

Edvard Fåkvam

En GIS-analyse av kollektivtilgjengeligheten i Trondheim kommune

Masteroppgave i Fysisk planlegging

Veileder: Fitwi Wolday

Medveileder: Yngve K. Frøyen

Juli 2023

Edvard Fåkvam

En GIS-analyse av kollektivtilgjengeligheten i Trondheim kommune

Masteroppgave i Fysisk planlegging
Veileder: Fitwi Wolday
Medveileder: Yngve K. Frøyen
Juli 2023

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for arkitektur og design
Institutt for arkitektur og planlegging



Kunnskap for en bedre verden

FORORD

Denne oppgaven markerer min avslutning som student ved studieprogrammet Fysisk planlegging ved NTNU. Det har vært 5 fine år i Trondheim, hvor jeg har møtt mange fine folk som jeg vil huske resten av livet.

Igjennom hele min studietid har jeg alltid hatt en forkjærlighet for GIS, og det var derfor naturlig for meg å benytte meg av GIS i masteroppgaven min. Gjennom arbeidet med denne oppgaven har jeg tilnærmet meg mye ny kunnskap; både innenfor GIS, men kanskje spesielt innenfor tilgjengelighet.

Jeg vil rette en takk til min veileder Fitwi Wolday for veiledning og gode innspill. Jeg vil også takke Yngve Frøyen, som alltid har vært tilgjengelig til å bistå med hjelp og råd innenfor GIS.

SAMMENDRAG

I dag er det et stadig større fokus på å redusere klimautslipp for å minske skadeomfanget forårsaket av global oppvarming. Nullvekstmålet er definert igjennom Nasjonal transportplan og er en del av byvekstavtalene til de største byene i Norge. Nullvekstmålet handler om at en ønsker å redusere klimaavtrykket forårsaket av transport, ved at en økning i antall reiser gjøres ved hjelp av kollektivtransport, sykkel eller gange. Med bakgrunn i dette er målet for denne oppgaven å undersøke tilgjengeligheten til og med kollektivtransport blant befolkningen i Trondheim. Resultatene fra oppgaven vil kunne brukes som verktøy for planleggingsmyndighetene i kommunen, og forhåpentligvis gi en pekepinn på hvilke områder som eventuelt burde forbedres.

Det er benyttet punktdata med demografisk informasjon i kombinasjon med et geografisk informasjonssystem (GIS), for å beregne reisetider, samt for å se på om det er noen statistisk korrelasjon mellom tilgjengelighet og inntekt og formue

Analysene har tatt for seg romlige og fysiske forhold, som avstand og tidsbruk til holdeplasser, samt frekvens og tidspunkt for avganger. Metoden tar ikke hensyn til faktorer som reisekostnader, bekvemmelighet og rutestruktur.

Resultatene i denne oppgaven viser områders tilgjengelighet basert på rent romlige og fysiske forhold, og tar ikke hensyn til andre faktorer som også er med på å påvirke folks tilgjengelighet. Resultatene gir derfor et bilde av den rent fysiske tilgjengeligheten, men oppgaven er ikke detaljert nok til å kunne gi en fullkommen og detaljert beskrivelse av tilgjengeligheten til befolkningen i Trondheim kommune.

SUMMARY

There is an increasing focus on reducing carbon emissions to mitigate the impact of global warming. The zero-growth target is defined through the National Transport Plan and is part of the urban growth agreements in the largest cities in Norway. The zero-growth target aims to reduce the carbon footprint caused by transportation by increasing the use of public transport, cycling, or walking. Based on this, the objective of this study is to investigate the accessibility to public transport among the population in Trondheim. The results of this study can be used as a tool for planning authorities in the municipality and hopefully provide an indication of areas that may need improvement.

Point data with demographic information has been used in combination with a geographic information system (GIS) to calculate travel times and examine any statistical correlation between accessibility and income and wealth. The analyses have considered spatial and physical factors such as distance and travel time to stops, as well as frequency and timing of departures. The method does not consider factors such as travel costs, convenience, and route structure.

The results of this study show the accessibility of areas based solely on spatial and physical factors and do not consider other factors that also influence people's accessibility. Therefore, the results provide a picture of purely physical accessibility, but the study is not detailed enough to provide a complete and detailed description of the accessibility for the population in Trondheim municipality.

Innhold

1	Introduksjon	7
2	Problemstilling og forskningsspørsmål	8
3	Bakgrunn	10
3.1	Kollektivsystemet	10
3.2	Demografi	14
4	Litteraturstudie / Teori	17
4.1	Tilgjengelighet	17
4.2	Hva er god kollektivtransport?	19
4.2.1	Ulike reisemønstre skaper ulike behov	24
4.3	Hvordan måle kollektivtilgjengelighet	24
4.3.1	Relativ reisetid	25
4.3.2	Nærmeste holdeplass og dens frekvens	26
4.4	Måle tilgjengelighet ved hjelp av GIS	27
4.4.1	Primal measures	27
4.4.2	Dual Measures	28
4.4.3	Nettverk i transport	29
4.4.4	Raster-basert bevegelighetsmodell	31
4.4.5	Nettverksanalyser	31
5	Metode	33
5.1.1	Studieområde	33
5.1.2	Data	34
5.1.3	Analyser	35
5.1.4	Korrelasjonsanalysen	43
6	Resultat	44
6.1.1	Tilgjengelighet til kollektivsystemet	44
6.1.2	Reisetider til sentrum	55
6.1.3	Korrelasjon mellom tilgjengelighet til og med kollektivtransport og økonomiske forhold	64
7	Diskusjon	66
7.1.1	Tilgjengelighet til kollektivtransport	66
7.1.2	Tilgjengelighet med kollektivtransport	67
7.1.3	Korrelasjon mellom tilgjengelighet og formue og inntekt	69
8	Konklusjon	70
8.1	Videre arbeid	71

9	Litteratur.....	72
10	Vedlegg.....	77

Figurliste

Figur 1: Oversikt over de nye metrobuss-traséene. Figur hentet fra (Sollie, 2016.).....	11
Figur 2: Illustrasjon av kollektivbuen. Figur hentet fra (Sollie, 2016.).....	12
Figur 3: Sum antatt nye boliger i perioden 2018-2029 innenfor skolekretssoner. Figur hentet fra (Sollie, 2016.).....	13
Figur 4: Aldersfordeling i befolkningen. (Egenprodusert med data fra SSB, 2023)	14
Figur 5: Prosentmessig aldersfordeling blant kvinner og menn i Trondheim Kommune. (Egenprodusert med data fra SSB,2023)	15
Figur 6: Oversiktskart som viser befolkningstettheten i Trondheim (Egenprodusert med data fra Geodata, u.å.d.).....	16
Figur 7: Eksempel på nettverk med lav sammenkobling. Figur hentet fra (Walker, u.å.d)	20
Figur 8: Eksempel på nettverk med høy sammenkobling. Figur hentet fra (Walker, u.å.d.)	21
Figur 9: Avskrekkende effekt av tidsbruk i ulike deler av reisen, relativ til kjøretid ombord på kjøretøy. Figur hentet fra (Transit Cooperative Research program, 2013.)	22
Figur 10: Sannsynlig andel kollektivreiser av motoriserte reiser til arbeid i store tettsteder etter relativ reisetid og parkeringsforhold ved arbeidsstedet. Gjelder valg mellom kollektivtransport og bil (som fører). Figur hentet fra (Engebretsen, 2011).....	26
Figur 11:TØI's klassifisering av kollektivtilbud (Egenprodusert)	27
Figur 12: Tre ulike metoder å organisere transportnettverk. Figur hentet fra (Rodrigue, 2020)	30
Figur 13: Figuren viser prinsippet bak dijkstraalgoritmen. Figuren er hentet fra (Rehman, 2019).	30
Figur 14: Eksempel på service area analyse (Egenprodusert).....	32
Figur 15: Eksempel på utvalgte demografiske data knyttet til et tilfeldig befolkningspunkt	33
Figur 16: Oversikt over datakilder	35
Figur 17: Kartet viser vegstrekningene som ble fjernet i nettverket når motorveg ble tatt bort. (Egenprodusert)	37
Figur 18: Toblers "Hiking Function". Hentet fra (Pingel, 2009).....	38
Figur 19: Modell som viser hvordan helning påvirker fart basert på Toblers formel. Figur hentet fra (Irmischer & Clarke, 2018).....	39
Figur 20: Punkt som ble valgt som destinasjon.....	41
Figur 21:TØI's klassifisering av kollektivtilbud (Egenprodusert).	42

Figur 22: Kartet viser gangavstand fra hjem til nærmeste bussholdeplass. (Egenprodusert)	45
Figur 23: Kartet viser gangavstand fra hjem til nærmeste bussholdeplass. (Egenprodusert)	46
Figur 24: Oversikt over bussholdeplasser med mer enn 1 avgang i døgnet. (Egenprodusert)	47
Figur 25: Oversikt over bussholdeplasser med mer enn 1 avgang i døgnet. (Egenprodusert)	48
Figur 26: Figuren viser befolkningens tilgang til kollektivsystemet i Trondheim vest (egenprodusert).	50
Figur 27: Figuren viser befolkningens tilgang til kollektivsystemet i Trondheim Øst (egenprodusert). 51	
Figur 28: Figuren viser områder på Øya hvor befolkningen har fått tildelt lavere tilgjengelighet enn de i realiteten har (egenprodusert).....	53
Figur 29: Oversikt over tilgjengelighet til kollektivtransport og kjønn (egenprodusert)	54
Figur 30: Oversikt over tilgjengelighet til kollektivtransport. Prosentmessig fordeling (egenprodusert)	54
Figur 31: Reisetid til sentrum med bil. (egenprodusert)	56
Figur 32: Figuren viser nabopunkter på Tiller med vesentlig forskjell i reisetid til sentrum med bil. (egenprodusert)	57
Figur 33: Reisetider til sentrum med gange og kollektiv, tirsdag 10.mai kl 08:00. (egenprodusert)	59
Figur 34: Relativ reisetid til Trondheim sentrum. Trondheim vest. (egenprodusert)	61
Figur 35: Relativ reisetid til Trondheim sentrum. Trondheim øst. (egenprodusert)	62
Figur 36: Relativ reisetid til Trondheim sentrum. Sentrale Trondheim. (egenprodusert)	63
Figur 37: Korrelasjon mellom de økonomiske variablene i datasettet og variablene fra GIS-analysene (egenprodusert)	65

1 INTRODUKSJON

Klimagassutslipp er en av de største utfordringene vi har i verdenssamfunnet i dag. En stor bidragsyter til klimagassutslipp i Norge er transport. I perioden 1990-2019 økte klimagassutslippet fra vegtrafikk med 14,6 %, og i 2020 sto vegtrafikken for 17% av det totale utslippet i Norge (UngEnergi, 2021). Vegtrafikk fører også med seg store utfordringer knyttet til lokal forurensing. Vegtrafikk forårsaker utslipp av blant annet NO_x og svevestøv (Samferdselsdepartementet, 2020), og selv om Norge er av landene i Europa med best luftkvalitet, er lokal luftforurensing et aktuelt problem i de største byene. I tillegg til luftforurensing er vegtrafikken den største kilden til lokal støyforurensing i Norge (Klima- og miljødepartementet, 2021).

Et konkret tiltak mot økningen av utslipp fra trafikk er nullvekstmålet for personbiltransporten. Dette målet er blant annet med i Nasjonal transportplan, og det er også en del av byvekstavgiftene til de største byene i Norge (Miljødirektoratet, u.å.). Nullvekstmålet har som hovedmål at økningen i antall reiser skal tas gjennom kollektivtransport, sykkel og gange (Miljødirektoratet, u.å.). Det er et spesielt fokus på at dette skal gjøres i de store byene, hvor befolkningstettheten er høy.

Parallelt med denne utfordringen er det i nyere tid blitt rettet et økende fokus på viktigheten av rettferdighet i byplanlegging (Fainstein, 2010). Like muligheter for ulike demografiske grupper, mangfold, og en rettferdig fordeling av ressurser mellom mennesker i byen er noe som står sentralt i byplanlegging i Norge i dag (Miljøverndepartementet, 2013). Dette handler blant annet om hvem som har tilgang til gode sosiale byrom og mulighet til å ta del i den offentlige debatten i byen, men også om tilgang til infrastruktur (Hanssen & Myrvold, 2017). Dette understrekes også i plan- og bygningslovens første paragraf hvor det settes krav til universell utforming i alle byggetiltak, samt at alle utbygginger skal ta hensyn til barn og unges oppvekstsvilkår (Plan og bygningsloven §1-1, 2021). Til tross for dette blir det stadig rettet kritikk mot moderne byplanleggingspraksis. Fainstein (2010) poengterer at økonomisk vekst ofte prioriteres fremfor sosial rettferdighet, og påpeker at rettferdighetskriteriet ikke benekter effektivitet som metode for å velge alternativer, men krever at beslutningstakerne vurderer; «effektivitet til hvilken pris?» (Fainstein, 2010, s.9).

Trondheim kommune har igjennom samfunnsplanen Trondheimsløftet signalisert sine ambisjoner mot å satse på sosial og miljømessig bærekraft (Trondheim kommune, 2023a). Planens hovedmål innebærer blant annet at innen 2032 er Trondheim en mer grønn og inkluderende by med sterke felleskap.

I denne masteroppgaven skal det undersøkes hvordan tilgjengeligheten til og med kollektivtransporten er fordelt blant innbyggerne i Trondheim kommune. Ved hjelp av stedfestede demografiske data, kombinert med romlige geografiske data, skal det undersøkes hvilke områder som har lavere eller høyere tilgjengelighet til kollektivtilbudet, og om det er korrelasjon mellom de økonomiske faktorene inntekt og formue, og tilgjengelighet. Dette skal gjøres i GIS. Å definere god tilgjengelighet kan være veldig komplekst og det er mange faktorer som skal vurderes. I denne oppgaven benyttes GIS for å beregne den potensielle tilgjengeligheten befolkningen har i dag. Det blir benyttet Rutedata, nettverksdatasett for veg og gangveg i kombinasjon med ganghastighetsmodeller og helningsdata, for å beregne en gjennomsnittlig tidsbruk til og med kollektivsystemet. For å definere oppgavens hensikt og innhold, må det defineres en problemstilling og forskningsspørsmål.

2 PROBLEMSTILLING OG FORSKNINGSSPØRSMÅL

Hensikten med denne oppgaven er å undersøke hvordan tilgjengeligheten til og med kollektivnettverket i Trondheim varierer ut ifra bosted, og om det er en korrelasjon mellom tilgjengelighet og økonomiske forhold. GIS skal benyttes som verktøy for å beregne tilgjengeligheten. Målet er at funnene skal kunne si noe om hvor tilgjengeligheten til og med kollektivtransport er god og dårlig, og om det er store forskjeller i tilgjengeligheten til folk med lav og høy inntekt og formue. Resultatet vil si noe om det er spesielle områder tilgjengeligheten burde forbedres, og skal kunne brukes som inspirasjon i planlegging av det fremtidige kollektivtilbudet.

Dette legger grunnlaget for oppgavens overordnede problemstilling:

Hvordan er tilgjengeligheten til og med kollektivtransport for gående i ulike områder av Trondheim kommune?

Dette er et vidt tema som kan tolkes på flere måter. Det er flere faktorer som påvirker tilgjengelighet, og det er flere måter å måle tilgjengelighet på. Derfor er det viktig at oppgaven presiseres igjennom forskningsspørsmål.

1) Hvilke områder i Trondheim har god og dårlig tilgjengelighet til kollektivtransporten?

Målet med dette forskningsspørsmålet, er å undersøke avstander til holdeplasser i de ulike delene av kommunen, samt undersøke frekvensen av avganger fra disse holdeplassene.

2) Hvilken forskjell er det i reisetid til sentrum mellom bil og kollektivtransport i Trondheim kommune?

Målet med dette forskningsspørsmålet er å undersøke hvilke områder i kommunen som har god tilgang til sentrum, uavhengig av distanse. Ved å sammenligne reisetid mellom kollektiv og bil, vil en kunne se hvilke områder hvor det er høy frekvens av kollektivavganger mot sentrum, og hvor det ikke er det.

3) Er det en korrelasjon mellom inntekt og formue, og tilgjengelighet til og med kollektivtransport?

Dette forskningsspørsmålet er inkludert med bakgrunn i at Trondheim kommune har signalisert sine ambisjoner mot å satse på sosial og miljømessig bærekraft i «samfunnsløftet», og at kommunen ønsker å være en mer grønn og inkluderende by med sterke felleskap. Å kartlegge innbyggernes tilgjengelighet via kollektivtransport vil dermed være aktuelt for å kunne si noe om det er demografiske grupper som per dags dato er utsatt for dårligere tilgjengelighet enn andre.

3 BAKGRUNN

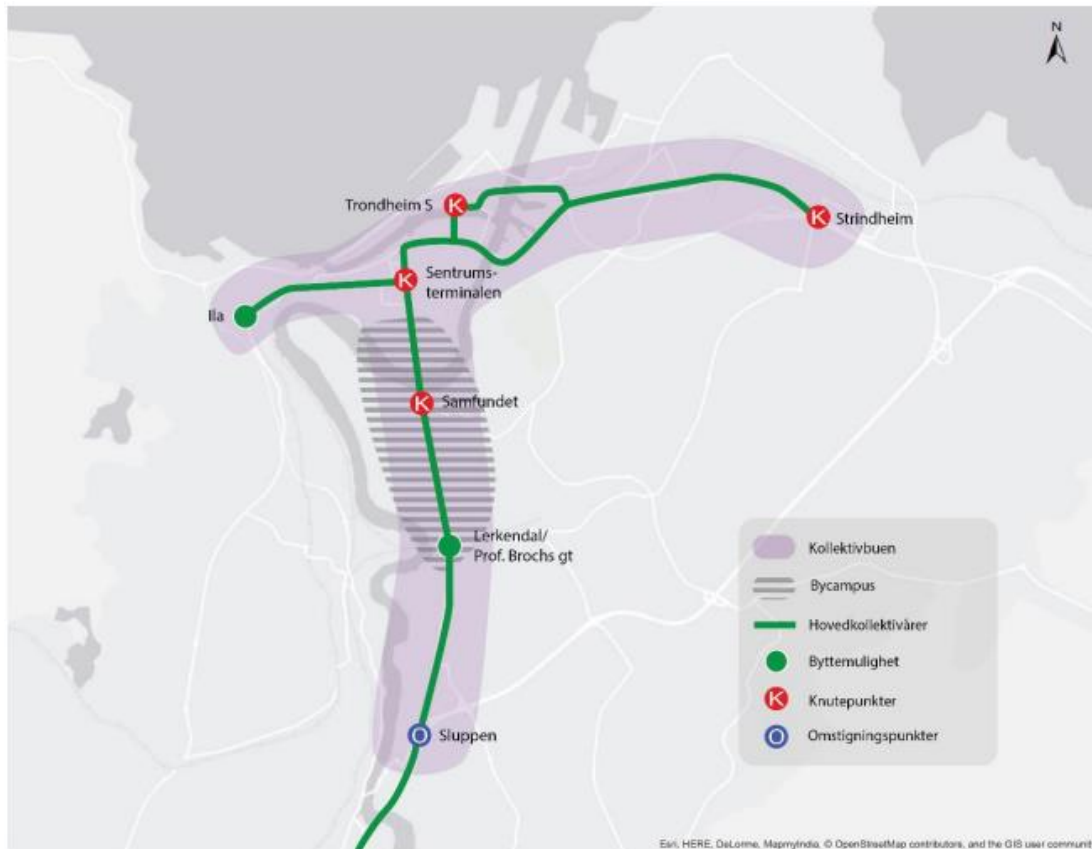
3.1 KOLLEKTIVSYSTEMET

Kollektivsystemet i Trondheim består av båt, trikk, tog og buss, hvor buss er det middelet som blir desidert mest brukt (AtB, 2017). Grunnet pandemien har det vært variabelt antall reisende de siste årene, men AtB skriver på sine sider at i normalåret 2019 var det omtrent 44 millioner påstigninger i hele Trøndelag, hvor om lag halvparten av disse var i Trondheim (AtB, 2021). I 2019 ble metrobusser introdusert i kollektivsystemet, og sammen med disse kom nye rutestrukturer. Dette var en del av prosjektet «framtidig rutestruktur for Stor-Trondheim 2019-2029» (Sollie, 2016). Omstruktureringen fant sted med mål om å sørge for å gi bedre dekning og flere direkte ruter. Dette har sørget for at kollektivsystemet i dag består av færre lange komplekse ruter, men med flere «tilførsels-ruter» som ender opp i holdeplasser langs de nye metro-traséene, hvor metrobussene går med høy frekvens (AtB, 2021). Dette sammenfaller med konseptet «tenk bane, bygg buss» som var sentralt i utbyggingen, og som baserer seg på at man skal ha høy fremkommelighet for bussene, kjøretøy med stor kapasitet, opparbeidede og markerte stopp, smidig billettering, sanntidsinformasjon om rutene og forutsigbar drift (Miljøpakken, 2017).

Som en strategi i kollektivplanleggingen har Trondheim kommune definert en såkalt «Kollektivbue», som visualiserer de strekningene hvor det er høy befolkningstetthet og store deler av kollektivreiser starter eller slutter (Bøkestad, 2015). Dette er områdene i Trondheim med høyest tilgjengelighet for hele befolkningen. Figur 1 & 2 viser henholdsvis de nye traseene for metrobuss og kollektivbuens utstrekning. Som det kommer frem av illustrasjonene, er det tydelig at de nye bussrutene følger den etablerte kollektivbuen.



Figur 1: Oversikt over de nye metrobuss-traséene. Figur hentet fra (Sollie, 2016.)



Figur 2: Illustrasjon av kollektivbuen. Figur hentet fra (Sollie, 2016.)

Det ble gjennomført flere demografiske analyser i forkant av implementeringen. Det ble blant annet gjennomført kartlegginger av hvordan befolkningen var bosatt, og det ble brukt kommunale planer for å kunne kartlegge hvor det ville bygges nye boliger i fremtiden (Sollie, 2016). På denne måten kunne man legge rutene slik at flest mulig mennesker fikk best mulig tilgjengelighet til kollektivnettverket. Det viste seg at Trondheim øst har det største potensialet for befolkningsvekst, og at det frem mot år 2050 kan bli plass til 36 000 nye innbyggere i området (Sollie, 2016).

Sonenavn	Sum 2018-2028
Lade skole	1379
Lilleby skole	1087
Strindheim 1 (Rosenborg)	1087
Brundalen skole	949
Ranheim 1 (uten Gristad og Olderdalen)	897
Nardo skole	817
Nidarvoll skole	745
Brøset 2 (fra Eberg)	647
Moholt studentby	644
Ranheim 2 (Olderdalen)	630
Åsvang 1 (Blussuvold)	526
Åsveien skole	517

Figur 3: Sum antatt nye boliger i perioden 2018-2029 innenfor skolekretssoner. Figur hentet fra (Sollie, 2016.)

Det ble også foretatt analyser av fremtidig behov for næringsareal, og lokalisering av arbeidsplass- og næringsområder. § 34.2 i planbestemmelsene til kommuneplanens arealdel for Trondheim kommune 2012 - 2024 fastsetter 3 kriterier for lokalisering av næringsvirksomheter:

- Arbeids- og/eller besøksintensiv virksomhet skal lokaliseres i områder med god tilgjengelighet for fotgjengere og syklistene, og med god kollektivdekning, fortrinnsvis innen arealformålet sentrumsformål.
- Kontor kan også lokaliseres i områder med god kollektivtilgjengelighet, definert som sone for midtre parkeringsdekning.
- Næringsområder med god tilgjengelighet for bil og dårlig kollektivtilgjengelighet forbeholdes lager- og industrivirksomhet.

(Trondheim kommune, 2012a)

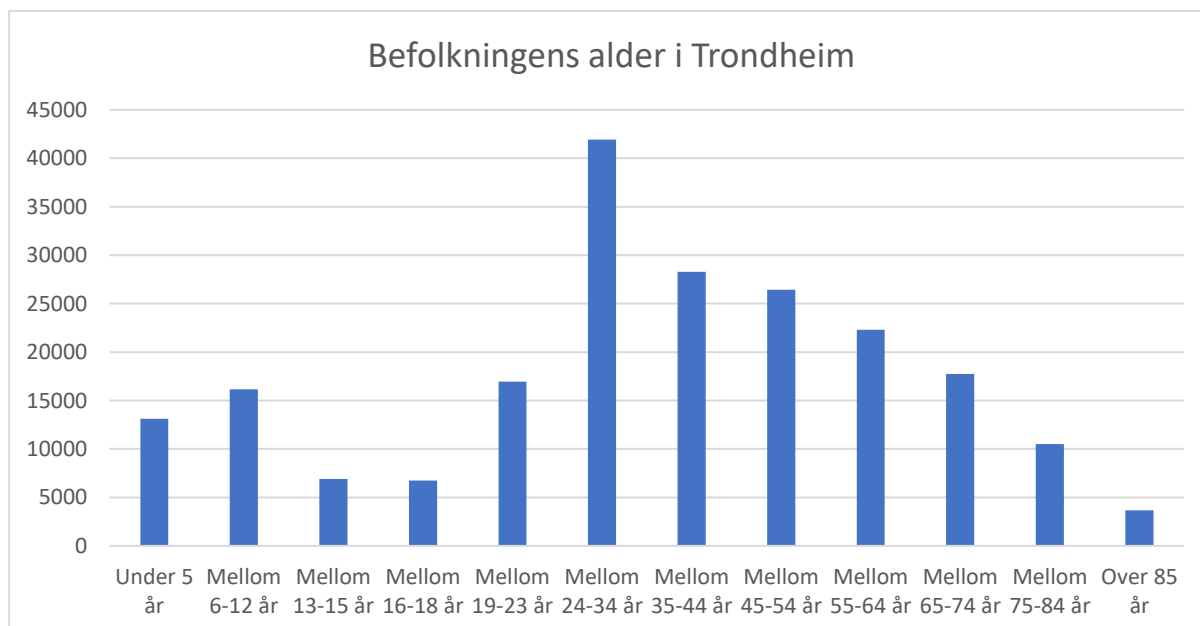
I kommuneplanen er det et mål om at sentrumsnære områder med næringsformål på sikt skal omreguleres til sentrumsformål (Trondheim kommune, 2012b). Dette kan også forklare noe av den forventede veksten i antall boliger i Østbyen, hvor det tradisjonelt sett har vært næringsvirksomheter som har beslaglagt store arealer.

3.2 DEMOGRAFI

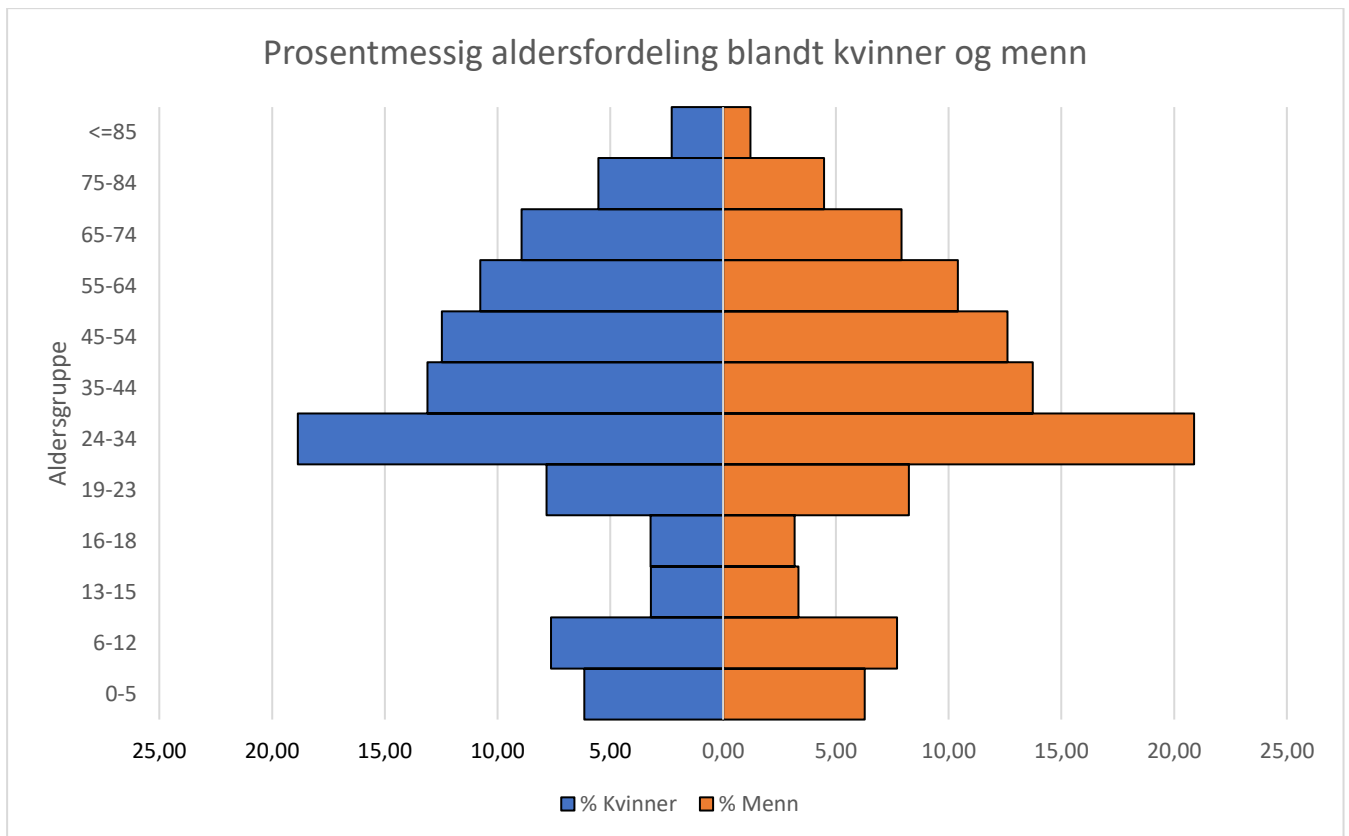
Trondheim er den tredje største kommunen i Norge målt i folketall, og per 1.januar 2023 var det bosatt 212 660 personer i kommunen (Trondheim kommune, 2023b). Det reelle tallet er noe høyere da Trondheim har en høy andel studenter, og trender viser at fåtallet av disse melder flytting under studietiden (Trondheim Kommune, 2016). I 2020 vokste Trondheim kommune betydelig i areal, da Trondheim og Klæbo ble slått sammen (Trondheim kommune, 2021). Kommunen har et totalareal på 714 kvadratkilometer, og har dermed en befolkningstetthet på 298 personer per kvadratkilometer (Kartverket, 2022). Kommunen har en relativt spredt bebyggelse, men befolkningstettheten er betydelig størst i de sentrumsnære områdene (se figur 6).

Områdene med høyest befolkningstetthet er Ila, Sentrum, Møllenberg, Solsiden, Elgseter og Lade. Dette sammenfaller også med kollektivbuen som ligger i umiddelbar nærhet til alle disse bydelene.

Data fra SSB viser at det bor rundt 103 000 kvinner og 107 000 menn i kommunen (SSB, 2023). Dette gir en fordeling på 49% kvinner og 51 % menn. Snittalderen i befolkningen er på omtrent 40 år for både kvinner og menn, og medianalderen er på henholdsvis 39,7 år for kvinner og 39,4 år for menn (SSB, 2023).

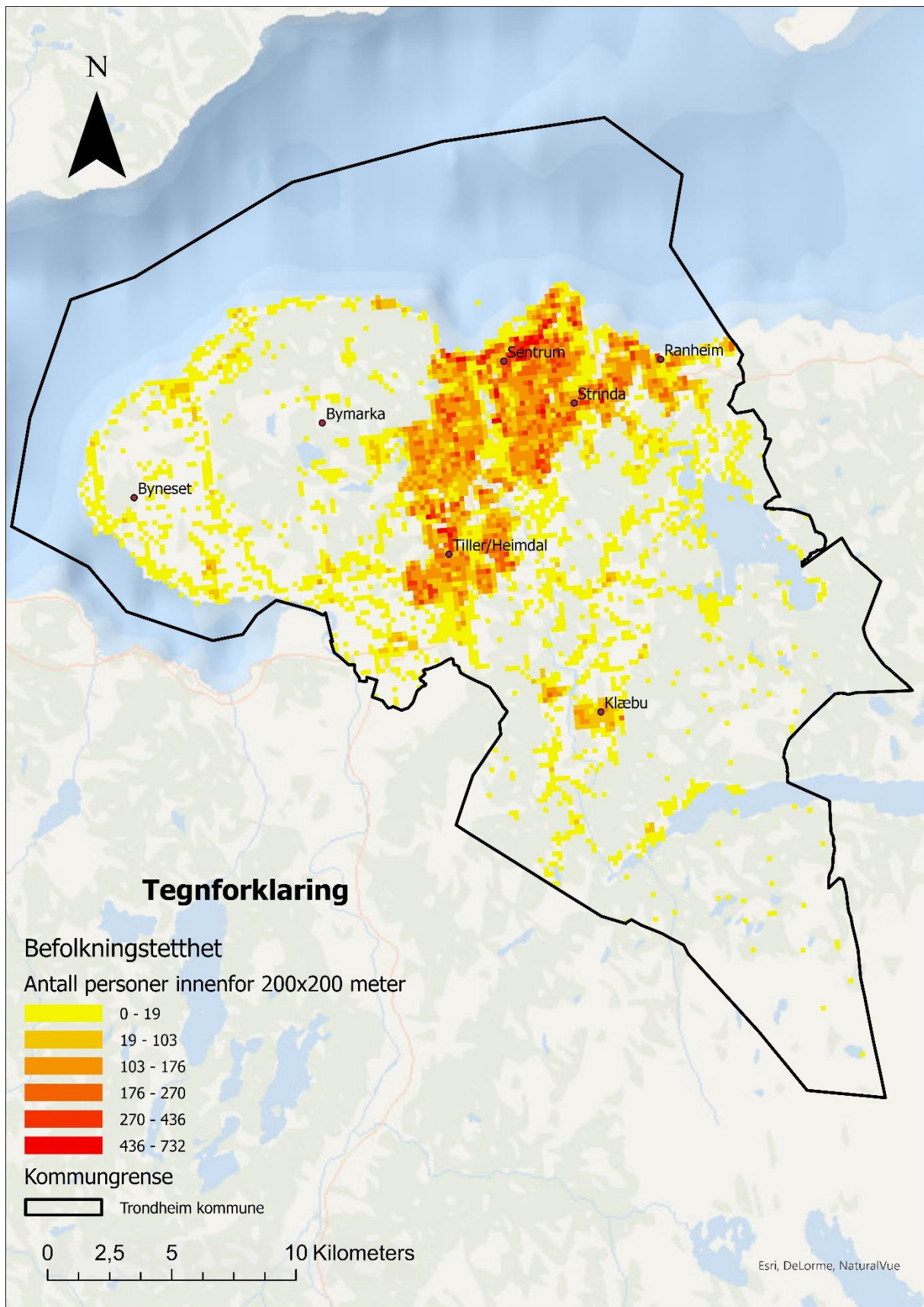


Figur 4: Aldersfordeling i befolkningen. (Egenprodusert med data fra SSB, 2023)



Figur 5: Prosentmessig aldersfordeling blant kvinner og menn i Trondheim Kommune. (Egenprodusert med data fra SSB, 2023)

For å simplifisere aldersstatistikk kan man dele befolkningen inn i aldersintervaller. Figur 5 viser den prosentmessige andelen av kvinner og menn innenfor ulike aldersintervall. Som man kan se fra figuren er det en stor prosentandel av befolkningen som er mellom 24-34 år. Det er verdt å merke at inndelingen av aldersintervaller fra 24 år og oppover er større enn intervallene for den yngre befolkningen.



Figur 6: Oversiktskart som viser befolkingstettheten i Trondheim (Egenprodusert med data fra Geodata, u.å.d)

4 LITTERATURSTUDIE / TEORI

Transport i byplanlegging er ikke et mål i seg selv, men heller et redskap som benyttes for å oppnå større og overordnede mål i planleggingen (Tumlin, 2012). Dette omhandler å finne de best mulige måtene for mennesker og varer til å bevege seg. Gode transportløsninger kan ha en positiv effekt på byer på flere måter, blant annet gjennom økonomisk vekst, økt livskvalitet, bedre folkehelse, sosial rettferdighet og lavere utslipp av klimagasser (Tumlin, 2012). I denne oppgaven er det mål om å undersøke Trondheims befolknings tilgjengelighet til kollektivtransport. Det er derfor viktig å undersøke hva tilgjengelighet er og hva som påvirker den.

4.1 TILGJENGELIGHET

Tilgjengelighet er et vidt begrep som har flere dimensjoner ved seg. På grunn av dette er det vanskelig å komme med en presis definisjon av begrepet. Litman (2018) beskriver tilgjengelighet som potensialet for å nå aktuelle destinasjoner, aktiviteter, tjenester og varer. Disse destinasjonene blir ofte referert til som «opportunities» eller muligheter (Litman, 2018). Engwicht (1993) definerer tilgjengelighet som potensialet for samhandling og utveksling. Litman (2018) nevner at tilgjengelighet omfatter flere ulike dimensjoner ved reiser, blant annet fysiske, tidsmessige, økonomiske, og sosiale. Litman (2018) beskriver 5 faktorer spredt innenfor disse dimensjonene som påvirker tilgjengelighet:

Mobilitet. Mobilitet handler om fysisk bevegelse, og kan måles med blant annet fart og distanse. Begrepet tar for seg mulighetene for å bevege seg fra A til B, og har vært et sentralt element i konvensjonell byplanlegging (Litman, 2001). Isolert sett vil en økning i mobilitet føre til en økt tilgjengelighet, og man ønsker derfor at mobiliteten til innbyggerne skal være høy. Et problem med dette er at for høy mobilitet kan føre med seg en spredt bystruktur. Et eksempel på dette var da bilen gjorde inntog i Norge på 1960 tallet. Folks muligheter til å bevege seg rundt økte drastisk, og personer begynte å bo i mer spredte områder (Hanssen et.al, 2015). Dette førte med seg bredere veger i byene, utbygging av motorveger og en byplanlegging med bilen i fokus. Tilgjengeligheten ble dermed dårligere for gående og syklister i byene (Hanssen et.al, 2015). Dersom man velger å satse på andre faktorer for

tilgjengelighet og holder mobiliteten lav, vil man kunne få motsatt problem med en bystruktur som blir for tett og isolert (Tumlin, 2012).

Geografisk nærhet (Geographic proximity). Geografisk nærhet handler om distansen mellom destinasjoner, altså hvor langt unna «mulighetene» ligger. Med andre ord er dette sterkt tilknyttet arealbruk. Ønsker man høy tilgjengelighet igjennom geografisk nærhet, er man avhengig av smart og kompakt arealutnyttelse, og man er avhengig av at man plasserer de riktige tjenestene på riktige steder. (Litman, 2018). Smarte arealbruksmønstre gjør at man ikke er avhengig av mobilitet for å ha god tilgjengelighet. Eksempelvis vil implementering av gode gang- og sykkelveger, bruer og passasjer gjennom tradisjonelle landskapsbarrierer som toglinjer, dyrket mark og motorveier være gode tiltak for å forbedre tilgjengelighet.

Transportsystemets sammenkobling (Connectivity). «Connectivity» eller sammenkobling i et transportsystem handler om hvordan transportsystemet er organisert. Et system med høy sammenkobling består typisk av korte kvartaler i rutenettstruktur (Litman, 2018). Ved å designe transportsystemet på denne måten får man flere mulige ruter, og gater med lavere hastighet som fører til en økt tilgjengelighet for gående og syklende (Litman, 2018). Flere mulige ruter gjør det også mulig å designe et kollektivsystem med god dekning.

Reisekostnader. Den finansielle kostnaden knyttet til å reise er også en faktor som påvirker tilgjengelighet. Hvordan utgifter knyttet til bilbruk, bompenger, billettpriser på kollektivtransport er i forhold til brukernes inntekt er faktorer som er med å påvirke tilgjengeligheten (Litman, 2018).

Bekvemmelighet. Hvor enkelt det er å skaffe seg reiseinformasjon, betale bompenger, få med seg bagasje og kjøpe billetter i kollektivtransporten, er alle faktorer som kan påvirke hvor attraktivt det er å reise, og dermed også påvirke tilgjengeligheten (Litman, 2018).

Tilgjengelighet handler altså ikke bare om bevegeligheten til befolkningen, men også om hvordan tjenester og tilbud kan tilgjengeliggjøres gjennom plassering, prising, design og fordeling. Ved å plassere funksjoner og tjenester nært de befolkningsgruppene som skal bruke disse unngår man unødig reising, og man vil oppnå høy tilgjengelighet for de aktuelle funksjonene og tjenestene (Litman, 2018).

4.2 HVA ER GOD KOLLEKTIVTRANSPORT?

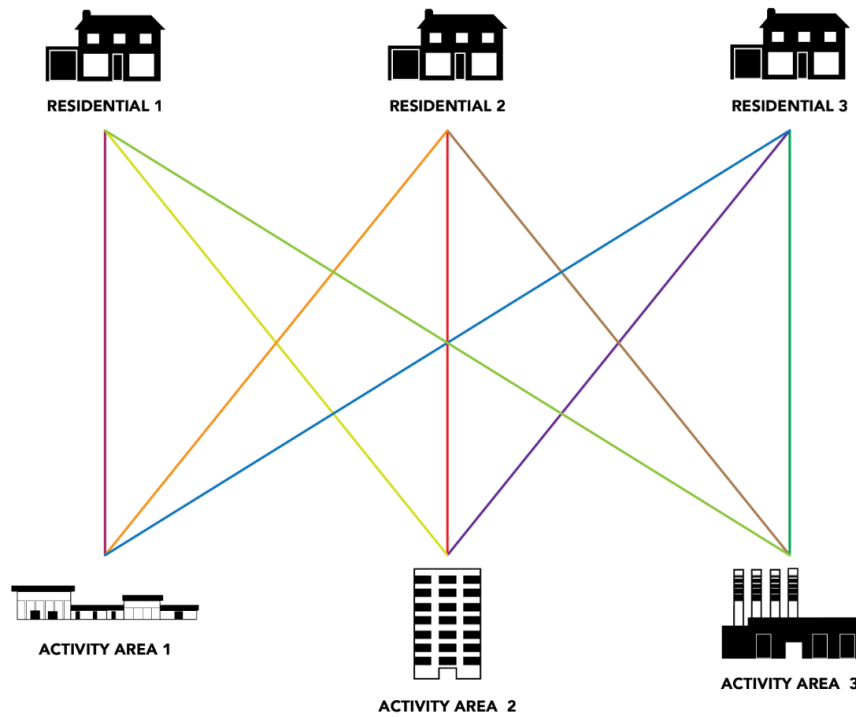
Det er vanskelig å gi en konkret beskrivelse av hva som er et godt kollektivtilbud ettersom personer har ulike behov og ønsker. Likevel er det noen felles faktorer som er med på å avgjøre attraktiviteten til kollektivtransporten. Walker (2012) nevner syv krav som må oppfylles for at brukere vil vurdere kollektivsystemet som et reelt alternativ til bil. Walker (2012) lister kravene etter hvordan den gjennomsnittlige passasjeren vektlegger dem, hvor det mest avgjørende kommer først, og minst avgjørende sist. De tre viktigste kravene er:

1. Det tar meg dit jeg vil

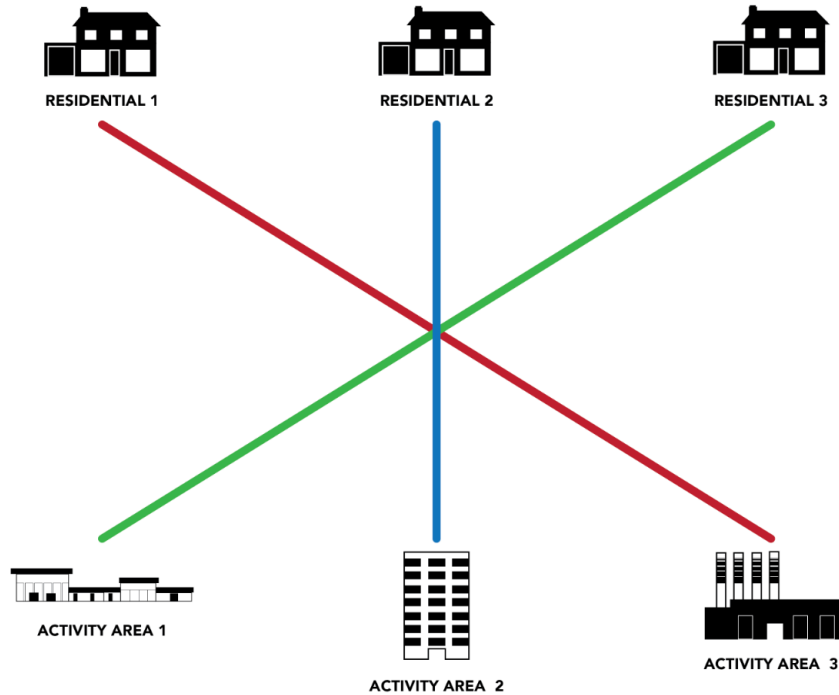
Det første kravet handler om at kollektivtransporten tar deg dit du ønsker å dra. En av de viktigste målbare faktorene her handler om hvor nært holdeplassene er i forhold til hvor man starter og hvor ønsker å avslutte reisen (Walker, 2012). Dette refereres ofte til som «første-siste mil» konseptet. Første-siste mil konseptet handler om at folks reisevalg i stor grad bestemmes av deres tilgang til ulike transportsystemer i begynnelsen og slutten av reisen (EEA, 2019). Lange avstander eller dårlig gang- og sykkelinfrastruktur fra starten/slutten av reisen til nærmeste kollektivknutepunkt er avgjørende faktorer som påvirker folks valg av transportmiddel (EEA, 2019). Taktiske plasseringer av busstopp og gjennomtenkte bussruter er derfor et viktig redskap for å øke andelen som benytter seg av kollektivtransport. Det er gjort undersøkelser om hvilke avstander til nærmeste kollektivstopp som påvirker om folk reiser kollektivt. En studie gjort i USA viste at minst 60% av reisene til kollektivstopp ble gjort til fots dersom reiselengden var mellom 400-800 meter eller kortere (OMT, 1992). Veileder for planlegging av arealbruk og kollektivtransport i Agder regner 300 meter – 500 meter som den maksimale avstanden en kunde er villig til å gå i forbindelse med sine daglige reiser (AKT, 2016). Dette tilsvarer en gjennomsnittlig gå-tid på 5 og 10 minutter. Det er verdt å nevne at disse beregningene er generaliserte, og ikke tar hensyn til kundens fysiske forutsetninger. En ung voksen vil ha en høyere ganghastighet enn en eldre voksen eller et ungt barn. (Fåkvam, 2022)

En annen målbar faktor som sammenkobler ønsket destinasjon og startsted er «connectivity» eller sammenkobling. Det kan for eksempel ligge holdeplasser i umiddelbar nærhet til både startpunkt og destinasjonen, men det er ikke sikkert at det eksisterer noen rutetilbud som passerer begge disse stoppene i en noenlunde direkte rute. Connectivity handler altså om hvordan rutene i ett kollektivsystem er sammenkoblet (Walker, 2012). Denne sammenkoblingen gjelder også på tvers av kollektivtyper og transportmetoder. Ett av de

viktigste verktøyene for å oppnå høy sammenkobling i et kollektivnettverk er å implementere knutepunkter (Walker, 2012). Med knutepunkter menes holdeplasser som inngår i flere linjer.



Figur 7: Eksempel på nettverk med lav sammenkobling. Figur hentet fra (Walker, u.å.d)



Figur 8: Eksempel på nettverk med høy sammenkobling. Figur hentet fra (Walker, u.å.d.)

Figur 7 & 8 viser eksempler på nettverk med lav og høy sammenkobling. I figur 7 er det ni ruter, og man har en høyere grad av ruter som går direkte til destinasjonene. I figur 8 har man bare 3 ruter, men alle går via knutepunktet i midten. Dette resulterer i at man kan tredoble frekvensen av avganger, med et likt antall busser (Walker, 2012). Dette er en av hovedfordelene med høy sammenkobling.

2. Jeg kan reise når jeg ønsker

Det andre kravet handler om at brukerne av et kollektivsystem vektlegger at man har mulighet til å reise når man ønsker. En av de viktigste faktorene som spiller inn i dette er frekvens som ble diskutert i forrige avsnitt. En person ønsker ikke å legge opp reisene sine basert på når det er muligheter for å reise kollektivt, men ønsker at kollektivtilbudet skal være tilgjengelig til de tidspunktene en ønsker å reise (Walker, 2012). En viktig ting å nevne i denne sammenhengen er ventetid. Dersom det passerer 15 busser hver hele time kan man tenke at et busstopp har god frekvens. Om alle bussene kommer innenfor en tidsramme på 10 minutter, vil det resultere i en høy ventetid, og «attraktiviteten» til holdeplassen vil være lavere enn den gir uttrykk for basert på avganger per time (Walker, 2012).

3. Det er et fornuftig bruk av tiden min

Det tredje kravet går ut på at kollektivtransporten skal være en god bruk av tid. Dette handler ofte om at tiden det tar å reise med kollektivt må være konkurransedyktig med tiden det tar å reise med bil eller andre transportmidler (Walker, 2012). Dette handler ikke så mye om hastigheten man beveger seg i, men den totale tiden man bruker fra man starter en reise til den er ferdig. Forskning fra den amerikanske transportmanualen «Transit capacity and quality of service manual» viser at den totale tidsbruken spiller den største rollen, men at tidsbruken på de ulike fasene av reisen også vektlegges ulikt (Transit Cooperative Research Program, 2013). Manualen er basert på forskning gjort i USA, og den viser at tidsbruk på ulike faser av reisen vektlegges ulikt når brukere skal velge om de vil benytte seg av kollektivtransport eller ikke. (Transit Cooperative Research Program, 2013). En god måte å undersøke denne effekten på er ved å sammenligne den avskrekkende effekten et minutt i en gitt fase har, med effekten et minutt reisetid om bord et kjøretøy har (Ride time) (Walker, 2012). Denne effekten har blitt beregnet basert på empiriske studier gjort i USA mellom 1960-1995 (Transit Cooperative Research Program, 2013). Figur 9 viser den avskrekkende effekten av tidsbruk i de ulike fasene av reisene, relativ til tidsbruk om bord på kjøretøyet. Eksempelvis kan man lese av tabellen at en gjennomsnittlig reisende vektlegger gåtid til holdeplass 2,2 ganger så mye som tiden om bord kjøretøyet (ride time). Altså har 1 minutt gåtid en like stor avskrekkende effekt som 2,2 minutter om bord på transportmiddelet (Walker, 2012).

Type tidsbruk:	Gåing	Ventetid ved stop	Kjøretur (Ride)	Overføringstid (bytte tid)
Styrende faktor:	Stopp, stasjoner	Frekvens	Hastighet, forsinkelser	Frekvens, Sammenkobling
Minimum:	0,8	0,8	1	1,1
Gjennomsnittlig:	2,2	2,1	1	2,5
Maksimalt:	4,4	5,1	1	4,4

Figur 9: Avskrekkende effekt av tidsbruk i ulike deler av reisen, relativ til kjøretid ombord på kjøretøy. Figur hentet fra (Transit Cooperative Research program, 2013.)

De fire resterende kravene er:

4. Det er fornuftig bruk av pengene mine

Dette kravet handler om at billettprisene ansees som fornuftige. Man sammenligner gjerne kostnadene knyttet til kollektivtransport med andre transportmetoder, og dette er dermed med på å avgjøre om folk velger å reise kollektivt eller ikke (Walker, 2012).

5. Det respekterer meg

Dette kravet knyttes opp mot hvordan kollektivtilbudet ansees som komfortabelt, ryddig, sikkert og trygt (Walker, 2012). Det er flere elementer som er med på å avgjøre om dette kravet oppfylles. Priya Uteng (2019) nevner blant annet tilstedeværelsen av vakter/vektere, åpne siktlinjer ved holdeplasser, belysning, og folkemengder, som faktorer som er med på å påvirke brukernes opplevelser av kollektivsystemet.

6. Det er pålitelig

Det at kollektivtilbudet er i rute, og ankommer til oppsatte tidspunkt er en annen viktig faktor som er med på å bestemme om folk benytter seg av kollektivtilbudet (Walker, 2012).

7. Det gir meg frihet og spillerom til å endre planene mine

Det siste kravet handler om at folk ser på frihet til å endre planene sine som viktig når det skal velges transportmiddel. Det er også viktig at systemet er oversiktlig, og det er lett å sette seg inn i. For at kollektivsystemet skal være en reel utfordrer til bil, er man avhengig av at man har en adekvat frekvens av avganger og at disse avgangene tar deg fra der du er til dit du skal innen rimelig tid (Walker, 2012).

Dette er ifølge Walker de kravene som den generelle befolkningen setter høyest når det gjelder å vurdere attraktiviteten til kollektivtilbudet (Walker, 2012). Dette er generelle krav som ser på hva brukerne ønsker, men det er også viktig å huske at kravene og deres rekkefølger ikke er like for alle brukere. TØI-rapporten «Holdninger og transportmiddelvalg» undersøker dette nærmere. I rapporten konkluderes det blant annet med at komfort er den faktoren bilbrukere oftest oppgir som årsak til at de velger bil fremfor kollektivtransport (Berge & Amundsen, 2001). Det oppgis at tilgang på sitteplasser, kjøremåte og renslighet er faktorer som påvirker brukerne, og at reisetiden oppleves som lengre dersom komforten er lav.

Videre nevnes det at særlig kvinner og eldre er opptatt av at kollektivsystemet må oppleves som trygt for at det skal benyttes (Berge & Amundsen, 2001). Denne brukergruppen oppgir også i større grad at kollektivsystemet oppleves som utrygt på kvelden. Av rapporten kommer det også frem at unge, barnefamilier og bileiere i større grad enn andre oppgir pris som en viktig årsak til at de ikke benytter kollektivtransport oftere (Berge & Amundsen, 2001).

4.2.1 Ulike reisemønstre skaper ulike behov

Når man skal vurdere attraktiviteten til et kollektivtilbud er det også viktig å ta hensyn til at brukerne har ulike reisemønstre. Til tross for at vi i nyere tid har gått mot et likestilt arbeidsmarked, viser studier at kvinner gjennomfører færre arbeidsreiser sammenlignet med menn (Best & Lanzendorf, 2005). Kvinner er oftere ansatt i mer fleksible eller deltids-jobber, og reiser derfor oftere utenfor rushtiden. Kvinner har også en større andel reiser knyttet til handling og helsetjenester enn menn (Best & Lanzendorf, 2005). Kvinners reisemønster er i større grad preget «multi-purpose» turer, og er derfor mer komplekst enn hos menn. I motsetning reiser menn oftere innenfor rushtiden, reisene deres er oftere tilknyttet arbeid, de er mer villige til å reise senere på kvelden og reisene deres har færre «ærender» (Scheiner & Holz-Rau, 2011).

4.3 HVORDAN MÅLE KOLLEKTIVTILGJENGELIGHET

Det er altså mange faktorer som påvirker tilgjengeligheten og attraktiviteten til et kollektivnettverk. Det er derfor vanskelig å definere en metode for å måle tilgjengelighet, der alle faktorer blir tatt hensyn til. Litman (2018) nevner noen prinsipper som burde ligge til grunn når en undersøker tilgjengelighet. Det er blant annet viktig å ta hensyn til variasjonen av brukere (bilister, gående, funksjonsnedsatte), de ulike transportmiddele (sykling, kollektiv, etc.) og muligheter (skole, jobb, helsetjenester, etc.)

Videre er det viktig at distanser og reisetider beregnes ut ifra det faktiske vegnettverket, ikke bare distanse i luftlinje, og det er viktig at man måler tilgjengeligheten fra dør-til-dør. Dette betyr at det er viktig å ta hensyn til tiden det tar å reise fra opprinnelsespunkt til transportmiddel, samt fra transportmiddel til destinasjon (Litman, 2018).

Geurs & van Wee (2004) deler inn i fire ulike grupper med målemetoder når en skal undersøke tilgjengelighet:

Infrastrukturbaserte mål: Dette handler om å måle ytelsen til infrastrukturen. Et eksempel kan være å vurdere køer eller gjennomsnittlig hastighet i nettverket.

Lokalitetsbaserte mål: Disse målene analyserer tilgjengeligheten til forskjellige steder, vanligvis på et overordnet nivå. Her beskriver man romlige egenskaper, som antall innbyggere eller arbeidsplasser innenfor en 30-minutters reiseavstand. Mer komplekse parametere kan kombineres, og dette perspektivet er vanlig i arealplanlegging.

Individbaserte mål: Disse målene setter søkelys på individnivå og tar hensyn til hvilke aktiviteter en person kan delta på til en bestemt tid. Dette måler individets frihet i miljøet. Avgjørende faktorer inkluderer personens tidsbegrensninger, tidsbudsjett og reisetid.

Nyttemål: Disse målene baserer seg på den økonomiske nytten en person oppnår som følge av tilgangen til romlig fordelt aktiviteter.

I denne oppgaven skal reisetid til sentrum med bil og kollektiv for befolkningen undersøkes, samt det skal undersøkes hvordan bussholdeplasser og frekvensen av avganger er fordelt blant befolkningen. Begge disse undersøkelsene faller inn under Geurs & Wee sin kategori «lokalitetsbaserte mål». Begge består av romlige komponenter samt et tidsaspekt.

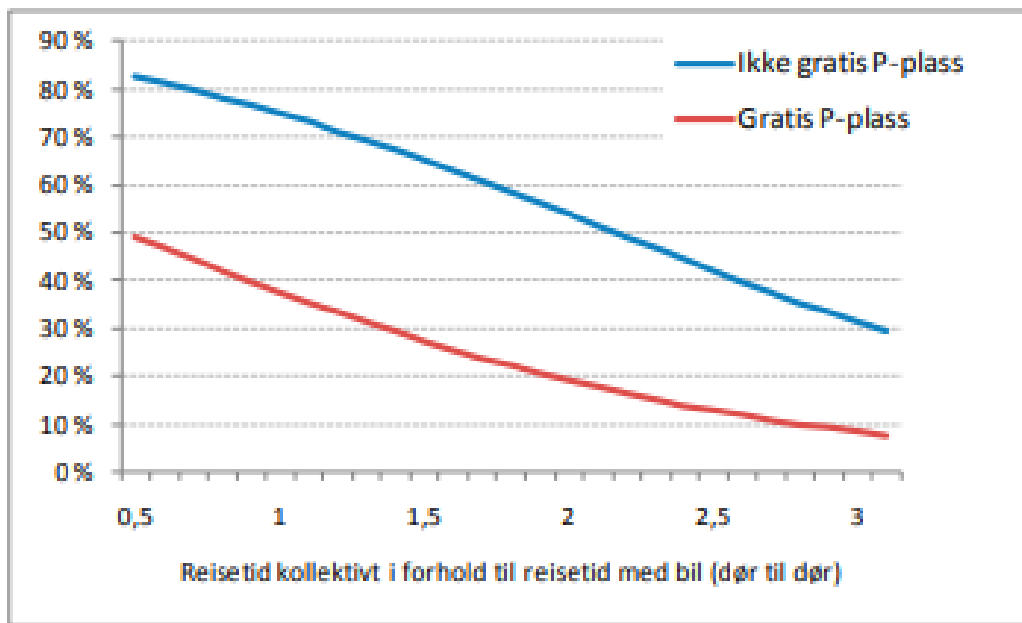
4.3.1 Relativ reisetid

En av de viktigste faktorene for at kollektivtransport skal benyttes handler om at kollektivtransporten skal være en fornuftig bruk av tiden til de reisende (Walker, 2012). Dette er blant årsakene til at det å sammenligne reisetider på tvers av reisemåter har blitt en anerkjent metode for å undersøke kvaliteten på arealbruksmønster og transportsystemer (Salonen & Toivonen, 2013). Befolkningens reisetid med kollektiv settes ofte opp mot reisetid med bil når en ønsker å se på kollektivsystemets kvalitet og tilgjengelighet (Lunke, 2021). Ifølge en studie basert på nasjonale reisevaneundersøkelser er relativ reisetid (reisetid med personbil dividert på reisetid med kollektiv) en av de viktigste faktorene når det kommer til om folk velger kollektiv eller bil på arbeidsreiser (Lunke, 2021). Rapporten tar også hensyn til faktorer som det å måtte bytte linje under reisen, og frekvens. Rapporten konstaterer at det trengs en relativ reisetid på under 1.5 for å oppnå en kollektivdeltakelse¹ på 30%.

En kollektivdeltakelse på 60% kan oppnås gjennom relative reisetider på 1 og under (Lunke, 2011). Videre konkluderes det med at dersom man har en relativ reisetid på 3.5 eller mer og reisen krever bytte av linje, vil kollektivdeltakelsen ligge på under 10% (Lunke, 2011).

¹ Kollektivdeltakelse omtales her som andel av befolkningen som reiser kollektivt

Engebretsen (2011) ser også på effekten relativ reisetid har på befolkningens foretrukne reisemiddel. I figur 10 visualiseres effekten av relativ reisetid. Figuren viser også hvordan den økonomiske faktoren med parkeringsgebyr er med på å påvirke sannsynligheten for valg av reisemiddel (Engebretsen, 2011). Dette viser også hvor komplekst det er å beregne sannsynligheten for valg av reisemiddel, og at det er mange andre faktorer en bare relativ reisetid som spiller inn.



Figur 10: Sannsynlig andel kollektivreiser av motoriserte reiser til arbeid i store tettsteder etter relativ reisetid og parkeringsforhold ved arbeidsstedet. Gjelder valg mellom kollektivtransport og bil (som fører). Figur hentet fra (Engebretsen, 2011)

4.3.2 Nærmeste holdeplass og dens frekvens

En annen metode som brukes når en kartlegger befolkningens tilgang til kollektivsystemet er å undersøke distansen folk har fra hjemmet til holdeplass. Distansen til holdeplass kan også kombineres med andre faktorer som helning, opplevd trygghet og frekvensen av avganger.

I nøkkelrapporten for den nasjonale reisevaneundersøkelsen fra 2013 – 2014 har transportøkonomisk institutt klassifisert tilgang til kollektivtransport ved hjelp av distanse til holdeplass og avganger per time (Hjørhol, 2014). Figur 11 viser kriteriene for de ulike gradene av tilbud der 1 er best og 5 er dårligst. Det er også verdt å nevne at kriteriene ikke bare måler distanse til nærmeste kollektivholdeplass, men den holdeplassen som vanligvis brukes. Dette gir mening, da befolkningen ikke bestandig velger den holdeplassen som er

nærmest. Det vil være rimelig å anta at en bruker vil kunne velge en bussholdeplass som ligger litt lengre unna, dersom en unngår bratte bakker, slipper å bytte rute, eller at et det valgte stoppet oppleves som tryggere enn det som er nærmest.

		Distanse til holdeplassen som vanligvis brukes		
		Under 1 km	1 – 1,5 km	Over 1,5 km
Avganger i timen	4 eller flere	1	2	5
	2 – 3	2	3	5
	1	3	4	5
	0,5 eller mindre	4	5	5

Figur 11: TØI's klassifisering av kollektivtilbud (Egenprodusert)

I Figur 9 vises det at både distanse og ventetid knyttet til holdeplass kan ha en stor avskrekkende effekt på valg av reisemiddel, og kategoriseringen til TØI samsvarer derfor godt med forskningen gjort av Transit Cooperative Research Program.

4.4 MÅLE TILGJENGELIGHET VED HJELP AV GIS

Det er altså flere faktorer som påvirker tilgjengelighet, og det er flere måter å definere hva tilgjengelighet faktisk er. Dette kan gjøre det utfordrende å analysere tilgjengeligheten til områder i GIS. Levinson & King (2020) deler inn i to hovedkategorier når det gjelder å måle tilgjengelighet i GIS, *Primal measures* og *Dual measures*.

4.4.1 Primal measures

Primal measures er målemetoder hvor man ser på antall «opportunities» eller muligheter som kan nås innenfor en gitt tidsramme (Levinson & King, 2020). Her er tidsbruk kostnaden, og

man ønsker å undersøke hvor mange muligheter som kan nås innenfor en gitt kostnad. Man kan se på primal measures som metoder hvor man undersøker bredden av muligheter som er tilgjengelig (Levinson & King, 2020).

En av de mest vanlige primal measures metodene kalles «cumulative opportunities», og denne metoden ser på antallet muligheter som kan nås innenfor en viss avstand eller tid (Levinson & King, 2020). En av fordelene med denne metoden er at den krever relativt lite data. En annen fordel er at metoden er forståelig for alle, ikke bare fagfolk. Man kan enkelt presentere resultater, og det kreves liten forkunnskap om transportfaget for å skjønne hvilke beregninger som har blitt gjort.

Noen av de negative sidene med denne metoden er at når man benytter seg av en gitt tids- eller distanseterskel, risikerer kan det oppstå «kant»-effekter (Levinson & King, 2020). Dette kan for eksempel oppstå hvis man har en høy konsentrasjon av muligheter innenfor en terskelverdi på 30 minutter, vil personer innenfor 29 minutter bli oppført med en mye høyere tilgjengelighet enn personer som er 31 minutter unna. I realiteten har de veldig lik grad av tilgjengelighet. En annen kanteffekt som kan oppstå er i utkanten av området som man har data for. Hvis man har data om jobblokasjoner i Trondheim kommune, vil personer som bor nært kommunegrensen risikere å få lavere tilgjengelighet enn de i realiteten har, fordi man ikke tar hensyn til jobbmuligheter i nabokommunene.

Det er heller ingen åpenbar standard for hvilke terskelverdier en burde benytte i kumulative tilgjengelighets-studier (Levinson & King, 2020). Den typiske løsningen på dette er å undersøke verdier som har blitt brukt i tidligere analyser for lignende steder og kontekster.

4.4.2 Dual Measures

Dual measures er metoder hvor man også har tidsbruk som kostnad, men i motsetning til primal measures ønsker man å undersøke hvor mye det koster å nå et gitt antall muligheter (Levinson & King, 2020). I stedet for å undersøke antall muligheter innenfor en gitt tidsramme, undersøker man hvor lang tid det tar å nå et spesifikt antall muligheter. En vanlig metode innenfor dual measures er *Multiple opportunities*.

«Multiple opportunities» metoden kan på mange måter sees på som en motsatt metode av den man benytter i primal measures. I primal measures har man et fikset område hvor man kan bevege seg i løpet av en terskel verdi, og teller mulighetene innenfor dette området. I Multiple

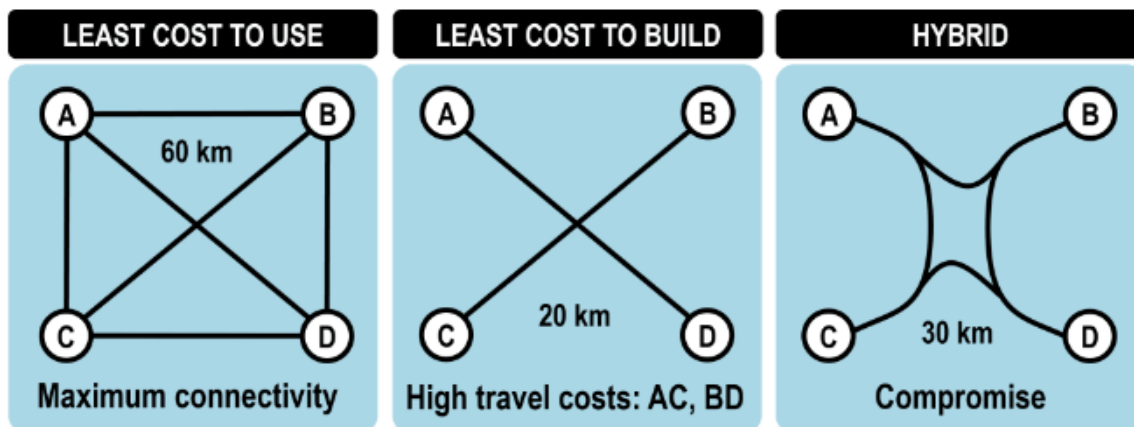
opportunities er ikke dette området gitt, og området vil fortsette å utvide seg til man har tilgang til et gitt antall muligheter (Levinson & King, 2020).

En fordel med denne metoden er at den egner seg godt når en ønsker å sammenligne tilgjengelighet for ulike områder og byer (Levinson & King, 2020). I primal measures risikerer man at terskelverdien som velges kan ha store utfall for hvilke områder som får god og dårlig tilgjengelighet. Dette problemet har man ikke i dual measures metoden, hvor man får konkrete tidsverdier for å nå muligheter.

En av ulempene med denne metoden er at den er vanskeligere å kalkulere enn den tradisjonelle cumulative opportunities metoden. I tillegg er den ikke like godt befestet i fagmiljøet, slik at «beste-praksis» for metoden ikke er etablert i like stor grad som hos motparten (Levinson & King, 2020). Det er liten konsensus over hvor mange muligheter som burde nås for å klassifisere tilgjengeligheten som god eller dårlig. Metoden har også fått kritikk for at den muligheten som ligger nærmest, ikke nødvendigvis reflekterer befolkningens behov eller ønsker. Den butikken man gjør sin faste dagligvarehandel i, er ikke nødvendigvis den som ligger nærmest hjemmet (Levinson & King, 2020).

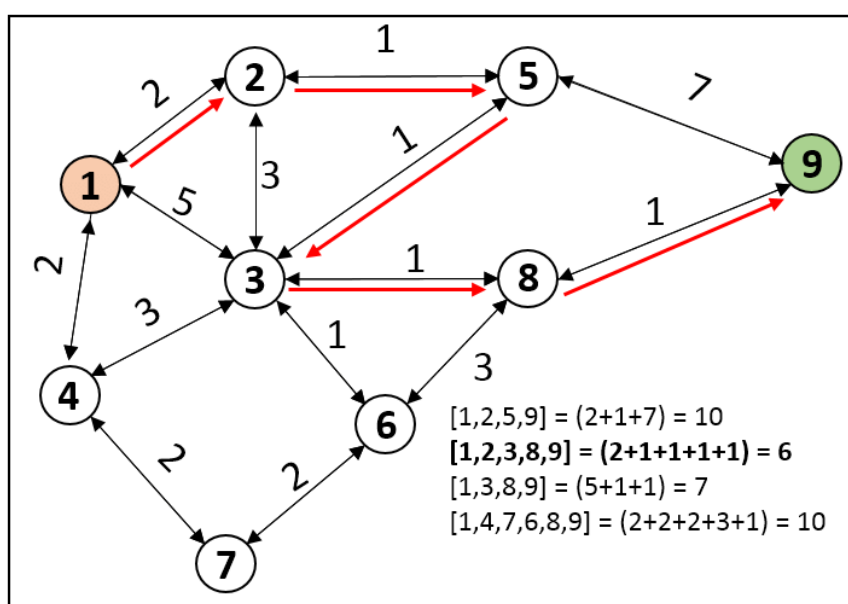
4.4.3 Nettverk i transport

Transportsystemer er ofte fremstilt igjennom nettverk for å symbolisere strukturer og romlige forhold (Rodrigue, 2020). Et nettverk består av ruter som kobles sammen gjennom knutepunkter kalt noder (Rodrigue, 2020). En rute går igjennom minst to noder. Rutene symboliserer strekninger man kan bevege seg innenfor. Det er vanlig at rutene er tilegnet informasjon slik som retning og tiden det tar å forflytte seg fra de to nodene den består av. For eksempel vil en node som symboliserer en enveiskjørt gate kun ha en retning. Det er forskjellige teknikker som benyttes når man oppretter nettverk. Man kan ha et fokus på best mulig sammenkobling, som ofte er den dyreste løsningen. Motsatt kan man prøve å bygge nettverk så rimelig som mulig, men her vil man kunne få problemer med at områder får dårlig sammenkobling mellom hverandre. Det er også mulig å kombinere disse alternativene, slik at man oppnår et kompromiss mellom pris og effektivitet (Rodrigue, 2020). Figur 12 viser tre ulike tilnærminger som ofte brukes når man skal planlegge transportnettverk (Fåkvam, 2022).



Figur 12: Tre ulike metoder å organisere transportnettverk. Figur hentet fra (Rodrigue, 2020)

Slike nettverksmodeller er veldig gode redskap for å presentere transportnettverk som bilveg, sykkelveger og banespor. Grunnet tidsdataen og retningsdataene tilknyttet hver rute vil man kunne utføre nettverksanalyser i geografiske informasjonssystemer. I slike nettverksanalyser benytter man algoritmer fra matematisk grafteori (Frøyen, 2019). Disse tillater en å finne «optimale» rutevalg fra et punkt i nettverket til et annet. Den mest kjente algoritmen i nettverksanalyser er Dijkstraalgoritmen. Dijkstraalgoritmen regner ut distansen fra startnoder til alle andre noder i nettverket, og velger deretter ut den ruten med samlet lavest distanse (Rehman, 2019). Man kan også velge å benytte andre variabler en distanse dersom man har dette tilgjengelig i nettverket. For eksempel kan en syklist være interessert i å velge ruten med minst helning, eller man kan implementere ulykkes punkter fra trafikkstatistikk og velge den «tryggeste» ruten (Frøyen, 2019) (Fåkvam, 2022).



Figur 13: Figuren viser prinsippet bak dijkstraalgoritmen. Figuren er hentet fra (Rehman, 2019).

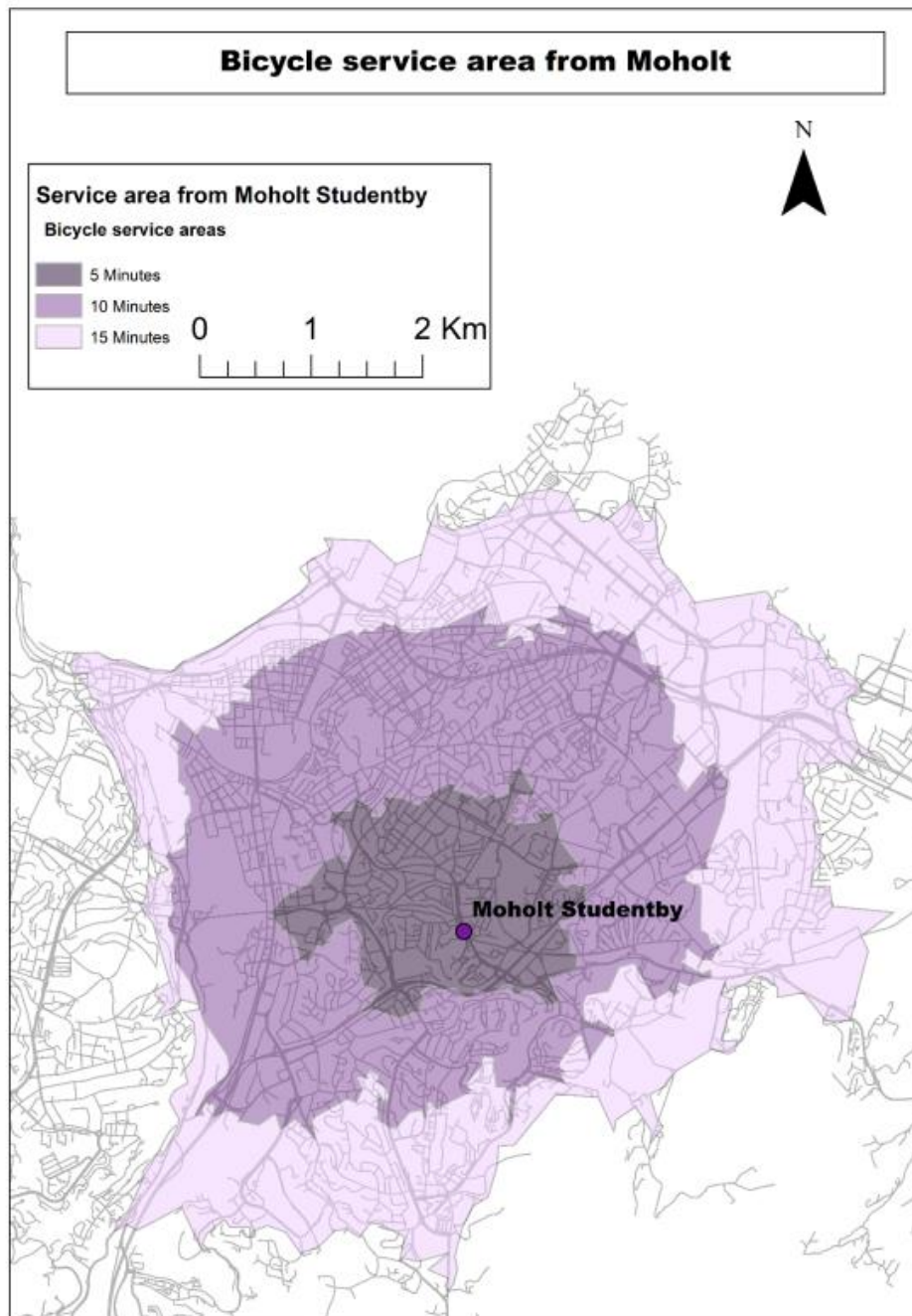
4.4.4 Raster-basert bevegelighetsmodell

Som tidligere nevnt er nettverksmodeller gode verktøy for å analysere transport som følger etablert infrastruktur (nettverk). Gange skiller seg en del ut fra denne typen transport, da personer til fots ofte manøvrer seg utenfor nettverket. Folk har en tendens til å gå den korteste distansen og manøvrer seg derfor ofte på stier og gjennomganger som ikke er inkludert i transportnettverk for bil (Bramley, 2018). Dette fenomenet refereres ofte til som «desired path». På grunn av dette kan bevegelighetsanalyser for gående ofte bli upresise dersom man benytter seg av nettverksmodeller der disse snarveiene ikke er inkludert. Raster-baserte bevegelighetsmodeller er en annen måte å analysere bevegeligheten for gående. I slike modeller bruker man variabler som helning, underlag, arealbrukskategori og barrierer, og vektet disse slik at man kartlegger områder som er mer og mindre attraktive for gående (Frøyen, 2019) (Fåkvam, 2022).

4.4.5 Nettverksanalyser

Det finnes flere ulike typer nettverksanalyser, der hver av dem har fordeler og ulemper. En av de simpleste formene for nettverksanalyse kalles «Optimal route between points». Her definerer man et start- og slutt punkt, hvor utkommet er den optimale ruten. Man kan basere utvalget på flere faktorer som tidsbruk, distanse og helning (Frøyen, 2019). I denne formen for nettverksanalyse kan man også legge inn barrierer, dersom det har skjedd ulykker eller noen vegstrekninger er stengt. Man vil da finne den optimale ruten som unngår de delene av nettverket hvor barrierene ligger (Frøyen, 2019).

En annen nettverksanalyse baserer seg på hvor store områder av nettverket som kan nåes fra et gitt punkt. Dette kalles ofte «service area», og her legger man inn en parameter som tid eller distanse, og analysen resulterer da i områdene man kan nå innenfor den gitte tids- eller distanseparameteren (Frøyen, 2019). Figur 14 viser hvilke områder en kan nå med sykkel fra Moholt studentby i løpet av 15 minutter (Fåkvam, 2022).



Figur 14: Eksempel på service area analyse (Egenprodusert).

Den siste typen nettverksanalyse som vurderes som relevant i denne oppgaven kalles Origin-Destination matrix (OD-matrise). I en OD-matrise undersøker man de rutene med «lavest kostnad» fra flere startpunkter til et eller flere sluttpunkter (Esri, u.å.d).

Dette kan blant annet kombineres med punktorganisert befolkningsdata, for å finne områder med gjennomsnittlig lavest reisetid. OD-matriser er detaljerte og kan gi mye informasjon, og kan derfor kreve stor prosesseringskraft (Esri, u.å.d.a) (Fåkvam, 2022).

5 METODE

Resultatene i denne oppgaven skal frem arbeides ved hjelp av analyser i GIS og statistiske metoder. Det skal foretas to tilgjengelighetsanalyser i GIS som begge ligger innenfor «dual measures» metoden, og resultatene fra disse analysene skal analyseres i SPSS for å se etter sammenhenger mellom tilgjengelighet, inntekt og formue. Begge GIS-analysene benytter analyseverktøyet OD-matrise. Den første analysen undersøker reisetider til sentrum med bil og kollektivtransport. Den andre benyttes for å undersøke reisetid til nærmeste bussholdeplass. Reisetidene skal så kombineres med data om formue og inntekt i databehandlingsprogrammet SPSS for å se etter statistiske sammenhenger. For å gjennomføre disse analysene kreves det forberedende arbeid i GIS. Dette arbeidet, samt analysemetodene blir nærmere beskrevet i dette kapitlet.

5.1.1 Studieområde

Denne masteroppgaven ønsker å undersøke befolkningens tilgjengelighet med kollektivtransport i Trondheim, og hvordan tilgjengeligheten varierer basert på demografiske faktorer. Ut ifra denne målsettingen har det blitt besluttet at den geografiske avgrensningen for studieområdet i oppgaven er Trondheim kommunes kommunegrense. Relativt bynære nabokommuner som Malvik og Melhus er ikke inkludert. Hovedgrunnen til dette er at det ikke er like god dekning for kollektivtransport i disse kommunene som i Trondheim, og at det derfor er mindre aktuelt å undersøke tilgjengeligheten der, da kollektivtrafikken i noen tilfeller ikke er ett reelt alternativ til bilen. I tillegg er buss det valgte kollektivmidlet som undersøkes, og store deler av pendlerreisene fra nabokommunene foregår via tog (Trondheimsregionen, u.å.d).

Det er flere gode grunner til at Trondheim kommune ble valgt som studieområde. Dataen som skal benyttes i analysene er mer detaljert her enn i mange av de små nabokommunene. Det skal blant annet benyttes demografiske punktdata hvor oppløsningen er på 100x100 meter. Det er ikke alle områder i nabokommunene dette er tilgjengelig på så høy oppløsning. Denne demografiske dataen er også manipulert med hensyn til personvern.

ID	gridx	gridy	antall_enebolig	antall_boenheter	antall_hus
1	255550	7035150	1	1	0,92757461
antall_personer	alder_u_5	ald_6_12	ald_13_15	ald_16_18	ald_19_23
2,13232309	0,1	0,225	0,1	0	0,1
ald_24_34	ald_35_44	ald_45_54	ald_55_64	ald_65_74	ald_75_84
0,2	0,25	0,225	0,35	0,175	0,225
ald_85_o	ald_snitta	ant_med_aldinfo	ald_person	snitt_formue	snitt_inntekt
0,1	46,26	1,95	90,207	1736309,524	323015,873 ³³

Figur 15: Eksempel på utvalgte demografiske data knyttet til et tilfeldig befolkningspunkt

Dette er gjort på en slik måte at man ikke skal kunne identifisere ned på individnivå. Dermed er dataene godt egnet til å se på større sammenhenger, og i dette tilfellet tilgjengeligheten til befolkningen, heller en tilgjengelighet ned på et individnivå. I Trondheim kommune er befolkningstettheten høyere, og man vil derfor lettere unngå disse områdene med veldig få beboere.

5.1.2 Data

Dataene som brukes i denne oppgaven er hentet fra flere ulike kilder. Det blir benyttet demografiske punktdata fra tjenestekatalogen til Geodata, punktdata med informasjon om arbeidssted og arbeidstakere fra Trondheim kommune, samt FKB-data og NVDB-data hentet fra kart katalogen hos kartverket. I dette delkapittelet vil dataene og hvordan de skal benyttes bli beskrevet.

Demografiske punktdata

Den demografiske dataen som skal benyttes i analysene er hentet fra tjenestekatalogen til Geodata. Dataene stammer fra tjenesten «GeomapDemografi», og består av et rutenett med punkter på 100 x 100 meter. I disse punktene er det lagret informasjon om blant annet inntekt, formue, folketall, alder, kjønn, utdanningsnivå og utdanningsområde (Geodata, u.å.d). Dataene er basert på demografisk statistikk fra Statistisk sentralbyrå, bygnings- og eiendomsinformasjon fra matrikkelen, og på inntekts- og formuedata fra skattedirektoratet (geodata, u.å.d). Figur 15 viser hvordan utvalgt data fra et tilfeldig punkt er formatert. Som tidligere nevnt er dataen generalisert, slik at det ikke skal være mulig å hente ut personsensitiv informasjon. Dette kommer spesielt godt frem i de områdene hvor det er få bosatte, og man blant annet kan få verdier på under 1 person innenfor hver alderskategori.

Nasjonal vegdatabank - NVDB

Nasjonal vegdatabank er en database som inneholder en komplett oversikt over vegnettet i Norge (SSV, u.å.d.b). Vegnett og kryss er representert som linjer og punkter, og inneholder informasjon som fartsgrense, plassering i terrenget, kjøreretning og veg-kategori. Det er disse vegene som benyttes når det senere i oppgaven skal opprettes et nettverk for gående.

General Transit Feed Specification – GTFS

Informasjon om offentlige kollektivtransport er ofte organisert under datastandarden General Transit Feed Specification. I en GTFS-fil har man lagret informasjon som sier noe om blant

annet ruter, turer, og stopp (GTFS, u.å.d). Denne dataen er i tekstformat, og man er derfor avhengig av programvare som kan danne geografiske data av disse tekstfilene. GTFS-dataene i denne oppgaven er hentet fra EnTur.org. Her ligger GTFS-data fra alle landets transportbyrå, og i Trondheim er det AtB som er ansvarlig for denne dataen.

Data	Hentet fra	Kilder
Demografiske punktdata	Geodata.no	Kartverket, Skattedirektoratet, SSB, IPER, SVV, Geodata AS
NVDB	Geonorge.no	SSV
GTFS	Developer.entur.org	AtB
Kommunegrense	Geonorge.no	Kartverket

Figur 16: Oversikt over datakilder

5.1.3 Analyser

Det vil foretas to former for analyser i denne oppgaven. Først må dataene importeres i GIS, hvor det skal gjennomføres flere nettverksanalyser. Dette er for å kartlegge distanse og tidsbruk fra de demografiske punktene til kollektivnettverket, samt for å beregne reisetider med kollektivtransport. Disse dataene vil så bli knyttet til hvert enkelt demografisk punkt, og eksportert. Deretter vil det gjennomføres regresjonsanalyser i statistikkprogram for å se på sammenhengen mellom tilgjengelighet og de andre demografiske variablene.

5.1.3.1 GIS-analysen

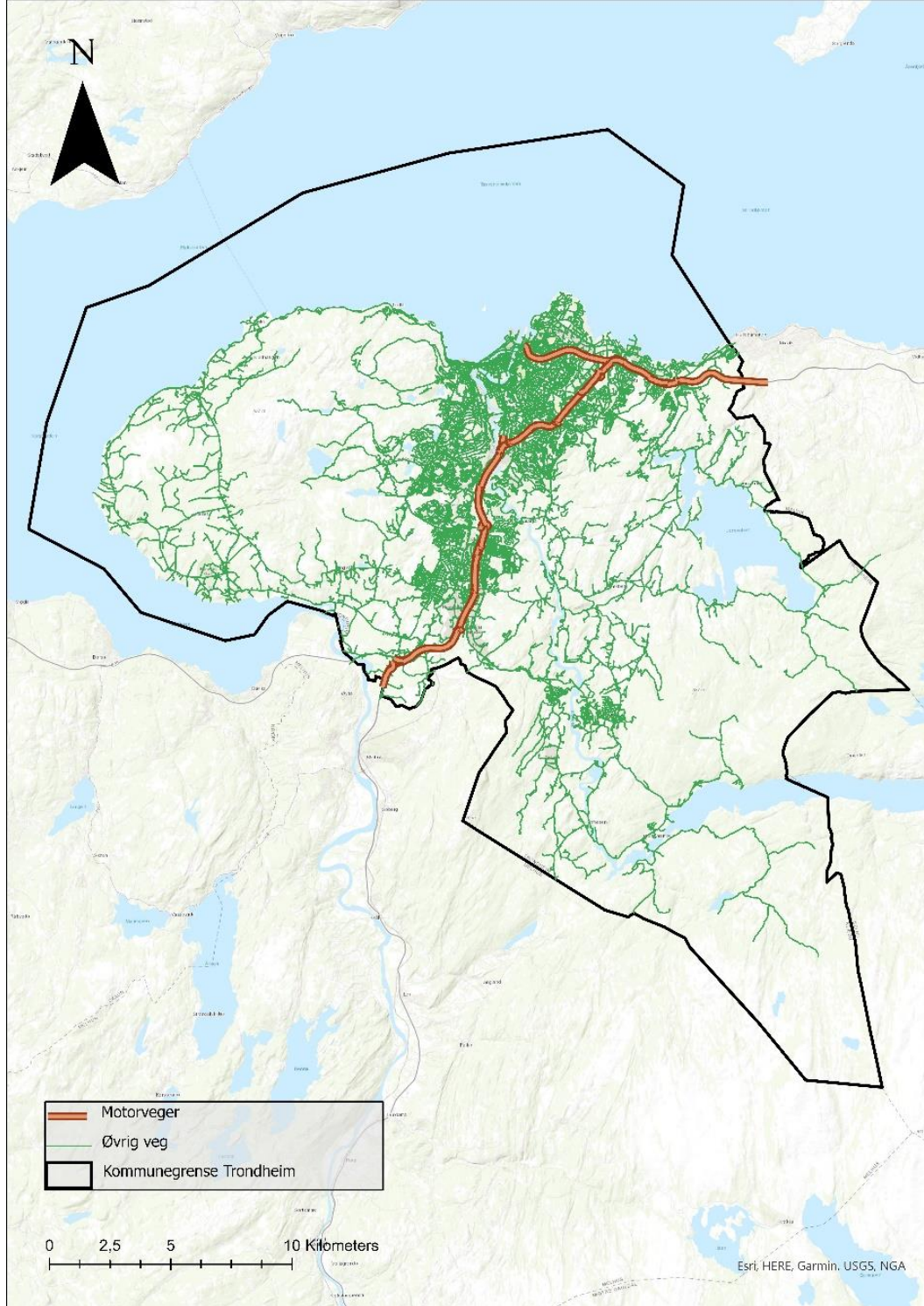
Hensikten med denne oppgaven er å undersøke befolkningens tilgjengelighet med kollektivtransport, og det er dermed viktig å benytte et nettverk som inneholder de veiene fotgjengere kan benytte seg av, samt at reisetider baserer seg på fornuftige ganghastigheter.

Som tidligere nevnt ble linjetema fra NVDB benyttet for å danne nettverk. NVDB inneholder både gang- og sykkelveger som er eksklusive for gående og syklist, men datasettet inneholder også veger som kun kan benyttes av motorkjøretøy. Eksempler på dette er motorveger og bilveger som går i tunnel. Det ble derfor foretatt en selektering for å fjerne de vegstrekningene som ikke var aktuelle for gående å benytte seg av.

Formelene som ble benyttet var:

((Typeveg = 'Enkel bilveg' Or Typeveg = 'Kanalisert veg') And medium = 'U').
&
Motorvegtype = ('Motorveg' Or 'Motortrafikkveg')

Dette sørget for at alle vegstreknings som var kategorisert som motorveg eller bilveg under bakken, ble markert og kunne fjernes fra datasettet. Datasettet bestod nå av vegstreknings som ble ansett som «farbare» for gående.



Figur 17: Kartet viser vegstrekingene som ble fjernet i nettverket når motorveg ble tatt bort. (Egenprodusert)

Neste steg var å konstruere hastigheter for alle vegstrekingene i datasettet, altså tiden det tar å reise mellom nodene i nettverket. Standardhastigheten som brukes av ArcGIS Pro når man bygger et nettverk for gående er satt til 5 km/t (Esri, u.å.d). Dette er en generell verdi som ser på ganghastighet som en konstant variabel. I realiteten er det flere faktorer som påvirker ganghastighet, deriblant helning. Det var derfor nødvendig å implementere helningspåvirkning for å finne mer nøyaktige ganghastigheter. Dette ble gjort ved hjelp av ATP-modellen og Toblers «hiking function».

ATP-modellen

ATP-modellen er et verktøy utviklet av Asplan viak, som kan benyttes i lokaliserings- og transportanalyser (Asplan viak, u.å.d). I denne oppgaven benyttes ATP-nett som er et verktøy inkludert i modellen. ATP-nett har som hovedfunksjon å beregne sykkelhastigheter i nettverk, og bruker høydeinformasjonen som er lagret i geometrien til NVDB-datasettet for å kalkulere den gjennomsnittlige helningen på hver rute i nettverket. Videre beregner verktøyet reisetider og hastigheter for syklistene der helning er med i beregningen. I denne oppgaven er ikke sykkeltidene av interesse, men informasjonen om helning er det. Ved å bruke ATP-nett på NVDB-datasettet fikk hver veglenke informasjon om helning i sin attributt-tabell, og helning er en del av Toblers «hiking function» som brukes for å kalkulere ganghastigheter.

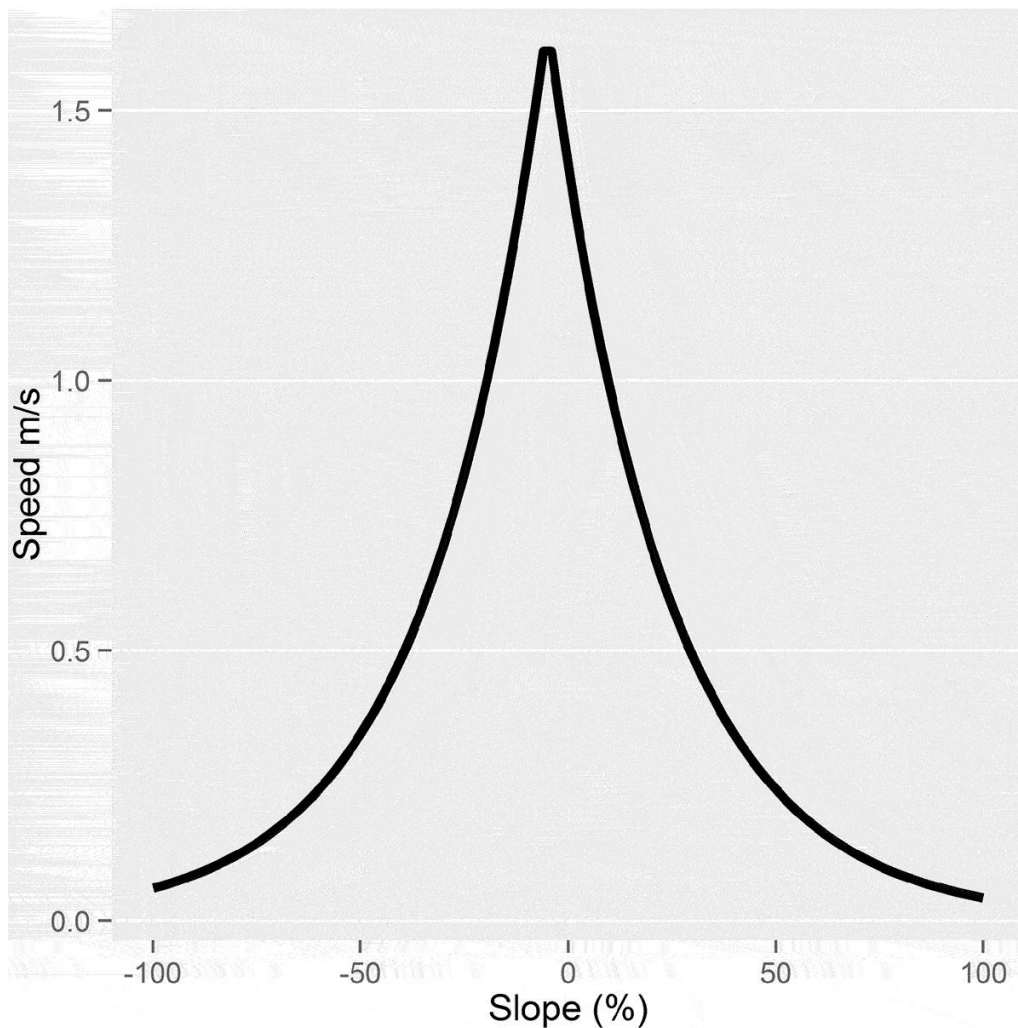
Toblers «hiking function»

Toblers «hiking function» er en funksjon som beregner ganghastighet avhengig av helning. Den er formulert av Waldo Tobler, og baserer seg på empiriske data (Pingel, 2009). Funksjonen kan sees i figur 18.

$$p = 0.6e^{3.5|m + 0.05|}$$

Figur 18: Toblers "Hiking Function". Hentet fra (Pingel, 2009)

I funksjonen står «p» for ganghastighet «e» for eulers tall (exponential constant) og m står for helning.



Figur 19: Modell som viser hvordan helning påvirker fart basert på Toblers formel. Figur hentet fra (Irmischer & Clarke, 2018).

Ettersom ATP-nett verktøyet hadde tilføyet informasjon om helning i datasettet, var det nå klart for å kalkulere nye farts- og tidsbruk verdier for hver strekning i nettverket. Siden helningen vil variere ut ifra hvilken retning man går en strekning, var det nødvendig å kalkulere hastigheter i begge retninger. Dermed ble det lagd fire felt i attributtabelen, to til-fra felt hvor formelen med den originale helningen ble bruk, og to fra-til felt hvor absoluttverdien til helningen ble brukt. Dermed var både farten og tidsbruk til hver strekning i begge retninger inkludert i attributtabelen.

Dessverre er det noen av strekningene i NVDB-datasettet som har feil i geometrien og som derfor har helninger tilnærmet lik 90 grader. Ergo fikk disse rutene farts- og tidsbruk verdier som var veldig lave. For å korrigere dette, ble standardhastigheten på 5km/t benyttet på de aktuelle strekningene. Det var totalt 273 strekninger med feil i geometrien.

5.1.3.2 Konstruksjon av nettverk for fotgjengere og kollektivtransport

Nvdb-datasettet hadde nå alle attributtene som trengtes for å konstruere nettverket ².

Det gjennstod nå å importere GTFS-dataene inn i GIS. Dette ble gjort ved hjelp av verktøyet «GTFS to public transit data model». Ved hjelp av dette verktøyet får man konvertert tekstfilene i GTFS-datasettet til en public transit datamodell som består av kartlag som representerer busstopp, busslinjer og rutetabeller (Esri, u.å.d.c). Dataene i modellen ble så sammenkoblet med nvdb-datasettet. Alle dataene som var nødvendig var nå ferdig behandlet og sammenkoblet, og det ble etablert et kombinert nettverk med helningspåvirket ganghastigheter og kollektivtransport.

5.1.3.3 Konstruksjon av nettverk for bil

For å kunne sammenligne reisetider med bil og kollektivtransport var det også nødvendig å konstruere et nettverk for bil. I dette nettverket ble også NVDB-benyttet som grunnlag. Farts- og tidsbruk ble kalkulert ut ifra fartsgrensene langs vegstrekningene. Fart ble satt til den samme som fartsgrense, og tidsbruk ble da kalkulert ut ifra formelen $\frac{Fart}{Strekning}$.

Ettersom denne metoden ikke tar hensyn til tiden det tar å starte opp bilen på starten av reisen, eller tiden det tar å finne parkering på slutten av reisen, ble det lagt på 2,5 minutter til reisetidene. Denne verdien ble valgt etter en skjønnsmessig vurdering sammen med faglærer.

Denne metoden er av flere grunner en ganske grov og upresis måte å kalkulere reisetider med bil på. Den tar blant annet ikke hensyn til veiforhold, trafikkforhold og lyskryss. Disse svakhetene og hvordan de er med å påvirke troverdigheten til det endelige resultatet, sees nærmere på i kapittel for resultater og diskusjon.

5.1.3.4 Beregning av reisetider til sentrum

Med alle nettverkene ferdig etablert var det klart for å gjennomføre nettverksanalysene. Alle analysene som ble gjennomført var av typen OD-matriser. For beregning av reisetider til sentrum, ble alle punkter med innbyggere valgt som utgangspunkt, og et punkt i sentrum ble satt som destinasjon. Punktet ble satt i krysset mellom Prinsens og Kongens gate (se figur 20).

² Verktøyet «create network dataset» for ArcGIS Pro ble benyttet for konstruering av nettverk.



Figur 20: Punkt som ble valgt som destinasjon

Ettersom GTFS-data baserer seg på real-time ruteinformasjon, er det nødvendig å oppgi tidspunkt for når en ønsker å gjennomføre nettverksanalyser med kollektivtransport. Frekvensen av avganger vil naturligvis være høyere rundt rushtid og lavere om natten, så resultatet av analysen vil i stor grad påvirkes av tidspunktet en velger. I denne oppgaven er avreisetidspunkt satt til 08:00 tirsdag 10.mai. Datoen er valgt ut tilfeldig, men det var et poeng at det skulle være en vanlig hverdag, og ikke helg eller helligdag. Tidspunktet 08:00 ble valgt da det kan sees som innenfor rushtid.

Basert på Walkers (2012) 2. krav for god kollektivtransport, burde det optimalt sett ha blitt benyttet flere avreisetidspunkt. Både fordi det gir et bedre bilde av hvordan det er å reise på ulike tidspunkt på dagen, men også fordi avganger kan være konsentrert rundt enkelte

klokkeslett, slik som hel og halv. En kunne da ha benyttet seg av den gjennomsnittlige reisetiden basert på flere tidspunkt i løpet av dagen. Denne problemstillingen sees nærmere på i kapitlet for diskusjon.

Når reisetider for kollektiv og bil var beregnet, kunne den relative reisetiden for hvert befolkningspunkt enkelt regnes ut.

5.1.3.5 Distanse til nærmeste holdeplass og frekvens

Beregning av distanse til nærmeste busstopp ble også gjort ved hjelp av OD-matrise metoden. Befolkningspunktene ble satt som startpunktene og busstoppene som destinasjon. I analysen ble fotgjengerne med hastighetsmodellen fra ATP benyttet slik at busstoppet som tok kortest tid å gå til ville bli valgt. For å beregne avganger per time ble antallet avganger i løpet av døgnet tirsdag 10.mai dividert på 24.

Avstand til nærmeste busstopp og frekvensen av avganger per time ble så benyttet i kombinasjon med TØI's klassifisering for å kode inn en tilgjengelighetsverdi mellom 1-5 i attributt Tabellen til befolkningspunktene.

		Distanse til holdeplassen som vanligvis brukes		
		Under 1 km	1 – 1,5 km	Over 1,5 km
Avganger i timen	4 eller flere	1	2	5
	2 – 3	2	3	5
	1	3	4	5
	0,5 eller mindre	4	5	5

Figur 21: TØI's klassifisering av kollektivtilbud (Egenprodusert).

Den valgte metoden har flere svakheter ved seg. Denne metoden velger ukritisk det busstoppet som tar kortest tid å gå til, uavhengig om det er andre busstopp med en betydelig høyere frekvens like ved. TØI's klassifisering baserer seg på distanse og ikke tid. Den valgte

metoden benytter reisetid i sin utregning, og det er derfor mulig at noen av befolkningspunktene egentlig ligger innenfor distansetersklene til holdeplass, men det tar kortere tid å gå til en holdeplass som ligger utenfor tersklene.

5.1.4 Korrelasjonsanalysen

Det var nå klart for å se på korrelasjonen mellom tilgjengelighet og de økonomiske faktorene. For denne analysen ble statistikkprogrammet SPSS benyttet. Det ble valgt å gjennomføre en bivariat korrelasjonsanalyse. Dette er en statistisk metode som analyserer forholdet mellom to- og to variabler i et datasett (Rød, 2017). Det ble bestemt å benytte seg av Pearsons korrelasjonskoeffisient. Ved å bruke Pearsons korrelasjonskoeffisient kan man beregne graden og retningen av den lineære sammenhengen mellom variablene. Pearsons korrelasjonskoeffisient varierer mellom -1 og 1. En verdi på 1 indikerer en fullstendig positiv lineær sammenheng, mens -1 indikerer en fullstendig negativ lineær sammenheng (Rød, 2017). En verdi på 0 betyr at det ikke finnes noen lineær sammenheng mellom variablene.

Det ble gjennomført en «two-tailed» signifikans test. En "two-tailed" signifikans test undersøker om korrelasjonskoeffisienten er signifikant forskjellig fra null (Rød, 2017). Her tester man en hypotese om at det ikke er noen sammenheng mellom variablene. Resultatet av analysen vurderer om man har tilstrekkelig bevis til å avvise denne hypotesen. Dette avgjøres ved hjelp av p-verdien som genereres av signifikans testen.

Hvis p-verdien som beregnes er mindre enn et forhåndsbestemt signifikansnivå (I denne analysen 0,01), indikerer det at man har tilstrekkelig bevis til å avvise nullhypotesen. Dette betyr at korrelasjonskoeffisienten i prøven man har analysert er signifikant forskjellig fra null, og det er en reell sammenheng mellom variablene (Rød, 2017).

Hvis p-verdien er høyere enn signifikansnivået, har man ikke tilstrekkelig bevis til å avvise nullhypotesen. Dette betyr at man ikke kan konkludere med at det finnes en signifikant sammenheng mellom variablene basert på analysen man har utført (Rød, 2017).

Det er viktig å merke seg at en slik korrelasjonsanalyse utelukkende kan brukes for å se etter en sammenheng mellom variablene, og at dette ikke behøver å innebære noen årsakssammenheng. Korrelasjon mellom to variabler viser kun at de er relatert på en bestemt

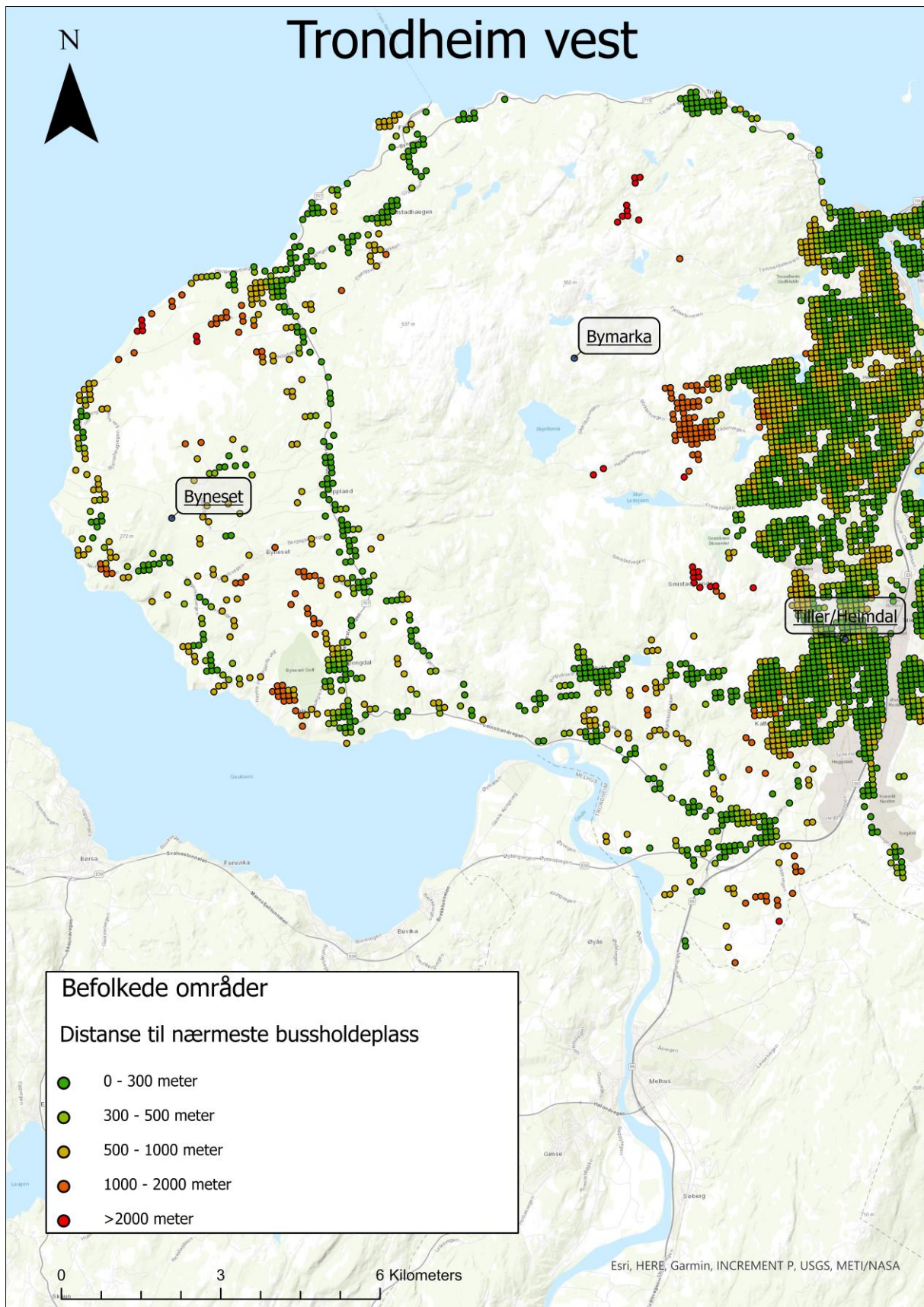
måte, uten at de nødvendigvis forårsaker noen endringer hos hverandre. Dette diskuteres nærmere i kapittel for resultater og diskusjon.

6 RESULTAT

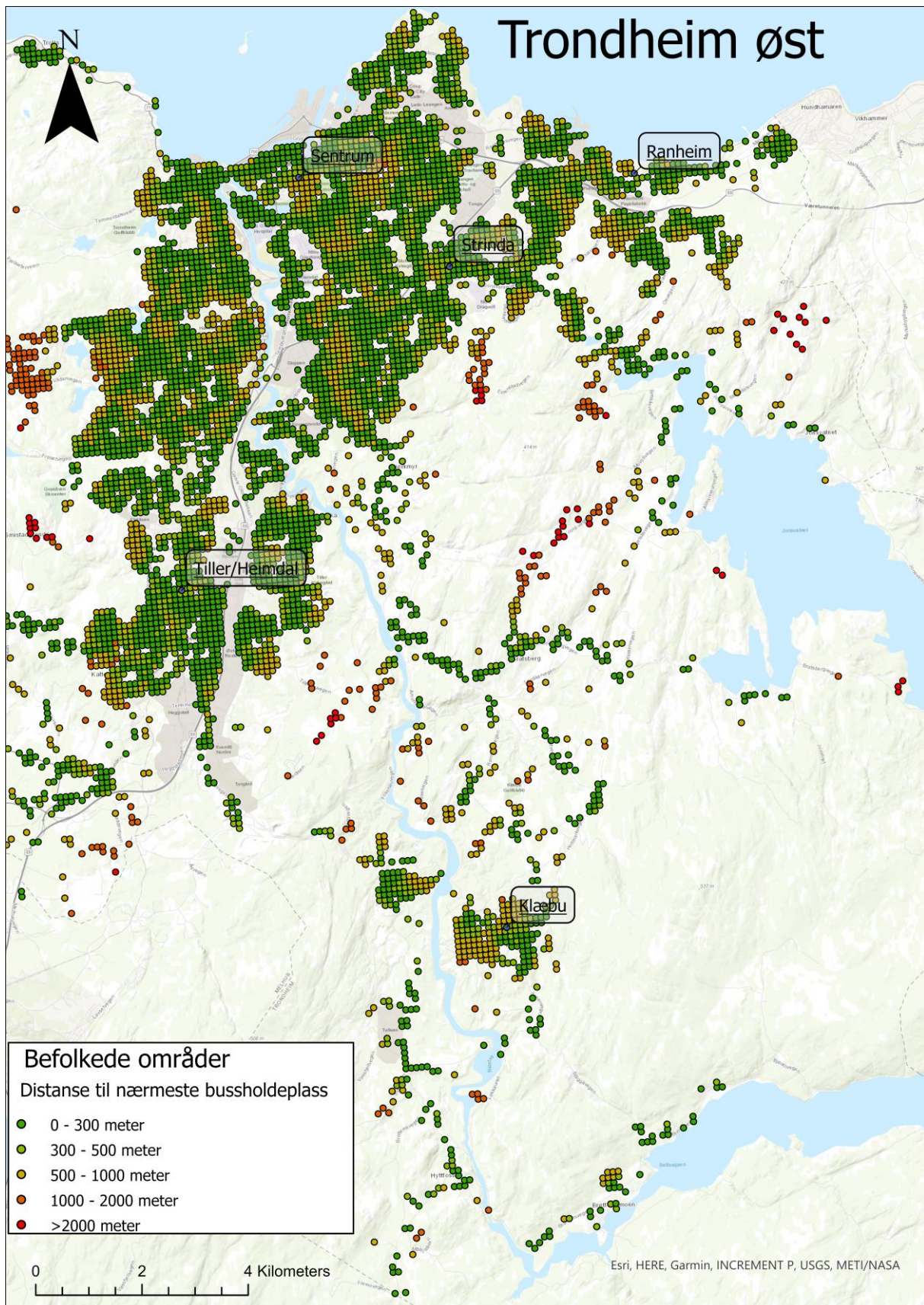
I dette kapitlet vil resultatene fra analysen presenteres. Dette gjøres både visuelt og med tekst.

6.1.1 Tilgjengelighet til kollektivsystemet

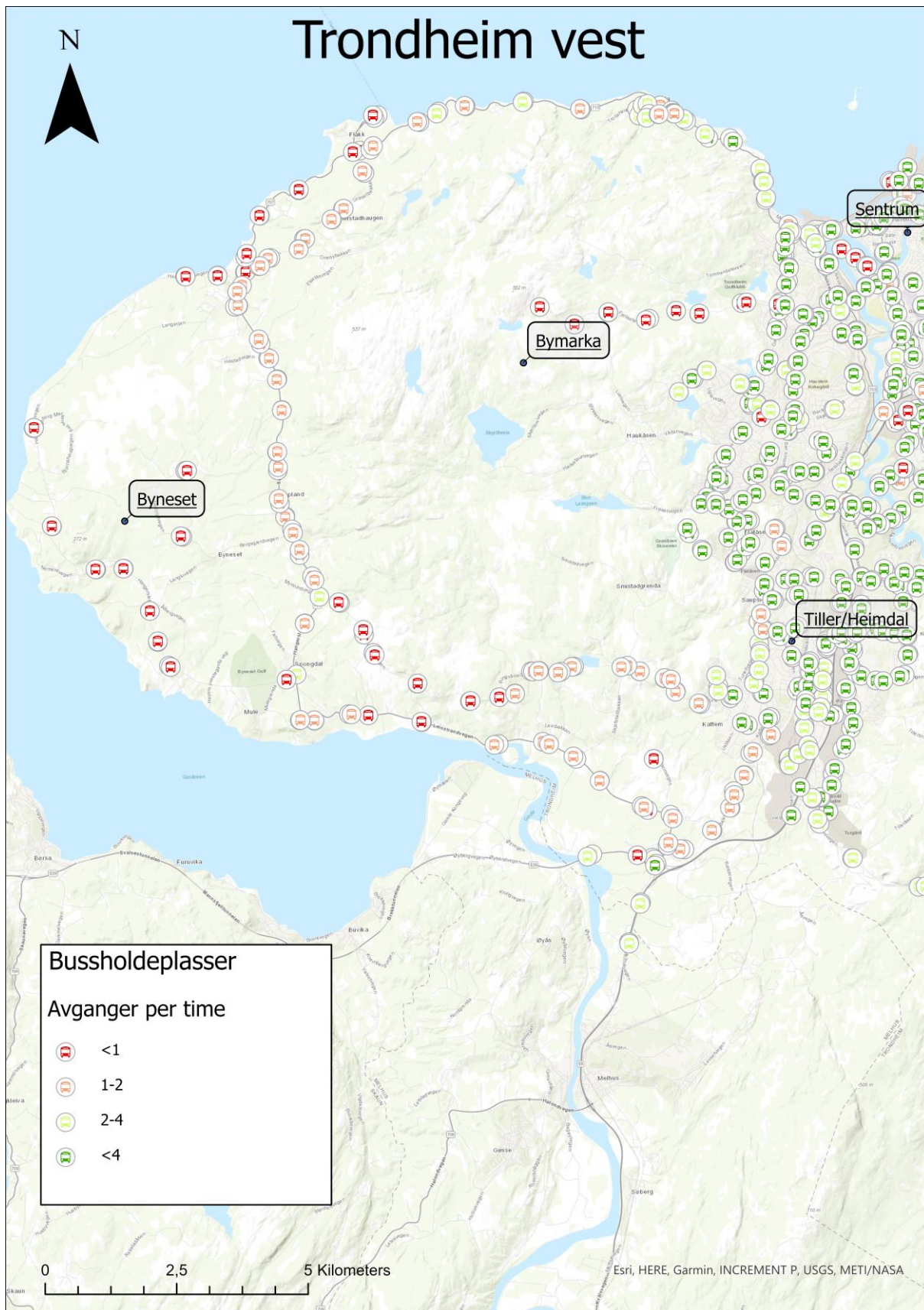
I den første analysen ble gangtid og distanse til nærmeste bussholdeplass, og frekvensen av avganger undersøkt. Disse ble så kombinert og gradert fra 1-5 (Svært god tilgang – Svært dårlig / ingen tilgang). Dette gir et teoretisk og geografisk bilde på befolkningens fysiske tilgang til kollektivtransporten. Det er verdt å notere at i arbeidet med denne analysen ble reisetid benyttet som kriteria når nærmeste holdeplass skulle finnes, og dataene er deretter klassifisert ved hjelp av en metode fra TØI som benytter distanse.



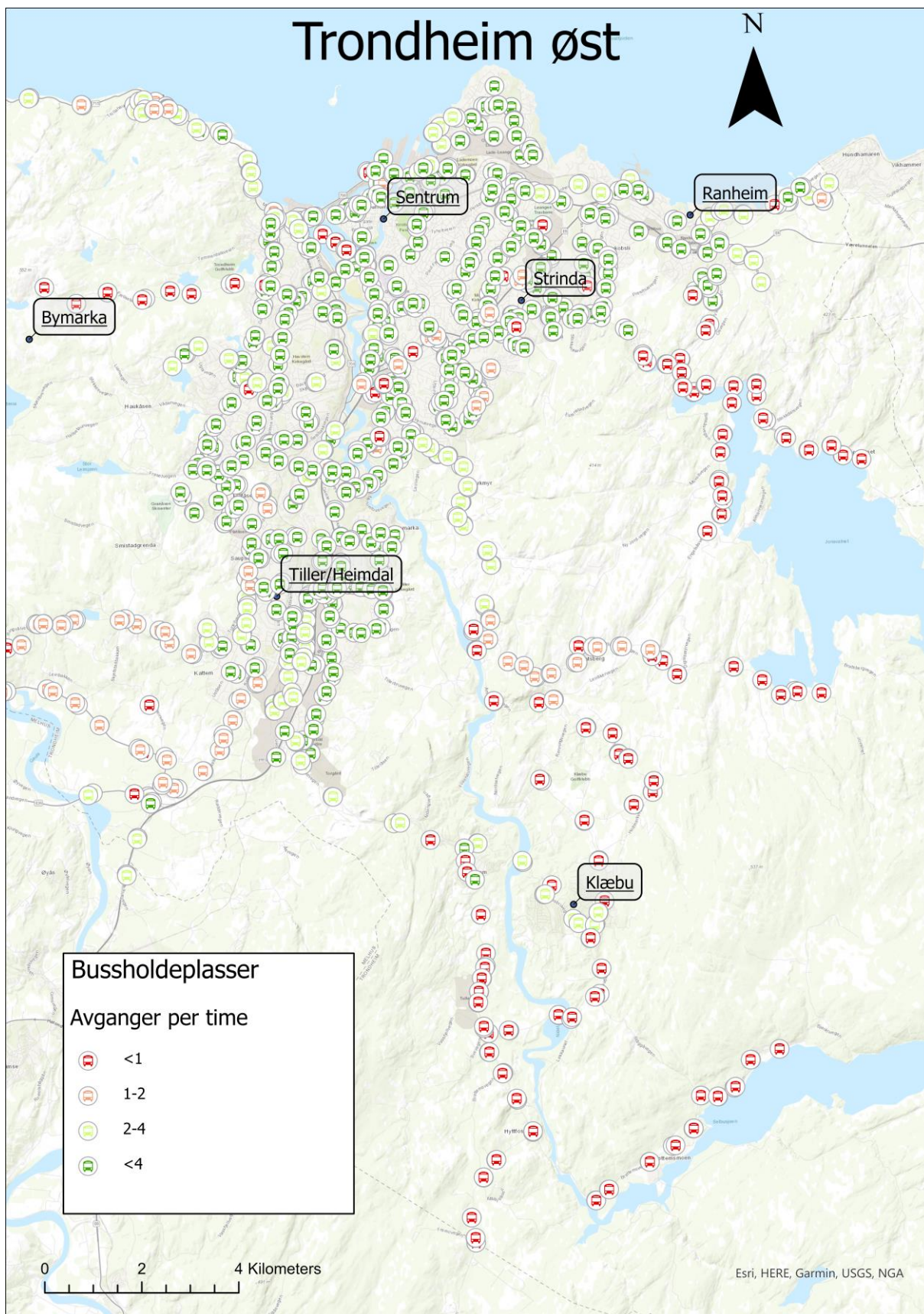
Figur 22: Kartet viser gangavstand fra hjem til nærmeste bussholdeplass. (Egenprodusert)



Figur 23: Kartet viser gangavstand fra hjem til nærmeste bussholdeplass. (Egenprodusert)



Figur 24: Oversikt over bussholdeplasser med mer enn 1 avgang i døgnet. (Egenprodusert)

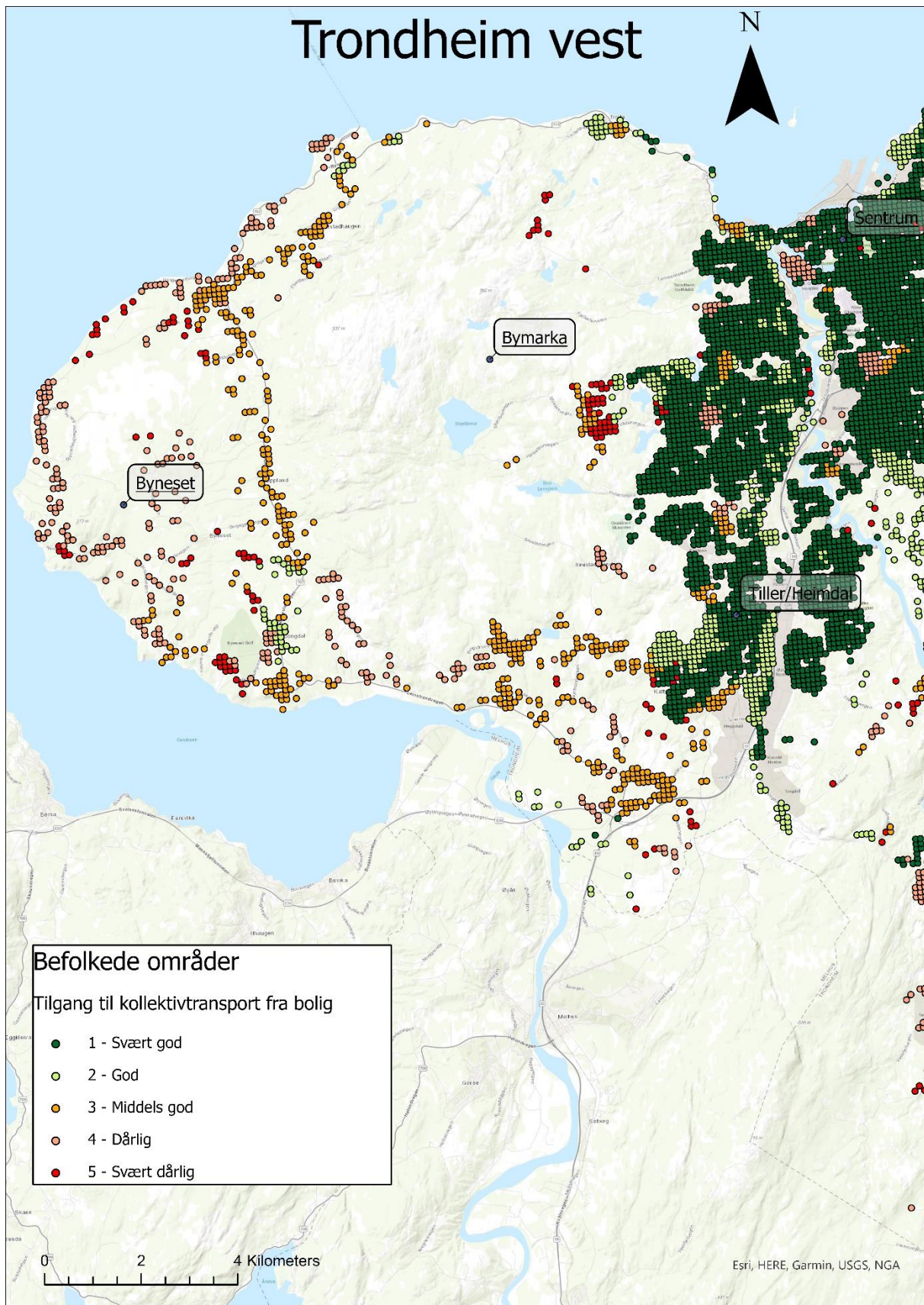


Figur 25: Oversikt over bussholdeplasser med mer enn 1 avgang i døgnet. (Egenprodusert)

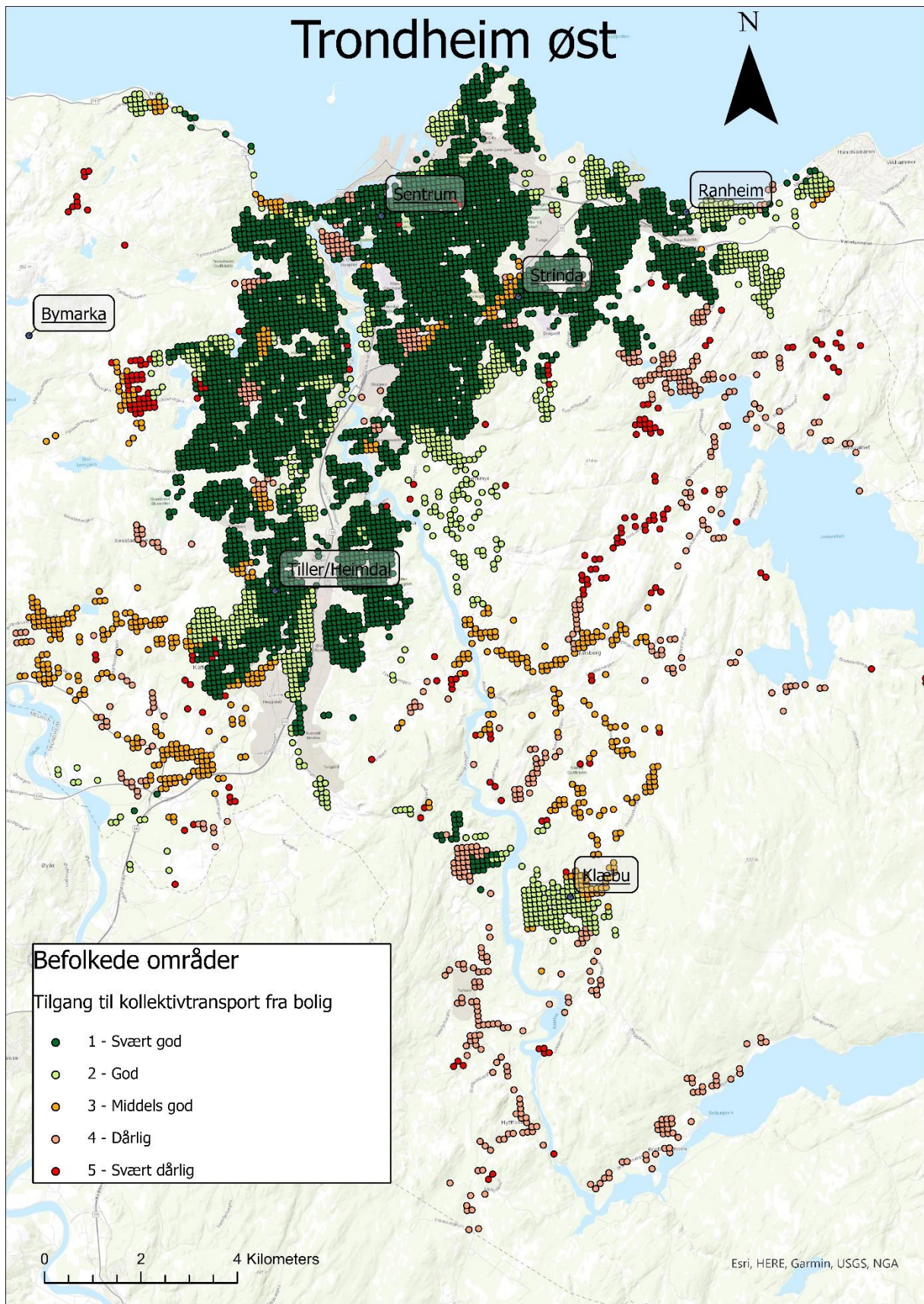
Ut ifra kartene kommer det tydelig frem at det er høyest frekvens av kollektivavganger i området mellom Tiller/Heimdal og sentrum, og videre ut mot Ranheim og Strinda. Dette gir mening da dette er områder hvor store deler av befolkningen i Trondheim bor (se figur 6)

Man kan også se av kartene at bussholdeplassene som ligger innenfor kollektivbuen har generelt høy frekvens av avganger. En annen interessant observasjon som kommer frem av kartene er at ut mot Klæbu, og sørover mot Melhus er det busstopp med relativt høy frekvens som skiller seg ut fra de andre stoppene i de samme områdene. Dette kan nok forklares ved at de inngår i pendlelinjer, og derfor har flere avganger i døgnet.

Resultatene vist i figurene 22-25 danner grunnlaget for beregning av tilgang til kollektivtransport. Befolkningens tilgang, basert på klassifiseringen brukt av TØI i den nasjonale reisevaneundersøkelsen (Hjørhol, 2014), kan sees i figur 26 & 27.



Figur 26: Figuren viser befolkningens tilgang til kollektivsystemet i Trondheim vest (egenprodusert).

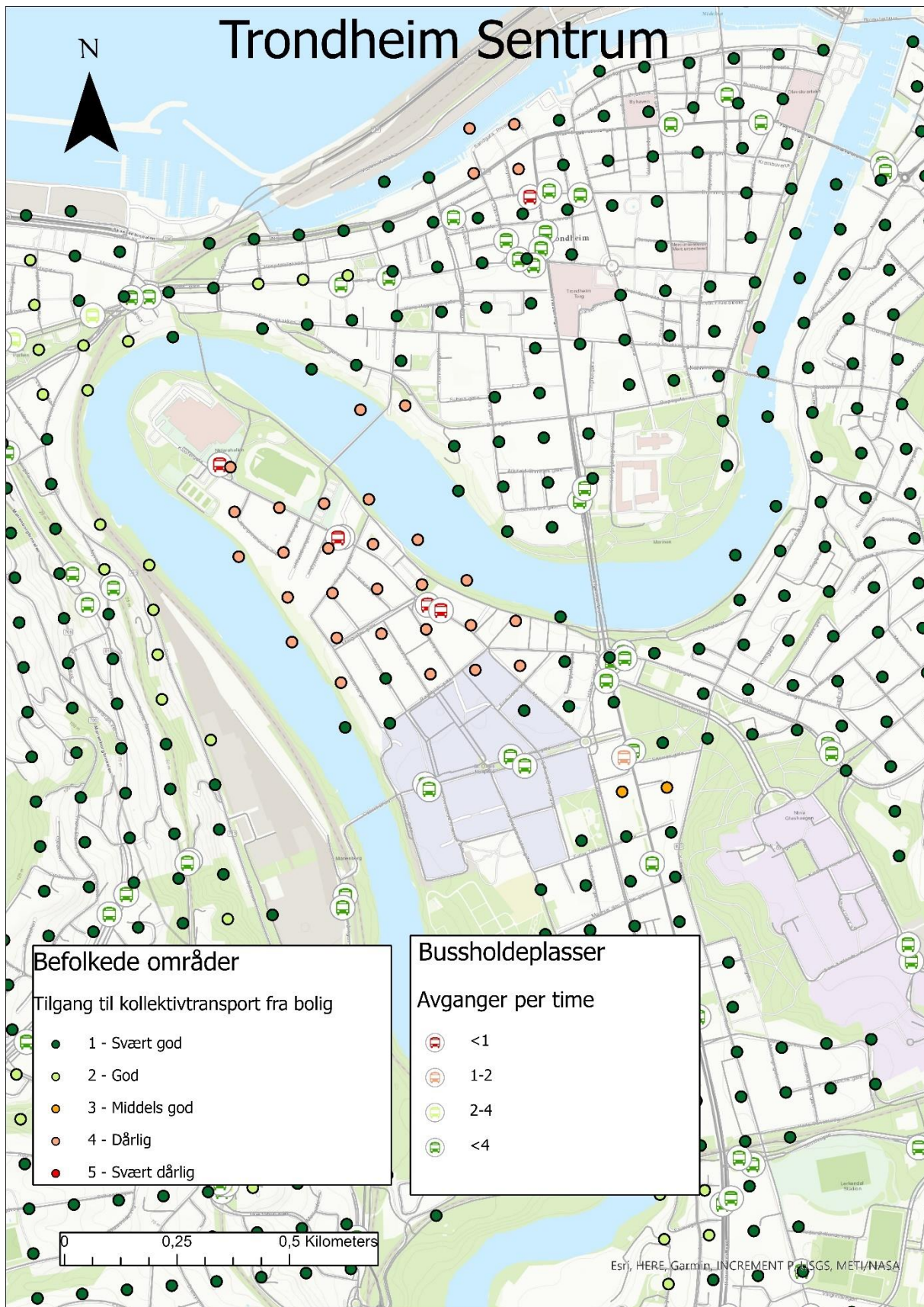


Figur 27: Figuren viser befolkningens tilgang til kollektivsystemet i Trondheim Øst (egenprodusert).

Kartene viser at store deler av befolkningen har middels-god eller bedre tilgjengelighet til kollektivtransporten. Man kan også se fra kartene at områdene nært sentrum, samt områdene rundt Klæbu og Ranheim har høy tilgjengelighet. Både Klæbu og Ranheim er områder utenfor sentrum, men med en relativ høy befolkningstetthet, og det gir derfor mening at det er kollektivforbindelser med relativ høy frekvens der. Det synes også igjennom kartene at det er en del bebodde områder på Byneset hvor tilgjengeligheten er lav.

En kan også umiddelbart se fra kartet at det er flere områder innenfor bykjernen som bare har middels god tilgjengelighet. Et godt eksempel er fra øya, som kan sees i figur 28. Selv om disse befolkningspunktene ligger innenfor en distanse på 1 kilometer til flere busstopp med veldig høy frekvens, har de havnet i en kategori hvor tilgjengeligheten klassifiseres som lav. Dette skyldes metoden som har blitt brukt, og er derfor en stor og gjennomgående feilkilde i oppgaven.

Når nærhet til busstopp har blitt undersøkt, har analysen tatt utgangspunkt i at befolkningen alltid velger det busstoppet som tar kortest tid å gå til, uavhengig om det ligger et busstopp med høyere frekvens like ved. Dette har resultert i at en del av befolkningen er kategorisert med en lavere tilgjengelighet til kollektivtransport enn de i realiteten har.



Figur 28: Figuren viser områder på Øya hvor befolkningen har fått tildelt lavere tilgjengelighet enn de i realiteten har (egenprodusert)

Nesten 80 prosent av befolkningen i kommunen er bosatt på områder hvor tilgang til kollektivtransporten klassifiseres som svært god. Hvordan befolkningen er fordelt på de ulike klassene kan sees i figur 29 & 30

Tilgjengelighet til kollektivtransport	Antall kvinner (med aldersinformasjon)	Antall menn (med aldersinformasjon)	Antall Totalt
Svært god	80 869	83 265	164 134
God	12 811	13 459	26 270
Middels god	5179	5 376	10 555
Dårlig	3760	4032	7792
Svært dårlig	603	645	1248

Figur 29: Oversikt over tilgjengelighet til kollektivtransport og kjønn (egenprodusert)

Tilgjengelighet til kollektivtransport	Prosent av totalt antall kvinner (avrundet)	Prosent av totalt antall menn (avrundet)
Svært god	79 %	78 %
God	12 %	12.6 %
Middels god	5 %	5 %
Dårlig	3%	4 %
Svært dårlig	0.5 %	0,6 %

Figur 30: Oversikt over tilgjengelighet til kollektivtransport. Prosentmessig fordeling (egenprodusert)

Som tabellene viser, er det liten forskjell på grad av tilgjengelighet for menn og kvinner. Det kan synes en minimal tendens til at menn har en prosentmessig lavere grad av tilgjengelighet til kollektivtransport. Som nevnt i metodekapittelet er dataene som er brukt i denne analysen behandlet, og gjort mer generaliserte med hensyn til personvern. Dette fører med seg at det å se veldig pirkete og gjøre beslutninger på små statistiske trender i dataene kan være problematisk.

6.1.2 Reisetider til sentrum

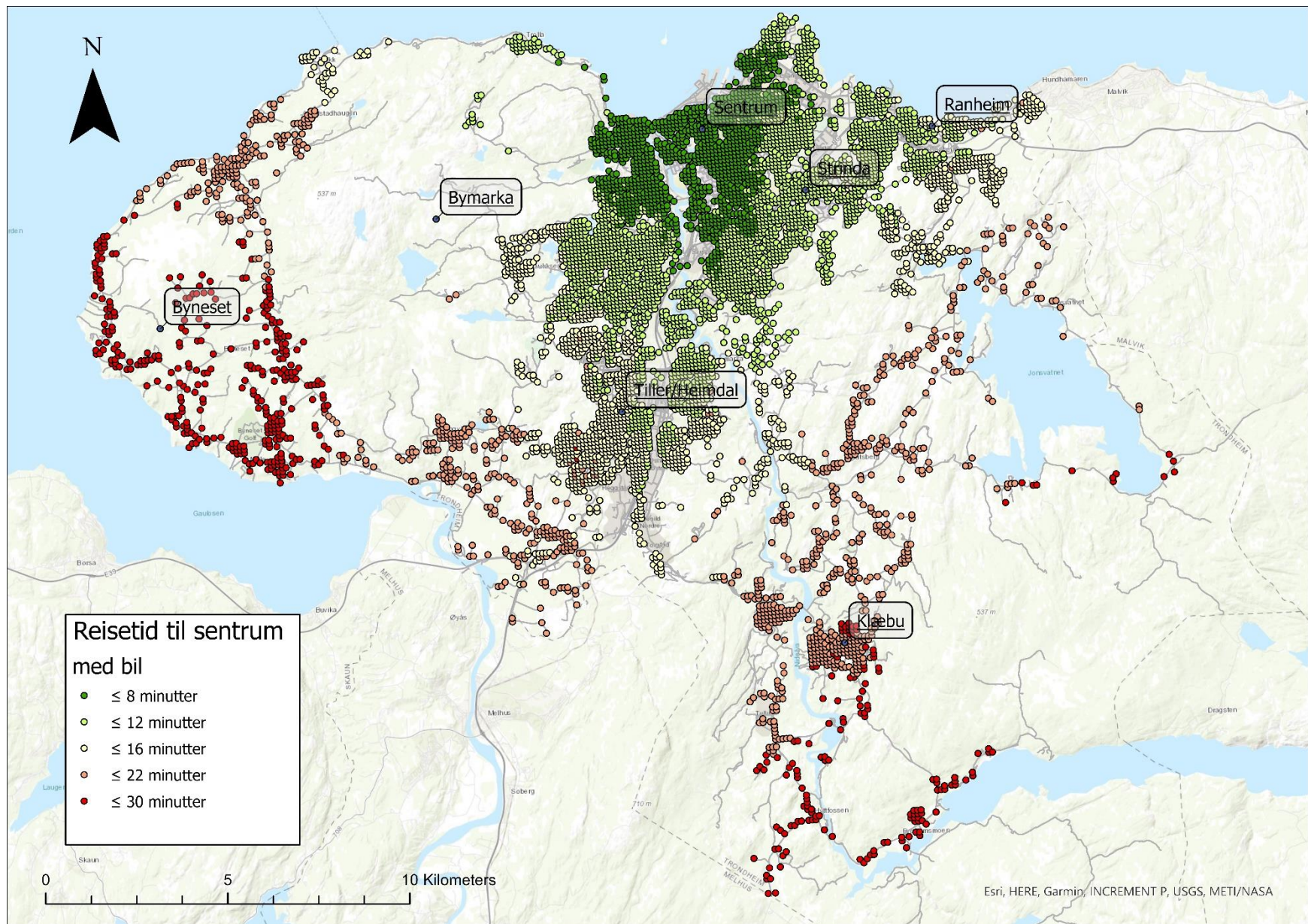
I denne analysen er det benyttet to nettverksdatasett, ett for kollektiv og et for bil. Når man ønsker å analysere reisetider med kollektiv, er man avhengig av å definere hvilket tidspunkt man gjør analysene for. I denne analysen er tidspunktet satt til tirsdag 10.mai, 08:00.

Først presenteres reisetidene for hvert respektive transportmiddel, og deretter presenteres de relative reisetidene.

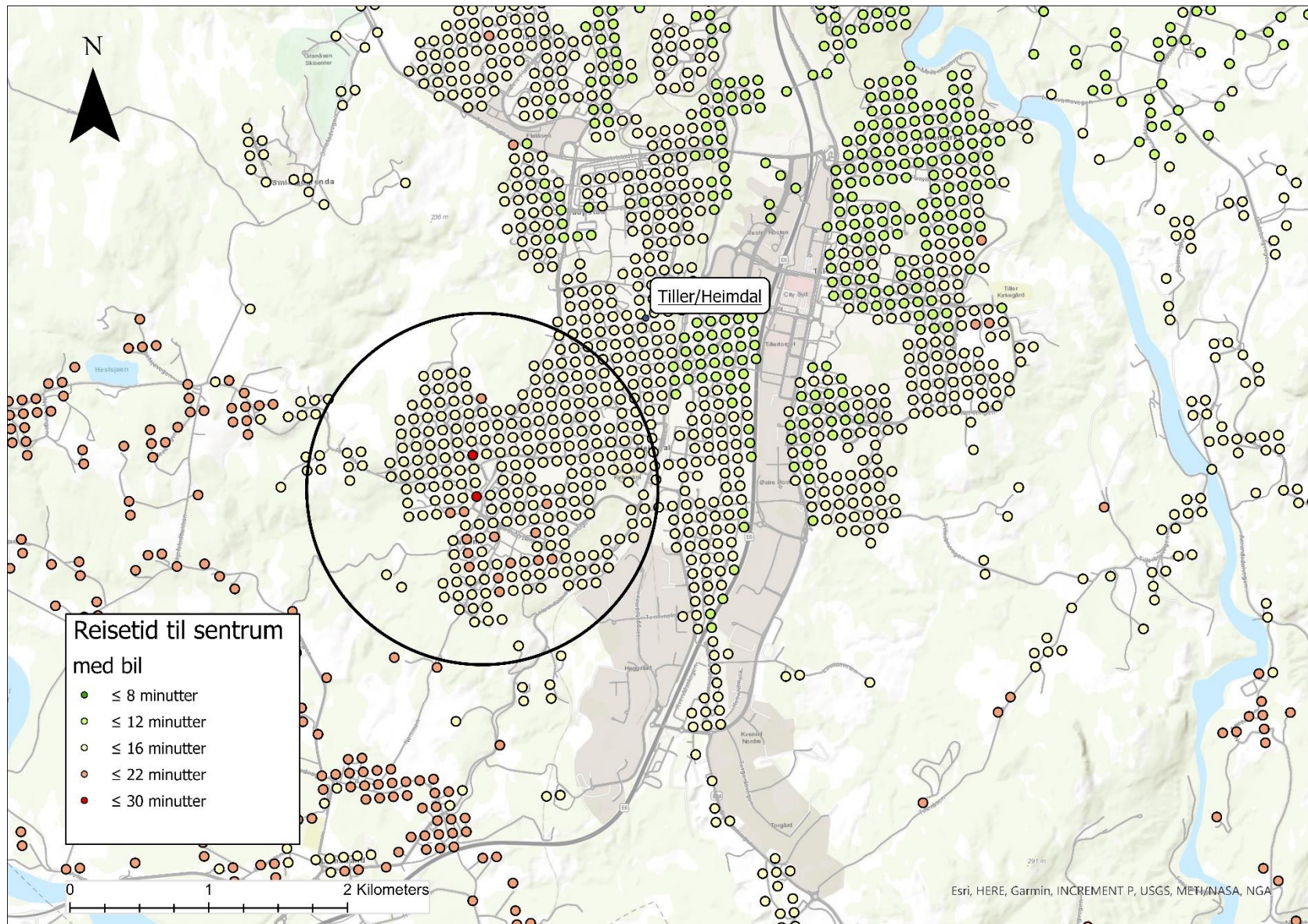
6.1.2.1 Reisetider med bil

Figur 31 viser tiden det tar for befolkningen å reise inn til sentrum med bil. Man kan se en naturlig tendens ved at befolkningen nært sentrum har en kortere reisetid. Det synes også at befolkningen som bor langs hovedvegene vest mot Byneset, sør mot Tiller og Øst mot Ranheim har en relativ lav reisetid, til tross for at de bor et stykke unna sentrum i distanse. Det er rimelig å anta at dette skyldes høyere fartsgrenser langs hovedvegene. Området med lengst reisetid inn til sentrum er punktene sør-øst for Klæbo. Befolkningsspunktet med høyest reisetid, hadde en reisetid på rett over 29 minutter.

Noen steder på kartet kan en se befolkningsspunkt som ligger i umiddelbar nærhet til hverandre, men hvor reisetiden med bil differensierer i stor grad. Dette skyldes sannsynligvis svakheter i bilnettverket som er brukt i analysen. I Figur 32 er det avmerket et område på Tiller hvor dette vises veldig godt.



Figur 31: Reisetid til sentrum med bil. (egenprodusert)

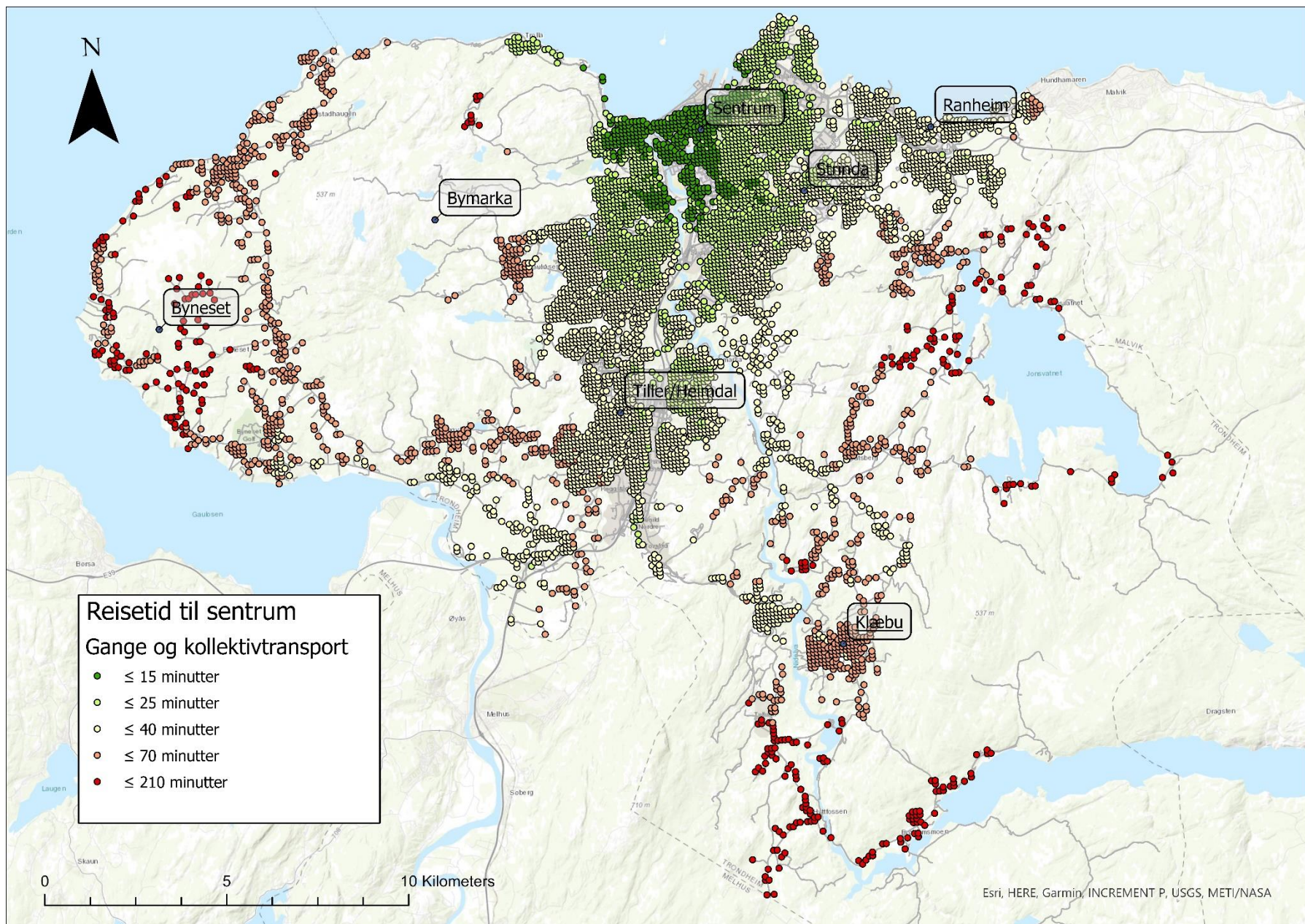


Figur 32: Figuren viser nabopunkter på Tiller med vesentlig forskjell i reisetid til sentrum med bil. (egenprodusert)

6.1.2.2 Reisetider med kollektiv og gange

Figur 33 viser befolkningens reisetider til sentrum med kollektiv og gange. Analysen er gjort med utgangspunkt i rutetilbudet en normal tirsdag kl 08.00. Det kommer frem av kartet at reisetidene er lavest i områdene som ligger nært sentrum. De lengste reisetidene finner man i utkanten av kommunen. Disse områdene ligger langt unna sentrum i distanse langs nettverket, samtidig som de har en lav frekvens av bussavganger (se figur 24 & 25). Områdene med lengst reisetid er øst for Jonsvannet og Sør-øst for Klæbu. Befolkningspunktet med lengste reisetid, har en total reisetid på hele 3,5 timer. Av den totale reisetiden på 3,5 timer er bare 30 minutter tilbrakt om bord på kollektivtransport.

I analysen er reisetid prioritert over valg av reisemiddel. Dette innebærer at dersom det er tidsbesparende å gå fremfor å vente på buss, tar analysen utgangspunkt i at den reisende velger å gå. I områder som ligger i eller nært sentrum vil dette være lite problematisk, da distansen som gjøres til fots ikke blir veldig lang. I tillegg har disse områdene høy frekvens av bussavganger slik at tid brukt til fots ikke blir veldig høy. Denne prioriteringen i analysemetoden påvirker spesielt resultatet for områdene langt unna sentrum med lav frekvens av kollektivavganger, slik som øst for Jonsvannet og sør-øst for Klæbu.



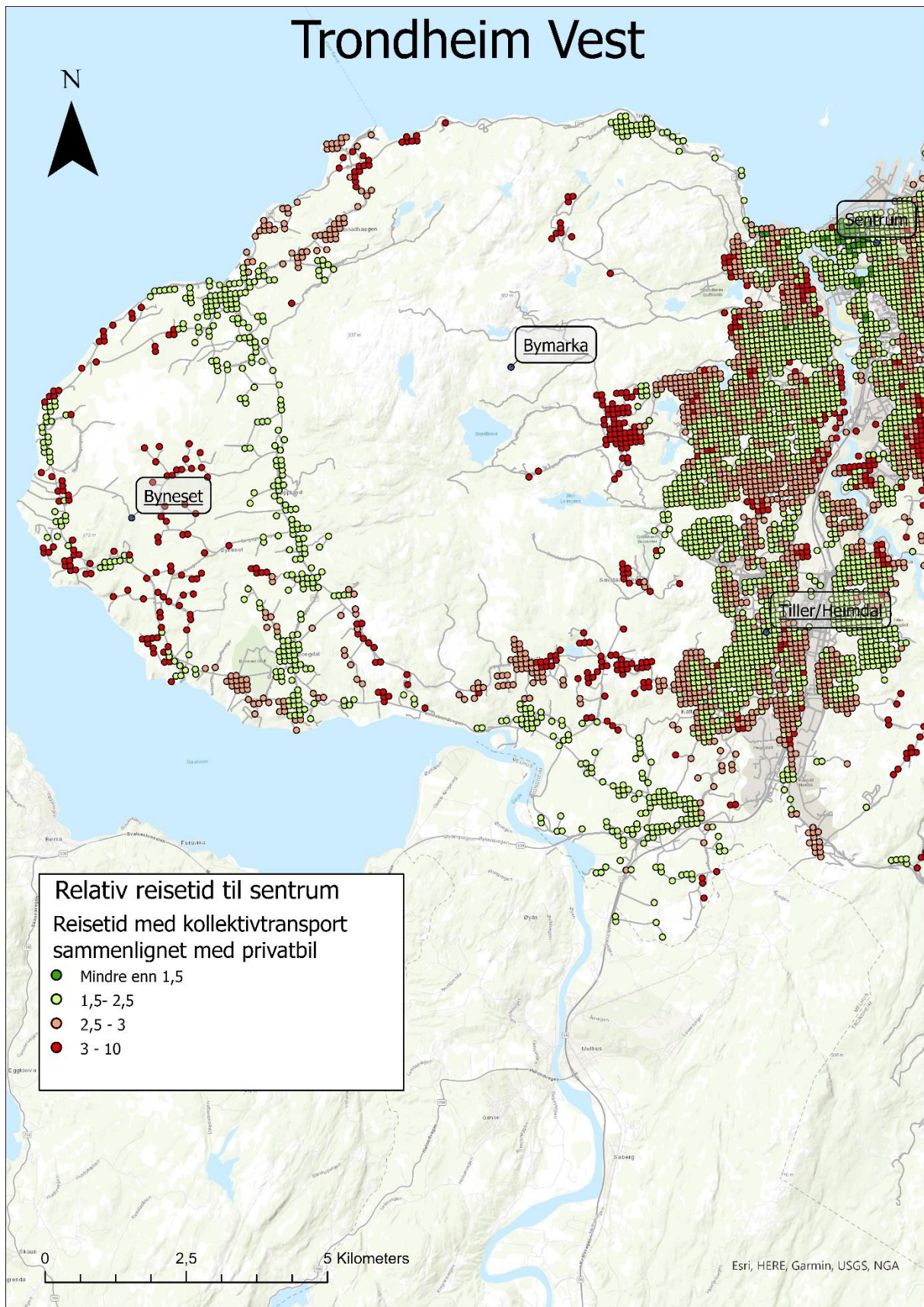
Figur 33: Reisetider til sentrum med gange og kollektiv, tirsdag 10.mai kl 08:00. (egenprodusert)

6.1.2.3 Relativ Reisetid til sentrum

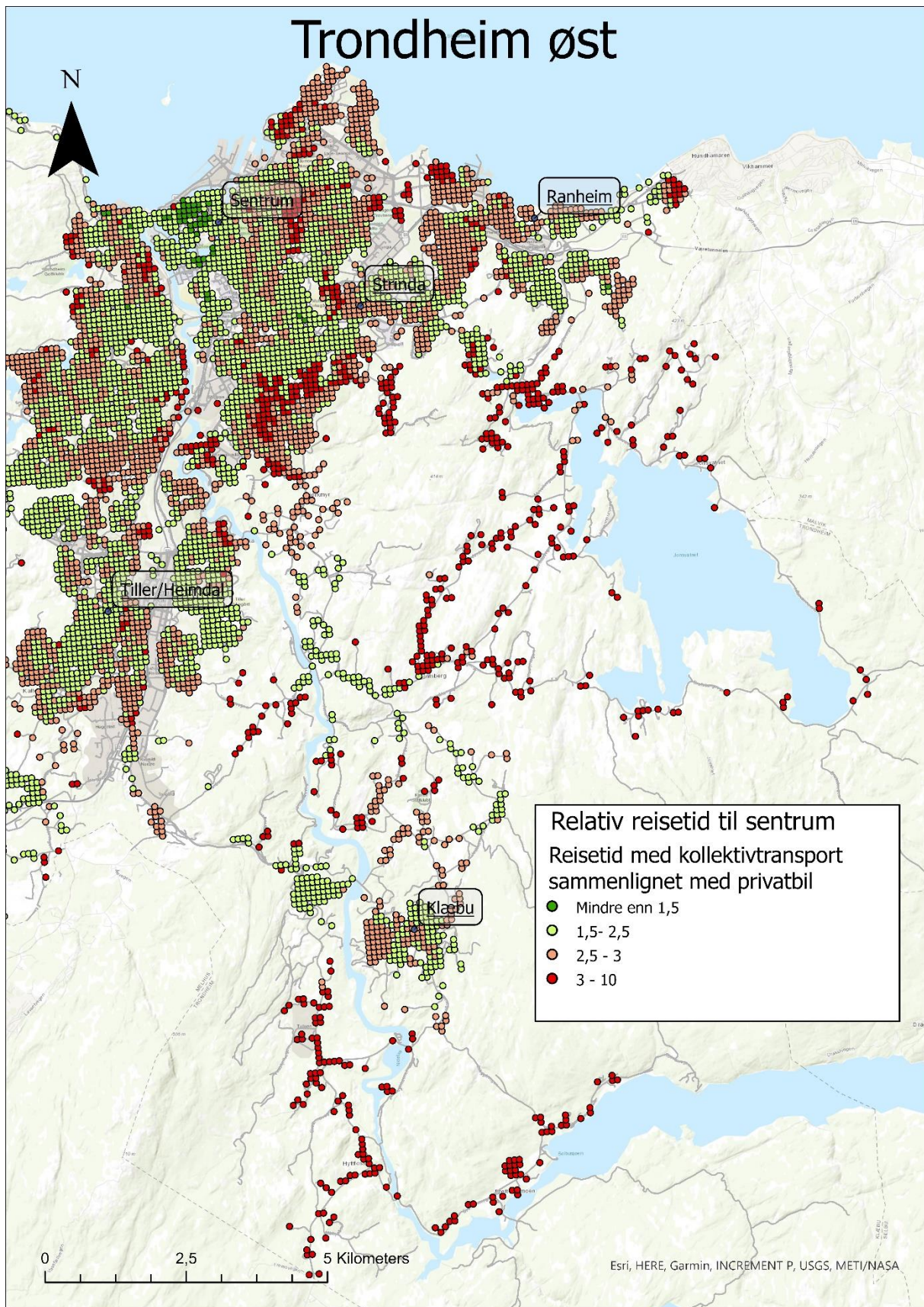
Med både reisetider for kollektiv og gange, samt bil, er det mulig å beregne den relative reisetiden. Figurene 34- 36 viser de relative reisetidene til befolkningen i Trondheim kommune. Det vises godt at sentrumsområdene har den laveste relative reisetiden. Det synes også at områder nært kollektivåre og busstopp med høy frekvens har en lav relativ reisetid sammenlignet med områdene som ligger et stykke unna kollektivtrafikken. For eksempel har områdene som ligger nært de lokale sentrum som Byneset-sør og Klæbu lavere reisetider enn områdene like utenfor.

Figur 36 viser de relative reisetidene i sentrale Trondheim. Det er relativt store lokale forskjeller, der noen fremstår som mer naturlige enn andre. Dette kan dels forklares igjennom tegnforklaringen som er brukt. Reisetidene er delt inn i klasser med ulik størrelse på intervallene. Forskjellen mellom beste og dårligste klassifisering er på 1,6, samtidig som den klassifiseringen med høyest reisetid har et intervall på 7. Dette fører med seg at områder som i realiteten ikke har veldig stor forskjell i relativ reisetid, allikevel havner innenfor ulike klassifiseringer. Som nevnt i teoridelen kan kanteffekter oppstå når en velger terskelverdier i GIS-analyser (Levinson & King, 2020), og dette kartet er et godt eksempel på nettopp dette. En annen grunn til de store forskjellene i relativ reisetid skyldes at det kun er brukt ett tidspunkt som utgangspunkt i beregningen for reisetider med kollektiv.

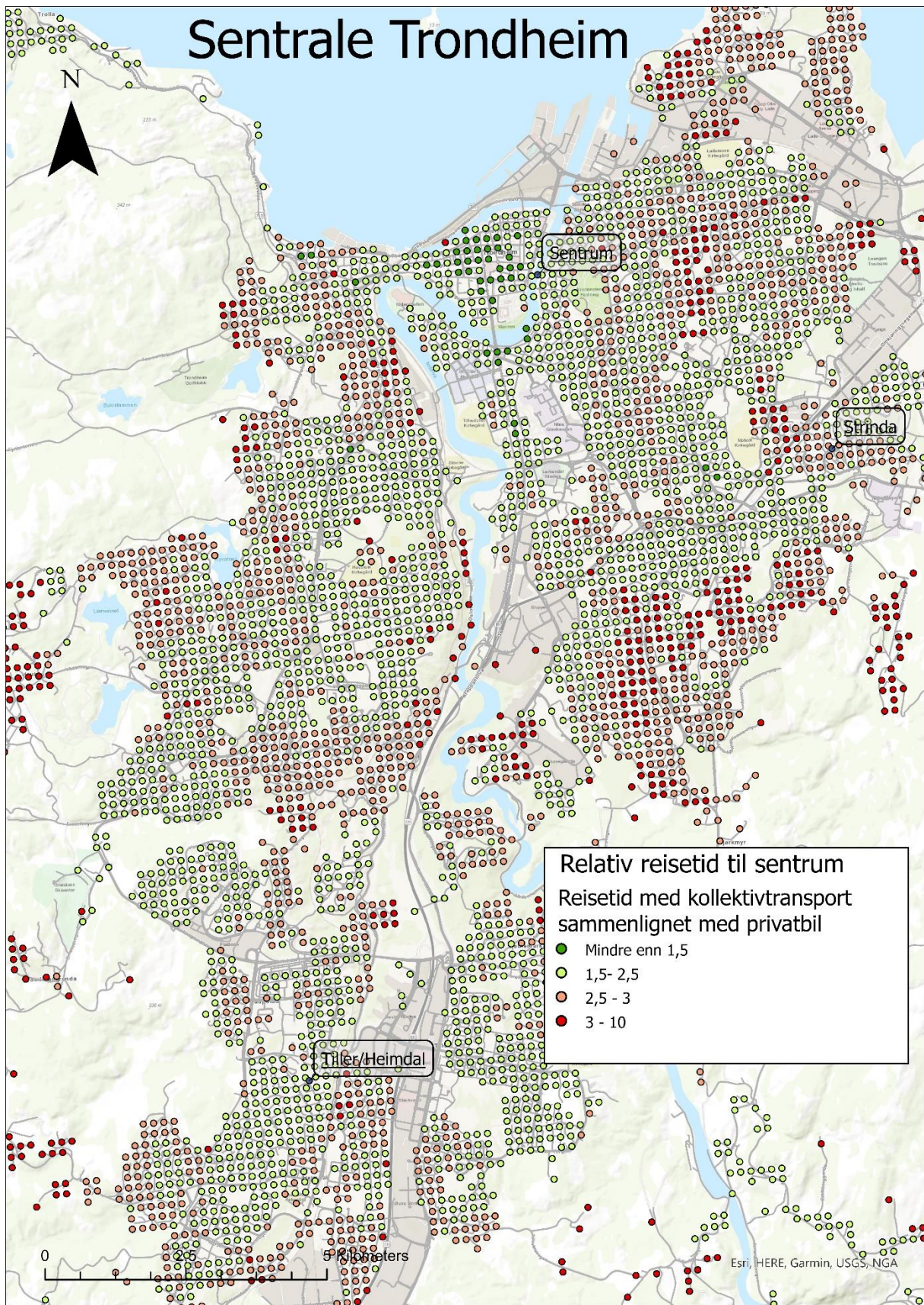
Som tidligere nevnt, er det optimalt å benytte flere avreisetidspunkt (Walker, 2012). Både fordi det gir et bedre bilde av hvordan det er å reise på ulike tidspunkt på dagen, men også fordi avganger kan være konsentrert rundt enkelte klokkeslett, slik som hel og halv. Dette kan ha gitt utslag på resultatet og gitt større lokale forskjeller enn det man i realiteten har.



Figur 34: Relativ reisetid til Trondheim sentrum. Trondheim vest. (egenprodusert)



Figur 35: Relativ reisetid til Trondheim sentrum. Trondheim øst. (egenprodusert)



Figur 36: Relativ reisetid til Trondheim sentrum. Sentrale Trondheim. (egenprodusert)

6.1.3 Korrelasjon mellom tilgjengelighet til og med kollektivtransport og økonomiske forhold

Et mål med denne oppgaven var å undersøke om det var noen sammenheng mellom befolkningens tilgjengelighet, og deres økonomiske situasjon. Resultatene fra analysene i GIS danner grunnlaget for en korrelasjonsanalyse som ser på den parvise korrelasjonen mellom tilgjengelighet og inntekt og formue. Figur 37 viser de parvise korrelasjonene mellom de forskjellige variablene. Der korrelasjonene er signifikante (p-verdi under 0,001) er korrelasjonskoeffisienten markert med to stjerner (**). Som figuren viser, ble det ikke funnet en signifikant korrelasjon mellom relativ reisetid og økonomiske faktorer. Det ble derimot funnet signifikante korrelasjoner mellom formue og tilgjengelighet til kollektivtransport, og inntekt og tilgjengelighet til kollektivtransport. Korrelasjonskoeffisientene mellom tilgjengelighet til kollektiv transport og formue og inntekt, er begge negative. Ettersom klassifiseringsmetoden for tilgjengelighet til kollektivtransport rangerer god tilgjengelighet som 1 og dårlig som 5, betyr de negative korrelasjonskoeffisientene at det er en trend i dataen som tilsier at god tilgjengelighet er korrelert med høyere formue og høyere inntekt.

I figur 37 ser man også at det er signifikante korrelasjoner mellom formue og inntekt og reisetider til sentrum med bil og kollektiv. Ettersom det i denne sammenhengen kun har blitt undersøkt reisetid til sentrum, er det begrenset hvor interessante disse korrelasjonene er. De forteller nok mer om sammenhengen mellom det å bo nært sentrum og økonomi, enn de sier noe om tilgjengelighet og økonomi. Dette tas opp videre i diskusjonskapitlet.

		Gjennomsnittlig formue	Gjennomsnittlig inntekt
Distanse til nærmeste busstopp	Perasons korrelasjon	0,075**	0,089**
	Signifikansnivå (P-verdi)	<0,001	<0,001
Frekvens av bussavganger (i timen)	Perasons korrelasjon	0,014	-0,132**
	Signifikansnivå (P-verdi)	0,236	<0,001
Tilgjengelighet til kollektiv (TØI-klassifisering)	Perasons korrelasjon	-0,063**	-0,094**
	Signifikansnivå (P-verdi)	<0,001	<0,001
Reisetid til sentrum med bil	Perasons korrelasjon	-0,184**	-0,079**
	Signifikansnivå (P-verdi)	<0,001	<0,001
Reisetid til sentrum med kollektiv	Perasons korrelasjon	-0,126**	-0,081**
	Signifikansnivå (P-verdi)	<0,001	<0,001
Relativ reisetid	Perasons korrelasjon	0,022	0,007
	Signifikansnivå (P-verdi)	0,069	0,539

Figur 37: Korrelasjon mellom de økonomiske variablene i datasettet og variablene fra GIS-analysene (egenprodusert)

7 DISKUSJON

Metodene som er brukt, og resultatene fra analysene er nå presentert. I dette kapitlet skal det drøftes om resultatene og metodene er gode nok til å kunne svare på forskningsspørsmålene som er satt. Det vil også bli skrevet om hva som kunne blitt gjort annerledes, samt hvordan de ulike valgene i metoden kan ha påvirket resultatene.

7.1.1 Tilgjengelighet til kollektivtransport

Det er mange faktorer som spiller inn når en ønsker å se på tilgjengeligheten til kollektivtransport. I denne oppgaven har fokuset ligget på rent romlige og fysiske forhold som distanse og tidsbruk til holdeplass, samt frekvens og tidspunkt av avganger. Geur & van Wee (2004) nevner 4 forskjellige dimensjoner når en skal undersøke tilgjengelighet. Metoden som er brukt for å undersøke tilgjengelighet til kollektivtransport ligger under Geurs & van Wee sin kategori «lokalitetsbaserte mål» ettersom den har både romlige og tidsaspekter. Den ser ikke på faktorer som reisekostnader, bekvemmelighet og sammenkoblingen i rutestrukturen. Det gjør at metoden blir veldig endimensjonal. Det er urimelig å anta at det eneste som påvirker tilgjengelighet til kollektivsystemet er fysisk avstand og hyppighet på avganger. Økonomi er en faktor som påvirker om folk benytter kollektiv eller ikke. Er det veldig dyrt å benytte seg av kollektivtilbudet, vil det bli utilgjengelig for en del av brukerne, samt andre brukere kan velge å bruke bil fordi prisforskjellen er lav. Metoden tar heller ikke for seg hvor enkelt det er å kjøpe billett eller hente informasjon om rutetabeller og rutetilbud. Dersom billettering og informasjon bare er tilgjengelig digitalt, kan dette påvirke tilgjengeligheten til personer med lav digital kompetanse.

Det er ikke undersøkt om det er trygge gang og sykkelforbindelser til holdeplassene, og holdeplassenes utforming er heller ikke med som et vurderingskriterie. At kollektivsystemet oppleves som ryddig, trygt og sikkert er en del av kravet som handler om at kollektivsystemet respekterer brukerne (Walker, 2012). Priya Uteng (2019) nevner blant annet at belysning, folkemengder, og tilstedeværelse av vakter/vektene sørger for at holdeplasser oppleves som tryggere, og dermed øker attraktiviteten for å bruke kollektivsystemet. Disse forholdene kunne med fordel ha blitt tatt med i vurderingen når tilgjengelighet til kollektiv ble kartlagt. Dette er derfor en svakhet med metoden.

En annen begrensning er at resultatet baserer seg ene og alene på frekvensen av avganger fra busstoppet som ligger nærmest. Dette kan gi et feil bilde på den faktiske tilgjengeligheten

ettersom befolkningen ikke bare benytter det busstoppet som ligger nærmest, men velger holdeplassen med avgangene og rutetilbudet som passer dem.

Resultatet burde derfor sees på som et utgangspunkt, og gir en oversikt over den rent fysiske tilgjengeligheten til befolkningen. Resultatet kan brukes som et godt redskap for å undersøke hvilke områder som har god og dårlig dekning med holdeplasser, samt hvilke områder som potensielt sett burde forbedres. Som nevnt i teorien er distansen fra hjem til holdeplass, samt fra holdeplass til destinasjon, noe av det mest avgjørende når det kommer til reisemiddelvalg befolkningen (EEA, 2019) og basert på dette vil resultatet være veldig brukbart i form av at det er kartlagt hvor lang tid det tar å gå til kollektivholdeplass fra hjemmene til befolkningen. Resultatet burde likevel ikke sees på som en faktisk kartlegging av tilgjengelighet til kollektivsystemet, ettersom det ikke tar hensyn til de andre faktorene og dimensjonene som hører med tilgjengelighet.

7.1.2 Tilgjengelighet med kollektivtransport

Når tilgjengelighet med kollektivsystemet har blitt beregnet, er det kun reisetid til sentrum som har blitt undersøkt. Det er diskutert hvor mye dette egentlig sier om tilgjengeligheten til befolkningen. Litmans (2018) beskrivelse av tilgjengelighet, definerer begrepet som potensialet for å nå aktuelle destinasjoner, aktiviteter, tjenester og varer, samlet kalt muligheter. Det er rimelig å anta at sentrum tilbyr alle disse mulighetene, men det er samtidig urimelig å anta at enhver innbygger i kommunen må reise helt inn til sentrum for å nå disse. Det er flere lokalsentre i Trondheim, og de aller fleste innbyggerne har muligheter og daglige behov som kan oppnås ved å besøke andre områder enn sentrum. Dagligvarebutikker, helsetjenester, skoler, barnehager og arbeidsplasser er spredt rundt i hele kommunen, og det er derfor ikke riktig at befolkningen vil reise helt inn til sentrum for å benytte seg av disse. Dette er det sett bort i fra i denne oppgaven, og det medfører at resultatet i stor grad bare viser mobilitets aspektet ved tilgjengelighet, og ser helt bort i fra geografisk nærhet. Litman (2018) ser på geografisk nærhet som en viktig faktor i tilgjengelighetsbegrepet, og begrepet omhandler at man ser på hvordan tjenestene er plassert, og hvor tilgjengelig disse er basert på deres plassering og befolkningens bosteder. En alternativ metode kunne derfor ha vært å se på de relative reisetidene befolkningen har for å nå de ulike mulighetene, som skole, barnehage, dagligvarebutikker, arbeid og helsetjenester. Det er likevel informativt å se på de relative reisetidene inn til sentrum, ettersom det er et naturlig reisemål med høy konsentrasjon av arbeidsplasser og muligheter, og burde være tilgjengelig for hele befolkningen uavhengig av bosted.

Som nevnt i teorien er sammenkoblingen til kollektivsystemet et viktig element når en skal vurdere tilgjengeligheten og attraktiviteten til et kollektivtilbud. Både fordi det gir frihet til brukerne, er tidsbesparende, og det sørger for at folk kan reise dit de faktisk vil (Litman, 2018 & Walker, 2012). Denne analysen ser bare på reisetiden det tar å komme seg til sentrum, og tar ikke for seg i hvor stor grad befolkningen er avhengig av å bytte, gå, eller vente på reisen. Figur 8 viser den avskrekkende effekten disse elementene kan ha, og at disse elementene ikke er tatt hensyn til svekker resultatet.

En annen faktor som påvirker resultatet, er at det kun har blitt benyttet et tidspunkt når reisetider med kollektiv ble beregnet. Walker (2012) påpeker at det er viktig å benytte flere tidspunkt ettersom avganger og rutestrukturer varierer fra ulike tidspunkt på dagen, og gjerne er konsentrert rundt ulike klokkeslett. Ettersom det kun beregnes reisetider for tirsdager klokken 08:00, får man veldig spesifikke resultater, som egentlig bare er aktuelle for det gitte tidspunktet. Ett scenario som beskriver dette godt, vil kunne være at det i utkanten av kommunen kun går en buss inn til sentrum, og denne går 08:05. Dersom en innbygger bor innenfor en gå distanse på 5 minutter til holdeplassen, vil han oppnå en god relativ reisetid. Dersom en innbygger bor innenfor en gå distanse på 6 minutter til holdeplassen, vil reisetiden med kollektiv bli mye lengre, og den relative reisetiden større. Dersom denne innbyggeren ønsket å reise kollektivt, er det rimelig å anta at en ville startet reisen sin litt før 8, slik at en rekker bussen som går klokken 08:05. Denne kanteffekten oppstår ettersom jeg kun har beregnet reisetider for et tidspunkt, og optimalt sett burde det ha blitt benyttet flere avreisetidspunkt, og gjort en gjennomsnittlig tidsberegning.

I metoden er reisetidene med bil beregnet med en måte der 2,5 minutter er lagt til for tiden det tar å parkere, og farten er beregnet med fartsgrenser som utgangspunkt. Resultatet tar derfor ikke hensyn til tid man bruker i kø og tid man bruker ved rødt lys. Tiden det tar å finne parkering vil ofte også overstige 2,5 minutter. Alt dette gjør at reisetidene med bil sannsynligvis er lavere i resultatene enn de er i virkeligheten. Dette resulterer videre i at noen områder får en høyere relativ reisetid enn de egentlig har. Engebretsen (2012) trekker også frem at det ikke bare er relativ reisetid som påvirker tilgjengelighet, og valg av reisemiddel. For eksempel har parkeringsavgift, bompriser og pris på kollektivbilletter stor påvirkning på folks valg av reisemiddel. Dette er i denne oppgaven sett helt bort i fra.

Med bakgrunn i dette er det viktig at resultatene ikke sees på som en fasit, men heller en pekepinn på tilgjengelighet, i form av hvordan reisetidene inn til sentrum er i ulike deler av

Trondheim. Hva som påvirker tilgjengeligheten er veldig komplekst, og derfor er det vanskelig i en oppgave av dette omfanget å skulle gjøre en fullstendig kartlegging av tilgjengeligheten med kollektivtransport der alle faktorer er med i beregningen. Resultatene viser relative reisetider, som er en del av det, men det er viktig å huske alle de andre faktorene og elementene.

7.1.3 Korrelasjon mellom tilgjengelighet og formue og inntekt

Grunnen til at dette forskningsspørsmålet ble formulert, var at jeg ønsket å se om det var forskjell i tilgjengeligheten for personer med lav og høy inntekt og formue. Det er diskutabelt hvor mye disse resultatene egentlig sier om sammenhengen mellom tilgjengelighet og økonomi, da mange av de målbare faktorene for tilgjengelighet som er benyttet i stor grad er basert på romlige forhold. Som tidligere nevnt er det ikke undersøkt hva det koster for billett, hva det koster for parkering, eller hvem i befolkningen som har andre transportmåter enn kollektiv. Selv om det er en korrelasjon mellom tilgang til kollektivsystemet og formue og inntekt i denne oppgaven, kan jeg ikke si at disse faktorene har noe med hverandre å gjøre. Det er bare en trend i dataene som sier at områder med høyere gjennomsnittlig formue eller inntekt, har lavere distanse til holdeplasser med høy frekvens. Dette kan like godt skyldes at folk med høy formue eller inntekt bor i sentrumsnære områder, og derfor har bedre tilgjengelighet.

Dette forskningsspørsmålet ble inkludert fordi det var ønskelig å se på om kollektivtilbudet var rettferdig og tilgjengelig for alle innbyggerne uavhengig av økonomisk status. Etter hvert som jeg har jobbet med oppgaven og har fått satt meg mer inn i temaet, har jeg erfart at det er veldig lite som kan trekkes ut og konkluderes med etter denne statistiske analysen. Det er utrolig mange faktorer som påvirker tilgjengelighet, og denne analysen er alt for enkel til å kunne trekkes noen konklusjon av. I tillegg har jeg forstått at mine statistiske kunnskaper er begrenset, og det er derfor kun gjennomført en simpel regresjonsanalyse uten noen form for bruk av kontrollvariabler og lignende.

Som tidligere nevnt er variablene i det demografiske datasettet generaliserte, slik at å se veldig detaljert på disse vil kunne være en feilkilde. I tillegg er det blitt benyttet gjennomsnittsverdier for inntekt og formue, og det er derfor sjans for at noen områder der et fåtall av befolkningen har veldig mye penger, trekker opp resten av området.

8 KONKLUSJON

Dette kapitelet svarer på forskningsspørsmålene og den overordnede problemstillingen i masteroppgaven. Det er også inkludert forslag til videre arbeid.

1) Hvilke områder i Trondheim har god og dårlig tilgjengelighet til kollektivtransporten

Det er veldig mange faktorer som spiller inn når en skal måle tilgjengelighet til kollektivtransport. I denne oppgaven har det blitt benyttet en målemetode som baserer seg på TØI's metode fra nasjonale reisevaneundersøkelser. Figur 26 & 27 viser de bebodde områdene i Trondheim, og hvor god tilgjengelighet de har til kollektivsystemet.

2) Hvilken forskjell er det i reisetid til sentrum mellom bil og kollektivtransport i Trondheim kommune

Den relative reisetiden til sentrum vises i figurene 34 - 36. Dette forskningsspørsmålet ble valgt da det viser tilgjengelighet til sentrum uavhengig av plassering. Dersom et område ligger langt unna sentrum, men har høy frekvens av kollektivavganger, vil man se at området har god tilgjengelighet til sentrum, til tross for det ligger et stykke unna i avstand. Resultatet viser ganske høye relative reisetider, som i noen grad kan forklares gjennom valget av metode.

3) Er det en korrelasjon mellom inntekt og formue, og tilgjengelighet til og med kollektivtransport?

Dette forskningsspørsmålet ble inkludert da det var ønskelig å se om det var noen sammenheng mellom gjennomsnittlig formue og inntekt i områder, og deres tilgjengelighet. Etter hvert som oppgaven har blitt skrevet, har det blitt innsett at det ikke er mulig å si noe om at det er en sammenheng mellom variablene, gitt analysemetoden og min egen kompetanse.. Det er en korrelasjon mellom inntekt og formue og distanse til høyfrekvens-busstopp, men det kan ikke konkluderes med hvorfor denne korrelasjonen finner sted, eller om at variablene i noen grad påvirkes av hverandre.

Oppgavens overordnede problemstilling

Hvordan er tilgjengeligheten til og med kollektivtransport for gående i ulike områder av Trondheim kommune?

Resultatene i denne oppgaven viser områders tilgjengelighet basert på rent romlige og fysiske forhold, og tar ikke hensyn til andre faktorer som også er med å påvirke folks tilgjengelighet. Resultatene gir ett bilde av den rent fysiske tilgjengeligheten, men oppgaven er ikke detaljert nok til å kunne gi noen god beskrivelse av tilgjengeligheten til befolkningen i Trondheim kommune.

8.1 VIDERE ARBEID

Resultatene i denne oppgaven tar ikke for seg alle sentrale aspekter ved tilgjengelighet, slik som f.eks økonomi, bekvemmelighet, tilgang til andre reisemidler og plassering av muligheter/tjenester. I et eventuelt videre arbeid vil det derfor være aktuelt å finne måter å kvantifisere disse faktorene på slik at de kan tas med i en vurdering av tilgjengelighet. De faktiske reisevanene til befolkningen er heller ikke undersøkt i denne oppgaven. En undersøkelse av reisevanene blant befolkningen ville kunne supplere resultatene i denne og eventuelle framtidige oppgaver.

9 LITTERATUR

Asplan viak. (u.å.d). *ATP-modellen. Areal- og transportplanleggingsmodellen*. Hentet 03.05.2023 fra <http://www.atpmodell.no/#id=1>

AtB. (2017). *Forslag til strategi for kollektivtrafikken*. Hentet fra https://www.atb.no/getfile.php/132254-1509444307/Rapporter/AtB_Rapport_Forslag_til_strategi_for_kollektivtrafikken_i_Tr%C3%B8ndelag.pdf

AtB. (2021). *Årsrapport for 2021*, Hentet fra: <https://www.atb.no/getfile.php/1397238-1656497340/Rapporter/AtB%20%C3%A5rsrapport%202021.pdf>

Berge, G., Amundsen, H.A. (2001). *Holdninger og transportmiddelvalg - En litteraturstudie*. TØI rapport 512/2001. Oslo. Transportøkonomisk institutt. ISBN 82-480-0191-1

Best, H., Lanzendorf, M. (2005). *Division of Labour and Gender Differences in Metropolitan Car Use. An Empirical Study in Cologne, Germany*. Journal of Transport Geography 13.

Bramley, E. V., (2018). Publisert i The Guardian 5. Oktober 2018. Hentet fra: <https://www.theguardian.com/cities/2018/oct/05/desire-paths-the-illicit-trails-that-defy-the-urban-planners>

Bøkestad, H. (2015). *Den gode kompakte byen*. Bykonferansen 16.11.2015. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/dd4f290cf2814a40a546eca91756892a/trondheim.pdf>

Engebretsen, Ø., Christiansen, P. (2011). *Bystruktur og transport – En studie av personreiser i byer og tettsteder*, Transportøkonomisk institutt. Hentet fra <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=22597>

Esri. (U.å.d.a). *OD-cost matrix*. Hentet fra: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/network-analyst/od-cost-matrix.htm>

Esri, (u.å.d.b). *Configure travel modes*. Hentet fra <https://doc.arcgis.com/en/arcgis-online/reference/travel-modes.htm>

Esri, (u.å.d.c). *GTFS to public transit data model*. Hentet fra <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/3.0/tool-reference/public-transit/gtfs-to-public-transit-data-model.htm>

- European Environment Agency (EEA). (2019). *The first and the last mile – the key to sustainable urban transport*. Transport and environment report 2019, ISSN 1977-8449
- Fainstein, S. S. (2010). *The Just City*. Cornell University Press.
- Frøyen (2019), *Generally about network analysis in GIS*. Methods booklet 14.11.2019.
- Fåkvam, E. (2022). *Project report – Theory and methods for master thesis*.
- Geodata, (u.å.d.). *Demografi Grid – GeomapDemografi*. Hentet fra <https://dokumentasjon.geodataonline.no/docs/Temakart/Demografi/>
- Geurs, K. T., Wee, B. v. (2004). *Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions*, Journal of Transport Geography.
- GTFS, (u.å.d.). *General Transit Feed Specification*. Hentet fra gtfs.org
- Hanssen, G.S., Myrvold, T.M. (2017). *Storbyutvikling gjennom forhandling: byen som forhandler med statlige aktører*. Publisert i Plan, Volum 49.
- Hanssen, G.S., Hofstad, H., Saglie, I. (2015). *Kompakt byutvikling – muligheter og utfordringer*. Universitetsforlaget. Oslo.
- Hjorthol, R., Engebretsen, Ø., Uteng, T.P. (2014). *Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2013/2014 – nøkkelrapport*, Transportøkonomisk institutt. Oslo. ISSN 0808-1190
- Irmischer, I, J., Clarke, K.C. (2018). *Measuring and modeling the speed of human navigation*. Cartography and Geographic Information Science, 45:2, 177-186, DOI: 10.1080/15230406.2017.1292150
- Kartverket. (2022). *Fakta om Norge*, hentet fra <https://www.kartverket.no/til-lands/fakta-om-norge/storleiken-pa-landet>
- Klima og miljødepartementet. (2021). *Støy – Lydforurensing*. Hentet fra: <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/forurensning/innsiktsartikler-forurensning/stoy--lydforureining/id2339859/>
- Levinson, D.M., King, D.A. (2020) *Transport access manual: A guide for measuring connection between places*. Committee of the Transport Access Manual
- Litman, T. (2001). “*You Can Get There from Here: Evaluating Transportation Choice*,” Transportation Research Record 1756, Transportation Research Board
- Litman, T. (2018). *Evaluating Accessibility for Transport Planning*. Victoria Transport Policy Institute.

- Lunke, E.B., Fearnley, N. (2020). *Faktorer som gir økt kollektivandel på arbeidsreiser*. Publisert 28.02.2020 av TØI. Hentet fra <https://samferdsel.toi.no/forskning/faktorer-som-gir-okt-kollektivandel-pa-arbeidsreiser-article34468-2205.html?noredirect=1>
- Lunke, E.B., Fearnley, N., Aarhaug, J. (2021) *Public transport competitiveness vs. the car: Impact of relative journey time and service attributes*, Research in Transportation Economics, ISSN 0739-8859
- Miljødirektoratet. (U.å.d.) *Nullvekstmål for personbiltransporten*. Hentet fra: <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimatiltak/klimatiltak-for-ikke-kvotepliktige-utslipp-mot-2030/transport/nullvekstmal-for-personbiltransporten/>
- Miljøverndepartementet. (2013). *Den moderne bærekraftige byen*. Departementenes servicesenter. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/4f00c9c75afe4be5a2fb257cf118684e/t-1537.pdf>
- Pingel, T. (2009). *Modeling slope as a contributor to route selection in mountainous areas*. Hentet fra https://www.researchgate.net/publication/280739368_Modeling_slope_as_a_contributor_to_route_selection_in_mountainous_areas
- Plan og bygningsloven. Lov om planlegging og byggesaksbehandling av 27. juni 2008 nr. 71. Hentet fra https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71/KAPITTEL_1#KAPITTEL_1
- Priya Uteng, T. (2019). *Smart mobilities: a gendered perspective*. Universitetsforlaget. Hentet fra <https://doi.org/10.18261/issn.2535-6003-2019-04-03>
- Rodrigue. (2020). *The Geography of Transport Systems*. (5. Utgave) New York. Routledge, ISBN 978-0-367-36463-2
- Rød, J.K. (2017). *Innføring i GIS og statistikk. Verktøy for å forstå verden*. 2.utgave. Fagbokforlaget, Bergen. ISBN: 978-82-450-2023-6
- Salonen, M., Toivonen, T. (2013). *Modelling travel time in urban networks: comparable measures for private car and public transport*, Journal of Transport Geography. ISSN 0966-6923
- Scheiner J, Sicks K and Holz-Rau C (2011). *Gendered activity spaces: trends over three decades in Germany*. Erdkunde Volum 65.
- Sollie, J., Lillestråle, A. (2016) *Framtidig rutestruktur med superbuss i Stor-Trondheim 2019-2029 - Sammendragsrapport med anbefalinger*. Hentet fra <https://www.atb.no/getfile.php/132254->

[1509444307/Rapporter/AtB Rapport Forslag til strategi for kollektivtrafikken i Tr%C3%B8ndelag.pdf](https://www.trondheim.kommune.no/globalassets/10-bilder-og-filer/10-byutvikling/byplankontoret/kommuneplan/kpa-trondheim-2012-2024/2_bestemmelser_retningslinjer_web_rev.pdf)

Statens vegvesen, (u.å.d.a). *Om den nasjonale reisevaneundersøkelsen*. Hentet fra <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/nasjonal-transportplan/den-nasjonale-reisevaneundersokelsen/om-den-nasjonale-reisevaneundersokelsen/>

Statens vegvesen, (u.å.d.b.). *Hva er nasjonal vegdatabank (NVDB)*. Hentet fra <https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/nasjonal-vegdatabank/hva-er-nasjonal-vegdatabank/>

Statistisk sentralbyrå. (2023). *Alders- og kjønnsfordeling i kommuner, fylker og hele landets befolkning 1986 – 2023*. Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/table/07459/>

Transit Cooperative Research Program. (2013) *Transit capacity and quality of service manual*. 3. Utgave. Washington DC. National Academy of Sciences, ISBN 978-0-309-28344-1 Hentet fra <https://www.trb.org/Main/Blurbs/169437.aspx>

Trondheim Kommune, 2012a Kommune planens arealdel bestemmelser, https://www.trondheim.kommune.no/globalassets/10-bilder-og-filer/10-byutvikling/byplankontoret/kommuneplan/kpa-trondheim-2012-2024/2_bestemmelser_retningslinjer_web_rev.pdf

Trondheim Kommune, 2012b, *Kommuneplanens arealdel planbeskrivelse*. Hentet fra https://www.trondheim.kommune.no/globalassets/10-bilder-og-filer/10-byutvikling/byplankontoret/kommuneplan/kpa-trondheim-2012-2024/3_planbeskrivelse_kpa2012-24_web.pdf

Trondheim Kommune, 2016, *Prosjektrapport: Studentbosetting – hyblifisering*. Hentet fra <https://biblioteket.husbanken.no/arkiv/dok/2899/studentbosetting.pdf>

Trondheim Kommune, 2021, *Sammenslåing av Trondheim og Klæbu - Konsekvenser for eiendommer*. hentet fra <https://www.trondheim.kommune.no/org/byutvikling/enhet-for-kart-og-arkitektur/kommunereform-eiendom/>

Trondheim kommune, 2023a. *Trondheimsloftet – Sammen skaper vi Trondheim*. Hentet fra <https://www.trondheim.kommune.no/trondheimsloftet-sammen-skaper-vi-trondheim/>

Trondheim Kommune, 2023b, *befolkningsstatistikk*, hentet fra <https://www.trondheim.kommune.no/aktuelt/om-kommunen/statistikk/befolkningsstatistikk/>

Trondheimsregionen, (u.å.d). *Pendling i Trondheimsregionen*. Hentet fra <https://trondheimsregionen.no/statistikk-og-prognoser/transport/pendlerstatistikk/>

Tumlin, J. (2012). *Sustainable Transportation Planning*. Wiley.

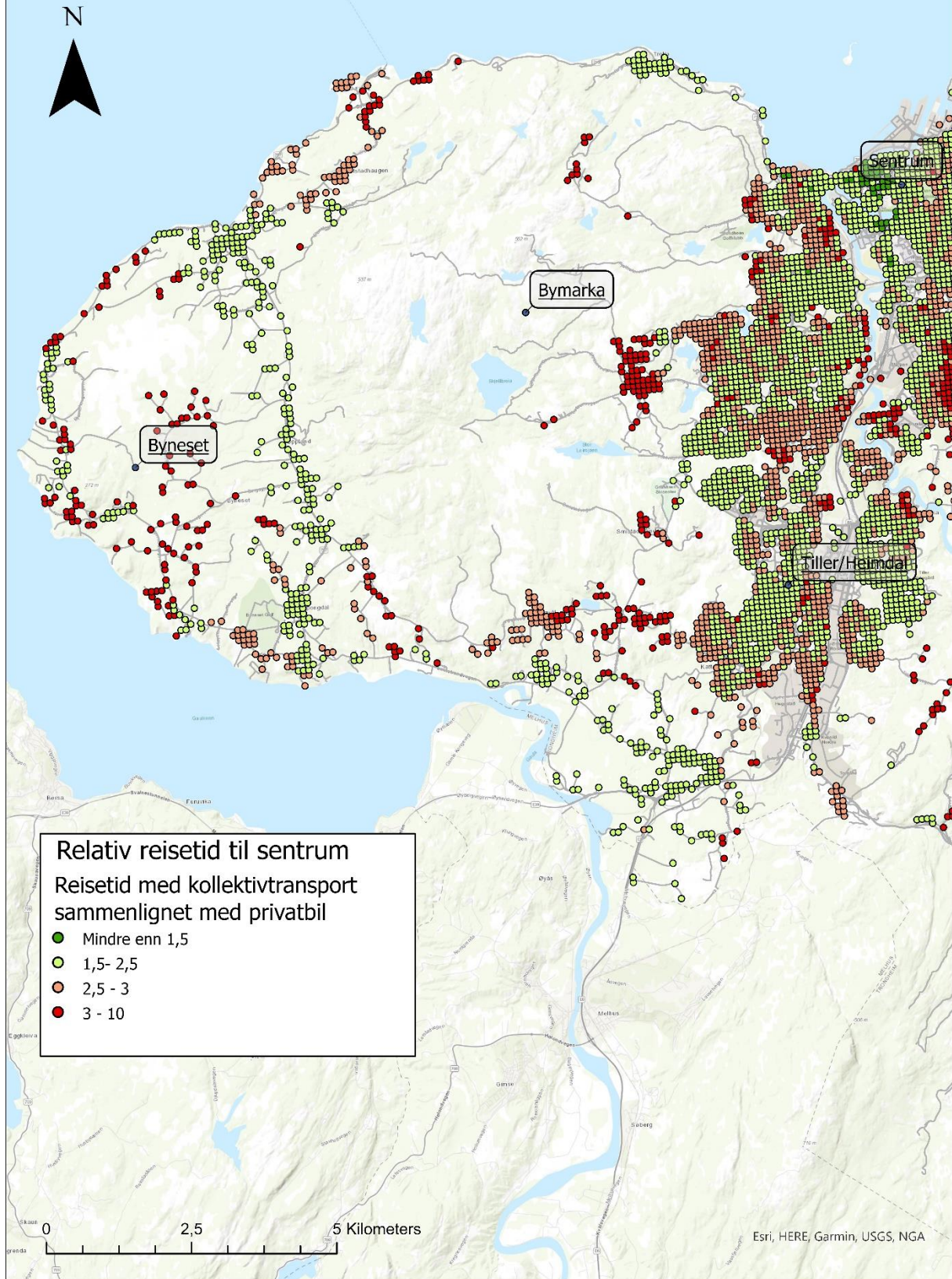
UngEnergi. (2021). *Kollektivtransport*. Hentet fra: <https://ungenergi.no/miljoteknologi/transport/kollektivtransport/>

Walker, J. (2012). *Human transit: How clearer thinking about public transit can enrich our communities and our lives*. Island Press.

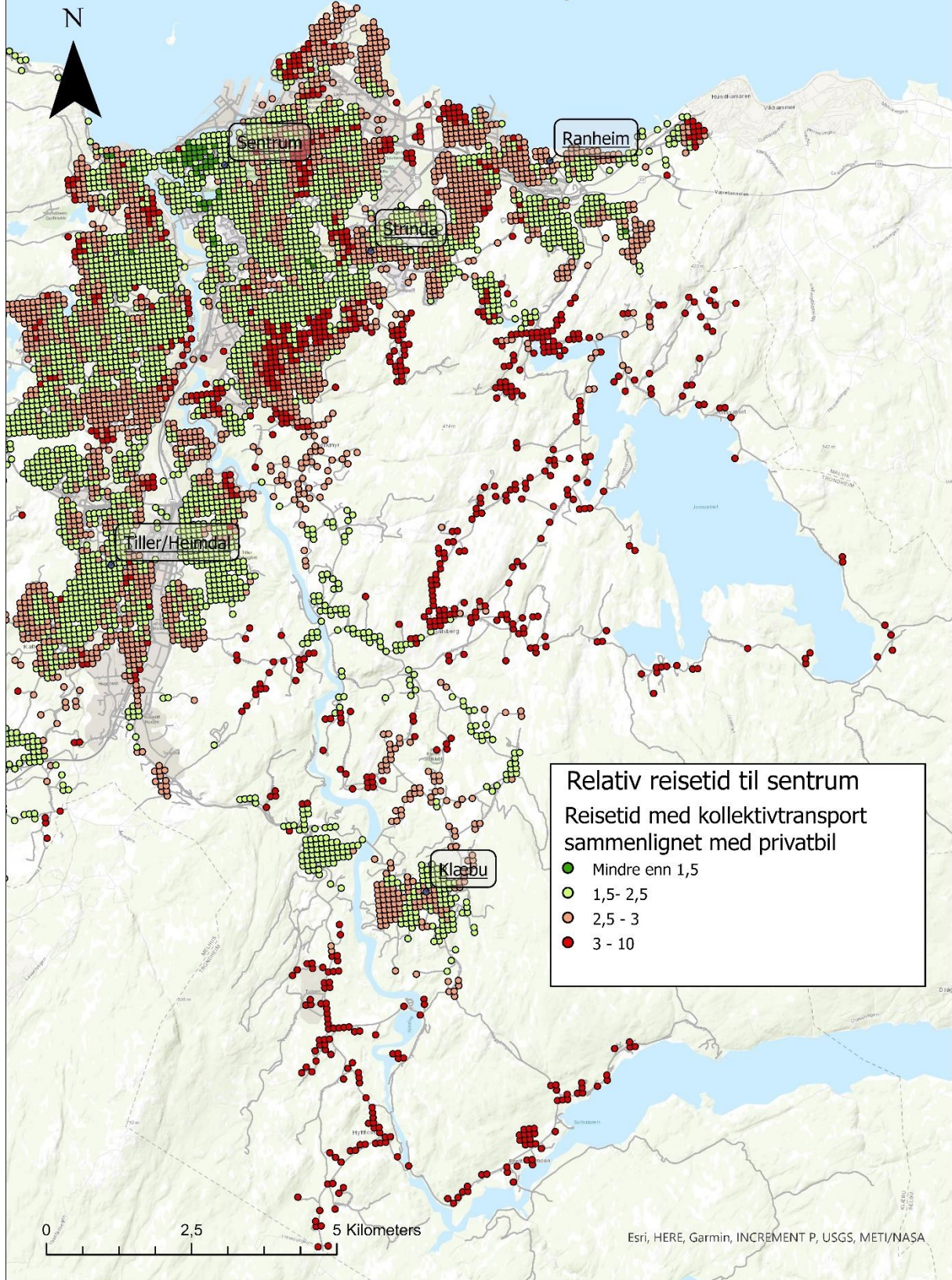
Walker, J. (u.å.d). *Dublin area bus network redesign: your choice*. Hentet fra <https://humantransit.org/dublin-area-bus-network-redesign-background#lightbox/2/>

10 VEDLEGG

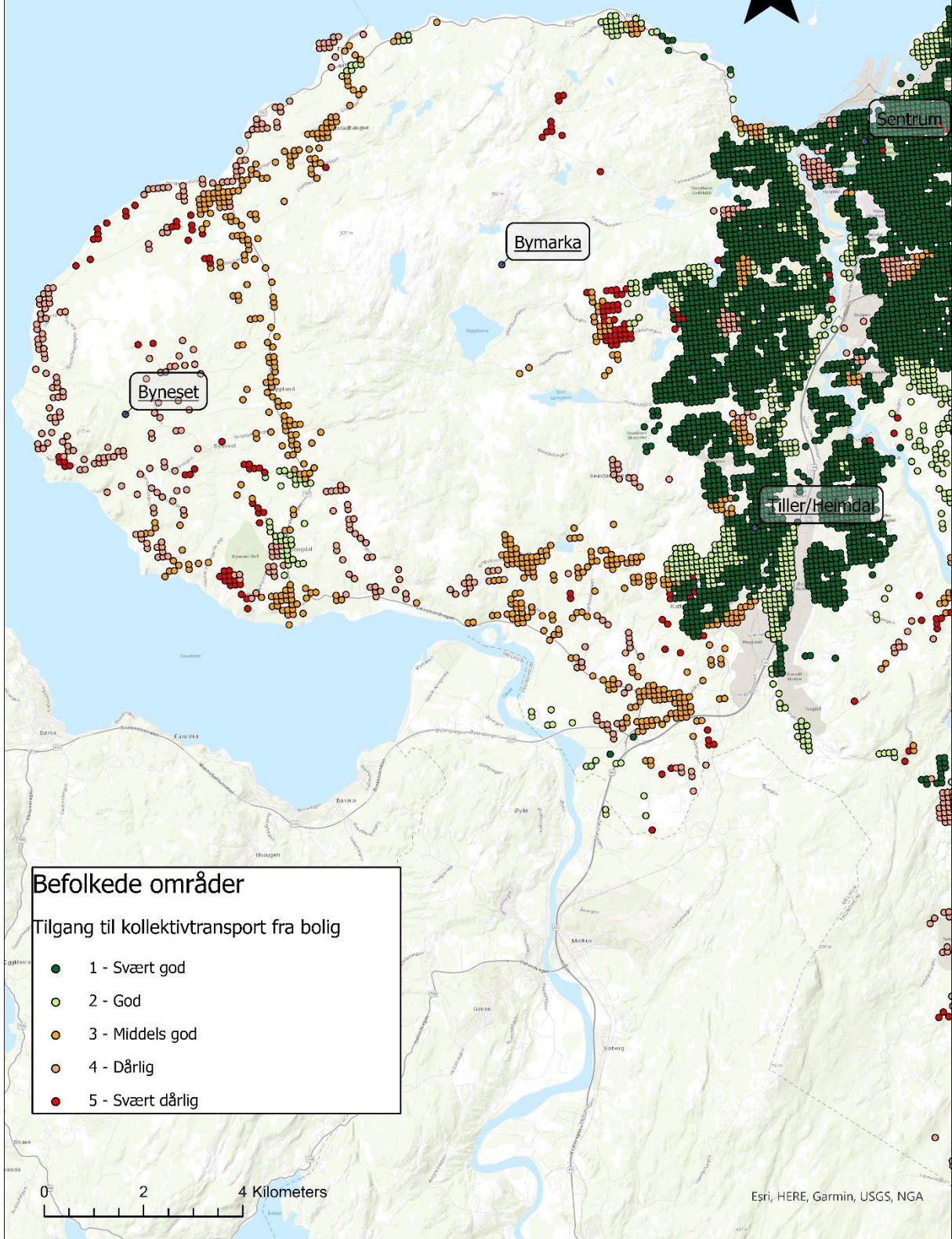
Trondheim Vest

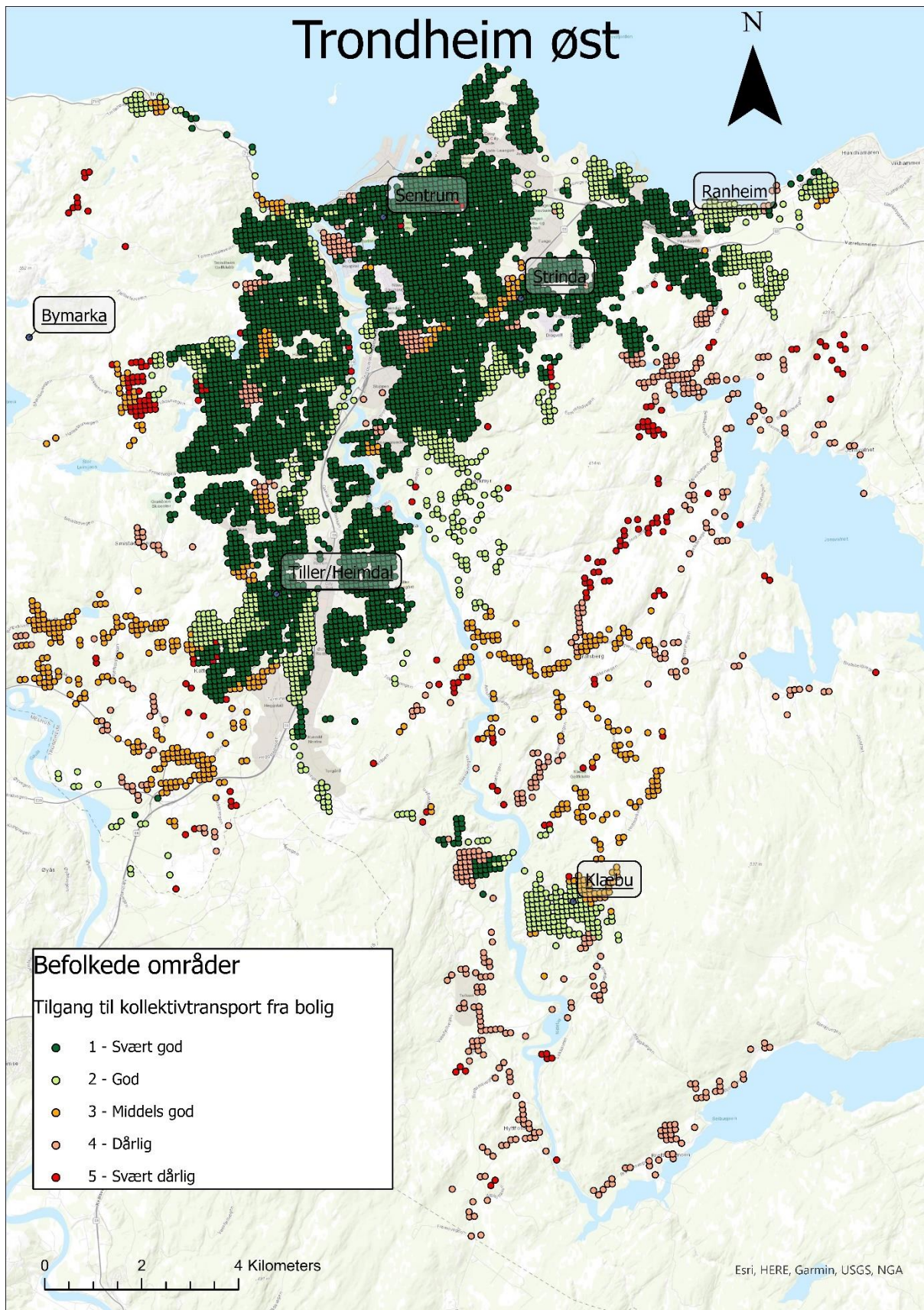


Trondheim øst

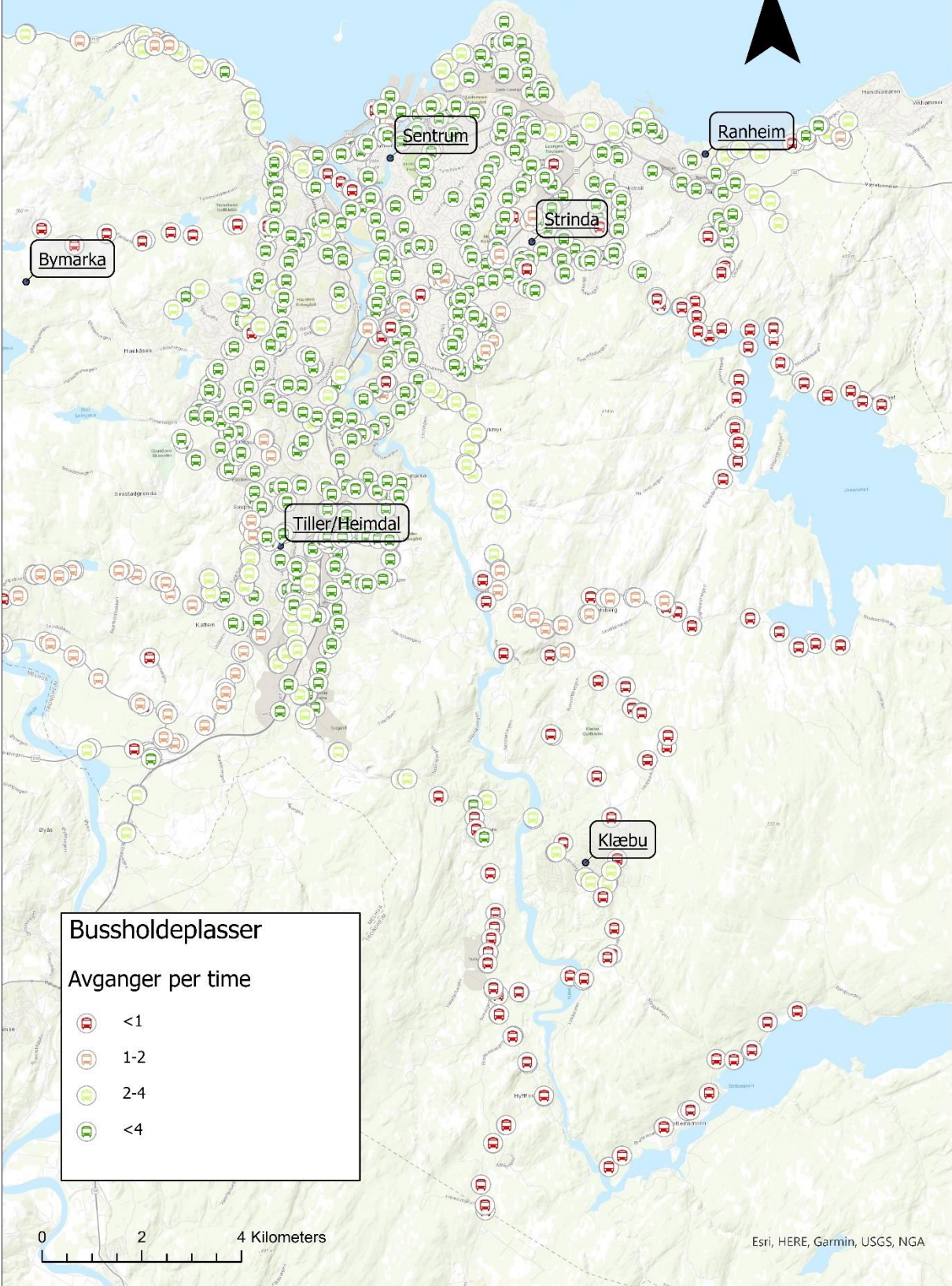


Trondheim vest





Trondheim øst



Bussholdeplasser

Avganger per time

	<1
	1-2
	2-4
	<4

0 2 4 Kilometers

Esri, HERE, Garmin, USGS, NGA

