

```
# For å kjøre koden i dokumentet må man først kjøre alle kodeblokkene neders i dokumentet,  
# Koden i selve besvarelsen er kun for å lage figurer.
```

Innføring av bompenger i Tromsø: Effekt på bilisters atferd og velferd

Juni 2023

Skrevet av kandidatnummer: 04

Innholdsliste

1. Innledning

- 1.1 Bakgrunnen for denne rapporten.
- 1.2 Hva er bompengavgift og hvorfor er den blitt innført?
- 1.3 Hvor ellers i Norge er dette tiltaket i bruk, og hvilke erfaringer er gjort?
- 1.4 Utredningens struktur.

2. Trafikkbildet i Tromsø før og etter innføring av bompenger

- 2.1 Bompenger i Tromsø
- 2.2 Trafikkbildet før og etter bompenger i Tromsø

3. Bilisters tilpasning til bompenger

- 3.1 Kostnader per km
- 3.2 Etterspørsel etter antall km
- 3.3 Endring i bilisters atferd på kort og lang sikt
 - 3.3.1 Substitusjonseffekten
 - 3.3.2 Inntektseffekten
 - 3.3.3 Totaleffekten

4. Konklusjon

- 4.1 Oppsummering
- 4.2 Konklusjon

5. Referanser

1. Innledning

1.1 Bakgrunnen for denne rapporten

Den 05.01.2023 ble det innført en bompengavgift på Tromsøya som en del av byutviklingsprosjektet Tenk Tromsø. Avgiften varierer i kostnad fra tidspunkt, type kjøretøy og om man har AutoPass-brikke og avtale. Vi skal i denne rapporten undersøke hvordan dette har påvirket bilisters atferd og velferd. Vi vil undersøke dette med utgangspunkt i følgende problemstilling: *Hva observerer vi etter innføringen av bompenger i Tromsø, og hvilke effekter har dette på bilistenes atferd og velferd på kort og lang sikt?*

1.2 Hva er bompengavgift og hvorfor er den blitt innført?

Bompengavgift er en avgift som betales av kjøretøy når de benytter vei, bro, tunnel eller lignende (Solvoll, 2022). Hovedformålet med avgiften er å finansiere planlegging og bygging, drift og vedlikehold av offentlige veier, tunneler eller broer for å få en raskere utbygging av infrastrukturen. Men det er også åpent for å investere i skinnegående kollektivtransport, utbygge sykkelveier samt drift av kollektivtrafikk når dette gir en helhetlig og samordnet trafikk-løsning i byområdet. Ved særskilte behov er det også mulig å fastsette takstene på en slik måte at de bidrar til å oppfylle disse behovene. Dette kan innebære at taksten differensieres ut fra kjøretøyets vekt og miljøegenskaper, og at taksten påvirker valg av reisemiddel eller varierer ut fra tidspunkt på døgnet (Staten vegvesen, 2023).

1.3 Hvor ellers i Norge er dette tiltaket i bruk, og hvilken erfaringer er gjort?

Bompenger finnes i de fleste større byene i Norge, som Oslo, Bergen, Trondheim, Stavanger og Kristiansand, samt flere mindre byer og tettsteder. Det er også flere bomstasjoner på enkelte strekninger av riksveier og motorveier, som for eksempel på E6 mellom Oslo og Hamar, og E39 mellom Kristiansand og Mandal (Bomstasjon, I.D.).

Når man innfører bompenger eller en ekstra kostnad på å kjøre ett transportmiddel vil dette øke kjørekostnadene, slik at trafikken blir mindre enn den ellers ville blitt, som følge av at flere velger kollektivtransport. Visst det er mye kø på vegene der det innføres bompenger vil dette kunne bidra til å avlaste trafikken i de travleste periodene (rush trafikken). Bompenger har også visst seg å føre til mer effektiv trafikkavvikling, samtidig reduserer det behovene for bevilgning over skatteseddelen (SNL, 2022).

Ved innføring av bompenger åpner mulighetene seg opp for å få gjennomført prosjekter knyttet til infrastruktur raskere siden de ikke må vente like lenge på offentlig finansiering. Dette gjør at nytten av tiltaket kommer tidligere. Selv om prosjektene blir gjennomført tidligere kan det være problematisk dersom det fører til at prosjekter med lav samfunnsøkonomisk lønnsomhet prioriteres framfor de med høy samfunnsøkonomisk lønnsomhet (SNL, 2022).

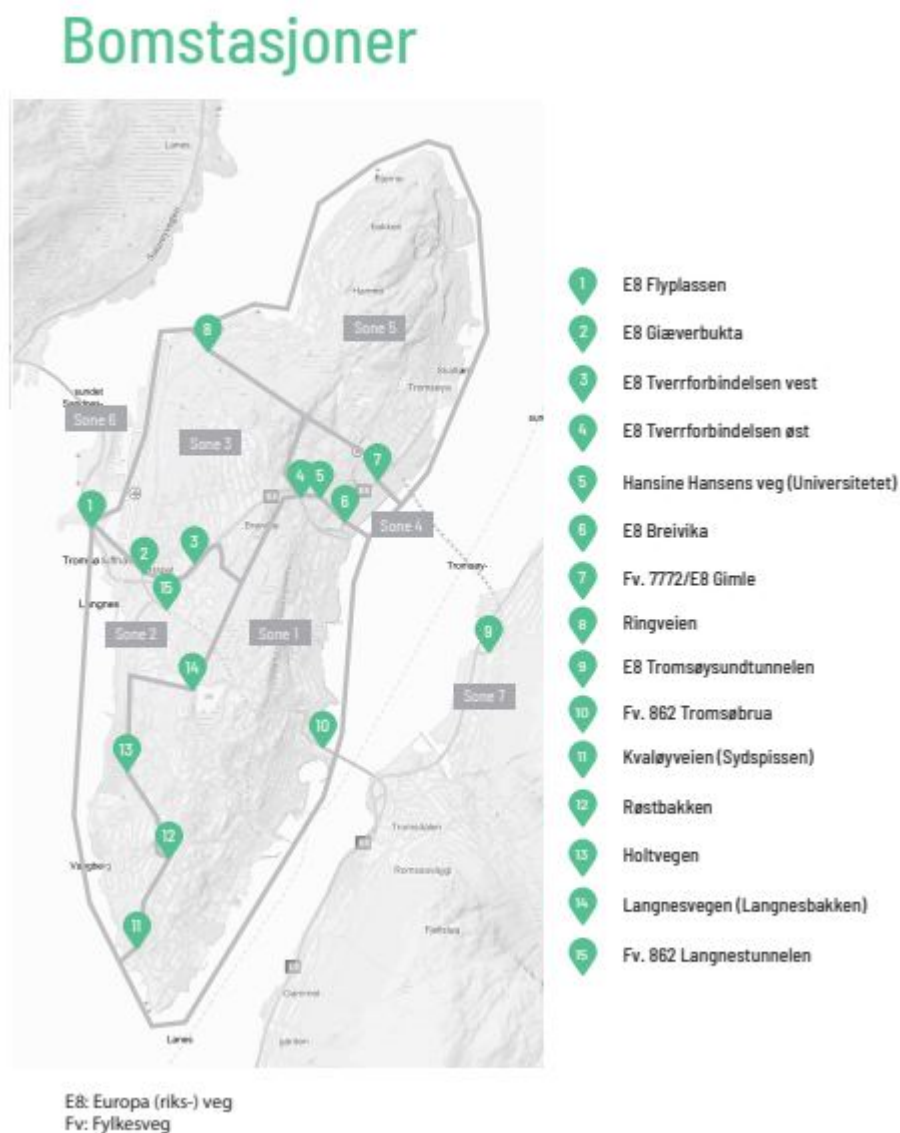
1.4 Utredningens struktur

Strukturen i denne rapporten er satt opp som følgende: I kapittel 2 skal vi se på data fra trafikkbilde i Tromsø både før og etter innføringen av bompenger, samt forandringer i trafikkbilde. I Kapittel 3 skal vi se på hvordan bilister i Tromsø har tilpasset seg den nye utgiften på kort og lang sikt. I kapittel 4 vil det gis et kort sammendrag av rapporten og en konklusjon.

2. Trafikkbildet i Tromsø før og etter innføring av bompenger

2.1 Bompenger i Tromsø

Bomstasjonene som driver inn bompengeavgiften i Tromsø ble satt i drift 5. januar 2023 som en del av bypakken Tenk Tromsø. Inntektene fra avgiften utgjør om lag 58% av bypakkens totale økonomiske ramme på 6,5 milliarder kroner (2021-kroner). Staten, kommunen og fylke deler den øvrige finansieringen mellom seg (Tenk Tromsø, I.D.). Bypakken Tenk Tromsø er et byutviklingsprosjekt der målet er å legge til rette for gange, sykkel og kollektivtransport slik at det blir nullvekst i personalbiltransport. Nedenfor kan vi se hvor disse bomstasjonene er plassert.



Kilde: Rakkenes, S. (2022)

Hva forbrukerne må betale for bompasering avhenger av størrelse på kjøretøy, tidspunkt og om det er inngått AutoPASS avtale. Forbrukere med utslippskjøretøy med AutoPASS avtale og brikke får 20% passeringsrabatt, og nullutslippskjøretøy får 60%. Det er også slik at man maks betaler for en passering i timen, og totalt for 80 passeringer i måneden med AutoPASS avtale. I rushperiodene er taksten tre ganger så mye, dette gjelder mandag – fredag mellom kl. 06:30 - 09:00 og kl. 15:00 – 17:00. Nedenfor kan vi se hvordan de ulike gruppene påføres avgiften (Rakkenes, S. 2022).

| | | Med AutoPASS | | Uten AutoPASS | |
|---|--------------------------|----------------|-----------------|----------------|---------|
| | | Utenom rushtid | Rushtid | Utenom rushtid | Rushtid |
| Takstgruppe 1 (kjøretøy under 3500 kg)* | Bensin, diesel og hybrid | 9,60 kr | 28,80 kr | 12 kr | 36 kr |
| | Nullutslippskjøretøy | 4,80 kr | 14,40 kr | 12 kr | 36 kr |
| Takstgruppe 2 (kjøretøy over 3500 kg)** | Bensin, diesel og hybrid | 24 kr | 72 kr | 24 kr | 72 kr |
| | Nullutslippskjøretøy | 0 kr | 0 kr | 24 kr | 72 kr |

Kilde: Rakkenes, S. (2022)

Bompengeavgiften i Tromsø kan i makroøkonomisk sammenheng ansees som ett monopol siden det kun er AutoPASS som inndriver avgiften. AutoPASS eies av statens vegvesen som igjen er underlagt Samferdselsdepartementet. Dette gir staten en form for markedsrett siden trafikanter som benytter veiene det innkreves bompenger på må betale en fastsatt avgift. Selv om bompengeavgiften kan ansees som ett monopol vil den også kunne fungere til å øke konkurransen i markedet for transport. Ved å øke prisen for å kjøre bil, vil etterspørselen for alternative transportformer som f.eks. buss, sykkel og gange øke. Økt konkurranse i transportsektoren kan føre til reduserte priser og bedre tilbud til forbrukere.

2.2 Trafikkbilde før og etter bompenger i Tromsø

Før innføringen av bompenger i Tromsø var det allerede flere nasjonale utgifter i forbindelse med transportmidler på vei. Disse var blant annet omregistrering ved kjøp av bruktbil, forsikring, MVA og drivstoffavgifter (Pedersen, R. 2023). Fram til 2023 var elbiler fritatt moms, men fra 01.januar.2023 ble elbiler med en kjøpesum på over 500.000 kr pålagt moms på 25% av det overstigende beløpet (Handagard, I. 2023). Vi skal ikke se på disse avgiftene i detalj i denne oppgaven.

På figuren (fig. 2.1) nedenfor kan vi se utviklingen i trafikkmengden i Tromsø ved utvalgte

tellepunkter mellom 2013 til 2022. Vi observerer at antall passerende kjøretøy har gradvis gått oppover med regelmessige nedganger som følge av sesongen. Vi ser fra den lineære regresjonsmodellen at visst det ikke gjøres noen tiltak vil kjøretøystrafikken i Tromsø sannsynligvis fortsette å øke.

```
# Utvikling i trafikken.
# Lager et subplot.
fig_seasons, ax = plt.subplots(figsize = (15,5))

# Gir aksene titler.
ax.set_ylabel(" ")
ax.set_xlabel(" ")
ax.set_title("Fig. 2.1: Trafikkmengde Tromsø 2013-2022", loc = "left")

# Finner den lineære regresjonen, så lager en matrise som kan brukes til å plottes.
reg_01 = np.polyfit(x_1, df_car_season_total, deg = 1)
trend_01 = np.polyval(reg_01, x_1)

# Plotter dataen.
ax.plot(x_1, df_car_season_total, linewidth = 3, label = "Trafikkmengde")
ax.plot(x_1, trend_01, linestyle = "--", alpha = 0.5, label = "Lineær regresjonsmodell 2013-2022")

# Legger til en legend og legger inn kommaskiller.
ax.yaxis.set_major_formatter(StrMethodFormatter('{x:,}'))
ax.grid()
ax.legend();
```

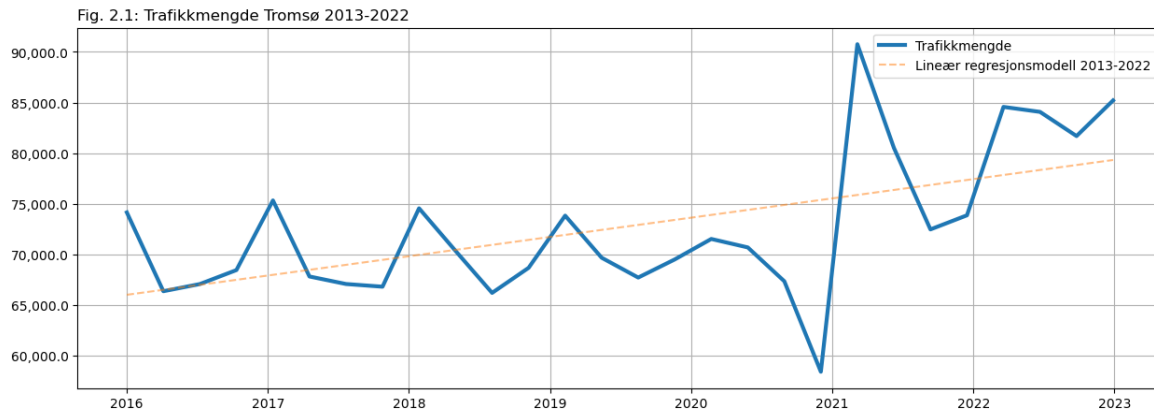


Fig. 2.1 viser totalt antall passerende kjøretøy ved Strandvegen, Gjæverbukta nord, Stakkevollvegen, Breivika, Kvaløysletta nord og Hunger, fordelt på sesonger mellom 2016 - 2022.

Bompenger er ett eksempel på ett slikt tiltak som kan få ned og/eller stanse veksten i trafikken og vi skal nå se videre på hvordan bompenger har påvirket kjøretøys trafikken de fire første månedene i 2023.

```
# Tromsøya biltrafikk.
# Lager et subplot.
fig_car_month_øya, ax = plt.subplots(figsize = (15,5))

# Gir aksene titler.
ax.set_ylabel(" ")
ax.set_xlabel(" ")
ax.set_title("Fig. 2.2: Trafikkmengde Tromsøya 2022-2023", loc = "left")
ax.text(12.1, 10, "Kilde: SVV")

# Plotter dataen.
ax.bar(list_month_2022, df_car_month_total_2022_øya, label = "2022", color = "#088F8F")
ax.bar(list_month_2023, df_car_month_total_2023_øya, label = "2023", color = "#FFA500")

# Legger til en legend og legger inn kommaskiller.
ax.yaxis.set_major_formatter(StrMethodFormatter('{x:,}'))
ax.legend();
```

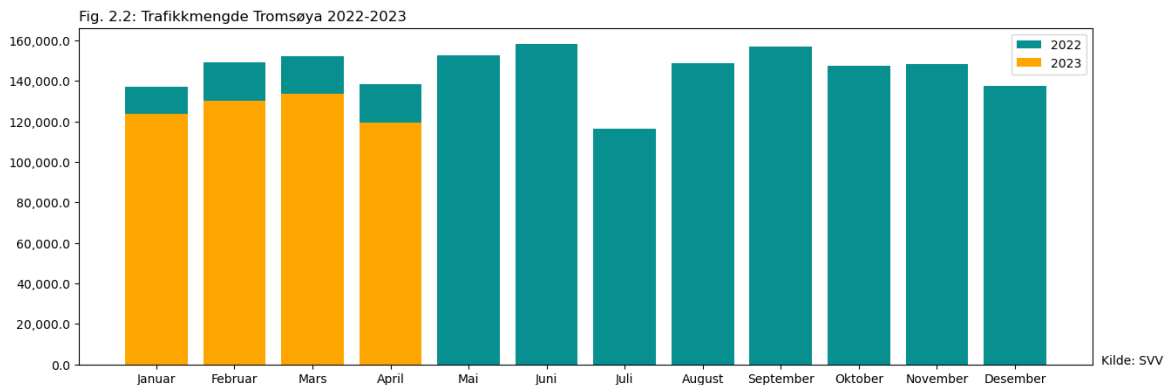


Fig. 2.2 viser antall passerende kjøretøy ved alle tellepunkter på Tromsøya, med unntak av Tromsøbrua, Sandnessundbrua og Tromsøysundtunellen i perioden 2022 - 2023.

```
# Fastlandet biltrafikk.
# Lager et subplot.
fig_car_month_fastlandet, ax = plt.subplots(figsize = (15,5))
```

```

# Gir aksene titler.
ax.set_ylabel(" ")
ax.set_xlabel(" ")
ax.set_title("Fig. 2.3: Trafikkmengde Tromsøbrua og Tromsøysundtunnelen 2022-2023", loc =
ax.text(12.1, 10, "Kilde: SVV")

# Plotter dataen.
ax.bar(list_month_2022, df_car_month_total_2022_fastlandet, label = "2022", color = "#088F
ax.bar(list_month_2023, df_car_month_total_2023_fastlandet, label = "2023", color = "#FFA5

# Legger til en legend og legger inn kommaskiller.
ax.yaxis.set_major_formatter(StrMethodFormatter('{x:,}'))
ax.legend();

```

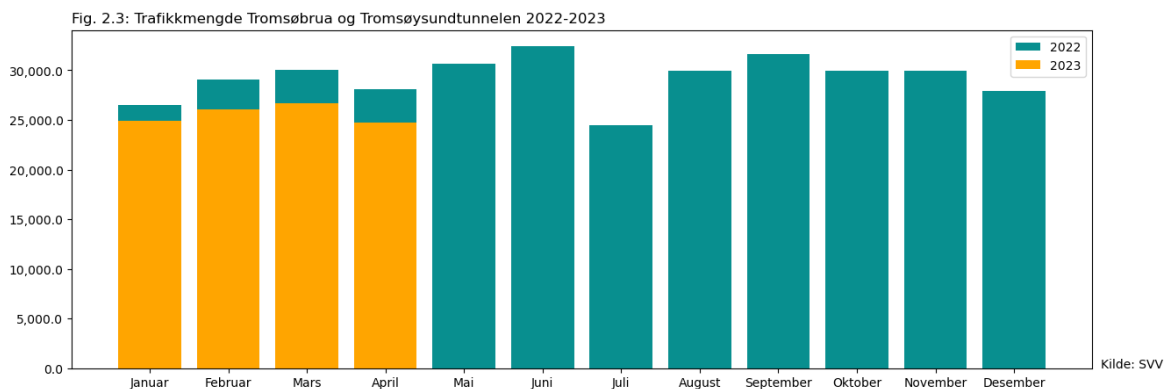


Fig. 2.3 viser antall passerende kjøretøy i begge retninger ved Tromsøbrua og Tromsøysundtunnelen i perioden 2022 - 2023.

```

# Kvaløya biltrafikk.
# Lager et subplot.
fig_car_month_kvaløya, ax = plt.subplots(figsize = (15,5))

# Gir aksene titler.
ax.set_ylabel(" ")
ax.set_xlabel(" ")
ax.set_title("Fig. 2.4: Trafikkmengde Sandnessundbrua 2022-2023", loc = "left")
ax.text(12.1, 10, "Kilde: SVV")

# Plotter dataen.

```

```
ax.bar(list_month_2022, df_car_month_total_2022_kvaløya, label = "2022", color = "#088F8F")
ax.bar(list_month_2023, df_car_month_total_2023_kvaløya, label = "2023", color = "#FFA500")

# Legger til en legend og legger inn kommaskiller.
ax.yaxis.set_major_formatter(StrMethodFormatter('{x:,}'))
ax.legend();
```

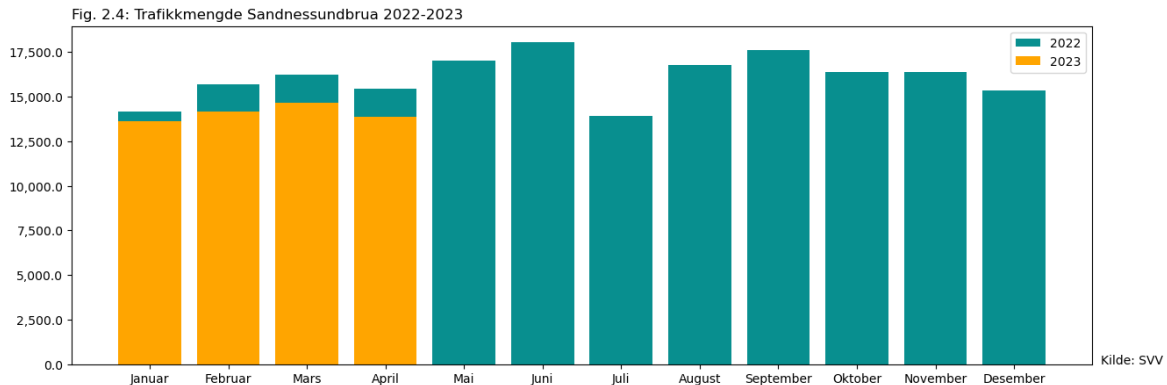


Fig. 2.4 viser antall passerende kjøretøy ved Sandnessundbrua i perioden 2022 – 2023.

Vi kan se fra figurene (2.2, 2.3, 2.4) at alle områdene har hatt en nedgang i antall passerende kjøretøy fra 2022 til 2023. Dette antyder at flere har valgt alternativer framkomstmidler framfor privatbil så langt i 2023. Noe som ikke blir visualisert i figurene er en økning blant bilister som passerer tellepunkter internt på fastlandet og Kvaløya. Det vil si at flere velger å benytte seg av bil til f.eks. å dra fra Tomasjord området til pyramiden, kontra Tomasjord til Jekta, siden det ikke er bomstasjoner på disse strekningene (SVV, I.D.). Dette vil bidra til å styrke handelen på lokale/mindre kjøpesenter og butikker.

```
# Total sykkel trafikk.
# Lager et subplot.
fig_bike_month, ax = plt.subplots(figsize = (15,5))

# Gir aksene titler.
ax.set_ylabel(" ")
ax.set_xlabel(" ")
ax.set_title("Fig. 2.5: Trafikkmengde sykkel 2022-2023", loc = "left")
ax.text(12.1, 10, "Kilde: SVV")

# Plotter dataen.
ax.bar(list_month_2023, df_bike_month_total_2023, label = "2023", color = "#FFA500")
```



```
ax.bar(list_month_2022, df_bike_month_total_2022, label = "2022", color = "#088F8F")
ax.bar(list_month_2023[2], df_bike_month_total_2023[2], color = "#FFA500")

# Legger til en legend og legger inn kommaskiller.
ax.yaxis.set_major_formatter(StrMethodFormatter('{x:,}'))
ax.legend();
```

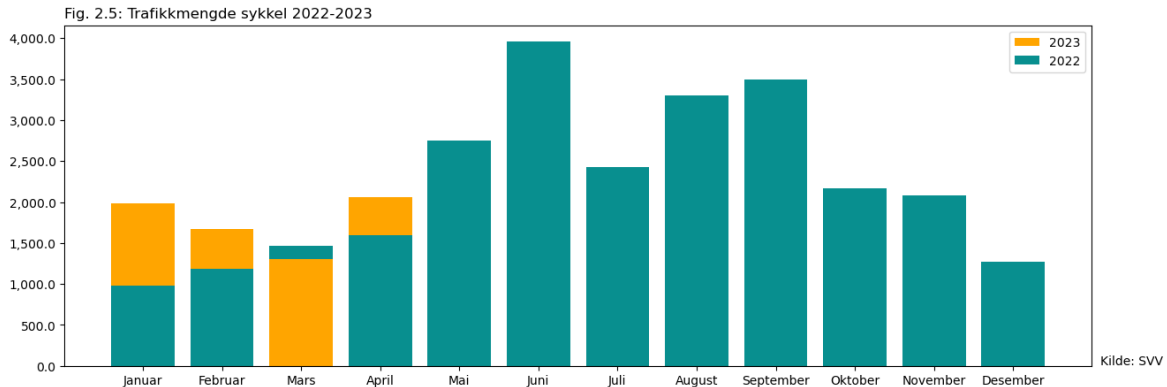


Fig. 2.5 viser antall passerende sykkelister ved alle tellepunkter på Tromsøya, fastlandet og Kvaløya i perioden 2022 – 2023.

Vi kan se at så langt i 2023 har antall syklist økt, med unntak av i mars der antall syklist i 2022 var noe høyere. Dette kan skyldes at Tromsø er en region med store variasjoner i været på denne årstiden og det er ikke usannsynlig at det fortsatt er snø i mars. For å kunne konstatere årsakssammenheng vil det kreve vær data fra begge årene, noe som ikke vil bli gjort i denne rapporten.

```
# Buss Figur
# Lager et subplot.
fig_buss, ax = plt.subplots(figsize = (15,5))

# Git aksende titler.
ax.set_ylabel(" ")
ax.set_xlabel(" ")
ax.set_title("Fig. 2.6: Påstigninger alle busslinjer 2022 - 2023", loc = "left")
ax.text(19503, -1000, "Kilde: Clark (Github)")

# Plotter dataen.
ax.plot(df_buss_fig["date"], df_buss_fig["Påstigende"], label = "Påstigninger", color = "#088F8F")
ax.plot(df_buss_fig["date"], regression_line, label = "Lineær regresjonsmodell", color = "#FFA500")
```

```
# Legger til en legend og legger inn kommaskiller.
ax.yaxis.set_major_formatter(StrMethodFormatter("{x:,}"))
ax.legend();
```

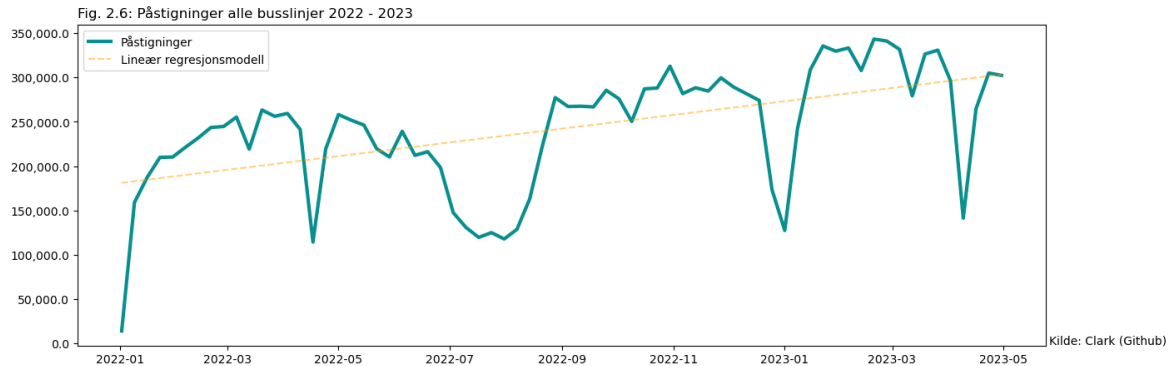


Fig 2.6 viser antall ukentlige påstigninger ved alle busslinjer i Tromsø mellom jan. 2022 til apr. 2023.

Vi kan se fra figuren over at kollektivtransporten i form av buss har opplevd en generell økning i antall påstigninger, og at regresjonsmodellen tilsier at det vil sannsynligvis fortsette å øke. Disse observasjonene sammen med figurene over kan vi anta at på kort sikt etter at bompenger ble innført har flere valgt å la bilen stå, og funnet alternative transportmidler. På lengre sikt vil det kreve mer data over lengere tid for å kunne si noe konkret om hvordan bompenger vil påvirket befolkningen i Tromsø på lang sikt.

Innledningsvis til dette kapitelet så vi på kostnader i forbindelse med bomplasseringer. Fra tabellen i kap. 2.1 kan vi se at det er tre ganger så dyrt å passere bomstasjonene i rushtrafikken. Dette antyder at ett annet formål med bompenger kan være å fordele trafikken jevnere utover og unngå at det skapes lange køer, noe som er samfunnsøkonomisk gunstig. Ifølge en artikkel fra Transportøkonomisk institutt (TOI, 2020) koster en 30 km. lang arbeidsreise i en by med 100.000 innbyggere med fossilbil i rushtid ca. 155 kroner. Dette gir en årlig kostnad på ca. 37.000 kr (240 arbeidsdager). Vi kan anta at det samfunnsøkonomiske tapet i Tromsø er noe lavere pga. innbyggertall og distanser, men at det fortsatt er en betydelig kostnad. Vi skal nå se på hvordan trafikkbilde/køer i Tromsø har utviklet seg i rushtiden.

```
# Times trafikk bil.
# Lager et subplot.
fig_car_hour, ax = plt.subplots(figsize = (15,5))

# Gir aksene titler.
ax.set_ylabel(" ")
```

```

ax.set_xlabel(" ")
ax.set_title("Fig. 2.7: Trafikkmengde bil, 8. mars 2019/2022/2023", loc = "left")
ax.text(24.3, -100, "Kilde: SVV")

# Plotter dataen.
ax.plot(list_hour, df_car_hour_2019_total, label = "8. mars 2019", color = "#5C5CFF")
ax.plot(list_hour, df_car_hour_2022_total, label = "8. mars 2022", color = "#088F8F")
ax.plot(list_hour, df_car_hour_2023_total, label = "8. mars 2023", color = "#FFA500")

# Legger til en legend og legger inn kommaskiller.
ax.yaxis.set_major_formatter(StrMethodFormatter('{x:,}'))
ax.legend();

```

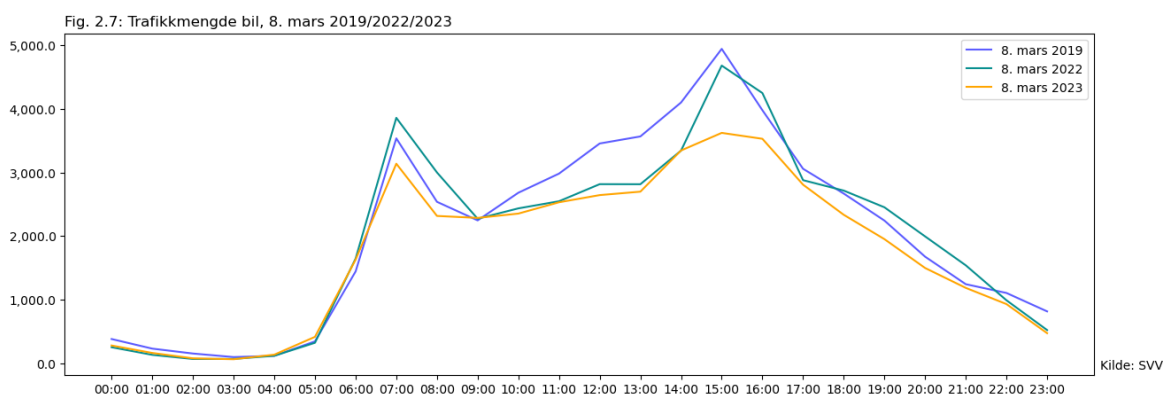


Fig. 2.7 viser antall passerende kjøretøy 8.mars i 2019, 2022 og 2023. I denne rapporten har vi ikke tatt med 2020 pga. at dette er en søndag og ville ikke kunne være representativ for trafikkbilde og 2021 pga. at det ikke fantes data fra Tromsøbrua. Passeringene er tatt fra hoved fartsårene inn til Tromsøya (bru og tunell).

Vi kan se at både 2019 og 2022 har flere passeringer totalt og i rushtiden enn i 2023. Men vi kan også se at alle tre årene er relativt jevn utenfor rushtiden, men at 2019 og 2022 har større variasjoner i rushtiden enn utenfor og at i 2023 er grafen jevnere, noe som kan antyde mindre køer.

3. Bilisters tilpasning til bompenger

3.1 Kostnader per km.

I dette kapitlet skal vi se på hvordan bilister i Tromsø har tilpasset seg den nye bompenggeavgiften. Vi vil anta at et kjøretøy (elbil og forbrenningsmotor) kjører i 30 km/t gjennom hele reisen og har AutoPASS avtale. Det betyr at hver 30 km. må forbrukeren betale en bompenggeavgift, siden det kun er en betaling per time. Som vi kan se fra tabellen i kap. 2 betyr dette at for hver 30 km. må et kjøretøy med forbrenningsmotor betale 9,60 kr og elbiler må betale 4,80 kr. Fordeler vi disse kostnadene utover hele reisen vil forbrenningsmotor få en avgift per km. på 0,32 kr og elbiler 0,16 kr. Vi justerer avgiftene per km noe opp for å ta høyde for rushtrafikk priser. Vi får dermed en kostnad på henholdsvis 0,40 kr og 0,20 kr per km. Ifølge en rapport fra Transportøkonomisk institutt (Steinsland, mf., 2022, s.41) er kostnadene per km uten bompenger på 2,53 kr for ett kjøretøy med forbrenningsmotor og på 1,84 kr for elbiler. Disse avgiftene inkludere samfunnsøkonomiske avgifter, drivstoff, dekk og olje. Legger vi til bompenggeavgiften per km. får vi dermed en totalpris med bompenger på ca. 2,93 kr per km for forbrenningsmotorer og 2,04 kr per km for elbiler. Ifølge en artikkel fra Nordlys (Johansen, 2023) brukte bilister i Tromsøregionen i gjennomsnitt 341 kroner i februar og 366 kroner i mars på bompenger.

3.2 Etterspørsel etter antall km.

Ifølge en rapport fra Tiltak.no (Fridstrøm, 2017) som undersøkte priselastisitet tilknyttet drivstoffavgift kom de fram til at på korte reiser (< 70 km) vil en økning på 20 øre per km. tilsvare en nedgang på ca. 4,5 prosent i biltrafikken, noe som tilsvarer en priselastisitet på ca. $-4,5/20 = -0,225$. Samtidig vill gangtrafikken øke med ca. 1 prosent, mens sykkel og kollektivbruk øker med 2 til 2,5 prosent. Når priselastisiteten er negativ slik som i denne situasjonen kan vi anta at etterspørselen synker når prisen stiger.

Fra kap. 3.1 kom vi fram til at bompenger gir en økning på ca. 0,40 kr for bilister med forbrenningsmotor og 0,20 kr for bilister med elbil per km. Visst vi bruker tallene fra rapporten til tiltak.no (Fridstrøm, 2017) kan vi altså anta at etterspørselen etter antall km. går ned med ca. 4,5 prosent blant elbiler og med ca. 9 prosent blant forbrenningsmotorer etter innføring av bompenger. Dette er bare ett generelt anslag og vil variere ut ifra kjøpekraft, distanse og tilbud til kollektivtransport.

```
# Figure etterspørsel
# Lager ett subplot.
demand_fig, ax = plt.subplots(figsize = (15, 5))

# Lager en liste med farger.
color_bar = ["red", "red", "green", "green", "green"]

# Definerer verdier.
x_values = np.linspace(1, 5, 5)
```

```

car_values = (-9, -4.5, 3, 6, 7.5)

# Gir aksene titler.
ax.set_ylabel(" ")
ax.set_xlabel("Prosent endring", loc = "right")
ax.set_title("Fig. 3.1: Estimert på endring i etterspørsel etter antall km. etter bompenger")

# Lager ett horisontalt bar plot med null markert på y-aksen.
ax.barh(x_values, car_values, color = color_bar, alpha = 0.5)
ax.plot([0,0], [0, 6], color = "black")

# Legger inn tekst.
ax.text(0, 5, " (7.5%) Kollektivtransport")
ax.text(0, 4, " (6%) Sykkel")
ax.text(0, 3, " (3%) Gange")
ax.text(-1.65, 2, "(-4.5%) Elbiler")
ax.text(-2.8, 1, "(-9%) Forbrenningsmotor")

# Fjerner y-akse tallene.
ax.set_yticklabels([])

# Legger inn grid.
ax.grid(linestyle = "--", alpha = 0.4)

```

Fig. 3.1: Estimert på endring i etterspørsel etter antall km. etter bompenger

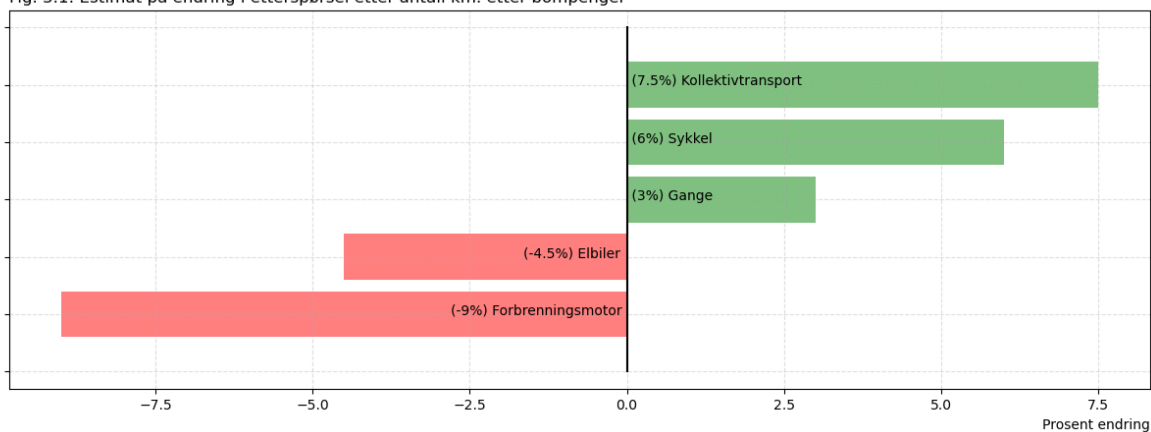


Fig. 3.1 viser estimert endring i etterspørsel etter innføring av bompenger i Tromsø, med utgangspunkt i rapporten om drivstoffpriser fra tiltak.no

3.3 Endringer i bilisters atferd på kort og lang sikt

Nedenfor kan vi se en generell nyttefunksjon av typen Cobb-Douglas som illustrerer endring i el-bilisters atferd, total-, inntekts- og substitusjons effekten. Vi har i denne rapporten valgt å lage en nyttefunksjon av typen Cobb-Douglas på grunn av dens enkelhet og at vi tidligere i rapporten har arbeidet med konstant elastisitet. Denne modellen er en forenkling av virkeligheten og bompenger vil påvirke forskjellig på individuelt nivå og styres av forskjellige faktorer som f.eks. individuell økonomi, tilgjengelighet på alternativ transport, reisevaner og livsstil. I figuren er det en antagelse om at en økning i antall km (x_1) vil gi avtagende marginal nytte. Altså vil forbrukeren være villig til å kjøre færre km for å få mere av andre goder (x_2), dette resulterer i et mer balansert forbruk ($a = 0.5$). I denne modellen har forbrukeren ett budsjett på total 100 kr, der alt må brukes opp, samt at konsumenten ønsker høyest mulig nytte. Det vil ikke bli visualisert en modell for biler med forbrenningsmotor siden modellene er relativt like.

```
# Figur nyttefunksjon - elbil
# Lager ett subplot.
nytt_fig_el, axis = plt.subplots(2, 1, figsize = (10, 10))

# Definerer ett intervall mellom 0.01 og budsjett / gammel pris, 100 punkter
x_int_1 = np.linspace(0.01, bud/gammel_p, 100)

# Deinerer indifferenskurven før og etter bompenger.
indiff_før = (nytt(x1_opt_før, x2_opt_før, a) / x_int_1**a)**(1/(1-a))
indiff_etter = (nytt(x1_opt_etter, x2_opt_etter, a) / x_int_1**a)**(1/(1-a))

# Plotter budsjett dataen.
axis[0].plot(x_int_1, bud_1(x_int_1, gammel_p, bud), label = "Budsjett før bompenger")
axis[0].plot(x_int_1, bud_1(x_int_1, ny_p, bud), label = "Budsjett etter bompenger", color = "green")
axis[1].plot(x_int_1, bud_1(x_int_1, ny_p, bud), label = "Budsjett etter bompenger", color = "green")
axis[1].plot(x_int_1, bud_1(x_int_1, ny_p, bud + 5.2), label = "Budsjett etter bompenger f", color = "red")

# Plotter indiff kurvene.
axis[0].plot(x_int_1, indiff_før, label = "Indiff. før bompenger", alpha = 0.8)
axis[0].plot(x_int_1, indiff_etter, label = "Indiff. etter bompenger", alpha = 0.8)
axis[1].plot(x_int_1, indiff_før, label = "Indiff. før bompenger", alpha = 0.8, color = "green")
axis[1].plot(x_int_1, indiff_etter, label = "Indiff. etter bompenger", alpha = 0.8, color = "green")

# Legger inn optimal tilpasning.
axis[0].scatter(x1_opt_før, x2_opt_før, color = "black")
axis[0].scatter(x1_opt_etter, x2_opt_etter, color = "black")
axis[1].scatter(x1_opt_før, x2_opt_før, color = "black")
axis[1].scatter(x1_opt_etter, x2_opt_etter, color = "black")
axis[1].scatter(x1_opt_etter+1.2, x2_opt_etter +2.8, color = "black")
```

```

# Legger inn linjer for å vise optimal tilpasning.
axis[0].vlines(x1_opt_før, 0, x2_opt_før, color = "black", linestyle = "--", alpha = 0.3)
axis[0].vlines(x1_opt_etter, 0, x2_opt_etter, color = "black", linestyle = "--", alpha = 0.3)
axis[0].hlines(x2_opt_før, 0, x1_opt_før, color = "black", linestyle = "--", alpha = 0.3)
axis[1].vlines(x1_opt_før, 0, x2_opt_før, color = "black", linestyle = "--", alpha = 0.3)
axis[1].vlines(x1_opt_etter, 0, x2_opt_etter, color = "black", linestyle = "--", alpha = 0.3)
axis[1].vlines(x1_opt_etter+1.2, 0, x2_opt_etter+2.8, color = "black", linestyle = "--", alpha = 0.3)
axis[1].hlines(x2_opt_før, 0, x1_opt_før, color = "black", linestyle = "--", alpha = 0.3)
axis[1].hlines(x2_opt_før + 2.78, 0, x1_opt_før - 1.4, color = "black", linestyle = "--", alpha = 0.3)

# Legger inn tekst.
axis[0].text(x1_opt_før, -4, "$x_1$")
axis[0].text(x1_opt_etter, -4, "$x_1*$")
axis[0].text(-1.2, x2_opt_før + 2, "$x_2$")
axis[0].text(-1.2, x2_opt_før - 2, "$x_2*$")
axis[0].text(44, 3, "$m/p_1$")
axis[0].text(50, 3, "$m/p_1$")
axis[0].text(27.5, 52, "A")
axis[0].text(23.4, 45, "C")
axis[1].text(27.2, 51, "A")
axis[1].text(24.2, 48.8, "C")
axis[1].text(25.8, 53.6, "B")
axis[1].text(x1_opt_før, 39, "$x_1$")
axis[1].text(x1_opt_etter, 39, "$x_1*$")
axis[1].text(x1_opt_etter+1, 39, "$x_1**$")
axis[1].text(26.4, 42.4, "SUB.", size = 9)
axis[1].text(25, 42.4, "INNT.", size = 9)
axis[1].text(25, 44.8, "TOTAL", size = 9)

# Legger inn piler.
axis[1].arrow(27, 42, -0.8, 0, width = 0.2, head_width = 0.7, head_length = 0.3, color = "black")
axis[1].arrow(25.5, 42, -0.6, 0, width = 0.2, head_width = 0.7, head_length = 0.3, color = "black")
axis[1].arrow(27, 44.5, -2.1, 0, width = 0.2, head_width = 0.7, head_length = 0.3, color = "black")

# Begrenser figuren.
axis[0].set_xlim(0, bud/gammel_p)
axis[0].set_ylim(0, bud)
axis[1].set_xlim(20, 30)
axis[1].set_ylim(40, 65)

# Legger inn labels, tittel og legend.

```

```

axis[0].set_xlabel("Antall kilometer kjørt", loc = "right")
axis[0].set_ylabel("Andre goder", loc = "top")
axis[0].set_title("Fig. 3.2: Nyttefunksjon for elbiler", loc = "left")
axis[0].legend()
axis[1].legend();

```

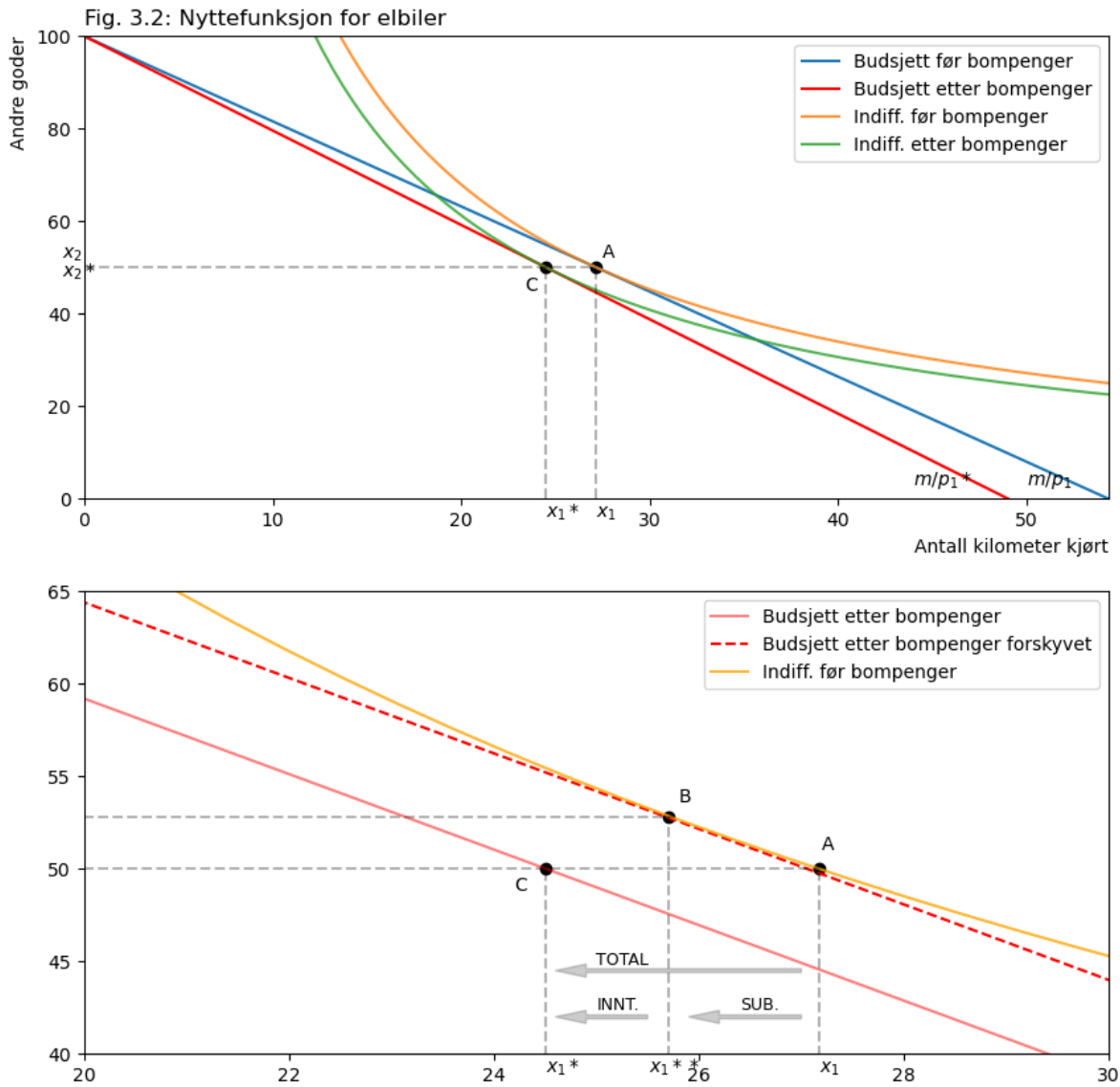


Fig. 3.2 viser en generell nyttefunksjon av typen Cobb-Douglas for elbiler med ett budsjett på 100 kr. Den viser også inntekts-, substitusjons- og total effekten.

I øverste del av figuren kan vi se indifferenskurvene før og etter innføring av bompenger. Disse kurvene representerer ulike kombinasjoner av antall km (x_1) og andre goder (x_2), der konsumenten er indifferent over hvilke godekombinasjoner siden det gir samme nytte. Vi kan også se budsjettbetingelsen før og etter innføring av bompenger. Disse kurvene representerer inntekten/budsjettet til konsumenten. Nedenfor (mot origo) budsjettlinjen er forbrukerens mulighetsområde, og konsumenten kan velge alle mulige godekombinasjoner i dette området. Men som nevnt tidligere ønsker konsumenten så høy nytte som mulig. Punktene A og C er akkurat der budsjettlinjen tangerer de høyeste mulige indifferenskurvene, altså høyest mulig nytte.

Fra den øverste delen av figuren kan vi se at visst konsumenten velger å bruke hele sitt budsjett på å kjøre så mange km. som mulig kunne konsumenten kjørt ca. 55 km. (m/p_1) før bompenger og ca. 49 km. (m/p_1^*) etter bompenger. Samtidig forblir mengden andre goder (x_2) uendret siden dette ikke er blitt påvirket av bompenger. Budsjettet til konsumenten har altså ikke gått ned, men gode antall km. har blitt dyrere. Denne nedgangen i antall km. fører til at budsjettlinjen blir brattere, og at nytten dermed går ned. Fra x-aksen i denne figuren kan vi se at i den optimale tilpasningen har antall km. gått ned med ca. 2 km. ($x_1 \rightarrow x_1^*$) etter bompenger.

Fra den nederste delen av figuren kan vi se den samme budsjettlinjen etter bompenger og indifferenskurvene før bompenger. Når vi forskyver den nye budsjettlinjen til den tangerer den gamle indifferenskurve får vi ett nytt punkt B. Dette punktet representerer hvor konsumenten ville tilpasset seg med samme helning på budsjettkurven som etter bompenger, for å oppnå samme nytte som den gamle indifferenskurve. Distansen fra punkt A til B kaller vi substitusjonseffekten, distansen fra punkt B til C kaller vi inntektseffekten og distansen fra A til C kaller vi totaleffekten.

3.3.1 Substitusjonseffekten

Substitusjonseffekten ($A \rightarrow B$) viser hvordan endringer i prisene på goder påvirker forbrukerens valg mellom disse godene. Det vil si at når prisene på ett gode øker vil forbrukeren ha en tendens til å bruke mindre av dette gode og mer av andre billigere goder. Vi kan se fra figuren at konsumenten velger bort ca. 1.5 km. kjørt for å ca. 3 enheter av andre goder. I dette tilfelle fungere andre goder som ett substitutt for antall km. Det betyr ikke at konsumenten ønsker å kjøre mindre, men den økte prisen med bompenger gjør det mindre attraktivt for konsumenten sammenlignet med andre goder. Bompenger vil altså øke den relative prisen for å kjøre antall km. sammenlignet med andre goder (f.eks. kollektivtransport).

3.3.2 Inntektseffekten

Inntektseffekten ($B \rightarrow C$) Viser hvordan endringer i konsumentens inntekt påvirker etterspørselen etter ulike varer. Det betyr at når inntekten øker/synker vil konsumenten ha råd til mere/mindre av de fleste varer, noe som vil føre til en økning/nedgang i etterspørsel. Vi kan se fra figuren at bompenger fører til en reduisering i realinntekten til konsumentene siden de må bruke en større andel av sin inntekt på gode antall km. (x_1). Dette reduserer konsumentens mulighetsområdet og vi kan se at konsumenten må velge bort ca. 1 km. med denne redueringen i realinntekt. Når realinntekten reduseres vil dette føre til at etterspørselen etter antall

km. vil reduseres. Vi kan derfor si at både antall km. (x_1) og andre goder (x_2) er normale goder.

3.3.3 Totaleffekten

Totaleffekten ($A \rightarrow C$) er summen av substitusjon- og inntektseffekten når prisen på en vare endres. Siden både antall km. (x_1) og andre goder (x_2) er normale goder vil etterspørselen reduseres når prisen går øker. Dette gjenspeiler seg i figuren.

4. Konklusjon

4.1 Oppsummering

I denne rapporten har vi undersøkt hvordan innføring av bompenger har påvirket bilisters atferd og velferd, på kort og lang sikt i Tromsø, og om bypakken Tenk Tromsø oppnår sin målsetning om nullvekst i personbiltransport. Rapporten har tatt utgangspunkt i problemstillingen: *Hva observerer vi etter innføring av bompenger i Tromsø, og hvilke effekter har dette på bilisters atferd og velferd på kort og lang sikt.*

Vi har observert at uten bompenger eller en ekstra avgift ville trafikken i Tromsø sannsynligvis fortsatt å økt fra 2022 og utover. Men etter innføringen av bompenger observerer vi en nedgang i antall passering ved tellepunktene på Tromsøya samt veiene inn til Tromsøya, men en økning i antall passeringer intern på strekninger uten bomstasjoner, noe som kan styrke lokal handel. Samtidig observerer vi en økning i antall sykkelister og påstigninger på buss i samme periode. Dette tyder på at flere lar bilen stå og benytter seg av alternative transportmidler, på kort sikt. Videre har vi også observert at antall passeringer i rushtrafikken har avtatt, noe som bidrar til jevnere trafikkfordeling og mindre køer, noe som er samfunnsøkonomisk gunstig.

I kap. 3 har vi gjort om bompenger til en kostnad per km. for å undersøke hvordan innføringen av bompenger påvirker bilistene i Tromsø. Dette er ett generelt anslag, men det koster total ca. 2,93 kr pr. km. for en bilist med forbrenningsmotor og 2,04 kr pr. km. for en bilist med elbil. I mars betale bilistene i Tromsø i gjennomsnitt 366 kr i bompengavgift. Med denne informasjonen har vi beregnet hvor mye etterspørselen etter antall km har/vil avta. Denne rapporten konkludere med at antall passeringer vil gå ned med ca. 9% blant forbrenningsmotorer og 4,5% blant elbiler. Samtidig vil antall sykkelister, gange og kollektivtransporten øke.

4.2 Konklusjon

Bypakken Tenk Tromsø har oppnådd sitt mål om nullvekst i trafikken på kort sikt. For å kunne dra en konklusjon på lengere sikt vil det kreve mer data. Men den tilgjengelige dataen tilsier at trafikkbildet i Tromsø ikke vil øke. På kort sikt har bilister konkret tilpasset seg med å kjøre færre km. noe som gjenspeiler seg i antall passeringer ved tellepunktene i Tromsø. De har også begynt å handle mer intern i sitt nærmiljø, og benytter seg i større grad av kollektivtransporten. På lengere sikt konkludere denne rapporten med at det sannsynligvis ikke vil være en økning i trafikkbildet og at den økte konkurransen i transportsektoren vil føre til ett bedre tilbud til forbrukerne, noe som vil øke bruken av kollektivtransport.

5. Referanser

- Bomstasjon. (I.D.). *Kart over bomstasjoner i Norge*. Bomstasjon. <https://bomstasjon.no/>
- Clark, D.J. (2023, 15. mai). *Antall påstigende*. GitHub. <https://github.com/uit-sok-1006-v23/uit-sok-1006-v23.github.io/blob/main/data/antall%20p%C3%A5stigende.csv>
- Fridstrøm, L. (2017). *Drivstoffavgifter*. Tiltak. <https://www.tiltak.no/b-endre-transportmiddelfordeling/b-1-styring-bilbruk/b-1-3/>
- Handagard, I. (2023, 26. april). *Nå blir det moms og avgift på elbiler*. NAF. <https://nye.naf.no/politikk-og-samfunn/klima-og-miljo/moms-pa-elbiler>
- Johansen, T.D. (2023, 26. april). *Bompenge-snippet økte i mars:- de viktigste tallene går ned*. Nordlys. <https://www.nordlys.no/bompenge-snippet-okte-i-mars-de-viktigste-tallene-gar-ned/s/5-34-1776123>
- Pedersen, R. (2023, 03. januar). *Guide til bilavgifter*. Smarte penger. <https://www.smartepenger.no/bilok/bilavgifter>
- Rakkenes, S. (2022, 16. desember). *Bompenger i Tromsø fra 5. januar 2023*. Karlsøy Kommune. <https://www.karlsoy.kommune.no/bompenger-i-tromsoe-fra-5-januar-2023.6574686-411709.html>
- Sand, Ø. Joahnsen, B.G. Halse, A.H. Sæther, S.O. (2022, august). *Road tolls in Norway, 2005-2021*. TOI. <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=73593>
- Solvoll, G. (2022, 28. desember). *Bompenger*. SNL. <https://snl.no/bompenger>
- Steinsland, C. Madslie, A. Johansen, K.W. Wangsness, P.B. (2022, november). *Konseptvalgutredning veibruksavgift og bompenger*. TOI. <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=74283>
- SVV. (2023, 31. januar). *Om bompengeordningen i Norge*. Autopass. <https://www.autopass.no/no/om-autopass/om-bompengeordningen/>
- SVV. (I.D.). *Bompenger, eksporter data*. Statens vegvesen. <https://www.vegvesen.no/trafikdata/start/el03-08&lat=69.65243346539553&lon=18.987060145896116&to=2019-03-09&trafficType=vehicle&zoom=17>
- TOI. (2020, 20. mars). *Dette koster veitrafikken samfunnet*. TOI. <https://www.toi.no/samfunnsokonomisk-analyser/dette-koster-veitrafikken-samfunnet-article36129-1648.html>

Data innlastning, manipulering og figurer.

```
# Laster inn pakker
import json
import requests
import numpy as np
import sympy as sp
import pandas as pd
from pyjstat import pyjstat
from scipy.stats import linregress
from matplotlib import pyplot as plt
from matplotlib.dates import date2num
```

```

from matplotlib.ticker import FormatStrFormatter, StrMethodFormatter
from scipy.optimize import minimize

# Laster inn sykkel måneds trafikk datq totalt.
df_bike_month = pd.read_csv("04_SOK1006_M1_V23_DATA/04_SOK1006_M2_V23_SYKKEL_MÅNED_DATA.csv")

# Laster inn bil måneds trafikk data for Tromsøya.
df_car_month_øya = pd.read_csv("04_SOK1006_M1_V23_DATA/04_SOK1006_M2_V23_BIL_MÅNED_ØYA_DATA.csv")

# Laster inn sesong bil trafikk data.
df_car_season_2013_2023 = pd.read_csv("04_SOK1006_M1_V23_DATA/04_SOK1006_M2_V23_BIL_SESONG_DATA.csv")

# Laster inn bil måneds trafikk data fro Kvaløya.
df_car_month_kvaløya = pd.read_csv("04_SOK1006_M1_V23_DATA/04_SOK1006_M2_V23_BIL_MÅNED_KVALØYA_DATA.csv")

# Laster inn bil times trafikk data fra hovedfartsårene 2021, 2022 og 2023.
df_car_hour_2019 = pd.read_csv("04_SOK1006_M1_V23_DATA/04_SOK1006_M2_V23_BIL_TIMER_HOVEDFAKTSÅRENE_2019.csv")
df_car_hour_2022 = pd.read_csv("04_SOK1006_M1_V23_DATA/04_SOK1006_M2_V23_BIL_TIMER_HOVEDFAKTSÅRENE_2022.csv")
df_car_hour_2023 = pd.read_csv("04_SOK1006_M1_V23_DATA/04_SOK1006_M2_V23_BIL_TIMER_HOVEDFAKTSÅRENE_2023.csv")

# Laster inn bil måneds trafikk data fro fastlandet.
df_car_month_fastlandet = pd.read_csv("04_SOK1006_M1_V23_DATA/04_SOK1006_M2_V23_BIL_MÅNED_FASTLANDET_DATA.csv")

# Laster inn buss påstigninger data.
df_buss = pd.read_csv("https://raw.githubusercontent.com/uit-sok-1006-v23/uit-sok-1006-v23/main/data/buss_påstigninger.csv")

# Sesong
# Velger kun radene som inneholder total trafikk.
df_car_season_total = df_car_season_2013_2023[(df_car_season_2013_2023["Felt"] == "Totalt")]

# Fjerner 2023.
df_car_season_total = df_car_season_total[~df_car_season_total["År"].isin([2013, 2014, 2015])]

# Grupperer dataen etter år og sesong, og finner summen av trafikkmengden den måneden.
df_car_season_total = df_car_season_total.groupby(["År", "Sesong"]).agg({"Trafikkmengde" : "sum"})

# Legger resultatet i en liste.
df_car_season_total = list(df_car_season_total["Trafikkmengde"])

```

```

# Tromsøya
# Velger kun radene som inneholder total trafikk den måneden.
df_car_month_total_øya = df_car_month_øya[(df_car_month_øya["Felt"] == "Totalt")]

# Grupperer dataen etter år og måned, også finner summen av trafikkmengden den måneden.
df_car_month_total_øya = df_car_month_total_øya.groupby(["År", "Måned"]).agg({"Trafikkmengde": sum})

# Splitter opp totale observasjoner basert på år.
df_car_month_total_2022_øya = df_car_month_total_øya.iloc[:12,:]
df_car_month_total_2023_øya = df_car_month_total_øya.iloc[12:,:]

# Velger kun tallene med trafikkmengde.
df_car_month_total_2022_øya = list(df_car_month_total_2022_øya["Trafikkmengde"])
df_car_month_total_2023_øya = list(df_car_month_total_2023_øya["Trafikkmengde"])

# Fastlandet
# Velger kun radene som inneholder total trafikk den måneden.
df_car_month_total_fastlandet = df_car_month_fastlandet[(df_car_month_fastlandet["Felt"] == "Totalt")]

# Velger tellepunktene jeg ønsker å ha med (brua og tunnelen).
df_car_month_total_fastlandet = df_car_month_total_fastlandet[(df_car_month_total_fastlandet["Navn"] == "Bryggen" | df_car_month_total_fastlandet["Navn"] == "Tunnelen")]

# Grupperer dataen etter år og måned, også finner summen av trafikkmengden den måneden.
df_car_month_total_fastlandet = df_car_month_total_fastlandet.groupby(["År", "Måned"]).agg({"Trafikkmengde": sum})

# Splitter opp totale observasjoner basert på år.
df_car_month_total_2022_fastlandet = df_car_month_total_fastlandet.iloc[:12,:]
df_car_month_total_2023_fastlandet = df_car_month_total_fastlandet.iloc[12:,:]

# Velger kun tallene med trafikkmengde.
df_car_month_total_2022_fastlandet = list(df_car_month_total_2022_fastlandet["Trafikkmengde"])
df_car_month_total_2023_fastlandet = list(df_car_month_total_2023_fastlandet["Trafikkmengde"])

# Kvaløya
# Velger kun radene som inneholder total trafikk den måneden.
df_car_month_total_kvaløya = df_car_month_kvaløya[(df_car_month_kvaløya["Felt"] == "Totalt")]

# Velger tellepunktene jeg ønsker å ha med (brua og tunnelen).
df_car_month_total_kvaløya = df_car_month_total_kvaløya[(df_car_month_total_kvaløya["Navn"] == "Bryggen" | df_car_month_total_kvaløya["Navn"] == "Tunnelen")]

# Grupperer dataen etter år og måned, også finner summen av trafikkmengden den måneden.
df_car_month_total_kvaløya = df_car_month_total_kvaløya.groupby(["År", "Måned"]).agg({"Trafikkmengde": sum})

```

```

df_car_month_total_kvaløya = df_car_month_total_kvaløya.groupby(["År", "Måned"]).agg({"Tra

# Splitter opp totale observasjoner basert på år.
df_car_month_total_2022_kvaløya = df_car_month_total_kvaløya.iloc[:12,:]
df_car_month_total_2023_kvaløya = df_car_month_total_kvaløya.iloc[12:,:]

# Velger kun tallene med trafikkmengde.
df_car_month_total_2022_kvaløya = list(df_car_month_total_2022_kvaløya["Trafikkmengde"])
df_car_month_total_2023_kvaløya = list(df_car_month_total_2023_kvaløya["Trafikkmengde"])

# Sykkel
# Velger kun radene som inneholder total trafikk den måneden.
df_bike_month_total = df_bike_month[(df_bike_month["Felt"] == "Totalt")]

# Grupperer dataen etter år og måned, også finner summen av trafikkmengden den måneden.
df_bike_month_total = df_bike_month_total.groupby(["År", "Måned"]).agg({"Trafikkmengde" :

# Splitter opp totale observasjoner basert på år.
df_bike_month_total_2022 = df_bike_month_total.iloc[:12,:]
df_bike_month_total_2023 = df_bike_month_total.iloc[12:,:]

# Velger kun tallene med trafikkmengde.
df_bike_month_total_2022 = list(df_bike_month_total_2022["Trafikkmengde"])
df_bike_month_total_2023 = list(df_bike_month_total_2023["Trafikkmengde"])

# Times trafikk 8.mars 2021, 2022 og 2023
# Velger kun radene som inneholder total trafikk den dagen.
df_car_hour_2019_total = df_car_hour_2019[(df_car_hour_2019["Felt"] == "Totalt")]
df_car_hour_2022_total = df_car_hour_2022[(df_car_hour_2022["Felt"] == "Totalt")]
df_car_hour_2023_total = df_car_hour_2023[(df_car_hour_2023["Felt"] == "Totalt")]

# Grupperer datan etter tidspunkt og finner summen av trafikkmengden i det tispunktet.
df_car_hour_2019_total = df_car_hour_2019_total.groupby(["Fra tidspunkt"]).agg({"Trafikkme
df_car_hour_2022_total = df_car_hour_2022_total.groupby(["Fra tidspunkt"]).agg({"Trafikkme
df_car_hour_2023_total = df_car_hour_2023_total.groupby(["Fra tidspunkt"]).agg({"Trafikkme

# Velger kun tallene fra trafikkmengden.
df_car_hour_2019_total = list(df_car_hour_2019_total["Trafikkmengde"])
df_car_hour_2022_total = list(df_car_hour_2022_total["Trafikkmengde"])
df_car_hour_2023_total = list(df_car_hour_2023_total["Trafikkmengde"])

```

```

# Buss
# Konverterer til dato format.
df_buss["date"] = pd.to_datetime(df_buss["date"])

# Gjør om til ukentlige obeservasjoner med summen av alle linjene som verdi.
df_buss_fig = df_buss.resample("W", on = "date")["Påstigende"].sum().reset_index()

# Definerer x og y verdiene.
regression_x = date2num(df_buss_fig["date"])
regression_y = df_buss_fig["Påstigende"]

# Beregner lineær minstekvadratregresjon.
slope, intercept, r_value, p_value, std_err = linregress(regression_x, regression_y)

# Lager verdiene for regresjonslinjen.
regression_line = slope * regression_x + intercept

# Lager en liste med månedene.
list_month_2022 = ["Januar", "Februar", "Mars", "April", "Mai", "Juni", "Juli", "August",
list_month_2023 = ["Januar", "Februar", "Mars", "April"]
list_month_2022_note = ["Januar", "Februar"]

# Lager en liste med tidspunkter.
list_hour = ["00:00", "01:00", "02:00", "03:00", "04:00", "05:00", "06:00", "07:00", "08:00",
"12:00", "13:00", "14:00", "15:00", "16:00", "17:00", "18:00", "19:00", "20:00"]

# Lager ett intervall mellom 2016 og 2022 med 4 punkter per år.
x_1 = np.linspace(2016, 2022.99, 28)
x_2 = np.linspace(2022, 2023, 70)

# Cobb-Douglas - Elbil
# Definerer parameter.
gammel_p = 1.84
ny_p = 2.04
bud = 100
a = 0.5

# Definerer nyttefunksjon.
def nytt(x_1, x_2, a):
    return (x_1**a)*(x_2**(1-a))

```



```

# Definerer budsjettbetingelser.
def bud_1(x_1, p, bud):
    return(bud - p*x_1)

def bud_2(x_2, p, bud):
    return(bud - x_2) / p

# Initelle verdier for optimal tilpasning.
x_0 = [1, 1]

# Finner optimal tilpasning før avgift.
beg_1 = ({ "type" : "eq", "fun" : lambda x: bud - gammel_p*x[0] - x[1] })
opt_før = minimize(lambda x: -nytt(x[0], x[1], a), x_0, constraints = beg_1)
x1_opt_før, x2_opt_før = opt_før.x

# Finner optimal tilpasning etter avgift.
beg_2 = ({ "type" : "eq", "fun" : lambda x: bud - ny_p*x[0] - x[1] })
opt_etter = minimize(lambda x: -nytt(x[0], x[1], a), x_0, constraints = beg_2)
x1_opt_etter, x2_opt_etter = opt_etter.x

```