längre inköpet varar, desto större sannolikhet att använda bil eller kollektivt färdmedel jämfört med gång och cykel (se exempelvis tidsrumsliga prismor, avsnitt 7.2).

Det totala antalet butiker i målzonen har betydelse för flera resärenden, till exempel rekreationsresor, vilket kan avspegla en stordriftsfördel – ju större variation på utbudet desto större attraktivitet. Det kan handla om möjligheten att göra fler saker än bara inköp, till exempel fika eller gå på bio. En annan variabel som har betydelse för målets attraktivitet är om Systembolaget ligger där, vilket påverkar ärendet "inköp av dagligvaror". På samma sätt som det totala antalet butiker är det troligt att detta är ett slags agglomerationseffekt – dagligvaruaffärer lokaliserar sig gärna i lägen nära Systembolaget eftersom de vet att det är ett attraktivt läge för att nå kunder.

Vid beräkningar av tillgängligheten idag med hjälp av logsummer borde det alltså för fullständighetens skull kanske ingå ännu fler variabler. Ett syfte med sådana beräkningar skulle kunna vara att analysera var det är mest lämpligt att placera olika typer av service, butiker, eller var det kan vara lämpligt att reglera parkeringstillgången. Om något av detta skulle vara huvudsyftet är alltså Sampers logsummer bristfälliga, och man behöver komplettera analysen med egna mått.

<sup>213</sup> Dvs. variablerna får signifikanta parametrar vid skattning av prognosmodellerna.



# Referenser

- Ahmed, T., M. Hyland, S. N. J. S., S. Mitra och A. Ghaffar (2020). "Quantifying the employment accessibility benefits of shared automated vehicle mobility services: Consumer welfare approach using logsums." *Transportation Research Part A: General* 141: 221-247.
- Ajzen, I. (1991). "The theory of planned behavior." *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 50(2): 179-211, DOI: [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/074959789190020T>.
- Alonso, W. (1964). *Location and Land Use: Towards a General Theory of Rent*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- 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.
- Anas, A. (1983). "Discrete choice theory, information theory and the multinomial logit and gravity models." *Transportation Research B* 17(1): 13-23.
- Anderson, J. (1971). "Space-time budgets and activity studis in urban geography and planning." *Environment and Planning* 3: 353-368.
- Anderson, J. E. (2011). "The Gravity Model." *Annual Review of Economics* 3(1): 133-160, DOI: 10.1146/annurev-economics-111809-125114 <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-111809-125114>.
- Andersson, J. (2019). Svenskarna och internet 2019. <https://svenskarnaochinternet.se/rapporter/svenskarna-och-internet-2019/>.
- Andersson, J. (2020). Digitalt utanförskap 2020 Q1. <https://svenskarnaochinternet.se/rapporter/digitalt-utanforskap-2020/>.
- Andersson, J., F. Blomdahl och J. Bäck (2023). Svenskarna och internet 2023. Internetstiftelsen.
- Andersson, J., F. Blomdahl, J. Bäck, T. Ernbrandt och J. Nordström (2021). Svenskarna och internet 2021. <https://svenskarnaochinternet.se/rapporter/svenskarna-och-internet-2021/>.
- Andersson, M., P. Almström, L. Berglund, S. Berglund, K. Eklund, J. Hammarqvist, J. Henningsson, G. Lindberg, A. Modin, A. Rader-Olsson och A. Vindelman (2011). Bebyggelselokaliseringens betydelse för koldioxidutsläpp och tillgänglighet. Stockholm, <https://fudinfo.trafikverket.se/fudinfoexternwebb/pages/PublikationVisa.aspx?PublikationId=1607>.
- Andersson, M., L. Berglund, K. Eklund, A. Modin, A. Rader-Olsson och J. Hammarqvist (2011). Bebyggelselokaliseringens betydelse för koldioxidutsläpp och tillgänglighet - förstudier. Stockholm, <https://fudinfo.trafikverket.se/fudinfoexternwebb/pages/PublikationVisa.aspx?PublikationId=1606>.
- Andersson, M., F. Dehlin, P. Jörgensen och S. Pädam (2015). Wider Economic Impacts of Accessibility - a Literature Survey, CTS Working Paper 2015:14. Stockholm: C. f. T. Studies.
- Annoni, P. och L. Dijkstra (2019). The EU Regional Competitiveness Index 2019, 2019/03. Luxembourg: E. Commission, [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/work/2019\\_03\\_rci2019.pdf](https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/work/2019_03_rci2019.pdf).
- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Method and Models*: Springer.
- Arbia, G., R. Benedetti och G. Espa (1996). "Effects of the MAUP on image classification." *Geographical Systems* 3(2-3): 123-141.

- Aschauer, D. (1989). "Is public expenditure productive?" Journal of Monetary Economics **23**: 177-200.
- AVV (2000). NVVP beleidsopties verkend. Deel I: Personenvervoer. Deel II: Goederenvervoer. Rotterdam: Adviesdienst Verkeer en Vervoer.
- Ayuriany, T., J. Lee och I. Hidayati (2023). "What access-for-all entails? Examining commuting experiences from subjective and objective accessibility in a fast-growing city, Jakarta." Asian Transport Studies **9**(100115), DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eastsj.2023.100115>.
- Banister, D. och Y. Berechman (2001). "Transport investment and the promotion of economic growth." Journal of Transport Geography **9**(3): 209-218.
- Barnes, T. J. och M. W. Wilson (2014). "Big Data, social physics, and spatial analysis: The early years." Big Data & Society **1**(1), DOI: 10.1177/2053951714535365  
<https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/2053951714535365>.
- Bartelink, V., P. Tynelius, A. Walander, B. Burström, A. P. d. Leon, J. Nederby, M.-P. Hergens och A. Lager (2020). Socioekonomiska faktorer och covid-19 i Stockholms län - november 2020, Rapport 2020:10. R. Stockholm, <https://www.ces.regionstockholm.se/rapporter/rapporter-om-covid-19/>.
- Barter, P. A. (1999). Transport and urban poverty in Asia: a brief introduction to the key issues. United Nations Centre for Regional Development.
- Batty, M. (2009). "Accessibility: in search of a unified theory." Environment and Planning B: Planning and Design **36**: 191-194, DOI: 10.1068/b3602ed.
- Ben-Akiva, M. och S. R. Lerman (1979). Disaggregate travel and mobility choice models and measures of accessibility. i Behavioral Travel Modelling, D. A. o. S. Hensher, P. R. (red.). Andover, Hants: Croom Helm.
- Ben-Akiva, M. och S. R. Lerman (1985). Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand. Cambridge: MIT Press.
- Berglund, S. (2003). Litteraturöversikt om tillgänglighet. Inregia AB.
- Berglund, S., P. Almström och K. Brundell-Frej (2017). Ett generaliserat tillgänglighetsmått för persontransporter - Förslag till användning i måluppföljning. Stockholm: Trafikanalys, [wsp\\_ett-generaliserat-tillganglighetsmatt-for-persontransporter--forslag-till-anvandning-i-malupfoljning.pdf](https://trafa.se/wsp_ett-generaliserat-tillganglighetsmatt-for-persontransporter--forslag-till-anvandning-i-malupfoljning.pdf) (trafa.se).
- Berglund, S., P. Almström och U. Isberg (2018). Syntetisk befolkning med hushållsinformation - som markanvändningsdata i transportmodellerna. WSP.
- Beria, P., A. Bertolini och R. Grimaldi (2018). "Integration between Transport Models and Cost-Benefit Analysis to Support Decision-Making Practices: Two Applications in Northern Italy." Advances in Operations Research, DOI: 10.1155/2018/2806062.
- Bertolini, L. och C. Silva (2019). Bridging the Implementation Gap. 16 i Designing Accessibility Instruments. Lessons on their Usability for Integrated Land Use and Transport Planning Practices, 223-233, C. Silva, N. Pinto och L. Bertolini (red.). Routledge, <https://doi.org/10.4324/9781315463612-16>.
- Betz, M. J. (1961). An Analysis of Transportation Costs in the Sudan and an Approach to the Engineering Analysis for Transportation Planning in Developing Areas. Ph.D., Northwestern University.
- Bewley, R. och D. G. Fiebig (1988). "A flexible logistic growth model with applications in telecommunications." International Journal of forecasting **4**(2): 177-192, DOI: [https://doi.org/10.1016/0169-2070\(88\)90076-3](https://doi.org/10.1016/0169-2070(88)90076-3).

Bhat, C., S. Handy, K. Kockelman, H. Mahmassani, Q. Chen och L. Weston (2000). Accessibility Measures: Formulation Considerations and Current Applications, Research Report 4938-2. Austin, Texas: Center for Transportation Research. Bureau of Engineering Research. The University of Texas at Austin,  
[https://www.academia.edu/2655413/Accessibility\\_measures\\_formulation\\_considerations\\_and\\_current\\_applications?email\\_work\\_card=view-paper](https://www.academia.edu/2655413/Accessibility_measures_formulation_considerations_and_current_applications?email_work_card=view-paper).

Bhat, C., S. Handy, K. Kockelman, H. Mahmassani, A. Gopal, I. Srour och L. Weston (2002). DEVELOPMENT OF AN URBAN ACCESSIBILITY INDEX: FORMULATIONS, AGGREGATION, AND APPLICATION, FHWA/TX-02-4938-4. Austin, TX: T. D. o. Transportation.

Bhat, C. R. (2015). "A new generalized heterogeneous data model (GHDM) to jointly model mixed types of dependent variables." *Transportation Research Part B: Methodological* **79**: 50-77, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trb.2015.05.017>  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0191261515001198>.

Bhat, C. R. och F. S. Koppelman (1999). Activity-based modeling of travel demand. i *Handbook of transportation science*, 35-61. Springer.

Bhatt, D. och Minal (2022). "GIS and Gravity Model-Based Accessibility Measure for Delhi Metro." *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering* **46**(4): 3411-3428, DOI: 10.1007/s40996-021-00795-5 <https://doi.org/10.1007/s40996-021-00795-5>.

Billington, R. och R. N. Allan (1992). *Reliability evaluation of engineering systems: Concepts*. New York: Plenum Press.

Black, J. och M. Conroy (1977). "Accessibility measures and the social evaluation of urban structure." *Environment and Planning A* **9**: 1013-1031.

Bliss, R. L., J. N. Katz, E. A. Wright och E. Losina (2012). "Estimating proximity to care: are straight line and zipcode centroid distances acceptable proxy measures?" *Med Care* **50**(1): 99-106, DOI: 10.1097/MLR.0b013e31822944d1.

Blom Västberg, O., A. Karlström, D. Jonsson och M. Sundberg (2020). "A Dynamic Discrete Choice Activity-Based Travel Demand Model." *Transportation Science* **54**(1): 21-41, DOI: <https://doi.org/10.1287/trsc.2019.0898>.

Bocarejo, S. J. P. och H. D. R. Oviedo (2012). "Transport accessibility and social inequities: a tool for identification of mobility needs and evaluation of transport investments." *Journal of Transport Geography* **24**: 142-154.

Bohman, H. och D. Nilsson (2014). "The impact of regional commuter trains on property values: price segments and income." *Journal och Transport Geography* **56**: 102-109.

Bohman, H. och D. Nilsson (2021). "Borrowed sizes: A hedonic price approach to the value of network structure in public transport systems." *The Journal of Transport and Land Use* **14**(1): 87-103.

Bondemark, A., E. Johansson och F. Kopsch (2021). "Accessibility and uncertainty: An empirical analysis of option value in transport." *The Journal of Transport and Land Use* **14**(1): 463-477.

Boscoe, F. P., K. A. Henry och M. S. Zdeb (2012). "A Nationwide Comparison of Driving Distance Versus Straight-Line Distance to Hospitals." *The Professional Geographer* **64**(2): 188-196, DOI: 10.1080/00330124.2011.583586 <https://doi.org/10.1080/00330124.2011.583586>.

Brandt, B. F. och K. Sandberg. (2010). Accessibility Improvements, Property Values and Regional Growth in Sweden 2001-2006. The 50:th Congress of the European Regional Science Association, Jönköping

Breheny, M. J. (1978). "The measurement of spatial opportunity in strategic planning." *Regional Studies* **12**: 463-479.

Bruinsma, F. R. och P. Rietveld (1993). "Urban agglomerations in European infrastructure networks." *Urban Studies* **30**: 919-934.

Bruinsma, F. R. och P. Rietveld (1998). "The accessibility of European cities: theoretical framework and comparison of approaches." *Environment and Planning A* **30**: 499-521.

Brynjolfsson, E. och A. Collis (2019). "How Should We Measure the Digital Economy?" *Harvard Business Review* (November–December 2019), <https://hbr.org/2019/11/how-should-we-measure-the-digital-economy>.

Bröcker, J. (1989). "How to eliminate certain defects of the potential formula." *Environment and Planning* **21**(6): 817-830.

Budd, J. W. och K. A. Mumford (2006). "Family-friendly work practice in Britain: Availability and perceived accessibility." *Human Resource Management* **45**(1): 23-42.

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen,, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Bundesministerium für Familie, Senioren,, Frauen und Jugend, , Bundesministerium des Innern und für Heimat, Bundesinstitut für Bau, - Stadt,, und Raumforschung,, BKG, D-Statistik, Statistisches Bundesamt och Thüringen. (2024). "Deutschlandatlas." Nedladdad 2024-02-26, [https://www.deutschlandatlas.bund.de/DE/Service/Kartensuche/kartensuche\\_node.html?cms\\_filter=UnsereGesundheitsversorgung](https://www.deutschlandatlas.bund.de/DE/Service/Kartensuche/kartensuche_node.html?cms_filter=UnsereGesundheitsversorgung).

Burns, L. (1979). *Transportation, Temporal and Spatial Components of Accessibility*. Lexington, Ma.: Heath and Company.

Börjesson, M. (2019). Kan investeringar i transportinfrastruktur öka produktivitet och sysselsättning? S. Förlag, <https://snsse.cdn.triggerfish.cloud/uploads/2020/02/kan-investeringar-i-transportinfrastruktur-oka-produktivitet-och-sysselsattning.pdf>.

Börjesson, M., G. Isacson, M. Andersson och G. Anderstig (2019). "Agglomeration, productivity and the role of transport system improvements." *Economics of Transportation* **18**: 27-39.

Calvert, T., F. Crawford, G. Parkhurst och J.-. Parkin (2022). "Perceived accessibility of employment sites by jobseekers and the potential relevance of employer-subsidised demand responsive transport to enhance the commute." *Cities* **130**(103872), DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.103872>.

Cao, X., P. L. Mokhtarian och S. L. Handy (2009). "Examining the impacts of residential self-selection on travel behaviour: a focus on empirical findings." *Transport reviews* **29**(3): 359-395, DOI: <https://doi.org/10.1080/01441640802539195>.

Capoani, L. (2023). "Review of the gravity model: origins and critical analysis of its theoretical development." *SN Business & Economics* **3**(5): 95, DOI: 10.1007/s43546-023-00461-0 <https://doi.org/10.1007/s43546-023-00461-0>.

Carey, H. C. (1858–59). *Principles of Social Science*. Philadelphia: J. B. Lippincott and Co.

Carlino, G. A. och E. S. Mills (1987). "THE DETERMINANTS OF COUNTY GROWTH." *Journal of Regional Science* **27**(1): 39-54, DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.1987.tb01143.x> <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.1987.tb01143.x>.

Carrothers, G. A. P. (1956). "An Historical Review of the Gravity and Potential Concepts of Human Interaction." *Journal of the American Institute of Planners* **22**(2): 94-102, DOI: 10.1080/01944365608979229.

Cascetta, E., A. Carteni och M. Montanino (2012). *A new measure of accessibility based on perceived opportunities*. SIDT Scientific Seminar 2012, Procedia - Social and Behavioral Sciences.

Cattan, N. (1992). *Air and rail accessibilities and attractivities of European metropolis*. Selected Proceedings of the 6th World Conference on Transport Research, Lyon, LET Université Lumière Lyon.

Cavendish, H. (1771). An attempt to explain some of the principal phenomena of electricity by means of an elastic fluid. i *The Electrical Researches of the Honourable Henry Cavendish*, J. Clerk

- Maxwell (red.). London: Frank Cass & Co. Ltd., 1771, 1967 Edition,  
<https://archive.org/details/electricalresear00caveuoft/page/n73/mode/2up?view=theater>.
- Chen, A., H. K. Yang och W. H. Tang (2002). "Capacity reliability of a road network: an assessment methodology and numerical results." Transportation Research Part B: 225-252.
- Chen, X. och M.-P. Kwan (2012). "Choice set formation with multiple flexible activities under space-time constraints." International Journal of Geographical Information Science **26**(5): 941-961, DOI: <https://doi.org/10.1080/13658816.2011.624520>.
- 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.
- Chorus, C. G. (2012). "Logsums for utility-maximizers and regret-minimizers, and their relation with desirability and satisfaction." Transportation Research Part A: Policy and Practice **46**(7): 1003-1012, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2012.04.008>.
- Chorus, C. G. och G. C. De Jong (2011). "Modeling experienced accessibility for utility-maximizers and regret-minimizers." Journal of Transport Geography **19**(6): 1155-1162, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.02.009>.
- Chow, G. C. (1984). Econometrics. New York: McGraw-Hill.
- Christaller, W. (1933). Die zentralen Orte in Süddeutschland. Jena: Gustav Fischer.
- Christodoulou, A. och P. Christidis (2020). Measuring congestion in European cities: A focus on Brussels, Seville and Krakow, JRC118448. Luxemburg: Publications Office of the European Union, <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC118448>.
- Church, A., M. Frost och K. Sullivan (2000). "Transport and social exclusion in London." Transport policy **7**: 195-205.
- Clark, S. och D. Watling (2005). "Modelling network travel time reliability under stochastic demand." Transportation Research Part B **39**(2): 119-140, DOI: 10.1016/j.trb.2003.10.006  
[https://eprints.whiterose.ac.uk/24711/1/ITS240\\_Modelling\\_network\\_travel\\_time\\_uploadable.pdf](https://eprints.whiterose.ac.uk/24711/1/ITS240_Modelling_network_travel_time_uploadable.pdf).
- Cochrane, R. A. (1975). "A possible economic basis for the gravity model." Journal of Transport Economics and Policy **9**(1): 34-49.
- Cole, J. P. och C. A. M. King (1968). Quantitative Geography. Glasgow: John Wiley & Sons Ltd.
- Comber, A. J., C. Brunson och R. Radburn (2011). "A spatial analysis of variations in health access: linking geography, socio-economic status and access perceptions." International journal of health geographics **10**: 1-11, <https://link.springer.com/article/10.1186/1476-072X-10-44>.
- Coppola, P. och F. Silvestri (2017). Estimating and visualizing perceived accessibility to transportation and urban facilities. 45th European Transport Conference, Transportation Research Procedia.
- Coulomb, C.-A. (1785). "Premier Mémoire sur L'Electricité et le Magnétisme (First Memoir on Electricity and Magnetism)." Histoire de l'Académie [royale] des sciences avec les mémoires de mathématiques et de physique, partie "Mémoires": 569-577, Engelsk översättning av Louis L. Bucciarelli 2000 (reviderad av Christine Blondel och Bertrand Wolff, 2012).  
[http://www.ampere.cnrs.fr/i-corpuspic/tab/Sources/coulomb/Coulomb\\_EI\\_1785.pdf](http://www.ampere.cnrs.fr/i-corpuspic/tab/Sources/coulomb/Coulomb_EI_1785.pdf),  
[https://books.google.se/books?id=by5EAAAACAAJ&pg=PA569&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.se/books?id=by5EAAAACAAJ&pg=PA569&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false).
- Cullinane, S. och G. Stokes (1998). Rural Transport Policy: Pergamon Press.
- Curl, A. (2018). "The importance of understanding perceptions of accessibility when addressing transport equity: a case study in greater Nottingham, UK." Journal of Transport and Land Use **11**(1): 1147-1162, <https://core.ac.uk/download/pdf/224770514.pdf>.

- Curl, A., J. D. Nelson och J. Anable (2011). "Does accessibility planning address what matters? A review of current practice and practitioner perspectives." Research in Transportation Business & Management **2**: 3-11.
- Curl, A., J. D. Nelson och J. Anable (2015). "Same question, different answer: a comparison of GIS-based journey time accessibility with self-reported measures from the National Travel Survey in England." Computers, Environment and Urban Systems **49**: 86-97.
- Dalvi, M. Q. (1979). Behavioral Modelling, Accessibility, Mobility and Need: Concepts and Measurement. i Behavioral Travel Modelling, 639-653, D. A. o. S. Hensher, P. R. (red.). London: Croom Helm.
- Dalvi, M. Q. och K. M. Martin (1976). "The Measurement of Accessibility: Some Preliminary Results." Transportation **5**: 17-42.
- DATAR (1989). Les Villes "Européennes". Montpellier: RECLUS.
- Davidson, K. B. (1977). "Accessibility in transport/land-use modelling and assessment." Environment and planning A **9**(12): 1401-1416, DOI: <https://doi.org/10.1068/a0914>.
- de Boer, C. W. (2014). Travel Time Reliability and Quality Assessment of a Route Set through Route Aggregation. Master of Science, TU Delft.
- de Jong, G., A. Daly, M. Pieters och T. van der Hoorn (2007). "The logsum as an evaluation measure: Review of the literature and new results." Transportation Research Part A: Policy and Practice **41**(9): 874-889.
- de Jong, G., M. Pieters, A. Daly, I. Graafland, E. Kroes och C. Koopmans (2005). Using the Logsum as an Evaluation Measure: Literature and Case Study, WR-275-AVV Report prepared for AVV Transport Research Centre of the Dutch Ministry of Transport Public Works and Water Management. RAND Europe.
- De Vos, J., B. Derudder, V. Van Acker och F. Witlox (2012). "Reducing car use: changing attitudes or relocating? The influence of residential dissonance on travel behavior." Journal of Transport Geography **22**: 1-9, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.11.005>.
- de Vries, J. J., P. Nijkamp och P. Rietveld (2009). "Exponential or Power Distance-Decay for Commuting? An Alternative Specification." Environment and Planning A: Economy and Space **41**(2): 461-480, DOI: 10.1068/a39369 <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1068/a39369>.
- Delmi (2021). Miljonprogram, migranter och utsatthet för covid-19, Policy Brief 2021:2. Delegationen för migrationsstudier, <https://www.delmi.se/publikationer/policy-brief-2021-2-miljonprogram-migranter-och-utsatthet-far-covid-19/>.
- Department for Transport (UK) (2014a). Accessibility Statistics: Guidance. Department for Transport (UK), [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/372139/accessibility-statistics-guidance.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/372139/accessibility-statistics-guidance.pdf).
- Department for Transport (UK). (2014b, 2014-09-24). "Travel time, destination and origin indicators to key sites and services, by Lower Super Output Area (LSOA) (ACS05)." Nedladdad 2023-09-27, <https://www.gov.uk/government/statistical-data-sets/acs05-travel-time-destination-and-origin-indicators-to-key-sites-and-services-by-lower-super-output-area-lsoa#full-publication-update-history>.
- 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](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/940810/tag-a2-1-wider-economic-impacts-appraisal.pdf)
- Department for Transport (UK). (2021, 2021-11-05). "Journey time statistics." Nedladdad 2023-09-27, <https://www.gov.uk/government/collections/journey-time-statistics>.



- Department for Transport (UK). (2023, 2023-11-30). "Transport analysis guidance (TAG)." Nedladdad 2023-12-13, <https://www.gov.uk/guidance/transport-analysis-guidance-tag>.
- DETR (2000). Transport 2010. The background analysis. London: T. a. t. R. Department of the Environment.
- Dewulf, B., T. Neutens, D. Van Dyck, I. De Bourdeaudhuij och N. Van de Weghe (2012). "Correspondence between objective and perceived walking times to urban destinations: Influence of physical activity, neighbourhood walkability, and socio-demographics." *International journal of health geographics* **11**(1): 1-10, <https://ij-healthgeographics.biomedcentral.com/articles/10.1186/1476-072X-11-43>.
- DfT (2000). Guidance of the Methodology for Multi-Modal Studies. . London: Department for Transport (UK).
- Digitaliseringskommissionen (2016). För digitalisering i tiden - slutbetänkande av Digitaliseringskommissionen. SOU 2016:89. [https://www.regeringen.se/contentassets/f7d07b214e2c459eb5757cea206e6701/sou-2016\\_89\\_webb.pdf](https://www.regeringen.se/contentassets/f7d07b214e2c459eb5757cea206e6701/sou-2016_89_webb.pdf)
- Dijst, M., T. de Jong och J. R. van Eck (2002). "Opportunities for transport mode change: an exploration of a disaggregated approach." *Environment and Planning B: Planning and Design* **29**(3): 413-430, DOI: <https://doi.org/10.1068/b12811>.
- Dijst, M. och V. Vidakovic (1997). Individual action space in the city. i *Activity-based approaches to travel analysis*, 117-134, D. F. Ettema och H. Timmermans (red.). Pergamon.
- Docherty, I. och P. Mackie (2010). "Planning for Transport in the Wake of Stern and Eddington." *Regional Studies* **44**(8): 1085-1096, DOI: 10.1080/00343400902736550.
- Dodge, S. och J. D. Nelson (2023). "A framework for modern time geography: emphasizing diverse constraints on accessibility." *Journal of geographical systems* **25**: 357-375.
- Domencich, T. och D. McFadden (1975). *Urban travel demand: A behavioral analysis*. Amsterdam: North-Holland.
- Dong, X., M. E. Ben-Akiva, J. L. Bowman och J. L. Walker (2006). "Moving from trip-based to activity-based measures of accessibility." *Transportation Research Part A: General* **40**: 163-180.
- Eck, R. W. (1978). "Development of County Mobility Indices." *Traffic Quarterly* **32**: 471-487, <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015021808756&view=1up&seq=489>.
- Eddington, R. (2006). The Eddington Transport Study. Transport's role in sustaining the UK's productivity and competitiveness. U. Parliament, <https://webarchive.nationalarchives.gov.uk/ukgwa/+http://www.dft.gov.uk/162259/187604/206711/volume1>.
- Eklund, K. (1987). *Vår ekonomi*. Stockholm: Norstedts Akademiska Förlag.
- El-Geneidy, A. M. och D. M. Levinson (2006). Access to Destinations: Development of Accessibility Measures, 1. St. Paul: Minnesota Department of Transportation, <https://hdl.handle.net/11299/638>.
- Eliasson, J. (2022a) Beräkning av logsummer i Regionalanalys, 2022-05-05
- Eliasson, J. (2022b) Tillgänglighetsmått, 2022-02-16
- Ellegård, K. (2019). *Thinking time geography; concepts, methods and applications*. New York: Routledge.
- Eriksson, A. (2007). *Attityd till att fullfölja nuvarande studier: En applikation av "The Theory of Planned Behavior"*. Psykologi D D-uppsats, Högskolan Dalarna, <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:du-2875>.
- Erlander, S. (1980). Optimal Spatial Interaction and the Gravity Model, **173**.

- Erlandsson, U. (1970). Inrikesflyg och kommunikationsmöjligheter. Lund: L. universitet.
- Erlandsson, U. och C. Lindell (1993). Svenska regioners kontakt- och resmöjligheter i Europa 1992. Lund: L. universitet.
- Erlandsson, U. och C. Lindell (1996). Svenska regioners kontakt- och resmöjligheter i Europa, rapport nr 97. Lund.
- Ettema, D. (1996). Activity-based travel demand modeling. Phd, Technische Universiteit Eindhoven.
- Ettema, D. och R. Nieuwenhuis (2017). "Residential self-selection and travel behaviour: What are the effects of attitudes, reasons for location choice and the built environment?" Journal of Transport Geography **59**: 146-155, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.01.009>.
- Ettema, D. F. och H. J. P. Timmermans (1997). Theories and Models of Activity Patterns. i Activity-based approaches to travel analysis, 1-36. Kidlington/New York/Tokyo: Pergamin.
- EU-kommissionen. (2023). "EU Regional Competitiveness Index 2.0 - 2022 edition." Nedladdad 2023-05-05, [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/information-sources/maps/regional-competitiveness\\_en](https://ec.europa.eu/regional_policy/information-sources/maps/regional-competitiveness_en).
- European Commission (2008). Guide to Cost-benefit analysis of investment projects. Directorate General Regional Policy.
- Ewing, R. (1993). "Transportation service standards - as if people matter." Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board **1400**: 10-17, <https://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/trr/1993/1400/1400-002.pdf>.
- Farrington, J. (2007). "The new narrative of accessibility: Its potential contribution to discourses in (transport) geography." Journal of Transport Geography **15**(5): 319-330.
- Ferreira, A. och E. Papa (2020). "Re-enacting the mobility versus accessibility debate: Moving towards collaborative synergies among experts." Case Studies on Transport Policy **8**(3): 1002-1009, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2020.04.006>  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213624X1930094X>.
- FOI (2012). Tekniker för analys av data från webben. Stockholm, <https://www.foi.se/rapportsammanfattning?reportNo=FOI-R--3532--SE>.
- Fone, D. L., S. Christie och N. Lester (2006). "Comparison of perceived and modelled geographical access to accident and emergency departments: a cross-sectional analysis from the Caerphilly Health and Social Needs Study." International journal of health geographics **5**: 1-10, <https://link.springer.com/article/10.1186/1476-072X-5-16>.
- Forward, S. (2004). The prediction of travel behaviour using the Theory of Planned Behaviour. i Traffic and Transport Psychology. Proceedings of the ICTTP 2000, 481-490, T. Rothengatter och R. D. Huguenin (red.). Oxford, UK: Elsevier, [https://www.researchgate.net/publication/281510103\\_The\\_Prediction\\_of\\_Travel\\_Behaviour\\_Using\\_the\\_Theory\\_of\\_Planned\\_Behaviour](https://www.researchgate.net/publication/281510103_The_Prediction_of_Travel_Behaviour_Using_the_Theory_of_Planned_Behaviour).
- Fotheringham, A. S. (1982). "A new set of spatial-interaction models: the theory of competing destinations." Environment and Planning A **15**: 15-36.
- Friman, M. (2017, 2017-12-11). "Fyra frågor visar hur du upplever din tillgänglighet." Nedladdad 2024-01-23, <https://www.sams.kth.se/se/team/profiles/margareta-friman-fyra-fragor-visar-hur-du-upplever-din-tillganglighet-1.782778>.
- Friske, W. och S. Choi (2013). "Another Look at Retail Gravitation Theory: History, Analysis, and Future Considerations." ABD Journal **5**(1): 88-106, [https://www.ship.edu/academics/colleges/business/jbd/abd\\_publications/](https://www.ship.edu/academics/colleges/business/jbd/abd_publications/).



- 
- Fujita, M., P. Krugman och A. J. Venables (1999). The Spatial Economy. Cities, Regions, and International Trade. Cambridge, Massachusetts  
London, England: The MIT Press.
- Ganning, J. (2014). Accessibility-Based Transportation Planning: Literature and Applications for Shrinking Cities, NITC-SS-736. Portland, OR, <https://doi.org/10.15760/trec.32>
- Gao, J., T. Yamamoto och M. Helbich (2022). "The role of residential consonance and dissonance between couples in travel behaviour." Transportation Research Part D: Transport and Environment **104**(103196), DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103196>.
- Gebel, K., A. E. Bauman, T. Sugiyama och N. Owen (2011). "Mismatch between perceived and objectively assessed neighborhood walkability attributes: prospective relationships with walking and weight gain." Health & place **17**(2): 519-524, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2010.12.008>.
- Geurs, K. T. (2019). Accessibility and Transport Appraisal: Approaches and Limitations: Faculty of Engineering Technology, University of Twente.
- Geurs, K. T. och D. Halden (2015). Accessibility: theory and practice in the Netherlands and UK. i Handbook on Transport and Development, R. Hickman, M. Givoni, D. Bonilla och D. Banister (red.). Northampton, MA: Edward Elgar Publishing.
- Geurs, K. T. och J. Ritsema van Eck (2000). Effecten van een compacte verstedelingsvariant op mobiliteit, bereikbaarheid, emissies en geluid, RIVM report 71193 003. Bilthoven: RIVM National Institute for Public Health and the Environment.
- Geurs, K. T. och J. Ritsema van Eck (2001). Accessibility measures: review and applications, RIVM report 408505 006. Bilthoven, Nederlanderna: 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**: 127-140.
- Geurs, K. T., B. Zondag, G. de Jong och M. de Bok (2010). "Accessibility appraisal of land-use/transport policy strategies: More than just adding up travel time savings." Transportation Research Part D **15**: 382-393.
- Gil Solá, A. (2016). "Constructing work travel inequalities: The role of household gender contracts." Journal of Transport Geography **53**: 32-40, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.04.007>.
- Gim, T. H. T. (2011). "A comparison of the effects of objective and perceived land use on travel behavior." Growth and Change **42**(4): 571-600, DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1468-2257.2011.00568.x>.
- Gould, P. (1969). Spatial Diffusion. Washington DC: Association of American Geographers.
- Greene, D. L. och J.-T. Liu (1988). "Automotive fuel economy improvements and consumers' surplus." Transportation Research Part A: Policy and Practice **22**(3): 203-218.
- Guan, X. och D. Wang (2019). "Residential self-selection in the built environment-travel behavior connection: Whose self-selection?" Transportation Research Part D: Transport and Environment **67**: 16-32, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.10.015>.
- Gutiérrez, J., R. Conzález och G. Gómez (1996). "The European high-speed train network: predicted effects on accessibility patterns." Journal of Transport Geography **4**: 227-238.
- Gutiérrez, J. och P. Urbano (1996). "Accessibility in the European Union: the impact of the trans-European road network." Journal of Transport Geography **4**(1): 15-25, DOI: [https://doi.org/10.1016/0966-6923\(95\)00042-9](https://doi.org/10.1016/0966-6923(95)00042-9)  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0966692395000429>.

- Guy, C. M. (1983). "The assessment of access to local shopping opportunities: a comparison of accessibility measures." Environment and Planning B: Planning and Design **10**: 219-238.
- Hagget, P. (1965). Locational Analysis in Human Geography. London: Edward Arnold
- Hananel, R. och J. Berechman (2016). "Justice and transportation decision-making: The capabilities approach." Transport Policy **49**: 78-85, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.04.005>.
- Handy, S. (1993). "Regional Versus Local Accessibility: Implications for Nonwork Travel." Transportation Research Record **100**(UCTC No. 234): 58-66, <https://escholarship.org/content/qt2z79q67d/qt2z79q67d.pdf?t=mc2sq2>.
- Handy, S. (2020). "Is accessibility an idea whose time has finally come?" Transportation Research Part D: Transport and Environment **83**(102319), DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102319>.
- Handy, S. L. och D. A. Niemeier (1997). "Measuring accessibility: An exploration of issues and alternatives." Environment and Planning A **29**(7): 1175-1194.
- Hansen, W. G. (1959). "How Accessibility Shapes Land Use." Journal of the American Institute of Planners **25**(2): 73-76, DOI: 10.1080/01944365908978307.
- Hanson, S. (1995). Getting There: Urban Transportation in Context. i The Geography of Urban Transportation, 3-25, S. Hanson (red.). New York: Guilford.
- Hanson, S. och M. Schwab (1987). "Accessibility and Intraurban Travel." Environment and Planning A **19**: 735-748.
- Haugen, K. (2012). The accessibility paradox: Everyday geographies of proximity, distance and mobility. Umeå universitet.
- Head, K. och T. Mayer (2014). Chapter 3 - Gravity Equations: Workhorse, Toolkit, and Cookbook. i Handbook of International Economics, 131-195, G. Gopinath, E. Helpman och K. Rogoff (red.). Elsevier, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444543141000033>.
- Healey & Baker (1994). European Real Estate Monitor; Executive Summary. 29 St George Street, London W1R 9RE: Healey & Baker.
- HEATCO (2006). Proposal for Harmonised Guidelines, HEATCO Deliverable 5. Germany: IER.
- Hedegaard Sørensen, C., K. Isaksson, K. Oldbury, A. Paulsson, G. Smith och M. Rignell (2020). Kollektivtrafikmyndigheter och smart mobilitet. Nordiska erfarenheter och perspektiv på MaaS och autonoma bussar, K2 Outreach 2020:1. Lund: K2, [https://www.k2centrum.se/sites/default/files/fields/field\\_uppladdad\\_rapport/k2\\_outreach\\_2020\\_1.pdf](https://www.k2centrum.se/sites/default/files/fields/field_uppladdad_rapport/k2_outreach_2020_1.pdf).
- Hellervik, A. (2021). Networks of urban interaction - Growth and centrality in the complex geography of urban activity. Phd, Chalmers, [https://research.chalmers.se/publication/526238/file/526238\\_Fulltext.pdf](https://research.chalmers.se/publication/526238/file/526238_Fulltext.pdf).
- Hellervik, A., L. Nilsson och C. Andersson (2019). "Preferential centrality - a new measure unifying urban activity, attraction and accessibility." Environment and planning B: Urban Analytics and City Science **46**(7): 1331-1346, [https://research.chalmers.se/publication/512386/file/512386\\_Fulltext.pdf](https://research.chalmers.se/publication/512386/file/512386_Fulltext.pdf).
- Hellervik, A., L. Nilsson och C. Andersson (2021) Preferential centrality as a multi-regional model for spatial interaction and urban agglomeration,
- Hensher, D. och L. W. Johnson (1981). Applied Discrete-Choice Modelling. London: Routledge.
- Hilbers, H. D. och E. J. Verroen (1993). Measuring accessibility, a key factor for successful transport and land-use planning strategies. PTRC Summer Annual Meeting, 21st., University of Manchester, United Kingdom, <https://trid.trb.org/view/1169711>.

- 
- Hillier, B. och J. Hanson (1984). The Social Logic of Space. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hiselius, L. W. och P. Arnfalk (2021). "When the impossible becomes possible: COVID-19's impact on work and travel patterns in Swedish public agencies." European Transport Research Review **13**, <https://etr.springeropen.com/articles/10.1186/s12544-021-00471-9>.
- Ho, C. och C. Mulley (2015). "Intra-household interactions in transport research: a review." Transport Reviews **35**(1): 33-55, DOI: <https://doi.org/10.1080/01441647.2014.993745>.
- Hotelling, H. (1929). "Stability in Competition." The Economic Journal **39**(153): 41-57, <http://www.jstor.com/stable/2224214>.
- Hsu, C.-I. och Y.-P. Hsieh. (1997). Travel and Activity Choices Based on an Individual Accessibility Model. 36th Annual Meeting of the Western Regional Science Organization, Hawaii
- Hull, A., C. Silva och L. Bertolini, Eds. (2012). COST Action TU1002 – Accessibility Instruments for Planning Practice: COST Office. <https://www.accessibilityplanning.eu/accessibility-instruments/>.
- 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.
- Hägerstrand, T. (1970). What about people in regional science? Ninth European Congress of the Regional Science Association, Regional Science Association.
- Hägerstrand, T. (1989). Reflections on "what about people in regional science?". Papers of the Regional Science Association, Springer, <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01954291>.
- Höjer, M. (2002). "A Hundred Nodes in the Stockholm Region: A Simple Calculation of the Effects on Commuting." Environment and Planning B: Planning and Design **29**(2): 197-217, DOI: 10.1068/b2788 <https://doi.org/10.1068/b2788>.
- Immers, B., B. Egeter, M. Snelder och C. Tampere (2011). Reliability of Travel Times and Robustness of Transport Networks. i Handbook of Transportation Engineering, 3.1-3.29, M. Kutz (red.). New York: McGraw-Hill Education.
- Ingram, D. R. (1971). "The Concept of Accessibility: A search for an Operational Form." Regional Studies **5**: 101-107.
- Inregia AB (2003). Tillgänglighet och lokalisering. Analyser av inriktningalternativ och infrastrukturåtgärder med SAMLOK-modellen. Stockholm, [https://www.trafa.se/globalassets/sika/sika-rapport/sr\\_2002\\_4u12\\_2.pdf](https://www.trafa.se/globalassets/sika/sika-rapport/sr_2002_4u12_2.pdf).
- Isard, W. (1954). "Location Theory and Trade Theory: Short-Run Analysis." The Quarterly Journal of Economics **68**(2): 305-320, DOI: 10.2307/1884452 <http://www.jstor.org/stable/1884452>.
- Isard, W. (1956). Location and Space Economy. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Isard, W. (1960). Methods of Regional Analysis. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Jamei, E., M. Chan, H. W. Chau, E. Gaisie och K. Lättman (2022). "Perceived Accessibility and Key Influencing Factors in Transportation." Sustainability **14**(10806), DOI: <https://doi.org/10.3390/su141710806>.
- Janelle, D. G. (1969). "Spatial reorganization: A model and concept." Annals of the Association of American Geographers **59**: 348-364.
- Janke, J. (2021). "Re-visiting residential self-selection and dissonance: Does intra-household decision-making change the results?" Transportation Research Part A: Policy and Practice **148**: 379-401, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2021.03.018>.
- Jara-Díaz, S. R. och M. Farah (1988). "Valuation of users' benefits in transport systems." Transport Reviews **8**(3): 197-218.

Jehle, U., C. Coetzee, B. Büttner, E. Pajares och G. Wulffhorst (2022). "Connecting people and places: Analysis of perceived pedestrian accessibility to railway stations by Bavarian case studies." *Journal of Urban Mobility* **2**(100025), DOI: <https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2022.100025>.

Jenelius, E. (2010). *Large-Scale Road Network Vulnerability Analysis*. Ph.D., KTH, <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-24952>.

Jenelius, E. och O. Cats (2015). "The value of new public transport links for network robustness and redundancy." *Transportmetrica A: Transport Science* **11**(9): 819-835.

Jenelius, E. och L.-G. Mattsson (2015). "Road network vulnerability analysis: Conceptualisation, implementation and application." *Computers, Environment and Urban Systems* **49**: 136-147.

Johansson, B., E. Bergkvist och L. Westin (1996). Regional utveckling och högfartståg: Exemplet Botniabanan, KFB-Rapport 1996:10.

Jonsson, D., A. Karlström, M. F. Oshyani och P. Olsson (2014). "Reconciling user benefit and time-geography-based individual accessibility measures." *Environment and Planning B: Planning and Design* **41**(6): 1031-1043.

Jonsson, L., I. Bengtsson, F. Kopsch, P. Almström och P. Jörgensen (2017). Höghastighetståg och markvärden. Delrapport 3 i forskningsprojektet "Höghastighetståg: markvärden och finansiering". i *Finansieringsmetoder för transportinfrastruktur*. Lunds universitet och WSP, <https://docplayer.se/107880765-Hoghastighetstagg-och-markvarden.html>.

Joseph, A. E. och D. R. Phillips (1984). *Accessibility & Utilization. Geographical perspectives on health care delivery*. London: Harper & Row Ltd.

Jöreskog, K. G. (1969). "A general approach to confirmatory maximum likelihood factor analysis." *Psychometrika* **34**: 183-202.

Kaiser, E. J., E. W. Bulter, R. J. McAllister och R. W. Thibeault (1973). "Some Problems with Accessibility Standards: A Comparison of Household Preferences to Standards of Work, Shopping and School Trips." *Review of Regional Studies* **3**: 111-123, <https://rrs.scholasticahq.com/article/10536-some-problems-with-accessibility-standards-a-comparison-of-household-preferences-to-standards-for-work-shopping-and-school-trips>.

Kapatsila, B., M. S. Palacios, E. Grisé och A. El-Geneidy (2023). "Resolving the accessibility dilemma: Comparing cumulative and gravity-based measures of accessibility in eight Canadian cities." *Journal of Transport Geography* **107**: 103530, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2023.103530>  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966692323000029>.

Karlqvist, A. (1975). Some Theoretical Aspects of Accessibility Based Location Models. i *Dynamics Allocation of Urban Space*, 71-88, K. e. al. (red.). Lexington, Mass.: Lexington Books.

Karlström, A. (2005). A dynamic programming approach for the activity generation and scheduling problem. i *Progress in Activity-based Analysis*, 25-42, E. Timmermans (red.). Elsevier.

Kernohan, D. och L. Rognlien (2011). Wider Economic Impacts of Transport Investments in New Zealand, Report 448. New Zealand Transport Agency.

Kickhöfer, B. (2014). *Economic policy appraisal and heterogeneous users*. Doktor der Ingenieurwissenschaften, Der Technischen Universität Berlin.

Kim, C., D. Oh, J. Park och D. Kang (2023). *Consumer surplus estimation comparisons on a Korea highway network master plan*. The 12th International Workshop on Agent-based Mobility, Traffic and Transportation Models, Methodologies and Applications (ABMTRANS), Leuven, Belgium, Procedia Computer Science.

Kim, C., H. Rim, D. Oh och D. Kang (2022). "Estimating the benefits of Korea's intercity rail speed increase project: An agent based model approach." *Modelling* **3**: 94-104.

- 
- Kirby, H. R. (1970). "Normalising Factors of the Gravity Model - An Interpretation." Transportation Research **4**: 37-50.
- Knoop, V., M. Snelder, H. van Zuylen och S. Hoogendoorn (2012). "Link-level vulnerability indicators for real-world networks." Transportation Research Part A: Policy and Practice: 843-854.
- Knox, P. L. (1978). "The intraurban ecology of primary medical care: patterns of accessibility and their policy implications." Environment and Planning A **10**: 415-435.
- Koenig, J. G. (1978). Accessibility and individual behaviour: accessibility indicators as a determinant of trip rate and urban development. PTRC Summer Meeting,
- Koenig, J. G. (1980). "Indicators of Urban Accessibility: Theory and Application." Transportation **9**: 145-172.
- Kraan, M. (1996). Time to Travel? A Model for the Allocation of Time and Money: Universiteit Twente.
- Kroesen, M., S. Handy och C. Chorus (2017). "Do attitudes cause behavior or vice versa? An alternative conceptualization of the attitude-behavior relationship in travel behavior modeling." Transportation Research Part A: Policy and Practice **101**: 190-202, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.05.013>.
- Krugman, P. (1991). "Increasing returns to scale och economic geography." Journal of Political Economy **99**: 483-499.
- Kwan, M.-P. (1998). "Space-Time and Integral Measures of Individual Accessibility: A comparative analysis Using a Point-based Framework." Geographical Analysis **30**(3).
- Laatikainen, T., H. Tenkanen, M. Kyttä och T. Toivonen (2015). "Comparing conventional and PPGIS approaches in measuring equality of access to urban aquatic environments." Landscape and Urban Planning **144**: 22-33, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.08.004>.
- 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.
- Lavieri, P. S., Q. Dai och C. R. Bhat (2018). "Using virtual accessibility and physical accessibility as joint predictors of activity-travel behavior." Transportation Research Part A: Policy and Practice **118**: 527-544, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.08.042>  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965856417309023>.
- Lee, J. och H. J. Miller (2019). "Analyzing collective accessibility using average space-time prisms." Transportation Research Part D: Transport and Environment **69**: 250-264.
- Lenntorp, B. (1976). Paths in space-time environments: a time-geographic study of movement possibilities of individuals, Lund Studies in Geography B 44. Lund: Gleerups.
- Leonardi, G. (1978). "Optimum facility location by accessibility maximizing." Environment and Planning A **10**: 1287-1305.
- Leonardi, G. och R. Tadei (1984). "Random Utility Demand Models and Service Location." Regional Science and Urban Economics: 399-431.
- Levin, L. och A. Gil Solá (2021). Socialt hållbar transportplanering. Inspirationsbok med exempel från forskning och praktik: K2.
- Levine, J. (1998). "Rethinking Accessibility and Jobs-Housing Balance." Journal of the American Planning Association **64**(2): 133-149.
- Levine, J. (2019). Accessibility as the Foundation for Transport and Land-Use Planning Practice. 2 i Designing Accessibility Instruments: Lessons on Their Usability for Integrated Land Use and Transport Planning Practices, C. Silva, N. Pinto och L. Bertolini (red.). Routledge, <https://books.google.se/books?id=tVKWDwAAQBAJ&lpg=PT78&dq=%22Accessibility%20tools%20and%20their%20applications%22&lr&hl=sv&pg=PT42#v=onepage&q&f=false>.

- Lindström, J. (2022). Sveriges långa historia. Människor, makt och gudar under 14 000 år. Stockholm: Norstedts.
- Linneker, B. J. och N. A. Spence (1992). "Accessibility measures compared in an analysis of the impact of the M25 London Orbital Motorway on Britain." Environment and Planning A **24**: 1137-1154.
- Litman, T. (2016). Transport Affordability - Evaluation and Improvement Strategies. V. T. P. Institute, [https://www.researchgate.net/profile/Todd-Litman-2/publication/37183850\\_Transportation\\_Affordability\\_evaluation\\_and\\_improvement\\_strategies/links/57d6ade408ae601b39ac0736/Transportation-Affordability-evaluation-and-improvement-strategies.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Todd-Litman-2/publication/37183850_Transportation_Affordability_evaluation_and_improvement_strategies/links/57d6ade408ae601b39ac0736/Transportation-Affordability-evaluation-and-improvement-strategies.pdf).
- Liu, Q., Z. An, Y. Liu, W. Ying och P. Zhao (2021). "Smartphone-based services, perceived accessibility, and transport inequity during the COVID-19 pandemic: A cross-lagged panel study." Transport Research Part D **97**(102941), DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102941>.
- Livability. (2023). "Livability: Find your best place to live, work and play." Nedladdad 2023-12-05, <https://livability.com/>.
- Ljungberg, C. (2022). Därför har ni uppfattat begreppet mobilitet helt fel. Dagens industri, 2022-08-19, <https://www.di.se/nyheter/darfor-har-ni-uppfattat-begreppet-mobilitet-helt-fel/>
- Lomax, T. J. (1990). Estimating Transportation Corridor Mobility. i Transportation Research Record. Washington, D.C.: TRB, National Research Council, <https://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/trr/1990/1280/1280-009.pdf>.
- Lotfi, S. och M. J. Koohsari (2009). "Analyzing accessibility dimension of urban quality of life: Where urban designers face duality between subjective and objective reading of place." Social Indicators Research **94**: 417-435, <https://link.springer.com/article/10.1007/s11205-009-9438-5>.
- Lowry, I. S. (1964). A Model of Metropolis. Santa Monica, CA: RAND Corporation [https://www.rand.org/pubs/research\\_memoranda/RM4035.html](https://www.rand.org/pubs/research_memoranda/RM4035.html).
- Lucas, K. (2006). "Providing transport for social inclusion within a framework for environmental justice in the UK." Transportation Research Part A: Policy and Practice **40**(10): 801-809, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2005.12.005>.
- Lucas, K. (2012). "Transport and social exclusion: Where are we now?" Transport Policy **20**: 105-113, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.01.013>.
- Lucas, K. (2019). "A new evolution for transport-related social exclusion research?" Journal of Transport Geography **81**(102529), DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.102529>.
- Lucas, K., G. Mattioli, E. Verlinghieri och A. Guzman (2016). "Transport poverty and its adverse social consequences." Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Transport **169**(6): 353-365, <https://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/jtran.15.00073>.
- Lucas, K., B. van Wee och K. Maat (2016). "A method to evaluate equitable accessibility: combining ethical theories and accessibility-based approaches." Transportation **43**: 473-490, DOI: <https://doi.org/10.1007/s11116-015-9585-2>.
- Luce, D. R. (1959). Individual Choice Behavior. A Theoretical Analysis. Mineola, New York: Dover Publications, Inc., 1959, 2005 <https://books.google.se/books?id=ERQsKkPiKkC&printsec=frontcover&hl=sv#v=onepage&q&f=false>.
- Lundbäck, M. (2022). "Så påverkar skärmvanor barns hälsa." Medicinsk Vetenskap **2024-02-19**(nr 2), <https://nyheter.ki.se/sa-paverkar-skarmvanor-barns-halsa>.
- Lutter, H., T. Pütz och T. Spangenberg (1992). Accessibility and Peripherality of Community Regions: the role of road, Long-distance Railways and Airport Networks. , Report to the European Commission DG XVII. Bonn: B. f. L. u. Raumordnung.



- Lättman, K., M. Friman och L. E. Olsson (2016). "Perceived Accessibility of Public Transport as a Potential Indicator of Social Inclusion." *Social Inclusion* 4(3): 36-45, <https://www.cogitatio.press.com/socialinclusion/article/view/481/481>.
- Lättman, K., M. Friman och L. E. Olsson (2020). "Restricted car-use and perceived accessibility." *Transportation Research Part D* 78(102213), DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.102213>.
- Lättman, K., L. E. Olsson och M. Friman (2016). "Development and test of the Perceived Accessibility Scale (PAC) in public transport." *Journal of Transport Geography* 54: 257-263, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.06.015>.
- Lättman, K., L. E. Olsson och M. Friman (2018). "A new approach to accessibility - Examining perceived accessibility in contrast to objectively measured accessibility in daily travel." *Research in Transportation Economics* 69: 501-511, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0739885917302445>.
- Lättman, K., L. E. Olsson, M. Friman och S. Fujii (2019). "Perceived Accessibility, Satisfaction with Daily Travel, and Life Satisfaction among the Elderly." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16(22), DOI: 10.3390/ijerph16224498.
- Lättman, K., L. E. Olsson, M. Friman och S. Fujii (2021). "Correction: Lättman, K., et al. Perceived Accessibility, Satisfaction with Daily Travel, and Life Satisfaction among the Elderly. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2019, 16, 4498." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 18(8), DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18084047>.
- Lösch, A. (1940). *Die räumliche Ordnung der Wirtschaft*. Jena: Gustav Fischer.
- Ma, L. och J. Dill (2015). "Associations between the objective and perceived built environment and bicycling for transportation." *Journal of Transport & Health* 2(2): 248-255, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jth.2015.03.002>.
- Maat, K., H. Timmermans och H. Priemus (2007). Household car ownership in relation to residential and work locations. 5 i *Built environment and car travel*, 89-116. <http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/25210/1/13.pdf#page=96>.
- Macintyre, S., L. Macdonald och A. Ellaway (2008). "Lack of agreement between measured and self-reported distance from public green parks in Glasgow, Scotland." *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 5(1): 1-8, <https://ijbnpa.biomedcentral.com/articles/10.1186/1479-5868-5-26>.
- Mahmoudi, M., Y. Song, H. J. Miller och X. Zhou (2019). "Accessibility with time and resource constraints: Computing hyper-prisms for sustainable transportation planning." *Computers, Environment and Urban Systems* 73: 171-183, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2018.10.002>.
- Manaugh, K., M. G. Badami och A. M. El-Geneidy (2015). "Integrating social equity into urban transportation planning: A critical evaluation of equity objectives and measures in transportation plans in North America." *Transport Policy* 37: 167-176.
- Manski, C. F. (1973). *Structure of random utility models*. Ph.D. dissertation, Massachusetts Institute of Technology.
- Marshall, A. (1890). *Principles of Economics*. London: Macmillan <https://oll.libertyfund.org/title/marshall-principles-of-economics-8th-ed>.
- Martens, K. (2012). "Justice in transport as justice in accessibility: applying Walzer's 'Spheres of Justice' to the transport sector." *Transportation* 39: 1035-1053, DOI: <https://doi.org/10.1007/s11116-012-9388-7>.
- Martens, K. (2019). Why accessibility measurement is not merely an option, but an absolute necessity. 4 i *Designing Accessibility Instruments. Lessons on their Usability for Integrated Land Use and Transport Planning Practices*, C. Silva, N. Pinto och L. Bertolini (red.). Routledge, <https://books.google.se/books?id=tVKWDwAAQBAJ&lpg=PT78&dq=%22Accessibility%20tools%20>

[and%20their%20applications%22&lr&hl=sv&pg=PT78#v=onepage&q=%22Accessibility%20tools%20and%20their%20applications%22&f=false.](#)

Martens, K., A. Golub och G. Robinson (2012). "A justice-theoretic approach to the distribution of transportation benefits: Implications for transportation planning practice in the United States." Transportation Research Part A: Policy and Practice **46**(4): 684-695.

Martínez, L. M. och J. M. Viegas (2013). "A new approach to modelling distance-decay functions for accessibility assessment in transport studies." Journal of Transport Geography **26**: 87-96.

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.

Mattsson, L.-G. och J. W. Weibull (1981). "Competition and accessibility on a regional labour market." Regional Science and Urban Economics **11**(4): 471-497, DOI: [https://doi.org/10.1016/0166-0462\(81\)90033-8](https://doi.org/10.1016/0166-0462(81)90033-8)  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0166046281900338>.

McCormack, G. R., E. Cerin, E. Leslie, L. Du Toit och N. Owen (2008). "Objective versus perceived walking distances to destinations: correspondence and predictive validity." Environment and behavior **40**(3): 401-425, DOI: <https://doi.org/10.1177/00139165073005>.

McFadden, D. (1973). Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. Kapitel 4 i Frontiers in econometrics, 105-142, P. Zarembka (red.). New York: Academic Press.

McFadden, D. (1981). Econometric Models of Probabilistic Choice. i Structural analysis of discrete data with economic applications, 198-272, C. F. Manski och D. McFadden (red.). Cambridge, MA: MIT Press.

McFadden, D. (2001). Disaggregate behavioural travel demand's RUM side: a 30-year retrospective. i Travel Behaviour Research. The Leading Edge., 17-63, D. A. Hensher (red.). Amsterdam: Pergamon.

McKenzie, R. P. (1984). The Measurement of Accessibility to Employment, TSU 245 Monograph. Oxford: U. o. Oxford, <https://trid.trb.org/view/214952>.

Milakis, D., R. Cervero, B. van Wee och K. Maat (2015). "Do people consider an acceptable travel time? Evidence from Berkeley, CA." Journal of Transport Geography **44**: 76-86, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.03.008>.

Milakis, D. och B. van Wee (2018). "'For me it is always löike half an hour": exploring the acceptable travel time concept in the US and European contexts " Transport Policy **64**(113-122), DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.02.001>.

Miller, E. (2023). "The current state of activity-based travel deman modelling and som possib le next steps." Transport Reviews **43**(4): 565-570.

Miller, E. J. (2018). "Accessibility: measurement and application in transportation planning." Transport Reviews **38**(5): 551-555, DOI: 10.1080/01441647.2018.1492778.

Miller, H. J. (1991). "Modeling accessibility using space - time prism concepts within geographical information systems." Intenalitional Journal of Geographical Information Systems **5**: 287-301.

Miller, H. J. (1999). "Measuring Space–Time Accessibility Benefits within Transportation Networks: Basic Theory and Computational Procedures." Geographical Analysis **31**(2): 187-212.

Miller, J. H. (2007). "Place-Based versus People-Based Geographical Information Science." Geography Compass **1**(3): 503-535.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2014). De SVIR bereikbaarheidsindicator.

Morris, J. M., P. L. Dumble och M. R. Wigna (1979). "Accessibility Indicators for Transport Planning." Transportation Research A **13A**: 91-109.



- Myndigheten för delaktighet. (2022, 2022-12-21). "Mål och inriktning funktionshinderspolitiken." Nedladdad 2024-01-29, <https://www.mfd.se/kunskap/funktionshinderspolitiken/mal-och-inriktning/>.
- Myndigheten för kulturanalys (2019). Tillgångtill kulturutbud i landets kommuner, Kulturfakta 2019:3. M. f. kulturanalys.
- Naess, P. (2009). "Residential self-selection and appropriate control variables in land use: travel studies." *Transport Reviews* **29**(3): 293-342, DOI: <https://doi.org/10.1080/01441640802710812>.
- Naqavi, F. (2024). *Transport, Mobility, and Workplace Location: Models and Applications*. Doctoral Thesis in Transport Science, KTH Royal Institute of Technology.
- Naturvårdsverket. (2023). "Bostäder i kollektivtrafikhärlägen - Sveriges miljömål." Nedladdad 2023-12-12, <https://www.sverigemiljomal.se/miljomalen/god-bebyggd-miljo/bostader-i-kollektivtrafikhara-lagen/>.
- Neuburger, H. (1971). "User Benefit in the Evaluation of Transport and Land Use Plans." *Journal och Transport Economics and Policy* **5**(1): 52-75.
- Neumeier, S. (2014). "Modellering der Erreichbarkeit von Supermärkten och Discountern - Thünen Working Paper 16." [https://literatur.thuenen.de/digbib\\_extern/bitv/dn053577.pdf](https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/bitv/dn053577.pdf).
- Newton, I. (1687). *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica (The Mathematical Principles of Natural Philosophy)*[https://en.wikisource.org/wiki/The\\_Mathematical\\_Principles\\_of\\_Natural\\_Philosophy](https://en.wikisource.org/wiki/The_Mathematical_Principles_of_Natural_Philosophy).
- Nielsen, M. M. och P. Hennerdal (2014). "MAUPing Workplace Clusters." *Growth And Change - A Journal of Urban and Regional Policy* **45**(2): 211-221, DOI: <https://doi.org/10.1111/grow.12044>.
- Nielsen, M. M. och P. Hennerdal (2017). "Changes in the residential segregation of immigrants in Sweden from 1990 to 2012: Using a multi-scalar segregation measure that accounts for the modifiable areal unit problem." *Applied Geography* **87**: 73-84, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.08.004>.
- Niemeier, D. A. (1997). "Accessibility: an evaluation using consumer welfare." *Transportation* **24**: 377-396.
- Nijkamp, P. och A. Reggiani (1992). *Interaction, Evolution and Chaos in Space*. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag.
- Nussbaum, M. C. (2001). "Symposium on Amartya Sen's philosophy: 5 Adaptive preferences and women's options." *Economics & Philosophy* **17**: 67-88, DOI: <https://doi.org/10.1017/S0266267101000153>.
- O'Kelly, M. E. (2015). Spatial Interaction. i *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (Second Edition)*, 152-156, J. D. Wright (red.). Oxford: Elsevier, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080970868720629>.
- OECD/ITF (2008). The Wider Economic Benefits of Transport: Macro-, Meso and Micro Transport Planning and Investment Tools, JTRC Discussion Paper 2008-6.
- Olsson, G. (1965). *Distance and Human Interaction: A Review and Bibliography*: Regional Science Research Institute, Philadelphia<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-30018>.
- Openshaw, S. (1983). *The Modifiable Areal Unit Problem*. Norwich: Geo Books<https://alexsingleton.files.wordpress.com/2014/09/38-maup-openshaw.pdf>.
- Ortuzar, J. och L. Willumson (2011). *Modelling Transport*. New York, NY: Wiley.
- Owen, W. (1964). *Strategy for Mobility*. Washington, D.C.: The Brookings Institution.
- Páez, A. (2009). "Spatial analysis of economic systems and land use change." *Papers in Regional Science* **88**: 251-258, DOI: 10.1111/j.1435-5957.2009.00246.x.

- 
- Páez, A., D. M. Scott och C. Morency (2012). "Measuring accessibility: positive and normative implementations of various accessibility indicators." *Journal of Transport Geography* **25**: 141-153.
- Patterson, Z. och S. Farber (2015). "Potential path areas and activity spaces in application: A review." *Transport Reviews* **35**(6): 679-700, DOI: <https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1042944>.
- Pereira, R. H. M., T. Schwanen och D. Banister (2017). "Distributive justice and equity in transportation." *Transport Reviews* **37**(2): 170-191, DOI: 10.1080/01441647.2016.1257660 <https://doi.org/10.1080/01441647.2016.1257660>.
- Pirie, G. H. (1979). "Measuring Accessibility: A Review and Proposal." *Environment and Planning A* **11**: 299-312.
- Polenske, K. R. (1997). Current Uses of the RAS Technique: A Critical Review. i *Prices, Growth and Cycles: Essays in Honour of András Bródy*, 58-88, A. Simonovits och A. E. Steenge (red.). London: Palgrave Macmillan UK, [https://doi.org/10.1007/978-1-349-25275-6\\_4](https://doi.org/10.1007/978-1-349-25275-6_4).
- Polus, A. och A. B. Tomecki (1986). A Level-of-Service Framework for Evaluating Transportation System Management Alternatives. i *Transportation Research Record*. Washington, D.C.: TRB, National Research Council, <https://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/trr/1986/1081/1081-007.pdf>.
- Pooler, J. (1987). "Measuring geographical accessibility: a review of current approaches and problems in the use of population potentials." *Geoforum* **18**(3): 269-289, DOI: 10.1016/0016-7185(87)90012-1.
- Pooler, J. (1995). "The use of spatial separation in the measurement of transportation accessibility." *Transportation Research Part A: General* **29A**(6): 421-427.
- Pot, F. J., S. Koster och T. Tillema (2023). "Perceived accessibility and residential self-selection in the Netherlands." *Journal of Transport Geography* **108**(103555), DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2023.103555>.
- Pot, F. J., B. van Wee och T. Tillema (2021). "Perceived accessibility: what it is and why it differs from calculated accessibility measures based on spatial data." *Journal of Transport Geography* **94**(103090), DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103090>.
- Pratiwi, A. R., S. Zhao och X. Mi (2015). "Quantifying the relationship between visitor satisfaction and perceived accessibility to pedestrian spaces on festival days." *Frontiers of Architectural Research* **4**: 285-295.
- Preston, J. och F. Raje (2007). "Accessibility, mobility and transport-related social exclusion." *Journal of transport geography* **15**(3): 151-160.
- Priya Uteng, T. (2021). Gender gaps in urban mobility and transport planning. i *Advances in transport policy and planning*, 33-69. Elsevier.
- Psykologiguiden (2008). Uppslagsord: Konstrukt: Natur & Kultur, <https://www.psykologiguiden.se/psykologilexikon/?Lookup=konstrukt>.
- PTS (2023). Uppföljning av regeringens bredbandsstrategi 2023. <https://www.pts.se/sv/dokument/rapporter/internet/2023/uppfoljning-av-regeringens-bredbandsstrategi-2023-pts-er-202323/>.
- Qin, J. och L. Liao (2022). "Space-time prism in multimodal supernetwork - part 2: Application for analyses." *Communications in transport research* **2**.
- Ramböll (2017). Systemanalys E12 Atlantica Transport, Uppdragsnummer 1320023784. Kvarkenrådet.
- Ravenstein, E. G. (1885). "The Laws of Migration." *Journal of the Statistical Society of London* **48**(2): 167-235, DOI: 10.2307/2979181 <http://www.jstor.org/stable/2979181>.
- Redmond, L. S. och S. Mokhtarian (2001). "The positive utility of the commute: modeling ideal commute time and relative desired commute amount." *Transportation* **28**: 179-205.

- Regeringen (2009). Mål för framtidens resor och transporter. Näringsdepartementet. Prop. 2008/09:93.
- Regeringen (2017). Nationellt mål och inriktning för funktionshinderspolitiken. Socialdepartementet. Prop. 2016/17:188. <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/proposition/2017/05/prop.-201617188>
- Regeringen (2021). Strategi för systematisk uppföljning av funktionshinderspolitiken under 2021–2031. Socialdepartementet. <https://www.regeringen.se/informationsmaterial/2021/09/informationsmaterial-strategi-for-systematisk-uppfoljning-av-funktionshinderspolitiken-under-20212031/>
- Region Skåne (2020). Hur många kan potentiellt jobba på distans? <https://utveckling.skane.se/publikationer/regional-utveckling/skaneanalysen-hur-manga-kan-potentiellt-jobba-pa-distans/>.
- Regionplane- och trafikkontoret (2002). Att mäta tillgänglighet med logsommor, Arbetspromemoria Nr 1 Januari 2002. Stockholm: Region- och trafikplanekontoret Stockholm.
- Reilly, W. J. (1929). "Method for the Study of Retail Relationships." University of Texas Bull. **No. 2944.**
- Reilly, W. J. (1931). The law of retail gravitation. New York [https://hdl.handle.net/2027/uc1.\\$b50138](https://hdl.handle.net/2027/uc1.$b50138).
- Reno (1988). Personal Mobility in the United States. i Special Report 220: A Look Ahead - Year 2020, 369-393. Washington, DC.: TRB, National Research Council.
- Rietveld, P. och F. R. Bruinsma (1998). Is Transport Infrastructure Effective? Transport Infrastructure and Accessibility: Impacts of the Space Economy. Berlin: Springer Verlag.
- Robson, E. (2014). Consumer benefit model for developing public transport networks. 32nd Conference of Australian Institutes of Transport Research (CAITR), Sydney, New South Wales, Australia
- Rokicki, B. och M. Stępnik (2018). "Major transport infrastructure investment and regional economic development - An accessibility-based approach." Journal of Transport Geography **72**: 36-49.
- Rust, J. (1987). "Optimal replacement of gmc bus engines: an empirical model of Harols Zurcher." Econometrica: **55**(5): 999-1033, DOI: <https://doi.org/10.2307/1911259>.
- Ryan, J. och K. Martens (2023). "Defining and Implementing a Sufficient Level of Accessibility: What's Stopping Us?" Transportation Research Part A: Policy and Practice **175**(103792), DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2023.103792>.
- Ryan, J. och R. H. M. Pereira (2021). "What are we missing when we measure accessibility? Comparing calculated and self-reported accounts among older people." Journal och Transport Geography **93**(103086), DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103086>.
- Ryan, J., R. H. M. Pereira och M. Andersson (2023). "Accessibility and space-time differences in when and how different groups (choose to) travel." Journal och Transport Geography **111**.
- Ryan, M., T. G. Lin, J. C. Xia och T. Robinson (2016). "Comparison of perceived and measured accessibility between different age groups and travel modes at Greenwood Station, Perth, Australia." European Journal of Transport and Infrastructure Research **16**(2): 406-423.
- Saif, M. A., M. M. Zefreh och A. Torok (2019). "Public transport accessibility: A literature review." Periodica Polytechnica Transportation Engineering **47**(1): 36-43, DOI: <https://doi.org/10.3311/PPtr.12072>.
- Salomon, I. (1986). "Telecommunications and travel relationships: a review." Transportation Research Part A: General **20**(3): 223-238, DOI: [https://doi.org/10.1016/0191-2607\(86\)90096-8](https://doi.org/10.1016/0191-2607(86)90096-8) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0191260786900968>.

- Salon, D. och S. Gulyani (2010). "Mobility, Poverty, and Gender: Travel 'Choices' of Slum Residents in Nairobi, Kenya." *Transport Reviews* 30(5): 641-657, DOI: <https://doi.org/10.1080/01441640903298998>.
- Sandberg, K. (2004). *Hedonic Prices, Economic Growth and Spatial Dependence*. Ph.D., Umeå universitet, <https://umu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A142903&dsid=380>.
- SCB (2017). "Barn motionerar trots mycket skärmtid." <https://www.scb.se/hitta-statistik/artiklar/2017/Barn-motionerar-trots-mycket-skarmtid/>.
- SCB (2022a). En fråga om tid (TID2021). En studie av tidsanvändningen bland kvinnor och män 2021. Örebro: Statistiska Centralbyrån (SCB) Avdelningen för social statistik och analys, [https://www.scb.se/contentassets/4e98132b0b784a01b6e4762e909a6fa2/le0103\\_2021a01\\_br\\_lebr\\_2202.pdf](https://www.scb.se/contentassets/4e98132b0b784a01b6e4762e909a6fa2/le0103_2021a01_br_lebr_2202.pdf).
- SCB (2022b). Sveriges befolkning på rutor.
- SCB. (2023, 2023-12-01). "Mål 11 – Hållbara städer och samhällen." <https://www.scb.se/hitta-statistik/temaomraden/agenda-2030/mal-11/#140455>.
- SCB. (2024). "Funktionella regioner och kommungrupper." Nedladdad 2024-02-06, <https://www.scb.se/hitta-statistik/regional-statistik-och-kartor/regionala-indelningar/funktionella-regioner-och-kommungrupper/>.
- Scheiner, J. (2014). "Residential self-selection in travel behavior: Towards an integration into mobility biographies." *Journal of Transport and Land Use* 7(3): 15-29, <https://www.jstor.org/stable/26202690>.
- Schwanen, T. (2008). "Struggling with time: Investigating coupling constraints." *Transport reviews* 28(3).
- Schwanen, T., K. Lucas, N. Akyelken, D. Cisterna Solsona, J.-A. Carrasco och T. Neutens (2015). "Rethinking the links between social exclusion and transport disadvantage through the lens of social capital." *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 74: 123-135, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.02.012>.
- Schwanen, T. och P. L. Mokhtarian (2004). "The extent and determinants of dissonance between actual and preferred residential neighborhood type." *Environment and planning B: Planning and Design* 31(5): 759-784, DOI: <https://doi.org/10.1068/b3039>.
- Sherman, L., B. Barber och W. Kondo (1974). "Method for Evaluating Metropolitan Accessibility." *Highway Research Record* 499: 70-82.
- SIKA (2007). Digitala klyftor - Insatser för att överbrygga dessa, SIKA Rapport 2007:6. Östersund: SIKA, [https://www.trafa.se/globalassets/sika/sika-rapport/sr\\_2007\\_6.pdf](https://www.trafa.se/globalassets/sika/sika-rapport/sr_2007_6.pdf).
- SIKA (2008). Förslag till ny transportpolitisk målstruktur Del 2 Förslag till reviderade mål, Rapport 2008:3.
- SIKA och R. Pyddoke (2003). Infrastrukturens regionala utvecklings- och lokaliseringseffekter. Samlok – en ny modell för beräkning av en del av infrastrukturens lokaliseringseffekter. S. I. f. KommunikationsAnalys, [https://www.trafa.se/globalassets/sika/sika-pm/pm\\_20031008.pdf](https://www.trafa.se/globalassets/sika/sika-pm/pm_20031008.pdf).
- Silva, C., L. Bertolini, M. te Brömmelstroet, D. Milakis och E. Papa (2017). "Accessibility instruments in planning practice: Bridging the implementation gap." *Transport Policy* 53: 135-145, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.09.006> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967070X16306151>.
- Silva, C., N. Pinto och L. Bertolini (2019). *Designing Accessibility Instruments. Lessons on their Usability for Integrated Land Use and Transport Planning Practices*: Routledge [https://books.google.se/books?hl=sv&lr=&id=tVKWDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT78&dq=%22Accessibility+tools+and+their+applications%22&ots=K6KpFkLLAm&sig=r8eD5d6-CLr8w1cfOPdRaDEZPWw&redir\\_esc=y#v=onepage&q=%22Accessibility%20tools%20and%20their%20applications%22&f=false](https://books.google.se/books?hl=sv&lr=&id=tVKWDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT78&dq=%22Accessibility+tools+and+their+applications%22&ots=K6KpFkLLAm&sig=r8eD5d6-CLr8w1cfOPdRaDEZPWw&redir_esc=y#v=onepage&q=%22Accessibility%20tools%20and%20their%20applications%22&f=false).

- SIS (2019). Universell utformning – Tillgänglighet genom universell utformning inom produkter, varor och tjänster – Utvidgar spektrumet användare. Stockholm, **SS-EN 17161:2019**, <https://www.sis.se/produkter/terminologi-och-dokumentation/allmanna-regler/ss-en-1716120192/>.
- Small, K. (1982). "The scheduling of consumer activities: work trips." *The American Economic Review* **72**(3): 467-479.
- Small, K. (1992). *Urban Transportation Economics*. Toronto, Ontario: University of Toronto Press.
- Small, K. A. och H. S. Rosen (1981). "Applied welfare economics with discrete choice models." *Econometrica* **49**: 105-130.
- Smith, A. (1776). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*.
- Snelder, M., S. Calvert och M. Minderhoud (2014). *Robuust Mobiliteitsysteem*. Delft: TNO.
- Snelder, M., H. van Zuylen och L. Immers (2012). "A framework for robustness analysis of road networks for short term variations in supply." *Transportation Research Part A: Policy and Practice*: 828-842.
- Social Exclusion Unit (2003). Making the Connections: Final Report on Transport and Social Exclusion. Office of the Deputy Prime Minister. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_emp/---emp\\_policy/---invest/documents/publication/wcms\\_asist\\_8210.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_policy/---invest/documents/publication/wcms_asist_8210.pdf)
- Socialstyrelsen (2018). Tillgänglighet i hälso- och sjukvården. Socialstyrelsen.
- Song, S. (1996). "Some Tests of Alternative Accessibility Measures: A Population Density Approach." *Land Economics* **72**(4): 474-482.
- Spacescape. (2024). "Nätanalyser." Nedladdad 2024-02-14, <https://www.spacescape.se/teori/sa-mater-vi-stad/natanalyser/>.
- Spiekermann, K. och M. Wegener (1996). "Trans-European networks and unequal accessibility in Europe." *European Journal of Regional Development* **4**: 35-42.
- Standen, C., S. Greaves, A. T. Collins, M. Crane och C. Rissel (2019). "The value of slow travel: Economic appraisal of cycling projects using the logsum measure of consumer surplus." *Transportation Research Part A: General* **123**: 255-268.
- Stanley, J. och D. Vella-Broderick (2009). "The usefulness of social exclusion to inform social policy in transport." *Transport Policy* **16**(3): 90-96.
- Statistics Netherland (CBS), PBL Netherlans Environmental Assessment Agency, RIVM National Institute for Public Health and the Environment och Wageningen University and Research. (2014, 2014-06-07). "Accessibility indicator: travel speed, 2004-2009 (indicator 2138, version 01)." <https://www.clo.nl/en/indicators/en213801-accessibility-indicator-travel-speed>.
- Statskontoret (2014). Det kommunala utjämningsystemet - en beskrivning av systemet från 2014, Rapport 2014:2.
- Stewart, J. Q. (1947). "Empirical Mathematical Rules concerning the Distribution and Equilibrium of Population." *Geographical Review* **37**(3): 461-485.
- Stewart, J. Q. (1948). "Demographic Gravitation: Evidence and Application." *Sociometry* **11**(1-2): 31-58.
- Sveriges Allmännyttan. (2023). "Om mobilitet." Nedladdad 2023-12-05, <https://www.sverigesallmannytta.se/mobilitet/om-mobilitet/>.
- Sveriges Kommuner och Regioner (SKR). (2023, 2023-09-19). "Kommungruppsindelning." Nedladdad 2024-02-06, <https://skr.se/tjanster/kommunerlandsting/faktakommunerochlandsting/kommungruppsindelning.2051.html>.

Sweet, R. J. (1997). "An aggregate measure of travel utility." Transportation Research Part B **31**(5): 403-416.

te Brömmelstroet, M., C. Silva och L. Bertolini, Eds. (2014). COST Action TU1002 – Assessing Usability of Accessibility Instruments: COST Office.  
<https://www.accessibilityplanning.eu/accessibility-instruments/>.

Thill, J. C. och J. L. Horowitz (1997). "Travel time constraints in destination choice sets." Geographical analysis **29**: 108-123.

Thurstone, L. L. (1927). "A law of comparative judgment." Psychological Review **101**(2): 266-270, 1927, 1994, DOI: 10.1037/0033-295X.101.2.266.

Tillväxtanalys (2021). Produktivitetstillväxt och dess drivkrafter - Sverige ur ett internationellt perspektiv, Rapport 2021:09. Östersund: Tillväxtanalys,  
[https://www.tillvaxtanalys.se/download/18.4361092d17d3a4157cb3c56c/1639138872032/Rapport\\_2021\\_09\\_Produktivitetstillv%C3%A4xt\\_och\\_dess\\_drivkrafter.pdf](https://www.tillvaxtanalys.se/download/18.4361092d17d3a4157cb3c56c/1639138872032/Rapport_2021_09_Produktivitetstillv%C3%A4xt_och_dess_drivkrafter.pdf).

Tillväxtverket (2019). Underlag: Tillgänglighetsberäkningar i PIPOS.

Tillväxtverket (2022). PIPO Servicedatabas. <https://pipos.se/>, <https://pipos.se/>.

Tillväxtverket. (2023a). "Regionalanalys." Nedladdad 2023-12-13, <https://pipos.se/vara-tjanster/regionalanalys>.

Tillväxtverket (2023b). Tillstånd och trender för regional tillväxt 2022, Rapport 0439.

Tillväxtverket. (2024a). "FA-regioner." Nedladdad 2024-02-06,  
<https://tillvaxtverket.se/tillvaxtverket/statistikochanalys/statistikomregionalutveckling/regionalaindelningar/faregioner.1799.html>.

Tillväxtverket. (2024b). "Städer och landsbygder." Nedladdad 2024-01-09,  
<https://tillvaxtverket.se/tillvaxtverket/statistikochanalys/statistikomregionalutveckling/regionalaindelningar/staderochlandsbygder.1844.html>.

Tinbergen, J. (1962). Appendix VI: An Analysis of World Trade Flows. i Shaping the World Economy: Suggestions for an International Economic Policy, 262-293. New York: Twentieth Century Fund.

Tobler, W. R. (1970). "A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region." Economic Geography **46**: 234-240.

TomTom. (2023). "Sweden traffic." Nedladdad 2024-02-26, <https://www.tomtom.com/traffic-index/sweden-country-traffic/>.

Tornberg, P. och I.-M. Eriksson (2012). Stadsstruktur och transportrelaterad klimatpåverkan. En kunskapsöversikt, TRITA-SoM 2012-08. Stockholm: KTH,  
<https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-93493>.

Trafikanalys (2011). Internationell ekonomi, handel och svenska godstransporter, PM 2011:3. Stockholm: Trafikanalys, [https://www.trafa.se/globalassets/pm/2011-2015/2011/internationell\\_ekonomi\\_handel\\_och\\_svenska\\_godstransporter.pdf](https://www.trafa.se/globalassets/pm/2011-2015/2011/internationell_ekonomi_handel_och_svenska_godstransporter.pdf).

Trafikanalys (2012). ABC i CBA - Välfärdsekonomin grunder och användning av CBA inom transportsektorn, PM 2012:9. Stockholm: Trafikanalys, Trafikanalys.

Trafikanalys (2013a). Indikatorer för en transportpolitisk måluppföljning - hur tillgänglighet påverkar konkurrens- och utvecklingskraft, Rapport 2013:2. Trafikanalys,  
[https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/2010-2015/2013/rapport\\_2013\\_2\\_indikatorer\\_foer\\_en\\_transportpolitisk\\_maalupfoeljning.pdf](https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/2010-2015/2013/rapport_2013_2_indikatorer_foer_en_transportpolitisk_maalupfoeljning.pdf).



Trafikanalys (2013b). Metoder för geografiska tillgänglighetsanalyser i transportsystemet, PM 2013:2. Stockholm: Trafikanalys, [https://www.trafa.se/globalassets/pm/2011-2015/2013/pm\\_2013\\_2\\_metoder\\_foer\\_geografiska\\_tillgaenglighetsanalyser\\_i\\_transportsystemet.pdf](https://www.trafa.se/globalassets/pm/2011-2015/2013/pm_2013_2_metoder_foer_geografiska_tillgaenglighetsanalyser_i_transportsystemet.pdf).

Trafikanalys (2016). 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](http://trafa.se/globalassets/pm/pm-2016_9-tillganglighet-till-terminaler-i-vastra-gotaland-en-pilotstudie.pdf).

Trafikanalys (2018). Perspektiv på resor och möjligheter att resa, Rapport 2018:17. Stockholm: Trafikanalys, [https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/2018/rapport-2018\\_17-perspektiv-pa-resor-och-mojligheter-att-resa.pdf](https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/2018/rapport-2018_17-perspektiv-pa-resor-och-mojligheter-att-resa.pdf).

Trafikanalys (2019). Kollektivtrafik för alla - nya mått och metoder för nationell måluppföljning, PM 2019:8. Stockholm: Trafikanalys, [https://www.trafa.se/globalassets/pm/2019/pm-2019\\_8-kollektivtrafik-for-alla.pdf](https://www.trafa.se/globalassets/pm/2019/pm-2019_8-kollektivtrafik-for-alla.pdf).

Trafikanalys (2020a). Förvarvsarbetandes tillgång till kollektiv, bilinnehav och reskostnader, PM 2020:4. Stockholm: Trafikanalys, [https://www.trafa.se/globalassets/pm/2020/pm-2020\\_4-forvarvsarbetandes-tillgang-till-kollektivtrafik-bilinnehav-och-reskostnader.pdf](https://www.trafa.se/globalassets/pm/2020/pm-2020_4-forvarvsarbetandes-tillgang-till-kollektivtrafik-bilinnehav-och-reskostnader.pdf).

Trafikanalys (2020b). Resmönster under coronapandemins första halvår. Stockholm, <https://www.trafa.se/kommunikationsvanor/resmonster-under-coronapandemins-forsta-halvar-11832/>.

Trafikanalys (2020c). Skattelättnad för arbetsresor - analys av frågor i betänkande SOU 2019/36, Rapport 2020:8. Stockholm: Trafikanalys, [https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/2020/rapport-2020\\_8-skattelattnad-for-arbetsresor---analys-av-fragor-i-betankande-sou-2019\\_36.pdf](https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/2020/rapport-2020_8-skattelattnad-for-arbetsresor---analys-av-fragor-i-betankande-sou-2019_36.pdf).

Trafikanalys (2021a). Fördjupad måluppföljning - utveckling av tillgänglighetsmått till årlig måluppföljning, PM 2021:6. Stockholm: Trafikanalys, [www.trafa.se/globalassets/pm/2021/pm-2021\\_6-fordjupad-maluppfoljning--utveckling-av-tillganglighetsmatt-till-arlig-maluppfoljning.pdf](http://www.trafa.se/globalassets/pm/2021/pm-2021_6-fordjupad-maluppfoljning--utveckling-av-tillganglighetsmatt-till-arlig-maluppfoljning.pdf).

Trafikanalys (2021b). Förslag till reviderat index för lokal tillgänglighet, PM 2021:1. Stockholm: Trafikanalys, [https://www.trafa.se/globalassets/pm/2021/pm2021\\_1-forslag-till-reviderat-index-for-lokal-tillganglighet.pdf](https://www.trafa.se/globalassets/pm/2021/pm2021_1-forslag-till-reviderat-index-for-lokal-tillganglighet.pdf).

Trafikanalys (2021c). Geografiska tillgänglighetsanalyser - en metodbeskrivning, PM 2021:9. Stockholm: Trafikanalys, [https://www.trafa.se/globalassets/pm/2021/pm-2021\\_9-geografiska-tillganglighetsanalyser---en-metodbeskrivning.pdf](https://www.trafa.se/globalassets/pm/2021/pm-2021_9-geografiska-tillganglighetsanalyser---en-metodbeskrivning.pdf).

Trafikanalys (2021d). Transporternas ekonomiska överkomlighet - hur mäter vi det? Stockholm: Trafikanalys, [https://www.trafa.se/globalassets/pm/2021/pm-2021\\_3-transporternas-ekonomiska-overkomlighet--hur-mater-vi-det.pdf](https://www.trafa.se/globalassets/pm/2021/pm-2021_3-transporternas-ekonomiska-overkomlighet--hur-mater-vi-det.pdf).

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

Trafikanalys (2022b). Resmönster under coronapandemin 2020-2021. Stockholm, <https://www.trafa.se/etiketter/transportovergripande/langvaga-resandet-minskade-mest-under-pandemin-12855/>.

Trafikanalys (2022c). Samhällsviktiga resor under coronapandemin, Rapport 2022:6. Stockholm, <https://www.trafa.se/etiketter/transportovergripande/samhallsviktiga-resor-under-coronapandemin-12810/>.

Trafikanalys (2022d). Trafikverkets modeller för steg 1- och steg 2-åtgärder – Trafikanalys följandearbete 2021, Rapport 2022:15. Stockholm: Trafikanalys, <https://www.trafa.se/etiketter/transportovergripande/trafikverkets-modeller-for-steg-1--och-steg-2-atgarder---trafikanalys-foljandearbete-2021-13285/>.

- Trafikanalys (2023a). Måluppföljningens indikatorer och mått 2023, PM 2023:3. Stockholm: Trafikanalys, [https://www.trafa.se/globalassets/pm/2023/pm-2023\\_3-maluppfoljningens-indikatorer-och-matt-2023.pdf](https://www.trafa.se/globalassets/pm/2023/pm-2023_3-maluppfoljningens-indikatorer-och-matt-2023.pdf).
- Trafikanalys (2023b). Uppföljning av de transportpolitiska målen 2023, Rapport 2023:5. Stockholm: Trafikanalys, <https://www.trafa.se/etiketter/transportovergripande/uppfoljning-av-de-transportpolitiska-malen-2022-13786/>.
- Trafikverket (2012). Enkla tillgänglighetsmått för resor i tätort, Slutrapport Publication 2012:193. Borlänge: Trafikverket, <http://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1364039/FULLTEXT01.pdf>.
- Trafikverket (2015). Regionala systemanalyser - en vägledning, 2015:142. Borlänge, <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:trafikverket:diva-1953>.
- Trafikverket (2017a). Digitaliseringens möjligheter. PM till Nationell plan för transportsystemet 2018-2029, Publikationsnummer: 2017:156. Trafikverket, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1363904/FULLTEXT01.pdf>.
- Trafikverket (2017b). Trafikverkets hantering av "Wider Economic Impacts" och analys av regionalekonomisk utveckling, PLe 2017:02. Trafikverket.
- Trafikverket (2018). Tillgänglighet - Definition, mått och exempel, Rapport 2018:208. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket (2020). "Inriktningsunderlag inför transportinfrastrukturplaneringen för perioden 2022 – 2033 och 2022 – 2037." **2020:186**, <http://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1484716/FULLTEXT01.pdf>.
- Trafikverket. (2021a, 2021-12-10). "Fyrstegsprincipen." Nedladdad 22 feb, <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Planerings--och-analysmetoder/fyrstegsprincipen/>.
- Trafikverket (2021b). Förslag till nationell plan för transportinfrastrukturen 2022-2033, Publikationsnummer: 2021:186. Borlänge: Trafikverket, <http://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1615267/FULLTEXT02.pdf>.
- Trafikverket (2021c). Samlad effektbedömning - Järna-Flemingsberg, två nya spår. Trafikverket, [https://bransch.trafikverket.se/TrvSeFiler/Samhallsekoniskt\\_beslutsunderlag/Region\\_Stockholm/Region%20Stockholm/3%20Investering/JST2203%20J%C3%A4rna-Flemingsberg/jst2203\\_jarna-flemingsberg\\_tva\\_nya\\_spar.pdf](https://bransch.trafikverket.se/TrvSeFiler/Samhallsekoniskt_beslutsunderlag/Region_Stockholm/Region%20Stockholm/3%20Investering/JST2203%20J%C3%A4rna-Flemingsberg/jst2203_jarna-flemingsberg_tva_nya_spar.pdf).
- Trafikverket (2021d). Samlad effektbedömning Järna-Flemingsberg, två nya spår, Objektnummer: JST2203 Ärendenummer: TRV 2020/66057. Trafikverket, [https://bransch.trafikverket.se/TrvSeFiler/Samhallsekoniskt\\_beslutsunderlag/Region\\_Stockholm/Region%20Stockholm/3%20Investering/JST2203%20J%C3%A4rna-Flemingsberg/jst2203\\_jarna-flemingsberg\\_tva\\_nya\\_spar\\_kort.pdf](https://bransch.trafikverket.se/TrvSeFiler/Samhallsekoniskt_beslutsunderlag/Region_Stockholm/Region%20Stockholm/3%20Investering/JST2203%20J%C3%A4rna-Flemingsberg/jst2203_jarna-flemingsberg_tva_nya_spar_kort.pdf).
- Trafikverket (2022a). NVDB - Nationell vägdatabas. <https://www.nvdb.se/sv/kund/hamta-data-pa-lastkajen/>, Nedladdad 230120.
- Trafikverket (2022b). Sampers 4 - Socioekonomiska indata. Borlänge: Trafikverket, <https://bransch.trafikverket.se/contentassets/13df1989bfd7498ea9c04d84c1bfaf38/socioekonomisk-a-indata-for-sampers-4.pdf>.
- Trafikverket (2022c). Upphandling av flygtrafik från oktober 2023 – utredning inför beslut om allmän trafikplikt. Borlänge.
- Trafikverket (2023a). Användarhandledning Sampers 3.4.6. Borlänge: Trafikverket, <https://bransch.trafikverket.se/contentassets/c700bc932efd44a4b104b2cbb2a0e79e/2023/anvandarhandledning-sampers-3.4.6.pdf>.



- Trafikverket. (2023b, 2023-04-19). "Kommande version: Sampers 4." Nedladdad 2023-12-13, <https://bransch.trafikverket.se/tjanster/system-och-verktyg/Prognos--och-analysverktyg/Sampers/kommande-version-sampers-4/>.
- Trafikverket. (2023c). "Metod för Samlad effektbedömning." Nedladdad 2023-10-30, <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Planerings--och-analysmetoder/Metod-for-samlad-effektbedomning/>.
- Trafikverket (2023d). Planförslagets samlade effekter - Utifrån förslag till nationell plan och preliminära länsplaner för transportinfrastrukturen 2022-2033, TRV 2021/79143.
- Trafikverket (2023e). Sampers 4 - Skattning av regionala efterfrågemodeller - Implementationsversion. <https://bransch.trafikverket.se/contentassets/13df1989bfd7498ea9c04d84c1bfaf38/sampers-4-skattning-av-regionala-efterfragemodeller.pdf>.
- Trafikverket. (2023f, 2023-03-29). "Storstadsavtalen." Nedladdad 2023-12-13, <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/finansiering/storstadsavtalen/>.
- Trafikverket (2023g). Trafikverkets årsredovisning 2022.
- Trafikverket (2023h). Underlag till Trafikanalys, handling #8 i ärende Utr 2022/69.
- 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/Samhallsekonomisk-analys-och-trafikanalys/samhallsekonomi/analysmetod-och-samhallsekonomiska-kalkylvardeenasek/>.
- Trafikverket (2024b). Inriktningsunderlag för infrastrukturplaneringen för perioden 2026-2037 Publikationsnummer 2024:003. Borlänge: Trafikverket, <https://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1827847/FULLTEXT01.pdf>.
- Train, K. (2009). *Discrete choice methods with simulation*. Cambridge: Cambridge University Press <https://eml.berkeley.edu/books/choice2.html>.
- Transportstyrelsen (2023). Geografisk tillgänglighet med flyg; en jämförelse mellan 2021 och 2022.
- Trivector (2014). Tillgänglighetsanalys Uppsala Arena, Rapport 2014:51.
- Trivector (2024). Tillgång till tillgänglighet. Kartläggning av tillgänglighetsstudier inom offentlig verksamhet de senaste 15 åren., Trivector Rapport 2023:163. Stockholm: Trafikanalys.
- US BLS. (2023). "American Time Use Survey." Nedladdad 2023-02-19, <https://www.bls.gov/tus/>.
- Utrikesdepartementet (2008). Konvention om rättigheter för personer med funktionsnedsättning och fakultativt protokoll till konventionen. Sveriges internationella överenskommelser. SÖ 2008:26. <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/sveriges-internationella-overenskommelser/2008/01/so-200826/>
- Vale, D. S., M. Saraiva och M. Pereira (2015). "Active accessibility: A review of operational measures of walking and cycling accessibility." *Journal of Transport and Land Use* **9**(1), DOI: 10.5198/jtlu.2015.593 <https://www.jtlu.org/index.php/jtlu/article/view/593>.
- Van Acker, V., P. L. Mokhtarian och F. Witlox (2014). "Car availability explained by the structural relationships between lifestyles, residential location, and underlying residential and travel attitudes." *Transport Policy* **35**: 88-99, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.05.006>.
- van der Vlugt, A.-L., A. Curl och D. Wottowsky (2019). "What about the people? Developing measures of perceived accessibility from case studies in Germany and the UK." *Applied Mobilities* **4**(2), DOI: <https://doi.org/10.1080/23800127.2019.1573450>.
- van Grieken, D. (2017). *Reliability Assessment of the Accessibility of Multimodal Transport Networks*. Master Master of Science, Delft University of Technology.

- van Wee, B. och K. T. Geurs (2011). "Discussing equity and social exclusion in accessibility evaluations." European Journal of Transport and Infrastructure Research **11**(4): 350-367.
- van Wee, B., K. T. Geurs och C. Chorus (2013). "Information, communication, travel behaviour and accessibility." The Journal of Transport and Land Use **6**(3): 1-16.
- van Wee, B., S. van Cranenburgh och Maatm K (2019). "Substitutability as a spatial concept to evaluate travel alternatives." Journal of Transport Geography **79**.
- Velaga, N. R., M. Beecroft, J. D. Nelson, D. Corsar och P. Edwards (2012). "Transport poverty meets the digital divide: accessibility and connectivity in rural communities." Journal of Transport Geography **21**: 102-112, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.12.005>.
- Veldhuisen, J., H. Timmermans och L. Kapoen (2000). "RAMBLAS: a regional planning model based on the microsimulation of daily activity patterns." Environment and Planning A **32**(3): 427-433.
- 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**: 173-188.
- Venables, A. J., J. Laird och H. Overman (2014). Transport investment and economic performance: Implications for project appraisal. UK Department of Transport.
- 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.
- 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.
- Villanueva, K., L. Zorn, D. Ory och D. Vautin (2018). "The Pros and Cons of Using the Change in Destination Choice Logsums as a Practical Measure of User Benefits." Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board **2672**(46): 64-72.
- von Thünen, J. H. (1826). Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie. Hamburg: Perthes.
- Västberg, O. B. (2018). Five papers on large scale dynamic discrete choice models of transportation PhD thesis, KTH Royal Institute of Technology.
- Wachs, M. och T. G. Kumagai (1973). "Physical Accessibility as a Social Indicator." Socio-Economic Planning Science **7**: 437-456.
- Wakabayashi, H. och Y. Iida (1992). "Upper and Lower Bounds of Terminal Reliability of Road Networks: An Efficient Method with Boolean Algebra." Journal of Natural Disaster Science **14**(1): 29-44.
- Walker, G. och R. Day (2012). "Fuel poverty as injustice: Integrating distribution, recognition and procedure in the struggle for affordable warmth." Energy Policy **49**(69-75), DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.01.044>.
- Wallentin, F. Y. (2024). "Strukturell ekvationsmodellering." Nedladdad 19 feb, <https://www.statistik.uu.se/forskning/strukturell-ekvationsmodellering/>.
- Weber, A. (1929). On the Location of Industries. Chicago: University of Chicago Press.
- 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.

- Weibull, J. W. (1976). "An axiomatic approach to the measurement of accessibility." Regional Science and Urban Economics **6**: 357-379.
- Weibull, J. W. (1980). "On the numerical measurement of accessibility." Environment and Planning A **12**: 53-67.
- Weisbrod, B. A. (1964). "Collective-consumption services of individual-consumption goods." The Quarterly Journal of Economics **78**(3): 471-477.
- Westin, J. (2018). Metoder för regional konsekvensanalys av förändrade hastighetsgränser, CERUM Report Nr 46/2018. Umeå: CERUM.
- Westin, J. (2020). Analys av kostnadsindex för generaliserade transportkostnader för Trafikanalys måluppföljning, CERUM Report Nr 66/2020. Umeå: CERUM Umeå universitet.
- 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.
- 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.
- Westin, J. och L. Westin (2022). Närtrans - Hastighetsgränser och näringslivets nya transportflöden, CERUM Report Nr 73/2022. Umeå: CERUM Umeå universitet.
- Wickstrom, G. V. (1971). "Defining Balanced Transportation - A Question of Opportunity." Traffic quarterly **25**: 337-349, <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015021808855&seq=373>.
- Williams, H. C. W. L. (1976). "Travel demand models, duality relations and user benefit analysis." Journal of Regional Science **16**(2): 147-166.
- Williams, H. C. W. L. (1977). "On the formation of travel demand models and economic evaluation measures of user benefit." Environment and Planning A **9**: 285-344.
- Williams, H. C. W. L. och M. L. Senior (1978). Accessibility, spatial interaction and the spatial benefit analysis of land use - transportation plans. i Spatial interaction theory and planning models, A. Karlquist (red.). Amsterdam.
- Williams, R. (2016). "This Month in Physics History June 1785: Coulomb Measures the Electric Force." APSNews **25**(6), <https://www.aps.org/publications/apsnews/201606/physicshistory.cfm>.
- Wilson, A. G. (1967). "A statistical theory of spatial distribution models " Transportation Research **1**: 253-269.
- Wilson, A. G. (1970). Entropy in Urban and Regional Modelling. London: PION.
- Wilson, A. G. (1971). "A family of spatial interaction models, and associated developments." Environment and Planning **3**(1): 1-32.
- Wimark, T. (2017). Metoder och verktyg för sociala nyttoberäkningar i kollektivtrafiken, Kulturgeografiskt seminarium 2017:1. Stockholm: S. universitet.
- Wrigley, N. (1983). "Quantitative methods: developments in discrete choice modelling." Progress in Human Geography **6**: 547-562.
- WSP (2010). Trafikanterers värdering av tid - Resultat från den nationella tidsvärdesstudien 2007/08, Rapport 2010:11. WSP, [https://fudinfo.trafikverket.se/fudinfoexternwebb/Publikationer/Publikationer\\_001001\\_001100/Publikation\\_001093/RAPPORT%20Tidsv%C3%A4rdesstudien%202007\\_2008\\_slutversion.pdf](https://fudinfo.trafikverket.se/fudinfoexternwebb/Publikationer/Publikationer_001001_001100/Publikation_001093/RAPPORT%20Tidsv%C3%A4rdesstudien%202007_2008_slutversion.pdf).
- WSP (2019a). Analys av tillgänglighetskonsekvenser av hastighetsgränsförändringar - Logsummeberäkningar med SAMPERS, Underlags PM, Stehn Svalgård, J. .
- WSP (2019b). Analys av tillgänglighetskonsekvenser av hastighetsgränsförändringar - Samhällsekonomiska beräkningar med SAMPERS/SAMKALK, Underlags PM, Stehn Svalgård, J.

- WSP (2021a). Tillgänglighetsanalys Helsingborg.
- WSP (2021b). Tillgänglighetsanalys Huddinge - Kompletteringsområden.
- WSP (2022). Pupos regionalanaly för studier av segregation - jämförelser med Delmos verkyg Segregationsbarometern, Underrapport till Trafikverkets regeringsuppdrag Ju2022/01507, ärendenummer TRV 2022/52579.
- WSP (2024). Upplevd tillgänglighet. En sammanställning av tidigare forskning. Stockholm: Trafikanalys.
- WSP, C. Anderstig, S. Berglund och U. Isberg (2015). REGIONALEKONOMISKA ANALYSER AV SVRIGEBYGGET. Bakgrund, modell och resultat. Trafikverket.
- Yang, S., Y. Fan, W. Deng och L. Cheng (2019). "Do built environment effects on travel behavior differ between household members? A case study of Nanjing, China." *Transport policy* **81**: 360-370, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.12.006>.
- Yenisetty, P. T. och P. Bahadure (2020). "Measuring Accessibility to Various ASFs from Public Transit using Spatial Distance Measures in Indian Cities." *ISPRS International Journal of Geo-Information* **9**(7): 446, <https://www.mdpi.com/2220-9964/9/7/446>.
- Ypma, B. (2000). Internationale vergelijking van de plaats van bereikbaarheid in het verkeer- en veroverbeleid [Internationala comparison of the role of accessibility in transport policy]. The Hague: B. A. Group.
- 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>.
- Zondag, B., M. de Bok, K. T. Geurs och M. E. (2015). "Accessibility modeling and evaluation: The TIGRIS XL land-use and transport interaction model for the Netherlands." *Computers, Environment and Urban Systems* **49**: 115-125, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0198971514000647?via%3Dihub>.
- Zorn, L., E. Sall och M. Bomberg. (2012). Completing the cycle: Incorporating CycleTracks into SF-CHAMP. 4th Transportation REsearch Board Conference on Innovations in Travel Modeling, Tampa, FL.
- Åslund, O., J. Östh och Y. Zenou (2009). "How important is access to jobs? Old question— improved answer." *Journal of Economic Geography* **10**(3): 389-422, DOI: 10.1093/jeg/lbp040 <https://doi.org/10.1093/jeg/lbp040>.
- ÖIR (1999). Transeuropäishce Netze und regionale Auswirkungen auf Österreich. Gutachten für die Österreichische Raumordnungs-konferenz (ÖROK). Wien.
- Östh, J. (2014). "Introducing the Equipop software - an application for the calculation of k-nearest neighbor contexts/neighbourhoods." <http://equipop.kultgeog.uu.se>.
- Östh, J., A. Reggiani och P. Nijkamp (2018). "Resilience and accessibility of Swedish and Dutch municipalities." *Transportation* **45**(4): 1051-1073, DOI: 10.1007/s11116-017-9854-3 <https://doi.org/10.1007/s11116-017-9854-3>.



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