



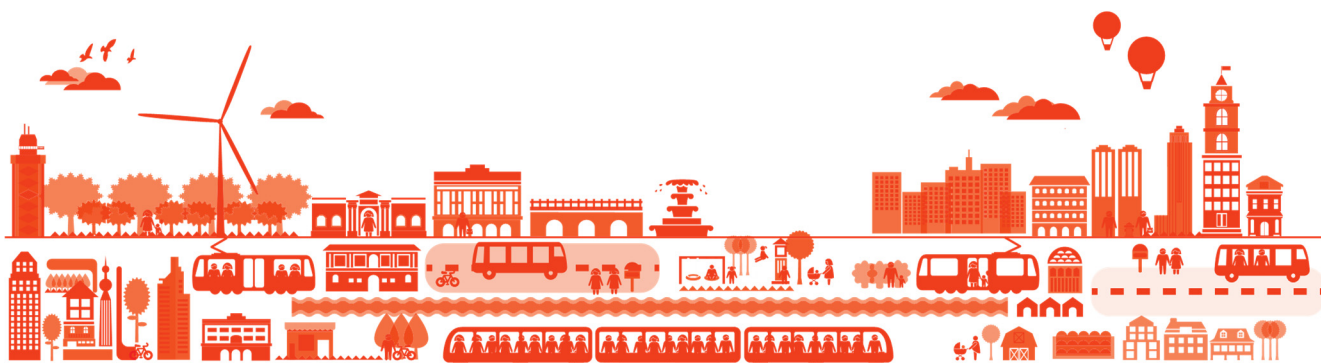
---

K2 WORKING PAPER 2025:2

# Scenarioanalyser med kollektivtrafik

Tillämpning av Munkmodellen vid planering för lokalt resande

**Ulrik Berggren**



Datum: januari 2025

ISBN: 978-91-89407-52-7

Tryck: Media-Tryck, Lunds universitet, Lund

De slutsatser och rekommendationer som uttrycks är författarnas egna och speglar inte nödvändigtvis K2:s uppfattning.

K2 WORKING PAPER 2025:2

# **Scenarioanalyser med kollektivtrafik**

Tillämpning av Munkmodellen vid planering för lokalt resande

**Ulrik Berggren**

# Innehållsförteckning

<b>Förord</b> .....	<b>3</b>
<b>Summary</b> .....	<b>4</b>
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>6</b>
<b>1. Inledning och bakgrund</b> .....	<b>8</b>
1.1. Syfte med denna rapport.....	8
1.2. Varför scenarier?.....	9
1.2.1. Hur tolkar vi munkens planetära gränser?.....	10
1.2.2. Hur tolkar vi social hållbarhet?.....	10
1.3. Varför transportmodell?.....	11
1.4. Avgränsningar.....	11
<b>2. Metod</b> .....	<b>13</b>
2.1. Utformning och utvärdering av scenarier.....	13
2.2. Simuleringar av scenarier.....	14
2.3. Tröskelvärden för koldioxidutsläpp - tillämpning av munkens planetära gränser.....	15
2.4. Relativ tillgänglighet – social hållbarhet inom de planetära gränserna.....	17
2.5. Scenarion.....	18
2.5.1. Nuläge 2019.....	19
2.5.2. Basscenario.....	24
2.5.3. Scenario 1 – Kraftigt förstärkt kollektivtrafikutbud.....	27
2.5.4. Scenario 2 – Kortare reseavstånd.....	29
2.5.5. Scenario 3 – Storskaliga infrastrukturåtgärder.....	29
2.5.6. Scenario 4 – Ändrade värderingar av restid per färdmedel.....	30
2.5.7. Scenario 5 – Kombination av ändrade tidsvärden och utbyggd kollektivtrafik.....	31
<b>3. Resultat</b> .....	<b>32</b>
3.1. Klimatavtryck i relation till tröskelvärden.....	32
3.2. Relativ tillgänglighet.....	32
3.3. Scenario 1a – Ökat kollektivtrafikutbud.....	33
3.4. Scenario 1b – Ökat kollektivtrafikutbud med DRT i tätorten.....	36
3.5. Scenario 1c – Ökat kollektivtrafikutbud med DRT på landsbygden.....	39
3.6. Scenario 2 – Kortare resor.....	41
3.7. Scenario 3 - Storskalig infrastruktur.....	44
3.8. Scenario 4 - Ändrade värderingar av restider per färdmedel.....	46
3.9. Scenario 5 – Kombinationsscenario med ökat kollektivtrafikutbud och värderingsförändringar.....	49
<b>4. Diskussion</b> .....	<b>52</b>
4.1. Vad finns att lära av erfarenheter från tillämpningen av trafikmodellen?.....	52
4.2. Resultatens relevans för planeringsprofessionen.....	53
<b>5. Slutsatser</b> .....	<b>55</b>
<b>6. Referenser</b> .....	<b>56</b>



# Förord

Föreliggande rapport är ett resultat av det omfattande arbete med analyser som genomfördes inom ramen för det K2-finansierade forskningsprojektet Kollektivtrafikens roll och egenskaper mellan planetära och sociala gränser: tröskelvärden, scenarier och positiva visioner. Projektet bestod av fyra huvudsakliga arbetspaket där simuleringar utgjorde ett. Tanken med arbetspaketet var att bidra till projektet genom att både sätta ljus på vilka åtgärder som kan leda till att en svensk kommun hamnar inom den trygga plats inom planetära och sociala gränser som definieras av den så kallade munken (utifrån hur begreppet definieras av ekonomen Kate Raworth), men även för att i en mer explorativ anda testa hur befintliga modellverktyg kan tillämpas för att testa okonventionella verktyg och medel för att uppnå ett sådant tillstånd. Förutom den ordinarie projektgruppen, bestående av mig, Ulrik Berggren samt projektledare Claus Hedegaard Sørensen, Fredrik Pettersson-Löfstedt samt Karin Winter bör även Åse Jevinger nämnas, då det var hon som var initiativtagare till det aktuella arbetspaketet och idén att använda modellsimuleringar i scenarioanalysen. Den modell som valdes att använda projektet är Södertälje kommuns trafikmodell i modellverktyget PTV VISUM. Tekniskt stöd för kalibrering och tillämpning av modellen har varit Tan-Na Cheng, John McDaniel och Deepanshu Singal vid Sweco, mot vilka projektgruppen är ytterst tacksam för ovärderliga arbetsinsatser.

Lund, januari 2025

*Ulrik Berggren*

Ansvarig för arbetspaket 2

# Summary

Sustainability is a concept that, at least officially, should permeate all infrastructure planning in Sweden. Environmental and ecological sustainability has long been managed within the framework of the planning process through environmental impact assessments, strategic environmental assessments and similar studies, which have long since also been included in the socio-economic assessments and cost-benefit analyses that are standard practice in all national infrastructure planning. However, so far there have not been any limitations on how much environmental impact infrastructure is allowed to have, but a balance between benefits and consequences is made in each individual case, often project-wise. Distributional and social effects and consequences have been of secondary importance in national transport planning, while they have at times been more prominent when it comes to the urban planning practice on the municipal level. A holistic perspective on long-term sustainability should include social sustainability as a fundamental part, if only to embrace the global sustainability goals developed within the UN and to which Sweden has joined, but there are few examples of how it should be equated and valued based on other goals.

The present report presents analyses that have had the purpose of applying a framework and method to investigate and evaluate various measures that ensure the basic social needs of all residents within the framework of the planetary aspect of climate. For the social dimension, accessibility to social functions has been used, functions that should enable a good life. The framework with planetary and social boundaries is inspired by economist Kate Raworth's thoughts on *Doughnut economics* where the hole in the doughnut consists of the basic social limits that must not be exceeded and the perimeter of the doughnut consists of planetary boundaries that ensure a safe existence for all living beings over time. In our project, we have therefore limited ourselves to climate as an overall planetary boundary for the doughnut.

We have used scenarios to illustrate what different choices in terms of land use and transport systems could provide for the future in the medium term (year 2030) in relation to social and planetary boundaries. The time perspective, and thus the forecast year, is related to a milestone target year for the transport system's climate emissions that the Swedish parliament have decided on. In order to be able to look ahead, we have used a fairly traditional forecast model (so-called four-step model) for the transport system, and we have applied it to a case study consisting of the municipality of Södertälje. In the model, we have made simulations based on assumptions about how the inhabitants of Södertälje might behave depending on whether various radical approaches and changes are made in transport and development planning but also in the valuations within the population, compared to if we continue the current trend ("business as usual"). Södertälje was chosen because the municipality can be said to be a "Sweden in miniature" with a large variation in population and development, with prosperous industries as well as social challenges in urban areas but also a large part of the countryside.

In order to evaluate different measures, these have been incorporated into five overall scenarios which have then been compared to a base scenario that corresponds to the completion of the decided planning in terms of development but that the existing infrastructure and public transport are maintained as they are today (in 2024). To ensure that the model provides realistic results in the simulations, the model has been calibrated by adjusting its parameters to match a “baseline”, which has been set to 2019, i.e. the last year before the COVID-19 pandemic for which reliable data on travel, mode distribution, trip length distribution and other data that can be used in the model calibration has been produced. By simulating the scenarios in the transport model, we have been able to see which measures have which effect on accessibility and passenger transport-related climate emissions.

We interpret the results of the model simulations as radical changes are required in how residents value different modes of transport in relation to each other, coupled with a significant expansion of public transport supply (mainly departure frequency) in order to be able to reach within planetary limits for climate and still maintain acceptable accessibility in relation to residents' basic needs. We used travel time as a measure of how residents value different modes of transport, and the changes in valuation are based on residents considering travel time by public transport as more attractive while travel time by car as more unattractive.

Achieving a society that stays within critical limits for social and ecological sustainability is a planning challenge of enormous proportions. However, in this project, we have been able to show that by applying a conventional planning tool and model, but in a slightly unconventional fashion, we can explore which strategic choices could lead to a society within reach of social and planetary boundaries. With the analyses, we can show that a combination of accessibility-enhancing measures is required, but also a significant change in values, where public transport is seen as more attractive than cars, in order to end up within the monk's safe area. To achieve these value changes, extensive measures are required to make it inconvenient to travel by car but more convenient to travel by public transport. However, the design of these measures remains to be studied in more detail.

# Sammanfattning

Långsiktig hållbarhet är ett begrepp som, åtminstone på pappret, ska genomsyra all planering av infrastruktur. Miljömässig och ekologisk hållbarhet har länge hanterats inom ramen för planeringsprocessen genom miljökonsekvensbeskrivningar, strategiska miljöbedömningar och liknande utredningar vilka sedan länge även ingår i de samhällsekonomiska bedömningar och beräkningar som är praxis inom all statlig infrastrukturplanering. Det har dock hittills, i svenskt sammanhang, inte funnits några begränsningar i hur stor miljöpåverkan infrastrukturen tillåts medföra utan en avvägning mellan nyttor och konsekvenser görs i varje enskilt fall, ofta projekt för projekt. Fördelningsmässiga och sociala effekter och konsekvenser har varit av underordnad betydelse i svensk transportplanering, medan den tidvis varit mer framträdande när det gäller bebyggelseplaneringen. Ett holistiskt perspektiv på långsiktig hållbarhet bör innefatta social hållbarhet som en grundläggande del, om inte annat för att anamma de globala hållbarhetsmål som tagits fram inom FN och som Sverige anslutit sig till, men det finns få exempel på hur den bör jämföras och värderas utifrån andra mål.

Föreliggande rapport redovisar analyser vilka har haft som syfte att tillämpa ett ramverk och metod för att undersöka och utvärdera olika åtgärder som säkerställer alla invånares grundläggande sociala behov inom ramen för den planetära aspekten klimat. För den sociala dimensionen har tillgänglighet till samhällsfunktioner använts, funktioner som ska möjliggöra ett gott liv. Ramverket med planetära och sociala gränser är inspirerat av ekonomen Kate Raworths tankar om munkekonomi ("Doughnut economics") där hålet i munken utgörs av de grundläggande sociala gränserna som inte får underskridas och munkens omkrets utgörs av planetära gränser som säkerställer en trygg tillvaro för alla levande varelser över tid. I vårt projekt har vi alltså begränsat oss till klimat som en övergripande planetär gräns för munken.

Vi har använt oss av scenarier för att kunna åskådliggöra vad olika vägval när det gäller bebyggelse och transportsystem skulle kunna ge för framtid på medelkort sikt i förhållande till sociala och planetära gränser. Vi har använt ett tidsperspektiv, och därmed ett prognosår, 2030 då Riksdagen beslutat om ett etappmål för transportsystemets klimatutsläpp för just detta år. För att kunna se framåt har vi använt oss av en tämligen traditionell prognosmodell (så kallad fyrstegsmodell) för transportsystemet, och vi har tillämpat den på en fallstudie som utgjorts av Södertälje kommun. I modellen har vi gjort simuleringar utgående från antaganden om hur Södertälje kan te sig beroende om olika radikala grepp och förändringar fås till stånd inom transport- och bebyggelseplaneringen men också hos befolkningen, jämfört med om vi fortsätter den inslagna trenden ("business as usual"). Södertälje valdes då kommunen kan sägas vara ett "Sverige i miniatyr" med en stor variation i befolkning och bebyggelse, med välmående industrier så väl som sociala utmaningar i urbana områden men också en stor del landsbygd.

För att kunna utvärdera olika åtgärder har dessa införlivats i fem övergripande scenarier vilka sedan jämförts med ett basscenario som motsvarar att beslutat planering fullföljs vad gäller bebyggelse men att befintlig infrastruktur och kollektivtrafik bibehålls som det ser

ut idag (år 2024). För att säkerställa att modellen ger realistiska resultat vid simuleringarna har modellen kalibrerats genom att dess parametrar justerats för att stämma överens för et "nuläge", vilket satts till år 2019 d v s det senaste året innan COVID-19-pandemin som det kunnat tas fram pålitliga data för rörande resande, färdmedelsfördelning, reslängdsfördelning och annat dataunderlag som kan användas vid modellkalibreringen. Genom att simulera scenarierna i trafikmodellen har vi kunnat se vilka åtgärder som har vilken effekt på tillgänglighet och persontrafikrelaterade klimatutsläpp.

Vi tolkar resultaten av modellsimuleringarna som att det krävs radikala förändringar av hur invånarna värderar olika färdmedel i förhållande till varandra, parat med en ordentlig utbyggnad av kollektivtrafikens utbud (främst avgångsfrekvens) för att det ska gå att nå inom planetära gränser för klimat och ändå upprätthålla en godtagbar tillgänglighet i förhållande till invånarnas grundläggande behov. Vi använde restid som mått på hur invånarna värderar olika färdmedel, och värderingsförändringarna bygger på att invånarna betraktar restid med kollektivtrafik som mer attraktiv medan restid med bil som mer oattraktiv.

Att uppnå ett samhälle som håller sig inom kritiska ramar för social och ekologisk hållbarhet är en planeringsmässig utmaning av enorma mått. VI har dock i detta projekt kunnat visa att man, genom att tillämpa konventionella planeringsverktyg och modeller men på lite mer okonventionella sätt, kan utforska vilka strategiska vägval som skulle kunna leda till ett samhälle inom räckhåll för sociala och planetära gränser. Vi kan i och med analyserna visa på att det krävs en kombination av tillgänglighetshöjande åtgärder men också en väsentlig värderingsförändring där kollektivtrafik ses som mer attraktiv än bil för att hamna inom munkens trygga område. För att uppnå dessa värderingsförändringar krävs omfattande åtgärder för att göra det obekvämt att resa med bil men mer bekvämt att resa kollektivt. Att utforma dessa åtgärder återstår dock att studera närmare.

# 1. Inledning och bakgrund

Hållbarhet har varit ett ledord inom planering av bebyggelse och infrastruktur, där kommuner enligt svensk lag har planmonopol, under åtminstone de senaste 30 åren i Sverige (Boverket, 2024), även om fokuset har varierat. Med växande ekonomiska klyftor (SCB, 2023; Picketty, 2014) har betoningen på social rättvisa ökat alltmer, särskilt inom den fysiska bebyggelseplaneringen. Inom planeringsprofessionen för infrastruktur har den dock ännu inte någon framskjuten roll (Winter, 2021). I forskningslitteraturen på transportområdet har både hållbarhet och social rättvisa funnits på dagordningen än längre, såsom orättvisor i tillgången till samhällsfunktioner genom mobilitetsbaserad tillgänglighet (se t ex Allen & Farber, 2019; Lucas, Mattioli, Verlinghieri, and Guzman, 2016) men det finns få exempel på studier som kombinerat då två (Willberg, Tenkanen, Miller, Pereira, och Toivonen, 2023). I sin inflytelserika bok *Doughnut Economics* (på svenska 2017) pläderar den engelske nationalekonomen Kate Raworth för ett holistiskt systematiskt synsätt som går ut på att all mänsklig aktivitet bör planeras och utföras så att ett antal planetära gränser inte överkorsas, samtidigt som samhället tillgodoser medborgarnas grundläggande behov. De senare, liksom de planetära gränserna, är baserade på FN:s beslutade hållbarhetsmål (Hildebrandt, 2016; Förenta Nationerna, 2024). I analyserna har det funnits en betoning på att undersöka i vilken mån kollektivtrafik kan tillgodose behovet av tillgänglighet inom de planetära och sociala gränser som munken stället upp – inte minst utifrån en diskussion som förs av såväl Raworth som Richard Florida (Florida, 2018) kring kollektivtrafikens roll för att uppnå större grad av social rättvisa – en av de sociala aspekter som ingår i munken. Kollektivtrafikens roll för att säkerställa grundläggande tillgänglighet, och hur förutsättningarna att uppnå sådan skiljer sig mellan olika områden med socioekonomiskt och geografiskt skilda förutsättningar i en kommun, har således varit en av huvudaspekterna som utvärderats.

## 1.1. Syfte med denna rapport

I forskningsprojektet som ligger till grund för föreliggande rapport har syftet varit att undersöka huruvida det går att tillämpa *Doughnut Economics* – hädanefter benämnt munkekonomi – för planering av lokal bebyggelse och transport, alltså hur en tillvaro inom planetära gränser som tillgodoser medborgarnas grundläggande behov av tillgänglighet kan te sig för en medelstor svensk kommun. Undersökningen har gjorts genom en fallstudie av Södertälje, där olika scenarier har tagits fram, testats och utvärderats utifrån kriterier kopplade till planetära gränser – utsläpp av klimatgaser – och social hållbarhet – tillgänglighet till basala samhällsfunktioner.

Vid undersökningen av hur munkekonomi kan användas som planeringsramverk har följande aspekter varit av särskilt intresse:

- Hur kan man arbeta med munkekonomi som inspiration och vägledning i scenariobaserat prognosarbete?
- Vilka typer av scenarier och variabler kan man analysera?
- Hur kan en konventionell transportmodell tillämpas för att genomföra denna typ av analyser?

Tanken har varit att resultaten ska kunna ligga till grund för planering på främst kommunal men även regional nivå. De framtagna måtten ska kunna tillämpas för att utvärdera åtgärder som syftar till social och ekologisk hållbarhet. Just tillämpbarheten har bidragit till att valet av fallstudiekommun föll på Södertälje. Kommunen kan ses vara lite av ett "Sverige i miniatyr" med en stor variation i befolkning och bebyggelse med såväl välmående industrier men även en stor del landsbygd. Kommunens infrastrukturmässigt strategiska läge, utmaningar på jämlikhets- (relativt stark boendesegregation) och hållbarhetsområdet (stark bildominans av resandet), att den är en viktig regional pendlingsmotor var viktiga skäl då de möjliggjort utvärdering av praktiska åtgärder som har effekt på sociala och ekologiska aspekter av tillgänglighet – dvs de aspekter av munken som vi velat undersöka.

## 1.2. Varför scenarier?

Metoden som valts för att analysera hur Södertäljes transportsystem kan hamna inom munken är scenarioanalys (se Lyons and Davidson, 2016, för ett bra exempel på hur scenarier kan användas för att inspirera till progressiv planering mot utmanande mål). Ordet "scenario" kan ha olika betydelser beroende på sammanhanget. I det här projektet har vi definierat ett scenario som en kreativ och kvalitativ beskrivning av framtiden (Houet et al., 2016). Scenarierna har utformats för att möta gränserna för munken, med fokus på transportarbete (med relaterade klimatutsläpp) och tillgänglighet, gentemot ett basscenario som utgår ifrån dagens utveckling. Basåret har satts till 2030 för att dels koppla till befintliga transportpolitiska mål om utsläppsreduktioner inom transportområdet, och dels behålla ett visst nutidsfokus när det gäller åtgärder.

När man använder scenarier för att uttrycka och utvärdera långsiktiga mål och utvecklingsplaner är simulering ofta ett viktigt verktyg för att verifiera att sådana scenarier faktiskt har avsedd effekt (Hickman et al., 2012; Komoto et al., 2013). I detta projekt har så kallade makroskopiska simuleringar<sup>1</sup> använts för att studera effekterna av de olika scenarierna.

Scenarier och simuleringar har använts i stor utsträckning i tidigare forskning, och några av dessa studier fokuserar på transport och hållbarhet. Till exempel, Shen et al. (2018) presenterar en simuleringsmetod för att analysera och välja transportutvecklingsstrategier, med målet att uppnå hållbarhet. Deras simuleringar visar på möjliga utfall av olika strategier under olika scenarier, och modellen inkluderar socioekonomiska, efterfråge- och utbudsaspekter. Hickman et al. (2012) använde främst

---

<sup>1</sup> Makroskopiska simuleringar studerar flöden över tid, till skillnad mot mikroskopiska simuleringar som studerar enskilda fordon eller individer

scenarioanalyser för att utveckla framtida transportscenarier och för att jämföra dessa med deras sannolika hållbarhetseffekter (inklusive effekter på miljö, ekonomi, individer och trafiksäkerhet). Houet et al. (2016) föreslår en metod för att bygga kvalitativa scenarier för förändring av markanvändning. Metodiken inkluderar en deltagande scenariobyggandeprocess, där intressenter, experter och forskare arbetar tillsammans för att identifiera och kombinera de variabler som behövs för scenariobyggandet. Det inkluderar också simuleringar av de genererade scenarierna för att studera stadstillväxt och effekter på stadsklimatet och energiförbrukningen, både på lång och kort sikt. Scenarierna representerar vitt skilda framtider, inklusive utvecklingen av kollektivtrafik kontra ny väginfrastruktur och dominans av privata bilar.

I föreliggande projekt har scenarierna tagits fram och förankrats tillsammans med Södertälje kommun genom en kontinuerlig dialog samt workshop med kommunala tjänstemän. Vid scenarioutformningen har de planetära gränserna översatts till tröskelvärden för främst klimatgaser medan tillgänglighet har fått representera de grundläggande sociala förutsättningarna som behöver tillgodoses vid utformningen av scenarierna. Således har vi gjort en ansats att analysera möjligheterna till hållbar tillgänglighet i enlighet med definitionen formulerad av Willberg et al. (2023).

#### 1.2.1. Hur tolkar vi munkens planetära gränser?

När det gäller planetära gränser har vi valt att fokusera på transporternas klimatavtryck, d v s transportrelaterade utsläpp av koldioxidkvivalenter (CO<sub>2e</sub>). De studerade scenarierna har utvärderats genom att översätta de globalt uthålliga utsläppsnivåer som ligger bakom olika politiskt beslutade mål, vilka i allmänhet ytterst är baserade på nivån på utsläpp som möjliggör ett uppfyllande av Parisavtalets 1,5-gradersmål, till *tröskelvärden* för lokal transport. Under metodavsnittet framgår hur dessa tröskelvärden beräknats mera i detalj.

#### 1.2.2. Hur tolkar vi social hållbarhet?

Vi har valt att analysera social hållbarhet utifrån befolkningens tillgång till ett antal basala samhällsfunktioner, vilka i grunden kan härledas från grundläggande behov som manifesteras i de av FN:s mål för hållbar utveckling som bör vara relevanta för samhällsplanering; Tillgång till basal men jämlik nivå av hälsovård, utbildning, livsmedel och arbete. Vi har även försökt koppla respektive aspekt av funktionstillgänglighet till begreppet tillräcklighet ("sufficiency", se diskussion av Nielsen och Axelsen (2016) kopplad till individers förmågor samt van der Veen, Annema, Martens, van Arem och Correia (2020) för en tillämpning på Rotterdam). van der Veen et al. (2020) analyserar i sin studie ojämlikheter i hur tillgänglighet till grundläggande samhällsfunktioner är fördelad såväl geografiskt som mellan befolkningsgrupper, och använder här en trafikmodell för att beräkna restider. De argumenterar för att tillräcklighet bör kunna tolkas relativt utifrån ett rättviseperspektiv, och det är även så vi tolkat begreppet<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Författarna tolkar "tillräcklighet" i transporthänseende som en nivå under vilken invånarna upplever en brist på möjligheter, men betonar att den precisa definitionen av tillräcklighet bör baseras på uttryckliga värderingar vilka är kontextberoende.



Då tanken med analysen varit att testa praktiskt tillämpbara mått på social och ekologisk hållbar planering, har ett sådana mått på tillgänglighet tillämpats. För detta arbete har ett mått använts som beskriver medborgarnas relativa tillgång till arbetstillfällen med hållbara transportslag (i vårt fall översatt till kollektivtrafik) i förhållande till tillgången till motsvarande med bil (ursprungligen föreslaget av Martens, Singer och Cohen-Zada (2022) samt tillämpat av Hwang et al. (2024) för nordamerikanska förhållanden. För tillgång till hälsovård och livsmedel har kvoten mellan restiden med kollektivtrafik och bil utvärderats. Grundtanken har varit att undersöka invånarnas möjlighet att nå de studerade grundläggande samhällsfunktioner med hållbara transportslag, med särskild betoning på kollektivtrafik, *i förhållande till* hur tillgängliga de är med bil.

Dock har enbart oviktad restid beaktats i analyserna – den sammanlagda resupoffringen där även olika individers förmågor samt den ekonomiska aspekten av olika resor och färdmedel ingår, har inte ingått i själva den kvantitativa utvärderingen av tillgänglighet.

### 1.3. Varför transportmodell?

För att utvärdera olika planeringskoncept – d v s scenarierna (se **Tabell 3**) - har en konventionell, existerande transportmodell för Södertälje använts. Modellen använder verktyget PTV VISUM och möjliggör beräkning av resande med samtliga vanliga trafikslag – gång, cykel, kollektivtrafik och bil – utifrån förändringar i markanvändning (resefterfrågan) och infrastrukturegenskaper (restid).

För att uppnå syftet med scenarioanalyserna – att utröna vilka förändringar som inom rimlig tid (i vårt fall har målåret satts till 2030) kan få Södertälje att hamna på en bana som leder till ett läge innanför munkens gränser – har olika nivåer på åtgärder testats i VISUM-modellen. Åtgärder berör såväl verktyg för ökad hållbar mobilitet (i synnerhet kollektivtrafik) som fysisk närhet kopplad till lokalisering av samhällsfunktioner samt värderingsaspekter. På närhetssidan ingår kortare reseavstånd genom tätare och mer bostadsnära belägen service och arbetsplatser, på mobilitetssidan ingår ändrade attityder (värderingar) och relaterade beteenden kopplad till olika färdmedel i kombination med kraftigt förstärkt kollektivtrafikutbud (i termer av turtäthet och restider). I mobilitetsaspekten har även inslag av efterfrågestyrd trafikering samt stora satsningar på järnvägsinfrastruktur testats. Att vi använde en transportmodell möjliggjorde en systematisk utvärdering av dessa koncept och jämförelse mot ett basscenario som i princip utgick ifrån "business as usual", d v s att befintliga trender antogs fortsätta om än med en prognosticerad delvis elektrifiering av främst privatbilsflottan utifrån en vedertagen prognos (Trafikanalys, 2020).

### 1.4. Avgränsningar

I analysen har endast områdesvis tillgänglighet till samhällsfunktioner legat till grund för en utvärdering av vilka sociala behov som tillgodoses, och endast restider har legat till grund för utvärderingen av tillgänglighet. Andra aspekter kopplade till individens förmågor, inklusive ekonomisk sådan, har således inte beaktats. Betalningsförmågan har

exempelvis inte ingått vid analysen av möjligheter att resa eller välja olika färdmedel. Vad avser de planetära gränserna har endast klimataspekten beaktats vid utvärderingen av olika scenarier med avseende externa effekter av transportsystemet. Betoningen i analysen har varit att utvärdera vad en konventionell trafikmodell kan användas till när det gäller att utvärdera olika övergripande planeringsinstrument för trafik- och bebyggelse. Många andra aspekter än de rent restidsrelaterade har därmed behövt utelämnas, såsom utformning och gestaltning samt en detaljerad analys av lokalisering av bostäder och verksamheter. Vidare bygger analysen på att invånarna vill minimera denna restid, och således maximera sin nytta (minimera restidsonyttan) samt att alla invånare har full kunskap om de resealternativ som finns. Med det sagt ingår dock i modellen att olika områdes invånare har olika grad av tillgång till egen bil. Analysen har haft betoning på de tre områdena Järna, Pershagen och Ronna medan övriga delar av Södertälje kommun bara har studerats översiktligt.

## 2. Metod

För att översätta munken till relevanta konsekvenser för rörlighet och tillgänglighet i Södertälje har ett antal distinkta scenarier avseende mobilitetsmönster, och transporterbjudanden, kontextualiserats för ett målår, 2030.

### 2.1. Utformning och utvärdering av scenarier

Vid utformningen av scenarierna har tre huvudbeståndsdelar (åtgärder eller ”verktyg”) i modellen beaktats: (1) Kollektivtrafikutbud, (2) total persontransportefterfrågan baserad på markanvändning och lokalisering av samhällsfunktioner och (3) efterfrågan relaterad till beteende (främst förändringar i värderingen av restid med olika färdmedel), där varje scenario har en unik kombination av dessa (**Tabell 1**). Lokaliseringsaspekten ska i någon mån motsvara den lokala tillgänglighetsdimensionen medan kollektivtrafikutbudet, särskilt det som möjliggörs av storskalig satsning på infrastruktur, beaktar den regionala tillgängligheten (Handy, 2020). I tabellen framgår även de aspekter som utvärderats för varje scenario – transportarbetsrelaterat klimatavtryck för personresor per färdmedel samt tillgänglighet till basala samhällsfunktioner (arbete, livsmedel och vård). Klimatavtrycket från persontransportarbete ska representera de planetära gränserna medan tillgänglighet representerar den sociala dimensionen av munken.

**Tabell 1.** Analysens upplägg. Kolumnerna motsvarar var sitt utvecklingsscenario för år 2030. Utöver dessa har även ett nuläggsscenario för år 2019 och ett basscenario för 2030 ingått i analyserna.

Åtgärd/ verktyg	Ökat kollektiv- trafikutbud (inklusive efterfråge-styrd trafik – DRT)	Ökad närhet – kortare resor (lokal tillgäng- lighet)	Storskalig infrastruktur för kortare restider (regional tillgänglighet)	Värderings- förändringar hos befolkningen	Ökat utbud och värderings- förändring
Samhällelig funktion					
Arbete	Restidseffekter, relativ tillgänglighet med kollektivtrafik i förhållande till bil				
Livsmedel	Restidskvot kollektivtrafik/bil				
Hälsovård	Restidskvot kollektivtrafik/bil				
Klimatavtryck relaterat till transport- arbete	Restidskvot kollektivtrafik/bil				

Samtliga scenarier förutsätter att resandet med kollektivtrafik ökar.

## 2.2. Simuleringar av scenarier

Varje scenario har därefter analyserats med hjälp av makroskopisk simulering i en trafikmodell i PTV VISUM. Modellen består av ett väg- och kollektivtrafiknät som speglar den verkliga situationen i Södertälje 2019 - nulägesscenario, samt ett prognosticerat väg- och kollektivtrafiknät – basscenario – för 2030 utifrån antaganden utgående från fattade beslut angående bebyggelse och infrastruktur. Utifrån basscenarioet har ytterligare fem huvudscenarion och två underscenarion kodats i modellen, vilka framgår under avsnittet Scenarion. Vid simuleringen beräknas färdmedelsfördelningen i aktuellt scenario per områdesrelation utifrån relativa förändringar i *viktad restid* (så kallad impedans) per färdmedel jämfört med nulägesscenarioet.

Grundeftersfrågan och färdmedelsfördelningen i nulägesscenarioet, som legat till grund för modellkalibreringen av aspekter som resgenerering, destinationsval och färdmedelsfördelning, har hämtats från en kombination av två resvaneundersökningar – en från 2010, för Södertälje (Trivector, 2010), och en från 2019 för Stockholms län (Region Stockholm, 2019).

Restiden för kollektivtrafik baseras på en summering av restidskomponenter, där själva åktiden baseras på tidtabeller per linje. Tidtabellerna är specifika per scenario. Grundtidtabellerna har kodats utifrån nuläget 2019 och sen justerats för att motsvara respektive framtidsscenario. Förutom åktid tillkommer tid för anslutningsresor till och från första respektive sista hållplats, väntetid vid först hållplats samt tid för byten (väntetid och gångtid). För den viktade restiden med kollektivtrafik används vikter på de enskilda restidskomponenterna utöver åktid i fordon, vilka normerats till 1. Således har väntetid vid byte vikten 2 liksom bytestid. Dessutom har varje byte ett tidstillägg om fem minuter. Dessa vikter ska motsvara omaket för byten och väntetid i förhållande till att resa sittande i bussen eller tåget. För väntetid vid första hållplats antas ett avtagande funktionssamband som tar hänsyn till att resenärer anpassar sig mer till tidtabellen vid glesare turintervall jämfört med täta, där man antas anlända mer slumpmässigt till hållplatsen. Gränsen mellan tät och gles trafik ligger vid ca 10–15 minuter mellan turena. Värdena på viktad restid har beräknats per dygn (vintervardag). Detta innebär att ett viktat dygnsmedelvärde tagits fram utifrån resande och viktad restid per timme.

För biltrafik används ett motsvarande viktat medelvärde av restid utifrån flödesberoende hastigheter per länk och flödesberoende fördröjningar vid noder (d v s korsningar). Andelen timmar med trängselberoende fördröjningar är dock låg varför restiden i de flesta reserelationer i princip motsvarar den som kan härledas från skyltad hastighet. För gång och cykel har restiderna beräknats utifrån fasta hastigheter om 5 respektive 16 km/h och sträckor utifrån nätverkets länklängder.

Vid modellkörningarna simuleras resor med färdmedlen bil, kollektivtrafik, gång och cykel och dess fördelas ("läggs ut") i nätverket som utgör modellens geografiska modul. I nätverket genereras således flöden av resor med respektive färdmedel mellan zonerna (områdena) som modellen är uppbyggd av. Utifrån beräkningarna i modellen har effekter på totalt transportarbete och tillgänglighet kunnat utvärderas per scenario och i jämförelse med basscenarioet. Beräkningarna har gjorts och analyserats för kommunen i sin helhet samt per stadsdel – i vårt fall uppdelade i enlighet med regionala statistikområden – RegSO (SCB, 2024). Tre områden – Järna, Pershagen och Ronna har studerats särskilt,

då ett särskilt fokus i studien varit att studera skillnader mellan områden med olika socioekonomiska och geografiska förutsättningar (se vidare under Scenarion nedan). De tre utgör därmed var och ett exempel på områden med skilda förutsättningar – geografiskt, befolkningsmässigt och socioekonomiskt.

### 2.3. Tröskelvärden för koldioxidutsläpp - tillämpning av munkens planetära gränser

När det gäller CO<sub>2</sub>-utsläpp har vi utgått ifrån studier som formulerat möjliga indikatorer och tröskelvärden utifrån det så kallade 1,5-gradersmålet (såsom Fauré, Finnveden, & Gunnarsson-Östling, 2019; Akenji et al., 2019; Koide et al., 2019; Gota et al., 2020; och de Blaas et al., 2020). En vanlig strategi för att ta fram indikatorer för att nå 1,5-gradersmålet förutsätter att alla globala medborgare har lika utsläppskvoter. Detta tillvägagångssätt underbyggs av antagandet "...att alla som lever samma år i världen, oavsett ålder, plats och annan status, skulle ha ett identiskt koldioxidavtrycksmål..." (Akenji et al., 2019, s. 7). Baserat på detta antagande beräknar Akenji et al., (2019) årliga koldioxidavtrycksmål per capita (mätt i ton koldioxidekvivalenter (CO<sub>2</sub>e) genom att dividera årliga globala utsläppsmål med den förutsedda världsbefolkningen för specifika målår. Dessutom beräknas även årliga mål för koldioxidavtryck från konsumtion per person.

Genom sin genomgång av olika hållbarhets scenarier när det gäller klimat för från olika författare, identifierar Akenji et al., (2019) en rad årliga mål för koldioxidavtryck per capita för 2030 som sträcker sig från 2,5 till 3,2 tCO<sub>2</sub>e/capita per år. Variationer mellan olika källor förklaras av olika antaganden om vilken roll som kolsänkor och negativa utsläppstekniker spelar och huruvida begränsningsscenarier hänvisar till 1,5- eller 2-gradersmålet. I överensstämmelse med 1,5-gradersscenarier och befolkningsprognoser föreslår Akenji et al., (2019) en möjlig reduktionsbana för utsläppsminskningar till 2,5 tCO<sub>2</sub>e för 2030.

År 2023 uppgick de genomsnittliga globala utsläppen till 6,5 tCO<sub>2</sub>e per person och år (Förenta Nationerna, 2023). Siffran för genomsnittliga utsläpp per person döljer dock enorma ojämlikheter i fördelningen av utsläppen. Naturvårdsverket (2023) beräknade svenskans genomsnittliga konsumtionsbaserade utsläpp 2019 till cirka 8,65 tO<sub>2</sub>e/capita per år. Akenji et al., (2019), rapporterar följande siffror för 2017 (i tCO<sub>2</sub>e/capita per år): Finland 10,4, Japan 7,6, Kina 4,2, Brasilien 2,8 och Indien 2,0. Det finns alltså stora skillnader, där vissa länders genomsnittliga utsläpp per person, som Brasiliens och Indiens, för närvarande ligger nära eller under 2030-trösklarna, medan andra länder som Sverige, Finland och Japan kraftigt överskrider tröskeln. Inget av exemplen för olika länder är nära den långsiktiga tröskeln för 2050 på 0,7 tCO<sub>2</sub>e per invånare.

Akenji et al., (2019) visar också att det finns skillnader mellan de mobilitetsbaserade utsläppen i olika länder. Eftersom vi i denna studie är intresserade av lokala transporter fokuserar vi på utsläpp från landbaserad mobilitet, det vill säga bilar och kollektivtrafik (buss och tåg), men vi utesluter flyg och passagerarsjöfart. För Sveriges del rapporterar Naturvårdsverket (2023) att de landbaserade mobilitetsutsläppen 2019 stod för 1,65 tCO<sub>2</sub>e per person och år.

Akenji et al., (2019) drar slutsatsen att mobilitet tillsammans med jordbruk och boende i genomsnitt står för ungefär 75 % av det totala koldioxidavtrycket från konsumtion och att de nödvändiga mobilitetsbaserade utsläppsminskningarna som krävs för utvecklade länder är minst 72 % till 2030. Dillman et al. (2023), sammanfattar resultaten från flera studier (Akenji et al., 2019; Koide et al., 2019; de Blas et al., 2020; Gota et al., 2019) och fastställer en rad trösklar för mobilitetsbaserade utsläpp beroende på målår och övergripande globala utsläppströskel per person. För 2030 antar de en övergripande utsläppströskel på 2,5 tCO<sub>2</sub>e per person och år, och föreslår att intervallet för mobilitetsbaserade tröskelvärden är 0,29 – 0,83 tCO<sub>2</sub>e per person och år.

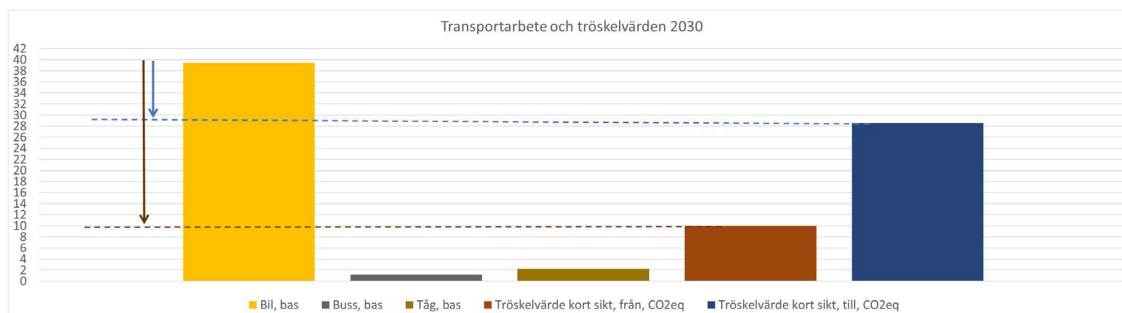
Baserat på referenserna som presenteras ovan har vi tillämpat de tröskelvärden som presenteras i **Tabell 2** för att göra bedömningar om hur nuvarande mobilitetsbaserade utsläpp relaterar till planetens gränser.

**Tabell 2.** Tröskelvärden för koldioxidutsläpp relaterade till nivåer som krävs för att uppfylla mål i internationella överenskommelser som Parisavtalet. Intervallgränserna baseras på olika antaganden om teknologi och upptag av CO<sub>2</sub> av vegetation mm Källor: Akenji et al., (2019), Koide et al, (2019), Gota et al, (2020), and deBlaas et al., (2020).

Tidsperspektiv	Totala utsläpp (kCO <sub>2</sub> e/invånare/år)	Utsläpp relaterade till persontransport (kCO <sub>2</sub> e/invånare/år)
2030 - "På väg mot ett liv inom munken"	2,5	0,29 – 0,83

Det bör noteras att tröskelvärdena omfattar alla former av mobilitet, det vill säga även flyg, färjor etc. Eftersom vi fokuserar på landbaserad mobilitet i denna studie innebär det att utsläppen bör ligga långt under tröskelvärdenas övre gränser för att det ska finnas eventuellt utrymme kvar i budgeten för koldioxidutsläpp för att flyga och resa med färjor.

För att bestämma de erforderliga nivåerna av minskningar av körsträcka som behövs för att flytta rörligheten för invånarna i Södertälje till nivåer som ligger inom munkens planetära gränser, omräknades tröskelvärdena för koldioxidutsläpp till tröskelvärden för transportarbete givet den prognostiserade fordonsflottans sammansättning och relaterad förväntad bränsleförbrukning år 2030. I **Figur 1** framgår kortsiktiga tröskelvärden för koldioxidutsläpp som ett intervall för år 2030, som i **Tabell 2**, omräknat till transportarbete, tillsammans med transportarbete per färdmedel baserat på prognostiserade resmönster (körsträcka och färdmedelsfördelning) i basscenariot "business-as-usual" för 2030. Som anges i diagrammet måste körsträckan minskas med 28 till 75 procent givet en viss nivå av övergång till hållbart framdrivningstekniker (inkluderar en ökning av laddningsbara fordon från 4 procent 2019 till 28 procent 2030 enligt Trafikanalys prognos, Trafikanalys, 2020). Detta måste komma till stånd genom beteendeförändring, dvs. förändring av modal split eller resavstånd, och de alternativa scenarierna har utvärderats därefter.



**Figur 1.** Transportarbete per färdmedel, person och dag i Södertälje 2030, samt tröskelvärden för utsläpp av CO<sub>2</sub>e översatta till transportarbete utifrån utsläppstal för 2030 utifrån prognosticerad fördelning av fordonsflottans framdrivningsform.

## 2.4. Relativ tillgänglighet – social hållbarhet inom de planetära gränserna

När det gäller munkens sociala aspekter har mått på relativ tillgänglighet med kollektivtrafik i förhållande till bil (Hwang et al., 2024; Martens et al., 2022) använts som mått för invånarnas tillgång till grundläggande samhällsliga funktioner (Dillman, Heinonen, & Daviðsdottir, 2023), dvs. medborgarnas förmåga att nå nödvändiga faciliteter i samhället på hållbara sätt i förhållande med privatbil.

Båda måtten har utgått ifrån modellberäknade restider med bil och kollektivtrafik. Således har beräkningen av relativ tillgänglighet utgått ifrån matriser som beräknats för restiden från alla modellområden (zoner) till alla andra modellområden. Varje modellområde är kopplat till respektive nätverk (kollektivtrafik, bil, gång och cykel) med hjälp av så kallade *konnektorer* eller skaft, som ska motsvara gångavstånd och tid för anslutningsresa från en geografisk mittpunkt per område till närmaste hållplats (kollektivtrafik) eller gata (övriga trafikslag). Antagen gånghastighet på skaftet är satt till 5 km/h inom tätorten men högre utanför då skaften är längre där och man antas använda andra färdmedel än gång (cykel eller bil) för att ta sig till hållplatsen eller närmsta väg.

Kollektivtrafikrestiden innefattar således oviktad restid från område till område via skaft och kollektivtrafiknätverk, inklusive, förutom anslutningstid på skaften, även väntetid, åktid och bytestid. För bil har verklig flödesberoende hastighet antagits i nätverket, men då dygnsmedelvärden på trafikvolym tillämpats så har vägträngsel en minimal inverkan på restiderna med bil i modellen.

Arbetsplatser, hämtade områdesvis från kommunens statistik, samt livsmedelsbutiker, vårdcentraler och apotek, vars positioner hämtats från PiPos-databasen (Tillväxtverket, 2024), har använts som platser som vi utgår från uppfyller de grundläggande behoven för alla invånare. Vi har medvetet utelämnat utbildning eftersom det är väldigt svårt att veta om föräldrar väljer skola beroende på närhet eller andra subjektiva värderingar, eftersom det finns (åtminstone i teorin) föräldrar har frihet att välja skola.

## 2.5. Scenarion

Sammantaget har fem scenarier studerats varav ett har haft tre undervarianter (se **Tabell 3**). Den övergripande tanken i scenarioanalysen har varit att jämföra ett basscenario med olika alternativa utvecklingsscenarier för mååret 2030 och jämföra effekten på relativ tillgänglighet samt utsläpp av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter relaterat till ändrat transportarbete per färdmedel. I basscenariot för 2030 har beslutade satsningar på kollektivtrafiken ingått, såsom snabbusslinjer mellan Ronna och Södertälje Syd via centrum samt Geneta – Liljeholmen. Totalt sett ökar utbudet (mätt i antal turer/avgångar med buss) per medelvardag från 1 240 till 1 467 (18 procent) i och med detta.

**Tabell 3.** Beskrivning av studerade scenarier.

Scenario	Huvudsakliga aspekter
<b>Nuläge (2019)</b>	Väg- och kollektivtrafik enligt situationen 2019. Scenario för att kalibrera resande (trafikflöden, färdmedelsandelar, påstigningar per linje och hållplats) utifrån empiriska data
<b>Bas 2030</b>	2023 års kollektivtrafiknät, efterfrågan härledd från planerad markanvändning och befolkningsprognos för 2030. Detta innebär en generell befolkningsökning med 14 % i Södertälje kommun och en ökning av antalet resor i enlighet därmed. 18% fler bussturer än i Nuläget.
<b>1a – Kraftigt ökat kollektivtrafikutbud</b>	Markanvändning enligt Basscenario, 75% fler bussturer och 60% fler tågturer (regiontåg mellan Södertälje och Stockholm – Mälardalen) jämfört med Basscenario och fördubblad busstrafikering jämfört med Nulägesscenario
<b>1b DRT tätort</b>	Som i 1a men kollektivtrafikutbud kompletterat med DRT inom tätort
<b>1c DRT landsbygd</b>	Som i 1a men kollektivtrafikutbud kompletterat med DRT på landsbygd
<b>2 Ökatreslängds-motstånd (oavsett färdmedel)</b>	Högre motstånd mot att resa långt <sup>3</sup> . Kortare reseavstånd totalt (genomsnittligt reseavstånd med bil minskat från 45,3 till 43, 8 km). Kollektivtrafikutbud som i Basscenariot
<b>3 Storskaliga infrastruktur-utbyggnader</b>	Som i 1a men också med ny snabb järnvägsförbindelse till Stockholm och ny buss- och vägtunnel under kanalen
<b>4 Förändrade värderingar av restid</b>	Fördubblad koefficient för generaliserade restidskostnaden i nyttofunktionen för bil vid färdmedelsvalet för att återspegla en lägre benägenhet att välja bil framför kollektivtrafik, gång och cykel. Kollektivtrafik som i Basscenariot
<b>5 Kraftigt ökat kollektivtrafikutbud och värderingsförändringar</b>	Förstärkt kollektivtrafikutbud och värderingsförändringar (Kombination av 1a och 4)

Vid formuleringen av scenarierna i analysen har vi förhållit oss den så kallade triple access-tanken (Lyons & Davidson, 2016) som innebär att tillgänglighet möjliggörs av tre aspekter: Mobilitet, fysisk närhet och digital konnektivitet. Den första aspekten innefattar hela transportsystemet som vi känner det, den andra refererar till hur funktioner lokaliseras i förhållande till hur invånarna bor och den tredje, vilken vi inte berör direkt i våra analyser, handlar om digitala verktygs inverkan på tillgängligheten till olika funktioner. De verktyg, d v s åtgärder för att uppnå munkens gränser, som analyserats i scenarierna innefattar följande aspekter:

- Kollektivtrafikutbud (d v s potentialen till hållbart resande)
- Restider med bil och kollektivtrafik (kopplat till färdmedelsandelar)

<sup>3</sup> Persongruppsnytta uppräknad med 150 % samt att c-värden (parametrar i logit-funktion som styr böjningen av reslängdsfördelningens kurva) ändrades från -0,1 till -0,4.



- Medborgarnas benägenhet att välja hållbara transportslag
- Tillgång till arbete och service (mätt i restid)

Den sistnämnda aspekten är direkt kopplad till grundläggande behov stipulerade i FNs hållbarhetsmål, men även till teorier om tillräcklighet, vilket diskuteras mer nedan.

Åtgärderna har till viss del inspirerats av de åtgärdspaket som togs fram och beskrivits i rapporten *Fördubblad marknadsandel för kollektivtrafik till år 2030 - Hur kan vi nå dit och vad blir konsekvenserna?* (Lindblom, Bondemark, Brundell-Freij och Ericsson, 2016).

I följande avsnitt beskrivs respektive scenario mer ingående.

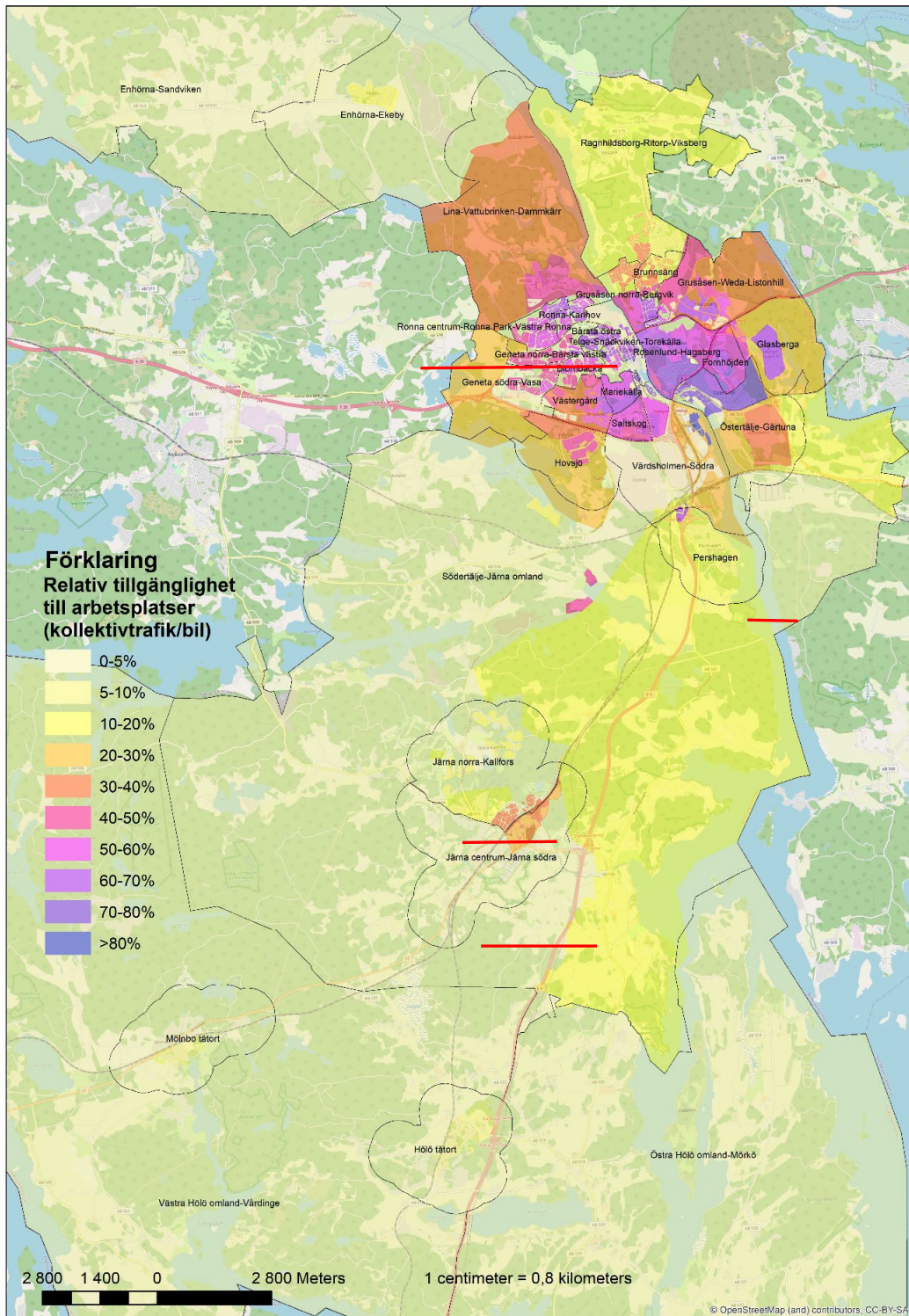
### 2.5.1. Nuläge 2019

För att validera och kalibrera modellen har vi använt data för 2019 angående trafikflöden och påstigningar per hållplats och linje i kollektivtrafiken. Således har efterfrågematriser för bil och kollektivtrafik som först genererades på en grov nivå endast med hänsyn tagen till allmänna avståndsfördelningar och färdmedelsfördelning därefter justerats för att representera det verkliga resmönstret baserat på empiriska data från ombordstigningar och fordonspassager.

Som tidigare nämnts har utvärderingen av scenarierna gjorts både för hela Södertälje kommun men även med fokus på tre specifika geografiska områden i kommunen. Järna är ett eget samhälle beläget cirka 12 kilometer söder om centrala Södertälje. Samhället har sin egen identitet och kan betraktas som självständigt när det gäller service. Dessutom är det känt för ett antal antroposofiska företag och institutioner. Pershagen är däremot mer en klassisk förort utan tydlig identitet men ligger i en trakt som värderas högt för sin närhet till natur och vatten. Ronna, å andra sidan, är ett klassiskt miljonprogramsområde omkring 2,5 kilometer från Södertälje centrum med sociala utmaningar och låg upplevd trygghet. Varje områdes karaktär återspeglas tydligt av indikatorer som medianinkomst och bilägande samt andel av PT-sträckan, som anges i tabell 3 nedan.

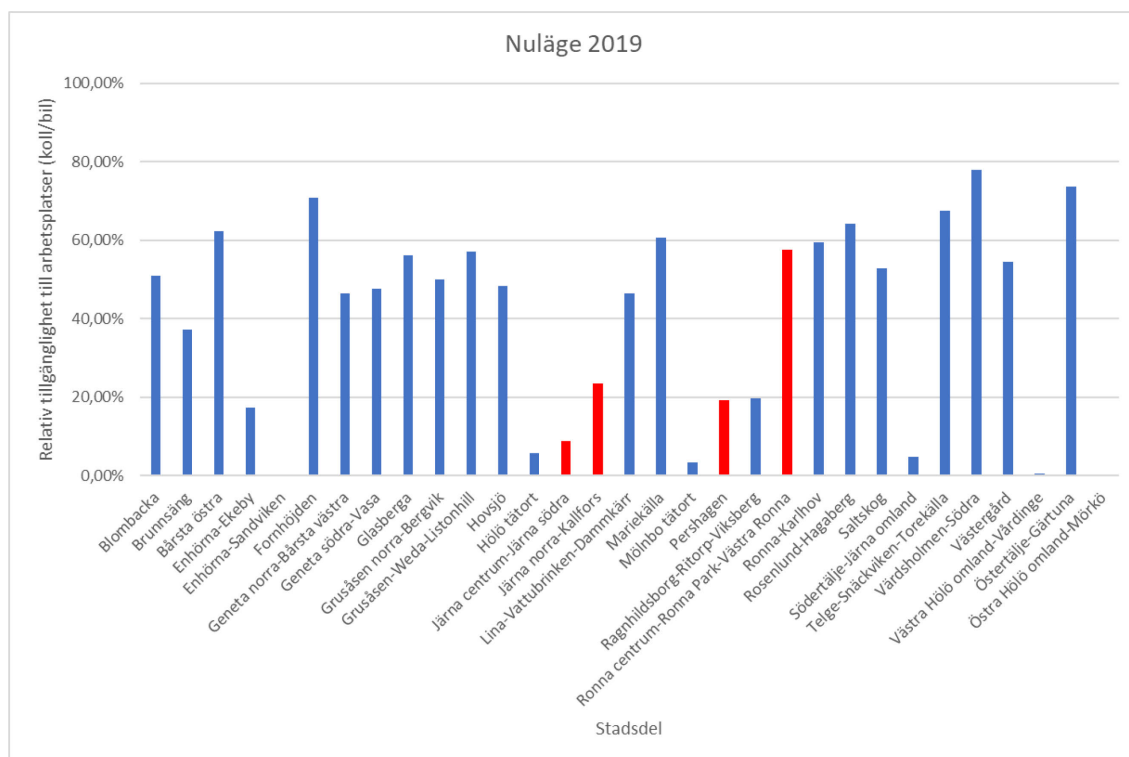
**Tabell 4.** Förutsättningar i de särskilt studerade områdena i Södertälje. Motoriserad färdmedelsfördelning mätt i transportarbete är härlett från trafikmodellen. Övriga källor: Södertälje kommun (områdesspecifika data), SCB (läns- och rikssiffror för befolkning och inkomst), Trafikanalys (bilinnehav, andel elbilar), Segregationsbarometern (områdesspecifik samt kommunövergripande data över utbildning, socioekonomi, valdeltagande och arbetslöshet).

Område	Ronna	Pershagen	Järna	Södertälje kommun	Sverige
<b>Geografiska föutsättningar</b>	Urban periferi	Sub-urban	Landsbygd		
<b>Befolkning 2019</b>	6 449	2 199	8 344	99 640	10 200 000
<b>Prognos befolkning 2030</b>	6 775	2 375	8 680	111 365	10 900 000
<b>Medianinkomst/år</b>	159 700	304 000	250 500	212 131	258 500
<b>Andel invånare med låg ekonomisk standard (%)</b>	38.9	4.3	11.9	19	15
<b>Andel av befolkningen med endast gymnasieutbildning (%)</b>	28	8,8	13	18	23
<b>Andel av befolkningen med minst två års eftergymnasial utbildning (%)</b>	9	30	21	16	27
<b>Andel av befolkningen som varit arbetslös mer än 6 månader (%)</b>	7	1	2	3	1,8
<b>Deltagande i senaste riksdagsval (%)</b>	50	90	86	70,6	84,2
<b>Bilinnehav per 1 000 invånare</b>	235	440	423	351	474
<b>Andel elbilar 2022 (%)</b>	1,6	3,7	4,2	2,79	4,0
<b>Andel personkm med kollektivtrafik 2019 (%motoriserade resor)</b>	15	6	11	11	27%



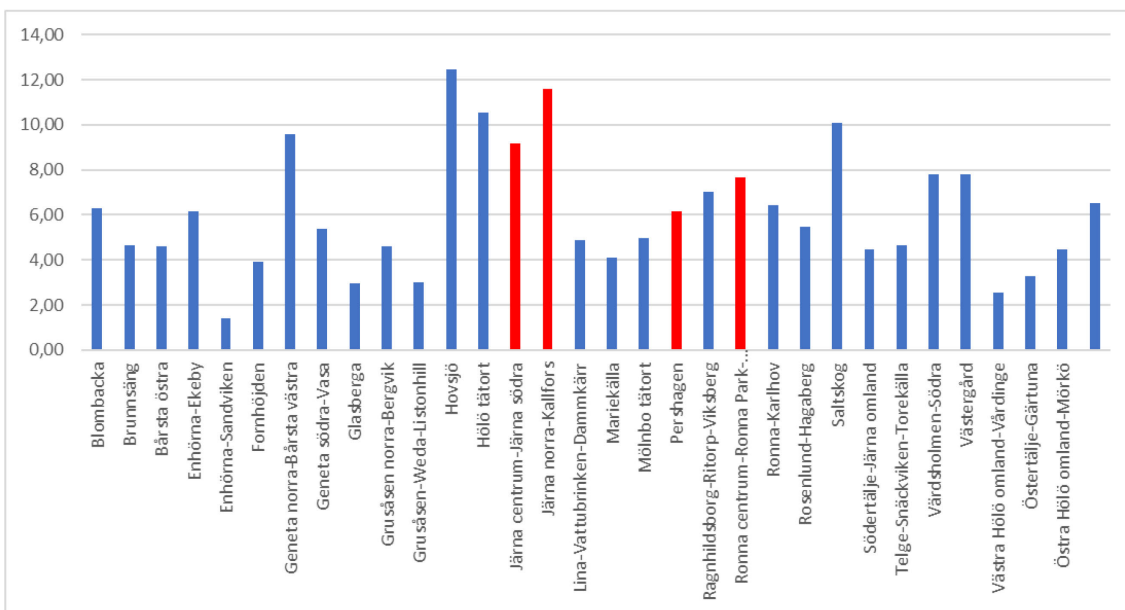
**Figur 2.** Andel invånare med samma tillgänglighet till arbetsplatser med kollektivtrafik som med bil – relativ tillgänglighet - i nuläggsscenarioet för 2019. Namnetiketter för de särskilt studerade områdena är understrukna.

När det gäller relativa tillgängligheten till arbetstillfällen i Södertälje, vilken framgår per den högsta möjliga upplösningen av statistikområden (s k NyKO 3) i **Figur 2**, så har de centrala och södra delarna av tätorten en god tillgänglighet med kollektivtrafik. Detta inkluderar Ronna med tillgänglighet till mer än 50 % av de arbetsplatser som är tillgängliga med bil inom 30 minuters restidströskel. Pershagen och större delen av Järna har däremot en väsentligt lägre motsvarande relativ tillgänglighet på runt eller under 20 procent, vilket framgår än tydligare per stadsdel (RegSO-område) i **Figur 3**.



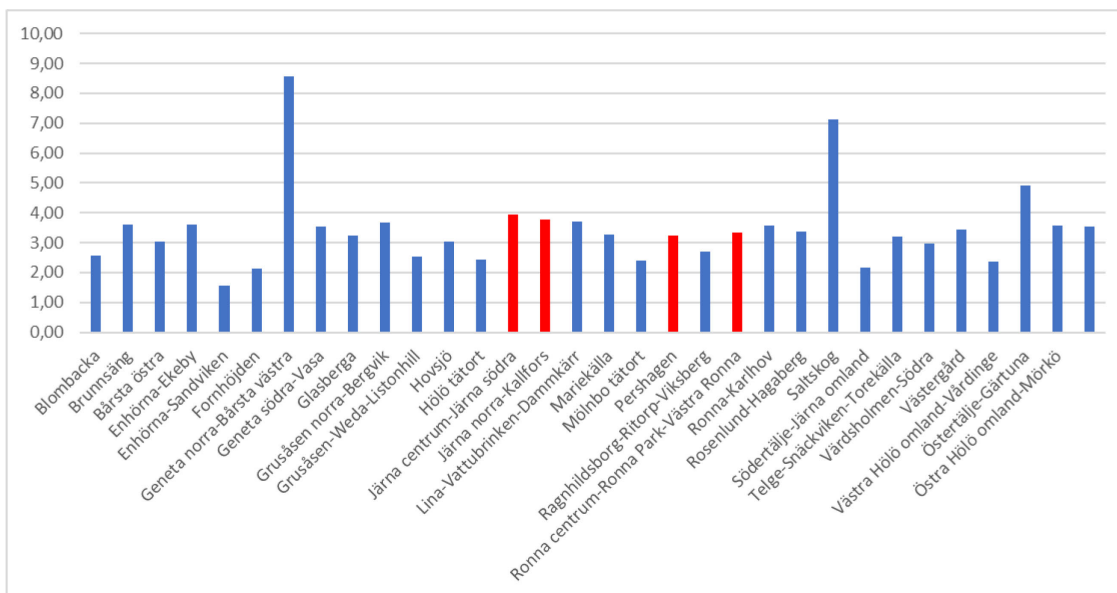
**Figur 3.** Relativ tillgänglighet till arbetsplatser per RegSO-område i Södertälje kommun. Röda staplar markerar de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna.

När det gäller relativ tillgänglighet till dagligvaror är restiden med kollektivtrafik i regel betydligt längre än med bil i nuläget (**Figur 4**). Bland de särskilt studerade områden är det faktiskt Pershagen som har ”bäst” (d v s lägst) restidskvot mellan kollektivtrafik och bil (6,2) medan Järna har högst (ca 10, med störst skillnad mellan bil- och kollektivtrafikrestid i det norra Kallfors-området). I Ronna är det i snitt 7,7 gånger längre restid till närmsta matbutik med kollektivtrafik jämfört med bil.



**Figur 4.** Relativ tillgänglighet till närmsta dagligvarubutik per område i nuläget 2019 mätt som restidskvot mellan kollektivtrafik och bil. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna markerade i rött.

För närmsta vårdcentral (**Figur 5**) är kollektivtrafiken något mer konkurrenskraftig i restid även om vissa områden sticker ut med långa kollektivtrafikrestider. Pershagen (3,2) följt av Ronna (3,3) har bäst värden följt av Järna med ca 3,8. Här ligger Kallfors något bättre till än centrala Järna (3,8 jämfört med 3,9).

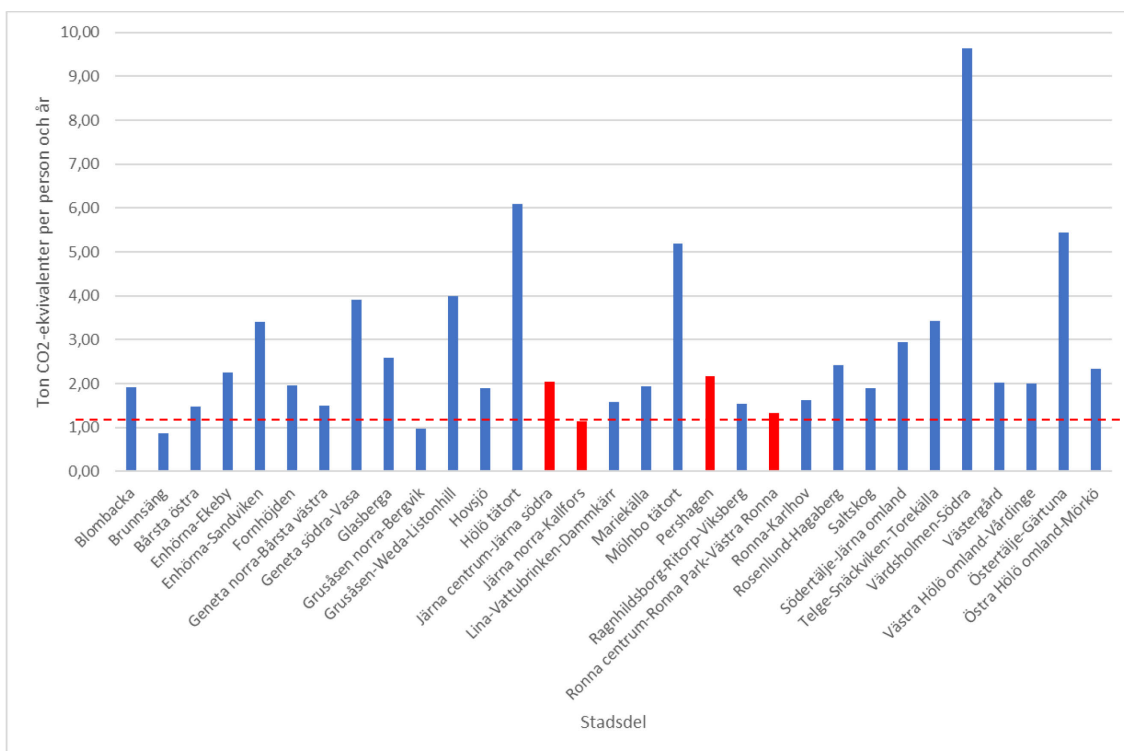


**Figur 5.** Relativ tillgänglighet till närmsta vårdcentral per område i nuläget 2019 mätt som restidskvot mellan kollektivtrafik och bil. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna markerade i rött

För klimatpåverkan från persontransporter är bilden lika skiftande mellan olika delar av kommunen som den är för det sociala golvet som definieras av tillgänglighet. Såsom visas i Figur 6 överskrider alla områden tröskelvärdena som föreslagits av Dillman et al. (2023)



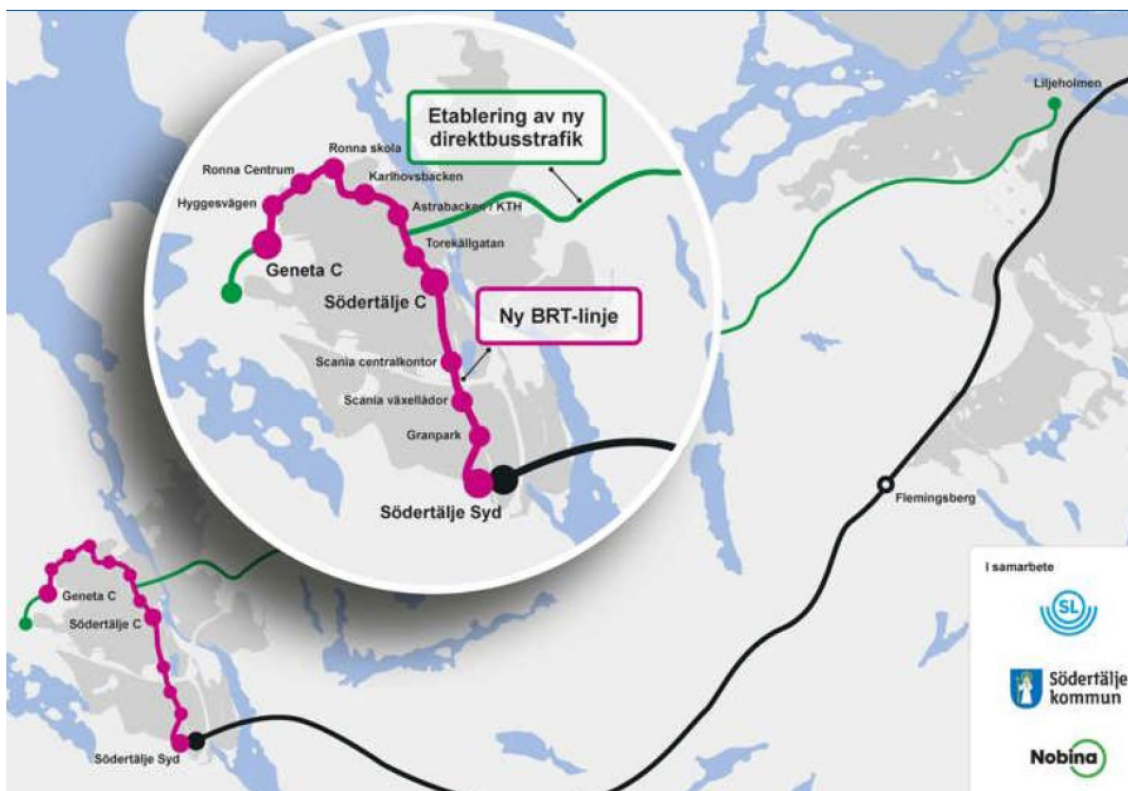
på 0,29 – 0,83 ton CO<sub>2</sub>e per invånare och år. De tunga industriområdena i södra delen av Södertälje har de högsta persontransportrelaterade utsläppen, följt av externa handelsområden i västra tätorten och landsbygden kring Järna i söder och Enhörna i norr.



**Figur 6.** Utsläpp av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, ton per person och år, från persontransporter per område i nuläget (2019) baserat på modellberäknat resande. Övre intervallgräns för tröskelvärde enligt Dillman et al angiven som streckad linje. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna markerade i rött.

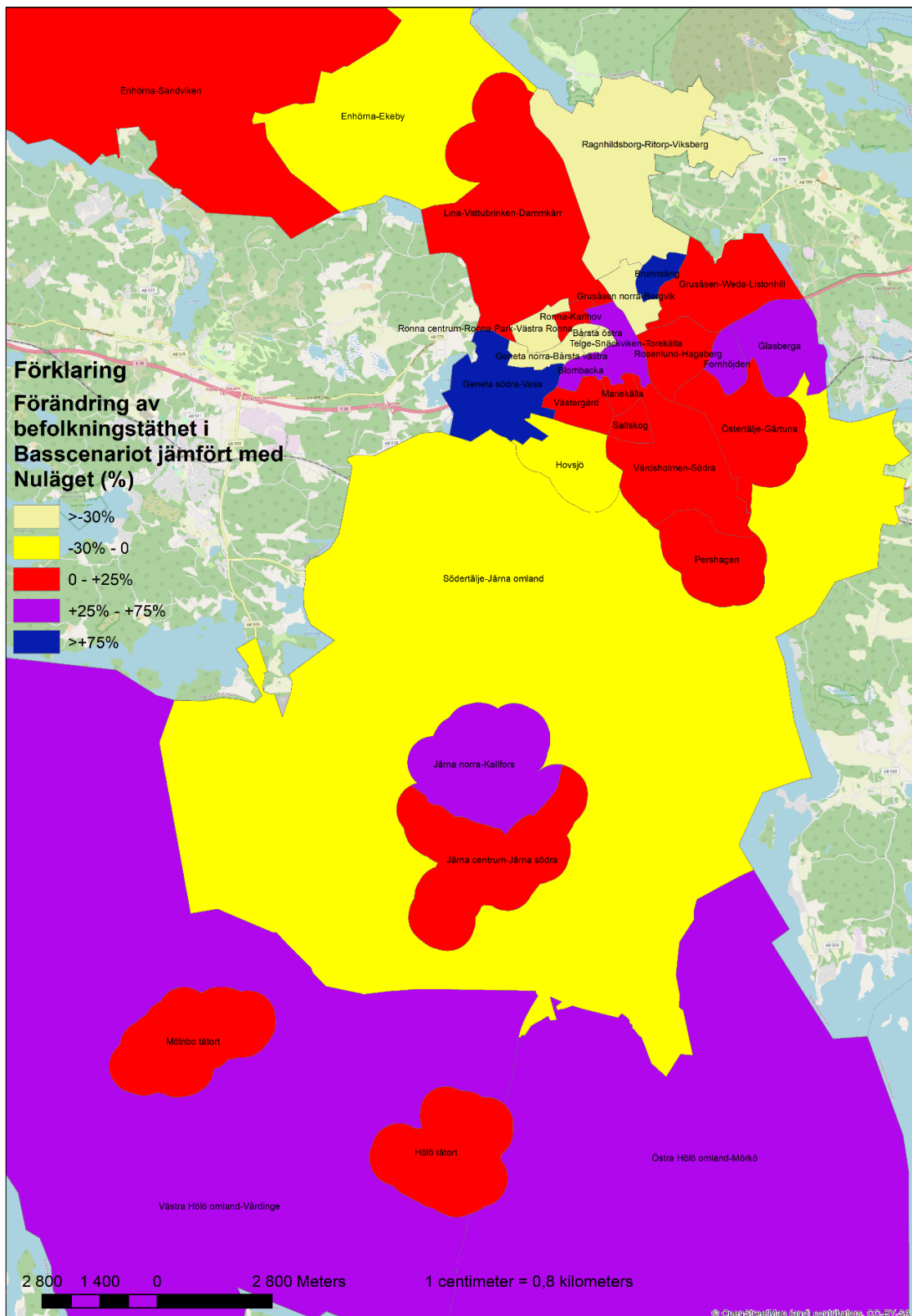
### 2.5.2. Basscenario

Basscenarioet för 2030 innefattar politiskt beslutade kollektivtrafikåtgärder såsom busstrafik med BRT-standard mellan Ronna och Södertälje Syd via centrum samt snabbussar mellan Geneta och Liljeholmen i Stockholm (**Figur 7**). Totalt sett ökar servicenivån (mätt i antal turer/avgångar med buss) per genomsnittlig vardag med 18 procent, från 1 240 turer i nuläges-scenarioet 2019 till 1 467 turer i basscenarioet för 2030.



**Figur 7.** Buslinjer som ingår i basscenariot men inte i nuläggsscenarioet för 2019. Lila linje med punkter motsvarar BRT-linje mellan Geneta och Södertälje Syd station medan grön heldragen linje motsvarar en expressbuslinje mellan Geneta och Liljeholmen i Stockholm. Svart heldragen linje visar på Mälartågs regiontåg (Källa: Modern mobilitet i Södertälje – MMiS).

Enligt kommunens prognoser och planer kommer de centrala och södra delarna av tätorten att växa mest med avseende på antal invånare fram till 2030, men det finns också områden med minskande befolkning, vilket framgår av **Figur 8**. Detta har stor inverkan på nivåerna för persontransportrelaterade utsläpp per invånare i scenarierna för 2030.



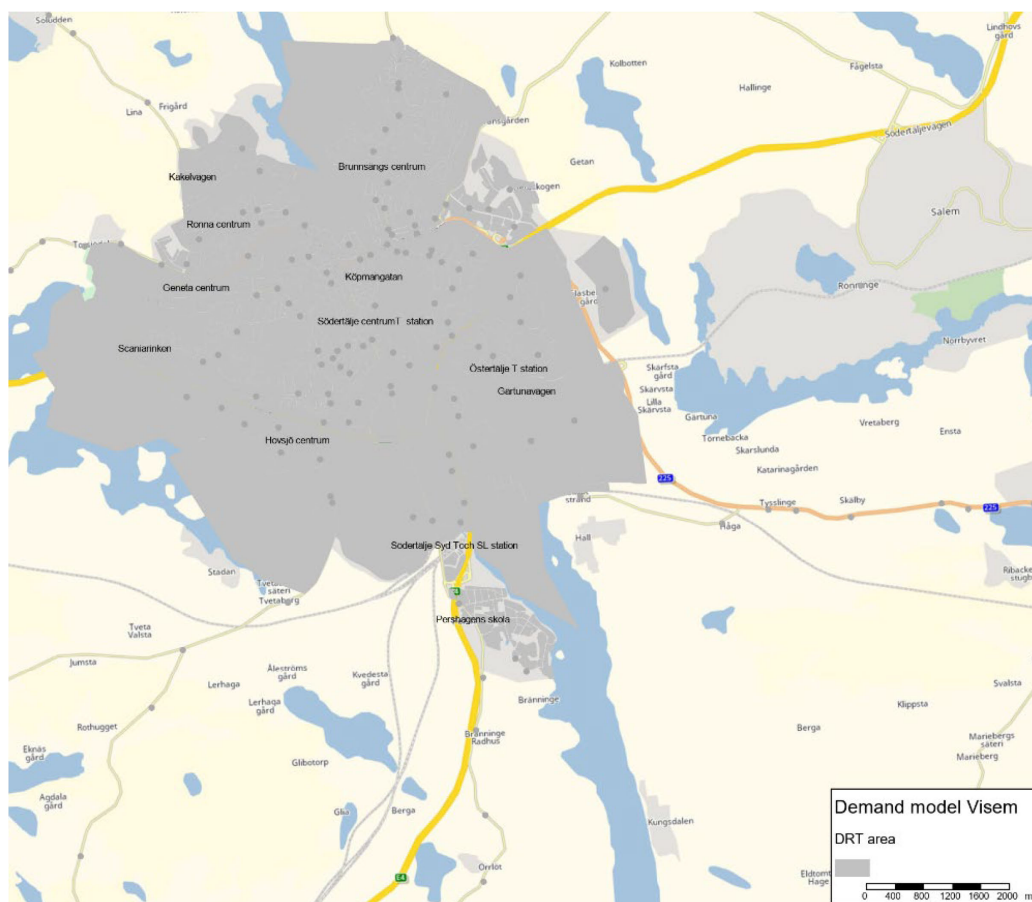
Figur 8. Förändring i befolkningstäthet i2030 jämfört med 2019 baserat på kommunens befolkningsprognos.



### 2.5.3. Scenario 1 – Kraftigt förstärkt kollektivtrafikutbud

Utifrån den områdesvisa analysen av relativ tillgänglighet med kollektivtrafik i förhållande till bil har ett flertal av de befintliga busslinjerna i basscenariot fått kraftigt förbättrad turtäthet i detta scenario. I analysen framgick tydligt den låga relativa tillgängligheten till arbetsplatser för landsbygden med orter som Pershagen och Järna men även stadsdelar som Hovsjö och Brunnsäng har förhållandevis låg relativ tillgänglighet (30–40 procent). För att råda bot på detta har vi i Scenario 1 undersökt tre olika varianter av turtäthetsförstärkning. Detta har organiserats i underscenarioer, där **grundscenario 1a** innebär att utbudet, i termer av antal turer, ökas på elva av de 26 dagtrafikerande busslinjerna i basscenariot med i snitt 75% (gäller linjerna 748 Fittja – Södertälje C, 751 Hovsjö - Ritorp, 752 Hovsjö – Lina Hage, 753 Hovsjö - Östertälje, 756 Geneta - Östertälje, 758 Geneta - Östertälje, 759 Astrabacken - Glasberga, 761 Östertälje – Ritorp, 784 Södertälje – Järna – Hölö men enbart för sträckan mellan Järna och Södertälje C, 787 mellan Lina hage och Södertälje C samt 788 Södertälje - Järna). I basscenariot har samtliga dessa linjer i grunden 15-minuterstrafik som bäst, men denna ändras till 10 minuter, förutom för linje 788 där den har haltande timmestrafik i basscenariot vilket ändras till 30-minuterstrafik som bäst.

I **underscenario 1b** har *dessutom* DRT (Demand Responsive Transport, d v s efterfrågestyrd trafik/flexlinjer) lagts till för att minska gångavstånden till kollektivtrafiken i tätorten (**Figur 9**).



**Figur 9.** Område som innefattas av efterfrågestyrd trafik (DRT) i scenariot med DRT i Södertälje tätort.

För att kunna modellera effekter av DRT har ett antal antaganden behövs göras angående trafikens upplägg och förutsättningar. Således har det antagits att det inte krävs någon förbokningstid, att den maximala väntetiden är 10 minuter<sup>4</sup> samt att ingående fordon maximalt får köra en omväg som är dubbelt så lång som den genaste rutten. Vidare har antalet tillgängliga fordon satts till 20, antal sittplatser per fordon till 10 och maximal omvägstid till 10 minuter (efter förebild från Persson et al (2024) och Dytckov, Persson, Lorig, and Davidsson (2022)). Varje påstigning antas ta 20 sekunder. Fordonen antas ha samma genomsnittliga utsläppstal som fordonsparken i stort 2030 (Trafikanalys, 2020).

I *underscenario 1c* görs motsvarande tillägg av DRT fast endast på landsbygden (Figur 10). Samma antaganden har gjorts som i Scenario 1b fränsett att maximalt tillåten väntetid är 15 i stället för 10 minuter och att antalet fordon satts till sju stycken.



Figur 10. Område som innefattas av DRT i Scenario 1c.

<sup>4</sup> Egentligen handlar det om ett tidsfönstret för bokning i förhållande till önskad restid

#### 2.5.4. Scenario 2 – Kortare reseavstånd

I detta scenario har syftet varit att undersöka effekten av generellt kortare resor på tillgänglighet och persontransportrelaterat klimatavtryck. I modellen har detta implementerats genom modifieringar av inställningarna i resegenereringsmodulen, för att simulera en sänkt tolerans till reseavstånd bland invånarna. Tanken har varit att denna sänkta tolerans ska vara kopplad till ändrad markanvändning och ändrade resvanor med till exempel en högre grad av hemarbete eller arbete från så kallade arbetshubbar (lokaler placerade nära kollektivtrafikknutpunkter runt om i staden, där olika arbetsgivare har möjlighet att erbjuda kontorsplatser eller motsvarande). Den ändrade markanvändningen bör innebära ett tätare serviceutbud, vilket då leder till att de genomsnittliga avstånden minskar med bibehållen tillgänglighet till viktiga samhällsfunktioner och service (arbetsplatser, vård, livsmedel mm)

I VISUM översattes dessa antaganden till en ändrad fördelning av reseavstånd genom att motståndet kopplat till rest sträcka ökar (d vs benägenheten att resa långt sjunker givet en konstant resefrekvens per invånare). Detta innebar alltså att antalet resor per individ är oförändrad men att andelen korta resor ökar.

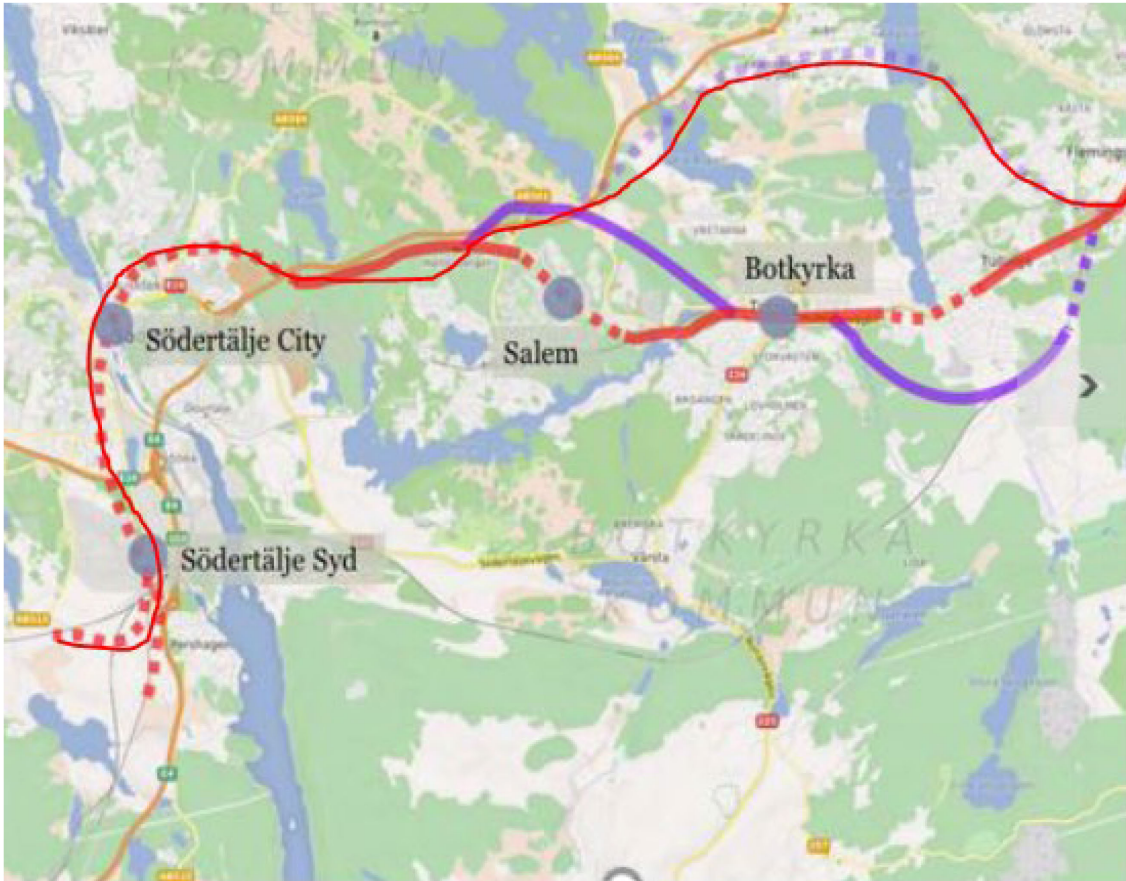
#### 2.5.5. Scenario 3 – Storskaliga infrastrukturåtgärder

I detta scenario ingår, utöver den omfattande ökningen av turutbudet som i Scenario 1a, även en ny snabb tågförbindelse mot från Järna via centrala Södertälje mot Norra Botkyrka och Stockholm. Förbindelsen trafikeras i femtonminuterstrafik och innebär en restid Södertälje – Norra Botkyrka på sju minuter och Södertälje – Stockholm på 20–25 minuter (**Figur 12**). Dessutom ingår en ny vägtunnelförbindelse under kanalen (**Figur 11**). Kanaltunneln innebär att busslinjerna 748, 756 och 783 läggs om i en mer direkt sträckning mellan den västra och östra delen av staden.



**Figur 11.** Skisserad tunnel under Södertälje kanal, vilken ingår i Scenario 3. Källa: Södertälje kommun.





**Figur 12.** Skisserad ny järnvägssträckning – Södertörnsbanan - från Södertälje via Norra Botkyrka mot Stockholm (röd heldragen linje). Källa: Södertälje kommun.

Båda dessa är åtgärder som föreslagits av kommunen som åtgärder för att öka kollektivtrafikens attraktivitet och tillgänglighet.

Detta scenario, som är ett tillägg till utbudsändringen i Scenario 1a, innebär ett ytterligare ökat utbud med 61 procent, men det är endast tågutbudet som förstärks i och med den nya linjen Järna – Södertälje – Stockholm via nya banan rakt genom staden (Södertörnsbanan) och vidare via Norra Botkyrka. Genomsnittsrestiden hållplats till hållplats i hela kommunen sjunker i och med detta från 17 minuter till 15,5 minuter jämfört med Scenario 1a.

#### 2.5.6. Scenario 4 – Ändrade värderingar av restid per färdmedel

I det fjärde huvudscenariot har syftet varit att undersöka effekten av ändrade restidsvärderingar och ändrade förhållanden av dessa värderingar mellan färdmedlens jämfört med de värderingar som ligger till grund för färdmedelsfördelningen i basscenariot. Detta för att utröna hur stor överflyttning från bil till kollektivtrafik som går att uppnå genom minskad värdering av restid med kollektivtrafik men ökad värdering av restid med bil. För att simulera detta i modellen har parameterinställningar i färdmedelsvalsmodulen av VISUM varierats för att undersöka vilka simulerade fenomen som har störst effekt på transportarbetsfördelningen mellan färdmedlen.

I VISUM implementerades detta genom två huvudsakliga åtgärder: Fördubblat restidsmotstånd för bil och fördubblad restidskänslighet för bilresor. Dessutom halverades restidskänsligheten för kollektivtrafik. Främst dom två senare tycks ha stor effekt på transportarbetet med bil. Tanken med scenariot var att simulera olika former av styrmedel, främst sådana som kommunen och regionen har rådighet över, och som har stor effekt på hur restid med olika färdmedel upplevs. För bil kan det handla om parkeringsrestriktioner, parkeringsprissättning, olika former av incitament för att resa mindre med bil. För kollektivtrafik handlar det om att göra resan mer attraktiv genom höjd reskomfort, möjlighet att arbeta under resan och liknande.

#### 2.5.7. Scenario 5 – Kombination av ändrade tidsvärden och utbyggd kollektivtrafik

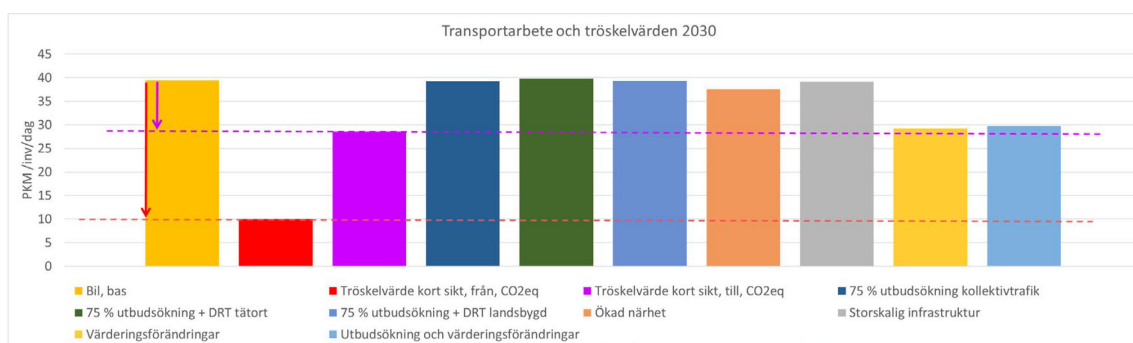
Vid utvärdering av preliminära resultat från utbudsökningsscenarierna 1 och 3 samt reslängdsförändringsscenario 2 och restidsvärderingsförändringarna i scenario 4 fann vi att en kombination av ökat kollektivtrafikutbud och förändrade värderingar av restid per färdmedel var lämpliga att gå vidare med för att testa ett kombinationsscenario, som syftade till att undersöka hur kombinationen av positiva (utbudsökning med kollektivtrafik, minskad värdering av restid med kollektivtrafik) och negativa (restriktioner för bilanvändning t ex relaterade till parkering) styrmedel inverkar på möjligheten att närma sig de planetära tröskelvärden för persontransportarbete. Scenario 5 utgör alltså en rak kombination av scenarierna 1a och 4.

## 3. Resultat

Beräkningsresultaten av utsläpp av koldioxidekvivalenter från persontransporter samt relativ tillgänglighet redovisas i detta kapitel i förhållande till de planetära tröskelvärdena och sociala behoven diskuterade i metodavsnittet. Redovisningen sker först i samlad form följt av en mer detaljerad presentation per scenario.

### 3.1. Klimatavtryck i relation till tröskelvärden

Resultatet av simuleringarna visar tydligt att det bara är i de scenarion med de radikala förändringarna av restidsvärdering med bil respektive kollektivtrafik som persontransportarbetet närmar sig nivåer som motsvarar den övre intervallgränsen för tröskelvärdena kopplade till utsläpp av koldioxidekvivalenter per invånare (**Figur 13**). I figuren visas transportarbetet med bil per invånare som respektive scenario resulterar i, samt ställt i relation till tröskelvärdena för mobilitetsbaserade klimatavtryck omräknat till transportarbete per invånare med bil. Omräkningen baseras på utsläppstal utifrån prognosticerad sammansättning av fordonsflottan 2030 (Trafikanalys, 2020)



**Figur 13.** Resultande transportarbete per scenario, samt ställt i relation till basscenariot (gult) och tröskelvärden (streckade linjer). De senare omräknade från tröskelvärden för CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per invånare. Jämfört med basscenariot krävs en 28-75% minskning av persontransportarbetet med personbil för att uppnå de kortsiktiga tröskelvärdena till år 2030 för CO<sub>2</sub>-ekvivalenter angivna av Dillman (2023).

### 3.2. Relativ tillgänglighet

För relativ, d v s hållbar, tillgänglighet till arbetsplatser presterar kombinationsscenarioet med både förstärkt kollektivtrafikutbud och ändrade värderingar av restid bäst. Här har 80% av invånarna åtminstone hälften så bra tillgänglighet med kollektivtrafik som med bil (**Tabell 5**). Efterfrågestyrd trafik möjliggör dock att andelen invånare med åtminstone en procent av biltillgängligheten till arbetsplatser blir mycket hög (Scenario 1b – 1c).

Anledningen till att den relativa tillgängligheten sjunker med enbart ökat kollektivtrafikutbud är att vissa områden får kraftigt ökad turtäthet med buss, ett förhållandevis långsamt färdmedel, jämfört med de förhållandevis snabba pendeltågen, åtminstone för interna resor i kommunen. Det innebär att simuleringarna resulterar i att fler reser med buss jämfört med tåg vilket innebär i snitt längre restider. Detta kompenseras delvis för av efterfrågestyrd trafik i de scenarion som innehåller det, samt av förstärkt tågtrafik i scenariot med storskaliga infrastrukturåtgärder. I det senare scenariot motverkas dock den hållbara relativa tillgängligheten med kollektivtrafik av att även biltillgängligheten ökar markant i och med den nya förbindelsen under kanalen.

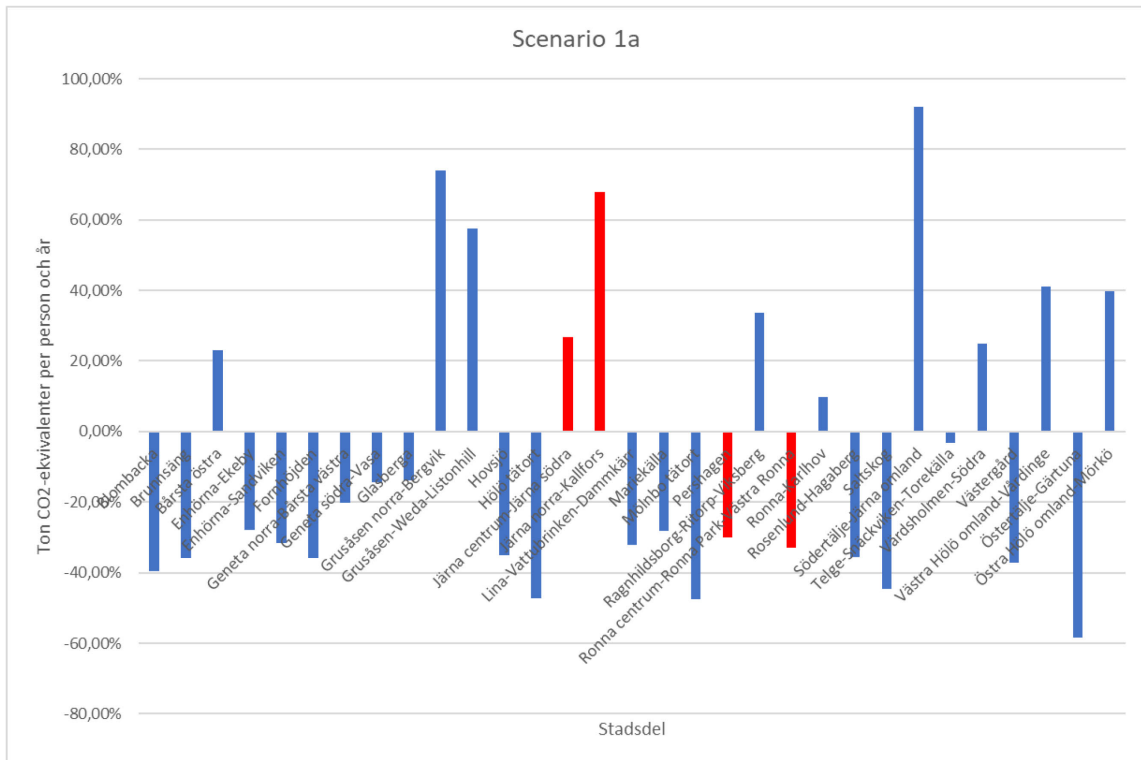
**Tabell 5.** Relativ tillgänglighet per scenario, sett till samtliga invånare i Södertälje kommun.

Scenario	Andel invånare med minst 50% kollektivtrafik/ biltillgänglighet till arbetsplatser	Andel invånare med minst 1% kollektivtrafik/ biltillgänglighet till arbetsplatser
Nuläge 2019	50%	92%
Bas2030	72%	99%
Kraftigt förstärkt kollektivtrafikutbud 2030 (Sc1a)	60%	87%
Ökat kollektivtrafikutbud samt DRT i tätorten (Sc1b)	72%	100%
Ökat kollektivtrafikutbud samt DRT på landsbygden (Sc1c)	69%	100%
Kortare reseavstånd (Sc2)	69%	89%
Storskaliga infrastrukturåtgärder (Sc3)	63%	87%
Ändrade värderingar av restid (Sc4)	69%	89%
Kombinationsscenario av Sc1a och Sc4 (Sc5)	80%	99%

I det följande presenteras mer detaljerade resultat per scenario. Där framgår även hur tillgängligheten till dagligvaror och primärvård blir.

### 3.3. Scenario 1a – Ökat kollektivtrafikutbud

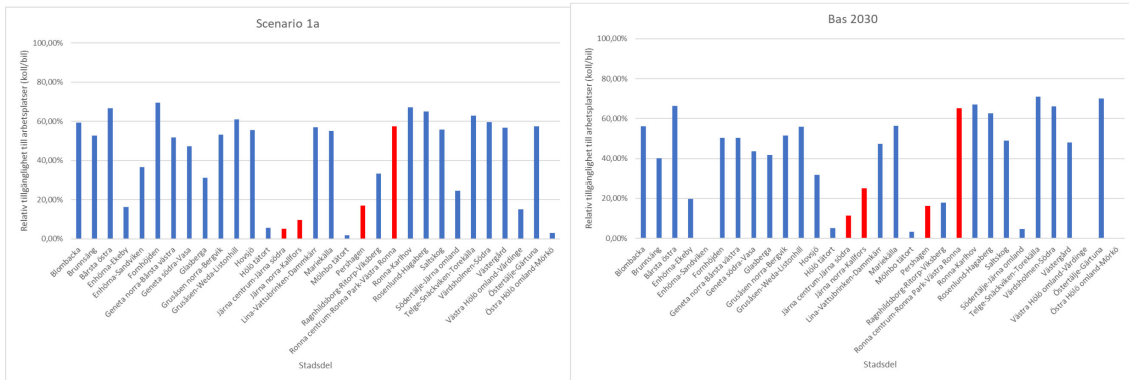
I detta scenario ökar antalet kollektivtrafikresor med 19 procent och andelen kollektivtrafikresor med en dryg procentenhet jämfört med basscenariot, men transportarbetet med bil minskar bara med 0,5 procent. Resulterande minskningar i utsläpp, 11 procent per invånare jämfört med nuläget, är störst i vissa delar av tätorten (med undantag för områdena Grusåsen, som är ett bostadsområde beläget i tätortens nordöstra del, och Bårsta Östra, i tätortens västra del), medan Järna med omland ser ökade utsläpp från persontransporter. Av de övriga särskilt studerade områden minskar Ronnas utsläpp mest, med 33 procent, medan Pershagens minskar med 30 procent.



**Figur 14.** Relativa förändringar av utsläpp av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, ton per person och år, från persontransporter per område i Scenario 1a med kraftigt förstärkt kollektivtrafikutbud, jämfört med nuläget, baserat på modellberäknat resande. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna markerade i rött.

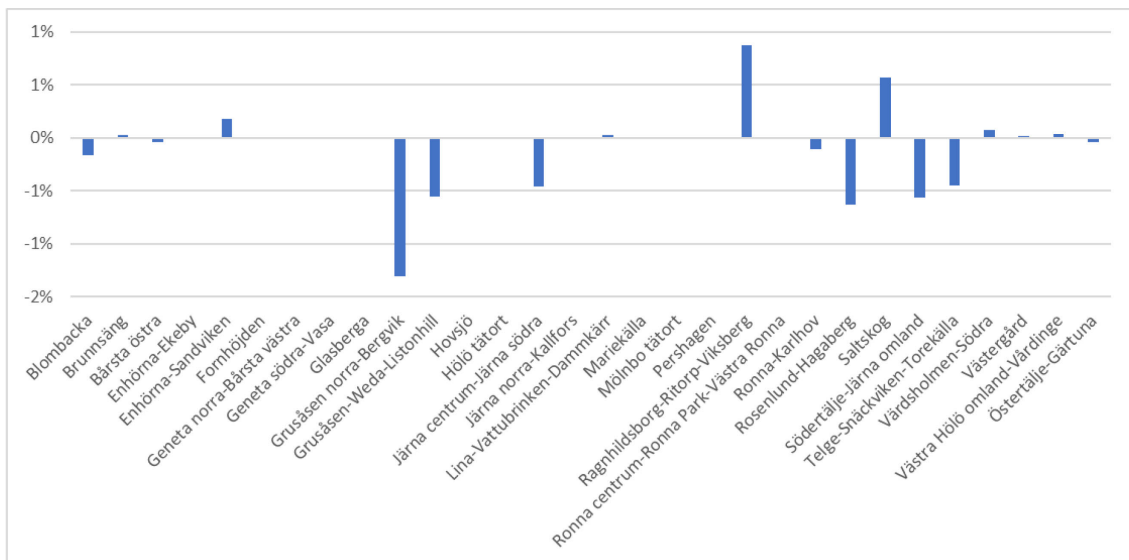
Den relativa tillgängligheten till arbetsplatser *minskar* med 5 procentenheter för den andel av invånarna med minst 1 procent av biltillgängligheten till arbetsplatser med kollektivtrafik jämfört med 2019, men ökar med tio procentenhet för andelen med minst 50 procent av biltillgängligheten med kollektivtrafik till arbetsplatser. Jämfört med basscenariot sjunker tillgängligheten med tolv procentenheter för båda grupperna. Förklaringen finns i att fler resor sker med det ökade bussutbudet vilket innebär lägre medelhastighet än det utbud som finns i bas- respektive nuläges scenariot, vilka har en större andel snabbare resor med tåg. Sett till de särskilt studerade områdena (röda staplar i **Figur 15**) så är den relativa tillgängligheten relativt oförändrad i Pershagen men sjunker i Järna och Ronna jämfört med i basscenariot.



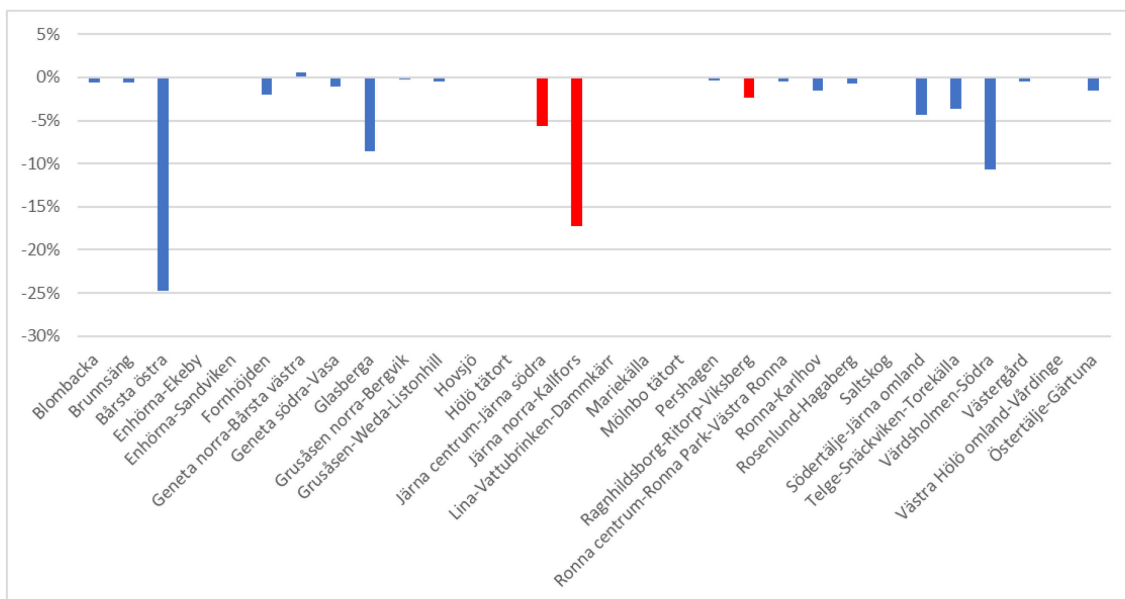


**Figur 15.** Relativ tillgänglighet till arbetsplatser per stadsdel (RegSO) i Scenario 1a med kraftigt förstärkt kollektivtrafikutbud samt med basscenariot som referens. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna är markerade i rött.

När det gäller relativ tillgänglighet till livsmedel så är den oförändrad jämfört med basscenariot medan den sjunker till vårdcentraler i framför allt Järna av de särskilt studerade områdena.



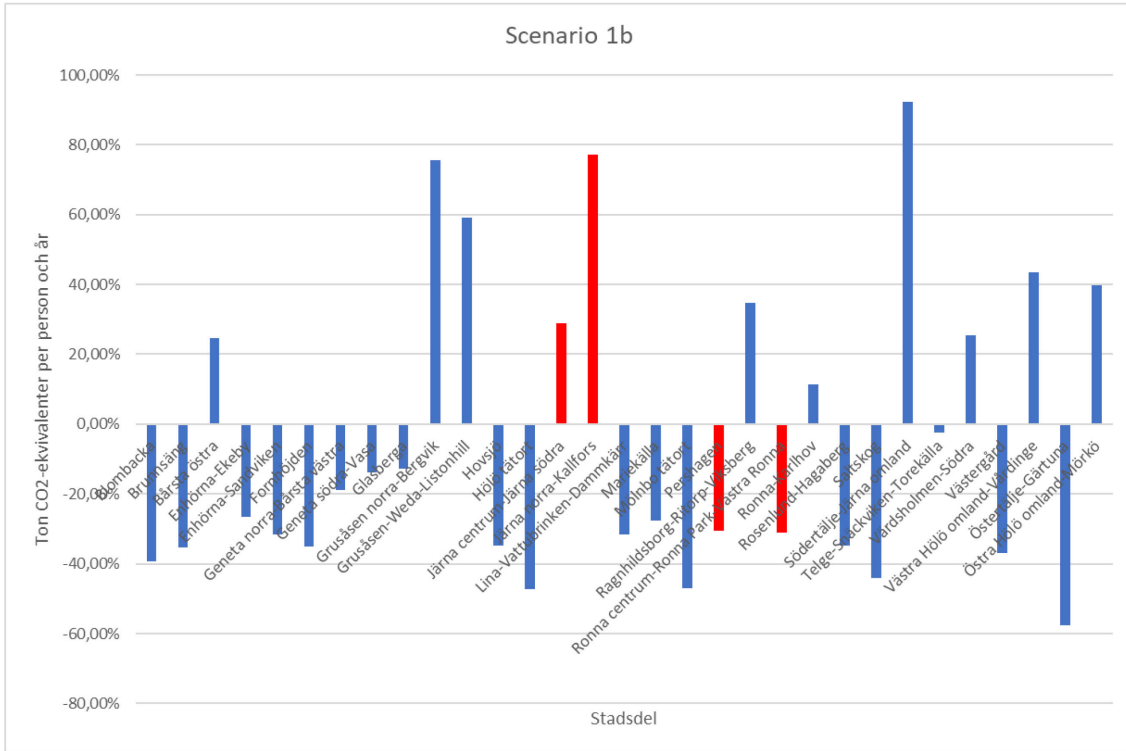
**Figur 16.** Relativ förändring i hållbar (relativ) tillgänglighet mätt som restidskvot kollektivtrafik/bil till närmsta dagligvarubutik per stadsdel (RegSO) i Scenario 1a med kraftigt förstärkt kollektivtrafikutbud jämfört med basscenariot. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna är markerade i rött.



**Figur 17.** Relativ förändring i hållbar (relativ) tillgänglighet mätt som restidskvot kollektivtrafik/bil till närmsta vårdcentral per stadsdel (RegSO) i Scenario 1a med kraftigt förstärkt kollektivtrafikutbud jämfört med basscenariot. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna är markerade i rött.

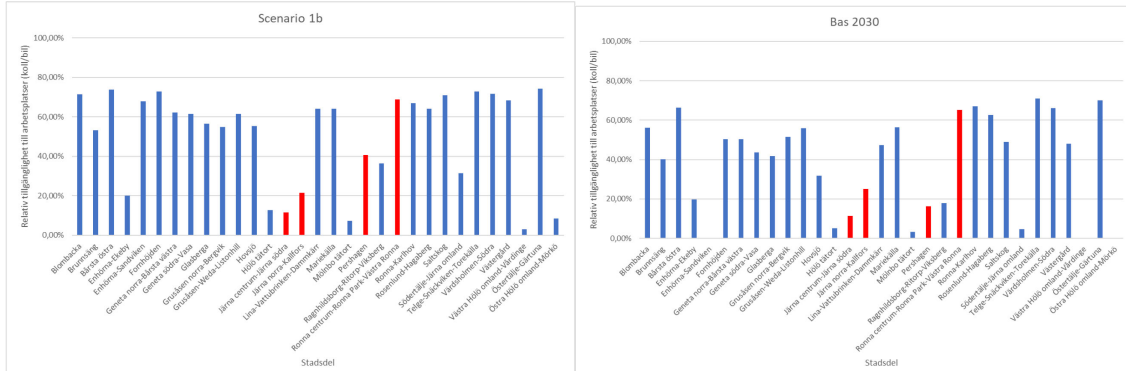
### 3.4. Scenario 1b – Ökat kollektivtrafikutbud med DRT i tätorten

I detta scenario ser utsläppsbilden likartad ut jämfört med i huvudscenariot 1a med minskningar i tätorten men öknningar i vissa delar av landsbygden samt i Grusåsen, jämfört med basscenariot. Överlag minskar utsläppen med 10 procent per invånare jämfört med nuläget. Totalt sett ökar transportarbetet här med nästan en procentenhet. Visserligen ökar även kollektivtrafikresandet något; antalet påstigande ökar med 1,9 procent, men då en del av resorna sker med de 20 efterfrågestyrda fordonen, ökar det sammanlagda transportarbetet i och med detta.



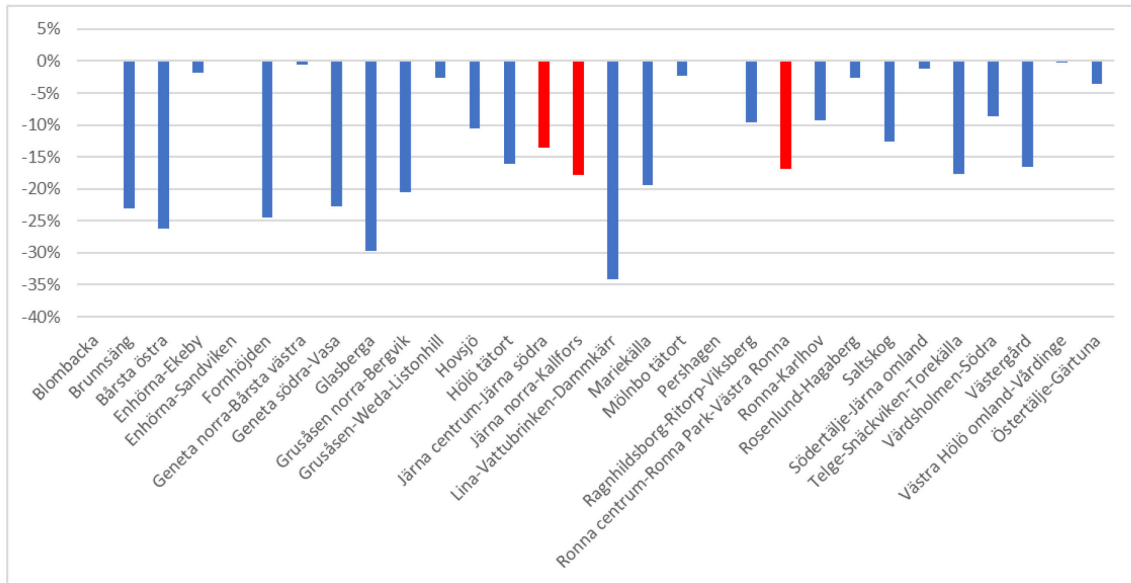
Figur 18. Relativa förändringar av utsläpp av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, ton per person och år, från persontransporter per område i Scenario 1b med kraftigt förstärkt kollektivtrafikutbud plus DRT i tätorten, baserat på modellberäknat resande. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna markerade i rött.

Till skillnad mot de persontransportrelaterade utsläppen sker över lag en positiv förändring när det gäller relativ tillgänglighet i detta scenario för de flesta områden i Södertälje (Figur 19). För de särskilt studerade områdena ökar den relativa tillgängligheten till arbete med över 20 procentenheter för Pershagen medan övriga av dem är relativt oförändrade.

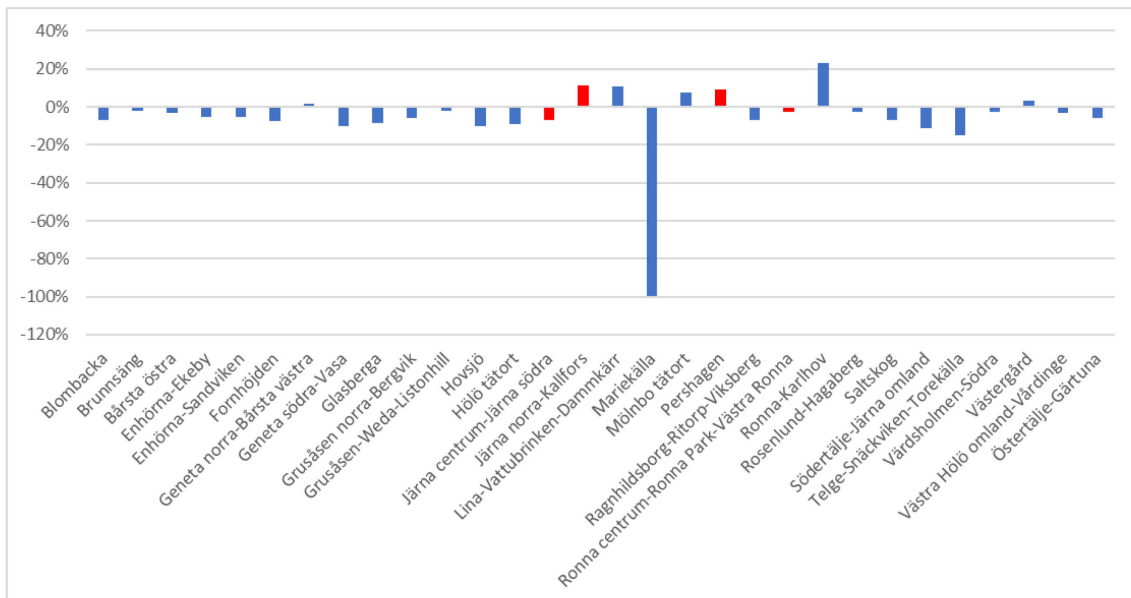


Figur 19. Relativ tillgänglighet till arbetsplatser per stadsdel (RegSO) i Scenario 1b med kraftigt förstärkt kollektivtrafikutbud plus DRT i tätorten. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna är markerade i rött.

När det gäller tillgänglighet till dagligvaror och primärvård så sjunker restidskvoterna över lag till främst livsmedel i och med införandet av efterfrågestyrd trafik. Det är tydligt att livsmedelsbutiker inte är placerade optimalt i förhållande till den linjelagda kollektivtrafiken i basscenariot, varför den efterfrågestyrda uppenbarligen har en viktig roll (**Figur 20**). Motsvarande effekt av efterfrågestyrd trafik kan inte ses för vårdcentralerna, som ofta är mer kollektivtrafknära placerade (**Figur 21**)



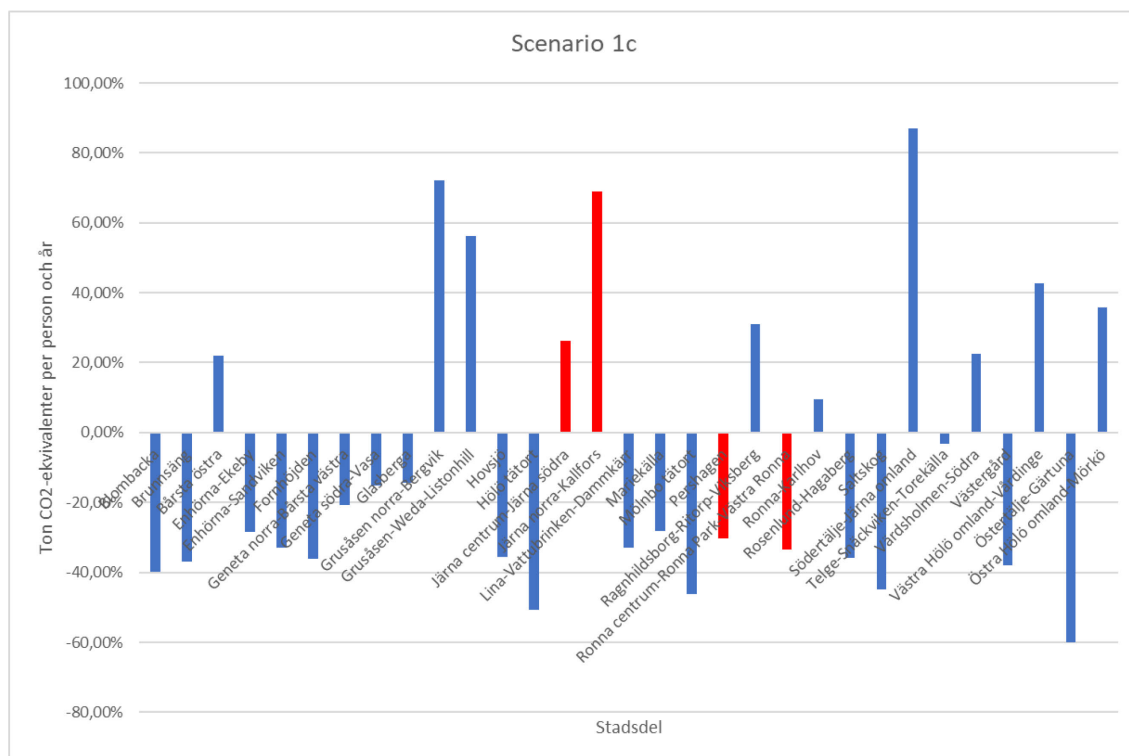
**Figur 20.** Relativ förändring i hållbar (relativ) tillgänglighet mätt som restidskvot kollektivtrafik/bil till närmsta **dagligvarubutik** per stadsdel (RegSO) i Scenario 1b med kraftigt förstärkt kollektivtrafikutbud jämfört med basscenariot samt efterfrågestyrd trafik i Södertälje tätort. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna är markerade i rött.



**Figur 21.** Relativ förändring i hållbar (relativ) tillgänglighet mätt som restidskvot kollektivtrafik/bil till närmsta **vårdcentral** per stadsdel (RegSO) i Scenario 1b med kraftigt förstärkt kollektivtrafikutbud jämfört med basscenariot samt efterfrågestyrd trafik i Södertälje tätort. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna är markerade i rött.

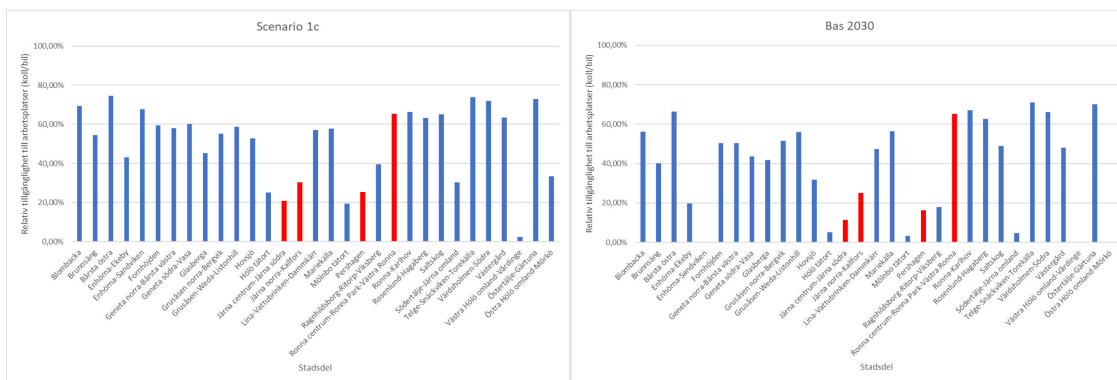
### 3.5. Scenario 1c – Ökat kollektivtrafikutbud med DRT på landsbygden

Med efterfrågestyrd trafik på landsbygden minskar det totala transportarbetet något – med 0,4 procent och de kommunövergripande utsläppen med 12 procent per invånare jämfört med nuläget. Utsläppsbilden ser likartad ut jämfört med de övriga scenarierna (Figur 22) med ökningarna i Järna och andra delar av landsbygden samt Grusåsen men minskningar på de flesta andra håll. Totalt sett ökar kollektivtrafikresandet mer här än i scenario 1b, med 2,6 procent.



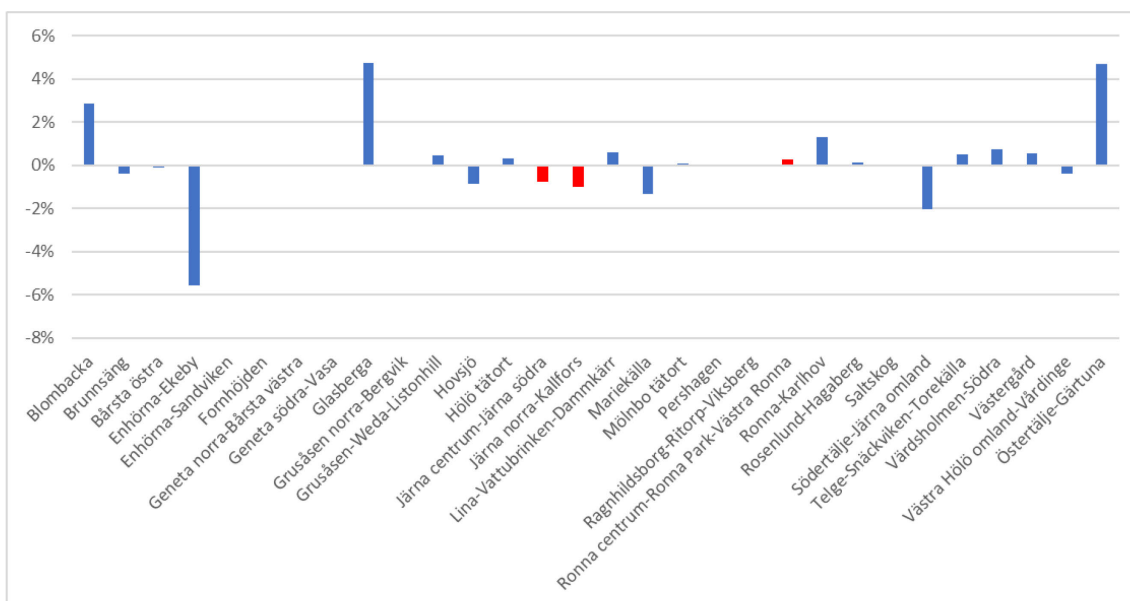
**Figur 22.** Relativa förändringar av utsläpp av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, ton per person och år, från persontransporter per område i Scenario 1c med kraftigt förstärkt kollektivtrafikutbud plus DRT på landsbygden, baserat på modellberäknat resande. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna markerade i rött.

Den relativa tillgängligheten ökar totalt sett mindre i detta scenario jämfört med om efterfrågestyrd trafik enbart införs i tätorten. Men av de särskilt studerade områdena ser främst Järna och Pershagen väsentliga förbättringar i tillgängligheten till arbetsplatser.

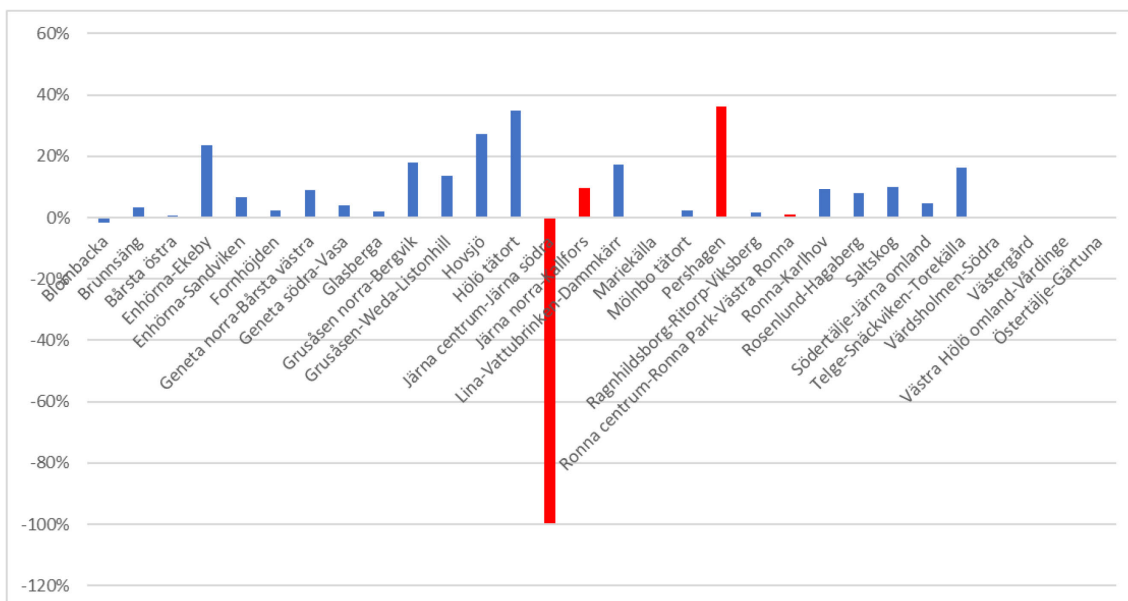


**Figur 23.** Relativ tillgänglighet till arbetsplatser per stadsdel (RegSO) i Scenario 1c med kraftigt förstärkt kollektivtrafikutbud plus DRT på landsbygden. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna är markerade i rött.

När det gäller tillgänglighet till service såsom dagligvaror (**Figur 24**) och primärvård (**Figur 25**) är det främst centrala Järna som får en kraftig förbättring av den relativ tillgängligheten med kollektivtrafik, med en halverad restidskvot till närmsta vårdcentral och även en minskning av restidskvoten till närmsta dagligvarubutik. I övrigt får många områden i Södertälje tätort, inklusive de särskilt studerade områdena Pershagen och Ronna, en högre restidskvot jämfört med basscenariot. Detta av samma skäl som beskrivits ovan – att fler väljer långsamma busslinjer i dessa scenarier än i basscenariot enligt simuleringarna.



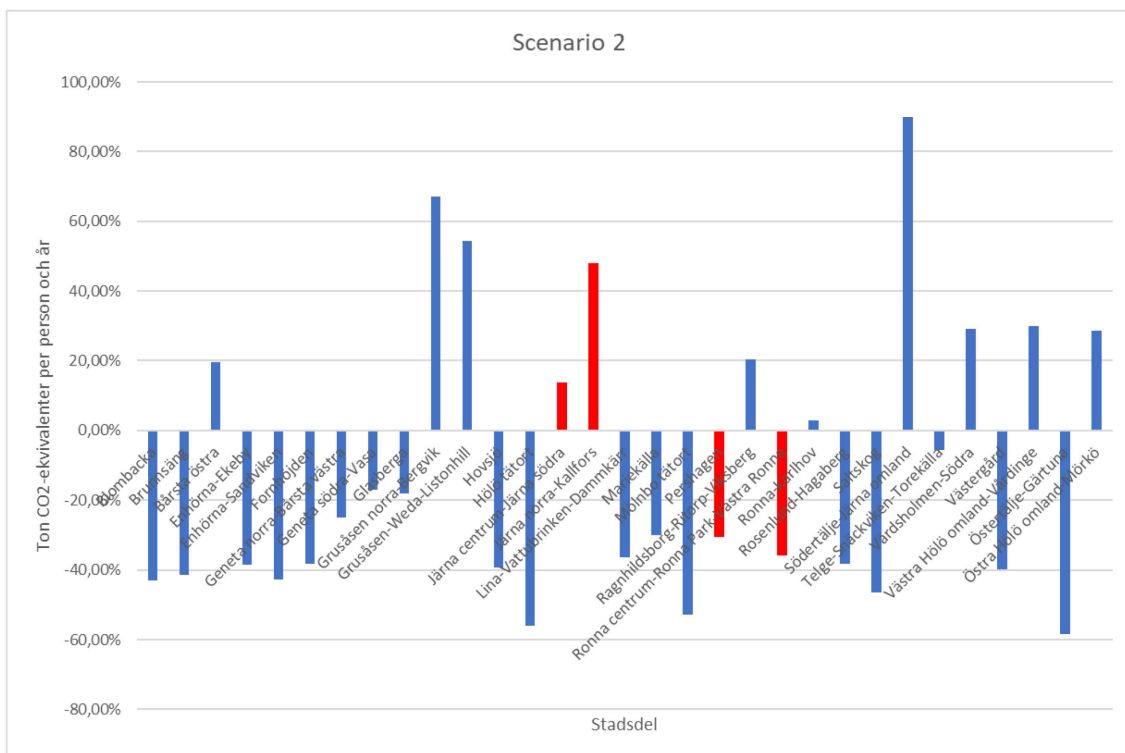
**Figur 24.** Relativ förändring i hållbar (relativ) tillgänglighet mätt som restidskvot kollektivtrafik/bil till närmsta dagligvarubutik per stadsdel (RegSO) i Scenario 1c med kraftigt förstärkt kollektivtrafikutbud jämfört med basscenariot samt efterfrågestyrd trafik på landsbygden. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna är markerade i rött.



**Figur 25.** Relativ förändring i hållbar (relativ) tillgänglighet mätt som restidskvot kollektivtrafik/bil till närmsta vårdcentral per stadsdel (RegSO) i Scenario 1c med kraftigt förstärkt kollektivtrafikutbud jämfört med basscenariot samt efterfrågad trafik på landsbygden. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna är markerade i rött.

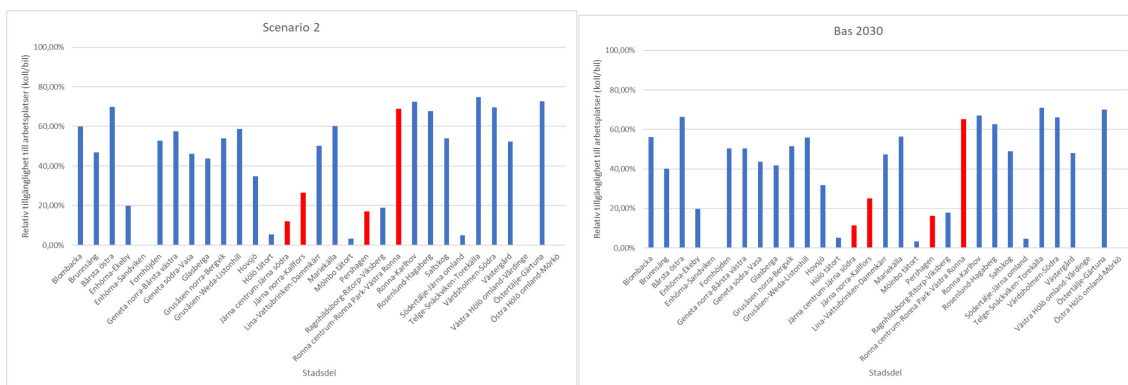
### 3.6. Scenario 2 – Kortare resor

I detta scenario minskar persontransportarbetet med bil med fem procent för Södertälje kommun och bilandelen av samtliga färdmedel inklusive gång sjunker med sju procentenheter, från 69 till 62 procent. Överlag minskar de persontransportrelaterade utsläppen med 15 procent per invånare jämfört med nuläget för kommunen som helhet. Om en ser till den områdesvisa förändringen av utsläpp, vilken i princip är rakt proportionell mot transportarbetsförändringen, så varierar den emellertid ganska kraftigt – se **Figur 26**. Utsläppen ökar exempelvis i en del landsbygdsområden, såsom i och runt Järna (Norra Järna ökar med 48 procent i detta scenario jämfört med basscenariot), men minskar desto mer i andra områden såsom i och runt Hölö. Tätortsnära områden såsom Grusåsen ökar medan de flesta andra områden i Södertälje tätort minskar – inklusive de särskilt studerade områdena Pershagen (-30%) och Ronna (-36%) jämfört med basscenariot. I detta scenario är det främst gångresorna som ökar, med sju procentenheter jämfört med basscenariot (från 9 till 16 procent), medan andelen cykelresor minskar något, med en procentenhet. Den motoriserade kollektivtrafikandelen ökar också, med 2,6 procentenheter till 22 procent.



**Figur 26.** Relativa förändringar av utsläpp av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, ton per person och år, från persontransporter per område i Scenario 2 med kortare resavstånd, baserat på modellberäknat resande. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna markerade i rött.

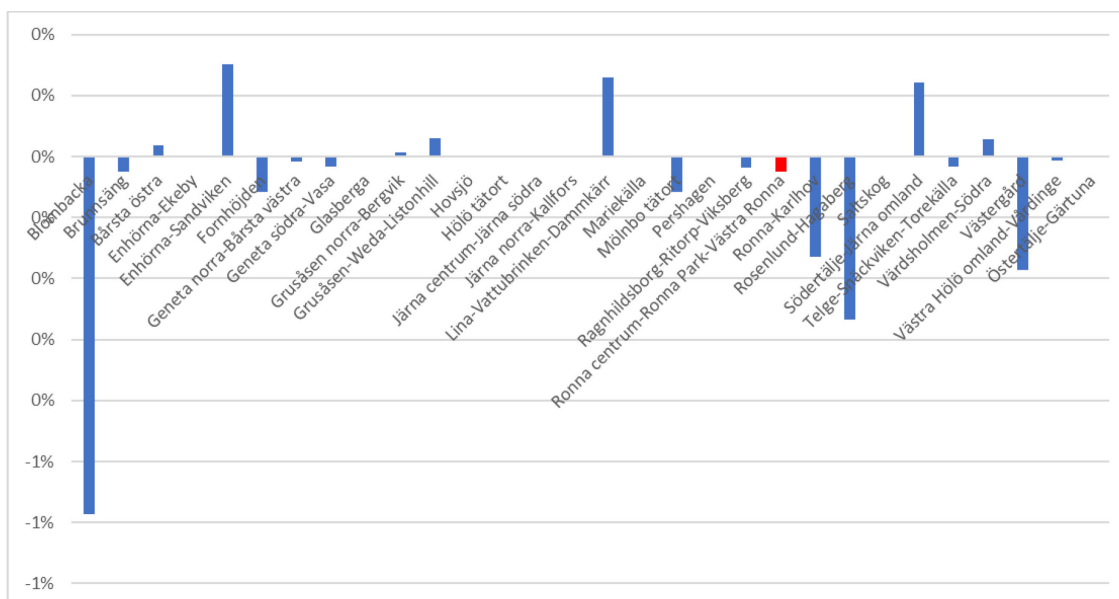
Den relativa tillgängligheten till arbetsplatser ökar med 6 procentenheter för den andel av invånarna med minst 1 procent av biltillgängligheten till arbetsplatser med kollektivtrafik jämfört med 2019, och 23 procentenheter för andelen med minst 50% av biltillgängligheten med kollektivtrafik till arbetsplatser. Sett områdesvis är den dock tämligen oförändrad, även för de särskilt studerade områdena, vilket viss i **Figur 27**.



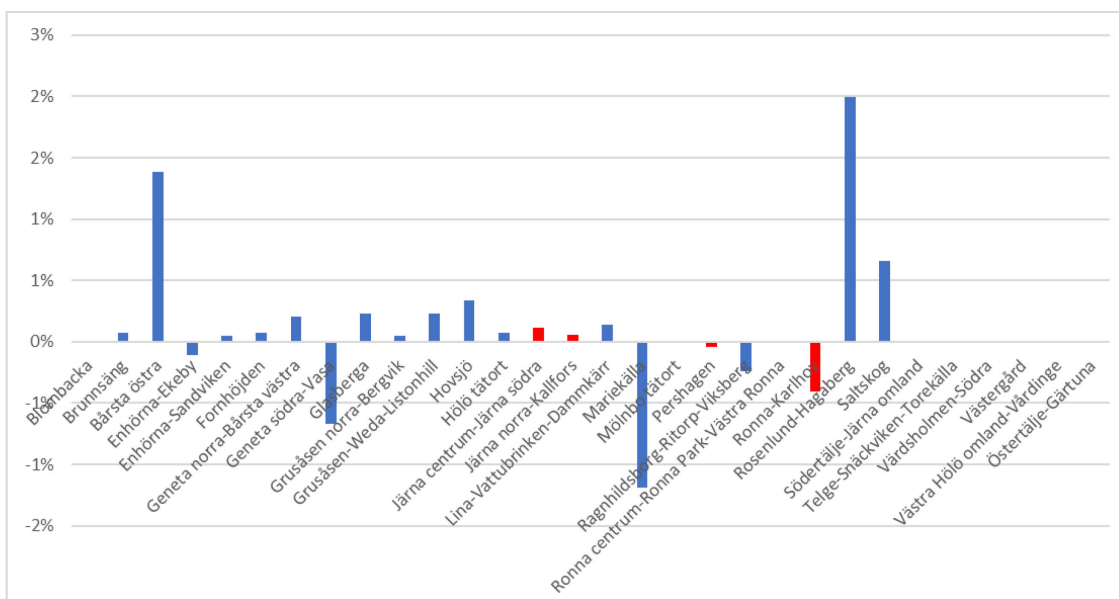
**Figur 27.** Relativ tillgänglighet till arbetsplatser per stadsdel (RegSO) i Scenario 2 med kortare resavstånd. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna är markerade i rött.



Även den relativa tillgängligheten till service i form av dagligvaruhandel och primärvård är tämligen oförändrad i detta scenario jämfört med basscenariot, vilket **Figur 28** och **Figur 29** indikerar.



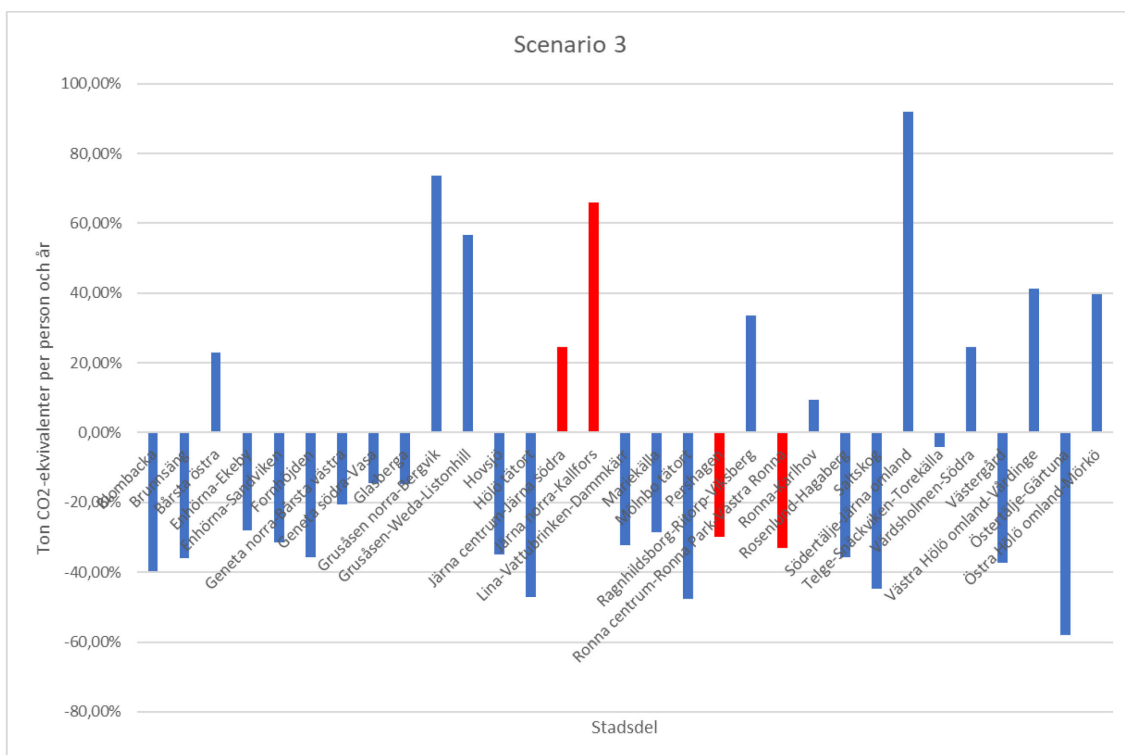
**Figur 28.** Relativ förändring i hållbar (relativ) tillgänglighet mätt som restidskvot kollektivtrafik/bil till närmsta dagligvarubutik per stadsdel (RegSO) i Scenario 2 med kortare reseavstånd jämfört med basscenariot. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna är markerade i rött.



**Figur 29.** Relativ förändring i hållbar (relativ) tillgänglighet mätt som restidskvot kollektivtrafik/bil till närmsta vårdcentral per stadsdel (RegSO) i Scenario 2 med kortare reseavstånd jämfört med basscenariot. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna är markerade i rött.

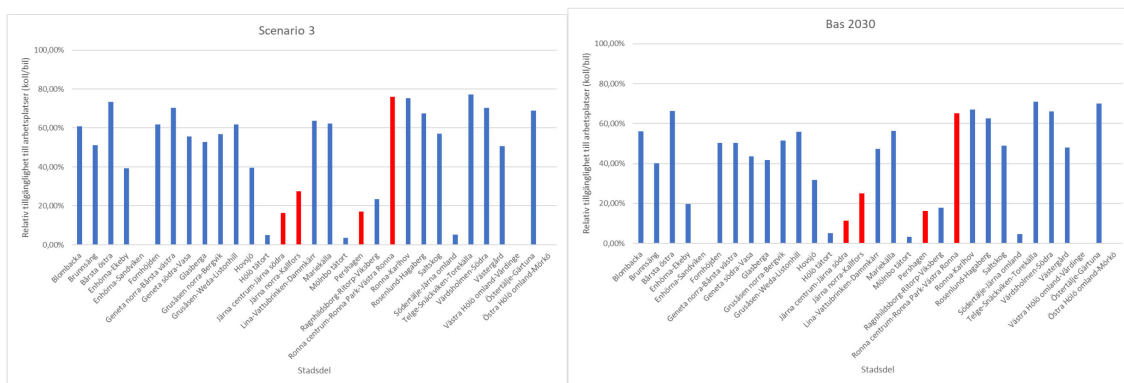
### 3.7. Scenario 3 - Storskalig infrastruktur

I detta scenario ökar antalet kollektivtrafikresor med 3 procent och den motoriserade kollektivtrafikandelen med 2,5 procentenheter jämfört med basscenariot medan persontransportarbetet med bil minskar med 0,9 procent. Över lag minskar utsläppen med 11 procent per invånare jämfört med nuläget. Utsläppsförändringarna per område i Södertälje ser likartad ut jämfört med främst Scenario 1 med ökningarna i Järna och Grusåsen samt vissa landsbygdsområden medan övriga särskilt studerade områden minskar sina utsläpp. Överlag sker en minskning med 11 procent jämfört med basscenariot.



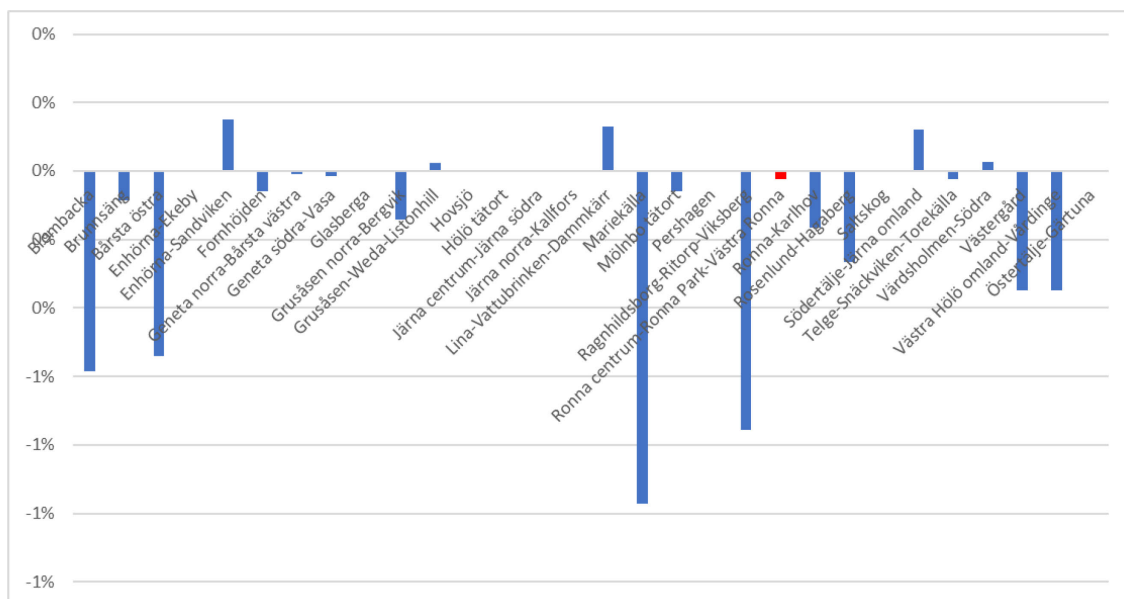
**Figur 30.** Relativa förändringar av utsläpp av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, ton per person och år, från persontransporter per område i Scenario 3 med storskaliga infrastrukturåtgärder, på modellberäknat resande. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna markerade i rött.

Den relativa tillgängligheten till arbetsplatser ökar med 5 procentenheter för andel av invånarna med minst 1 procent av biltillgängligheten till arbetsplatser med kollektivtrafik jämfört med 2019, och med 5 procentenheters av andelen invånare med minst 50% av biltillgängligheten med kollektivtrafik till arbetsplatser. Av de särskilt studerade områdena är det främst Järna men även Ronna som får förbättringar i relativ tillgänglighet till arbetsplatser (**Figur 31**).

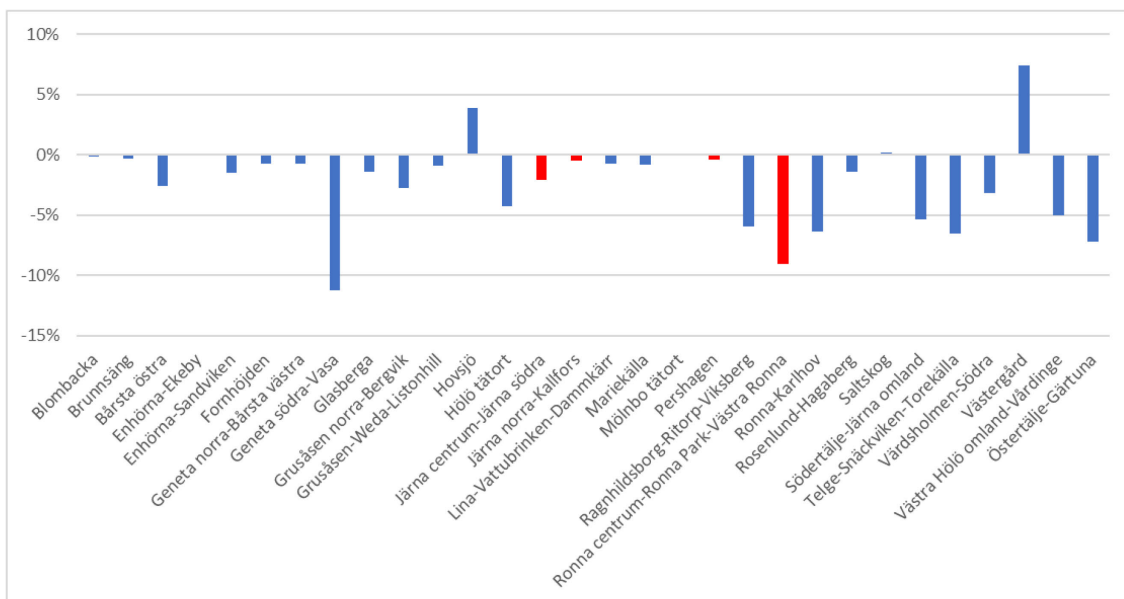


**Figur 31.** Relativ tillgänglighet till arbetsplatser per stadsdel (RegSO) i Scenario 3 med storskaliga infrastrukturåtgärder. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna är markerade i rött.

Tillgängligheten till närmsta dagligvarubutik förbättras kraftigt för några områden men för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna sker inga större förändringar jämfört med basscenariot (**Figur 32**). Däremot förbättras den relativa tillgängligheten till primärvård väsentligt då främst Ronna men även centrala Järna får kortare restider med kollektivtrafik i förhållande till bil till närmsta vårdcentral (**Figur 33**).



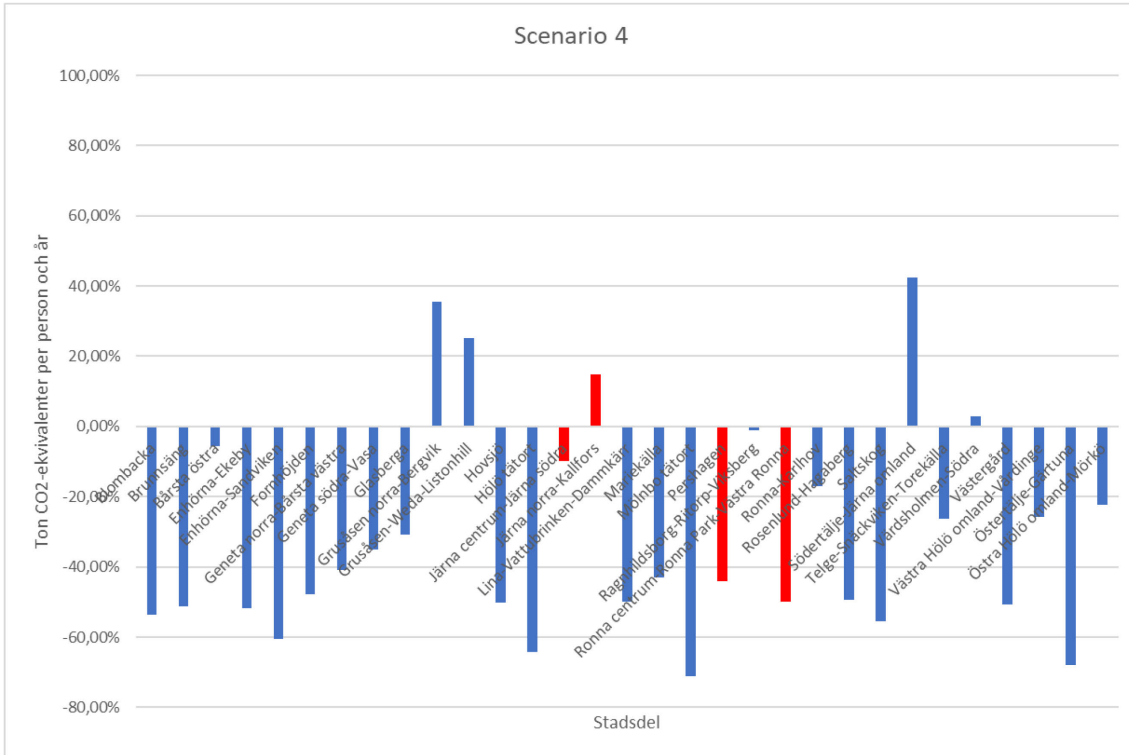
**Figur 32.** Relativ förändring i hållbar (relativ) tillgänglighet mätt som restidskvot kollektivtrafik/bil till närmsta dagligvarubutik per stadsdel (RegSO) i Scenario 3 med kraftigt utbyggd storskalig infrastruktur. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna är markerade i rött.



**Figur 33.** Relativ förändring i hållbar (relativ) tillgänglighet mätt som restidskvot kollektivtrafik/bil till närmsta vårdcentral per stadsdel (RegSO) i Scenario 3 med kraftigt utbyggt storskalig infrastruktur. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna är markerade i rött.

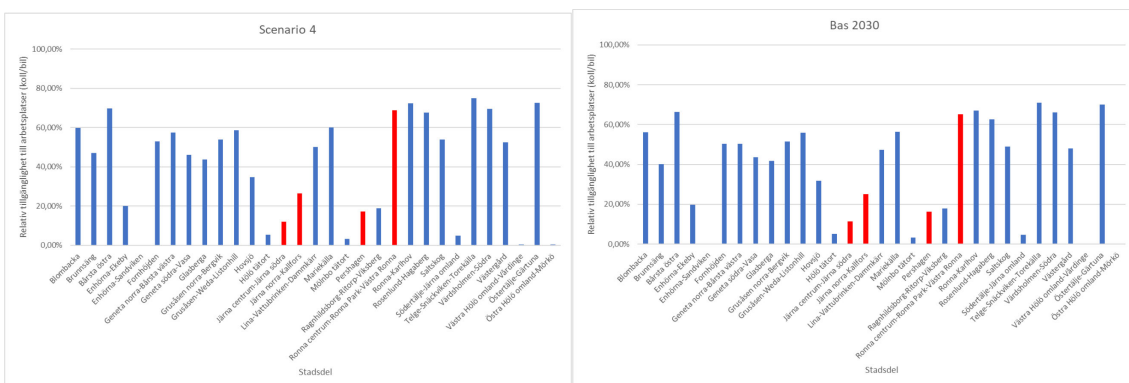
### 3.8. Scenario 4 - Ändrade värderingar av restider per färdmedel

I detta scenario minskar persontransportarbetet med bil med hela 26 procent och bilandelen av samtliga färdmedel med åtta procentenheter jämfört med basscenariot. Samtidigt ökar den motoriserade kollektivtrafikandelen med åtta procent till 27 procent men även gång- och cykelandelarna ökar med någon procent. Detta resulterar i en övergripande utsläppsreduktion om 33 procent jämfört med nuläget 2019. Sett per område (**Figur 34**) minskar områden på landsbygden såsom Mölnbo och Hölö tätorter mest – troligen då potentialen till utsläppsminskningar var stora här. Av de särskilt studerade områdena minskar utsläppen återigen mest i Ronna följt av Pershagen och centrala Järna medan norra delen ser en mindre ökning.



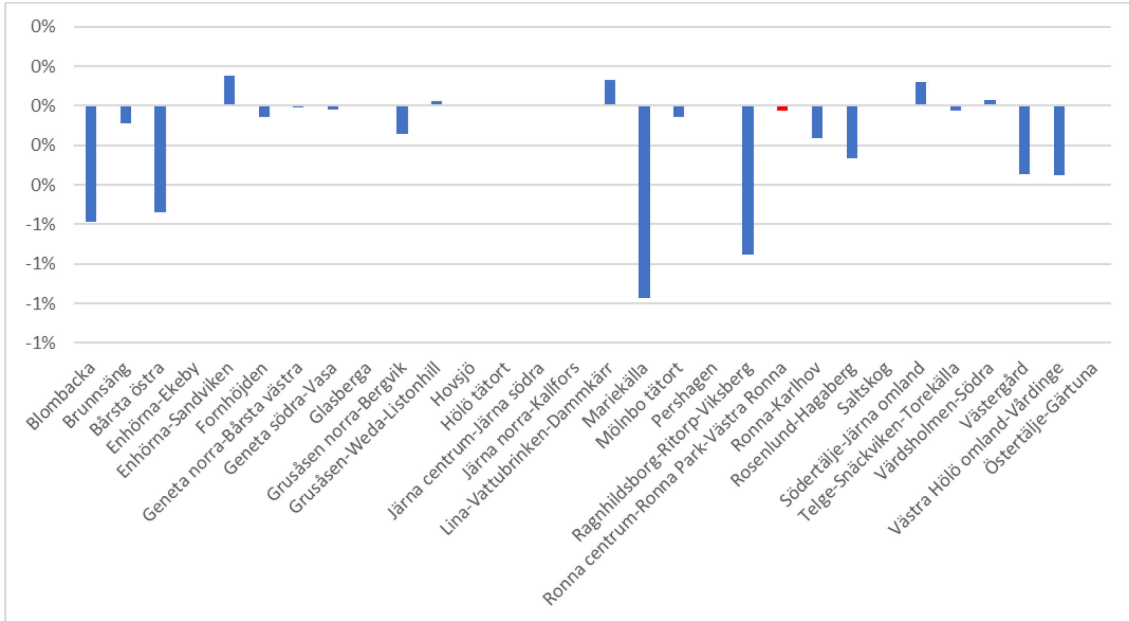
**Figur 34.** Relativa förändringar av utsläpp av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, ton per person och år, från persontransporter per område i Scenario 4 med ändrade värderingar av restid per färdmedel, baserat på modellberäknat resande. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna markerade i rött.

Samtidigt förbättras den relativa tillgängligheten till arbetsplatser med 6 procentenheter för andel av invånarna med minst 1 procent av biltillgängligheten till arbetsplatser med kollektivtrafik jämfört med 2019, och med 23 procentenheter för andelen med minst 50 procent av biltillgängligheten med kollektivtrafik till arbetsplatser. Alla särskilt studerade områden får något bättre tillgänglighet till arbetsplatser jämfört med basscenariot (**Figur 35**).

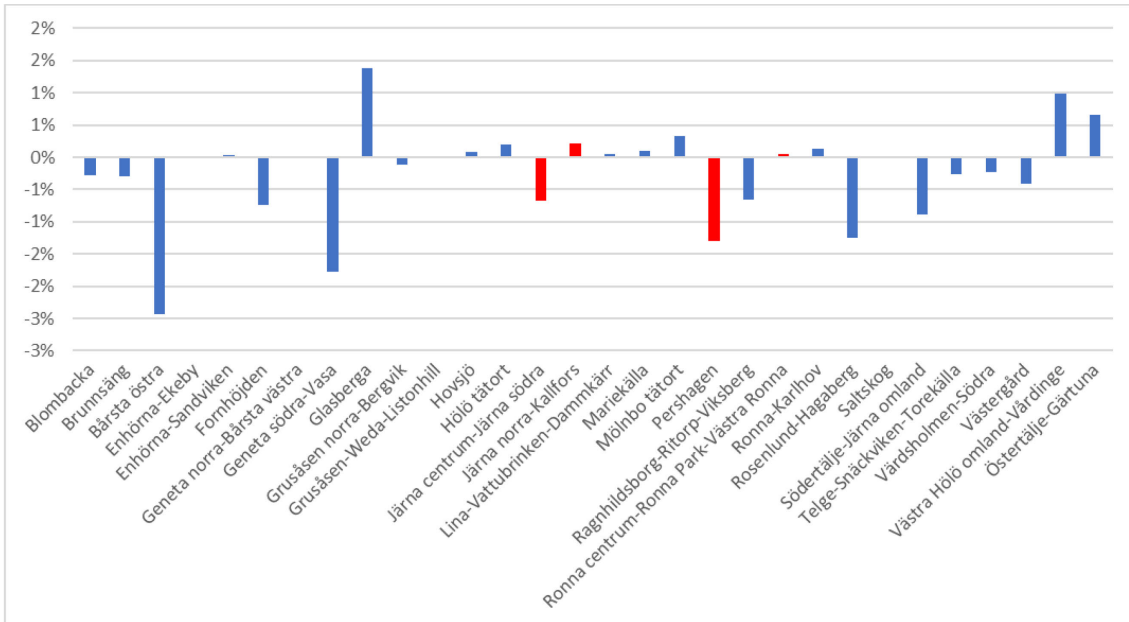


**Figur 35.** Relativ tillgänglighet till arbetsplatser per stadsdel (RegSO) i Scenario 4 med ändrade värderingar av restid per färdmedel. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna är markerade i rött.

Pershagen och centrala Järna får något förbättrad relativ tillgänglighet till primärvård. I övrigt är effekterna vid beträffar relativ tillgänglighet till service begränsad (**Figur 36** och **Figur 37**).



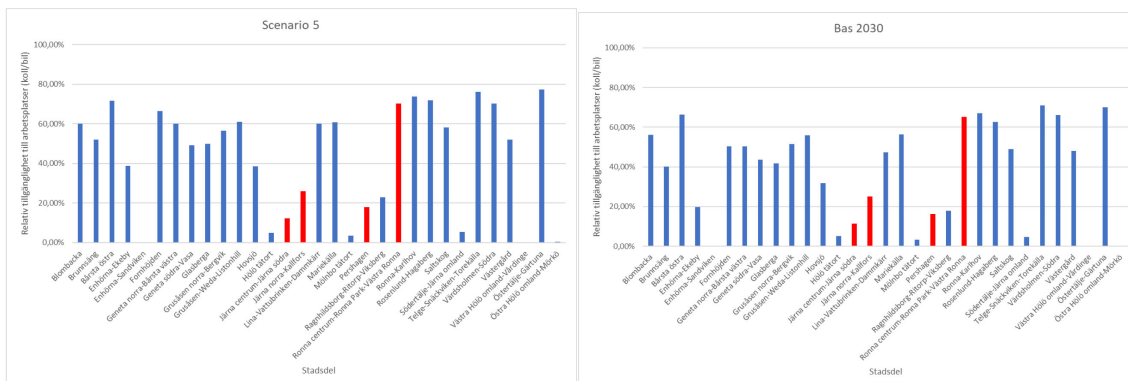
**Figur 36.** Relativ förändring i hållbar (relativ) tillgänglighet mätt som restidskvot kollektivtrafik/bil till närmsta dagligvarubutik per stadsdel (RegSO) i Scenario 4 med ändrade värderingar av restid. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna är markerade i rött.



**Figur 37.** Relativ förändring i hållbar (relativ) tillgänglighet mätt som restidskvot kollektivtrafik/bil till närmsta vårdcentral per stadsdel (RegSO) i Scenario 4 med ändrade värderingar av restid. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna är markerade i rött.

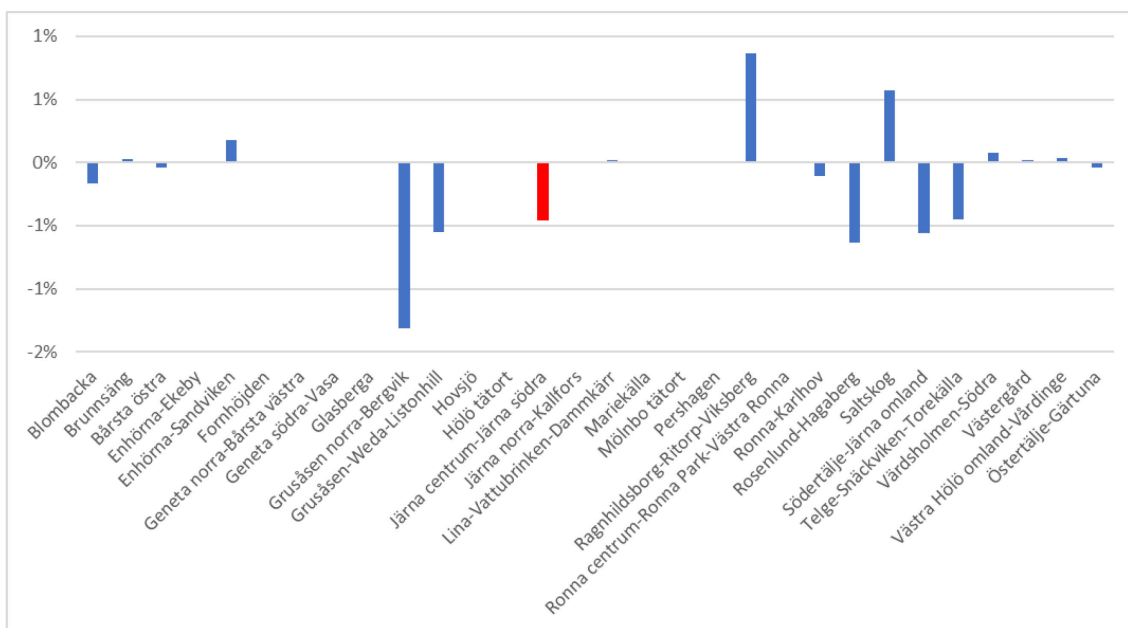


Den relativa tillgängligheten till arbetsplatser förbättras överlag jämfört med basscenariot och det gäller även de särskilt studerade områdena (**Figur 39**)



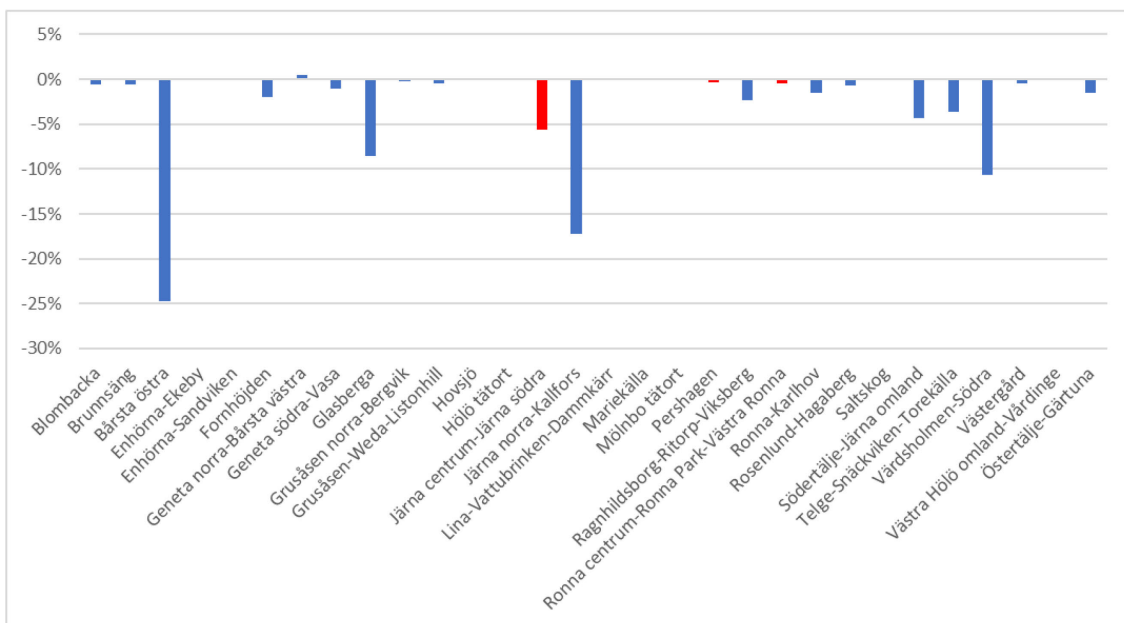
**Figur 39.** Relativ tillgänglighet till arbetsplatser per stadsdel (RegSO) i Scenario 5 med kraftigt förstärkt kollektivtrafikutbud och ändrade värderingar av restid per färdmedel. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna är markerade i rött.

När det gäller relativ tillgänglighet till service så förbättras den för främst Järna – både när det gäller närmsta dagligvarubutik och vårdcentral (**Figur 40, Figur 41**) medan övriga särskilt studerade områden har i princip oförändrad relativ tillgänglighet till service.



**Figur 40.** Relativ förändring i hållbar (relativ) tillgänglighet mätt som restidskvot kollektivtrafik/bil till närmsta dagligvarubutik per stadsdel (RegSO) i Scenario 5 med ändrade värderingar av restid och kraftigt ökat utbud av kollektivtrafik. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna är markerade i rött.





**Figur 41.** Relativ förändring i hållbar (relativ) tillgänglighet mätt som restidskvot kollektivtrafik/bil till närmsta **vårdcentral** per stadsdel (RegSO) i Scenario 5 med ändrade värderingar av restid och kraftigt ökat utbud av kollektivtrafik. Staplarna för de särskilt studerade områdena Järna, Pershagen och Ronna är markerade i rött.

## 4. Diskussion

I detta kapitel diskuterar vi först scenarioanalyserna utifrån de erfarenheter som dessa har gett i att arbeta med en konventionell transportmodell. Vi reflekterar även över hur modellanalysernas resultat skulle kunna tolkas i termer av policyinriktningar. Därefter följer ett stycke där vi diskuterar hur våra analysers metod och resultat kan användas för att underlätta planering av bebyggelse och infrastruktur inom ramen för det munkekonomiska ramverket.

### 4.1. Vad finns att lära av erfarenheter från tillämpningen av trafikmodellen?

Genom tillämpningen av en konventionell transportmodell, fast på ett något okonventionellt sätt, har vi kunnat testa och därmed skaffat oss en del lärdomar kring hur man kan översätta olika konceptuella visioner till utvärderingsbara scenarier i modellverktyget. Vi har blivit medvetna om modellverktygets, i viss mån, ogenomtränglighet men har haft en ansats av att blottlägga åtminstone de mest väsentliga sambanden mellan utbud och efterfrågan som finns inbyggda i modellen. Detta inte minst genom vårt experimenterande med olika parametervärden för att utforska åtgärder för minskat biltransportarbete. Vi har därmed i någon mån kringgått de rotmetaforer och maximer som transportmodeller bygger på – rationell nyttomaximerande oberoende individer – och undersökt de underliggande sambanden mellan värderingar av restid och avstånd å ena sidan och val av färdmedel och destinationer å andra sidan. Vi är dock medvetna om att våra experiment kan vara i vidlyftigaste laget, särskilt när det gäller simulering av kortare reseavstånd där kopplingen till faktisk markanvändning är svag i modellen. Det är kort sagt svårt att direkt härleda hur en rimlig förändring av bebyggelsens lokalisering kan te sig utifrån de ändrade parameterinställningarna för känslighet för reseavstånd.

De nyttjade måtten på social hållbarhet – relativ tillgänglighet till arbete och samhällsfunktioner – har valts för att de är förhållandevis enkla att förstå jämfört med mer avancerade tillgänglighetsmått såsom logsummer. De är också tämligen okomplicerad vid den typ av jämförelser av olika scenarier som vi genomfört. Vi menar därmed att vi tillgodosett de kriterier som Handy (2020) lyfter fram för användbara tillgänglighetsmått; att de ska mäta möjligheter till mellanmänsklig interaktion, ta hänsyn till såväl avstånd som restid samt bibehålla fokus både på regional tillgång till samhällsfunktioner som den lokala närheten.

Vi vill slutligen framhålla att resultaten av våra analyser är kontextberoende i någon form. Det innebär att de värden och nyckeltal vi erhållit är villkorade av de verktyg vi haft tillgång till och det samband som använts. Således bör försiktighet iakttas vid jämförelser av våra resultat rörande exempelvis utsläpp och transportarbete per invånare med andra

kommuner och med analyser genomförda för Södertälje men med andra verktyg. Med detta sagt finns också en styrka i att vi använt en konventionell modell av en typ som tillämpas på många håll, i Sverige såväl som internationellt. Det bör således finnas goda möjligheter att testa och tillämpa den metod vi nyttjat för att få erfarenheter från andra geografiska sammanhang och därmed bygga på den kunskap och erfarenhet vi tillgodogjort oss, och presenterat i denna skrift, ytterligare.

## 4.2. Resultatens relevans för planeringsprofessionen

Utöver de rent tekniska lärdomar som kan dras från vår tillämpning av en konventionell transportmodell inom ett munkekoniskt planeringsramverk går det även att reflektera kring samhällsplaneringens roll i stort för att leda samhället mot den säkra och rättvisa yta som den så kallade munken representerar – såväl planetärt som socialt.

Det går att hävda att social rättvisa i sig är en grundpelare för att samhällen ska hålla sig inom gränserna för munken och existera i ett säkert utrymme i förhållande till mänsklig välfärd. Detta då den sociala rättvisans nyckelroll i munken kan relateras till ett antal sammanlänkade fenomen som alla har att göra med fördelningen av kontroll över "mark, pengar, skapande, företagande, teknologi och kunskap" (Raworth, 2017, s 164) över befolkningen. Det handlar i grunden om fördelningen av inkomst, kapital och andra aspekter av rikedom. Med hänvisning till bland annat Piketty (2014) är ojämlikhet inte längre typiskt förknippade med klyftan mellan nord och syd, utan snarare inom länder – inte minst västerländska. Även Sverige har sett ökande ekonomisk ojämlikhet under de senaste 40 åren, mest på grund av en ökande klyfta mellan inkomst från arbete kontra kapital där den senare avsevärt har överträffat den förra (Piketty, 2014).

Ökande nationella ojämlikheter har kunnat kopplas till ett antal "systematiskt skadliga effekter - sociala, politiska, ekologiska och ekonomiska" (Raworth, 2017, s 171). Kort sagt – jämställdhet och lycka är nära besläktade på populationsnivå. Detta kan förklaras av att befolkningens hälsosiffror, upplevd trygghet och säkerhet, kriminalitet, fetma, förväntad livslängd alla är sämre i ojämlika samhällen än i mer jämlika samhällen. Dessutom, vilket är mycket relevant för temat transformativ transportpolitik, är nivån på förtroende, demokratiskt deltagande, miljöproblem och till och med ekonomisk stabilitet allt bättre ju mer jämlikt fördelat välståndet är i samhället (ibid., s 172, 209). Ojämlikhet, å andra sidan, "främjar statuskonkurrens och iögonfallande konsumtion" (ibid., s172) eftersom det urholkar det sociala kapitalet och stödet för kollektiva åtgärder som miljölagstiftning. För att politiskt möjliggöra införandet av de genomgripande politiska åtgärder som behövs för att samhället ska förändras i linje med munkens säkra utrymme, är ett sådant brett stöd bland olika befolkningsgrupper, förutom bland inflytelserika politiska och ekonomiska aktörer, avgörande.

Richard Florida tillför med sitt New Urban Crisis Index den geografiska aspekten till ojämlikheten, vilken i synnerhet är relevant i planeringssammanhang, även om det i första hand tillämpas på en nordamerikansk kontext. Som han påpekar är ekonomiskt och samhälleligt välstånd i städer starkt korrelerat med markanvändning, tillgänglighet och transportsystem. "Lapptäcksmetropolen" (patchwork metropolis, s 121 i Florida, 2017) som han beskriver, är en metafor för de stora ojämlikheterna mellan stadsdelar och

förorter som kännetecknar de flesta "superstjärnstäder" på den nordamerikanska kontinenten, där kluster av extrem rikedom och tekniska nav omges av vidsträckta mindre välbärgade områden. Han påpekar att ökade men specifika och "intelligenta" investeringar i kollektivtrafik, inklusive höghastighetståg, kan vara en av de lägst hängande frukterna för att minska geografiska ojämlikheter och möjliggöra mer överkomliga kostnader för boende och ändå säkerställa hög tillgänglighet.

Kollektivtrafiken kan bidra till vitaliserade förorter vid utvecklade knutpunkter genom skapandet av lokal "medelhög, blandad bebyggelse som främjar blandning och interaktion" (Florida, 2017, s193). Tillskapande av och främjande av sådana knutpunkter kan befrämja hög tillgänglighet till andra kreativa centra för att lindra trängseln och möjliggöra utveckling på billigare mark. Tillgängligheten är beroende av ett effektivt kollektivtrafiksystem men också på lokal täthet och tillgänglighet, endast möjligt genom att optimera tillgängligheten med aktiva transportsätt. Eller, som Florida citerar Jane Jacobs: "I avsaknad av en fotgängarmässig skala kan täthet vara ett stort problem". Intressant nog kan efterfrågestyrd trafik (DRT), med sin ostrukturerande form, motverka de syften som Florida betonar – småskaliga centra med funktioner som påminner om de stadskärnor han lyfter fram som föredömen när det gäller tillgänglighet. Paradoxalt nog kan alltså åtgärder som på kort sikt ökar tillgängligheten på längre sikt urholka den då den motverkar den täta och funktionsblandade bebyggelse som kännetecknar de kreativa stadsmiljöer med högst välstånd och social integration. Troligen har detta dock störst relevans vid DRT i tätorten Södertälje då någon urban täthet knappast kommer att bli aktuell på Södertälje kommuns landsbygd. Dessa resonemang stöds också av empiri från Nordamerika (Hwang et al., 2024) som visar att DRT inte löser problem med social orättvisa även om den spatialsjämligheten ökar. Hwang et al (2024) argumenterar, liksom Florida, istället för att det är lokaliseringen av bostäder och arbetsplatser som skapar sådana orättvisor, men att strukturerande kollektivtrafik kan avhjälpa dem i viss mån i kombination med medveten samhällsplanering (t ex att tät funktionsblandad stadsstruktur samlokaliseras med kollektivtrafikknutpunkter med god hållbar tillgänglighet).

## 5. Slutsatser

De genomförda analyserna visar på följande huvuddrag angående en möjlig väg framåt för Södertälje att hamna inom munkens planetära och sociala gränser:

För det första har värderingsförändringar i förhållande till restid absolut störst effekt på transportarbetet med bil och därmed på hur vi uppnår de 40 procents minskning som krävs för att Södertäljes transportsystem ska hamna innanför de planetära gränserna.

För det andra har en kraftig utbyggd kollektivtrafik med efterfrågestyrd trafik på landsbygden samt ändrad lokalisering störst effekt på hur den relativa tillgängligheten med kollektivtrafik påverkas. För värderingsförskjutning kan detta dock delvis vara en artefakt av hur ändrade reseavstånd har implementerats i transportmodellen.

För det tredje har storskaliga infrastrukturåtgärder påfallande liten effekt när det gäller att ändra på färdmedelsfördelning och minska transportarbetet med bil. De åtgärder vi testat i transportmodellen påverkar endast biltransportarbetet marginellt (-0,9 procent), vilket bara är lite mer än enbart utbudsförändringar som gav en halv procents minskning av biltransportarbetet.

Utifrån våra undersökningar av olika sätt att nå de mål som är inbyggda i munkmodellen kan vi sammanfatta att modellen har en roll att spela som ramverk vid denna typ av analyser – inte minst för att kunna göra avvägningar mellan social och ekologisk hållbarhet i samband med tidiga strategiska skeden av planering av infrastruktur och bebyggelse.

Om vi återknyter till frågeställningarna i inledningen så kan vi således visa på att munkmodellen, i sin tillämpade form, går bra att använda som ramverk och inspiration i denna typ av analysarbete - inte minst som en sorts normativ eller målstyrd planeringstillämpning. Vi har, liksom vanligt i denna typ av planering, använt scenarier för att testa möjliga vägar för att uppnå vissa mål.

Vidare har vi kunnat testa olika sammansättningar av scenarier där både direkt och indirekt efterfrågan på resor med olika färdmedel kunnat analyseras. Med detta inte sagt att vi kunnat testa alla möjliga variabler i modellen, men vi har kunnat dra vissa slutsatser kring vilka parametrar som tycks ha störst effekt för att leda till en socialt hållbar mobilitet som inte överskrider planetära tröskelvärden.

Slutligen kan vi konstatera att det gått förhållandevis bra att tillämpa en befintlig konventionell transportmodell för att genomföra experiment och tester av olika modellparametrar, men att fler jämförelser och känslighetsanalyser behövs för att verifiera och understödja de resultat vi kommit fram till.

## 6. Referenser

- Akenji, L., Lettenmeier, M., Koide, R., Toivio, V., Amellina, A., (2019). 1.5-degree Lifestyles: Targets and Options for Reducing Lifestyle Carbon Footprints. Institute for Global Environmental Strategies, Aalto University.
- Allen, J., & Farber, S. (2019). Sizing up transport poverty: A national scale accounting of low-income households suffering from inaccessibility in Canada, and what to do about it. *Transport Policy*, 74, 214-223. doi:10.1016/j.tranpol.2018.11.018
- Boverket (2024). Boverkets kunskapsbank om PBL: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/oversiktsplan/fysisk-planering/begreppet-hallbar-utveckling/fn/> (åtkomst 2024-11-21)
- de Blas, I., Mediavilla, M., Capellan-Pérez, I., Duce, C (2020). The limits of transport decarbonization under the current growth paradigm, in *Energy Strategy Reviews* 32 (2020) 100543
- Dillman, K. J., Heinonen, J., & Davíðsdóttir, B. (2023). A development of intergenerational sustainability indicators and thresholds for mobility system provisioning: A socio-ecological framework in the context of strong sustainability. *Environmental and Sustainability Indicators*, 18(100240), 18. doi:10.1016/j.indic.2023.100240
- Dytckov, S., Persson, J. A., Lorig, F., & Davidsson, P. (2022). Potential Benefits of Demand Responsive Transport in Rural Areas: A Simulation Study in Lolland, Denmark. *Sustainability*, 14(6). doi:10.3390/su14063252
- Fauré, E., Finnveden, G., & Gunnarsson-Östling, U. (2019). Four low-carbon futures for a Swedish society beyond GDP growth. *Journal of Cleaner Production*, 236. doi:10.1016/j.jclepro.2019.07.070
- Förenta Nationerna (2023). Emissions Gap Report 2023, ISBN: 978-92-807-4098-1, Job number: DEW/2589/NA, DOI: <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/43922>
- Förenta Nationerna (2024). Sustainable Development Goals (<https://sdgs.un.org/goals>, åtkomst 2024-11-21)
- Florida, R. (2018). *The new urban crisis* (Paperback ed.). New York: Basic Books.
- Handy, S. (2020). Is accessibility an idea whose time has finally come? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 83. doi:10.1016/j.trd.2020.102319
- Hwang, U., Lieu, S. J., Guan, H., Dalmeijer, K., van Hentenryck, P., & Guhathakurta, S. (2024). Measuring Transit Equity of an On-Demand Multimodal Transit System. *Journal of the American Planning Association*, 1-16. doi:10.1080/01944363.2024.2323470
- Gota, S., Huizenga, C., Peet, K., Medimorec, N., Bakker, S. (2020). Decarbonising transport to achieve Paris Agreement targets, *Energy Efficiency* (2019) 12:363–386, <https://doi.org/10.1007/s12053-018-9671-3>.
- Hickman, R., Saxena, S., Banister, D. & Ashiru, O. (2012). Examining transport futures with scenario analysis and MCA. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(3), pp. 560-575.
- Houet, T., Marchadier, C., Bretagne, G., Moine, M. P., Aguejdad, R., Viguie, V., ... & Masson, V. (2016): Combining narratives and modelling approaches to simulate fine scale and long-term urban growth scenarios for climate adaptation. *Environmental Modelling & Software*, 86, 1-13
- Koide, R., Kojima, S., Nansai, K., Lettenmeier, M., Asakawa, K., Liu, C., Murakami, S. (2021) Exploring carbon footprint reduction pathways through urban lifestyle changes: a practical approach applied to Japanese cities, *Environ. Res. Lett.* 16 084001
- Komoto, H., Masui, K. & Kondoh, S. (2013): A simulation method of dynamic systems applied to backcasting scenario design. *The Philosopher's Stone for Sustainability*, pp. 333-338, Springer

- Lucas, K., Mattioli, G., Verlinghieri, E., & Guzman, A. (2016). Transport poverty and its adverse social consequences. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Transport*, 169(6), 353-365. doi:<https://doi.org/10.1680/jtran.15.00073>
- Lyons, G., & Davidson, C. (2016). Guidance for transport planning and policymaking in the face of an uncertain future. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 88, 104-116. doi:10.1016/j.tra.2016.03.012
- Martens, K., Singer, M. E., & Cohen-Zada, A. L. (2022). Equity in Accessibility. *Journal of the American Planning Association*, 88(4), 479-494. doi:10.1080/01944363.2021.2016476
- Naturvårdsverket (2023), Konsumtionsbaserade utsläpp per capita, <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/konsumtion/vaxthusgaser-konsumtionsbaserade-utslapp-per-person> (åtkomst 2024-11-21)
- Nielsen, L., & Axelsen, D. V. (2016). Capabilitarian Sufficiency: Capabilities and Social Justice. *Journal of Human Development and Capabilities*, 18(1), 46-59. doi:10.1080/19452829.2016.1145632
- Persson, Jan; Lorig, Fabian & Jevinger, Åse (2024). Införande av efterfrågestyrd kollektivtrafik på Färingsö En analys av att ersätta gles tidtabellstyrd kollektivtrafik med stomlinje och efterfrågestyrd kollektivtrafik, K2 WORKING PAPER 2024:2
- Piketty, Thomas (2014). *Capital in the 21<sup>st</sup> century*, Harvard University Press, April 2014
- Region Stockholm (2019). Resvaneundersökning 2019, SL 2018-0116
- Tillväxtverket (2024). Pinpoint Sweden (PiPoS) <https://tillvaxtverket.se/tillvaxtverket/statistikochanalys/statistikverktyg/pinpointswedenpipos.4993.html> (åtkomst 2024-08-21)
- SCB (2023). Inkomstskillnaderna ökar i Sverige, pressmeddelande 2023-02-02 <https://www.scb.se/pressmeddelande/inkomstskillnaderna-okar-i-sverige/> (åtkomst 2024-11-21)
- Shen, L., Du, L., Yang, X., Du, X., Wang, J. & Hao, J. (2018). Sustainable strategies for transportation development in emerging cities in China: A simulation approach. *Sustainability*, 10(3), 844
- Trafikanalys (2020). Vägfordonsflottans utveckling till år 2030, PM 2020:7
- Trivector (2010). Resvanor i Södertälje kommun, Trivector rapport 2010:27
- van der Veen, A. S., Annema, J. A., Martens, K., van Arem, B., & Correia, G. H. d. A. (2020). Operationalizing an indicator of sufficient accessibility – a case study for the city of Rotterdam. *Case Studies on Transport Policy*, 8(4), 1360-1370. doi:10.1016/j.cstp.2020.09.007
- Willberg, E., Tenkanen, H., Miller, H. J., Pereira, R. H. M., & Toivonen, T. (2023). Measuring just accessibility within planetary boundaries. *Transport Reviews*, 44(1), 140-166. doi:10.1080/01441647.2023.2240958
- Winter, Karin (2021). Tankemotståndet mot sociala skillnader som transportplaneringsfråga - En analys av planeringstänkande på Trafikverket, Doktorsavhandling i Planering och Beslutsanalys, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm 2021



K2 är Sveriges nationella kunskapscentrum för kollektiv mobilitet. Här möts akademi, offentliga aktörer och näringsliv för att tillsammans diskutera och utveckla kollektiv mobilitet i Sverige.

Vi forskar om hur kollektiv mobilitet, med kollektivtrafik som ryggrad, kan bidra till framtidens attraktiva och hållbara städer och regioner. Vi utbildar och sprider vetenskapligt baserad kunskap till branschaktörer och beslutsfattare för att stödja välgrundade beslut.

K2 drivs och finansieras av Lunds universitet, Malmö universitet och VTI, i samarbete med Region Stockholm, Västra Götalandsregionen, Region Skåne och Trafikverket. Vi får också finansiellt stöd av Vinnova.

[www.k2centrum.se](http://www.k2centrum.se)

