

Mappeoppgave 2 - Effekten på billisters atferd og velferd

Kandidatnummer 31

4/6/23

Table of contents

Kapittel 1 - Innledning	1
Bakgrunn for oppgaven:	1
Tidligere erfaringer med bompenger i Norge:	2
Om prosjektet:	2
Utredningens struktur	3
Kapittel 2 - Trafikkbildet i Tromsø før og etter innføring av bompenger	4
Biltrafikken	4
Endring i reisemønstre	6
Kapittel 3 - Billisters tilpasning til bompenger	8
Forutsetninger til analysen	8
Distanseavhengige kostnader per kilometer for biler med forbrenningsmotor (2022-kr)	8
Konsumentens budsjettbetingelse	9
Konsumentens tilpasning	11
Kapittel 4 - Konklusjon	14
Kildelist	14
AI Kildeliste:	15

Kapittel 1 - Innledning

Bakgrunn for oppgaven:

Den 5. januar 2023 ble det innført bompengavgift i Tromsø gjennom byutviklingsprosjektet “Tenk Tromsø”. Bompenger er en avgift man betaler per passering når man kjører gjennom bomstasjoner. Avgiften kan variere avhengig av tidspunkt på dagen, type kjøretøy og om man

har en avtalebrikke eller ikke (se tabell under.). På Tromsøya er det satt opp 15 bomstasjoner som dekker 7 ulike soner på og rundt Tromsøya. Kjøres det fra sone A til B vil man måtte betale ett gebyr.

Kjøretøy under 3,5 tonn	Fullpris	Gyldig avtale og brikke
Bensin, diesel og ladbar hybrid	12,00	9,60
Nullutslippskjøretøy	12,00	4,80

Rushtidsavgift	Fullpris	Gyldig avtale og brikke
Bensin, diesel og ladbar hybrid	36,00	28,80
Nullutslippskjøretøy	36,00	14,40

Tidligere erfaringer med bompenger i Norge:

I Tromsø ser vi en bompengordning som dekker alle mulige kjøreveier rundt sentrum, også ofte kalt en bompengering. Europas første bompengering ble først startet i Bergen i 1986. Den gang var Bergen plaget med en stor økning i antall billister. På de mest kjørte veiene ble det observert trafikkøkning på opp imot 800% på ett drøyt tiår. En mer belastet biltrafikk med mye rushtrafikk og eller slit gjorde enda viktigere å utvikle veiene og infrastrukturen i byen. Svaret var bompengering, bompengeringen møtte stor motstand i starten, og det har trolig fremdeles noen motstandere, men bommene kom og bommene ble. Bompengavgiften i Bergen hadde som hensikt å finansiere 50% av kostnadene til veiutviklingen. I senere tid har det også vist seg at bompengavgiften har hatt en positiv effekt på klimaet ettersom det fører til færre billister og mindre forurensing.

Om prosjektet:

Bypakken Tenk Tromsø har som mål å bedre tilrettelegge for alternativ fremkomst i Tromsø, og en nullvekst i personbiler. Bompengordning vil finansiere omtrent halvparten av av bypakken (58%). Listen på hva prosjektet innebærer er lang (se tabell under), men i hovedsak skal det forbedre trafikkflyten og bedre tilrettelegge for spaserende, syklende og kollektivreisende.

Kostnader per prosjekt (i 2022-kr)

Prosjektnavn	Kostnad
Reduserte billettpriser	185
Tryggere skoleveg	315

Prosjektnavn	Kostnad
Økt driftstilskudd kollektiv	340
Dramsvegen	40
Stakkevollvegen - Skattørvegen	200
Ny sentrumsterminal	315
Nytt bussknutepunkt i Kroken	35
Redusere flaskehalser for bussen	70
Strandvegen	120
Strandvegen	115
Ladeinfrastruktur elbuss	35
Bedre holdeplasser	135
Tilgjengelighet for gående - holdeplasser	45
Utvidelse bybussområdet	20
Fortau	50
Bussløsning Kvaløya	135
Innfartsparkering Skjelnan	10
Klokkargårdsbakken	15
Sykehusvegen	45
Ny bussterminal i Giæverbukta	140
E8 Flyplasstunnelen i Tromsø	1800
Tiltakspakke Langnes	525
Utbedring gang og sykkelvei Kvaløyvegen	15
Ny bru til Kvaløya	1800
Etablering av bomstasjoner	35
Sum	6 540

Utredningens struktur

Hensikten med utredningen er å se hvordan bompengavgiften har og vil påvirke billistenes velferd og atferd både på kort og lang sikt.

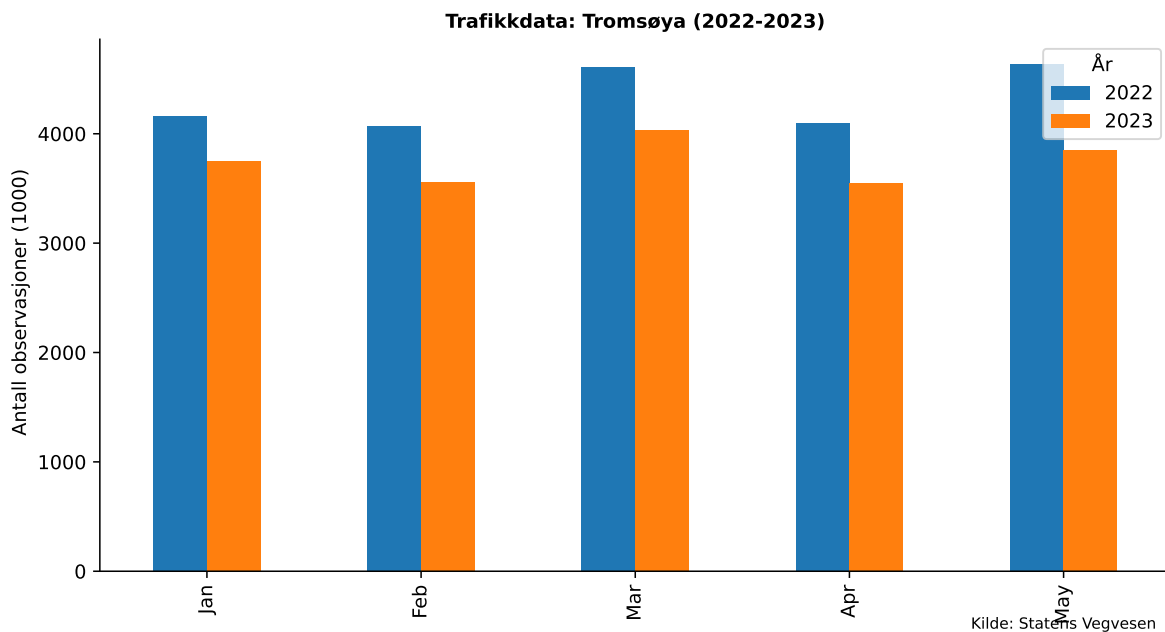
I kapittel 2 skal vi se på hvordan bompenger har påvirket biltrafikken på kort sikt. Avgiften har så langt vært i gang i 6 måneder, og vi kan med det sammenligne trafikkdata før og etter innførsel. Kjøres det mindre? Tar flere buss, eller sykler de istedet? I kapittel 3 skal vi se på hvordan bomtaksten påvirker billistenes velferd og atferd. Kommer mange til å velge alternativ transport på lang sikt, eller vil konsumenten tilpasse seg over tid?

Kapittel 2 - Trafikkbildet i Tromsø før og etter innføring av bompenger

Biltrafikken

Bompengeordningen har i sikte å stoppe økning av personbiler i Tromsø. Det er allerede mye trafikk på og utenfor øyen. I tillegg er det ett knutepunkt som gjør at Tromsø for mange besøkende, både turister og nordmenn. Ved å legge ett gebyr for lokale og besøkende, vil det kunne påvirke kjørevanene deres.

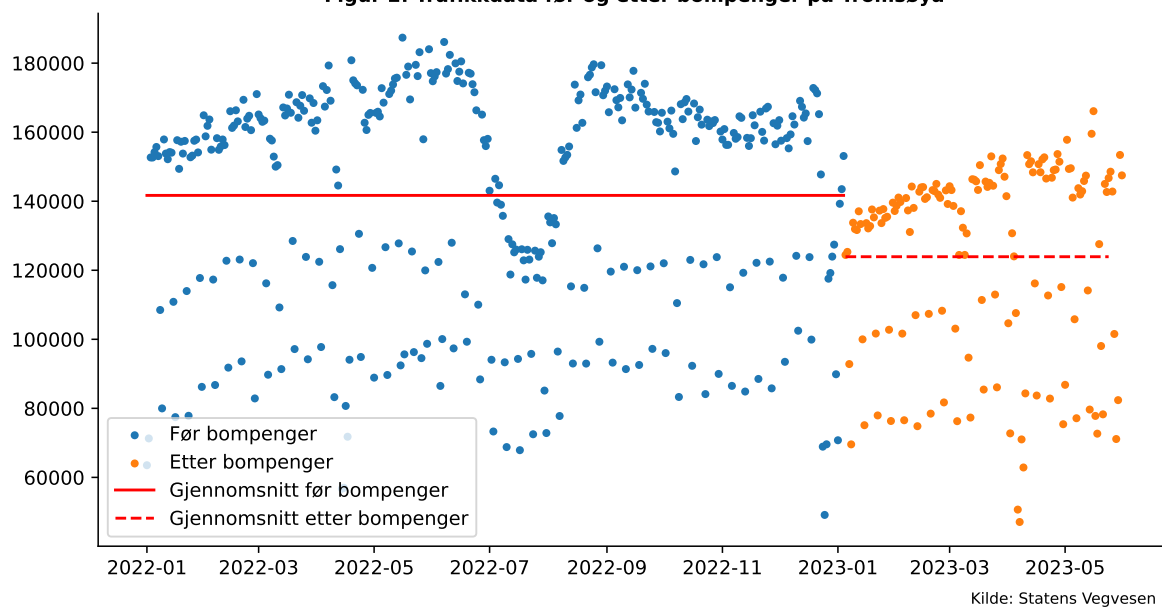
I figur 1 ser vi observerte kjøretøy i tusener, som er mindre enn 5.6 meter. Dette inkluderer ikke kjørende til eller fra Tromsøya. Dette omfatter i hovedsak personbiler, men kan også inkludere mindre kjøretøy som f.eks moped, scooter eller motorsykkel. Figuren sammenligner 2022 og 2023 med månedlige observasjoner fra januar til mai måned. Vi ser en klar nedgang i alle månedene.



Figur 1

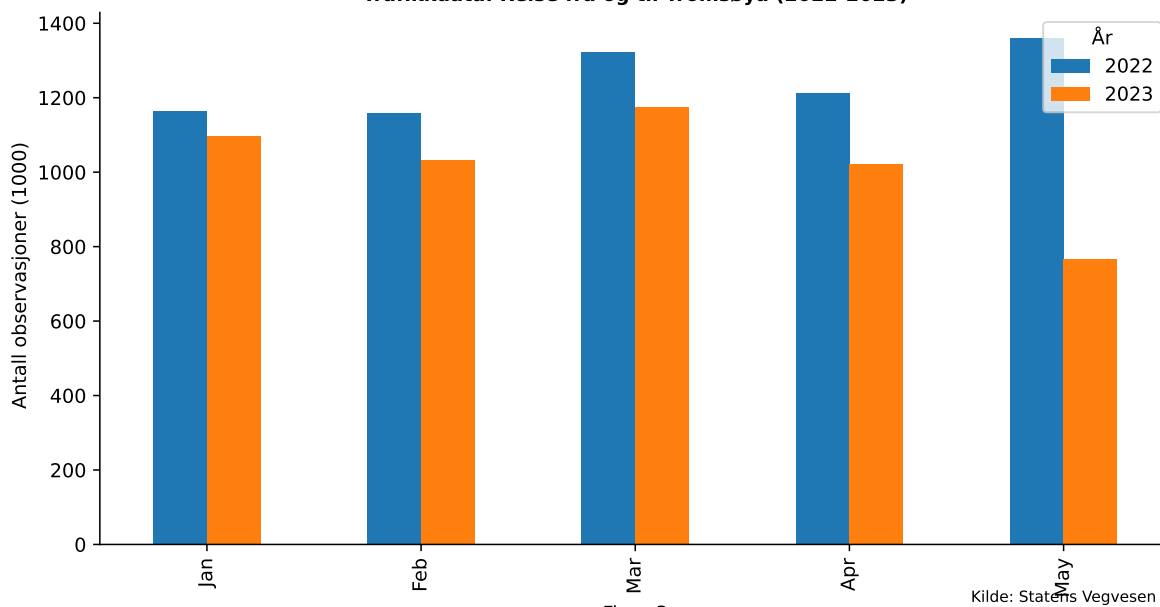
I figur 2 ser vi daglige observasjoner med lik data som i figur 1. Blå viser til verdier før bompengene ble innført mens oransje viser etterpå. Linjene viser gjennomsnittet for hele perioden før bompenger, og etter bompenger(stiplet). Vi ser ett stort dypp i sommermånedene som kan være fordi folk reiser på ferie, eller heller velge og sykle når været er bra. På lik linje med den månedlige dataen ser vi at det er mindre kjøring etter at bompenger ble innført. Dataen er ikke den sterkeste indikatoren på hvordan utviklingen vil bli ettersom det er fra en relativt kort frekvens, men vi ser tydelig at det har hatt en effekt på kort sikt. Hvis vi ser på gjennomsnittet ser vi at det omtrent er 20 000 færre daglige observasjoner, noe som kan ha stor innvirkning på klimaet i Tromsø. Det tilsvarer nesten en 15% nedgang i biltrafikk.

Figur 2: Trafikkdata før og etter bompenger på Tromsøya



I figur 3 ser vi på data som kun viser kjøring til og fra Tromsøya, tellestasjonene er på Kvaløybrua, Tromsø sundtunnelen og Sandnessundbrua. Vi ser også her at det har vært en nedgang siden i 2023.

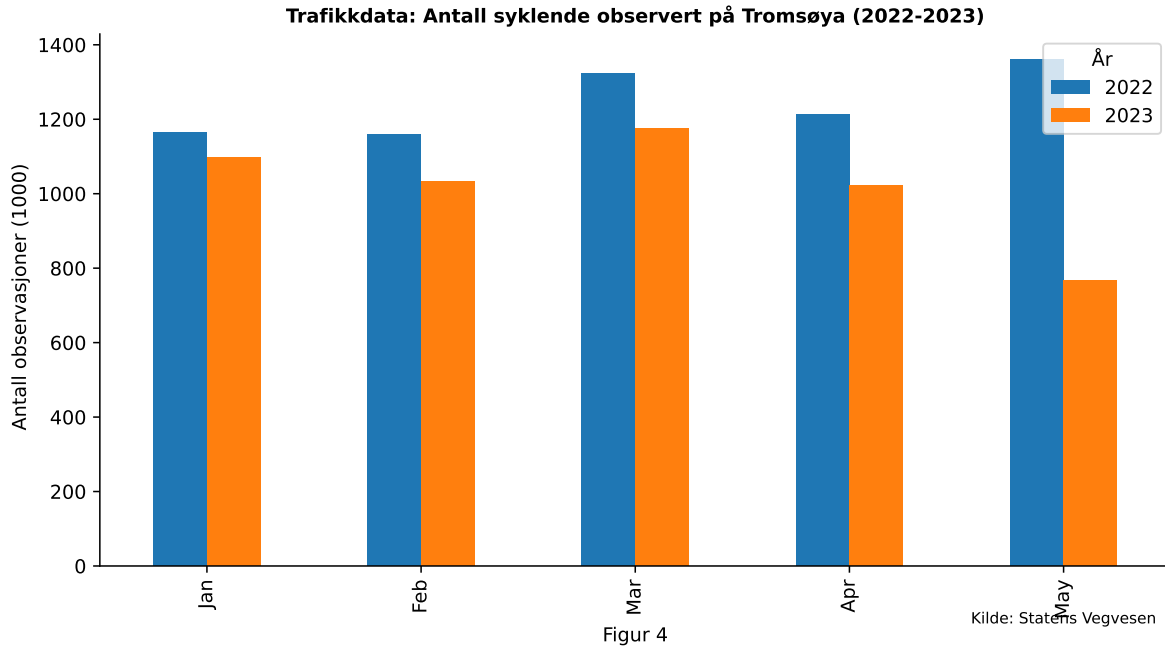
Trafikkdata: Reise fra og til Tromsøya (2022-2023)



Endring i reisemønstre

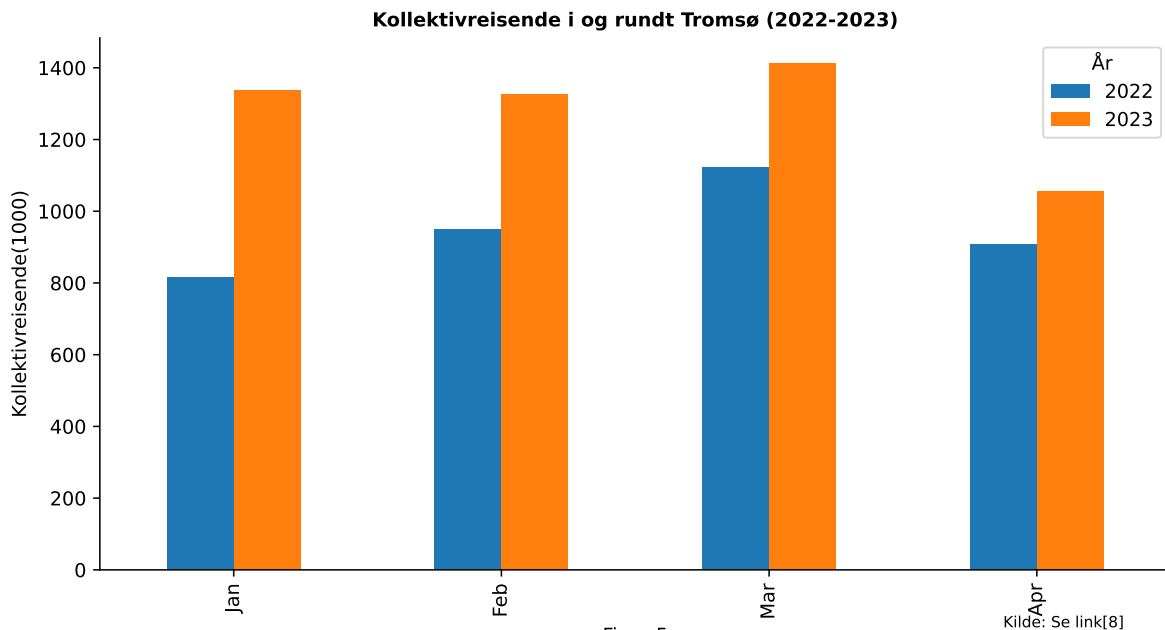
Vi har sett en betydelig nedgang i biltrafikken i Tromsø. Flere har valgt å sette fra seg bilen hjemme for heller å gå, sykle eller reise kollektivt.

I figur 4 ser vi observasjoner av syklende på alle målestasjonene på Tromsøya. Dataen viser ikke noe oppgang i sykkeltrafikk, det kan være flere faktorer til at dataen er langt lavere i 2023 enn 2022 som f.eks dårligere vær og sykkelføre. Men sett på det store bildet, har nok ikke mange byttet ut bilen med en sykkel som transportmiddel.



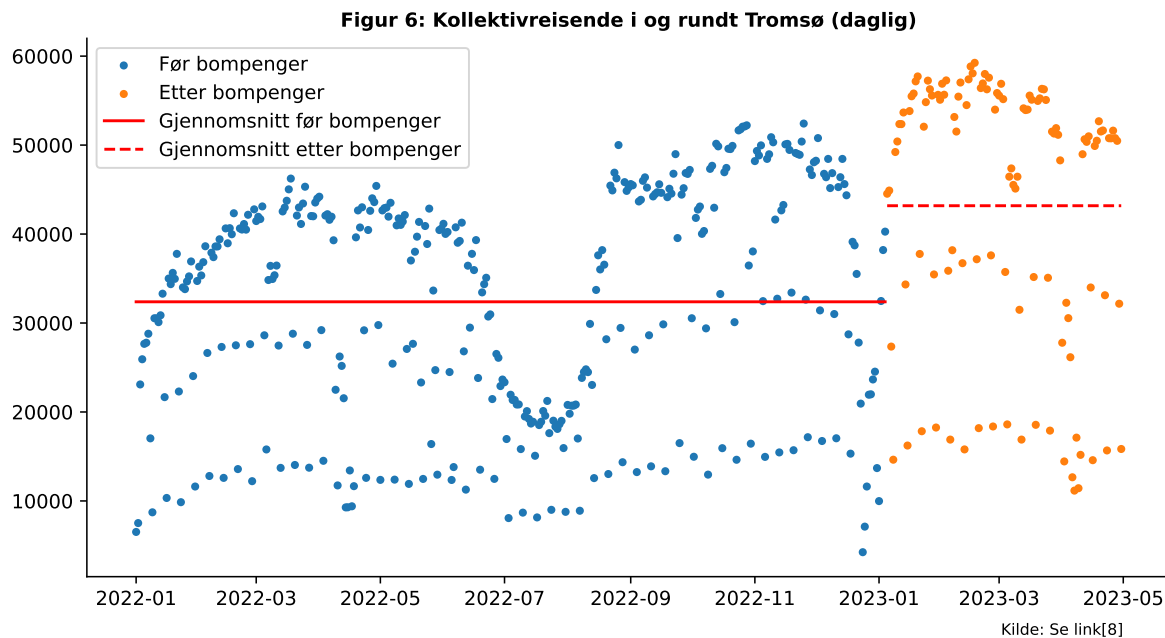
Figur 4

I figur 5 ser vi en betydelig økning i kollektivreisende i 2023. I Januar var det i overkant av 500 000 flere reisende. Det ser også ut som at antall kollektivtreisene holder seg stabilt også til April måned.



Figur 5

I figur 6 ser vi daglige observasjoner av kollektivreisende i og utenfor Tromsø. Blå viser antall reisende før innførsel av bompenger mens oransje viser etter innførsel av bompenger. Vi ser også en linje som viser gjennomsnitt for kollektivreisende før innføringen og etter (stiplet linje). På den daglige dataen ser vi ca. en økning på 10 000 kollektivreisende. Det er mer enn 20% økning, og det bare på ett år.



Kapittel 3 - Billisters tilpasning til bompenger

Forutsetninger til analysen

For å analysere konsumentens nytte må vi gjøre ett par forutsetninger. I analysen vil jeg se på konsumentens atferd knyttet opp imot 2 goder; - Gode 1: Kostnad pr kilometer kjørt - Gode 2: Andre goder

Videre skal vi se på hva som skjer når kostnaden på Gode 1 øker grunnet bompengavgift. Dette er med fokus på befolkningen i og rundt Tromsø, så derfor vil jeg kun gjøre beregninger basert på tall knyttet til Tromsø kommune. I en artikkel fra Nordlys[3] har de beregnet at gjennomsnittet i bompenger i måneden er på omtrent **350kr**. Fra SSB ser vi at den gjennomsnittlige kjørelengden i 2022 var på **10 479 KM** i Tromsø kommune[5]. Dette tilsvarer ca. 873 KM i måneden. Fra SSB finner vi også inntektstall i Tromsø kommune. Jeg valgte medianinntekt for å ikke inkludere ekstremaliteter, og i 2022 var median månedslønnen på 48 120kr før skatt. Med en årsinntekt på omlag 600 000 kr, kan det antas at man må skatte omtrent 25% av dette.

$$48120 * 0.75 = 36090$$

Jeg tar også en antagelsen på at konsumenten bruker opp hele sitt budsjett på Gode 1 eller Gode 2.

I tabellene under ser vi at kilometerkostnaden for elbiler er 1.98kr hvis alle avgifter er inkludert, mens kilometerkostnaden for fossilbiler er 3.03kr. I min analyse vil jeg fokusere på fossilbiler.

Distanseavhengige kostnader per kilometer for biler med forbrenningsmotor (2022-kr)

Kostnader	Ekskl. avgifter	Inkl. avgifter ekskl. mva	Inkl. alle avgifter
Drivstoff	0.41	0.97	1.19
Dekk og Olje	0.27	0.27	0.33
Reparasjoner	0.46	0.46	0.55
Kapital	0.62	0.83	0.96
Totalt	1.76	2.53	3.03

Distanseavhengige kostnader per kilometer for biler med elektrisk motor (2022-kr)

Kostnader	Ekskl. avgifter	Inkl. avgifter ekskl. mva	Inkl. alle avgifter
Drivstoff	0.19	0.23	0.27
Dekk og Olje	0.21	0.21	0.25
Reparasjoner	0.30	0.30	0.37
Kapital	1.10	1.10	1.10
Totalt	1.80	1.84	1.98

Konsumentens budsjettbetingelse

Konsumentens budsjettbetingelse er gitt ved:

$$m = p_1x_1 + p_2x_2$$

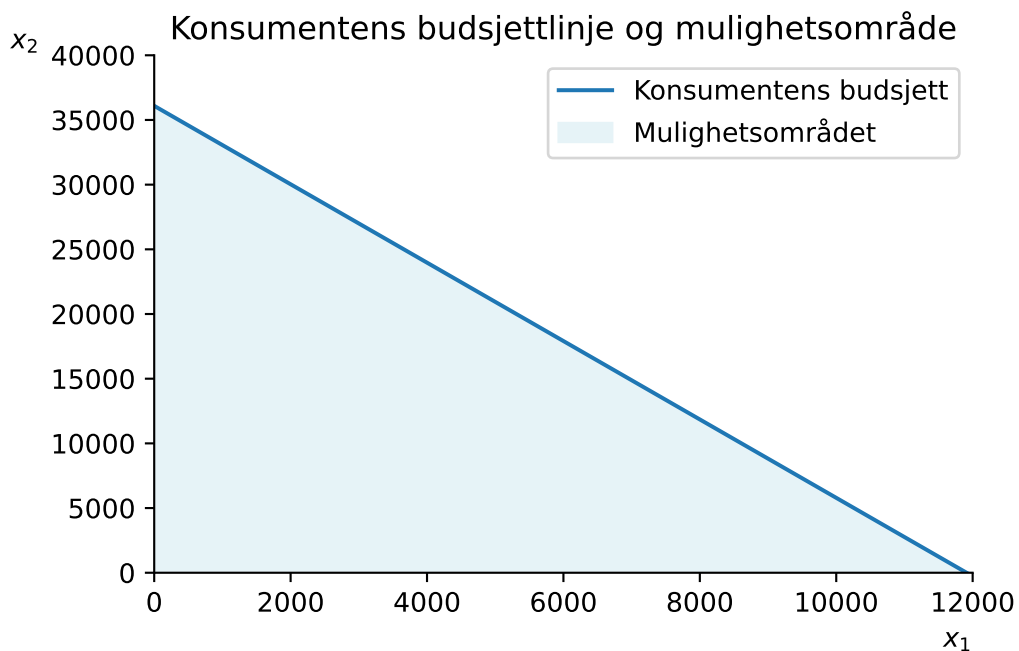
Hvor m er inntekten til konsumenten, x_1 og x_2 er antall enheter av godene. I min analyse er p_1 prisen per kilometer for fossilbiler som er 3.03kr, mens p_2 er ett direkte mål på penger = 1kr.

For å lage budsjettbetingelsen kan vi skrive om på på formelen ved å sette x_2 alene.

$$x_2 = \frac{m}{p_2} - \frac{p_1}{p_2}x_1$$

Formelen forteller at konsumenten på det meste kan kjøpe $\frac{m}{p_2}$ av x_2 . Helningen er $-\frac{p_1}{p_2} * x_1$ som er den relative prisen på x_1 . Med andre ord hva konsumenten må gi opp av gode 2 for å få mer av gode 1.

Figuren under viser en konsumentens budsjettlinje og mulighetsområdet for fossilbiler. Vi ser at budsjettlinjen starter på 36 090 og slutter på rett under 12 000 kilometer kjørt dersom hele budsjettet blir brukt.

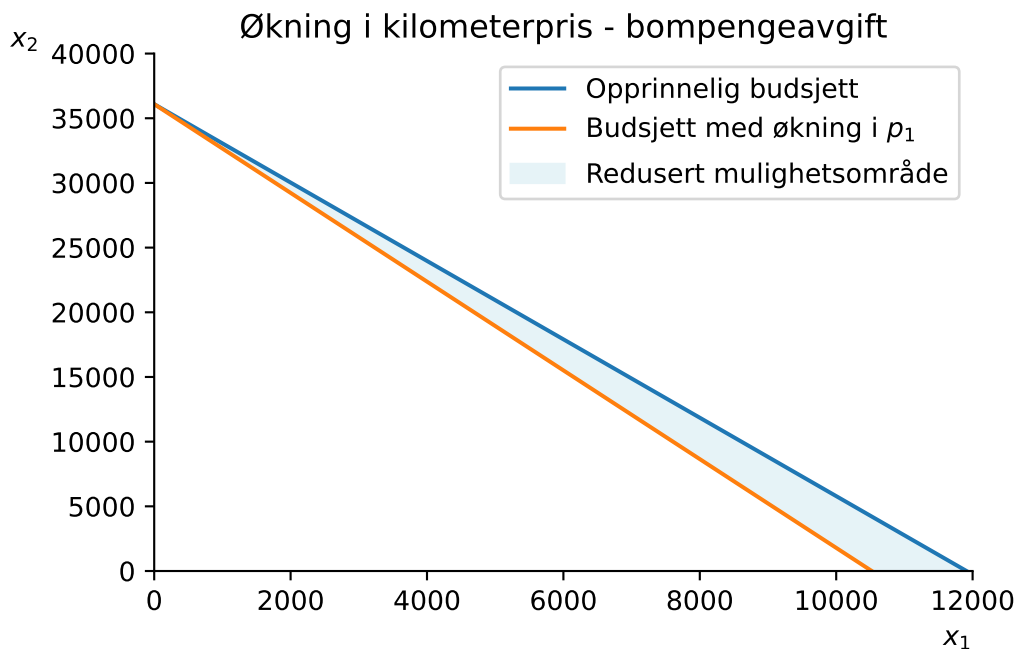


$$\frac{350}{873} \approx 0.40$$

Bompengeavgiften vil i snitt øke kilometerkostnaden for fossilbil i Tromsø med 40 øre per kilometer. Videre er det bare å trekke sammen summene for å se hva kilometerprisen med bompengeavgiften

$$3.03 + 0.400 = 3.43$$

I figuren under ser vi budsjettlinjen og ny budsjettlinje med økning i p_1 . Med økt kostnad ser vi at mulighetsområdet for konsumenten blir mindre.



Konsumentens tilpasning

Vi skal se på en stone geary nyttefunksjon for å se på konsumentens tilpasning til en prisøkning imellom 2 goder. Jeg valgte Stone Geary fordi jeg antar det finnes ett minimumskonsum for å oppnå nytte for andre goder og bilkjøring. Jeg har valgt å se på fossilbiler ettersom de fremdeles er mest representert på veiene i Norge. Nyttefunksjonen er som følger:

$$U(x_1, x_2) = \beta_1 \ln(x_1 - \gamma_1) + \beta_2 \ln(x_2 - \gamma_2)$$

hvor $\beta_1 + \beta_2 = 1$, og $\gamma_1 > 0, \gamma_2 > 0$.

β_1 er andelen av konsumentens inntekt som går til gode 1, mens β_2 er den resterende andelen.

Fra tidligere i oppgaven kom vi frem til at medianinntekten i Tromsø var på 36 090 per mnd etter skatt. Konsumenten kjører også i gjennomsnitt 873 km i mnd der kroner per km er 3.03kr før bompengavgiften.

Hvis vi regner ut hvor mye konsumenten bruker på kjøring i mnd kan vi dele det på inntekten for å finne β_1 :

$$3.03 * 873 = 2645$$

Deretter deler vi kostnaden for Gode 1 på inntekt:

$$\frac{2645}{36090} = 0.073$$

$x_2 + x_1$ skal summere til 1

$$\beta_2 = 1 - \beta_1 = 0.927$$

Videre må vi finne ut av gamma verdiene ettersom Stone Geary også inkludere minimumskonsumet for nytte i utregningen.

I en artikkel fra SSB ser vi ett estimat på hva man i snitt bruker penger på i faste kostnader[7]. Vi ser at en gjennomsnittlig konsument bruker 15% på bil og transport, og dermed 85% på andre goder. Siden dette er et gjennomsnitt av det folk bruker i dag så antar jeg at konsumenten minst bruker 5% av budsjettet på bilkjøring og minst 80% på andre goder.

80% av månedsinntekten etter skatt vil tilsvare omtrent 29000kr.

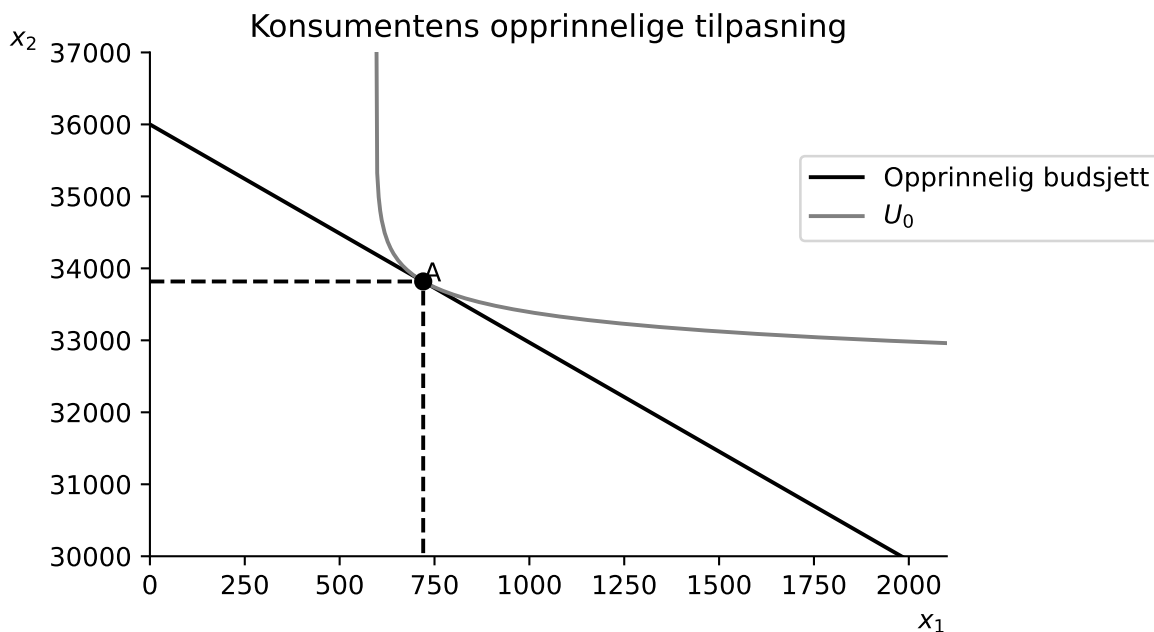
Med utgangspunkt i at konsumenten bruker minimum 5% av budsjettet på bilkjøring, kan vi bruke den andelen til å regne ut hvor mange kilometer det tilsvarer:

$$36000 * 0.05 = 1800$$

Når konsumenten bruker 5% av budsjettet på bilkjøringen tilsvarer det 595km.

$$\frac{1800}{3.03} \approx 595$$

I figuren under ser vi konsumentens opprinnelige tilpasning før innføringen av bompenger. Punkt A viser den maksimale nytten for begge godene.

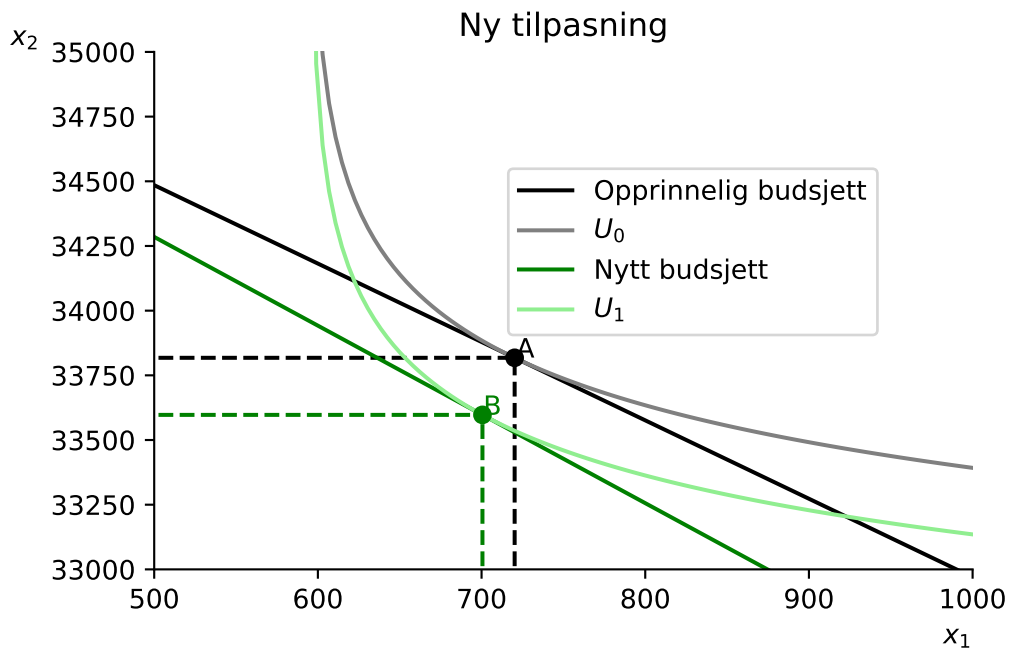


700.5445918367346

33597.13205

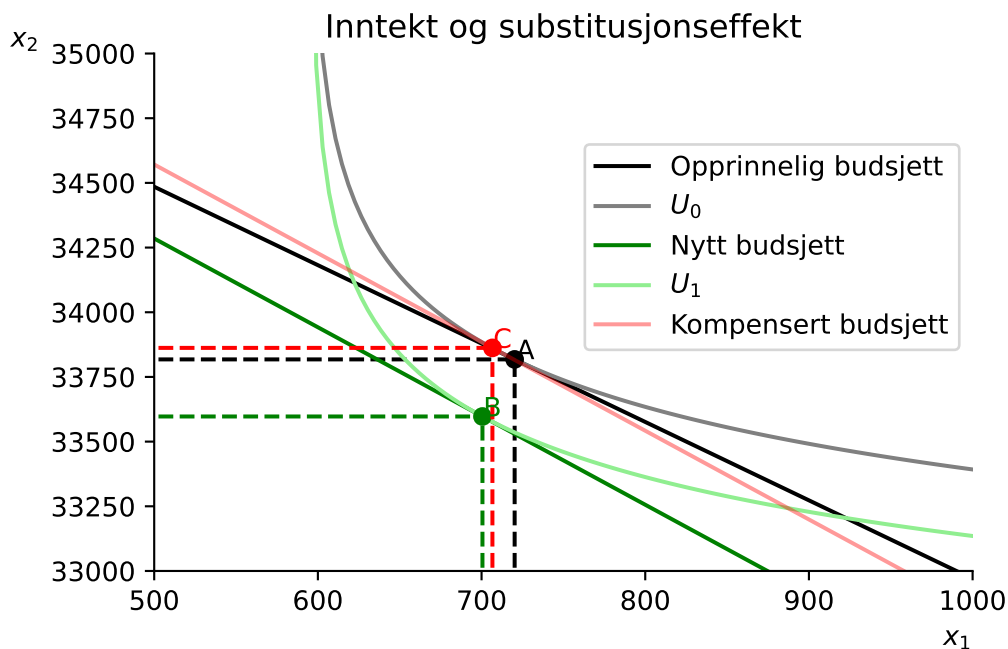
8.15768195050081

I figuren under ser vi en ny tilpasning til innføring av bompenger. Den nye budsjettlinjen heller mer nedover. Nytten er størst desto lengre vekk den er fra origo, så punkt B har lavere nytte for konsumenten.



36286

I figuren under er bompenggeavgiften innført, men vi har kompensert budsjettet til konsumenten. Selv med ett kompensert budsjett, ser vi at punkt C er til venstre for punkt A. Dette er fordi gode 2 når er relativt billigere enn før.



Tabellen under viser inntekt og substitusjonseffekt.

Gode	Substitusjonseffekt	Inntektseffekt	Total effekt
1	-13.58	-6.09	-19.67
2	44.5	-265.12	-220.63

Kapittel 4 - Konklusjon

Innføringen av bompenger har hatt betydelig effekt på biltraffiken i Tromsø, ihvertfall på kort sikt. Dataen viser økning i kollektivtrafikk, og reduksjon i biltrafikk, som alt i alt er positivt for byen. I analysen ser vi at bompengetaksten har i noen grad påvirket konsumentens atferd, med at det reduserer antall kilometer kjørt. Likevell er det verdt å nevne at analysen er tatt på den gjennomsnittlige konsumenten i Tromsø, så graden det påvirker vil nok være annerledes dersom vi ser på andre inntekts inntektsgrupper. Det kan tenkes at bompengavgiften i mye større grad vil påvirke hvor mye de i nedre inntektsdecil tjener, mens det i langt mindre grad vil påvirke konsumenter i de øvre inntektsdecilene.

Kildelist

- [1] <https://www.vegvesen.no/trafikkdata/start/kart> (Trafikkdata fra Statens Vegvesen)
- [2] <https://bpsnord.no/bypakke-tenk-tromso/> (Om byutviklingsprosjektet Tenk Tromsø)

- [3] <https://www.nordlys.no/bompenge-snippet-okte-i-mars-de-viktigste-tallene-gar-ned/s/5-34-1776123> (Artikkel med gjennomsnittspris på bompenger i Tromsø)
- [4] <https://www.ssb.no/statbank/table/12852> (Medianinntekt Tromsø kommune 2022)
- [5] <https://www.ssb.no/statbank/table/12579/> (Gjennomsnittlig kjørelengde)
- [6] <https://www.tiltak.no/b-endre-transportmiddelfordeling/b-1-styring-bilbruk/b-1-3/> (Drivstoffavgifter tidligere)
- [7] <https://www.ssb.no/nasjonalregnskap-og-konjunkturer/nasjonalregnskap/artikler/dette-bruker-nordmenn-penger-pa> (Bruker data fra tabell 1)
- [8] <https://raw.githubusercontent.com/uit-sok-1006-v23/uit-sok-1006-v23.github.io/main/data/antall%20p%C3>

AI Kildeliste:

Jeg hadde problemer med å summere `df_ut` siden verdiene var “object”. Jeg skjønnte ikke helt hvorfor det ikke allerede var i tallformat ettersom det var det i `df_bil` som er akkurat samme data bare forskjellige tellepunkter. Jeg prøvde først med kode for å gjøre det om til int, int64 (som er det som var i `df_bil`), eller float.(se kommentert kode) Jeg brukte chatgpt, kopierte inn min kode og feilmelding så kom han med forslaget som er i koden: `df_ut[‘Mindre kjøretøy’] = pd.to_numeric(df_ut[‘Mindre kjøretøy’], errors=‘coerce’)`”