



Høgskulen på Vestlandet

MSB210 Masteroppgave

MSB210-O-2022-VÅR-FLOWassign

Predefinert informasjon

Startdato:	06-05-2022 12:00	Termin:	2022 VÅR
Sluttdato:	20-05-2022 14:00	Vurderingsform:	Norsk 6-trinns skala (A-F)
Eksamensform:	Masteoppgave		
Flowkode:	203 MSB210 1 O 2022 VÅR		
Intern sensor:	(Anonymisert)		

Deltaker

Naun:	Karl-Gunnar Severinsen
Kandidatnr.:	405
HVL-id:	225172@hvl.no

Informasjon fra deltaker

Antall ord *:	22524
----------------------	-------

Sett hake dersom Ja
besvarelsen kan brukes
som eksempel i
undervisning?:

Jeg bekrefter at jeg har Ja
registrert
oppgavetittelen på
norsk og engelsk i
StudentWeb og vet at
denne vil stå på
vitnemålet mitt *:

Egenerklæring *: Ja
Inneholder besvarelsen Nei
konfidensielt
materiale?:

Jeg godkjenner autalen om publisering av masteroppgaven min *

Ja

Er masteroppgaven skrevet som del av et større forskningsprosjekt ved HVL? *

Nei

Er masteroppgaven skrevet ved bedrift/virksomhet i næringsliv eller offentlig sektor? *

Nei



Høgskulen
på Vestlandet

MASTEROPPGAVE

Potensialet for lokal befolkningsvekst og utvidet arbeidsmarkedsområde som følge av Saudatunellen

The potential for local population growth and expanded labour market area as a result of the Sauda Tunnel

Karl-Gunnar Severinsen

Master of Science in Business, Regional Economics and Innovation

Fakultet for økonomi og samfunnsvitenskap

Veileder: Prof. Inge Thorsen

20.05.2022

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 12-1.

Sammendrag

Denne oppgaven omhandler Saudatunellen. Dette er et vegprosjekt på planleggingsstadiet, der jeg undersøker potensielle lokale og regionale virkninger. Som en sentral del av arbeidet drøfter jeg hvordan en slik tunell kan tenkes å påvirke mobiliteten i arbeidsmarkedet for Sauda-samfunnet. Dette arbeidet gjøres gjennom analyse og modellberegninger basert på data for pendlestrømmer.

En rimelig hypotese er at større muligheter for romlig mobilitet i arbeidsmarkedet påvirker bostedsvalg og befolkningsutvikling. Dette kan ha betydning for befolkningsutviklingen i Sauda. Som bakgrunn for en slik diskusjon ser jeg nærmere på den befolkningsutviklingen Sauda har hatt, i et langsiktig tidsperspektiv. Jeg sammenligner med kommuner og tettsteder i samme region, men med en ulik tilgjengelighet til det sentrale arbeidsmarkedsområdet. Jeg sammenligner også med erfaringer fra et tilsvarende vegprosjekt (Folgefonn-tunellen). Avslutningsvis har jeg foretatt en kort teoretisk diskusjon rundt de feilene man gjør ved å utelate lokaliseringsevirkninger fra nytte-kostnadsanalyser.

Jeg har benyttet en kvantitativ forskningsmetode, der data er anvendt til modellberegninger, i tillegg til presentasjoner gjennom grafer, kart og tabeller.

Det framkommer av befolkningsutviklingen i Sauda at det kan være vanskelig å snu trenden med befolkningsnedgang, som en følge av selvforsterkende mekanismer i økonomisk baseteori. Avstandsutfordringene Sauda har, gjør at nær all sysselsetting i Sauda i dag er besatt av befolkningen i Sauda, noe som avspeiler at det er få som pendler til og fra Sauda. Modellering av pendlestrømmer antyder imidlertid at Saudatunellen vil kunne medføre en reduksjon i andelen internpendlere og større interaksjon med arbeidsmarkedene i nabokommunene.

Ved å se på enkeltkomponenter i en generell romlig likevektsmodell viser studien at Sauda vil bli mer attraktiv som flyttestinasjon dersom tunellen blir realisert. Dette kommer av at tunellen gir en høyere verdi på potensialmålet. I studien er det funnet en positiv korrelasjon mellom potensialmål og befolkningsvekst, men endogenitetsproblemer gjør imidlertid at man skal være forsiktig med kausale tolkninger, ved at høy potensialverdi impliserer sterk vekst. Videre viser studien at Saudatunellen ikke gir grunn til å tro at de lokale shoppingmønstrene i

Sauda vil påvirkes i nevneverdig grad. Analysen indikerer videre at Saudatunellen kan utløse sterkere økning i mobiliteten i arbeidsmarkedet enn det erfaringene fra Folgefunntunellen tilsier.

Studien viser som forventet at Saudatunellen vil gi et markert utvidet arbeidsmarkedsområde, med forventet økt mobilitet i arbeidsmarkedet. Det framkommer også av studien at analyser av denne type vegprosjekter, består av mange komponenter som henger sammen, noe som bidrar til høy kompleksitet og stor usikkerhet i analyser og prediksjoner. Uten analyse som mer direkte er rettet mot flyttebeslutninger, og samspillet mellom sysselsetting og befolkningsutvikling, er det vanskelig å si noe om hvordan tunellen kan tenkes å påvirke folketallsutviklingen i Sauda. Analyse av såkalte potensialmål gir imidlertid i det minste indikasjoner på at slike investeringer representerer et viktig skritt i en gunstig retning for Sauda, og det kan i det minste være grunn til å tro at den langsiktige tendensen til befolkningsreduksjon kan stoppe opp. Utviklingen av såkalte basisarbeidsplasser kan også være med å bygge opp om en gunstig utvikling.

Nøkkelord:

Saudatunellen, Pendling, Befolkningsutvikling, Gravitasjonsmodeller, Potensialmodeller

Abstract

This thesis discusses the Sauda Tunnel. This is a road project at the planning stage, where I investigate potential local and regional impacts. As a central part of the work, I discuss how such a tunnel could conceivably affect mobility in the labour market for the Sauda community. This work is done through analysis and model calculations based on data for commuter flows.

A reasonable hypothesis is that greater opportunities for spatial mobility in the labour market affect housing choice and population development. This may have an impact on the population development in Sauda. As a background for such a discussion, I take a closer look at the population development Sauda has had, in a long-term time perspective. I compare with municipalities and towns in the same region, but with a different accessibility to the central labour market area. I also compare the results with experiences from a similar road project (the Folgefonna Tunnel). Finally, I present a brief theoretical discussion of the mistakes made by omitting localisation effects from cost-benefit analyses.

I have used a quantitative research method, where data is used for model calculations, in addition to presentations through graphs, maps and tables.

It appears from the population development in Sauda that it can be difficult to reverse the trend of population decline, as a result of self-reinforcing mechanisms in economic base theory. The distance challenges that Sauda has mean that almost all employment in Sauda today is occupied by the population in Sauda, which reflects the fact that few commute to and from Sauda. Modeling of commuter flows, however, suggests that the Sauda Tunnel could lead to a reduction in the proportion of internal commuters and greater interaction with the labour markets in neighbouring municipalities.

By looking at individual components in a general spatial equilibrium model, the study shows that Sauda will be more attractive as a relocation destination if the tunnel is realised. This is because the tunnel gives a higher value to the location potential. The study found a positive correlation between location potential values and population growth, but endogeneity problems mean that one should be careful with causal interpretations, in that high potential

value implies strong growth. Furthermore, the study shows that the Sauda Tunnel does not give any reason to believe that the local shopping patterns in Sauda will be significantly affected. The analysis further indicates that the Sauda Tunnel can trigger a stronger increase in mobility in the labour market than the experiences from the Folgefonna Tunnel suggest.

The study shows, as expected, that the Sauda Tunnel will provide a markedly expanded labour market area, with expected increased mobility in the labour market. The study also shows that analyses of this type of road projects consist of many components that are connected, which contributes to high complexity and great uncertainty in analyses and predictions. Without an analysis that is more directly aimed at relocation decisions, and the interplay between employment and population development, it is difficult to say anything about how the tunnel may be thought to affect the population development in Sauda. However, analysis of so-called location potential gives at least indications that such investments represent an important step in a favourable direction for Sauda, and there may at least be reason to believe that the long-term trend of population reduction may stop. The development of so-called basic jobs can also help to build up a favourable development.

Keywords:

The Sauda Tunnel, Commuting flows, Population development, Gravity models, Model of potential.

Forord

I løpet av de siste to årene har jeg vært så heldig å få være en del av det første kullet ved Master of Science in Business-studiet ved Høgskulen på Vestlandet, campus Haugesund. Denne masteroppgaven, skrevet våren 2022, markerer slutten på to kjekke, spennende og lærerike år.

Gjennom studiet, som har hatt stort fokus på regionaløkonomi, har jeg utviklet en særlig interesse for faget *Transportmodeller og regionalutvikling*. Dette gjorde også at det ble et enkelt valg å fordype meg innenfor dette fagområdet. I tillegg har jeg hatt stor glede av faget *Data Science*, der jeg gjennom produksjon av denne oppgaven har hatt et stort utbytte av de verktøyene og kunnskapen fra dette faget.

Jeg vil benytte anledningen til å rette en stor takk til min veileder, Prof. Inge Thorsen, for hans fantastiske engasjement som veileder og verdifulle tilbakemeldinger. Han har gjennom hele skriveprosessen vært disponibel for faglige diskusjoner, og pushet meg til å opprettholde en jevn framgang. Jeg vil også rette en stor takk til Arnstein Gjestland, som har bistått med å løse tekniske utfordringer.

Karl-Gunnar Severinsen

Haugesund, 19.05.2022

Innhold

Sammendrag	i
Abstract	iii
Forord	v
1 Innledning	1
1.1 Om Saudatunellen	3
1.2 Problemstillinger	5
1.3 Oppgavens struktur og metode	6
1.4 Programvare	7
2 Bakgrunnshistorie og observert befolkningsutvikling	8
2.1 Starten på industrieventyret	8
2.2 Økonomisk baseteori	10
2.3 Utviklingen fram til i dag	12
2.4 Glansdagene og befolkningstoppen	14
2.5 Nedgangstider i Sauda	15
2.6 Demografi og beskrivelse av dagens situasjon	16
2.7 Arbeidsinnvandring	19
2.8 Framtidsutsikter	20
3 Mobilitet i arbeidsmarkedet; observerte pendlestrømmer	22
4 Modellering av pendlestrømmer	26
4.1 Gravitasjonsmodeller	26
4.1.1 Entropimaksimering	29
4.1.2 Stokastisk nyttemaksimering og gravitasjonsmodeller	30
4.1.3 Utvidelser av gravitasjonsmodellen	31
4.2 Føyningsmål	33
4.3 Behandling av pendledata	33

4.4	Justeringer gjort for ulike kommuner	35
4.4.1	Stavanger	35
4.4.2	Vindafjord	35
4.4.3	Etne	37
4.4.4	Sauda	39
4.4.5	Haugalandet	41
5	Resultater basert på ulike modellformuleringer av pendlestrømmer	42
5.1	Modellkjøringer i AMPL	43
5.1.1	Metode A	43
5.1.2	Metode B	44
5.1.3	Valg av metode	44
5.1.4	Eksempel	45
5.2	Analyse av funn i gravitasjonsmodellene	46
5.3	Predikerte endringer i pendlemønstre	49
6	Pendleområder til/fra Sauda med og uten tunell	52
7	Lokaliseringsvirkninger av tunell	55
7.1	Generell romlig likevektsmodell tilpasset norsk geografi	56
7.2	Begrensninger med likevektsmodellen	58
8	Sauda sitt potensiale som lokalisering for husholdninger og bedrifter	59
8.1	Potensialmodeller	59
8.2	Behandling av datagrunnlag	60
8.3	Resultater lokaliseringspotensial	62
8.3.1	Resultater flytmodellen	63
8.3.2	Resultater potensialmodellen	65
8.3.3	Korrelasjon mellom potensialmål og befolkningsvekst	68
8.4	Observerte flyttestrømmer til/fra Sauda	70
8.5	Andre faktorer som kan bestemme befolkningsutvikling i en kommune	72

9 Boligprisutvikling	74
9.1 Boligprisutviklingen på Haugalandet og i Stavanger-regionen	75
10 Geografisk fordeling av lokalaktiviteter	78
10.1 Analytisk fordeling av lokal handel på Haugalandet	79
10.2 Mulige virkninger av Saudatunellen	81
11 Sammenlignbare vegprosjekter	82
11.1 Folgefonntunellen	82
11.2 Observerte pendlestrømmer etter åpning av Folgefonntunellen	83
11.3 Predikerte virkninger av Saudatunellen	86
12 Nytte-kostnadsanalyse	88
12.1 Nytte-kostnadsberegninger for norske vegprosjekter	88
12.2 Svakheter med nytte-kostnadsanalyse	89
12.3 Saudatunellens nytte	91
12.3.1 Regionalpolitiske forhold	93
13 Avsluttende kommentarer	94
14 Anbefalinger til videre forskning	96
Referanser	97
Appendiks	I

Figurer

1	Haugesunds Dagblad skrev om vei mellom Sauda og Etne i 1937.	1
2	Illustrasjonsbilde: Inspeksjon av fjellside	2
3	Omtrentlig anslag på tunelløpet. Laget i Little Navmap.	3
4	Tunellinnslag på Sauda-siden.	4
5	Befolkningsutvikling i Sauda, 1900-1930.	9
6	Utviklingen i Sauda sammenlignet med Norge, 1900-1930.	9
7	Utviklingen i Sauda sammenlignet med Norge, 1951-2021.	12
8	Prosentvis utvikling utvalgte områder, 1951-2021.	13
9	Fordeling av aldersgrupper i befolkningen i Sauda, 1986-2021.	16
10	Prosentvis endring i aldersgrupper, Sauda 1986-2021.	17
11	Andel av befolkningen i de forskjellige aldersgruppene, Sauda 1986-2021. . .	18
12	Andel av befolkningen i de forskjellige aldersgruppene, Norge 1986-2021. . .	18
13	Nettoinnvandring og netto befolkningsendring i Sauda kommune, 1999-2021. .	19
14	Befolkningsframskriving 2020-2050, Sauda kommune	20
15	Andel av arb.plasser i Sauda besatt av pendlere fra andre kommuner, 2000-2020. .	23
16	Andel av bosatte i Sauda (15-74 år) som pendler til andre kommuner, 2000-2020. .	24
17	Andel arbeidstakere med arbeidssted i bostedskommunen, 2000-2020	24
18	Andel prikket data internt i Sauda og totalt.	34
19	Soneinndeling Vindafjord kommune.	36
20	Soneinndeling Etne kommune.	38
21	Soneinndeling Sauda kommune.	40
22	Soneinndeling Haugalandet.	41
23	Modellkode og resultatutskrift fra AMPL for modell 1B, år 2020.	45
24	Estimert sammenheng mellom reisevegring og avstand ($\hat{\beta}$), for ulike modell- formuleringer.	47
25	Den avstandsavskrekkende funksjonen med eksponent- og potensfunksjon, for modell 1B.	48

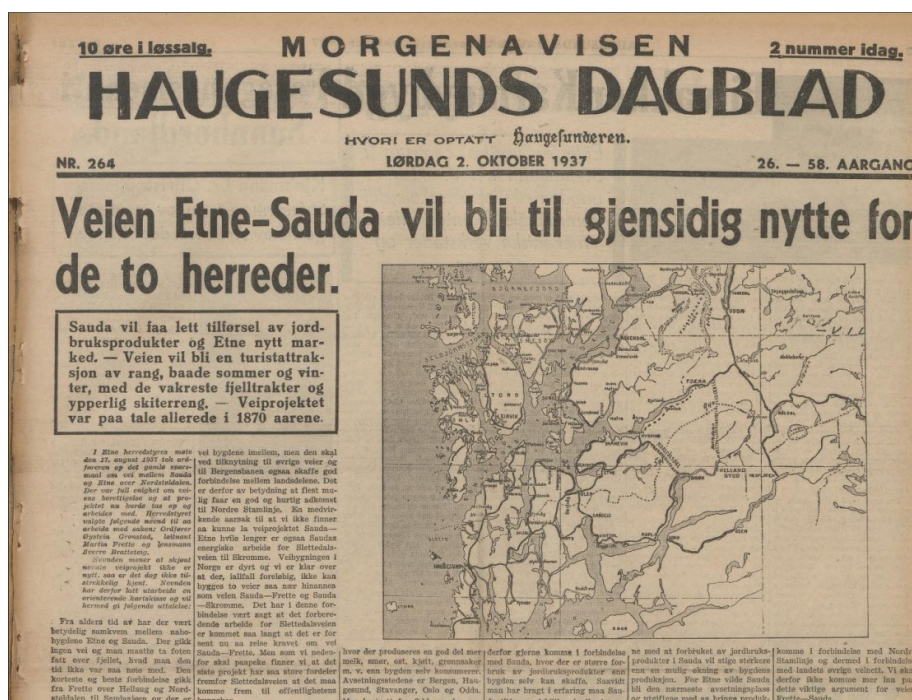
26	Andel pendlere til og fra Sauda, 2000-2021 med predikerte verdier etter Saudatunellen.	50
27	Andel arbeidstakere med arbeidssted i bostedskommunen, 2000-2020 med predikerte verdier etter Saudatunellen	51
28	Grunnkretser som kan nås innenfor én time fra Sauda sentrum med dagens veg.	52
29	Grunnkretser som kan nås innenfor én time fra Sauda sentrum med Saudatunell.	53
30	Sammenligning av dekningsområde innenfor 45 minutters kjøring fra Sauda sentrum.	54
31	«Skjematisk framstilling av den generelle spatiale likevektsmodellen». Kilde: Thorsen (2012).	56
32	Sentralitetsklasser.	67
33	Potensialmål og befolkningsvekst, hele landet.	69
34	Potensialmål og befolkningsvekst, Haugaland og Sunnhordland	70
35	Observert nettoinnflytting, målt i andel av befolkningen, 2000-2021.	71
36	Observert nettoinnflytting + nettoinnvandring, målt i andel av befolkningen, 2000-2021.	71
37	Netto fødselsoverskudd, målt i antall, 2000-2021.	73
38	Boligpriser målt i pris per kvadratmeter for utvalgte kommuner i perioden 1996-2021.	76
39	Detaljhandel på Haugalandet 2020	80
40	Detaljhandel på Haugalandet, med Saudatunell	81
41	Pendlere fra (tidligere) Odda kommune til nabokommunene i perioden 2000-2019.	83
42	Pendlere fra (tidligere) Ullensvang kommune til nabokommunene i perioden 2000-2019.	84
43	Pendlere fra Kvinnherad kommune til nabokommunene i perioden 2000-2019.	85
44	Pendlere fra Sauda kommune til nabokommunene, 2000-2021	87
45	Pendlere fra Etne kommune til nabokommunene, 2000-2021	87
46	Etterspørsel etter reiser mellom to lokasjoner, som en funksjon av generaliserte reisekostnader.	90

Tabeller

1	Fordelingen av interntpendlere og marginalsommer for de ulike sonene i Etne kommune, 2020.	38
2	Parameterestimer, år 2020	42
3	Predikerte endringer basert på modell 4B	49
4	Parameterestimer for flytmodellen, hele landet.	64
5	Parameterestimer for flytmodellen, Sauda.	65
6	Potensialmål flytting, Haugalandet	66
7	Følgende SSB-tabeller er benyttet, enten direkte, eller som en del av bearbejdede data. Kilde SSB (2022c)	I
8	Test av regresjonslinje til potensialmålsfigur for hele landet.	II

1 Innledning

Saudatunellen er et dagsaktuelt prosjekt som det jobbes systematisk for å få gjennomført. Det har vært tanker, ønsker og forsøk på å få til en vegforbindelse mellom Sauda og Etne med jevne og ujevne mellomrom helt siden 1870-tallet. Foreløpig har det blitt med tanken.



Figur 1: Haugesunds Dagblad skrev om vei mellom Sauda og Etne i 1937. Kilde: Utsnitt fra «Haugesunds Dagblad, lørdag 2. oktober 1937» (1937).

Sauda ligger svært avsides til, med en stor avstandsutfordring. Med utgangspunkt i Sauda kan en kjøre omtrent tre kvarter uansett retning uten å treffe på noen større tettsteder. Dette gjør at Sauda i dag klassifiseres som en egen bo- og arbeidsmarkedsregion (Sauda kommune, 2020a). Sauda kommune peker på utfordringene med store avstander til større bo- og arbeidsmarkeder som en sentral motivasjon for å arbeide for en vegforbindelse til E134. Sauda kommune (2020b) presiserer også i sin planstrategi for 2020-2023 at en slik vegløsning vil kunne gi innbyggerne i Sauda tilgang til et større arbeidsmarked. Samtidig vil næringslivet i Sauda få økt tilgang på blant annet arbeidskraft og kunder. Dette innebærer da at en eventuell Saudatunell vil kunne bidra til et generelt mer mobilt arbeidsmarked i indre strøk (av Haugalandet).

Samlet sett utgjør dette et spennende utgangspunkt til å undersøke slike potensielle virkninger Saudatunellen vil kunne gi. Hovedfokus for denne masteroppgaven vil være særlig rettet mot virkningene som angår Sauda kommune.

Det må også nevnes at dagens veg over Saudafjellet er eneste vinteråpne veg. Ifølge Onarheim et al. (2021) er det ingen andre tettsteder i Sør-Norge med over 1000 innbyggere som har en tilsvarende lokalisering. I tillegg er vegen over Saudafjellet rasutsatt, noe som kan gi store utfordringer særlig på vinterstid. Det gikk for eksempel et ras langs Fv520 Saudavegen i november 2021, der en 50 tonn tung steinblokk falt ut i vegbanen (Stranden, 2021). Undersøkelser i ettertid indikerer at det fortsatt er over 100 tonn steinmasse som står i fare for å falle ut fra dette rasstedet (Haugen, 2021). Dette gir også god motivasjon for å få realisert Saudatunellen, og det systematiske arbeidet med å få dette til startet i 2019.

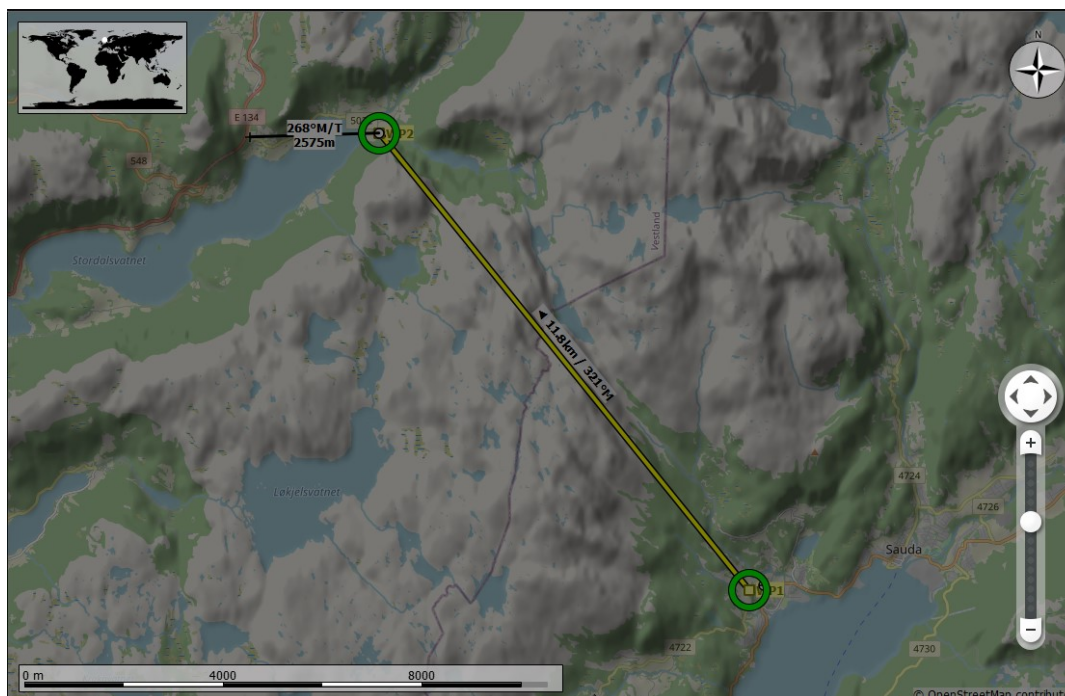
Selv om dette er en faktor som kan synes å være sentral i en samfunnsøkonomisk totalvurdering av Saudatunellen, er dette imidlertid ikke en faktor jeg kommer til å se nærmere på i min analyse av Sauda og Saudatunellen.



Figur 2: Illustrasjonsbilde: Inspeksjon av fjellside etter ras langs Fv520 Saudavegen, november 2021. Foto: Agnes Haker (2021).

1.1 Om Saudatunellen

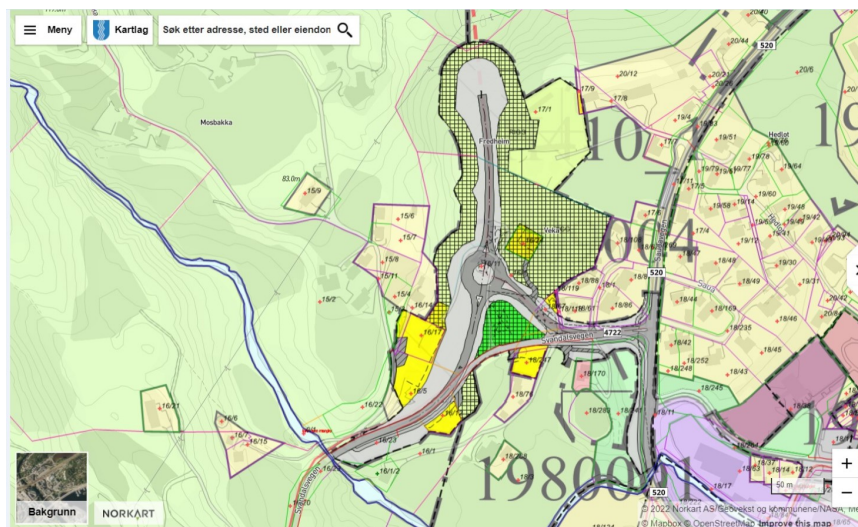
Saudatunellen er estimert til å bli 11.8 km lang og vil gå mellom Fv520 Saudasjøen (Sauda) og Frette (Etne), i tillegg må det etableres omtrent 3 km veg i dagen på Etnesiden for å knytte tunellen til E134 Haukelivegen (Onarheim et al., 2021). E134 er hovedforbindelsen mellom Haugesund/Karmøy i vest og Drammen/Oslo i øst. Vegprosjektet er illustrert i Figur 3.



Figur 3: Omtrentlig anslag på tunelløpet. Laget i Little Navmap.

Per i dag foreligger det ingen konkrete detaljplaner for tunnelen, noe det for øvrig uttrykkes misnøye over i et leserinnlegg i Haugesunds Avis den 8. april 2022 (Abotnes (2022)). Likevel er tunellinnslaget og påkobling til dagens kryss ved Fv520 vedtatt i reguleringsplan for Sauda kommune (se Figur 4). På Etnesiden ligger tunnelen inne i kommuneplanen (Etne-kommune, 2016), men det er ikke laget reguleringsplan for den enda (Onarheim et al., 2021). Fra nyhetsartikkel i Haugesunds Avis høsten 2021 framkommer det at Etne kommune «har blitt oppfordret til å sette i gang reguleringsarbeid for den delen av prosjektet som ligger i Etne» (Brekke, 2021). I samme artikkel kommer det også fram at det er noe politisk skepsis til tunnelprosjektet blant Etne-politikerne, der Etne-ordføreren uttalte: «Jeg er redd for at Etne

kommune sitter igjen som en transportkommune» (Brekke, 2021).



Figur 4: Tunellinslaget på Sauda-siden, i henhold til gjeldende reguleringsplan hos Sauda kommune. Skjermdump fra Kommunekart (2022).

Et interessant funn er at planene for veg mellom Sauda og Etne har endret seg overraskende lite siden 1937. For 85 år siden beskrev Grønstad et al. (1937) vegprosjektet Sauda-Etne som en 20 km lang veg *over* fjellet, mellom Saudasjøen og Frette, i tillegg skulle den 3 km lange strekningen fra Frette til Nordre Stamlinje (E134 i dag) oppgraderes. Videre framhever Grønstad et al. (1937) en besparelse på 30 km mellom Sauda og Etnesjøen, og en besparelse på 20 km fra Sauda til Haugesund, «og dertil en meget bedre og sikrere vei enn veien Sauda-Ølen».

Bortsett fra en besparelse på omtrent 8 km, som en følge av at det i dag planlegges veg *gjennom* fjellet istedenfor over, er dagens planer altså relativt like som i 1937.

Det foreligger for øyeblikket kun én publisert rapport som tar for seg Saudatunellen, signert Onarheim et al. (2021). Denne rapporten er en kombinert kvantitativ og kvalitativ analyse. Det foreligger stort fokus på den samfunnsmessige nytten av å realisere Saudatunellen, basert på utfordringer med kun én vinteråpen veg. I denne forbindelse har Onarheim et al. (2021) foretatt intervjuer med samfunnskritisk personell (lege, politi, brannvesen o.l.) for å kartlegge behovet for et alternativ til dagens veg.

Videre er det foretatt modellberegninger og prediksjoner på endret trafikkmønster med og

uten Saudatunellen for dagens situasjon (2020) og år 2050. Disse er basert på metodikk og modellverktøy (RTM-modell) som Statens Vegvesen benytter. Onarheim et al. (2021) opplyser at dette gir resultater i form av årsdøgntrafikk, trafikantnytte og trafikkstrømmer. Som grunnlag for beregningene har Onarheim et al. (2021) forutsatt oppgradert E134 og ferjefri E39.

Rapporten til Onarheim et al. (2021) konkluderer med at Saudatunellen vil være samfunnsøkonomisk lønnsom med en netto nytte på 590 millioner 2021-kroner (basert på åpning i 2040). Kost-nytte-estimeringene til Onarheim et al. (2021) er gjort gjennom verktøyet EF-EFEKT, basert på metodikk i Straume & Bertelsen (2015), der «beregningsprinsipper og metodikk i EFFEKT 6.6 bygger fullt ut på Statens vegvesens Håndbok V712 Konsekvensanalyser» (Straume & Bertelsen, 2015, s. 1).

1.2 Problemstillinger

Med utgangspunkt i Saudas posisjon som en egen bo- og arbeidsmarkedsregion presenterer jeg oppgavens hovedproblemstilling som følger:

Hvordan påvirker Saudatunellen potensialet for økt mobilitet i arbeidsmarkedet og befolkningsvekst i Sauda?

For å svare på dette spørsmålet er det imidlertid behov for å svare på flere delproblemstillinger.

1. Vil kortere avstander, som følge av Saudatunellen, føre til økt pendling til og fra Sauda?
2. Vil Saudatunellen føre til at Sauda blir mer attraktiv som flyttedestinasjon på lang sikt?
3. Hvordan vil aktivitetsnivået i lokal detaljhandel i Sauda påvirkes av Saudatunellen?
4. Kan en større arbeidsmarkedsregion gi grunnlag for at boligprisene i Sauda nærmer seg nivået i andre kommuner i regionen?
5. Kan virkningene av sammenlignbare vegprosjekter benyttes til å vurdere potensielle effekter av Saudatunellen?

1.3 Oppgavens struktur og metode

Jeg har valgt en kvantitativ tilnærming på oppgaven. Dette innebærer at resultater og analyse gjøres ut fra blant annet modellkjøringer, der datagrunnlaget er registerbasert (fra Statistisk Sentralbyrå (SSB, 2022c) eller andre relevante kilder). For en fullstendig oversikt over SSB-tabeller, se appendiks; Tabell 7.

Johannessen et al. (2011, s. 467) sier at det innen samfunnsforskning prinsipielt er to typer statistikk; *deskriptiv statistikk* eller *slutningsstatistikk*. I all hovedsak benytter jeg i denne analysen metoden *deskriptiv statistikk*, i form av figurer, kart og tabeller, både som grunnlag for analyse, og som en forklarende del av analyser.

Ettersom dette er en masteroppgave, skal jeg også vise teoretisk og teknisk forståelse. I den forbindelse vil jeg presentere en del teknisk gjennomgang av modeller. Skulle jeg gjennomført en tilsvarende analyse av Saudatunellen som for eksempel et bestillingsverk eller en offentlig rapport, ville jeg nok utelatt en del av det tekniske.

Oppgaven er strukturert på en slik måte at det ikke forekommer et enkelt spesifikt teorikapittel, der all teori samles. Derimot presenteres eksisterende teori for de forskjellige temaene/modellrammene som gjennomgås i oppgaven i hver sine respektive kapitler, før analyse basert på aktuelle modeller. Dette er et valg jeg har tatt for å opprettholde en rød tråd gjennom oppgaven, der mange kapitler bygger videre på foregående kapitler. For eksempel omhandler kapitlene 3 til 6 *pendlestrømmer*, der kapittel 7 bygger på svakheter ved modellering av pendlestrømmer. Kapitlene 8 til 10 tar for seg enkeltkomponenter fra modellrammen presentert i kapittel 7.

1.4 Programvare

I arbeidet med denne masteroppgaven har jeg benyttet følgende programvare:

Jeg har benyttet databehandlingsverktøyet *RStudio* (RStudio Team, 2021) til produksjon av alle grafer og tabeller, i tillegg er oppgaven også skrevet i dette programmet gjennom *rmarkdown*-pakken (2.13; Allaire et al. (2022)). Kart er produsert i GIS-verktøyet *QGIS* 3.24 (QGIS Development Team, 2022). Modellkjøringer i kapittel 5 er gjort i verktøyet *AMPL IDE* 3.6.7 (AMPL Optimization Inc., 2021).

I de tilfeller der figurer kommer fra andre kilder, er det henvist til opprinnelig kilde.

2 Bakgrunnshistorie og observert befolkningsutvikling

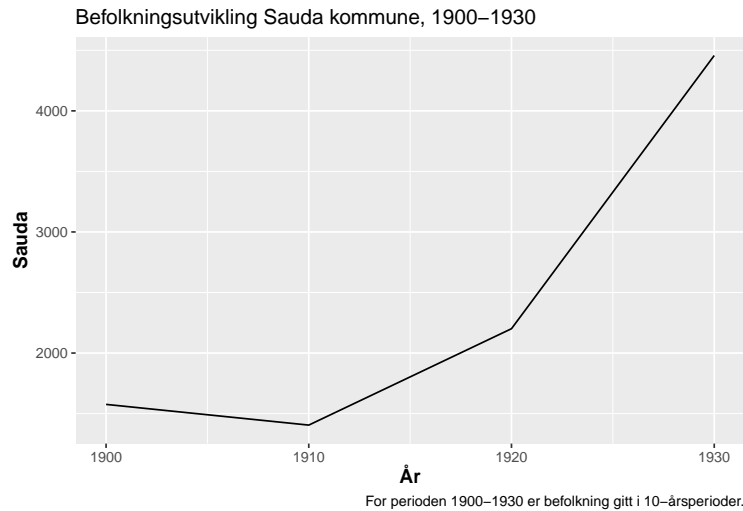
Sauda kommune har en lang industrihistorie. Denne strekker seg tilbake til 1914, via toppen tidlig på 60-tallet og til Sauda slik vi kjenner det i dag. Det er en kjent mekanisme i økonomisk baseteori at industriutvikling og sysselsettingsvekst kan gi grunnlag for at det vokser fram et tettsted. I dette kapittelet skal jeg se nærmere på befolkningsutviklingen i Sauda kommune over denne perioden.

2.1 Starten på industrieventyret

I følge Brandal (2016) var det vedtaket om å gi A/S Saudefaldende konsesjon til bygge ut Storelva og utnytte vannkraft til produksjon av elektrisk energi som la grunnlaget for Sauda, slik Sauda framstår i dag. Eventyret startet med Saudefaldene i 1914, og det påfølgende smelteverket med produksjonsstart i 1923. En forutsetning for kraftutbyggingen var at A/S Saudefaldende hadde en kjøper til kraften. Det kanadiske selskapet *Electric Furnace Products Company, Limited (EFP)*, eid av det amerikanske selskapet *Union Carbide and Carbon Corporation*, ønsket å etablere en karbidfabrikk i Sauda, der denne fabrikken ville kreve store mengder elektrisk kraft.

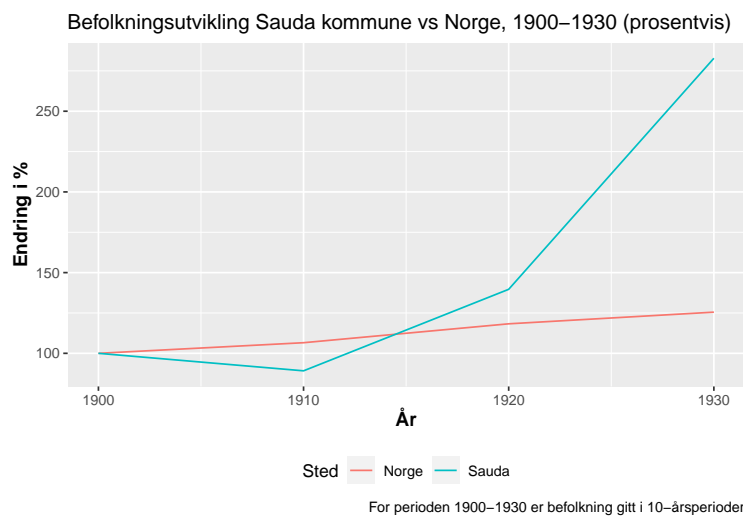
Konsesjon ble gitt i desember 1914, og byggingen av både kraftanlegg og fabrikk startet i 1915. I perioden 1915-1931 kom tre kraftstasjoner i drift, henholdsvis 1919, 1922 og 1931. I den samme perioden startet EFP produksjon i 1923. Den opprinnelige karbidfabrikken ble i perioden 1920-1923 ombygd til produksjon av ferromangan, som følge av lav etterspørsel etter karbid etter første verdenskrig (Brandal, 2016).

Figur 5 viser at det i denne perioden var en eksplosiv befolkningsvekst i Sauda. I 1910 var det 1405 innbyggere i kommunen, 20 år senere, i 1930 var befolkningen økt til 4457.



Figur 5: Befolkningsutvikling i Saura, 1900-1930.

I Figur 6 er innbyggertallet skalert til 100 i år 1900, både for Norge og Saura. Befolkningstallene i etterfølgende år er målt i forhold til dette, slik at kurvene i figuren representerer den prosentvise utviklingen. Figuren illustrerer at Saura hadde en svært rask befolkningsvekst i denne perioden der også folketallet i Norge vokste betydelig.



Figur 6: Utviklingen i Saura sammenlignet med Norge, 1900-1930.

2.2 Økonomisk baseteori

Den eksplosive befolkningsveksten i Sauda i perioden etter 1910, slik den er presentert i kapittel 2.1, kan forklares blant annet med utgangspunkt i økonomisk baseteori. Økonomisk baseteori oppstod på 1930-tallet i form av eksport-basemodellen utviklet av Homer Hoyt, som et instrument for å predikere fysisk vekst av byer (Capello, 2015). Hovedideen bak slike modeller er ifølge Capello (2015) at mindre økonomiske systemer, som regioner eller byer, ikke kan stole utelukkende på endogene kapasiteter for å oppnå utvikling. I økonomisk baseteori skilles det mellom to typer næringer; lokal- og basisnæringer.

Lokalsektoren består av ifølge McCann (2013) av bedrifter som produserer og tilbyr varer og tjenester lokalt, gjerne kalt servicenæringer. Eksempler på lokalnæringer kan være dagligvare, helsetjenester, skoler, lokal transport og lignende. Slike næringer er ifølge McCann (2013) nærmest utelukkende benyttet av lokale bedrifter og husholdninger. Det vil si at lokalnæringer styres av endogene (interne) forhold.

Hoyt (1954) viser til basisnæringer som den primære årsaken til urban vekst. Det vil si spesialiserte næringer som produserer goder eller tjenester som eksporteres til andre regioner eller land (McCann, 2013, s. 157). Eksempler på basisnæringer kan, ifølge McCann (2013), være bilindustrien i Torino og Detroit, flyindustrien i Seattle (Boeing) og Toulouse (Airbus). Av lokale eksempler kan Aibel i Haugesund, Kværner på Stord eller Eramet (smelteverket) i Sauda trekkes fram. Ettersom basisnæringene styres av eksport kan man også si at sysselsettingen i basisnæringene er eksogent gitt, det vil si bestemt av forhold utenfor regionen. Eksportelementet i basisnæringer er for øvrig også bakgrunnen for at modellen til Hoyt omtales som en eksport-base modell.

Ifølge Hoyt (1954) skyldes mesteparten av befolkningsveksten i raskt voksende byområder innvandring. Ved slik vekst har lokale fødselsrater liten betydning, fordi familier med bevegesfrihet migrerer til steder med økonomiske muligheter. Videre sier Hoyt (1954, s. 183) at «sysselsettingsmuligheter bestemmer størrelsen på de fleste byer, bortsett fra turiststeder».

Med utgangspunkt i Capello (2015, s. 280) kan eksport-base modellen til Hoyt formuleres på følgende vis:

$$P = aE_T \quad (1)$$

$$E_T = E_b + E_s \quad (2)$$

$$E_s = bP \quad (3)$$

$$Eb = \bar{E}_b \quad (4)$$

Ligningene (1) til (4) kan defineres ved:

- (1): Befolkningen (P) er proporsjonal med total sysselsetting (E_T).
- (2): Total sysselsetting er summen av sysselsetting i de to næringssektorene.
- (3): Lokalsysselsettingen (E_s) er proporsjonal med befolkningen.
- (4): Aktivitetsnivået i basisnæringene (E_b) er eksogent gitt.

Ligning (1) er i denne formuleringen en forenkling. Det kan også tenkes at befolkning(svekst) er bestemt/påvirket av tilgjengeligheten i arbeidsmarkedet. Dette innebærer at ligning (1) er rimelig for en region som helhet, men ikke like rimelig når en ser på kommuner/tettsteder innenfor en region.

Ved hjelp av passende substiusjoner og noen enkle beregninger kommer man fram til:

$$P = \frac{1}{1-ab} \bar{E}_b \quad (5)$$

der $\frac{1}{1-ab}$ er en basemultiplikator. Virkningen av et eksogent sjokk i basissysselsettingen er da gitt ved:

$$\Delta P = \frac{1}{1-ab} a \Delta \bar{E}_b \quad (6)$$

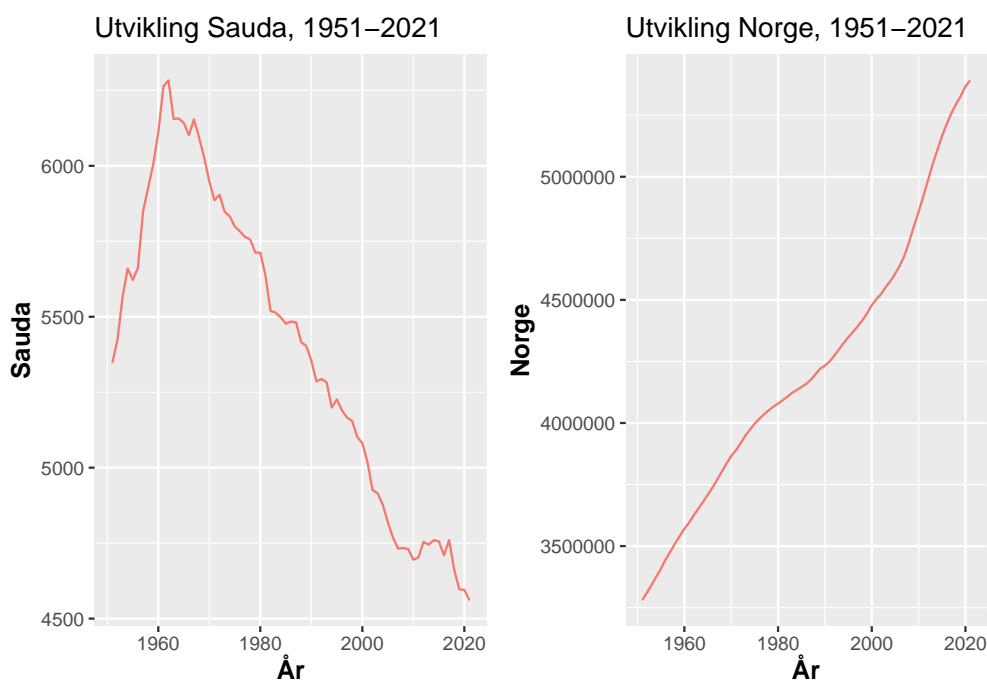
I et slikt system vil man da få en iterativ (*gjentakende*) prosess der økt sysselsetting i basisnæringer vil gi økt total sysselsetting, som videre vil føre til at lokalsysselsettingen og befolkningen øker. Ved befolkningsvekst øker behovet for sysselsetting innen lokalsektoren,

som igjen vil føre til at den totale sysselsettingen øker. Med $ab < 1$ vil dette være en konvergerende prosess, det vil si at summen av virkningene har en grenseverdi. Med nye positive eksogene sjokk vil det bli ytterligere økt befolkningsvekst, inntil eventuelle klyngeulemper kan bremse eller reversere en slik vekst.

2.3 Utviklingen fram til i dag

Tall fra kommunehefte for Sauda kommune (SSB, 1960) viser at befolkningsveksten i Sauda fortsatte utover 1940- og 50-tallet. Tallene for kommunevise folketall er litt usikre før 1950. Derfor tar jeg bare med tall for perioden 1951-2021 i Figur 7.

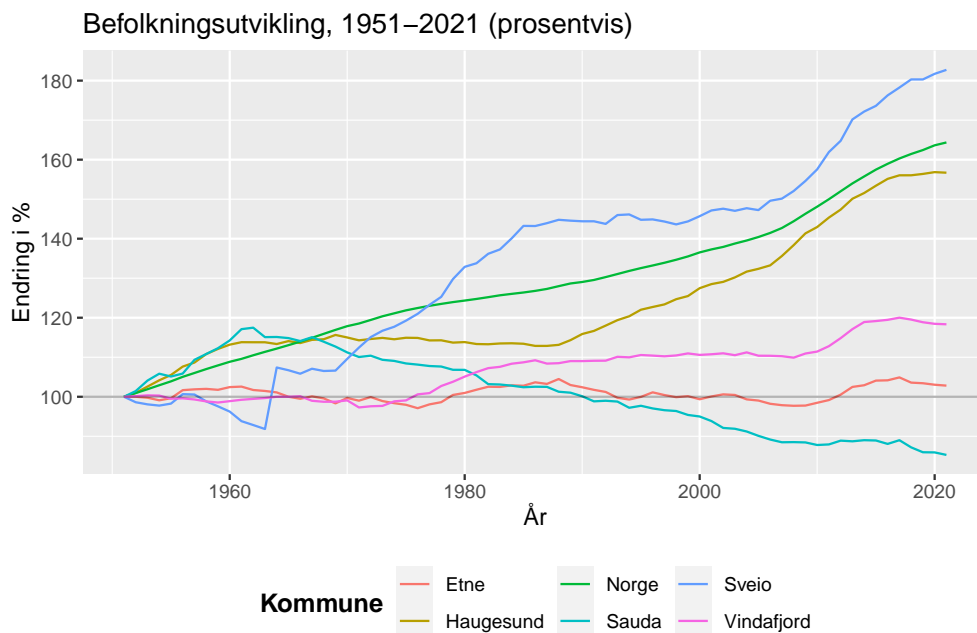
Figur 7 viser at der Norge har hatt en kontinuerlig befolkningsvekst de siste 70 årene, har Sauda hatt en vedvarende nedgang siden 1962. Nedgangen flatet imidlertid litt ut i perioden 2010-2017, en rimelig *antakelse/hypotese* kan være økt arbeidsinnvandring til Sauda i akkurat denne perioden (se kapittel 2.7/Figur 13).



Figur 7: Utviklingen i Sauda sammenlignet med Norge, 1951-2021.

Videre kan man sammenligne befolkningsutviklingen med kommunene i nærheten av Sauda (Figur 8). Har her jeg valgt å trekke fram Etne, nabokommunen Vindafjord og Sveio

og Haugesund, som representanter for to kommuner i ytre del av regionen Haugalandet. I denne framstillingen er det mest hensiktsmessig å vise den skalerte, prosentvise, utviklingen, hovedsaklig på grunn av skalaforskjeller i antall innbyggere som vil gi lite fornuftig sammenligningsgrunnlag. I tillegg er utviklingen for Norge samlet også inkludert. Tall hentet fra SSB-tabell 06913.



Valestrand kommune ble en del av Sveio i 1964. Kommuneendringer i Etne og Vindafjord i 1964–65 er korrigert for.

Figur 8: Prosentvis utvikling utvalgte områder, 1951-2021.

I 1964 var det en kommunesammenslåing, der Valestrand kommune ble en del av Sveio kommune (Juvkam, 1999). Denne sammenslåingen er ikke korrigert for, men man kan se at den generelle befolkningsnedgangen i Sveio på denne tiden fortsatte en liten stund til etter sammenslåingen, før veksten skjøt fart mot slutten av 70-tallet. I 1965 ble Skånevik kommune en del av Etne kommune (Juvkam, 1999). Denne sammenslåingen utgjorde en markant økning i befolkningen og er korrigert for, ved at 1965 ble nytt referanseår (skalert til 100). Angående Vindafjord var det også store endringer i kommunestrukturen rundt 1964-1965. Også her er dette korrigert for, ved at 1964 og 1965 er skalert til 100 med 1965 som referanseår for resterende periode. Tallene som ligger til grunn for Vindafjord er SSBs sammensatte tidsserie basert på nåværende kommunegrenser, der også tidligere Ølen kommune er med i beregningsgrunnlaget. Tidligere 1159 Ølen og 1154 Vindafjord kommuner fusjonerte til 1160

Vindafjord i 2006.

Som man kan se av den grafiske framstillingen så har folketallet i Etne vært relativt stabilt gjennom hele 70-års perioden. Befolkningsutviklingen i Vindafjord har et tilsvarende mønster som det for Etne, men man ser en høyere vekst rundt 1980 og fra 2010.

Haugesund hadde noe vekst på 1950-tallet, men stillstand mellom 1960 til slutten av 1980-tallet. Videre fram til i dag har det vært en relativt sterk vekst, blant annet som følge av utvikling av flere store boligområder.

Sveio og Sauda kan ses på som to svært motstridende utviklingsscenarier. Sveio, som hadde befolkningsreduksjon før 1962, har hatt en svært kraftig befolkningsvekst siden 1968-69. Sveio har en veldig sentral beliggenhet sett i forhold til dominerende jobbmuligheter i regionen. På den andre siden har Sauda, som i 1961-62 hadde den til da høyeste prosentvise veksten, hatt en kontinuerlig nedgang etter 1962. Sauda er den eneste av de utvalgte kommunene som har en lavere befolkning i dag enn i 1962. Sammenlignet med referansebefolkningen i 1951 har befolkningen i Sauda falt fra 117,5% i 1962 til 85% i 2021.

2.4 Glansdagene og befolkningstoppen

Som man ser av Figur 7 var befolkningen på topp tidlig på 1960-tallet. På denne tiden var det i følge Fløgstad (1990) ikke uvanlig med dobbel bemanning ved en stor del av jobbene ved smelteverket. Dette hadde sammenheng med at smelteverket gikk med svært store overskudd, der arbeiderne ble belønnet med «gunstige særordninger, sosiale tiltak og bemanningsavtaler» (s.156). Fløgstad trekker fram at det gode arbeidsmiljøet kan ha skapt høyere produktivitet, men at det samtidig var liten tvil om at EFP var kraftig overbemannet sett med bedriftsøkonomiske øyne. Dette bidro til en kraftig befolkningsvekst i Sauda.

Denne kraftige befolkningsveksten fra 1914 til starten av 1960-tallet kan forklares med bakgrunn i basemekanismene fra kapittel 2.2. Økonomisk vekst og økt sysselsetting ved smelteverket (basisbedrift) medførte den iterative prosessen med økt total sysselsetting, økt befolkning og igjen økt sysselsetting i lokalnæringene i Sauda i denne perioden.

Fløgstad (1990) viser til at det fra 1957 til midten av 60-tallet var trangere tider for smelte-

verket, da flere områder i verden gjorde sitt inntog på markedet. Sammen med endringer i ledelsen på denne tiden la dette grunnlag for uro, der det ble varslet endringer i produksjonsbemanningen for å effektivisere driften.

2.5 Nedgangstider i Sauda

Uroen knyttet til omstillingen ved smelteverket nådde kokepunktet i 1962, da ledelsen i følge Fløgstad (1990) reiste krav om reduksjon i arbeidsstyrken på 43%. Etter et møte tidlig i januar 1962 ble kravet redusert til 33% reduksjon, men partene stod framdeles langt fra hverandre. 3. februar 1962 gikk arbeiderne til streik og produksjonen ble stanset. Streiken varte til 4. mai, da Voldsgiftsdommen slo fast en reduksjon i bemanningen på 23%, mot ledelsens opprinnelige krav på 43%. Fløgstad sier at dette var å anse som en liten seier for fagforeningen ved smelteverket (s. 178).

I takt med at arbeidsplassene ved smelteverket forsvant, så forsvant også innbyggere fra Sauda. Samtidig økte produksjonen nærmest proporsjonalt med reduksjonen i arbeidere. I løpet av perioden 1962-70 var produksjonen doblet, mens antall ansatte var redusert fra 1300 til under 1000. Fløgstad påpeker at denne reduksjonen i ansatte utelukkende gikk utover produksjonsarbeiderne. Samtidig gikk arbeiderne i denne perioden ned i lønn sammenlignet med resten av landet. Etterhvert bygget det opp til ny streik i 1970.

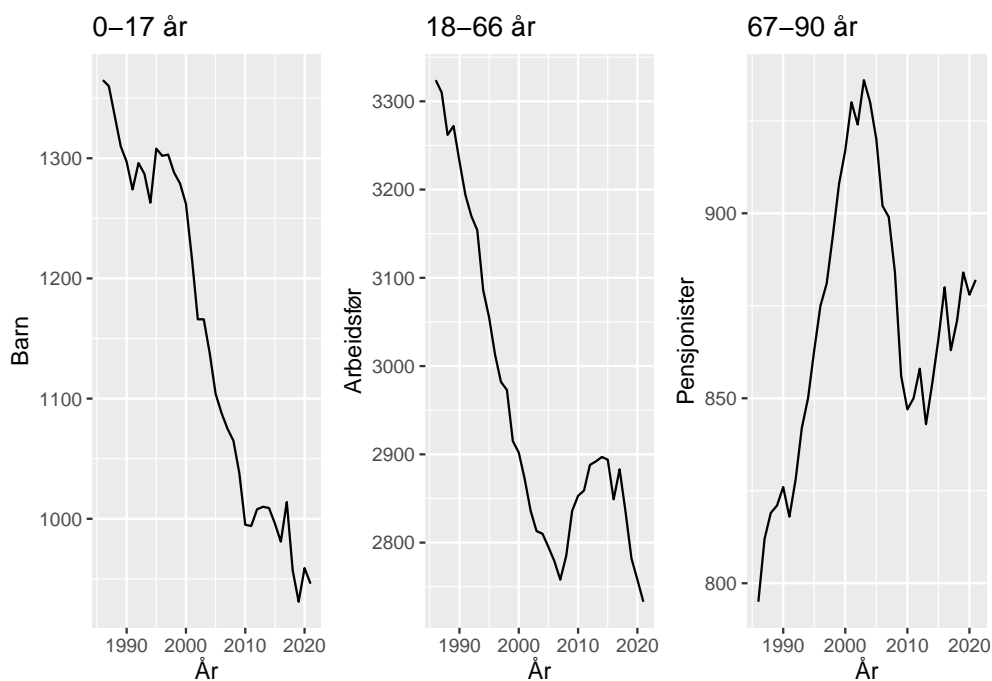
Denne omstillingen fra overbemanning til effektivisering, og bortfall av arbeidsplasser i basisnæringen ved smelteverket er å betrakte som et negativt eksogent sjokk i eksport-basemodellen, med en tilsvarende iterativ prosess som beskrevet i kapittel 2.2, men nå med negativt fortegn. Dette innebærer da at redusert sysselsetting ved basisnæringen gir reduksjon i total sysselsetting, som gir redusert befolkning, som videre gir reduksjon i sysselsetting innen lokalsektoren, osv.

Over 60 år med vedvarende befolkningsnedgang i Sauda, som vist i Figur 7, kan indikere at når man først har kommet inn i slik negativ «spiral» så kan det være vanskelig å komme ut av den. Blant annet Thorsen (2012) presenterer eksempler på at det kan være vanskelig å reversere denne prosessen. Dette kommer av at den iterative prosessen er selvforsterkende. Man kan eksemplifisere dette ved at befolkningsnedgang kan føre til at viktige samfunnstjenester

som skoler og ulike kulturtilbud legges ned, dersom det ikke lengre er befolkningsgrunnlag for fortsatt drift. Dette vil så gjøre lokalområdet mindre attraktivt, gi fraflytting, og det vil bli enda vanskeligere å tiltrekke nye beboere.

2.6 Demografi og beskrivelse av dagens situasjon

I takt med at befolkningsmengden har endret seg har også aldersfordelingen i befolkningen endret seg merkbart de siste 40 årene.

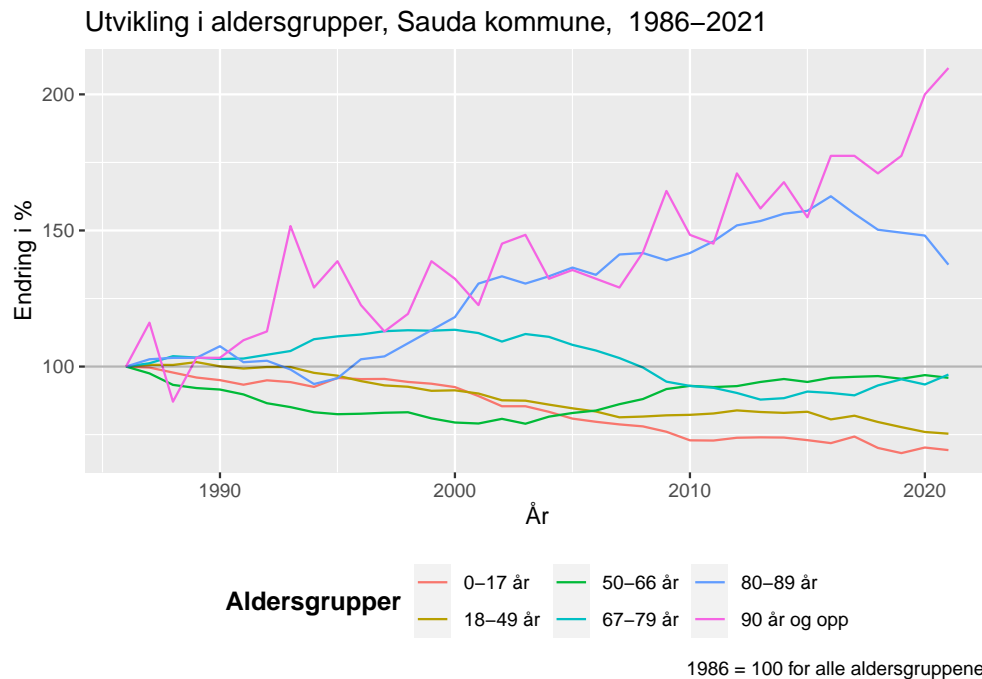


Figur 9: Fordeling av aldersgrupper i befolkningen i Sauda, 1986-2021.

Som man kan se av Figur 9 har det vært en kraftig reduksjon i både antall barn og blant de i arbeidsfør alder. Et lite unntak er perioden rundt 2010-2015, der det var en liten vekst blant de arbeidsføre. Som jeg kommer tilbake til i kapittel 2.7, skyldes dette i stor grad økt arbeidsinnvandring på denne tiden (se Figur 13). Samtidig har antallet eldre økt noe for perioden sett samlet.

Ser man på den prosentvise utviklingen i en enda finere aldersinndeling vil man i Figur 10 se at det i særlig aldersgruppen 90 år og oppover har vært en markant økning, der antallet er mer enn doblet. I tillegg har det med unntak av de siste fem årene også vært en markant

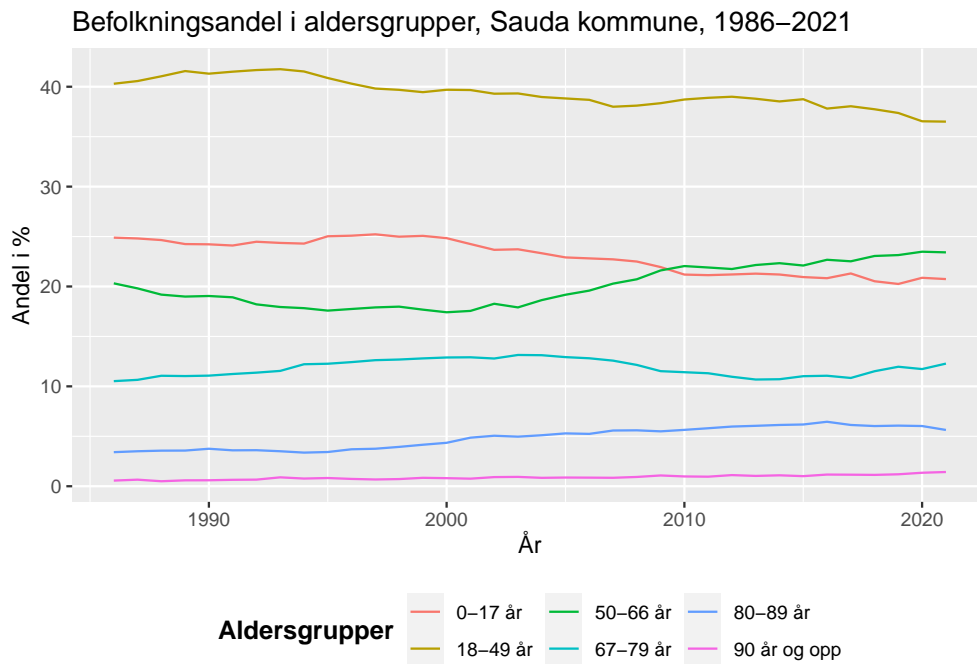
økning blant de mellom 80 og 90 år. Samtidig har antallet personer i samtlige av de andre aldersgruppene falt, og ligger i dag under referanseåret 1986.



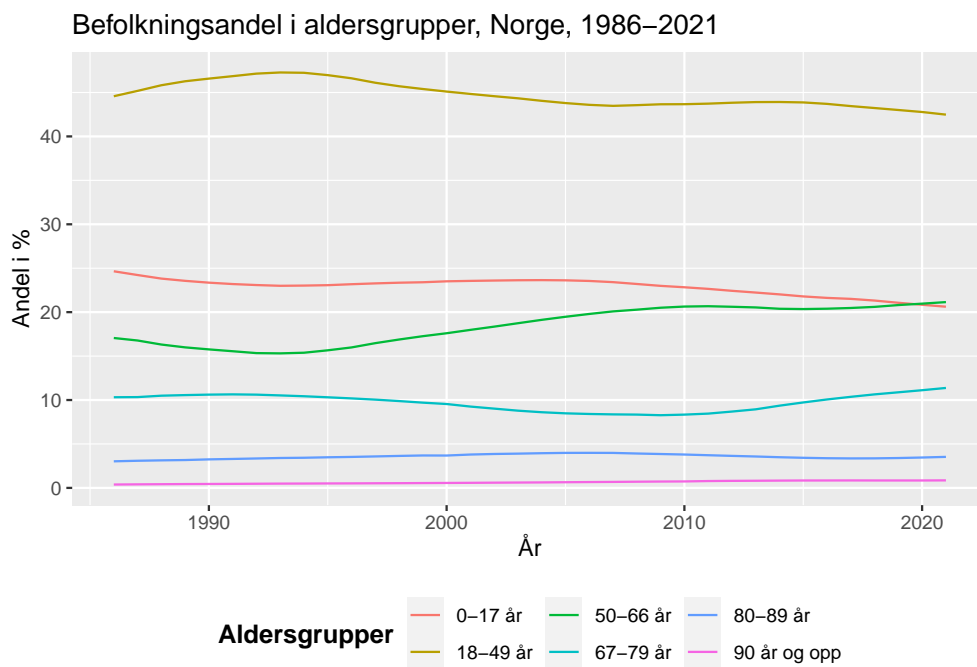
Figur 10: Prosentvis endring i aldersgrupper, Sauda 1986-2021.

Det er rimelig å anta en tendens til at den yngre befolkningen forsvinner fra Sauda til for eksempel studier, samtidig som de arbeidsføre søker til andre steder for å finne arbeid. Og som man kan se i Figur 10 blir de eldste stadig flere. Denne kombinasjonen fører til et merkbart fødselsunderskudd i kommunen. Samtidig gjør mangelen på arbeidsplasser det lite attraktivt for de som har studert andre steder å vende tilbake til Sauda etter endte studier.

Man kan se den samme utviklingen ved å se på befolkningsandelen i de forskjellige aldersgruppene i Figur 11. De tre gruppene som svarer til høyest alder har alle en stigende tendens. I tillegg har andelen som nærmer seg pensjonistalder, aldersgruppen 50-66 år, økt sin andel av befolkningen de siste 18 årene. Sammenlignet med referanseåret 1986 har andelen i denne aldersgruppen økt med 3.4%, likevel viser Figur 10 at antallet personer i denne aldersgruppen er lavere nå enn i 1986. Videre ser man at både aldersgruppen 0-17 år og 18-49 år har hatt en reduksjon i befolkningsandeler over tid.



Figur 11: Andel av befolkningen i de forskjellige aldersgruppene, Sauda 1986-2021.



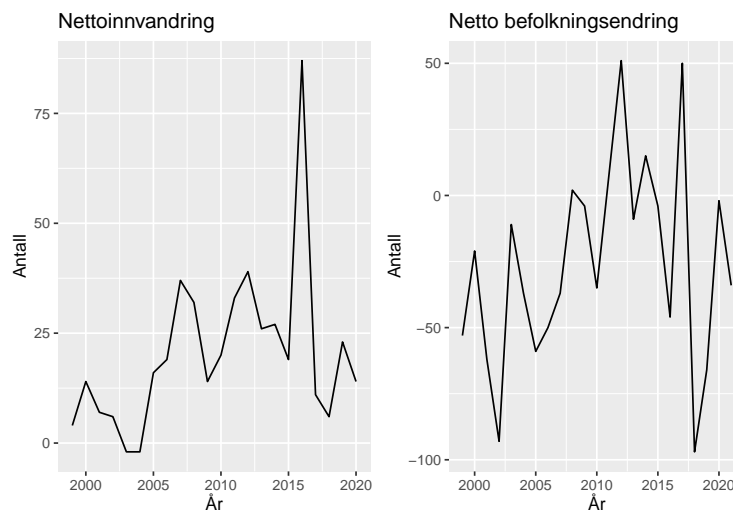
Figur 12: Andel av befolkningen i de forskjellige aldersgruppene, Norge 1986-2021.

Sammenligner man Figur 11 med Figur 12 ser man tydelig at den generelle utviklingen i aldersbaserte befolkningsandeler i Sauda over tid følger utviklingen på landsbasis. Det som skiller Sauda fra Norge er at Sauda for hele perioden har hatt en lavere befolkningsandel i aldersgruppen 18-49 år, samtidig som aldergruppene fra 50 år og oppover har vært høyere enn på landsbasis. Fellestrekkene mellom Sauda og Norge er at befolkningen synes å generelt være eldre i dag enn i 1986.

2.7 Arbeidsinnvandring

Som nevnt tidligere (i kapittel 2.3) flatet befolkningsendringen i Sauda noe ut de siste 15 årene, til dels forklart av arbeidsinnvandring. Av Figur 13 kan man se hvordan nettoinnvandringen har vært. Til tross for den høye andelen arbeidsinnvandrere i 2016 var det likevel en samlet nedgang i befolkningen dette året. Befolkningen økte noe i 2017, før den sank med omtrent 100 innbyggere i 2018.

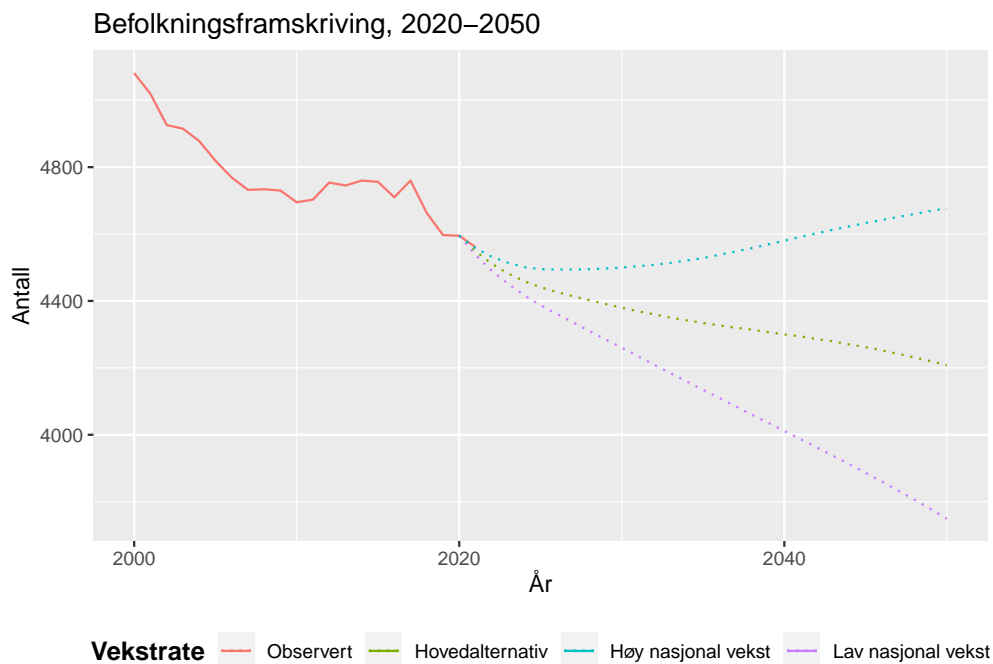
Dette kan forklares med at arbeidsinnvandrere gjerne flytter dit det er arbeid å få. Ofte vil disse arbeidene være av midlertidig karakter, slik at arbeidsinnvandrerne ofte flytter andre steder i landet eller vender tilbake til hjemlandet når prosjektene er ferdigstilte.



Figur 13: Nettoinnvandring og netto befolkningsendring i Sauda kommune, 1999-2021.

2.8 Framtidsutsikter

Annet hvert år presenterer Statistisk sentralbyrå befolkningsframskrivninger (SSB, 2020). Dette er beregninger på hvordan befolkningen utvikler seg framover, gitt ulike forutsetninger om fruktbarhet, dødelighet, flytting osv. Slike beregninger er basert på dagens situasjon og må tas med en «stor klype salt». Dette er også noe SSB er klar over, og framskrivingene lages derfor i ulike alternativer. SSB (2020) viser til tre overordnede kilder til usikkerhet; demografiske forutsetninger, modellspesifikasjon og offisiell statistikk.



Figur 14: Befolkningsframskriving 2020-2050, Sauda kommune

Figur 14 viser at hovedalternativet gir en fortsatt negativ befolkningsutvikling i Sauda fram mot år 2050. Basert på 60 år med vedvarende befolkningsnedgang kan dette i grunn synes å framstå som en realistisk prediksjon. Det tas imidlertid ikke hensyn til potensielle endringer i infrastruktur mm., som for eksempel Saudatunellen.

Det eneste alternativet basert på tall fra SSB (2020) som predikerer en høyere befolkning i 2050 enn nå, er alternativet med høy nasjonal vekst. Også i dette alternativet ser man av Figur 14 at det forventes en fortsatt befolkningsnedgang i Sauda fram mot 2030, og at befolkning ikke vil være tilbake på dagens nivå før rundt år 2040. Det er selvsagt stor

usikkerhet knyttet til slike beregninger, som i hovedsak er basert på demografiske forhold, og for eksempel ignorerer trender knyttet til sentralisering og lignende.

3 Mobilitet i arbeidsmarkedet; observerte pendlestrømmer

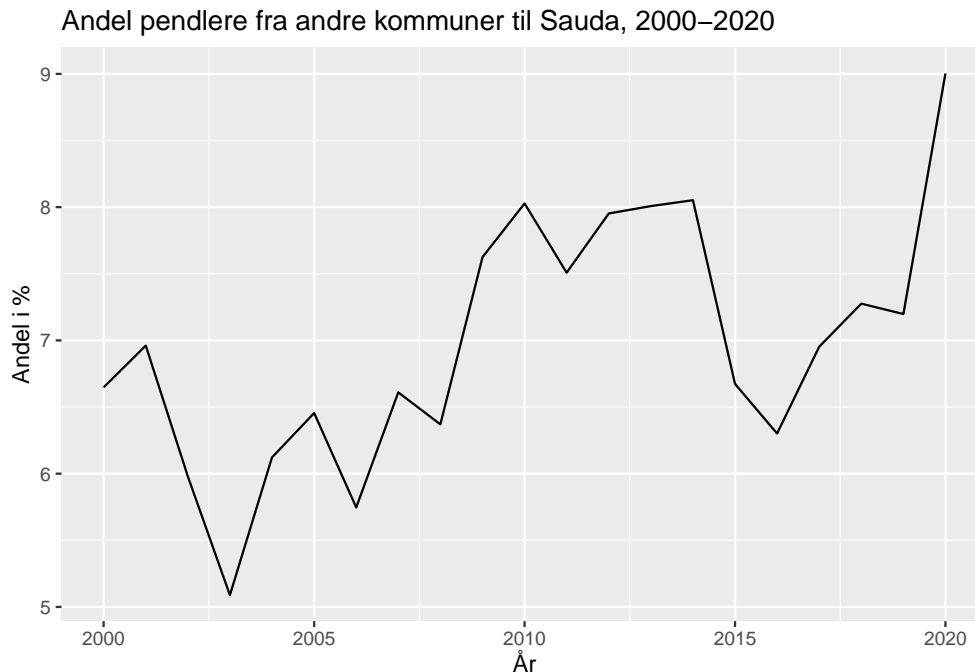
Som jeg nevnte innledningsvis har Sauda en stor avstandsutfordring, med store avstander til andre arbeidsmarkedsområder. I dette kapittelet vil jeg dermed presentere hvordan Sauda kommunes lokalisering fjernt fra sentrale arbeidsmarkedsområder er reflektert i observerte pendledata.

I Figur 15 kan man se at andelen av arbeidsplasser i Sauda som har vært besatt av folk bosatt i andre kommuner har vært stabilt lav de siste 20 årene. Figuren antyder en økende trend de siste årene, med en topp i 2020 rundt 9%, opp fra 6.3% i 2016. Det innebærer da at over 90% av all sysselsetting i Sauda er besatt av folk som bor i kommunen. Målt i antall var det for perioden et gjennomsnitt på 142 sysselsatte i Sauda, med bosted i andre kommuner. Dette danner et tydelig bilde av at det er lite attraktivt å pendle til Sauda, og kan i stor grad begrunnes med de store avstandene til Sauda.

Både Figur 15 og Figur 16 er basert på informasjon om bosteds-/arbeidsstedskommune i en OD-matrise. Det gis imidlertid ingen informasjon om hvor ofte observert pendling forekommer, men det er nærliggende å anta at mange observasjoner kan være ukependlere og lignende.

I motsatt retning ser man av Figur 16 at det er en noe høyere andel som pendler ut av kommunen. Man ser en jevnt voksende trend med en topp på 14.1% i 2014, opp fra 10.3% i 2000. Deretter var det et markant fall på 2.3 prosentpoeng fra 2014 til 2016, før andelen utpendlere igjen har økt siden. En sannsynlig/mulig forklaring på dette fallet vil være relatert til de dårlige tidene innen petroleumsrelaterte virksomheter (gjerne kalt *oljekrisen*), der svært mange offshore-ansatte ble permitterte i perioden 2014-16 (se Blomgren et al. (2016)).

Blant pendlerne ut fra Sauda hadde i gjennomsnitt 17% arbeidssted på kontinentalsokkelen (offshore) i perioden 2000-2017 (jf. tall fra SSB-tabell 03321, der verdiene fra 2018 er beregnet etter andre kriterier enn fram til 2017). I antall utgjør denne pendlergruppen 70. Til sammenligning var gjennomsnittet for regionsenteret Haugesund i samme periode 374, tilsva-



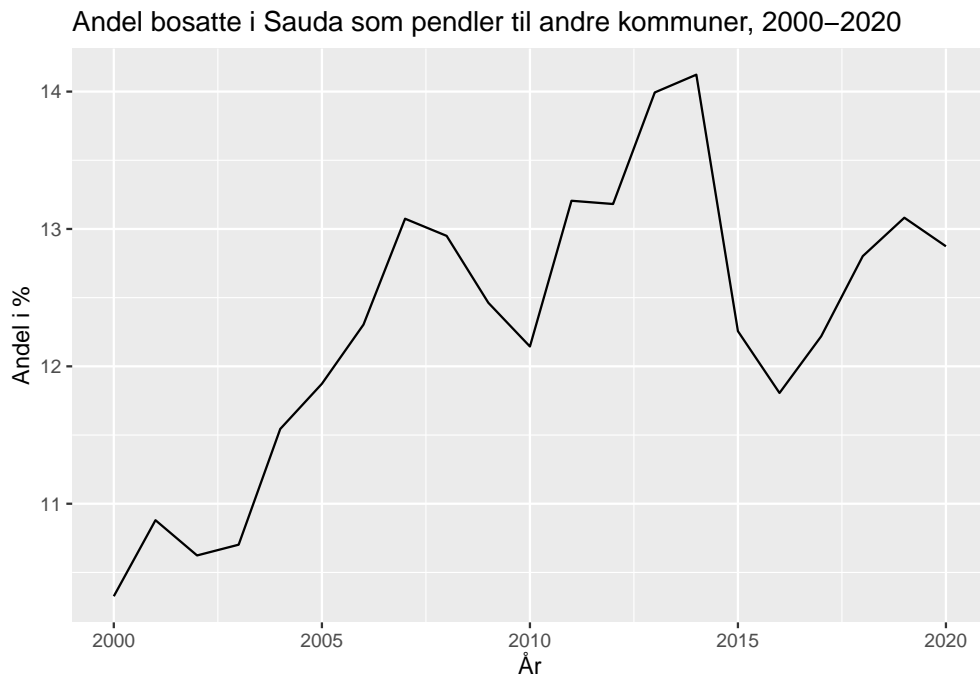
Figur 15: Andel av arb.plasser i Sauda besatt av pendlere fra andre kommuner, 2000-2020.

rende 7% av de som pendler ut fra Haugesund. Dette danner et bilde av hvor sentral/viktig offshore-næringen er for pendlerne bosatt i Sauda.

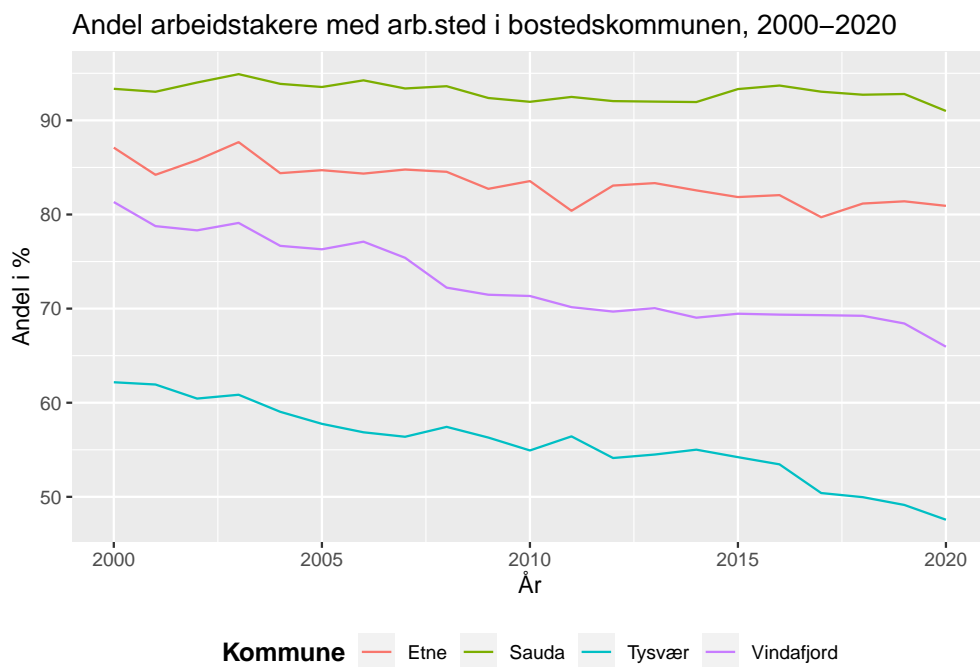
For øvrig er vanlige rotasjonsordninger innen petroleumsrelaterte virksomheter to uker på jobb og fire uker hjemme (2-4-rotasjon), eller fire uker på og fire uker av (4-4-rotasjon) (Furre, 2009). Dette innebærer at de som jobber offshore dermed ikke kan anses som reelle dagpendlere som vil bli påvirket av Saudatunellen.

Saudas lokalisering fjernt fra sentrale arbeidsmarkeder kommer tydelig fram i Figur 17, både i nivå-tall, og i utvikling over tid for den relevante andelen. I figuren sammenligner jeg interntpendlingen i Sauda med interntpendlingen i nabokommunene Vindafjord og Etne, samt Tysvær (som ligger mellom Vindafjord og regionsenteret Haugesund).

I perioden 2000-2020 ser man at sysselsettingen i Sauda nærmest i sin helhet har vært besatt av Saudabefolkningen. Samtidig ser man at andelen interntpendling faller med redusert avstand til det sentrale arbeidsmarkedsområdet i regionen. Google Maps beregner reisetid fra Haugesund til kommunesentrene i Tysvær, Vindafjord, Etne og Sauda til henholdsvis 16, 50, 60 og 110 minutter. Andelen interntpendlere i de aktuelle kommunene danner da et bilde



Figur 16: Andel av bosatte i Sauda (15-74 år) som pendler til andre kommuner, 2000-2020.



Figur 17: Andel arbeidstakere med arbeidssted i bostedskommunen, 2000-2020

av at pendling er avstandsavhengig, og at tendensen til internpendling naturlig nok øker med redusert tilgjengelighet til alternativer.

Etne har i likhet med Sauda en svært høy andel internpendlere, men samtidig rundt ti prosentpoeng lavere andel enn Sauda. Dette kan begrunnes med at reisetiden på rundt en time til Haugesund er i det lengste laget, samtidig som befolkningen i Etne har kort vei til arbeidsmarkedene i Ølen og Ølensvåg (Vindafjord kommune).

Store mengder av befolkningen i Vindafjord og Tysvær er bosatt innenfor rimelig pendleavstand til Haugesund. Av Figur 8 ser man at Vindafjord har hatt noe befolkningsvekst i nyere tid. I tillegg viser tall fra SSB-tabell 06913 at befolkningen i Tysvær har økt med nær 28% i perioden 2000-2020. Dette kan da være en mulig forklaring på at disse to kommunene har hatt en jevnt fallende andel internpendlere i perioden. Det kan tenkes at folk har flyttet ut fra for eksempel Haugesund for å bo rimeligere/bedre, men fortsatt å jobbe i Haugesund grunnet nærheten til det store arbeidsmarkedet i Haugesund/Karmøy. En slik utvikling er i samsvar med standard budrenteteori, som jeg kommer tilbake til i kapittel 9.

4 Modellering av pendlestrømmer

De aller fleste bilturer foretas som regel i forbindelse med spesifikke mål. Slike mål kan være handleturer, arbeidsreiser, i arbeid eller andre daglige gjøremål. Det velkjente begrepet *rushtrafikk* betegner sterkt økende biltrafikk og kødannelse i den tiden flest mennesker utfører slike turer. Normalt inntreffer dette to ganger daglig, morgen og ettermiddag, i hovedsak knyttet til reiser til/fra arbeid. Rushtrafikken kan dermed danne et bilde av pendling som en (sentral) del av det totale trafikkbildet.

I litteraturen er såkalte reisefordelingsmodeller («*trip distribution models*») velkjente og godt innarbeidet. Slike modeller benyttes gjerne til å predikere framtidige virkninger av endringer i infrastruktur, som følge av for eksempel nye vegprosjekter som gir endring i reisetid (Ortúzar & Willumsen, 2011). En familie av slike reisefordelingsmodeller er såkalte gravitasjonsmodeller.

4.1 Gravitasjonsmodeller

Gravitasjonsmodeller har sitt utsprang i Isaac Newtons tredje lov om bevegelse: «*For hver handling er det en lik og motsatt reaksjon*». Ifølge Ortúzar & Willumsen (2011) var Casey (1955) sannsynligvis den første til å ta en gravitasjonsmodell i bruk. I sin enkleste formulering kan den presenteres ved:

$$T_{ij} = \frac{\alpha P_i P_j}{d_{ij}^2}, \quad (7)$$

der T_{ij} er totalt antall turer fra i til j , P_i og P_j er populasjonen ved startsted i og destinasjon j , d_{ij} er distansen mellom i og j , og α er en proporsjonalitetsfaktor. Denne tilnærmingen ble tidlig ansett å være for enkel. Forbedringer av modellen på 1960- og 70-tallet brukte for eksempel heller mål for å avspeile potensialet for antall turer ut fra i og antall turer inn til j . For pendling er det rimelig å la dette være antall arbeidstakere med bosted i i , gitt ved O_i , og antall jobbmuligheter i j , gitt ved D_j .

Ved prediksjon av framtidig økt pendling som følge av oppgradert vegnett benyttes det gjer-

ne en dobbeltbeskranket gravitasjonsmodell. Den klassiske tilnærmingen på en slik modell, formulert av blant annet Wilson (1967), er:

$$T_{ij} = A_i O_i B_j D_j f(c_{ij}), \quad (8)$$

der T_{ij} er totalt antall reiser fra sone i til sone j , O_i er samlet antall reiser fra sone i og D_j er samlet antall reiser som ender i sone j . A_i og B_j er balanseringsfaktorer som gjør at marginalbetingelsene (*balanseringskravene*) $\sum_j T_{ij} = O_i$ og $\sum_i T_{ij} = D_j$ er oppfylt. Det vil si at modellen er dobbeltbeskranket dersom man kjenner verdien for *både* O_i og D_j , i tillegg til at balanseringskravene er oppfylt. Balanseringsfaktorene er gitt ved (9) og (10):

$$A_i = \frac{1}{\sum_j B_j D_j \exp(-\beta C_{ij})} \quad (9)$$

$$B_j = \frac{1}{\sum_i A_i O_i \exp(-\beta C_{ij})} \quad (10)$$

I estimeringen av balanseringsfaktorene brukes som regel en iterativ prosess (Furness (1965)/Bregman (1967)) hvor man starter med $B_j = 1$ i A_i og benytter denne verdien til å re-estimere B_j , denne prosessen gjentas inntil man oppnår konvergens.

$f(c_{ij})$ er en *avstandsavskrekkende funksjon* der populære formuleringer er:

$$f(c_{ij}) = \exp(-\beta C_{ij}) \quad \text{eksponentialfunksjon} \quad (11)$$

$$f(c_{ij}) = C_{ij}^{-\beta} \quad \text{potensfunksjon} \quad (12)$$

Parameteren β er en såkalt *avstandsavskrekkende parameter* («*distance deterrence parameter*») som sier noe om villigheten til å foreta en reise når avstanden endres (se blant annet Wilson (1967) eller Fotheringham (1981)).

Wilson (1967) definerer C_{ij} som generaliserte reisekostnader, og er i følge Ortúzar & Willumsen (2011) typisk representert ved en lineær funksjon av attributter. En mulig sammensetning kan være:

$$C_{ij} = a_1 t_{ij}^v + a_2 t_{ij}^w + a_3 t_{ij}^t + a_4 t_{ij}^n + a_5 F_{ij} + a_6 \phi_j + \delta, \quad (13)$$

der

- t_{ij}^v representerer reisetiden brukt i bil mellom i og j ;
- t_{ij}^w er tiden man benytter til fots mellom for eksempel stoppesteder eller parkeringsplass;
- t_{ij}^t er ventetiden ved for eksempel trafikklys eller tiden man bruker på å lete etter parkering;
- t_{ij}^n er byttetid, for eksempel dersom man må bytte buss eller tog osv.;
- F_{ij} er en pengekostnad, typisk bompenger eller lignende;
- ϕ_j er typisk parkeringskostnad;
- δ er *modal penalty*, det vil si en parameter som representerer alle andre attributter som ikke er tatt med, typisk sikkerhet, komfort, bekvemmelighet og lignende.;
- $a_{1...6}$ er vektor knyttet til hvert kostnadselement.

En naturlig inndeling av de nevnte leddene over kan være å definere $a_{1...4}$ som tidsbaserte kostnader, det vil si $\frac{\text{penger}}{\text{tid}} =$, «*value of time*», og kan for eksempel hentes fra kjøretøyshåndboken til Transportøkonomisk Institutt (TØI). Videre vil $a_{5...6}$ være rene pengekostnader, det vil si kostnader man kan fysisk måle der og da.

Ved bruk av en dobbeltbeskranket gravitasjonsmodell benytter man observerte verdier for pendlere i undersøkelsesgeografien i en reisefordelingsmatrise. β estimeres da med utgangspunkt i avstandene mellom sonene i geografien før oppgraderingene av vegnettet inntreffer. Ved å legge inn nye verdier for avstandene i avstandsmatrisen, vil man altså kunne predikere endringer i pendlefordelingen. Normalt sett innebærer oppgradert vegnett redusert reisetid, slik at redusert avstand/tid fører til at pendling langs den berørte vegstrekningen antas å være mer attraktiv.

Ideelt sett skal slike operative økonomiske modeller ha forankring i teori om rasjonell atferd for beslutningstakerne. I de påfølgende seksjonene vil jeg gå kort inn på slik teori knyttet til gravitasjonsmodellen.

4.1.1 Entropimaksimering

Entropimaksimering er en tilnærming til reisefordelingsmodeller som har blitt benyttet ved genereringen av flere modeller, deriblant gravitasjonsmodellen. Ifølge Anas (1983) og Glenn et al. (2001) ble entropimaksimering først introdusert av Wilson (1967) som et teoretisk grunnlag for gravitasjonsmodeller. Ortúzar & Willumsen (2011) viser til Wilson (1970) som viste at antallet mikrotilstander $W(T_{ij})$ som gir en bestemt mesotilstand T_{ij} er gitt ved:

$$W(T_{ij}) = \frac{T!}{\prod_{ij} T_{ij}!} \quad (14)$$

Ved entropimaksimering kan man takle problemene ved å innføre beskrankninger ved å formulere følgende Lagrange-uttrykk:

$$L = \log W' + \sum_i \alpha'_i \left\{ O_i - \sum_i T_{ij} \right\} + \sum_j \alpha''_j \left\{ D_j - \sum_i T_{ij} \right\} + \beta \left[C - \sum_{ij} T_{ij} c_{ij} \right] \quad (15)$$

Ved å partiellderivere (15) med hensyn på T_{ij} ;

$$\frac{\partial L}{\partial T_{ij}} = -\log T_{ij} - \alpha'_i - \alpha''_j = 0 \quad (16)$$

får man $T_{ij} = \exp(-\alpha'_i) \exp(-\alpha''_j) + \exp(-\beta c_{ij})$. Man kan videre anta at A_i og B_j kan defineres ved:

$$A_i O_i = \exp(-\alpha'_i) \quad \text{og} \quad B_j D_j = \exp(-\alpha''_j), \quad (17)$$

det vil si at man, gjennom entropimaksimering, ender opp med den klassiske gravitasjons-

modellen; $T_{ij} = A_i O_i B_j D_j \exp(-\beta c_{ij})$.

4.1.2 Stokastisk nyttemaksimering og gravitasjonsmodeller

Ortúzar & Willumsen (2011) viser til stokastisk nytteteori (Domencich & McFadden, 1975; Williams, 1977) som det vanligste teoretiske rammeverket for generering av diskret-valg-modeller. I dette ligger det blant annet at individer tilhører en homogen populasjon som handler rasjonelt basert på perfekt informasjon. Det vil si at de *alltid* går for det valget som gir de best netto personlig nytte. Videre er hvert individ q gitt ett konkret attributtsett ($x \in X$) der de står over et valgsett ($A(q) \in A$).

Alle mulige valg $A_j \in A$ har en assosiert netto nytte U_{jq} for alle individer. Nytten er satt sammen av to komponenter og formuleres på følgende vis;

$$U_{jq} = V_{jq} + \varepsilon_{jq}, \quad (18)$$

der V_{jq} er en målbar funksjon av attributtene x , og ε_{jq} representerer tilfeldigheter (en random-komponent) som personlige preferanser og eventuelle målefeil. Attributtfunksjonen V_{jq} er definert ved:

$$V_{jq} = \sum_k \theta_{kj} x_{jkq}, \quad (19)$$

der parameteren θ antas å være konstant for alle individer i et homogent valgsett, men kan variere mellom forskjellige alternativer (Ortúzar & Willumsen, 2011).

Gjennom forutsetning av maksimering av nytte, og bestemte fordelingsegenskaper for random-komponenten, gir dette ifølge Ortúzar & Willumsen (2011) den multinomiske logit-modellen, som den enkleste og mest populære diskret-valg-modellen utledet av Domencich & McFadden (1975).

Når det gjelder fordelingen av random-komponenten forutsettes det, ifølge Ortúzar & Willumsen (2011), at den er fordelt ved Gumbel-fordelingen (Gumbel, 1935), eller mer generelt

ekstremverdi type 1 (EV1). Med en slik forutsetning vil valgsannsynlighetene da være gitt ved:

$$P_{iq} = \frac{\exp(\beta V_{iq})}{\sum_{A_j \in A} A_j \exp(\beta V_{jq})} \quad (20)$$

der nyttefunksjonen vanligvis har de lineære parametrene fra ligning (19) og parameteren β . Ifølge Ortúzar & Willumsen (2011) er β i praksis normalisert til verdien én, ettersom β ikke kan estimeres separat fra θ (kjent som *teoretisk identifikasjon* (se Walker, 2002)).

Med en slik kjent fordelingsegenskap kan en videre utlede at det multinomiske logituttrykket angir de relevante valgsannsynlighetene for individ q :

$$P_{iq}\{A(q)\} = \frac{A_{iq} \exp(V_{iq})}{\sum_{A_j \in A} A_{jq} \exp(V_{jq})} \quad (21)$$

Denne formuleringen «bidrar til å generalisere noen av egenskapene som opprinnelig bare var gjeldende for tilfeller der alle individer hadde samme valgsett» (Ortúzar & Willumsen, 2011, s. 234).

For å knytte stokastisk nytteteori til tradisjonelle gravitasjonsmodeller kan en se til Anas (1983). Han beviser at den dobbeltbeskrankete gravitasjonsmodellen utledet av Wilson (1967) er identisk med en multinomisk logit-modell med felles OD-valg, i samsvar med stokastisk nyttemaksimering.

4.1.3 Utvidelser av gravitasjonsmodellen

Den tradisjonelle dobbeltbeskrankete gravitasjonsmodellen som presentert i 4.1 kan enkelt utvides med flere ledd. Thorsen & Gitlesen (1998) viste at gravitasjonsmodellen får bedre føyning når flere parametre estimeres samtidig. Det første steget i utvidelse av gravitasjonsmodellen kan være å se på tilgjengelighet:

$$T_{ij} = A_i O_i B_j D_j S_{ij}^\rho \exp(-\beta d_{ij}) \quad (22)$$

der leddene T_{ij} , A_i , O_i , B_j , D_j og β er definert i kapittel 4.1. Den generaliserte kostnaden c_{ij} er “omdøpt” til d_{ij} for å reflektere avstand som et mål på kostnad.

Ved å utvide med S_{ij} , som er et tilgjengelighetsmål (W. Hansen, 1959), innebærer det at man nå har en *konkurransen-destinasjons modell* (*competing destinations model*) (Fotheringham (1983b), Fotheringham (1983a), eller Thorsen & Gitlesen (1998)), og S_{ij} kan defineres:

$$S_{ij} = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i, k \neq j}}^{\omega} D_k \exp(-\sigma d_{jk}) \quad (23)$$

der k er en sone (grunnkrets, kommune, etc.), ω er potensielle destinasjoner og parameteret σ er en vekt tillagt avstanden i tilgjengelighetsmålet. Ifølge Thorsen & Gitlesen (1998) er tilgjengeligheten da definert som tilgjengeligheten ved destinasjon j i forhold til alle andre destinasjoner, som oppfattet fra i . Parameteren ρ = forteller hvilken (tilgjengelighets)effekt som dominerer. Ved $\hat{\rho} > 0$ dominerer *klyngeeffekt* og ved $\hat{\rho} < 0$ dominerer *konkurransoeffekt*.

Det kan også gi bedre føyning å ta spesielt hensyn til diagonal-elementene i en pendlematrise:

$$T_{ij} = A_i O_i B_j D_j \exp(-\beta d_{ij} + \mu \delta_{ij}) \quad (24)$$

Her er μ en parameter som representerer en fordel med å bo og jobbe i samme sone, denne er multiplisert med Kronecker-delta δ_{ij} , der $\delta_{ij} \begin{cases} 0 & \text{hvis } i \neq j \\ 1 & \text{hvis } i = j \end{cases}$. Tilsvarende kan μ representere en slags oppstartskostnad dersom bolig og arbeidssted ikke ligger i samme sone (Thorsen & Gitlesen, 1998). Desto høyere $\hat{\mu}$ er desto større fordel har man ved å bo og jobbe i samme sone, eller tilsvarende høyere oppstartskostnad dersom man pendler til en annen sone.

De to utvidelsene kan kombineres slik at man får en mer komplett modell som estimerer β, σ, ρ, μ simultant:

$$T_{ij} = A_i O_i B_j D_j S_{ij}^\rho \exp(-\beta d_{ij} + \mu \delta_{ij}) \quad (25)$$

4.2 Føyningsmål

«*Standardised Root-Mean-Square Error*», eller SRMSE, er et mål på føyning, det vil si et mål på hvor god forklaringskraft en modell har. Dette målet er ifølge Thorsen & Gitlesen (1998) basert på en sammenligning mellom observert og predikert reisefordeling, og er definert ved Pitfield (1978):

$$\text{SRMSE} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{ij} (T_{ij} - \hat{T}_{ij})^2}{IJ}}}{\frac{\sum_{ij} T_{ij}}{IJ}} \quad (26)$$

der I representerer antallet rader og J representerer antallet kolonner i reisefordelingsmatrisen.

SRMSE er alltid positiv, der en verdi på 0 indikerer en perfekt sammenheng mellom modellen og observerte data (imidlertid svært sjeldent/nesten aldri oppnådd i praksis). Dette innebærer at desto lavere SRMSE-verdi, desto bedre føyning vil en modell ha til observerte data.

4.3 Behandling av pendledata

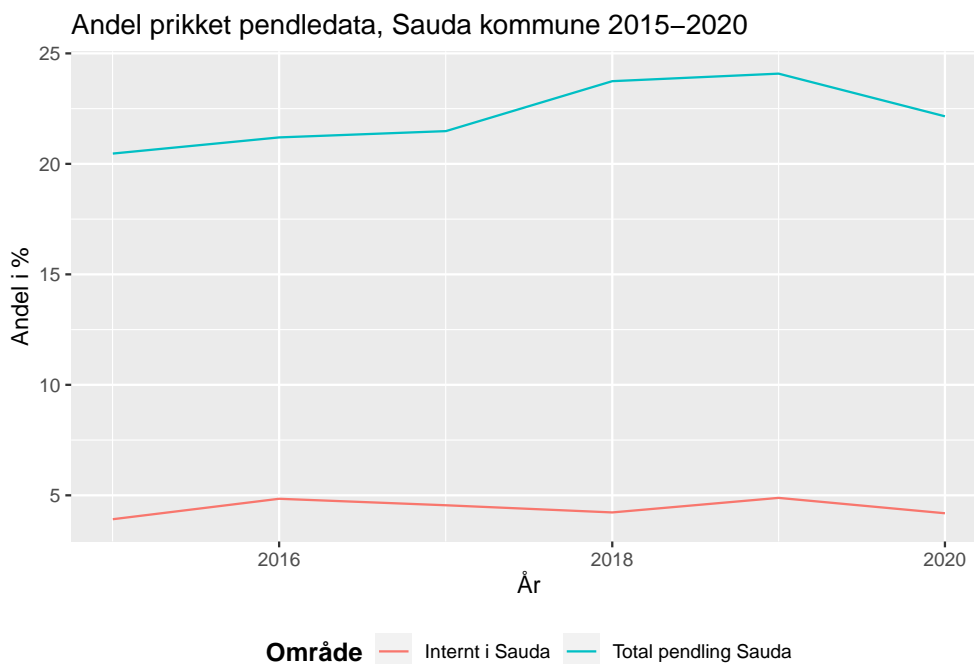
I arbeidet med denne oppgaven har det vært et stort behov for å hente inn registerdata fra SSB. For det meste er de åpne tilgjengelige tabellene gode nok, men i noen tilfeller er det behov for mer detaljerte data enn hva som er offentlig tilgjengelig. I slike tilfeller har nødvendig data blitt kjøpt inn som bestillingsverk fra SSB.

Eksempelvis er pendledata kun offentlig tilgjengelig på kommunenivå, der jeg hadde behov for slike data på grunnkrets nivå. I tillegg gir flyttedata kun informasjon om det totale antallet som har flyttet inn eller ut av en kommune, men ikke noe informasjon om hvor de hadde

flyttet.

I de datasettene som er bestilt fra byrået er det imidlertid en del observasjoner som er prikket, det vil si sensurerte. Ifølge SSB (2021) er “hovedregelen at en ikke kan offentliggjøre tall dersom færre enn tre enheter ligger til grunn for en celle i tabellen, da dette medfører fare for identifisering.”

Et eksempel på dette er pendledataene for Sauda. Som man kan se av Figur 18 er rundt 5% av observasjonene for pendling internt i kommunen, og mellom 20% til 25% av de totale observasjonene prikket. Det medfører da usikkerhet rundt hvordan dette vil påvirke beregningene. Etttersom jeg følgelig ikke har informasjon om hvor de utelatte observasjonene reelt hører til, har jeg etter beste evne forsøkt å korrigere dette. Denne korrigeringen gjøres for å kunne diskutere prikking som en potensiell feilkilde.



Figur 18: Andel prikket data internt i Sauda og totalt (internt i + pendling inn til + pendling ut av kommunen).

4.4 Justeringer gjort for ulike kommuner

I de påfølgende delseksjonene vil jeg presentere de valg jeg har gjort i behandlingen av de ulike kommunene/soner i undersøkelsesgeografien. Grunnkretsnumre består i utgangspunktet av åtte siffer. De første fire er kommunenummeret, etterfulgt av en null, og de tre siste representerer de ulike grunnkretsene. Der det er aktuelt viser jeg kun til de tre siste sifrene.

4.4.1 Stavanger

Pendlingen til og fra Stavanger er beregnet med utgangspunkt i Stavanger, der denne sonen også inkluderer kommunene Randaberg, Sola og Sandnes.

4.4.2 Vindafjord

Vindafjord kommune er delt inn i to soner. Sonen jeg har valgt å kalle «Vikedal» dekker det geografiske området fra Sandeid via Vikedal og videre østover til grensen til kommunene Suldal og Sauda. Mer nøyaktig omfatter denne sonen 10 grunnkretser i østlige deler av Vindafjord kommune.

Den andre sonen for Vindafjord kommune omfatter da hele øvrige deler av kommunen, og omfatter 25 grunnkretser. Sonen er kalt «Ølen» med bakgrunn i at kommunesenteret ligger der. Avstandsberegninger er imidlertid lagt til Ølensvåg, der den største klyngen av arbeidsplasser er lokalisert.

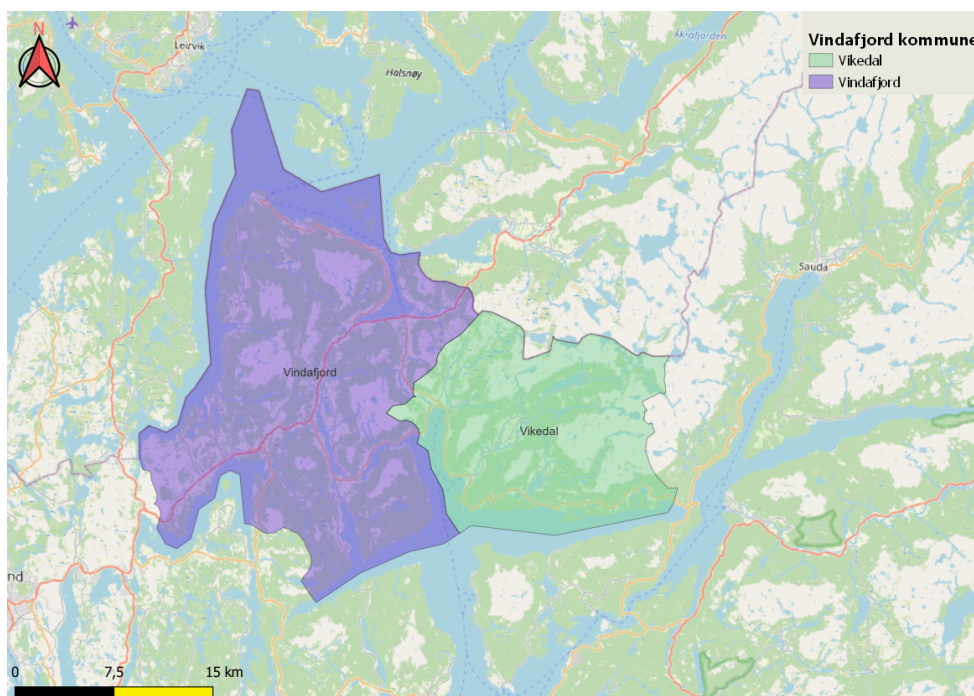
Internt i Vindafjord var det i årene 2015-2020 noe varierende grad av prikking, fra 385 i 2015 til 228 i 2020. Disse prikkete pendlerne er forsøkt fordelt internt basert på den forholdsmessige fordelingen av uprikket data. I 2015 var den uprikkete andelen av pendlere i Ølen-sonen på 82% av alle pendlerne i Vindafjord kommune. De øvrige årene lå andelen pendlere i Ølen-sonen svært tett på 75%, og da 25% fra Vikedal-sonen. Fordelingen av prikkete pendlere for 2020 gir da 75% av 228, lik 171 gitt til Ølen-sonen, mens de resterende 57 (25%) er tildelt Vikedal-sonen.

Fordelingen av prikket data fra de øvrige kommunene jeg har valgt å se på er fordelt rent forholdsmessig med utgangspunkt i de uprikkete grunnkretsdataene. Det vil si andelen obser-

verte pendlere i henholdsvis «Ølen» og «Vikedal» delt på det totale antallet observasjoner. Jevnt over ligger denne fordelingen rundt 82% til «Ølen» og 18% til «Vikedal». For Etne, som er delt inn i fire soner, er det for øvrig gjort et unntak fra denne generelle fordelingen. Her er fordelingen gjort basert på forholdstallene for de observerte sonene. Også for Sauda er det gjort et lite unntak, der det er foretatt en skjønnsmessig vurdering der en noe høyere andel er tillagt «Vikedal»-sonen. Dette valget kan begrunnes med den geografiske nærheten til Sauda kommune.

Etter fordeling av de prikkete observasjonene er marginalsommene for Vindafjord i 2020 fordelt med $\sum_j T_{ij} = O_i = 3355$ og $\sum_i T_{ij} = D_j = 3835$ for «Ølen»-sonen og $O_i = 1069$ og $D_j = 789$ for «Vikedal»-sonen. I denne fordelingen er pendlere til og fra Oslo og Bergen inkludert. De øvrige kommunene utenfor undersøkelsesgruppen er ikke fordelt mellom de to sonene, og utgjør for hele Vindafjord kommune samlet $O_i = 275$ og $D_j = 156$.

Det kan for øvrig være nærliggende å anta at de relativt høye tallene på prikket data for Vindafjord er en følge av det store antallet grunnkretser i en kommune med stor geografisk utstrekning.



Figur 19: Soneinndeling Vindafjord kommune.

4.4.3 Etne

Etne kommune er delt inn i fire soner; Frette, Markhus/Rullestad, Skånevik og Sentrum.

Saudatunellen har et foreslått utløp ved Frette, i nærheten av Kyrping. Med slike samferdselsprosjekter er det ikke uvanlig at det oppstår lokaliseringsevirkninger i endepunktene av en bro/tunell. Det er muligheten til å studere slike virkninger som motiverer en egen sone, Frette, i ut-/innløpet på Etne-siden av tunellen. I utgangspunktet er det her lite bosetting og få jobbmuligheter helt lokalt. Grunnlaget for sonen er da grunnkretsene 114, 115 og 205.

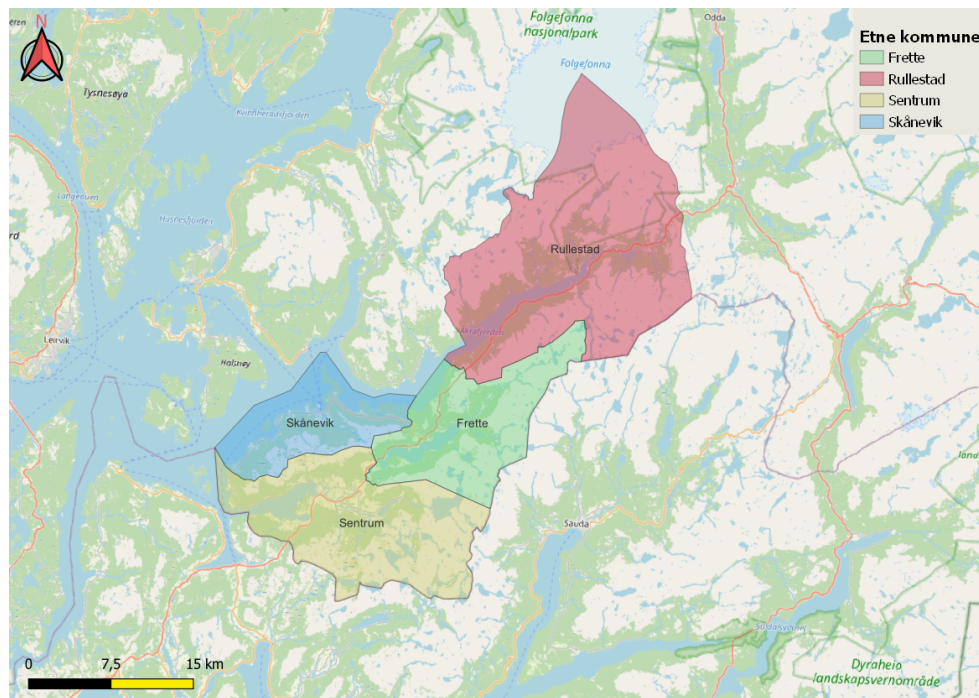
Markhus/Rullestad ligger øst for Frette-sonen og består i stor grad av utstrakt fjellandskap langs Åkrafjorden. For å skille dette store geografiske området fra tunellutløpets nærområde defineres dette området som en egen sone. Befolkningen er både tynn og vidt spredt i de tre grunnkretsene (206-208) i sonen. Avstandsberegningene er lagt til Rullestad, som ligger omtrent midt i sonen, geografisk sett.

Skånevik ligger nord i Etne og inkluderer fire grunnkretser (201-204). Det er forholdsvis lang reisetid til Etne sentrum (rundt 30 minutter).

Øvrige deler av Etne ligger i stor grad langs E134 rundt Etne sentrum og grunnkretsene 101-113 danner grunnlaget for sentrum-sonen.

I Etne er det mer beskjedne tall på prikket data, sammenlignet med Vindafjord. Dette kan nok begrunnes med at Etne kommune er delt inn i få, og større grunnkretser.

For den interne pendlingen i Etne kommune er det fordelt mellom 62 og 108 prikkete pendlere for årene 2015 til 2020. I fordelingen av prikket data for Etne er det foretatt en forholdsmessig fordeling med samme metode som for Vindafjord. Dette innebærer at hver sone i Etne er tillagt en andel av prikkete pendlere tilsvarende sonens andel uprikkete pendlere. Eksempelvis varierer fordelingen internt i Sentrum-sonen mellom 40% og 70%, avhengig av år. I tillegg varierer den interne fordelingen for Skånevik-sonen mellom 12% og 22%. Dette innebærer at jeg for 2020 fordelte $\frac{61}{97} \approx 63\%$ prikkete observasjoner som internpendling i Sentrum-sonen, og $\frac{16}{97} \approx 16.5\%$ i Skånevik-sonen. De relativt store sprangene i fordelingene, mellom ulike år, kan nok sannsynligvis forklares med at det jevnt over er relativt få observasjoner som er



Figur 20: Soneinndeling Etne kommune.

prikket.

I Tabell 1 presenterer jeg den totale fordelingen av pendlere til/fra de ulike sonene i Etne i 2020, der de prikkete observasjonene er fordelt. I tillegg er marginalsommene for de ulike sonene presentert, der O_i for Etne samlet er 2063 og D_j er 1614.

Tabell 1: Fordelingen av internpendlere og marginalsommer for de ulike sonene i Etne kommune, 2020.

Sone	Frette	Markhus/Rullestad	Skånevik	Sentrum	Norge	$\sum_j T_{ij}$
Frette	26	8	6	61	39	140
Markhus/Rullestad	0	31	5	10	13	59
Skånevik	0	0	215	85	141	414
Sentrum	3	0	40	816	591	1450
Norge	1	3	44	260	2680235	2680543
$\sum_i T_{ij}$	30	42	310	1232	2681019	-

4.4.4 Sauda

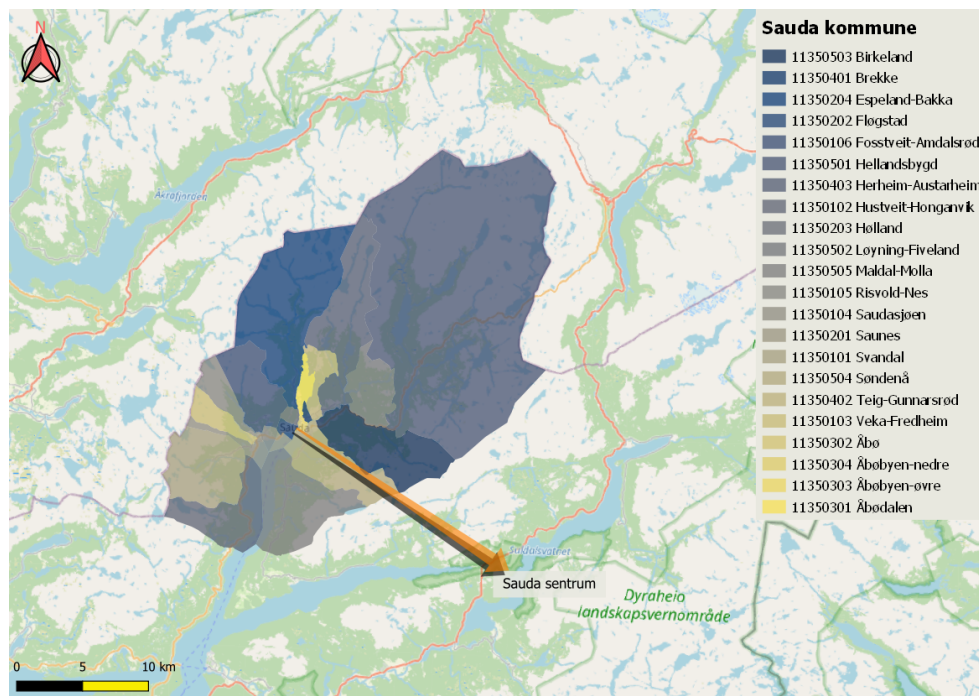
For Sauda er det som vist i Figur 18 rundt 5% prikket data internt i kommunen. Det vil si mellom 94 og 116 prikkete observasjoner for årene 2015-2020. I grafen kan man se andelene av pendlestrømmene som er prikket, både for pendling mellom sonene internt i Sauda, og for pendlingen mellom Sauda og andre kommuner.

Minste måleenhet i grunnkretsdataene var tre pendlere fra en sone til en annen (eventuelt internt i samme sone). Med dette som grunnlag bestemte jeg at for hvert år der det var et gitt antall på tre eller flere pendlere mellom to soner, der antallet for året før eller etter var prikket, ble det tilført to pendlere. Dette valget er tatt ut fra sannsynlighetsbetraktninger. Det er lite sannsynlig at samtlige observerte pendlere har flyttet fra bostedssonen eller byttet jobb til en annen arbeidsstedssone.

Jeg bemerker at denne type fordeling kan være overestimert i noen tilfeller, det vil si at enkelte strekninger kanskje skulle vært satt til én eller null. Imidlertid er det svært vanskelig å vite hva som ville vært en korrekt fordeling, så lenge grunnkretsdataene er sensurerte.

For enkelte soner var det svært få, eller ingen, observerte pendlere fra grunnkretsdataene. Hverken fra eller til sonene. Ved å studere kart over sonene, der jeg kom fram til at det var en viss bosetting, finner jeg det naturlig å anta at noen av innbyggerne er i arbeid. Etersom bebyggelsen er relativt begrenset i disse grunnkretsene skal det noe til for at minst tre innbyggere arbeider i den samme sonen. Jeg valgte derfor å tilføre én pendler til hver av de 6-7 sonene med høyest sysselsetting.

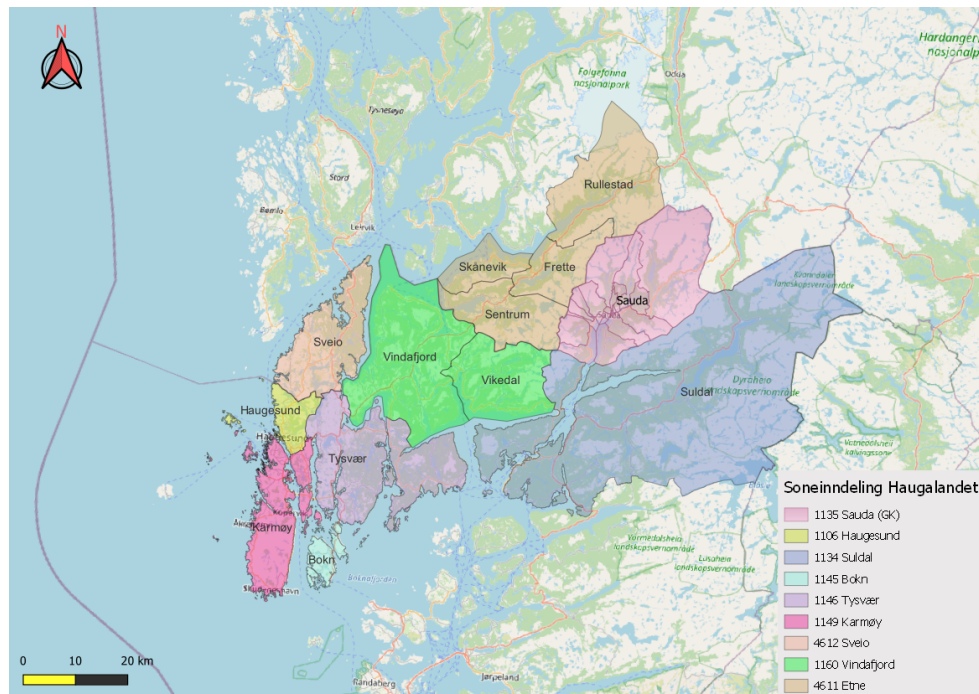
Disse vurderingene representerer skjønnsmessige vurderinger, men sensitivitetsberegninger har vist at det uansett ikke har signifikant innflytelse på resultatene om en skulle gjøre endringer i fordelingen av slike marginale poster i pendlematrisen.



Figur 21: Soneinndeling Suda kommune.

4.4.5 Haugalandet

Samlet sett vil den inndelingen av Haugalandet som ligger til grunn for videre beregninger være som illustrert i Figur 22. Sauda kommune er delt inn i 22 soner (grunnkretser), Etne kommune er delt inn fire soner, Vindafjord kommune er delt inn i to soner og de øvrige kommunene er enkeltsoner på kommunenivå.



Figur 22: Soneinndeling Haugalandet.

5 Resultater basert på ulike modellformuleringer av pendlestrømmer

Det er gjort modellkjøringer for hvert av årene 2015 til 2020, med resultater som varierer lite over årene. Jeg presenterer her kun parameterestimaterne for 2020. Skillet mellom *A* og *B* angår henholdsvis prikket og uprikket datasett. Dette innebærer at de modellene som er merket *A* refererer til pendledata der sonekombinasjoner med færre enn 2 observasjoner er ignorert, og ikke forsøkt korrigert.

Det er beregnet parameterestimerer for følgende modeller:

- *Modell 1*: Grunnleggende tradisjonell dobbeltbeskranket gravitasjonsmodell, estimerer β .
- *Modell 2*: *Konkurransedestinasjons*-modell, forutsatt at $\sigma = \beta$, estimerer β, ρ .
- *Modell 3*: Dobbeltbeskranket gravitasjonsmodell med en parameter knyttet til soneintern pendling, estimerer β, μ .
- *Modell 4*: En kombinasjon av modell 2 og 3, estimerer β, ρ, μ .

Parameterestimaterne fra disse fire modellene presenteres i Tabell 2:

Tabell 2: Parameterestimerer for tradisjonell gravitasjonsmodell og ulike modellformuleringer, år 2020.

	Modell 1		Modell 2		Modell 3		Modell 4	
	Tradisjonell gravitasjonsmodell		Konkurransedestinasjonsmodell ($\sigma = \beta$)		Soneintern pendling		Modell 2 og 3 samlet ($\sigma = \beta$)	
2020	A	B	A	B	A	B	A	B
$\hat{\beta}$	0.0605	0.0605	0.1048	0.1090	0.0516	0.0516	0.0610	0.0555
$\hat{\rho}$	-	-	-0.7999	-0.8732	-	-	-0.7855	-0.7399
$\hat{\mu}$	-	-	-	-	0.2076	0.2096	0.7860	0.8169
SRMSE	0.3086	0.3080	0.2636	0.2740	0.3050	0.3044	0.1746	0.1650
Endring B-A	-	-0.0006	-	0.0104	-	-0.0006	-	-0.0096
Forbedring utv.-basis	-	-	-0.0449	-0.0340	-0.0036	-0.0036	-0.1339	-0.1430

5.1 Modellkjøringer i AMPL

Prediksjon består i å bruke estimerte resultater basert på observasjoner fra i dag, til å komme med anslag på situasjonen på et framtidig tidspunkt. I dette tilfellet går det ut på å estimere den ene strukturparameteren i den enkle dobbeltbeskrankede gravitasjonsmodellen, sett ut fra pendledata for 2020. Her er det imidlertid flere måter en kan tenkes å gå fram:

5.1.1 Metode A

Den ene måten er representert ved en modell-fil, som benytter en data-fil, og kjøres ut fra en run-fil. Datafilen definerer avstander etter Saudatunellen. Videre går det fram av modell-filen at den bygger på en entropimaksimering av gravitasjonsmodellen. Det vil si en optimeringsmodell der en re-estimerer A_i og B_j , ut fra situasjonen med nye reisetider/avstander, men for den estimerte verdien på $\hat{\beta}$ (som er estimert ut fra observerte data, med dagens reisetider). Basert på denne prosessen blir altså ikke O_i og D_j gitte, men de endres i samsvar med nye estimater for reisefrekvenser.

Merk at dette er en helt ny optimering, men med en gitt $\hat{\beta}$. Basert på denne parameterverdien, og nye avstander, finner man gjennom modellkjøringen hva som er den mest sannsynlige reisefordelingen, og ny fordeling av O -er og D -er, gitt at balanseringskravene er oppfylt. Dette er en ganske avansert prediksjon, om enn kanskje ikke teoretisk helt tilfredsstillende som prediksjoner for nye O -er og D -er. Den er imidlertid et godt utgangspunkt for videre diskusjon.

Det følger da av strukturligningen at $T_{ij} = A_i O_i B_j D_j \exp(-\hat{\beta} d_{ij})$, der alle cellene i OD-matrisen vil få nye verdier på antall reiser. Denne nye matrisen kan så brukes til å predikere ny trafikk, og trafikkendring mellom alle sonene i den undersøkte geografien. Det er imidlertid verdt å merke seg at med en slik tilnærming står ikke nødvendigvis pendleprediksjonene i rimelig samsvar med bosetting og sysselsetting i basisåret. Det kan teoretisk sett for eksempel hende at predikert antall pendlere fra Sauda etter tunellen overstiger antall arbeidstakere som bor i Sauda før tunellen, det vil si med de observasjonene som var grunnlag for estimeringene.

5.1.2 Metode B

En annen måte er at både A_i , O_i , B_j , D_j og $\hat{\beta}$ betraktes som konstante. Dette innebærer at A og B ikke re-estimeres, og O og D antar samme verdi som i utgangspunktet. Av strukturligningen følger det da at bare d_{ij} endres, noe som medfører at prediksjonene forblir uendret, så lenge avstandene mellom to soner er uendret.

For soner med endret avstand er ny trafikk gitt ved:

$$A_i O_i B_j D_j \exp(\hat{\beta} d_{ij}^1) - A_i O_i B_j D_j \exp(\hat{\beta} d_{ij}^0) \quad (27)$$

der d_{ij}^1 representerer nye reisetider/avstander, og d_{ij}^0 representerer opprinnelige avstander.

Dette er imidlertid en svært forenklet måte å predikere nytt pendlemønster, der de sonene som har samme avstander som tidligere, ifølge denne tilnærmingen, altså ikke berøres av Saudatunellen. Det kan for eksempel godt tenkes at færre fra Etne pendler til Vindafjord når flere pendler til Sauda, men det blir i så fall ikke fanget opp av en slik prediksjonstilnærming.

5.1.3 Valg av metode

Det finnes ingen fasitsvar på hvilken prediksjonsmetode som er rimeligst å benytte.

Metode A representerer en hypotese om endret lokaliseringsmønster, uten å ta hensyn til fornuftige hypoteser om folks bostedsvalg, valg av shoppingdestinasjoner og bedrifters lokaliseringsvalg, noe som gjør den særdeles enkel og naiv.

Men, det er imidlertid nærliggende å anta at metode B kanskje er enda mer naiv? Dette bygger på at det ikke virker rimelig at soner der avstandene ikke er endret, ikke vil påvirkes av Saudatunellen. Man kan for eksempel stille seg spørsmål om det er naturlig å forvente at trafikk/pendling mellom Sauda og Vikedal ikke vil påvirkes av tunellen. Antas det at trafikken mellom Sauda og ytre deler av Haugalandet vil velge Saudatunellen som rutevalg, vil trafikkmengden som passerer Vikedal reduseres. På den andre siden vil både Røldal og Suldal fortsatt ha for lange avstander til at det virker rimelig å anta at pendlemønstre mellom disse sonene vil påvirkes av Saudatunellen. Metode B vil for øvrig også predikere noen nye

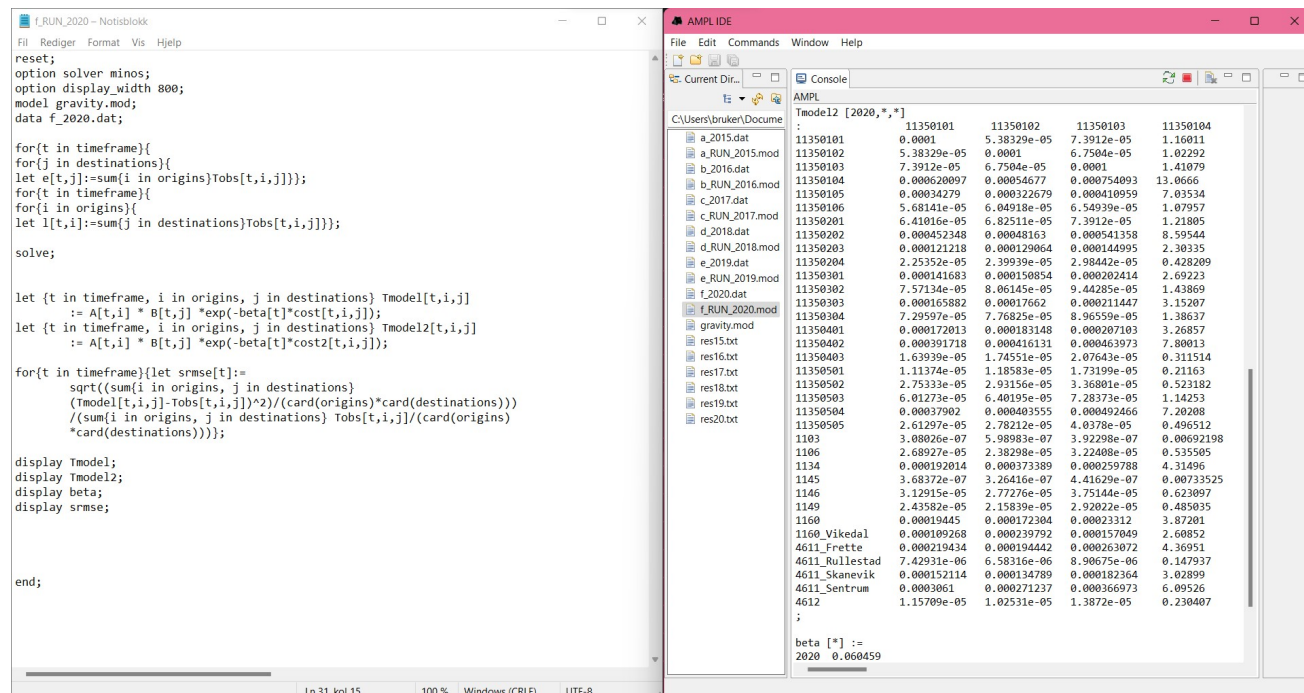
innpendlere fra Etne og Vindafjord, men da helt uten å holde orden på balanseringskrav.

Til tross for at begge metodene framstår som enkle og naive, må det foretas et valg. Med bakgrunn i momentene over finner jeg det mest naturlig å benytte metode A som den tilnærmingen jeg legger til grunn for videre prediksjoner.

5.1.4 Eksempel

I Figur 23 viser jeg et eksempel på kjøring og resultatutskrift fra AMPL, der metode A er benyttet.

Til venstre er *RUN*-filen som kjører modellen som ligger til grunn. *RUN*-filen bygger, som nevnt, på to andre filer; en data-fil og en modell-fil. Som man kan se i Figur 23 produseres det en *Tmodel* og en *Tmodel2*. Med utgangspunkt i framgangsmåten i Metode A vil *Tmodel* brukes til å estimere parametre, basert på observert pendling og dagens vegnett. Samtidig vil *Tmodel* også gi predikert pendling, basert på dagens vegnett. På den andre siden predikerer *Tmodel2* framtidig pendling etter oppgradering av vegnettet (redusert reisetid), med gitt $\hat{\beta}$.



Figur 23: Modellkode og resultatutskrift fra AMPL for modell 1B, år 2020.

Høyresiden (av Figur 23) viser de predikerte verdiene for pendling etter Saudatunellens

ankomst ($Tmodel2$), for en liten andel av geografien, samt $\hat{\beta}$. For å finne de predikerte *endringene* i pendlemønstre ved å bygge Saudatunellen må man imidlertid trekke fra de predikerte verdiene fra $Tmodel$, det vil si:

$$Tmodel2 - Tmodel = \text{predikert endring} \quad (28)$$

Grunnlaget for å trekke $Tmodel$ fra $Tmodel2$ istedenfor det observerte datagrunnlaget er at man da opprettholder den samme feilmarginen, og får rendyrket virkningene av tunellen på pendlestrømmene.

5.2 Analyse av funn i gravitasjonsmodellene

Resultater der SRMSE ligger rundt 0.3 innebærer at den dobbeltbeskrankede gravitasjonsmodellen gir relativt god forklaringskraft til observerte pendlestrømmer. Samtidig viser resultatene at modellutvidelsene gir bedre føyning når flere parametre estimeres samtidig, i tråd med funnene til Thorsen & Gitlesen (1998). Av Tabell 2 kan man se at dette kommer svært godt fram i modell 4 (SRMSE på A: 0.175 og B: 0.165), der man får en markant bedre føyning ved å estimere ρ og μ samtidig, sammenlignet med modellene der disse parametrene estimeres individuelt.

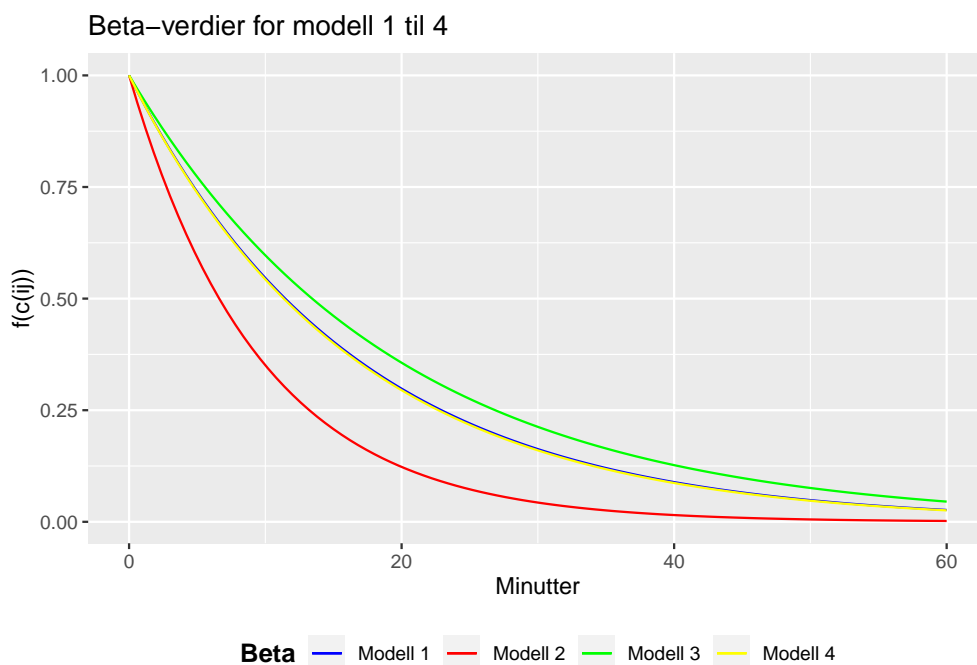
Parameteren $\hat{\beta}$ *endrer seg/øker* betraktelig fra modell 1 til modell 2. Ved å inkludere tilgjengelighetsmålet i modellen, antyder økt $\hat{\beta}$ at folk er mindre tilbøyelige til å pendle over lengre avstander. Økningen i $\hat{\beta}$ kan også tyde på at det er elementer som ikke fanges opp i modell 1 som nå fanges opp i modell 2. Imidlertid faller $\hat{\beta}$ igjen når μ estimeres.

Parameteren $\hat{\rho}$ er estimert negativ og taler for at konkurranseeffektene er dominerende i pendlebeslutninger. Det kan tyde på at arbeidstakerne oppfatter ulike destinasjoner som noenlunde likeverdige, uavhengig av størrelse. Dette kan reflektere virkninger av kødannelser, eller lignende, som motvekt til muligheten til å kombinere ulike gjøremål med arbeidsreisen. Dersom denne sistnevnte effekten var dominerende skulle en forvente $\hat{\rho} > 0$.

Gjennomgående for samtlige modeller er at det er svært lite forskjell i resultatene mellom

prikket og uprikket datasett. Det vil si at alt arbeidet med å korrigere for prikkingen her viser seg å være noe «nytteløst», men likevel viktig for å verifisere resultatene over tid.

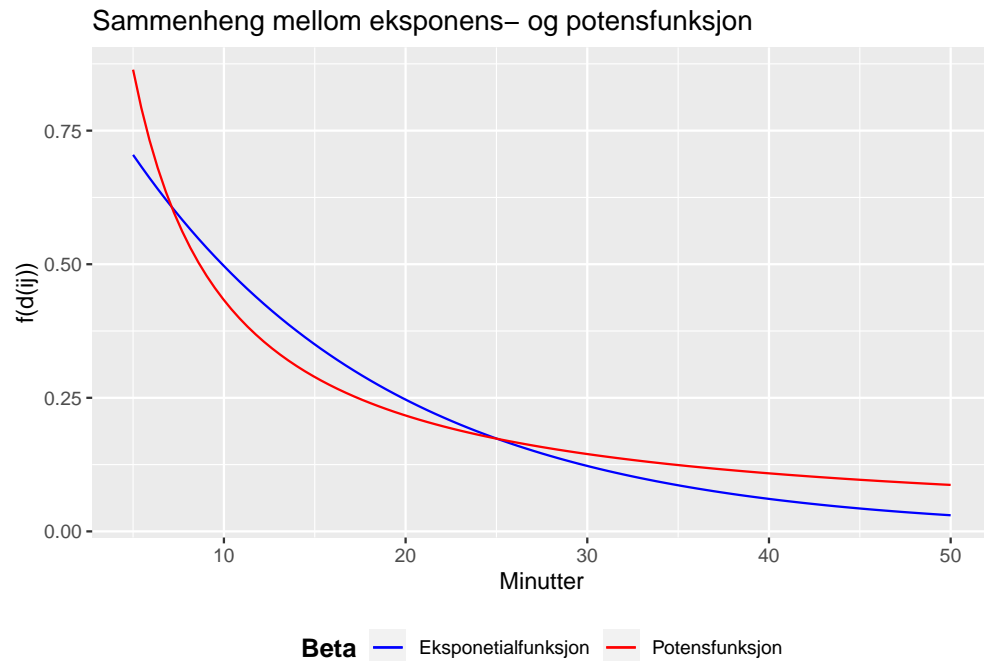
Som nevnt i kapittel 4.1 kan den avstandsavskrekkende funksjonen formuleres som enten eksponential- eller potensfunksjon. I Tabell 2 er $\hat{\beta}$ estimert ut fra eksponentialfunksjonen (ligning (11)). $\hat{\beta}$ presenteres grafisk i Figur 24, der man ser hvordan villigheten til å pendle avtar med økt pendletid.



Figur 24: Estimert sammenheng mellom reisevegring og avstand ($\hat{\beta}$), for ulike modellformuleringer.

Ettersom $\hat{\beta}$ er noe enklere å tolke direkte ved å benytte potensfunksjonen var det hensiktsmessig å også gjøre modellkjøringer med denne. For Modell 1 (uprikket) fikk jeg en $\hat{\beta}$ på 1.08. Det vil si dersom avstanden øker med 1% synker reisevilligheten med 1.08%. Forholdet mellom eksponential- og potensfunksjon kan vises grafisk i Figur 25.

Potensfunksjonen i Figur 25 er utledet fra kvadratminimering med utgangspunkt i $\hat{\beta}$ for eksponentialfunksjonen. Dette er den potensfunksjonen som ligger tettest opp til den estimerte eksponentialfunksjonen, det vil si at den er beregnet ved å minimere kvadratavvikene fra den estimerte eksponentialfunksjonen. Figuren illustrerer at de to funksjonene svarer til litt



Figur 25: Den avstandsavskrekkende funksjonen med eksponent- og potensfunksjon, for modell 1B.

forskjellige mønstre for avstandsavhengigheten, men at det normalt spiller liten rolle hvilken funksjon en benytter som grunnlag for estimeringene.

5.3 Predikerte endringer i pendlemønstre

Tabell 3 viser de predikerte endringene i pendlemønstre for modell 4B (uprikket), det vil si modellen med best føyning og dermed mest troverdige prediksjoner. Disse prediksjonene er basert på en sammenligning mellom T_{modell} og $T_{modell2}$, som har ulike rad- og kolonne-summer. Dermed er det ikke gitt at slike predikerte endringer skal summeres til null, over rader og kolonner.

Tabell 3: Predikerte endringer i pendlemønstre basert på modell 4B (uprikket).

Sone	Sauda	Vindafjord	Etne	Øvrig
Sauda	-163.76	80.43	140.36	28.82
Vindafjord	10.76	-32.84	-29.80	-0.65
Etne	92.27	-6.85	-88.22	2.39
Øvrig	2.44	-13.77	-6.46	-36.98

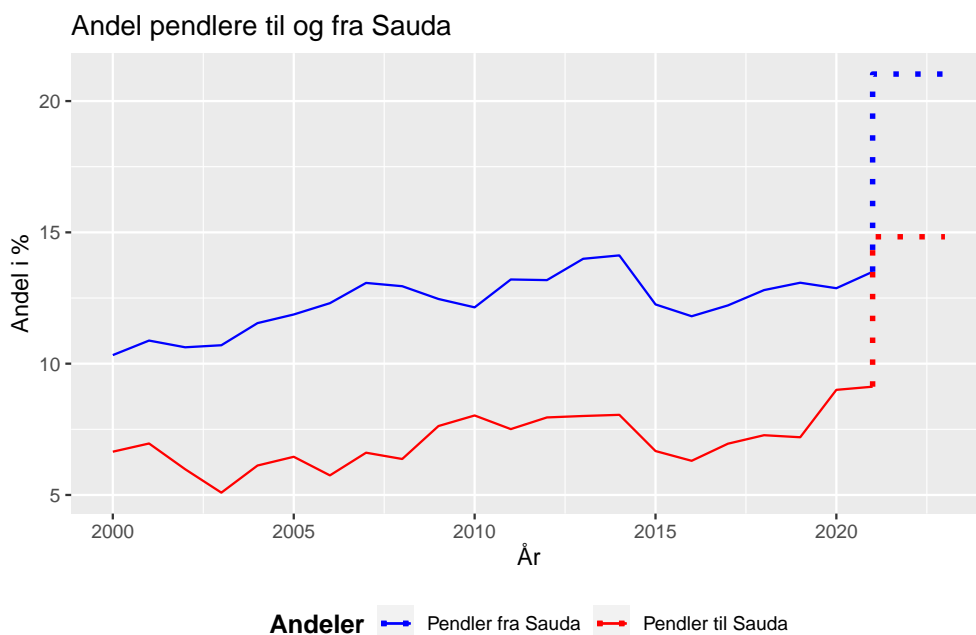
Av Tabell 3 ser man av prediksjonene at det ved realisering av Saudatunellen forventes en nedgang i internpendlingen i Sauda. Omtrent hele denne nedgangen veies opp mot økt pendling til Etne, men også en markant økning til Vindafjord (primært Ølen/Ølensvåg-sonen). Tilsvarende trend ser man også i Etne der predikert nedgang i internpendlere veies opp mot økt pendling til Sauda. De predikerte endringene i pendleatferd gir et godt bilde av hvordan arbeidsfør befolkning i indre strøk vil kunne tilpasse seg et nytt og større arbeidsmarked.

Prediksjonene fra modell 4B (Tabell 3) trekker i retning av at tunellen trekker Sauda (og tildels Etne) i retning mot det mønsteret man ser i mer tilgjengelige kommuner, jf. Figur 17. Denne observasjonen baserer jeg på at de predikerte verdiene antyder en relativt sterk reduksjon i internpendlingen i Sauda (og Etne), samtidig som inn- og utpendling øker.

Med bakgrunn i de predikerte verdiene kan utviklingen, i pendlerandeler over tid, fra Figur 15 og Figur 16 oppdateres med antatte framtidige andeler. Prediksjonene antyder en vekst i andelen bosatte i Sauda som pendler ut av kommunen på 8.5 prosentpoeng. Motsatt vei antyder prediksjonene en vekst i andelen som pendler til Sauda på 5.8 prosentpoeng.

Som en forenkling forutsettes det i Figur 26 at tunellen åpner i 2021, der de predikerte endringene illustreres som en umiddelbar effekt. Dette er åpenbart et urealistisk scenario, ettersom forutsatt åpning er satt tilbake i tid, men gjøres for å best illustrere virkningene

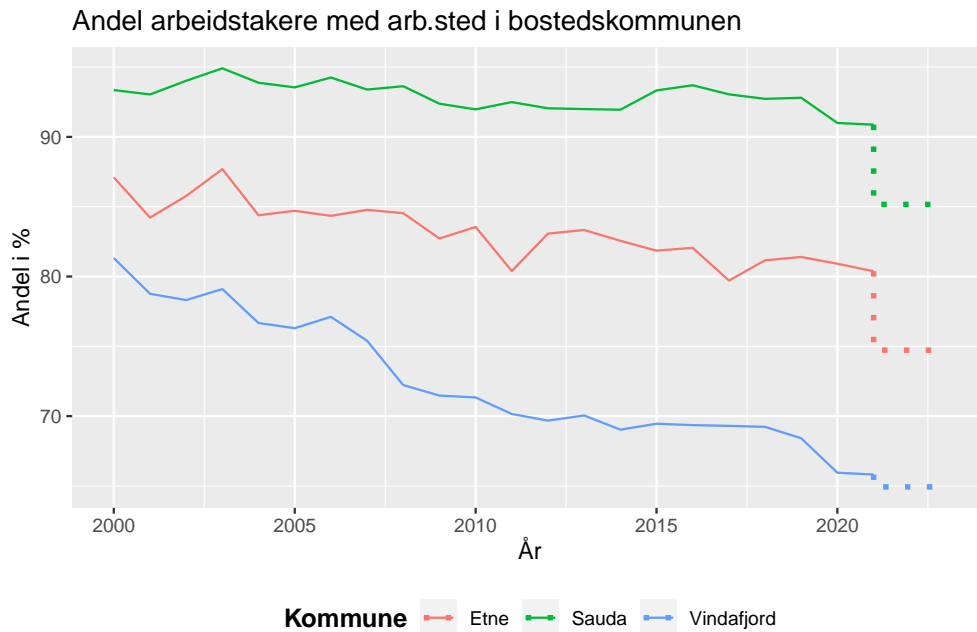
uten å ta hensyn til tidsdimensjonen i slike endringer. I tillegg må det antas sannsynlige tregheter i utviklingen, det vil si at det antas at det vil ta noe tid før arbeidstakerne tilpasser seg det nye vegnettet. Dette innebærer da at en momentan virkning av Saudatunellen ikke er realistisk. Figur 26 danner likevel et godt bilde av at pendling både til og fra Sauda vil øke relativt sterkt etter tunellens ankomst, der sjokket illustrerer en ny likevektsløsning.



Virkningene av tunellen illustreres som et sjokk i systemet, ved prikket linje.

Figur 26: Andel pendlere til og fra Sauda, 2000-2021 med predikerte verdier etter Saudatunellen.

Tilsvarende kan Figur 17 også oppdateres basert på de predikerte verdiene med tunell. Av Figur 27 kan man se at både Sauda og Etne antas å få et fall i andelen interntpendlere på rundt 6 prosentpoeng. Store deler av denne reduksjonen kommer av at prediksjonene antyder økt pendling mellom disse to kommunene. På den andre siden ser man, med hensyn kun basert på virkningene av Saudatunellen, at andelen interntpendlere i Vindafjord vil være tilnærmet upåvirket. Virkningene av Saudatunellen i Figur 27 er illustrert med de samme forutsetningene som for Figur 26, der den umiddelbare effekten som følge av et sjokk i systemet ikke er realistisk.



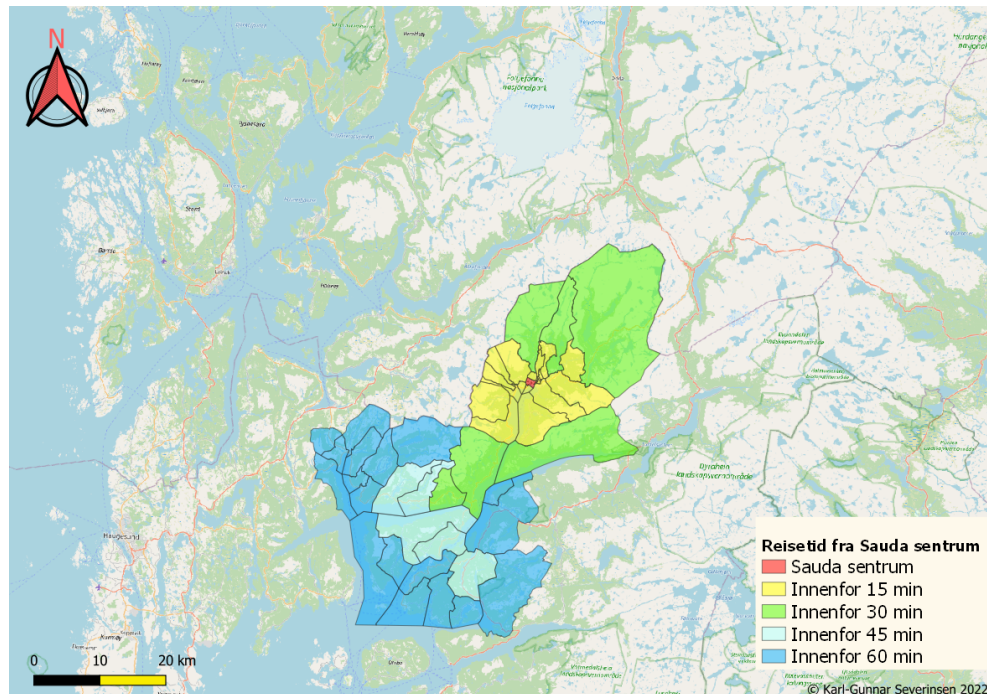
Virkningene av tunnelen illustreres som et sjokk i systemet, ved prikket linje.

Figur 27: Andel arbeidstakere med arbeidssted i bostedskommunen, 2000-2020 med predikerte verdier etter Saudatunnelen

Ettersom pendling er en komponent av samlet etterspørsel og bruk av nye veger/reiseruter vil tradisjonelle gravitasjonsmodeller for øvrig gi gode prediksjoner på endringer i pendlemønstre på kort sikt. På lang sikt vil imidlertid prediksjonene egne seg dårlig. Dette kommer, ifølge McArthur et al. (2012), av at tradisjonelle gravitasjonsmodeller ikke tar hensyn til langsiktige lokaliseringsevner. Dette kommer jeg nærmere tilbake til i kapittel 7.

6 Pendleområder til/fra Sauda med og uten tunell

Ved å sammenligne rekkevidden for kjøring fra Sauda sentrum innenfor gitte reisetider kan man visualisere hvordan Saudatunellen kan påvirke pendlemønstre i indre strøk. Beregningene er gjort på grunnlag av data fra Geodata og Google Maps, og reisetider er regnet ut fra geografiske tyngdepunkt i de ulike grunnkretsene.

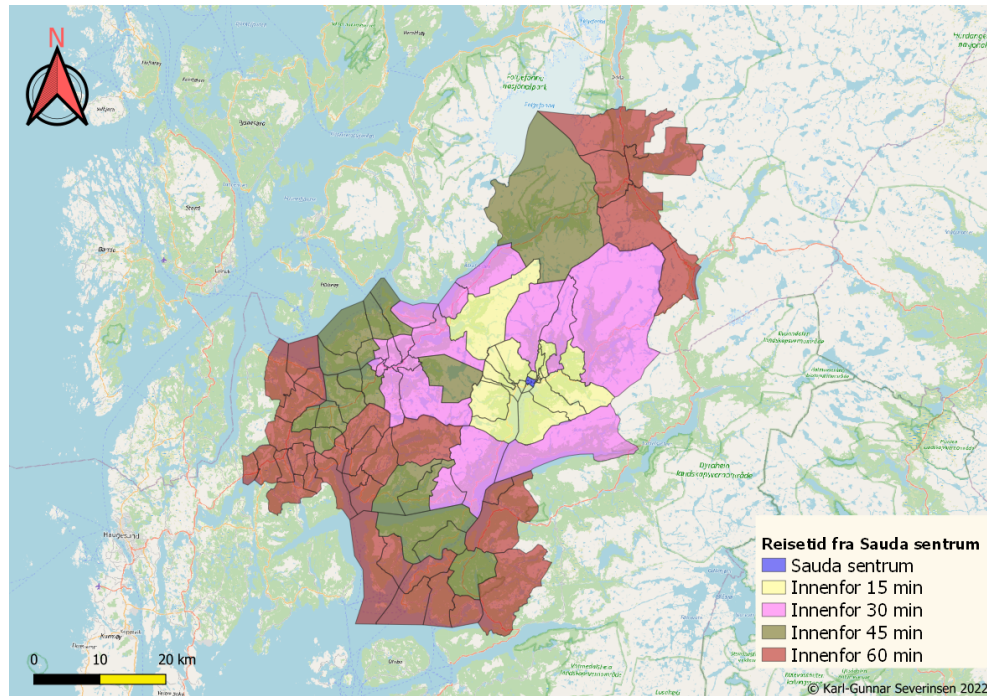


Figur 28: Grunnkretser som kan nås innenfor én time fra Sauda sentrum med dagens veg.

Innenfor 15 minutters kjøring når man i dag store deler av Sauda kommune, men man nærmer seg 30 minutters reisetid før man når enkelte grunnkretser i nabokommunene Vindafjord og Suldal. Grunnkretsene som kan nås mellom 15 og 45 minutters kjøring har til felles at de har liten befolkning. Per i dag er det kun tettstedene Sandeid og Vikedal i Vindafjord kommune som har en befolkningsstørrelse av betydning som ligger innenfor en times kjøring fra Sauda sentrum.

Dersom Saudatunellen realiseres vil dette føre til at en betydelig større del av regionen kan nås innenfor en times kjøring. Dekningsområdet vil da strekke seg fra Skjold i vest og søndre deler av Ullensvang i nordøst (omtrent 62-63 minutter til Odda). Som man kan se av Figur 29 vil majoriteten av grunnkretsene i Etne kommune ligge innenfor 30 minutters kjøring.

Med dagens vegnett er det omtrent 75 minutter til de vestligste grunnkretsene og godt over 110-115 minutter til Rullestad/Fjæra i øst. Videre vil også de største tettstedene i Vindafjord kommune, Ølen og Ølensvåg, kunne nås innen 45 minutter.

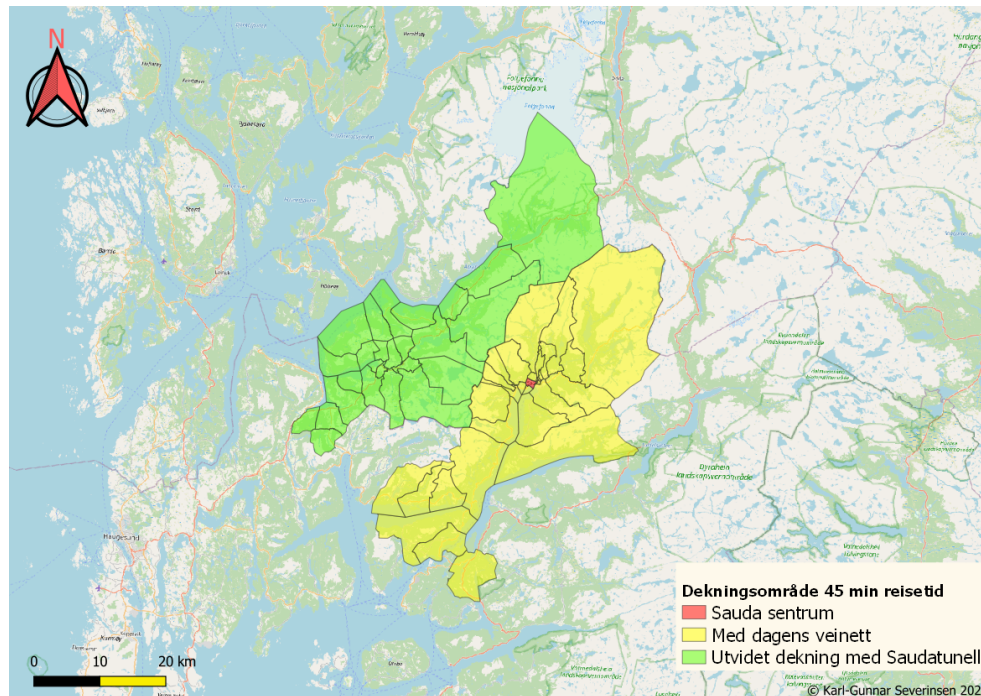


Figur 29: Grunnkretser som kan nås innenfor én time fra Suda sentrum med Saudatunell.

Av Figurene 28 og 29 kan man da se hvordan pendlepotensialet til og fra Suda vil kunne påvirkes av Saudatunellen.

Anta at 45 minutter vurderes som en grense for hva mange oppfatter som rimelig pendleavstand. Ser man bort fra internpendling i Suda kommune så framkommer det av pendlefilen fra SSB at 142 er sysselsatte i øvrige grunnkretser som kan nås innen 45 minutter fra Suda sentrum i dag (*gult* område i Figur 30). Dette illustrerer hvor fattige disse grunnkretsene er angående arbeidsplasser.

Det *grønne* området i Figur 30 illustrerer de nye grunnkretsene som også kan nås innen 45 minutters reisetid, dersom Saudatunellen realiseres. Fra pendlefilen fra SSB framkommer det at 1630 er sysselsatte i dette området. Kombinert med de 142 arbeidsplassene som i dag kan nås innenfor 45 minutters reisetid, vil samlet antall arbeidsplasser som kan nås innen 45 minutter med Saudatunellen være 1772. Rett i underkant av halvparten av disse



Figur 30: Sammenligning av dekningsområde innenfor 45 minutters kjøring fra Sauda sentrum.

arbeidsplassene vil ligge innenfor 30 minutters reisetid (store deler av Etne kommune).

Man kan også argumentere for at grunnkrets 11600604 Vågen kan/bør inkluderes i dekningsområdet (ikke inkludert i Figur 30). Dette fordi oppgraderinger av E134 mellom Mørkeli (i Etne kommune) og Ølen vil gi økt fartsgrense og redusert reisetid (jf. S. Hansen (2022)), som igjen vil føre til at nevnt grunnkrets kommer akkurat innenfor 45-minutters grensen. I 11600604 Vågen finner man blant annet verftet Westcon Yards i Ølensvåg, en stor bidragsyter til de 702 sysselsatte i denne grunnkretsen.

I et scenario der 11600604 Vågen inkluderes i dekningsområdet vil hele 2474 arbeidsplasser kunne nås fra Sauda sentrum innen 45 minutters kjøring, dersom Saudatunellen realiseres. Avhengig av om 11600604 Vågen inkluderes eller ikke vil antall arbeidsplasser innenfor 45 minutters reisetid øke med en faktor på omtrent 17, eller 11. Dette gir da et tydelig bilde av hvordan Saudatunellen kan påvirke potensialet for pendling, og inkludere Sauda i en ny og større bo- og arbeidsmarkedsregion.

7 Lokaliseringsvirkninger av tunell

Som nevnt i kapittel 5.2 tar tradisjonelle gravitasjonsmodeller ikke hensyn til langsiktige lokaliseringsevirkninger. På lang sikt kan man forvente at både bedrifter og husholdninger tilpasser seg det nye vegnettet.

Husholdningene kan være tjent med bosted tettere opp til nye jobbmuligheter. For bedriftene kan det være gunstig med en lokalisering tettere på muligheten for salg til nye markeder, og til bedre rekrutteringsmuligheter av nye arbeidstakere. Med slike lokaliseringsevirkninger vil den dobbeltbeskrankede gravitasjonsmodellen være mindre egnet til å predikere virkninger på trafikkstrømmer. Slike lokaliseringsevirkninger er mer sannsynlige jo lengre tidsperspektiv en operer med.

For å ta høyde for slike lokaliseringsevirkninger på lang sikt kan det være aktuelt å se mot generelle likevektsmodeller, med flere former for romlig interaksjonen enn kun pendling. Ifølge Thorsen (2012) finnes det «generelle likevektsmodeller i litteraturen som kombinerer lokaliseringvalg og transportstrømmer». Thorsen (2012) trekker fram UrbanSim-modellen (Waddell, 2002), den mest kjente varianten av såkalte storskalamodeller, og såkalte CGE-modeller (*Computable General Equilibrium*) som er utviklet innenfor den nye økonomiske geografien (Krugman, 1991; Venables, 1996).

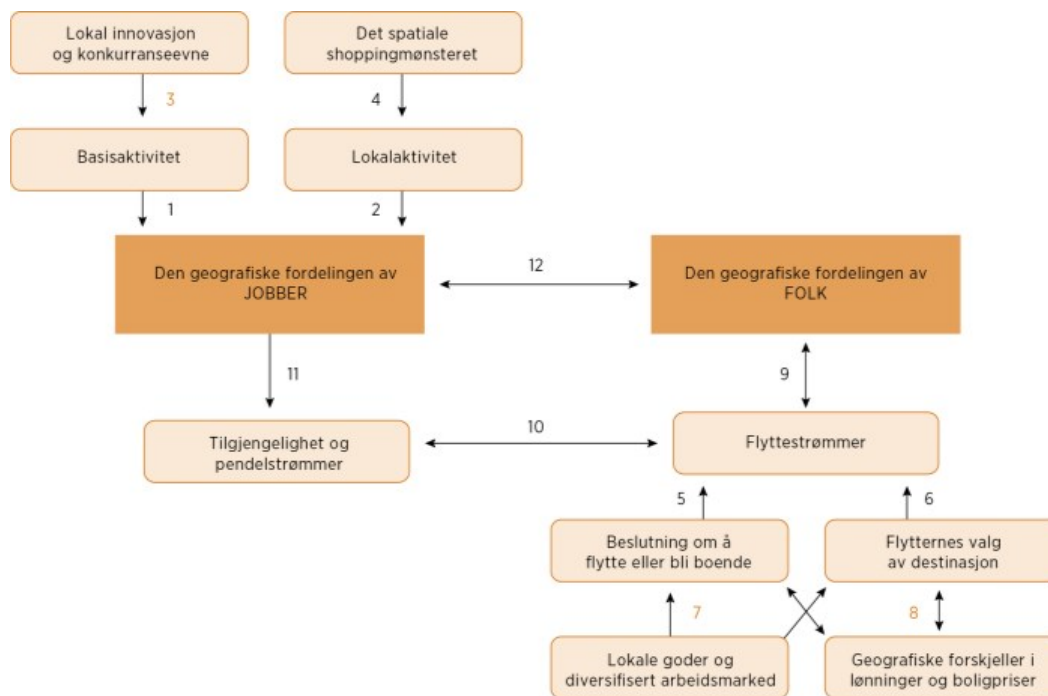
Både storskalamodellene og CGE-modellene har imidlertid åpenbare svakheter ved anvendelse innen typiske norske regioner. For det første er storskalamodellene, ifølge Thorsen (2012), utviklet for storbyområder, og har et høyt detaljnivå på blant annet køproblemer, rutevalg og lignende. For det andre ignorerer CGE-modellene pendlestrømmer. Thorsen (2012) sier «det er forhold mellom store regioner som forklares og predikeres, snarere enn fordelingen av kapital og arbeidskraft internt i en mer avgrenset region».

McArthur et al. (2014) sier at analyse av en typisk norsk region krever en romlig dimensjon et sted mellom storskalamodellene og CGE-modellene. Dermed kan en slik modellramme som er godt egnet til studier av typiske norske regioner da være Thorsen (2012) og McArthur et al. (2014).

7.1 Generell romlig likevektsmodell tilpasset norsk geografi

McArthur et al. (2014) foreslo og benyttet en ny generell romlig likevektsmodell, knyttet til avfolking på landsbygda. Modellen består av et nettverk av forskjellige økonomiske mekanismer, der McArthur et al. (2014) fokuserer på det intraregionale romlige lokaliseringsmønsteret til jobber og mennesker. Dette innebærer at modellen bygger på blant annet pendling, flyttestrømmer og shoppingmønstre i én og samme modell.

Thorsen (2012) viser til McArthur et al. (2014) for en mer formalisert presentasjon av modellen, og gir bare en skjematisk framstilling av ulike moduler i modellen (se Figur 31). Modellen tar ikke hensyn til de modulene markert med røde tall, det vil si (3), (7) og (8).



Figur 31: «Skjematisk framstilling av den generelle spatiale likevektsmodellen». Kilde: Thorsen (2012).

Modellrammen til Thorsen (2012) og McArthur et al. (2014) inkorporerer, som i de fleste generelle likevektsmodeller, kjerneelementene i økonomisk basemodellering (Goldner, 1971; Lowry, 1964). Det vil si at modellen skiller mellom basisnæringer og lokalnæringer (henholdsvis punkt (1) og (2) i Figur 31). Disse er grundig beskrevet ved Hoyt (1954) i kapittel 2.2. Fordelingen av disse næringssektorene baserer seg på punktene (3) og (4), der aktivitetsni-

vået i basisnæringen består av lokal innovasjon- og konkurranseevne, mens shoppingmønstre definerer det lokale aktivitetsnivået.

Den romlige fordelingen av lokale shoppingmønstre (4) avhenger av bosettingsmønstre, transportinfrastruktur og folks reisevaner (McArthur et al., 2014), og tar utgangspunkt i Gjestland et al. (2006). Jeg vil gå nærmere i detalj rundt denne komponenten i kapittel 10. Samlet sett utgjør punktene (1)-(4) den geografiske fordelingen av jobber, som videre via (11) definerer tilgjengelighet (av arbeidsplasser) og pendlestrømmer.

I motsatt ende av modellrammen til Thorsen (2012) påvirker lokale goder og et diversifisert arbeidsmarked (7) individers valg mellom å flytte eller å bli boende. Samtidig påvirker denne faktoren også flytternes valg av bostedsdestinasjon. Dette innebærer ifølge Thorsen (2012) at punkt (7) bidrar til å forklare flyttestrømmer (9) (se Marston (1985); Partridge & Rickman (1997)). Punkt (8) i modellrammen tar for seg «geografiske forskjeller i lønninger og boligpriser», og vil være med å påvirke de samme valgene som punkt (7). Tilgjengeligheten i arbeidsmarkedet og avstand til regionsenteret er ifølge Osland & Thorsen (2008) blant faktorene som bestemmer boligprisene. I dette ligger det at god tilgang på arbeidsplasser og nærhet til regionsenteret gjerne øker boligprisene, som følge av større etterspørsel etter bolig. Videre vil boligprisene avta med økt avstand fra regionsenteret. Samlet sett utgjør (7) og (8) individers bostedsvalg.

McArthur et al. (2014, s. 1655) presenterte en hypotese om at «sannsynligheten for å bli værende i en sone er positivt relatert med tilgjengeligheten i arbeidsmarkedet i sonen». Under forutsetning om at det er høy arbeidsledighet i sonen vil det i beslutningen om å flytte eller å bli boende være nærliggende å anta at de som bor nært arbeidsmarkedet gjerne foretrekker å pendle. Samtidig vil de som har lengre avstand til arbeidsmarkedene gjerne velge å flytte nærmere tilgjengelige jobber. Dette utgjør punkt (5). McArthur et al. (2014) fant at dette sammenfaller med funn fra studier i Sverige (Eliasson et al., 2003; Lundholm, 2010) og Nederland (Ham & Hooimeijer, 2009).

Ifølge Thorsen (2012) vil de som velger å flytte nærmere arbeidsmarkedene (6) benytte «en søkerutine der arbeidstakerne vurderer ulike alternativer suksessivt i et nettverk av alternativer». Denne prosessen forutsetter at flyttestrømmene er avstandsavhengige (Nævdal et al.,

2006).

De nevnte flyttestrømmene er da en samlet komponent av mekanismene i (5)-(8), og definerer den regionale likevekten. Flyttestrømmene er ifølge Thorsen (2012) «gitt ved likevektsbetingelsen for en Markov-kjede av symmetriske overgangssannsynligheter (Nævdal et al., 2006)». Videre utgjør flyttestrømmene gjennom punkt (9) den geografiske fordelingen av folk.

Så langt er fordelingen av jobber forklart ovenfra og ned langs «venstresiden» i Figur 31, og fordelingen av folk er forklart nedenfra og opp langs «høyresiden». Modellrammen knyttes sammen gjennom to sentrale mekanismer i (10) og (12). For det første er pendlestrømmene ((10) og (11)) bestemt gjennom en dobbeltbeskranket gravitasjonsmodell (se kapittel 4.1 for teknisk dokumentasjon). For det andre er representert den økonomiske basemultiplikatoren interaksjonen mellom bosetting og lokalsektorer (12) (se kapittel 2.2 for teknisk dokumentasjon).

De iterative prosessene i (10) og (12) danner en «evigvarende» runddans mellom mekanismene i (9)-(12). Dette kommer av at pendlestrømmene påvirkes av den geografiske fordelingen av jobber, som videre er forbundet med fordelingen av folk ved at for eksempel økt aktivitet i basisnæringer eller oppgraderinger av veinett kan gi økt befolkning. Dette danner så grunnlag for økt lokal sysselsetting, som igjen vil medføre ytterligere tilflytting.

7.2 Begrensninger med likevektsmodellen

En ulempe med modellen til Thorsen (2012) og McArthur et al. (2014) er at den er svært teknisk kompleks. Dette medfører at jeg innenfor min tidsramme ikke har mulighet til å anvende en slik modellramme. Som et alternativ vil jeg imidlertid gjøre en del betraktninger basert på potensialmål og flyttebeslutninger, samt lokale shoppingmønstre.

8 Sauda sitt potensiale som lokalisering for husholdninger og bedrifter

Behovet for å studere lokaliseringsevner, i et langsiktig perspektiv er motivert av kapittelet foran. Som nevnt så strekker ikke tiden til for å gjøre en fullstendig analyse basert på generelle likevektsmodeller, men enkle empiriske mål kan likevel gi antydninger om slike virkninger. Dette er for eksempel et formål med såkalte potensialmål.

Å flytte er noe de aller fleste av oss gjør minst én gang i livet, av nær utallige forskjellige grunner. Med flytting menes det at en endrer bosted fra en geografisk lokasjon til en annen (Stillwell et al., 2016). Ravenstein (1885, s. 198) påstod blant annet at «migranter i stor grad kun beveger seg over korte avstander». Videre påstås det at «de som flytter over lengre distanser vanligvis foretrekker et av de store sentrene for handel eller industri» (s. 199). Implisitt i disse påstandene ligger det at avstand har en betydning også for flyttestrømmer.

Til tross for at det er nær 140 år siden Ravenstein publiserte sine påstander/hypoteser, er det naturlig å anta at de i stor grad fortsatt er gjeldende, noe blant annet Grigg (1977) også konkluderte med. Dette støttes også av Høydahl (2022), som fant at blant alle flyttinger i Norge i 2021 var det bare 21% som flyttet lengre enn 50 km. Med dette mener jeg at mange gjerne blir værende i nærområdet av for eksempel sosiale eller praktiske årsaker, samtidig som at de som flytter langt bort ofte flytter basert på eksempelvis karrieremuligheter, studier eller lignende. Dette kan også knyttes til Toblers første geografiske lov; «alt er relatert til alt annet, men nære ting er mer relatert enn fjerne ting» (Tobler, 1970, s. 236).

8.1 Potensialmodeller

Capello (2015) påstår at flyt av individer på tvers av geografiske områder foregår med bakgrunn i «gravitasjonsfelt som er følsomme for mengden av aktiviteter lokalisert i området, og deres relative avstand» (s. 67). Dette innebærer at Newtons gravitasjonslov gjør seg gjeldende også ved analyse av flyttestrømmer. En omformulering/tilpasning av ligning (7) gir den såkalte *flytmodellen* («*model of flow*»). Flytmodellen kan benyttes til å estimere flyt mellom to geografiske områder, og defineres ved:

$$T_{ab} = \frac{K(P_a^\alpha P_b^\beta)}{d_{ab}^\gamma} \quad (29)$$

der T er interaksjonsintensiteten mellom lokasjon a og b , K er en konstant, P er massen ved a og b (typisk målt i befolkning), d er distansen mellom a og b og α og β er parametre som estimeres. Parameteren γ representerer her den avstandsavskrekkende effekten. Ligning (29) løses ved enkel lineær regresjon ved å foreta en logaritmisk konvertering, der γ er den sentrale parameteren å estimere. Dette gir følgende formulering:

$$\log T_{ab} = \log K + \alpha \log P_a + \beta \log P_b - \gamma \log d_{ab} \quad (30)$$

Etter estimering av γ i flytmodellen kan $\hat{\gamma}$ benyttes i en annen gravitasjonsmodell, *potensialmodellen* («*model of potential*»). Denne modellen måler attraktivitetspotensialet til et sted, og defineres ifølge Capello (2015) ved:

$$E_a = \frac{K \sum_j P_j}{d_{aj}^\gamma} \quad (31)$$

der E representer den potensielle energien produsert ved lokasjon a , av et sett med (befolknings)masser P_j med hver sin distanse d fra a . Som i flytmodellen er γ også her den avstandsavskrekkende parameteren.

Potensialmodellen gir forskjellige definisjoner på potensialmålet, basert på hvilke data som ligger til grunn. I forbindelse med flytting uttrykker modellen *lokaliseringspotensialet*, som også forklarer verdien som kan tilskrives et bestemt sted i form av stedets attraktivitet og generaliserte tilgjengelighet (Capello, 2015, s. 68). Legger man for eksempel pendledata til grunn i modellen vil den uttrykke det *demografiske potensialet*.

8.2 Behandling av datagrunnlag

Datagrunnlaget for det påfølgende kapittelet består i hovedsak av tre typer data; flytte-, befolknings- og avstandsdata.

Tilgjengelige datasett hos SSB (2022c) angående flytting inneholdt kun informasjon om total flytting fra norske kommuner, det vil si uten å opplyse om hvilke kommuner utflytterne flyttet til. Data for flyttestrømmer mellom alle norske kommuner i 2020 ble dermed tilsendt på bestilling fra Statistisk Sentralbyrå. På samme måte som i filen for pendling var også filen for flyttestrømmer prikket i henhold til SSB (2021). Behandlingen av dette datasettet var imidlertid en del enklere, da de sensurerte cellene var merket med «:». Denne merkingen synliggjorde hvilke celler som hadde behov for å fylles ut. Det er forutsatt en lik fordeling i alle de sensurerte cellene, der hver prikket observasjon ble tildelt 1.29 tilflyttere. Fordelingen er gjort med bakgrunn i differansen mellom total migrasjon mellom kommuner og observert mengde i tilsendt fil, delt på antallet celler som var prikket. Tilfeldige stikkprøver viste at denne fordelingen resulterte i noe mindre avvik i forhold til reell utflytting fra de kontrollerte kommunene. Samtidig medfører forutsetningen om lik fordeling at samtlige kommuner vil ha samme feilmargin.

Befolkningsdata for hele Norge er hentet fra tabell 06913 hos SSB (2022c) for årene 2000 og 2021, der prosentvis befolkningsendring er koblet sammen med flyttestrømmene.

Ifølge Stillwell et al. (2016) er den enkleste måten å samle inn avstandsinformasjon å beregne den euklidiske avstanden mellom midtpunktene i kommunene. Denne prosessen kan relativt enkelt gjøres ved hjelp av et GIS-verktøy som for eksempel QGIS eller lignende. Slike avstandsberegninger kan imidlertid føre til større avvik dersom soner er adskilt av fysiske barrierer (fjell, vann, o.l.). Alternativt kan mer nøyaktige avstander beregnes dersom en har tilgang på data for transportnettverket.

I denne utredningen er det benyttet en avstandsfil fra Geodata, der avstander og tidsberegninger er basert på transportnettverket. Denne filen krevde imidlertid en del arbeid ettersom den er relativt gammel (ifølge fil-egenskapene er filen opprettet i 2009 og sist endret i 2012). Det vil si at disse dataene inneholdt avstandsinformasjon for 430 kommuner, betydelig mer enn dagens 356 kommuner. Datasettet ble trimmet ned ved å omdøpe de største kommunene ved kommunesammenslåinger til de nye kommunenavnene. Denne forutsetningen kan ha medført noe avvik i reell avstand i forhold til dagens kommunesentre for de berørte kommunene, men vil i så fall være såpass beskjedne i det store bildet at det antas å ha lite

påvirkning på modellkjøringene. Øvrige (sammenslåtte) kommuner ble i sin helhet fjernet fra datasettet.

I arbeidet med å beregne nye avstander mellom Sauda kommune og alle andre kommuner i Norge ble det oppdaget at det var til dels store avvik mellom oppgitte verdier og reelle avstander/reisetider for Sauda. Kontrollsjekk via Google Maps tyder på at avstander særlig østover er beregnet via Fv520 (Breiborg-Røldal). Denne vegen er vinterstengt (normalt sett) over halve året, og er derfor ikke et reelt rutevalg. For å korrigere disse avvikene har jeg satt to enkle forutsetninger:

1. Med dagens vegnett er alle kommuner, bortsett fra de i Vestland og Rogaland fylker, tildelt avstandene til Etne kommune inklusiv avstanden mellom Sauda og Etne (78 minutter og 78.9 km).
2. For beregningene av nye verdier med Saudatunell er kommunene i Vestland og Rogaland fylker, bortsett fra Suldal kommune, tildelt avstandene til Etne kommune inklusiv ny reisetid mellom Sauda og Etne (30 minutter og 33.6 km). Resten av landet har tilsvarende beregning, fratrukket strekningen Frette-Etne (15 minutter og 14.8 km).

Slik forenkling i avstandsberegningene medfører imidlertid noe avvik fra virkelige verdier, men ikke store nok til at avvikene vil kunne medføre nevneverdige differanser i estimatene.

8.3 Resultater lokaliseringspotensial

Det kan tenkes ulike mål for tiltrekkingskraften (massen) til alternative destinasjoner (kommuner). Det kan for eksempel være:

1. Basert på *syssettingstall* i kommunene, dvs. at det reflekterer kommunenes «drakraft» på husholdningers bostedsvalg.
2. Basert på *befolkningstall* i kommunene, dvs. at det reflekterer kommunenes «drakraft» på bedrifter som skal selge varer og rekruttere arbeidskraft.

Første steg i estimeringen av lokaliseringspotensialet er å estimere γ ved lineær regresjon (likning (30)), der $\hat{\gamma}$ er estimert ut fra migrasjonsdata for hele landet. Det vil si uten Saudatunell, der det skilles mellom avstand (d_{ab}) målt i reisetid (minutter) eller distanse (meter).

I min anvendelse av ligning (30) følger jeg imidlertid ingen av de tilnærmingene som er skissert foran, når det gjelder sammenhengen mellom interaksjon og potensialmål. Interaksjonen er målt ved flyttestrømmer, og i henhold til tilnærming 2 kan en da argumentere for et potensialmål definert gjennom antall arbeidsplasser. Dette rakk jeg ikke å eksperimentere med i arbeidet med dette kapittelet mot slutten av semesteret, like før innleveringsfristen.

Potensialmålet definert på grunnlag av befolkning kan imidlertid fungere godt som en proxymvariabel for et potensialmål definert ut fra sysselsettingsmulighetene. Det skal forventes en nær sammenheng mellom den geografiske fordelingen i sysselsetting og befolkning, blant annet forklart av mekanismene i den økonomiske basemodellen (se ligning (1) i kapittel 2.2). Dette gjør at de resultatene som presenteres i fortsettelsen er relevante for det jeg ønsker å få fram, men en skal være forsiktig med kausale tolkninger.

Gjennom eksperimenter der interaksjonen måles gjennom endringer i fordelingen av arbeidsplasser eller flyttestrømmer, og potensialmålet måles gjennom fordelingen av befolkning eller arbeidsplasser, kunne en gått nærmere inn i en diskusjon om det er «*people follow jobs*» eller «*jobs follow people*». Denne diskusjonen rakk jeg imidlertid, som nevnt, ikke å gå nærmere inn på.

8.3.1 Resultater flytmodellen

Av Tabell 4 kan man se at samtlige estimerte parametre er svært signifikante (t-verdier over 1.96 er signifikante), med en forklaringskraft R^2 mellom 0.319 og 0.337. Hovedpoenget med flytmodellen er her å få en verdi for $\hat{\gamma}$, der resultatene gir $\hat{\gamma}_{tid} = -0.429$ og $\hat{\gamma}_{dist} = -0.290$.

For øvrig bekreftes alle rimelige hypoteser, med god margin. Flyttingen ut av en sone øker med størrelsen på befolkningen i kommunen (positiv $\hat{\alpha}$), det samme gjelder flyttingen inn til en sone (positiv $\hat{\beta}$). I tillegg er flyttestrømmer markert avstandsavhengige (negativ $\hat{\gamma}$), særlig når reisetid brukes som avstandsmål.

Tabell 4: Parameterestimer for flytmodellen, hele landet.

	Flyttestrøm (tid)	Flyttestrøm (distanse)
(Intercept)	-6.999 *** [-141.960]	-6.185 *** [-98.699]
log(bef_a)	0.455 *** [153.539]	0.471 *** [157.735]
log(bef_b)	0.411 *** [138.776]	0.428 *** [143.400]
log(tid)	-0.429 *** [-104.289]	
log(dist)		-0.290 *** [-84.952]
N	126665	126665
R2	0.337	0.319
logLik	-216607.757	-218315.646
AIC	433225.513	436641.291

*** p < 0.001; ** p < 0.01; * p < 0.05. T-statistikk i klammer.

Slike hypoteser om flyttestrømmer bekreftes også når en ser dette for Sauda isolert i Tabell 5, og verdiene på avstandsavskrekking er ikke veldig ulike. Denne kjøringen er inkludert for å teste om data bare for Sauda gir noenlunde samme resultat for $\hat{\gamma}$ som data for hele landet. For Sauda isolert er $\hat{\gamma}_{tid} = -0.293$ og $\hat{\gamma}_{dist} = -0.204$. Dette kan tyde på at de som flytter til Sauda er noe mindre avstandsavhengige enn hele landet samlet. Det kan likevel konkluderes at estimatene er noenlunde i samme størrelsesorden.

Tabell 5: Parameterestimer for flytmodellen, Sauda.

	Sauda (tid)	Sauda (distanse)
(Intercept)	-3.621 *** [-5.817]	-2.924 *** [-3.520]
log(bef_a)		
log(bef_b)	0.333 *** [7.763]	0.348 *** [8.132]
log(tid)	-0.293 *** [-4.497]	
log(dist)		-0.204 *** [-3.977]
N	356	356
R2	0.223	0.213
logLik	-508.706	-510.823
AIC	1025.412	1029.646

*** p < 0.001; ** p < 0.01; * p < 0.05. T-statistikk i klammer.

8.3.2 Resultater potensialmodellen

Med $\hat{\gamma}$ estimert i flytmodellen kan denne settes inn i potensialmodellen (se ligning (31)). I denne prosessen er da befolkningen i destinasjonskommunen delt på avstanden til hver kommune i hele landet, opphøyd i $\hat{\gamma}$. For eksempel er potensialverdien for at noen flytter fra Etne til Sauda, før Saudatunellen, $\frac{4561}{79^{0.429}} \approx 700$. Med tunellen vil tilsvarende beregning gi $\frac{4561}{30^{0.429}} \approx 1060$. Summen av slike enkeltberegninger fra alle kommuner til én kommune, utgjør potensialmålsverdien (E_a) for destinasjonskommunen, se Tabell 6 for potensialmål for ulike kommuner på Haugalandet.

Av verdiene for lokaliseringspotensialet til kommunene på Haugalandet kan man se at Sauda får en kraftig «boost» i attraktivitet og generell tilgjengelighet i en situasjon med tunell.

Tabell 6: Verdier på potensialmålet og sentralitetsmål for kommuner på Haugalandet.

Kommune	E_a (tid)		E_a (distanse)		Sentralitetsindeks
	I dag	Med tunell	I dag	Med tunell	Tall fra SSB
Bokn	415909	415949	131474	131481	624
Etne	423769	424129	134824	134872	592
Haugesund	449105	449154	167256	167264	832
Karmøy	442713	442753	171544	171551	756
Sauda	391791	410562	128541	131765	620
Sveio	426451	426503	137263	137271	673
Tysvær	436986	437046	143453	143463	722
Utsira	352504	352518	127388	127394	295
Vindafjord	427161	427325	139646	139667	644

Dette sammenfaller med at sterkt reduserte avstander til og fra Sauda med tunell vil kunne gi en ny og større bo- og arbeidsmarkedsregion. Implisitt kan dette tyde på at tunnelen vil kunne gjøre det mer attraktivt å bosette seg i Sauda, og likevel ha muligheter til å for eksempel arbeide andre steder i regionen innenfor en akseptabel pendleavstand. Likevel er det viktig å bemerke at lokaliseringspotensialet til Sauda fortsatt vil være lavest for regionen, om man ser bort fra Utsira. Endogenitetsproblemer gjør at man skal være forsiktig med kausale tolkninger, ved at høy potensialverdi impliserer sterk vekst. Det er dermed ikke gitt at man kan forvente en voldsom befolkningsvekst, men økt attraktivitet skaper muligheter for å i det minste kunne bremse dagens negative befolkningsutvikling. For de øvrige kommunene ser man for øvrig lite påvirkning i lokaliseringspotensialet som følge av å bygge Saudatunnelen.

I Tabell 6 har jeg også tatt med en kolonne for verdien av kommunenes sentralitetsmål, hentet fra *sentralitetsindeksen* til SSB. Ifølge Høydahl (2020) er sentralitetsindeksen «en kode med en verdi for hver kommune, som gir et mål for kommunens sentralitet». Sentralitetsindeksen går fra 295 (Utsira) til 1000 (Oslo), og er delt inn i 6 grupper (se Figur 32). Den er satt sammen av to delindekser, «basert på henholdsvis antall arbeidsplasser og antall ulike typer servicefunksjoner som kan nås innen 90 minutter» (Høydahl, 2020, s. 16), der arbeidsplassindeksen er vektet med 67% og funksjonsindeksen er vektet med 33%.

Hensikten med å inkludere sentralitetsmålet i Tabell 6 er å finne ut hvordan dette målet samstemmer med verdien på potensialmålet. Sentralitetsmålet til Sauda har en verdi på 620.

Gruppe	Intervall	Antall kommuner	Antall innbyggere	Andel av innbyggere
Nivå 1: Mest sentrale kommuner	925-1000	6	1 009 699	19,0
Nivå 2: Nest-mest sentrale kommuner	870-924	19	1 348 012	25,3
Nivå 3: Mellomsentrale kommuner 1	775-869	51	1 353 488	25,4
Nivå 4: Mellomsentrale kommuner 2	670-774	71	877 755	16,5
Nivå 5: Nest -minst sentrale kommuner	565-669	96	501 064	9,4
Nivå 6: Minst sentrale kommuner	295-564	113	238 194	4,5

Kilde: SSB

Figur 32: «Sentralitetsklasser med verdier, antall kommuner, antall innbyggere, og andel av landets innbyggere (prosent). 1.1.2019 med kommunegrenser for 1.1.2020». Kilde: Høydahl (2020, s. 20).

Sammenligner man dette med for eksempel Etne, som har et markant høyere potensialmål, ser man at sentralitetsmålet er lavere, med en verdi på 592. Først og fremst har denne forskjellen en sammenheng med at «hver enkelt kommunes sentralitet beregnes relativt til Oslos sentralitet» (Høydahl, 2020, s. 18), noe som innebærer at indeksen ikke sier noe om *graden* av sentralitet mellom ulike kommuner. Dette medfører også at man ikke kan foreta en direkte sammenligning mellom potensialmål og sentralitetsmål.

Det faktum at Sauda framstår som en mer sentral kommune henger også sammen med at Sauda er en mer kompakt kommune enn Etne. For eksempel har Sauda en befolkningstetthet på 9 innbyggere per km², der 91% av befolkningen bor i tettsted (SSB, 2022b). Til sammenligning er befolkningstettheten i Etne på 6 innbyggere per km², der beskjedne 46% bor i tettsted (SSB, 2022a). Man kan dermed argumentere for at sentralitetsmålet er et mål som er relevant for lokaliseringsbeslutninger for bedrifter, det vil blant annet si at husholdningene er potensielle kunder. Sauda, som geografisk sett ligger svært isolert, har en høyere andel servicenæringer lokalt. Fra Høydahl (2020, s. 32–36) kan man også se at det er funksjonsindeksen som utgjør forskjellen i sentralitetsmålene til Sauda og Etne.

En annen relevant faktor som kan påvirke befolkningsmengden i Sauda er baseteori (se kapittel 2.2). Det kan tenkes at tilflytting skaper grunnlag for mer lokalaktivitet, som genererer mer tilflytting, som igjen fører til økt sysselsetting, som igjen genererer mer tilflytting, osv. Tunellen er et bidrag til å stimulere til vekst i Sauda, der det *kan* finne sted andre endringer som trekker i samme retning, som for eksempel kan det være at nye basisbedrifter trekkes til Sauda. Eventuelle nye basisbedrifter kan også sette i gang slike basemekanismer, ved at

økt sysselsetting medfører økt totalsysselsetting, økt befolkning, osv.

Økt sysselsetting (lokal + basis) vil også påvirke verdien på potensialmålet for Sauda, i positiv retning. For øvrig foreligger det planer for å etablere en ny basisbedrift i Sauda, i form av en ammoniakfabrikk (HY2GEN, 2022). Denne er planlagt uavhengig av Saudatunellen, med forventet byggestart i 2024 og full drift fra starten av 2027. Det er forventet at denne ammoniakfabrikken vil sysselsette rundt 50 personer, samtidig som den antas å skape ytterligere rundt 100 arbeidsplasser lokalt (HY2GEN (2022); Haugaland Vekst (2021)). Dette er i så fall implisitt basert på en forutsetning om en basemultiplikator på 2. Under forutsetning om at forventningene inntreffer, er dette et godt eksempel på hvordan en slik basisbedrift kan skape befolkningsvekst.

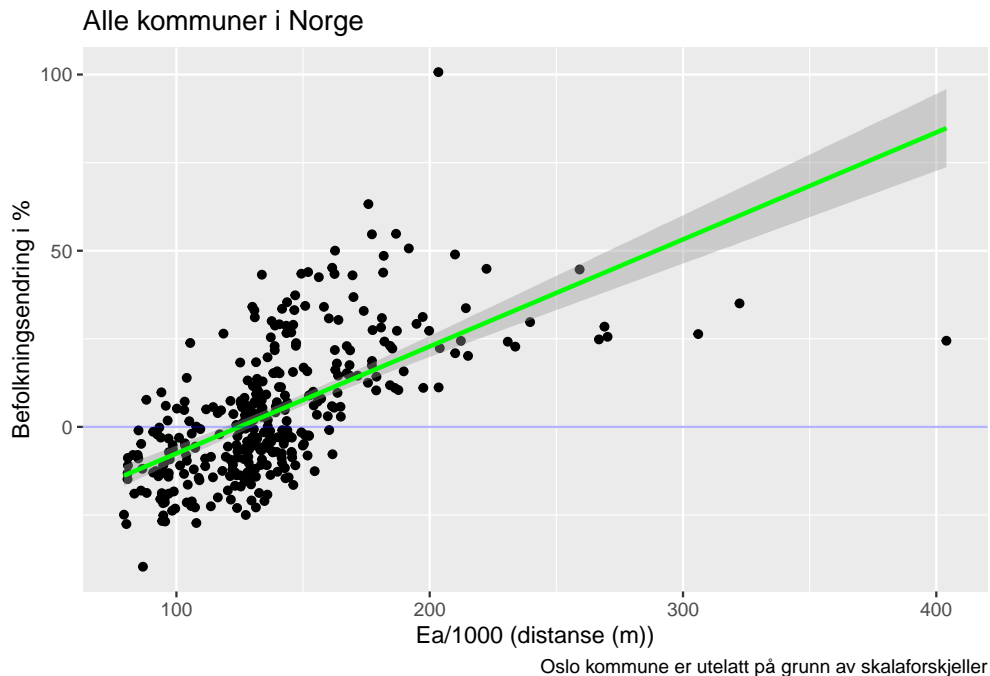
8.3.3 Korrelasjon mellom potensialmål og befolkningsvekst

Basert på funnene i de to forestående seksjonene er det også viktig å undersøke om potensialmålet er korrelert med befolkningsvekst. Fra Tabell 4 fant jeg at flyttestrømmer gir en forklaringskraft $R^2 \approx 0.31$, noe som innebærer at det er flere andre faktorer som også forklarer befolkningsendring.

Figur 33 viser en positiv korrelasjon mellom befolkningsendring og potensialmålet, for hele landet. Regresjonslinjen er bestemt ut fra Tabell 8 i Appendiks. Tilsvarende ser man for Haugalandet og Sunnhordland isolert i Figur 34.

Som nevnt foran skulle potensialmålet knyttet til befolkningsendringer teoretisk sett vært definert på grunnlag av fordelingen av arbeidsplasser. Den sterke sammenhengen i fordelingen mellom befolkning og arbeidsplasser gjør imidlertid at en skal forvente tilsvarende resultater med en slik definisjon av potensialmålet. Det er med andre ord god grunn til å regne med en signifikant positiv sammenheng mellom verdien på potensialmålet og befolkningsvekst, men en skal som sagt være forsiktig med kausale tolkninger.

Sammenligner man to kommuner med hverandre er det vanskelig å tro at to kommuner skal ha identisk befolkningsutvikling, selv om verdien på potensialmålet skulle være lik. Dette er en følge av at det er mange faktorer som spiller inn, og ulike kommuner har generelt ulike



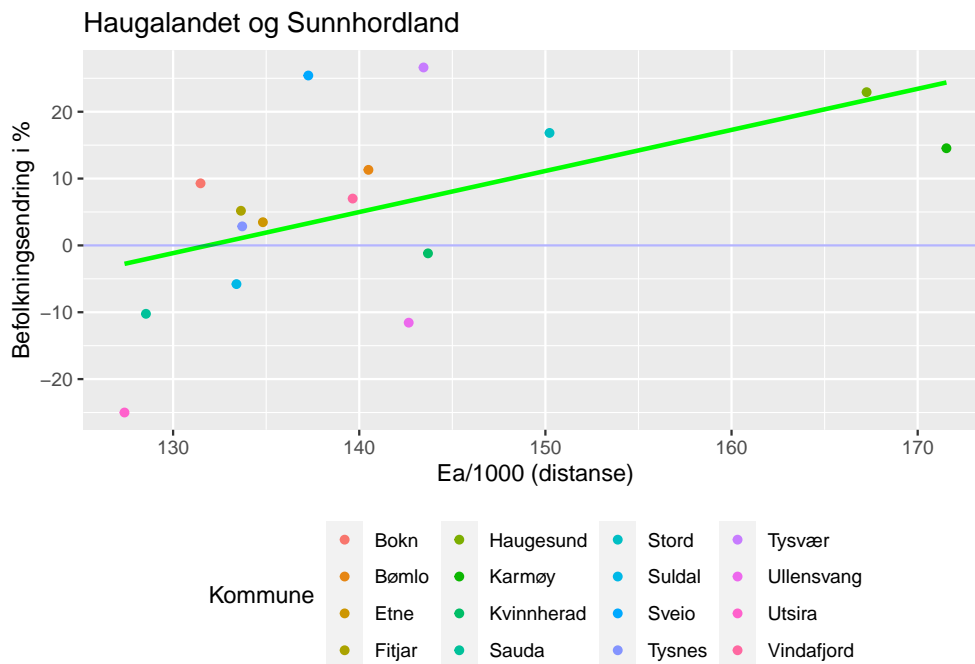
Figur 33: Sammenhengen mellom potensialmål og befolkningsendring (fra 2000 til 2021), hele landet.

forutsetninger som ligger til grunn for befolkningsendringer. Dette er særlig synlig i Figur 34, der man tydelig ser en stor spredning i befolkningsendring, sammenlignet med respektive potensialverdier.

Imidlertid er det mer hensiktsmessig å se på endring over tid i én enkeltkommune der potensialmålet har økt, såkalt *differanse-i-differanse* (DID), for å undersøke hvordan Saudatunellen har påvirket befolkningsmengden i Sauda. I så fall måtte en altså bruke data for endringer i folketall, spesifisert mot data for endringer i verdien for potensialmålet. Dette kunne gitt grunnlag for en interessant prediksjon for virkningene av Saudatunellen for befolkningsutviklingen i Sauda, men jeg har ikke gått videre med en slik tilnærming. For en nærmere diskusjon av DID-tilnærminger, se for eksempel Wooldridge (2020).

Figur 33 og 34 gir likevel et godt bilde av virkningene man kan anta å forvente, som en følge av økt potensialmål. Men, jeg nevner igjen at man skal være forsiktig med å si at økt potensialmål gir økt befolkning, ettersom det foreligger langt flere faktorer som er med og bestemmer kommunenes befolkningsutvikling enn dette ene målet. Som nevnt kunne en også eksperimentert med flere, og teoretisk sett mer tilfredsstillende, definisjoner av potensialmå-

let.



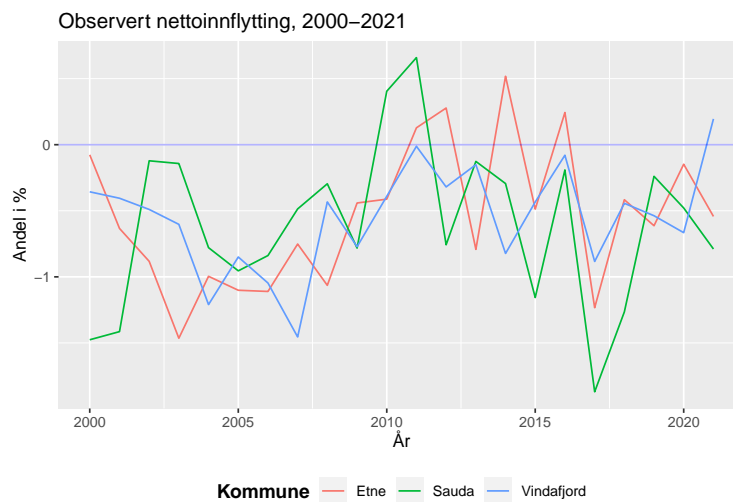
Figur 34: Sammenhengen mellom potensialmål og befolkningsendring (fra 2000 til 2021), Haugalandet og Sunnhordland

8.4 Observerte flyttestrømmer til/fra Sauda

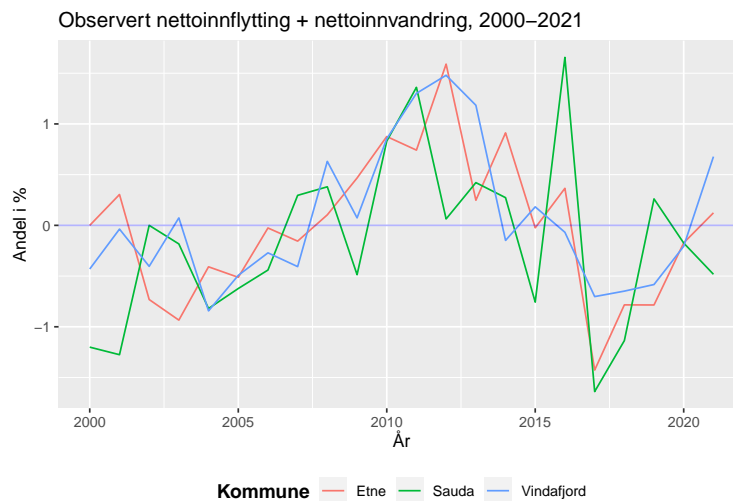
I de foregående seksjonene benyttet jeg flyttestrømmer til estimering av potensialverdier, der hypotesen var at potensialverdier kan ha en forklaringskraft på flyttestrømmer. Sammenlignet med de øvrige kommunene på Haugalandet har Sauda (hatt) lave verdier på potensialmålet. Jeg vil her undersøke hvordan lavt potensialmål har vært motivert av ugunstige flyttestrømmer, slik en skal forvente med bakgrunn i tallene for befolkningsvekst i kapittel 2.3, der jeg viste at befolkningsveksten i Sauda har vært negativ over en lang tidsperiode.

Figur 35 viser at Sauda har hatt en årlig netto *utflytting* de siste 22 årene, med unntak av perioden 2009-2011 der det var netto *innflytting*. Samlet sett viser tallene til en netto utflytting på $\approx 13.4\%$ for perioden 2000-2021, sammenlignet med en samlet befolkningsnedgang på 10.2% i samme periode (som vist i Figur 34). Til sammenligning var samlet nettoutflytting i Etne og Vindafjord relativt lik, med $\approx 12\%$. Disse to kommunene har imidlertid, i motsetning til Sauda, hatt en befolkningsøkning på henholdsvis 3.5% og 7% i samme peri-

ode. Ettersom figuren for øvrig bare viser observert flytting mellom kommuner, der det ikke tas hensyn til innvandring, er det åpenbart at det er flere faktorer som påvirker befolkningsutviklingen. Det man imidlertid kan ta med seg fra disse observasjonene er at Sauda med lavere potensialmålsverdi, og derav mindre attraktivitet (jf. Capello (2015)), har hatt en sterkere fraflytting.



Figur 35: Observert nettoinnflytting, målt i andel av befolkningen, 2000-2021.



Figur 36: Observert nettoinnflytting + nettoinnvandring, målt i andel av befolkningen, 2000-2021.

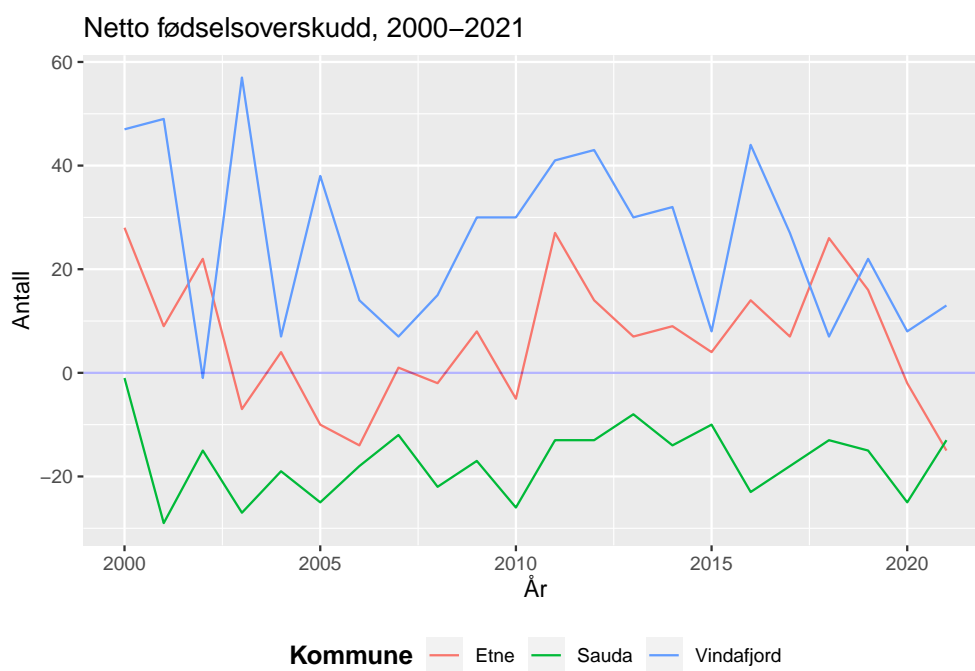
I Figur 13, tilbake i kapittel 2.7, viste at jeg at Sauda har hatt en relativt høy netto innvandring i samme periode. Korrigerer man for dette, kan man i Figur 36 se en forbedring i

tallene. For perioden samlet har nettoinnflytting vært på -3.6% i Sauda, når det tas hensyn til innvandring som en del av flyttestrømmene. Det er noe lavere enn i Etne ($\approx -0.02\%$) og Vindafjord ($\approx 1.2\%$), noe som også er forventet ettersom de har hatt en befolkningsvekst. Man kan også se at disse tallene reflekterer den respektive befolkningsutviklingen over tid i disse kommunene (se Figur 10), med nedgang i Sauda, tilnærmet uendret i Etne og vekst i Vindafjord.

8.5 Andre faktorer som kan bestemme befolkningsutvikling i en kommune

I kapittel 2.6 viste jeg at befolkningen i Sauda har blitt stadig eldre. Det kan dermed tenkes at dette er en faktor som har bidratt til den negative befolkningsutviklingen. Av Figur 37 kan man se at Sauda har hatt et *fødselsunderskudd* hvert eneste år siden år 2000. Totalt sett for perioden 2000-2021 har Sauda da hatt et samlet fødselsunderskudd på 376 personer, og utgjør 72% av den totale befolkningsnedgangen på 520 personer.

På den andre siden ser man for eksempel at Vindafjord har hatt et årlig *fødseloverskudd*, bortsett fra i 2002 der det var et underskudd på én. Samlet sett har fødseloverskuddet vært på 568, i en periode der total befolkningsvekst var på 570. Ettersom samlet fødseloverskudd nærmest tilsvarer befolkningsveksten i perioden, samtidig som Vindafjord har hatt en positiv netto tilflytting, er det nærliggende å anta at personer født for eksempel tidlig på 2000-tallet senere har flyttet fra kommunen. Denne hypotesen forsterkes når man ser på tallene for Etne, som i perioden har hatt et høyere samlet fødseloverskudd (141) enn befolkningsvekst (136) i perioden.



Figur 37: Netto fødselsoverskudd, målt i antall, 2000-2021.

9 Boligprisutvikling

Som et ledd i den generelle romlige likevektsmodellen til Thorsen (2012) og McArthur et al. (2014) fra kapittel 7.1, vil jeg i dette kapitlet kort se nærmere på boligprisutviklingen over tid, i blant annet Sauda. I tillegg sier blant annet Wangsness et al. (2014) at boligmarkedet kan påvirkes, som en indirekte effekt, av tiltak/investeringer i transportinfrastruktur. Det ligger imidlertid utenfor min tidsramme å gjøre grundige analyser av boligmarkedet i Sauda, men boligmarkedet representerer en sentral del av tilpasningen til et slikt vegprosjekt, og bør slik sett være en del av analysen. Boligmarkedet er også nært knyttet til det foregående kapitlet.

Som nevnt i kapittel 7.1 vil boligpriser ifølge Osland & Thorsen (2008) være bestemt av blant annet tilgjengelighet i arbeidsmarkedet. Implisitt betyr dette at bedre tilgang på jobber generelt sett vil innebære økt etterspørsel etter bolig i nærheten av disse arbeidsplassene, og derav økte boligpriser. Tilsvarende vil bortfall av arbeidsplasser medføre redusert etterspørsel etter bolig, som da vil kunne gi lavere boligpriser.

I litteraturen er det vanlig å vise til Alonso (1964) sin budrenteteori, som forklaring på forholdet mellom boligpriser og arbeidsmarkedstilgjengelighet. Budrentemodellen til Alonso er monosentrisk og forutsetter at alle jobber ligger i by-/regionsentrum, og at tilgjengeligheten er representert ved avstanden til dette sentrumet (CBD). Dette innebærer at man vil ha en fallende boligprisgradient ved økt avstand til CBD, der kort reiseveg og lave pendle-kostnader kompenserer høyere kvm-pris i de sentrumsnære områdene. Det må presiseres at budrenteteori har en svært forenklet tilnærming til den virkelige verden. I realiteten har man i Haugalandregionen mange jobbmuligheter også utenfor CBD, og man har av denne grunn en multisentrisk geografi.

I en multisentrisk geografi er det behov for å måle tilgjengeligheten i arbeidsmarkedet på en annen måte enn ved en standard budrentemodell, som en følge av at man har flere markedssentre. Eksempelvis benytter Osland & Thorsen (2008) antall arbeidsplasser som kan nås innen en gitt pendleavstand som mål på tilgjengelighet i arbeidsmarkedet.

9.1 Boligprisutviklingen på Haugalandet og i Stavanger-regionen

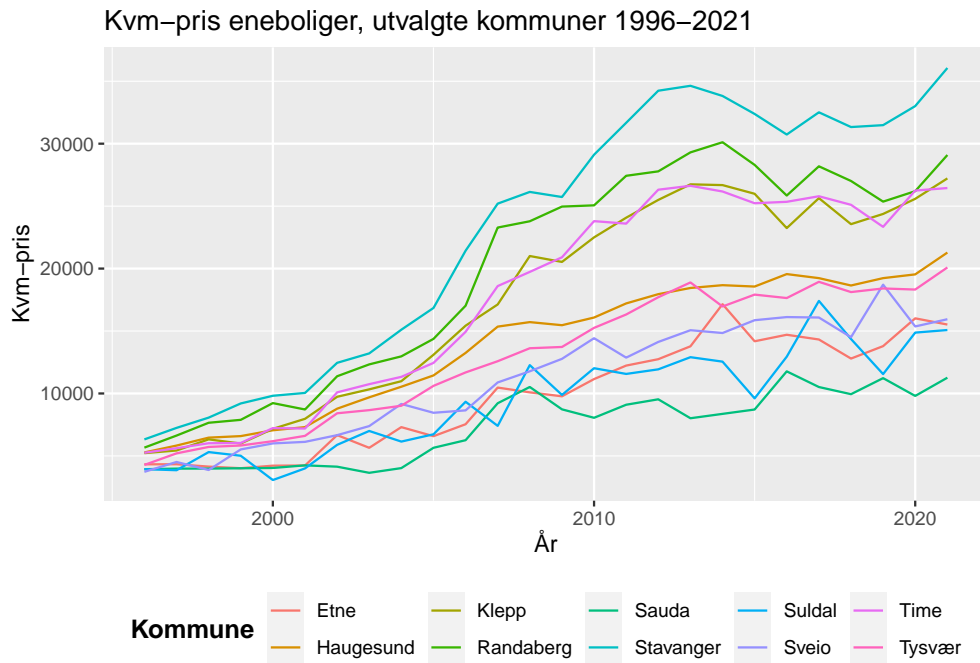
Basert på registerdata fra SSB-tabell 06035 er boligprisene over tid, målt i pris per kvadratmeter (kvm-pris), presentert i Figur 38. Hensikten med figuren er å sammenligne boligprisutviklingen i Sauda med utvalgte kommuner i Stavanger-regionen (Stavanger, Randaberg, Time og Klepp) og i Haugalands-regionen. Imidlertid er det noen momenter som gjør at datagrunnlaget må tas «med en liten klype salt».

For det første er det, for å gi best mulig sammenligningsgrunnlag, kun hentet inn informasjon om eneboliger. I rurale kommuner, som for eksempel Sauda, Etne, Suldal og Sveio, er majoriteten av eksisterende boligmasse frittstående eneboliger, i motsetning til større bykommuner som Haugesund og Stavanger der mange boliger er definert som blokkleiligheter. Tall fra SSB gir et tydelig bilde av at gjennomsnittlig kvm-pris er langt høyere for leiligheter enn for eneboliger, slik at reelle gjennomsnittlige kvm-priser i Haugesund, Tysvær og de fire kommunene i Stavanger-regionen egentlig er en del høyere enn illustrert. Derimot er det så få blokkleiligheter i de nevnte rurale kommunene, at det ikke foreligger omsetningstall for blokkleiligheter i disse kommunene. Det er heller ikke tatt hensyn til omsetning av hytter/fritidsboliger.

For det andre er det i de mer rurale kommunene svært få observasjoner. Desto færre observasjoner som ligger til grunn, desto mer følsomme vil kvm-prisene være for blant annet enkeltsalg med høy salgssum. For eksempel viser tall fra SSB-tabell 06035 at det i perioden 2002-2021 ble omsatt i gjennomsnitt 27 eneboliger i Sauda, 15 i Etne og 11 i Suldal. Til sammenligning var gjennomsnittet for Haugesund i samme periode 227, og for Stavanger var det 546. I Figur 38 er dette spesielt tydelig i Suldal, som har hatt en svært bølgende prisutvikling de seneste årene. I tillegg ser man også relativt store prishopp i Etne i 2014, og i Sveio i 2019. Disse hoppene kan forklares med dyre enkeltomsetninger, se for eksempel Hima (2019) som omtaler et rekordsalg på nær 11 millioner kr i Sveio i 2019.

For det tredje illustrerer Figur 38 gjennomsnittlige tall. Dette innebærer at det ikke korrigeres for andre kjennetegn ved boligen, som for eksempel alder, størrelse, tomtestørrelse, osv.

Ikke helt uventet ser man at Sauda ligger på bunn av de observerte kommunene. Ifølge Sauda



Figur 38: Boligpriser målt i pris per kvadratmeter for utvalgte kommuner i perioden 1996–2021.

kommune (2020a) var det i 2017 et boligoverskudd på 427, det vil si boliger som står tomme, i Sauda. Tall fra SSB (tabellene 09747 og 06266) viser at boligoverskuddet i 2021 har økt til 481. En så god tilgang på bolig i Sauda gir et bilde av lav etterspørsel etter bolig, og dermed lave boligpriser. Omtrent 30% av boligene i Sauda har ifølge Sauda kommune (2020a) en takst under 750.000 kr. Sauda kommune (2020a) viser til god tilgang på tomter og en trend med å bygge nytt som et bidrag til lav etterspørsel etter eksisterende boliger. I tillegg har det ifølge Vareide & Vareide (2020) i perioden 2010–2019 vært en samlet reduksjon i antall arbeidsplasser på 1.1%, som igjen er et bidrag til befolkningsnedgangen i Sauda (se kapittel 2.3). Også dette bidrar til å forklare den lave etterspørselen etter bolig. Det må også nevnes at det forekommer omsetning av enebolig til bruk som fritidsbolig. Slike salg vil for eksempel ikke slå ut på befolkningsstatistikker, og forekommer som et resultat av null boplikt og høye hyttepriser i Sauda (ikke inkludert i Figur 38). Et slikt salg ble for eksempel omtalt i Haugesunds Avis i starten av 2022 (Vårvik, 2022).

De øvrige kommunene på Haugalandet har hatt en jevn boligprisvekst gjennom hele perioden. Samtidig har veksten vært svakere enn i Stavanger-regionen. Stavanger, som ofte omtales som

Norges oljehovedstad (Gjerde, 2002), hadde i 2014 landets høyeste boligpriser. Imidlertid ble Stavanger-regionen kraftig rammet av oljekrisen (omtalt i kapittel 3), noe som resulterte i svært mange permitteringer og svekket kjøpekraft. Virkningene av svekket kjøpekraft i regionen kommer tydelig fram i Figur 38, der man ser et relativt kraftig prisfall mellom 2014 og 2016. Man ser også at boligprisene i Stavanger-regionen nå har hentet inn dette fallet, men i dag ligger blant annet Oslo og Bergen langt over Stavanger.

Modellkjøringer i kapittel 5 og 8.3, og visuell framstilling av antall arbeidsplasser som kan nås innen 45 minutters kjøring i kapittel 6, gir gode indikasjoner på at Saudatunellen vil kunne skape et større arbeidsmarkedsområde i Saudaregionen. Med forankring i teorien, og funn i analysen, er det grunn til å tro at økt tilgang på arbeidsplasser, som følge av Saudatunellen, vil gi positive utslag i etterspørselen etter bolig og derav økning i boligprisene i Sauda.

Som nevnt foran er boligpriser og boligmarkedet knyttet til flyttestrømmer og befolkningsutvikling. Det er nærliggende å tro at de lave boligprisene isolert sett har bidratt til å dempe netto utflytting fra Sauda. Utflytting fra Sauda kan i så fall være knyttet til realisering av et betydelig kapitaltap gjennom salg, og kjøp av ny bolig i en kommune med høyere boligpriser. Samtidig kan lave boligpriser være attraktivt for potensielle innflyttere. Boligmarkedet virker slik sett som et stabiliserende element i en prosess med fraflytting og befolkningsnedgang.

10 Geografisk fordeling av lokalaktiviteter

Som en følge av nye veiforbindelser kan folks bostedsvalg påvirkes direkte (gjennom økt tilgjengelighet i arbeidsmarkedet), og bedrifters lokaliseringvalg (se blant annet Weber (1929) sin teori om bedriftslokaliseringer). Men det kan også tenkes at nye vegforbindelser kan påvirke den geografiske fordelingen av lokalaktiviteter, gjennom folks shoppingvaner.

I kapittel 7.1 presenterte jeg lokale shoppingmønstre som en sentral faktor i utformingen av aktivitetsnivået i lokalnæringer. Lokal utvikling er avhengig av flytting og bedriftslokaliseringer (jobber), men også av tilbøyeligheten til lokal shopping og lokalaktiviteter. I den forbindelse er det hensiktsmessig å også se på denne komponenten fra den generelle likevektsmodellen, men uten å sette den inn i en modell.

Gjestland et al. (2006) undersøkte hvordan lokalaktiviteter endres med avstand fra by-/regionsentrum (*central business district* (CBD)) og definerer tettheten på lokalaktiviteter (*local sector density*, (LSD)) på følgende vis:

$$LSD = \frac{\text{Antall ansatte i lokalnæringen}}{\text{Antall innbyggere}} \quad (32)$$

Lokalaktiviteter vil, ifølge McArthur et al. (2014), avhenge av bosettingsmønstre, infrastruktur og folks reisevaner. Villigheten til å oppsøke lokalaktiviteter synker med økt avstand, som følge av høyere reisekostnader. Dette fører til at kort reisetid, og derav lave reiseutgifter, forklarer en svært høy lokalaktivitetstetthet i regionsenteret.

Klyngefordeler og tilgang på stor mengde lokalaktiviteter i regionsenteret fører også til at en stor andel av nær-regionen (forstedene) også trekker til regionsenteret, noe som da fører til en svært lav lokalaktivitetstetthet ved disse stedene. Større handelssentre gir også økt konkurranse lokalt (mellom bedriftene, om kundene), noe som bidrar til å redusere prisene på varer og tjenester i konkurranseutsatte områder. Ifølge McArthur et al. (2020) er det en kombinasjon av stordriftsfordeler (reduerte innkjøpspriser), transportkostnader og klyngefordeler som tillater bedriftene lavere priser. Lavere kostnader for konsumentene bidrar også til å økt handel, og forsterker villigheten til å reise inn til region-/handelssentre med

relativt lave reisekostnader. Det hører også med at breddefordeler i konsum gir økt aktivitet i regionsenteret. Dette innebærer at mange bedrifter samler seg på et sted, og dermed drar nytte av at konsumenter ofte finner det hensiktsmessig å dekke behovet for varer og tjenester på én shoppingtur (McArthur et al., 2020).

Når avstanden øker, øker reisekostnadene, og resulterer i at handel i større grad foretas lokalt, noe som medfører at lokalaktivitetstettheten øker med avstanden og flater ut mot regionsgjennomsnittet (Gjestland et al., 2006; McArthur et al., 2014, 2020).

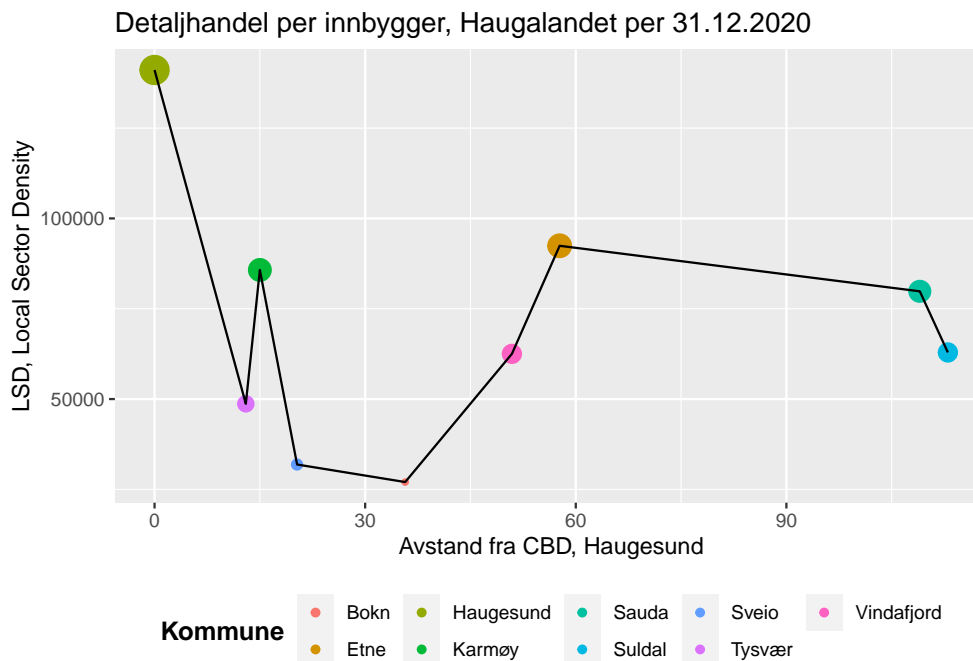
10.1 Analytisk fordeling av lokal handel på Haugalandet

Utgangspunktet for CBD er krysset Austmannavegen/Diktervegen i søndre bydel i regionsenteret Haugesund. Dette punktet er valgt, da det ligger rimelig midt i mellom de tre store handelspunktene Haugesund sentrum, Amanda Storsenter og Oasen Storsenter. Avstandsberegningene er gjort via *Google Maps*, der kommunesentrum i hver kommune er lagt som grunnlag. Avstandene er målt i kilometer. I denne forbindelse er avstanden for Karmøy målt fra Kopervik, der hele kommunen ses under ett.

Ut fra teorien skal en kunne forvente en jevnt fallende kurve, før den vender og går mot regionsgjennomsnittet. Figur 39 viser en tydelig irregularitet ved Karmøy. En *sannsynlig/mulig* forklaring på at Karmøy har en høyere LSD i forhold til Tysvær, selv om avstanden er noe lengre fra CBD, *er/kan være* Kopervik som utgangspunkt for avstandsberegningen til Karmøy.

En stor del av befolkningen i Karmøy kommune er bosatt på fastlandet (Norheim, Vormedal, Kolnes) og vil naturlig trekke mot særlig Oasen Storsenter (som ligger på Norheim i Karmøy kommune) og Amanda Storsenter (som ligger i Haugesund, svært tett på grensen til Karmøy kommune). Det kan dermed tenkes at en finere inndeling av Karmøy (f.eks. fastlandet, Torvastad, Avaldsnes, Kopervik, Vea, Åkra og Skudeneshavn) med forholdsvis inndeling av LSD per innbygger i de respektive lokalområdene nok ville gitt en litt «finere» form på kurven, der «hoppet» hadde forsvunnet.

Man ser at Tysvær, Sveio og Bokn alle har en relativt lav LSD. Dette har sammenheng med



Figur 39: Detaljhandel på Haugalandet 2020

at det er begrenset muligheter for detaljhandel i disse kommunene, samtidig ligger alle tre relativt nært Haugesund slik at husholdningene legger shoppingturene dit. T-forbindelsen (undersjøisk tunell som forbinder kommunene Haugesund, Karmøy og Tysvær) gjør at avstandene fra Bokn til kommunesentrene i disse tre kommunene er relativt lik. Dette bidrar da til at Bokn med sin beskjedne befolkning og få lokale handelspunkter, i tillegg til Haugesund, også har Kopervik (Karmøy) og Aksdal Senter (Tysvær) som sentrale destinasjonsvalg for shoppingturer. Denne nærheten til flere større handelssentrum forklarer i stor grad at Bokn har den laveste LSD-verdien blant de undersøkte kommunene. Tysvær ligger noe høyere enn Sveio og Bokn, som kan forklares med noe lokal detaljhandel ved Aksdal Senter, som også sannsynligvis trekker noe kunder fra nabokommunene Vindafjord og Bokn. Det at disse kommunene (med stor sannsynlighet) legger en stor del av sin shopping til Haugesund er også en sentral faktor i Haugesunds høye LSD.

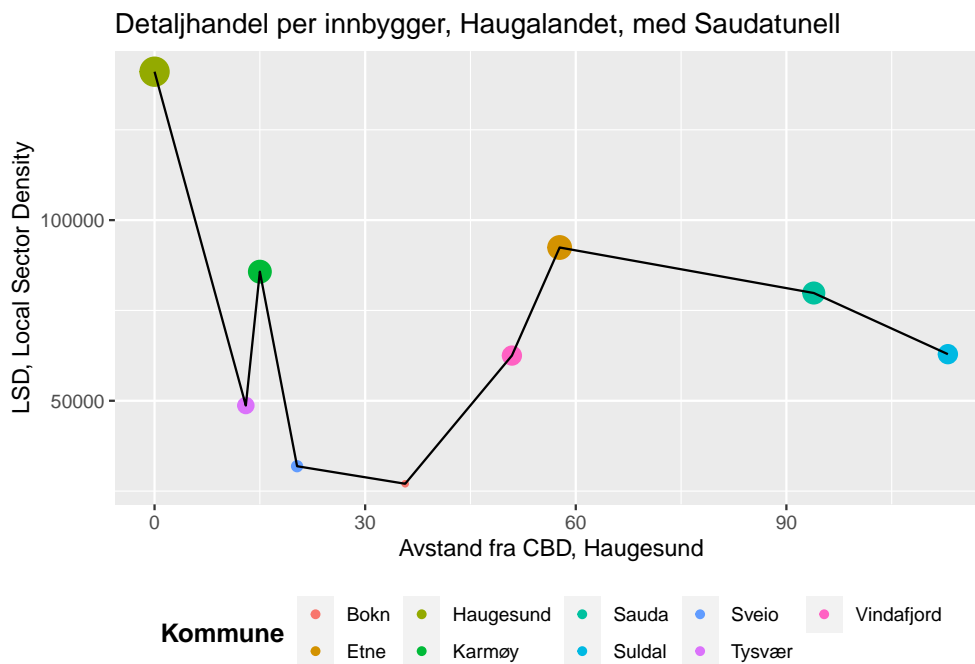
Etterhvert som avstanden øker, øker også den lokale næringen i de respektive kommunene. Kurven stiger, inntil den knekker av i Etne og flater ut mot de to kommunene som ligger lengst borte, Suda og Suldal. Det er for øvrig rimelig å anta at «duppen» i Suldal skyldes relativ nærhet til Stavanger som regionsenter, samt gode båt- og ferjeforbindelser dit, uten

at jeg har gjort nærmere undersøkelser rundt dette.

10.2 Mulige virkninger av Saudatunellen

Ved realisering av Saudatunellen vil avstandene til de øvrige kommunene/handelssentrumene på Haugalandet reduseres. For eksempel vil avstanden til CBD (Haugesund) reduseres med omtrent 16 minutter. Det er likevel viktig å bemerke at ny reisetid på omtrent 95 minutter fortsatt vil gi en svært lang reiseveg til CBD. Tilsvarende vil det fortsatt være for lang reiseveg også til andre større handelssentrum. Dette innebærer at Saudatunellen ikke vil medføre at markant flere fra Sauda velger å gjøre sin handel av lokalvarer i andre kommuner, og Sauda vil dermed fortsatt være på den «flate» delen av LSD-kurven (Figur 40).

Av denne grunn er ikke dette en vesentlig del av diskusjonen for Saudatunellen, da den ikke i nevneverdig grad vil påvirke de lokale shoppingmønstrene i Sauda. Hadde Etne derimot vært et dominerende handelssentrum, ville denne diskusjonen kunne stilt seg annerledes.



Figur 40: Detaljhandel på Haugalandet, med Saudatunell

11 Sammenlignbare vegprosjekter

Den topografiske utformingen langs Vestlandet består i stor grad av et fjord- og fjellrikt landskap. Et slikt landskap gir gjerne lange avstander mellom ulike tettsteder, da en ofte må kjøre rundt fjellene. Dette fører til at mange distriktskommuner har et felles problem, i form av begrenset adkomstmuligheter og lang reiseveg. En løsning på slike utfordringer er da i noen tilfeller å bygge tuneller.

Saudatunellen vil være en slik løsning. I *planleggingsfasen/vurderingsfasen* kan det dermed være nyttig å se til tilsvarende eksisterende prosjekter. På denne måten kan erfarte virkninger av tidligere prosjekter bidra med nyttige innspill til gode prediksjoner for hva en skal forvente av virkninger som følge av investeringer i Saudatunellen.

Folgefonntunellen er et slikt eksisterende vegprosjekt som kan sammenlignes med Saudatunellen. De to tunellene vil blant annet være omtrent like lange, i tillegg er byene Sauda og Odda sammenlignbare i beliggenhet og pendlemønster.

11.1 Folgefonntunellen

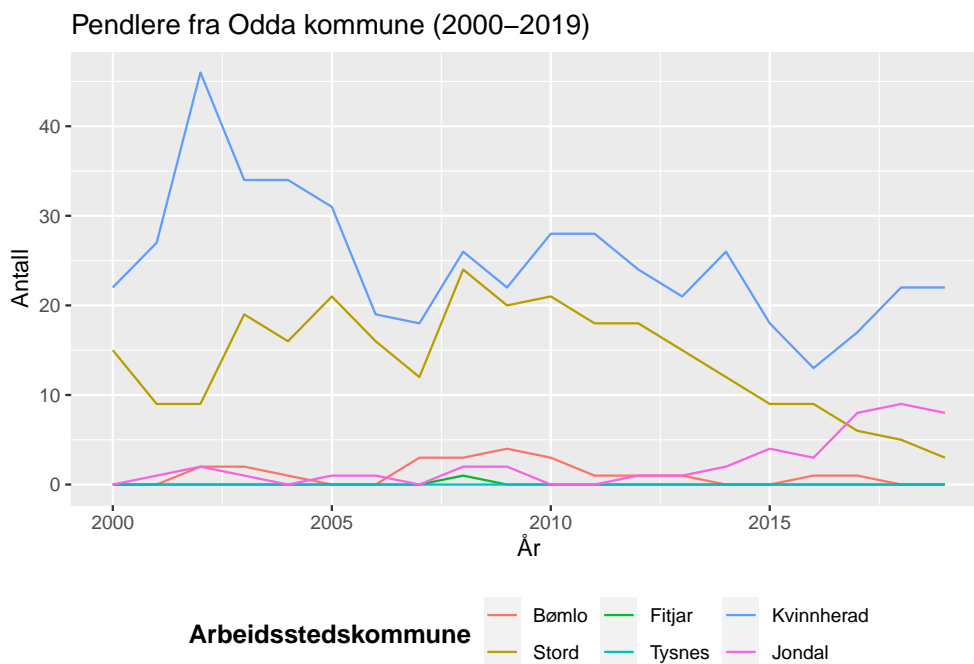
Folgefonntunellen som går mellom Odda i Ullensvang kommune og Mauranger i Kvinnherad kommune åpnet i 2001. Man har dermed over 20 års erfaring fra dette prosjektet å se til.

Folgefonntunellen er 11.15 km lang (fjerde lengste i Norge) og reduserte reisetiden mellom disse to stedene fra omtrent fire timer til kun 15 minutter. Til sammenligning vil Saudatunellen slik den er planlagt være omtrent 11.8 km lang og vil redusere kjøretiden mellom Sauda og Frette i Etne kommune fra omtrent 95 minutter til rundt 15 minutter. Begge tunellene vil også ha til felles at det er svært begrenset befolkning og tilgang på arbeidsplasser i motsatt ende, det vil si Maurangersiden og Frettesiden. De skiller seg derimot litt fra hverandre. Der Odda har rundt 45 km til nærmeste større tettsted gjennom Folgefonntunellen (Rosendal i Kvinnherad), vil Sauda gjennom Saudatunellen kunne nå Etne sentrum, Ølen og Ølensvåg som større tettsteder innenfor samme avstand.

11.2 Observerte pendlestrømmer etter åpning av Folgefonntunnelen

For å se til erfarne virkninger av Folgefonntunnelen er det aktuelt å se på pendlestrømmene, og hvordan disse har utviklet seg over tid. Grafene under viser pendlingen fra henholdsvis de tidligere kommunene Odda og Ullensvang (fusjonerte til Ullensvang kommune i 2020) og Kvinnherad kommune til nabokommunene rundt.

For pendlingen fra Odda er (tidligere) Ullensvang kommune utelatt, da den ikke berøres direkte av tunnelen. Tilsvarende er pendlingen fra Ullensvang til Odda og pendlingen fra Kvinnherad til Stord utelatt. Pendlingen mellom disse kommunene er utelatt da antallet pendlere mellom de respektive kommunene er såpass mye høyere enn antallet til de andre. Dette innebærer at skalaforskjeller gjør det vanskelig å lese av utviklingen for de kommunene med lave tall.



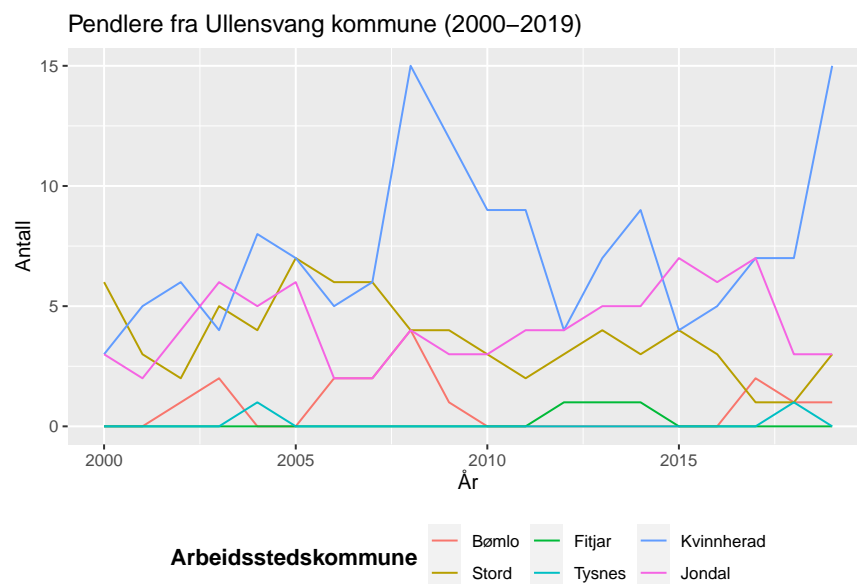
Figur 41: Pendlere fra (tidligere) Odda kommune til nabokommunene i perioden 2000-2019.

Man ser av Figur 41 at antallet pendlere fra Odda til Kvinnherad doblet seg like etter etter åpningen av Folgefonntunnelen i 2001. Uten å ha noe fasitsvar kan det tenkes at en slik kortvarig «boost» i pendlingen mellom 2001 og 2005 kan skyldes midlertidige prosjektarbeid.

Imidlertid sank antallet relativt fort igjen og har ligget på omtrent samme nivå som på åpningstidspunktet, med unntak av en liten dupp fra 2014 til 2016.

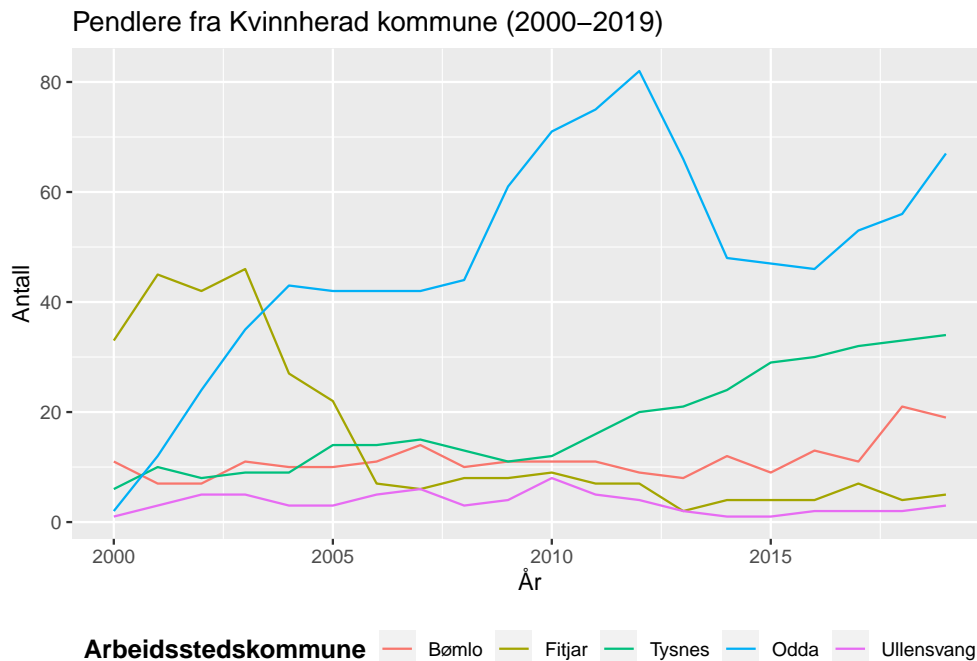
Ser man på pendlingen fra Odda til Jondal, var det fram til 2013 tilnærmet ingen som pendlet mellom disse to kommunene. En sannsynlig årsak til dette vil være svært lang reisetid og et relativt begrenset arbeidsmarked i Jondal. Høsten 2012 åpnet imidlertid den 10 km lange Jondalstunellen, og reduserte reisetiden betraktelig. Det er nærliggende å anta at Jondalstunellen kan forklare økt pendling fra Odda fra 2013. Selv om det ikke er mer enn beskjedne åtte-ni pendlere denne vegen, er det markant flere enn én, som var tilfellet i 2013. Motsatt veg viser tall fra SSB-tabell 03321 at det har vært en jevn vekst fra 23 til 44 i perioden etter åpningen av Jondalstunellen.

Fra Odda til Ullensvang var det i den observerte perioden mellom 30 og 70 pendlere. I motsatt retning, fra Ullensvang til Odda, var det i perioden et stabilt antall pendlere rundt 350. Dette bidrar til å tegne et bilde av Odda som det sentrale arbeidsmarkedsområdet i regionen. Sammenligner man antallet som pendler fra Ullensvang til Odda, med Figur 42, ser man at det er ytterst få fra Ullensvang som pendler gjennom Folgefonntunellen. Igjen er lange avstander en sentral faktor.



Figur 42: Pendlere fra (tidligere) Ullensvang kommune til nabokommunene i perioden 2000–2019.

Den tydeligste effekten av Folgefonntunellen ser man i Figur 43. I løpet av årene etter åpningen av tunnelen har det vært en jevn økning i antallet pendlere fra Kvinnherad til Odda, fra to i år 2000 til i overkant av 80 i 2012. Til sammenligning var det i perioden rundt 200-250 pendlere fra Kvinnherad til Stord. Mange av disse kommer fra Husnes-området, der gode båtforbindelser gir relativt kort reisetid til Stord.



Figur 43: Pendlere fra Kvinnherad kommune til nabokommunene i perioden 2000-2019.

Til tross for at det i samlet antall er relativt få som pendler gjennom Folgefonntunellen, danner Figur 41 og 43 et tydelig bilde av at Folgefonntunellen har bidratt til å øke størrelsen på arbeidsmarkedsregionen rundt Odda. Dette kommer særlig tydelig fram i form av markant økt pendling fra Kvinnherad til Odda etter åpningen av Folgefonntunellen.

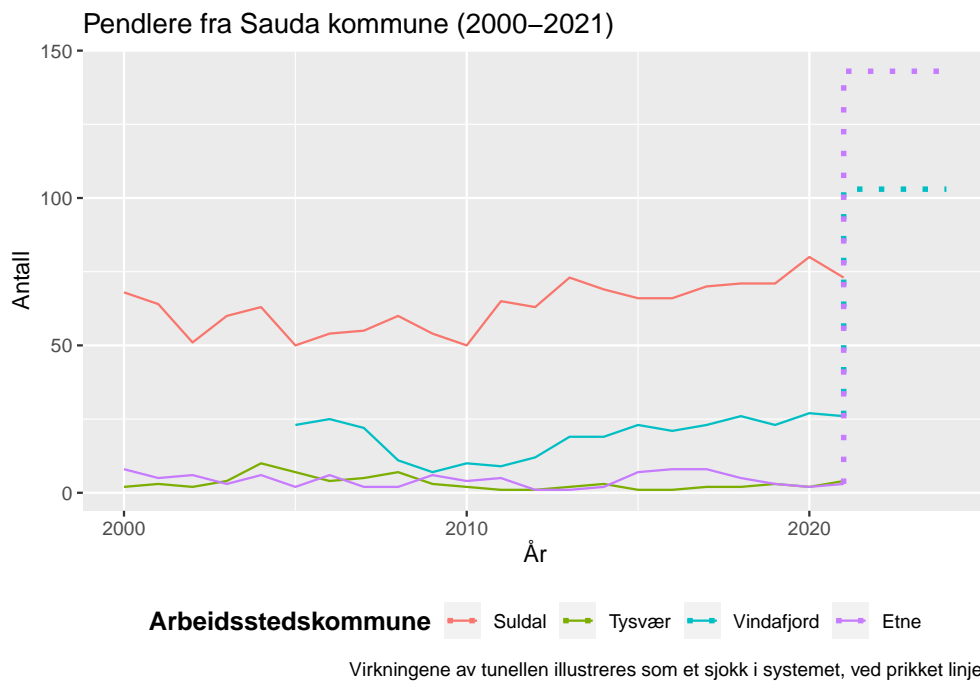
Disse observasjonene gjør at erfaringene fra Folgefonntunellen er relevante for diskusjonen rundt Saudatunellen. Jeg begrunner dette med at man kan se at et slikt vegprosjekt gir grunnlag for økt pendling, mellom kommuner der det tidligere var svært få som pendlet mellom disse.

11.3 Predikerte virkninger av Saudatunellen

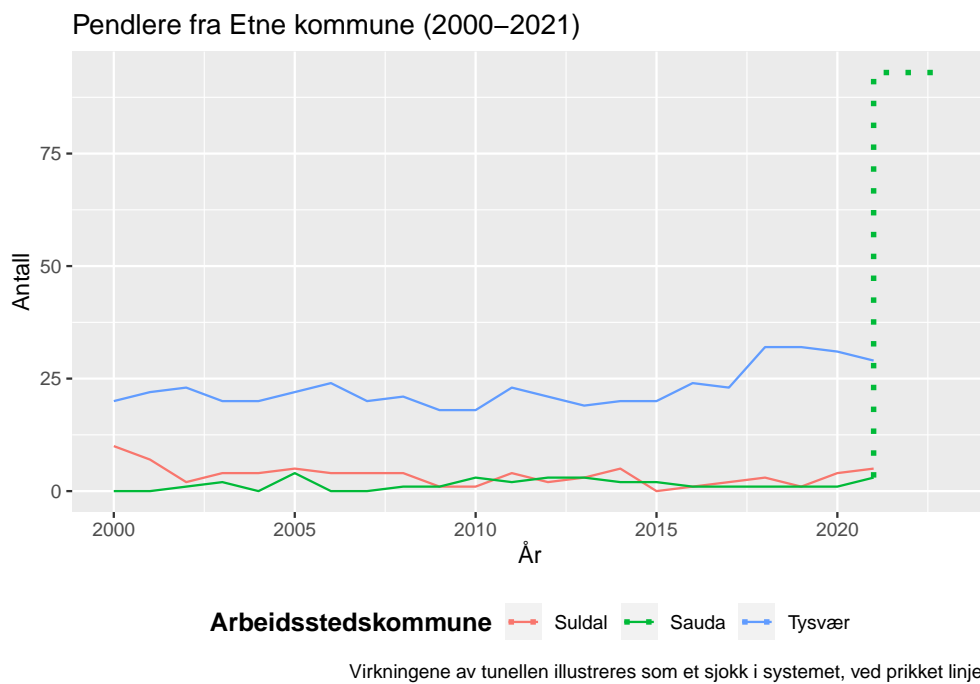
Imidlertid er det verdt å merke seg at Folgefonntunellen peker på at virkningene går i én retning (Kvinnherand \rightarrow Odda). Sammenligner man disse erfaringene med prediksjonene fra kapittel 5.3, ser man at prediksjonene er høyere for Saudatunellen enn det som svarer til erfaringene fra Folgefonntunellen. I tillegg gir prediksjonene et bilde av markant økt pendling i begge retninger (Sauda \Leftrightarrow Etne). Dette tyder da på at det er noen forskjeller mellom disse vegprosjektene. I stor grad kan dette forklares med bakgrunn i de nevnte geografiske forskjellene.

Slike betraktninger gir grunnlag for å se på de historiske pendlestrømmene mellom de kommunene som vil bli sterkest berørt av Saudatunellen. Ser man på Figur 44 og 45 er det tydelig at det er få som har pendlet mellom Sauda og Etne de siste 20 årene. I figurene er de predikerte endringene illustrert som sjokk i systemet, under en forenklet, urealistisk, forutsetning om åpning i 2021. Figur 43 gir et bilde av at virkningene av Folgefonntunellen har skjedd over tid. Sannsynlige tregheter i systemet gjør at dette antas å også gjelde Saudatunellen, det vil si at det ikke er realistisk å forvente en umiddelbar virkning som illustrert. Figurene gir likevel et godt bilde av en ny likevekt etter åpning av Saudatunellen, og som tydelig illustrerer forskjellene fra Folgefonntunellen.

I Figur 45 er for øvrig Vindafjord utelatt grunnet skalaforskjeller. I perioden 2000-2021 var det mellom 275 og 408 som pendlet fra Etne til Vindafjord, med et gjennomsnitt på 357. En stor andel av disse pendler fra Etne til Ølen/Ølensvåg, som ligger rundt 10-15 minutters kjøring fra Etne sentrum.



Figur 44: Pendlere fra Sauda kommune til nabokommunene i perioden 2000-2021, med predikert anslag med Saudatunell.



Figur 45: Pendlere fra Etne kommune til nabokommunene i perioden 2000-2021, med predikert anslag med Saudatunell.

12 Nytte-kostnadsanalyse

Ifølge NOU (1998) er kartlegging av offentlige prosjekter, som for eksempel vegprosjekter, et viktig anvendelsesområde for nytte-kostnadsanalyser. Hovedformålet med nytte-kostnadsanalyser er å «klarlegge og synliggjøre konsekvensene av alternative tiltak før beslutninger fattes» (Drèze & Stern (1987); NOU (1998), s. 8). Slike konsekvenser er ifølge Wangsness et al. (2014, s. 5) «typisk trafikant- og brukernytte, operatørnytte, budsjettvirkninger, ulykker, støy og luftforurensing».

Så langt det lar seg gjøre vil alle positive og negative effekter av et tiltak tallfestes i kroner og øre, i en nytte-kostnadsanalyse. Tallfestingen av nytte skjer ut fra et hovedprinsipp om at «en konsekvens er verdt det befolkningen til sammen er villig til å betale for den» (NOU, 2012, s. 17). Dette innebærer at tiltaket defineres som samfunnsøkonomisk lønnsomt dersom betalingsvilligheten for nyttevirkningene overstiger kostnadene.

12.1 Nytte-kostnadsberegninger for norske vegprosjekter

I Norge er det, gjennom den statlige kvalitetssikringsordningen (KS-ordningen), bestemt at det skal utføres nytte-kostnadsanalyser på alle statlige investeringsprosjekter med anslått kostnadsramme over 1 milliard kroner (Finansdepartementet, 2019). Basert på anslått investeringskostnad i Onarheim et al. (2021), kan Saudatunellen sies å være et slikt prosjekt.

Seljom (2021, s. 20) oppgir Statens vegvesen som «den største aktøren innen vegtransport i Norge». Videre nevnes det at Statens vegvesen «har lang tradisjon i å utføre nytteanalyser i forbindelse med veg- og transportprosjekter» (s. 21). Hovedverktøyet Statens vegvesen benytter i slike analyser er EFFEKT 6.6. Transportmodelleringene som ligger til grunn i dette verktøyet er basert på en form for gravitasjonsmodeller, der det beregnes egne priselastisiteter for pendle-, tjeneste- og fritidsreiser (Straume & Bertelsen, 2015).

Som jeg nevnte i kapittel 1.1 er nytte-kostnadsberegningene knyttet til Saudatunellen (Onarheim et al., 2021) foretatt ved bruk av EFFEKT-verktøyet, og kan da sies å være beregnet etter gjeldene grunnlag for vurdering av vegprosjekter i Norge. Likevel er det en åpenbar svakhet med beregningene til Onarheim et al. (2021), da de ikke tar høyde for potensielle

lokaliseringsvirkninger. I Bertelsen et al. (2015, s. 6–7) kommer det tydelig fram at Statens vegvesens verktøy kun er i stand til å foreta *delanalyser* basert på «tiltak i transportsystem som påvirker lokaliseringsmønster». Det påpekes også at «det finnes ingen komplett analysemetodikk i dag for denne typen problemstillinger».

Onarheim et al. (2021) konkluderer med at Saudatunellen vil være et samfunnsøkonomisk lønnsomt prosjekt, med en nettonytte på 590.6 millioner 2021-kroner. Det må nevnes at dette er basert på åpning i år 2040, med forutsetning om at flere andre store vegprosjekt i regionen er realisert. I et annet scenario der det forutsettes byggestart i år 2022, med åpning i 2026, viser nytte-kostnadsbergningene til Onarheim et al. (2021, s. 19–20) til en *negativ* nettonytte på 64.1 millioner 2021-kroner.

For øvrig poengterer Onarheim et al. (2021) at samferdselstiltak kan ha ringvirkninger for hele befolkningen i området, og ikke bare de som benytter den nye vegen/tunellen, i form av mulig framtidig verdiskapning i regionen. Blant annet er økonomiske virkninger på bo- og arbeidsmarkeder og økt verdiskapning som følge av agglomerasjonseffekter blant eksisterende næringsliv *diskutert*. Denne form for samfunnsnytte er imidlertid ikke tallfestet, men likevel inkludert som en del av totalvurderingen av nytte.

12.2 Svakheter med nytte-kostnadsanalyse

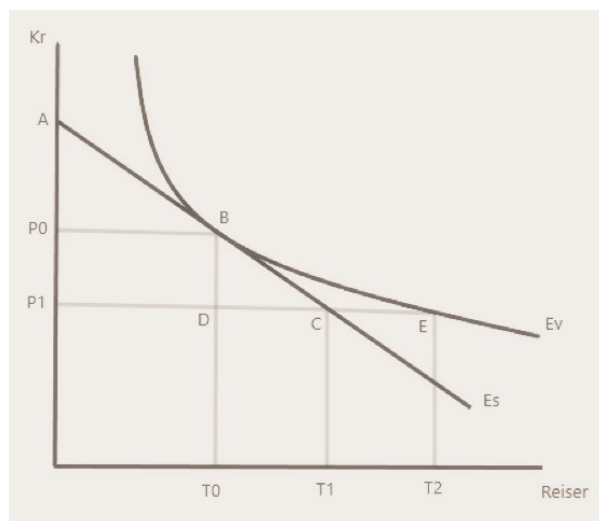
Thorsen (2012) sier at nytte-kostnadsanalyser av transportinvesteringer ofte predikerer trafikkøkning og befolkningens betalingsvillighet «på grunnlag av en forutsetning om gitt lokaliseringsmønster for sysselsetting og bosetting». Thorsen mener dette i mange tilfeller er en urimelig forutsetning. Dette støttes også av blant annet Blanquart et al. (2020), som sier at nytte-kostnadsanalyser tar for seg markedet for transporttjenester og infrastrukturtilgang, men at slike analyser overser netto ringvirkninger på andre markeder («*wider economic impacts*»). Wangsness et al. (2014, s. 4) presenterer følgende definisjon av ringvirkninger:

Ringvirkninger av et tiltak er realøkonomiske effekter utover de markedene (primærmarkedene) som berøres direkte av tiltaket, dvs. endringer i likevekten i sekundærmarkedene. F.eks. kan arbeidsmarkedet eller eiendomsmarkedet påvirkes av tiltak i transportmarkedet.

I denne definisjonen ligger det at sekundærmarkeder er markeder hvor et infrastrukturprosjekt har indirekte virkninger på økonomien. Reisetidseffekter er et eksempel på *direkte effekter*, og produktivitets- og lokaliseringseffekter er eksempler på *indirekte effekter* (Oosterhaven & Knaap, 2003; Wangsness et al., 2014).

Videre sier Blanquart et al. (2020) at slike større konsekvenser vanligvis er knyttet til agglomerasjon (klynging), markedsrett og bedrifters og husholdningers adferdstilpasninger. Thorsen (2012) påpeker også at dersom endringer i lokaliseringseffekter ignoreres, vil ikke tradisjonelle nytte-kostnadsanalyser fange opp betalingsvilligheten for nye lokaliseringmuligheter. Dette bygger på at slike endringer «kan sette i gang prosesser som må forventes å ha betydning for trafikkstrømmer». McArthur et al. (2020) gir flere eksempler på at tradisjonelle nytte-kostnadsanalyser underpredikerer pendlestrømmene når det ikke tas hensyn til lokaliseringseffekter, og fant blant annet at prediksjonene gir større feil desto nærmere en sone ligger i forhold til CBD.

I vurderingen av velferdsendringer, som en følge av endringer i transportnettverket, kan man benytte et standard mikroøkonomisk rammeverk (Gjestland et al. (2014); McArthur et al. (2020)). Jeg presenterer i Figur 46 et eksempel på en etterspørselskurve for reiser mellom to lokasjoner, basert på McArthur et al. (2020).



Figur 46: Etterspørsel etter reiser mellom to lokasjoner, som en funksjon av generaliserte reisekostnader.

I Figur 46 er de generaliserte reisekostnadene gitt ved P_0 . Ser man på etterspørselskurven

merket E_s , vil etterspørselen tilsvare T_0 . Dette innebærer at konsumentoverskuddet for de som benytter seg av vegnettet er gitt ved ABP_0 . Under forutsetning om investeringer i transportnettverket, reduseres de generaliserte reisekostnadene til P_1 . Ifølge McArthur et al. (2020) er det to virkninger det nå må tas hensyn til. For det første vil de som utfører T_0 reiser få reduserte reisekostnader, noe som øker konsumentoverskuddet for denne gruppen med P_0BDP_1 . For det andre vil etterspørselen øke fra T_0 til T_1 , der man får tilførsel av nye brukere som tidligere ikke var villige til å gjennomføre reisen ved opprinnelig reisekostnad. Konsumentoverskuddet til disse nye brukerne er da gitt ved BCD . De totale endringene i konsumentoverskuddet som følge av investeringene i transportnettverket er da gitt ved P_0BCP_1 .

I etterspørselskurve E_s foreligger det en antakelse om at alle andre faktorer forblir uendret. Herunder antas det at både husholdningers og bedrifters lokalisering forblir uendret. Man kan da si at E_s representerer etterspørselskurven i en standard nytte-kostnadsanalyse. Imidlertid er det ofte slik at husholdninger og bedrifter vil tilpasse seg det nye vegnettet og relokalisere (se kapittel 7). Ifølge McArthur et al. (2020) vil en endring i generaliserte reisekostnader gjerne føre til et skift i etterspørselen, istedenfor en bevegelse langs den samme etterspørselskurven, ved slike lokaliseringsvirkninger.

Et slikt skift er i Figur 46 illustrert ved etterspørselskurven merket E_v . I en standard nytte-kostnadsanalyse vil man kunne forvente en endring i etterspørsel etter reiser fra T_0 til T_1 . Tar man høyde for lokaliseringsvirkninger skal man derimot kunne forvente en økt etterspørsel fra T_0 til T_2 , som en respons på reduserte reisekostnader. Figur 46 viser da at om det ikke tas hensyn til lokaliseringsvirkninger vil man få en underestimert av velferdsnyttens tilsvarende BCE . Den totale velferdsendringen, når det tas hensyn til lokaliseringsvirkninger, vil ifølge McArthur et al. (2020) derfor være BDE .

12.3 Saudatunellens nytte

Egne nytteberegninger går utover den tidsrammen jeg har til rådighet. Som en fortsettelse på framstillingen foran vil jeg her presentere en kort teoretisk diskusjon.

Med bakgrunn i de ulike modellrammene og resultatene jeg har funnet, synes det å være

relativt gode indikasjoner på at Saudatunellen kan være en nødvendig investering. Særlig for Saudasamfunnet, som i dag sliter med et begrenset arbeidsmarked, fraflytting, befolkningsnedgang og en stor boligmasse som står tom til tross for lave boligpriser. Disse funnene er også i tråd med funnene til Onarheim et al. (2021).

Man kan likevel stille spørsmål om konklusjonen til Onarheim et al. (2021) er fornuftig. Som nevnt gir tunellen en negativ nettonytte under forutsetning om åpning i 2026. Generelt sett vil ikke vegprosjekter gjennomføres ved negativ nettonytte, da kostnadene er høyere enn utbyttet (lokal)samfunnet vil ha av tiltaket. På den andre siden gir forutsetningen om åpning i 2040 relativt gode resultater, der tiltaket anses som samfunnsøkonomisk lønnsomt. Her kan det imidlertid være grunnlag for å se på ringvirkningene. Som Figur 46 illustrerer skal man forvente høyere nytte ved å ta hensyn til lokaliseringsevirkningene, som Onarheim et al. (2021) kun har diskutert. Det kan tenkes at beregninger som tar høyde for lokaliseringsevirkninger resulterer i at Saudatunellen kan få en positiv nettonytte også under forutsetningen om åpning i 2026. Men jeg må presisere at dette kun er en mulighet. Uten faktiske beregninger har jeg ikke grunnlag for å konkludere i hverken den ene, eller den andre retningen.

Med bakgrunn i de sprikende resultatene basert på de ulike alternativene for åpning av Saudatunellen, som Onarheim et al. (2021) viser til, kan man også stille spørsmål om når tiltaket bør inntreffe. I en situasjonen der en sone (kommune) sliter med avfolking, som for eksempel Sauda har slitt med i lang tid, fant McArthur et al. (2014) at tidspunktet for iverksetting av et tiltak kan spille en avgjørende rolle for utfallet. Implisitt innebærer dette at et dersom et tiltak blir iverksatt på et for sent tidspunkt vil man risikere å kun utsette avfolkingsprosessen, og Thorsen (2012) beskriver dette grensepunktet som «*the point of no return*». En ulempe med nye vegprosjekter er at beslutningsfasen, planlegging og bygging kan være svært tidkrevende, og kan medvirke til at tiltak iverksettes for sent. Dette utgjør da en faktor det kanskje bør tas høyde til i nytte-kostnadsanalyser. For eksempel kan det tenkes at et prosjekt som i utgangspunktet anses som samfunnsøkonomisk lønnsomt og vedtas realisert, ender opp med å være *ulønnsomt* når det endelig står ferdig som en følge av for sen iverksetting.

12.3.1 Regionalpolitiske forhold

Det kan også tenkes at regionalpolitiske forhold kan bidra med positiv nytte. I Norge har man helt siden 1950-tallet hatt et mål om å verne distriktene. For eksempel sier NOU (2020, s. 67): «Norsk regionalpolitikk har i stor grad vært rettet mot distriktsområder, med mål om befolkningsutvikling og likeverdige levekår». Det følges opp med at «kjernen i distriktpolitikken har derfor vært å skape arbeidsplasser for å hindre utflytting eller sikre tilflytting». Sauda er i aller høyeste grad en distriktskommune, som over lang tid har hatt en negativ utvikling.

Som et virkemiddel for å beholde virksomheter (og sysselsetting) i distriktene har mange av Norges kommuner, deriblant Sauda, redusert arbeidsgiveravgift (se NOU (2020), s.72), og det er funnet at redusert arbeidsgiveravgift øker sysselsetting direkte gjennom lavere lønnskostnader. Det påpekes imidlertid at «det kan være lokale forhold som tilsier at effekten av differensiert arbeidsgiveravgift er begrenset» (NOU, 2020, s. 71). Som et alternativ foreslås det blant annet at investeringer i infrastruktur kan erstatte dette virkemiddelet. Først og fremst gjennom investeringer som skaper bedre integrerte arbeidsmarkeder. Funnet i denne analysen tilsier at Saudatunellen kan være en slik investering. Som jeg fant i kapittel 8.3.2, påpeker også NOU (2020, s. 73) at denne type investeringer «vil kunne øke attraktiviteten for både bedrifter og personer».

13 Avsluttende kommentarer

Hovedspørsmålet i oppgaven er om Saudatunellen gir potensial for økt mobilitet i arbeidsmarkedet og befolkningsvekst i Sauda kommune. Gjennom analyse av pendledata gis det indikasjoner på at Saudatunellen kan føre til økt mobilitet i arbeidsmarkedet. Gjennom visualisering av arbeidsmarkedsområder innenfor gitte reisetider er det også bevist at Saudatunellen vil skape et utvidet arbeidsmarkedsområde.

Ser man mot de mer langsiktige virkningene gir analyse av flyttedata et tydelig inntrykk av at Sauda kan bli en mer attraktiv kommune. Til tross for en markant økning i attraktivitet/tilgjengelighet gjennom økt potensialmål vil Sauda fortsatt imidlertid ligge på bunn blant kommunene på Haugalandet når det kommer til lokaliseringspotensial. Dermed er det imidlertid vanskelig å konkludere med at Saudatunellen vil føre til en befolkningsvekst i Sauda. Endringene i tilgjengelighet og sentralitet gir i det minste indikasjoner på at befolkningsnedgangen kan bremses, og at man kan oppnå et mer stabilt folketall framover.

Det kan også være at tilgang på et større arbeidsmarked gir økt etterspørsel etter boliger i Sauda. Samtidig kan det være at lavere boligpriser enn ellers i regionen i seg selv gir et grunnlag for befolkningsvekst. Dette er et eksempel på at det meste «henger i hop» i analyser av denne type prosjekter, og dette bidrar til høy kompleksitet og stor usikkerhet i analyser og prediksjoner.

Med bakgrunn i fortsatt lange reisetider til større handelssentrum, er det ikke grunn til å tro at Saudatunellen vil påvirke de lokale shoppingmønstrene i Sauda i nevneverdig grad.

Sammenlignet med den tilsvarende Folgefonn-tunellen, er det i denne analysen funnet at Saudatunellen kan skape enda større mobilitet i arbeidsmarkedet. Med Saudatunellen er det relativt store tettsteder rimelig nært opp til begge endene av tunellen. Dette gir større potensiale for interaksjon i begge retninger, slik at det over tid kan etablere et tettere integrert og større arbeidsmarkedsområde i indre deler av Haugalandet. Det er grunn til å regne med at det har gunstige konsekvenser for befolkningsutviklingen i denne delen av regionen, og at det kan bidra til en mer balansert vekst mellom ulike geografiske områder.

Flere funn i analysen gir klare indikasjoner på at Sauda-samfunnet vil dra stor nytte av

Saudatunellen. I denne utredningen har jeg imidlertid primært hatt fokus på mobilitet i arbeidsmarkedet og flyttestrømmer, snarere enn en helhetlig samfunnsøkonomisk analyse. Det kan også stilles spørsmål om lokalbefolkningen i Sauda og/eller storsamfunnet uansett er villige til å ta slike store kostnader et vegprosjekt som Saudatunellen medfører. Vil tunellen ha stor nok regionalpolitisk verdi til at myndigheter kan gå inn for å realisere den, for å sørge for et bedre integrert arbeidsmarked som et virkemiddel til å snu en negativ utvikling i indre deler av regionen? Alternativet ved å ikke bygge tunellen kan medføre at dagens negative utvikling vil fortsette, med den risikoen at Sauda-samfunnet etter hvert vil kunne dø ut.

Ved hjelp av den typen analyser jeg har gjort kan en predikere virkninger på tilpasningen i arbeidsmarkedet, og en kan antyde hvordan dette vil påvirke befolkningsutvikling. Det er imidlertid flere komponenter i samlet reiseaktiviteter som jeg ikke har diskutert, og jeg har heller ikke gjort noen forsøk på å verdsette den regionalpolitiske betydningen av en mer balansert utvikling for ulike deler av regionen. Slike betrakninger er også sentrale i en samlet samfunns- og regionalpolitisk vurdering av slike prosjekter.

14 Anbefalinger til videre forskning

Arbeidet med denne analysen av bo- og arbeidsmarkedet i Sauda, og potensielle virkninger av Saudatunellen har gitt mange lovende og spennende resultater, basert på forskjellige modellverktøy og datagrunnlag. Som en følge av tidsbegrensinger har det imidlertid, dessverre, ikke latt seg gjøre å utføre grundigere og fullstendige analyser innenfor alle områder som kan tenkes å påvirke bo- og arbeidsmarkedet. Dette gjelder i hovedsak de kapitlene som tar for seg langsiktige virkninger, der jeg kun har foretatt mindre omfattende delanalyser. Disse kapitlene må betraktes som begrensninger i denne utredningen.

Denne masteroppgaven gir derimot et godt grunnlag for videre forskning rundt Sauda og Saudatunellen.

- Gitt bedre tid vil det kunne være interessant å foreta en analyse basert på komplett modellramme fra McArthur et al. (2014). Her kan det også være muligheter for å inkludere faktorer som McArthur et al. (2014) ikke tok hensyn til, som for eksempel lokal innovasjon og konkurranseevne.
- Det kan være spennende å bygge videre på bolig- og hyttemarkedet i Sauda, og knytte dette opp mot prediksjoner fra oppgaven og videre undersøke hvordan for eksempel bolig- og hyttepriser kan påvirkes av å realisere Saudatunellen.
- En grundigere nytte-kostnadsanalyse, blant annet ved å ta bedre hensyn til lokaliseringsvirkninger (se pkt. 1 over) enn det som er vanlig i slike analyser.
- Det vil være spennende å eksperimentere med ulike definisjoner av potensialmål, studere sammenhengen mellom ulike typer av interaksjon (strømmer av folk og arbeidsplasser), og forsøksvis komme nærmere kausale sammenhenger, for eksempel om det er «*people follow jobs*» eller «*jobs follow people*».
- Å se nærmere på *differanse-i-differanse*-tilnærminger ved å bruke data for endringer i folketall, spesifisert mot data for endringer i verdier på potensialmål.

Referanser

- Abotnes, E. (2022, april 8). Trygghet Og Industrivekst i En Ny Region. *Haugesunds Avis*, 18.
- Allaire, J. J., Xie, Y., McPherson, J., Luraschi, J., Ushey, K., Atkins, A., Wickham, H., Cheng, J., Chang, W., & Iannone, R. (2022). *Rmarkdown: Dynamic Documents for R*. <https://github.com/rstudio/rmarkdown>
- Alonso, W. (1964). *Location and Land Use: Toward a General Theory of Land*. Harvard University Press. <https://doi.org/10.4159/harvard.9780674730854>
- AMPL Optimization Inc. (2021). *AMPL IDE*. AMPL Optimization Inc. <https://www.ampl.com>
- Anas, A. (1983). Discrete Choice Theory, Information-Theory and the Multinomial Logit and Gravity Models. *Transportation Research Part B: Methodological*, 17, 13–23. [https://doi.org/10.1016/0191-2615\(83\)90023-1](https://doi.org/10.1016/0191-2615(83)90023-1)
- Bertelsen, D., Malmin, O. K., Tørset, T., Thorenfeldt, U. K., & Straume, A. (2015). *Nytte-kostnadsanalyser ved bruk av transportmodeller* (Nr. 364). Statens vegvesen. <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/bitstream/handle/11250/2659626/Rapport%20364%20Nytte-kostnadsanalyser%20ved%20bruk%20av%20transportmodeller.pdf?sequence=1>
- Blanquart, C., Chen, C.-L., de Urena, J. M., Delaplace, M., Gastineu, P., Koning, M., Liedtke, G., Pagliara, F., & Yoshino, N. (2020). The wider economic impacts of transportation infrastructure. *G20 Insights*. T20 Saudi Arabia - Think. https://www.g20-insights.org/wp-content/uploads/2020/11/T20_TF3_PB12.pdf
- Blomgren, A., Quale, C., & Harstad, A. M. (2016). *Utvikling i direkte petroleumsrelatert sysselsetting 2014 – 2020* (Arbeidsnotat Nr. 2016/029; s. 28). IRIS. <https://www.norskoljeoggass.no/globalassets/dokumenter/arbeidsliv/iris-nye-oljjobber.pdf>
- Brandal, T. (2016, april 25). *Kraft og mangan. Foto frå kraft- og industriutbygginga i Sauda*. Fotonettverk Rogaland. <https://fotonettverk-rogaland.no/kraft-og-mangan-foto-fra-kraft-og-industriutbygginga-i-sauda/>
- Bregman, L. (1967). The Relaxation Method of Finding the Common Point of Convex Sets and Its Application to the Solution of Problems in Convex Programming. *USSR Computa-*

- tional Mathematics and Mathematical Physics*, 7, 200–217. [https://doi.org/10.1016/0041-5553\(67\)90040-7](https://doi.org/10.1016/0041-5553(67)90040-7)
- Brekke, A. (2021, oktober 7). (+) *Vil ha tunnel i Sauda – møter skepsis i Etne*. Haugesunds Avis. <https://www.h-avis.no/5-62-1249482>
- Capello, R. (2015). *Regional Economics* (2. utg.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315720074>
- Casey, H. J. (1955). Applications to Traffic Engineering of the Law of Retail Gravitation. *Traffic Quarterly*, 9(1), 23–35.
- Domencich, T., & McFadden, D. (1975). *Urban Travel Demand: A Behavioral Analysis* (Bd. 10). <https://doi.org/10.2307/134305>
- Drèze, J., & Stern, N. (1987). Chapter 14 The Theory of Cost-Benefit Analysis. I *Handbook of Public Economics* (Bd. 2, s. 909–989). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1573-4420\(87\)80009-5](https://doi.org/10.1016/S1573-4420(87)80009-5)
- Eliasson, K., Lindgren, U., & Westerlund, O. (2003). *Geographical Labour Mobility: Migration or Commuting?* <https://doi.org/10.1080/0034340032000128749>
- Etne-kommune. (2016, desember 15). *Kommuneplan Etne Kommune, Samfunnsdel 2016-2026*. https://www.etne.kommune.no/_f/p1/if22471da-07dd-4772-8d0f-d9e7d65d0e57/kommuneplan_samfunnsdel_etne_2016-2026.pdf
- Finansdepartementet. (2019, oktober 30). *Hva er statens prosjektmodell?* [Redaksjonellartikkel]. Regjeringen.no; regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/statlig-okonomistyring/ekstern-kvalitetssikring2/hva-er-ks-ordningen/id2523897/>
- Fløgstad, K. (1990). Arbeidets lys: tungindustrien i Sauda gjennom 75 år. I *Norbok*. Det norske samlaget. https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digibok_2010092920021
- Fotheringham, A. S. (1981). Spatial Structure and Distance-Decay Parameters. *Annals of The Association of American Geographers*, 71, 425–436. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1981.tb01367.x>
- Fotheringham, A. S. (1983a). A New Set of Spatial-Interaction Models: The Theory of Competing Destinations. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 15(1), 15–36. <https://doi.org/10.1177/0308518X8301500103>

- Fotheringham, A. S. (1983b). Some Theoretical Aspects of Destination Choice and Their Relevance to Production-Constrained Gravity Models. *Environment and Planning A*, 15, 1121–1132. <https://doi.org/10.1068/a151121>
- Furness, K. P. (1965). Time Function Iteration. *Traffic Engineering and Control*, 7(7), 458–460.
- Furre, R. E. (2009, mai 7). *Eksempel På Arbeidstidsordninger i Petroleumsindustrien i Norge*. SAFE HMS Konferansen 2009 Hvor Går Grensen? <https://safe.no/hms/hvor-gar-grensen/>
- Gjerde, K. Ø. (2002). «Stavanger er stedet»: Oljeby 1972-2002. I *Norbok*. Norsk oljemuseum. https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digibok_2012102907130
- Gjestland, A., McArthur, D. P., Osland, L., & Thorsen, I. (2014). The Suitability of Hedonic Models for Cost-Benefit Analysis: Evidence from Commuting Flows. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 61, 136–151. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2014.01.006>
- Gjestland, A., Thorsen, I., & Ubøe, J. (2006). Some Aspects of the Intraregional Spatial Distribution of Local Sector Activities. *The Annals of Regional Science*, 40(3), 559–582. <https://doi.org/10.1007/s00168-006-0073-7>
- Glenn, P., Thorsen, I., & Ubøe, J. (2001). *A Microeconomic Approach to Distance-Deterrence Functions in Modeling Journeys to Work*.
- Goldner, W. (1971). The Lowry Model Heritage. *Journal of the American Institute of Planners*, 37(2), 100–110. <https://doi.org/10.1080/01944367108977364>
- Grigg, D. B. (1977). E. G. Ravenstein and the «Laws of Migration». *Journal of Historical Geography*, 3(1), 41–54. [https://doi.org/10.1016/0305-7488\(77\)90143-8](https://doi.org/10.1016/0305-7488(77)90143-8)
- Grønstad, Ø., Bratteteig, S., & Frette, M. (1937, oktober 2). Veien Etne-Sauda Vil Bli Til Gjensidig Nytte for de to Herreder. *Haugesunds Dagblad*, 1–2. <https://www.nb.no/items/83082480bfaf653dd179e4d4d97b43f4>
- Gumbel, E. (1935). Les Valeurs Extrêmes Des Distributions Statistiques. *Annales de l'Institut Henri Poincaré*, 5(2), 115–158. <https://www.semanticscholar.org/paper/Les-valeurs-extr%C3%A0mes-des-distributions-statistiques-Gumbel/db46989c5f7cfc28edde07f6cee4c0d270b6363b>
- Haker, A. (2021). *[Inspeksjon Av Fjellside Etter Ras Langs Saudavegen]*. <https://www.h->

- avis.no/over-100-tonn-star-i-fare-for-a-rase-ut-dette-ma-vi-gjore-noe-med-ganske-umiddelbart/s/5-62-1263346
- Ham, M., & Hooimeijer, P. (2009). *Regional Differences in Spatial Flexibility: Long Commutes and Job Related Migration Intentions in the Netherlands*. <https://doi.org/10.1007/S12061-008-9016-2>
- Hansen, S. (2022, januar 27). (+) *200 millionar til E 134 frå Ølen til Etne: – Dette er ønska av folk i området*. Haugesunds Avis. <https://www.h-avis.no/5-62-1294693>
- Hansen, W. (1959). How Accessibility Shapes Land Use. *Journal of the American Institute of Planners*, 25, 73–76. <https://doi.org/10.1080/01944365908978307>
- Haugaland Vekst. (2021, mars 23). *Ny storfabrikk i sauda*. Haugaland Vekst. <https://haugalandvekst.no/ny-storfabrikk-i-sauda/>
- Haugen, M. A. (2021, november 11). (+) *Over 100 tonn står i fare for å rase ut: – Dette må vi gjøre noe med ganske umiddelbart*. Haugesunds Avis. <https://www.h-avis.no/5-62-1263346>
- Haugesunds Dagblad, lørdag 2. oktober 1937. (1937). I *Haugesunds Dagblad*. https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digavis_haugesunds_dagblad_null_null_19371002_58_264_1
- Hima, A. (2019, juli 8). (+) *Solgte Sveios dyreste eiendom noensinne*. Haugesunds Avis. <https://www.h-avis.no/5-62-839447>
- Hoyt, H. (1954). Homer Hoyt on Development of Economic Base Concept. *Land Economics*, 30(2), 182–186. <https://doi.org/10.2307/3144940>
- HY2GEN. (2022, februar 3). *FEED Study underway | HY2GEN AG*. <https://hy2gen.com/feed-study-underway/>
- Høydahl, E. (2020). *Sentralitetsindeksen. Oppdatering Med 2020-Kommuner* (Nr. 2020/04; Notater). Statistisk sentralbyrå. <https://www.ssb.no/befolkning/artikler-og-publikasjoner/sentralitetsindeksen.oppdatering-med-2020-kommuner>
- Høydahl, E. (2022, mars 22). *De fleste flytter kort* [Artikkel]. SSB. <https://www.ssb.no/befolkning/flytting/statistikk/flyttinger/artikler/de-fleste-flytter-kort>
- Johannessen, A., Christoffersen, L., & Tufte, P. A. (2011). *Forskningsmetode for Økonomisk-Administrative Fag* (3. utg.). Abstrakt forlag.
- Juvkam, D. (1999). *Historisk Oversikt over Endringer i Kommune- Og Fylkesinndelin-*

- gen (Nr. 99/13). Statistisk Sentralbyrå. https://www.ssb.no/a/publikasjoner/pdf/rapp_9913/rapp_9913.pdf
- Kommunekart. (2022). *Grunnkart*. <https://www.kommunekart.com/klient/sauda/grunnkart>
- Krugman, P. (1991). Increasing Return and Economic Geography. *Journal of Political Economy*, 99, 483–499.
- Lowry, I. S. (1964). *A Model of Metropolis*. RAND Corporation. https://www.rand.org/pubs/research_memoranda/RM4035.html
- Lundholm, E. (2010). *Interregional Migration Propensity and Labour Market Size in Sweden, 1970–2001*. <https://doi.org/10.1080/00343400802662674>
- Marston, S. T. (1985). Two Views of the Geographic Distribution of Unemployment*. *The Quarterly Journal of Economics*, 100(1), 57–79. <https://doi.org/10.2307/1885735>
- McArthur, D. P., Kleppe, G., Thorsen, I., & Ubøe, J. (2012). The Impact of Monetary Costs on Commuting Flows. *Papers in Regional Science*, 92. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5957.2011.00405.x>
- McArthur, D. P., Thorsen, I., & Ubøe, J. (2014). Employment, Transport Infrastructure, and Rural Depopulation: A New Spatial Equilibrium Model. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 46(7), 1652–1665. <https://doi.org/10.1068/a46120>
- McArthur, D. P., Thorsen, I., & Ubøe, J. (2020). Some Consequences of Ignoring Relocations in the Cost-Benefit Analysis of Transportation Infrastructure Investments. I J.-C. Thill, *Innovations in Urban and Regional Systems: Contributions from GIS&T, Spatial Analysis and Location Modeling* (s. 137–164). Springer.
- McCann, P. (2013). *Modern Urban and Regional Economics*. OUP Oxford.
- NOU. (1998). *Nytte-kostnadsanalyser. Veiledning i bruk av lønnsomhetsvurderinger i offentlig sektor* (Nr. 16). Norges Offentlige Utredninger. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-1998-16/id116515/>
- NOU. (2012). *Samfunnsøkonomiske analyser* (Nr. 16). Norges Offentlige Utredninger. <https://www.regjeringen.no/contentassets/5fce956d51364811b8547eebdbcde52c/no/pdfs/nou201220120016000dddpdfs.pdf>
- NOU. (2020). *Det handler om Norge* (Nr. 15). Norges Offentlige Utredninger. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2020-15/id116515/>

- [//www.regjeringen.no/contentassets/5fce956d51364811b8547eebdbcde52c/no/pdfs/nou201220120016000dddpdfs.pdf](http://www.regjeringen.no/contentassets/5fce956d51364811b8547eebdbcde52c/no/pdfs/nou201220120016000dddpdfs.pdf)
- Nævdal, G., Thorsen, I., & Ubøe, J. (2006). Modeling Spatial Structures through Equilibrium States for Transition Matrices. *Journal of Regional Science*, 36, 171–196. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.1996.tb01264.x>
- Onarheim, S., Minde, S. L., Fuentes, D. R. O., & Gjære, J. (2021). *Saudatunnel- Modellberegninger Og Samfunnsanalyse*. Asplan Viak. https://haugalandvekst.no/app/uploads/2021/09/Saudatunnel_Rapport-020721_.pdf
- Oosterhaven, J., & Knaap, T. (2003). Spatial Economic Impacts of Transport Infrastructure Investments. I A. Pearman, P. Mackie, & J. Nellthorp (Red.), *Transport Projects, Programmes and Policies: Evaluation Needs and Capabilities* (s. 87–105). Ashgate Publishing.
- Ortúzar, J. de D., & Willumsen, L. G. (2011). *Modelling Transport* (4th ed.). John Wiley & Sons.
- Osland, L., & Thorsen, I. (2008). Effects on Housing Prices of Urban Attraction and Labor-Market Accessibility. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 40(10), 2490–2509. <https://doi.org/10.1068/a39305>
- Partridge, M. D., & Rickman, D. S. (1997). The Dispersion of US State Unemployment Rates: The Role of Market and Non-market Equilibrium Factors. *Regional Studies*, 31(6), 593–606. <https://doi.org/10.1080/00343409750131721>
- Pitfield, D. E. (1978). Sub-Optimality in Freight Distribution. *Transportation Research*, 12(6), 403–409. [https://doi.org/10.1016/0041-1647\(78\)90028-X](https://doi.org/10.1016/0041-1647(78)90028-X)
- QGIS Development Team. (2022). *QGIS Geographic Information System*. QGIS Association. <https://www.qgis.org>
- Ravenstein, E. G. (1885). The Laws of Migration. *Journal of the Statistical Society of London*, 48(2), 167–227. <https://doi.org/10.2307/2979181>
- RStudio Team. (2021). *RStudio: Integrated Development Environment for r*. RStudio, PBC. <http://www.rstudio.com/>
- Sauda kommune. (2020a). *Kommuneplan 2019-2031*. Kommuneplan 2019-2031. <https://www.sauda.kommune.no/planer-og-horinger/kommuneplan-og-planstrategi/kommuneplan->

- vedtatt-20-05-2020/
- Sauda kommune. (2020b, desember 16). *Planstrategi for Sauda Kommune 2020-2023*. <https://www.sauda.kommune.no/planer-og-horinger/kommuneplan-og-planstrategi/planstrategi-2020-2023/>
- Seljom, L. (2021). *Kost-Nytteanalyse Av Klimatilpasningstiltak. Kartlegging Av Utvalgte Beregningsverktøy* (Nr. 22/2021; Klima 2050). SINTEF Community. https://www.sintefbok.no/book/index/1273/kost-nytteanalyse_av_klimatilpasningstiltak_kartlegging_av_utvalgte_beregningsverktoeoy
- SSB. (1960). *Folketellingen 1. November 1960. Tellingsresultater - Tilbakegående Tall - Prognoser. Sauda 1135*. Statistisk Sentralbyrå. https://www.ssb.no/a/folketellinger/kommunehefter/1960/kh_1960_1135.pdf
- SSB. (2020, august 18). *Regionale befolkningsframskrivninger*. SSB. <https://www.ssb.no/befolkning/befolkningsframskrivninger/statistikk/regionale-befolkningsframskrivninger>
- SSB. (2021, april 26). *Flyttinger*. SSB. <https://www.ssb.no/befolkning/flytting/statistikk/flyttinger>
- SSB. (2022a). *Arealbruk i kommunene - Etne (Vestland)*. SSB. <https://www.ssb.no/kommuneareal/etne>
- SSB. (2022b). *Arealbruk i kommunene - Sauda (Rogaland)*. SSB. <https://www.ssb.no/kommuneareal/sauda>
- SSB. (2022c). *Statistisk sentralbyrå*. SSB. <https://www.ssb.no/>
- Stillwell, J., Bell, M., Ueffing, P., Daras, K., Charles-Edwards, E., Kupiszewski, M., & Kupiszewska, D. (2016). Internal Migration around the World: Comparing Distance Travelled and Its Frictional Effect. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 48(8), 1657–1675. <https://doi.org/10.1177/0308518X16643963>
- Stranden, T. R. (2021, november 9). *(+) 50 tonn steinblokk raste ut i Saudavegen*. Hauge-sunds Avis. <https://www.h-avis.no/5-62-1262814>
- Straume, A., & Bertelsen, D. (2015). *Dokumentasjon av beregningsmoduler i EF-FEKT 6.6* (Nr. 358). Statens vegvesen. <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/bitstream/handle/11250/2659578/Rapport%20358%20Dokumentasjon%20av%20beregningmoduler%20i%20EFFEKT%206.6.pdf?sequence=1>

- Thorsen, I. (2012). Lokaliseringsvirkninger Av Investeringer i Transportnettet. *Magma*, 15(6), 72–82. <https://old.magma.no/lokaliseringsvirkninger-av-investeringer-i-transportnettet>
- Thorsen, I., & Gitlesen, J. (1998). Empirical Evaluation of Alternative Model Specifications to Predict Commuting Flows. *Journal of Regional Science*, 38, 273–292. <https://doi.org/10.1111/1467-9787.00092>
- Tobler, W. R. (1970). A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, 46, 234–240. https://www.academia.edu/1882977/A_computer_movie_simulating_urban_growth_in_the_Detroit_region
- Vareide, K., & Vareide, D. (2020). *Regional Analyse Sauda 2020* (Nr. 583). Telemarksforskning. <https://www.telemarksforskning.no/publikasjoner/regional-analyse-for-sauda-2020/3768/>
- Venables, A. (1996). Equilibrium Locations of Vertically Linked Industries. *International Economic Review*, 37, 341–359. <https://doi.org/10.2307/2527327>
- Vårvik, A. (2022, februar 10). (+) *Leif-Einar (39) skulle kjøpe hytte, endte opp med enebolig: – Tanken hadde ikke slått meg*. Haugesunds Avis. <https://www.h-avis.no/5-62-1299077>
- Waddell, P. (2002). UrbanSim: Modeling Urban Development for Land Use, Transportation, and Environmental Planning. *Journal of the American Planning Association*, 68(3), 297–314. <https://doi.org/10.1080/01944360208976274>
- Walker, J. (2002). Mixed Logit (or Logit Kernel) Model: Dispelling Misconceptions of Identification. *Transportation Research Record*, 1805(1), 86–98. <https://doi.org/10.3141/1805-11>
- Wangsnæs, P. B., Rødseth, K. L., & Hansen, W. (2014). *22 Lands Retningslinjer for Behandling Av Netto Ringvirkninger i Konsekvensutredninger: En Litteraturstudie* (Nr. 1382/2014). Transportøkonomisk Institutt. <https://www.toi.no/publications/the-role-of-wider-economic-impacts-in-official-transport-appraisal-guidelines-in-22-countries-article32888-29.html>
- Weber, A. (1929). *Alfred Weber's Theory of the Location of Industries*. The University of Chicago Press.
- Williams, H. (1977). On the Formation of Travel Demand Models and Economic Evaluation Measures of User Benefit. *Environment and Planning A*, 9, 285–344. <https://doi.org/10.1068/a090285>

- Wilson, A. G. (1967). A Statistical Theory of Spatial Distributed Models. *Transportation Research*, 1, 253–269. [https://doi.org/10.1016/0041-1647\(67\)90035-4](https://doi.org/10.1016/0041-1647(67)90035-4)
- Wilson, A. G. (1970). *Entropy in Urban and Regional Modelling*. London, Pion. <http://archive.org/details/entropyinurbanre0000wils>
- Wooldridge, J. M. (2020). *Introductory Econometrics: A Modern Approach* (7. utg.). Cengage Learning.

Appendiks

Tabell 7: Følgende SSB-tabeller er benyttet, enten direkte, eller som en del av bearbejdet data. Kilde SSB (2022c)

Tabell	Beskrivelse
03321	Sysselsatte (15-74 år), etter arbeidssteds- og bostedskommune. Pendlingsstrømmer. 4. kvartal (K) 2000 - 2021
04317	Grunnkretsenes befolkning (G) 1999 - 2022
04231	Levendefødte, etter statistikkvariabel, region og år
04776	Omsetning per innbygger i detaljhandel (kr) (K) 2008 - 2021
05426	Innvandring, utvandring og nettoinnvandring (K) 1999 - 2021
05471	Innenlandsk innflytting, utflytting og nettoinnflytting (K) 1994 - 2021
06035	Selveierboliger. Gjennomsnittlig kvadratmeterpris og antall omsetninger (K) 2002 - 2021
06266	Boliger, etter bygningstype og byggeår (K) 2006 - 2022
06913	Endringer i kommuner, fylker og hele landets befolkning (K) 1951 - 2022
07459	Alders- og kjønnsfordeling i kommuner, fylker og hele landets befolkning (K) 1986 - 2022
07984	Alder- og næringsfordeling (17 grupper) blant sysselsatte, etter kjønn. 4. kvartal (K) 2008 - 2021
08425	Døde, etter statistikkvariabel, region og år
09747	Privathusholdninger, personer i privathusholdninger og personer per privathusholdning (K) (B) 2005 - 2021
10211	Alders- og kjønnsfordeling i hele befolkningen 1846 - 2022
10540	Registrerte arbeidsledige 15-74 år, etter alder (prosent) (K) (avslutta serie) 1999M01 - 2020M11
11618	Befolkning og sysselsatte, etter kjønn og alder. 4. kvartal (K) 2009 - 2021
12882	Framskrevet folkemengde 1. januar, etter kjønn og alder, i 9 alternativer (K) 2020 - 2050
13472	Sektor- (5 grupper) og næringsfordeling (8 grupper) for sysselsatte (15-74 år). 4. kvartal (K) 2008 - 2021

Tabell 8: Test av regresjonslinje til potensialmålsfigur for hele landet.

	lin-lin	log-lin	log-log	lin-log
(Intercept)	410.175 *** [70.801]	5.973 *** [437.340]	5.877 *** [133.653]	351.324 *** [15.814]
prosent	4.044 *** [13.585]	0.009 *** [13.099]		
log(prosent)			0.108 *** [6.731]	53.211 *** [6.571]
N	351	351	178	178
R2	0.346	0.330	0.205	0.197
logLik	-2133.772	-10.165	2.175	-1105.877
AIC	4273.545	26.330	1.651	2217.754

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$. T-statistikk i klammer.