



Kunnskap for en bedre verden

Syklisters premisser for valg av rute

En studie av forklaringsfaktorer som påvirker
syklisters rutevalg til bruk i en
rutevalgsmodell

Katrine Erichsen

Master i Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juli 2018

Hovedveileder: Trude Tørset, IBM

Medveileder: Yngve Karl Frøyen, Institutt for arkitektur og planlegging
Øyvind Dalen, Asplan Viak

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg- og miljøteknikk



Oppgavens tittel: Syklisters premisser for valg av rute	Dato: 07.07.2018 Antall sider (inkl. bilag): 206			
	Masteroppgave	x	Prosjektoppgave	
Navn: Katrine Erichsen				
Faglærer/veileder: Trude Tørset				
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Yngve Karl Frøyen og Øyvind Dalen				

<p>Ekstrakt:</p> <p>Denne studien har undersøkt hvilke forklaringsfaktorer som påvirket rutevalget til syklistene og som ville være aktuelle å benytte i en rutevalgsmodell, samt viktigheten av de ulike. For å undersøke rutevalget ble det utarbeidet en internettbasert undersøkelse som ansatte i utvalgte bedrifter i Trondheim kommune gjennomførte. Datainnsamlingen foregikk fra 15. februar til 5. mars. Undersøkelsen bestod av et spørreskjema og en web-basert kartregistrering der deltakerne registrerte sin normale sykkelrute i sommerhalvåret. Dette resulterte i 232 svar, der 185 registrerte ruter ble benyttet i utvikling av rutevalgsmodellen. Videre ble det undersøkt hvordan rutevalgsmodellen kunne implementeres i en eksisterende nettverksmodell, henholdsvis Areal- og transportplanleggingsmodellen (ATP-modellen). Resultatene fra spørreskjemaet indikerte at respondentene først og fremst var opptatt av reisetiden, etterfulgt av tilrettelagte sykkelanlegg, mengde biltrafikk og opplevelse av trygghet. Det ble utviklet en multinomisk logitmodell som beskrev syklistenes rutevalg. Forklaringsfaktorene som inngikk i modellen var tilrettelagte sykkelanlegg, reisetid og klatring. Reisetiden ga størst belastning for syklistene, mens separat sykkelveg var løsningen som ga mest nytte. Ved implementering i ATP-modellen ble det formulert et uttrykk for generalisert reisetid på lenke-nivå. I uttrykket for generalisert reisetid ble stigning benyttet, fremfor klatring. Resultatene fra studien viste at rutevalget er sammensatt og påvirkes av flere egenskaper ved sykkeltilbudet. Flere forklaringsfaktorer bør derfor inngå i analyseverktøyene slik at de reflekterer syklisters faktiske rutevalg. Det foreslås i denne studien at ulike typer sykkelinfrastruktur samt et uttrykk for topografi bør inngå i modellene. Det bør fokuseres på forklaringsfaktorer som planleggere kan påvirke slik at man kan estimere hvilke utslagsgivende effekt det vil ha for rutevalget samt valg av reisemiddel.</p>

Stikkord:

1. Syklistere
2. Rutevalg
3. Rutevalgsmodell
4. Revealed preference

Katrine Erichsen

(sign.)

FORORD

Denne masteroppgaven er dokumentasjon på mitt siste arbeid ved det 2-årige masterprogrammet ved institutt for bygg- og miljøteknikk på Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU. Arbeidet ble fullført vårsemesteret 2018 og tilsvarte 30 studiepoeng. Selv om masteroppgaven har bydd på sine utfordringer, har det vært et utrolig givende og spennende semester. Jeg besitter mye ny kunnskap jeg vil ha bruk for videre i arbeidslivet.

Tema for oppgaven er utvikling av en rutevalgmodell for syklist. Oppgaven skal undersøke hvilke egenskaper ved sykkeltilbudet som har størst betydning for syklisters rutevalg utover avstand og tid, som er de vanligste forklaringsfaktorene i eksisterende transportmodeller. Min motivasjon for å velge denne oppgaven var muligheten til å utarbeide et verktøy som kunne ha betydning for planleggere, og prioritering av satsing på sykkel.

Først vil jeg rette en helt spesiell takk til min hovedveileder Trude Tørset ved institutt for bygg- og miljøteknikk, samt biveileder Yngve Karl Frøyen ved institutt for arkitektur og planlegging. De har begge vært til **stor** hjelp gjennom hele prosessen. Som veiledere har de vært inspirerende, tålmodige og støttende. Ikke minst vil jeg takke Thomas Jonsson ved institutt for bygg- og miljøteknikk. Han har underveis i arbeidet bidratt med god hjelp til de statistiske analysene og vært en stor inspirasjonskilde med innovative idéer.

Masteroppgaven er skrevet i samarbeid med Asplan Viak AS, og har sitt opphav i forbindelse med min deltakelse i Asplan Viak-programmet 2017/2018. Jeg vil gjerne takke Øyvind Dalen ved Asplan Viak AS Sandvika for forslag til tema, samt gode diskusjoner og tilbakemeldinger underveis. Jeg vil også gjerne takke Kari Skogstad Norddal, og resten av Asplan Viak sin avdeling i Trondheim for godt arbeidsmiljø under arbeidet. Takk til Geodata ved Siri Hafstad for god hjelp i utvikling av den nettbaserte undersøkelsen. Takk til Ray Pritchard (NTNU), Ole Vebjørn Bakken (Miljøpakken) og Richard Liodden Sanders (Syklistenes Landsforening) for gode innspill i utarbeidelse av undersøkelsen. Ikke minst vil jeg takke alle respondentene som tok seg tid til å delta i studiet.

Jeg vil takke venner, medstudenter og familie for støtte, tips og gjennomlesninger. Jeg vil spesielt takke Magnus Aspås for uvurderlig hjelp til GIS. Til slutt vil jeg rette en spesiell takk til mamma og pappa. Takk for at dere alltid har hatt troen på meg. Jeg hadde aldri klart å fullføre masterstudiet hadde det ikke vært for dere.

Trondheim, juli 2018

Katrine Erichsen

Katrine Erichsen

SAMMENDRAG

De norske byene benytter transportanalyser for å undersøke potensielle forbedringsområder som skal bidra til å nå nullvekstmålet for persontransport med bil. Transportmodellene som benyttes i dag egner seg dårlig til å gjøre analyser for sykkel og gange på grunn av deres enkle tilnærming til å forklare myke trafikanters valg. I flere av disse analyseverktøyene inngår kun reisetid og avstand som forklaringsfaktorer. Sammenlignet med bil er sykkel mer «kontekst-sensitiv» og forskning viser at det ikke nødvendigvis bare er reisetid og avstand som er viktig når man først har valgt å sykle. Det er en avveining mellom flere faktorer som andel etablert sykkelanlegg, trafikkmengde og topografi.

Denne studien har undersøkt hvilke forklaringsfaktorer som påvirker rutevalget til syklister og som ville være aktuelle å benytte i en rutevalgmodell, samt viktigheten av de ulike. For å undersøke rutevalget ble det utarbeidet en internettbasert undersøkelse som ansatte i utvalgte bedrifter i Trondheim kommune gjennomførte. Datainnsamlingen foregikk fra 15. februar til 5. mars. Undersøkelsen bestod av et spørreskjema og en web-basert kartregistrering der deltakerne registrerte sin normale sykkelrute i sommerhalvåret. Dette resulterte i 232 svar, der 185 registrerte ruter ble benyttet i utvikling av rutevalgmodellen. Videre ble det undersøkt hvordan rutevalgmodellen kunne implementeres i en eksisterende nettverksmodell, henholdsvis Areal- og transportplanleggingsmodellen (ATP-modellen).

Resultatene fra spørreskjemaet indikerte at respondentene først og fremst var opptatt av reisetiden, etterfulgt av tilrettelagte sykkelanlegg, mengde biltrafikk og opplevelse av trygghet. Det ble utviklet en multinomisk logitmodell som beskrev syklistenes rutevalg. Forklaringsfaktorene som inngikk i modellen var tilrettelagte sykkelanlegg, reisetid og klatring. Reisetiden ga størst belastning for syklistene, mens separat sykkelveg var løsningen som ga mest nytte. Ved implementering i ATP-modellen ble det formulert et uttrykk for generalisert reisetid på lenke-nivå. I uttrykket for generalisert reisetid ble stigning benyttet, fremfor klatring. Resultatene fra studien viste at rutevalget er sammensatt og påvirkes av flere egenskaper ved sykkeltilbudet. Flere forklaringsfaktorer bør derfor inngå i analyseverktøyene slik at de reflekterer syklisters faktiske rutevalg. Det foreslås i denne studien at ulike typer sykkelinfrastruktur samt et uttrykk for topografi bør inngå i modellene.

Det bør fokuseres på forklaringsfaktorer som planleggere kan påvirke slik at man kan estimere hvilke utslagsgivende effekt det vil ha for rutevalget samt valg av reisemiddel. For videre forskning må blant annet rutevalgmodellen valideres og det bør undersøkes om det er flere/andre forklaringsfaktorer som bør inngå i modellen.

ABSTRACT

Cities in Norway use transport analyses to investigate potential improvement areas that will help achieve the zero-growth target for passenger transport by car. However, today's transport models are not suitable for analyzing the behavior of cyclists, as the approach to explaining the choices of cyclists and pedestrians is too simple. For instance, several of these models only contain travel time and distance as the explanatory factors, while research shows that these are not necessarily the key factors when choosing the bicycle as transportation. Biking is more «context sensitive» than driving, i.e. the choice to bike is influenced by several factors, such as the biking facilities, traffic volume and the amount of climbing along the route. Hence, a cyclist's choice to bike is a weighed calculation of many factors, not only travel time and distance.

This study examines explanatory factors that may influence the route choice of cyclists and hence be relevant to include in a route choice model. As well as the importance of the different variables. For this purpose, data has been collected through an online survey that was sent out to employees of different companies in the municipality of Trondheim. The survey consisted of a questionnaire and a web-based map to register cycle routes and was open for participation between the 15th of February and the 5th of March this year. In total, 232 unique responses were registered, of which 185 registered routes were included in the development of the route choice model. Furthermore, investigations have been made on how to implement this model into an existing network model; the Area and Transport Planning Model (ATP).

The results from the questionnaire indicated that the respondents were primarily concerned with the travel time, followed by bicycle facilities, the amount of car traffic and the level of safety. A multinomial logit model describing the cyclists' route choice was developed based on the explanatory factors found, i.e. organized bicycle facilities, travel time and climbing included in the route. The survey revealed that travel time is the most stressing factor for route selection, while separate bicycle path was considered the most useful solution. When implemented in the ATP-model, an expression for generalized travel time on link-level was formulated, which included steepness rather than climbing. The results of this study show that the route selection is complex and influenced by several factors that analysis tools must include to reflect cyclists' actual route choice. Based on this, it is suggested that diverse types of bicycle infrastructure, as well as topography, should be included in the model.

Furthermore, the model should focus on variables that planners may influence to estimate the effect these have on the choice of route and mode of transport. As a final note, it is recommended that the route choice model is validated through further research and testing, while more explanatory factors should be investigated.

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD	III
SAMMENDRAG	V
ABSTRACT	VII
FIGURLISTE	XIII
TABELLISTE	XVII
ORDFORKLARINGER	XIX
1 INNLEDNING	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Problemstilling	3
1.2.1 Forskningsspørsmål.....	4
1.3 Avgrensning og omfang.....	4
1.4 Oppgavens oppbygning.....	6
2 LITTERATURGJENNOMGANG	7
2.1 Rasjonelle valg	8
2.1.1 Rutevalget	8
2.2 Modellering av rutevalget.....	10
2.2.1 Multinomisk logitmodell	11
2.2.2 Nettverksmodellering og ATP-modellen.....	14
2.3 Metoder for datainnsamling	16
2.4 Forklaringsfaktorer som påvirker omfanget av sykling	19
2.5 Forklaringsfaktorer som har betydning for rutevalget	20
2.5.1 Individuelle egenskaper	22
2.5.2 Kontekstuelle egenskaper	23
2.5.3 Nettverksegenskaper	24
2.6 Kategorisering av syklisters	27
2.7 Formåletts betydning for syklisters rutevalg	29
2.8 Oppsummering av litteraturen	30
3 METODE OG FREMGANGSMÅTE	31
3.1 Avgrensninger.....	32
3.1.1 Studieområde.....	32
3.1.2 Omfang.....	32
3.1.3 Tidsperiode.....	32
3.2 Datainnsamling	33
3.2.1 Utvalg	35

3.2.2	Rekruttering	36
3.2.3	Bortfall.....	37
3.3	Utforming av undersøkelsen	38
3.3.1	Pilotundersøkelser	38
3.3.2	Hovedundersøkelse.....	39
3.3.3	Oppbygning av undersøkelsen.....	42
3.4	Dataprosessering	43
3.4.1	Filtrering og redigering av datasettet fra undersøkelsen.....	43
3.4.2	Klargjøring av sykkelnettverket	44
3.4.3	Map matching av ruter.....	48
3.4.4	Generering av fiktive valgsett	51
3.5	Rutevalgmodellen og beskrivende variabler	52
3.5.1	Multinomisk logistisk regresjon.....	52
3.5.2	Estimering av parameterverdier	53
3.6	Modellering	58
3.6.1	Modellens forutsigbarhet	58
3.6.2	Fremgangsmåte for implementering i en nettverksmodell	60
3.7	Erfaringer	63
3.8	Oppsummering av metode og fremgangsmåte.....	64
4	RESULTAT OG ANALYSE	65
4.1	Svarrespons.....	65
4.2	Individuelle egenskaper	66
4.3	Omfanget av sykling	70
4.3.1	Faktorer som påvirker sykkelomfanget	70
4.3.2	Sykkelreisen til jobb.....	71
4.4	Egenskaper ved sykkeltilbudet	74
4.4.1	Hovedgrunnen for rutevalget til jobb	74
4.4.2	Forklaringsfaktorer som påvirker rutevalget.....	75
4.4.3	Kontekstuelle egenskaper	76
4.4.4	Egenskaper ved nettverket.....	78
4.5	Statistiske analyser	81
4.5.1	Datagrunnlaget generert fra kartregistreringen	82
4.5.2	Vektlegging av ulike forklaringsfaktorer.....	88
4.5.3	Relative innvirkningen for utvalgte forklaringsfaktorer	93
4.5.4	Eksempel på beregning av nytte for ulike typer sykkelanlegg	97
4.6	Modellens forklaringsgrad og modellering av rutevalget.....	99
4.6.1	Modellens forutsigbarhet	99

4.6.2	Uttrykk for generalisert reisetid til implementering i ATP-modellen	101
4.7	Oppsummering av resultat og analyse	108
5	DISKUSJON	109
5.1	Undersøkelsens troverdighet.....	109
5.1.1	Metodisk usikkerhet, validitet og reliabilitet.....	110
5.2	Hva påvirker syklisters rutevalg?	113
5.2.1	Individuelle forskjeller.....	114
5.2.2	Egenskaper ved sykkeltilbudet.....	115
5.3	Evaluering av analysen og datagrunnlaget.....	118
5.3.1	Evaluering av rutevalgsmodellen	118
5.3.2	Feilkilder knyttet til sykkelnettverket og datasettet.....	122
5.4	Utfordringer ved implementering i en eksisterende nettverksmodell	123
5.4.1	Implementering i ATP-modellen.....	123
5.4.2	Overførbarhet til andre nettverk	126
5.5	Oppsummering av diskusjon	127
6	KONKLUSJON OG VIDERE ARBEID	129
6.1	Konklusjon	129
6.2	Videre arbeid	133
7	REFERANSELISTE.....	135
8	VEDLEGG.....	143

FIGURLISTE

Figur 1.3.1 Transportmiddelbruken for daglige reiser og reiser til/fra arbeid i Trondheim kommune (Hentet fra den Nasjonale reisevaneundersøkelsen 2013/2014).....	5
Figur 2.1.1 Nettverksterminologi.	8
Figur 2.1.2 Hierarkisk serie av et valgsett (Inspirert av Bovy et al., 1990).....	9
Figur 2.1.3 Eksempel på mulige ruter mellom Delft jernbanestasjon og Delft universitet (Hentet fra Bovy et al., 1990, s.48).	9
Figur 2.1.4 Sammenhengen mellom kognisjonsnivå og økende avstand (Inspirert av Bovy et al., 1990).....	10
Figur 2.2.1 Trinnene i firetrinnsmetodikken.	10
Figur 2.2.2 Et eksempel på hvordan residual beregnes fra observerte og estimerte verdier (Hentet fra esri, u. å.-c).....	13
Figur 2.2.3 Eksempel på et nettverk med $n=10$ noder og $m=10$ lenker (Hentet fra Schultes, 2008, s. 40).	14
Figur 2.2.4 Sammenhengen mellom hastighet og helning i ATP-modellen.	15
Figur 2.5.1 Forklaringsfaktorer som kan påvirke rutevalget.	20
Figur 2.5.2 Kumulativ funksjon som viser forskjellen i avstand (Hentet fra Beheshtitabar <i>et al.</i> , 2014).....	20
Figur 2.5.3 Ulike kategorier på forklaringsfaktorer som påvirker rutevalget.	21
Figur 2.5.4 Sykkelandel etter måned for Norge (Inspirert av Lea, 2012).	23
Figur 2.5.5 Ulike former for sykkeltilrettelegging i Trondheim, og hvor mange prosent av sykkelvegnettet som består av de ulike anleggene.	25
Figur 2.6.1 Ulike syklisttyper og påvirkningen på sykkelomfanget (Inspirert av Davies et al., 1997).....	28
Figur 2.8.1 Stadiene i metoden.	31
Figur 3.1.1 Reisen hjemmefra til jobb.	32
Figur 3.2.1 Tidsplan for datainnsamling og utarbeidelse av undersøkelsen.	33
Figur 3.2.2 Prosessen for datainnsamling og analyse av data.	34
Figur 3.2.3 Sykkeltilgjengeligheten fra de utvalgte bedriftene.	35
Figur 3.3.1 Innholdet i undersøkelsen og hvilke deler som krevde en koblingsnøkkel.	40
Figur 3.4.1 Eksempel på beregning av kupert terreng.....	45
Figur 3.4.2 Eksempel på buffer-analyse der de svarte lenkene i (c) representerer lenkene som uteblir fra analysen.	47

Figur 3.4.3 Et eksempel på redigering i nettverket.	48
Figur 3.4.4 Eksempel på hvordan de registrerte rutene ble map matchet.	48
Figur 3.4.5 Utsnitt av bufferanalysen som ble gjennomført.	49
Figur 3.4.6 Rutevalgsett for et O-D par.	51
Figur 3.5.1 Eksempel på hvordan «problemløseren» fungerte.	54
Figur 3.6.1 Faser i etablering av en transport- og rutevalgmodell (Tørset <i>m.fl.</i> , 2013).	58
Figur 3.6.2 Forholdet mellom stigning og belastning/motstand.	62
Figur 3.6.3 Prosessen for å finne parameterverdier til implementering i ATP-modellen.	62
Figur 4.1.1 Svarfrekvens fra spørreskjemaet (N=232).	65
Figur 4.2.1 Andel menn og kvinner som deltok i studien (N=80, 152).	66
Figur 4.2.2 Andelen kvinner og menn som deltok i studien fordelt på aldersgruppe, kjønnsfordelt (N=232).	66
Figur 4.2.3 Sykkelfrekvens, «Omlag hvor ofte sykler du til jobb fra april til september?», kjønnsfordelt (N=232).	67
Figur 4.2.4 Andel og alder for de som syklet mellom 2 og 5 dager i uka til jobb (N=216). ...	68
Figur 4.2.5 Fordelingen for de ulike syklisttypene i prosent (N=232).	68
Figur 4.2.6 Sykkelfrekvensen for de ulike syklisttypene i prosent (N=232).	69
Figur 4.2.7 Kjønnsfordelingen for de ulike syklisttypene (N=232).	69
Figur 4.2.8 Aldersfordeling for ulike syklisttyper (N=232).	70
Figur 4.3.1 Hvilke faktorer som påvirker deltakernes valg om å sykle til jobb, kjønnsfordelt (N=232).	70
Figur 4.3.2 Fordelingen mellom de viktigste grunnene for å sykle til jobb fordelt på alder (N=232).	71
Figur 4.3.3 Fordeling for valg av sykkel, kjønnsfordelt (N=232).	71
Figur 4.3.4 Reisetid med sykkel til jobb, kjønnsfordelt (N=232).	72
Figur 4.3.5 Alternativt transportmiddel, «Hvilket transportmiddel bruker du oftest til jobb når du ikke sykler?» (N=232).	72
Figur 4.3.6 Fordelingen for hvor ofte deltakerne fulgte barn til barnehage og skole på arbeidsreisen til jobb (N=232).	74
Figur 4.4.1 Hovedgrunnen til rutevalget til jobb, kjønnsfordelt (N=232).	74
Figur 4.4.2 Fordelingen for forklaringsfaktorer som påvirker deltakernes rutevalg.	75
Figur 4.4.3 Prosentvisfordeling for hver alderskategori for de fire forklaringsfaktorene som hadde størst påvirkning på rutevalget.	76
Figur 4.4.4 Andelen av respondentene som sykler på vinteren (N=179).	76

Figur 4.4.5 Andelen av syklistene som så på seg selv som helårssyklist, kjønnsfordelt (N=179).	77
Figur 4.4.6 Sammenligning av vinter- (N=42) og sommerruter (N=209).....	77
Figur 4.4.7 «Hvilke av følgende anlegg benytter du på din sykkelrute til jobb?», kjønnsfordelt (N=80, N=149).	78
Figur 4.4.8 «Velger du å sykle på fortau fordi det er: Tryggere/Raskere/Annet» (N=179).....	79
Figur 4.4.9 Hvilke typer sykkelanlegg deltakerne oppga at de foretrakk (N=232).....	80
Figur 4.4.10 Hvilke typer anlegg og tilrettelegginger som påvirket respondentenes rutevalg (N=232).	80
Figur 4.5.1 Oversikt over de registrerte rutene i sommerhalvåret (N=200) og vinterhalvåret (N=42).	81
Figur 4.5.2 Hvor mange prosent for hver aldersgruppe som registrerte ruten hjemmefra til jobb (N=185).	82
Figur 4.5.3 Forskjell mellom valgte og raskeste alternativ i minutt (N=200).	82
Figur 4.5.4 Forskjellen mellom rutene som var mer eller mindre enn 1 minutt lenger enn det raskeste alternativet (N=200).	83
Figur 4.5.5 Histogram som viser reisetiden for de registrerte rutene (N=200).	83
Figur 4.5.6 Kumulativ fordeling i tid for valgte rute.....	84
Figur 4.5.7 Sammenhengen mellom valgte og raskeste alternativ i minutter (N=200).	85
Figur 4.5.8 Histogram som viser reiselengde for registrerte ruter (N=200).....	85
Figur 4.5.9 Kumulativ fordeling i avstand for valgte rute.....	86
Figur 4.5.10 Sammenhengen mellom valgte og raskeste alternativ i kilometer (N=200).....	86
Figur 4.5.11 Forholdet mellom klatring og reiseavstanden til valgte og raskeste alternativ (N=200).	87
Figur 4.5.12 Kumulativ fordeling for de ulike rutevalgene (N=200).....	87
Figur 4.5.13 Hovedgrunnen til rutevalget til jobb for deltakerne som klatret mer eller mindre enn raskeste alternativ (N=146).....	88
Figur 4.5.14 Fordelingen for de ulike forklaringsfaktorer fra spørreskjemaet for de som klatret mer eller mindre enn raskeste alternativ (N=146).....	89
Figur 4.5.15 Forskjellen på klatring per kilometer for rutene der man klatret mer eller mindre enn det raskeste alternativet (gjennomsnitt) (N=146).	90
Figur 4.5.16 Forskjellen på mengde biltrafikk per kilometer for rutene der deltakerne klatret mer eller mindre enn det raskeste alternativet (gjennomsnitt) (N=146).....	90

Figur 4.5.17 Eksempel på to O-D par i datasettet som viser forskjellen mellom valgte og raskeste alternativ.....	90
Figur 4.5.18 Hvor mange meter deltakerne benyttet de ulike anleggene i gjennomsnitt for valgte og raskeste alternativ (N=200).	91
Figur 4.5.19 Andelen av sykkelruten deltakerne benyttet de ulike anleggene i gjennomsnitt for valgte og raskeste rute (N=200).	92
Figur 4.5.20 Andelen av sykkelruten de ulike kategoriene benytter de ulike anleggene (N=200).	93
Figur 4.5.21 Oversikt over datagrunnlaget til de statistiske analysene med fire alternative ruter (N=740) for valgte rute (N=185).	93
Figur 4.5.22 Korrelasjon mellom de uavhengige variablene (N=185).	94
Figur 4.5.23 Illustrerer nytten for de ulike anleggene som benyttes i løpet av sykkelruten. ...	98
Figur 4.6.1 Forskjellen i sannsynlighet for valgte alternativ og maks sannsynlighet predikert av rutevalgsmodellen (N=88).	99
Figur 4.6.2 Forholdet mellom stigning og belastning/motstand for modell 1.	104
Figur 4.6.3 Raskeste, valgte og estimerte alternativ for modell 1.	104
Figur 4.6.4 Raskeste, valgte og estimerte alternativ for modell 2.	105
Figur 4.6.5 Forholdet mellom stigning og belastning/motstand for modell 3.	106
Figur 4.6.6 Raskeste, valgte og estimerte alternativ for modell 3.	107
Figur 5.1.1 Forskjell mellom hva syklistene svarte at de benyttet sammenlignet med hva de faktisk gjorde (N=200).	112
Figur 5.3.1 Eksempel på hvilken innvirkning det syklisten har lagt bak seg har for oppoverbakkene.	119
Figur 5.3.2 Høydeprofil for en enkeltlenke i nettverket (Generert fra ArcMap 10.5).	122
Figur 5.4.1 Sammenligning av raskeste alternativ, valgte alternativ og alternativet med lavest generalisert reisetid.	125
Figur 5.4.2 Eksempel på en lenke i nettverket som er duplisert og som har flere egenskaper.	126

TABELLISTE

Tabell 1.4.1 Oversikt over oppgavens oppbygning	6
Tabell 2.3.1 Oppsummerer fordeler og ulemper ved bruk av de ulike metodene til datainnsamling.....	18
Tabell 2.5.1 Individuelle egenskaper, kontekstuelle egenskaper og nettverksegenskaper (Inspirert av Ton <i>et al.</i> , 2017).....	21
Tabell 2.5.2 Oversettelse av begreper fra forskningslitteraturen.....	25
Tabell 2.5.3 Nettverksegenskaper som kan beskrives på lenke-nivå.	27
Tabell 3.3.1 Praktisk informasjon om gjennomføring av den første pilotundersøkelsen.....	38
Tabell 3.3.2 Praktisk informasjon om gjennomføring av den andre pilotundersøkelsen.	39
Tabell 3.3.3 Detaljert beskrivelse av oppbygning av undersøkelsen.	42
Tabell 3.4.1 Oversikt over filtrering av datasettet fra kartregistreringen.	43
Tabell 3.4.2 Oversikt over eksterne nettverkslag og nettverksbaserte elementer som ble inkludert i sykkelnettverket (Inspirert av Beheshtitabar et al., 2014).	46
Tabell 3.4.3 Oversikt over forsøkene som ble gjort i forbindelse med map matchingen.....	49
Tabell 3.4.4 Nettverksegenskaper som ble akkumulert og benyttet i map matchingen.	50
Tabell 3.4.5 Akkumulerte attributtverdier for et O-D par.	51
Tabell 3.5.1 Oversikt over forklaringsfaktorene som inngikk i rutevalgsmodellen (N=185). ..	53
Tabell 3.5.2 Oversikt over inndeling for vektet mengde biltrafikk.	54
Tabell 3.5.3 Oversikt over startverdiene som inngikk i estimeringen.....	56
Tabell 4.2.1 Oversikt over undersøkelsens aldersfordeling med median og gjennomsnitt (N=232).	67
Tabell 4.5.1 Oversikt over spredningen for reisetid i minutter (N=200).....	84
Tabell 4.5.2 Oversikt over spredning for reiseavstanden i kilometer (N=200).....	85
Tabell 4.5.3 Oversikt over forskjellen mellom valgte og raskeste alternativ for ruter der deltakerne har valgt en rute med mer eller mindre klatring (N=146).....	88
Tabell 4.5.4 Hvor prosent deltakerne syklet på tilrettelagte sykkelanlegg (SV, SF, GSV) og mengden biltrafikk langs ruten (gjennomsnitt).....	89
Tabell 4.5.5 Forskjellen mellom valgte og raskeste alternativ i tid og avstand.	92
Tabell 4.5.6 Oversikt over de ulike modellene som ble testet og deres mål på modellens gyldighet.	95
Tabell 4.5.7 Estimerte parameterverdier for den valgte rutevalgsmodellen (MNL).	95

Tabell 4.5.8 Forklaringsfaktorenes gjennomsnittlige nyttebidrag i form av belastning (negativ) eller nytte (positiv) (N=185) (Inspirert av Stinson og Bhat, 2003).....	96
Tabell 4.5.9 Forklaring av parameterverdiens virkning for rutevalget.	97
Tabell 4.5.10 Beregning av nytte for valgte og raskeste alternativ gitt i Figur 4.5.23.	98
Tabell 4.6.1 Forskjell i sannsynlighet og modellens predikasjon.	100
Tabell 4.6.2 Sannsynligheten for at rutevalgsmodellen velger et av de andre alternativene.	100
Tabell 4.6.3 Sammenligning av ikke-valgte ruter og valgte rute hvor forskjellen mellom sannsynligheten for valgte og maks sannsynlighet var større enn 0,1.....	101
Tabell 4.6.4 Estimerte parameterverdier for rutevalgsmodellen (lenke-nivå).	102
Tabell 4.6.5 Estimerte parameterverdier for de ulike sykkelanleggene for modell 1 og 2.	103
Tabell 4.6.6 Justerte parameterverdier for de ulike sykkelanleggene for modell 3.	106
Tabell 4.6.7 Sammenligning av akkumulerte verdier mellom raskeste, valgte og estimerte alternativ for modell 3.....	107
Tabell 5.3.1 Akkumulerte verdier for klatring og reisetid for hvert alternativ til en gitt rute.	119
Tabell 5.4.1 Akkumulerte verdier for raskeste, valgte og estimerte alternativ.....	125

ORDFORKLARINGER

ATP-modellen	Areal- og transportplanleggingsmodellen - En analytisk nettverksmodell i Arc View med Network analyst (Nordal og Ørnes, u.å.).
ArcGIS	En programvare som tilbyr ulike verktøy for utarbeidelse av kart og geografisk informasjon.
ArcGIS Online	En nettbasert løsning hvor man kan opprette og dele kart, apper, analyser og data (esri, 2017).
ArcMap	En applikasjonen som primært benyttes i ArcGIS og som tilbyr forskjellige analyseverktøy til bruk i ulike GIS-baserte oppgaver (esri, u. å.-a).
Crowdsourcing	En større mengde tilgjengelige data innsamlet av andre.
GIS	Geografiske informasjonssystemer – Systemer for innsamling, modellering og analysing av geografiske data (esri, u. å.-b).
GPS	Global Positioning System – Et satellittbasert navigasjonssystem som består av 24 satellitter (Garmin, 2017).
IIA	Independence from Irrelevant Alternatives – Vil si at sannsynligheten for at et alternativ velges påvirkes ikke av om andre alternativ tilføyes eller fjernes (Tretvik, 1990).
Impedans	Vil si å minimalisere en kostnad for å finne beste alternative rute. Hvis impedansen settes til minutt vil den optimale ruten være den raskeste ruten.
Klatring	Hvor mange høydemeter man sykler oppover i løpet av en reise.
Map Matching	Teknikk for å tilegne registrerte ruter egenskaper fra et eksisterende nettverk.
MNL	Multinomisk logitmodell.
Nettverk	Et system av koblede elementer, lenker (veger) og noder (kryss), som viser mulige ruter fra et avreisepunkt til en destinasjon (esri, u.å.).
Network Analyst	Er et tilleggsverktøy til ArcMap som tilbyr ulike tilgjengelighetsanalyser for et transportnettverk.
NVDB	Nasjonal vegdatabank – En database med informasjon om blant norske veger samt geometri og topologi (Statens vegvesen, 2017).

O-D par	Origin - Destination – Vil si rutevalget fra avreisepunktet til destinasjonen. I dette studiet vil i stor grad deltakernes bosted omtales som avreisepunktet. Arbeidsplassen vil omtales som destinasjonen.
OpenStreetMap	Et åpent redigerbart kart hvor alle har mulighet til å tilføye og/eller redigere veger, stier, snarveger o.l.
Python	Eget programmeringsspråk som benyttes til å utarbeide blant annet skript.
Respondent	En person som svarer på en spørreundersøkelse, meningsmåling o.l.
RTM	Regional transportmodell - En strategisk modell som brukes blant annet til å analysere trafikantens totale valgsituasjon (Tørset <i>m.fl.</i> , 2012).
Stigning	Er forholdet mellom klatring og avstand.
Sykling i vegbanen	Vil i denne oppgaven si ingen form for tilrettelegging for syklister, i motsetning til sykling i «blandet trafikk» der det er lavere fartsgrense og liten trafikkmengde (ÅDT <4000) (Vegdirektoratet, 2014).
Tilrettelagte sykkelanlegg	Anlegg definert og tilrettelagt for syklende.
Utvalg	En mindre gruppe som er utvalgt fra en større populasjon eller befolkning (Dahlum, 2014).
Webapplikasjon	En applikasjon i ArcGIS Online hvor man kan utarbeide kart, analyser etc. uten koding.
ÅDT	Årsdøgntrafikk - Vil si hvor mange kjøretøy som passerer et gitt punkt på en strekning i begge retninger i løpet av ett år, delt på antall dager.

1 INNLEDNING

En av livets store milepæler er for mange å lære å sykle. Følelsen når støttehjulene tas av er uforglemmelig og du er endelig klar for å utforske verden på en litt raskere måte. En vanlig aforisme er; det er som sykling, har du en gang lært det, da glemmer du det aldri. Likevel skulle man ifølge resultatene i de nasjonale reisevaneundersøkelsene tro noe annet. Sykkelandelen er synkende og har siden 1985 blitt redusert med nesten 2 prosent fra 6,2 prosent til 4,5 prosent (Statens vegvesen, 2016). Økt satsing på sykkel som fremkomstmiddel er høyt prioritert og den Nasjonale sykkelstrategien 2014-2023 har som formål å få enda flere til å sykle (Espeland og Amundsen, 2012).

1.1 Bakgrunn

En av de største utfordringene vi står ovenfor i dag er klimagassutslipp. Forskning viser at utslipp fra transportsektoren utgjorde i 2010 32 prosent av det totale utslippet av klimagasser i Norge (Miljøverndepartementet, 2012, s. 12). For å imøtekomme denne utfordringen ble blant annet nullvekstmålet for persontransport med bil formulert, som både er implementert i Klimaforliket og Nasjonal Transportplan (NTP). Nullvekstmålet sier at all vekst i persontransport med bil skal tas av kollektivtransport, sykkel og gange (Samferdselsdepartementet, 2016). Det er ikke bare klimagassutslippene som argumenterer for at flere reiser bør tas med aktive transportformer som sykkel. Økt fysisk aktivitet kan blant annet bidra til å bedre folkehelsen blant befolkningen. Andre begrunnelser er redusert støy, forbedret luftkvalitet, kø, tidsbruk og arealbruk. Trondheim kommune sin sykkelstrategi belyser dette:

«Sykling er i seg selv ikke et mål, men et middel for å oppnå god helse og gode opplevelser for den enkelte, og bedre byliv, miljø og økonomi for samfunnet.»
(Miljøpakken, 2012, s. 2).

I den Nasjonale sykkelstrategien er det satt et mål om at sykkelandelen skal øke til 8 prosent innen 2023, mens det i nye Nasjonal Transportplan 2018-2029 er det definert et mål om at sykkelandelen i byene skal øke til 20 prosent innen 2029 (Busterud, 2017). For å få til dette må *enda* flere reiser tas med sykkel. Det er sett på flere virkemidler for å oppnå målet om høyere sykkelandel. Et av disse virkemidlene er fysisk tilrettelegging (Espeland og Amundsen, 2012).



Om man leser sykkelstrategien litt kritisk kan den forstås slik at dersom man tilrettelegger for nye sykkelanlegg vil syklistene komme syklende av seg selv. Studier viser at sykkelandelen kan øke ved tilrettelegging av infrastruktur, men det er også avhengig av infrastrukturen sin utforming og plassering (Hesjevoll og Ingebrigtsen, 2016). Til tross for dette er det ifølge Broach *m.fl.* (2012) mangel på kunnskap om sammenhengen mellom syklisters atferd og type sykkelinfrastruktur, i tillegg til andre forklaringsfaktorer som påvirker atferden. For å kunne gjøre de riktige valgene er det viktig å ha kjennskap til hva som avgjør hvor man velger å sykle, slik at investeringene knyttet til sykling blir mest mulig formålstjenlige.

For å imøtekomme nullvekstmålet for persontransport med bil benytter de norske byene transportanalyser for å undersøke potensielle forbedringsområder. Tørset *m.fl.* (2012, s. 7) skriver i deres rapport at: «Byene ga tilbakemelding om at analyseverktøyene ikke var helt egnet til oppgavene». En ideell transportmodell bør beskrive transporttilbudet på en plausibel måte og inneholde relevante faktorer for trafikanters valg (Tørset *m.fl.*, 2012, s. 7). Felles for analyseverktøyene er at ingen egner seg spesielt godt til å undersøke «effekt av tiltak» for blant annet syklist og bærer preg av at de er utarbeidet for motorisert transport (Ton *m.fl.*, 2017, s. 3). I flere av disse analyseverktøyene er det kun en forklaringsfaktor for syklisters valg mellom avreisepunktet og destinasjonen, nemlig avstand. Det er imidlertid satt i gang initiativ for å forbedre modellene (Flügel *m.fl.*, 2017; Malmin *m.fl.*, 2017).

Regional transportmodell (RTM) er blant disse analyseverktøyene og inkluderer kun avstand som forklaringsfaktor for syklisters reisemiddelvalg. Det er imidlertid gitt anbefalinger til nye verdsettingsvekter for sykkelinfrastruktur som er implementert i RTM (Tørset og Babri, 2017). Areal- og transportplanleggingsmodellen er en nettverksmodell som kun har tid og avstand som «default»-variabler. Transportmodellene ser i hovedsak på det overordnede systemet og konkurranseforholdet mellom ulike transportformer. Selv om rutevalgsmoeller «zoomer» inn på systemet og undersøker hvilke faktorer som bidrar til valg av rute, vil imidlertid en mer differensiert modell ha betydning for reisemiddelvalget i neste omgang. Man vil ha lettere for å velge sykkel fremfor bil om man har flere attraktive ruter å velge mellom.

Syklisters rutevalg er et tema som viser seg for mange å være et interessant forskningsfelt og det finnes flere studier som har undersøkt ulike forklaringsfaktorer (Ton *m.fl.*, 2017; Sener *m.fl.*, 2009). Forskning viser at det ikke nødvendigvis bare er reisetiden som er viktig når man først har valgt å sykle. Sykling påvirkes av andre egenskaper ved nettverket som tilstedeværelse av

sykkelanlegg, topografi og trafikkvolum (Broach *m.fl.*, 2012, s. 2). For at dagens verktøy skal bli bedre egnet til å beskrive faktiske bevegelsesmønstre og trafikantvalg bør derfor flere forklaringsfaktorer inngå i modellene. Kapittel 2 tar for seg foreliggende forskning på temaet. Det er mange vinklinger på denne tematikken, særlig rutevalgsmodeller for syklister. Samtidig er det få av studiene som belyser hvorfor de ulike forklaringsfaktorene er valgt. Utvalgsprosessen for forklaringsfaktorer er mer eller mindre utelukket.

1.2 Problemstilling

Hensikten med oppgaven er utarbeidelse av en rutevalgsmodell for syklister som kan implementeres i ATP-modellen. En mer detaljert modell vil være et nyttig planverktøy når man for eksempel planlegger for investeringer i ny infrastruktur eller hovedruter for sykkelvegnettet. For å oppnå høyere sykkelandel er det *nødvendig* å innhente informasjon om syklisters preferanser og tilbudets kvalitet som begge har betydning for hvor man velger å sykle (Tørset *m.fl.*, 2012, s. 27). På den måten kan dagens, og framtidens, planleggere utføre fornuftige og formålstjenlige investeringer. Ideelt sett er valg av transportmiddel og rute innarbeidet i transportmodellene. Etersom begge valgprosessene for sykkel er relativt underrepresentert i dagens modeller, starter dette studiet med å undersøke forklaringsfaktorer for syklisters rutevalg. Den reisende har allerede valgt å benytte sykkel som fremkomstmiddel innen ruten velges. Derfor forventes konsekvensene av å undersøke rutevalget først å være minimal (Ton *m.fl.*, 2017).

Forskning viser at det er et **behov** for et modellverktøy som er mer detaljert og som innehar flere forklaringsfaktorer enn kun tid og avstand. For å kunne utarbeide en mer differensiert rutevalgsmodell må man først og fremst vite hva som påvirker syklisters rutevalg. Dette spørsmålet munner ut i oppgavens overordnede problemstilling:

Hva påvirker syklisters rutevalg?

Det er et forholdsvis vidt spørsmål som kan tolkes på ulike måter. For å konkretisere problemstillingen og oppgavens omfang er det formulert tre forskningsspørsmål.



1.2.1 Forskningsspørsmål

Hensikten med forskningsspørsmålene er å presisere hva metoden skal svare på. Det er formulert tre forskningsspørsmål som har en naturlig rekkefølge med hensyn på oppbygning av studiet og gjennomføring av analysene.

1) *Hvilke egenskaper ved sykkeltilbudet har størst betydning for syklisters rutevalg ifølge empiriske funn?*

I forbindelse med litteraturstudiet og innsamling av data er det ønskelig å identifisere betydningsfulle forklaringsfaktorer som bør inngå i rutevalgmodellen. Som Tretvik (1990, s. 22) skriver i sin rapport er eksisterende forskning et viktig supplement og god veiledning for å undersøke og bestemme forklaringsfaktorer. Sykkeltilbudet anses som et vidt begrep som inneholder flere elementer. Tilbudet for de syklende kan inneholde egenskaper ved nettverket og kjørevegen. I tillegg til dette kan det også inkludere kontekstuelle¹ egenskaper. En reise utføres av et individ som har egne preferanser og behov. Individets personlige oppfatning av sykkeltilbudet er derfor av betydning.

2) *Hvilke parameterverdier modellerer rutevalget best?*

Spørsmål 2 forutsetter at det utføres statistiske analyser av innsamlet data. De statistiske analysene skal finne frem til betydningsfulle forklaringsfaktorer og deres parameterverdier. Disse parameterverdiene skal videre benyttes i rutevalgmodellen.

3) *Hvordan kan rutevalgmodellen implementeres i en eksisterende nettverksmodell?*

Dette spørsmålet forutsetter bruk av modellverktøy, der man har behov for et uttrykk som kan beskrives på lenke-nivå. Spørsmålet kan også være utgangspunkt for å drøfte hvor ressurskrevende det vil være å implementere modellen i andre nettverk for andre geografiske områder.

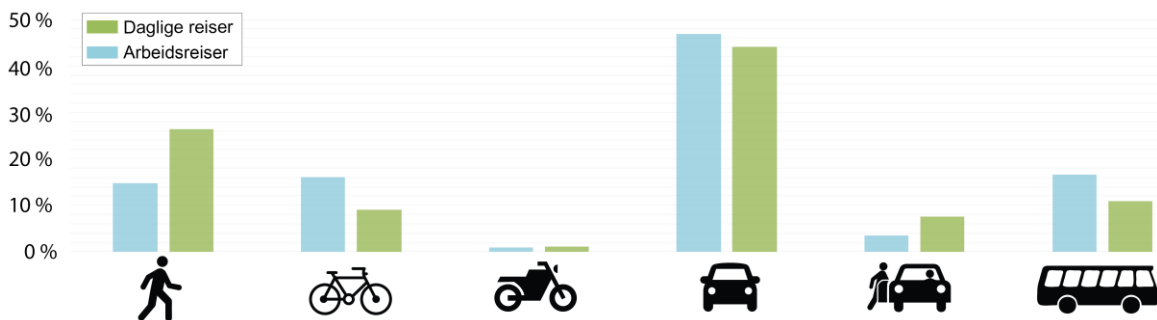
1.3 Avgrensning og omfang

Denne studien undersøker syklisters rutevalg for ansatte i bedrifter lokalisert i Trondheim. Vedlegg A viser et oversiktskart over Trondheim kommune. Ansatte som aldri sykler til jobb er derfor ikke interessante i denne studien. Da måtte man hatt kjennskap til hvorfor de i

¹ Eksterne faktorer som den reisende ikke kan påvirke, som varierer i tid og rom (Lindelöw, 2009).

utgangspunktet ikke sykler. Ettersom det er sykling til transportformål som er interessant for både ATP-modellen og RTM er det valgt å ikke fokusere på hvilke forklaringsfaktorer som har betydning for blant annet rekreasjonsreiser og treningsturer. Det er heller ikke lagt vekt på hvilken innvirkning forskjellige typer sykler har for valg av rute.

Trondheim har i en lenger periode satset på sykkel. Målet er at Trondheim skal bli den beste sykkelbyen i Norge og at sykkelandelen skal øke til 15 prosent innen 2025 (Miljøpakken, 2012, s. 4). Reisevaneundersøkelsen 2013/2014 viser at av turene som gjennomføres med sykkel er flesteparten til/fra arbeid og skole (Hjorthol *m.fl.*, 2014). Pendlersyklistene er en viktig gruppe med tanke på rushtrafikken. Dersom flere velger å sykle i disse tidsrommene vil det føre til redusert kø, forurensning og behov for parkeringsplasser samt bidra til økt helseeffekt for den enkelte. Det vil også forbedre forholdene til syklistene ved tilrettelagt infrastruktur og mindre støy. Figur 1.3.1 viser transportmiddelbruken for daglige reiser og reiser til og fra arbeid i Trondheim kommune. Delkapittel 3.1 gir en mer detaljert oversikt over avgrensningene i oppgaven.



Figur 1.3.1 Transportmiddelbruken for daglige reiser og reiser til/fra arbeid i Trondheim kommune (Hentet fra den Nasjonale reisevaneundersøkelsen 2013/2014).

For å besvare problemstilling og de tre forskningsspørsmålene er det gjennomført en litteraturstudie, samt samlet inn data ved hjelp av en internettbasert undersøkelse. Metoden som ble benyttet er en kombinasjon av stated og revealed preference-undersøkelsesmetodikk, der respondentene besvarte et spørreskjema og registrerte sin normale sykkelrute til jobb i en webbasert kartløsning. Rutevalgmodellen skal utvikles ved hjelp av multinomisk logistisk regresjonsanalyse. Ved implementering i ATP-modellen skal ett uttrykk for generalisert reisetid benyttes.



1.4 Oppgavens oppbygning

Oppgaven er delt inn i seks hovedkapitler. Tabell 1.4.1 gir en oversikt over de ulike kapitlene som gjennomgås i oppgaven. I kapittel 2 til 5 oppsummeres de viktigste punktene i slutten av hvert kapittel.

Tabell 1.4.1 Oversikt over oppgavens oppbygning.

Kapittel		Innhold
1	Innledning	Kapittelet inneholder bakgrunn for valg av tema, oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål samt avgrensning og omfang.
2	Litteratur	Litteraturkapittelet innledes med en beskrivelse av metoden som ble anvendt ved litteratursøket. I litteraturgjennomgangen inngår generell teori bak rasjonelle valg, rutevalg og modellverktøy. I tillegg til viktige forklaringsfaktorer for sykkelomfanget og syklisters rutevalg samt ulike syklisttyper og reisesens formål.
3	Metode og fremgangsmåte	Kapittelet kan deles inn i tre deler: Datainnsamling, analyse og modellering. I kapittelet beskrives fremgangsmåten for å samle inn data som skulle benyttes til å utvikle rutevalgsmodellen. I tillegg til prosessering av data og metoden for å estimere parameterverdiene. Til slutt gis en gjennomgang av metoden for å implementere rutevalgsmodellen i ATP-modellen.
4	Resultat og analyse	Kapittelet oppsummerer de viktigste resultatene fra undersøkelsen og de statistiske analysene. De første delkapitlene tar for seg den deskriptive statistikken fra spørreskjemaet. Videre beskrives data-materialet og resultatet fra estimering av parameterverdiene. Til slutt gjennomgås resultatene fra implementering i ATP-modellen.
5	Diskusjon	I kapittel 5 diskuteres resultatene fra undersøkelsen og utarbeidelse av rutevalgsmodellen mot tidligere forskningslitteratur. Innledningsvis diskuteres undersøkelsens troverdighet.
6	Konklusjon og videre arbeid	Det avsluttende kapittelet er konklusjon og videre arbeid. Kapittelet inkluderer svar på problemstillingen og de tre forskningsspørsmålene. Det gis anbefalinger til videre forskning og arbeid.

2 LITTERATURGJENNOMGANG

For å finne relevant forskningslitteratur er blant annet søkeverktøyene Google Scholar, Academic search complete, Oria.no og ScienceDirect benyttet. Flere av forskningsartiklene som er sett på som relevante har blant annet Elsevier, Springer Link og Transportation research record som utgivelsessted. I tillegg til dette har «snøballeffekten» fungert utmerket som går ut på å bruke referanselistene til ulike forskningsartikler for å finne sentral litteratur. Når det gjelder norsk faglitteratur er det hovedsakelig benyttet forskningsartikler publisert av Transportøkonomisk institutt, SINTEF og Urbanet analyse. Siden omfanget av litteratur er såpass omfattende er det forsøkt å fokusere på publikasjoner som har undersøkt rutevalget, i hovedsak for sykkel. I tillegg til dette er det benyttet litteratur som ser på større grupper av befolkningen og ikke særegne grupper som barn, eldre osv.

For å finne relevant litteratur er det benyttet ulike søkeord og kombinasjoner av disse:

Bicycle route choice, route choice model, attributes, modeling, bikeability, cyclists, stated preference, revealed preference, types of cyclists

I forbindelse med litteratursøket er det ikke kommet over noen metaanalyser som har sett på hvilken signifikans ulike forklaringsfaktorer har for syklisters rutevalg. En svakhet ved foreliggende litteratur er kryssreferering mellom artiklene. Dette gjør det utfordrende å finne frem til hovedkilden for forklaringsfaktorene, eller hvordan man har kommet frem til de ulike. Hvem er det egentlig som har funnet ut hva som påvirker syklisters rutevalg utover avstand og tid? En annen svakhet er utvelgelsen av forklaringsfaktorer som inngår i de ulike rutevalgsmoellene. Utvalgsprosessen for forklaringsfaktorer er mer eller mindre utelukket.

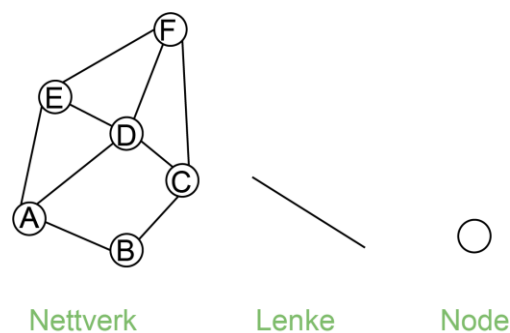
Kapittelet gir en oversikt over relevant forskningslitteratur innenfor tema syklisters rutevalg og er et oppslagsverk for videre analyser. Ettersom studien har til hensikt å undersøke syklisters rutevalg er det valgt å inkludere generell teori bak rasjonelle valg og valg av rute i det første delkapittelet. I det andre delkapittelet beskrives modellering av rutevalget. Deretter gis en innføring i hvilke metoder som er mulig å benytte ved innsamling av informasjon om rutevalget. Videre undersøkes hvilke forklaringsfaktorer som har betydning for sykkelomfanget og selve rutevalget. I tillegg til dette er det sett på ulike syklisttyper samt formålet med reisen.

2.1 Rasjonelle valg

Rasjonell valgteori er definert som en prosess hvor man bestemmer hvilke alternativer som finnes, hvor man deretter velger det mest foretrukne alternativet i henhold til et konsistens-kriterium (Levin og Milgrom, 2004). Man tar ofte utgangspunktet i at valget faller på det alternativet som maksimerer nytten, men det kan også være det som gir minst ulempe (Tretvik, 1990, s. 3). Dette kan bli representert i form av en nyttefunksjon som beskrives nærmere i avsnitt 2.2.1. Teorien tar også utgangspunkt i at individer har egne preferanser og tar sine valg med bakgrunn i dem. En kritikk mot rasjonell valgteori er at selv om teorien sier at mennesker har veldefinerte preferanser vil man ikke nødvendigvis handle for å maksimere dem (Levin og Milgrom, 2004). I neste avsnitt redegjøres det for selve rutevalget til sykklister i lys av generell teori.

2.1.1 Rutevalget

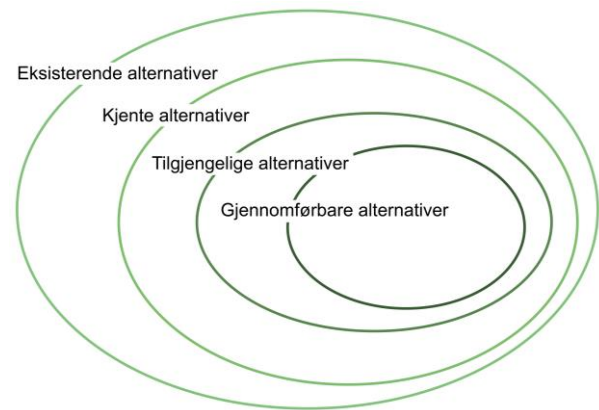
En rute består av flere lenker som er koblet sammen ved hjelp av noder. Lenkene forbinder avreisepunktet og destinasjonen (Bovy og Stern, 1990), viser til Figur 2.1.1. Mellom avreisepunktet og destinasjonen er det, som regel, flere alternative ruter å velge mellom. Man står ovenfor et såkalt rutevalg (Bovy og Stern, 1990, s. 15-16). Valgets kval er ikke en triviell sak og studier viser at det er ulike faktorer som spiller inn på valg av sykkelrute (Kuzmyak *m.fl.*, 2014).



Figur 2.1.1 Nettverksterminologi.

Ifølge Bovy og Stern (1990) har rutevalget sammenheng med den som reiser og det fysiske miljøet. Her snakker man gjerne om den reisendes subjektive behov, preferanser, opplevelser og oppfatninger, mens det fysiske miljøet omfatter de objektive mulighetene og karakteristikken (Bovy og Stern, 1990). Rutevalget tas med utgangspunkt i ulike individers valgsett. Et valgsett vil bestå av alle mulige ruter fra avreisepunktet til destinasjonen som anses som gjennomførbare for den reisende. Man snakker om eksisterende muligheter, kjente alternativer, tilgjengelige alternativer, gjennomførbare alternativer og valgte alternativ (Bovy og Stern, 1990).

Figur 2.1.2 illustrerer et tenkt valgsett. Den første kategorien (eksisterende rutevalg) tar for seg alle mulige fysiske ruter i nettverket mellom avreisepunktet og destinasjonen. Kjente alternativer er alle alternative ruter som er kjent for den som reiser. Tilgjengelige alternativer er valgsettet til den reisende, som består av et sett av alternativer som kan tilfredsstillende den reisende sine behov. Gjennomførbare eller mulige alternativer er



Figur 2.1.2 Hierarkisk serie av et valgsett (Inspirert av Bovy et al., 1990).

aktuelle og konkurrerende alternativer som den reisende må foreta et valg mellom (Bovy og Stern, 1990). Den siste er *valgte alternativ* som er den ruten den reisende ender opp med å velge.

Settet av alle mulige ruter mellom avreisepunktet og destinasjonen kan være et svært høyt tall (Bovy og Stern, 1990). Figur 2.1.3 viser mulige ruter mellom Delft jernbanestasjon og Delft universitet. Kartet inneholder over 40 mulige sykkelruter mellom de to destinasjonene. Størrelsen på valgsettet øker ofte med avstanden mellom avreisepunktet og destinasjonen. Samtidig avhenger størrelsen av den reisendes subjektive behov. Med andre ord vil de gjennomførbare alternativene, objektivt sett, være langt større enn når den reisendes preferanser tas i betraktning (Bovy og Stern, 1990, s. 48).

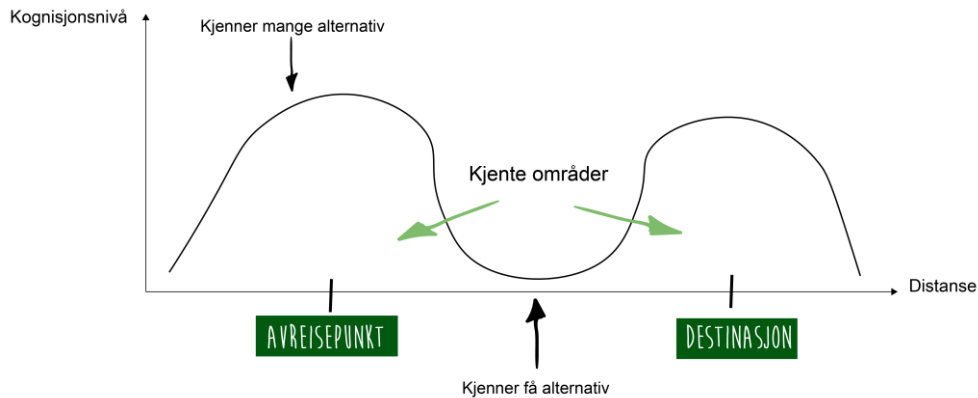


Figur 2.1.3 Eksempel på mulige ruter mellom Delft jernbanestasjon og Delft universitet (Hentet fra Bovy et al., 1990, s.48).

Hva som avgjør hvilke ruter som anses som de mest aktuelle for den reisende er altså individuelt. Det betyr ikke at forskjellige personer ikke kan foretrekke samme rute, men at det kan være ulike faktorer som påvirker valget. Bovy og Stern (1990) forklarer dette på en rasjonell måte. Dersom det er 40 gjennomførbare sykkelruter vil det være omtrent 15 ruter som blir brukt en eller annen gang av «alle» syklistene. Det er derimot kun 4 til 5 ruter som blir vurdert av hver syklist. Hvilke faktorer som påvirker dette diskuteres i delkapittel 2.5. Et annet viktig aspekt er kjennskapet man har til tilgjengelige ruter. Studier viser at i områder hvor den reisende er svært kjent har den god kjennskap til det underliggende vegnettet. Disse områdene er i nærhet til avreisepunktet og destinasjonen. Avreisepunktet omtales ofte som den reisendes



bosted. Destinasjonen kan for eksempel være arbeidsplassen. Området i mellom disse to er i større grad ukjent for den reisende (Bovy og Stern, 1990). Figur 2.1.4 viser hvordan dette kan illustreres.



Figur 2.1.4 Sammenhengen mellom kognisjonsnivå og økende avstand (Inspirert av Bovy et al., 1990).

Dette strider i utgangspunktet mot litteraturen om at rutevalget påvirkes av syklisters egne preferanser og rasjonell valgteori. Dersom man har begrenset kunnskap om alternative valg vil man i mindre grad kunne optimalisere rutevalget. Det skal nevnes at det ifølge Bovy og Stern (1990) er glissen forskning på dette området. Et annet argument er forskjellen mellom ulike typer syklisters erfaring. Mer erfaring vil antageligvis påvirke både kjennskap til nettverket samt syklisters preferanser.

2.2 Modellering av rutevalget

I transportanalyser og transportprognoser benytter man ofte firetrinnsmetodikken. Den består av fire steg:



Figur 2.2.1 Trinnene i firetrinnsmetodikken.

Det første trinnet omhandler turgenerering. Hensikten er å beregne alle turer som gjennomføres i et geografisk område, det vil si genererte (Origin) og attraherte (Destination) turer. Analyseområdet deles inn i geografiske soner. I Regional transportmodell (RTM) benytter man ulike inngangsdata for å beregne hvor mange turer som genereres og tiltrekkes. Vanligst er at turgenerering er en funksjon av antall bosatte og arbeidsplasser (Tørset *m.fl.*, 2008). Det neste steget er turfordistribusjon, som gir et turfordelingsmønster. Turene fordeles innad og mellom sonene. Mønsteret kan presenteres som en fra-til-matrise (Rich, 2015).

Tredje steget er reisemiddelvalg som viser fordelingen mellom ulike transportmidler. Det siste trinnet er selve rutevalget, også kalt nettutlegging, der modellene baseres på en rutevalgsmo- dell. Forskningsarbeidet til Tretvik (1990) er verdt å nevne her. Han skriver at firetrinns- metodikken er avhengig av tre forhold: arealbruk, transportsystem og befolkning. I RTM er området man ser på delt inn i soner og beregningene utføres med bakgrunn i de fire trinnene gitt i Figur 2.2.1. Ifølge Tretvik (1990, s. 1-2) er denne tilnærmingen ikke helt anvendelig fordi det er individer som reiser og ikke hele geografiske soner. Logitmodellen fungerer godt for individbaserte data der man kan modellere reiseatferd simultant. Dataene er disaggregert og beslutningene tas på individnivå (Tretvik, 1990, s. 2).

I neste avsnitt er teori bak logitmodeller redegjort for. Etersom denne studien har til hensikt å undersøke rutevalget er det besluttet å ikke utdype 4-trinnsmetodikken og RTM ytterligere. Selv om alle trinnene i en transportmodell henger sammen.

2.2.1 Multinomisk logitmodell

En rutevalgsmo- dell er ifølge Bovy og Stern (1990, s. 171) en operativ form for valgteori og inneholder flere formål. Ved bruk av en rutevalgsmo- dell er det mulig å teste teorien ved å identifisere forklaringsfaktorer som forklarer observert atferd, og korrelasjonen mellom forklaringsfaktorer og atferden. Rutevalgsmo- dellens muliggjør estimering av forklarings- faktorer som verdi av tid og forutsier atferden i en gitt valgsituasjon. Det finnes ulike former for logitmodeller, der multinomisk logitmodell (MNL) er den mest brukte rutevalgsmo- dellens til å estimere rutevalg (Ton *m.fl.*, 2017), viser til formel 2.1. Grunnen til dette er at den er relativt ukomplisert og enkel i bruk (Tretvik, 1990, s. 12). Multinomisk logitmodell benyttes for å estimere sannsynligheten for ulike utfall. Herunder, sannsynligheten for at valgte rute blir valgt gitt et sett av uavhengige variabler som påvirker rutevalget. Multinomisk logistisk regresjon er en utvidelse av binomisk logistisk regresjon som kun ser på to mulige utfall (Ben-Akiva og Lerman, 1985). Uttrykket for MNL er vist i formel 2.1:

$$P_n(i) = \frac{e^{V_{in}}}{\sum_{j \in C_n} e^{V_{jn}}} \quad (2.1)$$

P_n er sannsynligheten for at individ n velger alternativ i . Sannsynligheten er et tall mellom 0 og 1. V_{in} er nytten for å velge alternativ i av individ n . Desto høyere nytten for alternativ i er, jo mer sannsynlig er det at alternativet (ruten) velges av individ n .



Uavhengighetsegenskapen til MNL

MNL har en uavhengighetsegenskap kalt «Independence from Irrelevant Alternatives» (IIA) som forutsetter at hver rute tolkes som et ulikt alternativ. I virkeligheten vil flere av de alternative rutene være korrelert (Ton *m.fl.*, 2017, s. 8). På grunn av IIA tar den multinomiske logitmodellen derfor ikke hensyn til overlapp mellom ruter som fører til at nytten for overlappende ruter blir overestimert. For å ta hensyn til overlappende ruter har Ben-Akiva og Bierlaire (1999) utviklet en «Path size factor», viser til formel 2.2. Faktoren er et anslag for overlapp mellom en rute og andre alternative ruter i valgsettet (Hoogendoorn-Lanser *m.fl.*, 2005, s. 28).

$$PS_{in} = \sum_{a \in \Gamma_i} \left(\frac{l_a}{L_i} \right) \frac{1}{\sum_{j \in C_n} \delta_{aj}} \quad (2.2)$$

Γ_i er alle lenkene for rute i . l_a er lengden av lenke a og L_i er lengden av rute i . Variabelen, δ_{aj} , undersøker om lenke a er en del av rute j . Dersom dette er tilfellet er variabelen 1, og 0 ellers (Ton *m.fl.*, 2017). Formel 2.3 viser hvordan denne faktoren inkluderes i estimering av rutevalget:

$$P(i|C_n) = \frac{e^{(\beta_1 * Reisetid_{in} + \beta_2 * Trafikkvolum_{in} + \beta_{PS} * \ln PS_{in})}}{\sum_{j \in C_n} e^{(\beta_1 * Reisetid_{jn} + \beta_2 * Trafikkvolum_{jn} + \beta_{PS} * \ln PS_{jn})}} \quad (2.3)$$

Når man estimerer MNL vil β_{PS} være lik null. PS er «path size faktoren» estimert fra formel 2.2. Faktoren vil ligge mellom 0 og 1, der 0 betyr full overlapp, mens 1 betyr ingen overlapp (Ton *m.fl.*, 2017, s. 8). Dersom man ikke har tilgjengelige verktøy for å estimere denne faktoren kan det være utfordrende å hensyn ta dette. Det vil være svært tidkrevende å gjennomgå valgsettet til hvert rutevalg manuelt. Dette avhenger selvsagt av størrelsen på datasettet.

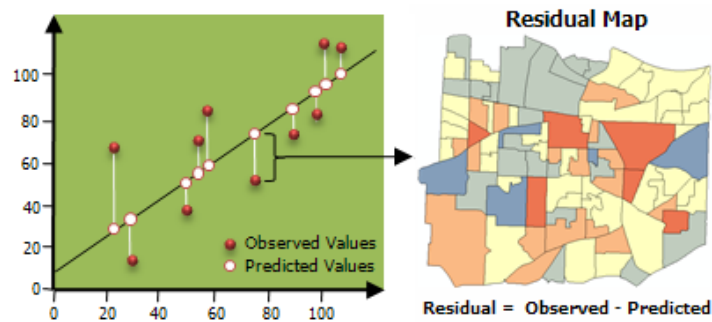
Nyttefunksjonen

Regresjonsanalyse ser på hvordan en avhengig variabel kan forklares av en eller flere uavhengige variabler. Når modellen inkluderer mer enn to uavhengige variabler benyttes en multivariat analyse (Tretvik, 1990, s. 12). Analysen vil se om de uavhengige variablene har en positiv eller negativ innvirkning på den avhengige variabelen (Ben-Akiva og Lerman, 1985). For den multinomiske logitmodellen finner man som nevnt sannsynligheten for at et alternativ velges. For å utføre et valg bestående av flere alternativer er det behov for en beslutningsregel. Det finnes flere former for beslutningsregler, der man i multinomisk logistiskmodell benytter *nytte*. Nyttefunksjonen sier noe om attraktiviteten for et alternativ på bakgrunn av de variabler

som inngår i uttrykket (Ben-Akiva og Lerman, 1985). Den reisende vil velge alternativet (ruten) som maksimerer nytten. Formel 2.4 viser uttrykket for estimering av nytte (Rich, 2015):

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} \quad (2.4)$$

U_{in} er nytten for individ n ved alternativ i . V_{in} er den deterministiske nytten og beskriver det som faktisk er observert. Restleddet, ε_{in} , beskriver forskjellene mellom den observerte og den virkelige nytten (Rich, 2015), viser til Figur 2.2.2.



Figur 2.2.2 Et eksempel på hvordan residual beregnes fra observerte og estimerte verdier (Hentet fra esri, u. å.-c).

Ifølge Ben-Akiva og Lerman (1985, s. 129) får man den multinomiske logitmodellen dersom man forutsetter at feilleddene, error term ε , til alle alternativ er: (1) uavhengige seg imellom, (2) identisk logistisk fordelt (lik forventningsverdi og varians) og (3) Gumbel-fordelt. Dersom man forutsetter IID Gumbel (Ben-Akiva og Lerman, 1985, s. 104) vil de uobserverte faktorene som påvirker nytten til alternativ i ikke ha innvirkning for nytten ved alternativ j (Tretvik, 1990, s. 13). Det vil si at man kun benytter observert nytte, V_{in} , i den multinomiske logitmodellen. Formelen for den observerte nytten er gitt ved formel 2.5 (Bovy og Stern, 1990):

$$V_{in} = \sum \beta_j * X_{ij} \quad (2.5)$$

β_j angir den relative viktigheten for forklaringsfaktor j og X_{ij} er forklaringsfaktor j sin verdi for alternativ i . Fortegnet til de estimerte parameterverdiene må være logiske (Tretvik, 1990, s. 25). Dersom parameterverdien/konstanten (β) har negativt fortegn, oppleves forklaringsfaktor j som en belastning. Motsatt vil forklaringsfaktoren oppleves som nyttig dersom fortegnet er positivt. Formel 2.6 er et eksempel på en nyttefunksjon for syklistene hentet fra Bovy og Stern (1990, s. 183):

$$V_{in} = \beta_1 * Vegtype + \beta_2 * Vegdekke + \beta_3 * Trafikkvolum + \beta_4 * Reisetid \quad (2.6)$$

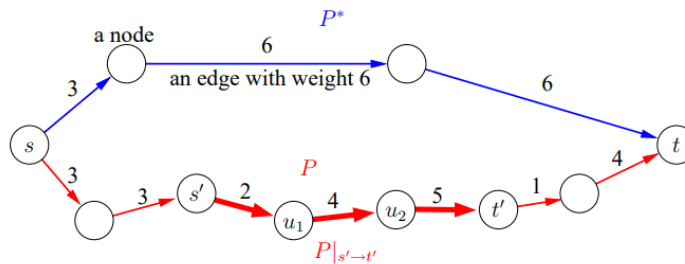
Hvor

$$\beta = Parameterverdi$$



2.2.2 Nettverksmodellering og ATP-modellen

Nettverksmodellering spiller en svært viktig rolle i planlegging ettersom transportanalyser i stor grad baseres på nettverk. Et nettverk består av en samling av noder V (kryss) og lenker E (vegsegmenter). Lenken binder sammen to noder (Schultes, 2008). Hver lenke gis en vekt som kan for eksempel være avstand eller reisetid. Figur 2.2.3 viser et nettverk med noder ($n=10$) og lenker ($m=10$). Det er to tilgjengelige ruter hvor P^* er den korteste ruten mellom node s og node t . Avstanden mellom s og t for rute P^* er 15.



Figur 2.2.3 Eksempel på et nettverk med $n=10$ noder og $m=10$ lenker (Hentet fra Schultes, 2008, s. 40).

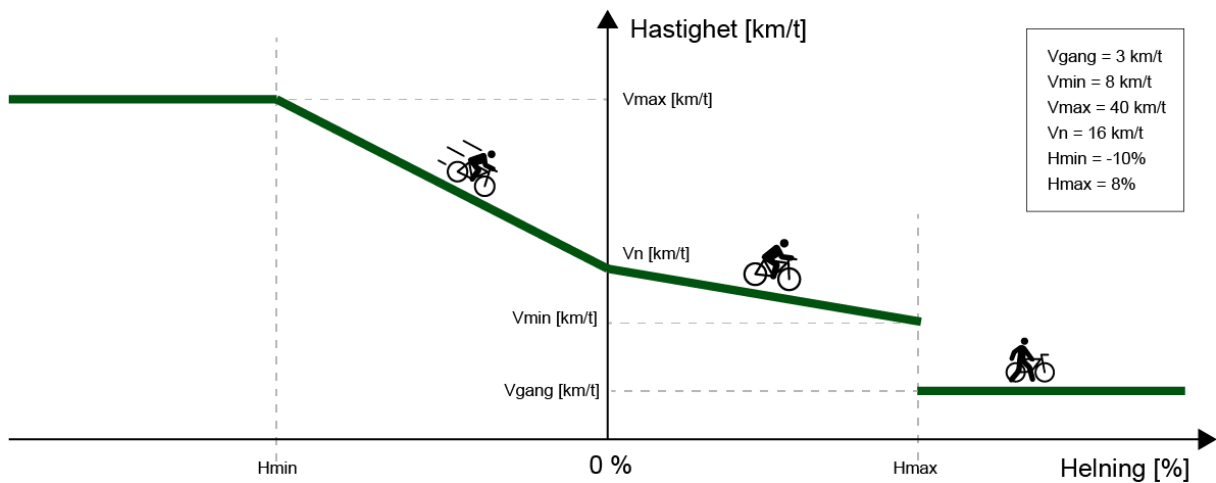
I grafteori benyttes algoritmer for å finne den optimale forflytningen i et nettverk mellom lenker og noder. Et klassisk problem i grafteori er beregning av korteste rute. Dette avhenger selvsagt av de valgte vektene for lenkene. *Korteste rute* trenger ikke være romlig distanse, men kan være reisetid langs ruten. Den mest brukte algoritmen fra grafteori for å estimere «optimal rute» mellom noder er Dijkstras algoritme (Frøyen, 2013, s. 9).

ATP-modellen

ATP-modellen er en generell analytisk nettverksmodell, og et GIS-basert analyseverktøy som benyttes av planleggere og beslutningstakere både i den offentlige og private sektor. Modellen er ikke et selvstendig verktøy, men benyttes i det generelle GIS-verktøyet ArcMap med funksjonen Network Analyst (Nordal og Ørnes, u.å.). ATP-modellen ble opprinnelig utviklet i 1997-1999 med støtte fra LOKTRA-programmet² (Syvertsen, 2001). Modellen har siden blitt videreutviklet i regi av «ATP-nettverket», som er et samarbeid mellom private og offentlige aktører ledet av Kommunal- og moderniseringsdepartementet og Vegdirektoratet. Beregningene i ATP-modellen bygger på grafteori. Dijkstras algoritme benyttes til å gjennomføre tilgjengelighetsanalyser i ATP-modellen. For å klargjøre nettverket slik at det kan beskrive sykkelreiser, benytter man et eget script kalt «Hastighet på lenker». Hastigheten beregnes som en funksjon av helningen.

² Norges forskningsrådsprogram for Lokal areal- og transportplanlegging, 1994-2000 (Syvertsen, 2001).

Figur 2.2.4 viser sykkelhastigheten som funksjon av helning. Figuren viser at hastigheten til syklistene varierer med topografien, der hastigheten faller når helningen øker (stigning) og stiger når helningen avtar (fall).



Figur 2.2.4 Sammenhengen mellom hastighet og helning i ATP-modellen.

Beregning av sykkelhastigheten er en forenkling av virkeligheten, der det forutsettes at det er en lineær sammenheng mellom stigning og fall og hastigheten til syklisten. På flat veg settes en gjennomsnittshastighet, V_n , lik 16 km/t. Dersom helningen stiger til H_{max} vil hastigheten avta til V_{min} . Dersom stigningen overgår H_{max} antar man at syklisten går av sykkelen og leier den opp bakken. Når helningen faller øker sykkelhastigheten lineært til den når V_{max} hvor helningen er H_{min} . Dersom fallet er såpass bratt antar man at syklisten vil bremse, og vil ha en maksimal hastighet på 40 km/t (Ørnes, 2011). Formelverket til ATP-modellen er vist i formel 2.7 til 2.10:

$$Helning < H_{min} : V_{--} = V_{max} \quad (2.7)$$

$$H_{min} \leq Helning \leq 0\% : V_{-} = \frac{H * (V_{max} - V_n)}{(H_{min} - 0) + V_n} \quad (2.8)$$

$$0\% \leq Helning \leq H_{max} : V_{+} = \frac{H * (V_n - V_{min})}{(0 - H_{max}) + V_n} \quad (2.9)$$

$$Helning > H_{max} : V_{++} = V_{gang} \quad (2.10)$$

ATP-modellen regnes som en modell som ser på tilgjengelighet, hvor begrepet handler om reisetid og/eller reiselengde (Lervåg, 1999, s. 7). Med bakgrunn i dette er det avstand og tid som benyttes som «default»-variabler og kostnadskomponenter (Impedans³) i modellen. Samtidig kan rutevalget i ATP-modellen kalkuleres med utgangspunkt i hvilken som helst

³ Minimaliserer kostnaden for å finne beste alternative rute.



variabel. Det vil si at begrepet «korteste veg» ikke nødvendigvis betyr korteste veg i tid eller avstand, det avhenger av kostnadskomponentene. Modellen er fleksibel, og åpner opp muligheten for å benytte andre uttrykk for reisetid som reisekostnad eller belastning (Lervåg, 1999). Eksempelvis er det mulig å benytte et uttrykk for generalisert reisetid, der ulike forklaringsfaktorer bidrar til å øke (belastning) eller redusere (nytte) reisetiden for et alternativ (Bovy og Stern, 1990, s. 185).

For å beregne trafikanters valg i transportmodeller, som RTM, benytter en som nevnt 4-trinnsmetodikken. Trinn 4 kan sammenlignes med ATP-modellens beregning av rutevalg. Lervåg (1999, s. 5) skriver at for detaljerte analyser fungerer transportmodellene dårlig. Grunnen til dette er at transportmodellene ofte har en grov sonestruktur som gir en utfordring når man skal modellere tilbudet for blant annet syklistene. Det er ofte gjennomsnittlige verdier for de geografiske områdene (sonene), hvor man ikke får nøyaktig informasjon om plassering av blant annet arbeidsplasser og boliger. Fordelen med GIS-baserte verktøy, som ATP-modellen, er at man kan benytte informasjon om for eksempel befolkningsdata på adressenivå som beregningsgrunnlag (Lervåg, 1999, s. 6). Alle reiser som gjennomføres i nettverket beskrives og synliggjøres, i motsetning til transportmodellene hvor kun reiser mellom soner synliggjøres.

I dette og det foregående delkapittelet er det redegjort for teori bak rutevalg og rutevalgsmodeller. Det er sett på hvilke alternative ruter den syklende står ovenfor og hvor mange ruter som faktisk vurderes. Det som derimot ikke er undersøkt er hva som avgjør hvilken rute som anses som gjennomførbare og mulige ruter. I delkapittel 2.4 og 2.5 vil det sees nærmere på studier som har undersøkt forklaringsfaktorer som påvirker sykkelomfanget og syklisters rutevalg. Før dette gjennomgås aktuelle metoder for innsamling av data om syklisters faktiske rutevalg.

2.3 Metoder for datainnsamling

For å undersøke syklisters rutevalg finnes det mange ulike innfallsvinkler og metoder for datainnsamling. Empiriske data kan samles inn ved bruk av både revealed preference- eller stated preference-undersøkelser, alternativt en kombinasjon (Yang og Mesbah, 2013). I begge undersøkelsesmetodene må man (som regel) rekruttere deltakere til å delta i undersøkelsen. Dataen om syklisters faktiske rutevalg kan enten være sekundærdata, som er tilgjengelige data innsamlet og bearbeidet av andre. Eventuelt primærdata som man må samle inn på egenhånd.

Stated preference-undersøkelse er en verdsetningsstudie som forklarer hva respondenten ville gjort dersom han eller hun stod ovenfor hypotetiske valg og spørsmål. Revealed preference-undersøkelse er derimot en metode som spør om det faktiske valget til respondenten for en gitt situasjon eller problemstilling (Dill og Gliebe, 2008, s. 9).

I sin enkleste form kan man i stated preference-undersøkelser be respondentene rangere ulike faktorer. De mer komplekse undersøkelsene inkluderer hypotetiske valgsituasjoner. Fordelen med denne metoden er at den er billig i bruk, i tillegg til at man kan predefinere ulike valgsituasjoner. Ulempen er at man ikke vet om respondentene gir en korrekt gjengivelse av deres valg (Yang og Mesbah, 2013). Den vanligste måten å samle inn data om syklisters faktiske rutevalg (revealed preference) har de siste årene vært ved bruk av GPS (Hood *m.fl.*, 2011; Broach *m.fl.*, 2012). Pritchard (2018) undersøkte hvilke metoder som finnes for å samle inn data om syklisters rutevalg i revealed preference-undersøkelser. Det finnes mange ulike metoder som er benyttet i tidligere forskning og som egner seg for å undersøke syklisters rutevalg. Det er derimot ikke alle som har til hensikt å utvikle en rutevalgsmoell. Undersøkelser der intervjueren deltar på hele eller deler av syklistens reise eller bruk av kamera og virtuelle omgivelser (Virtual Reality simulated environments), er sett på som ikke relevant for denne oppgaven. Disse er derfor ikke utdypet ytterligere (Pritchard, 2018, s. 20-23).

En av metodene som er beskrevet er bruk av data innsamlet ved hjelp av GPS. Denne formen for datainnsamling kan være ved bruk av egne enheter som Garmin Connect, eller ved bruk av applikasjoner på smarttelefoner som enten har en passiv eller aktiv brukerregistrering. CycleTracks er et eksempel på en aktiv smarttelefonapplikasjon som Hood *m.fl.* (2011) benyttet i deres studie. En annen mulighet er å benytte GPS-data fra «Crowdsourcing». Det finnes mange ulike applikasjoner som distribuerer denne type data, deriblant Strava og Endomondo. Begge er imidlertid mest brukt til å loggføre treningsøkter (Pritchard, 2018, s. 14). I andre studier har deltakerne tegnet eller beskrevet sin tilbakelagte sykkelrute. Disse er blant de første metodene som ble benyttet for å undersøke syklisters rutevalg (Pritchard, 2018, s. 16). Den mest brukte måten er i forbindelse med intervjuer eller papirbaserte spørreskjemaer, der respondentene tegner ruten på kart (Yang og Mesbah, 2013). I norsk sammenheng har blant annet Manum og Nordstrom (2013) og Nessim (2016) benyttet metodikken. I 2012 ble den første web-baserte kartregistreringen benyttet for å undersøke syklisters rutevalg (Pritchard, 2018). Denne metoden for datainnsamling er relativt lite brukt.



Tabell 2.3.1 er utarbeidet med bakgrunn i Pritchard (2018) sin artikkel og er en vurdering av de ulike metodene. Studiene markert med blått er ulike metoder ved bruk av GPS-data. De resterende studiene markert med grønt, er studier hvor respondentene har registrert sin tilbakelagte rute.

Tabell 2.3.1 Oppsummerer fordeler og ulemper ved bruk av de ulike metodene til datainnsamling.

Metode:		Vurdering:
GPS data	GPS enhet	Fordelen er presise data om tid, fart og lengde. Ruten blir en nøyaktig gjengivelse av respondentens valgte rute. Ulempen er at det forutsetter at respondenten enten har tilgang til GPS eller at man må låne GPS-enheter. Bruk av GPS enhet er også sesong avhengig, hvor ikke alle sykler både sommer og vinter. Det kan derfor være utfordrende å rekruttere deltakere.
	GPS Smarttelefon	Fordelen med GPS applikasjon på smarttelefon er tilgjengeligheten. Det forutsetter kun at deltakerne eier en smarttelefon. Ulempen med denne type innsamling er registreringens nøyaktighet. Det kan for eksempel være utfordrende å gjenkjenne om syklistene har syklet i vegbanen eller på fortau. I tillegg til dette kan det være problematisk med tanke på mangel på signal og unøyaktig posisjon.
	Crowdsourcing	Denne type data har et stort potensial og man får tilgang til en stor mengde data som ikke krever rekruttering av deltakere. Ulempen med denne type data er blant annet retningslinjene til applikasjonene. Strava og tjenesten StravaMetro sine retningslinjer for distribuering av data, forutsetter at dataene er aggregerte. Det er derfor ikke mulig å se syklisters individuelle reiser. I tillegg til dette har data fra «Crowdsourcing» ofte trening som hovedformål. Det kan derfor medføre en stor opprydningsjobb.
Deltakernes tilbakelagte rute	Tegning	Fordelen med denne type datainnsamling er at det kan gjennomføres uavhengig av årstidene. Man har behov for svært få ressurser som gjør metoden enkel og kostnadseffektiv å implementere i ulike studier. Ulempen er etterarbeidet. Ved et stort datasett vil det være tidkrevende å digitalisere rutene. Registreringens nøyaktighet kan også være en ulempe.
	Beskrevet	Deltakernes beskrivelse av rutevalget kan gjennomføres uavhengig av årstidene. Samtidig er denne formen mye mer tidkrevende enn ved tegning. I tillegg til dette kan det være utfordrende å vite nøyaktig hvor deltakerne syklet, selv om vegnavnene beskrives.
	Web-basert kartregistrering	Denne formen for datainnsamling gjør det mulig å samle inn en større mengde data over en kort periode. Det kan gjennomføres uavhengig av årstidene, og krever få ressurser. Ulempen er at det krever etterbehandling av dataene dersom syklistene har registrert ruten unøyaktig.

2.4 Forklaringsfaktorer som påvirker omfanget av sykling

Ifølge Kuzmyak *m.fl.* (2014) er det flere forklaringsfaktorer som påvirker sykkelatferden. De ulike faktorene vil ha forskjellig betydning for blant annet ulike reisemål og personer. Arealbruk og bystrukturelle faktorer, fasiliteter, faktorer relatert til omgivelsene, sosiodemografiske faktorer, oppfatninger og holdninger er alle faktorer som kan ifølge Kuzmyak *m.fl.* (2014, s. 21) ha betydning for omfanget av sykling. Tilgjengelige og gode sykkeltilbud ved destinasjonen kan bidra til at flere sykler (Solli *m.fl.*, 2016b, s. 22-23). For eksempel sykkelparkering og dusj. Syklistenes oppfatninger og holdninger er også av betydning. Det er antageligvis flere som benytter sykkel dersom de er opptatt av bærekraft og miljøhensyn. Lindelöw (2009) undersøkte hvilke faktorer som har betydning for hvorfor man velger sykkel fremfor andre transportmidler. Det er blant annet en egeninteresse av å sykle i form av mosjon. Andre grunner for å velge sykkel er at det er raskere, mer fleksibelt, billig og morsomt (Stefansdottir, 2014). Samtidig viste den lave kostnaden seg å være mindre viktig, som kan ha sammenheng med syklistenes inntekt (Lindelöw, 2009, s. 26; Hjorthol *m.fl.*, 2014).

Sammenlignet med bil er sykkel mer «kontekst-sensitiv». Det vil si at i motsetning til å utføre en reise med bil er valget om å benytte sykkel mye mer avhengig av om det er krevende topografi, kaldt eller om det regner. En annen faktor og bekymring er sykkelreisens totale tid. Man er opptatt av avstand og hvor direkte sykkelruten er (Kuzmyak *m.fl.*, 2014, s. 21). Valget om å sykle avhenger som sagt av mange faktorer, men det er særlig de bystrukturelle faktorene som er av betydning. Studier viser blant annet at det er en positiv korrelasjon mellom nettverkskonnektivet⁴ og reiser med aktive transportformer (Dill og Voros, 2007, s. 10). For at sykkel skal anses som et konkurransedyktig alternativ er det derfor viktig at man vektlegger samordnet areal- og transport i planleggingen. Solli *m.fl.* (2016a) undersøkte for hvilke avstander sykkel er konkurransedyktig mot bil. Konkurransforholdet for sykkel er størst på avstander mellom 1,5 og 2,5 kilometer. Med bakgrunn i dette kan man fastslå at tetthet og sammenheng i sykkelnettet er viktig. Det er valgt å ikke utdype dette avsnittet ytterligere ettersom det er rutevalget som er temaet i dette studiet. Samtidig vil enkelte av forklaringsfaktorene som avgjør valget om å sykle eller ikke sykle, også ha betydning for rutevalget.

⁴ Tetthet av veier og gater.

2.5 Forklaringsfaktorer som har betydning for rutevalget

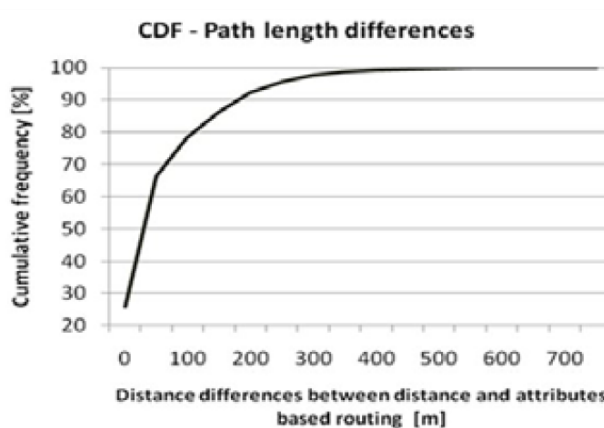
I forrige avsnitt ble faktorer som påvirker avgjørelsen om å sykle belyst. I dette avsnittet vil faktorer som avgjør rutevalget bli redegjort for. Det finnes en del litteratur om temaet der de fleste har, i tillegg til å undersøke forklaringsfaktorer for syklisters rutevalg, utviklet en rutevalgsmoell basert på ulike undersøkelsesmetoder, viser til delkapittel 2.3. Figur 2.5.1 gir en oversikt over potensielle forklaringsfaktorer som kan ha betydning for rutevalget.



Figur 2.5.1 Forklaringsfaktorer som kan påvirke rutevalget.

I dagens transportmodeller som benyttes for flere transportformer både motoriserte og ikke-motoriserte, er det en enkel tilnærming til syklisters valg. Rutevalget baserer seg som regel kun på korteste rute med en gitt gjennomsnittshastighet. Studier viser at denne tilnærmingen ikke stemmer godt nok overens med syklisters *faktiske* rutevalg. I mange tilfeller er det flere faktorer som har betydning (Ton *m.fl.*, 2017). Samtidig er det, med bakgrunn i rapporten til Solli *m.fl.* (2016b), gitt anbefalinger til nye verdsettingsvekter for sykkelinfrastruktur som kan inngå i RTM (Tørset og Babri, 2017). Forskningsartiklene som er inkludert i litteraturstudiet er basert på både stated preference- og revealed preference-undersøkelser. Selv om de benytter ulike former for datainnsamling er det valgt å se på disse samlet ettersom de inkluderer samme type forklaringsfaktorer.

Figur 2.5.2 er hentet fra forskningsartikkelen «Route choice modelling for bicycle trips» og er gjengitt i sin helhet (Beheshtitabar *m.fl.*, 2014). Studiet ble utført i Sverige og caseområde var byen Norrköping. Grafen viser at forskjellen mellom korteste og valgte alternativ ikke nødvendigvis er så ulik som man skulle trodd. Grafen viser at 90 prosent av rutene som baseres seg på ulike forklaringsfaktorer avviker med kun 200 meter fra korteste rute.

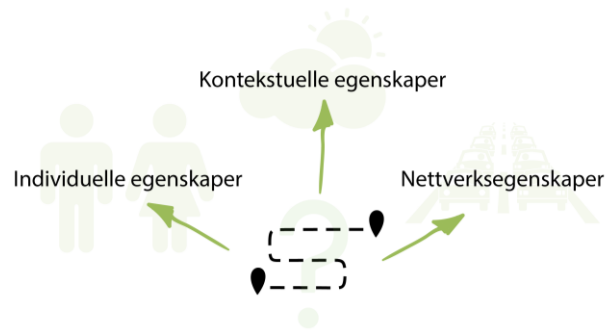


Figur 2.5.2 Kumulativ funksjon som viser forskjellen i avstand (Hentet fra Beheshtitabar *et al.*, 2014).

Dette kan bety at i Norrköping er det et relativt finmasket nett med gode sykkelfasiliteter, der de korteste rutene er prioritert fra investeringsmyndighetene. Det kan også bety at sykkeltilbudet ikke er tilfredsstillende, slik at det er få alternative ruter å velge mellom. Uansett er dette svært interessant.

Med bakgrunn i andre studier har Ton *m.fl.*

(2017) definert tre kategorier for egenskaper som påvirker rutevalget til syklistene. De tre kategoriene er vist i Figur 2.5.3 og inkluderer individuelle og kontekstuelle egenskaper samt egenskaper ved nettverket. De individuelle egenskapene er i stor grad sammenfallende med sosiodemografiske faktorer og inkluderer



Figur 2.5.3 Ulike kategorier på forklaringsfaktorer som påvirker rutevalget.

egenskaper som alder, kjønn og sykkel erfaring. De kontekstuelle egenskapene innbefatter vær, klima, omgivelser, årstid og topografi. Egenskapene ved nettverket inkluderer faktorer som påvirker rutevalget på både rute- og lenke-nivå, der enkelte kan styres gjennom planlegging. Dette gjelder blant annet tilrettelagte sykkelanlegg og kryss. De individuelle og kontekstuelle egenskapene har muligens størst betydning når valget om å sykle eller ikke sykle foretas. Nettverksegenskapene har større betydning for selve rutevalget (Ton *m.fl.*, 2017).

Tabellen nedenfor er inspirert av Ton *m.fl.* (2017) sin tabell på s. 7 som viser faktorene som påvirker syklisters rutevalg der de ulike forklaringsfaktorene er kategorisert. Negativt fortegn betyr en reduksjon i nytte (\div), mens positivt fortegn betyr en økning i nytte (+). De resterende (-) er ikke estimert som separate forklaringsfaktorer.

Tabell 2.5.1 Individuelle egenskaper, kontekstuelle egenskaper og nettverksegenskaper (Inspirert av Ton *et al.*, 2017).

Individuelle egenskaper	Kontekstuelle egenskaper	Nettverksegenskaper
Kjønn -	Soloppgang og solnedgang -	Avstand \div Fartsgrense \div
Alder -	Været -	Sykkelanlegg + Kryss \div
Sykkelerfaring -	Rekreasjon/vegetasjon -	Topografi \div Gateparkering \div
Inntekt -	Sykkelsesong -	Reisetid \div Omveg/retnings- endring \div
Husholdningsstørrelse -	Formål -	Hastighet + Kontinuitet +
Trygghet -		Trafikkmengde \div Vegdekke +



Ifølge Ton *m.fl.* (2017) er de individuelle egenskapene mest undersøkt gjennom stated preference-undersøkelser sammenlignet med revealed preference-undersøkelser. Når det gjelder egenskaper ved nettverket vil dette være gjeldende for begge undersøkelsesmetodene. Egenskaper som er kontekstuelle er i større grad integrert i stated preference-undersøkelser (Ton *m.fl.*, 2017, s. 7), ettersom det kan være utfordrende å samle inn denne type data i revealed preference-studier.

2.5.1 Individuelle egenskaper

Det finnes en del informasjon om hvem de ulike syklistene er med tanke på erfaring og vaner. Dette er gjengitt i avsnitt 2.6. Solli *m.fl.* (2016b) undersøkte individuelle faktorer for sykkelreiser. Det viser seg at i områder/byer med høy sykkelandel som Kristiansand, er det flere kvinner som sykler. I områder med lav sykkelandel er det derimot en mer enhetlig gruppe (Solli *m.fl.*, 2016b, s. 12). I de ulike studiene er det en tydelig sammenheng mellom sosiodemografiske faktorer og avgjørelsen om å sykle eller ikke sykle. Hvorvidt alder, kjønn, sykkel-erfaring og inntekt har betydning for rutevalget er undersøkt i liten grad. Man kan likevel gjøre noen antagelser uten å være for generaliserende.

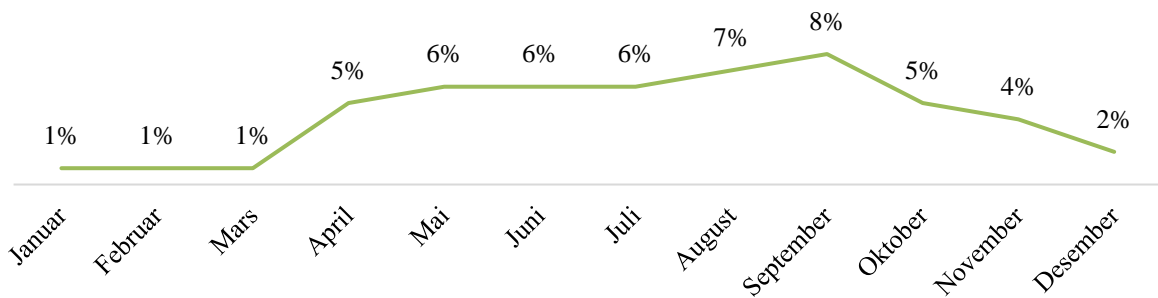
I Kristiansand er andelen kvinner som sykler høyere enn for resten av landet. Kristiansand har et godt utbygd hovedvegnett for sykkel med fokus på barn, unge og eldre. Sykkelrutene er anlagt der mange bor og rutene er etablert etter behov. Det er stort sett gang- og sykkelveger, med noen forbindelser gjennom grønne og rekreative områder (Lea, 2012, s. 117). Med bakgrunn i disse opplysningene kan man anta at kvinner verdsetter tilrettelagt sykkelinfrastruktur og trygghet, noe som (som regel) også har en korrelasjon. Transportsyklisten er ofte menn. I byer og land der sykkelandelen er lav sykler menn mer enn kvinner (Solli *m.fl.*, 2016b, s. 12). For dem er ofte den samlede reisetiden og mosjon viktigst. Fravær av tilrettelagt sykkelinfrastruktur hindrer dem ikke i å sykle i like stor grad som kvinner. Gleave (2012) undersøkte innbyggerne i Londons reisevaner. Rapporten viser at i aldersgruppen 55+ er 50 prosent villig til å bytte rute for å sykle gjennom rolige og grønne områder.

Opplevelse av trygghet er en forklaringsfaktor som kan ha innvirkning på valg av rute. Dette er en faktor som er subjektiv og derfor forskjellig fra person til person. Det sier noe om hvordan en person opplever risiko for at en ulykke kan inntreffe (Sørensen og Bjørnskau, 2012). Det er flere forklaringsfaktorer som påvirker opplevelsen av trygghet. Ifølge Sørensen og Bjørnskau (2012) vil for eksempel større trafikkmengde føre til at syklistene føler seg mer utrygge.

Samtidig er det viktig å merke seg at motorisert trafikk i seg selv ikke nødvendigvis er et problem, men størrelsen på trafikken (trafikkmengden). Eksempelvis kom Hesjevoll og Ingebrigtsen (2016) frem til at en gate med lav ÅDT uten etablert sykkelanlegg kan oppleves som tryggere, enn en høy trafikkert veg med sykkelfelt.

2.5.2 Kontekstuelle egenskaper

De kontekstuelle egenskapene er som nevnt klima, omgivelser, vær og årstid, og er sammenfallende med eksterne faktorer som varierer i tid og rom. I henhold til Lindelöw (2009) er dette faktorer som den reisende ikke kan påvirke, selv om det påvirker transportmiddelet og eventuelt rutevalget. De kontekstuelle egenskapene kan ha stor betydning for om man velger å sykle eller ikke. Undersøkelser viser blant annet at sykkelomfanget varierer ut i fra årstiden. Figur 2.5.4 viser at det er en tydelig sammenheng mellom høy sykkelandel og sommerhalvåret (Lea, 2012, s. 56).



Figur 2.5.4 Sykkelandel etter måned for Norge (Inspirert av Lea, 2012).

Det finnes få eksempler på forskning som sier noe om været påvirker rutevalget, selv om det sannsynligvis har noe betydning. Dersom man tenker rasjonelt vil man sannsynligvis minimalisere reisetiden og avstanden fra avreisepunktet til destinasjonen på en regnværsdag. Det kan også være at man ønsker å unngå veier med mye trafikk for å ikke bli våt av bilenes vannplaning. Andre antagelser er at man ønsker å sykle langs grønne områder når det er solskinn på vår- og sommerstid. Andre eksterne forklaringsfaktorer er arkitektoniske og grønne omgivelser, der Winters *m.fl.* (2010) undersøkte hvordan det bygde miljøet påvirket rutevalget i Vancouver. Stefansdottir (2014) undersøkte hva estetiske omgivelser i byrom har å si for sykkelreisen til og fra jobb i byene Trondheim, Odense og Reykjavik. Resultatene viste at blant annet stillhet og vegetasjon var av betydning. Gleave (2012) kom blant annet frem til at syklister var villig til å sykle en lenger rute for å sykle gjennom grønne omgivelser.

En forklaringsfaktor som har mye å si for rutevalget og som blir ansett som en av de viktigste, er *topografi*. I de aller fleste forskningsartiklene er topografi en betydningsfull faktor for rute-



valget. Broach *m.fl.* (2012) studerte syklisters rutevalg i Portland. De fant i deres studium at bratt terreng var en stor ulempe ved sykling. Samtidig finnes det eksempel på forskning der sykklistene valgte å sykle i litt kupert terreng, fremfor flatmark (Stinson og Bhat, 2003). Været, årstidene og topografien kan man gjøre lite med, men man kan derimot planlegge for at disse forklaringsfaktorene blir mindre «avskrekkene».

2.5.3 Nettverksegenskaper

Stinson og Bhat (2003) gjennomførte en stated preference-undersøkelse der de benyttet begrepene lenke- og rute-nivå for å beskrive egenskaper ved nettverket. Forklaringsfaktorer på rute-nivå er de som har betydning for hele ruten fra avreisepunktet til destinasjonen. Disse forklaringsfaktorene inkluderer total reisetid og reiseavstand, sammenheng for sykkelanlegg og antall stopp. Lenkespesifikke egenskaper inkluderer forklaringsfaktorer som kan beskrives på lenke-nivå. Det gjelder blant annet sykkelinfrastruktur, topografi, karakteristikk ved biltrafikken og vegdekke (Stinson og Bhat, 2003, s. 2). Topografi er i utgangspunktet en ekstern faktor, selv om det kan beskrives på lenke-nivå. I dette avsnittet vil faktorene på rute- og lenke-nivå benyttes om hverandre.

Eldre og nyere studier viser at reisetid og avstand er de viktigste uavhengige valgfaktorene når det gjelder rutevalg og gjelder generelt for alle reisemiddel (Bovy og Stern, 1990; Broach *m.fl.*, 2012). Når det gjelder andre forklaringsfaktorer utover reisetid og reiseavstand, er forskningslitteraturen svært heterogen og det er en del ulikheter. Dette har antageligvis bakgrunn i hvor forskjellig sykkelforholdene er i ulike land. Det er likevel gjort et forsøk på å sammenfatte nettverksegenskapene.

Hood *m.fl.* (2011) gjennomførte en studie i San Francisco der de kom frem til at de viktigste faktorer utover avstand var stigning og tilrettelagte sykkelanlegg, henholdsvis sykkelfelt. Casello og Usyukov (2014) undersøkte syklisters rutevalg i Waterloo, der studiet tok utgangspunkt i en tidligere sykkelundersøkelse. De brukte de samme forklaringsfaktorene for å forklare rutevalget til syklisters som Hood *m.fl.* (2011). I forskningslitteraturen er det benyttet forskjellige tilnærminger til topografi. Stinson og Bhat (2003) inkluderte to kategorier, «Mountainous» og «Hilly» som kan oversettes til meget og lettere kupert terreng. Deltakerne foretrafikk lettere kupert terreng fremfor helt flatt som kan ha sammenheng med blant annet mosjon. Menghini *m.fl.* (2010) benyttet maksimal stigning, mens Broach *m.fl.* (2012) delte helning inn i ulike kategorier.

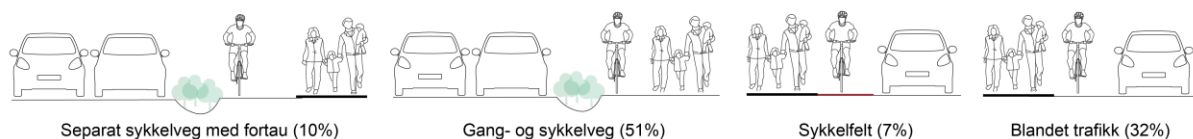
Tilstedeværelse av sykkelanlegg viser seg å ha betydning for syklistenes rutevalg, der disse deles inn i ulike kategorier (Ton *m.fl.*, 2017, s. 7). Tabell 2.5.2 er en oversikt over de ulike løsningene fra forskningslitteraturen oversatt til norske begreper.

Tabell 2.5.2 Oversettelse av begreper fra forskningslitteraturen.

Norske begreper	Engelsk terminologi
Separat sykkelveg	Separate bike path
Gang- og sykkelveg	Bike path
Sykkelfelt	Bike lane
Blandet trafikk	Shared streets
Fortau	Sidewalk

Som det fremgår av tabellen er det hovedsakelig tre systemløsninger for sykkelanlegg som benyttes i Norge (Vegdirektoratet, 2014). Den første systemløsningen er blandet trafikk, der de syklende benytter kjørebanelen. Denne løsningen er kun egnet for veier/gater hvor trafikkmengden er liten ($\text{ÅDT} < 4000$) og fartsgrensen er lav. Den andre løsningen er sykkelfelt. Her har de syklende et eget definert felt i kjørebanelen. Den siste systemløsningen er veier som er definert for gående og/eller syklende. Den mest brukte løsningen er gang- og sykkelveier, der de gående og syklende benytter samme veg. Den andre løsningen er separat sykkelveg med eller uten fortau. Syklende har et eget definert felt, hvor man kan sykle i begge retninger. Det finnes også andre løsninger hvor syklende har lov å ferdes, det gjelder blant annet sykling i kollektivfelt og bred vegskulder (Vegdirektoratet, 2014).

Figur 2.5.5 viser de ulike formene for sykkeltilrettelegging som inngår i hovedvegnettet for sykkel i Trondheim, se vedlegg N. Fra figuren kan man se at over 50 prosent av sykkelvegnettet består av gang- og sykkelveier (dataene er hentet fra ArcMap og Miljøpakkens sykkelvegnett).



Figur 2.5.5 Ulike former for sykkeltilrettelegging i Trondheim, og hvor mange prosent av sykkelvegnettet som består av de ulike anleggene.

Norge er et av få land som tillater sykling på fortau. I utgangspunktet er fortau tilrettelegging beregnet for gående, der det er lov å sykle på de gående sine premisser (Vegdirektoratet, 2014). Grunnen til at dette ble tillatt i 1978 var økende biltrafikk og ivaretagelse av barn og utrygge syklister. Samtidig viser forskning at fortau ikke benyttes av kun de «svake» trafikantene (Sørensen, 2018). Sykling på fortau er tegn på dårlig tilrettelegging og prioritering av en



trafikantergruppe, som også kan skape utrygghet for gående (Lindseth *m.fl.*, 2017). Fortaus- sykling er omdiskutert, og det er ulike meninger hvorvidt dette bør forbys (Wormnes, 2007). Samtidig vil sannsynligvis ikke syklistene benytte andre løsninger før infrastrukturen for syklende oppleves som like trygg som å sykle på fortau (Sørensen, 2011).

De forskjellige forskningsartiklene inkluderer ulike former for sykkelinfrastruktur som kan ha sammenheng med tilgjengelige nettverksdata. I tillegg til dette er det forskjell på grad av tilrettelegging mellom land. De fleste forskningsartiklene inkluderer betydningen av tilstedeværelse av sykkelfelt (Stinson og Bhat, 2003; Broach *m.fl.*, 2012; Casello og Usyukov, 2014). Ton *m.fl.* (2017) studerte syklisters rutevalg i Amsterdam. I motsetning til andre studier viste deres funn at separate sykkelveger ikke hadde noen signifikant effekt på rutevalget. Dette kan ha sammenheng med at det i Amsterdam er et veletablert sykkelvegnett. I tillegg til at syklistene og kjørende deler kun veger/gater hvor fartsgrensen er 30 km/t og trafikkvolumet (ÅDT) er mindre enn 4000. Da vil ikke nødvendigvis separate sykkelveger ha samme utslagsgivende effekt sammenlignet med andre land, der sykkelvegnettet er mer glissent og syklistene må i større grad dele vegbanen med biltrafikken (Ton *m.fl.*, 2017).

Det finnes også studier som har undersøkt betydningen av trafikkvolum og fartsgrense (Hesjevoll og Ingebrigtsen, 2016). Dette er i utgangspunktet kontekstuelle egenskaper, men som kan beskrives på lenke-nivå. Sener *m.fl.* (2009) gjennomførte en studie i Texas der deres funn indikerte at syklistene foretrekker veger/gater med lavt trafikkvolum og lavere fartsgrense. Enkelte studier kom derimot frem til at trafikkmengde har positiv effekt på rutevalget (Hood *m.fl.*, 2011; Casello og Usyukov, 2014). Andre faktorer som viser seg å være av betydning er kryss og gateparkering (Sener *m.fl.*, 2009; Loftsgarden *m.fl.*, 2015; Ton *m.fl.*, 2017). Kryss kan deles inn i ulike typer, der det hovedsakelig er snakk om T-kryss, X-kryss og lyskryss. Loftsgarden *m.fl.* (2015) undersøkte målrettede tiltak i fire norske byområder. De kom frem til at å stoppe i kryss er en faktor som kan være belastende for den syklende, selv om det også kan gi økt tilgjengelighet. I Ton *m.fl.* (2017) sin studie viste antall kryss langs ruten seg å være en stor ulempe for syklistene.

Med bakgrunn i den foreliggende forskningslitteraturen gir Tabell 2.5.3 en oversikt over hvilke egenskaper (som kan beskrives på lenke-nivå) som anses som vesentlige å inkludere i en rutevalgsmo- dell.

Tabell 2.5.3 Nettverksegenskaper som kan beskrives på lenke-nivå.

Forklaringsfaktorer	Karakteristikker
Sykkelfasiliteter	Separat sykkelveg
	Gang- og sykkelveg
	Sykkelfelt
	Blandet trafikk
Trafikkmengde	ÅDT
Fartsgrense	Km/t
Kryssbelastning	Motstand
Topografi	Stigning/Klatring

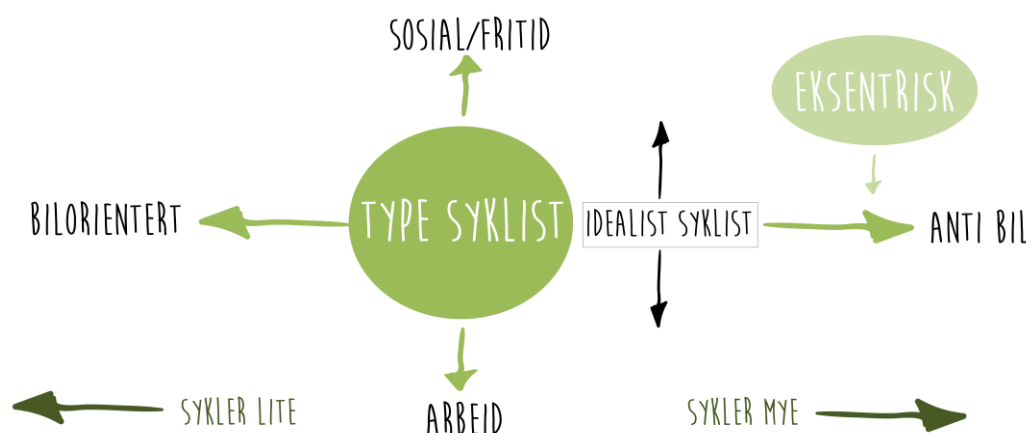
Som det fremkommer av delkapittelet er det flere forklaringsfaktorer som er betydningsfulle for rutevalget. Samtidig er det store individuelle forskjeller for hva som anses å være de viktigste forklaringsfaktorene (Bovy og Stern, 1990). Ifølge Tretvik (1990) gir forklaringsfaktorene informasjon om valget til den enkelte og hvor formålstjenlig alternativet er. Han sier også at forklaringsfaktorer som velges og som benyttes i planleggingsorienterte modeller bør være av slik karakter at de kan påvirkes av planleggere (Tretvik, 1990, s. 3). I tillegg til dette er det ikke alle forklaringsfaktorer som er mulig å implementere i en rutevalgmodell hvis man ikke har tilgang til ulike vegfagdata (Beheshtitabar *m.fl.*, 2014; Tretvik, 1990).

Vedlegg B inkluderer en mer utfyllende oversikt over de ulike forskningsartiklene med data-innsamlingsmetode, utvalg og formål. Tabellen er inspirert av Arksey og O'Malley (2005) sin teknikk for å sortere litteratur.

2.6 Kategorisering av sykklister

Som nevnt i avsnitt 2.1.1 er det blant annet den som reiser sine subjektive behov og preferanser som har betydning for rutevalget. Med bakgrunn i dette vil det være interessant å undersøke hvem den reisende er, og om mulig kategorisere de reisende. I rapporten «Bygg, så sykler de kanskje» er det definert to typer sykklister, den erfarne og uerfarne syklisten (Hesjevoll og Ingebrigtsen, 2016). Disse to kategoriene baserer seg på hvordan ulike typer sykklister vektlegger ulike former for sykkelanlegg og er i stor grad knyttet opp mot trygghetsfølelsen til syklistene. Den erfarne syklisten blir sett på som mindre bekymret og velger gjerne den raskeste ruten. Den andre kategorien, den uerfarne syklisten, er mer engstelig og baserer rutevalget i større grad på andre faktorer enn reisetid (Hesjevoll og Ingebrigtsen, 2016). Det er imidlertid ikke nevnt hva som ligger i begrepene erfaren og uerfaren syklist.

Rapporten til Davies *m.fl.* (1997) er verdt å nevne her. De identifiserte fem typer syklistere illustrert i Figur 2.6.1. Selv om de deler syklistere inn i ulike kategorier, mener de samtidig at nesten alle typer mennesker sykler (Davies *m.fl.*, 1997, s. 6).



Figur 2.6.1 Ulike syklisttyper og påvirkningen på sykkelomfanget (Inspirert av Davies et al., 1997).

Geller (2006) sin rapport blir ofte nevnt i litteraturen og beskriver fire typer syklistere. Disse ble utarbeidet i forbindelse med et ønske om å øke sykkelomfanget i Portland (Geller, 2006, s. 4). Den første kategorien er *Sterk og fryktløs* som sykler uavhengig av blant annet tilrettelegging for syklistere. Denne typen utgjør en svært liten del av befolkningen. Den andre kategorien er *Entusiastisk og selvsikker*. De foretrekker tilrettelagt sykkelinfrastruktur, men er trygge nok til å sykle i blandet trafikk. Den største delen av befolkningen består av den tredje kategorien *Interessert, men bekymret* som kanskje er den mest interessante av de alle. Denne typen syklist er nysgjerrig og liker generelt å sykle. Samtidig er de redd for å sykle, særlig på grunn av biler og deres hastighet. Siste kategori er *Absolutt ikke* som uavhengig av sykkelforholdene ikke ønsker å sykle (Geller, 2006, s. 2-3; Dill og McNeil, 2013).

Høye *m.fl.* (2015) har i sin rapport definert noen prinsipper som burde etterstrebes ved planlegging for syklistere. De sier blant annet at man skal unngå å planlegge slik at syklistere må velge mellom en attraktiv og en kort rute. Disse burde være sammenfallende, som både er en fordel for sikkerheten og for å øke sykkelandelen. På en annen side vil ikke nødvendigvis en kort rute kategoriseres som en rask rute, det avhenger av ulike faktorer som trengsel og topografi. Attraktiv er også et mangfoldig begrep. En attraktiv rute kan også være en rute som oppleves som sikker og går gjennom fine omgivelser.

Kategoriseringen av ulike syklistere er selvsagt mer nyansert enn det som kommer frem i de ulike studiene, og kan derfor gi et feilaktig inntrykk av de ulike typene av syklistere. Et eksempel på dette belyser Hesjevoll og Ingebrigtsen (2016). De skriver at det ikke nødvendigvis er slik at syklistere med mer erfaring ikke er opptatt av trygghet og tilrettelegging. Det er heller ikke slik at syklistere med mindre erfaring ikke er opptatt av fremkommelighet og reisetid. Det gir likevel en forståelse av sammensetningen av befolkningen, og kunnskap om ulike syklisters preferanser og behov (Hesjevoll og Ingebrigtsen, 2016). Gleave (2012) kom frem i sin undersøkelse at for de som sykler lite er de viktigste faktorene utforming av kryss, trafikkvolum, separering, sikkerhet og fartsnivå. Selv om separert løsning var det aller viktigste.

2.7 Formålets betydning for syklisters rutevalg

I forrige delkapittel ble det sett på kategorisering av syklistere og hvilke preferanser ulike syklistere har. I tillegg til å kartlegge ulike typer syklistere, er det interessant å undersøke om også reisens formål har betydning for rutevalget. Yang og Mesbah (2013) har i sin studie undersøkt hva som vektlegges ved ulike typer formål. Med bakgrunn i andre studier har de kommet frem til at det hovedsakelig er snakk om to typer reiser, pendlerreiser⁵ (transportformål) og rekreasjonsreiser⁶ (fritidsformål). I studien kom det frem at pendlersyklistere er mest opptatt av reisetid og trafikkmengde, mens syklistere som sykler på fritiden er, naturlig nok, mer opptatt av omgivelsene og infrastrukturen (Yang og Mesbah, 2013, s. 2).

Stinson og Bhat (2003) kom frem til at reisetiden har mest å si for rutevalget til pendlersyklistere. Det er samtidig andre faktorer som også er av betydning. Pendlersyklistere ønsker å sykle langs bolig-gater fremfor hovedveger. Samtidig er de opptatt av tilrettelagt sykkelanlegg som sykkelfelt og separat sykkelveg (Stinson og Bhat, 2003, s. 8). Gleave (2012) er nevnt tidligere og i hans studium kom det frem at de hyppigste sykkelreisene er til og fra jobb. Pendlerne er generelt mer sensitive til reisetid, og foretrekker raskeste rute (Gleave, 2012). Med begrunnelse i avsnitt 2.1.1 behøver i realiteten ikke det respondentene anser som den korteste ruten å være den raskeste. Det er avhengig av hva som er kjent for den reisende. I tillegg til trengsel og topografi. Det man likevel kan anta er at de som pendler ikke er *like* opptatt av andre faktorer enn reisetid.

⁵ Til og fra arbeid og skole.

⁶ Fritidsreiser.



2.8 Oppsummering av litteraturen

I henhold til rasjonell valgteori og teori bak rutevalg tas avgjørelser med bakgrunn i individers preferanser og behov, for å maksimere nytten ved deres valg av rute. På en annen side kan individers kunnskap om alternative ruter være begrenset, noe som kan redusere optimalisering av rutevalget. Den multinomiske logitmodellen (MNL) er den mest brukte modellen for å estimere rutevalget til syklister. I MNL benyttes *nytte* som beslutningsregel for valg av rute. Forklaringsfaktorene som inngår i nytteuttrykket kan enten gi en økning og/eller reduksjon i nytte for hvert alternativ. ATP-modellen er en analytisk nettverksmodell og planleggingsverktøy som benyttes blant til tilgjengelighetsanalyser. Trinn 4 i firetrinnsmetodikken kan sammenlignes med ATP-modellens beregning av rutevalg.

For å undersøke og analysere syklisters rutevalg benyttes hovedsakelig stated preference- og revealed preference-undersøkelsermetoder. Det finnes ulike metoder for å samle inn data i revealed preference-undersøkelser, der den vanligste måten de siste årene har vært ved bruk av GPS. I eldre rutevalgstudier var det derimot vanlig å be respondentene tegne sin tilbakelagte rute på kart.

Forklaringsfaktorer for rutevalget kan beskrives som individuelle egenskaper, kontekstuelle egenskaper og egenskaper ved nettverket. Stort sett benytter andre forskere de fysiske egenskapene ved nettverket for å forklare rutevalget til syklister. Forskningslitteraturen viser at det er ikke et entydig svar på hvilke forklaringsfaktorer som har størst betydning for syklisters rutevalg. Det er likevel enkelte forklaringsfaktorer som er gjentakende. Disse er reisetid og reiseavstand, stigning og tilrettelagte sykkelanlegg. Tid, avstand og stigning påvirker rutevalget negativt, mens tilstedeværelse av separate sykkelveger og sykkelfelt vil gjøre alternativet mer attraktivt.

Det finnes ulike typer syklister som ofte har sammenheng med erfaring. Hvilke forklaringsfaktorer som er av betydning kan også variere avhengig av reisens formål. Med dette som utgangspunkt er det antageligvis mest funksjonelt å benytte forklaringsfaktorer som kan beskrive på rute- og lenke-nivå, og som kan benyttes i et GIS. Forklaringsfaktorene vil ikke begrenses til kun egenskaper ved nettverket, men også inkludere eksterne faktorer som trafikkmengde, stigning og fartsgrense, som alle er mulig å beskrive på lenke-nivå.

3 METODE OG FREMGANGSMÅTE

Kapittelet tar for seg metoden og fremgangsmåten som er benyttet for å besvare den overordnede problemstillingen og de tre forskningsspørsmålene. Som følge av forskningsspørsmålene, er det valgt å dele dette kapittelet inn i tre deler, se Figur 2.8.1. Den første delen (delkapittel 3.2 og 3.3) tar for seg metoden og fremgangsmåten for datainnsamlingen. Dette henger blant annet sammen med forskningsspørsmål 1: «Hvilke egenskaper ved sykkeltilbudet har størst betydning for syklisters rutevalg ifølge empiriske funn?».

Den andre delen (delkapittel 3.4 og 3.5) omhandler prosessering av dataene og de statistiske analysene for å finne frem til parameterverdiene som inngikk i rutevalgmodellen. Disse har til hensikt å besvare forskningsspørsmål 2: «Hvilke parameterverdier modellerer rutevalget best?». Del 3 består av delkapittel 3.6 som tar for seg statistiske tester for å undersøke forutsigbarheten til rutevalgmodellen. Delkapittelet beskriver også prosessen for hvordan rutevalgmodellen kunne implementeres i en eksisterende nettverksmodell, henholdsvis ATP-modellen (jfr. avsnitt 2.2.2). Dette har sammenheng med forskningsspørsmål 3: «Hvordan kan rutevalgmodellen implementeres i en eksisterende nettverksmodell?».

Studien er basert på 232 respondenter fra ulike bedrifter lokalisert i og rundt Trondheim sentrum i aldersgruppen 23 til 75 år. Datasettet som ble benyttet i analysen og estimering av rutevalgmodellen bestod av 925 sykkelruter, der 185 utgjorde valgte rute.



Figur 2.8.1 Stadiene i metoden.

3.1 Avgrensninger

3.1.1 Studieområde

Studien ble avgrenset til Trondheim kommune. Den offisielle avgrensningen ble satt til kommunegrensen og sykkelruter som ble gjennomført utenfor kommunegrensen ble kuttet, se avsnitt 3.4.1. Trondheim ble valgt som studieområde ettersom det er en middels storby med en relativt høy sykkelandel sammenlignet med andre norske byer. Kommunen har i en lengre periode satset på sykkel som fremkomstmiddel. Miljøpakken i Trondheim har utarbeidet en sykkelstrategi som fokuserer på tilrettelegging for sykkel, drift- og vedlikehold av sykkelanlegg samt sykkelvennlig arealbruk (Miljøpakken, 2012). Reisevaneundersøkelsen 2013/2014 viser at Trondheim kommune har en sykkelandel på 8,9 prosent og det gjennomføres ca 45 000 sykkelturner hver dag (Kringstad, 2017). I henhold til Lea (2012) sin undersøkelse har Trondheim kommune et middels bratt terreng og klimaet er ustabil med mye regn. Med bakgrunn i dette er Trondheim en aktuell by å undersøke fordi den har et variert tilbud av alternative ruter med ulike forhold.

3.1.2 Omfang

Datainnsamlingen ble avgrenset til ansatte som sykler til jobb ved ulike bedrifter i Trondheim. Undersøkelsen begrenses til sykkelreiser fra bosted til arbeidsplass der sykkel er hovedtransportmiddel (se figur 3.1.1).



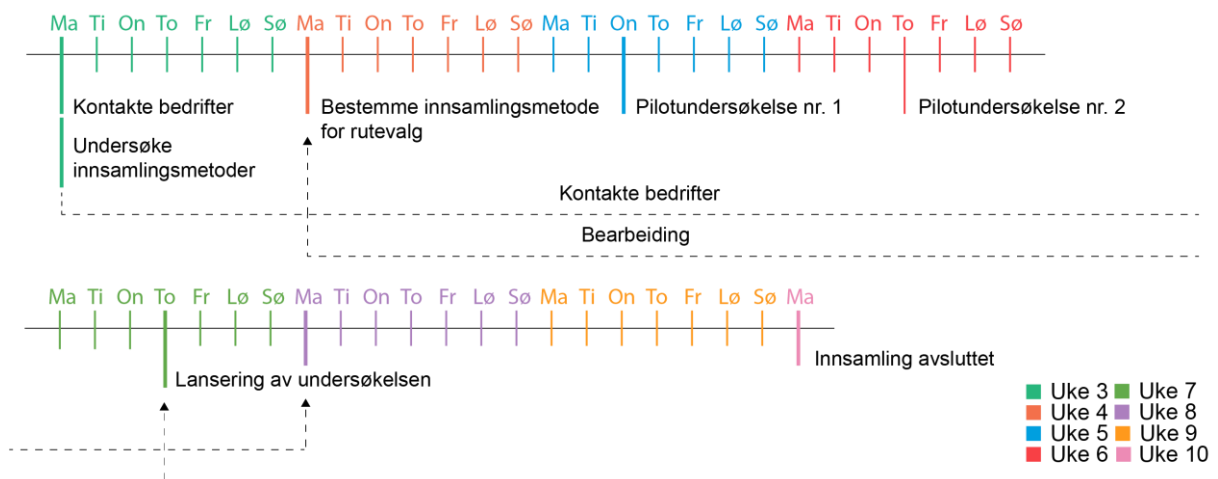
Figur 3.1.1 Reisen hjemmefra til jobb.

3.1.3 Tidsperiode

For å rekruttere ett større antall syklister til undersøkelsen omfattet studien syklisterenes vanlige reise hjemmefra til jobb i sommerhalvåret som ble satt fra april til september. Det ble forutsatt at respondentene husket sin vanlige rute som de sist utførte i 2017, med mindre de også syklet samme rute i vinterhalvåret. Undersøkelsen ble lansert 15. februar og ble avsluttet 5. mars.

3.2 Datainnsamling

For å kunne utarbeide en rutevalgmodell som bygger på individuelle oppfatninger av sykkeltilbudet, må det samles inn en større mengde data. Med bakgrunn i dette ville en kvantitativ metodologisk tilnærming være den beste fremgangsmåten for å besvare problemstillingen og de tre forskningsspørsmålene. Datainnsamlingen startet med å samle inn egne primærdata i form av en nettbasert undersøkelse. Figur 3.2.1 viser en tidslinje for utarbeidelse av undersøkelsen og gjennomføring av datainnsamlingen. Undersøkelsen ble sendt ut til ansatte i 17 bedrifter i tillegg til medlemmer i Syklistenes Landsforening i Trondheim. Utvalget utgjorde 2081 ansatte. Undersøkelsen tok mellom 10 og 15 minutt(er) å gjennomføre. Vedlegg G gir en detaljert beskrivelse av datoer for lansering, utsending og påminnelsemail.



Figur 3.2.1 Tidslinje for datainnsamling og utarbeidelse av undersøkelsen.

I forbindelse med litteratursøket ble ulike metoder for datainnsamling undersøkt og vurdert. Det er mange ulike alternativer for å innhente informasjon om syklisters rutevalg (jfr. avsnitt 2.3). For å innhente mest mulig informasjon om respondentenes preferanser og rutevalg ble det valgt å gjennomføre en kombinasjon av stated og revealed preference-undersøkelsesmetode. Denne metodikken er tidligere benyttet av blant annet Yang og Mesbah (2013). Metoden var mer tidkrevende sammenlignet med å benytte data allerede innsamlet av andre (viser til delkapittel 2.3). Samtidig var dette fordelaktig ettersom undersøkelsen kunne skreddersys med hensyn på problemstillingen og forskningsspørsmålene (Ringdal, 2013, s. 112). En kombinasjon av disse undersøkelsesmetodene ga informasjon om deltakernes preferanser samt deres faktiske rutevalg, og ville derfor være et valid uttrykk for hva som påvirker rutevalget.



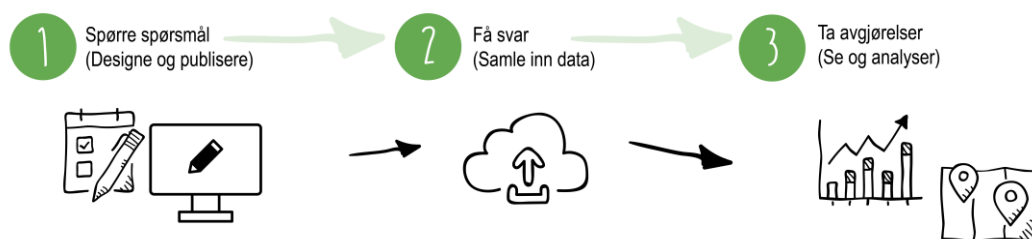
Delen for verdsetting (Stated preference) ble utarbeidet som et spørreskjema i Questback⁷. Dette ble gjort for å blant annet undersøke hvilke egenskaper ved sykkeltilbudet som respondentene mente påvirket deres rutevalg. For å undersøke syklistenes faktiske rutevalg (Revealed preference) ble det, med bakgrunn i avsnitt 2.3, utviklet en web-basert kartregistrering i ArcGIS Online. Dataene fra kartregistreringen ble benyttet til å utvikle rutevalgsmodellen. En standardisert internettbasert undersøkelse ble utviklet der respondentene ble bedt om å svare på to deler:

- 1) Svar på spørsmål.
- 2) Tegn inn din vanlige rute til jobb i sommerhalvåret.

Det var også en del 3 som var valgfri for å sikre høyere svarprosent:

- 3) Tegn inn din vanlige rute i vinterhalvåret, dersom du sykler om vinteren og ruten er ulik din vanlige rute i sommerhalvåret.

En viktig del av arbeidet med datainnsamlingen var å gjøre undersøkelsen mest mulig brukervennlig. Dette ble gjort for å få så mange brukbare svar som mulig. Alle ansatte som sykler skulle få mulighet til å delta, uavhengig av tekniske ferdigheter (Halvorsen, 2008, s. 162). Utforming av undersøkelsen er nærmere beskrevet i delkapittel 3.3. Figur 3.2.2 viser prosessen for innsamling og analysing av data.



Figur 3.2.2 Prosessen for datainnsamling og analyse av data.

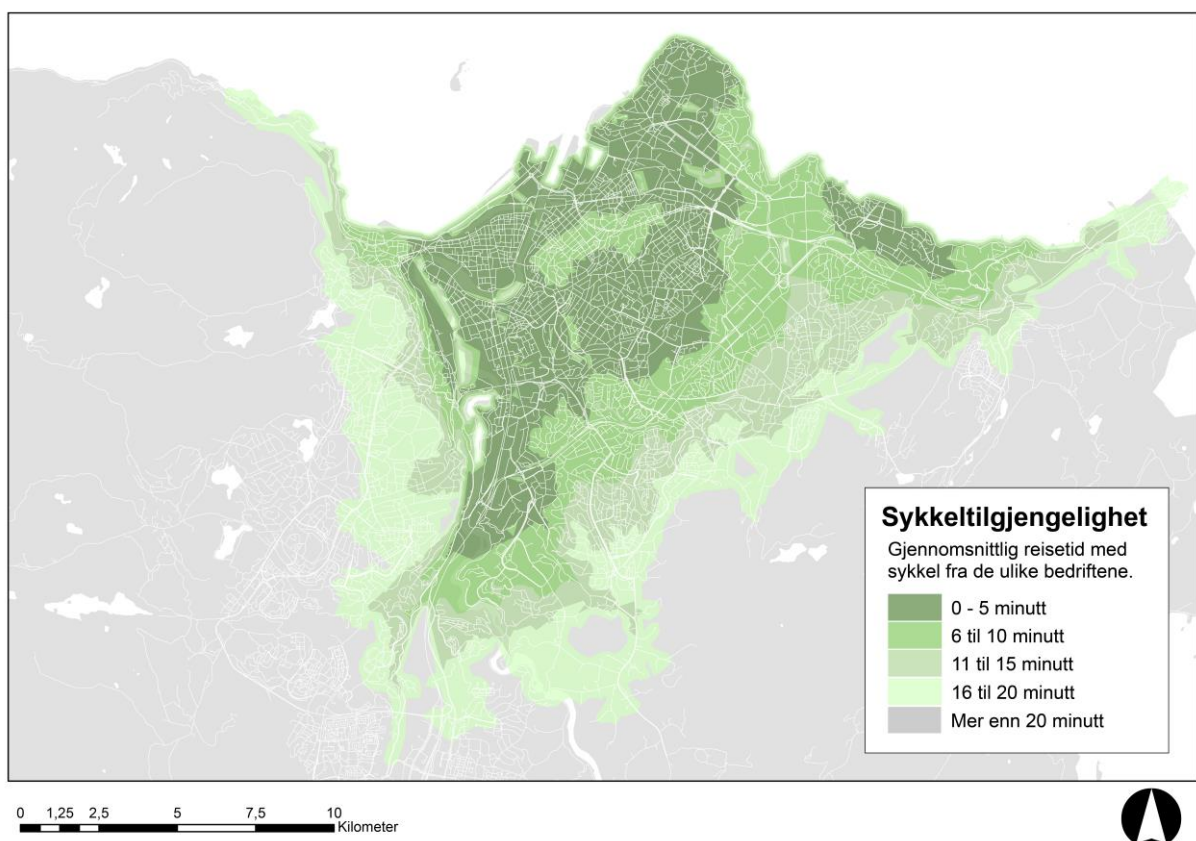
Undersøkelsen var indirekte personidentifiserende. Det vil si at deltakerne i studien ikke kunne identifiseres direkte ved navn eller fødsels-/personnummer, men ved en kombinasjon av kartregistreringen, arbeidsplass, alder og kjønn. Etske retningslinjer for forskningen ble dermed oppfylt og prosjektet ble i desember 2017 meldt inn til Norsksenter for Forskningsdata (se vedlegg C for tilbakemelding og godkjenning fra NSD). Vedlegg F viser informasjonsbrevet som deltakerne mottok i forkant av undersøkelsen, der det ble informert om samtykke, konfidensialitet og hva dataene skulle benyttes til.

⁷ Norsk IT-selskap som tilbyr utforming av elektroniske spørreskjemaer.

Det var ulike begrensinger/utfordringer knyttet til undersøkelsesmetoden som ble benyttet. Dette kan ha hatt innvirkning for utvikling av rutevalgsmodellen. Dette i tillegg til dataenes gyldighet og pålitelighet er diskutert i kapittel 5.

3.2.1 Utvalg

For å undersøke hvilke bedrifter som var aktuelle til å delta i undersøkelsen ble det først sett på bydelene i Trondheim. Deretter ble det sett på ulike bedrifter som var lokalisert i de ulike bydelene. For å få et resultat som var representativt for Trondheim, var det vesentlig å velge bedrifter som hadde en geografisk fordeling som muliggjorde å undersøke store deler av sykkelnettverket i kommunen, viser til Figur 3.2.3.



Figur 3.2.3 Sykkeltilgjengeligheten fra de utvalgte bedriftene.

Utvelgelsen ble basert på et ikke-sannsynlighetsutvalg som betyr at utvalget ikke er basert på tilfeldig trekning. Det var derfor ingen teoretisk begrunnelse for hvordan respondentene fra hver bedrift ble valgt eller trukket. Respondentene ble valgt ved selvseleksjon, der de selv avgjorde om de ønsket å delta eller ikke. Grunnen til at denne metoden ble valgt var fordi syklister ved en arbeidsplass utgjør (som regel) et avgrenset og lite utvalg. Sannsynligheten for bortfall ville vært betydelig større dersom det ble valgt en annen form for utvelgelse (Halvorsen, 2008, s. 160).



For spørreundersøkelser kan størrelsen på utvalget være avgrenset og omfatte mellom 30 og 250 respondenter. Det er en del ting man må ta i betraktning ved et begrenset antall. Man må passe på å ikke være for generaliserende med utgangspunkt i resultatene fra undersøkelsen. I tillegg til dette bør man ha få kategorier slik at man får en viss svarprosent innenfor hver kategori (Denscombe og Larson, 2009, s. 48-51). Med bakgrunn i dette ble det satt et mål om minst 200 respondenter. Det måtte også tas høyde for at enkelte som syklet uansett ikke valgte å gjennomføre undersøkelsen (Halvorsen, 2008).

Forutsetningen for å delta i undersøkelsen var at man syklet daglig, eller en gang i blant i sommerhalvåret (April til september), viser til vedlegg E. Dette valget ble tatt for å sikre størst mulig deltakelse blant sykklistene og minst mulig bortfall som er beskrevet nærmere i avsnitt 3.2.3. I henhold til problemstillingen og forskningsspørsmål 1 er det hva som påvirker rutevalget som skal undersøkes. Med bakgrunn i dette er de som «aldri» sykler ikke interessante i denne undersøkelsen. Da måtte man først undersøkt hvorfor de i utgangspunktet ikke sykler, noe som ikke var formålet med dette studiet.

3.2.2 Rekruttering

For å rekruttere deltakere til undersøkelsen var det naturlig, som følge av utvalget, å kontakte ulike bedrifter ved e-post eller telefon. I forkant av prosessen med å kontakte bedriftene var det allerede avklart at undersøkelsen ville være nettbasert. Hver bedrift skulle distribuere undersøkelsen til de ansatte via e-post, eventuelt ved publisering på deres interne nett. Prosessen med å kontakte bedrifter startet i uke 3 og fortsatte frem til datainnsamlingen ble avsluttet mandag 5 mars (2018). Bedriftene ble kontaktet fortløpende for å oppnå ønsket antall respondenter. Det var til sammen 17 bedrifter som ønsket å dele undersøkelsen med deres ansatte. I tillegg til dette ble undersøkelsen sendt ut til medlemmene i Sykklistenes Landsforening (Trondheim). Gjennom veiledere, andre fagpersoner og bekjente ble en person i hvert firma kontaktet. Vedlegg H viser en oversikt over bedriftene som ble kontaktet og antall ansatte som mottok undersøkelsen.

Undersøkelsen var standardisert og lik for alle respondentene. Det ble derfor sendt ut en standardisert e-post til de ulike bedriftene som skulle distribueres til de ansatte. Kontaktpersonen i bedriftene delte undersøkelsen og var kontaktleddet underveis i datainnsamlingen. Vedlegg D viser e-posten som ble sendt ut. Rekruttering av både bedrifter og antall deltakere tok lenger tid enn først antatt. Grunnen til dette var blant annet overvurdering av antall

respondenter fra hver bedrift samt tiden det tok å få tilbakemelding fra bedriften. For at de som syklet daglig eller en gang i blant i sommerhalvåret skulle ønske å delta i undersøkelsen, ble det valgt å ha et insentiv⁸. Deltakerne fikk mulighet til å være med i trekningen av et gavekort på 1000 kroner.

Når man setter i gang med datainnsamling kan det være fornuftig å tenke gjennom tidspunkt for utsendelse av undersøkelsen og hvilken tidsperiode den skal gjennomføres (Halvorsen, 2008, s. 166). Masteroppgaven hadde noen konkrete tidsbegrensninger der datainnsamlingen måtte foregå i begynnelsen av semesteret, og foregikk derfor fra slutten av uke 7 frem til mandag i uke 10. I tillegg til dette var det enkelte utfordringer ved utarbeidelse av undersøkelsen som forskjøv tidspunktet for utsendelse. Dette er nærmere beskrevet i avsnitt 3.3.2. Ifølge Halvorsen (2008, s. 166) kan enkelte tidspunkt og tidsperioder være viktigere enn andre. For den nasjonale reisevaneundersøkelsen er dette viktig ettersom undersøkelsen skal representere hele befolkningens reisevaner, hvor respondentene blir tildelt en registreringsdag spredt utover et helt år (Hjorthol *m.fl.*, 2014, s. 3). I dette tilfellet ble derimot respondentene spurt generelt om deres sykkelvaner og preferanser samt deres vanlige sykkelrute til jobb i sommerhalvåret. Det hadde derfor ingen vesentlig betydning når undersøkelsen ble lansert, fordi det uansett ble forutsatt at respondentene husket sin vanlige sykkelrute til jobb i sommerhalvåret.

3.2.3 Bortfall

I forbindelse med rekruttering av deltakere ble 27 bedrifter kontaktet. Villigheten til å delta blant bedriftene var relativt stor. Av bedriftene som ble kontaktet var det kun 10 som ikke ønsket å delta. Grunnen til at de ikke ønsket å delta var blant annet at de hadde lignende spørreundersøkelser internt eller at de var strenge med å dele eksterne undersøkelser med de ansatte. Av de 2081 ansatte som mottok undersøkelse var det kun 232 som svarte på spørreskjemaet og 216 som registrerte sykkelruten. En naturlig årsak var at ikke alle av de ansatte syklet til jobb. Av de utvalgte, i dette tilfellet syklistene, er det også noen som ikke ønsker å svare. Årsaken til dette er antageligvis tid eller at de mottar mange spørreundersøkelser generelt.

⁸ Et virkemiddel som motiverer mennesker til en handling (Sagberg, 2016).



3.3 Utforming av undersøkelsen


Delkapittelet er delt inn i tre avsnitt. Det første avsnittet beskriver gjennomførelse av to pilotundersøkelser. Videre beskrives innholdet i og oppbygningen av undersøkelsen. I utforming av den endelige undersøkelsen inngikk flere versjoner som ble testet i to pilotundersøkelser. Disse er vist i vedlegg I.

3.3.1 Pilotundersøkelser

I forbindelse med utarbeiding av undersøkelsen ble det gjennomført to pilotundersøkelser. En pilotundersøkelse gjennomføres for å teste undersøkelsen på et utvalg personer som er representative til å delta i hovedundersøkelsen (Halvorsen, 2008, s. 147). Det ble valgt å gjennomføre pilotundersøkelsene på et begrenset antall personer for å teste undersøkelsens brukervennlighet, om spørsmålene ville misforstås, få faglige innspill samt observere deltakerne. I utgangspunktet kan en pilotundersøkelse også benyttes til å undersøke hva svarprosenten potensielt vil bli. Det var imidlertid ikke formålet med disse pilotene. De to pilotundersøkelsene foregikk i uke 5 og uke 6. Det første utkastet til undersøkelsen ble kun testet ut på veiledere, familiemedlemmer og bekjente. Det andre utkastet ble testet i den første pilotundersøkelsen, viser til Tabell 3.3.1. I den andre pilotundersøkelsen ble det tredje og endelige utkastet til undersøkelsen gjennomgått av deltakerne, viser til Tabell 3.3.2. I denne utgaven var også en video for fremgangsmåte inkludert. I sammenheng med utarbeidelsen av undersøkelsen ble det også gjennomført to uformelle samtaler med to fagpersoner, Richard Liodden Sanders (02.02.2018) fra Syklistenes Landsforening (Trondheim) og Ole Vebjørn Bakken (10.02.2018) fra Miljøpakken. Gjennomføring av pilotundersøkelsene foregikk som følger:


Pilotundersøkelse 1

Tabell 3.3.1 Praktisk informasjon om gjennomføring av den første pilotundersøkelsen.

 NTNU	
Tidspunkt:	Onsdag 31.01.2018, klokken 10:45
Sted:	Lerkendalsbygget, Gløshaugen (NTNU)
Deltakere:	Seks doktorgradsstipendiater fra fakultet for bygg- og miljøteknikk og institutt for arkitektur og planlegging.
Innsamling av data:	Deltakerne tok med egen datamaskin og datamus for å gjennomføre undersøkelsen.

Pilotundersøkelse 2:

Tabell 3.3.2 Praktisk informasjon om gjennomføring av den andre pilotundersøkelsen.

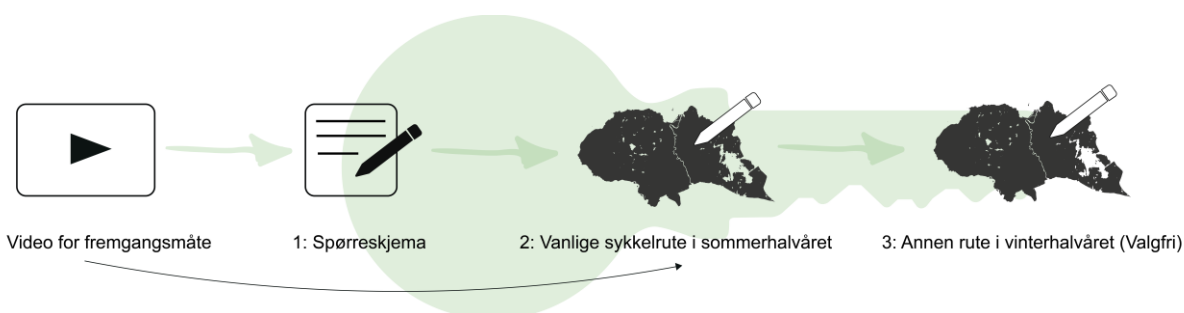
 Norges geologiske undersøkelse	
Tidspunkt:	Torsdag 08.02.2018, klokken 11:05
Sted:	På kontoret til NGU (Lade, Trondheim)
Deltakere:	Tre ansatte fra NGU
Innsamling av data:	Deltakerne tok med egen datamaskin og datamus for å gjennomføre undersøkelsen.

Den viktigste observasjonen fra den første pilotundersøkelsen var designet i undersøkelsen. Dersom man «scrollet» nedover ble informasjonen man hadde fylt ut ikke lagret. I den andre pilotundersøkelsen ble det innsett hvor lite av informasjonen deltakerne faktisk valgte å lese. Informasjonsteksten måtte reduseres og den viktigste informasjonen måtte komme først. Andre endringer som ble foretatt på bakgrunn av pilotundersøkelsene er oppsummert i vedlegg J.

3.3.2 Hovedundersøkelse

Undersøkelsen var internettbasert og utformet i ArcGIS Online. Det finnes ulike web-baserte verktøy for denne typen bruk (Pritchard, 2018). Beslutningen falt på ArcGIS Online ettersom programvaren hadde ingen kostnad, i motsetning til andre kommersielle programvarer. En annen fordel var at ArcGIS Online er en del av ArcGIS-systemet. Det gjorde det enkelt å laste ned og koble dataene til ArcMap 10.5 som ble benyttet i forbindelse med prosessering av dataene (viser til delkapittel 3.4).

Den endelige undersøkelsen bestod av to deler som alle deltakerne i undersøkelsen ble bedt om å svare på. Den første bestod av et spørreskjema (del 1). Den andre var en web-basert kartregistrering (del 2, sommerrute). Det var også en valgfri del (del 3, vinterrute) som også bestod av en web-basert kartregistrering. De tre delene var alle separate og det var ingen direkte kobling mellom dem. For å koble de ulike delene sammen samt ivareta deltakernes personvern, ble deltakerne bedt om å lage et alias, dvs. «Kallenavn». Dette ble benyttet som koblingsnøkkel mellom de ulike delene, se Figur 3.3.1.



Figur 3.3.1 Innholdet i undersøkelsen og hvilke deler som krevde en koblingsnøkkel.

Oppbygning av undersøkelsen er nærmere beskrevet i avsnitt 3.3.3. Ettersom dette var en undersøkelse som baserte seg på selvseleksjon var det i forkant av undersøkelsen vanskelig å forutse de tekniske ferdighetene til respondentene. For å rekruttere et større antall respondenter ble det derfor brukt mye tid på undersøkelsens brukervennlighet. Det ble utarbeidet en video for å vise fremgangsmåten til kartregistreringen. Videoen varte 2:07 minutter og tok for seg verktøy respondentene ville få bruk for. I tillegg til dette ble hver del tilstrekkelig utdypet i et sidepanel. Vedlegg I viser hvordan dette så ut.

Spørreskjemaets innhold (Stated preference)

Spørreskjemaet beskriver delen for stated preference, og ble blant annet benyttet til å undersøke hvilke egenskaper ved sykkeltilbudet som deltakerne mente hadde betydning for deres valg. I tillegg til å oppklare eventuelle avvik fra kartregistreringen. Dette er diskutert i delkapittel 5.3. Det elektroniske spørreskjemaet gjorde det mulig å samle inn og analysere innsamlet data på en plausibel måte. Spørreskjemaet bestod av 28 spørsmål totalt, hvorav 26 av 28 var obligatoriske. Spørreskjemaet ble delt inn i fire deler:

- 1) Generell informasjon
- 2) Spørsmål om sykkelvaner
- 3) Spørsmål om sykkelruten hjemmefra til jobb
- 4) Spørsmål om preferanser

Ifølge Halvorsen (2008, s. 144) kan det ved utarbeiding av et spørreskjema være lurt å etterfølge noen viktige prinsipper. Det kan være fornuftig å starte med enkle og upersonlige spørsmål i begynnelsen av et spørreskjema for å «varme opp» respondentene. I tillegg til dette bør man beskrive overgangen mellom emneområder. Spørsmålene bør knyttes opp til situasjoner som respondentene er kjent med, og det kan være lurt å bruke illustrasjoner. Dersom respondentene er en sammensatt gruppe kan man benytte filterspørsmål (Halvorsen, 2008, s. 146), der respondentene ledes til neste spørsmål avhengig av hva de svarte på det foregående spørsmålet.

Med bakgrunn i disse prinsippene omhandlet den første delen generell informasjon, der respondentene skulle svare på enkle spørsmål om kjønn og alder. Den andre delen var spørsmål rettet mot syklistenes sykkelvaner. Denne delen inneholdt tre spørsmål som alle ble bedt om å svare på. Deretter fire filterspørsmål avhengig av respondentenes svar på spørsmål 8. Den tredje delen omhandlet spørsmål om syklistenes rute hjemmefra til jobb med sykkel. I denne delen var det syv spørsmål alle måtte svare på og fem filterspørsmål. Den siste delen omhandlet syklistenes preferanser og utgjorde fire obligatoriske spørsmål. I denne delen var det ingen filterspørsmål. Spørreskjemaet ble avsluttet med informasjon om deltakelse i trekning av et gavekort. Vedlegg K er et flytdiagram som viser mulige veger for spørsmålene.

Foruten spørsmål om de sosiodemografiske faktorene besto spørreskjemaet av spørsmål om blant annet sykkelfrekvens, sykkelreisens lengde i tid, bruk av alternative transportmidler, vintersykling, alternative ruter, sykkeltilrettelegging på den valgte ruten og spørsmål knyttet til bruk av fortau. Spørsmålene ble utviklet med bakgrunn i litteraturgjennomgangen og med bakgrunn i tilbakemeldinger fra veiledere, fagpersoner og pilotundersøkelsene. Til slutt ble respondentene bedt om å uttale seg om hva som avgjør hvorfor og hvor de velger å sykle. I tillegg til å vektlegge og oppgi deres preferanser knyttet til sykkelanlegg og tilrettelegging. Spørreskjemaet har spørsmål som kan knyttes opp mot den nasjonale reisevaneundersøkelsen. Vedlegg L gir en utfyllende oversikt over spørsmålene og svaralternativene.

Kartregistreringen (Revealed preference)

For å undersøke syklisters faktiske rutevalg ble det benyttet en metode der respondentene registrerte sin normale sykkelrute i sommerhalvåret. Metoden ble utformet som en web-basert kartregistrering utviklet ved bruk av en webapplikasjon i ArcGIS Online. Denne formen for datainnsamling er relativt lite brukt.

Webapplikasjonen var basert på et kart som ble opprettet i ArcGIS Online. Kartet inneholdt et redigerbart linjelag der respondentene kunne tegne inn/registrere sin vanlige sykkelrute hjemmefra til jobb. En problemstilling som dukket opp i uke 4 var at respondentene kunne se hverandres linjer. Dette var en stor utfordring med tanke på personvern og brukervennligheten til applikasjonen. En annen utfordring var at de som hadde tilgang til webapplikasjonen kunne slette og redigeres andres linjer. Disse utfordringene ble løst ved å opprette et visningslag som er en kopi av det opprinnelige linjelaget. Etter at deltakerne hadde registrert sin normale rute, ble ruten skjult for respondenten selv og de andre deltakerne.



GPS-data fra Strava og Garmin Connect ble vurdert som mulige alternativer til å samle inn data via opptegning i kart. Slike data omfatter imidlertid i hovedsak treningssyklister, som trolig påvirkes av andre faktorer enn pendlersyklister og ble således valgt bort (Heinen *m.fl.*, 2010, s. 60). En annen ulempe er StravaMetro's retningslinjer, der dataene er aggregert. Dette gjør at man ikke kan se enkeltruter (Pritchard, 2018). Bruk av holdbar GPS eller GPS via smarttelefon ble ikke vurdert som et alternativ, grunnet at datainnsamlingen foregikk på vinteren. Da ville metoden utelukket syklistene som ikke syklet på vinteren.

3.3.3 Oppbygning av undersøkelsen

De tre ulike delene i undersøkelsen var, som nevnt innledningsvis, separate og uavhengige. For å samle de ulike delene ble de implementert i en webapplikasjon kalt «Fortellingskart⁹». Fortellingskartet bestod av fem seksjoner. I hver seksjon hadde man mulighet til å definere et innhold. Vedlegg I viser utforming av undersøkelsen. Tabell 3.3.3 beskriver oppbygning av fortellingskartet og viser innholdet i hver seksjon:

Tabell 3.3.3 Detaljert beskrivelse av oppbygning av undersøkelsen.

Seksjon:	Navn:	Venstrepanel:	Høyrepanel:
1	Introduksjon	Beskrivelse av undersøkelsen.	Inneholdt en video for fremgangsmåte.
2	Del 1 - Spørreskjema	Beskrivelse av spørreskjemaet.	Elektronisk spørreskjema utarbeidet i Questback. Implementert ved kobling til nettside.
3	Del 2 - Tegn inn din vanlige sykkelrute til jobb	Informasjon og fremgangsmåte for kartregistreringen.	Registrering av sykkelruter ved bruk av en webapplikasjon kalt «Rediger» utviklet i ArcGIS Online. Implementert ved kobling til nettside.
4	Del 3 - Tegn inn ditt rutevalg i vinterhalvåret (Valgfritt)	Generell informasjon.	Webapplikasjon kalt «Rediger» utviklet i ArcGIS Online. Implementert ved kobling til nettside.
5	Avslutning	Informasjon om at undersøkelsen var ferdig og trekning av premie.	Kobling til bilde.

⁹ StoryMap, en webapplikasjon der man kan publisere og presentere spørreskjemaer, bilder o.l. (Karttjenester AS, u. å.).

3.4 Dataprosessering

Dette delkapittelet er delt inn i fire deler og beskriver prosessen for filtrering og redigering av datasettet fra kartregistreringen. Det gis en beskrivelse av klargjøringen av sykkelnettverket til nettverksanalyser i ATP-modellen. I tillegg til dette beskrives prosessen med å koble rutene mot det eksisterende sykkelnettverket, også kalt *map matching*. Til slutt beskrives teknikken for å identifisere valgsettet til de ulike respondentene. Dette delkapittelet omhandler derfor prosessering og klargjøring av datasettet til de statistiske analysene for å estimere rutevalgsmodellen.

3.4.1 Filtrering og redigering av datasettet fra undersøkelsen

Ettersom det ikke var en automatisk kobling mellom spørreskjemaet og kartregistreringen viste prosesseringen av rådataene noen uoverensstemmelser. Det var til sammen 234 som svarte på spørreskjemaet. Av de 234 respondentene var det 216 som registrerte ruten til jobb. Fra spørreskjemaet ble to respondenter fjernet i det endelige datasettet grunnet dobbel innsending og feilinformasjon om blant annet alder. Av de 216 som registrerte ruten, var det 152 som skrev inn det samme kallenavnet i kartregistreringen som i spørreskjemaet. Tabell 3.4.1 viser en oversikt over data som ble filtrert og ikke inkludert i det endelige datasettet. Rutene som åpenbart var tegnet inn feil ble fjernet fra datasettet. Registrerte ruter som overskred den kommunale grensen ble kuttet til kommunegrensen. Ruter som lå utenfor ble fjernet.

Tabell 3.4.1 Oversikt over filtrering av datasettet fra kartregistreringen.

Originale data	Filtrering			Endelig datasett
	Utenfor avgrensningen*	Ikke brukbar data**	Reparerbar data***	
	8	16	35	
216				200

* Kuttet til kommunegrensen

** Mindre enn 100 meter/ ikke målpunkt

*** Ikke registrert riktig kallenavn

Av de 200 rutene kunne 185 kobles til spørreskjemaet ved hjelp av kallenavnet. Det var 50 respondenter som hadde benyttet feil kallenavn i spørreskjemaet, der enkelte ikke hadde benyttet et kallenavn i det hele tatt. Som det fremgår av tabellen var det mulig å redigere kallenavnet til 35 rutevalg, ved å undersøke tidspunkt for fullføring av spørreskjemaet og registrering av rute. 15 av rutevalgene var det ikke mulig å finne frem til hvem som hadde registrert. Grunnen til dette kan være at enkelte registrerte flere rutevalg.



3.4.2 Klargjøring av sykkelnettverket

Geografiske informasjonssystemer (GIS) ble benyttet til å bestemme karakteristikene for hver rute. Verktøyet som ble benyttet var Network Analyst i ArcMap 10.5. For å gjennomføre nettverksanalyser må man ha et underliggende nettverk der hver lenke i nettverket har ulike egenskaper (vekter) gitt i en attributtabel¹⁰. ATP-modellen ble benyttet for å lage et sykkelnettverk for Trondheim. Modellen er beskrevet i avsnitt 2.2.2.

For å gjennomføre analyser i ATP-modellen må man konstruere et nettverk som er tilpasset trafikantgruppen man skal undersøke, i dette tilfellet syklende. Det finnes ikke et eget datasett for gang- og sykkelvegnettet i Norge per i dag (Jetlund, 2018). For å lage et sykkelnettverk kan en ta utgangspunkt i Elveg¹¹/NVDB, som inneholder alle kjørbare veger i Norge samt en del gang- og sykkelveger. Myke trafikanter har i motsetning til motorisert trafikk større frihetsgrader og kan benytte flere veger og stier som biler ikke har tilgang til (Tørset *m.fl.*, 2012). På bakgrunn av dette er bilnettverket ikke fullstendig til bruk som gang- og sykkelnettverk. Det er derimot et pågående arbeid i regi av Statens vegvesen for å oppdatere gang- og sykkelvegnettet i NDVB (Jetlund, 2013). Bilnettverket inneholder også veger som ikke er tilgjengelige for syklistene som motorveger og tunneler. Disse ble gitt restriksjoner i modellen slik at de ikke ble benyttet i nettverksberegningene.

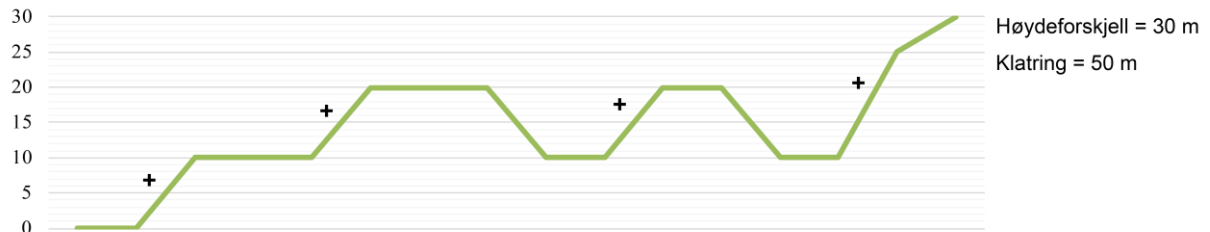
NVDB skiller ikke mellom ulike former sykkeltilrettelegging (jfr. delkapittel 2.5.3) og de ulike systemløsningene for sykkel. Man er derfor avhengig av at et lokalt initiativ for å registrere dette, slik som Miljøpakken. Sykkelnettverket som benyttes i ATP-modellen inneholder informasjon om blant annet vegkategori, helning som genereres fra høydedata og fart som genereres fra helning, viser til avsnitt 2.2.2. I tillegg til dette har nettverket relativt detaljert informasjon om gang- og sykkelveger i Trondheim. Samtidig manglet nettverket informasjon om en rekke vegfagdata som måtte suppleres fra andre kilder.

¹⁰ Tabell som viser egenskapene til hver lenke i sykkelnettverket.

¹¹ Landsdekkende datasett fra kartverket som inneholder informasjon om vegnettet.

Genererte nettverksdata

Hastighet og derigjennom reisetid, genereres som funksjon av helning (jfr. delkapittel 2.2.2). For å fremstille topografi eller terrengmotstand er det ulike innfallsvinkler, der for eksempel Casello og Usyukov (2014) har benyttet stigning. I dette studiet ble det valgt å benytte total klatring på rute-nivå. Selv om det ikke er stor høydeforskjell fra avreisepunktet til destinasjonen kan det være flere oppoverbakker underveis (Frøyen, 2018). Total klatring viser hvor mange positive stigninger man må forsere i løpet av turen, se Figur 3.4.1.



Figur 3.4.1 Eksempel på beregning av kupert terreng.

Klatring genereres på følgende måte:

$$Klatring = \frac{Helning * ShapeLength}{100} \quad (3.1)$$

Hvor

$Klatring < 0$ settes til 0

$ShapeLength = Lenkens\ lengde$

Eksterne nettverksdata

Som nevnt måtte sykkelnettverket suppleres med eksterne vegfagdata, og annen informasjon som kan virke inn på rutevalget. Tabell 3.4.2 er en oversikt over tilgjengelige og aktuelle nettverksdata som ble inkludert i sykkelnettverket.



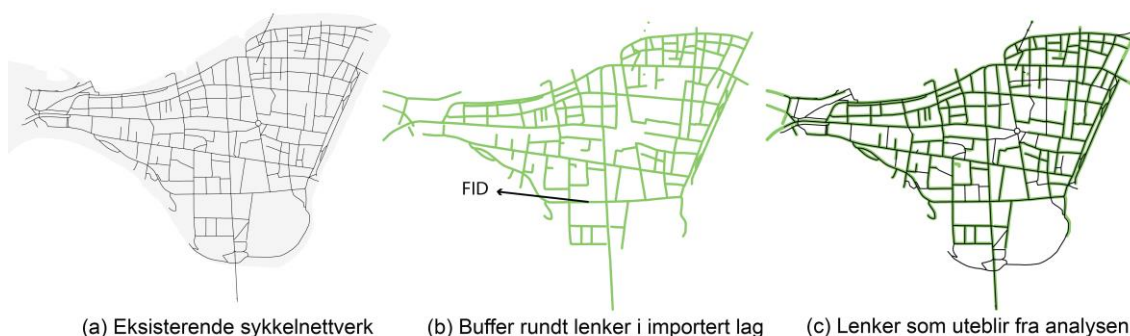
Tabell 3.4.2 Oversikt over eksterne nettverkslag og nettverksbaserte elementer som ble inkludert i sykkelnettverket (Inspirert av Beheshtitabar et al., 2014).

	Element	Enhet	Kilde
Sykkelvegnett	Blandet trafikk	meter	Miljøpakken
	Sykkelfelt	meter	
	Separat sykkelveg	meter	
	Gang- og sykkelveg	meter	
Grønne omgivelser	Turveg	meter	Miljøpakken
Trafikkmengde	H – Høy (ÅDT>4000)	ÅDT	NVDB (Statens vegvesen)
	M – Middels (2000<ÅDT>4000)		
	L – Lav (ÅDT<2000)		
Fartsgrense	H – Høy (Fartsgrense=70,80,90)	km/t	NVDB (Statens vegvesen)
	M – Middels (Fartsgrense=50,60)		
	L – Lav (Fartsgrense=20,30,40)		
Kryss	L – Lyskryss		NVDB (Statens vegvesen)
	T – T-kryss		
	X – X-kryss		
	R - Rundkjøring		
Funksjoner	Undergang	meter	Trondheim kommune
	Bro	meter	

Et behov som ble gjeldende ved kobling av de eksterne nettverksdataene var en fast indentifisering av veglenkene. Dette er ingen ny problemstilling og har derfor vært diskutert tidligere av Syvertsen (2001).

Det finnes ingen automatiske metoder for å koble de eksterne nettverksdataene til det opprinnelige sykkelnettverket. Dette førte til en svært ressurskrevende prosess. I første omgang ble det gjennomført gjentagende overleggsanalyser. I forkant av overleggsanalysene ble det laget en buffer rundt det aktuelle nettverkslaget. Hver bufferpolygon fikk en ID som ble brukt som nøkkelfelt for å koble egenskapene til det aktuelle laget til sykkelnettverket. Dette ble gjort gjennom en iterativ¹² prosess. Figur 3.4.2 viser hvordan buffer-analysene ble gjennomført.

¹² Gjentagende, repeterende (Henriksen, 2017).



Figur 3.4.2 Eksempel på buffer-analyse der de svarte lenkene i (c) representerer lenkene som uteblir fra analysen.

Denne metoden bød på store utfordringer fordi hver lenke ble delt opp i mindre segmenter som fikk blant annet innvirkning på høydedataene. På bakgrunn av dette måtte analysene gjøres på nytt og funksjonen *romlig kobling* ble benyttet istedenfor. Den baserer seg på lenkenes geometri og deres posisjon, der sykkelnettverket og de eksterne nettverksdataene ble koblet sammen innenfor en radius mellom 2 og 10 meter avhengig av type data. For eksempel fulgte ikke sykkelvegdataene fra Miljøpakken den opprinnelige veglinjen til nettverket som medførte behov for å benytte en større søkeradius. Som konsekvens uteble enkelte av de eksterne dataene fra nettverket. Dette er beskrevet nærmere i avsnitt 3.5.2.

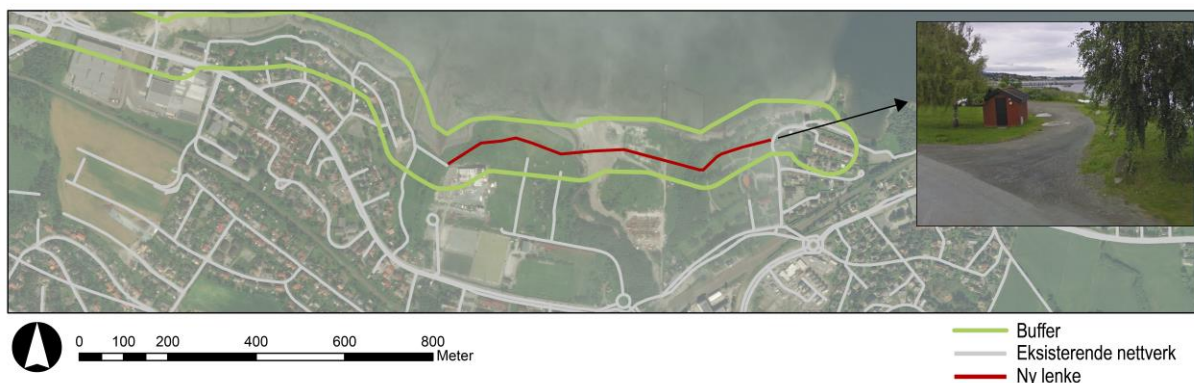
Svakheter i nettverket

Det var hovedsakelig tre feilkilder i nettverket som bød på ulike utfordringer. Disse var:

- 1) Feil i høydedata
- 2) Manglende lenker
- 3) Manglende noder

Nettverket besto av over 20 000 enkeltlenker, som gjorde det utfordrende å identifisere alle feilene. Enkelte av veglenkene i Elveg hadde feil høydedata som førte til at helningen ble særdeles stor. For eksempel startet noen av lenkene på 0 høydemeter og gikk direkte opp til 200 høydemeter. Dette var en opplagt feil som førte til en altfor stor helning. Ettersom reisetid/hastighet genereres fra helning kan slike utslag få konsekvenser for beregning av disse (jfr. avsnitt 2.2.2).

Dersom det er manglende lenker eller noder i nettverket vil ikke analysen kunne gjennomføres, eller det beregnes andre ruter enn den mest opplagte. I tillegg til å legge til eksterne vegfagdata var det derfor behov for redigering av sykkelnettverket (Frøyen, 2013), se Figur 3.4.3. Der de estimerte rutevalgene inngikk ble disse tre feilene redigert for og rettet opp.

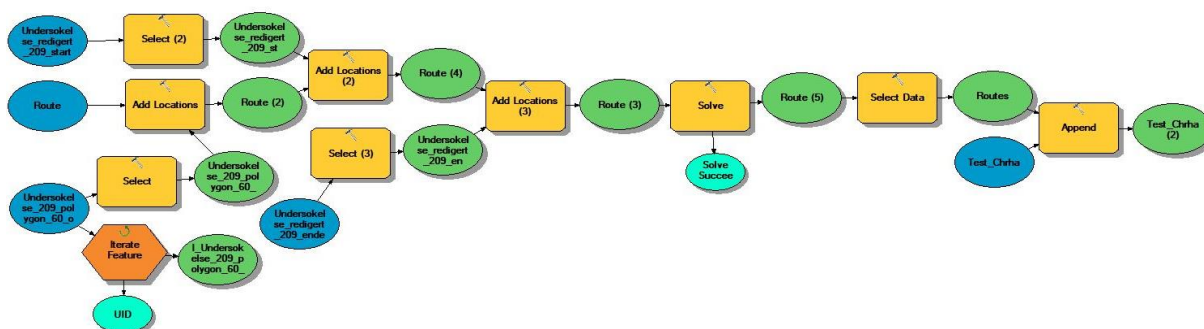


Figur 3.4.3 Et eksempel på redigering i nettverket.

Ettersom nettverket i hovedsak var utarbeidet for motoriserte kjøretøy var det ingen separate veglenker for fortau (Malmin *m.fl.*, 2016). Selv om det er lov å sykle på fortau i Norge er det ikke anlegg definert for syklende (jfr. delkapittel 2.5). På bakgrunn av dette ble det ikke lagt inn som egen nettverksegenskap.

3.4.3 Map matching av ruter

For å kunne tilegne de registrerte rutene egenskapene til sykkelnnettverket måtte rutene *map matches* (Menghini *m.fl.*, 2010; Ton *m.fl.*, 2017). Teknikken går ut på at romlig informasjon og egenskaper fra et datasett overføres til et annet datasett (Zhou og Golledge, 2006). Sykkelnnettverket som ble benyttet i map matchingen er beskrevet i avsnitt 3.4.2. Metoden som ble benyttet er en modell utviklet av Yngve Frøyen i ArcGIS ved hjelp av ModelBuilder¹³, viser til Figur 3.4.4. Se vedlegg M for større utgave av modellen.



Figur 3.4.4 Eksempel på hvordan de registrerte rutene ble map matchet.

Gjennomgangen av rutene viste at respondentenes tekniske ferdigheter generelt var gode og de inntegnede rutene stemte relativt godt overens med nettverket.

¹³ Et programmeringsspråk som kan benyttes til å utarbeide geoprosesseringsmodeller som automatiserer oppgaver i ArcGIS (esri, u. å.-d).

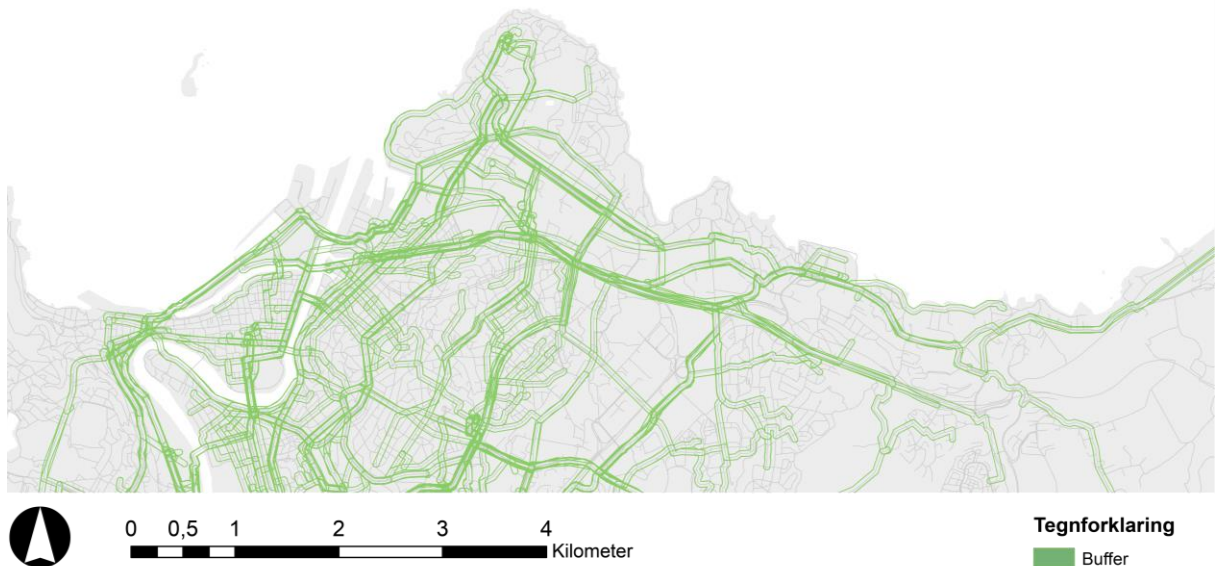
Map matchingen var en automatisk og gjentakende prosess. Funksjonen «Finn raskeste rute» i Network Analyst søkte etter raskeste rute innenfor de rammene som ble satt i modellen (viser til Figur 3.4.4). Ettersom det var raskeste rute som skulle identifiseres, ble impedansen satt til minutter. For hver av deltakernes registrerte rute ble det utarbeidet ett buffer. Disse ble lagt inn som barrierer, der hensikten var å finne raskeste rute innenfor hver buffer. Rutene som ble generert skulle representere de registrerte rutene til deltakerne. Tabell 3.4.3 viser en oversikt over forsøkene som ble gjennomført for å map matche rutene.

Tabell 3.4.3 Oversikt over forsøkene som ble gjort i forbindelse med map matchingen.

Forsøk	Buffer [m]	Resultat
1	60	129
2*	120	60

*De resterende rutene (N=11) ble map matchet manuelt.

Avreisepunktet (bosted) og destinasjonen (jobb) ble benyttet som start- og endepunkt. Kallenavnet (jfr. avsnitt 3.3.2) fungerte som en identifikasjon mellom bufferne og start- og endepunktene. Figur 3.4.5 er et utsnitt av bufferanalysen.



Figur 3.4.5 Utsnitt av bufferanalysen som ble gjennomført.

Nettverksdataene ble akkumulert på rute-nivå. Tabell 3.4.4 viser hvilke egenskaper som inngikk i nettverksanalysen:


Tabell 3.4.4 Nettverksegenskaper som ble akkumulert og benyttet i map matchingen.

Egenskap		Enhet
Reisetid		Minutter
Avstand		Meter
Sykkel- anlegg	Separat sykkelveg	Meter
	Gang- og sykkelveg	
	Sykkelfelt	
	Blandet trafikk	
Klatring		Meter
Mengde biltrafikk		ÅDT (Vektet)

Mengde biltrafikk ble vektet på følgende måte:

$$\text{Mengde biltrafikk} = \frac{\sum \text{ÅDT} * l}{1000} \quad (3.2)$$

Hvor

$$l = \text{Lenkens lengde (meter)}$$

Feilkilder

Map matchingen måtte gjennomføres i flere omganger. Grunnen til dette var at laget med de registrerte rutene (hentet fra ArcGIS Online) hadde et annet koordinatsystem enn nettverket for øvrig. Dette var ikke mulig å oppdage før rutene allerede var map matchet. Som konsekvens av dette ble den akkumulerte reisetiden og reiseavstanden tre ganger så stor for de ulike rutevalgene, sammenlignet med hva den burde ha vært. På bakgrunn av dette ble laget med de registrerte rutene projisert¹⁴ til nettverkets koordinatsystem.

Som nevnt i avsnitt 3.4.2 oppstod det flere problemer knyttet til kobling av de eksterne nettverksdataene. Dette hadde også innvirkning på map matchingen, ettersom disse operasjonene foregikk samtidig. En utfordring var blant annet at enkelte av egenskapene til sykkelvegnettet i Trondheim (viser vedlegg N) la seg dobbelt for enkelte lenker i nettverket. Eksempelvis fikk enkelte lenker både ha egenskapen *separat sykkelveg* og *gang- og sykkelveg*. Problemstillingen oppstod da den første map matchingen viste at referanse kategorien *i vegbanen* ble minus, som vil si når det ikke er noen form for tilrettelegging for syklistene. Andre feilkilder var at reisetiden for enkelte lenker ble mindre sammenlignet med raskeste alternativ. Dette er en åpenbar feil som medførte behov for manuell map matching.

¹⁴ Vil si å overføre romlige data fra et koordinatsystem til et annet.

3.4.4 Generering av fiktive valgsett

I henhold til avsnitt 2.1.1 finnes det ulike valgsett for rutevalget. For å kunne beregne parameterverdiene for de ulike variablene må man ha informasjon om hva hvilke alternativ deltakerne kunne ha valgt (Tretvik, 1990, s. 18). Syklistene vil ha ulike valgsett der deres valgte rute er inkludert. Ettersom man i dette tilfellet ikke visste hvilke alternative ruter som ble betraktet av hver enkelt syklist måtte det gjøres noen forenklinger. Det finnes ulike metoder for å generere valgsettet til syklisten mellom et O-D par (Prato, 2009). En av disse metodene er å benytte *k-alternative rute* som er utarbeidet av Yen (1971). Metodikken bygger på en algoritme som finner korteste rute mellom noder i et nettverk. Tereshenkov (2017) benyttet metodikken til å utvikle et Python-skript som kan benyttes som et tilleggsværktøy i ArcMap sammen med Network Analyst. Dette verktøyet ble benyttet i generering av de fiktive valgsettene. Tilleggsværktøyet genererte alternative ruter på bakgrunn av impedansen mellom hvert O-D par i datasettet. Impedansen ble i dette tilfellet satt til minutter (raskeste rute). Dette er selvsagt mulig å endre dersom man velger andre kostnadskomponenter som impedans.



I tilleggsværktøyet kan man selv definere hvor mange alternative ruter som skal genereres. For å redusere etterbehandling av data ble kun fire alternative ruter for valgte rute generert. Det ga et valgsett på 5 ruter (fra avreisepunktet til destinasjonen) der valgte rute var inkludert. Figur 3.4.6 viser de alternative rutene mellom et tilfeldig O-D par (Origin-Destination).

Figur 3.4.6 Rutevalgsett for et O-D par.

Tabell 3.4.5 Viser hvordan de akkumulerte verdier for reisetid og reiseavstand så ut for valgte rute og de alternative rutene mellom O-D paret vist i Figur 3.4.6.

Tabell 3.4.5 Akkumulerte attributtverdier for et O-D par.

	Valgte rute	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3	Alternativ 4
Reisetid [Min]	10,08	9,08	9,14	10,98	11,53
Reiseavstand [Km]	2,89	2,89	3,12	2,83	3,07



3.5 Rutevalgmodellen og beskrivende variabler

For å utvikle en rutevalgmodell som kan forutsi syklisters rutevalg basert på deres preferanser, ble det valgt en tilnærming som bygger på en diskret valgmodell (discrete choice model) (Ben-Akiva og Lerman, 1985). Dette kapittelet beskriver prosessen med å utvikle rutevalgmodellen ved bruk av deltakernes faktiske rutevalg fra kartregistreringen (revealed preference). Det gis en beskrivelse av de utvalgte forklaringsfaktorene og deres vektning. Det første avsnittet omhandler hvilken modell som ble benyttet og hvilke hensyn som ble tatt ved estimering av modellen. Det andre avsnittet tar for seg fremgangsmåten for å finne parameterverdiene ved hjelp av Excel-funksjonen «problemløser».

3.5.1 Multinomisk logistisk regresjon

For å estimere rutevalget til syklistene ble multinomisk logistisk regresjonsanalyse benyttet, også kjent som den multinomiske logitmodellen (MNL), viser til avsnitt 2.2. Stinson og Bhat (2003) har, blant flere, benyttet binomisk logistisk regresjon for å estimere parameterverdiene. Grunnen til at multinomisk logitmodell ble foretrukket fremfor binomial logistisk modell, var fordi syklistene står ovenfor et valg mellom flere enn to alternative sykkelruter der de må gjøre et kompromiss. I tillegg til dette vil den som sykler alltid velge en rute som har lik eller lengre reisetid sammenlignet med raskeste alternativ. Dersom man kun hadde sammenlignet valgte alternativ med raskeste alternativ ville antageligvis reisetiden blitt underestimert og dermed fått en lav prioritering i modellen.

MNL har en uavhengighetsegenskap (IIA) som forutsetter at hver rute tolkes som et forskjellig og unikt alternativ (jfr. avsnitt 2.2.1). Modellen tar derfor ikke hensyn til overlapp mellom ruter noe som kan føre til at nytten blir overestimert. I virkeligheten vil flere av de alternative rutene være korrelert (Ton *m.fl.*, 2017, s. 8). Selv om rutene ble generert som uavhengige alternativer ved hjelp av verktøyet k-alternative rute, var det for noen av O-D parene overlapp mellom de alternative rutene. Det gjaldt hovedsakelig de korteste rutene. Som nevnt i avsnitt 2.2.1 har Ben-Akiva og Bierlaire (1999) utviklet en «Path size factor» som tar hensyn til overlappende ruter. Faktoren er et anslag for overlapp mellom en rute og andre alternative ruter i valgsettet (Hoogendoorn-Lanser *m.fl.*, 2005, s. 28). Selv om det antageligvis vil være korrelasjon mellom enkelte ruter i datasettet ble det valgt å se bort i fra denne faktoren ved estimeringen av parameterverdiene. Grunnen var at man ikke hadde tilgjengelige verktøy til å ta hensyn til dette.

3.5.2 Estimering av parameterverdier

Tilgang til data setter begrensinger for hvilke forklaringsfaktorer som kan implementeres i en rutevalgsmodell (Tretvik, 1990). Ifølge til Beheshtitabar *m.fl.* (2014) vil enkelte forklaringsfaktorer ikke være presise eller logiske nok til å implementere i en numerisk modell. Det ble foretatt et utvalg av forklaringsfaktorer som skulle inngå i rutevalgsmodellen. Forklaringsfaktorene ble valgt på bakgrunn av hva deltakerne i studien oppga at de vektla ved valg av sykkelrute (se avsnitt 4.4.2). I utgangspunktet burde flere variabler vært inkludert i estimeringen av parameterverdiene for å kunne bestemme hvilke variabler som bidrar mest til rutevalget (Nizami og Prasad, 2017, s. 315). Selv om svarene i spørreskjemaet ga en indikasjon på hva som påvirket syklistenes valg, visste man ikke med sikkerhet at de valgte forklaringsfaktorene ville bidra signifikant til valg av sykkelrute.

Dataene for de registrerte rutene, gitt de valgte forklaringsfaktorene, ble akkumulert i forbindelse med map matchingen og generering av de fiktive valgsettene, viser til avsnitt 3.4.3 og 3.4.4. Tabell 3.5.1 gir en oversikt over hvilke forklaringsfaktorer som inngikk i estimeringen av parameterverdiene med rekkevidde, gjennomsnittsverdi og median for valgte rute (N=185). Vedlegg R gir samme oversikt der alle alternativ er inkludert (N=925).

Tabell 3.5.1 Oversikt over forklaringsfaktorene som inngikk i rutevalgsmodellen (N=185).

	Variabel	Enhet	Rekkevidde	Gjennomsnitt	Median
Reisetid	Tid	Minutter	2,77 – 76,09	18,05	14,65
Sykkelanlegg	Blandet trafikk	%	0 – 87,71	24,36	5,69
	Sykkelfelt	%	0 – 60,76	12,03	21,77
	Gang- og sykkelveg	%	0 - 100	29,98	2,52
	Separat sykkelveg	%	0 – 74,91	10,63	5,69
Topografi	Klatring	Meter	1,41 – 377,26	48,40	103,49
Mengde biltrafikk	ÅDT	Vektet*	1 - 3	2,08	2

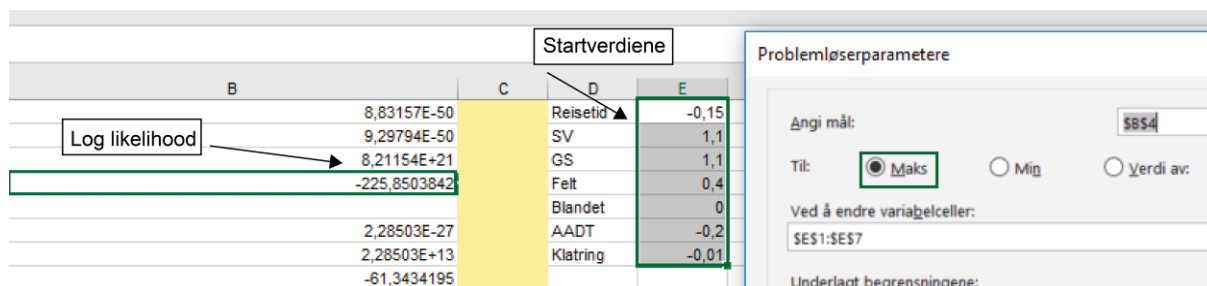
*Mengde biltrafikk ble vektet og delt inn i tre kategorier (1,2,3 – lav, middels, høy), viser til formel 3.4.

Excel ble brukt for å estimere parameterverdiene som skulle benyttes i rutevalgsmodellen, nærmere bestemt optimaliseringsverktøy; «Problemløser» og algoritmen ikke-lineær GRG (Generalized Reduced Gradient).



Denne metoden kan brukes for å finne optimale parameterverdier for et valgt kriterium gjennom «Godness of fit», som maksimeres eller minimaliseres (Hauer, 2016, s. 69). I dette tilfellet ble log likelihood benyttet som «Godness of fit» og det var denne verdien som skulle maksimeres, se Figur 3.5.1. Log likelihood har alltid en negativ verdi. Dersom man legger til flere observasjoner vil verdien øke. Når verdien maksimeres vil den gå i positiv retning. Ben-Akiva og Lerman (1985, s. 20) forklarer dette:

«A maximum likelihood estimator is the value of the parameters for which the observed sample is most likely to have occurred. »



Figur 3.5.1 Eksempel på hvordan «problemløseren» fungerte.

Det var to hovedutfordringer med verktøyet. Den ene utfordringen var at dersom variablene som benyttes i estimeringen varierer med flere størrelsesordener kan algoritmen til «Problemløseren» mislykkes. Med bakgrunn i dette ble blant annet variabelen mengde biltrafikk nedskalert. Mengde biltrafikk ble vektet på følgende måte:

$$\overline{\text{ÅDT}} = \frac{\sum \text{ÅDT} * l}{L} * 1000 \quad (3.3)$$

Hvor

$l = \text{Lenkens lengde}$

$\text{Total lengde for rute - nivå, } L = l_1 + l_2 + \dots + l_n$

Vekting av ÅDT ga en naturlig inndeling som er vist i Tabell 3.5.2:

Tabell 3.5.2 Oversikt over inndeling for vektet mengde biltrafikk.

Inndeling for ÅDT:	Nivå:	Antall:
<2000	1	48
2000 - 4000	2	62
>4000	3	88

Den andre utfordringen var å finne globale topp- og bunnpunkt. Verktøyet kunne bli «låst» i et lokalt optimum som lå mellom den første gjetningen og det globale optimumet (Hauer, 2016, s. 70). Sannsynligheten for at man finner det «globale optimumet», øker med antall kjøring av verktøyet (FrontlineSolvers, 2018). En annen indikasjon på at man har funnet det «Globale optimumet» er å teste flere startverdier og se om verktøyet finner tilbake til de samme sluttverdiene, eventuelt se om de varierer mye fra første test. Ved estimering av parameterverdiene fant verktøyet frem til de samme parameterverdiene uavhengig av hvilke startverdier som ble testet. Dette ga en indikasjon på at de globale topp- og bunnpunktene var funnet.

Fordelen med å benytte Excel, fremfor andre statistiske programvarer som SPSS¹⁵, var at problemløseren beregnet parameterverdier på en plausibel måte og tok hensyn til de ulike alternativene i estimeringen. Grunnen til at SPSS ikke ble valgt var fordi programvaren ikke hadde mulighet til å sammenligne variablene i de ulike alternativene, og ville derfor sett dem som uavhengige. SPSS vil for eksempel ikke kunne vekte reisetid mellom ulike alternativ. Ulempen med å benytte Excel var at det ikke ga informasjon om usikkerheten til parameterverdiene (β_i) slik som i SPSS. Log likelihood ga likevel en indikasjon på hvor godt modellen fungerte og dens gyldighet. Desto nærmere log likelihood beveger seg mot negativt antall observasjoner, desto bedre fungerer modellen.

Som nevnt i forrige avsnitt var det enkelte statistiske tester som kunne vært gjennomført i forkant av estimering av parameterverdiene for å sikre at modellen kunne bli så god som mulig (Osborne og Waters, 2002). Av praktiske årsaker var det enkelte av testene som ikke lot seg gjennomføre eller som ikke var relevante for dette studiet. For eksempel ble ikke modellen sjekket for spatial autokollerasjon, normalfordelte residualer og homoskedastisitet. Disse er derfor ikke utdypet ytterligere. De uavhengige variablene som inngikk i parameterestimeringen ble undersøkt for multikollinearitet. Datagrunnlaget som lå til grunn for analysene ble vurdert og kvalitetssikret (jfr. avsnitt 4.5.1 og 4.6.1).

Fremgangsmåten som ble benyttet for å estimere parameterne er inspirert av Hauer (2016, s. 69) og bestod av 5 steg:

¹⁵ Er et statistisk analyseverktøy (SPSS-tutorials, u. å.).



1) Nyttefunksjonen:

Første steg var å velge funksjonen som skulle tilpasses. Med bakgrunn i valg av rutevalgmodell var det nyttefunksjonen som skulle tilpasses for å finne de estimerte parameterverdiene, β , se formel 3.4:

$$V_i = \beta_1 * (\text{Reisetid}_1) + \beta_2 * (SV_2) + \beta_3 * (GSV_3) + \beta_4 * (SF_4) + \beta_5 * (BT_5) + \beta_6 * (\text{Trafikkmengde}_6) + \beta_7 * (\text{Klatring}_7) \quad (3.4)$$

Hvor

V_i = Nytte for alternativ i

SV_2 = Separat sykkelveg

GSV_3 = Gang – og sykkelveg

SF_4 = Sykkfelt

BT_5 = Blandet trafikk

En av de mest grunnleggende testene er å undersøke parameterverdiene fortegn (jfr. avsnitt 2.2.1). For eksempel ble det i utgangspunktet tenkt at parameterverdiene for reisetid, trafikkmengde og klatring ville få negativt fortegn. Dette var intuitivt ettersom disse faktorene oppleves som en belastning for sykklistene og vil gi en reduksjon i nytte. Tilstedeværelse av sykkelanlegg har derimot positivt fortegn som gir en økning i nytte.

2) Innledende startverdier:

Neste steg var å velge noen passende startverdier til estimeringen. Tabell 3.5.3 viser de ulike startverdiene:

Tabell 3.5.3 Oversikt over startverdiene som inngikk i estimeringen

Variabel	Enhet	Startverdi
Reisetid	Minutt	-0,15
Mengde biltrafikk	Vektet	-0,2
Klatring	Meter	-0,01
Separat sykkelveg	%	1,1
Gang- og sykkelveg	%	1,1
Sykkelfelt	%	0,4
Blandet trafikk	%	0

Enkelte av startverdiene ble valgt med utgangspunkt i tidligere studier (Reisetid, klatring og mengde biltrafikk). Når det gjaldt startverdiene for de ulike sykkelanleggene ble Loftsgarden *m.fl.* (2015) sine verdier benyttet.

3) Multinomisk logistisk regresjon:

Etter at startverdiene var valgt ble sannsynligheten for valgte alternativ estimert. MNL ble benyttet for å regne ut sannsynligheten (Ben-Akiva og Lerman, 1985, s. 103):

$$P(i) = \left(\frac{e^{V_{in}}}{\sum_{j \in C_n} e^{V_{jn}}} \right) \quad (3.5)$$

Hvor

V_{in} = nytten av å velge alternativ i av individ n

$$0 \leq P_n(i) \leq 1, \quad \text{for alle } i \in C_n, \quad (3.6)$$

og

$$\sum_{i \in C_n} P_n(i) = 1 \quad (3.7)$$

4) Kriteriet for maksimering:

Man måtte bestemme et kriterium som skulle maksimeres. For MNL ble log likelihood benyttet, se formel 3.8:

$$L = \ln \left(\left(\frac{e^{V_{i1}}}{\sum_{j \in J_n} e^{V_{j1}}} \right) * \left(\frac{e^{V_{i2}}}{\sum_{j \in J_n} e^{V_{j2}}} \right) * \dots * \left(\frac{e^{V_{i185}}}{\sum_{j \in J_n} e^{V_{j185}}} \right) \right) \quad (3.8)$$

5) Mål for modellens godhet:

McFadden squared route (ρ^2) ble benyttet som mål for modellens godhet. Formelen for indeksen er gitt i formel 3.9:

$$\rho^2 = 1 - \frac{L(\beta)}{L(0)} \quad (3.9)$$

Hvor

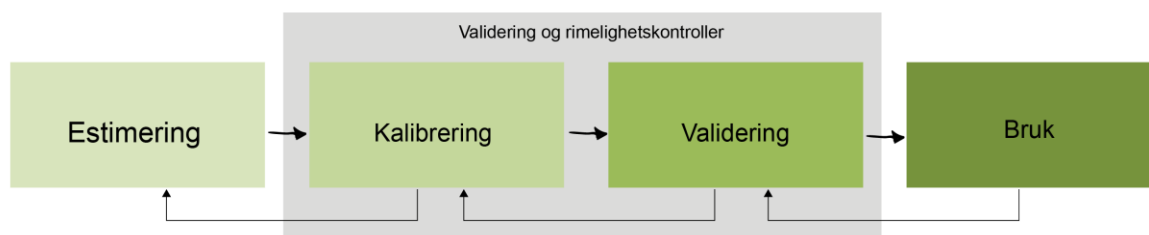
$L(0)$ = Innledende log likelihood

$L(\beta)$ = Log likelihood etter estimering

Innledende log likelihood vil si når alle alternativer har lik sannsynlighet og verdien for alle parameterne er 0. Siden det ble benyttet et valgsett på fem alternative ruter fikk hvert alternativ ved innledende log likelihood 20 prosent sannsynlighet. Indeksen kan variere mellom 0 – 1. Det er ifølge Tretvik (1990, s. 15) vanskelig å definere hva som er rimelige verdier. I henhold til McFadden (1977, s. 35) vil verdier mellom 0,2 – 0,4 indikere at modellen er veldig god. Denne testen ligner R^2 som blir benyttet i lineær regresjon, selv om den ikke har den samme enkle tolkningen (Tretvik, 1990, s. 15).

3.6 Modellering

I forbindelse med utarbeidelse av en rutevalgmodell må modellen kalibreres og valideres, viser til Figur 3.6.1.



Figur 3.6.1 Faser i etablering av en transport- og rutevalgmodell (Tørset *m.fl.*, 2013).

Vekting av de ulike forklaringsfaktorene er gitt ved parametere (Tørset, 2017). I kalibreringsfasen er det disse parameterne som justeres slik at de er kongruent med de observerte dataene fra datainnsamlingen. I denne fasen sammenlignes resultatene med de samme dataene som ble brukt i estimeringen av parameterne eller belastningen. Kalibreringsfasen består av tre steg:

- 1) Justere parametere
- 2) Lære modellen å kjenne og øke bevisstheten
- 3) Dokumentere

Som hovedregel bør en modell valideres før den tas i bruk. For å kunne validere modellen må man benytte et nytt, uavhengig datasett. Hovedforskjellen mellom kalibrering og validering er at man i valideringsfasen har behov for andre, men sammenlignbare data enn de som er benyttet i estimeringen (Tørset, 2015). Validering er verifisering av modellen for å bekrefte eller avkrefte om den er egnet for formålet (Wibetoe, 2017).

På bakgrunn av tidsaspektet til oppgaven og begrenset mengde data, ble det valgt å kun sjekke hvordan modellen klarte å predikere for originaldataene som ble benyttet i estimeringen av parameterverdiene, se avsnitt 3.6.1. Parameterverdiene som ble benyttet i implementering i nettverksmodellen ble kalibrert og validert mot det originale datasettet for å finne akseptable verdier.

3.6.1 Modellens forutsigbarhet

Tre tester ble gjennomført for å undersøke modellens forutsigbarhet (Usyukov, 2013). Resultatene er diskutert i forskningsartikkelen «Modeling Cyclists' Route Choice Based on GPS Data» av Casello og Usyukov (2014).

Test 1

Den første testen sjekket i hvor mange tilfeller rutevalgsmodellen ga valgte alternativ høyest sannsynlighet gitt de estimerte parameterverdiene. Dersom valgte rute fikk høyest sannsynlighet fikk den verdien 1, hvis ikke 0. Modellens forutsigbarhet eller suksess, ble målt i hvor mange prosent modellen klarte å forutsi at valgte rute fikk høyest sannsynlighet, se formel 3.10:

$$100\% * \frac{\sum Z}{N} \quad (3.10)$$

Hvor

$$Z = \begin{cases} 1 & \text{dersom } U_{maks} = U_{valgte} \\ 0 & \end{cases}$$

$N = \text{totalt ant. ruter}$

Test 2

Den andre testen så på forskjellen mellom høyest sannsynlighet og sannsynligheten for valgte rute. Dette ble gjort for å se i hvor mange tilfeller valgte rute var innenfor en viss minimumsgrense, ε , som var 0,01 til 0,1. I de tilfellene hvor sannsynligheten skilte med mindre enn 10 prosent kunne det være sannsynlig at ruten uansett ble valgt av en syklist. Formelen som ble benyttet var:

$$U_{maks} - U_{valgte} < \varepsilon \quad (3.11)$$

Test 3

Den siste testen undersøkte i de tilfellene hvor ε var større enn 0,1. Det var spesielt viktig å undersøke disse avvikene for å se hva som kunne være årsaken til at det var såpass stor forskjell mellom maks sannsynlighet og sannsynlighet for valgte rute, se formel 3.12:

$$U_{maks} - U_{valgte} > \varepsilon \quad (3.12)$$

Hvor

$$\varepsilon > 0,1$$

Det var også interessant å undersøke hva som var årsaken til at rutevalgsmodellen valgte en av de alternative rutene, fremfor valgte alternativ.



3.6.2 Fremgangsmåte for implementering i en nettverksmodell

For MNL (Multinomisk logitmodell) måtte nytteuttrykket uttrykkes på rute-nivå (fra start- til endepunkt) for å kunne estimere parameterverdiene. Grunnen til dette var at man sammenlignet alternative ruter akkumulert på rute-nivå. Når det gjelder nettverksmodeller er ikke dette like enkelt ettersom forflytningen skjer på lenke-nivå. En annen årsak til at nytteuttrykket måtte omformuleres var fordi uttrykket ikke sa noe om forholdet mellom reisetiden og anleggene. Man kan for eksempel være villig til å sykle ti minutter lenger for å benytte separat sykkelveg, men i forhold til hva? Nettverket består som nevnt av lenker og noder, der ulike kostnads-komponenter (impedansen) bestemmer hvilke bevegelser som er tillatt fra lenke til lenke. Ved generering av de alternative rutene og map matchingen ble for eksempel impedansen satt til minutter for å finne raskeste rute (jfr. avsnitt 3.4.3 og 3.4.4).

På bakgrunn av dette var det nødvendig å estimere ett nytt uttrykk for nytte, som var mulig å implementere i ATP-modellen. Måten dette ble gjort på var å estimere nye betaverdiene ved hjelp av problemløseren. Følgende funksjon skulle tilpasses:

$$V_i = \beta_1 * (Reisetid_1) * (\beta_2 * (SV_2) + \beta_3 * (GSV_3) + \beta_4 * (SF_4) + \beta_5 * (BT_5) + 1 * (VB_6)) * \beta_7^{(stigning)} \quad (3.13)$$

Hvor

V_i = Nytte for alternativ i

SV_2 = Separat sykkelveg

GSV_3 = Gang – og sykkelveg

SF_4 = Sykkfelt

BT_5 = Blandet trafikk

VB_6 = I vegbane

Uttrykket viser at å sykle i *vegbanen* er referanseverdi og har verdien 1. Sykling i vegbane vil si når det er ingen form for tilrettelegging for syklistene. Stigning ble benyttet på lenke-nivå fremfor klatring. Da tar man hensyn til hvor belastende eller anstrengende en enkelt strekning (lenke) er. En rute kan ha mest klatring totalt, men være «mindre belastende» dersom det er liten stigning. Formelen for stigning var:

$$Stigning = \frac{Klatring}{l} \quad (3.14)$$

Hvor

l = Lenkens lengde

Det var ønskelig å finne et uttrykk for generalisert reisetid som kunne uttrykkes på lenke-nivå. En rute kan være den raskeste i tid, men inneholde faktorer som øker nytten og derfor reduserer den generaliserte reisetiden. Det handler om hva sykklistene er villig til å substituere eller «betale» for å oppnå et annet gode. For eksempel vil man i noen tilfeller velge en lenger rute/omveg for å benytte separat sykkelveg, fremfor å sykle i vegbanen. Selv om dette kan føre til en lenger rute i minutter (Loftsgarden *m.fl.*, 2015). For å kunne estimere et uttrykk for generalisert reisetid var det nødvendig å finne det relative forholdet mellom reisetid og de ulike anleggene slik at man kunne beregne en generalisert reisetid for hver lenke i nettverket. Uttrykket for generalisert reisetid er gitt i formel 3.15:

$$t_{gen} = (\beta_2 * (t_{SV}) + \beta_3 * (t_{GSV}) + \beta_4 * (t_{SF}) + \beta_5 * (t_{BT}) + 1 * t_{VB}) * 10^{X*(stigning)} \quad (3.15)$$

Hvor

t_{gen} = Generalisert reisetid

t_{SV} = Reisetid på separat sykkelveg

t_{GSV} = Reisetid på gang – og sykkelveg

t_{SF} = Reisetid i sykkelfelt

t_{BT} = Reisetid i blandet trafikk

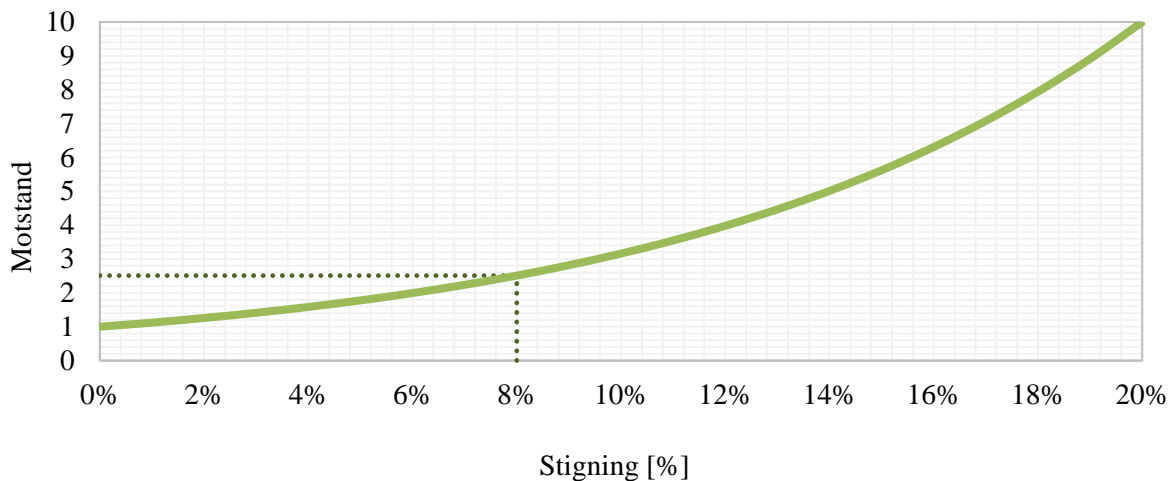
t_{VB} = Reisetid i vegbanen

Beta-verdiene fra den første estimeringen, gitt i formel 3.13, ble benyttet i uttrykket for generalisert reisetid, viser til formel 3.15. Langs en lenke vil kun en av sykkelanleggene være tilgjengelig. Det vil si at der man kun har mulighet til å sykle i vegbanen, uten noen form tilrettelegging, vil reisetiden i minutter være lik den «virkelige» tiden. I tillegg til dette vil reisetiden multipliseres med en belastningsfaktor for hvor anstrengende strekningen (lenken) er, se Figur 3.6.2. Vedlegg V er et utdrag fra attributtabelen til nettverksmodellen etter implementering.

Det ble som nevnt valgt å benytte stigning fremfor klatring på lenke-nivå. Ulempen med dette var at enkelte lenker i nettverket hadde ekstremt høye verdier for klatring. På bakgrunn av dette ble alle verdier for stigning høyere enn 20 prosent satt til 0,2. Det utgjorde i underkant av 200 lenker. Hele nettverket tatt i betraktning utgjorde det kun 1 prosent. Grunnen til at den øvrige grensen ble satt til 20 prosent, var på bakgrunn av en sammenligning av ulike bakker i Trondheim kommune. Det er for eksempel sannsynlig at man unngår bakker som Brubakken som har 20 prosent stigning, viser til vedlegg U.



Figur 3.6.2 viser hvordan forholdet mellom stigning og motstand/belastning estimert fra problemløseren.



Figur 3.6.2 Forholdet mellom stigning og belastning/motstand.

I henhold til spesifikasjonene til ATP-modellen vil en stigning på over 8 prosent føre til at man går fremfor å sykle. Figuren viser at den generaliserte reisetiden ble nesten 3 ganger så stor dersom stigningen på lenken var mer enn 8 prosent.

Test av ulike modeller og deres generaliserte reisetid

Tre modeller ble testet for å finne hvilke parameterverdier og verdi for belastning som uttrykte den generaliserte reisetiden mest realistisk. Den første modellen tok utgangspunkt i de første parameterverdiene estimert fra problemløseren. I uttrykket for den generaliserte reisetiden inngikk både tilrettelagt sykkelanlegg og stigning. Den andre modellen tok kun tilrettelagte sykkelanlegg i betraktning. Den siste modellen tok, i likhet med modell 1, hensyn til både tilrettelagte sykkelanlegg og stigning. Her var parameterverdiene skalert. Figur 3.6.3 viser prosessen for kalibrering av parameterverdiene.



Figur 3.6.3 Prosessen for å finne parameterverdier til implementering i ATP-modellen.

3.7 Erfaringer

I forbindelse med datainnsamlingen dukket det opp uforutsette ting som er viktige erfaringer til senere. I enkelte bedrifter ble blant annet undersøkelsen kun delt med ansatte som kontaktpersonen hadde kjennskap til at syklet. Ettersom datainnsamlingen foregikk på vinteren kan det ha hendt at enkelte ansatte som kun sykler i sommerhalvåret ikke fikk tilsendt undersøkelsen.

En erfaring som dukket opp dagen undersøkelsen ble lansert, var at det ikke kom tydelig nok frem i e-posten eller i den nettbaserte undersøkelsen, at deltakerne *måtte* svare på både del 1 (spørreskjemaet) og del 2 (kartregistreringen). Ettersom det ikke var en direkte kobling mellom de ulike delene kunne deltakerne avslutte undersøkelsen etter del 1 (spørreskjemaet). Dette førte til noen uoverensstemmelser mellom spørreskjemaet og kartregistreringen. En annen problemstilling var bruk av kallenavnet. Det var obligatorisk å opprette et kallenavn i spørreskjemaet som skulle benyttes i kartregistreringen. Selv om deltakerne fikk beskjed om at de skulle benytte kallenavnet i del 2 var det ikke alle som skrev inn riktig kallenavn, eller noe navn i det hele tatt. Med bakgrunn i dette burde kallenavnet ha vært det siste deltakerne skrev inn i spørreskjemaet. Da ville de hatt det «friskt i minne».



3.8 Oppsummering av metode og fremgangsmåte

For å undersøke hva som påvirket syklisters rutevalg ble det utarbeidet en internettbasert undersøkelse som tok for seg ansattes reise med sykkel *til* jobb i Trondheim. Undersøkelsen ble sendt ut til 17 bedrifter samt medlemmer i Syklisters landsforening (Trondheim). Det ble samlet inn data fra 232 ansatte. Undersøkelsen inneholdt tre deler, der del 1 og del 2 var obligatorisk. Del 1 bestod av et spørreskjema der respondentene oppga informasjon om sosiodemografiske faktorer som kjønn og alder. I tillegg til dette rangerte de ulike forklaringsfaktorer ettersom hva de mente hadde størst betydning for deres rutevalg. Del 2 inkluderte en web-basert kartregistrering der respondentene registrerte sin normale rute til jobb i sommerhalvåret.

Før estimering av rutevalgsmodellen ble det utarbeidet et sykkelnettverk. Dette ble benyttet for å bestemme karakteristikkene til hver av deltakernes registrerte rute. For å kunne tillegge hver rute egenskapene til nettverket ble *map matching* benyttet. Av de eksterne nettverksdataene som inngikk i map matchingen, var de tre systemløsningene for sykkel samt mengde biltrafikk. Av de 200 deltakerne som registrerte sykkelruten sin, kunne 185 av rutene benyttes til utvikling av rutevalgsmodellen.

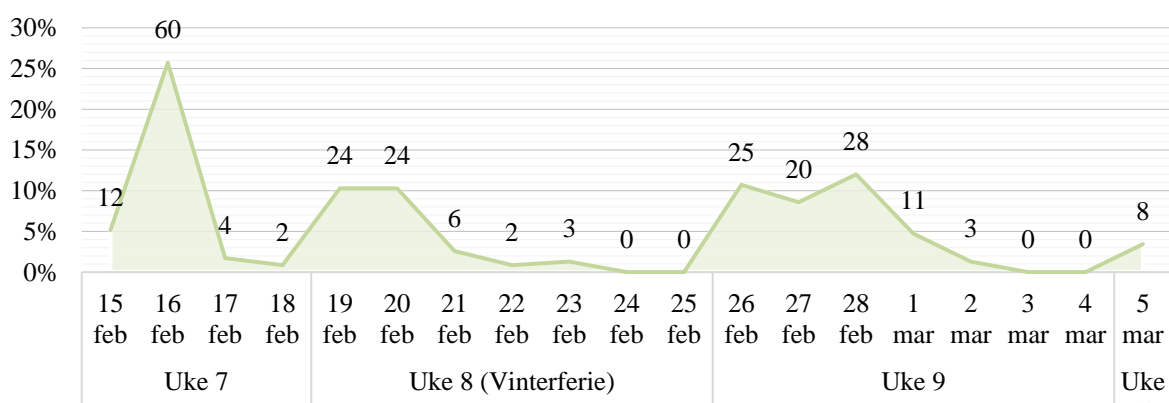
Multinomisk logitmodell ble benyttet for å estimere rutevalget til syklistene og en nyttefunksjon ble utviklet. Excel og verktøyet «problemløser» ble anvendt for å finne frem til de ulike parameterverdiene som inngikk i nytteuttrykket. Metoden for å implementere rutevalgsmodellen i ATP-modellen gikk ut på å finne et uttrykk for generalisert reisetid som kunne uttrykkes på lenke-nivå. Det ble gjennomført tre statistiske tester for å undersøke modellens forklaringskraft. I tillegg til dette ble rutevalgsmodellen, i forbindelse med implementering i ATP-modellen, validert mot valgte alternativ.

4 RESULTAT OG ANALYSE

I dette kapitlet presenteres de viktigste resultatene fra undersøkelsen og analysene. Kapitlet er delt inn i tre hoveddeler med bakgrunn i forskningsspørsmålene. Den første delen består av delkapitlene 4.1 – 4.4, hvor den beskrivende statistikken fra spørreskjemaet blir presentert. Enkelte av spørsmålene i spørreskjemaet er valgt plassert i vedlegg O. Delkapittel 4.5 tar for seg resultatene fra de statistiske analysene, og presenterer rutevalgmodellen med de estimerte parameterverdiene. Den tredje delen (delkapittel 4.6) inkluderer resultatene fra de statistiske testene samt resultatene fra implementeringen av rutevalgmodellen i en eksisterende nettverksmodell, ATP-modellen.

4.1 Svarrespons

Av de 2081 som mottok undersøkelsen var det 232 som svarte på spørreskjemaet. Det resulterte i en svarprosent på 11 prosent. Selv om andelen som svarte på undersøkelsen var relativt lav anses den å være normal ettersom det har vært en nedgang i svarprosenten for undersøkelser generelt (Hellevik, 2016). Av de 232 som svarte på spørreskjemaet registrerte 216 sykkelruten til jobb i kartregistreringen. Figur 4.1.1 viser responsen på spørreskjemaet fra uke 7 til uke 10 med ukedag.



Figur 4.1.1 Svarfrekvens fra spørreskjemaet (N=232).

Figuren viser at svært mange svar ble avgitt dag nummer to etter at undersøkelsen ble lansert. Responsen på undersøkelsen gikk relativt mye ned i uke 8 grunnet kollisjon med vinterferien. Derfor ble det mandag 26. februar (uke 9) sendt ut en påminnelse til et utvalg bedrifter. Det er usikkert om premien hadde vesentlig effekt på antall respondenter, men av de 232 som deltok i undersøkelsen, var det 136 som ønsket å delta i konkurransen.

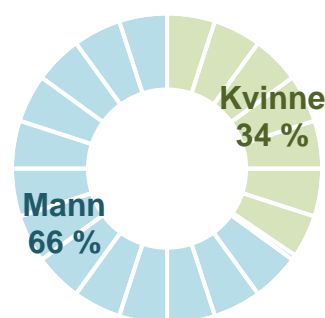


4.2 Individuelle egenskaper

Foruten å undersøke den faktiske atferden til deltakerne, er det vesentlig å vite hvem de ulike syklistene er. De individuelle egenskapene er knyttet opp mot sosiodemografiske faktorer som kjønn og alder. Det er valgt å også inkludere sykkelfrekvens og syklisttype i dette delkapittelet. Dette for å undersøke om deltakernes sykkelerfaring kan ha betydning for deres preferanser og rutevalg.

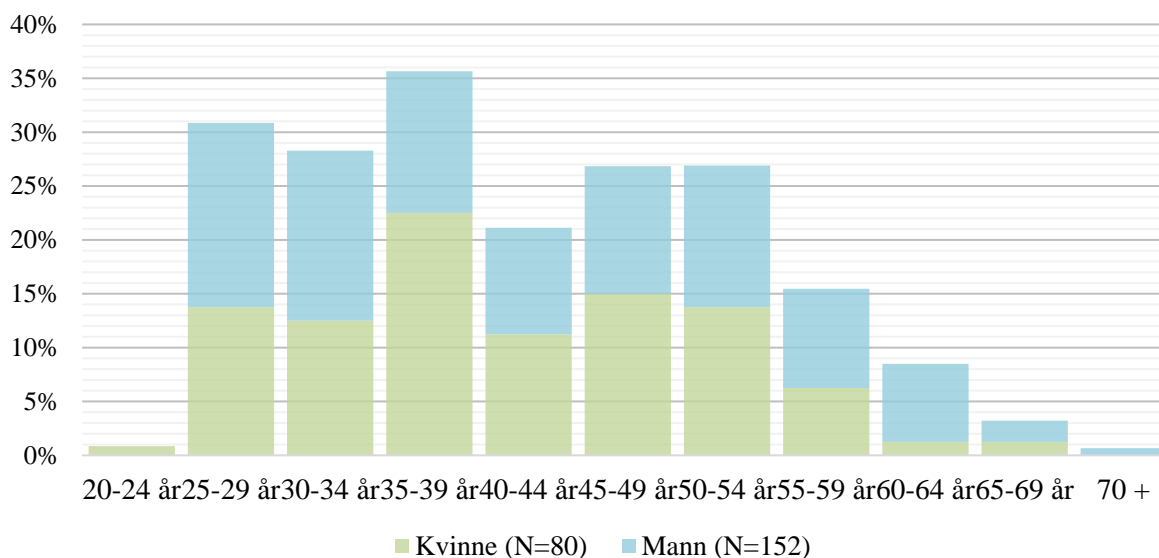
Kjønn og alder

Kjønnsfordelingen på respondentene var 66% menn og 34% kvinner. Figur 4.2.1 illustrer fordelingen. Sammenlignet med den Nasjonale reisevaneundersøkelsen 2013/2014 var andelen kvinner som deltok i dette studiet lavere og menn høyere.



Figur 4.2.1 Andel menn og kvinner som deltok i studien (N=80, 152).

Figur 4.2.2 viser at det er en relativt lik fordeling mellom kvinner og menn i de ulike aldersgruppene. Majoriteten av respondentene var i aldersgruppen 25 til 54 år. Det utgjorde 83 prosent av respondentene. I aldersgruppen 25 til 34 år var det en større prosentandel menn enn kvinner. Det samme gjaldt i aldersgruppene 55 til 70+. Aldersgruppene 20 til 24 år og 35 til 39 år skiller seg ut, hvor det er flere kvinner enn menn.



Figur 4.2.2 Andelen kvinner og menn som deltok i studien fordelt på aldersgruppe, kjønnsfordelt (N=232).

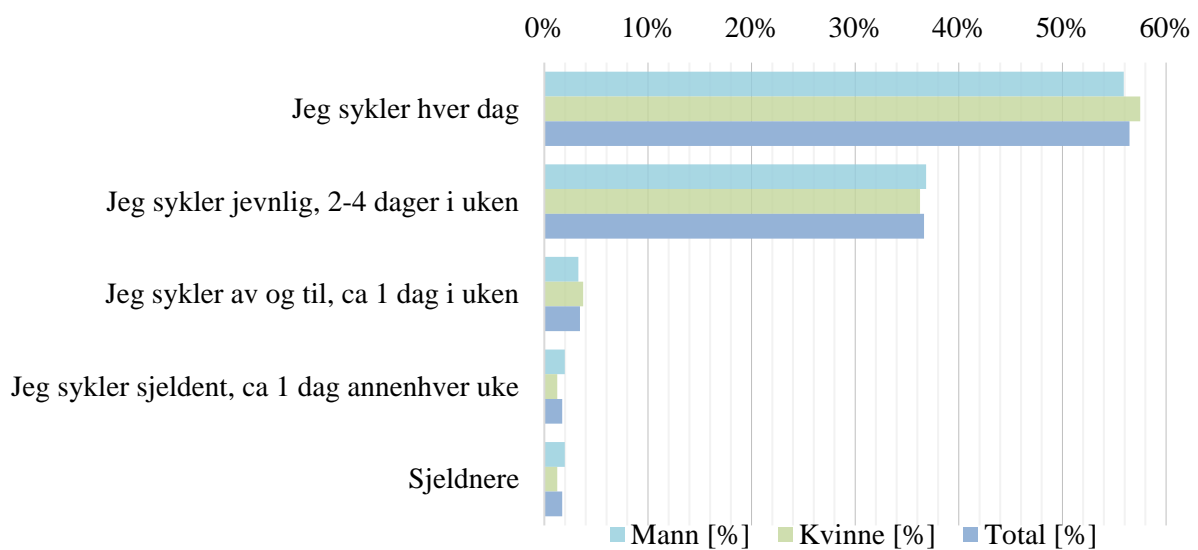
Sammenlignet med den Nasjonale reisevaneundersøkelsen 2013/2014 er det spesielt aldersgruppen 25 til 29 år som skiller seg ut. I dette studiet var andelen for aldersgruppen 5 prosent høyere. I den Nasjonale reisevaneundersøkelsen gjennomføres flest sykkelturet til jobb for aldersgruppen 40 til 44 år. I dette studiet er derimot aldersgruppen underrepresentert. Tabell 4.2.1 viser median og gjennomsnitt for utvalget. Resultatene viser at kvinnene som svarte var generelt litt yngre enn mennene.

Tabell 4.2.1 Oversikt over undersøkelsens aldersfordeling med median og gjennomsnitt (N=232).

	Total	Kvinne	Mann
Median:	40	39	41
Gjennomsnitt:	42	41	43
Yngste:	23	23	25
Eldste:	75	65	75

Sykkelfrekvens

Av de som deltok i undersøkelsen syklet over 93 prosent av respondentene to eller flere dager i uka, viser til Figur 4.2.3. Som det fremgår av figuren syklet kvinnene i utvalget litt oftere enn mennene. De som syklet sjeldent, ca to dager i måneden eller sjeldnere, utgjorde kun 4 prosent av respondentene.

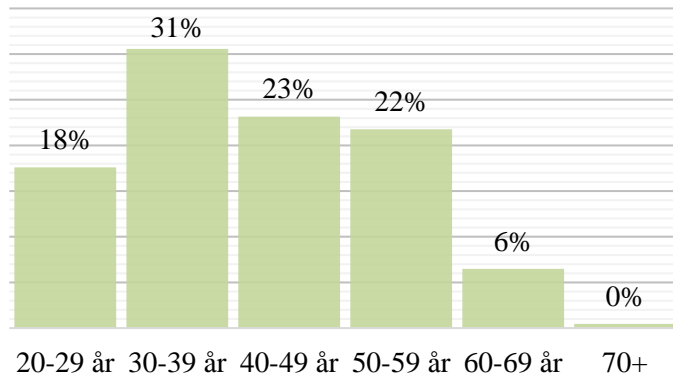


Figur 4.2.3 Sykkelfrekvens, «Omlag hvor ofte sykler du til jobb fra april til september?», kjønnsfordelt (N=232).

Sammenlignet med TØI sin sykkelteledugnad for Trondheim, er sykkelfrekvensen i denne studien relativt lik deres funn for arbeidsreiser. Fyhri *m.fl.* (2017c, s. 23) kom frem til at omkring 70 prosent syklet til jobb mellom 2 og 5 dager i uken.



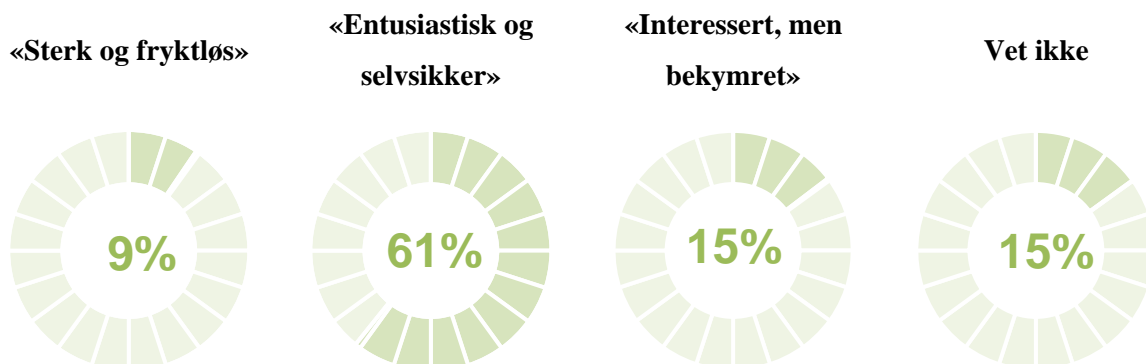
Ettersom de som syklet mellom 2 til 5 dager i uken utgjør hele 93 prosent av utvalget, var det ønskelig å undersøke disse syklistene nærmere. Figur 4.2.4 viser at det er aldersgruppen 30 til 39 år som skiller seg mest ut med 31 prosent.



Figur 4.2.4 Andel og alder for de som syklet mellom 2 og 5 dager i uka til jobb (N=216).

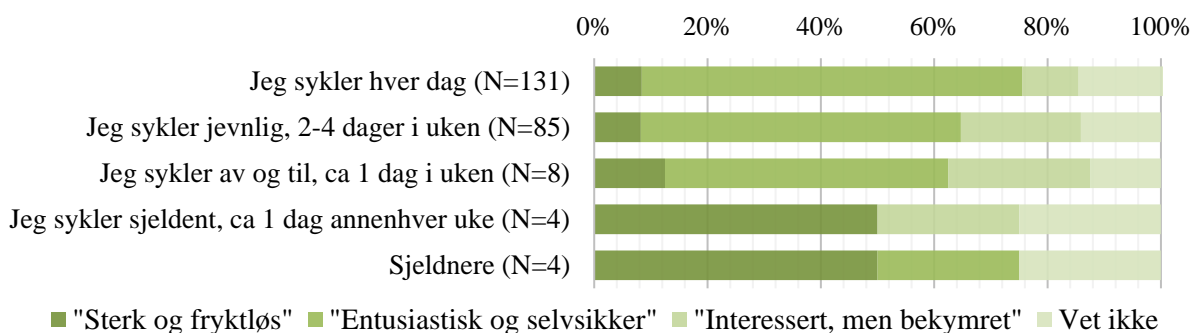
Syklisttyper

Geller (2006) benyttet som nevnt i delkapittel 2.6 fire typologier for å kategorisere syklistere. Hans fjerde kategori *Absolutt ikke* inngår ikke i undersøkelsen, da formålet er å kartlegge preferanser for vegvalg blant de som sykler. Kategoriseringen til Geller (2006) er omdiskutert ettersom den hovedsakelig er basert på tilrettelagt infrastruktur, og tar i liten grad hensyn til andre faktorer (Damant-Sirois *m.fl.*, 2014). I motsetning til Dill og McNeil (2013), har syklistene i denne undersøkelsen selv valgt hvilken syklisttype de kategoriserer seg som. Figur 4.2.5 viser fordelingen mellom de ulike kategoriene. Resultatene fra undersøkelsen viste at 61 prosent av syklistene anser seg som entusiastiske og selvsikre.



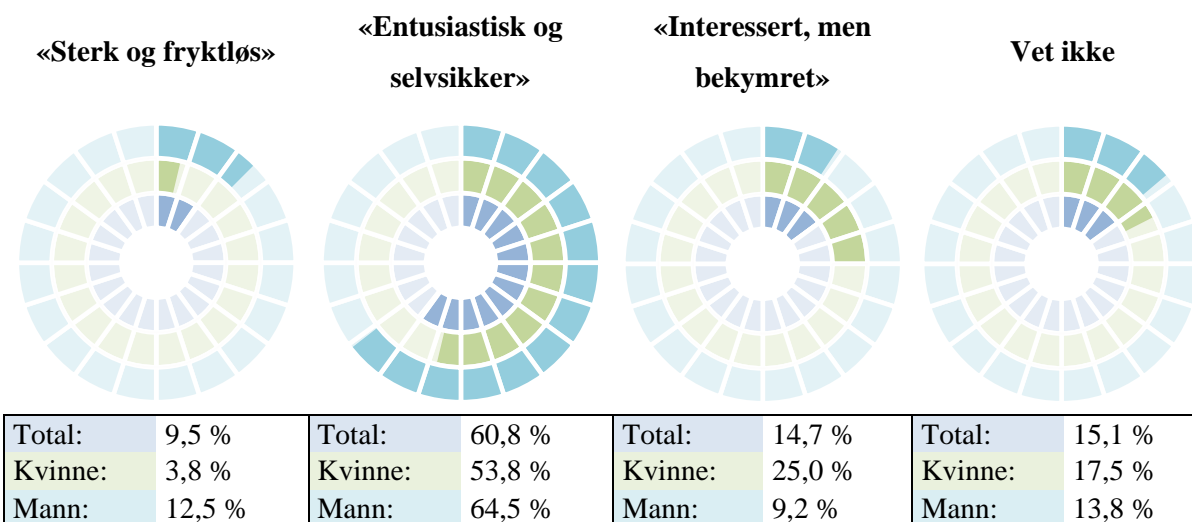
Figur 4.2.5 Fordelingen for de ulike syklisttypene i prosent (N=232).

Resultatene gir en indikasjon på hvor komfortable syklistene er i trafikken, og hva som påvirker deres rutevalg. Med bakgrunn i resultatene var det ønskelig å undersøke om det var noen sammenheng mellom syklisttype og hvor ofte man syklet. At man sykler ofte i sommerhalvåret 2017 betyr ikke nødvendigvis at man er en erfaren syklist, men det kan være en indikasjon. Det var svært få deltakere i undersøkelsen som syklet sjeldnere enn 1 dag i uken i sommerhalvåret (N=8), viser til Figur 4.2.6. Dette gjør det vanskelig å tolke svarene for denne gruppen.



Figur 4.2.6 Sykkelfrekvensen for de ulike syklisttypene i prosent (N=232).

I motsetning til de som syklet sjeldent var det en relativt lik fordeling mellom de som syklet mellom 1 og 5 dager i uken. Resultatene viste at det ikke var noen betydelig forskjell mellom deltakerne som syklet hver dag, og de som syklet mellom 1 til 4 dager i uken. Unntaket var kategorien *Interessert, men bekymret*. For de som syklet hver dag var det kun 10 prosent i denne kategorien, i motsetning til de som syklet mellom 1 til 4 dager i uken der 20 prosent falt innenfor denne kategorien.

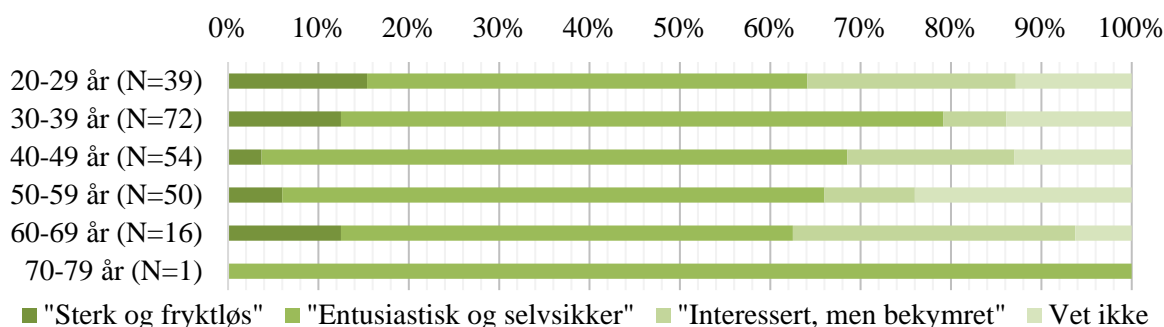


Figur 4.2.7 Kjønnfordelingen for de ulike syklisttypene (N=232).

Dersom man ser på fordelingen mellom kvinner og menn, var det en relativt lik fordeling mellom de som så seg som entusiastiske og selvsikre. Figur 4.2.7 viser at 12,5 % av mennene så på seg selv som sterke og fryktløse, mens 25 % av kvinnene var interessert, men bekymret. Figur 4.2.3 viste aldersfordelingen for de ulike syklisttypene. Med bakgrunn i figuren har ikke dette nødvendigvis noen sammenheng med hvor ofte deltakerne syklet da kvinnene i undersøkelsen syklet oftere enn mennene. Figur 4.2.8 viser aldersfordelingen mellom de ulike syklisttypene.



Den yngste aldersgruppen, 20 til 39 år, og den nest eldste, 60 til 69 år, var de som så seg som mest fryktløse. Samtidig er det også de som ser seg som mest bekymret. Med unntak av aldersgruppen 30 til 39 år. Det var derfor ingen entydig sammenheng mellom de ulike aldersgruppene.



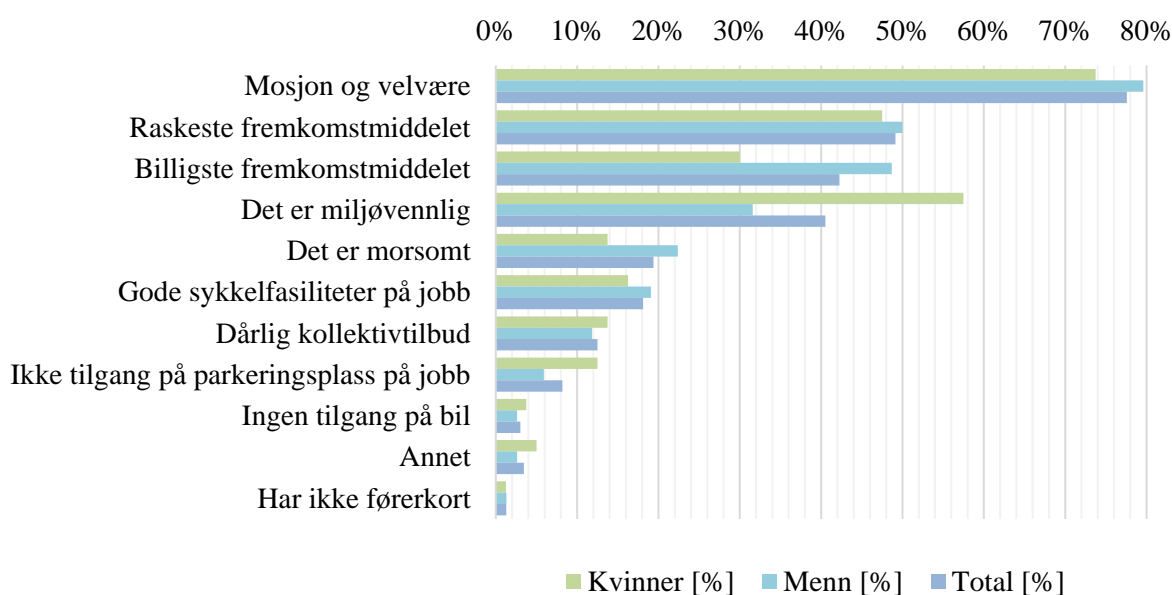
Figur 4.2.8 Aldersfordeling for ulike syklisttyper (N=232).

4.3 Omfanget av sykling

Det er flere faktorer som har innvirkning på omfanget av sykling. Enkelte forklaringsfaktorer bidrar negativt til bruk av sykkel, der andre kan bidra til at flere velger sykkel fremfor andre transportmidler (jfr. delkapittel 2.4). Med bakgrunn i dette var det ønskelig å undersøke syklistenes motivasjon for å sykle til jobb og hvilke faktorer som påvirket dette.

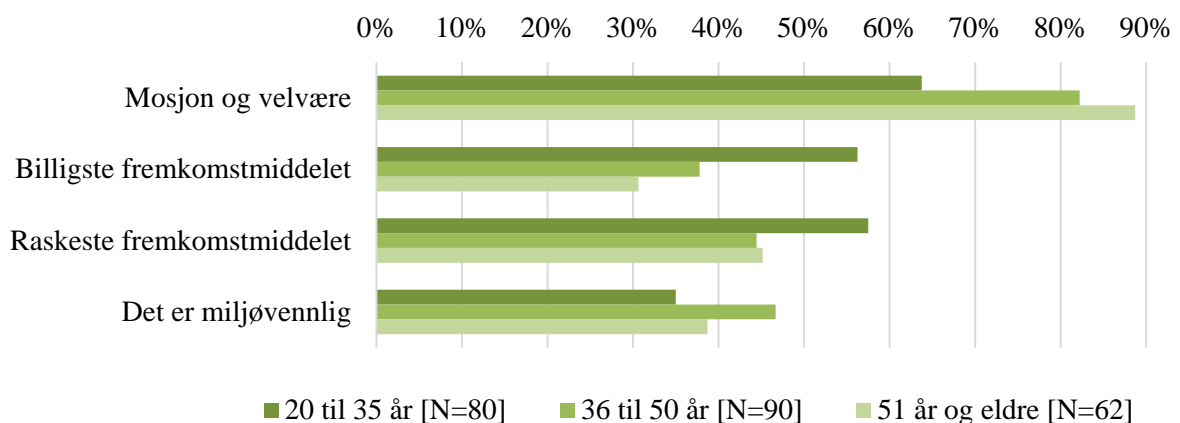
4.3.1 Faktorer som påvirker sykkelomfanget

Respondentene ble derfor spurt om deres grunner til å sykle til jobb, der de kunne velge inntil 3. Figur 4.3.1 viser fordelingen mellom de ulike faktorer, og hvilke forklaringsfaktorer som hadde størst innvirkning for respondentenes motivasjon til å benytte sykkel til jobb.



Figur 4.3.1 Hvilke faktorer som påvirker deltakernes valg om å sykle til jobb, kjønnsfordelt (N=232).

Mosjon og velvære var uten tvil hovedgrunnen, etterfulgt av *raskeste fremkomstmiddel*, *billigste fremkomstmiddel* og at sykkel er et miljøvennlig transportmiddel. De tydeligste forskjellene mellom kvinner og menn var alternativene *billigste fremkomstmiddel* og *miljøvennlighet*. Flere kvinner var opptatt av miljøvennlighet, og flere menn så på sykkel som det billigste fremkomstmiddelet. Figur 4.3.2 viser at for aldersgruppen 51 år og eldre var det *mosjon og velvære* som var hovedgrunnen til at de syklet til jobb, etterfulgt av aldersgruppen 36 til 50 år. Det samme gjaldt for den yngste aldersgruppen, hvor det samtidig var en jevnere fordeling. De var også svært opptatt av sykkel som billigste og raskeste alternativ.



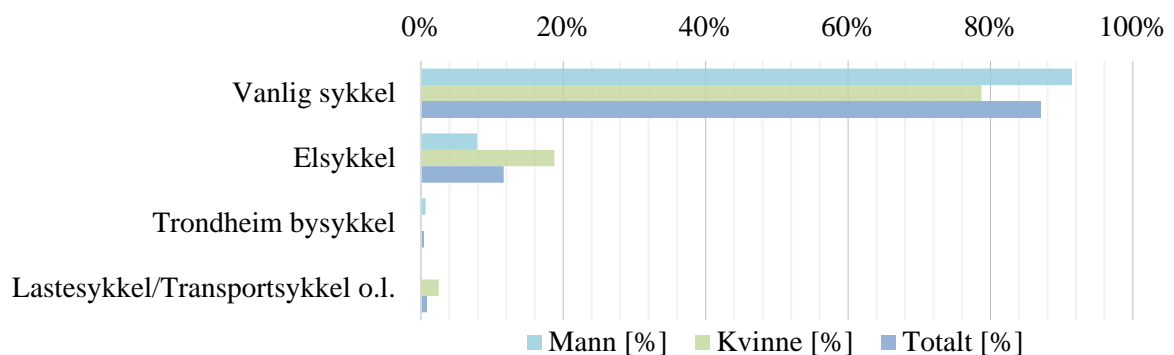
Figur 4.3.2 Fordelingen mellom de viktigste grunnene for å sykle til jobb fordelt på alder (N=232).

4.3.2 Sykkelreisen til jobb

Studier viser at det er forskjellige faktorer som påvirker syklisters rutevalg avhengig av reises formål (Yang og Mesbah, 2013). Dette tilsier at reisens formål er av betydning når man velger sykkelrute. I dette avsnittet presenteres spørsmålene som omhandlet reisen til jobb.

Valg av sykkel

Figur 4.3.3 viser at over 80 prosent av respondentene benyttet *vanlig sykkel* på sykkelreisen til jobb. Dataene viste også at andelen syklister som benytter *elsykkel* til jobb var høyest blant kvinner, med nesten 20 prosent.



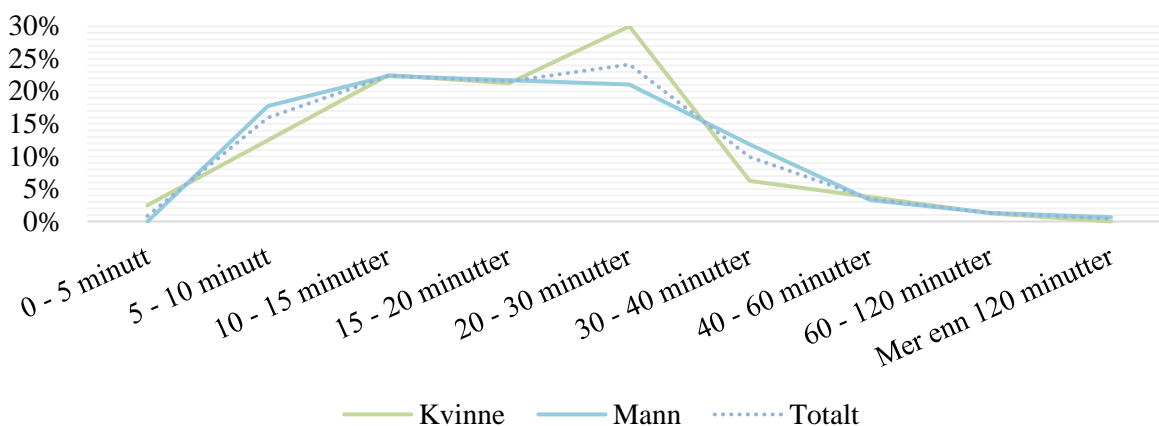
Figur 4.3.3 Fordeling for valg av sykkel, kjønnsfordelt (N=232).



Sammenlignet med den Nasjonale reisevaneundersøkelsen 2013/2014 var elsykkelandelen i denne undersøkelsen vesentlig mye høyere for arbeidsreisene, og det var flere menn som benyttet elsykkel (Hjorthol *m.fl.*, 2014). Dette kan ha sammenheng med at salget av elsykler har hatt en vesentlig økning siden 2013/2014 (Nilsen, 2017).

Reisetid med sykkel

Figur 4.3.4 viser at de fleste kvinnene som deltok i undersøkelsen syklet mellom 10 og 30 minutter til jobb. Fordelingen for mennene var mer jevn fra 5 til 30 minutter.

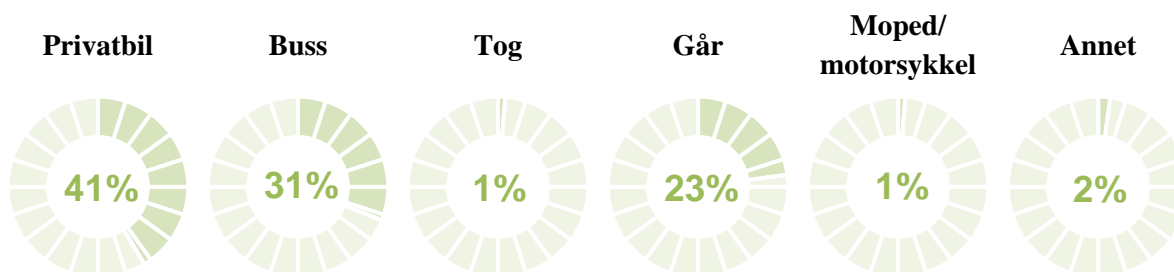


Figur 4.3.4 Reisetid med sykkel til jobb, kjønnsfordelt (N=232).

Totalt var det flest som syklet mellom 20 og 30 minutter. Gjennomsnittsreisen til jobb var omkring 21 minutter. Dette er noe høyere enn gjennomsnittsreisen til/fra jobb i reisevaneundersøkelsen 2013/2014 på 17 minutter.

Alternativt transportmiddel

Figur 4.3.5 viser alternativt transportmiddel når deltakerne ikke benyttet sykkel. Respondentene benyttet i hovedsak privatbil, buss eller gange til jobb dersom de ikke syklet.



Figur 4.3.5 Alternativt transportmiddel, «Hvilket transportmiddel bruker du oftest til jobb når du ikke sykler?» (N=232).

Sammenlignet med svarene til Fyhri *m.fl.* (2017c, s. 20) kan det se ut som at andelen for offentlig transport og gange var høyere i denne undersøkelsen. Samtidig er det utfordrende å sammenligne studiene da sykkel ikke var definert som svaralternativ i denne undersøkelsen. Fordelingen vil antageligvis vært annerledes dersom formuleringen hadde vært tilsvarende Fyhri *m.fl.* (2017c) sitt studiet. I spørreundersøkelsen var også bilpassasjer og taxi definert som svaralternativ.

Avvik fra den vanlige sykkelruten til jobb

For å undersøke hva som påvirker rutevalget til syklister var det interessant å undersøke om respondentene i hovedsak benyttet samme rute til jobb hver dag, eller om dette varierte. I spørreskjemaet ble respondentene spurt om de benyttet den samme ruten til jobb, eventuelt hva som avgjorde hvorfor de valgte en annen rute og hvor ofte dette forekom. Av de 232 som svarte på spørreskjemaet var det kun 18 som svarte at de ikke benyttet samme rute hver dag når de syklet til jobb. Dette utgjør kun 8 prosent av utvalget, noe som indikerer at de færreste velger en annen rute. Vedlegg O viser fordelingen for hvorfor deltakerne velger en annen rute samt hvor ofte.

De som valgte en annen rute gjorde dette i hovedsak fordi de ønsket variasjon. Enkelte av respondentene nevnte drift- og vedlikehold som årsak. Dette kan ha sammenheng med at undersøkelsen foregikk i vinterhalvåret. Antageligvis burde det vært presisert at spørsmålene omhandlet den vanlige sykkelruten til jobb i sommerhalvåret, da det tidligere i undersøkelsen ble spurt om man benyttet samme rute i sommerhalvåret som i vinterhalvåret, viser til vedlegg O. Respondentene ble også spurt hvor ofte de valgte en annen sykkelrute. Av de som sa de varierte rute, svarte i underkant av 50 prosent mellom 1 til 2 ganger i uken. Respondentene ble også spurt om ruten som avvek fra deres vanlige sykkelrute var kortere eller lengre. 78 prosent svarte at ruten var lenger.

Følgning av barn

Det fremgår av Figur 4.3.6 at det var omkring en tredjedel som ofte eller av og til følger barn til barnehage og skole. Sammenlignet med Figur 4.2.2 (aldersfordelingen til respondentene) virker tallene logiske. Med bakgrunn i resultatene virker ikke følging av barn til barnehage eller skole å ha vesentlig betydning for rutevalget.



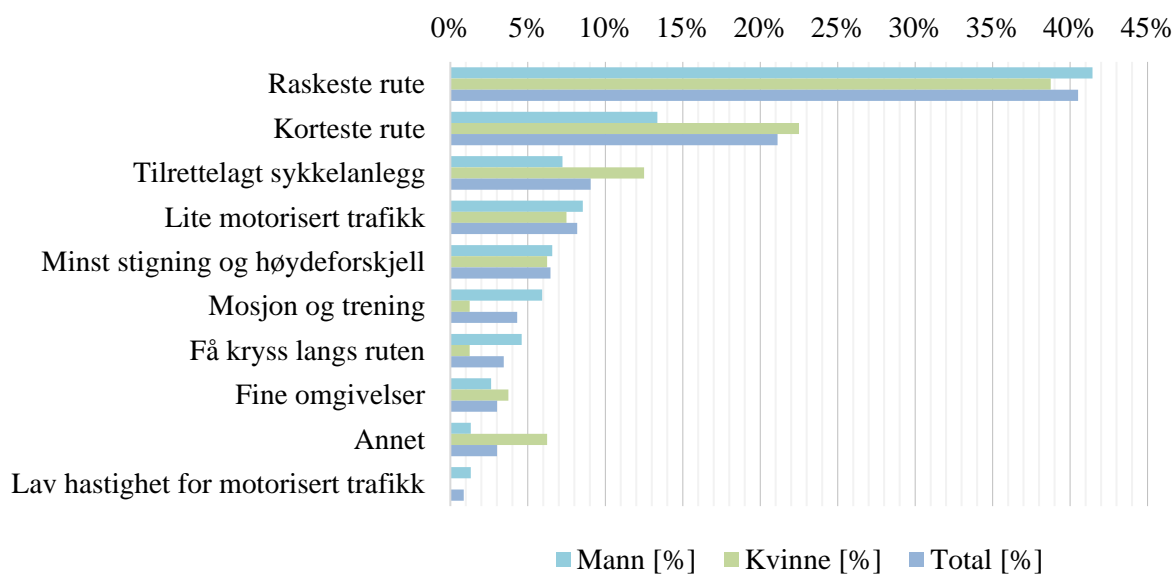
Figur 4.3.6 Fordelingen for hvor ofte deltakerne fulgte barn til barnehage og skole på arbeidsreisen til jobb (N=232).

4.4 Egenskaper ved sykkeltilbudet

Flere spørsmål ble inkludert i spørreskjemaet for å undersøke hvilke egenskaper ved sykkeltilbudet som hadde betydning for deltakernes rutevalg. Dette delkapittelet inkluderer hovedgrunnen til deltakernes rutevalg samt andre forklaringsfaktorer som påvirker valg av rute. Det gjelder i hovedsak kontekstuelle egenskaper og egenskaper ved nettverket.

4.4.1 Hovedgrunnen for rutevalget til jobb

Respondentene ble spurt om hva som var hovedgrunnen til deres rutevalg til jobb. Figur 4.4.1 viser at for både kvinner og menn var *raskeste rute* den viktigste grunnen. Et interessant aspekt er at kvinner i større grad enn menn foretrekker korteste rute.

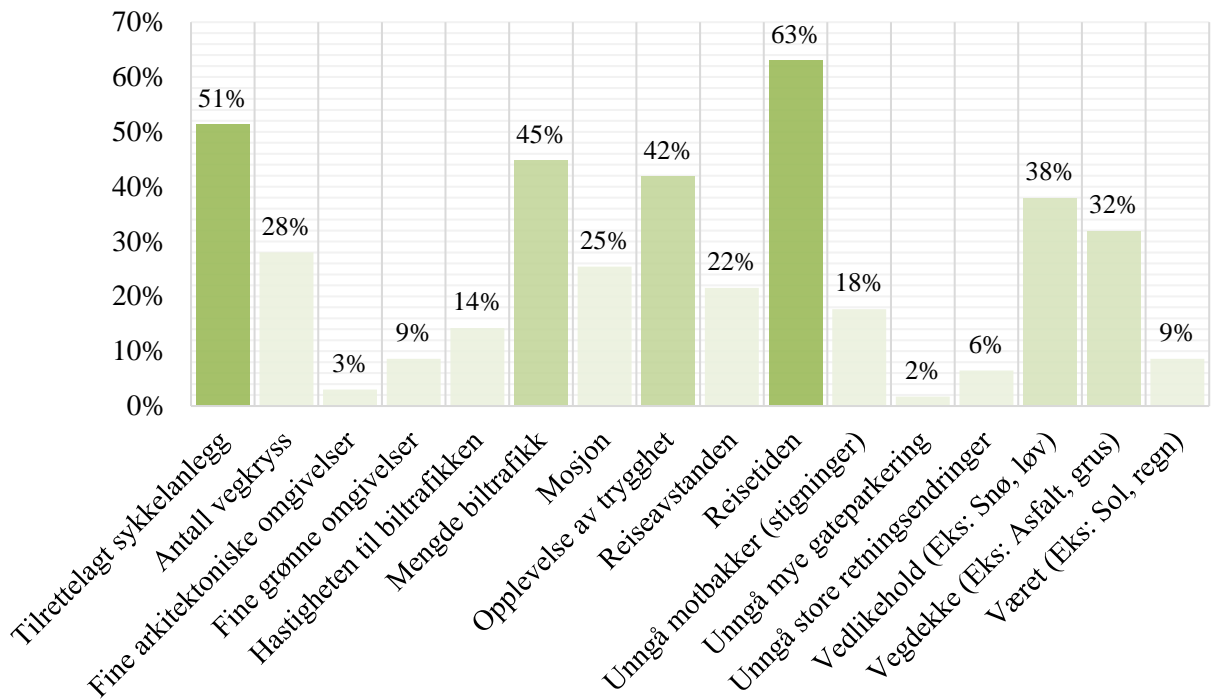


Figur 4.4.1 Hovedgrunnen til rutevalget til jobb, kjønnsfordelt (N=232).

Resultatene ga en indikasjon på at de kvinnelige deltakerne foretrakk ruter med tilrettelagte sykkelanlegg i større grad enn de mannlige. I motsetning til kvinnene valgte mennene i større grad rute basert på mosjon og trening, samt få kryss langs ruten. Det er samtidig svært få deltakere i disse kategoriene.

4.4.2 Forklaringsfaktorer som påvirker rutevalget

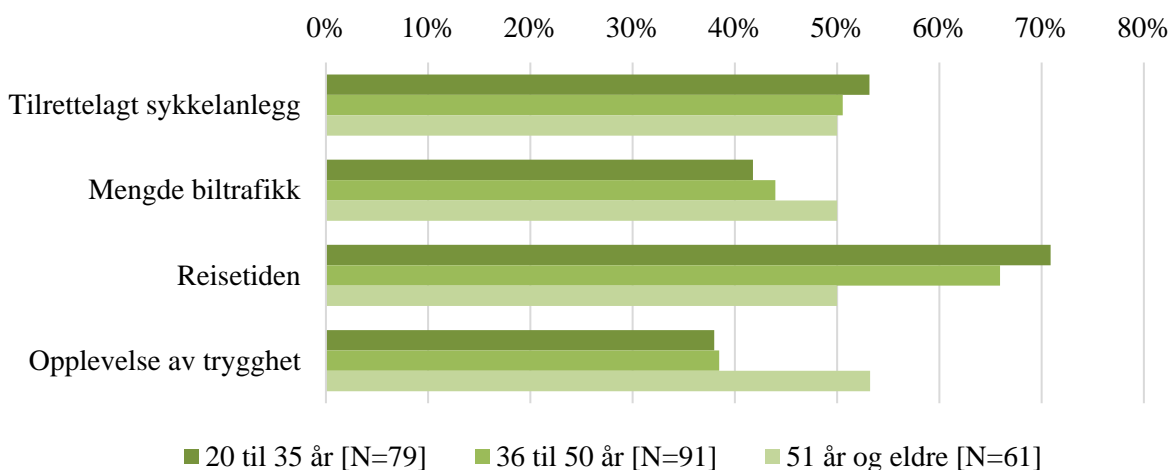
Figur 4.4.2 viser hvilke forklaringsfaktorer syklistene mente var viktig når de valgte sykkelrute. Respondentene verdsatt reisetiden høyest, etterfulgt av *tilrettelagte sykkelanlegg*, *mengde biltrafikk* og *opplevelse av trygghet*. Samtidig er det noen av forklaringsfaktorene som har en viss korrelasjon. Tilstedeværelse av sykkelanlegg har betydning for opplevelse av trygghet (jfr. avsnitt 2.5.1). Det samme gjelder for mengde biltrafikk eller strengt tatt fravær av (jfr. avsnitt 2.5).



Figur 4.4.2 Fordelingen for forklaringsfaktorer som påvirker deltakernes rutevalg.

Andre forklaringsfaktorer var *vegdekke* og *vedlikehold*, som over 30 prosent av deltakerne mente var viktig. Forklaringsfaktorene som skilte seg ut var omgivelsene (arkitektoniske og grønne), *unngå gateparkering*, *unngå store retningsendringer* og *været*. Det var under 10 prosent av deltakerne som mente disse var betydningsfulle for rutevalget.

Figur 4.4.3 viser at det er en relativt lik fordeling mellom de ulike aldersgruppene med unntak av *reisetid* og *opplevelse av trygghet*. Deltakerne fra 20 til 50 år verdsatt reisetiden mer enn de over 50 år. Aldersgruppen 50 år + var derimot mer opptatt av opplevelsen av trygghet og til dels mengde biltrafikk. Samtidig viser figuren at det er en relativt lik fordeling mellom de ulike grunnene for aldersgruppen 51 år +.

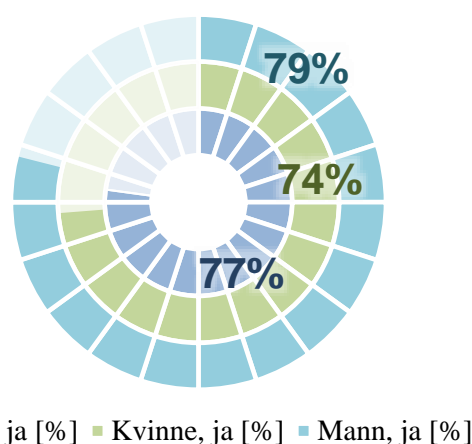


Figur 4.4.3 Prosentvisfordeling for hver alderskategori for de fire forklaringsfaktorene som hadde størst påvirkning på rutevalget.

4.4.3 Kontekstuelle egenskaper

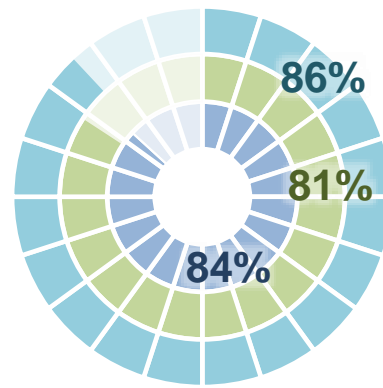
De kontekstuelle egenskapene som vær, klima og årstid er forklaringsfaktorer som er lite representert i forskningslitteraturen, viser til avsnitt 2.5.2. Reisevaneundersøkelsen 2013/2014 viser at sykkelandelen er lavere i vintermånedene (jfr. Figur 2.5.4). Grunnen til dette kan blant annet være at føreforholdene for sykkel blir dårligere som følge av snø og kulde. På bakgrunn av dette ble det valgt å tilføye spørsmål i spørreskjemaet som tok utgangspunkt i dette. I tillegg fikk respondentene mulighet til å registrere sin normale rute i vinterhalvåret dersom den avvok fra sykkelruten i sommerhalvåret.

Figur 4.4.4 viser at av respondentene som deltok i undersøkelsen syklet flertallet av både kvinner og menn også om vinteren. Av de 232 respondentene var det kun 53 som oppga at de ikke syklet om vinteren. Selv om syklistene oppga at de syklet både sommer og vinter, betyr ikke dette nødvendigvis at de syklet like mye i vinterhalvåret. Grunnen til at 23 prosent av deltakerne ikke syklet om vinteren var hovedsakelig grunnet vær og klima og drift- og vedlikehold. Flere oppga at kulde og snø var to viktige faktorer for hvorfor de ikke valgte å sykle, viser til vedlegg O.



Figur 4.4.4 Andelen av respondentene som sykler på vinteren (N=179).

Respondentene som oppga at de syklet både sommer og vinter ble spurt om de anså seg som en helårssyklist. Figur 4.4.5 viser at av de 179 som syklet om vinteren var det 84 prosent som anså seg selv som helårssyklister.

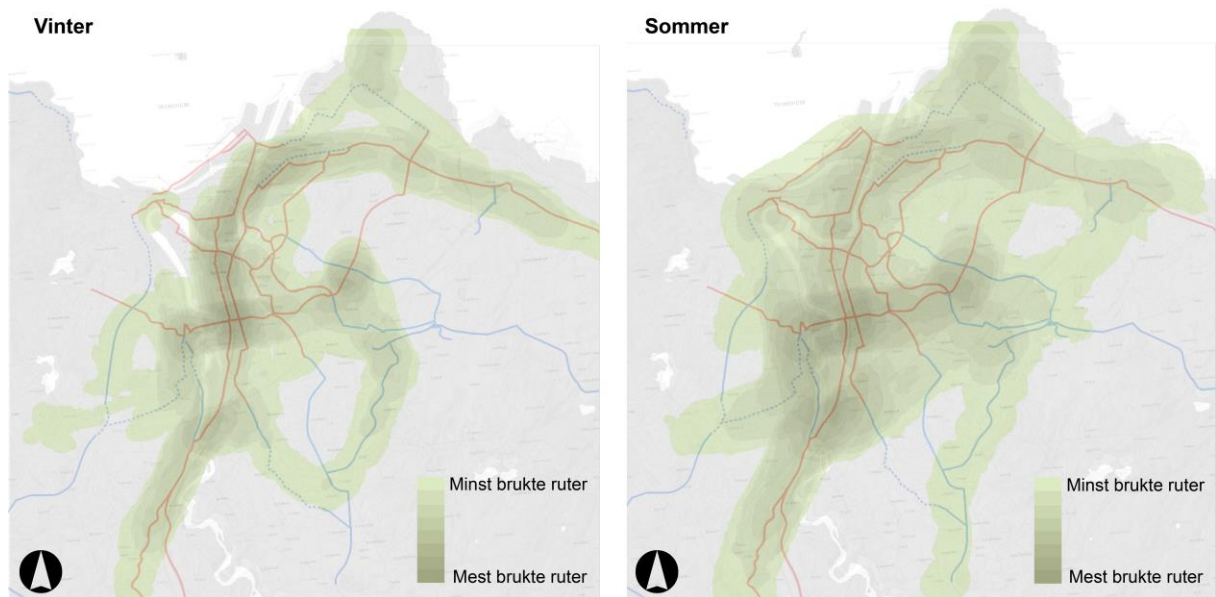


■ Total, ja [%] ■ Kvinne, ja [%] ■ Mann, ja [%]

Figur 4.4.5 Andelen av syklister som så på seg selv som helårssyklist, kjønnsfordelt (N=179).

Respondentene som oppga at de også syklet om vinteren ble spurt om de syklet en annen rute i vinterhalvåret enn i sommerhalvåret. Dette ble gjort for å undersøke, eventuelt avdekke, om årstid og klima har betydning for

rutevalget. Av de 179 som oppga at de syklet om vinteren, var det kun 21 prosent som oppga at de syklet en annen rute. Hovedgrunnen var (uten tvil) drift- og vedlikehold, viser til vedlegg O. Respondentene fikk muligheten til å registrere ruten i vinterhalvåret dersom den var forskjellig fra deres sommerrute. Det var totalt 42 som registrerte en alternativ rute i vinterhalvåret.



Figur 4.4.6 Sammenligning av vinter- (N=42) og sommerruter (N=209).

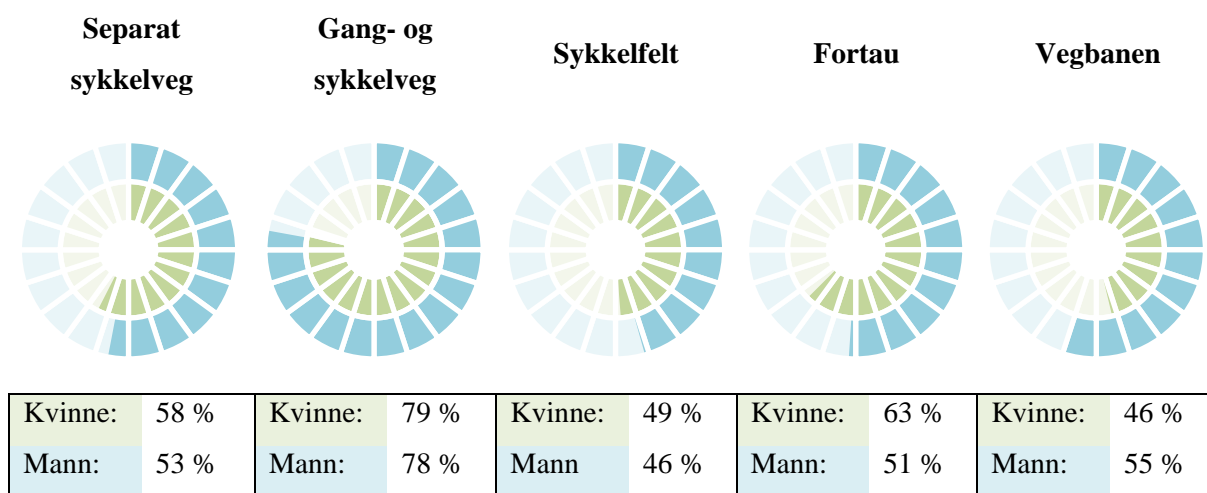
Figur 4.4.6 viser forskjellene og likhetene mellom rutevalgene for vinter- og sommerrutene. Linjene i kartet viser hvilke sykkelveger som er vinteråpne og som vedlikeholdes om vinteren (Miljøpakken, 2017). Resultatene viste at det var en viss sammenheng mellom sykkelvegene som vinterdriftes og rutene som ble registrert for vinterhalvåret.



Figur 4.4.6 gir en indikasjon på at sykklistene foretrekker å sykle på separat sykkelveg (Innherredsvegen), fremfor å sykle i sykkelfelt (Kong Øysteins veg). Dersom vintervedlikeholdet er mangelfullt i sykkelfelt vil folk tvinges til å sykle på fortau eller i vegbanen (Sørensen, 2013). Dette kan derfor påvirke rutevalget. Samtidig er det for få ruter (N=42) til å kunne trekke noen sikre konklusjoner.

4.4.4 Egenskaper ved nettverket

I dette avsnittet gjennomgås resultatene knyttet til egenskaper ved nettverket. Det gjelder hovedsakelig sykklistenes preferanser for ulike typer sykkelanlegg. I forbindelse med spørreskjemaet ble respondentene spurt om hvilke anlegg de benyttet på sykkelruten til jobb. Alternativene var separat sykkelveg, gang- og sykkelveg, sykkelfelt, fortau og vegbane. Figur 4.4.7 viser fordeling mellom de ulike.

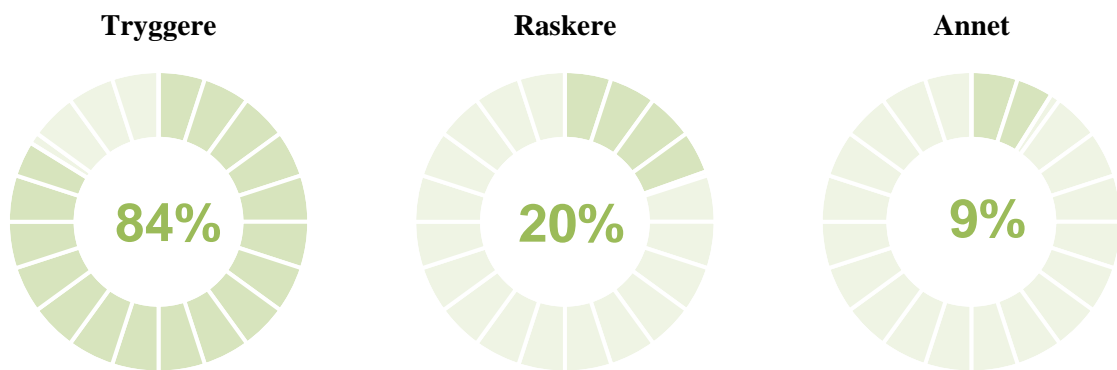


Figur 4.4.7 «Hvilke av følgende anlegg benytter du på din sykkelrute til jobb?», kjønnsfordelt (N=80, N=149).

Resultatene viste at det i hovedsak var gang- og sykkelveger som ble mest brukt. Nesten 80 prosent av både kvinnene og mennene oppga at de benyttet gang- og sykkelveger som en del av deres reise til jobb. Et annet interessant funn var forskjellen mellom kvinner og menn som benyttet fortau. 63 prosent av kvinnene som deltok i studien benyttet fortau som en del av sykkelreisen til jobb. Generelt benyttet en større andel av kvinnene de ulike anleggene på sykkelreisen til jobb, med unntak av vegbanen. Dette kan gi en indikasjon på at flere menn valgte å sykle i vegbanen sammenlignet med kvinnene.

Fortau

I spørreskjemaet ble respondentene spurt om de noen ganger syklet på fortau fremfor i trafikken. 77 prosent av deltakerne svarte ja. Respondentene fikk også spørsmål om hva som var grunnen til at de valgte å sykle på fortau. I forbindelse med utarbeidelse av spørreskjemaet kom det frem hovedsakelig to grunner til at man velger å sykle på fortau; tryggere og/eller raskere (jfr. Vedlegg J). Respondentene hadde også mulighet til å skrive inn andre årsaker.



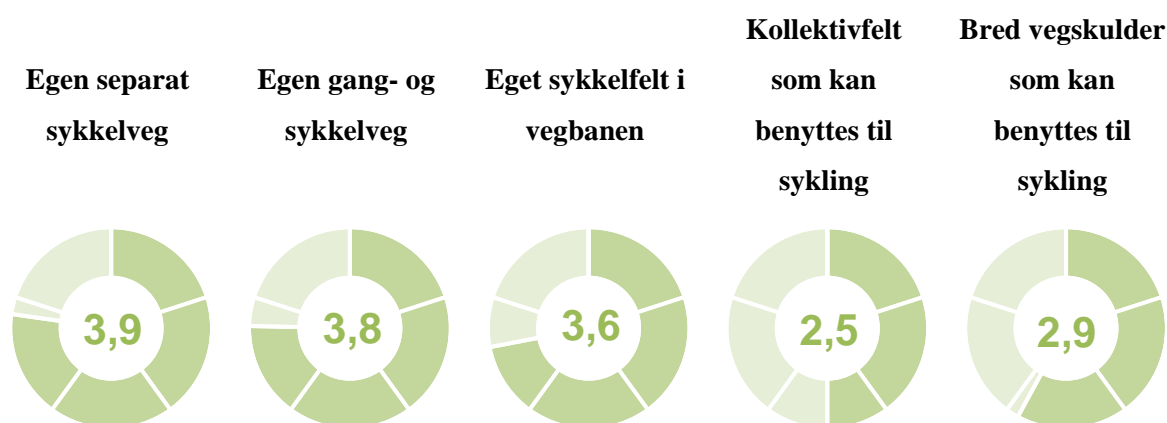
Figur 4.4.8 «Velger du å sykle på fortau fordi det er: Tryggere/Raskere/Annet» (N=179).

Figur 4.4.8 viser at 84 prosent av deltakerne oppga trygghet som deres grunn for å velge fortau fremfor å sykle i trafikken. Av de 179 som syklet på fortau var det kun 20 prosent som sa at de syklet på fortau fordi det var raskere. Det var 16 deltakere som hadde andre grunner til at de valgte å sykle på fortau. En av grunnene var at det var mer praktisk og behagelig.

Respondentene hadde også mulighet til å skrive hvilke veger/gater som de benyttet fortau fremfor å sykle i vegbanen. Av de 179 som oppga at de benyttet fortau, nevnte 130 av deltakerne hvilke veger og gater de benyttet. I vedlegg O gis en oversikt over disse vegene og gatene. Selv om de ulike vegene og gatene er markert i kartet, betyr det ikke nødvendigvis at det er etablert fortau langs hele kjørevegen. Det var antageligvis kun delstrekninger hvor fortau ble benyttet.

Sykkelinfrastruktur

I spørreskjemaet ble deltakerne bedt om å rangere ulike typer sykkelinfrastruktur etter hva som påvirket deres rutevalg. Disse ble rangert på følgende måte: Svært viktig (5), ganske viktig (4), noe viktig (3), litt viktig (2) og ikke viktig (1). En total score på 5 ville derfor betydd at alle deltakerne svarte at tilretteleggingen hadde svært stor betydning. Figur 4.4.9 viser hvilke typer sykkelanlegg deltakerne oppga at de foretrakk. Tallet i midten viser gjennomsnittlig score.

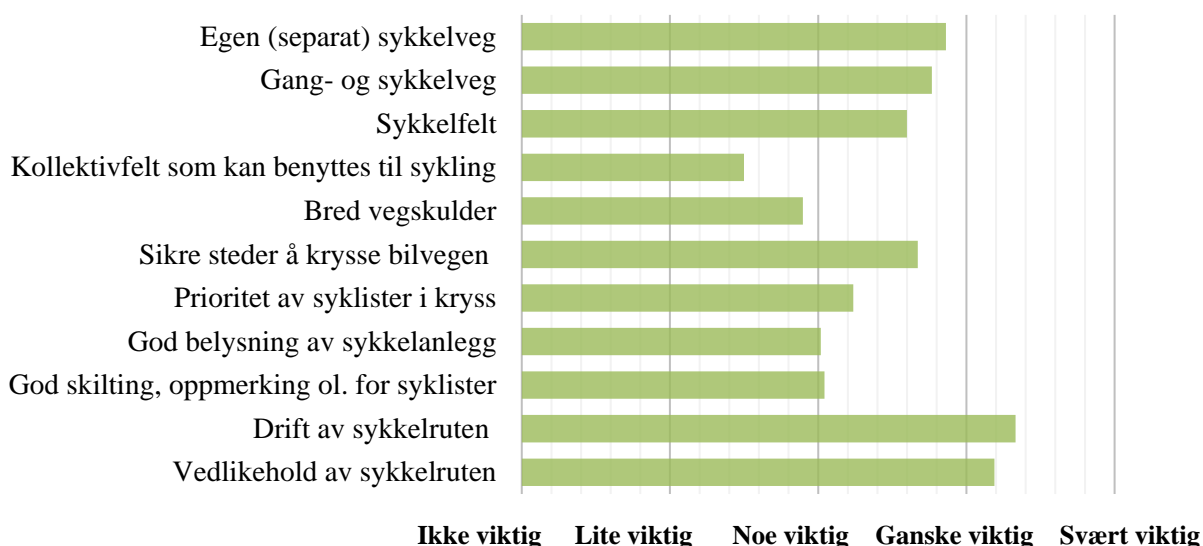


Figur 4.4.9 Hvilke typer sykkelanlegg deltakerne oppga at de foretrakk (N=232).

Figuren viser at både egen separat sykkelveg, egen gang- og sykkelveg og eget sykkel felt har relativt stor påvirkning for hvor deltakerne velger å sykle. Kollektivfelt som kan benyttes til sykling samt bred vegskulder, virket ikke ha relativt stor betydning for deltakernes valg av rute.

Sykkelanlegg og andre tilrettelegginger

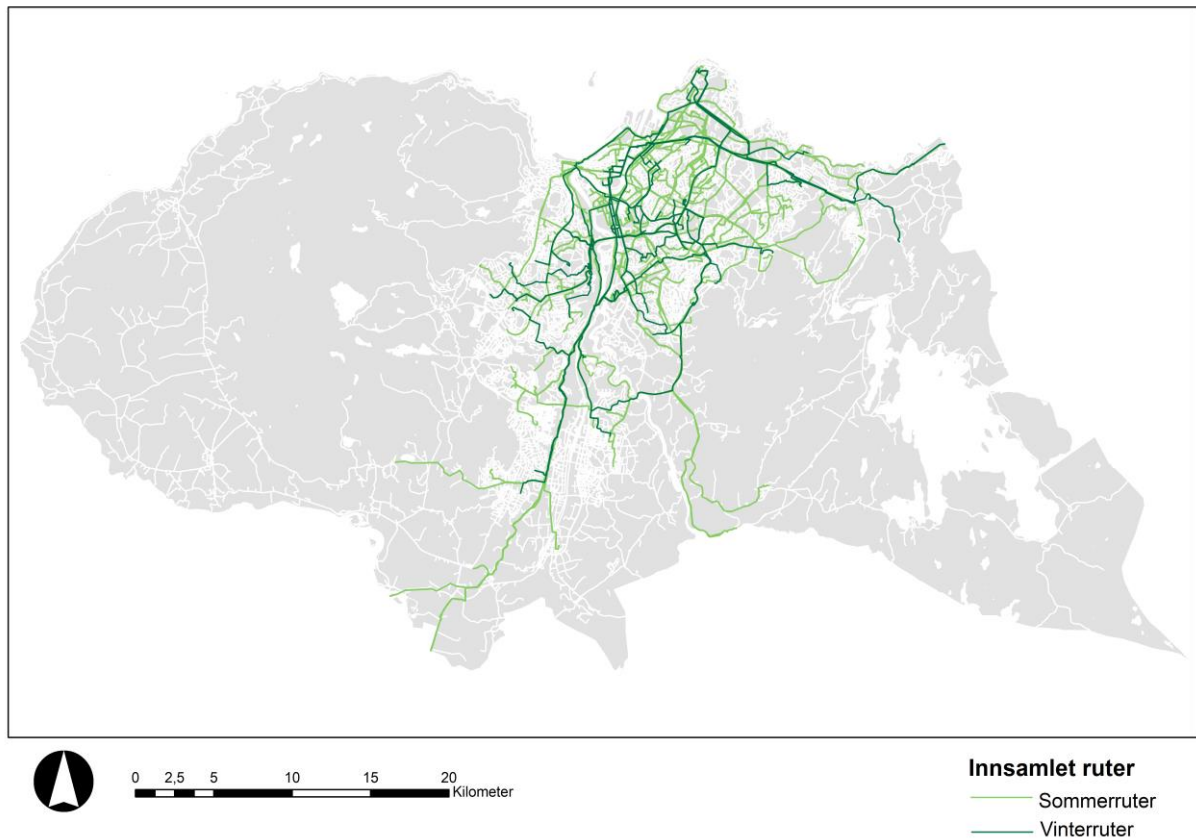
Figur 4.4.10 er en samlet oversikt over sykkelanlegg og andre tilrettelegginger og viser hvilken betydning de ulike har for rutevalget. Som nevnt tidligere foregikk undersøkelsen på vinteren. Antageligvis hadde dette noe betydning for deltakernes svar, ettersom drift- og vedlikehold av sykkelruten virker å ha svært stor betydning for rutevalget. Figuren viser også at sikre steder å krysse vegen påvirket i stor grad deltakernes rutevalg.



Figur 4.4.10 Hvilke typer anlegg og tilrettelegginger som påvirket respondentenes rutevalg (N=232).

4.5 Statistiske analyser

I dette delkapittelet presenteres datagrunnlaget som ble benyttet for å utvikle rutevalgsmodellen. Det var til sammen 200 ruter som ble map matchet. Av de 200 rutene var det mulig å koble 185 til spørreskjemaet ved hjelp av kallenavnet (jfr. avsnitt 3.4.1). I forkant av de statistiske analysene ble datagrunnlaget kvalitetssikret. Vedlegg Q viser hvordan dataene så ut før det ble gjort redigeringer. Det første og andre avsnittet tar for seg datagrunnlaget og hva de statistiske analysene bygger på. Rutevalgene er analysert med hensyn på deltakernes faktiske valg samt hva de svarte i spørreskjemaet. Dette ble gjort for å undersøke viktigheten av de ulike forklaringsfaktorene. Avsnitt 3 omhandler hvilke statistiske analyser som ble gjennomført for å estimere parameterverdiene som inngikk i rutevalgsmodellen. Figur 4.5.1 viser de tilbakelagte rutene i sommerhalvåret, i tillegg til vinterrutene som var ulike fra sommerrutene.



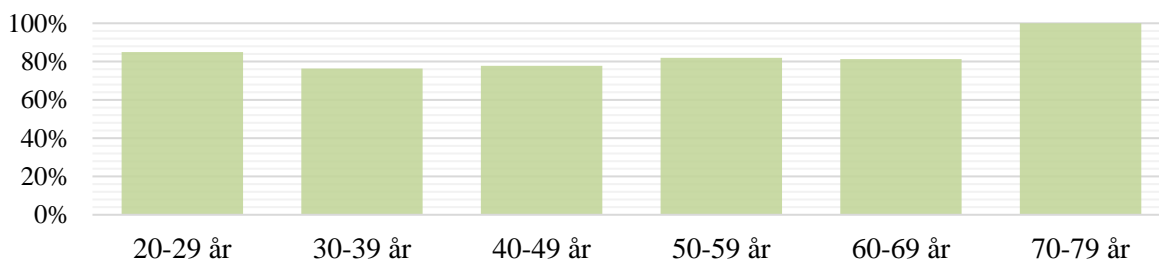
Figur 4.5.1 Oversikt over de registrerte rutene i sommerhalvåret (N=200) og vinterhalvåret (N=42).

I dette delkapittelet sammenlignes i hovedsak valgte alternativ med det raskeste alternativet. Grunnen til at det ble valgt å sammenligne med kun raskeste alternativ fremfor korteste alternativ, var fordi respondentene var mer opptatt av tid enn avstand (jfr. avsnitt 4.4.1 og 4.4.2). For øvrig er raskeste rute oftest sammenfallende med den korteste rute. Vedlegg P viser hvor sykkelreisene startet og endte på bakgrunn av deltakernes bosted og arbeidsplass. I tillegg til et kart som viser volum på lenker fra start- og endepunkt når raskeste alternativ benyttes.



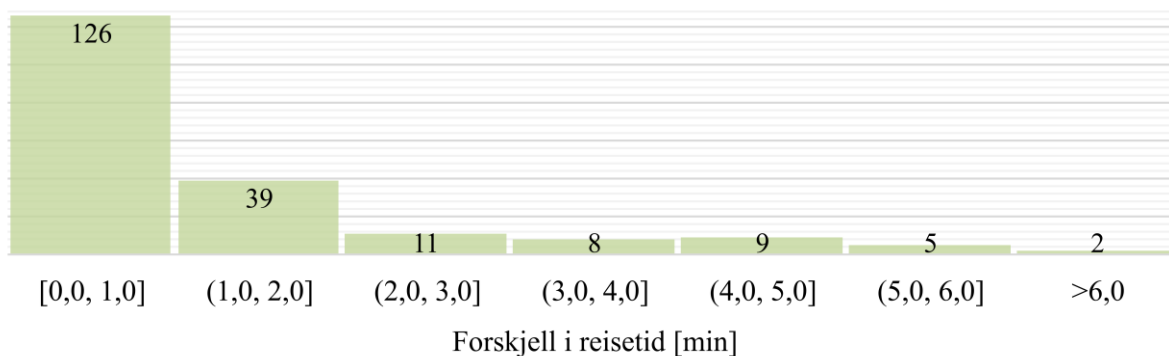
4.5.1 Datagrunnlaget generert fra kartregistreringen

Som nevnt innledningsvis var det noen forskjeller mellom hvor mange som svarte på spørreskjemaet og hvor mange som registrerte ruten til jobb. Kjønnfordelingen for deltakerne som registrerte ruten var 30 prosent kvinner og 70 prosent menn. Figur 4.5.2 forteller hvor mange prosent for hver aldersgruppe som registrerte sin normale rute til jobb av de som svarte på spørreskjemaet.



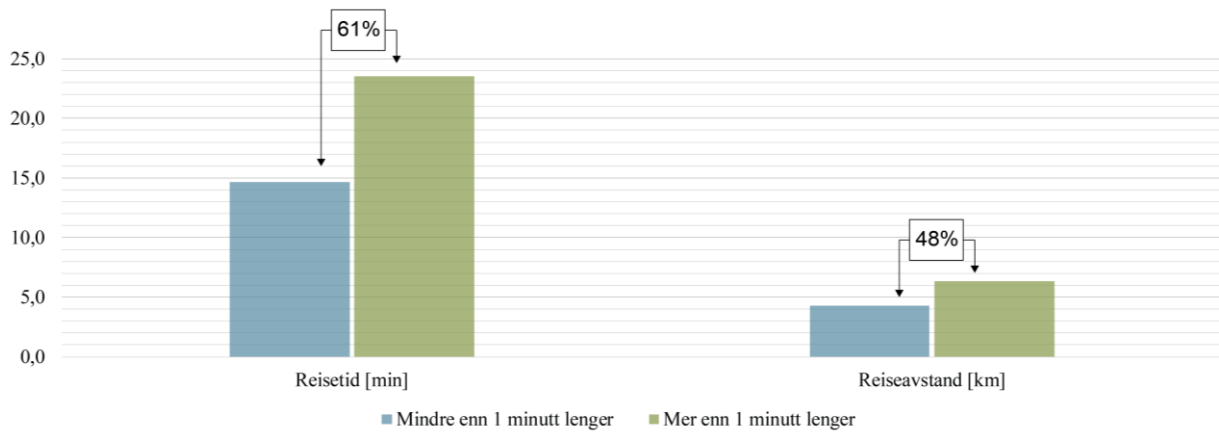
Figur 4.5.2 Hvor mange prosent for hver aldersgruppe som registrerte ruten hjemmefra til jobb (N=185).

Resultatene fra kartregistreringen viste at 63 prosent av de registrerte rutene var lik eller tilnærmet lik det raskeste alternativet, viser til Figur 4.5.3. Det var kun to deltakere som hadde en sykkelrute til jobb som var over 6 minutter lenger enn raskeste alternativ. I spørreskjemaet oppga over 40 prosent av deltakerne at reisetiden var hovedgrunnen for deres rutevalg. Med bakgrunn i dette er det naturlig at de registrerte rutene er relativt lik raskeste alternativ og at histogrammet har en slik fordeling.



Figur 4.5.3 Forskjell mellom valgte og raskeste alternativ i minutt (N=200).

De korteste sykkelrutene (i tid) til jobb var de som var mest sammenfallende med raskeste alternativ. Variasjonen mellom rutevalgene økte med reisetiden og reiseavstanden. Figur 4.5.4 viser forskjellen mellom rutene som var kortere og lengre enn 1 minutt enn raskeste alternative. Rutene som var mer enn 1 minutt lenger enn raskeste alternativ var i gjennomsnitt 23,5 minutt og 6,3 kilometer. Ut i fra figuren kan man se at det tilsvarte en forskjell i reisetid på 61 prosent og 48 prosent for reiseavstanden.

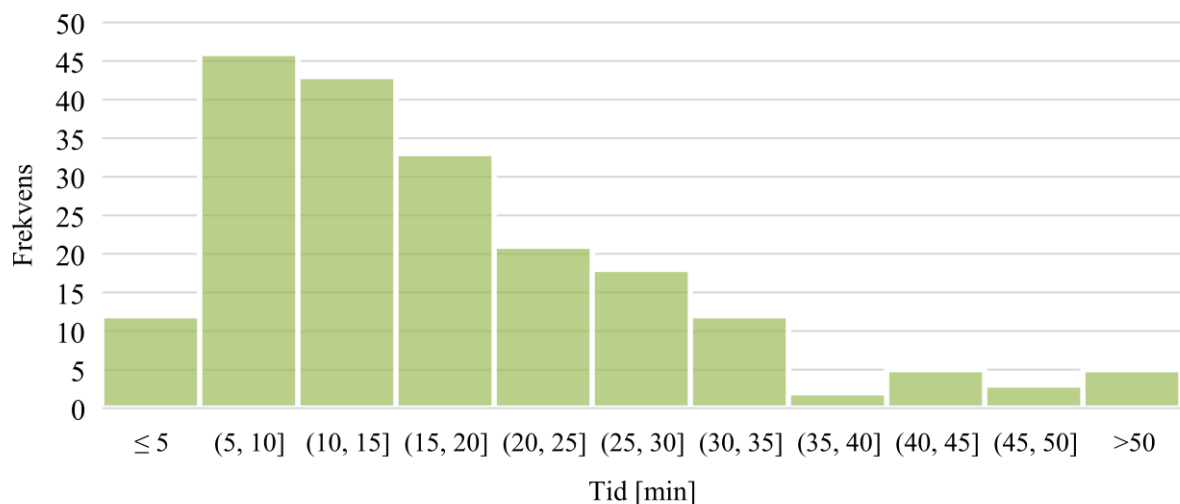


Figur 4.5.4 Forskjellen mellom rutene som var mer eller mindre enn 1 minutt lenger enn det raskeste alternativet (N=200).

Av deltakerne som registrerte rutevalget til jobb benyttet 10 prosent (N=19) elsykkel, viser til vedlegg P. Andelen som benyttet elsykkel til jobb utgjorde derfor en svært liten del av datasettet. Det var heller ingen betydelige forskjeller mellom rutevalgene for deltakerne som benyttet vanlig sykkel og elsykkel. Med bakgrunn i dette ble det valg å ikke undersøke disse rutene nærmere.

Reisetid

Gjennomsnittlig reisetid til jobb var 18,0 minutter, mens medianen var 14,7 minutter. Figur 4.5.5 viser at flesteparten av reisene til jobb var mellom 5 og 20 minutter. I undersøkelsen var det spesifisert at deltakerne skulle registrere hele sykkelreisen hjemmefra til jobb. Ettersom noen av rutene er relativt korte (mindre enn 5 minutt) er det mulig at noen av deltakerne kun registrerte deler av deres reise til jobb. Sammenlignet med raskeste alternativ syklet deltakerne i gjennomsnitt en omveg på 1,27 minutt.



Figur 4.5.5 Histogram som viser reisetiden for de registrerte rutene (N=200).



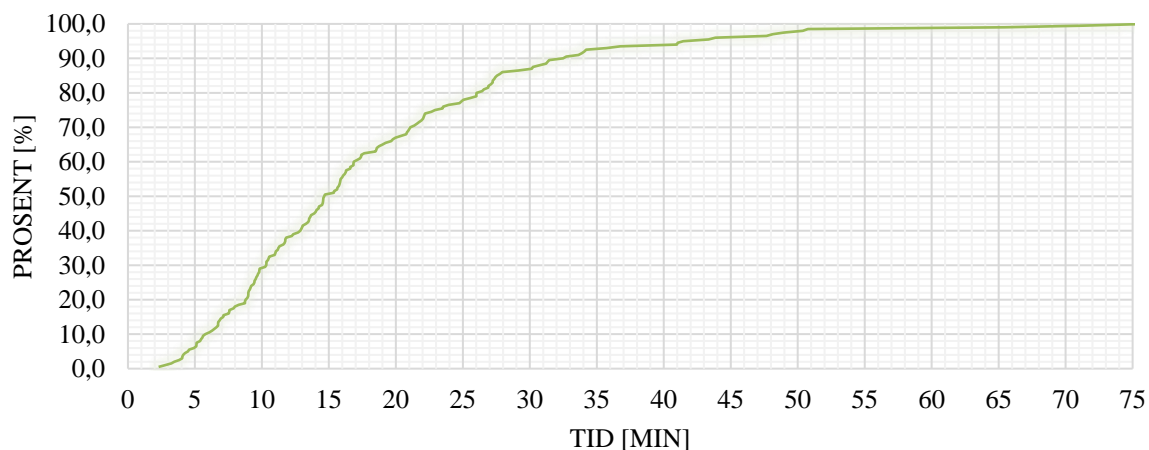
Dersom man sammenligner resultatene fra kartregistreringen med hva deltakerne svarte i spørreskjemaet, er reisetidfordelingen noe annerledes. I spørreskjemaet oppga kun 2 deltakere at sykkelruten til jobb var kortere enn 5 minutt. Selv om kategoriseringen er noe ulik for Figur 4.3.4 og Figur 4.5.5, viser resultatene at deltakerne mente de syklet lenger enn det de faktisk gjorde. Samtidig er dataene for kartregistreringen generert fra ATP-modellen. Sykkelfarten kan derfor avvike fra syklistenes reelle hastighet som vil ha betydning for reisetiden (viser til avsnitt 2.2.2).

Tabell 4.5.1 viser spredningen for reisetid. Dataene viser at det er relativt stor variasjon i datasettet. Den korteste ruten var kun 2,5 minutt, mens den lengste ruten var 76 minutter.

Tabell 4.5.1 Oversikt over spredningen for reisetid i minutter (N=200).

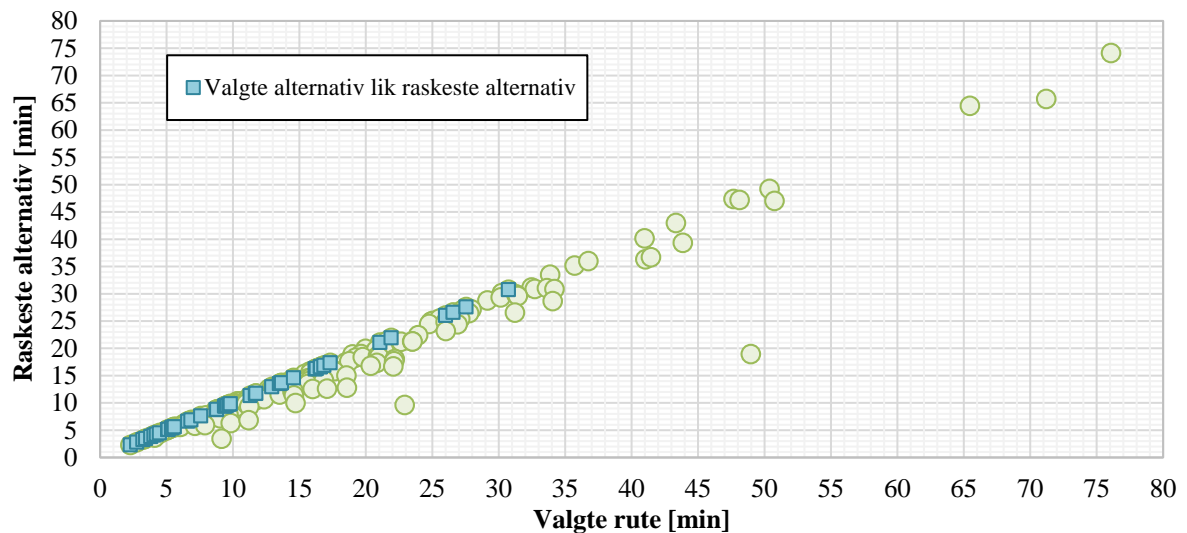
Standardavvik	Variasjonsbredde	Kvartilbredde	
		20 %	80 %
12,27	73,80	8,78	26,44

Fra Figur 4.5.6 ser man 50 prosent av deltakernes rute var under 15 minutter og 80 prosent var under 25 minutter.



Figur 4.5.6 Kumulativ fordeling i tid for valgte rute.

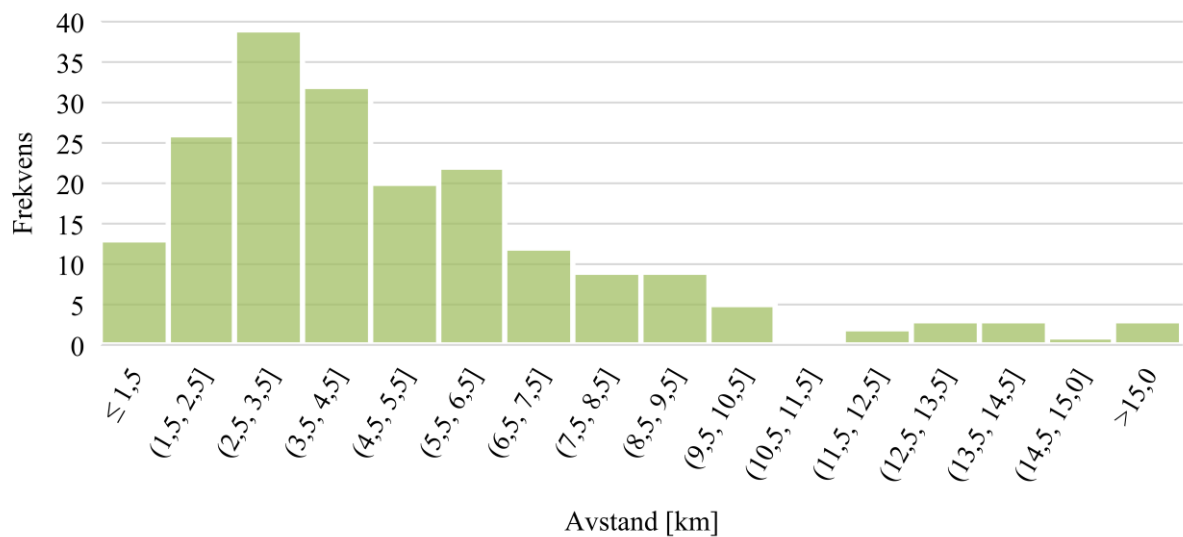
Figur 4.5.7 viser at det er overenstemmelse mellom raskeste og valgte alternativ med unntak av noen «utstikkere». I enkelte tilfeller er reisetiden for valgte rute dobbelt så stor som for det raskeste alternativet. I tilfellene hvor valgte alternativ var lik raskeste alternativ var flertallet under 20 minutt.



Figur 4.5.7 Sammenhengen mellom valgte og raskeste alternativ i minutter (N=200).

Reiseavstand

Figur 4.5.8 viser at den gjennomsnittlige reisen for de registrerte rutene var 5,0 kilometer, og medianen var 4,2 kilometer. Sammenlignet med raskeste alternativ, syklet respondentene i gjennomsnitt en omveg på 0,25 kilometer.



Figur 4.5.8 Histogram som viser reiselengde for registrerte ruter (N=200).

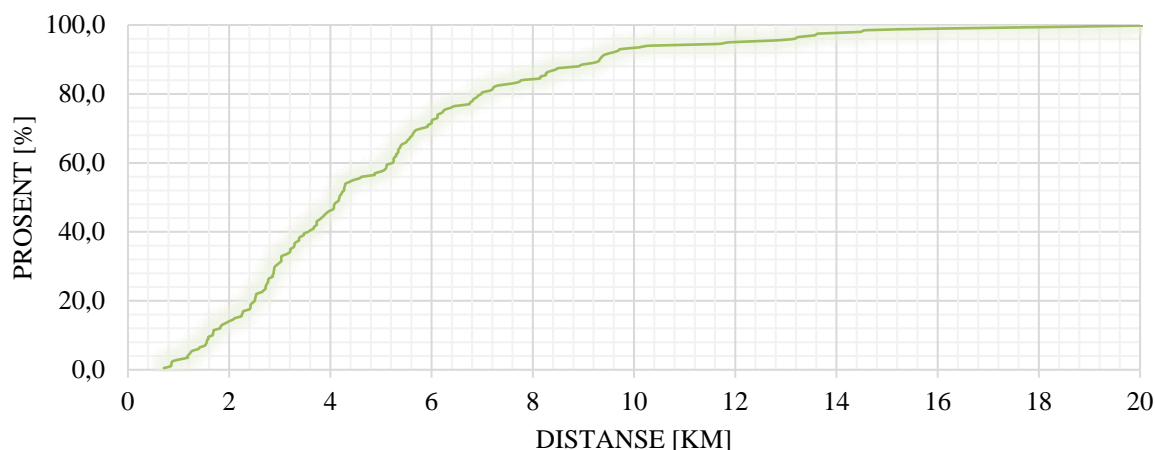
Tabell 4.5.2 viser at det var ganske stor spredning i reiseavstanden. Den korteste ruten var kun 700 meter, mens den lengste var 20,6 kilometer.

Tabell 4.5.2 Oversikt over spredning for reiseavstanden i kilometer (N=200).

Standardavvik	Variasjonsbredde	Kvartilbredde	
		20 %	80 %
3,36	19,86	2,5	7,0

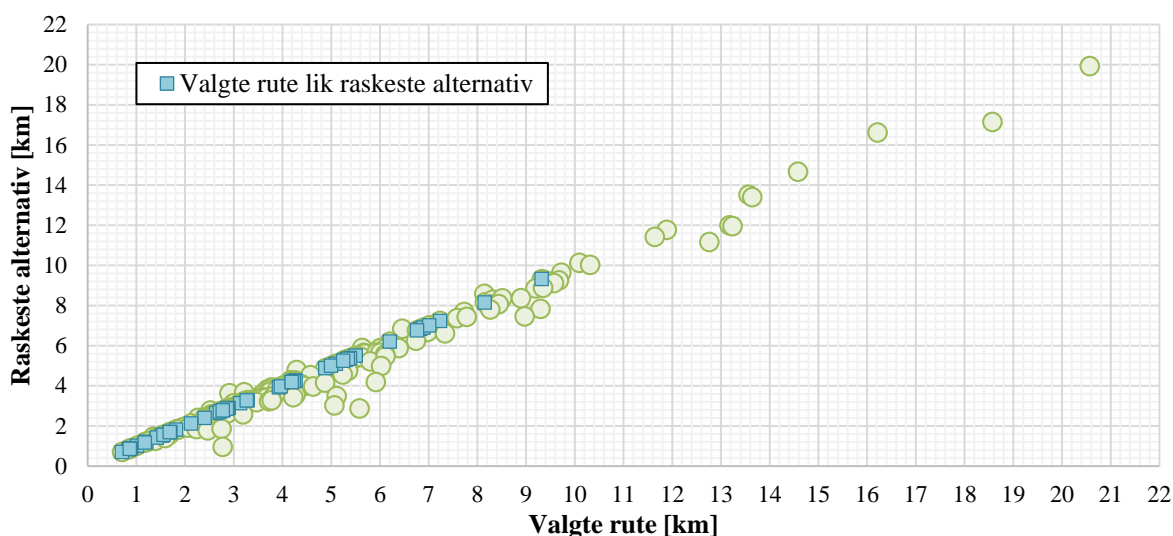


Av rutene som ble registrert av deltakerne var 50 prosent under 4 kilometer og 80 prosent av rutene var under 7 kilometer (se Figur 4.5.9).



Figur 4.5.9 Kumulativ fordeling i avstand for valgte rute.

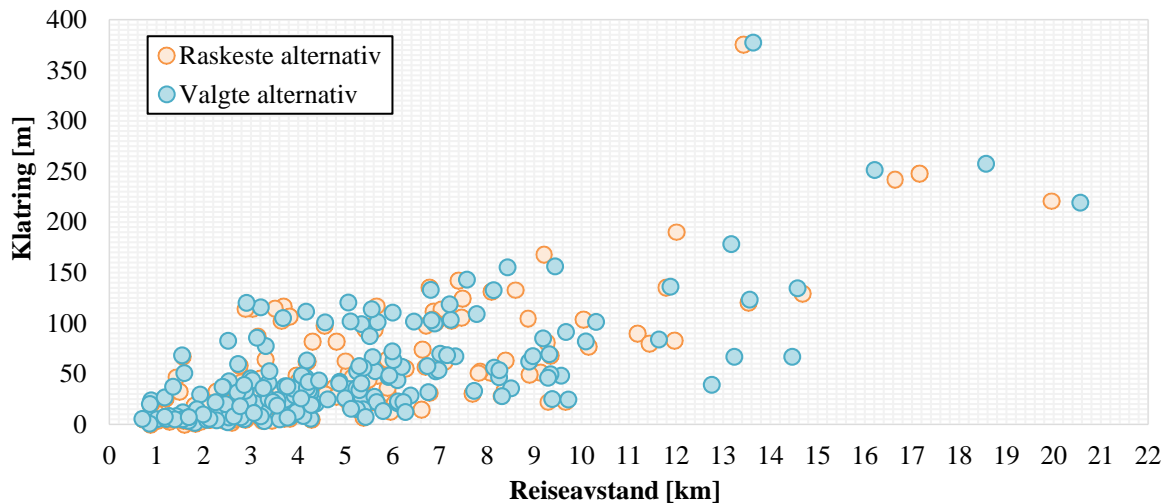
Som for reisetid, viser Figur 4.5.10 at valgte alternativ var relativt likt det raskeste alternativet. Samtidig var det enkelte av deltakerne som registrerte en rute som er vesentlig mye lenger enn det raskeste alternativet.



Figur 4.5.10 Sammenhengen mellom valgte og raskeste alternativ i kilometer (N=200).

Klatring

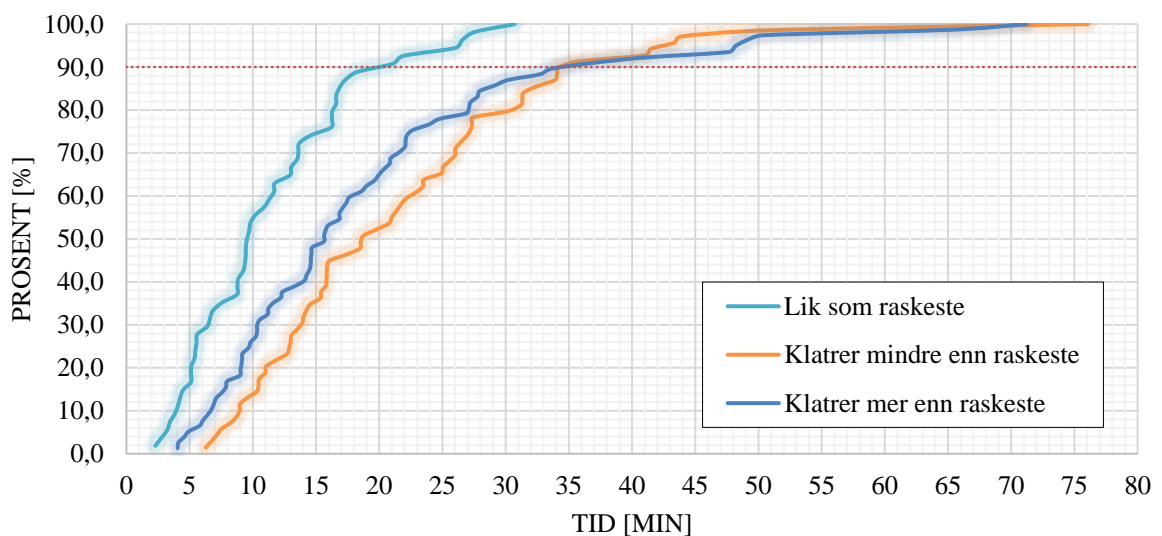
Figur 4.5.11 viser hvor mange meter deltakerne klatret som en del av deres reise til jobb. De ulike prikkene representerer hver respondent, der blå er valgte rute og oransje er raskeste alternativ. Dataene viser at det var relativt stor spredning i stigning og reiseavstand for de ulike rutene. Resultatene viser at det er en viss korrelasjon mellom reiseavstand og klatring. De fleste av de korteste rutene (under 3 km) hadde mindre klatring sammenlignet med lengste rutene. Likevel var det noen av rutene som skilte seg mer ut med mer enn 50 meter klatring.



Figur 4.5.11 Forholdet mellom klatring og reiseavstanden til valgte og raskeste alternativ (N=200).

Et annet interessant funn var fordelingen mellom klatring og reisetiden. 38,5 prosent av deltakerne valgte en rute som var lenger i minutt, selv om deltakerne måtte forsere flere høydemetre enn raskeste alternativ. Det var derimot 34,5 prosent av deltakerne som valgte en rute som var lenger i tid sammenlignet med raskeste alternativ, men de klatret færre høydemetre. For de resterende, 27 prosentene, var valgte rute lik raskeste alternativ. Som nevnt innledningsvis var disse rutene mye kortere i både reisetid og reiseavstand, sammenlignet med de andre sykkelrutene.

Figur 4.5.12 viser den kumulative fordelingen for de beskrevne rutevalgene. Ut i fra figuren kan man se at der valgte rute er identisk med raskeste alternativ, var 90 prosent av rutene raskere eller lik 20 minutt. For rutene med mer eller mindre klatring enn raskeste alternativ, var over 90 prosent mindre eller lik 35 minutt. De lengste rutene er de med minst klatring (34,5 %).



Figur 4.5.12 Kumulativ fordeling for de ulike rutevalgene (N=200).



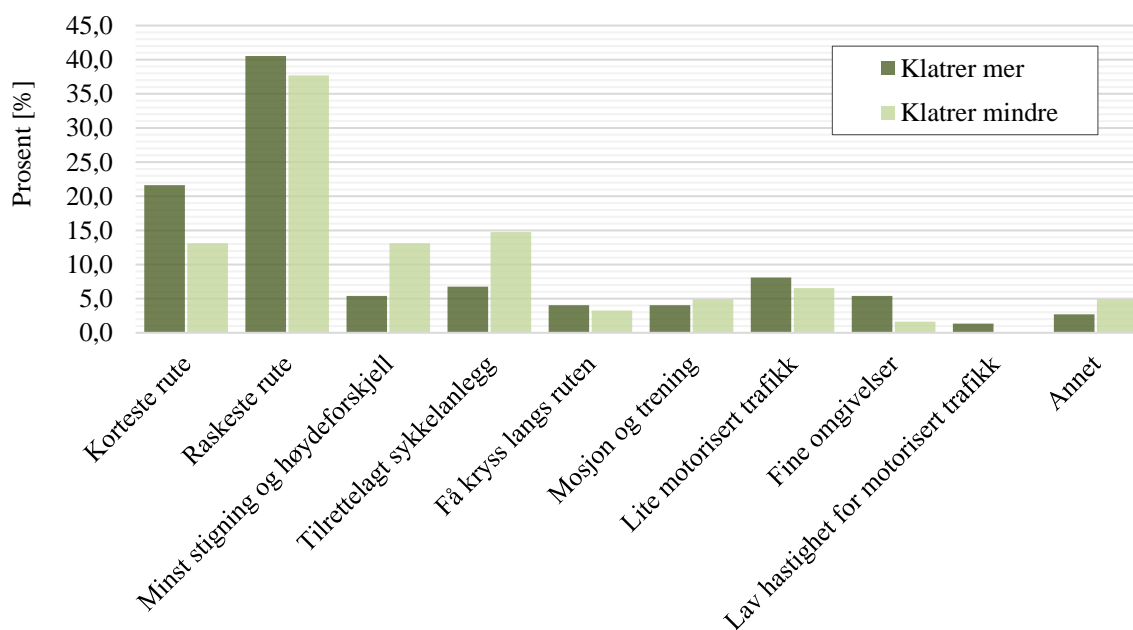
Selv om hovedgrunnen til rutevalget for 63 prosent av deltakerne var reisetiden (jfr. Figur 4.4.2), viser samtidig Tabell 4.5.3 at dersom syklistene hadde valgt det raskeste alternativet ville de redusert reisetiden med 2 minutter.

Tabell 4.5.3 Oversikt over forskjellen mellom valgte og raskeste alternativ for ruter der deltakerne har valgt en rute med mer eller mindre klatring (N=146).

	Mer stigning			Mindre stigning		
	Tid [min]	Avstand [km]	Klatring [m]	Tid [min]	Avstand [km]	Klatring [m]
Valgte alternativ	19	5,1	57	22	6,2	55
Raskeste alternativ	17	4,9	50	20	5,7	62

4.5.2 Vektlegging av ulike forklaringsfaktorer

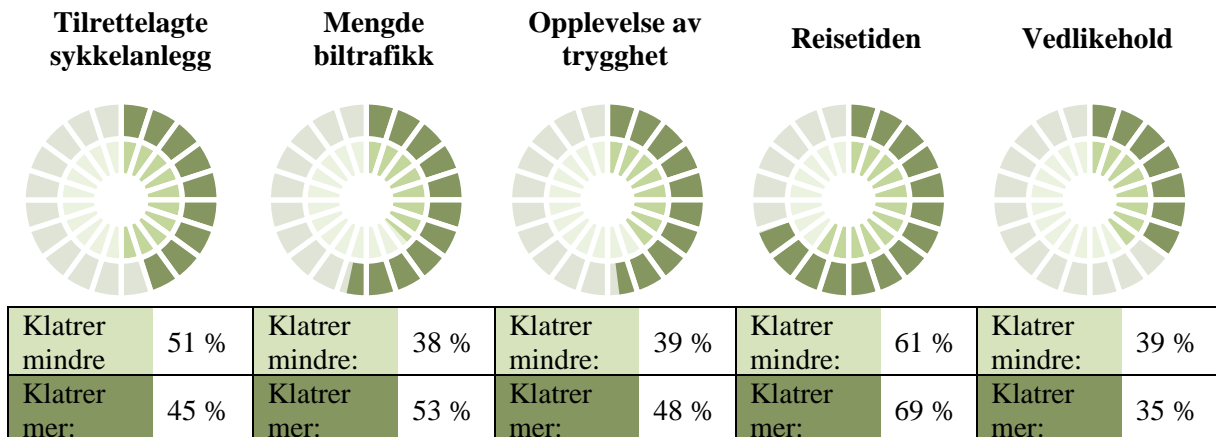
Som det fremgår av resultatene fra kartregistreringen og spørreskjemaet er det flere faktorer enn kun *reisetiden* som påvirker deltakernes rutevalg. På bakgrunn av dette ble det valgt å undersøke nærmere hva som påvirket valget til deltakerne som har valgt sykkelruter med *mer* og *mindre* klatring enn raskeste alternativ. Selv om dette resulterte i lengre reisetid. Figur 4.5.13 viser hva deltakerne svarte var deres *hovedgrunn* for rutevalget til jobb før de registrerte sin tilbaketilte rute.



Figur 4.5.13 Hovedgrunnen til rutevalget til jobb for deltakerne som klatret mer eller mindre enn raskeste alternativ (N=146).

Resultatene ga en indikasjon på at de som syklet en rute med mindre klatring unngikk ruter med mye høydeforskjell, og valgte sykkelruter med mer tilrettelagte sykkelanlegg. De som syklet en rute med mer klatring var derimot opptatt av mengde biltrafikk og muligheten til å komme

seg frem med et jevnt tempo, uten å måtte stoppe opp i kryss. Reisetiden var likevel forklaringsfaktoren som påvirket rutevalg til både de som klatrer *mer* eller *mindre* i størst grad. I forbindelse med spørreskjemaet skulle deltakerne oppgi hvilke forklaringsfaktorer som påvirket deres rutevalg der de kunne velge opptil 5. Figur 4.5.14 viser forklaringsfaktorene som hadde størst betydning for rutevalget for de som klatret mer eller mindre enn raskeste alternativ (viser til delkapittel 4.4). De som klatret mer enn raskeste alternativ var i noe grad mer opptatt av mengde biltrafikk, mens de som klatret mindre var mer opptatt av tilrettelagte sykkelanlegg.



Figur 4.5.14 Fordelingen for de ulike forklaringsfaktorer fra spørreskjemaet for de som klatret mer eller mindre enn raskeste alternativ (N=146).

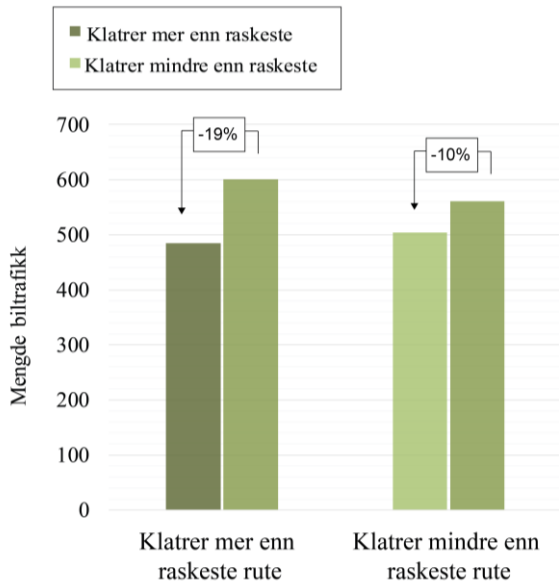
Svarene i spørreskjemaet stemte overens med kartregistreringen. De som valgte en rute med mindre klatring syklet mer på tilrettelagte sykkelanlegg, sammenlignet med de som valgte en rute med mer klatring. De samme tendensene var det for mengde biltrafikk, bare motsatt, viser til Tabell 4.5.4.

Tabell 4.5.4 Hvor prosent deltakerne syklet på tilrettelagte sykkelanlegg (SV, SF, GSV) og mengden biltrafikk langs ruten (gjennomsnitt).

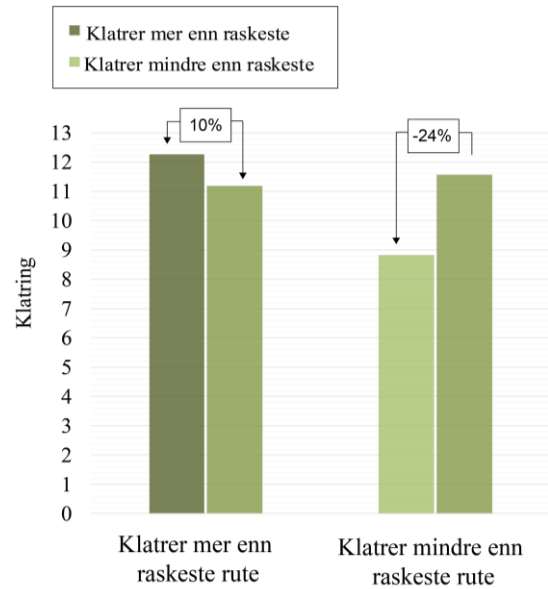
	Klatrer mer enn raskeste alternativ	Klatrer mindre enn raskeste alternativ	Lik som raskeste alternativ
Sykkelanlegg [%]	73,13	81,57	78,76
Mengde biltrafikk [vektet*]	3047,16	3361,72	3962,33

*Se avsnitt 3.5.2.

Figur 4.5.16 viser ÅDT per kilometer, hvor det var 19 prosent mindre ÅDT langs ruten hvor man klatret mer sammenlignet med raskeste alternativ. For rutene hvor man klatret mindre enn raskeste alternativ var det de samme tendensene. Der var forskjellen derimot 10 prosent. Figur 4.5.15 viser at de som valgte en rute med mer klatring, klatret i gjennomsnitt 10 prosent mer enn om de hadde valgt raskeste alternativ. De som valgte en rute med mindre klatring enn raskeste alternativ, klatret 24 prosent mindre sammenlignet med det raskeste alternativet.



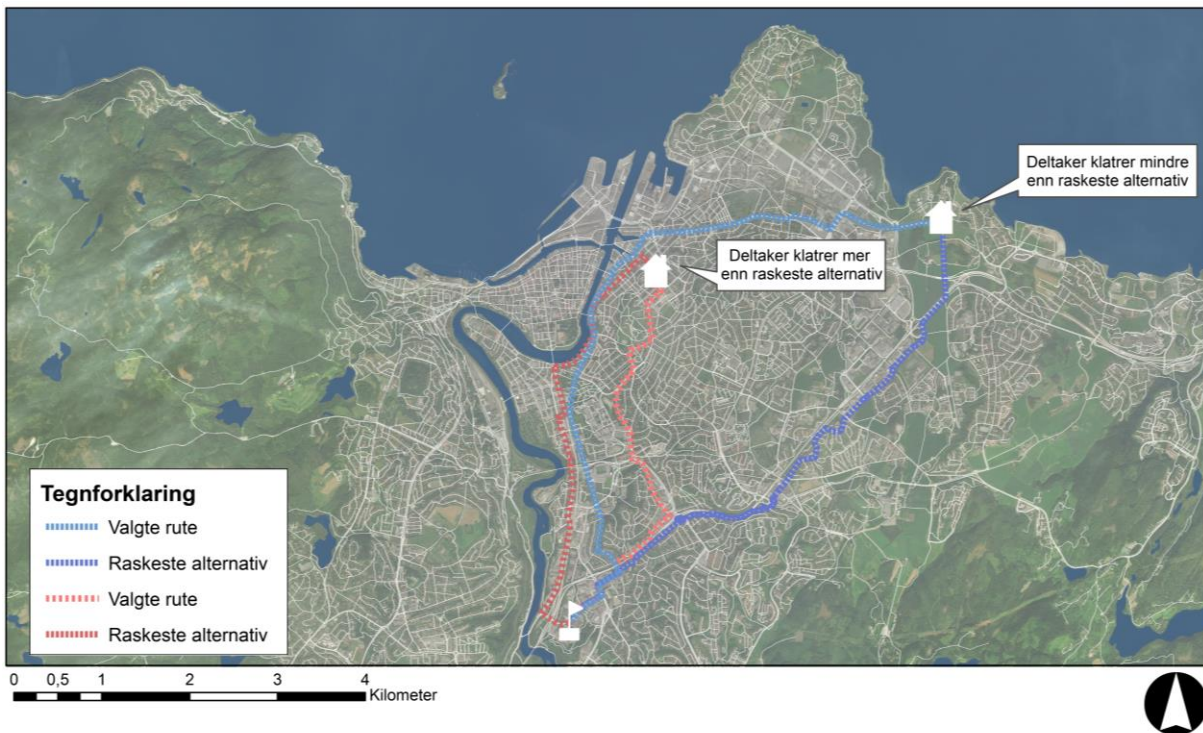
Figur 4.5.16 Forskjellen på mengde biltrafikk per kilometer for rutene der deltakerne klatret mer eller mindre enn det raskeste alternativet (gjennomsnitt) (N=146).



Figur 4.5.15 Forskjellen på klatring per kilometer for rutene der man klatret mer eller mindre enn det raskeste alternativet (gjennomsnitt) (N=146).

Eksempel på to ruter i datasettet

Figur 4.5.17 viser et eksempel på to O-D par der den ene deltakeren har valgt en lenger rute med mer klatring sammenlignet med raskeste alternativ. Den andre deltakeren har valgt en lenger rute med mindre klatring.



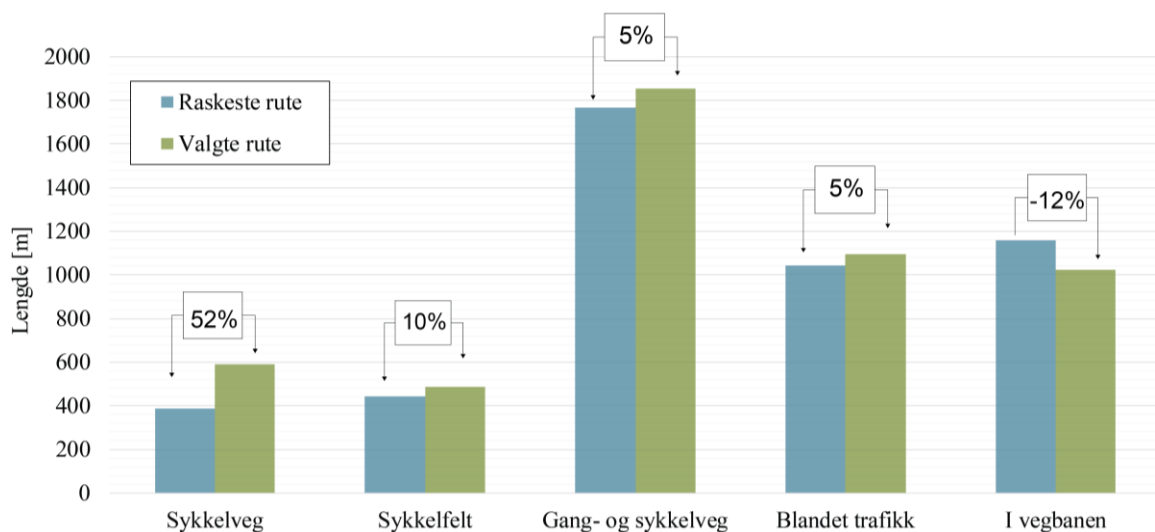
Figur 4.5.17 Eksempel på to O-D par i datasettet som viser forskjellen mellom valgte og raskeste alternativ.

Den røde ruten er et eksempel på en deltaker som har valgt en rute med mer klatring enn raskeste alternativ. Deltakeren oppga i spørreskjemaet at hovedgrunnen for rutevalget til jobb var lite motorisert trafikk. Personen var opptatt av tilrettelagte sykkelanlegg, men synes det var viktigere med sykkelfelt enn egne separate sykkelveger og/eller gang- og sykkelveger. I tillegg til dette var reisetiden, mosjon og antall kryss faktorer som også hadde betydning for rutevalget. Den blå ruten illustrerer et rutevalg der deltakeren har valgt en rute med mindre klatring enn raskeste alternativ. Deltakeren oppga i spørreskjemaet at hovedgrunnen for rutevalget til jobb var minst stigning og høydeforskjell. Andre faktorer som var viktig var reisetiden og opplevelse av trygghet. Når det gjaldt tilrettelagte sykkelanlegg hadde separat sykkelveg svært stor påvirkningskraft for hvor personen valgte å sykle. Gang- og sykkelveger hadde ganske stor betydning, mens eget sykkelfelt hadde noe betydning.

Selv om disse syklistene har tilsynelatende ulike preferanser, kategoriserer begge seg som entusiastiske og selvsikre syklistere. Begge respondentene anså også seg som helårssyklistere.

Verdsetting av forskjellige typer sykkelanlegg

Deltakernes rutevalg viste at respondentene syklet i gjennomsnitt 52 prosent mer på separat sykkelveg sammenlignet med raskeste alternativ. Når det gjaldt sykkelfelt syklet de 10 prosent mer. Figur 4.5.18 viser også at deltakerne i gjennomsnitt syklet mest på gang- og sykkelveger. I forhold til raskeste alternativ syklet respondentene kun 5 prosent mer på gang- og sykkelveger og i blandet trafikk. *I vegbanen* er referanseverdi og betyr at det ikke er noen form for tilrettelegging for syklistere. Sykling i *blandet trafikk* vil derimot si lavere fartsgrense for kjørende og liten trafikkmengde (ÅDT <4000) (jfr. avsnitt 2.5.3).



Figur 4.5.18 Hvor mange meter deltakerne benyttet de ulike anleggene i gjennomsnitt for valgte og raskeste alternativ (N=200).

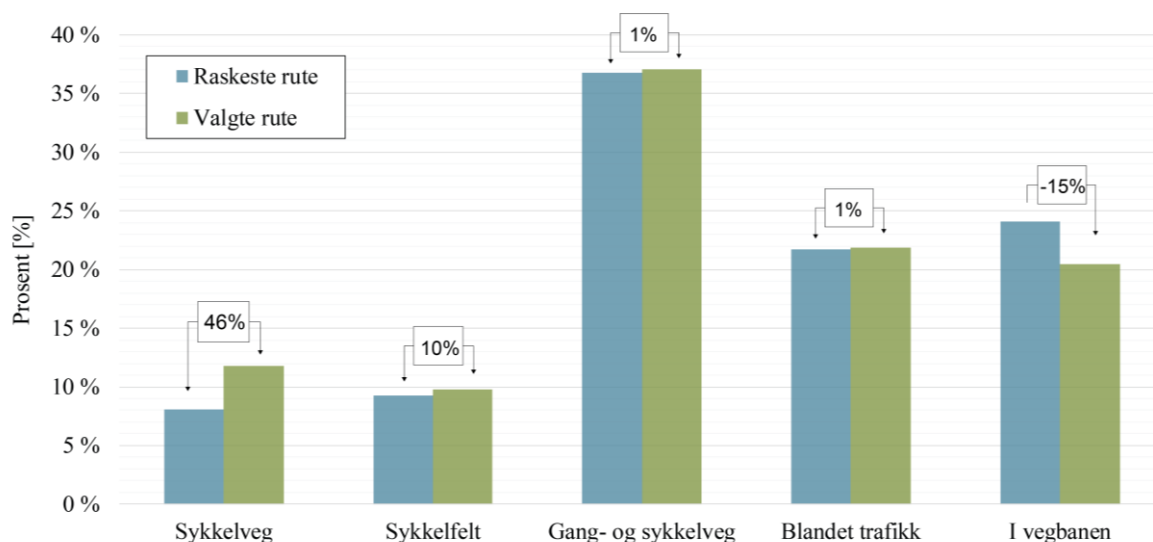


Tabell 4.5.5 viser forskjellen for gjennomsnittsreisen for valgte og raskeste alternativ i reisetid og reiseavstand.

Tabell 4.5.5 Forskjellen mellom valgte og raskeste alternativ i tid og avstand.

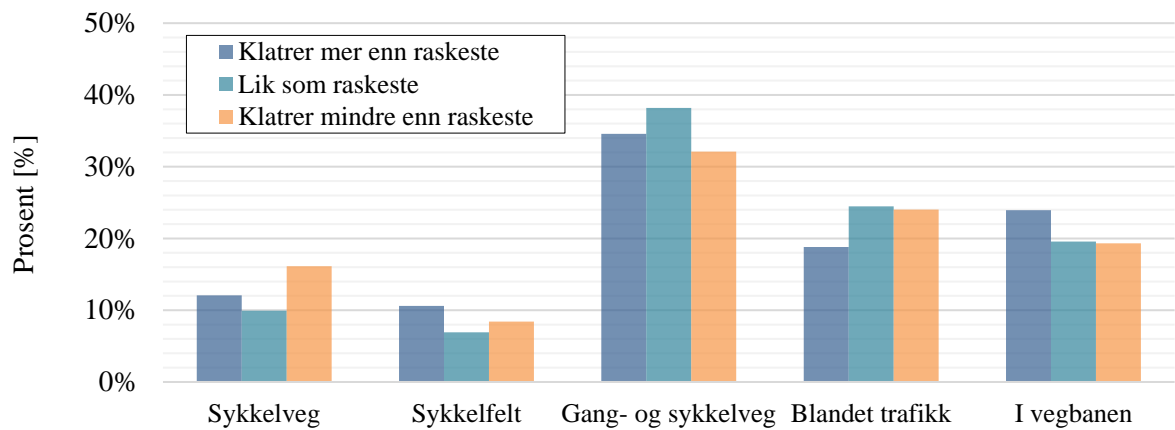
	Reisetid [min]	Reiseavstand [km]
Valgte alternativ	17,9	5,0
Raskeste alternativ	16,7	4,8

Figur 4.5.19 viser hvor mange prosent av gjennomsnittsreisen deltakerne benyttet de ulike sykkelanleggene samt hvor mye de syklet i vegbanen. Dersom man sammenligner Tabell 4.5.5 med Figur 4.5.19 ser man at deltakerne syklet omtrent like mye på gang- og sykkelveg og i blandet trafikk for valgte og raskeste alternativ. Figuren viser at deltakerne valgte en lenger rute for å benytte separat sykkelveg og/eller sykkelfelt for å unngå å sykle i vegbanen. Dette utgjorde i overkant av 20 prosent av ruten.



Figur 4.5.19 Andelen av sykkelruten deltakerne benyttet de ulike anleggene i gjennomsnitt for valgte og raskeste rute (N=200).

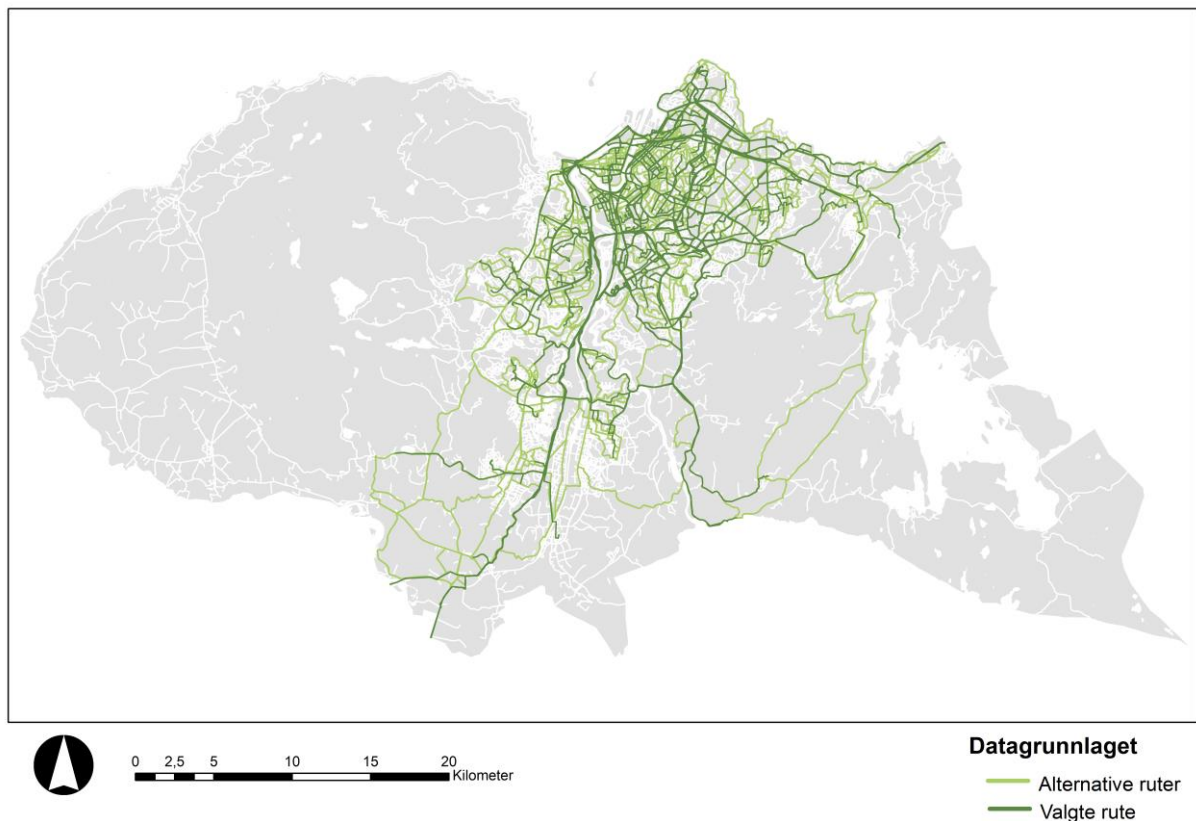
Oppsummeringen i Figur 4.5.19 tar ikke hensyn til de som valgte å sykle på fortau fremfor å sykle i vegbanen. Antageligvis er det en relativt stor andel av deltakerne som faller under kategorien *i vegbanen* eller *blandet trafikk* som egentlig benyttet fortau. Det gjelder for både raskeste og valgte alternativ. Figur 4.5.20 sammenligner valg av sykkelanlegg for de ulike kategoriene beskrevet tidligere. Resultatene samsvarer med de tidligere funnene fra spørreskjemaet og kartregistreringen. De som klatret mindre enn raskeste alternativ syklet mer på separat sykkelveg sammenlignet med de andre, og de som klatret mer enn raskeste alternativ syklet mer i vegbanen.



Figur 4.5.20 Andelen av sykkelruten de ulike kategoriene benytter de ulike anleggene (N=200).

4.5.3 Relative innvirkningen for utvalgte forklaringsfaktorer

Som nevnt i avsnitt 3.5.2 var det syv attributter som ble benyttet i estimeringen av parameterverdiene. Avsnittet tar for seg resultatene fra estimering av rutevalgmodellen samt parameterverdiens vektning og betydning for nytten. Figur 4.5.21 viser valgte og alternative ruter, der alternativene ble generert ved hjelp av k-alternative rute, viser til avsnitt 3.4.4. Figuren viser at store deler av sykkelvegnettet er dekket.



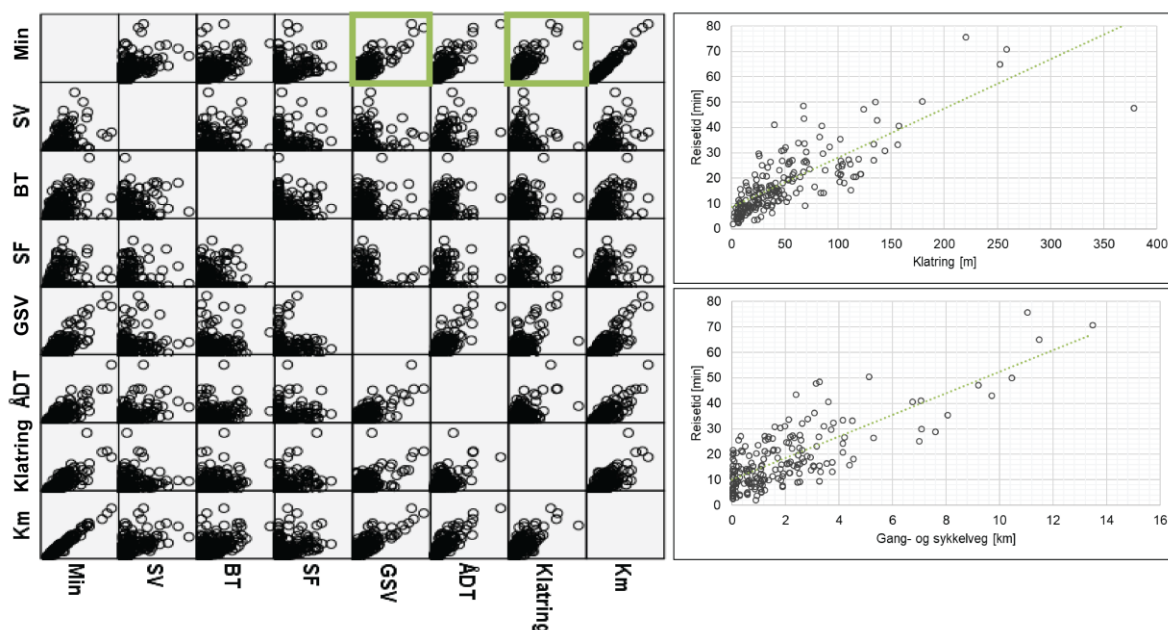
Figur 4.5.21 Oversikt over datagrunnlaget til de statistiske analysene med fire alternative ruter (N=740) for valgte rute (N=185).



Multikollinearitet

Før estimering av parameterverdiene var det nødvendig å sjekke for korrelasjon mellom de uavhengige variablene som inngikk i estimeringen. Figur 4.5.22 viser at det var enkelte av variablene som korrelerte mer enn andre. For eksempel korrelerte minutt og kilometer med nesten 100 prosent. Det var derfor åpenbart at kun en av dem kunne inngå i modellen, ettersom de forklarer hverandre. I tillegg til dette viser figuren at *gang- og sykkelveg* og *reisetid* samt *klatring* og *reisetid*, har relativt stor korrelasjon. Gang- og sykkelveg og reisetid korrelerer med 0,77. Grunnen til at disse fikk så stor korrelasjon var fordi 51 prosent av sykkelvegnettet består av gang- og sykkelveger (jfr. avsnitt 2.5.3).

På bakgrunn av dette ble alle sykkelanleggene omgjort til prosentandel. Ut i fra figuren kan man også se at reisetid og klatring har relativt stor korrelasjon og korrelerer med 0,79. Selv om reisetid og klatring har relativt høy korrelasjon ble det valgt å inkludere både reisetid og klatring, uten å endre måleenheten til klatring. Begge variablene bidrar mye til forklaringsvariabelen og bør inngå i modellen. Dette er vist i neste avsnitt: *Estimerte parameterverdier*.



Figur 4.5.22 Korrelasjon mellom de uavhengige variablene (N=185).

Rutevalgmodellen og estimerte parameterverdier

For å estimere parameterverdiene for rutevalgmodellen ble fire ulike modeller testet. I estimering av parameterverdiene for modell 1, 3 og 4 inngikk kun 3 alternative ruter (viser til avsnitt 3.4.4). Forskjellen mellom modell 1 og 2 var kun hvor mange alternative ruter som inngikk i estimeringen. I modell 3 var ikke *reisetid* inkludert som egen forklaringsvariabel.

Modell 4 hadde ikke med *klattring* som egen forklaringsvariabel. De ulike modellene ble rangert på bakgrunn av modellens gyldighet (jfr. avsnitt 3.5.2). Tabell 4.5.6 er en oversikt over de ulike modellene, og viser at *modell 2* ble rangert med høyest gyldighet. Med bakgrunn i avsnitt 3.5.2 ble denne modellen valgt ettersom den hadde høyest verdi for modellens godhet. Modell 2 inkluderte de syv parameterverdiene fra avsnitt 3.5.2, og 4 alternative ruter inngikk i estimeringen. Vedlegg T inkluderer resultatene for modell 1, 3 og 4.

Tabell 4.5.6 Oversikt over de ulike modellene som ble testet og deres mål på modellens gyldighet.

Modell	Alternative ruter	McFadden ρ^2
1	3	0,18
2	4	0,26
3	3	0,15
4	3	0,16

I henhold til Figur 4.4.2 oppga et flertall av deltakerne at *tilrettelagte sykkelanlegg* og *opplevelse av trygghet* påvirket deres rutevalg. Dette ga en indikasjon på at disse forklaringsfaktorene ville få en høy innvirkning i rutevalgsmodellen. 60 prosent ønsket å sykle den raskeste ruten til jobb som antydte at en lenger rute ville redusere syklistenes nytte. Tabell 4.5.7 viser resultatet fra estimering av parameterverdiene for modell 2.

Tabell 4.5.7 Estimerte parameterverdier for den valgte rutevalgsmodellen (MNL).

Variabler	Klasse	Nivå	Koeffisient
Lenke-nivå	Sykkelanlegg	Separat sykkelveg [%]	4,3310
		Gang- og sykkelveg [%]	3,3259
		Sykkelfelt [%]	3,6292
		Blandet trafikk [%]	3,5905
	Topografi	Klattring [Meter]	-0,0380
	Trafikkmengde	ÅDT [Vektet]	0,03425
Rute-nivå	Reisetid	Tid [Minutter]	-0,1836
Innledende Log-likelihood (ved null)			-297,7460
Endelige Log-likelihood			-218,4928
McFadden ρ^2			0,2661
Antall parametere			7
Antall observasjoner			185

Ut i fra tabellen kan man se at parameterne knyttet til *reisetid* og *klattring* er negative, som betyr at en økning i disse variablene vil bidra negativt til nytten. Dette vil påvirke syklistene til å velge bort alternativet. De ulike systemløsningene for sykkel har derimot fått positive verdier, der *separat sykkelveg* fikk den høyeste verdien. Det betyr at en økning i disse variablene, særlig



separat sykkelveg, vil øke sannsynligheten for at sykklistene velger alternativet. Resultatene stemmer overens med funnene og antagelsene fra avsnitt 3.5.2 og 4.5.2, med unntak av mengde biltrafikk. Vedlegg S er et utdrag fra den estimerte rutevalgmodellen og inkluderer alternativenes nyttebidrag og sannsynligheten for at alternativet velges.

De fire ulike typene sykkeltilrettelegging er målt på samme skala. Det vil si at det relative forholdet mellom de ulike viser i hvilken grad sykklistene foretrekker en av tilretteleggingene fremfor en annen. De estimerte parameterverdiene for sykkelanlegg stemmer overens med Figur 4.5.18 og Figur 4.5.19. Sammenlignet med raskeste alternativ syklet deltakerne 46 prosent mer på separat sykkelveg i gjennomsnitt. De syklet også 10 prosent mer i sykkelfelt i forhold til raskeste alternativ. De syklet omtrent like mye på gang- og sykkelveger og i blandet trafikk som for raskeste alternativ. Disse sykkelanleggene har derfor fått en lavere prioritering sammenlignet med de to andre.

Mengde biltrafikk gir en økning i sykklistenes nytte (jfr. Tabell 4.5.7), som virker rart med tanke på hva sykklistene oppga at de foretrakk (jfr. avsnitt 4.4.2 og 4.5.2). Sannsynligvis ville det vært stor usikkerhet rundt parameterverdien dersom dette hadde vært inkludert i analysen (viser til avsnitt 3.5.2). Samtidig viser Tabell 4.5.8 at mengde biltrafikk sitt gjennomsnittlige bidrag i nytte uansett vil være ekstremt lavt, og derfor ha liten innvirkning på log likelihood. På bakgrunn av dette ble mengde biltrafikk som forklaringsfaktor tatt ut av rutevalgmodellen. Tabellen viser at *reisetid* har høyest negativt nyttebidrag. *Gang- og sykkelveg* har størst gjennomsnittlig nyttebidrag ettersom den gjennomsnittlige verdien er over dobbelt så stor som for *separat sykkelveg*.

Tabell 4.5.8 Forklaringsfaktorenes gjennomsnittlige nyttebidrag i form av belastning (negativ) eller nytte (positiv) (N=185) (Inspirert av Stinson og Bhat, 2003).

Klasse	Nivå	Gjennomsnittsverdi når tilstede	Koeffisient	Gjennomsnittlig bidrag til nytte
Sykkelanlegg [%]	Separat sykkelveg	0,11	4,33	0,48
	Gang- og sykkelveg	0,30	3,33	1,00
	Sykkelfelt	0,12	3,63	0,44
	Blandet trafikk	0,24	3,59	0,86
Topografi [m]	Klatring	48,40	-0,04	-1,94
Trafikkmengde [Vektet]	ÅDT	2	0,04	0,08
Reisetid [Min]	Tid (Minutter)	18,05	-0,18	-3,25
Sum				-2,33



Nytteuttrykket for den endelige rutevalgsmodellen ble som følger:

$$U = -0,18 * (Tid_1) + 4,33 * (SV_2) + 3,33 * (GSV_3) + 3,63 * (SF_4) + 3,59 * (BT_5) - 0,04 * (Klatring_6) \quad (4.1)$$

Hvor

$U =$ Nytte

$Tid =$ Minutter

$SV =$ Separat sykkelveg [%]

$GSV =$ Gang – og sykkelveg [%]

$SF =$ Sykkelfelt [%]

$BT =$ Blandet trafikk [%]

$Klatring =$ Meter

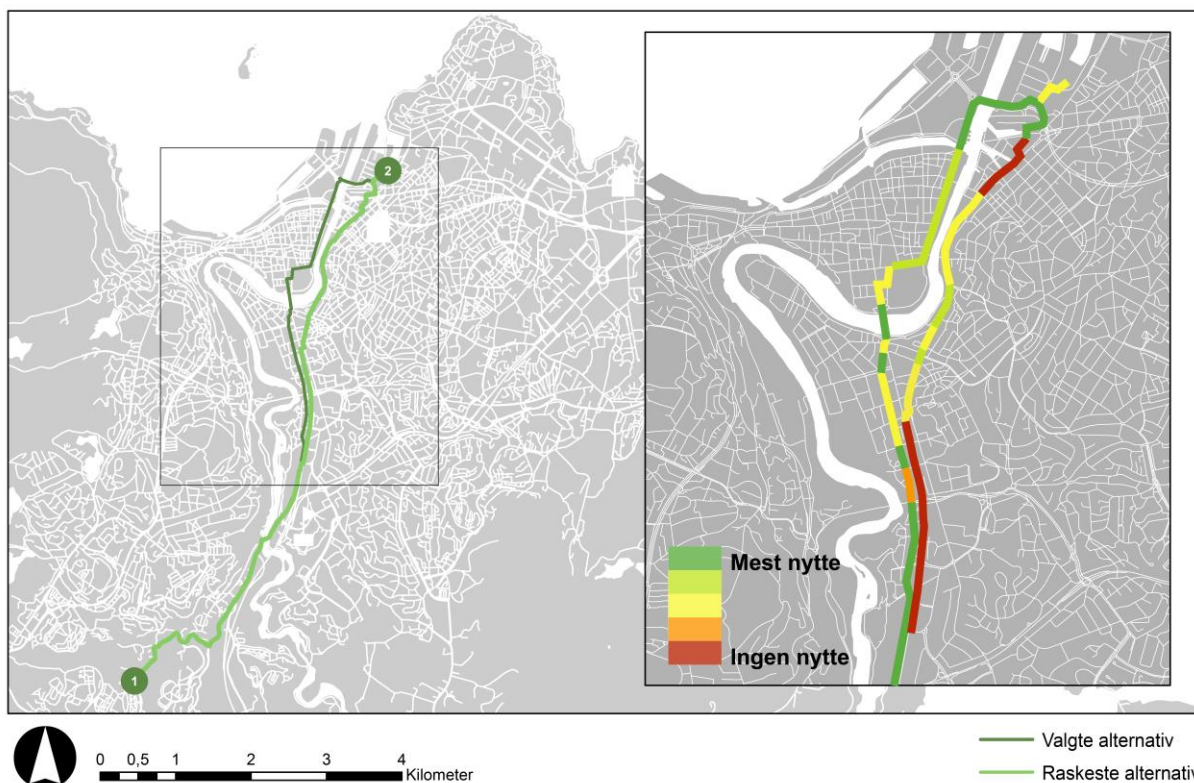
Parameterverdiene er som nevnt knyttet til nytten av de ulike alternativene. Dersom reisetiden til en rute øker med 1 minutt vil det bli en nedgang i nytte på 0,18, nytten øker med 4,33/3,33/3,63/3,59 for hver prosent tilstedeværelse av sykkelanlegg, og gir 0,038 nedgang i nytte for hver meter ekstra man må klatre i løpet av ruten. De gjenstående forklaringsfaktorene er forklart i Tabell 4.5.9:

Tabell 4.5.9 Forklaring av parameterverdiens virkning for rutevalget.

Forklaringsfaktorene:	Fortegn:	Bidrag til nytte:
Reisetid	÷	Å velge en rute som gir lenger reisetid er en belastning for sykklistene. De vil derimot velge en lenger rute om ruten oppleves som tryggere;
Sykkelanlegg	+	Det antas at sykklistere velger dedikert sykkelinfrastruktur for å oppnå høyere sikkerhet langs ruten som vil gi dem mer nytte.
Klatring	÷	En rute med mye klatring vil oppleves som belastende for sykklistene. Sykklistene vil derfor velge en lenger rute for å unngå fysisk anstrengelse.

4.5.4 Eksempel på beregning av nytte for ulike typer sykkelanlegg

Figur 4.5.23 viser hvordan nytten for valgte og raskeste alternativ kan illustreres. Her er det valgt å kun ta hensyn til parameterverdiene som gir positiv nytte, i stigende rekkefølge. På bakgrunn av Tabell 4.5.7 har separat sykkelveg derfor fått mest nytte (grønt), mens sykling i vegbanen uten tilrettelegging (referanseverdi) har ingen nytte (rødt).



Figur 4.5.23 Illustrerer nytten for de ulike anleggene som benyttes i løpet av sykkelruten.

Ut i fra figuren kan man se at der rutene deler seg har det valgte alternativet (mørk grønn) mer tilrettelagte sykkelanlegg sammenlignet med raskeste alternativ (lys grønn). Det gjør at nytten til det valgte alternativet øker. Tabell 4.5.10 viser den summerte nytten for valgte og raskeste alternativ når alle variablene er inkludert i nytteuttrykket. Beregningene viser at valgte alternativ har størst nytte (minst belastning) sammenlignet med raskeste alternativ. Det var størst sannsynlighet for at valgte rute ble valgt (58,7%) sammenlignet med de alternative rutene.

Tabell 4.5.10 Beregning av nytte for valgte og raskeste alternativ gitt i Figur 4.5.23.

	Tid [Min]	Separat sykkelveg [%]	Sykkelfelt [%]	Gang- og sykkelveg [%]	Blandet trafikk [%]	Klatring [m]	Total nytte
Valgte alternativ	32,4809	0,3033	0,1122	0,2763	0,1875	49,4896	-2,5335
Raskeste alternativ	31,1105	0,1046	0,0497	0,2965	0,2782	50,4599	-3,1062

4.6 Modellens forklaringsgrad og modellering av rutevalget

Det første avsnittet inneholder resultater fra de tre statistiske testene som ble gjennomført for å undersøke modellens forutsigbarhet. Det andre avsnittet tar for seg kalibrering og validering av rutevalgsmodellen som ble implementert i ATP-modellen.

4.6.1 Modellens forutsigbarhet

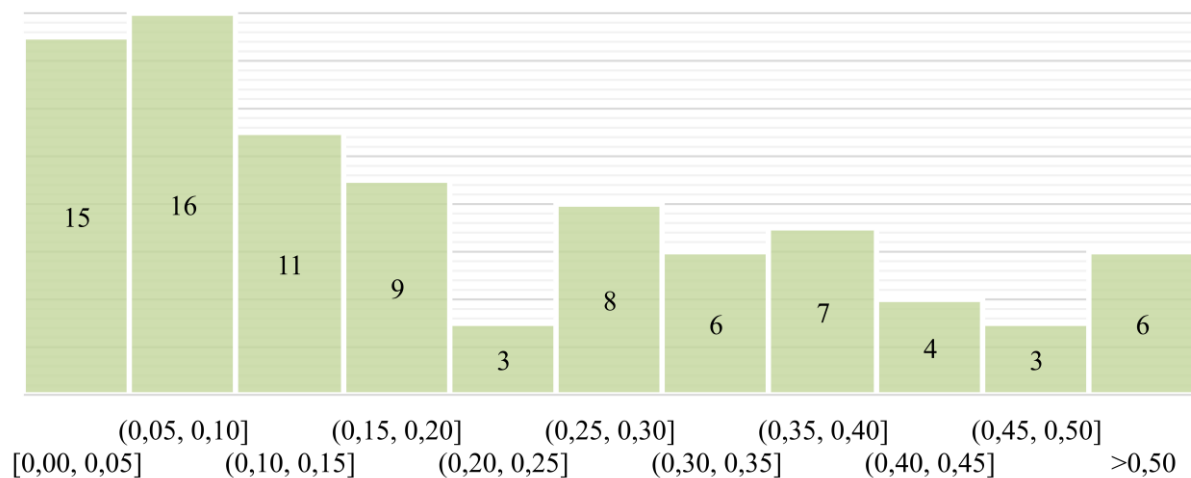
Det ble valgt å kun sjekke modellens forklaringskraft for dataene som ble brukt i estimeringen av rutevalgsmodellen. Grunnen til dette var begrenset tilgang på nye data, i tillegg til oppgavens tidsbegrensninger.

Test 1

Den første testen ble gjennomført for å sjekke modellens forutsigbarhet, og for å undersøke hvor ofte modellen identifiserte valgte rute som høyest sannsynlighet. For 97 av 185 ruter klarte modellen å gi valgte rute høyest sannsynlighet. Dette betyr at 52 prosent av rutene blir forklart av modellen. Av de 97 rutene var 29 prosent lik raskeste alternativ. Dersom modellen hadde hatt en sannsynlighet lik 20 prosent (1 av 5 ruter) ville modellen ikke forklart noe. Med bakgrunn i dette har modellen hatt forbedring på 160 prosent.

Test 2

Det var viktig å undersøke de tilfellene hvor valgte rute ikke ble valgt av modellen. Figur 4.6.1 viser differansen mellom sannsynligheten for ruten med *høyest sannsynlighet* og *sannsynligheten for valgte rute*. I 35 prosent av tilfellene var forskjellen i sannsynligheten mindre enn 0,1 mellom sannsynligheten for valgte alternativ og høyest sannsynlighet.



Figur 4.6.1 Forskjellen i sannsynlighet for valgte alternativ og maks sannsynlighet predikert av rutevalgsmodellen (N=88).



Tabell 4.6.1 viser at rutevalgsmodellen identifiserte valgte rute eller innenfor en rekkevidde på 10 prosent, i 69 prosent av tilfellene. Videre viser tabellen at rutevalgsmodellen identifiserte valgte rute i 80 prosent av tilfellene når forskjellen mellom maks sannsynlighet og sannsynlighet for valgte rute var mindre enn 0,2.

Tabell 4.6.1 Forskjell i sannsynlighet og modellens predikasjon.

Forskjell i sannsynlighet mellom U_{max} og U_{valgte}	Modellens predikasjon
0,00 – 0,05	61 %
0,05 – 0,10	69 %
0,10 - 0,15	75 %
0,15 – 0,20	80 %
>0,20	100 %

Test 3


Tabell 4.6.2 viser i hvor mange tilfeller de alternative rutene ble valgt fremfor valgte alternativ, der det var mer enn 10 prosent sannsynlighet mellom høyeste sannsynlighet, U_{max} , og sannsynligheten for valgte alternativ, U_{valgte} .

Tabell 4.6.2 Sannsynligheten for at rutevalgsmodellen velger et av de andre alternativene.

Alternativ	Sannsynlighet
1	62 %
2	22 %
3	14 %
4	2 %

Resultatene viste at modellen i hovedsak valgte alternativ 1 og 2 (raskeste og nest raskeste alternativ) når forskjellen mellom sannsynligheten for valgte og maks sannsynlighet er mer enn 0,1. Dette utgjør 84 prosent av tilfellene. Det var derfor ønskelig å undersøke hva som var grunnen til at modellen valgte disse fremfor valgte alternativ, og om det kun var reisetiden som hadde innvirkning.

Tabell 4.6.3 Sammenligning av ikke-valgte ruter og valgte rute hvor forskjellen mellom sannsynligheten for valgte og maks sannsynlighet var større enn 0,1.

Alternativ			
1	I gjennomsnitt 2, 4 minutt raskere.	Ikke signifikant, mindre enn 5 prosent forskjell.	Klatrer i gjennomsnitt 6,7 høydemetre mindre.
2	I gjennomsnitt 1,7 minutt raskere.	Sykler i gjennomsnitt 20 prosent mer på tilrettelagt sykkelanlegg (separat sykkelveg, sykkelfelt og gang- og sykkelveg)	Klatrer i gjennomsnitt 9 høydemetre mindre.

Tabellen viser at hvor alternativ 1 er det foretrukne alternativet estimert av rutevalgmodellen, var det hovedsakelig reisetiden som har størst innvirkning. I tilfellene hvor alternativ 2 er det foretrukne valget i rutevalgmodellen var det andel tilrettelagt sykkelanlegg som hadde aller størst innvirkning på rutevalget. Tabell 4.6.2 viste at alternativ 3 og alternativ 4 blir sjeldent valgt. I 91 prosent av tilfellene var det mindre enn 10 prosent sannsynlighet for at alternativ 4 ble valgt, og i 72 prosent av tilfellene var det mindre enn 10 prosent sannsynlighet for at alternativ 3 ble valgt. Grunnen til dette er at deltakerne måtte i gjennomsnitt ha syklet 6 minutter lenger for alternativ 3 og i gjennomsnitt klatret 19 flere høydemetre. Det samme gjelder for alternativ 4. Deltakerne måtte syklet nesten dobbelt så langt og klatret 23 flere høydemetre i gjennomsnitt. Forskjellene for sykkelanlegg var ikke signifikant for verken alternativ 3 eller alternativ 4. Derfor ble nytten for disse alternativene kun redusert.

4.6.2 Uttrykk for generalisert reisetid til implementering i ATP-modellen

ATP-modellen er en nettverksmodell som hovedsakelig ser på tilgjengelighet som uttrykkes ved reisetid og/eller reiseavstand (Lervåg, 1999, s. 7). Som nevnt i avsnitt 2.2.2 er det fullt mulig å benytte andre målenheter eksempelvis generalisert reisetid. Tabell 4.6.4 viser resultatene fra estimering av parameterverdiene for det nye nytteuttrykk (lenke-nivå) beskrevet i avsnitt 3.6.2. Slik som uttrykket ble formulert var det mulig å finne det relative forholdet mellom de ulike sykkelanleggene og sykling i vegbanen.


Tabell 4.6.4 Estimerte parameterverdier for rutevalgmodellen (lenke-nivå).

Variabler	Nivå	Koeffisient
Sykkelanlegg	Separat sykkelveg	0,23
	Gang- og sykkelveg	0,49
	Sykkelfelt	0,40
	Blandet trafikk	0,53
Anlegg	Vegbane uten tilrettelegging	1
Topografi	Stigning	10^5
Reisetid	Tid (Minutter)	-0,36
Innledende Log-likelihood (ved null)		-297,7460
Endelige Log-likelihood		-221,9631
McFadden ρ^2		0,2545
Antall parametere		6
Antall observasjoner		185

Som det fremgår av tabellen er det å sykle i *vegbanen uten tilrettelegging* referanseverdi, og har derfor parameterverdien 1. Resultatene viste at man var villig til å sykle nesten fem ganger så langt for å benytte *separat sykkelveg* med fortau, fremfor å sykle i vegbanen. Nytteuttrykket for rutevalgmodellen er presentert i formel 4.2:

$$U = -0,36 * (Tid_1) * (0,23 * (SV_2) + 0,49 * (GSV_3) + 0,40 * (SF_4) + 0,53 * (BT_5) + 1 * (VB_6)) * 10^{5*(Stigning)} \quad (4.2)$$

Hvor

$U =$ Nytte

$Tid =$ Minutter

$SV =$ Separat sykkelveg [%]

$GSV =$ Gang – og sykkelveg [%]

$SF =$ Sykkelfelt [%]

$BT =$ Blandet trafikk [%]

$VB =$ 1 vegbane (Referanseverdi)[%]

$Stigning =$ Prosent [%]

Nytteuttrykket måtte imidlertid omformuleres for å kunne benyttes i ATP-modellen, ettersom nettverksmodellen ikke klarer å beregne rutevalget når det er negativt fortegn. Modellen klarer ikke å vurdere hvilken rute som gir minst negativ verdi totalt. I utgangspunktet kunne man ha byttet fortegn og estimert størrelsen på unytten. Det ble likevel valgt å formulere et uttrykk for *generalisert reisetid* på lenke-nivå.

Kalibrering av modellen

Rutevalgmodellen ble testet i form av tre ulike uttrykk for generalisert reisetid. Uttrykkene for med de gitte parameterverdiene ble validert mot et O-D par fra datasettet. Uttrykket for generalisert reisetid ble kalibrert ved å teste for hvilke parameterverdier rutevalgmodellen modellerte rutevalget mest realistisk. De tre testene er beskrevet som modell 1, 2 og 3.

Testene inkluderer tre rutevalg, henholdsvis estimerte, raskeste og valgte alternativ. Estimerte alternativ var ruten med minst generalisert reisetid. Raskeste alternativ var ruten som ga minst reisetid. Valgte alternativ var ruten deltakeren i studien faktisk syklet. Vedlegg W viser en detaljert oversikt over området samt de akkumulerte verdiene for raskeste, valgte og estimerte alternativ for modell 1 og 2.

Modell 1 og 2

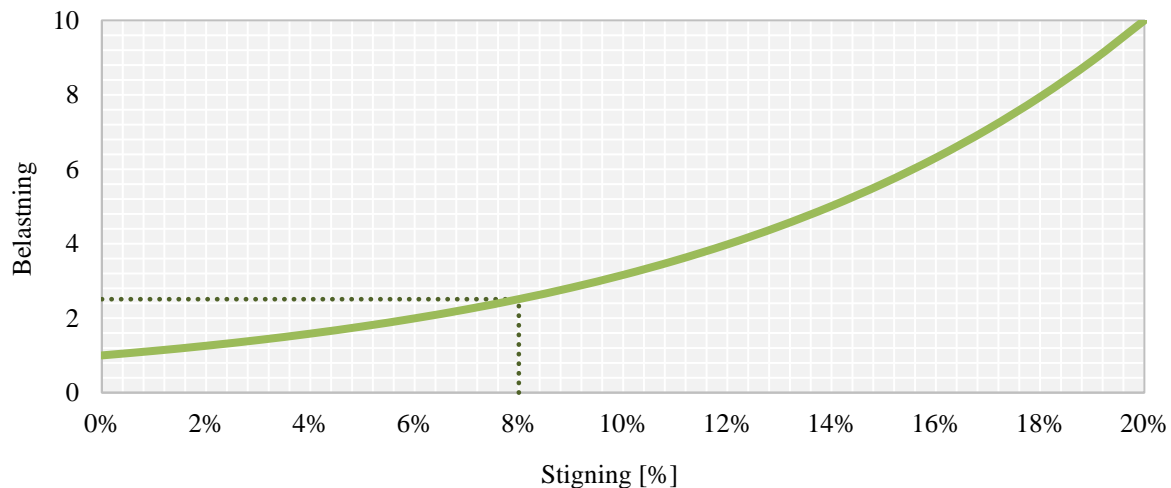
Tabell 4.6.5 er en oversikt over de estimerte parameterverdiene som inngikk i de to første modellene. Disse er identiske til parameterverdiene som ble estimert ved bruk av problemløseren, vist i Tabell 4.6.4.

Tabell 4.6.5 Estimerte parameterverdier for de ulike sykkelanleggene for modell 1 og 2.

Variabel		Modell 1 & 2	
		Tidsverdi (i minutt)*	Parameterverdi
Sykkelanlegg	Separat sykkelveg	-0,64	0,23
	Gang- og sykkelveg	-1,38	0,49
	Sykkelfelt	-1,10	0,39
	Blandet trafikk	-1,46	0,53
I vegbane uten tilrettelegging		-2,78	1

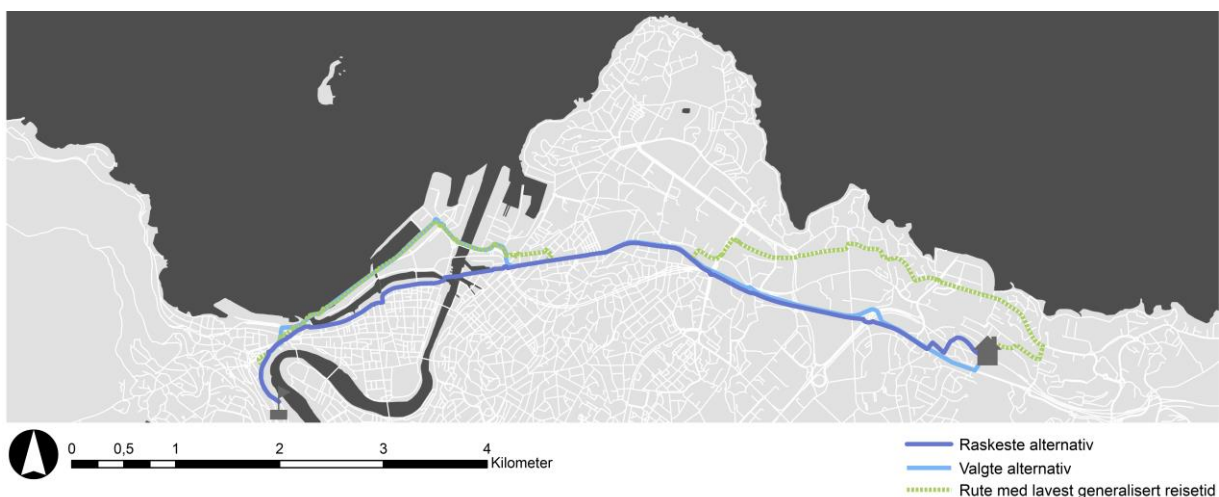
*Parameterverdi for anlegg/parameterverdi for tid

Figur 4.6.2 viser forholdet mellom stigning og motstand som ble benyttet i uttrykket for generalisert reisetid for den første modellen. Figuren viser at når stigning på lenken er 8 prosent gis en belastning på 2,51. Eksempelvis vil 5 minutt i vegbanen øke den generaliserte reisetiden til 12,55 minutt. Modell 2 tok kun hensyn til tilrettelagte sykkelanlegg.



Figur 4.6.2 Forholdet mellom stigning og belastning/motstand for modell 1.

Figur 4.6.3 viser valgte, raskeste og estimerte alternativ for den første modellen. Ut i fra figuren ser man at modellen valgte en relativt stor omveg for den første delen av ruten. Grunnen til dette var at belastningen knyttet til stigning var relativt høy. Selv om verdiene for stigning for de ulike lenkene var relativt lave, førte det likevel til en relativt stor belastning. I tillegg til dette var parameterverdiene for de ulike sykkelanleggene relativt høye. Man var blant annet villig til å sykle fem ganger så lang for å benytte separat sykkelveg, fremfor å sykle i vegbanen. Disse to faktorene i sum førte til at omvegen ble vesentlig.



Figur 4.6.3 Raskeste, valgte og estimerte alternativ for modell 1.

Formel 4.3 viser den generaliserte reisetiden på lenke-nivå for modell 1:

$$t_{gen} = (0,23 * (t_{SV}) + 0,49 * (t_{GSV}) + 0,39 * (t_{SF}) + 0,53 * (t_{BT}) + 1 * (t_{VB})) * 10^{5*(Stigning)} \quad (4.3)$$

Hvor

t_{gen} = Generalisert reisetid [min]

t_{SV} = Reisetid på separat sykkelveg [min]

t_{GSV} = Reisetid på gang – og sykkelveg [min]

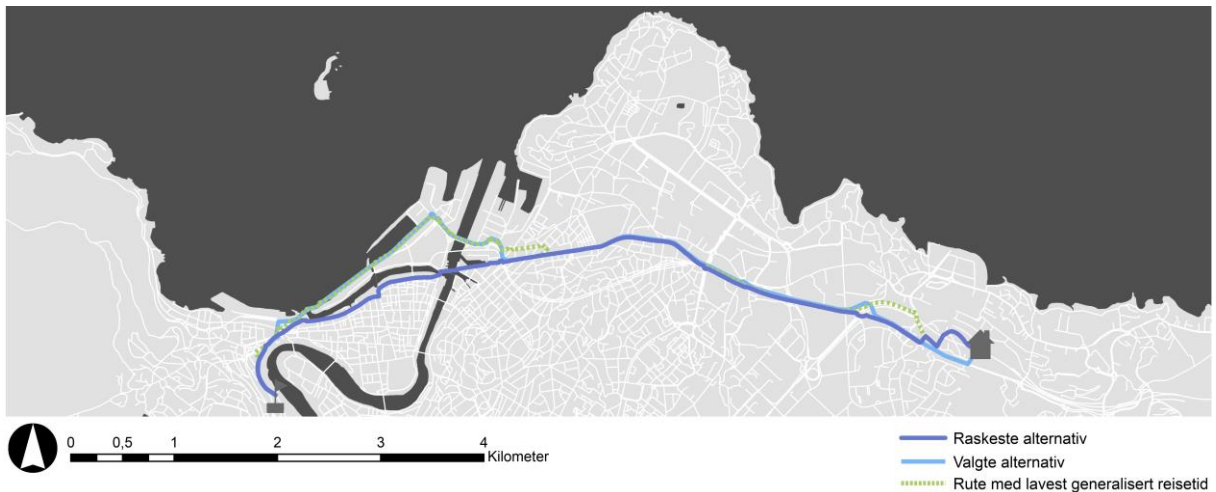
t_{SF} = Reisetid på sykkelfelt [min]

t_{BT} = Reisetid i blandet trafikk [min]

t_{VB} = Reisetid i vegbanen [min]

Stigning = Prosent [%]

Med dette som utgangspunkt var det ønskelig å undersøke rutevalget uten belastningsfaktoren for stigning. Figur 4.6.4 viser at hvor det kun tas hensyn til tilrettelagte sykkelanlegg ble rutevalget omtrent likt til valgte alternativ. Selv om rutevalget i dette tilfellet stemte relativt godt overens med valgte rute, viste resultatet seg å være tilfeldig. Sammenlignet med andre rutevalg, ga denne modellen urealistiske omveger for å benytte tilrettelagte sykkelanlegg. På bakgrunn av dette var det nødvendig å ta hensyn til stigning.



Figur 4.6.4 Raskeste, valgte og estimerte alternativ for modell 2.

Uttrykket for generalisert reisetid for modell 2 på lenke-nivå er vist i formel 4.4:

$$t_{gen} = (0,23 * (t_{SV}) + 0,49 * (t_{GSV}) + 0,39 * (t_{SF}) + 0,53 * (t_{BT}) + 1 * t_{VB}) \quad (4.4)$$

Modell 3

Med bakgrunn i resultatene fra modell 1 og 2 var det nødvendig å kalibrere modellen. Parameterverdien for separat sykkelveg ble derfor justert med 0,1 for å teste hvilken utslagsgivende effekt det ga for rutevalget. De andre parameterverdiene ble justert i henhold til separat sykkelveg, slik at det relative forholdet mellom dem var likt som i modell 1 og 2. I tillegg til å

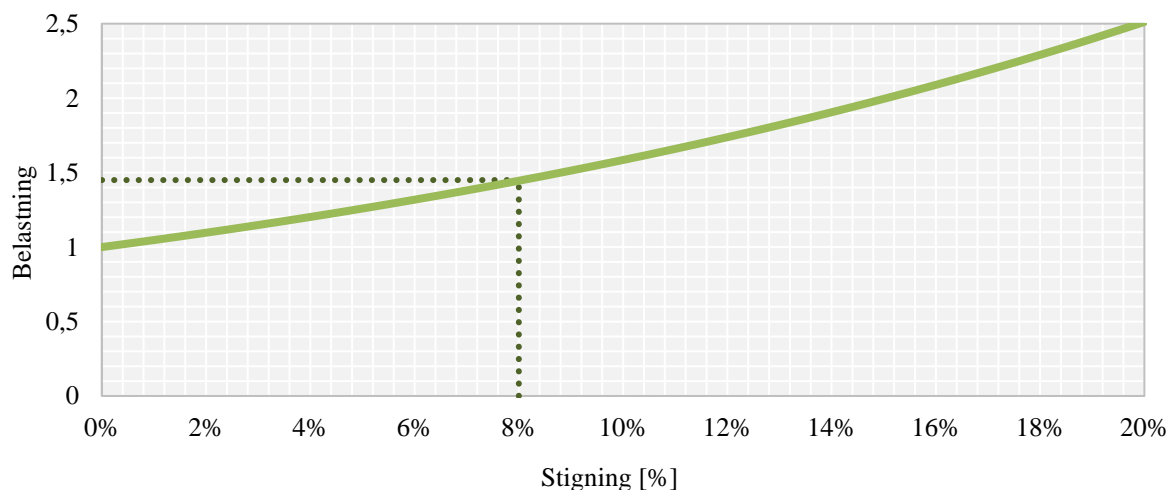


justere parameterverdiene for sykkelanlegg ble belastningen for stigning nedjustert. Selv om justering av parameterverdiene viste seg å gi plausible resultater, var det ingen teoretisk begrunnelse i justering av parameterverdiene. Uttrykket burde derfor vært testet for flere verdier og kombinasjoner. Dette er diskutert i delkapittel 5.4. Tabell 4.6.6 viser hvilke parameterverdier som inngikk i uttrykket for generalisert reisetid for modell 3.

Tabell 4.6.6 Justerte parameterverdier for de ulike sykkelanleggene for modell 3.

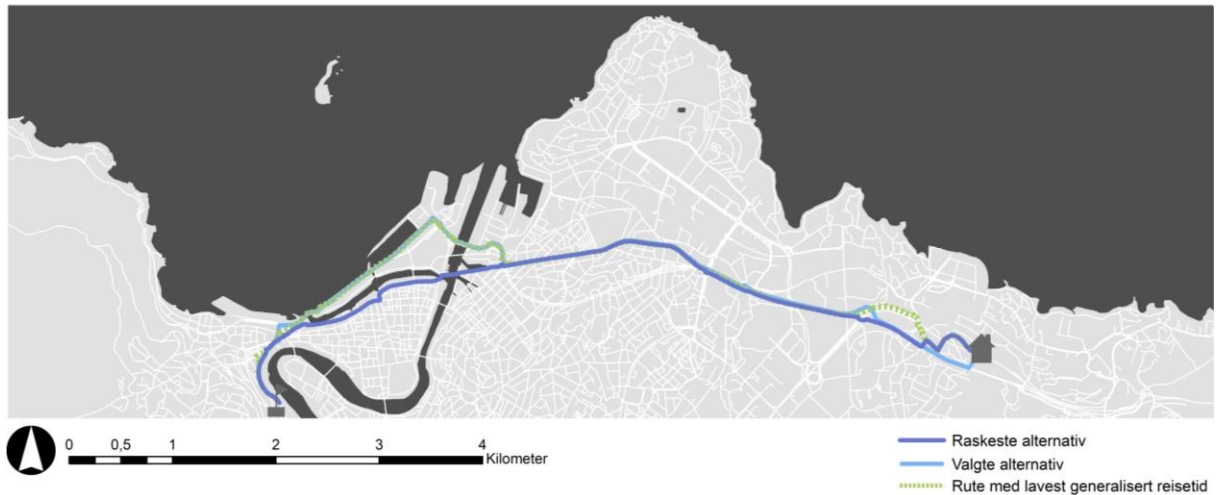
Variabel		Modell 3	
		Tidsverdi (i minutt)	Parameterverdi
Sykkelanlegg	Separat sykkelveg	-0,91	0,33
	Gang- og sykkelveg	-1,97	0,71
	Sykkelfelt	-1,56	0,56
	Blandet trafikk	-2,11	0,76
I vegbane uten tilrettelegging		-2,78	1

Figur 4.6.5 viser forholdet mellom stigning og belastning for modell 2. Figuren viser at den generaliserte reisetiden øker med 50 prosent når stigning på lenken er lik 8 prosent.



Figur 4.6.5 Forholdet mellom stigning og belastning/motstand for modell 3.

Uttrykket for generalisert reisetid ble validert mot deltakerens valgte alternativ. Figur 4.6.6 viser valgte, raskeste og estimerte alternativ for modell 3. Som det fremgår av figuren er rutevalget relativt likt utfallet til modell 2. I motsetning til modell 2 ga modellen mer realistiske rutevalg for andre alternative O-D par. Dette er diskutert i avsnitt 5.4.1.



Figur 4.6.6 Raskeste, valgte og estimerte alternativ for modell 3.

Uttrykket for generalisert reisetid på lenke-nivå for modell 3 er gitt i formel 4.5:

$$t_{gen} = (0,33 * (t_{SV}) + 0,71 * (t_{GSV}) + 0,56 * (t_{SF}) + 0,76 * (t_{BT}) + 1 * t_{VB}) * 10^{2 * (Stigning)} \quad (4.5)$$

Tabell 4.6.7 viser akkumulerte verdier for de ulike rutene. For den *estimerte* ruten er rutevalget beregnet på bakgrunn av uttrykket for generalisert reisetid. Tabellen viser at rutevalgmodellen valgte ruten med minst akkumulert stigning og mest separat sykkelveg. Figur 4.6.6 viser at forskjellen mellom valgte og estimerte rute var relativt liten. Ruten med minst generalisert reisetid (estimert) har mer klatring sammenlignet med valgte alternativ. I motsetning til den første rutevalgmodellen ble stigning benyttet, fremfor klatring. Grunnen for at estimerte og valgte alternativ avvok, var fordi enkelte lenker for *valgte alternativ* hadde mye stigning.

Tabell 4.6.7 Sammenligning av akkumulerte verdier mellom raskeste, valgte og estimerte alternativ for modell 3.

Variabler	Alternativ		
	Raskeste	Valgte	Estimerte
Reisetid [min]	30,26	33,56	32,51
Generalisert reisetid [min]	22,31	21,10	18,50
Reiseavstand [km]	8,36	8,89	9,03
Tilrettelagte sykkelanlegg	82,21	93,87	85,5
Separat sykkelveg [%]	27,80	53,21	59,56
Klatring [m]	61,31	59,17	65,80
Stigning [%]	1,035	1,18	0,99



4.7 Oppsummering av resultat og analyse

Av deltakerne som svarte på spørreskjemaet var 66 prosent menn og 34 prosent kvinner. Flertallet av deltakerne var i aldersgruppene 25 til 54 år. 93 prosent av deltakerne syklet mellom 2 – 5 dager i uken i sommerhalvåret, der det var en relativt jevn fordeling mellom de ulike aldersgruppene. Kvinnene oppga at de syklet litt oftere enn mennene. Flertallet av deltakerne anså seg som entusiastiske og selvsikre. 87 prosent av deltakerne benyttet *vanlig sykkel* til jobb. Dersom deltakerne ikke benyttet sykkel oppga 41 prosent at de brukte privatbil, etterfulgt av buss (31%) og gange (23%). 77 prosent av deltakerne oppga at syklet om vinteren. Av disse anså 84 prosent seg som helårssyklister. Dette betydde ikke at deltakerne syklet like mye om vinteren, som i sommerhalvåret. Hovedgrunnen til rutevalget var for over 40 prosent av deltakerne *raskeste rute*. Deltakerne oppga at reisetid, tilrettelagte sykkelanlegg, mengde biltrafikk og opplevelse av trygghet var forklaringsfaktorene som hadde størst påvirkning på valg av rute.

Det var relativt stor variasjon i datasettet som ble benyttet til utvikling av rutevalgmodellen. Rutevalget til respondentene avvek i liten grad fra raskeste alternativ, der valgte alternativ var i 63 prosent av tilfellene mindre enn 1 minutt lenger enn raskeste alternativ. Deltakerne utgjorde en svært heterogen og sammensatt gruppe. Enkelte av deltakerne valgte en lengre sykkelrute for å sykle i småkupert terreng, i motsetning til andre som valgte å sykle en omveg for å unngå mye klatring. Deltakernes faktiske rutevalg gjenspeilet hvilke forklaringsfaktorer de oppga i spørreskjemaet at påvirket deres valg av rute. Nytteuttrykket for den estimerte rutevalgmodellen (rute-nivå) ble slik:

$$U = -0,18 * (Tid_1) + 4,33 * (SV_2) + 3,33 * (GSV_3) + 3,63 * (SF_4) + 3,59 * (BT_5) - 0,04 * (Klatring_6)$$

De estimerte parameterverdiene viste at tilstedeværelse av *tilrettelagte sykkelanlegg* gir en øking i nytte. Syklistene ønsket derimot å redusere den totale reisetiden og minimalisere antall meter klatring. 52 prosent av rutene til deltakerne forklares av modellen. Når modellen ikke velger valgte alternativ, blir raskeste alternativ valgt i 61 prosent av tilfellene.

For implementering i ATP-modellen ble det estimert ett uttrykk for generalisert reisetid (lenke-nivå). Det endelige uttrykket ble slik:

$$t_{gen} = (0,33 * (t_{SV}) + 0,71 * (t_{GSV}) + 0,56 * (t_{SF}) + 0,76 * (t_{BT}) + 1 * t_{VB}) * 10^{2*(Stigning)}$$

5 DISKUSJON

Resultatene fra studien vil i dette kapitlet knyttes opp mot de tre forskningsspørsmålene fra kapittel 1:

- 1) *Hvilke egenskaper ved sykkeltilbudet har størst betydning for syklisters rutevalg ifølge empiriske funn?*
- 2) *Hvilke parameterverdier modellerer rutevalget best?*
- 3) *Hvordan kan rutevalgsmodellen implementeres i en eksisterende nettverksmodell?*

Innledningsvis i delkapittel 5.1 diskuteres hvilken innvirkning undersøkelsesmetoden har hatt for utvikling av rutevalgsmodellen. I tillegg til dette diskuteres undersøkelsens troverdighet og hvorvidt resultatene fra undersøkelsen er gyldige, kan generaliseres og om de er pålitelige til bruk i en rutevalgsmodell. I den andre delen, delkapittel 5.2, diskuteres hva som påvirker syklisters rutevalg og hvilke egenskaper ved sykkeltilbudet som har betydning for rutevalget (forskningsspørsmål 1). Den tredje delen, delkapittel 5.3, består av en evaluering av analysen og datagrunnlaget. Delkapitlet drøfter rutevalgsmodellen og parameterverdiens gyldighet (forskningsspørsmål 2). Den siste delen, delkapittel 5.4, diskuterer metoden for implementering av rutevalgsmodellen i en eksisterende nettverksmodell (forskningsspørsmål 3).

5.1 Undersøkelsens troverdighet

For å undersøke resultatenes representativitet er undersøkelsen sammenlignet med den Nasjonale reisevaneundersøkelsen 2013/2014 (Hjorthol *m.fl.*, 2014) og Transportøkonomisk institutt sin sykkelteledugnad ved Fyhri *m.fl.* (2017c) som er et nasjonalt samarbeidsprosjekt. Byene som inngikk i prosjektet var Tromsø, Trondheim, Bodø, Moss, Nedre Glomma (Fredrikstad og Sarpsborg) og Buskerudbyen (Drammen med omland og Kongsberg). Det er gjennomført egne filtreringer av reisevaneundersøkelsen 2013/2014 i samarbeid med veiledere ved bruk av programvaren SPSS. Hvorvidt undersøkelsen er representativ for Trondheim kommune og befolkningen forøvrig, er vesentlig i utvikling av rutevalgsmodellen. Det sier noe om modellens gyldighet og generaliserbarhet til andre områder.



5.1.1 Metodisk usikkerhet, validitet og reliabilitet

Blant de som deltok i undersøkelsen var det enkelte skjevheter som kan ha hatt betydning for utvikling av rutevalgmodellen. Det var blant annet flere menn (70 %) enn kvinner (30 %) som gjennomførte hele undersøkelsen (del 1 og del 2). Det var disse deltakernes registrerte rutevalg som inngikk i estimering av rutevalgmodellen. Årsaken til skjevheten kan være kjønnsfordelingen i de utvalgte bedriftene, viser til vedlegg H. Det kan også ha sammenheng med metoden som ble benyttet for å rekruttere deltakere til undersøkelsen. Ettersom undersøkelsen tok utgangspunkt i selvseleksjon var det opp til hver enkelt ansatt om de ønsket å delta. Hadde undersøkelsen vært basert på samme metode som de Nasjonale reisevaneundersøkelsene hadde fordelingen sannsynligvis vært jevnere.

I forhold til reisevaneundersøkelsen 2013/2014 var unge ansatte (20-24 år) underrepresentert i undersøkelsen, noe som kan ha sammenheng med utdanning. Sammenlignet med andre studier som har gjennomført lignende undersøkelser, varierer både andelen kvinner og menn samt aldersfordelingen. Flere av studiene viser samme tendens hvor det er relativt sett flere menn enn kvinner (Stinson og Bhat, 2003; Hood *m.fl.*, 2011). I Ton *m.fl.* (2017) sitt studium var også unge og eldre underrepresentert, selv om de undersøkte syklistene for alle typer formål. I tillegg til de unge ansatte var aldersgruppen 40 til 44 år dårlig representert sammenlignet med reisevaneundersøkelsen 2013/2014. Dette kan gi en indikasjon på at det i denne aldersgruppen var få som svarte. Eventuelt kan det bety at det i denne aldersgruppen er færre som sykler i de utvalgte bedriftene.

Selv om det var forskjeller i kjønn og alder virket ikke dette å være av betydning for utvikling av rutevalgmodellen og estimering av parameterverdiene. Det var ingenting som tydet på at det var vesentlige forskjeller i kvinner og menns preferanser (viser til delkapittel 4.2). Funnene fra undersøkelsen viser at enkelte aldersgrupper var representert i mindre grad enn andre. Likevel var det en relativt lik fordeling for hvilke forklaringsfaktorer som respondentene oppga hadde betydning for rutevalget. Det var selvsagt noen individuelle forskjeller som er diskutert i avsnitt 5.2.1.

Av deltakerne som deltok i undersøkelsen syklet 93 prosent mellom 2 og 5 dager i uken i sommerhalvåret. Det var ingen betydelig forskjell mellom kvinner og menn, da de syklet omtrent like ofte. Selv om det var ønskelig å inkludere alle typer syklistene i studien kan det

virke som flertallet av de som deltok i undersøkelsen var de mest ivrige syklistene. Dette kan ha sammenheng med at i noen av bedriftene ble undersøkelsen kun delt med ansatte som kontaktpersonen visste syklet til jobb. Det ble samtidig benyttet en undersøkelsesmetode der «alle» hadde mulighet til å delta, og derfor mulig å inkludere alle typer syklistere. Metoden kunne gjennomføres uavhengig av årstid, og det ble fokusert på at undersøkelsen kunne gjennomføres av en bredere gruppe syklistere. Dersom det hadde vært benyttet data fra apper som Strava, Garmin og/eller Endomondo ville antageligvis dette hatt mer å si for utvikling av rutevalgmodellen ettersom disse hovedsakelig benyttes til å loggføre treningsøkter.

Samtidig viste TØI sin sykkeltelledugnad for Trondheim at det var relativt lik fordeling for sykkelfrekvensen for arbeidsreiser (Fyhri *m.fl.*, 2017c, s. 23). For reiser hvor arbeid er formålet virker sykkel å være et fast transportmiddel, og man sykler derfor omtrent hver dag (jfr. Delkapittel 4.2). Dette kan gi en indikasjon på at det uansett ikke vil være mange som sykler mindre enn 2 dager i uken i sommerhalvåret. Med bakgrunn i dette vil antageligvis ikke sykkelfrekvensen ha innvirkning på estimering av rutevalgmodellen. Det er derimot usikkerhet knyttet til dette da kun 7 prosent av utvalget syklet mindre enn 2 dager i uken.

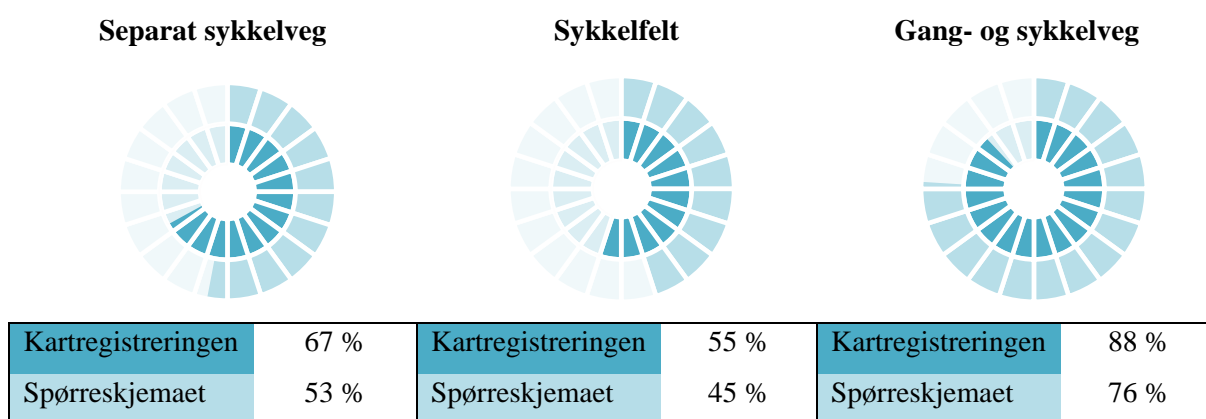
I tillegg til arbeidsreisene ble deltakerne i TØI sitt studie spurt hvor ofte de benyttet sykkel til andre formål som trening og rekreasjon (Fyhri *m.fl.*, 2017c, s. 23-24). Flertallet i undersøkelsen oppga at de benyttet sykkel relativt sjeldent med unntak av menn og treningsformål (Fyhri *m.fl.*, 2017c, s. 23 - 24). Det er derfor usikkert hvorvidt modellen kan benyttes til andre formål enn pendling. Broach *m.fl.* (2012) kom blant annet frem til at pendlersyklister var mer sensitive til reisetiden sammenlignet med sykling til andre formål. Samtidig er det sannsynlig at forklaringsfaktorene som inngikk i rutevalgmodellen er betydningsfulle for alle typer transportformål. Når det gjelder andre formål som rekreasjon og treningsformål kan det være andre forklaringsfaktorer som er av betydning. Likevel er det sykling til transportformål for både ATP-modellen og RTM som er interessant.

Ettersom syklistene registrerte sin vanlige rute fra sommerhalvåret 2017 kunne det for enkelte være utfordrende å huske sin normale sykkelrute. Spesielt for de som kun syklet i sommerhalvåret. Dette kunne vært med på å svekke undersøkelsens reliabilitet. Samtidig viste resultatene fra undersøkelsen at over 93 prosent av deltakerne syklet mellom 2 og 5 dager i uken, der det hendte at 80 prosent syklet om vinteren. Av disse anså 80 prosent seg som helårssyklister. Dette utgjorde over 60 prosent av respondentene. Av de som svarte på



undersøkelsen var det kun 8 prosent som varierte sykkelruten til jobb. Man kan derfor tolke resultatene dithen at sykklistene sannsynligvis husket sin normale rute til jobb. Dette indikerer at sykklistenes oppgitte ruter var korrekt, noe som øker påliteligheten til parameterverdiene til rutevalgsmodellen.

I spørreskjemaet ble sykklistene spurt om hvilke typer sykkelanlegg de benyttet på sykkelruten til jobb (jfr. delkapittel 4.4). Kartgrunnlaget som ble benyttet i kartregistreringen inneholdt ikke informasjon om sykkelinfrastruktur. Figur 5.1.1 viser hvor mange prosent som svarte at de benyttet separat sykkelveg, sykkelfelt og gang- og sykkelveg i spørreskjemaet sammenlignet med hva de faktisk benyttet (kartregistreringen). Spørreskjemaet og kartregistreringen skiller med kun 10-12 prosentpoeng og har den samme fordelingen. Dette indikerer at respondentene var oppriktige og at resultatene fra estimering av parameterverdiene er gyldige.



Figur 5.1.1 Forskjell mellom hva sykklistene svarte at de benyttet sammenlignet med hva de faktisk gjorde (N=200).

Metoden som ble benyttet i forbindelse med datainnsamlingen (web-basert kartregistrering) er lite benyttet i norsk sammenheng (jfr avsnitt 2.3). Det er derfor utfordrende å vurdere metodens pålitelighet. Fordelen med denne metoden, sammenlignet med metoden til Manum og Nordstrom (2013), var at sykklistenes rutevalg kunne kobles direkte til ArcMap og rutene behøvde ikke registreres manuelt. Det var derfor ikke mulig å mistolke rutevalgene. Det som kan være ulempen med denne type datainnsamling sammenlignet med Fyhri *m.fl.* (2017c) sitt studium, er at man ikke får undersøkt om rutevalget er konsistent fra dag til dag. Dette fordi deltakerne registrerte kun en rute til jobb. Dette kan svekke påliteligheten til resultatene. Dersom undersøkelsen hadde vært gjennomført i sommerhalvåret kunne det vært aktuelt å benytte en kombinasjon av web-basert kartregistrering og GPS-registreringer. Samtidig ville dette vært mer tid- og ressurskrevende. Etersom sykklistene oppga at de syklet regelmessig både sommer og vinter, vil man kunne anta at påliteligheten til resultatene er høy.

Med bakgrunn i reisevaneundersøkelsen 2013/2014 og sykkeltelledugnaden til Transportøkonomisk institutt, vil antageligvis rutevalgsmodellen reflektere pendlersyklisterens sykkelreiser i Trondheim kommune. Det samme gjelder for andre norske byer hvor man kan se den samme tendensen for pendlersyklister for blant annet sykkelrekvens (Fyhri *m.fl.*, 2017b, 2017a, 2017d). I disse byene var også utvalget større (Fyhri *m.fl.*, 2017c, s. 1-2). Det betyr ikke nødvendigvis at pendlersyklister har samme preferanser på tvers av byer. Det er blant annet ikke alle norske byer som har like mye tilrettelagt infrastruktur for syklisters som Trondheim. Det kan også være ulikheter i topografi. Samtidig stemte resultatene fra undersøkelsen overens med foreliggende forskning diskutert i delkapittel 5.2. Dette øker reliabilitet til resultatene og gir en indikasjon på at rutevalgsmodellen vil være generaliserbar til andre norske områder.

Med bakgrunn i den Nasjonale reisevaneundersøkelsen 2013/2014 gjennomføres flest sykkelreiser til/fra jobb og skole (Hjorthol *m.fl.*, 2014). I tillegg til dette utgjør pendlere (som regel) flertallet av deltakerne i studiene som har undersøkt syklisters rutevalg (Stinson og Bhat, 2003; Hood *m.fl.*, 2011; Broach *m.fl.*, 2012; Ton *m.fl.*, 2017). I studiet til Stinson og Bhat (2003) utgjorde blant annet 91 prosent av deltakerne pendlersyklister. På bakgrunn av dette kan man si at pendlersyklisterens vektlegging av de ulike forklaringsfaktorene har relativt stor betydning og er derfor svært viktige i utvikling av en rutevalgsmodell.

5.2 Hva påvirker syklisters rutevalg?

For å kunne utvikle en mer differensiert rutevalgsmodell er det avgjørende å ha kjennskap til hva som påvirker rutevalget til syklisters, slik at de mest betydningsfulle forklaringsfaktorene inngår i modellen. På den måten kan modellen gi plausible resultater som diskuteres i delkapittel 5.3. Dette delkapittelet har til hensikt å diskutere hvilke egenskaper ved sykkeltilbudet som har størst betydning for rutevalget ifølge mine empiriske funn mot annen forskning. Det er i hovedsak sett på hvilke forklaringsfaktorer deltakerne oppga i spørreskjemaet at påvirket deres rutevalg.

I spørreskjemaet var det 4 av 16 forklaringsfaktorer som viste seg å påvirke deltakernes rutevalg i størst grad. Det var reisetiden (63%), tilrettelagte sykkelanlegg (51%), mengde biltrafikk (45%) og opplevelse av trygghet (42%) (jfr. Figur 4.4.2). Syklistene foretrakk raskest alternativ fremfor korteste alternativ, der kun 22 prosent svarte at reiseavstanden påvirket deres valg. Stinson og Bhat (2003) vurderte 10 forklaringsfaktorer i deres undersøkelse. De kom frem til en relativt lik fordeling hvor reisetid, tilrettelagte sykkelanlegg og vegklasse hadde størst



betydning. De benyttet ikke mengde biltrafikk som egen variabel. Samtidig er vegklasse og mengde biltrafikk to relativt like egenskaper. Hovedveger har vanligvis høyere ÅDT sammenlignet med for eksempel boligater (jfr. delkapittel 2.5). Trygghetsfølelsen er subjektiv og korrelerer med andre faktorer som tilrettelegging for sykkel og mengde biltrafikk (Sørensen og Bjørnskau, 2012). Selv om Stinson og Bhat (2003) ikke inkluderte opplevelse av trygghet som egen variabel, kan man tolke resultatene dithen at det likevel var viktig for syklistene i deres studie.

5.2.1 Individuelle forskjeller

Det var enkelte individuelle forskjeller mellom kvinner og menn i undersøkelsen, selv om *raskeste rute* var den viktigste forklaringsfaktoren for begge kjønn. Sammenlignet med mennene var kvinnene mer opptatt av avstand og tilrettelagte sykkelanlegg. Mennene foretrakk ruter med få kryss og lite motorisert trafikk. Mosjon var også en faktor som påvirket rutevalget til menn i større grad enn kvinner (viser til Figur 4.4.1). Samtidig var det relativt få deltakere innenfor disse kategoriene som gjør det vanskelig å trekke noen sikre slutninger. Når det gjaldt aldersgruppene var de mellom 20 og 50 år mer opptatt av reisetiden sammenlignet med de over 50 år (se Figur 4.4.3). De over 50 år la mer vekt på opplevelsen av trygghet. Dette kan gi en indikasjon på at man blir mer engstelig i trafikken etter en viss alder. Det virket også som de eldste deltakerne var mindre sensitive til reisetiden, som kan ha sammenheng med at de ikke har de samme forpliktelsene som de yngre respondentene.

For å undersøke ulike syklisttyper kunne deltakerne velge mellom tre kategorier, hvor av 60 prosent kategoriserte seg som *entusiastiske og selvsikre*. Dette avviker fra Dill og McNeil (2013, s. 8) sitt studie, der de kom frem til at kun 13 prosent av syklistene i Portland var innenfor denne kategorien. Flertallet av deltakerne som deltok i denne undersøkelsen syklet ofte (mer enn 2 dager i uken). I tillegg til dette verdsatt de sykkelinfrastruktur, men de var ikke fremmed for å sykle i *blandet trafikk* eller i *vegbanen* (jfr. delkapittel 4.4). Resultatene stemmer overens med Høye *m.fl.* (2015) sitt studium. Deltakerne som syklet ofte var ikke kun opptatt av reisetiden og framkommelighet, men trygghet og tilrettelegging var også av betydning (jfr. avsnitt 4.4.2 og 4.5.2). I samtale med Richard Liodden Sanders ved Syklistenes landsforening (02.02.2018) ble det diskutert om de ulike kategoriene ikke nødvendigvis er sammenfallende med sykkel erfaring. Selv om man sykler ofte betyr det ikke nødvendigvis at man er *fryktløs*, eller mer *bekymret* om man sykler sjeldent. Resultatene viste at det var ingen entydig sammenheng mellom alder og sykkel frekvens, eller alder og syklisttype (jfr. delkapittel 4.2).

5.2.2 Egenskaper ved sykkeltilbudet

Respondentene syklet i gjennomsnitt 1,27 minutter og 0,25 kilometer lenger enn raskeste alternativ. Winters *m.fl.* (2010) fant at syklistene syklet i gjennomsnitt en omveg på 0,36 kilometer. De undersøkte sykkelruter for alle formål. Dette gir en indikasjon på at man er relativt følsom for reisetiden, uavhengig av formål for reisen. Resultatene fra undersøkelsen viste at forskjellen i tid mellom valgte og raskeste alternativ varierte mer når reisen hjemmefra til jobb økte, viser til avsnitt 4.5.1. Resultatene viste også at valgte alternativ var i 63 prosent av tilfellene mindre enn 1 minutt lenger enn raskeste alternativ (se Figur 4.5.3). Rutene som var identiske med raskeste alternativ var i gjennomsnitt 11 minutter sammenlignet med 18 minutt som var gjennomsnittet totalt. Disse funnene stemmer overens med Bovy og Stern (1990) sin forskning hvor valgsettet til den reisende (naturlig nok) øker med økende avstand fra avreisepunktet til destinasjonen. Det betyr at jo lenger reisen til jobb er, desto mer kan den avvike fra raskeste alternativ. Funnene fra undersøkelsen viste at for deltakerne som valgte en rute som var lenger enn raskeste alternativ var det andre egenskaper ved sykkeltilbudet som var av betydning, enn kun reisetiden.

I henhold til Bovy og Stern (1990) sin forskning kan det være at deltakerne i undersøkelsen trodde de valgte raskeste alternativ fordi de ikke hadde kjennskap til det raskeste alternativet (jfr. avsnitt 2.1.1). Samtidig fant Dill og Gliebe (2008, s. 52) ut at det vil være konflikt mellom enkelte forklaringsfaktorer. Selv om reisetiden ble rangert som den viktigste egenskapen (se Figur 4.4.1 og Figur 4.4.2), vil ikke nødvendigvis det raskeste alternativet tilfredsstille de andre behovene som syklistene har. Det være seg å unngå veger med mye motorisert trafikk eller sykle på ruter med tilrettelagte sykkelanlegg. Imidlertid var kun 16 av rutene mer enn 4 minutter lenger enn raskeste alternativ. Det gir en indikasjon på at reisetiden likevel har mye å si for syklistene. Dette stemmer overens med annen forskningslitteratur (Stinson og Bhat, 2003; Gleave, 2012; Broach *m.fl.*, 2012).

Funnene fra undersøkelsen indikerte at egenskaper som vær og klima hadde relativt lite å si for rutevalget (jfr. avsnitt 4.4.3). Det var kun 21 prosent som oppga at de syklet en annen rute om vinteren. Selv om ikke alle respondentene syklet hver dag (se Figur 4.2.3), der været kan ha vært en årsak, viste resultatene at rutevalget ikke nødvendigvis ble påvirket av dette. Det var kun 9 prosent som svarte at været hadde betydning for rutevalget (jfr. Figur 4.4.2), og det var kun 8 prosent av respondentene som oppga at de varierte ruten til jobb. Dette stemmer med Ton *m.fl.* (2017) sine funn, hvor blant annet regn ikke var en signifikant faktor for rutevalget.



Undersøkelsen til Gleave (2012) viste at respondentene ønsket å sykle gjennom grønne områder som parker, men «alle» var ikke nødvendigvis villig til å bytte. Mine funn viste derimot at syklistene ikke er særlig opptatt av omgivelsene, verken arkitektoniske eller grønne. Det virker å ha lite betydning for rutevalget, noe som kan ha sammenheng med reisens formål. Samtidig kom Winters *m.fl.* (2010, s. 5) frem til lignende funn, selv om de undersøkte flere formål enn kun pendling. De kom frem til at grønne omgivelser og/eller arealbruk for valgte alternativ ikke var signifikant forskjellig fra raskeste alternativ.

Resultatene fra denne undersøkelsen viste at 38,5 prosent av deltakerne valgte en sykkelrute som tok lenger tid, selv om man måtte klatre flere høydemetre enn raskeste alternativ (jfr. Tabell 4.5.3). Deltakernes rutevalg ble påvirket av egenskaper som mengde biltrafikk, opplevelse av trygghet, antall kryss og tilrettelagt sykkelanlegg (jfr. avsnitt 4.5.2). Disse syklet også i gjennomsnitt mer i vegbanen sammenlignet med raskeste alternativ (se Figur 4.5.20). Stinson og Bhat (2003) kom frem til lignende funn der syklistene foretrakk lett kupert terreng, fremfor helt flatt eller veldig kupert. Syklistene foretrakk veier med mindre mengde biltrafikk, samt sykkelfelt fremfor separat sykkelveg. Ifølge avsnitt 4.3.1 var mosjon og velvære (78%) den viktigste grunnen til at deltakerne syklet til jobb. Dette kan ha sammenheng med at syklistene velger å sykle i noe kupert terreng samt en lenger rute, fremfor raskeste alternativ.

Samtidig valgte 34,5 prosent av deltakerne å sykle en omveg for å unngå å sykle i bratt terreng (jfr. Tabell 4.5.3). De var også, sammenlignet med de andre respondentene, mer opptatt av tilrettelagte sykkelanlegg langs ruten. I henhold til avsnitt 4.5.2 syklet de minst i vegbanen. Dette stemmer overens med Broach *m.fl.* (2012) sin studie der syklistene valgte ruter med tilrettelagte sykkelanlegg og unngikk ruter med mye klatring. Syklistene ønsket ikke å sykle i vegbanen med mindre det var sykkelfelt. Oppsummert viste resultatene fra denne undersøkelsen at enkelte av respondentene ønsket å sykle der det var litt kupert, mens andre prøvde å unngå stigning og motbakker. Samtidig var det ingen av deltakerne som ønsket å sykle der det var veldig kupert (jfr. avsnitt 4.6.1).

Deltakerne i undersøkelsen er som tidligere nevnt svært opptatt av trygghet. Det er ulike egenskaper ved nettverket som øker tryggheten for syklistene avhengig av deres preferanser. For enkelte vil mengde biltrafikk ha innvirkning, mens for andre vil tilrettelagte sykkelanlegg være svært viktig (jfr. avsnitt 4.5.2). Begge deler har imidlertid betydning for opplevelsen av trygghet (se Figur 4.5.14). For enkelte vil det oppleves som tryggere å sykle i bolig-gater hvor

trafikkmengden er liten, mens for andre vil det være viktigere med dedikert sykkelinfrastruktur langs hovedruter (Hesjevoll og Ingebrigtsen, 2016). Et interessant funn fra undersøkelsen var at deltakerne oppga at *biltrafikkens hastighet* hadde relativt liten betydning (14%), selv om *mengde biltrafikk* var svært viktig (45%). Sener *m.fl.* (2009) fant derimot frem til at begge var betydningsfulle, som kan ha sammenheng med at de benyttet stated preference-undersøkelse med hypotetiske valgsituasjoner. Sikre steder å krysse bilvegen hadde forholdsvis stor påvirkningskraft på rutevalget til deltakerne. Prioritet i kryss var også av betydning (jfr. avsnitt 4.4.4).

Deltakerne syklet i gjennomsnitt mest på gang- og sykkelveg (37%), etterfulgt av blandet trafikk (22%). Sammenlignet med raskeste alternativ valgte syklistene likevel å sykle en lenger rute for å sykle på separat sykkelveg og/eller sykkelfelt, fremfor å sykle i vegbanen (se Figur 4.5.19). De syklet omtrent like mye på gang- og sykkelveg og i blandet trafikk som raskeste alternativ. Dette stemte ikke helt med hva deltakerne selv mente påvirket deres rutevalg. De oppga at i gjennomsnitt påvirket gang- og sykkelveg rutevalget i større grad enn sykkelfelt (jfr. Figur 4.4.9). Loftsgarden *m.fl.* (2015, s. 37) kom frem til at syklistere foretrekker gang- og sykkelveger fremfor annen sykkelinfrastruktur. Sykling i vegbanen oppleves som minst attraktivt. Dette kan ha sammenheng med at de ikke inkluderte separat sykkelveg som eget alternativ i deres undersøkelse. I motsetning til Loftsgarden *m.fl.* (2015) var dette studie basert på faktiske rutevalg. Det kan derfor være forskjeller i hva syklistene oppgir at de foretrekker, sammenlignet med valg de faktisk foretar seg. Funnene fra denne undersøkelsen stemte overens med Hood *m.fl.* (2011) sine funn, der sykling på separat sykkelveg og sykkelfelt ga en økning i nytte. Samtidig er det vanskelig å trekke direkte sammenligninger mellom de ulike studiene ettersom forholdene for syklistere kan være av forskjellig standard i ulike byer og land.

Undersøkelsen foregikk i februar og mars. Det er usikkert om dette hadde innvirkning på syklistenes verdsetting av drift- og vedlikehold. Respondentene oppga at både drift- og vedlikehold hadde ganske stor påvirkningskraft for deres rutevalg (jfr. Figur 4.4.10). Resultatene til Stinson og Bhat (2003) viste også at drift- og vedlikehold var av betydning. De fant blant annet ut at en rute med en grov sandoverflate var en belastning for syklistene, mens en jevn overflate hadde nytteverdi. Samtidig oppga deltakerne i denne undersøkelsen at de sjeldent avvek fra sin vanlige rute til jobb og benyttet i stor grad samme rute hele året (se avsnitt 4.3.2 og 4.4.3).



Det er derfor usikkert i hvilken grad drift- og vedlikeholdstiltak påvirket rutevalget om vinteren. I tillegg til dette viste resultatene fra undersøkelsen at respondentene syklet i gjennomsnitt rundt 80 prosent på tilrettelagte sykkelanlegg. Dette kan gi en indikasjon på at de var tilfreds med drift- og vedlikehold av sykkelvegene.

5.3 Evaluering av analysen og datagrunnlaget

I dette delkapittelet vurderes de ulike forklaringsfaktorene og deres parameterverdier som inngikk i den endelige rutevalgmodellen beskrevet i delkapittel 4.5.3. Det er det første nytteuttrykket som ble estimert på rute-nivå som evalueres. Datasettet og metodene som ble benyttet i forbindelse med estimeringen av parameterverdiene diskuteres.

5.3.1 Evaluering av rutevalgsmodellen

Syklistene er som nevnt svært sensitive til reisetiden. Dette viste også resultatene fra estimeringen av rutevalgsmodellen, se avsnitt 4.5.3. Sammenlignet med tilsvarende studier som Stinson og Bhat (2003), virker parameterverdien å være pålitelig. De fant også frem til at reisetid i gjennomsnitt har størst unytte/belastning for syklistene.

Det var kun 18 prosent av syklistene som oppga at stigning og høydeforskjell påvirket deres rutevalg (jfr. Figur 4.4.2). Estimering av parameterverdiene viste derimot at *klatring* var en relativt stor belastning for syklistene, se avsnitt 4.5.3. Som nevnt i delkapittel 5.2 kan det ha sammenheng med at deltakerne unngår ruter med veldig mange og bratte bakker (mye klatring), men foretrekker å sykle i småkupert terreng (jfr. avsnitt 4.6.1). Stinson og Bhat (2003) kom også frem til at ruter med veldig kupert terreng er det minst foretrukne alternativet. Selv om deltakerne ikke var fremmed for å sykle i kupert terreng og syklet hovedsakelig på grunn av mosjon, behøver ikke rutevalget reflektere dette. Det kan være forskjeller i hva syklistene oppga at de foretrakk og hva de faktisk gjorde. I tillegg til dette skulle deltakerne registrere rutevalget til jobb. Etersom flertallet av bedriftene i Trondheim ligger lavere i terrenget og boligområdene høyere, kan dette ha hatt innvirkning på respondentenes vektlegging.

Parameterverdien har sannsynligvis også sammenheng med metoden for generering av fiktive valgsett. Metoden er basert på k-alternative rute der verktøyet finner alternative ruter til valgte alternativ. Ulempen med denne metoden var at for enkelte rutevalg ble det estimert ekstremt høye attributtverdier og omveger for de alternative rutene. Det var hovedsakelig to grunner til dette. Den ene grunnen var mangel på etablerte lenker i nettverket. Den andre var økende

avstand mellom avreisepunktet og destinasjonen. For enkelte rutevalg medførte dette at alternativ 3 og alternativ 4 fikk ekstremt høye verdier for klatring sammenlignet med valgte rute. Dette kan ha ført til at parameterverdien for klatring er blitt for høy. Tabell 5.3.1 er et eksempel på dette og viser akkumulerte verdier for klatring på rute-nivå for et O-D par:

Tabell 5.3.1 Akkumulerte verdier for klatring og reisetid for hvert alternativ til en gitt rute.

	Valgte alternativ	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3	Alternativ 4
Klatring [m]	42,0	42,0	46,6	77,4	83,8
Reisetid [m]	16,3	16,3	20,7	27,4	32,6

Istedenfor å benytte gjennomsnittlig klatring benyttet Menghini *m.fl.* (2010) maksimum stigning i løpet av ruten. Dette kunne ha vært en fordel i dette studiet, da de alternative rutene i gjennomsnitt hadde nesten dobbelt så mye klatring som valgte alternativ (se vedlegg R).

Generelt viser undersøkelser der det er benyttet revealed preference-metode at topografi, uavhengig av om det er benyttet stigning eller klatring, er en stor belastning for syklistene. I undersøkelsene der det er benyttet stated preference-metode er det i større grad en preferanse for småkupert terreng (Stinson og Bhat, 2003; Sener *m.fl.*, 2009). Dette kan ha sammenheng med hvilke formål som er inkludert i studiene, eller at de hypotetiske valgsituasjonene i stated preference-undersøkelser ikke reflekterer rutevalget til syklistene. Man kan samtidig ikke utelukke at metoden for generering av fiktive valgsett hadde betydning for estimering av parameterverdien. Ulempen ved å benytte denne metoden er i liten grad diskutert av andre som har benyttet tilsvarende metode (Broach *m.fl.*, 2012; Casello og Usyukov, 2014).

Ettersom rutevalgmodellen inkluderte total klatring på rute-nivå, var det ikke mulig å undersøke hvilken innvirkning enkeltlenker hadde. Et dilemma som rutevalgmodellen derfor ikke tar hensyn til, er det som skjer før man skal sykle en oppoverbakke, viser til Figur 5.3.1. Det vil for eksempel være en større belastning å starte en oppoverbakke fra flatmark, enn å komme fra en nedoverbakke.



Figur 5.3.1 Eksempel på hvilken innvirkning det syklisten har lagt bak seg har for oppoverbakkene.



Dette vil også gjelde reisetiden ettersom reisetiden generes med utgangspunkt i helning og hastighet/fart. Da vil ikke det sykklisten har lagt bak seg bli tatt hensyn til. Flügel *m.fl.* (2017) utviklet en mer detaljert fartsmodell. Samtidig tok ikke deres fartsmodell heller hensyn til hva sykkelistene har lagt bak seg. Den tok derimot hensyn til hvilke faktorer som bidro til lavere og høyere hastighet, og hvordan dette påvirket reisetiden. Malmin *m.fl.* (2017) har derimot sett på utvikling av en fartsmodell som modellerer sykkelhastigheten som funksjon av vertikal og horisontal kurvaturen. De benyttet en såkalt Markov-kjede, hvor foregående punkt påvirker farten i gjeldende punkt. Denne vil gi et mer realistisk bilde av hastigheten, reisetiden og belastningen for sykkelistene.

Det var svært uventet at trafikkvolum fikk så liten forklaringsgrad i rutevalgmodellen, selv om 45 prosent oppga at mengde biltrafikk påvirket deres rutevalg (jfr. Figur 4.4.2). I tillegg til at den fikk positiv verdi. Dette har antageligvis sammenheng med at langs veger med høy ÅDT er det fokus på god tilrettelegging for sykklister i Norge (Vegdirektoratet, 2014). I tillegg til at deltakerne i studien valgte i gjennomsnitt å sykle en lenger rute for å benytte dedikert sykkelinfrastruktur (jfr. Figur 4.5.19). Sener *m.fl.* (2009) fant, i motsetning til dette studie, at trafikkvolum hadde stor negativ betydning i deres modell. I Hood *m.fl.* (2011) og Casello og Usyukov (2014) sitt studie fikk mengde biltrafikk også en positiv verdi. Hood *m.fl.* (2011) understreket viktigheten av å benytte både stated og revealed preference-metoder for å få et eksakt bilde av reiseatferden. Ettersom flere av deltakerne oppga i spørreskjemaet at de var opptatt av *mengde biltrafikk* langs ruten var det derfor logisk å fjerne variabelen. Hood *m.fl.* (2011) tok den samme avgjørelsen og fjernet variabelen fra deres rutevalgmodell.

De estimerte parameterverdiene gitt i avsnitt 4.5.3, viste at rutevalgmodellen tillegger separate sykkelveger størst verdi etterfulgt av sykkelfelt, blandet trafikk og gang- og sykkelveger. Deltakerne foretrekker antageligvis å sykle på separat sykkelveg og i sykkelfelt ettersom anleggene følger bilvegen og gjennomsnittsfarten øker. Gang- og sykkelveger gir minst nytte for sykklister sammenlignet med de andre løsningene for sykkel. Sannsynligvis har dette sammenheng med at gang- og sykkelveger gir en større omveg, i tillegg til større konflikt med gående (Høye *m.fl.*, 2015; Sørensen, 2016). Broach *m.fl.* (2012) kom frem til samme resultat der separat sykkelveg ble rangert høyest, deretter sykkelfelt. Stinson og Bhat (2003) kom derimot frem til at sykkelfelt var foretrukket fremfor separat sykkelveg. Det som var uventet var at blandet trafikk fikk en høyere parameterverdi enn gang- og sykkelveg. Antageligvis kan dette begrunnes i at sykkelistene var opptatt av mengde biltrafikk samt reisetid. Det vil si at de

velger å sykle i blandet trafikk, fremfor på gang- og sykkelveger hvis dette gir vesentlig kortere reisetid/avstand. Biltrafikken oppleves ikke nødvendigvis som en belastning ettersom den er relativt lav (<4000) (se avsnitt 2.5.3).

En annen problemstilling som analysene ikke tok høyde for, var de som valgte å sykle på fortau fremfor i vegbanen. Av de 185 rutene som kunne kobles til spørreskjemaet oppga 76 prosent av deltakerne at de enkelte ganger valgte å sykle på fortau fremfor å sykle i trafikken. Det kan bety at resultatene gitt i Figur 4.5.19 ikke er helt konsistente med hvor deltakerne faktisk syklet. Vegen som ble oppgitt flest ganger er «Bøckmans veg» som er kategorisert til *blandet trafikk*. Lindseth *m.fl.* (2017) kom blant annet frem til at syklistene i Trondheim sykler fortrinnsvis på fortau i Midtbyen. Selv om syklistene oppga hvilke veger de benyttet fortau (se vedlegg O), var det antageligvis kun enkelte partier. Det ville derfor vært utfordrende å bestemme/avgjøre hvilke delstrekninger syklistene valgte fortau. Samtidig er fortausanlegg definert for gående (Vegdirektoratet, 2014). Det var derfor ikke ønskelig å inkludere fortau som en egen variabel i likhet med Broach *m.fl.* (2012).

Det er ikke uvanlig at man i forkant av estimeringen av en rutevalgmodell velger variabler som skal inngå i modellen på bakgrunn av tidligere forskningslitteratur (Ton *m.fl.*, 2017; Casello og Usyukov, 2014). I estimeringen av parameterverdiene ble det valgt samme fremgangsmåte. Samtidig ble variablene valgt på bakgrunn av hva respondentene oppga at påvirket deres rutevalg og hvilke egenskaper som var av betydning. Dette viste fordelene med å benytte både stated preference- og revealed preference-undersøkelsesmetode med spørreskjema og kartregistrering. Enkelte av forklaringsfaktorene som *opplevelse av trygghet og drift- og vedlikehold* var derimot ikke mulig å inkorporere i beregningene (se avsnitt 3.4.2). Dette gjør at man ikke får et fullstendig bilde av hva som påvirket rutevalget til syklistene, ettersom det kan ha vært viktige variabler som uteble fra modellen. Med hensyn til metoden har man heller ikke kjennskap til usikkerheten til de ulike parameterne. Dette er selvsagt en stor ulempe ettersom man kun har mulighet til å sammenligne med tilsvarende studier.

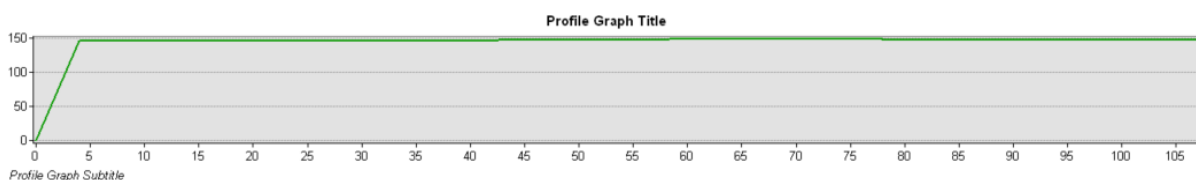
Samtidig viste resultatet for modellens godhet at rutevalgmodellen er akseptabel og har en relativt god kvalitet sammenlignet med andre studier (Stinson og Bhat, 2003). Parameterverdien for de ulike typene sykkelinfrastruktur, klatring og reisetid virket heller ikke å være urimelige (Casello og Usyukov, 2014; Stinson og Bhat, 2003). Både Hood *m.fl.* (2011) og Broach *m.fl.* (2012) endte med omtrent samme resultat for sine modellens godhet, henholdsvis

0,23 og 0,26. De benyttet også en algoritme som genererte alternative valgsett til valgte alternativ. Ton *m.fl.* (2017) fikk derimot et betydelig lavere tall for sin modells godhet, som kan ha sammenheng med at de benyttet en annen metode for å finne alternative ruter. De mente også at metoden for generering av fiktive valgsett gav kunstige parameterverdier og en overestimering av modellens godhet (Ton *m.fl.*, 2017, s. 10).

For å teste modellens forklaringskraft ble det gjennomført tre statistiske tester. Den første testen viste at modellen identifiserte valgte rute med høyest sannsynlighet i 52 prosent av tilfellene. I tilfellene hvor valgte rute ikke ble identifisert med høyest sannsynlighet var grunnen at de alternative rutene, henholdsvis alternativ 1 og 2, hadde i gjennomsnitt lavere reisetid. I tillegg til mindre eller lik mengde tilrettelagt sykkelinfrastruktur samt mindre klatring. Dette viser at modellen valgte alternativ basert på syklistenes preferanser. Dette øker gyldigheten til rutevalgsmodellen og de gitte parameterverdiene. Selv om rutevalgsmodellen kun tar hensyn til egenskaper som kan beskrives på nettverksnivå, er det også disse som virker å være av størst betydning.

5.3.2 Feilkilder knyttet til sykkelnettverket og datasettet

Datasettet som ble benyttet til estimering av parameterverdiene og rutevalgsmodellen var ikke feilfritt. Grunnen til dette var blant annet at datasettet ble generert på bakgrunn av nettverksdataene i GIS, der nettverket hadde flere potensielle bias. Dette økte usikkerheten til beregningene. Det var hovedsakelig tre feilkilder, som er nevnt i avsnitt 3.4.2. Nettverket består av 21 256 enkeltlenker og 17 007 noder. Det ville derfor vært for tidkrevende å gjennomgå nettverket i sømmene for å finne alle de potensielle feilkildene. Dette kan ha ført til at enkelte forklaringsvariabler for valgte og alternative ruter har fått feil verdier. Enkelte av lenkene hadde blant annet urimelige verdier for klatring. Figur 5.3.2 viser et eksempel på dette, der høydemeterne gikk fra 0 til 200 meter for en strekning på 5 meter.



Figur 5.3.2 Høydeprofil for en enkeltlenke i nettverket (Generert fra ArcMap 10.5).

Som nevnt i avsnitt 5.3.1 beregnes reisetiden på bakgrunn av hastighet og helning. Dersom det er feil i høydedataene (vist i Figur 5.3.2) kan dette få følger for ikke bare klatring, men også reisetiden. Det kan ha ført til at reisetiden ble for høy eller lav for enkelte lenker. For lenkene hvor valgte og alternative ruter inngikk ble disse feilene rettet opp og justert for.

Et nettverk vil aldri kunne gjenspeile den virkelige situasjonen helt nøyaktig. Det vil derfor uansett være bias knyttet til både klatring og reisetid. Manglende lenker og noder var også en utfordring ved gjennomføring av map matchingen. Sykkelnettverket var som nevnt ikke komplett (se avsnitt 3.4.2). Det manglet blant annet enkelte stier og snarveger for syklister. For å unngå at prosessen med å map matche rutene ble for tidkrevende, ble det valgt å øke størrelsen på bufferne. Dette ble gjort for å unngå å redigere mange enkeltlenker. I noen tilfeller var det nødvendig å redigere/legge til enkeltlenker. Dette kan ha medført at rutevalgene til enkelte respondenter avvek i noe grad fra deres virkelige rute etter at rutene var map matchet. Det var også for enkelte rutevalg noe uoverensstemmelse mellom sykkelruten og nettverket. Det var derfor utfordrende å avgjøre hvor deltakerne faktisk hadde syklet for enkelte strekninger.

Både Broach *m.fl.* (2012) og Ton *m.fl.* (2017) opplevde de samme utfordringene ved gjennomføring av map matching. Dette kan ha medført feil i de akkumulerte verdiene for enkelte av deltakernes rutevalg. Sannsynligvis hadde dette relativt liten innvirkning på estimering av rutevalgsmodellen, fordi disse feilene ble rettet opp underveis. Feilene ble rettet opp i forbindelse med klargjøring av sykkelnettverket og map matchingen av rutevalgene.

5.4 Utfordringer ved implementering i en eksisterende nettverksmodell

Det var ønskelig å undersøke hvordan rutevalgsmodellen, og de respektive parameterverdiene, kunne implementeres i en eksisterende nettverksmodell som ATP-modellen. Det er det andre nytteuttrykket beskrevet i delkapittel 4.6.2 som diskuteres. Uttrykket gjaldt på lenke-nivå. Det var enkelte utfordringer knyttet til implementering av nytteuttrykket i ATP-modellen som belyses og diskuteres i dette delkapittelet. I tillegg til dette drøftes muligheten for å implementere rutevalgsmodellen i andre nettverk for andre geografiske områder.

5.4.1 Implementering i ATP-modellen

Sammenlignet med andre studier som har undersøkt rutevalg til syklister er det relativt få som har undersøkt muligheten for å implementere en rutevalgsmodell i en eksisterende nettverksmodell. Det er derimot undersøkt hvordan flere forklaringsvariabler kan inngå i blant annet

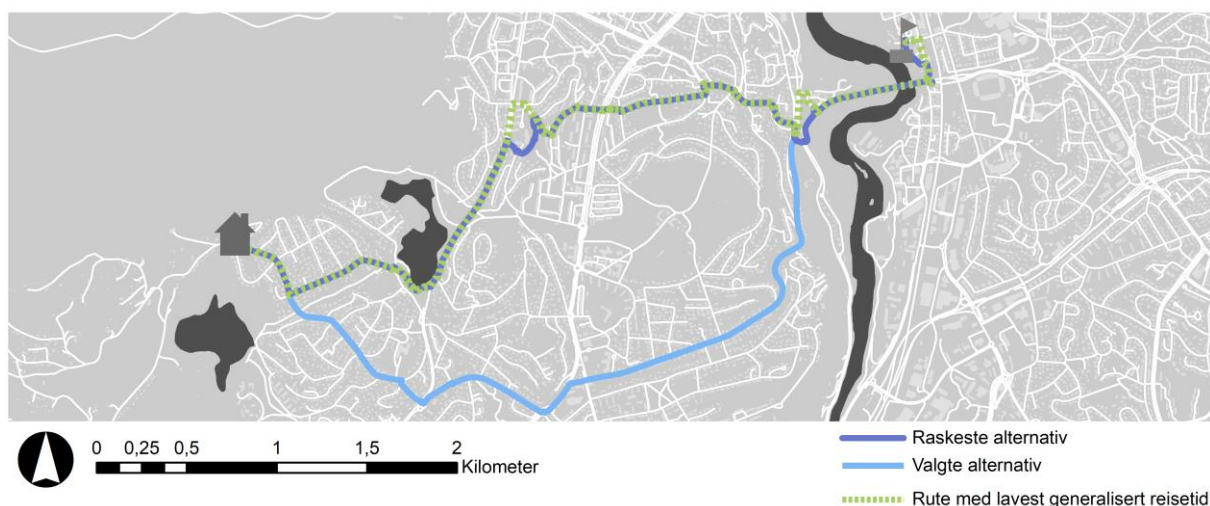


Regional transportmodell (RTM) (Tørset og Babri, 2017; Malmin *m.fl.*, 2017). Fremgangsmåten for å implementering i ATP-modellen bygger på Beheshtitabar *m.fl.* (2014) sin metode, der lenkene i nettverket tillegges ulike vektorer (jfr. avsnitt 2.2.2). I dette tilfellet ble det benyttet en samlet vekt uttrykt som generalisert reisetid.

For å unngå unødvendig arbeid var det i utgangspunktet tenkt at den første rutevalgmodellen kunne benyttes til implementering i ATP-modellen. Det viste seg at dette bød på noen utfordringer, ettersom den første modellen hadde et nytteuttrykk som gjaldt på rute-nivå. Det var heller ikke mulig å finne det relative forholdet mellom reisetiden og de andre forklaringsfaktorene. Dette betød at nye parameterverdier måtte estimeres for at rutevalgmodellen kunne uttrykkes som generalisert reisetid på lenke-nivå. Det ble testet tre ulike uttrykk for generalisert reisetid. Sammenlignet med deltakernes faktiske rutevalg, var parameterverdiene for det første og andre uttrykket for høye til å reflektere syklistenes faktiske rutevalg. På bakgrunn av dette ble parameterverdiene justert. De nye og kalibrerte parameterverdiene viste at syklistene var villig til å sykle tre ganger så langt for å benytte separat sykkelveg og dobbelt så langt for å benytte sykkelfelt. Belastningen knyttet til stigning ble også justert. Validering mot det valgte alternativet viste at uttrykket for generalisert reisetid for modell 3 ga mer plausible resultater sammenlignet med uttrykkene for de to første modellene.

Samtidig ble parameterverdiene kun justert en gang. Det burde antageligvis vært gjennomført flere runder med kalibrering og validering for å redusere usikkerheten rundt verdiene. Modellen burde også vært testet for flere O-D par. I det første nytteuttrykket (for rute-nivå) ble akkumulert *klatring* benyttet for å beskrive topografi og belastning langs ruten. I det andre nytteuttrykket (lenke-nivå) ble derimot *stigning* benyttet (se avsnitt 4.5.3 og 4.6.2). Klatring fungerer best på rute-nivå, ettersom den forteller hvor mange høydemeter man må forsere fra avreise til destinasjon. Klatring er derimot ikke mulig å benytte på lenke-nivå, fordi det ikke forteller hvor belastende hver enkelt lenke er. En strekning behøver ikke å være særlig anstrengende selv om man må klatre flere høydemetre, det avhenger også av lenkens lengde. Dette førte til noen uoverensstemmelser mellom de to rutevalgmodellene (rute- og lenke-nivå) og deres nytteuttrykk.

Figur 5.4.1 er et eksempel på dette. I henhold til den første rutevalgmodellen (rute-nivå) var det 58 prosent sannsynlighet for at den valgte ruten (blå) ble valgt. Det var mer tilrettelagt sykkelanlegg langs ruten, sammenlignet med raskeste alternativ.



Figur 5.4.1 Sammenligning av raskeste alternativ, valgte alternativ og alternativet med lavest generalisert reisetid.

Tabell 5.4.1 er en oversikt over de akkumulerte verdiene for de ulike rutene generert i ATP-modellen, der nytteuttrykket er definert på lenke-nivå (jfr. avsnitt 3.6.2 og 4.6.2).

Tabell 5.4.1 Akkumulerte verdier for raskeste, valgte og estimerte alternativ.

Alternativ	Generalisert			Tilrettelagte sykkelanlegg [%]	Separat sykkelveg [m]	Total klatring [m]	Gj.snittlig stigning [%]
	Tid [min]	reisetid [min]	Avstand [km]				
Raskeste	16,81	14,17	6,03	52,94	183,69	21,77	0,046
Valgte	17,41	14,37	6,23	73,77	103,36	21,89	0,066
Estimerte	17,06	13,56	6,08	60,00	541,55	22,89	0,041

Tabellen viser at ruten med lavest generalisert reisetid (grønn) er raskere enn valgte alternativ (blå), har mer tilrettelagte sykkelanlegg og mindre akkumulert stigning. For ruten med lavest generalisert reisetid sykler man også nesten fem ganger så mye på separat sykkelveg. Dette viser at å benytte to ulike tilnærminger til topografi i de to rutevalgmodellene (rute- og lenke-nivå), vil ha betydning for beregning av rutevalget. Dette vises blant annet for de akkumulerte verdiene for de ulike rutevalgene. Ruten med minst generalisert tid (grønn) hadde mest klatring, men det var minst akkumulert stigning. Valgte alternativ har derimot mindre klatring, men mest akkumulert stigning.

5.4.2 Overførbarhet til andre nettverk

Rutevalgmodellen er basert på egenskaper ved nettverket som er tilgjengelig i NVDB sitt nettverk samt høydedata fra kartverket. I tillegg til eksterne data om sykkelvegnettet fra Miljøpakken (jfr. avsnitt 3.4.2). ATP-modellen er et verktøy som er fritt tilgjengelig for alle. Det «eneste» man trenger for å benytte verktøyet er et nettverk som er tilpasset trafikantgruppen. For at rutevalgmodellen skal ha noen funksjon i ATP-modellen er det vesentlig at de ulike formene for tilrettelegging inngår som egenskaper i nettverket (se delkapittel 3.5).

Det er som nevnt i avsnitt 3.4.2 et pågående arbeid for å forbedre sykkelnettverket i NDVB (Jetlund, 2013). Sykkelnettverket bearbejdet av Jetlund (2017) er relativt detaljert, men fungerer derimot dårlig i nettverksanalyser. Grunnen til dette er at lenkene i nettverket er duplisert og hver lenke inneholder ulike egenskaper. Figur 5.4.2 viser at det er blant annet ikke benyttet en konsekvent metode for kategorisering av ulike typer sykkelinfrastruktur. Elgseter bru har blant annet fått egenskapen *sykkelveg* og *sykkelfelt*.



Figur 5.4.2 Eksempel på en lenke i nettverket som er duplisert og som har flere egenskaper.

Overførbarhet til andre nettverk vil derfor være et kostnadsspørsmål. Det er avhengig av et lokalt initiativ hvor det kartlegges hvilke ruter, veger og stier det er mulig å sykle. I tillegg til de ulike formene for tilrettelegging som finnes i området. En mulighet er å mobilisere bruken av OpenStreetMap. Ettersom registrering i OpenStreetMap er basert på frivillighet kan det samtidig bety at det i noen byer og kommuner vil bli en forskjell i detaljerings- og kvalitetsnivået til nettverket.

5.5 Oppsummering av diskusjon

Resultatene viste at det var flere menn enn kvinner som deltok i undersøkelsen. I tillegg til dette var enkelte aldersgrupper dårligere representert. Dette hadde antageligvis sammenheng med kjønnsfordeling i bedriftene og utdanning. Selv om det var skjevheter i utvalget for kjønn og alder, virket ikke dette å ha innvirkning på estimering av rutevalgmodellen. Det var ingenting som tydet på at det var vesentlige forskjeller i kvinner og menns preferanser. For begge kjønn var *reisetid* den viktigste forklaringsfaktoren for rutevalget. Selv om deltakerne oppga at reisetid påvirket rutevalget i størst grad, vil ikke nødvendigvis det raskeste alternativet tilfredsstillende de andre behovene som syklistene har. Det er en avveining mellom andre faktorer som tilrettelagte sykkelanlegg, klatring og mengde biltrafikk. Sammenlignet med aldersgruppen 20 til 50 år la de over 50 år mer vekt på opplevelsen av trygghet.

Deltakerne oppga i spørreskjemaet at topografi hadde relativt liten betydning for deres rutevalg. Likevel viste resultatene fra estimering av rutevalgmodellen at klatring var en relativt stor belastning for deltakerne, og ville gi en reduksjon i nytten. Dette hadde antageligvis sammenheng med blant annet metoden for generering av alternative valgsett. Enkelte av de alternative rutene fikk relativt høye verdier for klatring. Det samme gjaldt for reisetid. Dette virket derimot mer logisk, ettersom deltakerne var svært opptatt av å redusere den totale reisetiden for sykkelruten. Rutevalgmodellen fanget opp syklistenes preferanser for tilrettelagte sykkelanlegg, henholdsvis separate sykkelveger og sykkelfelt.

Det var hovedsakelig tre feilkilder som kunne hatt innvirkning på datasettet som skulle benyttes i estimering av rutevalgmodellen. Det var feil i høydedataene, manglende lenker og noder. En konsekvens av dette ville vært feil i de akkumulerte verdiene for deltakernes rutevalg. Sannsynligvis hadde dette relativt liten betydning for estimering av rutevalgmodellen ettersom disse feilene ble rettet opp underveis. For å kunne implementere rutevalgmodellen i ATP-modellen må modellen uttrykkes på lenke-nivå. Grunnen til dette er at hver lenke i nettverksmodellering tillegges en vekt. Med bakgrunn i dette måtte stigning benyttes fremfor klatring for å fremstille sykling i terreng på lenke-nivå. Resultatene ga en indikasjon på at rutevalgmodellen vil kunne være generaliserbar til andre norske områder. Implementering av rutevalgmodellen i andre nettverk vil likevel være et kostnadsspørsmål ettersom man har behov for eksterne vegfagdata som NVDB ikke tilbyr.

6 KONKLUSJON OG VIDERE ARBEID

I dette kapittelet gis en konklusjon og forslag til videre arbeid tilknyttet temaet. Konklusjonen skal besvare den overordnede problemstillingen og de tre forskningsspørsmålene. Videre arbeid inkluderer anbefalinger til videre forskning innenfor tematikken.

6.1 Konklusjon

Denne studien beskriver utvikling av en rutevalgmodell for å undersøke hva som påvirker syklisters rutevalg. Studien er basert på en stated og revealed preference-undersøkelsesmetode. Deltakerne oppga hva de mente påvirket deres valg og registrerte deres faktiske rutevalg. Syklistenes vektlegging av egenskaper ved sykkeltilbudet er basert på 232 ansatte fra ulike bedrifter i Trondheim kommune. Et datasett på 925 sykkelruter ble benyttet til estimering av rutevalgmodellen, der 185 utgjorde valgte rute. Metoden k-alternative rute ble benyttet for å generere fiktive alternativer til valgte rute.

Først ble det undersøkt hvilke egenskaper som hadde størst betydning for syklisters rutevalg. Dette ble gjort for å undersøke hva som påvirket rutevalget samt begrunne valg av forklaringsfaktorer som inngikk i rutevalgmodellen. Videre ble de tilbakelagte rutene benyttet til å utarbeide rutevalgmodellen og estimere parameterverdier som modellerte rutevalget best. Til slutt ble det undersøkt hvordan rutevalgmodellen kunne implementeres i en eksisterende nettverksmodell, henholdsvis ATP-modellen. Utvikling av rutevalgmodellen var basert på deltakere som syklet regelmessig. De fleste var entusiastiske og selvsikre, og anså seg selv som helårssyklist. Resultatene viste at det var ingen betydelige forskjeller for kvinner og menn som deltok i undersøkelsen. Alder virket heller ikke ha direkte sammenheng for valg av rute.

Resultatene fra studien inkluderer hvilke egenskaper som har størst betydning for syklisters rutevalg. Det er utarbeidet en rutevalgmodell som inneholder parameterverdier som modellerer rutevalget på en plausibel måte. Rutevalgmodellen ble slik, se formel 6.1:

$$U = -0,18 * (Tid_1) + 4,33 * (SV_2) + 3,33 * (GSV_3) + 3,63 * (SF_4) + 3,59 * (BT_5) - 0,04 * (Klatring_6) \quad (6.1)$$



Hvor

$U = \text{Nytte}$

$Tid = \text{Minutter}$

$SV = \text{Separat sykkelveg [\%]}$

$GSV = \text{Gang – og sykkelveg [\%]}$

$SF = \text{Sykkelfelt [\%]}$

$BT = \text{Blandet trafikk [\%]}$

$Klatring = \text{Meter}$

Rutevalgmodellen beregner hvor mye valg av sykkelrute endres som følge av en forbedring (positiv) og/eller belastning (negativ). De estimerte parameterverdiene viser at tilstedeværelse av tilrettelagte sykkelanlegg gir en øking i nytte. Syklistene ønsker derimot å redusere den totale reisetiden og minimalisere antall meter klatring. I tillegg til dette er det funnet en metode for hvordan rutevalgmodellen kan implementeres i en eksisterende nettverksmodell ved bruk av generalisert reisetid.

Hvilke egenskaper ved sykkeltilbudet har størst betydning for syklisters rutevalg ifølge empiriske funn?

Resultatene fra undersøkelsen stemmer overens med tidligere forskning, og viser at syklistene først og fremst er opptatt av reisetiden. Samtidig er syklistene opptatt av trygghet og velger derfor å sykle en lenger rute for å benytte dedikert sykkelanlegg, henholdsvis separat sykkelveg og sykkelfelt. Mengde biltrafikk er også av betydning. Syklistene er sensitive til bratte bakker, og ønsker ikke å sykle langs ruter hvor de må klatre mange høydemetre. Samtidig er de en svært heterogen og sammensatt gruppe som alle har ulike preferanser og behov. Det finnes de som ønsker å sykle i litt kupert terreng for å mosjonere, mens andre ønsker å sykle på tilnærmet flat mark.

Likevel er det i dette studiet funnet frem til at de egenskapene som har størst betydning for rutevalget er reisetiden, opplevelse av trygghet, mengde biltrafikk, tilrettelagte sykkelanlegg og klatring. Syklistene er generelt opptatt av egenskaper som kan forklares på rute- og lenke-nivå. De kontekstuelle egenskapene som været, grønne og arkitektoniske omgivelser har relativt liten betydning for rutevalget.

Hvilke parameterverdier modellerer rutevalget best?

Rutevalgmodellen og parameterverdiene viser at tilrettelagte sykkelanlegg gir en økning i nytte, mens økning i reisetiden og meter klatring er en belastning. Syklistene ønsker å redusere den totale reisetiden og minimalisere antall meter klatring. De er villig til å sykle en lenger rute for å benytte dedikert sykkelinfrastruktur. Dette stemmer overens med tidligere forskning på tema, samt hva syklistene selv oppga påvirket deres valg. I rutevalgmodellen hadde trafikkvolum liten forklaringskraft og ble derfor tatt ut fra modellen.

Sammenlignet med raskeste alternativ var flesteparten av sykkelreisene (63%) mindre enn 1 minutt lenger. Med bakgrunn i dette er syklistene sensitive til reisetiden noe som rutevalgmodellen fanger opp. Økning i reisetiden gir størst negativ nytte i gjennomsnitt. Et viktig funn er syklistenes verdsetting av separat sykkelveg og modellens estimering av parameterverdien. Rutevalgmodellen avslørte en preferanse for separate sykkelveger. Tilstedeværelse av separate sykkelveger gir derfor mest nytte for syklistene, sammenlignet med de andre løsningene mht. sykkelinfrastruktur. Selv om det ikke var mulig å estimere, har dette antageligvis sammenheng med opplevelse av trygghet og hastighet. Separat sykkelveg er dedikert til syklistene, og holder avstand til kjørevegen. Rutevalgmodellen gjenspeiler syklistenes opplevelse av topografi der ruter med mye klatring gir negativ nytte. Selv om nettverket og metoden for generering av alternative valgsett hadde sine mangler, fungerte det i denne sammenheng til sitt formål.

Det hadde vært ønskelig å inkludere flere variabler i rutevalgmodellen for å undersøke om det er flere eller andre forklaringsfaktorer som bidrar positivt eller negativt til syklisters rutevalg. Eventuelt en kombinasjon som trafikkmengde og sykkelfelt. Samtidig hadde de valgte variablene og deres parameterverdier stor verdi for beregning av rutevalget. Sammenlignet med andre studier, både stated preference- og revealed preference-undersøkelser, er parameterverdiene pålitelige. Modellens godhet viste også at rutevalgmodellen med de gitte parameterverdiene, forklarte mye. Det finnes ulike logitmodeller for å estimere syklisters rutevalg, der den multinomiske logitmodellen (MNL) er den mest brukte. Resultatene fra undersøkelsen viste at MNL fungerte bra til å estimere rutevalget.



Hvordan kan rutevalgmodellen implementeres i en eksisterende nettverksmodell?

For å kunne implementere rutevalgmodellen i en eksisterende nettverksmodell som ATP-modellen, må modellen uttrykkes på lenke- og node-nivå. Fremfor å benytte et uttrykk for nytte, ble det utarbeidet ett uttrykk for generalisert reisetid. Resultatene fra denne studien viste at generalisert reisetid fungerte godt som utgangspunkt for estimering av rutevalget i ATP-modellen, gitt de ulike forklaringsfaktorene som inngikk i modellen. I motsetning til det første nytteuttrykket for rute-nivå, ble *stigning* benyttet fremfor *klatring* på lenke-nivå. Dette vil gi mer realistiske resultater i nettverksanalyser ettersom hver lenke tillegges en gitt vekt. Det er derimot usikkerhet rundt parameterverdiens gyldighet ettersom de kun er justert en gang, og validert mot et O-D par. Før modellen kan tas i bruk i ATP-modellen bør den derfor testes for flere parameterverdier og valideres mot andre O-D par.

Dersom modellen skal ha noen verdi i sammenheng med planlegging for sykkel må den kunne benyttes på en enkel måte. Med bakgrunn i dette er det hensiktsmessig å implementere modellen i en eksisterende nettverksmodell som ATP-modellen, som benyttes av flere private og offentlige aktører. Det er sannsynlig at rutevalgmodellen kan benyttes for å estimere syklisters rutevalg i andre områder enn kun Trondheim for ulike transportformål. Med bakgrunn i dette vil det være mulig å overføre modellen til nettverk for andre geografiske områder. Det krever derimot en god del forarbeid og vil derfor være et kostnadsspørsmål. Nettverket må blant annet inkludere de ulike systemløsningene for sykkel.

Hva påvirker syklisters rutevalg?

Funnene fra studien viser at syklisters rutevalg påvirkes av flere egenskaper ved sykkeltilbudet. Det er ikke kun reisetiden som er av betydning, men en kombinasjon av flere forklaringsfaktorer. Ikke overraskende vil en kombinasjon av reisetid, tilrettelagte sykkelanlegg og klatring **påvirke** rutevalget. Syklistene bør ha mulighet til å velge en rask rute, som samtidig er tilrettelagt for dem.

De nasjonale målene i NTP søker å redusere klimagassutslipp fra transportsektoren. Et av tiltakene er å investere i ny sykkelinfrastruktur for å øke sykkelandelen. Hvis målet er å tiltrekke flere til å benytte sykkel til transportformål må sykkeltilbudet utformes i henhold til syklisters preferanser. Investeringene knyttet til sykling må være formålstjenlige og analyseverktøyene må reflektere syklisters faktiske rutevalg. I planleggingsorienterte modeller som RTM og ATP-modellen bør det også inngå forklaringsfaktorer som kan påvirkes av planleggere.

I denne studien foreslås det at de ulike formene for tilrettelagte sykkelanlegg og et uttrykk for topografi inngår i modellene sammen med reisetid. Enten som et uttrykk for nytte eller generalisert reisetid. I tillegg til å implementere rutevalgmodellen i ATP-modellen legger funnene fra studien grunnlag for å inkludere nye verdier for sykkel i RTM. Det kan være med på å forbedre etterspørselen etter sykkelreiser. De ulike formene for tilrettelagte sykkelanlegg er derfor avgjørende, ettersom man har mulighet til å beregne hvilke utslag det vil ha for rutevalget samt valg av transportmiddel.

Med bakgrunn i dette bør flere forklaringsfaktorer inngå i eksisterende transportmodeller og analyseverktøy. Rutevalgmodellen som er utarbeidet i dette studiet vil forbedre modellering av rutevalget for syklister sammenlignet med dagens rutevalgsalgoritmer. Dette fordi flere forklaringsfaktorer inngår i modellen, samt de ulike systemløsningene for sykkel. Selv om usikkerheten til parameterverdiene ikke er undersøkt, vil antageligvis rutevalgmodellen (med de gitte parameterverdiene) allerede kunne implementeres i eksisterende analyseverktøy og transportmodeller.

6.2 Videre arbeid

Det er flere temaer som legger grunnlag for videre arbeid og forskning. Rutevalgmodellen må blant annet valideres mot et nytt datasett som ikke ble benyttet i utarbeidelse av modellen. Det er også ønskelig å undersøke hvorvidt modellen kan benyttes i andre byer og geografiske områder. Ved innsamling av data ble kun pendlersyklisterenes reise *til* arbeid hensyntatt. Det kan derfor være fordelaktig å undersøke om reisen *fra* arbeid har en annen innvirkning på rutevalget. Selv om det i denne studien (i hovedsak) ble undersøkt forklaringsfaktorer for transportformål, bør sykling i andre sammenhenger vurderes i fremtidig forskning. Dette for å undersøke om det er andre forklaringsfaktorer som er av betydning, eventuelt teste om pendlersyklisters preferanser kan være gjeldende for andre formål enn kun transportformål. I videre forskning bør det også undersøkes om ulike typer sykler har innvirkning på rutevalget.

Rutevalgmodellen inkluderer kun tre forklaringsfaktorer, henholdsvis reisetid, tilrettelagte sykkelanlegg og klatring. Selv om disse har vist seg å være betydningsfulle for rutevalget, bør det undersøkes om det er andre variabler som burde inkluderes i modellen. Ettersom det var utfordringer knyttet til implementering av eksterne vegfagdata, kan det potensielt være andre variabler som burde vært inkludert. Eksempelvis drift- og vedlikehold, som flere oppga hadde betydning for rutevalget. En annen faktor som i mindre grad er undersøkt er betydningen av



kryss. Inkludering av flere forklaringsfaktorer kan bidra til å øke forklaringsgraden til modellen ytterligere. Ettersom flere av syklistene oppga at de benyttet fortau som en del av deres sykkelreise bør dette undersøkes nærmere. Til videre forskning vil det være interessant å undersøke hvorfor syklister velger å benytte fortau for enkelte strekninger og vurdere hvilke alternative løsninger som kan være aktuelle.

Det ble gjort noen forenklinger i utarbeidelse av rutevalgmodellen. Det er blant annet ikke tatt hensyn til overlapp mellom ruter, som kan ha ført til overestimering av parameterverdiene. I tillegg til dette ble ikke usikkerheten til parameterverdiene undersøkt. I fortsettelse av arbeidet bør dette undersøkes for å styrke påliteligheten til modellen. I tillegg til dette ville det vært interessant å undersøke i hvilken grad kjennskap til ulike alternativer har for valg av rute. Selv om resultatene fra undersøkelsen viste at syklistene velger rute basert på subjektive preferanser, kan valg av rute også ha sammenheng med vane.

Sist, men ikke minst, bør det utarbeides en standard for sykkel som kan benyttes i utarbeidelse av sykkelnettverk. Videre arbeid bør inkludere utarbeidelse av et tilgjengelig sykkelnettverk som er fullstendig til analysing av rutevalg og potensielle forbedringsområder. Slik som sykkelnettverket foreligger i dag er det relativt mangelfullt.

7 REFERANSELISTE

- Arksey, H. og O'Malley, L. (2005) Scoping studies: towards a methodological framework, *International journal of social research methodology*, 8(1), s. 19-32. doi: <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>.
- Beheshtitabar, E., Aguilar Ríos, S., König-Hollerwöger, D., Svatý, Z. og Rydergren, C. (2014) ROUTE CHOICE MODELLING FOR BICYCLE TRIPS, *International Journal for Traffic & Transport Engineering*, 4(2). doi: 10.7708/ijtte.2014.4(2).06.
- Ben-Akiva, M. E. og Lerman, S. R. (1985) *Discrete choice analysis: theory and application to travel demand*. London, England: The MIT press.
- Ben-Akiva, M. E. og Bierlaire, M. (1999) Discrete choice methods and their applications to short term travel decisions, *Handbook of transportation science*, 23, s. 5-33. (Hentet: 14.03.2018).
- Bovy, P. H. og Stern, E. (1990) *Route Choice: Wayfinding in Transport Networks*. Nederland: Springer Science & Business Media.
- Broach, J., Dill, J. og Gliebe, J. (2012) Where do cyclists ride? A route choice model developed with revealed preference GPS data, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(10), s. 1730-1740. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2012.07.005>.
- Busterud, E. H. (2017) *Sykkelregnskapet for 2016 er klart*. Tilgjengelig fra: <http://vegnett.no/2017/10/sykkelregnskapet-for-2016-er-klart/> (Hentet: 26.02. 2018).
- Casello, J. og Usyukov, V. (2014) Modeling cyclists' route choice based on GPS data, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2430), s. 155-161. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.3141/2430-16>.
- Dahlum, S. (2014) Utvalg. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/utvalg> (Hentet: 31.05.2018).
- Damant-Sirois, G., Grimsrud, M. og El-Geneidy, A. M. (2014) What's your type: A multidimensional cyclist typology, *Transportation*, 41(6), s. 1153-1169. Tilgjengelig fra: <https://rdcu.be/2m4q> (Hentet: 23.04.2018).
- Davies, D. G., Mayes, M. og Pocock, R. L. (1997) *Attitudes to cycling : a qualitative study and conceptual framework*. Crowthorne, Berkshire: Transport Research Laboratory.
- Denscombe, M. og Larson, P. (2009) *Forskningshandboken : för småskaliga forskningsprojekt inom samhällsvetenskaperna*. [Uppl. 2]. utg. Lund: Studentlitteratur.
- Dill, J. og Voros, K. (2007) Factors affecting bicycling demand: initial survey findings from the Portland, Oregon, region, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2031), s. 9-17. doi: <https://doi.org/10.3141/2031-02>.
- Dill, J. og Gliebe, J. (2008) *Understanding and measuring bicycling behavior: A focus on travel time and route choice*. Portland. Tilgjengelig fra: <http://dx.doi.org/10.15760/trec.151> (Hentet: 30.01.2018).
- Dill, J. og McNeil, N. (2013) Four types of cyclists? Examination of typology for better understanding of bicycling behavior and potential, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2387), s. 129-138. doi: <https://doi.org/10.3141/2387-15>.
- Espeland, M. og Amundsen, S. K. (2012) *Nasjonal sykkelstrategi 2014-2023*. Oslo: Vegdirektoratet. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/attachment/317385> (Hentet: 18.02.2018).
- esri (2017) *What is ArcGIS Online?* Tilgjengelig fra: <https://doc.arcgis.com/en/arcgis-online/reference/what-is-agol.htm> (Hentet: 23.02 2018).

- esri (u. å.-a) *What is ArcMap?* Tilgjengelig fra: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/main/map/what-is-arcmap-.htm> (Hentet: 11.06. 2018).
- esri (u. å.-b) *What is GIS?* Tilgjengelig fra: <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview> (Hentet: 30.04. 2018).
- esri (u. å.-c) *Residuals Graphic.* Tilgjengelig fra: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/h-residuals-graphic.htm> (Hentet: 18.05.2018).
- esri (u. å.-d) *What is ModelBuilder?* Tilgjengelig fra: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/help/analysis/geoprocessing/modelbuilder/what-is-modelbuilder-.htm> (Hentet: 12.04.2018).
- esri (u.å.) *What is the ArcGIS Network Analyst extension?* Tilgjengelig fra: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/network-analyst/what-is-network-analyst-.htm> (Hentet: 03.03.2018).
- Flügel, S., Hulleberg, N., Fyhri, A., Weber, C., Ævarsson, G. og Skartland, E.-G. (2017) *FartsmodeLL for sykkel og elsykkel.* (1557/2017). Oslo. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=45144> (Hentet: 16.03.2017).
- FrontlineSolvers (2018) *GLOBAL OPTIMIZATION METHODS.* Tilgjengelig fra: <https://www.solver.com/global-optimization> (Hentet: 18.05.2018).
- Frøyen, K. Y. (2013) *Nettverksanalyser og tilgjengelighet - en innfallsvinkel til å forstå bystrukturer.* Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet(Hentet: 19.02.2017).
- Frøyen, K. Y. (2018) Noen forslag til metoder for a undersøke kvaliteter ved sykkelnett. Trondheim. (Hentet: 27.03.2018).
- Fyhri, A., Lunke, E., Aarhaug, J., Hulleberg, N., Ingebrigtsen, R., Sundfør, H. B., Weber, C. og Ævarsson, G. (2017a) *Tellesykel - Buskerudbyen.* (1601/2017). Oslo: Transportøkonomisk institutt. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=46575> (Hentet: 28.03.2018).
- Fyhri, A., Lunke, E., Aarhaug, J., Hulleberg, N., Ingebrigtsen, R., Sundfør, H. B., Weber, C. og Ævarsson, G. (2017b) *Tellesykel - Nedre Glomma.* (1603/2017). Oslo: Transportøkonomisk institutt. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=46856> (Hentet: 28.03.2018).
- Fyhri, A., Lunke, E., Aarhaug, J., Hulleberg, N., Ingebrigtsen, R., Sundfør, H. B., Weber, C. og Ævarsson, G. (2017c) *Tellesykel - Trondheim.* (1604/2017). Oslo. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=46865> (Hentet: 16.03.2018).
- Fyhri, A., Lunke, E., Aarhaug, J., Hulleberg, N., Ingebrigtsen, R., Sundfør, H. B., Weber, C. og Ævarsson, G. (2017d) *Tellesykel - Tromsø.* (1602/2017). Oslo: Transportøkonomisk institutt. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=46584> (Hentet: 28.03.2018).
- Garmin (2017) *What is GPS?* Tilgjengelig fra: <https://www8.garmin.com/aboutGPS/> (Hentet: 06.05.2018).
- Geller, R. (2006) *Four Types of Cyclists.* Portland, OR(Hentet: 20.03.2017).
- Gleave, S. D. (2012) *Cycle route choice final survey and model report.* London. Tilgjengelig fra: <http://content.tfl.gov.uk/understanding-cycle-route-choice.pdf> (Hentet: 08.02.2017).
- Halvorsen, K. (2008) *Å forske på samfunnet : en innføring i samfunnsvitenskapelig metode.* 5. utg. utg. Oslo: Cappelen akademisk forl.
- Hauer, E. (2016) *The art of regression modeling in road safety.* Toronto, Canada: Springer.
- Heinen, E., Van Wee, B. og Maat, K. (2010) Commuting by bicycle: an overview of the literature, *Transport Reviews*, 30(1), s. 59-96.

- Hellevik, O. (2016) *Lave svarprosenter fører ikke nødvendigvis til skjeve resultater*. Tilgjengelig fra: <https://forskning.no/meninger/kronikk/2016/06/lave-svarprosenter-foerer-ikke-nodvendigvis-til-skjeve-resultater> (Hentet: 12.03.2018).
- Henriksen, H. A. (2017) *Iterativ*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/iterativ> (Hentet: 04.03.2017).
- Hesjevoll, I. S. og Ingebrigtsen, R. (2016) *Bygg, så sykler de kanskje: En litteraturstudie av betydningen av separering, sammenheng og trygghet for sykling*. (1499/2016). Oslo: Transportøkonomisk institutt. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=43185> (Hentet: 21.02.2018).
- Hjorthol, R., Engebretsen, Ø. og Uteng, T. P. (2014) *Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2013/14 - nøkkelrapport* (1383/2014). Oslo. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=39511> (Hentet: 12.03.2018).
- Hood, J., Sall, E. og Charlton, B. (2011) A GPS-based bicycle route choice model for San Francisco, California, *Transportation Letters*, 3(1), s. 63-75. doi: <https://doi.org/10.3328/TL.2011.03.01.63-75>.
- Hoogendoorn-Lanser, S., van Nes, R. og Bovy, P. (2005) Path size modeling in multimodal route choice analysis, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (1921), s. 27-34. Tilgjengelig fra: <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0361198105192100104#articleShareContainer>.
- Høye, A., Sørensen, M. W. J. og de Jong, T. (2015) *Separate sykkelanlegg i by. Effekter på sikkerhet, fremkommelighet, trygghetsfølelse og sykkelbruk*. (1447/2015). Oslo: Transportøkonomisk institutt. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=41832> (Hentet: 27.02.2018).
- Jetlund, K. (2013) *Ny versjon av Sykkelveg.no – Ruteplanlegger for syklist*. Tilgjengelig fra: <http://geomatikkbloggen.blogspot.com/2013/04/ny-versjon-av-sykkelvegno.html> (Hentet: 30.05.2018).
- Jetlund, K. (2017) *Ruteplan for sykkel*. Tilgjengelig fra: <https://data.norge.no/data/statens-vegvesen/ruteplan-sykkel> (Hentet: 05.05.2018).
- Jetlund, K. (2018) *Sykkeldata*. Tilgjengelig fra: <https://github.com/jetgeo/Sykkeldata> (Hentet: 15.03.2018).
- Karttjenester AS (u. å.) *Web-Kart / Web-GIS*. Tilgjengelig fra: <http://www.karttjenester.no/webkart-webgis/> (Hentet: 05.05.2018).
- Kringstad, H. (2017) *SLIK HAR MILJØPAKKEN FORANDRET TRONDHEIM*. Tilgjengelig fra: <http://trondheim2030.no/2017/06/23/miljopakken-forandret-trondheim/> (Hentet: 05.05.2018).
- Kuzmyak, J. R., Walters, J., Bradley, M. og Kockelman, K. M. (2014) *Estimating bicycling and walking for planning and project development: A guidebook*. Washington, DC: NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM.
- Lea, R. (2012) *Klimaeffekt av økt sykling og gåing, og suksesskriterier for økt sykling*. Oslo. Tilgjengelig fra: https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/sd/vedlegg/sykling_rapport_130222_civitas.pdf (Hentet: 22.02.2018).
- Lervåg, H. (1999) *ATP-modellen: Bruk av tilgjengelighetsanalyser i areal- og transportplanlegging*. Trondheim: Asplan Viak Trondheim (Hentet: 12.01.2018).
- Levin, J. og Milgrom, P. (2004) Introduction to choice theory, 20202. Tilgjengelig fra: <https://web.stanford.edu/~jdlevin/Econ%20202/Choice%20Theory.pdf> (Hentet: 23.11.2017).
- Lindelöw, D. (2009) Strategier för ett ökat gående och cyklande - en litteraturstudie om olika faktorerers betydelse, *Bulletin 249/3000*. Tilgjengelig fra: <http://lup.lub.lu.se/record/1515498> (Hentet: 03.04.2018).

- Lindseth, M. S., Olshausen, A., Sverdrup, C., Fossnes, E. R., Hartmann, A. og Evju, C. (2017) *Forslag til metodikk for å kartlegge forholdene for syklistene og gående i et bysentrum*. Trondheim. Tilgjengelig fra: https://www.vegvesen.no/attachment/2230825/binary/1245980?fast_title=Forslag+til+metodikk+for+%C3%A5+kartlegge+forholdene+for+syklistene+og+g%C3%A5ende+i+et+bysentrum.pdf (Hentet: 20.04.2018).
- Loftsgarden, T., Opheim, E. I. og Øvrum, A. (2015) *Målrettede sykkeltiltak i fire byområder*. (55/2015). Oslo: Urbanet Analyse. Tilgjengelig fra: http://1f4d6970592b53df998f-b41c63890e2fed1e20530ac7ebc616a1.r17.cf3.rackcdn.com/Filer-Dokumenter/UA_rapport-54Transnova_sykkel.pdf (Hentet: 22.02.2018).
- Malmin, K. O., Arnesen, P. og Frøyen, Y. K. (2016) *Mer presis modellering av gåing og grunnkretsinterne reiser i RTM*. Trondheim. Tilgjengelig fra: <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/2434915> (Hentet: 20.05.2018).
- Malmin, K. O., Arnesen, P. og Dahl, E. (2017) *Stratmod: Etablering av datakilder*. Trondheim. (Hentet: 05.05.2018).
- Manum, B. og Nordstrom, T. (2013) *Integrating Bicycle Network Analysis in Urban Design: Improving bikeability in Trondheim by combining space syntax and GIS-methods using the place syntax tool*. (Proceedings of the Ninth International Space Syntax Symposium. Sejong University). Tilgjengelig fra: <https://brozed.files.wordpress.com/2009/07/manum-nordstrc3b6m-space-syntax-symposium-2013.pdf> (Hentet: 03.03.2018).
- McFadden, D. (1977) *Quantitative methods for analyzing travel behavior of individuals: some recent developments*. New Haven, Connecticut: Institute of Transportation Studies, University of California.
- Menghini, G., Carrasco, N., Schüssler, N. og Axhausen, K. W. (2010) Route choice of cyclists in Zurich, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 44(9), s. 754-765. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.07.008>.
- Miljøpakken (2012) *Sykelstrategi for Trondheim 2014-2025*. Trondheim: Sykkelbyen Trondheim. Tilgjengelig fra: https://miljopakken.no/om-miljopakken/politisk-styring/politisk-behandling/attachment/sykelstrategi_trondheim (Hentet: 19.02.2018).
- Miljøpakken (2017) *50 km isfrie sykkelveger også i 2017*. Tilgjengelig fra: <https://miljopakken.no/nyheter/50-km-isfrie-sykkelveger> (Hentet: 19.04.2018).
- Miljøverndepartementet (2012) *Meld. St. 21 (2011-2012)*. Oslo: Regjeringen.no. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld-st-21-2011-2012/id679374/> (Hentet: 03.03.2018).
- Nessim, G. (2016) *Hvor ønsker du å sykle?* Tilgjengelig fra: <https://www.ski.kommune.no/globalassets/om-ski-kommune/radmenns-stab/endelig-nummer-1-2016.pdf> (Hentet: 26.02.2018).
- Nilsen, J. (2017) *Salget av elsykler eksploderer*. Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/elsykkelsalget-eksploderer/383069> (Hentet: 26.03.2018).
- Nizami, N. og Prasad, N. (2017) *Multinomial Logistic Regression Analysis*. Singapore: Springer.
- Nordal, S. K. og Ørnes, E. (u.å.) *ATP-modellen*. Tilgjengelig fra: <http://www.atpmodell.no/#id=2> (Hentet: 12.03.2018).
- Osborne, J. W. og Waters, E. (2002) Multiple Regression Assumptions. ERIC Digest, *ERIC*. Tilgjengelig fra: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED470205.pdf>.
- Prato, C. G. (2009) Route choice modeling: past, present and future research directions, *Journal of choice modelling*, 2(1), s. 65-100. Tilgjengelig fra: <http://hdl.handle.net/10419/66846> (Hentet: 04.04.2018).

- Pritchard, R. (2018) Revealed Preference Methods for Studying Bicycle Route Choice—A Systematic Review, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(3), s. 470. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph15030470>.
- Rich, J. (2015) *Transport Models From Theory to Practise*. Denmark: Department of Transport, Technical University of Denmark.
- Ringdal, K. (2013) *Enhet og mangfold : samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode*. 3. utg. utg. Bergen: Fagbokforl.
- Sagberg, I. (2016) *Insentiv*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/insentiv> (Hentet: 18.03.2018).
- Samferdselsdepartementet (2016) *Nasjonal transportplan 2018 - 2029*. Oslo. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-33-20162017/id2546287/sec1> (Hentet: 27.02.2018).
- Schultes, D. (2008) *Route Planning in Road Networks*. (Ausgezeichnete Informatikdissertationen). Saarbrücken, Germany. Tilgjengelig fra: https://algo2.itl.kit.edu/schultes/hwy/schultes_diss.pdf (Hentet: 20.05.2018).
- Sener, I. N., Eluru, N. og Bhat, C. R. (2009) An analysis of bicycle route choice preferences in Texas, US, *Transportation*, 36(5), s. 511-539. Tilgjengelig fra: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11116-009-9201-4>.
- Solli, H., Haugsbø, M. S. og Betanzo, M. F. (2016a) *Hvordan gåing og sykling kan konkurrere med bilen*. Tilgjengelig fra: <https://samferdsel.toi.no/mobilitet-og-organisering/hvordan-gaing-og-sykling-kan-konkurrere-med-bilen-article33249-2219.html> (Hentet: 18.03.2018).
- Solli, H., Opheim Ellis, I., Malmin, K. O. og Wergeland, H. T. (2016b) *Transportstandard for sykkel. Vurdering av ulike faktorer*. Oslo: Urbanet Analyse. Tilgjengelig fra: http://1f4d6970592b53df998f-b41c63890e2fed1e20530ac7ebc616a1.r17.cf3.rackcdn.com/Filer-Dokumenter/UArapport_75_2016_Transportstandard-sykkel.pdf (Hentet: 14.03.2018).
- SPSS-tutorials (u. å.) *SPSS – What Is It?* Tilgjengelig fra: <https://www.spss-tutorials.com/spss-what-is-it/> (Hentet: 15.06.2018).
- Statens vegvesen (2016) *Nasjonalt sykkelregnskap 2016*. Oslo: Statens vegvesen. Tilgjengelig fra: https://www.vegvesen.no/attachment/1997369/binary/1209400?fast_title=Nasjonalt+sykkelregnskap+2016.pdf (Hentet: 19.02.2018).
- Statens vegvesen (2017) *Nasjonal vegdatabank (NVDB)*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/Nasjonal+vegdatabank> (Hentet: 30.03.2018).
- Stefansdottir, H. (2014) *Pleasureable cycling to work—Urban spaces and the aesthetic experience of commuting cyclists*. Ås: PhD, Norwegian University of Life Sciences. Tilgjengelig fra: https://www.researchgate.net/publication/274247741_Pleasurable_cycling_to_work_Urban_spaces_and_the_aesthetic_experiences_of_commuting_cyclists (Hentet: 15.04.2018).
- Stinson, M. og Bhat, C. (2003) Commuter bicyclist route choice: Analysis using a stated preference survey, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (1828), s. 107-115. doi: <https://doi.org/10.3141/1828-13>.
- Syvvertsen, T. (2001) *Samordning av arealbruk og transport - verktøy for planlegging: Utprøving av ATP-modellen i fire fylker – erfaringer og eksempler*. (TA-1834/2001). Oslo. Tilgjengelig fra: <http://www.miljodirektoratet.no/old/klif/publikasjoner/utvikling/1834/ta1834.pdf> (Hentet: 20.02.2018).
- Sørensen, M. W. J. (2011) *Dårlige vedlikehold undergraver syklismen*. Tilgjengelig fra: <https://samferdsel.toi.no/nr-2/darlige-vedlikehold-undergraver-syklismen-article29933-1269.html> (Hentet: 06.04.2018).

- Sørensen, M. W. J. og Bjørnskau, T. (2012) *Samspillet mellom syklist og bilist*. (1230/2012). Oslo: Transportøkonomisk institutt. Tilgjengelig fra: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=24664> (Hentet: 13.03.2018).
- Sørensen, M. W. J. (2013) *Drift og vedlikehold av sykkelanlegg*. Tilgjengelig fra: <https://www.tiltak.no/b-endre-transportmiddelfordeling/b-3-tilrettelegging-syssel/b-3-2/> (Hentet: 04.04.2018).
- Sørensen, M. W. J. (2018) *Regler for syklende*. Tilgjengelig fra: <https://www.tiltak.no/b-endre-transportmiddelfordeling/b-3-tilrettelegging-syssel/b-3-5/> (Hentet: 06.04.2018).
- Sørensen, W. J. M. A., Astrid (2016) *Sykelveg og sykkelnett*. Tilgjengelig fra: <https://www.tiltak.no/b-endre-transportmiddelfordeling/b-3-tilrettelegging-syssel/b-3-1/> (Hentet: 15.05.2018).
- Tereshenkov, A. (2017) Network Analyst and ArcPy: finding k-alternate path. Sverige: tershenkov.wordpress.com. Tilgjengelig fra: <https://tershenkov.wordpress.com/category/esri-gis-software/network-analyst/> (Hentet: 19.03.2018).
- Ton, D., Cats, O., Duives, D. og Hoogendoorn, S. (2017) How Do People Cycle in Amsterdam? Estimating Cyclists' Route Choice determinants Using GPS Data from an Urban Area, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2662), s. 75-82. doi: <https://doi.org/10.3141/2662-09>.
- Tretvik, T. (1990) *Logitmodeller for reisemiddelvalg : teori og praksis*. Trondheim: SINTEF, Samferdselsteknikk.
- Tørset, T., Malmin, K. O., Ness, S., Abrahamsen, I. og Kleven, O. (2008) *Regionale modeller for persontransport*. Trondheim: SINTEF. Tilgjengelig fra: https://www.ntp.dep.no/Transportanalyser/Transportanalyse+persontransport/_attach/502760/binary/813649?ts=1400bdca7e8 (Hentet: 28.03.2018).
- Tørset, T., Levin, T., Meland, S., Haug, T. og Norheim, B. (2012) *Verktøy til transportanalyser i by*. Oslo: SINTEF. Tilgjengelig fra: https://www.sintef.no/globalassets/upload/teknologi_samfunn/6060/rapporter-2012/a23560_sintef-ua-rapport-om-transportanalyser-i-by.pdf (Hentet: 12.03.2018).
- Tørset, T., Malmin, K. O., Bang, B. og Bertelsen, D. (2013) *CUBE - Regional persontransportmodell versjon 3*. Trondheim: SINTEF. Tilgjengelig fra: https://www.sintef.no/globalassets/upload/teknologi_samfunn/6060/rapporter-2013/a24717_cube.regional-persontransportmodell-versjon-3.pdf (Hentet: 04.04.2018).
- Tørset, T. (2015) *Calibration and validation of transport models*. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (Hentet: 03.03.2018).
- Tørset, T. (2017) *Introduksjon til Transportanalyser og litt om transportmodeller*. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (Hentet: 19.02.2018).
- Tørset, T. og Babri, S. (2017) Sykkel og gange i RTM i forbindelse med bymiljøutredninger. Trondheim. (Hentet: 04.04.2018).
- Usyukov, V. (2013) *Development of a Cyclists' Route-Choice Model: An Ontario Case Study*. Master, University of Waterloo. Tilgjengelig fra: https://uwspace.uwaterloo.ca/bitstream/handle/10012/8088/Usyukov_Vlad.pdf;sequence=7 (Hentet: 06.04.2018).
- Vegdirektoratet (2014) *Sykelhåndboka : [håndbok V122]*. Statens vegvesen, Vegdirektoratet.
- Wibetoe, G. (2017) *Validering*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/validering> (Hentet: 21.03.2018).
- Winters, M., Teschke, K., Grant, M., Setton, E. og Brauer, M. (2010) How far out of the way will we travel? Built environment influences on route selection for bicycle and car

- travel, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2190), s. 1-10. doi: <https://doi.org/10.3141/2190-01>.
- Wormnes, A. (2007) *Fortsatt uklart om uklar vikeplikt*. Tilgjengelig fra: <https://samferdsel.toi.no/nr-2-mars-2007/fortsatt-uklart-om-uklar-vikeplikt-article19199-991.html> (Hentet: 14.04.2018).
- Yang, C. og Mesbah, M. (2013) Route choice behaviour of cyclists by stated preference and revealed preference, *Australasian Transport Research Forum 2013 Proceedings*. Tilgjengelig fra: http://atrf.info/papers/2013/2013_yang_mesbah.pdf (Hentet: 10.10.2017).
- Yen, J. Y. (1971) Finding the k shortest loopless paths in a network, *management Science*, 17(11), s. 712-716. doi: <https://doi.org/10.1287/mnsc.17.11.712>.
- Zhou, J. og Golledge, R. (2006) A three-step general map matching method in the GIS environment: Travel/transportation study perspective, *International Journal of Geographical Information System*, 8(3), s. 243-260. Tilgjengelig fra: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.367.2686&rep=rep1&type=pdf>.
- Ørnes, E. S., Norddal Kari (2011) *Brukermanual ATP-modellen versjon 10.0*. Trondheim: Asplan Viak Trondheim. Tilgjengelig fra: <http://www.atpmodell.no/documents/doc108.pdf> (Hentet: 21.02.2018).

8 VEDLEGG

Vedlegg A:	Oversikt over Trondheim kommune.....	I
Vedlegg B:	Oversikt over forskningsartikler.....	II
Vedlegg C:	Godkjenning fra NSD (Norsk senter for forskningsdata).....	IV
Vedlegg D:	Rekrutteringsmail til bedriftene.....	VI
Vedlegg E:	Informasjonsmail til de ansatte.....	VII
Vedlegg F:	Informasjonsskriv til ansatte.....	VIII
Vedlegg G:	Detaljert beskrivelse av datainnsamlingen.....	X
Vedlegg H:	Oversikt over rekrutterte bedrifter.....	XI
Vedlegg I:	Utforming av undersøkelsen.....	XII
Vedlegg J:	Endringer fra pilotundersøkelsene og samtaler.....	XVI
Vedlegg K:	Flytdiagram for spørreskjemaet.....	XVII
Vedlegg L:	Oversikt over spørsmålene i spørreskjemaet (Del 1).....	XVIII
Vedlegg M:	Modelbuilder til map matching.....	XXII
Vedlegg N:	Oversikt over sykkelvegnettet i Trondheim kommune.....	XXIII
Vedlegg O:	Resultater fra spørreskjemaet.....	XXV
Vedlegg P:	Datagrunnlaget fra kartregistreringen.....	XXIX
Vedlegg Q:	Kvalitetssikring av map matchingen.....	XXXIII
Vedlegg R:	Utdrag fra datasettet.....	XXXV
Vedlegg S:	Utdrag fra rutevalgmodellen.....	XXXVII
Vedlegg T:	Test av ulike modeller.....	XXXVIII
Vedlegg U:	Eksempel på forskjell i stigning.....	XL
Vedlegg V:	Rutevalgmodellen implementert i ATP-modellen.....	XLI
Vedlegg W:	Verdier for modell 1 og 2 etter implementering i ATP-modellen.....	XLII

Vedlegg A: Oversikt over Trondheim kommune



Figur A—1 Oversikt over Trondheim kommune med utsnitt av tre sentrale områder: Midtbyen, Lade og Gløshaugen.

Vedlegg B: Oversikt over forskningsartikler

Tabell B—1 Oversikt over de ulike forskningsartiklene med informasjon om undersøkelsesmetode, utvalg og formål.

Forfatter(e)	Tittel	År	Utgivelsessted	Land	Stikkord	Sidetall	Metode	Utvalg	Formål
Bhat, Chandra R. Stinson, Monique A.	Commuter Bicyclist Route Choice	2003	Transportation Research Record	USA	-	9	Stated preference	3145	Undersøke hvilke forklaringsfaktorer som er betydningsfulle på tenke- og rute-nivå.
Dill, Jennifer Voros Kim	Factors Affecting Bicycling Demand: Initial Survey Findings from the Portland, Oregon, Region	2007	Transportation Research Record	Portland, USA	-	9	Spørreundersøkelse	566	Undersøke hvilke faktorer som påvirker sykkelomfanget.
Dill, Jennifer Gliebe John	Understanding and Measuring Bicycling Behavior: a Focus on Travel Time and Route Choice	2008	Portland state university	USA	bicycling, bicycle facilities, bicycle lanes, bicycle routes, bicycle travel, bikeways, cyclists, global positioning system, route choice	74	Revealed preference	164	Undersøke hva som påvirker hvorfor man sykler og hvor man sykler.
Sener, Ipek N. Eluru, Naveen Bhat Chandra R.	An analysis of bicycle route choice preferences in Texas, US	2009	Springer Link	Texas, USA	Bicycle route choice analysis, Stated preference modeling, Web-based survey, Panel mixed multinomial logit, On- street parking	29	Stated preference	1621	Undersøke hvilke forklaringsfaktorer som påvirker rutevalget til sykklister.
Menghini, Gianluca Carrasco, Nelson Schüssler, Nadine Axhausen, Kay W. Winters, Meghan Teschke, Kay Grant, Michael Setton M., Eleanor Brauer, Michael	Route choice of cyclists in Zurich	2009	Elsevier	Sveits	bicycle route choice, attributes, cost function, modeling	26	Revealed preference	2435	Utarbeidelse av den første rutevalgsmodellen for sykklister basert på GPS-data.
Hood, Jeffrey Sall, Elizabeth Charlton, Billy	How Far Out of the Way Will We Travel? Built Environment Influences on Route Selection for Bicycle and Car Travel	2010	Transportation Research Record	Vancouver, Canada	-	10	Revealed preference	50	Undersøke hvordan omgivelsene virker inn på rutevalget.
	A GPS-based bicycle route choice model for San Francisco, California	2011	Taylor & Francis Online	San Francisco, USA	Route choice; travel demand model; global positioning system (GPS); cycling; telecommunications	13	Revealed preference	297	Utarbeidelse av en rutevalgsmodell for sykklister basert på GPS-data.
Dill, Jennifer McNeill, Nathan	FOUR TYPES OF CYCLISTS? EXAMINING A TYPOLOGY TO BETTER UNDERSTAND BICYCLING BEHAVIOR AND POTENTIAL.	2012	Transportation Research Record	Portland, USA	-	10	Spørreundersøkelse via telefon	908	Undersøke fire syklisttyper.

Broach, Joseph Dill, Jennifer Glitebe, John	Where do cyclists ride? A route choice model developed with revealed preference GPS data	2012	Elsevier	Portland Oregon USA	Bicycling, Route choice, Bicycle infrastructure, Bicycle lanes, Revealed preference	10	Revealed preference	1449	Undersøke syklisters preferanser.
Gleave, Steer D.	Cycle route choice	2012	Transport for London	London, England	-	107	Stated preference	2307	Undersøker hvilke beslutninger som tas når syklist velger rute, og hvilken betydning ulike karakteristikk ved rutene har. I tillegg til generelle holdninger blant syklistere.
Yang, Chao Mesbah, Mahmoud	Route Choice Behaviour of Cyclists by Stated Preference and Revealed Preference	2013	Australasian Transport Research	Brisbane, Australia	-	17	Stated preference og revealed preference	134	Undersøke de viktigste faktorene for syklisters rutevalg for å forstå hva som påvirker deres valg.
Manum, Bendik Nordstrom, Tobias	INTEGRATING BICYCLE NETWORK ANALYSIS IN URBAN DESIGN: Improving bikeability in Trondheim by combining space syntax and GIS-methods using the place syntax tool	2013	-	Trondheim, Norge	bikeability, bicycle routes, street network, space syntax, place syntax tool	14	Revealed preference	-	Benytte "space syntax" analyser til å avsløre forbedringer og problemer ved veg- og gatenettverket.
Damant-Sirois, Gabriel Grimsrud, Michael El-Genedy, Ahmed M.	What's your type: a multidimensional cyclist typology	2014	Springer Link	Montreal, Canada	Cyclist typology, Bicycle commuting, Infrastructure preference, Motivation, Factor cluster analysis	17	Spørreundersøkelse	2644	Foreslå en ny syklisttypologi basert på beviste forklaringsfaktorer for sykling.
Casello, M. Jeffrey Usyukov, Vladimir	Modeling Cyclists' Route Choice Based on GPS Data	2014	Transportation Research Record	Waterloo, Canada	-	7	Revealed preference	724	Utarbeide en nyttefunksjon som påvirker syklisters rutevalg samt valg av transportmiddel.
Beheshtabbar, Ehsan Rios, Sergi A. Hollerwöger-König, David Svatý, Zdenek Rydergen, Clas	ROUTE CHOICE MODELLING FOR BICYCLE TRIPS	2014	IJTTE: International Journal for Traffic and Transport Engineering	Sverige	bicycle route choice, attributes, cost function, modeling	16	Spørreundersøkelse blant eksperter	-	Finne parameter som har betydning for syklisters rutevalg og hvordan de påvirker rutevalget.
Loftsgarden, Tanja Ellis, Ingunn O. Øvrum, Arnstein	Måltrettede sykkeltiltak i fire byområder	2015	Urbanet Analyse	Norge	-	74	Markedsundersøkelse	4200	Undersøke hvilke tiltak som kan bidra til at flere begynner å sykle.
Ton, Danique Cats, Oded Duives, C. Dorine Hoogendoorn, Serge	How do people cycle in Amsterdam? Estimating cyclists' route choice determinants using GPS data from an urban area	2017	Transportation Research Record	Amsterdam , Nederland	-	8	Revealed preference	3045	Estimere syklisters rutevalg i en kontekst der sykling er hovedtransportmiddel.
Flügel, Stefan Hulleberg, Nina Fyhri, Aslak Weber, Christian	Fartsmodeill for sykkel og elsykkel	2017	Transport-økonomisk institutt	Norge	-	60	GPS-observasjoner	709	Utarbeide en fartsmodeill for sykkel basert på ulike forklaringsfaktorer.

Yngve K. Frøyen

7034 T RON DH EIM



Vår dato: 20.12.2017

Vår ref: 57684 / 3 / ST M

Deres dato: Deres ref:

Forenklet vurdering fra NSD Personvernombudet for forskning

Vi viser til melding om behandling av personopplysninger, mottatt 09.12.2017. Meldingen gjelder prosjektet:

57684	Syklister rutevalg.
Behandlingsansvarlig	NTNU, ved institusjonens øverste leder
Daglig ansvarlig	Yngve K. Frøyen
Student	Katrine Erichsen

Vurdering

Etter gjennomgang av opplysningene i meldeskjemaet med vedlegg, vurderer vi at prosjektet er omfattet av personopplysningsloven § 31. Personopplysningene som blir samlet inn er ikke sensitive, prosjektet er samtykkebasert og har lav personvernulempe. Prosjektet har derfor fått en forenklet vurdering. Du kan gå i gang med prosjektet. Du har selvstendig ansvar for å følge vilkårene under og sette deg inn i veiledningen i dette brevet.

Vilkår for vår vurdering

Vår anbefaling forutsetter at du gjennomfører prosjektet i tråd med:

- opplysningene gitt i meldeskjemaet
- krav til informert samtykke
- at du ikke innhenter [sensitive opplysninger](#) • veiledning i dette brevet
- NTNU sine retningslinjer for datasikkerhet

Veiledning

Krav til informert samtykke

Utvalget skal få skriftlig og/eller muntlig informasjon om prosjektet og samtykke til deltakelse.

Informasjon må minst omfatte:

- at NTNU er behandlingsansvarlig institusjon for prosjektet
- daglig ansvarlig (eventuelt student og veileder) sine kontaktopplysninger
- prosjektets formål og hva opplysningene skal brukes til
- hvilke opplysninger som skal innhentes og hvordan opplysningene innhentes
- når prosjektet skal avsluttes og når personopplysningene skal anonymiseres/slettes

På nettsidene våre finner du mer informasjon og en veiledende mal for [informasjonsskriv](#).

Forskningsetiske retningslinjer

Dokumentet er elektronisk produsert og godkjent ved NSDs rutiner for elektronisk godkjenning.

Sett deg inn i [forskningsetiske retningslinjer](#).

Meld fra hvis du gjør vesentlige endringer i prosjektet

Dersom prosjektet endrer seg, kan det være nødvendig å sende inn endringsmelding. På våre nettsider finner du svar på hvilke [endringer](#) du må melde, samt endringsskjema.

Opplysninger om prosjektet blir lagt ut på våre nettsider og i Meldingsarkivet

Vi har lagt ut opplysninger om prosjektet på nettsidene våre. Alle våre institusjoner har også tilgang til egne prosjekter i [Meldingsarkivet](#).

Vi tar kontakt om status for behandling av personopplysninger ved prosjektslutt Ved prosjektslutt 11.06.2018 vil vi ta kontakt for å avklare status for behandlingen av personopplysninger.

Gjelder dette ditt prosjekt?

Dersom du skal bruke databehandler

Dersom du skal bruke databehandler (ekstern transkriberingsassistent/spørreskjemaleverandør) må du inngå en databehandleravtale med vedkommende. For råd om hva databehandleravtalen bør inneholde, se [Datatilsynets veileder](#).

Hvis utvalget har taushetsplikt

Vi minner om at noen grupper (f.eks. opplærings- og helsepersonell/forvaltningsansatte) har [taushetsplikt](#). De kan derfor ikke gi deg identifiserende opplysninger om andre, med mindre de får samtykke fra den det gjelder.

Dersom du forsker på egen arbeidsplass

Vi minner om at når du [forsker på egen arbeidsplass](#) må du være bevisst din dobbeltrolle som både forsker og ansatt. Ved rekruttering er det spesielt viktig at forespørsel rettes på en slik måte at frivilligheten ved deltakelse ivaretas.

Se våre nettsider eller ta kontakt med oss dersom du har spørsmål. Vi ønsker lykke til med prosjektet!

Vennlig hilsen

Marianne H øgetveit Myhren

Siri T enden Myklebust

Vedlegg D: Rekrutteringsmail til bedriftene

Hei

Jeg studerer ved NTNU, institutt for Bygg- og miljøteknikk med spesialisering innenfor transport. Dette vårsemesteret skriver jeg masteroppgave om syklisters rutevalg. Veilederen min, Trude Tørset, anbefalte meg å ta kontakt med deg i forbindelse med rekruttering av respondenter til undersøkelsen.

Formålet med studien er først og fremst å undersøke hvilke faktorer som kan spille en rolle for hvordan syklister velger rute. For å få informasjon om syklisters valg skal jeg samle inn data. Dette planlegger jeg å gjøre ved hjelp av en undersøkelse, hvor man først skal svare på en spørreundersøkelse og deretter tegne inn sin vanlige rute fra hjem til jobb (i sommerhalvåret) ved hjelp av en kartapplikasjon. Mitt studieområde er Trondheim, og vil derfor fokusere på bedrifter i området. Planen er at jeg skal benytte innsamlet data til å utarbeide en rutevalgsmoell for syklister.

Jeg har behov for en kontaktperson som kan dele undersøkelsen min til de ansatte i bedriften. Tror du dette er noe dere kunne tenke dere å delta på? Og kunne du hjulpet meg med å dele undersøkelsen?

Jeg har meldt inn studiet til Norsk senter for forskningsdata. Respondentene vil være anonyme og kan når som helst trekke seg fra studien. Jeg har ikke satt noe minimums- eller maksimumskrav til antall respondenter for hver bedrift, men ønsker at så mange som mulig som svarer. Jo større utvalget er, jo bedre. Kravet for å delta i undersøkelsen er at man sykler daglig eller en gang i blant i sommerhalvåret. De som «aldri» sykler er ikke relevante i denne undersøkelsen.

Med tanke på gjennomføring planlegger jeg å sende ut undersøkelsen neste uke. Jeg vil sende deg, eventuelt noen andre i firmaet, en e-post med informasjon til de ansatte med en link til undersøkelsen, samt et informasjonsskriv.

Dersom det skulle være ønskelig stiller jeg gjerne opp for å fortelle om studien og eventuelt hvordan den skal gjennomføres. Vedlagt følger et notat som viser utformingen til undersøkelsen.

Hvis du/dere har noen ytterligere spørsmål er det bare å kontakte meg på mail: katrier@stud.ntnu.no eller ringe: XXXXXXXXXX

Håper dette er noe dere kunne tenke dere å delta på! Det hadde vært til stor hjelp for utarbeidelse av oppgaven min.

Med vennlig hilsen,
Katrine Erichsen

Vedlegg E: Informasjonsmail til de ansatte

Hei!

Kan du tenke deg å være med i en studie som undersøker syklisters rutevalg?

Jeg studerer ved NTNU, Bygg og miljøteknikk med spesialisering innenfor transport. Dette våsemesteret skriver jeg masteroppgave om syklisters rutevalg. Formålet med oppgaven er først og fremst å undersøke hvilke faktorer som kan spille en rolle for hvordan syklist velger rute. For å få informasjon om syklisters valg trenger jeg opplysninger om din sykkelreise fra **hjem til jobb**. Vedlagt følger et informasjonsark som gir deg nyttig informasjon om undersøkelsen. Jeg anbefaler å ta en kikk på dette før du går i gang. Undersøkelsen tar ca 10 - 15 minutter.

Deltakelse:

Undersøkelsen gjelder deg som sykler daglig, eller en gang i blant i sommerhalvåret (april til september) og har en noenlunde fast rute til jobb.

Gjennomføring:

Undersøkelsen er nettbasert og består av to deler alle blir bedt om å svare på. Den første delen er et spørreskjema og den andre delen er en kartregistrering hvor man skal tegne inn sin vanlige rute til jobb i sommerhalvåret. Det er også en tredje del som er valgfri. Jeg vil oppfordre deg til å bruke en datamaskin for å gjennomføre undersøkelsen. Det anbefales å bruke Google Chrome, i tillegg til en datamus når du skal tegne inn rutevalget. I panelet på venstresiden kan du «scrolle» nedover for å få nyttig informasjon underveis. Hvis det tar litt tid for web-siden å oppdatere seg, trykk på «F5». Les informasjonen underveis nøye.

Premie:

I forbindelse med undersøkelsen skal du benytte ett kallenavn. Dette forklares nærmere i del 1 spørreskjemaet. Når du har gjennomført undersøkelsen kan du sende en e-post til meg med ditt «kallenavn». Da er du med i trekningen av et gavekort (Midtbykort) på 1000 kroner. Vinneren trekkes når datainnsamlingen avsluttes.

Lenke til undersøkelsen:

<https://arcg.is/OHTare>

Takk for at du tar deg tid til å delta i undersøkelsen. Dette er verdifull informasjon for meg, men også for deg, fordi det kan bidra til å skape et bedre sykkeltilbud!

Med vennlig hilsen,
Katrine Erichsen

Kontaktinformasjon:

E-post: Katrier@stud.ntnu.no

Telefon: [REDACTED]

EN UNDERSØKELSE SOM TAR FOR SEG DIN REISE MED SYKKEL TIL JOBB:

UNDERSØKELSEN TAR CA 10 - 15 MINUTTER!

Jeg er student ved NTNU, institutt for Bygg- og miljøteknikk med spesialisering innen transport. Dette våsemesteret skriver jeg masteroppgave der jeg skal kartlegge **syklisters rutevalg**. Formålet med studiet er først og fremst å undersøke hvilke faktorer som kan spille en rolle for hvordan syklister velger rute. For å få informasjon om syklisters valg trenger jeg opplysninger om din vanlige sykkelrute til jobb, samt dine sykkelvaner og preferanser. *Kan du hjelpe meg med data til oppgaven min?*

DELTAKELSE:

Undersøkelsen gjelder deg som sykler daglig, eller en gang i blant i sommerhalvåret (april til september).

BEHANDLING AV DATA:

Studien er meldt inn til Norsk senter for forskningsdata. Opplysningene om deg og din reise vil bli behandlet konfidensielt. Det er ingen som vil kunne gjenkjenne deg i det som presenteres i den ferdige oppgaven. Den tekniske registreringen av sykkelreiser skjer ved hjelp av en webapplikasjon (ArcGIS Online). Undersøkelsen består av to deler som jeg ber alle om å svare på, og en tredje del, som er *valgfri*. **Del 1** er et spørreskjema hvor du blir spurt om å svare på ulike spørsmål. **Del 2** er en kartregistrering av din vanligste rute til jobb. Del 3 er valgfri og gjelder deg som sykler hele året. Dataene vil bli lagret på en sikker server som kun disponeres av student og veiledere. Etter at oppgaven er levert vil opplysningene fra respondentene bli anonymisert og slettet. Dette vil skje senest innen juni 2018.

FRIVILLIG:

Det er frivillig å delta i undersøkelsen, og du kan når som helst trekke deg uten å oppgi noen grunn. Dersom du skulle ønske å trekke deg fra studien vil alle opplysninger om deg bli slettet. Om noe skulle være uklart eller du har spørsmål vedrørende oppgaven, må du gjerne kontakte meg per telefon eller sende meg en e-post.

KONTAKTINFORMASJON:



Katrine Erichsen



97957352



Katrier@stud.ntnu.no

Direkte link til undersøkelsen:

<https://arcg.is/0HTare>

VIL DU HJELPE MEG VED Å SVARE PÅ NOEN SPØRSMÅL?

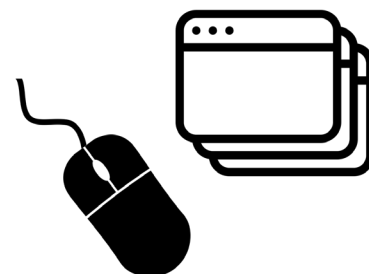


FREMGANGSMÅTE:

- 1 Gå til nettsiden: <https://arcg.is/OHTare>
- 2 Se på videoen for fremgangsmåte.
- 3 Svar på spørreskjemaet. Husk å trykke "send inn".
- 4 Tegn din vanlige rute fra hjem til jobb i det interaktive kartet.

NYTTIG INFORMASJON:

Jeg vil sterkt anbefale deg å benytte en datamaskin for å gjennomføre undersøkelsen. Det er mulig å bruke mobil eller iPad, men det har svært dårlig funksjonalitet for denne type undersøkelse. Det anbefales å bruke Google Chrome. Jeg vil også anbefale deg å benytte en datamus når du skal tegne inn rutevalget.



KONTAKTINFORMASJON TIL VEILEDERE:

Trude Tørset, NTNU, institutt for Bygg- og miljøteknikk.
Tlf: 97038649, e-post: trude.torset@ntnu.no

Yngve Frøyen, NTNU, institutt for arkitektur og planlegging.
Tlf: 73595081, e-post: yngve.froyen@ntnu.no

TAKK FOR AT DU TAR DEG TID TIL Å DELTA I UNDERSØKELSEN!



Vedlegg G: Detaljert beskrivelse av datainnsamlingen

Tabell G—1 Detaljert oversikt over datoer for pilotundersøkelsene, samtaler, utsendelse og påminnelse.

Dag:	Uke 3		Uke 7	
Mandag	15.01.2018		12.02.2018	
Tirsdag	16.01.2018		13.02.2018	
Onsdag	17.01.2018		14.02.2018	
Torsdag	18.01.2018		15.02.2018	Lansering, utsending nummer 1
Fredag	19.01.2018		16.02.2018	Utsending nummer 2
Lørdag	20.01.2018		17.02.2018	
Søndag	21.01.2018		18.02.2018	
Dag:	Uke 4		Uke 8	
Mandag	22.01.2018		19.02.2018	
Tirsdag	23.01.2018		20.02.2018	
Onsdag	24.01.2018		21.02.2018	
Torsdag	25.01.2018		22.02.2018	
Fredag	26.01.2018		23.02.2018	
Lørdag	27.01.2018		24.02.2018	
Søndag	28.01.2018		25.02.2018	
Dag:	Uke 5		Uke 9	
Mandag	29.01.2018		26.02.2018	Utsending nummer 3
Tirsdag	30.01.2018		27.02.2018	
Onsdag	31.01.2018	Pilotundersøkelse 1	28.02.2018	Sendte ut påminnelsemail
Torsdag	01.02.2018		01.03.2018	
Fredag	02.02.2018	Samtale med Richard Liodden Sanders	02.03.2018	
Lørdag	03.02.2018		03.03.2018	
Søndag	04.02.2018		04.03.2018	
Dag:	Uke 6		Uke 9	
Mandag	05.02.2018		05.03.2018	Avslutning av undersøkelsen
Tirsdag	06.02.2018			
Onsdag	07.02.2018			
Torsdag	08.02.2018	Pilotundersøkelse 2		
Fredag	09.02.2018			
Lørdag	10.02.2018	Samtale med Ole Vebjørn Bakken		
Søndag	11.02.2018			

 Vinterferie
 Kontaktet bedrifter

Vedlegg H: Oversikt over rekrutterte bedrifter

Tabell H—1 Oversikt over rekrutterte bedrifter og antall ansatte som mottok undersøkelsen.

Bedrift/forening:	Område:	Antall ansatte som mottok e-posten:	Utsendelse:	Påminnelse:
NGU	Lade	64	E-post	
Trondheim kommune – Byplankontoret	Midtbyen	90	E-post	22.03.2018
Trondheim kommune - byggesakskontoret	Midtbyen	54	E-post	
Trondheim kommune - eierskap	Midtbyen	45	E-post	
Sør-Trøndelag fylkeskommune	Midtbyen	Usikker	Intranett	
Asplan Viak	Øya	150	E-post	
EVO	Lade	300	E-post	26.02.2018
Jernbanedirektoratet	Øya	16	E-post	
Bane NOR	Marienburg	417	E-post	26.02.2018
Syklistenes landsforening	-	413	E-post	
Multiconsult	Sluppen	120	E-post	26.02.2018
Svanholm Gravferd	Tyholt	8	E-post	
COWI	Tyholt	170	E-post	26.02.2018
Via Nova	Sluppen	-	E-post	
Aas Jacobsen	Sluppen	-	E-post	
Selberg arkitekter	Sluppen	70	E-post	
Kongsberg Maritime AS	Lade	30	E-post	
Dronning Mauds Minne	Lade	95	Intranett	
Nidarvoll skole	Sluppen	18	E-post	
Vegdirektoratet	Øya	21	E-post	
Sum:		2081		

Vedlegg I: Utforming av undersøkelsen

Tabell I—1 Beskrivelse av de ulike versjonene av undersøkelsen som ble utviklet.

Uke:	Versjon:	Beskrivelse:
3	1	Undersøkelsen bestod av et spørreskjema utarbeidet i ArcGIS Online ved hjelp av Survey123 (del 1) og en webapplikasjon for kartregistrering (del 2).
4	2	Spørreskjemaet i Survey123 og webapplikasjonen ble implementert i et Story Map for å samle de to delene, slik at man ikke måtte forlate spørreskjemaet for å registrere ruten. Map Journal ble benyttet som Story Map.
5	3	Det finnes ulike typer Story Maps, der det ble valgt å benytte Map Series fremfor Map Journal. Survey123 ble erstattet med Questback.

Versjon 1: Utkast

Spørreundersøkelse om ditt rutevalg til jobb

I min masteroppgave våren 2018 arbeider jeg med å undersøke pendlersyklisters rutevalg i Trondheim. I den forbindelse gjennomfører jeg en spørreundersøkelse, som du herved blir bedt om å delta i.

Undersøkelsen består av to deler. Del 1 er en spørreundersøkelse med spørsmål om din vanlige sykkelrute til jobb og dine preferanser som syklist. Del 2 av undersøkelsen er et kart der jeg ber om at du tegner din vanlige rute til jobb i sommerhalvåret (april til september).

Studien er meldt til Personvernombudet for forskning, Norsk samfunnsvitenskapelig datateneste AS. Opplysningene om deg og din reise vil bli behandlet konfidensielt. Det er frivillig å delta i studiet og du kan når som helst trekke deg uten å oppgi noen grunn. Dersom du skulle ønske å trekke deg fra studien vil alle opplysninger om deg bli anonymisert.

Takk for at du tar deg tid til å svare på undersøkelsen.

DEL 1:

Første del av undersøkelsen er en spørreundersøkelse. Her skal du:

1. Svare på generell informasjon.
2. Svare på spørsmål om dine sykkelvaner.
3. Svare på spørsmål om sykkelruten din til jobb.
4. Svare på dine preferanser som syklist.

Generell informasjon:

DEL 2:

I neste del av undersøkelsen skal du tegne inn ruten din i vedlagt lenke. Når du trykker på linken vil det komme opp et nytt vindu. Etter at du har trykket på linken er det viktig at du går tilbake til spørreundersøkelsen og trykker "send inn".

Dersom du har et ærend på reisen skal du tegne ruten du sykler når du for eksempel ikke leverer barn i barnehagen.

NB! Husk at ruten du skal tegne er din vanlige rute fra bosted til jobb. Du skal ikke tegne ruten fra jobb til hjem. Start ruten i nærmeste kryss eller avkjørsel nær ditt bosted.

Rutebeskrivelse *

[Valg av rute](#)

Høyreklikk på lenken og trykk "Åpne i ny fane" eller "Open in newtab".

Angi en gyldig nettsedadresse.

Figur I—1 Utkast 1 av undersøkelsen utarbeidet i survey123.

Versjon 2: Utkast

Spørreundersøkelse for syklisters rutevalg i Trondheim kommune

Undersøkelsen består av to deler. Del 1 er en spørreundersøkelse med spørsmål om din vanlige sykkelrute til jobb og dine preferanser som syklist. Del 2 av undersøkelsen er et kart der jeg ber om at du tegner din vanlige rute til jobb i sommerhalvåret (april til september).

Studien er meldt til Personvernombudet for forskning, Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste AS. Opplysningene om deg og din reise vil bli behandlet konfidensielt. Det er frivillig å delta i studiet og du kan når som helst trekke deg uten å oppgi noen grunn. Dersom du skulle ønske å trekke deg fra studiet vil alle opplysninger om deg bli anonymisert.

Takk for at du tar deg tid til å svare på undersøkelsen!

DEL 1: Spørreundersøkelse

Første del av undersøkelsen er en spørreundersøkelse. Her skal du:

1. Svare på generell informasjon.
2. Svare på spørsmål om dine sykkelvaner.
3. Svare på spørsmål om sykkelruten din til jobb.
4. Svare på dine preferanser som syklist.

Husk å trykke "SEND INN".

Forklaring for spørsmål 17:

1. Sykkelfelt: 2. Gang- og sykkelveg:

1. Dato: *

Datoen genereres automatisk.

2018-02-24

2. Skriv inn et kallenavn (Alias): *

Hensikten med å lage et kallenavn er for å unngå å samle inn informasjon som kan identifisere deg som svarer.

Det er svært viktig at du skriver inn et kallenavn som du husker. Dersom du benytter senere i del 2 av undersøkelsen, Det kan derfor være lurt å skrive kallenavnet ned på en "huskeapp".

Eksempel: Kateri (The første bokstavene i fornavnet og de tre første bokstavene i etternavnet).

Angi opp til 10 tegn

3. Skriv inn din e-post adresse: *

Skriv e-posten du vanligvis benytter.

Oppgi en gyldig e-postadresse.

4. Kjønn: *

Kvinne Mann

Figur I—2 Utkast 2 av undersøkelsen utarbeidet i Map Journal (Story map).

Versjon 3: Hovedundersøkelse

Undersøkelse for syklisters rutevalg

Kontrollerer historieløsholdet Rediger Et fortellingskart

1 Introduksjon:

Undersøkelsen består av to deler som alle blir bedt om å delta på. Del 1 er et spørreskjema med spørsmål om din vanlige sykkelrute til jobb og dine preferanser som syklist. Del 2 av undersøkelsen er et kart der jeg ber deg tegne din vanlige sykkelrute til jobb i sommerhalvåret (april til september). **HUSK å gjøre begge deler!**

Undersøkelsen inneholder også en del 3 som er valgfri. Den gjelder deg som sykler hele året, og som sykler en annen rute i vinterhalvåret.

2 Del 1 - Spørreskjema:

3 Del 2 - Tegn inn din vanlige sykkelrute til jobb:

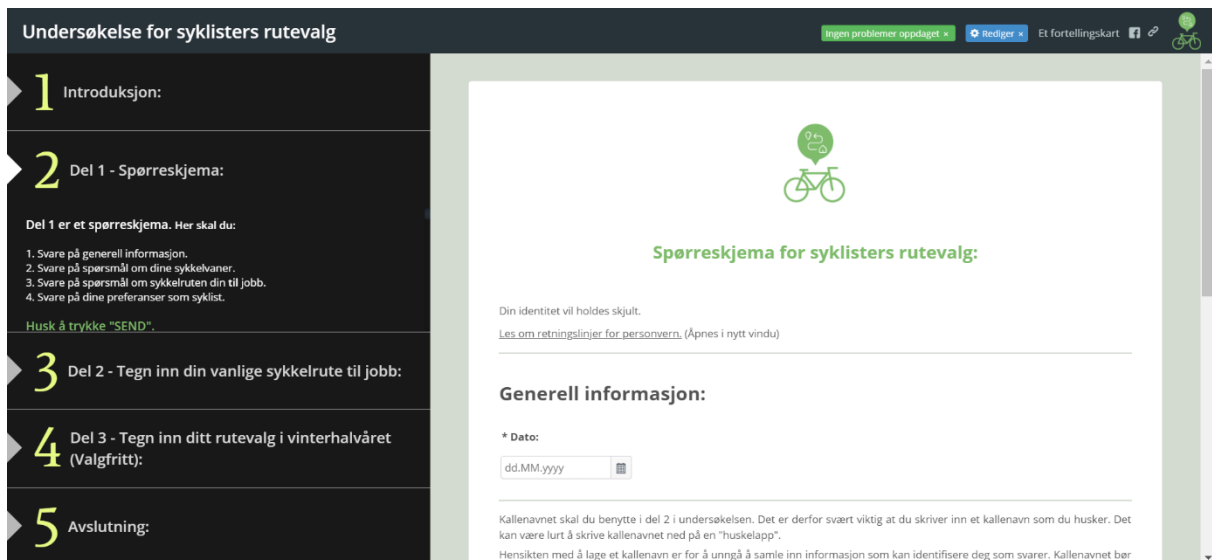
4 Del 3 - Tegn inn ditt rutevalg i vinterhalvåret (Valgfritt):

5 Avslutning:

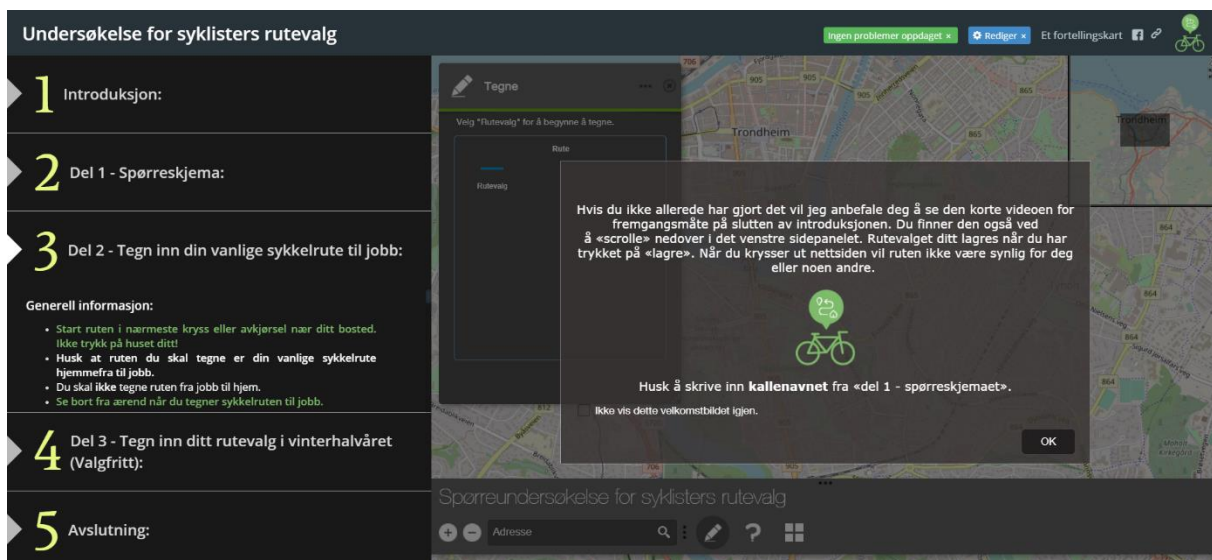
Syklisters rutevalg

Rull ned for å se en video om fremgangsmåte:

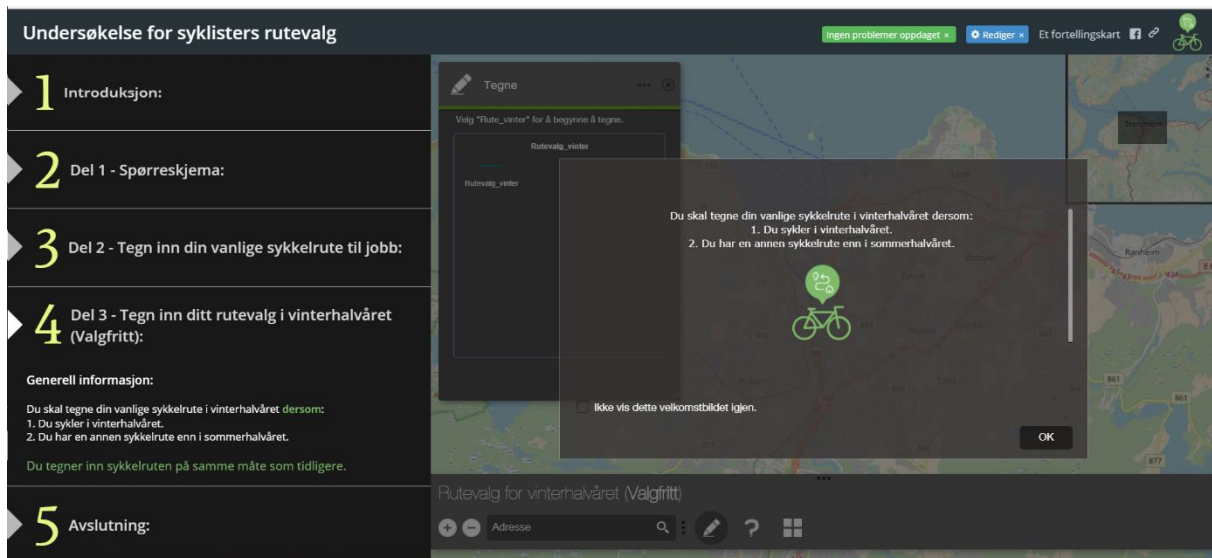
Figur I—3 Introduksjonen til den endelige undersøkelsen.



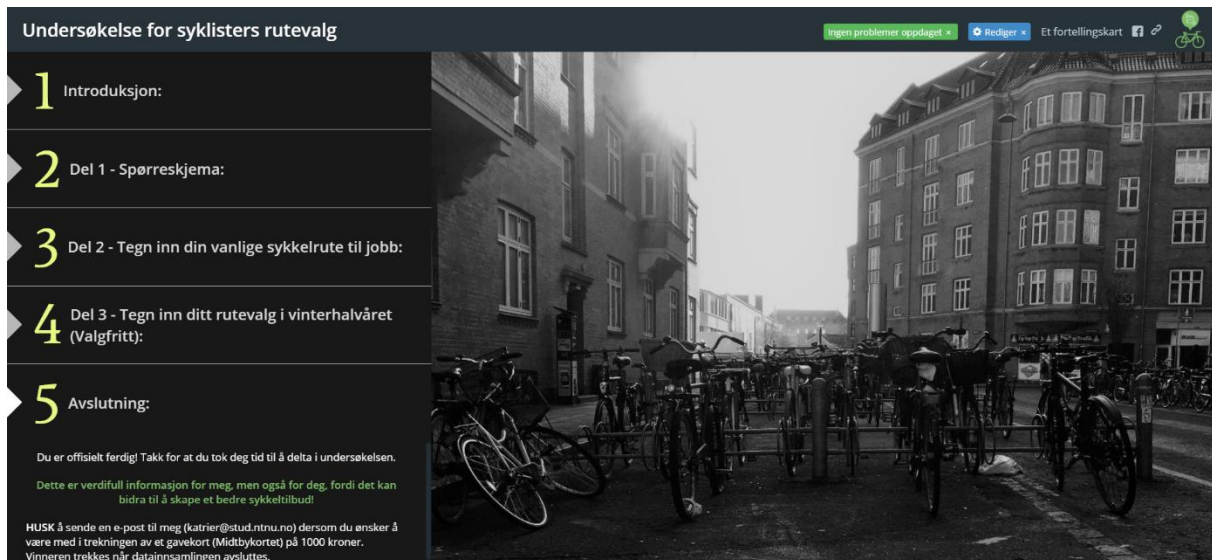
Figur I—4 Sidepanelet og introduksjonen til spørreskjemaet (del 1).



Figur I—5 Sidepanelet og startsidene til kartregistreringen. Deltakerne registrerte sin normale sykkelrute til jobb (del 2).



Figur I—6 Del 3 som var valgfri. Deltakerne skulle registrere sin sykkelrute i vinterhalvåret, dersom den avvok fra sommerruten.



Figur I—7 Avslutningen til undersøkelsen.

Vedlegg J: Endringer fra pilotundersøkelsene og samtaler

Deltakerne i pilotundersøkelsen ble bedt om å svare på fem spørsmål:

Tabell J—1 Oversikt over de ulike spørsmålene som deltakerne i pilotundersøkelse 1 og 2 besvarte.

Spørsmål:
<i>Var det noe som var spesielt vanskelig?</i>
<i>Var det noen spørsmål som kunne misforstås?</i>
<i>Er det noe som bør inkluderes?</i>
<i>Er det noe som kan tas bort?</i>
<i>Andre kommentarer:</i>

Endringer og justeringer som ble foretatt i utvikling av undersøkelsen:

I forbindelse med pilotundersøkelsene og samtalene med to fagpersoner ble det gitt tilbakemelding på hva som burde endres i hovedundersøkelsen. Tilbakemeldingene nedenfor ble justert for i hovedundersøkelsen.

PILOTUNDERSØKELSE 1 (31.01.18):

- Det bør gis en tilbakemelding til deltakerne når rutevalget er lagret og undersøkelsen er ferdig.
- E-postadresse burde være frivillig dersom det ikke skal brukes til noe.
- Kallenavnet burde bestå av sammensetninger som ikke har sammenheng med deltakernes navn. Eksempelvis fornavnet til mor og far, som vil gi høyere anonymitet.
- Viktig å informere deltakerne om at dataene blir slettet.
- Bildene som illustrerte de ulike systemløsningene for sykkel burde stå sammen med spørsmålene, og ikke i sidepanelet.
- Der er problematisk at informasjonen man har skrevet inn blir borte når man «scroller» nedover. Dette burde endres.
- Burde inkludere en eller flere registrerer av sykkelrute, slik at man får et større datasett.
- Endre kategoriene for hvem man definerer seg som, fra erfaren og litt erfaren, til predefinert alternativ.
- Burde inkludere spørsmål om hvilke veiger man velger å benytte fortau frem å sykle i vegbanen.
- Burde inkludere *annet* for kjønn eller gjøre det valgfritt.

Samtale med Richard Liodden Sanders (02.02.18):

- Av de tre kategoriene for syklisttype er det ikke slik at den som er veldig erfaren er fryktløs, eller den som er nybegynner er bekymret. Det henger ikke nødvendigvis sammen.
- Arkitektoniske omgivelser og vegdekke bør inkluderes som forklaringsfaktorer som kan påvirke rutevalget.

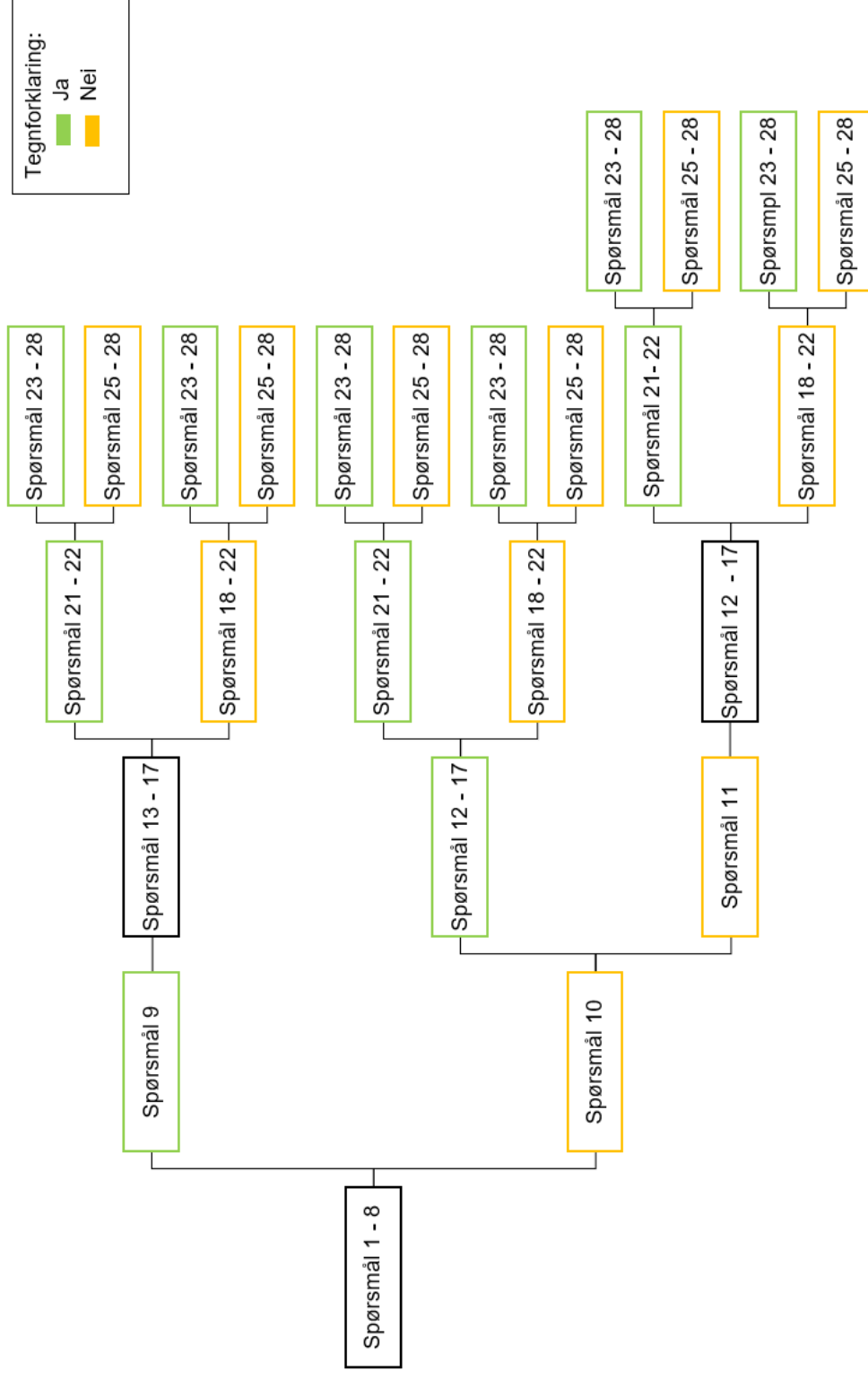
PILOTUNDERSØKELSE 2 (08.02.18):

- Burde inkludere et spørsmål om hvilke sykkelanlegg man benytter som del av reisen til jobb.
- Introduksjonsvideoen er for lang og burde kortes ned.

Samtale med Ole Vebjørn Bakken (10.02.18):

- I stedet for å spørre deltakerne om de sykler både sommer og vinteren, burde spørsmålet omformuleres til om det hender at deltakerne sykler om vinteren.
- Inkludere lastesykkel som alternativ til hvilken type sykkel man benytter til jobb.
- Spørre deltakerne hva som er grunnen til at de av og til sykler på fortau, er det tryggere og/eller raskere.

Vedlegg K: Flytdiagram for spørreskjemaet



Figur K—1 Flytdiagram for spørsmålene i spørreskjemaet, der gul betyr nei og grønn betyr ja.

Vedlegg L: Oversikt over spørsmålene i spørreskjemaet (Del 1)

* Obligatoriske spørsmål

GENERELL INFORMASJON:

1. Dato:*

[Skriv inn dato]

2. Skriv inn et kallenavn (Alias):*

*Kallenavnet skal du benytte i del 2 i undersøkelsen. Det er derfor svært viktig at du skriver inn et kallenavn som du husker. Det kan være lurt å skrive kallenavnet ned på en "huskelapp". Hensikten med å lage et kallenavn er for å unngå å samle inn informasjon som kan identifisere deg som svarer. Kallenavnet bør derfor bestå av **bokstaver** som ikke gjenkjenner deg som person.*

*Eksempel: **wenlar** (De tre første bokstavene i fornavnet til mor og far).*

[Skriv inn kallenavn]

3. Kjønn:*

- Kvinne
- Mann
- Annet

4. Alder:*

[Skriv inn alder]

5. Har du førerkort:*

- Ja
- Nei

SPØRSMÅL OM DINE SYKKELVANER:

6. Omlag hvor ofte sykler du til jobb fra april til september?*

- Jeg sykler hver dag
- Jeg sykler jevnlig, 2-4 dager i uken
- Jeg sykler av og til, ca 1 dag i uken
- Jeg sykler sjeldent, ca 1 dag annenhver uke
- Sjeldnere

7. Hvilken type syklist vil du kategorisere deg som?*

- "Sterk og fryktløs"
- "Entusiastisk og selvsikker"
- "Interessert, men bekymret"
- Vet ikke

8. Hender det at du sykler på vinteren?*

- Ja
- Nei

9. Hvorfor sykler du ikke på vinteren?*

[Fritekst]

10. Bruker du samme rute om vinteren som i sommerhalvåret?*

- Ja
- Nei

11. Hvorfor sykler du en annen rute om vinteren?*

[Fritekst]

12. Anser du deg selv som en helårssyklist?*

- Ja
- Nei
- Vet ikke

SPØRSMÅL OM SYKKELRUTEN DIN TIL JOBB:

13. Hvilken type sykkel benytter du oftest på arbeidsreisen?*

- Vanlig sykkel
- Elsykkel
- Trondheim bysykkel
- Lastesykkel/Transportsykkel o.l.

14. Hvilket transportmiddel bruker du oftest til jobb når du ikke sykler?*

*Her menes **hovedtransportmiddel**; Det er det transportmidlet du reiser lengst med.*

- Privatbil
- Buss
- Tog
- Går
- Bilpassasjer
- Taxi
- Annet

15. Angi reisetiden hjemmefra til jobb med sykkel:*

*Her skal du anslå hvor lang tid du bruker hjemmefra til jobb med **sykkel**.*

- 0 - 5 minutt
- 5 - 10 minutt
- 10 - 15 minutter
- 15 - 20 minutter
- 20 - 30 minutter
- 30 - 40 minutter
- 40 - 60 minutter
- 60 - 120 minutter
- Mer enn 120 minutter

16. Følger du barn til barnehage eller skole på turen til jobb?*

- Ofte
- Av og til
- Aldri

17. Benytter du i hovedsak samme sykkelrute til jobb hver gang du sykler?*

- Ja

- Nei

18. Hva er grunnen for at du velger en annen sykkelrute?*

[Fritekst]

19. Hvor ofte velger du en annen sykkelrute?*

[Fritekst]

20. Er sykkelruten:*

- Kortere
- Lengre

21. Hvilke av følgende anlegg benytter du på din sykkelrute til jobb?

Her kan du velge flere.

- Egen (separat) sykkelveg
- Gang- og sykkelveg
- Sykkelfelt
- Fortau
- Vegskulder

22. Velger du noen ganger å sykle på fortau fremfor i trafikken med biler?*

- Ja
- Nei

23. Velger du å sykle på fortau fordi det er:*

- Tryggere
- Raskere
- Annet: [Fritekst]

24. Langs hvilke(n) veg(er)/gate(r) sykler du på fortau til jobb:

*Dersom du sykler på fortau tilnærmet hele ruten kan du skrive kun: **Hele ruten**.*

[Fritekst]

25. Hva er (hoved)grunnen for at du sykler til jobb?*

Her kan du velge inntil 3 grunner.

- Raskeste fremkomstmiddelet
- Billigste fremkomstmiddelet
- Mosjon og økt velvære
- Ikke tilgang på parkeringsplass på jobb
- Gode sykkelfasiliteter på jobb
- Dårlig kollektivtilbud
- Ingen tilgang på bil
- Har ikke førerkort
- Det er morsomt
- Det er miljøvennlig
- Annet: [Fritekst]

SPØRSMÅL OM DINE PREFERANSER SOM SYKLIST:

26. Hva er hovedgrunnen for rutevalget ditt til jobb?*

- Korteste rute
- Raskeste rute
- Minst stigning og høydeforskjell
- Tilrettelagt sykkelanlegg
- Få kryss langs ruten
- Mosjon og trening
- Lite motorisert trafikk
- Fine omgivelser
- Lav hastighet for motorisert trafikk
- Annet: [Fritekst]

27. Hvilke av de følgende faktorene mener du er viktig for deg når du velger sykkelrute?*

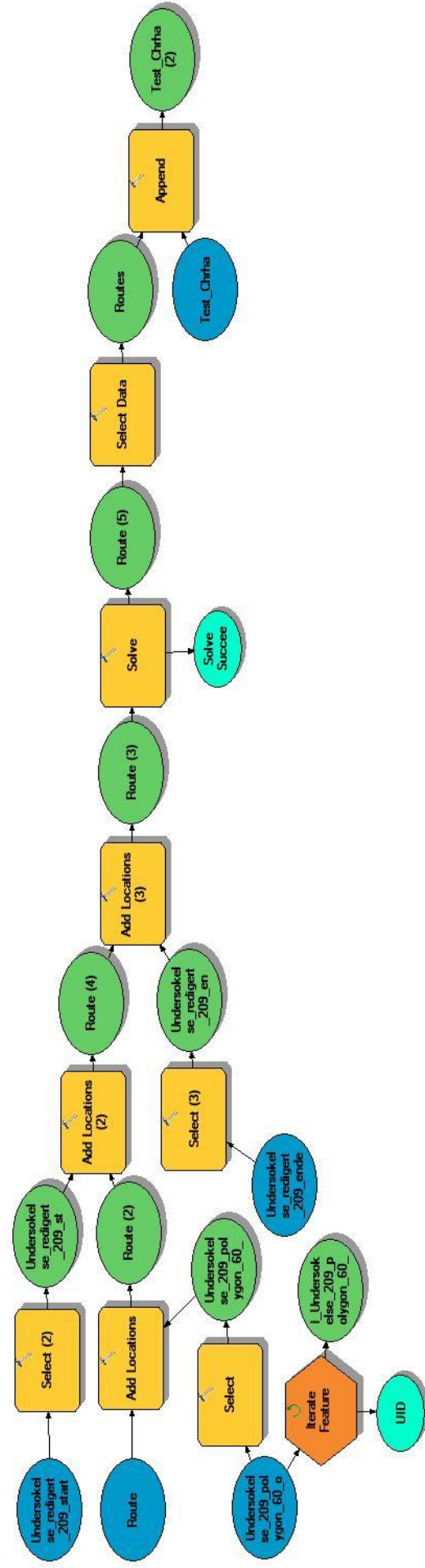
Velg mellom 1 og 5 faktorer.

- Tilrettelagt sykkelanlegg
- Vegdekke (Eks: Asfalt, grus)
- Været (Eks: Sol, regn)
- Unngå motbakker (stigninger)
- Unngå mye gateparkering
- Antall vegkryss
- Mengde biltrafikk
- Reisetiden
- Reiseavstanden
- Mosjon
- Fine grønne omgivelser
- Fine arkitektoniske omgivelser
- Hastigheten til biltrafikken
- Unngå store retningsendringer
- Opplevelse av trygghet
- Vedlikehold (Eks: Snø, løv)

28. Påvirker følgende anlegg eller tilrettelegging hvor du velger å sykle?

	Svært viktig	Ganske viktig	Noe viktig	Lite viktig	Ikke viktig
Egen (separat) sykkelveg					
Eget sykkelfelt i vegbanen					
Egen gang- og sykkelveg					
Kollektivfelt som kan benyttes til sykling					
Bred vegskulder som kan benyttes til sykling					
Sikre steder å krysse bilvegen (eks: broer, underganger, lysregulering)					
Prioritet av syklist i kryss					
God skilting, oppmerking ol. for syklist					
God belysning av sykkelanlegg					
Drift av sykkelruten (eks: fjerning av snø, grus og avfall)					
Vedlikehold av sykkelruten (eks: jevnere vegdekke, fjerne hull og sprekker)					

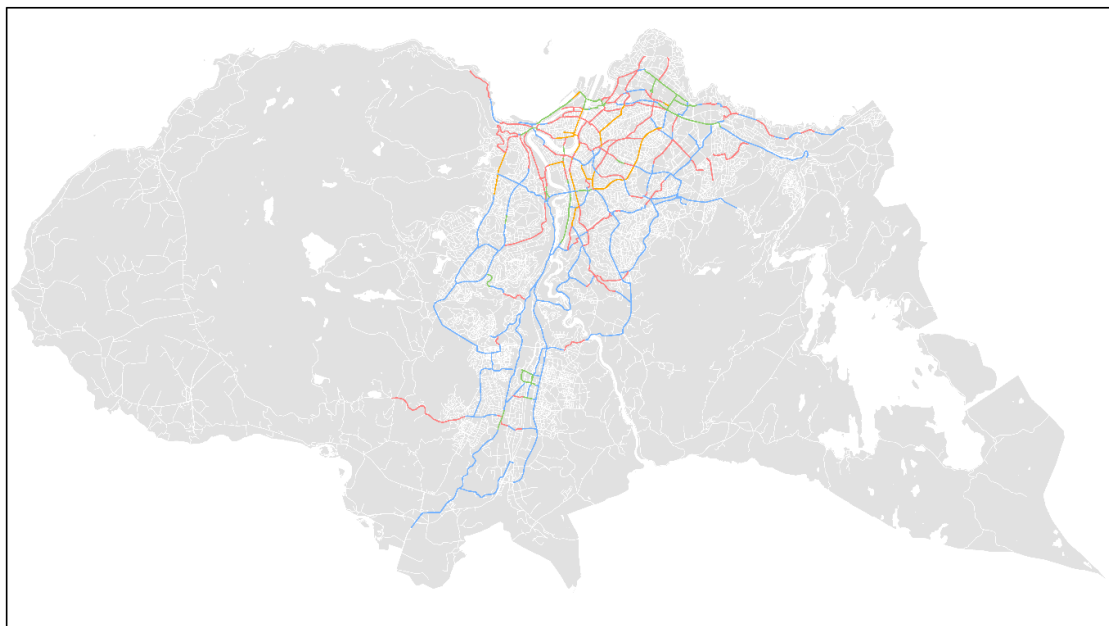
Vedlegg M: Modelbuilder til map matching



Figur L—1 Utsnitt av Modelbuilder som ble benyttet til å map matche de registrerte sykkelrutene.

Vedlegg N: Oversikt over sykkelvegnettet i Trondheim kommune

Tilrettelagte sykkelanlegg

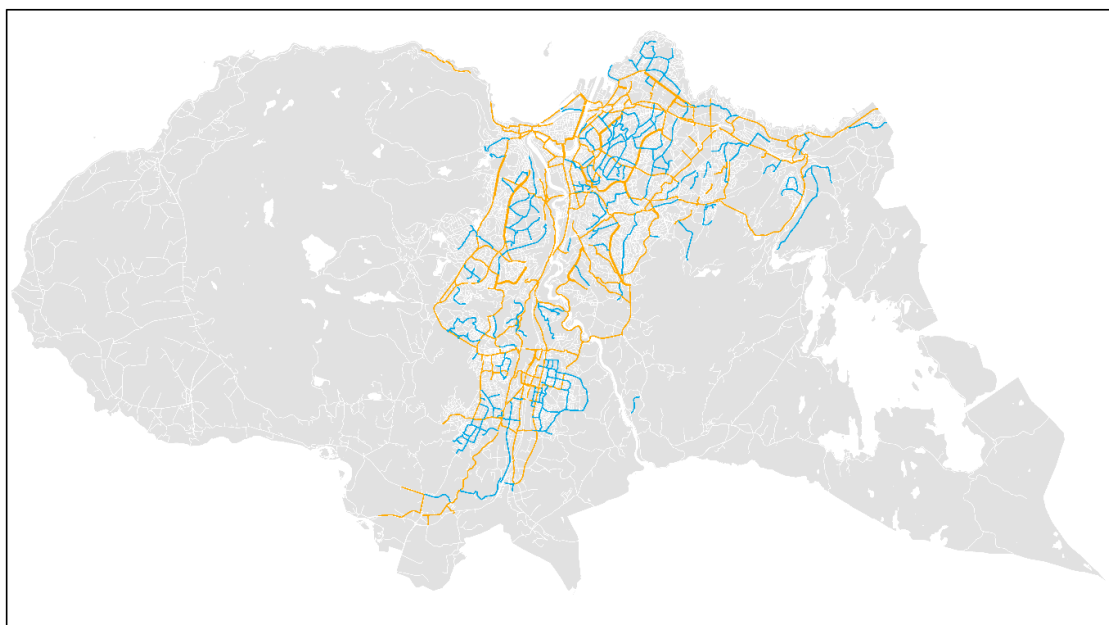


0 2,5 5 10 15 20
Kilometer

- Blandet trafikk
- Sykkelfelt
- Sykkelveg
- Gang- og sykkelveg

Figur N—1 Oversikt over det etablerte sykkelvegnettet for Trondheim kommune (Miljøpakken).

Hovednett for sykkel

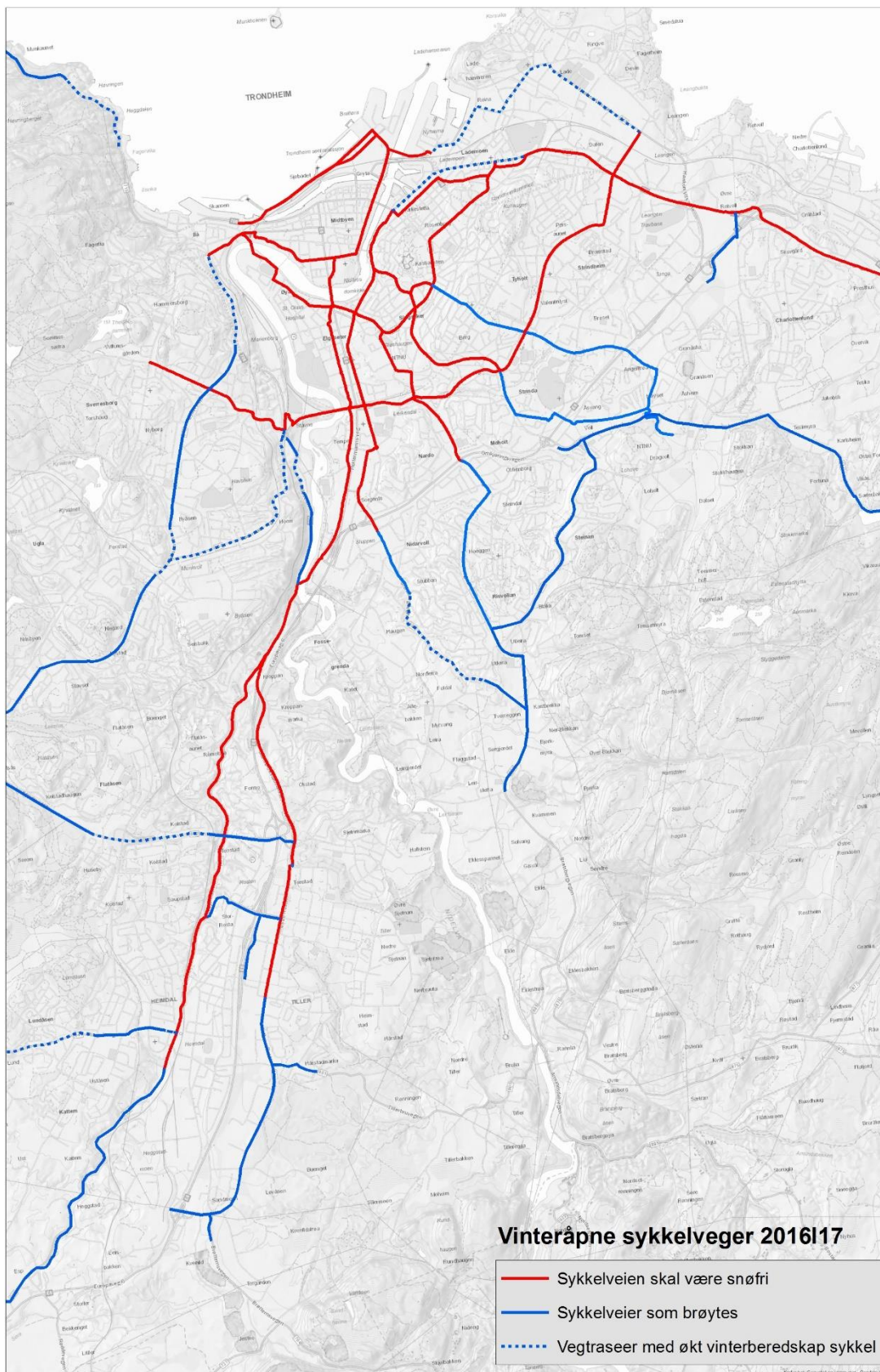


0 2,5 5 10 15 20
Kilometer

- Anbefalt hovednett for sykkel
- Lokalruter

Figur N—2 Oversikt over hovedvegnett for sykkel, samt lokalruter i Trondheim (Trondheim kommune).

Vinteråpne sykkelveger

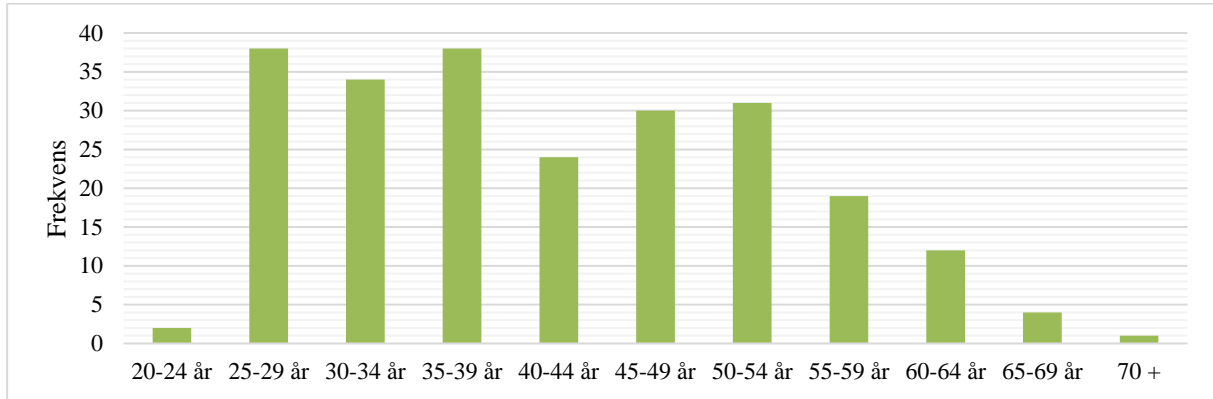


Figur N—3 Oversikt over hvilke veger som vinterdriftes i Trondheim kommune (Miljøpakken, 2017).

Vedlegg O: Resultater fra spørreskjemaet

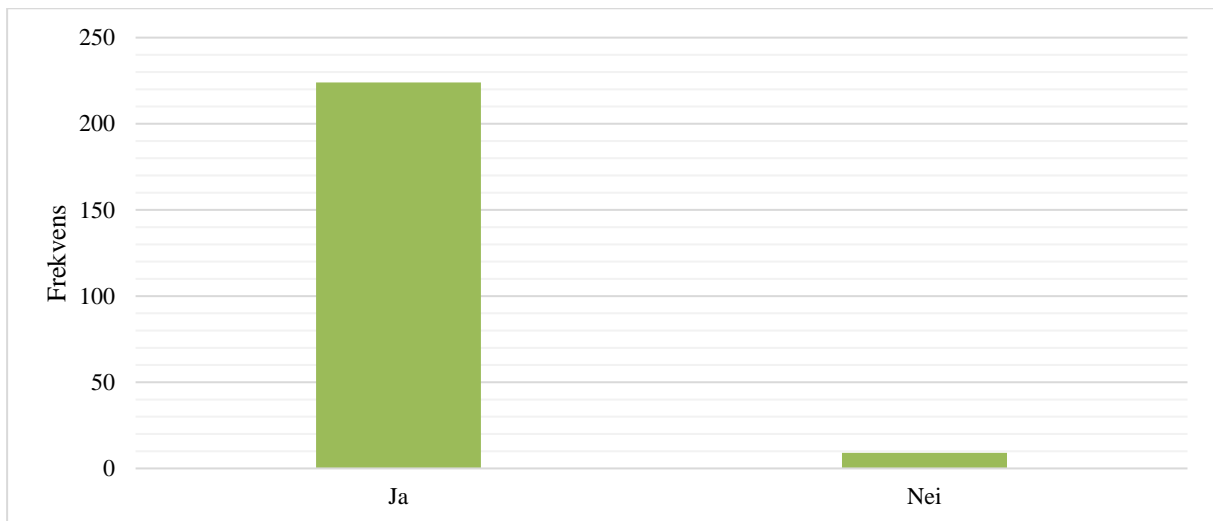
Individuelle egenskaper

Alder

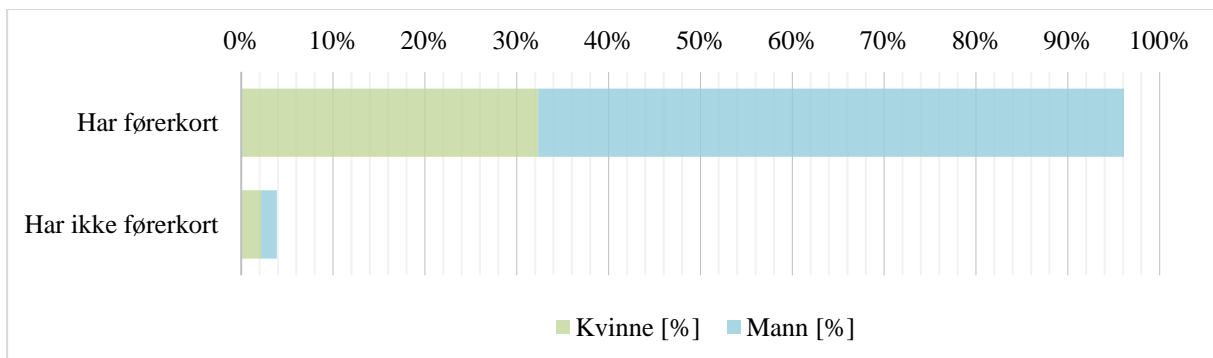


Figur O—1 Antall deltakere innenfor hver alderskategori (N=232).

Fører kort

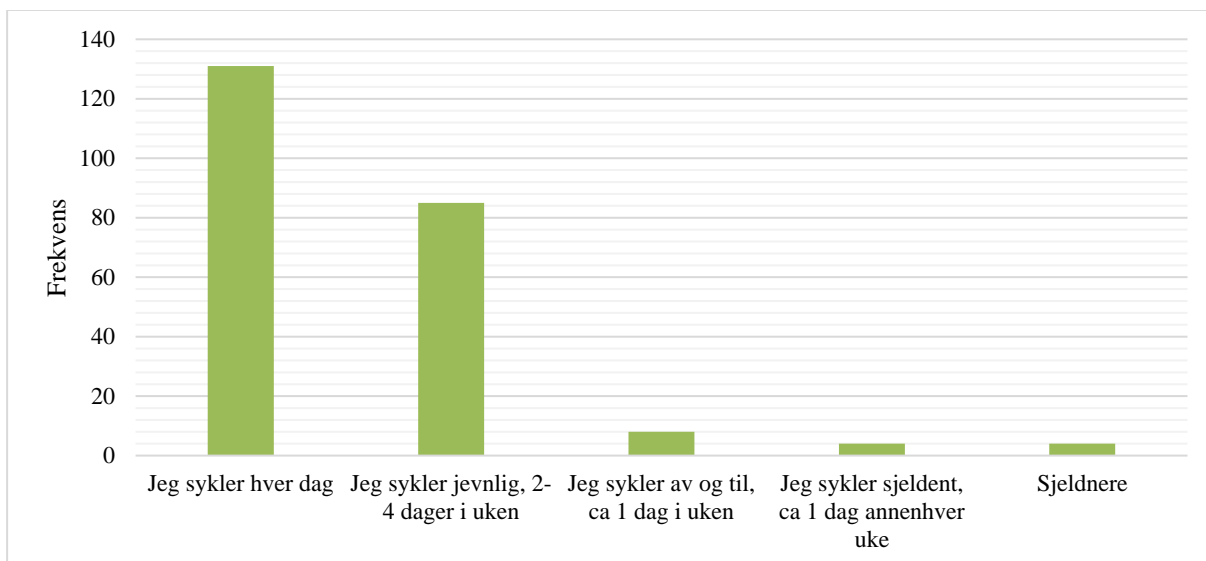


Figur O—2 Hvor mange av deltakerne som svarte at de eier og ikke eier førerkort (N=232).



Figur O—3 Andelen som eier og ikke eier førerkort, kjønnsfordelt (N=232).

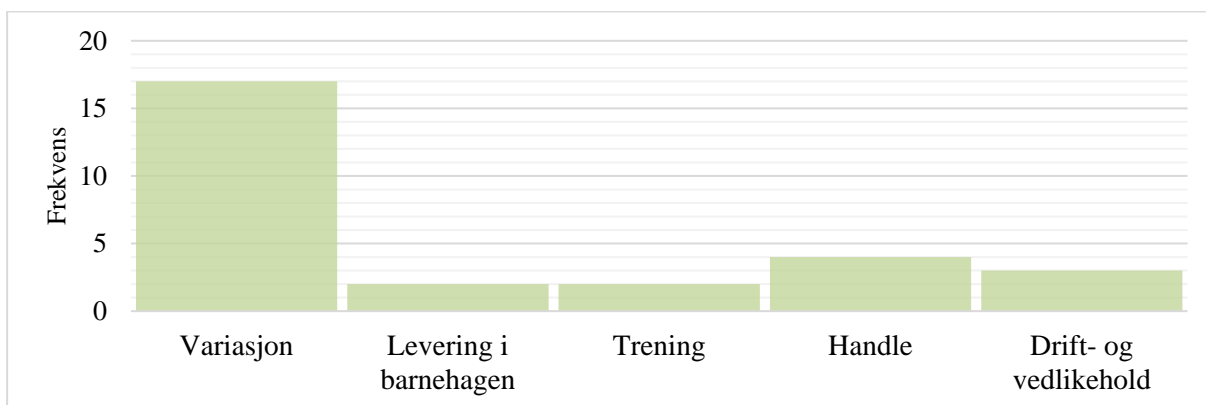
Sykkelfrekvens



Figur O—4 Oversikt over hvor ofte deltakerne syklet til jobb i sommerhalvåret (N=232).

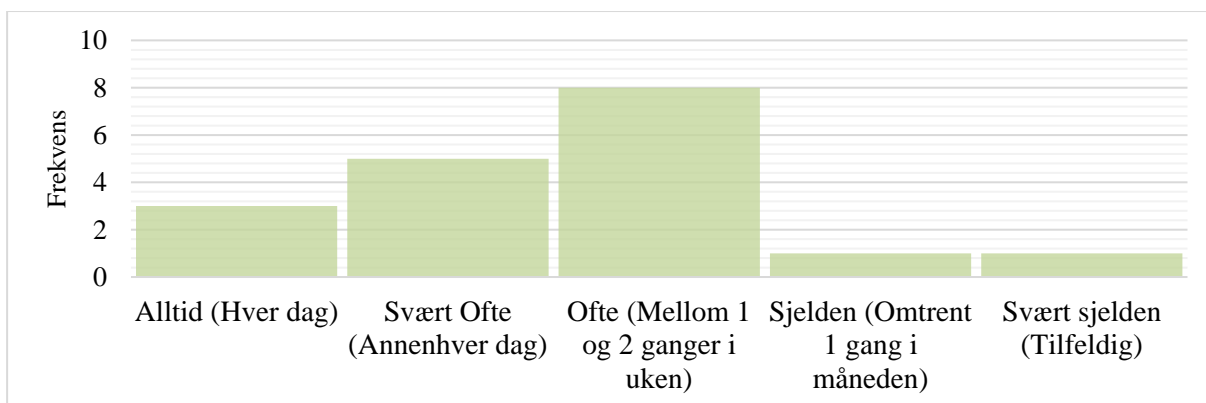
Omfanget av sykling

Grunnen til at en annen rute velges



Figur O—5 «Hva er grunnen for at du velger en annen sykkelrute?» (N=18).

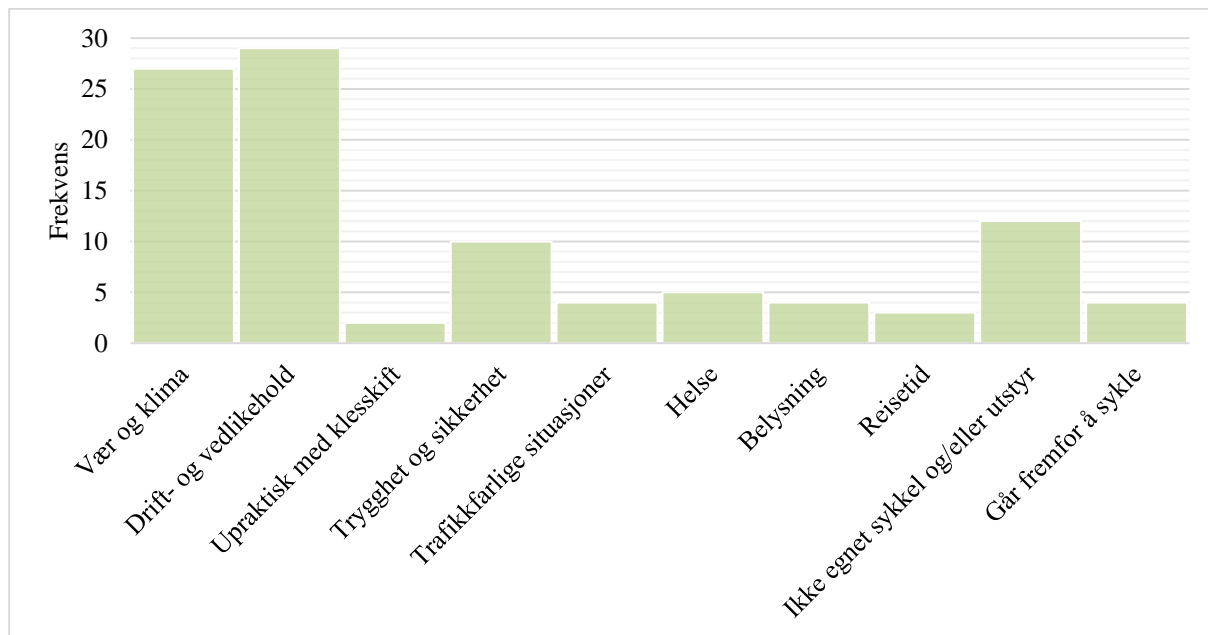
Hvor ofte en annen rute velges



Figur O—6 «Hvor ofte velger du en annen sykkelrute?» (N=18).

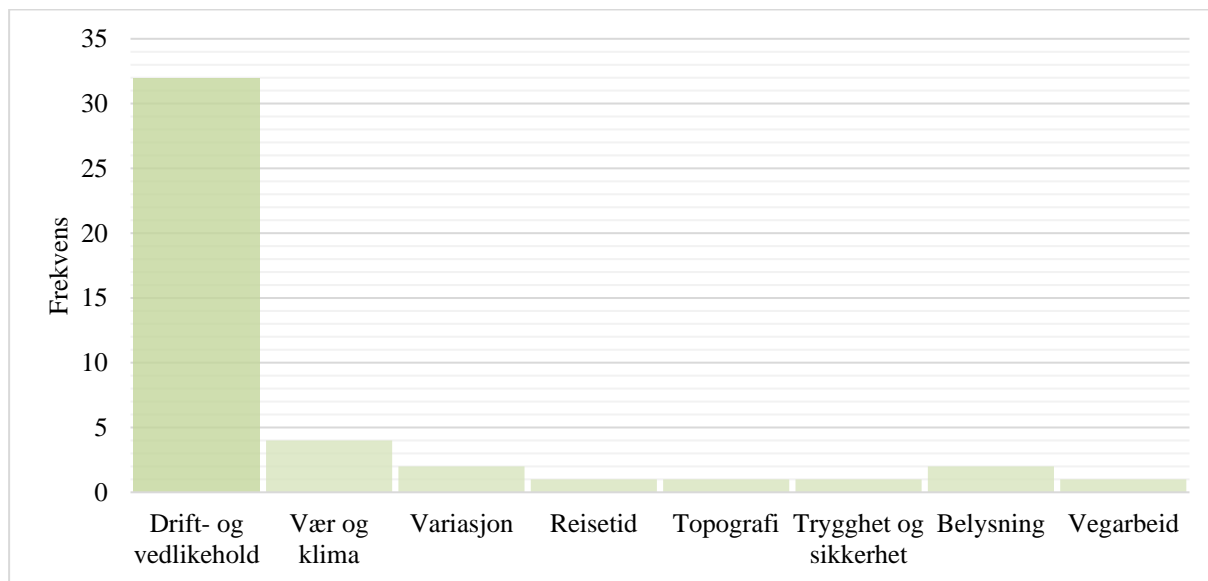
Egenskaper ved sykkeltilbudet

Grunn til å ikke sykle om vinteren



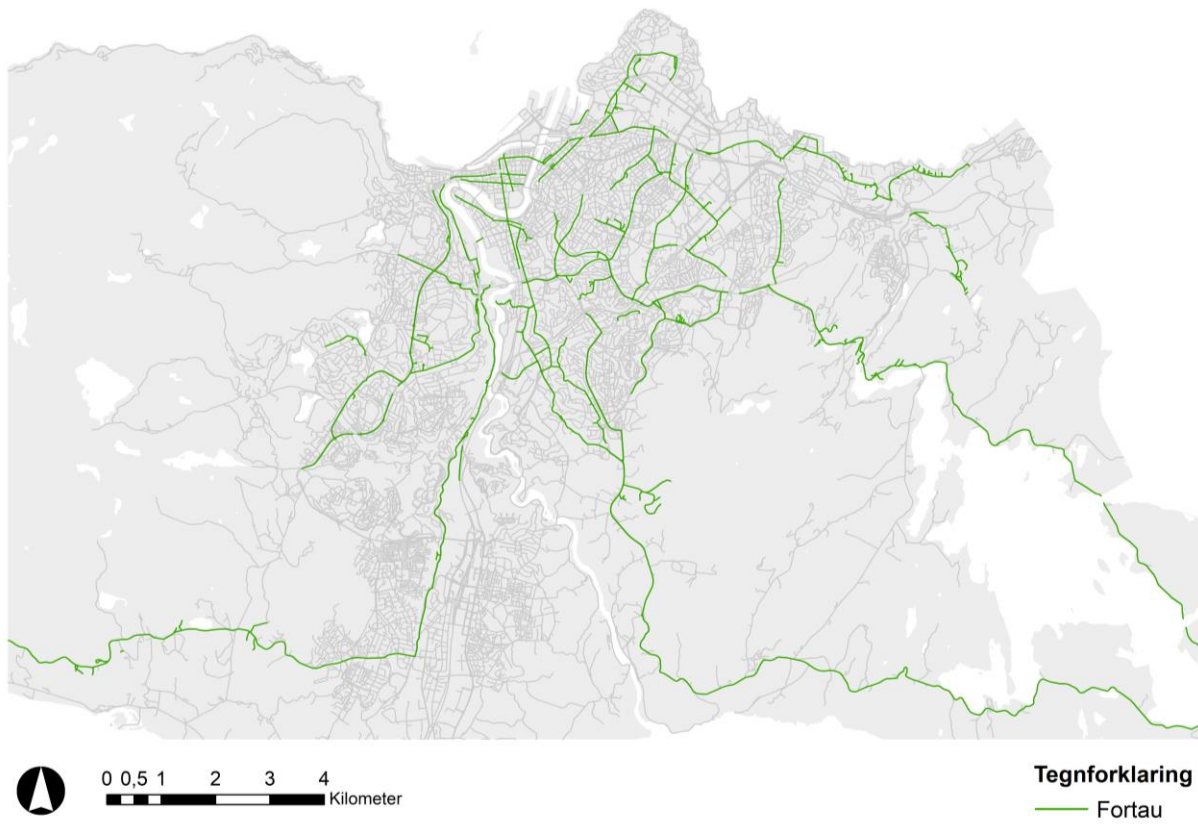
Figur O—7 «Hvorfor sykler du ikke på vinteren?» (N=53).

Annen rute om vinteren



Figur O—8 «Hvorfor sykler du en annen rute om vinteren?» (N=38).

Veger/gater hvor fortau benyttes



Figur O—9 Oversikt over hvilke veger/gater med fortau som benyttes av noen av deltakerne på ruten til jobb (N=62).

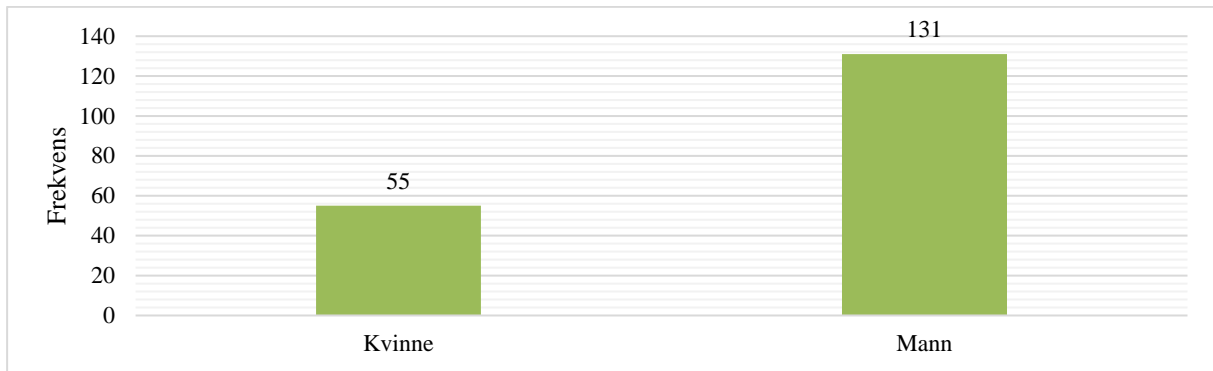
Anlegg som påvirker rutevalget



Figur O—10 «Hvilke av de følgende faktorene mener du er viktig for deg når du velger sykkelrute?» (N=232).

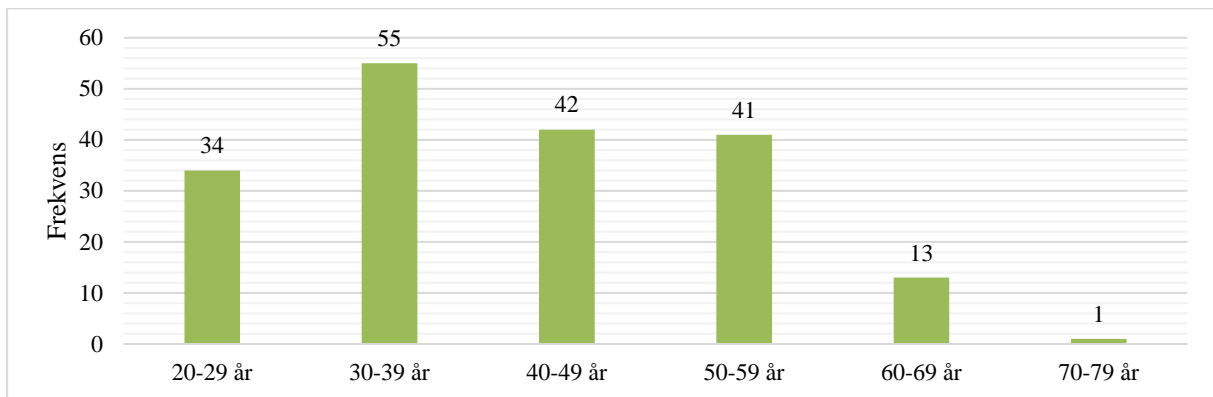
Vedlegg P: Datagrunnlaget fra kartregistreringen

Kjønn



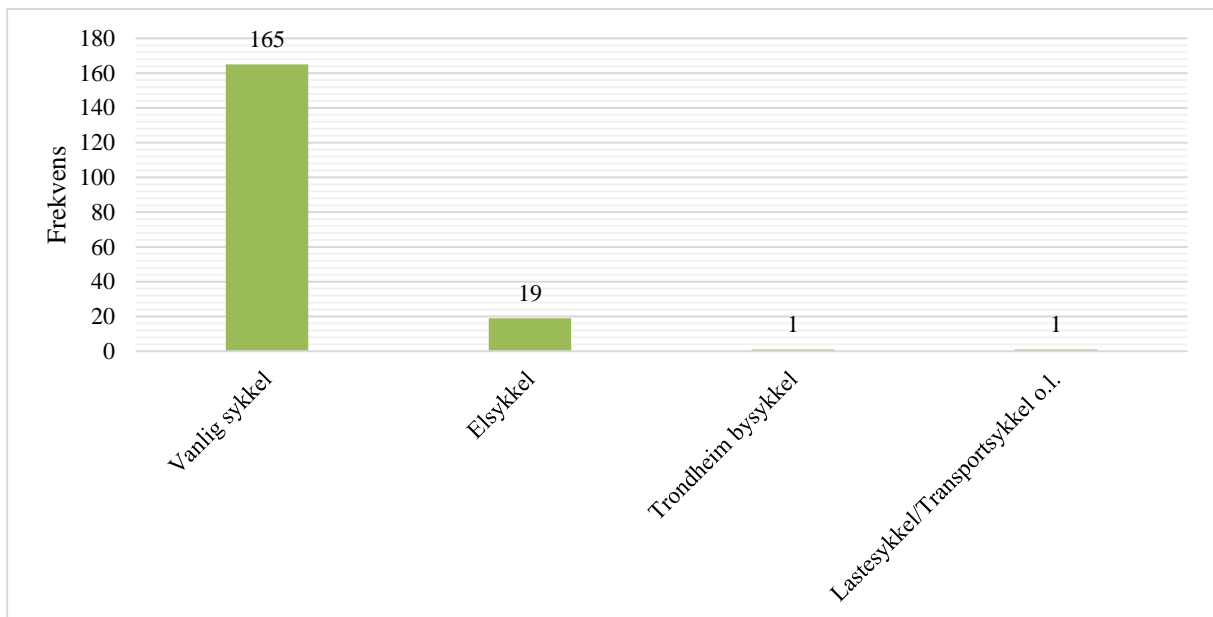
Figur P—1 Antall kvinner og menn som registrerte sykkelruten til jobb (N=185).

Alder

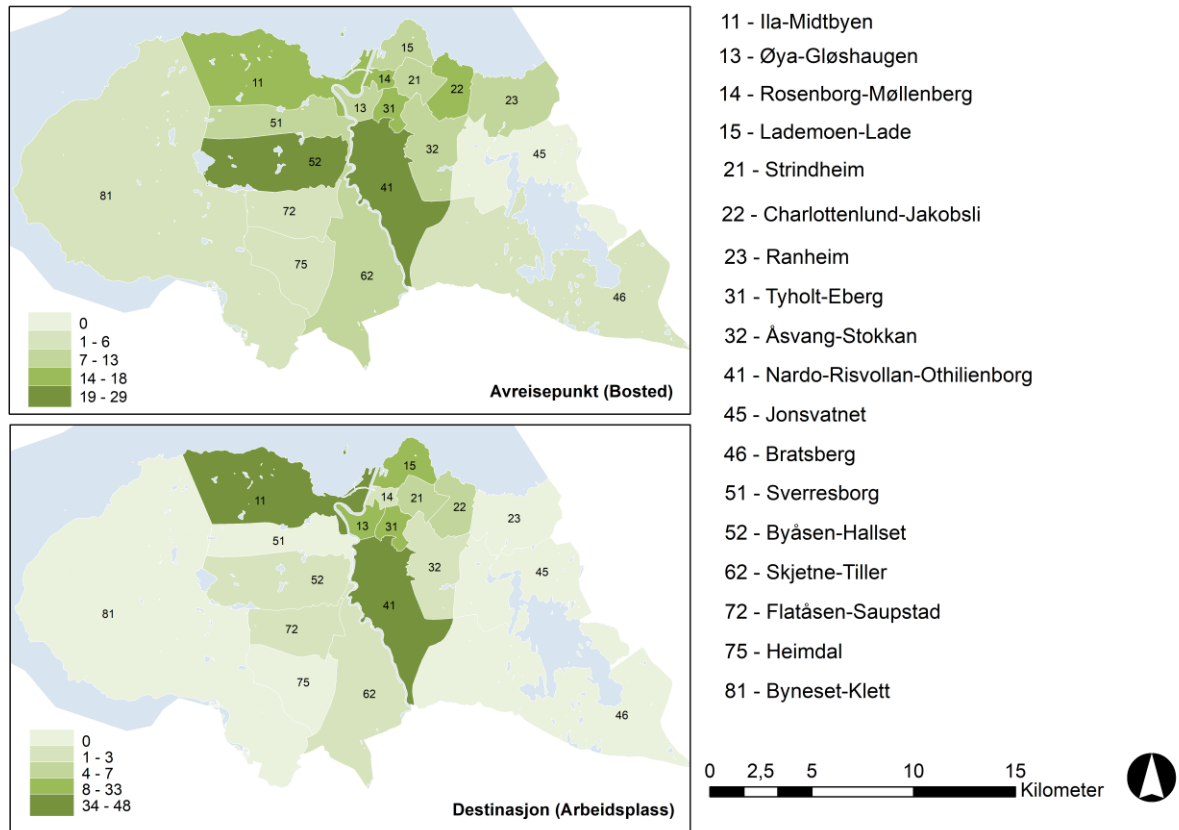


Figur P—2 Antall deltakere i hver aldersgruppe som registrerte sin normale sykkelrute til jobb (N=185).

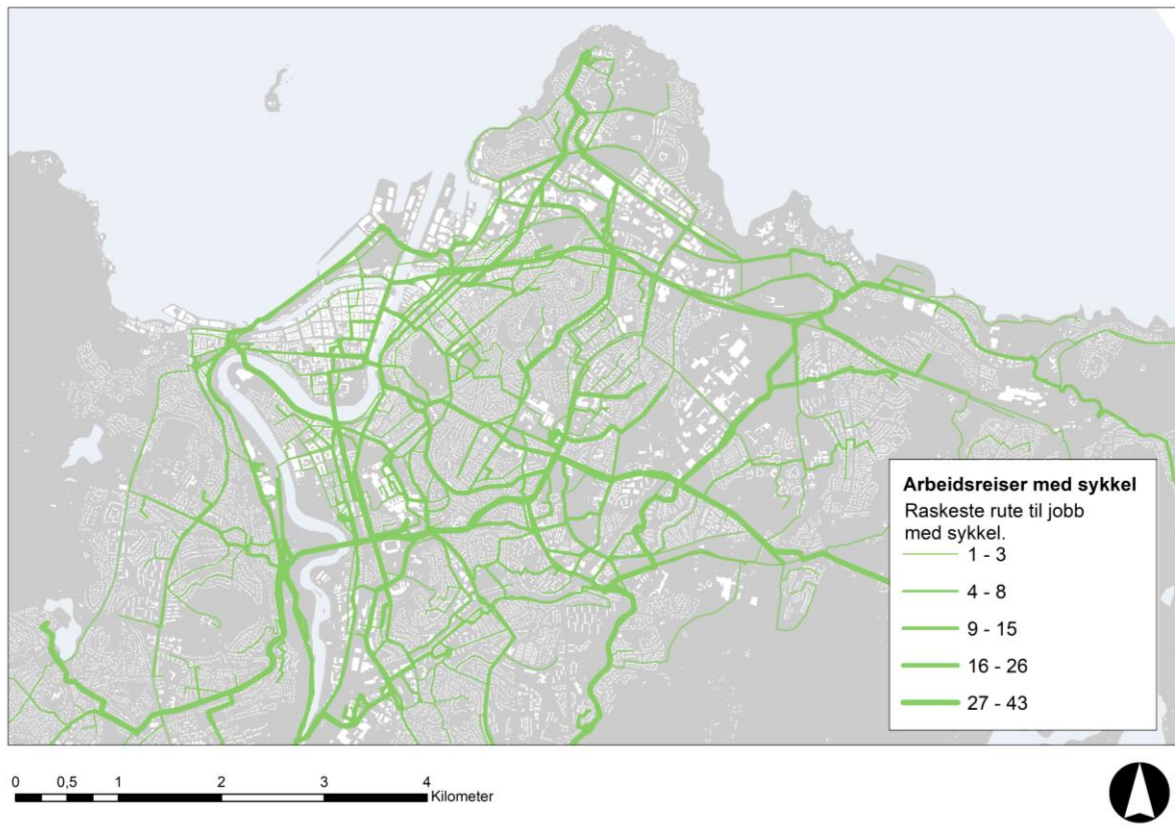
Type sykkel



Figur P—3 Antall deltakere som benytter ulike typer sykkel til jobb (N=185).



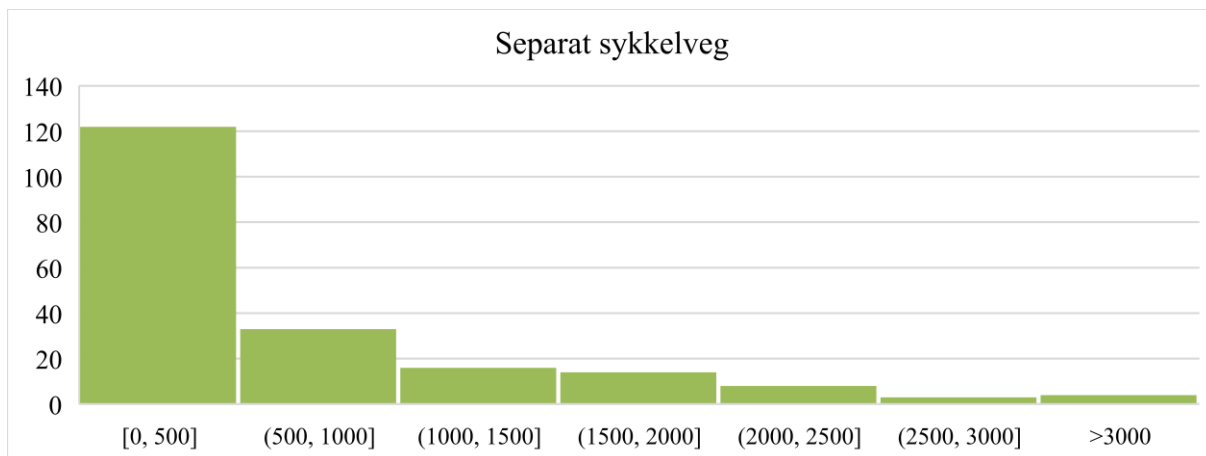
Figur P—4 Oversikt over hvor sykkelreisene startet og endte (N=200).



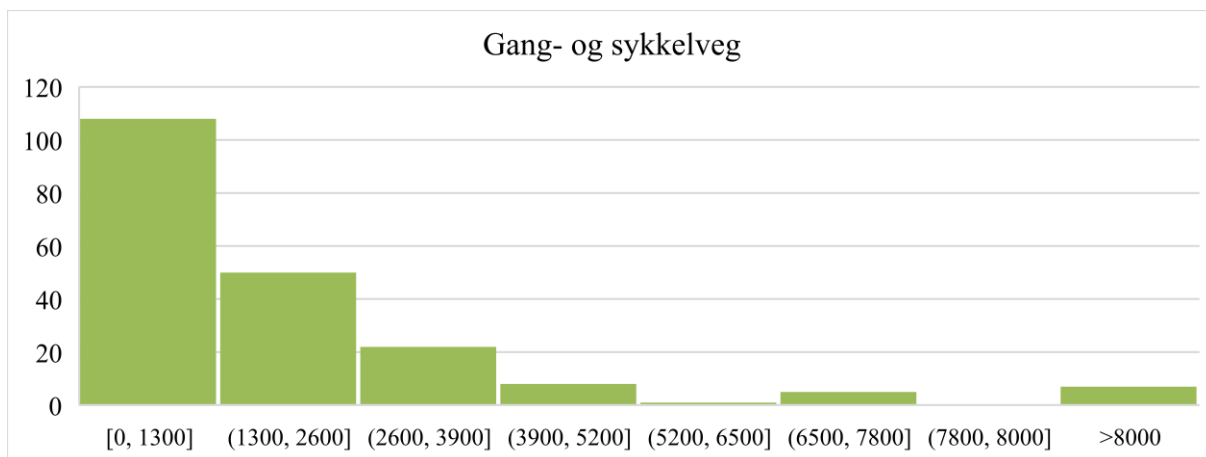
Figur P—5 Volum på lenker for raskeste alternativ til jobb fra avreisepunktet (bosted) til destinasjonen (arbeidsplass).

Vegfagdata for valgte alternativ

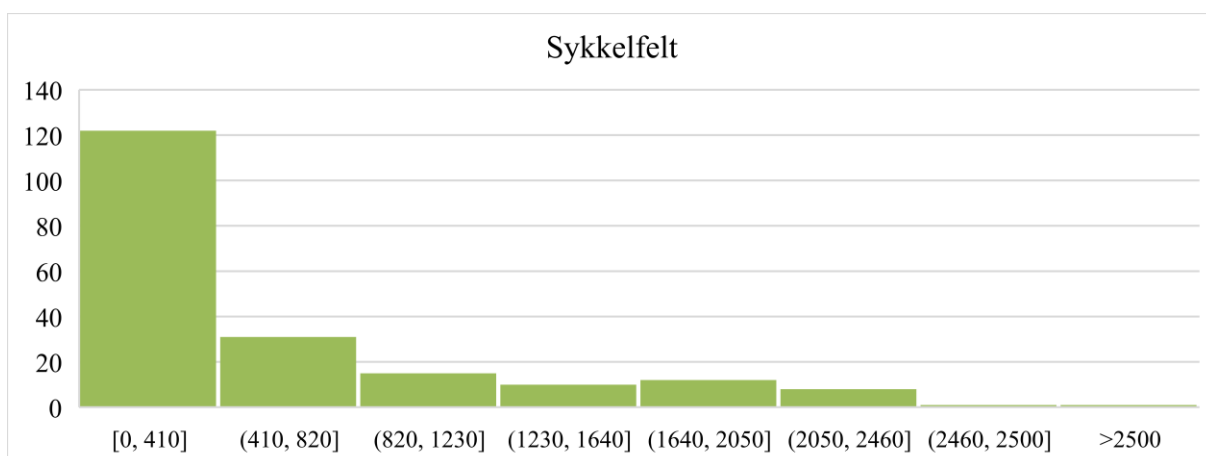
Tilrettelagt sykkelanlegg (Akkumulert)



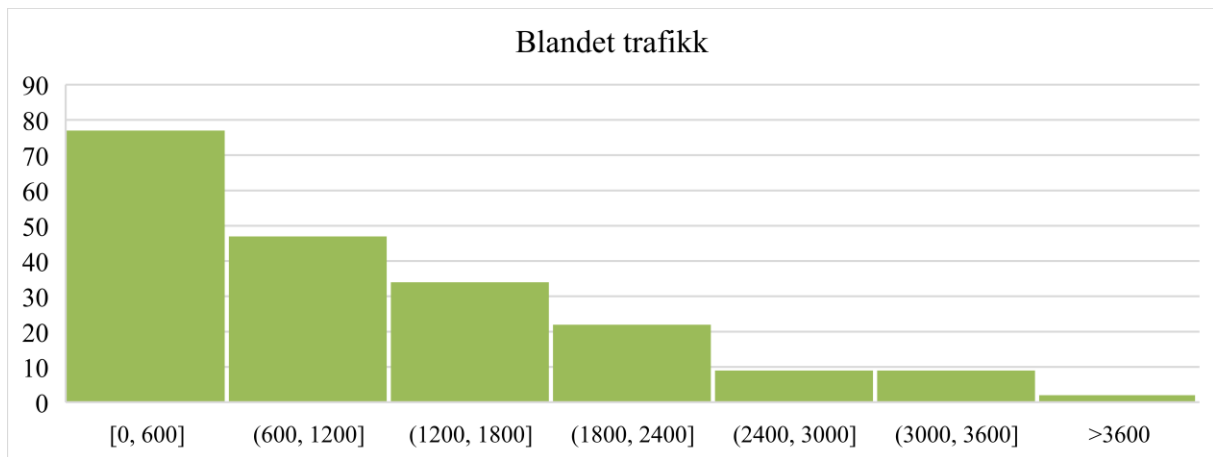
Figur P—6 Histogram over sykling på separat sykkelveg for valgte alternativ (N=185).



Figur P—7 Histogram over sykling på gang- og sykkelveg for valgte alternativ (N=185).

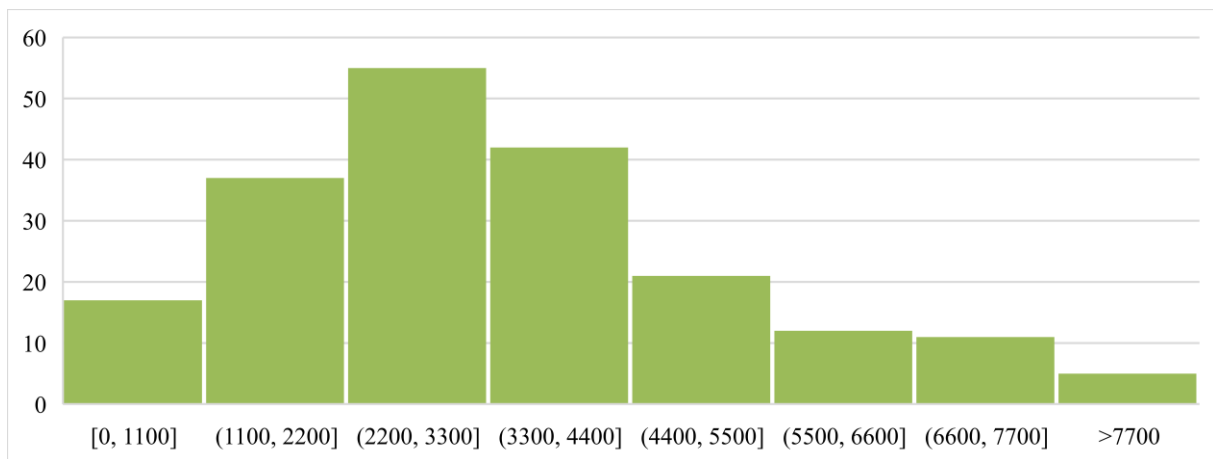


Figur P—8 Histogram over sykling i sykkelfelt for valgte alternativ (N=185).



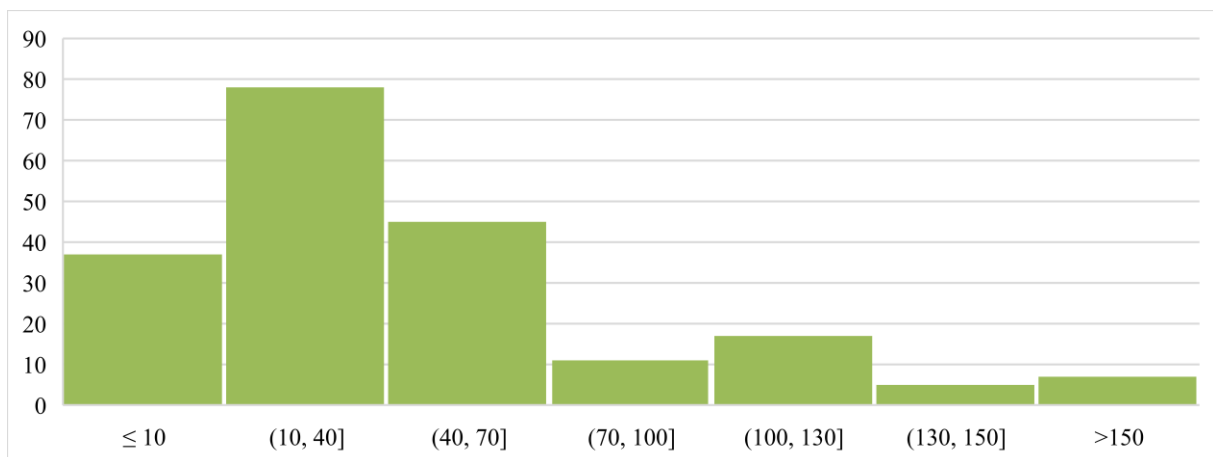
Figur P—9 Histogram over sykling i blandet trafikk for valgte alternativ (N=185).

Vektet trafikkmengde (ÅDT/avstand)



Figur P—10 Histogram over akkumulert trafikkvolum for valgte alternativ (N=185).

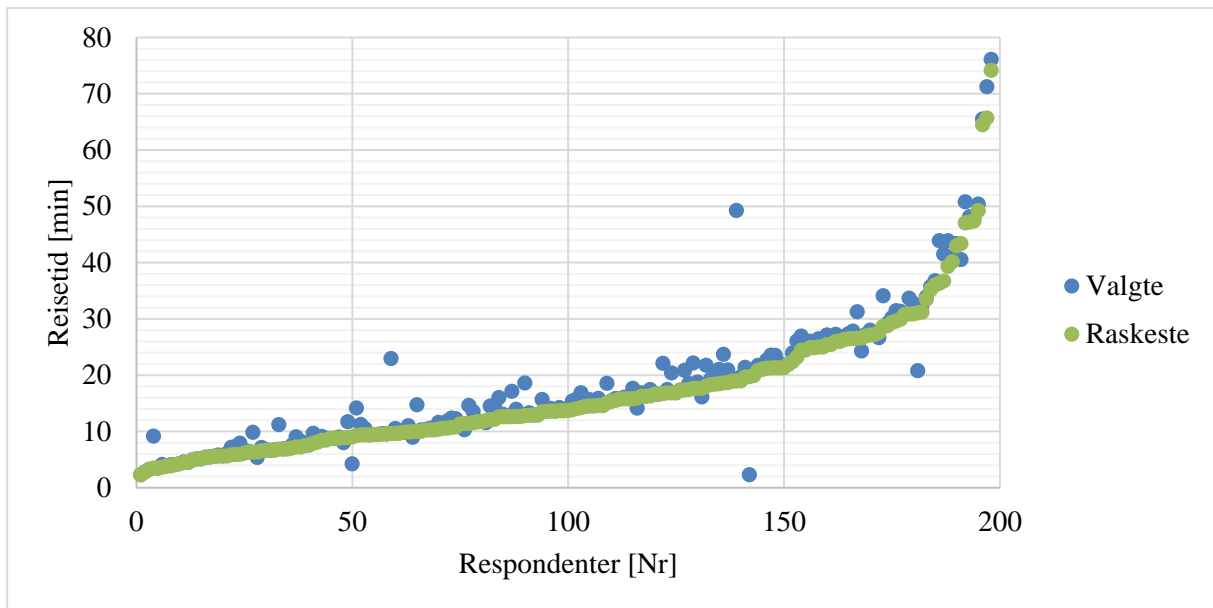
Akkumulert klatring



Figur P—11 Histogram over akkumulert klatring for valgte alternativ (N=185).

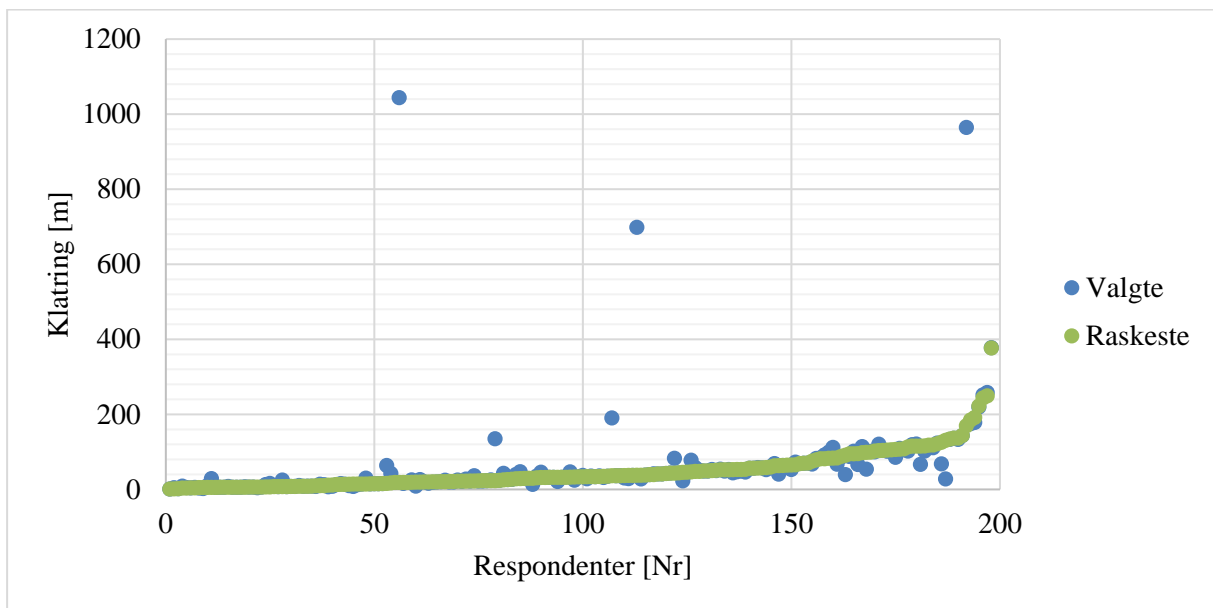
Vedlegg Q: Kvalitetssikring av map matchingen

Reisetid



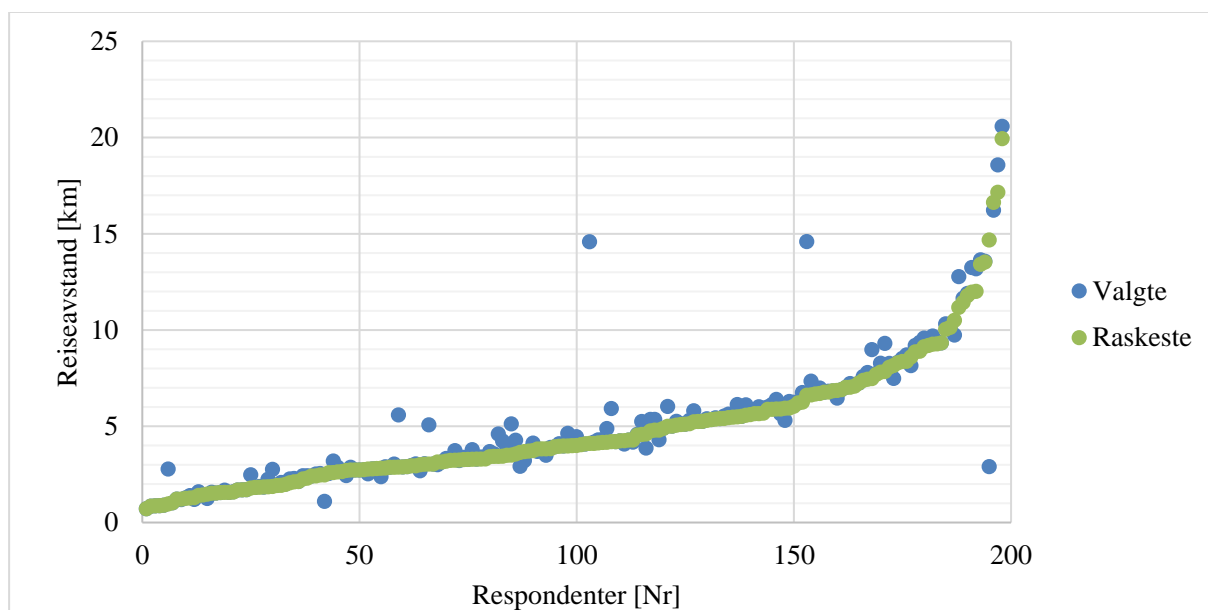
Figur Q—1 Akkumulert reisetid før redigering (N=200).

Topografi



Figur Q—2 Akkumulert klatring før redigering (N=200).

Lengde



Figur Q—3 Akkumulert reiseavstand før redigering (N=200).

Vedlegg R: Utdrag fra datasettet

Tabell R—1 Utdrag fra datasettet som inngikk i estimering av rutevalgmodellen.

Valgte alternativ								
Rute	Minutt	Separat sykkelveg [%]	Blandet trafikk [%]	Sykkelfelt [%]	Gang- og sykkelveg [%]	ÅDT vektet [ÅDT/L]	Klatring [m]	
64	10,5	0,1	0,4	0,3	0,0	2,0	27,4	
65	4,2	0,3	0,1	0,5	0,0	3,0	5,3	
66	49,0	0,2	0,2	0,2	0,2	3,0	66,6	
67	15,8	0,0	0,2	0,0	0,6	3,0	27,3	
68	13,5	0,7	0,1	0,0	0,2	2,0	20,5	
69	9,0	0,0	0,2	0,0	0,3	2,0	12,4	
70	10,2	0,1	0,4	0,1	0,3	3,0	24,9	
71	14,7	0,4	0,1	0,0	0,1	2,0	35,1	
72	14,2	0,1	0,0	0,5	0,1	2,0	43,9	
73	15,6	0,3	0,3	0,0	0,1	1,0	46,2	
Alternativ 1								
Rute	Minutt	Separat sykkelveg [%]	Blandet trafikk [%]	Sykkelfelt [%]	Gang- og sykkelveg [%]	ÅDT vektet [ÅDT/L]	Klatring [m]	
64	9,6	0,0	0,0	0,5	0,3	3,0	33,5	
65	4,2	0,3	0,1	0,5	0,0	3,0	5,3	
66	25,1	0,1	0,1	0,1	0,4	1,0	54,4	
67	14,6	0,0	0,0	0,0	0,4	2,0	37,2	
68	12,9	0,7	0,1	0,0	0,2	3,0	18,2	
69	8,1	0,0	0,3	0,0	0,4	2,0	5,9	
70	10,0	0,0	0,4	0,1	0,3	2,0	18,5	
71	14,4	0,4	0,1	0,0	0,1	1,0	33,2	
72	13,4	0,0	0,2	0,3	0,0	2,0	39,6	
73	13,5	0,0	0,5	0,0	0,0	1,0	32,1	
Alternativ 2								
Rute	Minutt	Separat sykkelveg [%]	Blandet trafikk [%]	Sykkelfelt [%]	Gang- og sykkelveg [%]	ÅDT vektet [ÅDT/L]	Klatring [m]	
64	10,9	0,0	0,4	0,0	0,0	2,0	31,5	
65	6,7	0,0	0,2	0,5	0,0	3,0	12,3	
66	28,3	0,1	0,2	0,0	0,5	3,0	91,1	
67	18,0	0,0	0,0	0,0	0,6	2,0	31,0	
68	18,3	0,2	0,5	0,0	0,2	2,0	31,0	
69	11,1	0,0	0,2	0,0	0,4	1,0	17,2	
70	12,0	0,0	0,4	0,2	0,3	3,0	25,1	
71	15,6	0,4	0,0	0,0	0,0	3,0	46,0	
72	15,6	0,1	0,2	0,3	0,3	1,0	53,3	
73	15,6	0,4	0,0	0,3	0,1	2,0	20,4	
Alternativ 3								
Rute	Minutt	Separat sykkelveg [%]	Blandet trafikk [%]	Sykkelfelt [%]	Gang- og sykkelveg [%]	ÅDT vektet [ÅDT/L]	Klatring [m]	
64	11,7	0,1	0,3	0,2	0,0	2,0	28,4	
65	7,7	0,2	0,3	0,3	0,0	3,0	3,9	
66	33,4	0,0	0,3	0,1	0,3	1,0	92,4	
67	26,2	0,0	0,4	0,0	0,4	3,0	38,2	
68	31,7	0,1	0,3	0,0	0,1	2,0	21,2	
69	18,0	0,0	0,4	0,0	0,2	2,0	16,0	
70	13,5	0,2	0,1	0,2	0,3	3,0	27,8	
71	19,3	0,0	0,3	0,0	0,1	1,0	52,6	
72	16,5	0,0	0,5	0,0	0,0	1,0	53,2	
73	16,5	0,0	0,4	0,0	0,0	1,0	47,1	
Alternativ 4								
Rute	Minutt	Separat sykkelveg [%]	Blandet trafikk [%]	Sykkelfelt [%]	Gang- og sykkelveg [%]	ÅDT vektet [ÅDT/L]	Klatring [m]	
64	13,8	0,0	0,4	0,2	0,1	1,0	61,2	
65	8,6	0,0	0,2	0,1	0,1	1,0	15,0	
66	37,5	0,0	0,3	0,1	0,2	2,0	91,0	
67	33,7	0,0	0,2	0,0	0,6	3,0	45,5	
68	61,5	0,1	0,4	0,1	0,1	3,0	28,0	
69	28,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,0	66,3	
70	14,1	0,0	0,3	0,0	0,2	1,0	19,6	
71	22,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	68,9	
72	19,8	0,1	0,2	0,2	0,2	2,0	59,1	
73	20,2	0,1	0,1	0,0	0,1	2,0	27,1	

Gjennomsnittsverdier for de ulike alternativene

Tabell R—2 Gjennomsnittsverdier for de ulike forklaringsfaktorene for hvert alternativ.

	Valgte alternativ	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3	Alternativ 4
Minutt	18,05	16,78	20,03	23,96	29,92
Separat sykkelveg [%]	0,11	0,07	0,10	0,08	0,09
Blandet trafikk [%]	0,24	0,25	0,22	0,23	0,20
Sykkelfelt [%]	0,12	0,12	0,09	0,09	0,09
Gang- og sykkelveg [%]	0,30	0,29	0,25	0,25	0,24
ÅDT [vektet]	2,08	2,07	1,92	1,82	1,85
Klatring [m]	48,40	49,47	57,69	67,41	71,75

Forklaringsfaktorer som inngikk i estimering av rutevalgmodellen

Tabell R—3 Oversikt over forklaringsfaktorene som inngikk i estimering av rutevalgmodellen med enhet, rekkevidde, gjennomsnitt og median (N=925).

	Variabel	Enhet	Rekkevidde	Gjennomsnitt	Median
Reisetid	Tid	Min	2,77 – 211,11	21,75	17,34
Sykkelanlegg	Blandet trafikk	%	0 - 87,20	23,04	21,15
	Sykkelfelt	%	0 - 65,26	10,10	3,76
	Gang- og sykkelveg	%	0 - 99,97	26,81	23,34
	Sykelveg	%	0 - 75,45	8,96	4,41
Topografi	Klatring	m	0,90 – 539,68	58,94	103,49
Mengde biltrafikk	ÅDT	Vektet*	1 - 3	2	2

* Mengde biltrafikk ble vektet og delt inn i tre kategorier (1,2,3 – lav, middels, høy).

Vedlegg S: Utdrag fra rutevalgsmodellen

Nytte for hvert alternativ

Tabell S—1 Utdrag fra estimering av nytten for valgte rute og alternativ 1, 2, 3 og 4 på bakgrunn av de estimerte parameterverdiene.

Ruter	Valgte Alternativ	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3	Alternativ 4
1	-0,272	-0,272	-1,657	-2,384	-5,866
2	1,600	0,798	0,982	-0,026	-0,261
3	-2,967	-2,264	-1,923	-2,674	-3,013
4	-5,179	-5,179	-8,699	-8,829	-10,076
5	0,216	-0,597	-1,286	-2,075	-1,424
6	0,396	0,396	-0,251	-2,827	-4,489
7	-1,468	-1,468	-2,276	-6,204	-6,261
8	0,434	0,390	-1,085	-2,892	-2,681
9	0,340	0,566	-0,596	1,424	0,605
10	-0,657	0,280	-0,062	-1,275	-4,388
11	-6,513	-5,685	-6,326	-5,585	-6,597
12	0,006	1,190	0,323	-0,732	-1,894
13	-4,479	-4,398	-7,587	-7,279	-8,953
14	-0,963	0,306	-1,621	-1,055	-1,704
15	-7,324	-7,469	-9,022	-8,990	-13,606
16	-6,714	-7,014	-8,911	-10,690	-14,172
17	-3,397	-4,358	-3,258	-7,787	-7,061
18	0,886	0,886	-0,265	-0,361	-2,518
19	-6,584	-4,892	-4,515	-5,333	-6,413
20	-7,706	-7,616	-9,325	-10,935	-13,545
21	-0,281	0,441	-0,245	0,513	-0,508
22	-4,444	-5,206	-4,986	-6,300	-5,237
23	-5,716	-6,115	-5,812	-7,270	-7,851
24	-0,702	-0,571	-2,952	-2,961	-4,121
25	2,272	0,418	1,983	-0,226	-1,472

Sannsynlighet for valg av rute

Tabell S—2 Utdrag fra estimering av sannsynligheten for valgte rute og alternativ 1, 2, 3 og 4 på bakgrunn av de estimerte parameterverdiene.

Ruter	Valgt/ikke valgt	Valgte Alternativ	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3	Alternativ 4	Sum:
1	1	0,42	0,42	0,11	0,05	0,00	100 %
2	1	0,43	0,19	0,23	0,08	0,07	100 %
3	0	0,12	0,25	0,35	0,16	0,12	100 %
4	1	0,48	0,48	0,01	0,01	0,00	100 %
5	1	0,51	0,23	0,11	0,05	0,10	100 %
6	1	0,39	0,39	0,20	0,02	0,00	100 %
7	1	0,41	0,41	0,18	0,00	0,00	100 %
8	1	0,44	0,42	0,10	0,02	0,02	100 %
9	0	0,14	0,18	0,06	0,43	0,19	100 %
10	0	0,17	0,43	0,31	0,09	0,00	100 %
11	0	0,13	0,29	0,15	0,32	0,12	100 %
12	0	0,16	0,52	0,22	0,08	0,02	100 %
13	1	0,45	0,49	0,02	0,03	0,01	100 %
14	0	0,15	0,55	0,08	0,14	0,07	100 %
15	1	0,45	0,39	0,08	0,08	0,00	100 %
16	1	0,53	0,40	0,06	0,01	0,00	100 %
17	0	0,39	0,15	0,45	0,00	0,01	100 %
18	1	0,38	0,38	0,12	0,11	0,01	100 %
19	0	0,05	0,29	0,42	0,18	0,06	100 %
20	1	0,43	0,47	0,08	0,02	0,00	100 %
21	0	0,14	0,29	0,15	0,31	0,11	100 %
22	1	0,38	0,18	0,22	0,06	0,17	100 %
23	1	0,34	0,23	0,31	0,07	0,04	100 %
24	0	0,42	0,48	0,04	0,04	0,01	100 %
25	1	0,50	0,08	0,37	0,04	0,01	100 %

Vedlegg T: Test av ulike modeller

Modell 1

Beskrivelse:

Inkluderer tre alternative ruter i estimering av parameterverdiene.

Tabell T—1 Estimerte parameterverdier for modell 1.

Variabler	Klasse	Nivå	Koeffisient
Lenke-nivå	Sykkelanlegg	Sykkelveg	4,2758
		Gang- og sykkelveg	3,2364
		Sykkelfelt	3,7187
		Blandet trafikk	3,3748
	Topografi	Klatring	-0,0348
	Trafikkmengde	ÅDT	0,0354
Rute-nivå	Reisetid	Tid (Minutter)	-0,1247
Innledende Log-likelihood (ved null)			-256,4645
Endelige Log-likelihood			-209,6760
McFadden ρ^2			0,1824
Antall parametere			7
Antall observasjoner			185

Modell 3

Beskrivelse:

Inkluderer tre alternative ruter i estimeringen av parameterverdiene. Inkluderer ikke klatring som forklaringsvariabel.

Tabell T—2 Estimerte parameterverdier for modell 3.

Variabler	Klasse	Nivå	Koeffisient
Lenke-nivå	Sykkelanlegg	Sykkelveg	4,7009
		Gang- og sykkelveg	3,6014
		Sykkelfelt	3,8020
		Blandet trafikk	3,4159
	Topografi	Klatring	-
	Trafikkmengde	ÅDT	0,0920
Rute-nivå	Reisetid	Tid (Minutter)	-0,1735
Innledende Log-likelihood (ved null)			-256,4644
Endelige Log-likelihood			-216,0502
McFadden ρ^2			0,1576
Antall parametere			6
Antall observasjoner			185

Modell 4**Beskrivelse:**

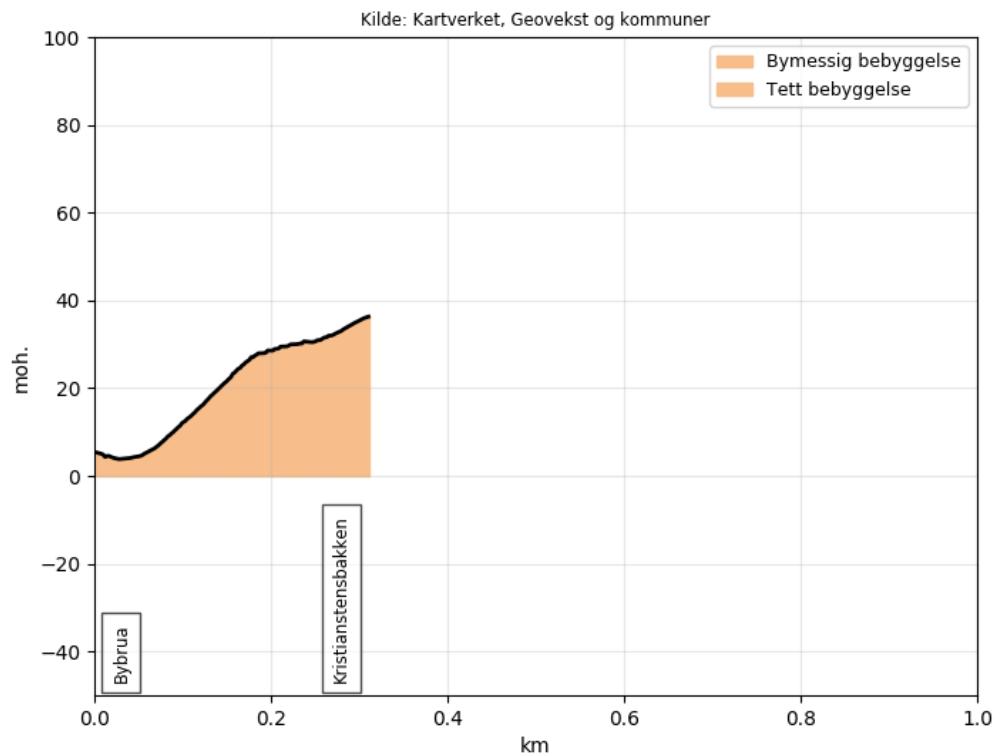
Inkluderer tre alternative ruter i estimeringen av parameterverdiene. Inkluderer ikke reisetid som forklaringsvariabel.

Tabell T—3 Estimerte parameterverdier for modell 2.

Variabler	Klasse	Nivå	Koeffisient
Lenke-nivå	Sykkelanlegg	Sykkelveg	3,9474
		Gang- og sykkelveg	3,3935
		Sykkelfelt	4,1103
		Blandet trafikk	3,4585
	Topografi	Klatring	-0,0456
	Trafikkmengde	ÅDT	0,0017
Rute-nivå	Reisetid	Tid (Minutter)	-
Innledende Log-likelihood (ved null)			-256,4644
Endelige Log-likelihood			-215,6267
McFadden ρ^2			0,16
Antall parametere			6
Antall observasjoner			185

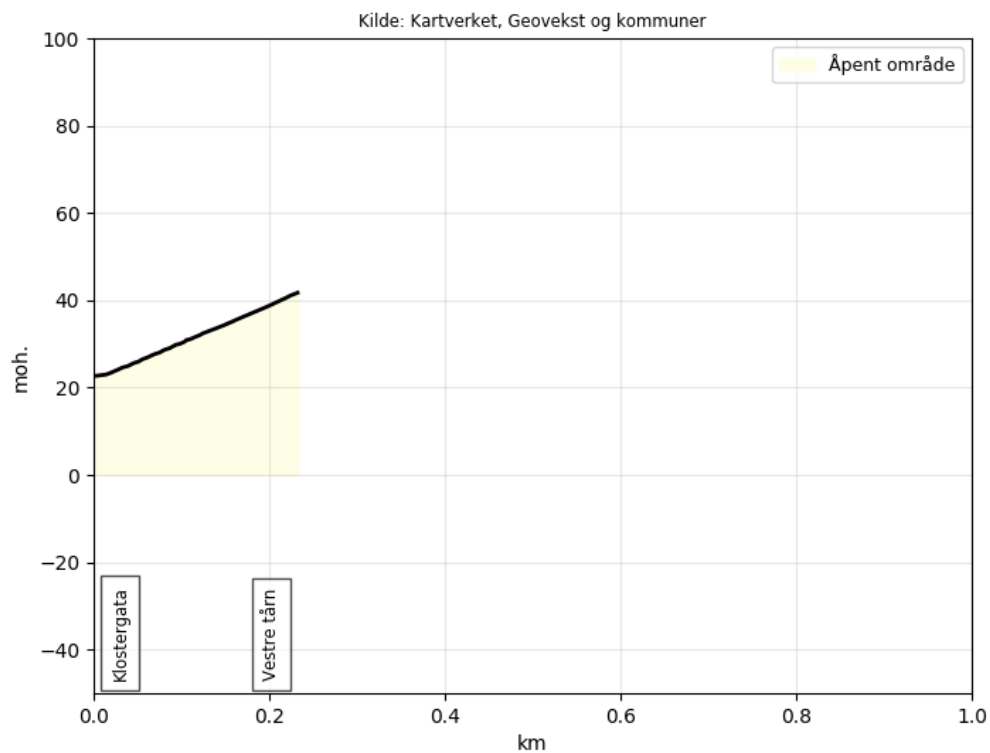
Vedlegg U: Eksempel på forskjell i stigning

Brubakken – 20 prosent stigning



Figur U—1 Stigning for Brubakken i Trondheim kommune (Hentet fra Norgeskart.no).

Høyskoleveien – 8 prosent stigning



Figur U—2 Stigning for Høyskoleveien i Trondheim kommune (Hentet fra Norgeskart.no).

Vedlegg V: Rutevalgsmodellen implementert i ATP-modellen

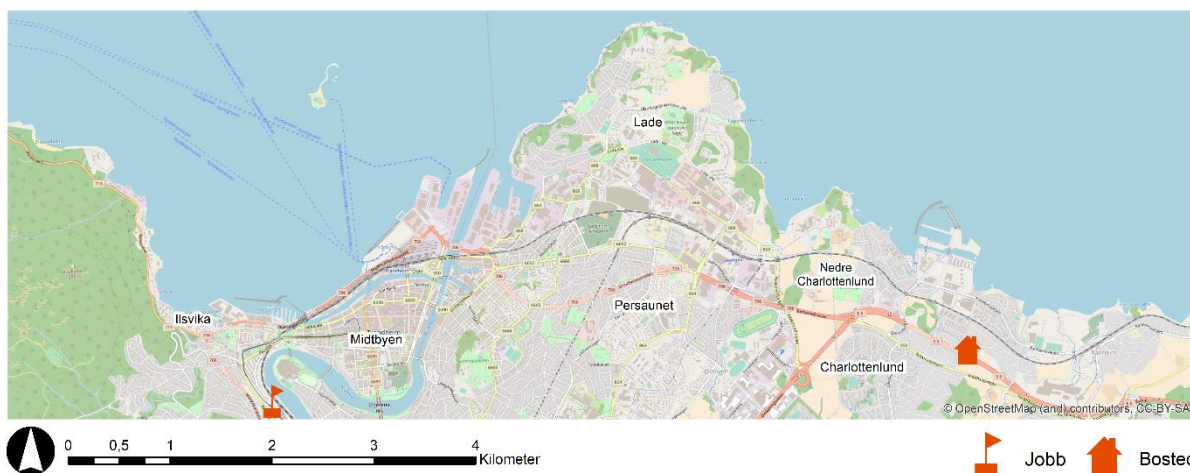
Tabell V—1 Utdrag fra attributt Tabellen etter at rutevalgsmodellen var implementert i ATP-modellen.

Lenke Nr	FT_Minutt [min]	TF_Minutt [min]	Klarting_FT [m]	Klarting_TF [m]	SV_FT [min]	SV_TF [min]	GSV_FT [min]	GSV_TF [min]	SF_FT [min]	SF_TF [min]	BT_FT [min]	BT_TF [min]	Veg_FT [min]	Veg_TF [min]	Stigning_FT [%]	Stigning_TF [%]	Generalisertid_FT [min]	Generalisertid_TF [min]	Lengde [m]
1	0,01	0,01	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,04	0,00	0,02	0,01	3,02
2	0,03	0,02	0,10	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,02	7,49
3	0,66	0,18	6,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	0,18	0,07	0,00	0,91	0,18	98,09
4	1,00	0,08	4,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,08	0,09	0,00	1,52	0,08	49,73
5	0,04	0,02	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,01	7,99
6	0,78	1,30	0,00	0,00	0,00	0,78	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71	0,72	0,00	0,00	0,55	1,04	290,15
7	0,71	0,72	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,10	0,00	0,00	0,71	0,72	190,99
8	0,09	0,10	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,16	0,00	0,00	0,09	0,11	26,29
9	0,04	0,16	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,04	0,23	23,69
10	0,77	0,85	0,00	1,10	0,00	0,77	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	0,62	219,64
11	0,25	0,11	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,11	0,05	0,00	0,31	0,11	47,85
12	0,16	2,08	0,00	19,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	2,08	0,00	0,19	0,16	4,99	102,38
13	1,51	0,49	15,20	0,00	0,00	1,51	0,49	0,00	0,00	0,00	1,75	1,27	0,00	0,00	0,06	0,00	1,42	0,35	249,15
14	1,75	1,27	6,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	1,43	0,97	419,57
15	0,03	0,01	0,30	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,03	0,01	5,21
16	0,14	0,16	0,00	0,30	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05	0,05	40,86
17	0,75	0,06	3,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,06	0,09	0,00	1,13	0,06	37,15
18	0,09	0,15	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,15	0,00	0,03	0,09	0,17	33,03
19	0,11	0,10	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,10	0,01	0,00	0,11	0,10	28,22
20	0,07	0,10	0,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,10	0,00	0,02	0,07	0,11	23,34
21	0,11	0,06	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,06	0,00	0,00	0,03	0,00	0,10	0,05	24,22
22	0,02	0,27	0,00	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,27	0,00	0,08	0,02	0,39	13,52
23	2,14	0,16	13,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,14	0,16	0,00	0,00	0,12	0,00	2,87	0,12	106,31
24	0,22	0,08	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,08	0,06	0,00	0,29	0,08	37,84
25	0,23	0,32	0,00	1,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,32	0,00	0,02	0,23	0,35	77,74
26	0,06	0,05	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,05	0,01	0,00	0,06	0,05	14,92
27	0,18	0,12	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,12	0,02	0,00	0,20	0,12	42,25
28	0,15	0,16	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,16	0,00	0,00	0,15	0,16	41,42
29	0,12	0,08	0,60	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,04	0,03	27,20
30	0,02	0,01	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	0,03	0,01	5,18

FT=FraTil, TF=TFra

SV=Separat sykkelveg, GSV=Gang- og sykkelveg, SF=Sykkelfelt, BT=Blandet trafikk, Veg=I vegbane uten form for tilrettelegging.

Vedlegg W: Verdier for modell 1 og 2 etter implementering i ATP-modellen



Figur W—1 Oversikt over området.

Modell 1

Tabell W—1 Sammenligning av akkumulerte verdier for raskeste, valgte og estimerte alternativ for modell 1.

Variabler	Alternativ		
	Raskeste	Valgte	Estimerte
Reisetid [min]	30,26	33,56	37,48
Generalisert reisetid [min]	22,31	21,10	18,50
Reiseavstand [km]	8,36	8,89	10,63
Tilrettelagt sykkelanlegg	82,21	93,87	69,37
Separat sykkelveg [%]	27,80	53,21	38,27
Klatring [m]	61,31	59,17	55,91

Modell 2

Tabell W—2 Sammenligning av akkumulerte verdier for raskeste, valgte og estimerte alternativ for modell 2.

Variabler	Alternativ		
	Raskeste	Valgte	Estimerte
Reisetid [min]	30,26	33,56	32,97
Generalisert reisetid [min]	22,31	21,10	13,62
Reiseavstand [km]	8,36	8,89	9,14
Tilrettelagt sykkelanlegg	82,21	93,87	90,97
Separat sykkelveg [%]	27,80	53,21	58,00
Klatring [m]	61,31	59,17	66,10