



Transportøkonomisk institutt
Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

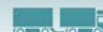
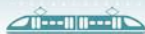


Regulering og avgiftssystemer for robottaxier

Alternativer for Akershus

Jørgen Aarhaug, Bo Dong

2163/2026



Tittel:	Regulering og avgiftssystemer for robottaxier : Alternativer for Akershus
Tittel engelsk:	Regulation and taxation of robotaxi services
Forfatter:	Jørgen Aarhaug, Bo Dong
Dato:	06.2026
TØI-rapport:	2163/2026
Antall sider:	20
ISSN elektronisk:	2535-5104
ISBN elektronisk:	978-82-480-1029-6
DOI-adresse:	https://doi.org/10.21380/1grg-kv10
Finansieringskilder:	Akershus fylkeskommune
TØIs p.nr.:	5471 – STYRK
Prosjektleder:	Jørgen Aarhaug
Kvalitetsansvarlig:	Frants Gundersen
Ferdigstilling:	Trude Kvalsvik
Fagfelt:	Marked og styring
Emneord:	Robottaxi, selvkjørende, automatisert transport, regulering, skatter

Dette verket er lisensiert under en Creative Commons Navngivelse 4.0 Internasjonal lisens (CC BY 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

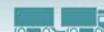
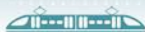
Kort sammendrag

Robottaxier, som er et segment i et framtidig automatisert transportmarked, framstår som et sannsynlig nytt transporttilbud som kan komme på vegnettet i Oslo og Akershus i relativt nær framtid. Denne rapporten ser nærmere på hvordan introduksjonen av slike tjenester kan reguleres for å maksimere samfunnsnytte. Vi finner at en form for veiavgift og en form for turavgift er de avgiftsinnretningene som gir høyest måloppnåelse for et gitt samlet avgiftstrykk.

Summary

Robotaxis, which represent a segment of a future automated transport market, appear to be a likely new mobility service that could be introduced on the road network in Oslo and Akershus in the relatively near future. This report examines how the introduction of such services can be regulated in order to maximize social welfare. We find that some form of road pricing and some form of trip-based charge are the tax instruments that achieve the highest level of policy objectives for a given overall economic burden.

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [Andsverklovens](#) bestemmelser.



Forord

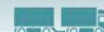
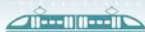
I arbeidet med å utvikle automatiserte kjøretøy har mye av oppmerksomheten blitt rettet mot kjøretøy på størrelse med en personbil. Både kollektivselskap som Ruter, og selskap som fokuserer på automatisering, som Waymo og Tesla peker i retning av denne typen kjøretøy og dør til dør transport. I denne rapporten ser vi på hvordan ulik regulering av slike automatiserte tjenester påvirker fordelingen av velferdsgevinsten, med utgangspunkt i en modellkjøring for et tenkt delområde i Akershus.

Rapporten er utarbeidet som del av FoU-programmet STYRK som er et samarbeid mellom Akershus fylkeskommune og Transportøkonomisk institutt. Arbeidet med rapporten har vært utført av Bo Dorothy Dong og Jørgen Aarhaug. Dong har utført modellarbeidet basert på innspill, mens Aarhaug har skrevet rapporten og tolket resultatene. Hos Akershus har Njål Nore vært kontaktperson. Tidligere versjoner har også dratt nytte av kommentarer fra en referansegruppe og Johannes Raustøl. Rapporten er kvalitetssikret av Frants Gundersen.

Oslo, juni 2026
Transportøkonomisk institutt

Bjørne Grimsrud
Administrerende direktør

Petter Christiansen
Forskningssjef



Innhold

Sammendrag

Feil! Fant ikke referansekilden.

1	Innledning.....	1
1.1	Bakgrunn	1
1.2	Konseptuelle rammer	1
1.3	Avgrensning	3
1.4	Rapportstruktur	3
1.5	Ordforklaring.....	3
2	Metodetilnærming og analyse	4
2.1	Metodevalg/undersøkellesdesign	4
2.2	Fem scenarioer.....	4
3	Resultater	6
3.1	Transportmiddelfordeling.....	6
3.2	Endring i transportmiddelfordeling	7
4	Diskusjon og konklusjon	10
4.1	Diskusjon	10
4.2	Konklusjon.....	11
	Referanser	12
	Vedlegg.....	13
Vedlegg 1.	Metode	13
Vedlegg 2.	Ligningssett og scenarioer	14
Vedlegg 3.	Modellparametre	18

Regulering og avgiftssystemer for robottaxier

Alternativer for Akershus

TØI rapport 2163/2026 • Forfattere: Jørgen Aarhaug, Bo Dong • Oslo 2026 • 20 sider

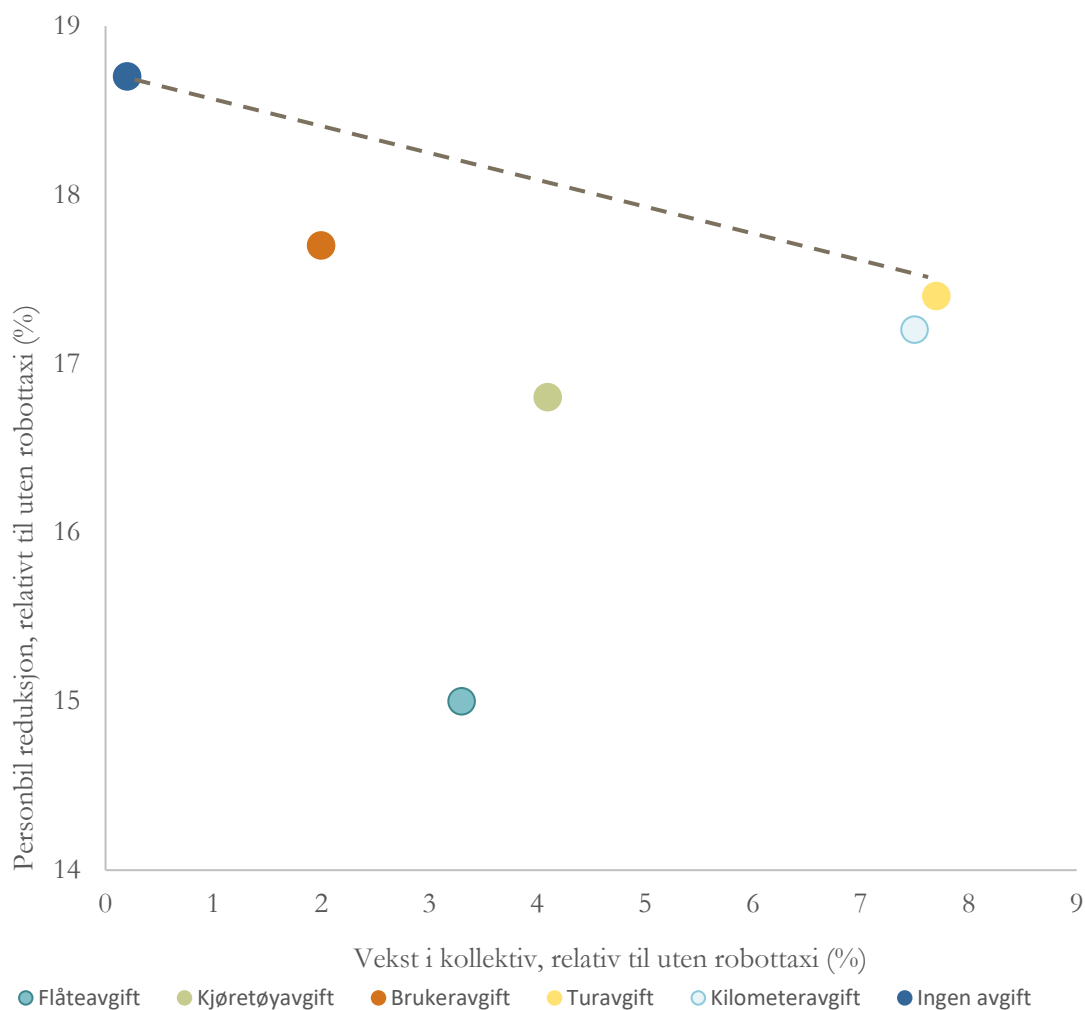
Den viktigste begrensende faktoren i introduksjonen av robottaxitjenester er veikapasitet i sentrale områder. I denne modellstudien vurderer vi ulike avgiftsstrukturer for private robottaxitjenester. Modellberegningene viser at en kilometerbasert avgift og en turavgift kommer best ut, målt ved samlet samfunnsnytte. Dette er avgifter som virker direkte på trafikkarbeidet, som er en sentral kilde til negative samfunnsøkonomiske virkninger fra robottaxier.

Robottaxier, forstått som automatiserte kjøretøy som er innrettet mot etterspørselsstyrt dør-til-dør-transport, er et transportmiddel som er i oppskaleringsfasen. Det er ikke et transportmiddel som er etablert i Norge, men noe som kan komme relativt raskt. Forventningen er at introduksjonen av automatisert transport vil medføre økt samfunnsnytte, men fordelingseffektene av denne nytteøkningen er usikre. Sammenlignet med etablerte kollektive transportmidler tar robottaxi relativt mye plass per passasjer som transporteres. Areal tilgjengelig til transportformål er begrenset i byområder, derfor framstår regulering som nødvendig.

I denne rapporten har vi gjennom modellberegninger sett på fem alternative tilnærminger til regulering av private robottaxiflåter som blir introdusert som et komplement til etablerte transporttilbud og i tillegg til et autonomt tilbud i kollektivregi, i et tenkt marked med parameterverdier hentet fra Akershus.

Vi finner at brukernytten øker med nettverkstetthet – jo flere robottaxier, dess høyere nytte, men med en avtagende funksjon. Samtidig finner vi at samfunnsulempen øker med antall kjøretøy, uavhengig av hvem som kjører de. Dette betyr at det eksisterer et samfunnsøkonomisk optimalt antall robottaxier i markedet. Videre betyr dette at dette optimale antallet påvirkes av markedsstrukturen. Det samme antall robottaxier gir høyere nytte fordelt på færre flåter enn på flere.

Videre ser vi på ulike strukturer for hvordan en regulering av privat robottaxiflåter kan innredes for å få størst mulig samfunnsnytte. Figur S.1.



Figur S.1. Endring i transportmiddelbruk relativ til uten robottaxier med ulike avgiftsinnretninger.

Figur S.1. viser hvordan fem alternative avgiftsinnretninger, en flåteavgift, en kjøretøyavgift, en brukeravgift, en turavgift en kilometeravgift og ingen avgift vil slå ut i et marked med hensyn på endring i personbilbruk (overgang fra privat personbil til robottaxi, og endring i kollektivbruk (inkludert et kollektivt robottaxitilbud). Figuren illustrerer at løsningen uten avgift attraherer flest personbilbrukere, samtidig bidrar denne løsningen ikke til en økning i andelen delte turer. Turavgift (som kan forstås som en minstepris per tur), og en kilometeravgift (i praksis en form for veipricing), bidrar til vesentlig høyere overgang til delte tjenester, samtidig som effekten på personbilbruk, ikke er vesentlig lavere. Den stiplede linja viser til produktivitetsfronten.

Samlet finner vi at en kilometerbasert avgift, i praksis veipricing, eller en turavgift som kan forstås som en minstepris per tur, er de to tilnærmingerne som gir høyest samfunnsnytte. Dette er avgifter som kan knyttes ganske direkte opp mot ulempene, særlig bruk av veiareal og kø, som robottaxier forventes medføre. Løsninger uten avgift gir høyest bruk, men også de største negative effektene.

Adgangsregulering, i form av en flåteavgift, brukeravgift som et ekstra påslag på et måneds-kort, eller avgift per kjøretøy i markedet, framstår som mindre effektive virkemidler. For å maksimere samfunnsnytte av robottaxier.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Automatisert transport rykker stadig nærmere. Et kjerneproblem er hvordan automatiserte kjøretøy i bilstørrelse bør introduseres. I denne rapporten ser vi på automatiserte tjenester som går fra dør til dør, eller tilnærmet dør til dør, som tilbys eksklusivt til den som bestiller, og som eies eller drives av en tredjepart. Tredjeparten kan være en privat eller offentlig aktør som har ansvaret for kjøretøyet når det ikke er i bruk. I rapporten bruker vi begrepet robottaxier om slike tjenester.

Bakgrunnen for at robottaxitjenestene er særlig utfordrende er at både aktører fra den eksisterende bilindustrien, nye aktører som fokuserer på automatisert transport og eksisterende kollektivselskap ser på dette persontransportsegmentet som spesielt interessant, i tillegg til at tjenestene framstår som en direkte digital motpart til eksisterende drosjetjenester.

Tidligere arbeider trekker fram at robottaxiene ligger i skjæringspunktet mellom en rekke tjenester som tilbys i markedet i dag. Det gjør de regulatoriske forholdene særlig utfordrende. Robottaxier kombinerer egenskapene til etablerte drosjetjenester og bildelingstjenester, samtidig blir det presentert som en mulig utvidelse både av det etablerte bilsystemet og det etablerte kollektivsystemet.

Hovedutfordringen i dagens situasjon er at introduksjon av robottaxitjenester kan forsterke allerede eksisterende transportutfordringer i byområder. Slike tjenester kan senke terskelen for bruk av kjøretøy på størrelse med personbiler, og dermed bidra til økt bilbruk, mer trafikkarbeid, større arealbruk og høyere energibruk.

Denne rapporten ser på alternativer for hvordan selvkjørende drosjevirkosomhet «robottaxier» kan reguleres på regionalt nivå, ved hjelp av ulike typer avgifter og konsekvensene disse alternativene har for transportmiddelfordeling og proveny.

Spørsmålene som stilles er:

- Er det strukturelle forskjeller om en robottaxitjeneste drives i offentlig eller privat regi?
- Hvilken avgiftsstruktur gir størst samlet samfunnsnytte dersom robottaxitjenester drives av private aktører?

I første rekke besvares disse spørsmålene gjennom modellberegninger. Målet med øvelsen er å se på velferdseffekter av de ulike tilnærmingene. Arbeidet er ment å forstås konseptuelt, og tar i liten grad hensyn til etablert regulering. Av kommunikasjonshensyn presenterer vi funnene fra modellberegningene i tekst og figurer.

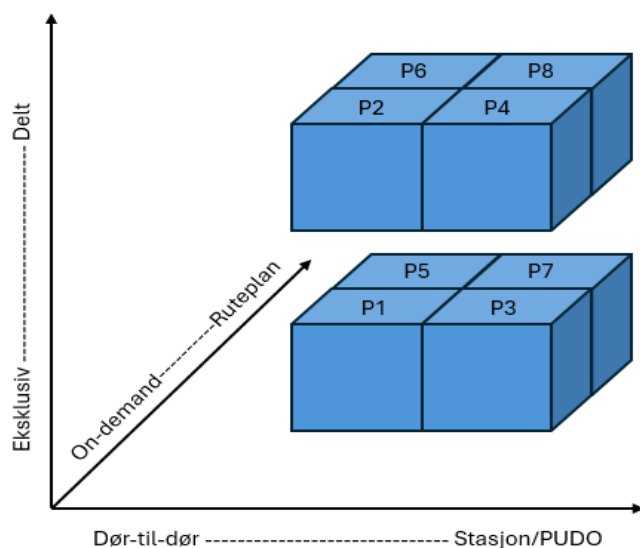
1.2 Konseptuelle rammer

Ruter, som er kollektivselskapet i Oslo og Akershus, ligger langt framme i norsk og global sammenheng på introduksjon av automatiserte tjenester som del av kollektivsystemet. I skrivende stund pågår det flere ulike piloter som både ser på forhold knyttet til tjenstedesign og fysisk tilbud.

Forskningsprogrammet STYRK er et samarbeid mellom Akershus fylke og TØI. Programmet tar for seg forskningsspørsmål som er aktualisert av de overordnede spørsmålene om regulering av automatiserte transporttjenester.

Rapporten bygger særlig på arbeidene *Automated Vehicles and transport system organization* (George og Aarhaug, 2024) og *Automatisert persontransport - Scenarioer, samfunnskostnader og bruksområder*, - (George og Aarhaug, 2025).

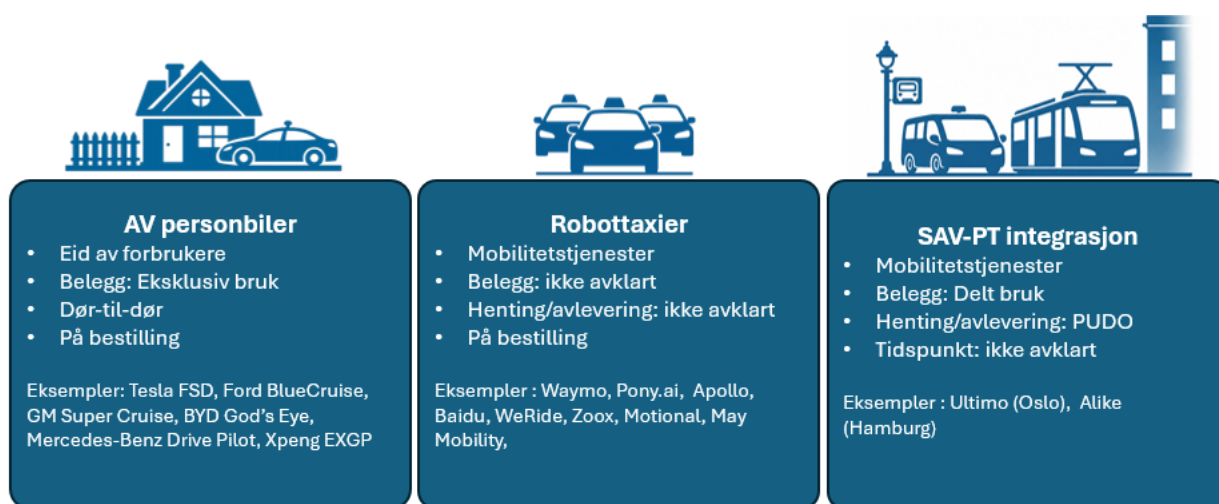
I tidligere arbeid har vi presentert konseptuelle rammer, knyttet til kjøretøyenes delthet – om passasjerene kan velge å ikke dele kjøretøyet, graden av koordinering om passasjerene må tilpasse seg med hensyn på tid eller sted figur 1.1.



Figur 1.1: Åtte utviklingsstier og tre dimensjoner knyttet til AV bruk (George og Aarhaug, 2025).

Robottaxier er en merkelapp som kan settes på tjenester langs utviklingssti P1, og kanskje i noen grad på P2. Altså etterspørselsstyrte dør-til-dør tjenester som i hovedsak frakter en-og-en reisende, men med noe mulighet for samkjøring. Dette er utviklingsstiene som potensielt medfører høyest økning i bruker-nytte, og samtidig med sikkerhet medfører de største negative eksternalitetene.

En kan også se robottaxier ut ifra en skala mellom AVer innenfor dagens transportløsninger, hvor robot-taxier havner mellom AVer som personbiler og AVer som del av kollektivtilbudet.



Figur 1.2: Tre ulike scenarioer for bilstørrelse automatisert transport.

Figuren illustrerer tre ulike tilnærminger til automatiserte kjøretøy, med eksempler på virksomheter som arbeider med de ulike.

Som i det etablerte drosjemarkedet antar vi at det er skala og tetthetsfordeler, gjennom tidsulempen knyttet til tilbringertid, som vil være svært utslagsgivende for etterspørselen etter robottaxitjenester

(Arnott, 1996; Cooper mfl., 2023). Dette gir store konkurransemessige fordeler for den største aktøren i markedet. I en introduksjonsfase betyr dette at vi forventer at mange aktører vil forsøke å etablere seg, for å oppnå den dominerende stillingen i det aktuelle markedet, tilsvarende erfaringene fra introduksjonen av elsparkesykler generelt og i Oslo spesielt (Aarhaug mfl., 2023; Button mfl., 2020).

Konseptuelt betyr dette at nytten for den enkelte reisende av en robottaxi er større om kjøretøyet er knyttet til en stor flåte, enn om kjøretøyet er knyttet til en liten flåte. Det vil da være en fordel for en produsent å være størst, forstått som den aktøren i det lokale markedet som har flest kjøretøy tilgjengelig. Men nytten av et ekstra kjøretøy i flåten er avtagende. Samtidig øker de negative eksternalitetene knyttet til forurensning og kø med antall kjøretøy, og når kapasiteten på veinettet nås, øker ulempen av et ekstra kjøretøy i trafikk raskt med antall kjøretøy. Dette betyr at det eksisterer både et samfunnsmessig, og et privatøkonomisk optimalt antall kjøretøy, og at disse ikke er like hverandre.

Vi bruker avgifter som proxy for ulike regulatoriske tilnærminger. Avgiften gir en etablerings terskel for operatørene som kan fungere for to formål. Det ene er å øke koordineringen på tilbudssiden av markedet, målet er å oppnå få store flåter, noe som gir høyest samfunnsnytte. Det andre er å generere inntekter for det offentlige, som kan brukes til å kompensere for ulempene robottaxitjenestene påfører samfunnet. Forskjellen i innretning gir ulik fordeling av nytten og ulempene knyttet til tjenestene.

1.3 Avgrensning

Rapporten tar utgangspunkt et stilisert transportmarked, med en gitt totaletterspørsel og med parameterverdier hentet fra Akershus. Vi har benyttet reisevanedata for å finne representative reiser og kostnadsdata for automatiserte kjøretøy delt av Ruter, supplert med egne beregninger.

I denne analysen introduseres automatiserte kjøretøy som automatiserte drosjer, eller «robottaxier». De inngår som et tillegg til det eksisterende transporttilbudet. I modellen er dette tilbudet forenklet til å omfatte rutegående kollektivtransport og konvensjonelle privatbiler. Vi skiller mellom robottaxier som kommer inn som del av kollektivtransporttilbudet og kommersielle robottaxitilbud introdusert som flåter. Vi tar ikke stilling til eierskapsstrukturer og forretningsmodeller for implementeringen, men skiller disse to nye transportmidlene gjennom ulike målfunksjoner.

En viktig avgrensning er at rapporten ikke ser på automatiserte biler som sådan. Selvkjørende biler vil i prinsippet kunne gi en dramatisk økning i bilbruken, ved at grupper som nå selv ikke kan kjøre bil (barn, eldre, funksjonshemmede, berusede osv.) kan benytte seg av sin selvkjørende bil. Og bilen kan benyttes til steder som ikke har parkering, eksempelvis kan bilen kretse rundt i gatene mens du er på restaurant. Dette omhandles ikke av denne rapporten. Her er det automatiserte biler som robottaxier som vurderes.

1.4 Rapportstruktur

Etter denne innledningen følger et kapittel som beskriver metode (kapittel 2). Denne presentasjonen er gjort på et overordnet nivå. En mer detaljert metodepresentasjon ligger i vedlegg 1, vedlegg 2 og vedlegg 3. Kapittel 3 presenterer resultater. Kapittel 4 inneholder en diskusjon og konklusjon.

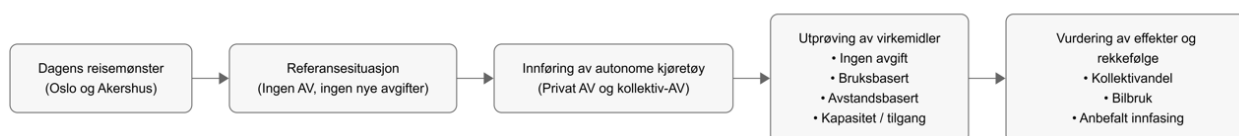
1.5 Ordforklaring

I rapporten bruker vi «robottaxier» om automatiserte kjøretøy av personbils størrelse som opererer i dør-til-dør markedet. Vi skiller mellom «private» og «kollektive» robottaxier. Forskjellen mellom disse ligger ikke i hvordan kjøretøyene er utformet, men i hvordan flåtene blir styrt. Målfunksjonene for flåteeierne er ulike. Vi bruker AVer som synonym med automatiserte kjøretøy.

2 Metodetilnærming og analyse

2.1 Metodevalg/undersøkellesdesign

I praksis er denne rapporten gjennomført som en modellstudie. Vi har satt opp en likevektsmodell, nærmere beskrevet i vedlegg. Figur 2.1. gir en forenklet framstilling av modellstrukturen.



Figur 2.1: forenklet metodeoversikt.

Denne modellen tar etterspørselen etter transport som gitt og fordeler trafikk mellom fire transportmidler: etterspørselsstyrt kollektivtransport, konvensjonell kollektivtransport, privat etterspørselsbasert transport og privatbil/andre transportmidler. I dette begrenser vi oss til å se på motoriserte transportmidler.

Til hvert av disse alternativene blir det allokeret priser, reisetid og andre ulempekomponenter, som blir samlet opp til en generalisert kostnad. Reisene blir fordelt mellom transportmidlene fordelt på relativ attraktivitet. Den samlede nytten blir deretter samlet som summen av konsumentoverskudd, produsentoverskudd, og skatt, minus eksterne kostnader (kostnader som påløper andre utenfor modellen).

2.2 Fem scenarier

Videre vurderer vi fem alternative scenarier for «avgifter» for private tilbydere av robottaxitjenester:

- 1) En flåteavgift. Med dette tenker vi at operatøren betaler for adgang til markedet, men kan gjøre egne tilpasninger i markedet. Dette kan for eksempel ses som et netto-anbud. Hvor operatøren sitter med inntektsrisiko, men fylkeskommunen (eller en aktør i fylkeskommunens sted) auksjonerer bort retten til å operere i markedet.
- 2) En kjøretøyavgift. En avgift per kjøretøy som betales av operatøren. Operatøren kan selv bestemme forhold knyttet til hvordan driften legges opp, men betaler for antall kjøretøy som er i drift. Dette har klare paralleller til enkelte elsparkesykkel reguleringer i dag (Fearnley mfl., 2026).
- 3) En turavgift. Dette er en avgift per tur som tas med robottaxitjenesten. Dette er tenkt fungerer som en regulert pris (minstepris) på tjenesten.
- 4) En brukeravgift. Et kronebeløp som belastes per bruker som benytter tjenesten på månedsbasis, uavhengig av bruksvolum. Litt tilsvarende et månedskort.
- 5) En kilometeravgift. Dette er en form for veipricing som i vårt arbeid kun tillegges robottaxitjenesten. Denne fungerer som en skatt på bruk. Den ilegges kjøretøyet uavhengig om det er en passasjer om bord eller ikke.

For å gjøre numeriske vurderinger har vi tilpasset avgiftsnivået slik at hver enkelt avgift får et rundt tall som input og avgiftstrykket blir relativt lik på tvers av alternativene.¹ Dette gir følgende avgiftsnivåer: en flåteavgift på 100 millioner kroner per flåte per år, en kjøretøyavgift på 300 000 kroner per kjøretøy, en

¹ Her har vi tilstrebet nå et avgiftsnivå på 22 kroner per reise.

turavgift på 22 kroner, en brukeravgift på 250 kroner per bruker per måned og en kilometeravgift på 4,4 kroner per kilometer. I tillegg har vi med et scenario uten ekstra avgifter på robottaxitjenester.

Poenget med øvelsen er ikke å vurdere hva som er et hensiktsmessig avgiftsnivå, men i hvilken grad ulik innretning av avgiften påvirker utfallet med hensyn på endring i bilbruk, kollektivbruk og samlet velferd.

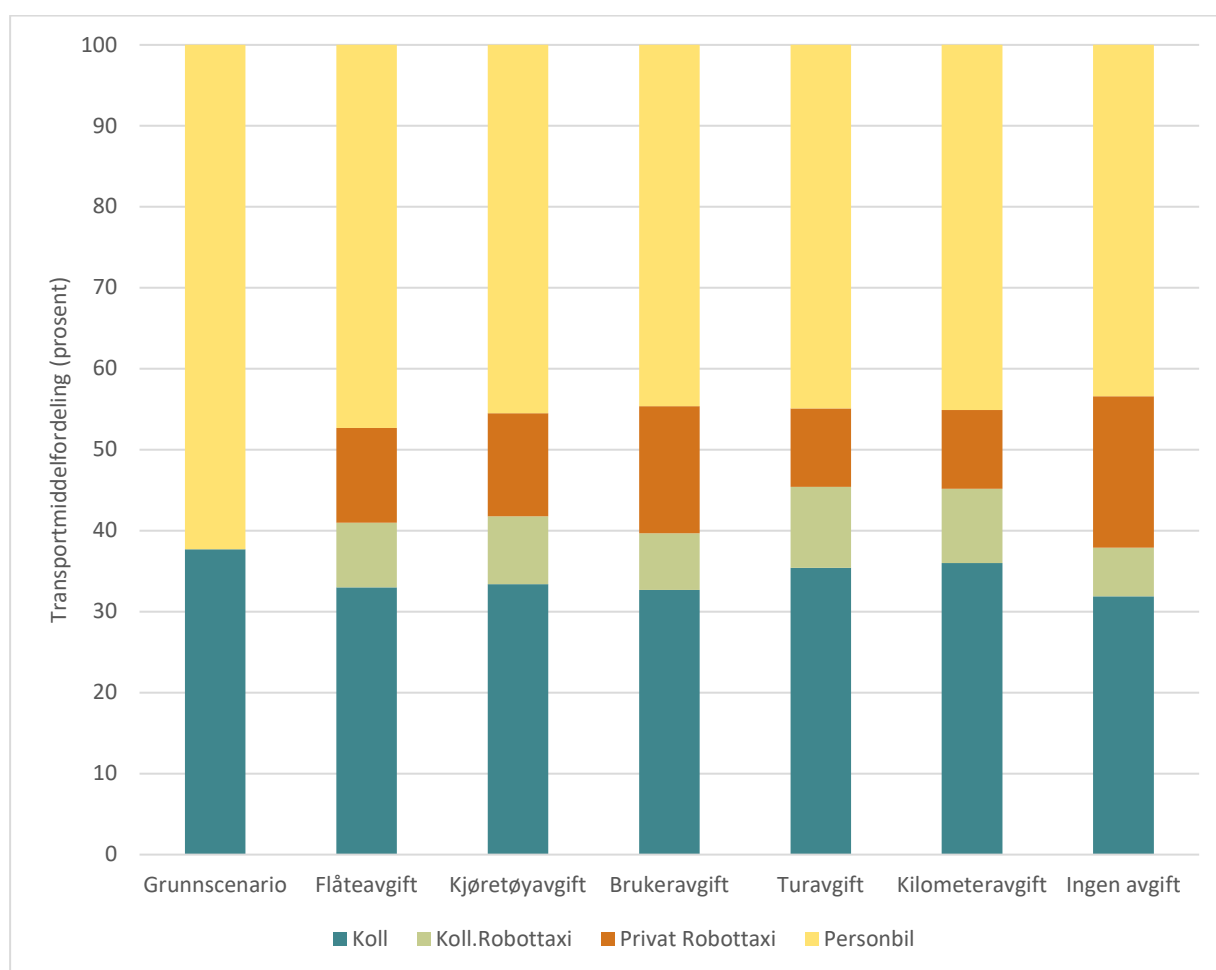
3 Resultater

I grunnmodellen finner vi at velferden øker når man legger inn automatiserte drosjer i tilbudsmiksen, uavhengig av om disse drives som private flåter eller offentlig regi. Altså, med parameterverdiene vi har valgt, fungerer modellen etter forventning.

Videre finner vi at endringen i nytte faller med avgiftsnivået når vi legger inn bruksavhengige avgifter i modellen. Mekanismen her er at alle bruksbaserte avgifter medfører redusert bruk av robottaxitjenester og at brukerne da presses tilbake til privatbil og kollektivtransport, som betyr at de opplever høyere generaliserte kostnader. Effekten varierer med innretningen av avgiften. Dette beskriver vi nærmere i de påfølgende delkapitlene.

3.1 Transportmiddelfordeling

Robottaxier introduseres i modellen som et nytt transportmiddel mellom rutegående kollektivtransport og personbil. Vi skiller mellom kollektive og private robottaxitjenester. Forskjellen ligger ikke i kjøretøytypen, men i hvordan tilbudet styres. Tilbudet av kollektive robottaxier er lagt fast i modellen, mens tilbudet fra private robottaxitjenester bestemmes av kostnader, etterspørsel og operatørenes mål om privat profitt.



Figur 3.1: Transportmiddelfordeling med ulike scenarioer.

Figur 3.1 viser transportmiddelfordelingen i modellen. I Grunnscenarioet inngår ikke robottaxier, og reisene fordeles mellom rutegående kollektivtransport (32,7 prosent) og personbil/andre transportmidler (62,3 prosent). I alle scenarioene hvor vi har med robottaxier, tar disse markedsandeler både fra personbiler og fra rutegående kollektivtransport. Hvor stor denne overgangen blir, og hvordan etterspørselen fordeler seg mellom kollektive og private robottaxier, varierer med avgiftsinnretningen.

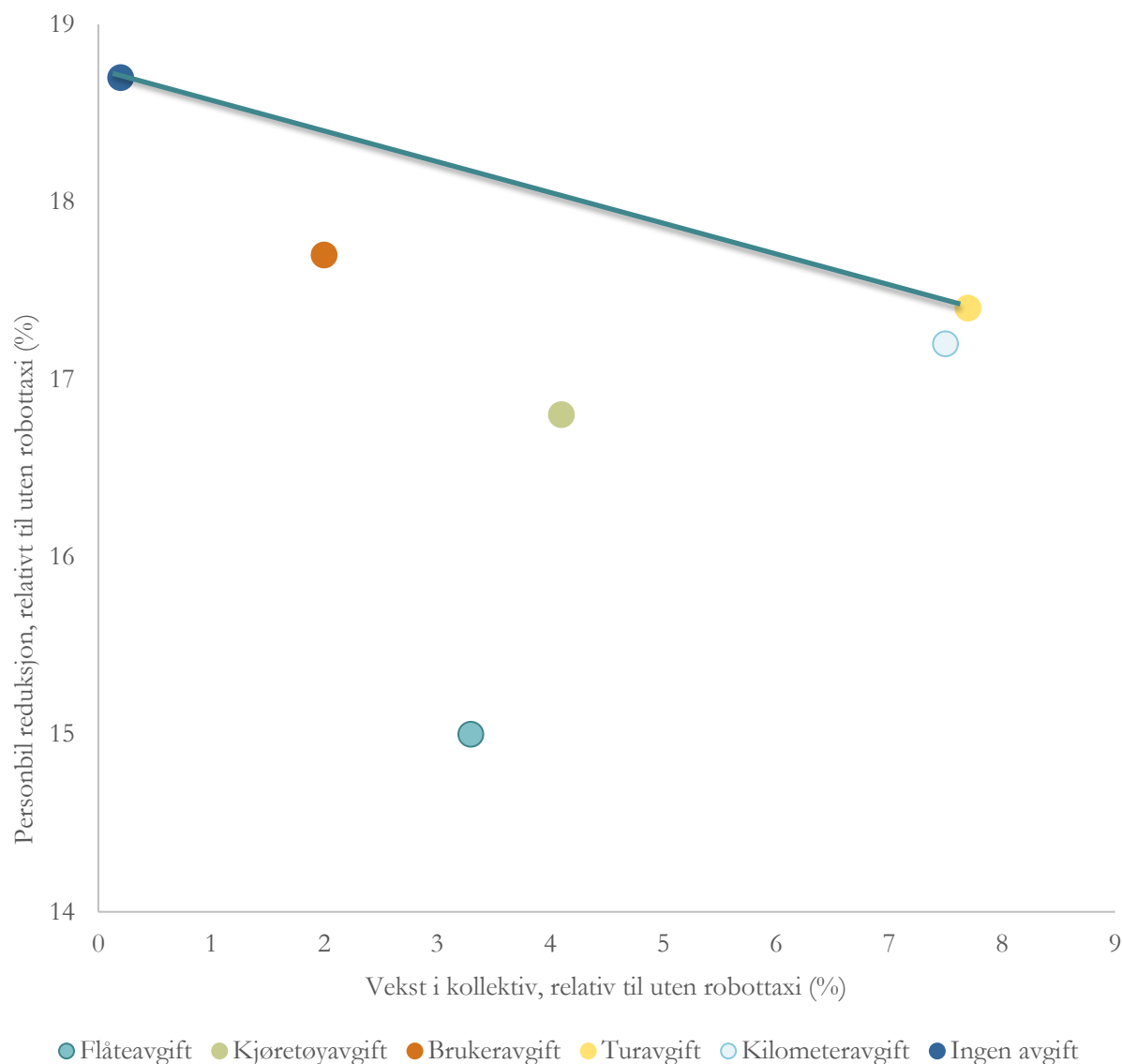
I scenarioet uten avgift tar robottaxitjenestene den høyeste markedsandelen, der er også fordelingen slik at andelen som kommer på de private robottaxitjenestene er størst. Årsaken til at robottaxier, uavhengig av innretning, tar markedsandeler fra privat personbil, er at disse får en lavere tidsulempe. Altså, det å slippe å kjøre selv i kø, har en egenverdi som gjør robottaxier relativt sett mer attraktive for mange.

Fordelingen i etterspørsel mellom private og kollektive robottaxioperatører forklares i hovedsak av to forhold. De private robottaxioperatørene får i vår modell anledning til å tilpasse tilbudet etter etterspørselen, og har kun privat profitt som mål. Den kollektive robottaxioperatøren har en mer komplisert målfunksjon, som inkluderer å hensynta ulempe som følge av generert trafikk. Dette ligger fast på tvers av avgiftsscenarioer. Videre blir de ulike avgiftene kun ilagt de private operatørene, forstått som at avgiften er internalisert i målfunksjonen hos den kollektive operatøren.

Modellresultatene viser dermed at innretningen av avgiften har betydning for transportmiddelfordelingen. Bruksbaserte avgifter påvirker transportmiddelvalget mer direkte enn avgifter som legges på flåte eller kjøretøy, fordi de virker på selve bruken av tjenesten.

3.2 Endring i transportmiddelfordeling

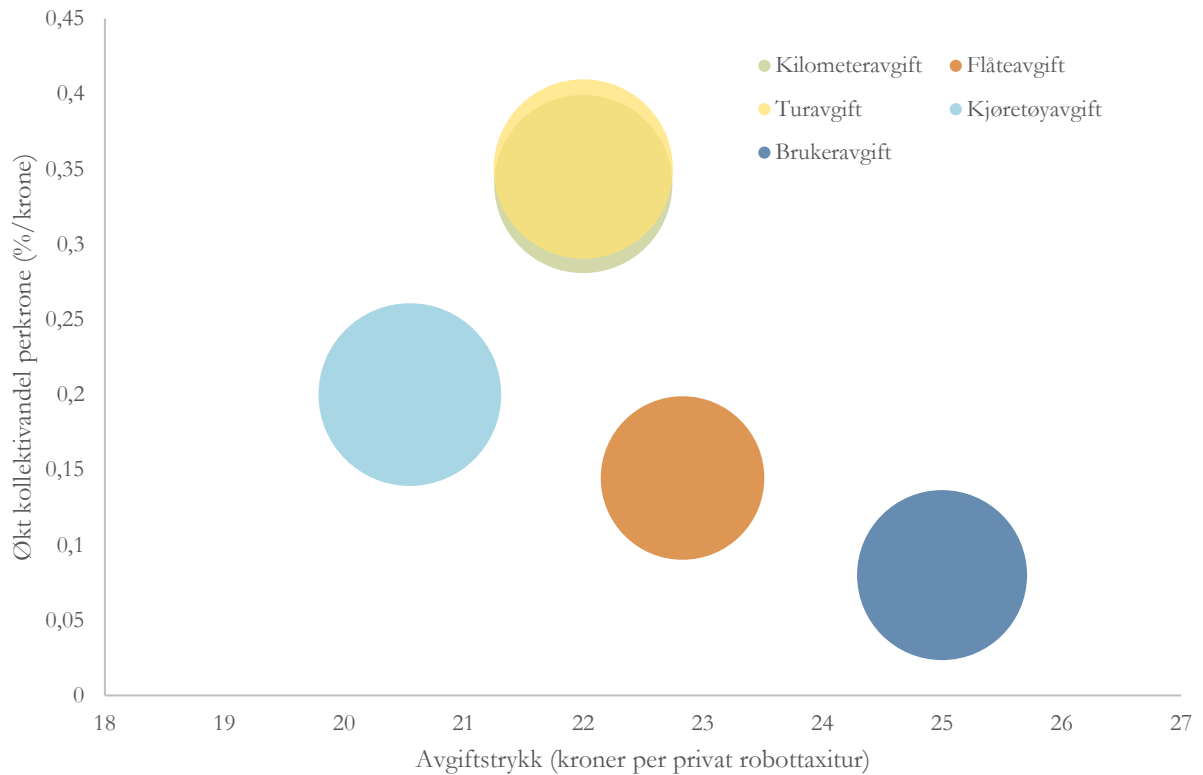
For å tydeliggjøre endringene i transportmiddelbruk av de ulike avgiftsscenarioene kan vi plassere endringene i personbilbruk og endringene i kollektivbruk (inkludert robottaxier som del av kollektivtilbudet), i en felles figur.



Figur 3.2: Endring i transportmiddelbruk relativt til uten robottaxier med ulike avgiftsinnretninger.

Figur 3.2 illustrerer at løsningen med ingen avgift medfører størst reduksjon i personbiltrafikken. Da skjer overgangen i stor grad fra personbil til private robottaxitjenester. I dette alternativet går samlet bruk av kollektivtransport (inkludert kollektive robottaxitjenester) marginalt opp, og bruken av konvensjonell kollektivtransport betydelig ned. Dette er altså et scenario som innebærer «kannibalisering» av kollektivtilbudet. Scenarioet med turavgift gir størst overgang i retning av kollektivtransport, tett fulgt av scenarioet med kilometeravgift for robottaxitjenester. Begge disse alternativene innebærer en betydelig økning i samlet kollektivbruk. De øvrige scenarioene ligger betydelig bak effektivitetsfronten (tegnet som en linje). Flåteavgiften kommer klart dårligst ut.

Om vi legger nullvekstmålet til grunn og antar at fylkeskommunen har et ønske om å øke kollektivandelene kan vi se på effektiviteten til de ulike scenarioene opp mot avgiftstrykket figur 3.3.



Figur 3.3: Avgiftstrykk (omregnet til kroner per robottaxitur) og endring i kollektivandel

Figur 3.3 illustrerer hvordan de ulike avgiftsscenarioene slår ut i endret kollektivandel. Fra sammenstillingen ser vi at en avgift per tur og en kilometeravgift er de to avgiftsinnretningene som gir mest overføring av transport mellom transportmidler per avgiftsbelastning. Brukeravgiften og flåteavgiften påvirker transportmiddelvalget minst.

4 Diskusjon og konklusjon

4.1 Diskusjon

På overordnet nivå finner vi at nytten fra robottaxier øker med størrelsen på flåtene, men med en konkav funksjonsform, slik at mernytten av et ekstra kjøretøy er avtagende.

Samfunnskostnadene ved robottaxier øker med økt tetthet. Driverne bak dette er, som i tilfellet for drosjer eller mikromobilitet, at ved lav tetthet utgjør søke/ventekostnadene en betydelig andel av brukerulempen. Når flåtestørrelsen øker, faller denne delen av ulempen. Samfunnsulempen er i hovedsak knyttet til trengsel (kø), bruk av veiareal og andre trafikkrelaterte forhold, og disse øker med antall kjøretøy. Denne sammenhengen indikerer at det eksisterer en samfunnsøkonomisk optimal flåtestørrelse for robottaxier. Den samfunnsøkonomisk optimale flåtestørrelsen er ikke nødvendigvis sammenfallende med markedsløsningen i et uregulert marked.²

I modellen er antall flåter en viktig forutsetning for hvordan robottaxitilbudet virker. Når flere operatører har hver sin flåte betyr det at det kreves flere kjøretøy for å oppnå samme tilbuds nivå. Brukernytten fra små robottaxiflåter er mindre per kjøretøy enn brukernytten fra store flåter. Denne sammenhengen er kjent fra nettverksøkonomi, og viser en direkte parallell mellom utfordringene for drosjeregulering og robottaxiregulering (Cooper mfl., 2023). I forlengelsen av dette ligger også et økonomisk argument for markedsinngripen.

I modellen har vi latt private robottaxioperatører være profittmaksimerende, mens tilsvarende offentlige selskap har fått en mer komplisert målfunksjon. Dette har en tydelig effekt. Private robottaxioperatører vil søke å ekspandere flåten ut over det som er samfunnsøkonomisk optimalt.

Forventningen er at en markedsløsning vil gi for mange kjøretøy på veien, fordi det privatøkonomisk er lønnsomt for operatørene. Deres kostnader og prising tar ikke inn over seg de negative eksternalitetene som tjenesten medfører. En konsekvens er at det skjer en betydelig overgang fra kollektivtransport til robottaxitjenester og at det kommer mye indusert trafikk. Forventningen er altså mer trafikkarbeid enn ønsket. I modellsituasjonen har vi ikke latt samlet trafikk øke, og vi har sett bort i fra gange og sykling. Forventningen i en reell situasjon er at robottaxier både vil medføre betydelig generert trafikk, og også overgang fra gange og sykling³.

Om robottaxitjenestene i stedet drives i regi av det offentlige⁴ blir utfallet nærmere det samfunnsøkonomisk ønskede. Årsaken til dette er at målfunksjonen for en slik tjeneste i offentlig regi i større grad vil ta hensyn til nytten av samkjøring og ulempene knyttet til tomkjøring. Altså er forventningen at flåtestørrelsen blir mindre.

Samlet tyder dette på at robottaxitjenester bør reguleres. Enten ved at de integreres som del av kollektivtilbudet, eller ved at de blir ilagt avgifter eller direkte reguleringer som gjør at de i større grad opptrer i tråd med hva som er samfunnsøkonomisk fornuftig.

Når vi ser nærmere på hvilke virkemidler som er aktuelle for å styre har vi valgt å fokusere på effektene av ulike økonomiske virkemidler.

² Se for (Button, 2020) for en tilsvarende vurdering knyttet til drosjeplattformer.

³ Basert på erfaringene fra drosjeplattformer (Henao og Marshall, 2019; Schaller, 2021; Tirachini mfl., 2020).

⁴ Vi har ikke sett nærmere på hvilke forretningsmodeller som er mest aktuelle for dette i denne sammenheng.

Noen av avgiftene kan fungere som alternativer til direkte regulering, for eksempel ved å begrense antall aktører eller kjøretøy i markedet. I denne analysen har vi likevel formulert virkemidlene som avgifter.

På overordnet nivå er funnene at selv relativt moderate tiltak, som en kilometeravgift (veipricing) og turavgift (regulerte minstepriser på billetter) kan ha betydelig effekt i å dempe trafikkvolumet. Dette er tiltakene som virker mest direkte på de negative eksternalitetene man ønsker å redusere, «unødvendige» turer og tomkjøring. Årsaken er at disse virkemidlene direkte bidrar til å redusere differansen i forventede generaliserte kostnader mellom robottaxier og etablerte kollektivtilbud. Utfallet av dette er at risikoen for overetablering blir mindre og det framstår som mindre sannsynlig at man får mange konkurrerende flåter med robottaxier i samme marked. Man oppnår altså et utfall nærmere det samfunnsøkonomisk ønskede, med et mindre inngripende tiltak.

I likhet med tidligere modellstudier som *Oslostudien* (COWI | PTV Group, 2019), finner vi at det å introdusere robottaxier i markedet ikke nødvendigvis må resultere i en enorm trafikkvekst, men det er en stor risiko for at det skjer, om det ikke reguleres fornuftig. Om robottaxier bidrar til å øke eller redusere trafikkarbeidet er betinget av hvordan de reguleres.

Ut fra en målsetting om å ikke ha en betydelig økning i biltrafikken, framstår innføring av en kilometerbasert avgift (veipricing) som det mest effektive enkelttiltaket for å regulere robottaxier. Tiltakene som er minst effektive er å gi et fullt frislipp av robottaxier, uten noen form for regulering, og å forby de totalt. De løsningene som framstår som mest effektive, har til felles at de virker direkte mot de delene av bruken av robottaxier man fra et samfunnsperspektiv ønsker å begrense: korte turer og tomkjøring. Tiltak som regulering av flåter og antall kjøretøy framstår som mindre effektive ut fra en slik målsetting.

4.2 Konklusjon

Analysen viser at introduksjonen av robottaxier i et transportmarked som Akershus i stor grad vil avhenge av hvordan tillatelsesordninger og reguleringer utformes. Om man tillater et fragmentert privat robottaxitilbud, er det en løsning som ikke internaliserer konsolideringseffektene. Resultatet er for mange kjøretøy i markedet og unødvendig stor grad av kannibalisering av tradisjonelle kollektivtilbud, samt gange og sykling.

Modellberegningene tyder på at robottaxitjenester bør reguleres. Videre bør reguleringen være slik at en etterstreber det samfunnsøkonomiske og ikke det bedriftsøkonomiske optimale resultatet. Modellberegningene våre tyder på at en turavgift eller kilometerbasert avgift (veipricing) er de mest egnede avgiftene for å oppnå dette.

Å tilby robottaxitjenester som del av kollektivsystemet, løser noen av disse utfordringene. I våre modellberegninger resulterer dette i høyere brukernytte og lavere samfunnskostnad. De negative eksternalitetene går ned fordi målfunksjonen til operatøren er annerledes. Samtidig avgifter kan innrettes på måter som gjør at myndighetene kan styre private robottaxiflåter i retning av samfunnsmessig ønsket flåtestørrelse, uten at dette hindrer markedsinitiativ. I våre beregninger gir dette privatøkonomisk lønnsomme tilbud.

Referanser

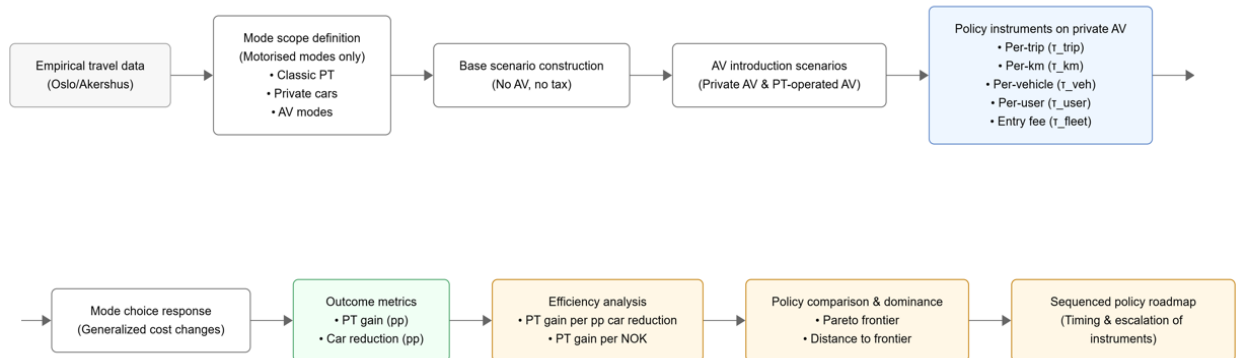
- Arnott, R. 1996. Taxi Travel Should Be Subsidized. *Journal of Urban Economics*, 40, 316-333, <https://doi.org/10.1006/juec.1996.0035>.
- Button, K. 2020. The “Ubernomics” of ridesourcing: the myths and the reality. *Transport Reviews*, 40, 76-94, 10.1080/01441647.2019.1687605.
- Button, K., Frye, H. og Reaves, D. 2020. Economic regulation and E-scooter networks in the USA. *Research in Transportation Economics*, 84, 100973, <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2020.100973>.
- Cooper, J. M., Aarhaug, J., Scott, J. og Faber, W. 2023. *Taxi, Limousine, and Transport Network Company Regulation: Recurring Challenges*, Routledge, <https://doi.org/10.4324/9781003256311>, <https://doi.org/10.4324/9781003256311>.
- COWI | PTV Group 2019. *THE OSLO STUDY – HOW AUTONOMOUS CARS MAY CHANGE TRANSPORT IN CITIES*, Report Oslo, COWI | PTV Group, <https://www.cowi.no/om-cowi/nyheter-og-presse/ny-rapport-slik-vil-selvkjoerende-transport-paavirke-oslo-regionen>.
- Fearnley, N., Hagen, O. H., Egner, L. E., Aarhaug, J. og Johnsson, E. 2026. *Ruters rolle i delt mikromobilitet - styringsmodeller, måloppnåelse og samspill med kollektivtransport*, TØI-rapport 2168/2026, Oslo, Transportøkonomisk institutt,
- George, C. og Aarhaug, J. 2024. *Automated vehicles and transport system organization - Shifting boundaries, mandates and responsibilities*, TØI-rapport 2066/2024, Oslo, TØI,
- George, C. og Aarhaug, J. 2025. *Automatisert persontransport - Scenarioer, samfunnskostnader og bruksområder*, TØI-rapport 2133/2025, Oslo, Transportøkonomisk institutt, <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=80311>.
- Henao, A. og Marshall, W. E. 2019. The impact of ride-hailing on vehicle miles traveled. *Transportation*, 46, 2173-2194, 10.1007/s11116-018-9923-2.
- Schaller, B. 2021. Can sharing a ride make for less traffic? Evidence from Uber and Lyft and implications for cities. *Transport Policy*, 102, 1-10, <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.12.015>.
- Tirachini, A., Chaniotakis, E., Abouelela, M. og Antoniou, C. 2020. The sustainability of shared mobility: Can a platform for shared rides reduce motorized traffic in cities? *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 117, 102707, <https://doi.org/10.1016/j.trc.2020.102707>.
- Aarhaug, J., Fearnley, N., Hartveit, K. J. L. og Johnsson, E. 2023. Price and competition in emerging shared e-scooter markets. *Research in Transportation Economics*, 98, 101273, <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2023.101273>.

Vedlegg

Vedlegg 1. Metode

Prinsippskisse for den metodiske tilnærmingen:

Methodology overview (AV policy study)



Figur 0.1 prinsippskisse metode.

Vedlegg 2. Ligningssett og scenarioer

1) Sets, modes, and scenarios

Modes

Let travellers choose among:

- PT : Public transport (classic fixed-route PT)
- A^P : **PT-operated AV demand-responsive service** (public/authority-operated AV-DRT)
- A^K : **Private AV demand-responsive fleets**, indexed by $k \in \mathcal{K}$
- C : Private cars (outside option)

So the choice set is:

$$\mathcal{M}^{(s)} = \{PT, C\} \cup \{A^P: \delta_p^{(s)} = 1\} \cup \{A^k: k \in \mathcal{K}^{(s)}\}.$$

Scenarios and switches

Scenario $s \in \{1, 2, 3\}$:

- Public AV active?

$$\delta_p^{(s)} = \begin{cases} 1 & s \in \{1, 2\} \\ 0 & s = 3 \end{cases}$$

- Private AV active?

$$\delta_K^{(s)} = \begin{cases} 1 & s \in \{1, 3\} \\ 0 & s = 2 \end{cases}$$

- Number of private AV fleets (licensing)

$$n^{(s)} = \begin{cases} n \geq 1 & s \in \{1, 3\} \\ 0 & s = 2 \end{cases} \Rightarrow \mathcal{K}^{(s)} = \{1, \dots, n^{(s)}\}.$$

Interpretation:

1. **Mixed market**: $PT + A^P + A^K + C$
2. **PT-only AV**: $PT + A^P + C$
3. **Private-only AV**: $PT + A^K + C$

2) Demand side (logit core)

Total potential trips: M .

2.1 Utilities

For each available mode $m \in \mathcal{M}^{(s)}$,

$$U_m = \beta_{TT} TT_m + \beta_{WT} WT_m + \beta_C GC_m + \alpha_m,$$

where:

- TT_m : in-vehicle travel time

- WT_m : waiting/access time
- GC_m : generalized monetary cost
- α_m : alternative-specific constant
- $\beta_{TT} < 0, \beta_{WT} < 0, \beta_C < 0$.

2.2 Generalized costs

- PT classic:

$$GC_{PT} = f_{PT}.$$

- Public AV-DRT:

$$GC_{AP} = p_P.$$

- Private AV fleet k :

$$GC_{Ak} = p_k + \tau_{AV} \cdot \delta_K^{(s)}.$$

τ_{AV} is the policy tax/fee on private AV use (instrument defined by regulator).

- Cars:

$$GC_C = c_C + \tau_C.$$

2.3 Choice probabilities and demands

Denominator:

$$D^{(s)} = \sum_{m \in \mathcal{M}^{(s)}} \exp(U_m).$$

Shares:

$$P_m^{(s)} = \frac{\exp(U_m)}{D^{(s)}}, m \in \mathcal{M}^{(s)}.$$

Demands:

$$q_m^{(s)} = M \cdot P_m^{(s)}.$$

3) AV waiting time technology (capacity $\rightarrow$ WT)

PT classic waiting time is fixed:

$$WT_{PT} = \bar{WT}_{PT}.$$

AV-DRT waiting times depend on fleet size (capacity).

- Public AV:

$$WT_{A^P} = \delta_P^{(s)} \cdot g_P(K_P, q_{A^P}),$$

- Private AV fleet k :

$$WT_{A^k} = \delta_K^{(s)} \cdot g_K(K_k, q_{A^k}),$$

where $g(\cdot)$ is decreasing in fleet K , increasing in load q .

4) Supply side (prices & fleets)

4.1 Decision variables

- Public AV operator (if $\delta_P^{(s)} = 1$):

$$(p_P, K_P)$$

- Each private AV fleet $k \in \mathcal{K}^{(s)}$ (if $\delta_K^{(s)} = 1$):

$$(p_k, K_k)$$

4.2 Profit functions

Let per-trip variable cost be c_v , per-vehicle (or capacity) cost be c_K . Public AV may also face a fixed cost F_P .

- Public AV:

$$\pi_P^{(s)} = \delta_P^{(s)} [(p_P - c_v) q_{A^P}^{(s)} - c_K K_P - F_P].$$

- Private AV fleet k :

$$\pi_k^{(s)} = \delta_K^{(s)} [(p_k - c_v) q_{A^k}^{(s)} - c_K K_k].$$

4.3 Equilibrium (same 2-stage structure, but AV-only)

Stage 1: fleet/capacity game

$$K_P^{*(s)}, \{K_k^{*(s)}\} \in \arg \max \pi_P^{(s)}, \pi_k^{(s)}.$$

Stage 2: price game given fleets

$$p_P^{*(s)}, \{p_k^{*(s)}\} \in \arg \max \pi_P^{(s)}, \pi_k^{(s)}.$$

Inactive players disappear automatically because their δ is zero.

5) Welfare

5.1 Consumer surplus (log-sum)

$$CS^{(s)} = \frac{M}{-\beta_C} \ln D^{(s)}.$$

5.2 Producer surplus / profits

$$\Pi^{(s)} = \pi_p^{(s)} + \sum_{k \in \mathcal{K}^{(s)}} \pi_k^{(s)}.$$

5.3 Tax revenue

Private AV tax:

$$TR^{(s)} = \tau_{AV} \cdot \delta_K^{(s)} \sum_k q_{A^k}^{(s)}.$$

5.4 External costs

Let external cost per trip be e_{PT}, e_{AV}, e_C :

$$EC^{(s)} = e_{PT} q_{PT}^{(s)} + e_{AV} (\delta_P^{(s)} q_{A^P}^{(s)} + \delta_K^{(s)} \sum_k q_{A^k}^{(s)}) + e_C q_C^{(s)}.$$

5.5 Social welfare

$$W^{(s)} = CS^{(s)} + \Pi^{(s)} + TR^{(s)} - EC^{(s)}.$$

6) Policy/market-structure layer (what the leader wants)

The regulator chooses scenario s (or evaluate all s) and, **if private AV exists**, chooses a tax instrument:

- $\tau_{AV} = \tau_{fleet}$ per fleet
- $\tau_{AV} = \tau_{veh}$ per vehicle
- $\tau_{AV} = \tau_{trip}$ per trip
- $\tau_{AV} = \tau_{km}$ per km

In the master model this is just a parameter that shifts GC_{A^k} ; the experiments swap its definition.

Scenario mapping (explicit)

- **S1 Public AV only**

$$\delta_P^{(2)} = 1, \delta_K^{(2)} = 0, n^{(2)} = 0.$$

- **S2 Private AV only**

$$\delta_P^{(3)} = 0, \delta_K^{(3)} = 1, n^{(3)} = n.$$

- **S3 Mixed public + private AV**

$$\delta_P^{(1)} = 1, \delta_K^{(1)} = 1, n^{(1)} = n.$$

Vedlegg 3. Modellparametre

Group	Parameter	Baseline value	Unit / interpretation
Market size	M	100,000	trips/day (total travel demand mass in logit)
Taste / ASC	a_PT	0.5	utility intercept for PT
	a_C	0.8	utility intercept for car
	a_AP	0.2	utility intercept for public AV (AP)
	a_AK	0.2	utility intercept for private AV fleets (AK)
Logit coefficients	b_tt	-0.06	per-minute utility of in-vehicle travel time
	b_wt	-0.10	per-minute utility of waiting time
	b_c	-0.03	per-NOK utility of generalized cost
Travel times	TT_PT	35	minutes, PT travel time
	WT_PT	7	minutes, PT waiting time (fixed)
	TT_C	25	minutes, car travel time
	WT_C	0	minutes, car waiting time
	TT_AP	22	minutes, public AV travel time
	TT_AK	22	minutes, private AV travel time
Waiting-time tech	omega_AP	600	WT scale for AP: $WT = \omega_{AP} / K_{AP}$
	omega_AK	600	WT scale for AK: $WT = \omega_{AK} / K_{AK}$
Fixed monetary costs	f_PT	45	NOK/trip PT fare
	c_C	60	NOK/trip car generalized cost (fuel, parking, etc.)
AV operating costs	c_v	80	NOK/trip variable AV cost
	c_k	1500	NOK/vehicle/day capital cost baseline
Policy levers (baseline = 0 unless noted)	tau_trip_AP	0	NOK/trip excise tax on AP fare

tau_trip_AK	0	NOK/trip excise tax on AK fare (our τ_{AV})
vat_AP	0	ad-valorem VAT rate on AP fare (fraction of fare)
vat_AK	0	ad-valorem VAT rate on AK fare (fraction of fare)
tau_km_AP	0	NOK/km distance surcharge on AP
tau_km_AK	0	NOK/km distance surcharge on AK
d_bar	8.0	km/trip average distance used to convert km tax to NOK/trip
phi_K_AP	0	NOK/vehicle/day license fee add-on for AP ($c_k \rightarrow c_k + \phi_{K_AP}$)
phi_K_AK	0	NOK/vehicle/day license fee add-on for AK
F_entry_AK	0	NOK/day fixed entry or concession fee per AK firm

Mapping: code → math notation

Code name	Math notation	Meaning
M	M	Market size (total trips/day)
a_PT	a_{PT}	ASC / taste for public transport
a_C	a_C	ASC / taste for car
a_AP	a_{AP}	ASC / taste for public AV
a_AK	a_{AK}	ASC / taste for private AV (per AK firm/type)
b_tt	β_{tt}	Marginal utility of in-vehicle time
b_wt	β_{wt}	Marginal utility of waiting time
b_c	β_c	Marginal utility of generalized cost (fare etc.)
TT_PT	TT_{PT}	PT in-vehicle time
WT_PT	WT_{PT}	PT waiting time (fixed)
TT_C	TT_C	Car in-vehicle time
WT_C	WT_C	Car waiting time

TT_AP	TT_{AP}	Public AV in-vehicle time
TT_AK	TT_{AK}	Private AV in-vehicle time
omega_AP	ω_{AP}	WT scale for AP: $WT_{AP} = \omega_{AP}/K_{AP}$
omega_AK	ω_{AK}	WT scale for AK: $WT_{AK} = \omega_{AK}/K_{AK}$
f_PT	f_{PT}	PT fare (generalized cost component)
c_C	c_C	Car generalized cost
c_v	c_v	AV variable cost per trip
c_k	c_k	AV capital cost per vehicle per day

Policy levers (code → notation)

Code name	Math notation	Meaning / entry
tau_trip_AK (or old tau_AV)	τ_{trip}^{AK} (or τ_{AV})	Per-trip excise on private AV. Enters $GC_{AK} = p_{AK} + \tau_{trip}^{AK}$.
tau_trip_AP	τ_{trip}^{AP}	Per-trip excise on public AV. Enters $GC_{AP} = p_{AP} + \tau_{trip}^{AP}$.
vat_AK	v^{AK}	Ad-valorem VAT on private AV fare. Enters $GC_{AK} = p_{AK}(1 + v^{AK})$.
vat_AP	v^{AP}	Ad-valorem VAT on public AV fare. Enters $GC_{AP} = p_{AP}(1 + v^{AP})$.
tau_km_AK	τ_{km}^{AK}	Distance surcharge on AK. Enters $GC_{AK} = p_{AK} + \tau_{km}^{AK} \bar{d}$.
tau_km_AP	τ_{km}^{AP}	Distance surcharge on AP. Enters $GC_{AP} = p_{AP} + \tau_{km}^{AP} \bar{d}$.
d_bar	$\bar{d}$	Average trip distance used to convert km tax to NOK/trip.
phi_K_AK	ϕ_K^{AK}	Per-vehicle license fee on AK. Enters $c_k \rightarrow c_k + \phi_K^{AK}$.
phi_K_AP	ϕ_K^{AP}	Per-vehicle license fee on AP. Enters $c_k \rightarrow c_k + \phi_K^{AP}$.
F_entry_AK	F_{entry}^{AK}	Fixed entry / concession fee for AK. Enters free-entry: $\Pi_i(p, K) - F_{entry}^{AK} = 0$.

TØI er et anvendt forskningsinstitutt som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 70 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet driver forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, bøker, seminarer, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside www.toi.no.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafiksikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, ITS, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transportbehov og generell transportøkonomi. Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forskningssamarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeider og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.

Postadresse:

Transportøkonomisk institutt
Postboks 8600 Majorstua
0349 Oslo
Norge

E-post: toi@toi.no

Kontoradresse:

Forskningsparken
Gaustadalléen 21

Hjemmeside: www.toi.no

