

Cecilie Moe
Helene Romundstad

Varedistribusjon i bysentrum

Bruk og utforming av vareleveringsområder

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk

Veileder: Kelly Pitera

Juni 2020

Cecilie Moe
Helene Romundstad

Varedistribusjon i bysentrum

Bruk og utforming av vareleveringsområder

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk
Veileder: Kelly Pitera
Juni 2020

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for bygg- og miljøteknikk



Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Denne masteroppgaven undersøker varelevering i bysentra spesifikt for bruk og utforming av vareleveringslommer. Dette gjøres hovedsakelig gjennom videoobservasjoner, men også med manuelle observasjoner. Tre vareleveringslommer i Midtbyen i Trondheim er i den forbindelse observert gjennom videoobservasjoner i en arbeidsuke, mandag til fredag, klokken 06:00 – 17:00. I tillegg er det gjennomført manuelle observasjoner av vareleveringer fra gågatene Nordre gate og Thomas Angells gate. Videoobservasjonene og de manuelle observasjonene er analysert manuelt ved hjelp av utarbeidet observasjonsskjema. Det er undersøkt og analysert utnyttelsesgrad og restkapasitet, distribusjonsmønster, håndteringsutstyr, ulike vareleveringsaktiviteter, ulovlig parkering, og eventuelle utfordringer tilknyttet distribusjon av varer.

Gjennom 154 timers videoobservasjon ble utnyttelsesgraden i vareleveringslommene registrert. Vareleveringslommene var helt ledig 43 – 63 % av observasjonstiden, mens vareleveringslommene var fullstendig utnyttet 0 – 13 % av observasjonstiden. Distribusjonskjøretøyene leverer varer gjennom hele dagen, men det er størst vareleveringsaktivitet i tidsrommet klokken 09:00-13:00. Total gjennomsnittlig oppholdstid for de ulike distribusjonskjøretøyene var mellom 11 og 18 minutter. Stor lastebil hadde lengst gjennomsnittlig oppholdstid av alle observerte kjøretøy. Antall leveringskolli påvirket i større grad oppholdstiden enn størrelsen på kolliene som ble levert. Vareleveringslommene ble også benyttet av kjøretøy som ikke distribuerte gods, eksempelvis personbil, taxi og servicekjøretøy. I denne studien ble disse kjøretøyene ansett å foreta ulovlig parkering. 64 % av alle kjøretøy som benyttet vareleveringslommene parkerte ulovlig, mens tidsandelen kun er 20 %. Omtrent 90 % av kjøretøyene som oppholder seg ulovlig i vareleveringslommene har en oppholdstid på mindre enn 10 minutter. Levering fra gågate er tillatt i tidsrommet klokken 06:00 – 12:00. Gjennom 42 manuelle observasjoner av varelevering i gågatene ble det observert at vareleveringsaktivitet var størst etter forretningenes åpningstid frem til klokken 12:00.

Med utgangspunkt i resultatene fra undersøkelsene gjort i denne studien, ble det utarbeidet anbefalinger og forslag til nye løsninger for vareleveringslommene. Ettersom restkapasiteten i samtlige av de studerte vareleveringslommene var relativt stor, kunne behovsbasert adgangsregulering potensielt økt utnyttelsesgraden. Innføring av korttidsparkering i deler av vareleveringslommene kunne også økt utnyttelsesgraden, samt redusert andelen ulovlig parkering i vareleveringslommene. Bedre skilting og vegoppmerking av vareleveringslommene kunne også redusert andelen ulovlig parkering.

Ut fra vareleveringslommene som er observert i denne studien, virker kapasiteten for vareleveringsparkering i tilknytning til Olav Tryggvasons gate å være tilstrekkelig. Videometodikken benyttet i studien, har vist seg å være en effektiv metode for innsamling av denne typen data. Metodikken har potensiale for videreutvikling, og kan dermed benyttes for innsamling av data i lignende studier i fremtiden. Funnene i masterstudien bidrar til økt kunnskap for offentlig sektor og byplanleggere om bruken av vareleveringslommer.

Abstract

This master thesis investigates the delivery of goods in urban centers, specifically examining the use and design of goods delivery loading zones. This is done largely through video observations, but also with manual observations. Three delivery loading zones in Midtbyen in Trondheim have been observed with video during a work week, Monday to Friday, from 6:00 a.m. to 5:00 p.m. In addition, manual observations of goods deliveries have been made from the pedestrian streets Nordre gate and Thomas Angells gate. The video observations and the manual observations have been analyzed manually by means of a prepared observation form. The utilization and the remaining capacity of the loading zones, distribution pattern, handling equipment, various goods delivery activities, illegal parking, and any challenges related to the distribution of goods have been investigated and analyzed.

During 154 hours of video observation, the utilization rate in the goods delivery zones was recorded. The goods delivery zones were completely free 43 – 63 % of the observation time, while the goods delivery zones were fully utilized 0 – 13 % of the observation time. The distribution vehicles deliver goods throughout the day, but the largest delivery activity is in the period between 9:00 a.m. to 1:00 p.m. Total standing time for the different distribution vehicles is between 11 and 18 minutes. Large trucks had the longest standing time of all vehicles observed. The standing time was more impacted by the number of delivery parcels more than the size of the packages that were delivered. The goods delivery zones were also used by vehicles that did not distribute goods, such as passenger cars, taxis and service vehicles. In this study, this is considered illegal parking. 64 % of all vehicles that used the delivery zones, parked illegally, while the time share was only 20 %. Approximately 90 % of vehicles illegally parked in the loading zones, have a standing time of less than 10 minutes. Delivery from pedestrian streets is allowed in the period between 6:00 a.m. to 12:00 p.m. During 42 manual observations of goods delivery in the pedestrian streets, it was observed that the largest delivery activity was after business opening hours until 12:00 p.m.

Based on the results from the surveys conducted in this study, recommendations and proposals for new solutions for the delivery zones were prepared. As the remaining capacity in all of the studied goods delivery zones was large, demand-based access regulation could potentially increase the utilization rate. Introduction of short-term parking in parts of the delivery zones could also be appointed, as well as reduce the amount of illegal parking in the delivery zones. Better signage and road marking of the delivery zones could also have reduced the proportion of illegal parking.

Based on the goods delivery zones observed in this study, the capacity for goods delivery parking in connection with Olav Tryggvason's gate seems to be sufficient. The video methodology used in the study has proven to be an effective method for collecting this type of data. The methodology has potential for further development, and thus can be used for data collection in similar studies in the future. The findings of this study contribute to increased knowledge for the public sector and urban planners on the use of goods delivery zones.

Forord

Denne masteroppgaven er utarbeidet i forbindelse med emnet TBA4940 Veg, gjennom vårsemesteret 5. årskurs 2020 på studieprogrammet Bygg- og miljøteknikk, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Masteroppgaven er skrevet ved Institutt for bygg- og miljøteknikk, og utgjør den avsluttende delen av sivilingeniørutdannelsen med spesialisering innen veg. Oppgaven er inspirert av innspill fra Trondheim kommune og SINTEF, og er en videreutvikling av prosjektoppgaven fra høstsemesteret 2019.

Vi vil gjerne rette en stor takk til vår veileder, Førsteamanuensis Kelly Pitera, som har bistått med veiledning og tilbakemeldinger gjennom hele semesteret. Veiledningen har vært avgjørende for resultatet, og har bidratt til økt kompetanse og interesse innen fagområdet.

Videre ønsker vi å takke Jørgen Rødseth ved Mobilitet AS, som har bistått med innspill, veiledning og økt kompetanse innen fagområdet. Vi vil også takke Astrid Bjørgen og Erlend Dahl ved SINTEF som har bidratt med kunnskap om videreutvikling av studien. Til slutt vil vi takke forskningsassistent Eivind Skaaland, samt andre kamerater som har bistått med kjøring av oss og kamerautstyr.

Våren 2020 viste seg å bli ganske annerledes enn det vi hadde sett for oss. Koronapandemien medførte strenge restriksjoner i samfunnet. Dette førte til plutselig avslutning av pågående datainnsamling, som igjen begrenset datagrunnlaget for oppgaven. Møtene med veileder ble gjennomført over nett, og samarbeidet om oppgaven ble gjennomført fra hjemmekontor. Til tross for den spesielle situasjonen, er vi fornøyde med utfallet av gjennomføringen av oppgaven.

Cecilie Moe Helene Romundstad

Cecilie Moe, Helene Romundstad

Trondheim, juni 2020

Innhold

Tabeller	xi
Figurer	xii
Forkortelser/symboler	xv
Ordbok/definisjoner	xvi
Kapittel 1: Introduksjon	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Forskningsspørsmål	4
1.3 Oppgavens kapitler	4
Kapittel 2: Teori	5
2.1 Utnyttelsesgrad av vareleveringslommer	5
2.1.1 Effektivitet	8
2.1.2 Intelligente transportsystemers potensiale for å løse effektivitetsutfordringer i varedistribusjon.....	9
2.2 Utforming av vareleveringslommer	11
2.3 Distribusjonskjøretøy og andre brukere av vareleveringslommer.....	14
2.4 Håndteringsutstyr	16
2.5 Erfaringstall fra bransjen	18
2.5.1 Oppholdstid	18
2.5.2 Restkapasitet.....	20
2.5.3 Håndteringsutstyr og bilpark.....	20
2.5.4 Ankomsttid og aktivitet	21
Kapittel 3: Metode	25
3.1 Metode for valg av vareleveringslokasjoner.....	25
3.1.1 Utvalgskriterier	27
3.1.2 Vareleveringslommer i tilknytning til Olav Tryggvasons gate	28
3.1.3 Beskrivelse av valgte lokasjoner.....	29
3.1.4 Inndeling av personbillengder for beregning av restkapasitet.....	36
3.2 Datainnsamling	38
3.2.1 Generelle observasjoner – utforming.....	38
3.2.2 Utarbeidelse av observasjonsskjema	38
3.2.3 Kamera.....	40
3.2.4 Pilot av kameraoppsett	40
3.2.5 Pilot av observasjonsskjema	47
3.2.6 Videoobservasjoner	48
3.2.7 Manuelle observasjoner.....	48

3.2.8 Bearbeiding av innsamlet data	49
Kapittel 4: Resultater	51
4.1 Utnyttelsesgrad og restkapasitet	51
4.1.1 Søndre gate.....	51
4.1.2 Carl Johans gate	53
4.1.3 Jomfrugata	54
4.2 Distribusjonsmønster	56
4.2.1 Type kjøretøy	56
4.2.2 Oppholdstid	57
4.2.3 Ankomsttid	59
4.2.4 Kollikarakteristika.....	60
4.3 Håndteringsutstyr	62
4.4 Ulike aktiviteter i vareleveringen	63
4.5 Ulovlig parkering	64
4.6 Varelevering fra gågate.....	67
4.7 Oppsummering av resultater	70
Kapittel 5: Diskusjon.....	71
5.1 Oppsummering og evaluering av resultater	71
5.2 Sammenligning med erfaringstall	73
5.3 Anbefalinger og forslag til nye løsninger	75
5.3.1 Snølagring.....	75
5.3.2 Restkapasitet og utnyttelsesgrad	76
5.3.2 Distribusjonsmønster	77
5.3.3 Håndteringsutstyr.....	78
5.3.4 Ulike aktiviteter i vareleveringen	79
5.3.5 Ulovlig parkering	79
5.4 Utfordringer med leveringer.....	81
5.4.1 Søndre gate.....	81
5.4.2 Carl Johans gate	82
5.4.3 Jomfrugata	84
5.5 Begrensninger ved anvendt metodikk	86
5.6 Videreutvikling av forskningen	88
Kapittel 6: Konklusjon	91
Vedlegg.....	97

Tabeller

Tabell 1: Biltyper – alternative transportmidler for varedistribusjon. Alle foto: Helene Romundstad. (Statens vegvesen, 2014).	14
Tabell 2: Håndteringsutstyr og lastbærere benyttet i forbindelse med levering av varer. Alle foto: Jørgen Rødseth og Helene Romundstad.	16
Tabell 3: Gjennomsnittlig oppholdstid i vareleveringslomme ved normalsituasjon og kapasitetsreduksjon (Bjerkan, 2015, s. 11).....	19
Tabell 4: Restkapasitet (ledige pbl) ved normalsituasjon (n = 434) og kapasitetsreduksjon (n = 233) (Bjerkan, 2015, s. 13).	20
Tabell 5: Leveringsmetode ved normalsituasjon (n = 159) og kapasitetsreduksjon (n = 112). Begge lommer. (Bjerkan, 2015, s. 14).....	20
Tabell 6: Inndeling av personbillengder for kjøretøy (Statens vegvesen, 2014).	37
Tabell 7: Fordeling av restkapasitet i Søndre gate, kl. 06:00-17:00.	52
Tabell 8: Fordeling av restkapasitet i Carl Johans gate, kl. 06:00-17:00.	53
Tabell 9: Fordeling av restkapasitet i Jomfrugata, kl. 06:00-17:00.	54
Tabell 10: Fordeling av distribusjonskjøretøy for de studerte vareleveringslommene.	56
Tabell 11: Fordeling av andre kjøretøy for de studerte vareleveringslommene.....	57
Tabell 12: Gjennomsnittlig oppholdstid for distribusjonskjøretøy [tt:mm].	57
Tabell 13: Gjennomsnittlig oppholdstid for kjøretøy som ikke leverer varer [tt:mm].	58
Tabell 14: Fordeling av antall leveringskolli fordelt på lokasjon.	61
Tabell 15: Antall leveringer fordelt på håndteringsutstyr.	62
Tabell 16: Oversikt over antall ulovlige parkeringer i vareleveringslommene.	66
Tabell 17: Oversikt over tidsandel med ulovlig parkering i vareleveringslommene i minutter.	66
Tabell 18: Fordeling av håndteringsutstyr gitt levering av antall kolli.	68
Tabell 19: Hovedobservasjoner.....	70

Figurer

Figur 1: Prioriteringspyramide. Hentet fra Gatebruksplan i Midtbyen. (Trondheim kommune, 2018, s. 4).	2
Figur 2: Kjøremønster i forsøksperioden, vareleveringssoner og vareleveringsmuligheter. (Miljøpakken, 2018b).....	3
Figur 3: Sammenheng mellom lokalisering og antall varetransporter per dag. (Berg og Grønland, 2008, s. 14).....	6
Figur 4: Faktorer som påvirker lossetidene. (Berg og Grønland, 2008, s. 26).	8
Figur 5: Varelevering langs kantstein (mål i meter). (Statens vegvesen, 2016b, s. 94).12	
Figur 6: Varelevering i lomme (målt i meter). (Statens vegvesen, 2016b, s. 94).	12
Figur 7: Eksempel fra målinger av en simulert levering. Sirkel: distribusjonssjåførens bevegelser. Linje: kanten på håndteringsutstyr. Kurvet linje: svingradius på håndteringsutstyr. (McCormack et al., 2019, s. 138).....	13
Figur 8: Fordeling av ståtid fra ankomst til bilen kjører videre, ved Farmandstredet (Tønsberg) og Olav Tryggvasons gate. (Rødseth og Nicolaisen, 2003, s. 20). .19	
Figur 9: Biltyper registrert i Olav Tryggvasons gate. (Rødseth og Nicolaisen, 2003, s. 24).	21
Figur 10: Lastebil- og varebilbevegelser i sentrum av London. (Browne, 2020).	22
Figur 11: Distribusjonsskjøretøyets aktivitet i Toronto. (Kwok, 2010).....	22
Figur 12: Fordeling av ankomster over dagen i Olav Tryggvasons gate. (Rødseth og Nicolaisen, 2003, s. 18).	23
Figur 13: Oversikt over problemområder for varelevering i Midtbyen, Trondheim. (Trondheim kommune, 2019).	26
Figur 14: Oversikt over vareleveringslommer, samt levering fra kjøreveg eller gågate/fortau i Midtbyen, Trondheim. (Trondheim kommune, 2019).....	26
Figur 15: Oppmålte lengder på vareleveringslommer i tilknytning til Olav Tryggvasons gate. (FINN, 2020).	28
Figur 16: Lokalisering av vareleveringslomme i Søndre gate, med tilhørende utformingsskisse. (FINN, 2020).	29
Figur 17: Oversiktsbilder over vareleveringslommen i Søndre gate. Foto: Helene Romundstad.	30
Figur 18: Lokalisering av vareleveringslomme i Carl Johans gate, med tilhørende utformingsskisse. (FINN, 2020).	31
Figur 19: Oversiktsbilde over vareleveringslommen i Carl Johans gate. Foto: Helene Romundstad.	31
Figur 20: Lokalisering av vareleveringslomme i Jomfrugata, med tilhørende utformingsskisse. (FINN, 2020).	32
Figur 21: Oversiktsbilder over vareleveringslommen i Jomfrugata. Foto: Cecilie Moe....	33
Figur 22: Lokalisering av studieområdene fra Nordre gate og Thomas Angells gate. (FINN, 2020).	34
Figur 23: Nordre gate, ved krysning med henholdsvis Kongens gate og Dronningens gate, retning nord. Foto: Helene Romundstad.....	34
Figur 24: Snittskisse av Nordre gate.	35
Figur 25: Thomas Angells gate, ved krysning med Nordre gate, retning vest. Foto: Helene Romundstad.	35
Figur 26: Inndeling av personbillengder av vareleveringslomme i Søndre gate (FINN, 2020).	36

Figur 27: Inndeling av personbillengder av vareleveringslomme i Carl Johans gate (FINN, 2020).	36
Figur 28: Inndeling av personbillengder av vareleveringslomme i Jomfrugata (FINN, 2020).	37
Figur 29: Målehjul. (Klokkehaug og Pitera, 2019, s. 39).	38
Figur 30: Kamerautstyr. Foto: Helene Romundstad.	40
Figur 31: Illustrasjon av kameravinkler ved ulike posisjoner, Søndre gate. Valgt kameraposisjon er grønn, (1). (FINN, 2020).....	41
Figur 32: Bilde fra kamerapilot Søndre gate, posisjon 1 – skjermdump.	42
Figur 33: Bilde fra kamerapilot Søndre gate, posisjon 2. Foto: Cecilie Moe.....	42
Figur 34: Illustrasjon av kameravinkler ved ulike posisjoner, Carl Johans gate. Valgt kameraposisjon er grønn, (2). (FINN, 2020).....	43
Figur 35: Bilde fra kamerapilot Carl Johans gate, posisjon 1 – skjermdump.	43
Figur 36: Bilde fra kamerapilot Carl Johans gate, posisjon 2 – skjermdump.	44
Figur 37: Illustrasjon av kameravinkler ved ulike posisjoner, Jomfrugata. Valgt kameravinkel er grønn, (3). (FINN, 2020).....	45
Figur 38: Bilde fra kamerapilot Jomfrugata, posisjon 1 – skjermdump.....	45
Figur 39: Bilde fra kamerapilot Jomfrugata, posisjon 2 – skjermdump.....	46
Figur 40: Bilde fra kamerapilot Jomfrugata, posisjon 3 – skjermdump.....	46
Figur 41: Bilde fra kamerapilot Jomfrugata, posisjon 4 – skjermdump.....	47
Figur 42: Fordeling av restkapasitet i Søndre gate.....	52
Figur 43: Fordeling av restkapasitet i Carl Johans gate, henholdsvis klokken 06:00-17:00 og 09:00-15:00.....	54
Figur 44: Fordeling av restkapasitet i Jomfrugata, henholdsvis klokken 06:00 - 17:00 og 09:00 - 15:00.	55
Figur 45: Oppholdstid ved leveranse i vareleveringslommene [minutter].	58
Figur 46: Gjennomsnittlig oppholdstid fordelt på type kjøretøy [tt:mm].	59
Figur 47: Fordeling av ankomsttid i vareleveringslommene.....	59
Figur 48: Gjennomsnittlig leveringstidsbruk per leveringskolli [tt:mm].	60
Figur 49: Antall leveringskolli fordelt på type kjøretøy.	61
Figur 50: Tidsbruk per leveringskolli fordelt på type håndteringsutstyr.	62
Figur 51: Tidsbruk av de ulike stegene i vareleveringsprosessen.	63
Figur 52: Skilt 370 med underskilt 834. Foto: Helene Romundstad.	64
Figur 53: Oppholdstid for ulovlig parkering i vareleveringslommene.....	65
Figur 54: Prosentfordeling av oppholdstid for ulovlig parkering i vareleveringslommene.	65
Figur 55: Leveringsluke på gateplan for ARK Bokhandel i Nordre gate. Foto: Jørgen Rødseth.	67
Figur 56: Oppholdstid ved leveranse i gågatene.....	68
Figur 57: Trangt inngangsparti i Nordre gate gjør at sjåføren ikke kan benytte håndteringsutstyr, og bærer hver enkelt pakke manuelt inn i forretningen. Foto: Jørgen Rødseth.	69
Figur 58: Snølagring i sør-enden av vareleveringslommen i Søndre gate - skjermdump.	75
Figur 59: Fordeling av restkapasitet i henholdsvis Søndre gate, Carl Johans gate og Jomfrugata, klokken 06:00 - 17:00.....	76
Figur 60: Eksempel på adgangsregulering. Foto: Helene Romundstad.	77
Figur 61: Sekketralle. Leveringskolli bestående av individuelle enkeltkolli som skal leveres til ulike mottaklokasjoner. Foto: Helene Romundstad.	78
Figur 62: Illustrasjon av tidsbruk for ulike vareleveringsaktiviteter.	79

Figur 63: Ulovlig parkering i vareleveringslommen i Jomfrugata – skjermdump.	80
Figur 64: Vegoppmerking av vareleveringslomme i Jomfrugata. Til høyre: vegoppmerking under videoobservasjon av vareleveringslomme. Til venstre: ny vegoppmerking etter videoobservasjon av vareleveringslomme. (FINN, 2020).	80
Figur 65: Parkering på skrå Søndre gate - skjermdump.	82
Figur 66: Illustrasjon av bakløfter nedsenket på fortauskant. Foto: Jørgen Rødseth.	82
Figur 67: Overfylt vareleveringslomme Carl Johans gate – skjermdump.	83
Figur 68: Vannansamling ved innkjørsel til Gaubekveita - skjermdump.	84
Figur 69: Distribusjonskjøretøy parkert i bakkant av vareleveringslommen - skjermdump.	85
Figur 70: Fullstendig utnyttet vareleveringslomme Jomfrugata - skjermdump.	86
Figur 71: Bildeanalyse for identifisering og kategorisering av ulike objekter - skjermdump SINTEF.	89

Forkortelser/symboler

LUKS – Leverandørens Utviklings- og Kompetansesenter

NSD – Norsk Senter for Dataforskning

PBL – Personbillengde (~ 5 m)

ÅDT – Årsdøgntrafikk

Ordbok/definisjoner

Bakløfter – (lift) er en kombinert dør og vareheis montert på lastebilens bakende. Når bakløfteren er helt oppe fungerer den som vegg, og når den er felt ut fungerer den som vareheis. (Statens vegvesen, 2014).

Distribusjonskjøretøy – kjøretøy av ulike størrelser som frakter og leverer varer.

Enhetskolli – selvstendig enhet i et vareparti.

Leveringskolli – leveringsenhet i et vareparti bestående av individuelle enhetskolli.

Manuell observasjon – observasjon i felt utført av observatører.

Nullvekstmålet – all vekst i persontrafikk i de store byområdene skal tas med gange, sykkel og kollektivtransport (St. meld. 33, 2017).

Oppholdstid – antall minutter et kjøretøy oppholder seg i en vareleveringslomme.

Restkapasitet – antall ledige personbillengder i en vareleveringslomme.

Sjåfør – sjåfør av distribusjonskjøretøyet som leverer godset og varene til endelig leveringslokasjon.

Utnyttelsesgrad – innebærer hvor stor tidsandel hele eller deler av vareleveringslommen er opptatt.

Vareleveringslomme – leveringssone parallelt med fortauskant som er avsatt til av- og pålasting av gods. Sonen skal være entydig merket og skiltet med hensyn til størrelse og tidsrom den er regulert til formålet.

Videoobservasjon – innhenting av data fra vareleveringer gjennom kameraopptak av vareleveringslommer.

Kapittel 1: Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Transport av gods er en absolutt nødvendighet. Norge står overfor en urbanisering der byene vokser og fortettes, og med det oppstår en økning i transportbehovet blant annet grunnet et økt antall hjemleveringer og direkteleveranser (Bouton *et al.*, 2017, s. 6). Transportutviklingen skjer derimot samtidig som politikerne har satt en målsetning om at varedistribusjonen i de største byene skal ha et tilnærmet nullutslipp (St. meld. 33, 2017). For byene er det ønskelig å utvikle gode, attraktive og velfungerende byrom å leve i, samtidig som fortettingen av byene bidrar til konkurranse om knappe arealressurser. Bylogistikk handler om å organisere og fordele trafikkareal mellom de ulike brukerne av gatenettet. Et foreslått samfunns mål for arbeid med bylogistikk er derfor å oppnå: «attraktive byer med lave klimagassutslipp, effektive løsninger for næringslivet og god livskvalitet for innbyggerne» (Presttun *et al.*, 2018).

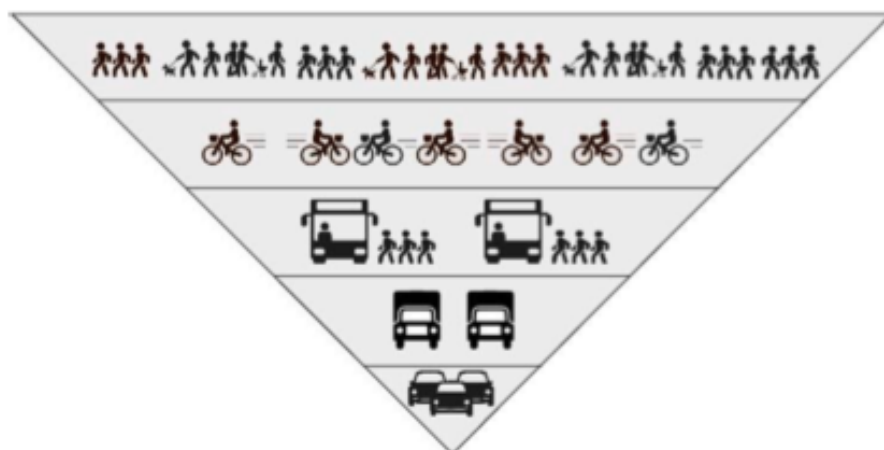
Når gods skal distribueres i byområder kan det oppstå utfordringer. De viktigste problemstillingene knyttet til varedistribusjonens effektivitet og bærekraftighet er blant annet at det brukes for mange store distribusjonskjøretøy i form av vare- og lastebiler, samt at distribusjonskjøretøyene som benyttes er for dårlig utnyttet. Det oppstår ofte ulovlig parkering i forbindelse med av- og pålasting, som blant annet kan skyldes at mottaksforholdene er dårlige og ikke tilpasset distribusjonskjøretøyene. I tillegg er tidsforbruket per stopp relativt stort, samt at sjåførene opplever tidsrestriksjonene i forbindelse med varelevering i gågater som for snevre. (Larsen og Andersen, 2004). Sikkerhetsutfordringer er også en problemstilling knyttet til distribusjon av varer i byområder. I sentrumsområder er det mange brukere av gatenettet. Den mest sårbare trafikantgruppen er myke trafikanter, som tradisjonelt har høyere risiko. En potensiell konflikt mellom myke trafikanter og distribusjonskjøretøy, kan medføre fatale konsekvenser.

Det er i hovedsak de generelle utviklingstrekkene i samfunnet som påvirker omfanget av varetransportene (Berg og Grønland, 2008). Innen 2025 er det forventet at 60 % av verdens befolkning bor i byer, og at netthandelen vil stå for 20 % av detaljhandelen (Stefanelli *et al.*, 2015). Det er fire sentrale drivkrefter i forbindelse med økningen i omfanget av vareleveringen: økning i kjøpekraft, befolkningsutvikling, reduksjon i transportkostnader, samt reduksjon i produksjonskostnader (Bleijenbergh, 2003).

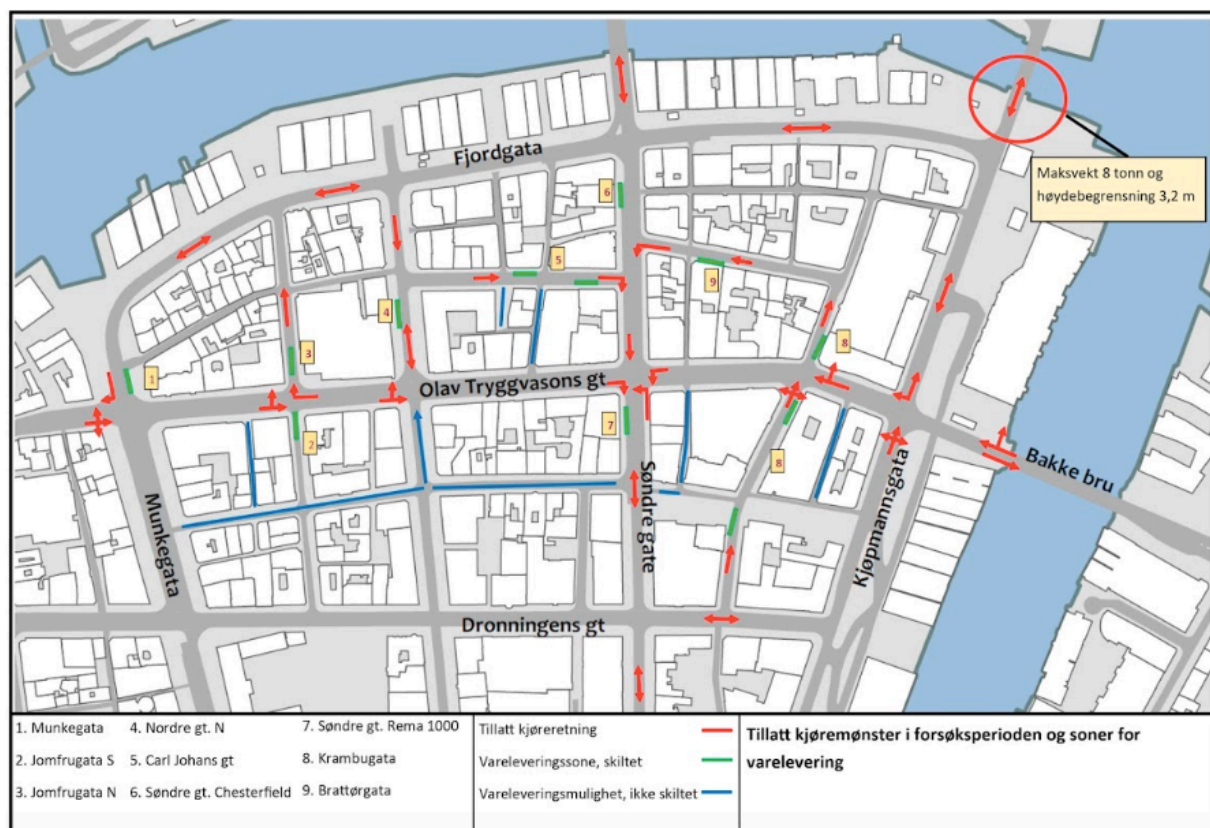
Næringslivet og handelsnæringen er avhengig av god tilgjengelighet for både distribusjonskjøretøy for varelevering og for kunder, for å kunne ha en tilfredsstillende omsetning. Dersom vareleveringen tar lengre tid, altså en reduksjon av effektiviteten, vil prisene på vareleveringen stige. Økte priser på vareleveringen vil tilslutt medføre økte priser på varer og tjenester. Prisen kan være avgjørende for hvor forbrukerne velger å foreta sin handel. En effekt av dette er at handlende velger å benytte kjøpesentrene utenfor bykjernen med gode parkeringsmuligheter og lavere priser. Det er også diskutert om hjemlevering kan erstatte kjøreturer i byen, og at dette dermed kan være et mer miljøvennlig alternativ (Wygonik og Goodchild, 2018). Samtidig som hjemlevering kan erstatte kjøreturer i bykjernen, vil dette føre til flere leveringer av enhetskolli i strøkene med høy befolkningstetthet, noe som betyr økt parkeringsbehov på disse lokasjonene (Chen, Conway og Cheng, 2017). Handelsnæringen er med på å skape et attraktivt bymiljø, som vil si at dersom handelsnæringen opplever nedgang vil ikke byrommet oppleves som like attraktivt for brukerne/innbyggerne.

Andre problemstillinger som er knyttet til varedistribusjon i byområder, er å finne egnet lokasjon for av- og pålasting av gods. Rapporten «Hva trenger norske byer for å starte planlegging for bylogistikk?» av Transportøkonomisk Institutt viser at det er mangel på vareleveringslommer, samt at utformingen av vareleveringslommene kan by på utfordringer (Fossheim *et al.*, 2019). Distribusjonskjøretøyene pakkes etter leveringsrute. Dermed er transportørene, spesielt ved bruk av de største distribusjonskjøretøyene, relativt låste til opprinnelig leveringsrute. Dersom områder reservert for varelevering er okkupert, vil distribusjonskjøretøyet måtte kjøre videre for å finne en annen parkeringslokasjon eller eventuelt vente på ledig kapasitet i vareleveringslommen. Dette kan skape sirkulerende trafikk, som igjen kan medføre økt trafikk og dårligere trafikkflyt. Disse faktum vil også medføre uønskede konsekvenser som økt utslipp, redusert effektivitet, økte kostnader, samt dårligere bymiljø. Noe som imidlertid fungerer bra er yrkessjåførene som håndterer dagens utfordringer, men økt press (økende volumer, restriksjoner, osv.) kan forverre situasjonen. (Fossheim *et al.*, 2019).

Trondheim har opplevd sterk vekst i varetransport og distribusjon inn til Midtbyen i de siste årene (Nicolaisen og Øvstedal, 2008). Miljøpakken, som er et samarbeid mellom kommunene Trondheim, Stjørdal, Malvik og Melhus, Trøndelag fylkeskommune og Statens vegvesen, har vedtatt en gatebruksplan i et forsøk på å nå nullvekstmålet. Prøveprosjektene går blant annet ut på å bedre fremkommeligheten for kollektivtransport og myke trafikanter. Slike prøveprosjekter kan påvirke godstransporten i negativ retning. Figur 1 viser at varetransport kommer i det nedre sjiktet av prioriteringspyramiden for hvordan de ulike trafikantgruppene skal prioriteres i Midtbyen (Trondheim kommune, 2018). Et eksempel er prøveprosjektet Miljøpakken har med miljøgate i Olav Tryggvassons gate. Hensikten med prøveprosjektene er å skape et mer attraktivt bymiljø for grønne trafikanter. Figur 2 viser at prøveprosjektet har medført nye kjøremønstre. Det nye kjøremønstret har gått ut over fremkommeligheten og parkeringsmuligheter for både vareleveranser og privatbiler. Ifølge en nyhetsartikkel publisert i Adresseavisen 22. februar 2019 har antallet vareleveranser for hvert enkelt distribusjonskjøretøy per dag sunket med omtrent 60 prosent på grunn av økt tidsbruk per leveranse. Økt tidsbruk per leveranse skyldes blant annet lengre trilleavstander grunnet begrenset tilgang på vareleveringsområder. Nedgangen i antallet leveranser, altså den økte tidsbruken per leveranse, medfører at kostnadene for både kunde og transportør øker. (Hanssen, 2019).



Figur 1: Prioriteringspyramide. Hentet fra Gatebruksplan i Midtbyen. (Trondheim kommune, 2018, s. 4).



Figur 2: Kjøremønster i forsøksperioden, vareleveringssoner og vareleveringsmuligheter. (Miljøpakken, 2018b).

Det offentlige har hatt relativt lite fokus på varetransport i byområder sammenlignet med person- og kollektivtrafikk. For person- og kollektivtrafikk har det offentlige vært opptatt av god planlegging, samt innføring av langsiktige tiltak. Stadig gjennomføres det ulike tiltak i form av prøveprosjekter i byområder, og da særlig i de største bysentrene. Tiltakene som gjennomføres har ofte målsetninger som blant annet omhandler å effektivisere godstransporten samt bedre miljøforholdene i bysentrene. Gjennom de ulike prøveprosjektene innhentes viktig informasjon om effektene av tiltakene. (Hauge, 2015). Disse prosjektene behøver data og evaluering for å forstå effektene på godstransport, så vel som andre fremkomstmåter. For å gjøre gode avgjørelser for varedistribusjonen i bysentra, er det behov for større faglig datagrunnlag. Utfordringene for prøveprosjektene framover er å gjøre gode beslutninger for alle brukere av gatearealet ved å tilpasse bylogistikken til veksten og fortetningen av byene (Statens vegvesen, 2017).

1.2 Forskningsspørsmål

Gitt bakgrunn beskrevet i forrige delkapittel er forskningsformålet med masteroppgaven definert til følgende:

«Formålet med oppgaven er å undersøke varelevering i bysentra spesifikt for bruk og utforming av vareleveringslommer»

Forskningsformålet favner bredt. Gitt forskningsformål og bakgrunn presentert i delkapittel 1.1, er det utviklet et sett med forskningsspørsmål som er definert til følgende:

- Hvordan benyttes leveringssoner langs gaten i dag?
- Hvordan kan videoobservasjoner/analyser benyttes til å samle data for vareleveringslommer?

Gitt svarene på det første settet med spørsmål, inkluderes et forskningsspørsmål knyttet til anbefalinger for regulering, planlegging og utforming:

- Hvordan kan leveringsområder potensielt reguleres og/eller utformes mer effektivt?

Økt kunnskap om bruken av vareleveringslommer i tette bysentra, vil kunne brukes som grunnlag for krav som kan medføre effektiv og fornuftig planlegging av byrommet.

1.3 Oppgavens kapitler

Oppgaven er delt inn i seks kapitler. Det første kapitlet har presentert introduksjon med bakgrunn og motivasjon, samt forskningsspørsmålene som danner grunnlaget for oppgaven. Kapittel 2 vil ta for seg relevant litteratur for utnyttelse og utforming av vareleveringslommer, i tillegg vil kapitlet presentere ulike kjøretøy og håndteringsutstyr som benyttes i forbindelse med distribusjon av varer, samt erfaringstall fra bransjen. I kapittel 3 vil metodikken som er anvendt i denne studien presenteres. Kapittel 4 presenterer resultatene fra datainnsamlingen. I kapittel 5 diskuteres resultatene som er funnet i studien, metodikken som er anvendt, og videreutvikling av forskningen. Til slutt, i kapittel 6, blir det presentert en konklusjon.

Kapittel 2: Teori

Kapittel 2 vil ta for seg relevant litteratur for utnyttelse og utforming av vareleveringslommer. Kapitlet vil også presentere ulike kjøretøy og håndteringsutstyr som benyttes i forbindelse med distribusjon av varer. Til slutt presenteres erfaringstall fra bransjen, som senere vil benyttes som sammenligningsgrunnlag.

Transport av varer og gods foregår på ulike nivåer med forskjellige egenskaper knyttet til blant annet transportmiddelvalg, rutevalg, samt i hvilke områder transportene foregår. Godstransporten omfatter hovedsakelig varetransport på et nasjonalt nivå, mens varedistribusjon på sin side omfatter levering til sluttbruker (detaljist eller direkte til forbruker) (Presttun *et al.*, 2010). Denne oppgaven vektlegger hovedsakelig varedistribusjon i byområder på et lokalt nivå, men det er viktig å forstå at beslutninger tatt på et høyere nivå påvirker varedistribusjon i byområder.

2.1 Utnyttelsesgrad av vareleveringslommer

Omfanget av varetransport til byområdene vil være en avgjørende faktor knyttet til utnyttelsesgraden av parkeringer for varelevering (Berg og Grønland, 2008).

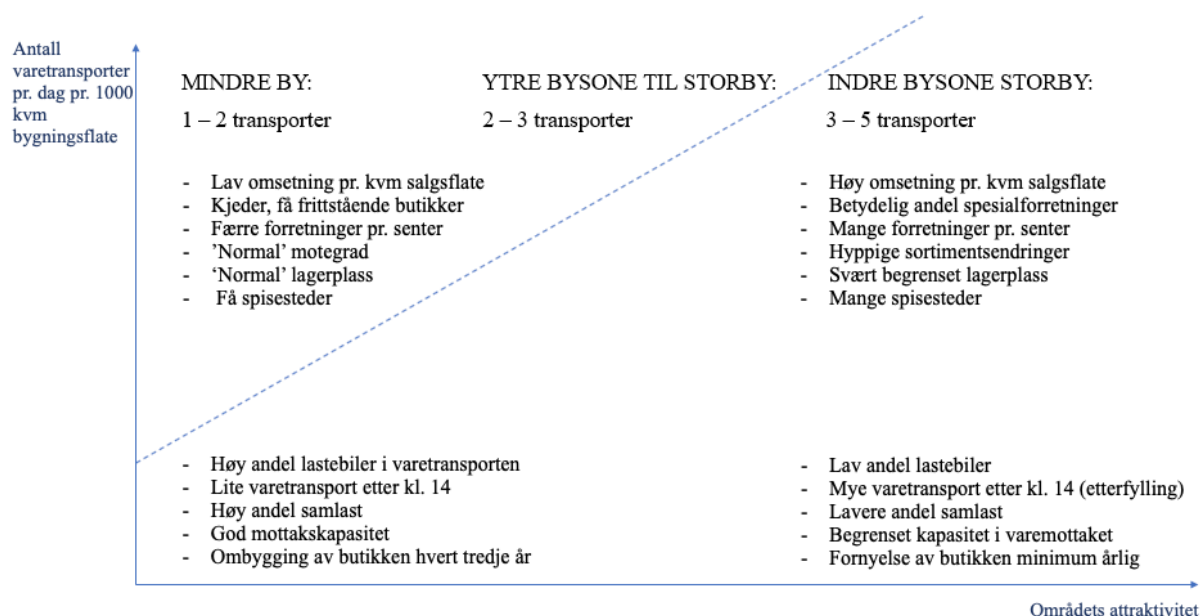
Utnyttelsesgraden innebærer hvor stor tidsandel hele eller deler av parkeringen er okkupert. En stor utnyttelsesgrad indikerer at parkeringen for det meste er okkupert, mens en liten utnyttelsesgrad indikerer at parkeringsplassen sjeldent er okkupert. Maksimal teoretisk utnyttelsesgrad vil dermed være 100%, mens den maksimale praktiske utnyttelsesgraden alltid vil være noe lavere. Utnyttelsesgraden vil kunne si noe om effektivitet og omfang av vareleveringer, hvor attraktiv en bestemt parkeringslokasjon er, samt hvor godt utnyttet det urbane gatearealet i arealbegrensede byrom er.

Leveringsområder er i all hovedsak utnyttet av distribusjonskjøretøy, tradisjonelt sett lastebiler og varebiler av ulike størrelser. Fremkommeligheten for distribusjonskjøretøyene, samt laste-/losseforholdene er av stor betydning for valg av størrelse på kjøretøyene. Ofte vil andelen lastebiler synke og andelen mindre distribusjonskjøretøy øke desto større byen er. I indre bykjerne er gjerne andelen lastebiler mindre enn i ytre bykjerne, og de mindre distribusjonskjøretøyene dominerer varetransporten, se figur 3. Det vanligste er å benytte små lastebiler i byområder, da disse har vist seg å være mest effektive for transportselskapene. (Berg og Grønland, 2008).

Antallet varetransporter i et bestemt område vil være av betydning for utnyttelsesgraden av parkeringslokasjonene. Behovet for varelevering vil påvirke hvor ofte vareleveringslokasjoner er okkupert. Berg og Grønland peker på flere ulike faktorer som påvirker antallet varetransporter per bransje (Berg og Grønland, 2008). Blant annet vil størrelsen på virksomheten påvirke transportbehovet. Andre faktorer som vil være med å bestemme antallet varetransporter per bransje:

- Produktenes karakteristika
 - Varenes volum, holdbarhet og omløpshastighet
- Antall direkteleveranser fra leverandører
 - Eksempelvis fra Ringnes, Mesterbakeren og Tine
- Salgskonsept

- Netthandel vil kunne medføre en betydelig økning i utgående transporter og levering av enkeltenheter
- Transporttilbudet
- Utsalgsstedets lokalisering
 - Figur 3 viser at det er nødvendig med flere transporter i tette bysentra sammenlignet med mindre byområder



Figur 3: Sammenheng mellom lokalisering og antall varetransporter per dag. (Berg og Grønland, 2008, s. 14).

Som nevnt utnytter distribusjonskjøretøyene leveringsområder for å utføre vareleveranser. Berg og Grønland har også undersøkt fordelingen av vareleveringer over døgnet, og undersøkelsene viser at levering av varer i stor grad skjer innenfor mottakerens ordinære arbeidstid. Undersøkelsene viser også at leveringstidspunktene er jevnt fordelt utover dagen, men at de gjerne legges til tidspunkt der det er lite kunder i forretningene, typisk utenom rush-tiden (Berg og Grønland, 2008). De samme funnene ble gjort under undersøkelsene til Klokkehaug og Pitera, som viste at dagligvarebutikkene ønsker å motta sine leveranser utenom rush-tid, eventuelt før åpningstid (Klokkehaug og Pitera, 2019). Normalt leverer distribusjonstransportørene forsendelsene enten på en varemottaksrampe eller via kundeinngangen til en servicemedarbeider som mottar varene. Andre muligheter er at sjåføren innehar egen nøkkel, eller eventuelt slippes inn av rengjøringspersonale/vektene før arbeidstiden begynner (Berg og Grønland, 2008).

Transportselskapene ønsker å være mest mulig effektive for å bedrive en lønnsom virksomhet. Vareleveringer i tette bysentra kan utfordre effektiviteten til transportørene. Ofte er gatenettet inne i byene overbelastet, noe som reduserer fremkommeligheten til distribusjonskjøretøyene. I sentrumsområdene er ofte tilgjengeligheten på parkering for varelevering begrenset på grunn av arealbegrensninger, samt at sjansene for at de er okkuperte av andre kjøretøy er reelle. (Bugge, 2003). Majoriteten av transportselskapene ser på parkering som en av hovedutfordringene. En generell

observasjon er at de fleste tette bysentra mangler områder som er reservert for varelevering. Dermed må det settes av flere parkeringsplasser som kan benyttes til varelevering, eventuelt fokuseres på innovative løsninger for å forbedre ytelsen til de eksisterende parkeringsplassene. (Dablanc og Beziat, 2015). Det er ikke uvanlig at kjøretøy som skal levere gods til forretninger i byområder må sirkulere rundt for å lete etter ledig parkeringsplass, eventuelt parkere ulovlig. Begge disse tilfellene vil medføre økte kostnader ettersom drivstofforbruket økes, det blir forsinkelser på leveringene, økt stressnivå for sjåførene, samt uforutsette kostnader ved eventuelle parkeringsbøter. Antallet tilgjengelige parkeringsplasser for varelevering er dermed av stor betydning. (Marcucci, Gatta og Scaccia, 2015).

En av årsakene til at distribusjonssjåførene velger å parkere ulovlig er fordi parkeringsplassene tiltenkt for varelevering også benyttes av andre kjøretøy, eksempelvis av kjøretøy brukt i forbindelse med serviceoppdrag. Det kan for eksempel være håndverkere, reparatører og vaktholdstjenester. For å forhindre konflikter mellom distribusjonskjøretøy og andre kjøretøy kan det blant annet settes tidsbegrensning på hvor lenge det er tillatt å benytte seg av parkeringsplassen (Marcucci, Gatta og Scaccia, 2015). Bruk av løsninger som tidsrestriksjoner/-begrensninger og reguleringer av parkeringslokasjoner kan begrense og/eller forhindre konflikter mellom ulike brukere, samt øke utnyttelsesgraden av aktuelle parkeringslokasjoner i bysentra. Uten tilgjengelige vareleveringslommer, er vanlig praksis for distribusjonskjøretøyene å parkere så nærme leveransestedet som mulig. Under slike forhold kan det fort oppstå konflikter med andre brukere av byrommet, eksempelvis hindringer fra andre kjøretøy som står parkerte i gaten (Hauge, 2015). Næringslivets transportere kan også ofte komme i konflikt med både sykkelfelt og fortau, og står dermed overfor en risikofaktor tilknyttet sikkerheten til de myke trafikantene som benytter disse arealene i byrommet (Tveit *et al.*, 2007). Innføring av adgangsregulerte vareleveringslommer vil kunne bedre muligheten for å parkere problemfritt, og vil oppveie ulempene med noe lengre trille/bærevstand (Hauge, 2015).

For å få bedre utnyttelse av parkeringsplassene tiltenkt for varelevering, kan de reguleres for ulike brukere gjennom dagen. Gjennom undersøkelser gjort i forbindelse med Statens vegvesens prosjekt «Gods i by», ble det studert hvilke grupper som hadde mest behov for parkeringsplassene gjennom dagen. Parkeringsplassene ble gjort mer fleksible, ved skilting med følgende restriksjoner: klokken 17:00 – 08:00 var det fri parkering, klokken 08:00 – 13:00 var de aktuelle parkeringsplassene reservert for varelevering, mens det klokken 13:00 – 17:00 var korttidsparkering mot en avgift (Bugge, 2003).

I 2013 gjennomførte SINTEF på vegne av Oslo kommune en studie for å evaluere hvordan en kapasitetsreduksjon og adgangsregulering av to vareleveringslommer lokalisert i Grensenområdet i Oslo påvirket vareleveringen. Den ene vareleveringslommen fikk en kapasitetsreduksjon på 33 %, mens den andre vareleveringslommen fikk ny adgangsregulering for transportører. Vareleveringslommen var tilgjengelig for transportører mellom klokken 08:00 og 17:00. Kapasitetsreduksjonen i den ene vareleveringslommen, medførte større aktivitet i den andre lommen. Etter kapasitetsreduksjonen gikk gjennomsnittlig oppholdstid ned for begge lokasjonene, og restkapasiteten i vareleveringslommene ble lavere. Restkapasitet defineres her som antall ledige personbillengder i vareleveringslommen. (Bjerkan, 2015).

For at transportselskapene skal være mest mulig effektive, er det nødvendig å minimere lossetidene. Berg og Grønland definerer lossetiden som summen av parkeringstiden og

transporttiden fra lasteplan til vareplassering, samt administrative oppgaver og eventuell retur (Berg og Grønland, 2008). Primært sett vil lossetiden avhenge av antallet leveringskolli som skal distribueres fra lastesonen, samt avstanden til endelig leveringslokasjon. Figur 4 viser faktorer som påvirker lossetidene (Berg og Grønland, 2008).



Figur 4: Faktorer som påvirker lossetidene. (Berg og Grønland, 2008, s. 26).

2.1.1 Effektivitet

Det norske næringslivet er fullstendig avhengig av god infrastruktur og effektiv godstransport for å kunne opprettholde sine aktiviteter (Transportøkonomisk institutt, u.å.). Effektivitet innenfor varelevering omhandler å benytte minst mulig ressurser for å produsere en tjeneste, uten å redusere logistikkytelsen når det gjelder kostnader og leveringstjenester (Sanchez-Diaz *et al.*, 2020). Effektiviteten til et transportsystem vil dermed avhenge av hvordan ressursene er utnyttet innen et system. Disse ressursene inkluderer blant annet forretningsmodeller, kjøretøy, sjåfører, informasjonsteknologi, samt infrastruktur (Moen, 2015). Et effektivt godstransportsystem kjennetegnes ved at transportmidlenes egenart og generative fortrinn styrkes med formål å gi vareeiere og transportkjøpere høy kvalitet til lavest mulig pris. Ny teknologi og innovative løsninger, eksempelvis autonomi, bedre fører- og beslutningsstøttetjenester samt kraftigere navigasjons- og informasjonstjenester, kan bidra til en effektivisering av godstransporten for alle transportformer. Etter innfasing skal tiltak som elektrifisering, automatisering og mer intelligente samordnede transportsystemer, gi billigere og/eller mer effektive transport. (Vartdal *et al.*, 2020).

En undersøkelse basert på data fra en logistikkleverandør i Sverige viser at selve utkjøringen av varene består av omtrent 30 % av den totale tidsbruken. 55 % av tidsbruken benyttes til å gjennomføre aktiviteter relatert til kundeservice, håndtering av gods og planlegging. Disse resultatene viser at det dermed ligger mye potensiale til å øke effektiviteten i godstransporten ved nøyaktig og gjennomtenkt ruteplanlegging og håndtering av gods i forkant av utkjøring (Sanchez-Diaz *et al.*, 2020). Bedre planlegging av transportaktørens bruk av kjøretøyflåte kan også effektivisere godstransporten, samtidig som det bidrar til en bedre trafikkavvikling (Høye og Ragnøy, 2011).

Eksempelvis viser erfaringer fra Rogaland at transportører i gjennomsnitt tilbringer i overkant av 30 % av sin 8 timers arbeidsdag i kø. Erfaringene har vist at et av de mest effektive tiltakene for å bedre effektiviteten i godstransporten i byområder er å tillate distribusjonskjøretøy over en viss størrelse å benytte kollektivfelt. Det vil si å etablere sambruksfelt for bestemte transport og kjøretøy. Et annet tiltak som kan øke effektiviteten i godstransporten er adgangsregulerte laste/losse-lommer. Uten tilgjengelige vareleveringslommer, er vanlig praksis for distribusjonskjøretøyene å parkere så nærme leveransstedet som mulig. Under slike forhold kan det fort oppstå

konflikter med andre brukere av byrommet, eksempelvis hindringer fra andre kjøretøy som står parkerte i gaten (Hauge, 2015). Næringslivets transporter kan også ofte komme i konflikt med både sykkelfelt og fortau, og står dermed overfor en risikofaktor tilknyttet sikkerheten til de myke trafikantene som benytter disse arealene i byrommet (Tveit *et al.*, 2007). Innføring av adgangsregulerte vareleveringslommer vil bedre muligheten for å parkere problemfritt, og vil oppveie ulempene med noe lengre trille/bæreeavstand (Hauge, 2015).

Imidlertid er kapasiteten i transportinfrastrukturen i all hovedsak god (Vartdal *et al.*, 2020). Langtransport av gods beslaglegger en liten andel av kapasiteten i transportkorridorene på veg, og bidrar dermed lite til eventuell køproblematikk i de store bysentrene. Tiltak for å fjerne langtransporten av gods i sentrale bysentra vil dermed ikke kunne gi særlig effekt på trafikk tettheten og reduksjon av kødannelser. Et virkningsfullt tiltak for å øke effektiviteten i transport av gods på veg er å åpne for bruk av lengre og tyngre kjøretøy. Tiltaket vil også medføre sikrere transporter med mindre utslipp (Vartdal *et al.*, 2020). Mindre forsendelser fører til oftere leveringer. Selv om større kjøretøy gir stordriftsfordeler, samt muligheter for å øke effektiviteten ved å ha mer volum levert per distribusjonskjøretøy på en enkelt runde, kan bruk av litt mindre (medium størrelse) kjøretøy for levering av pakker føre til underutnyttelse av kapasiteten. Hovedårsaken til denne underutnyttelsen er tid – ikke vekt eller volum. Transportoperatører har funnet ulike metoder for å behandle disse utfordringene. Transportoperatørene kan blant annet tilpasse kjøretøyets størrelse for å unngå ubrukt kapasitet, samt å oppfylle kjøretøyets begrensninger. En annen metode er å finne innovative strategier for last-mile, som ofte vil avhenge av omlasting til mindre kjøretøy. (Sanchez-Diaz *et al.*, 2020).

For levering av gods i gågater er det normalt satt restriksjoner til vekt av distribusjonskjøretøy, samtidig som det er satt tidsrestriksjoner for når det er tillatt å levere varer i den aktuelle gågaten (Statens vegvesen, 2014). Å vurdere en tidsutvidelse av leveranser i gågater, kan være et tiltak for å bedre effektiviteten av godstransporten i gågatene. Grunnet sent innkommet gods med jernbane til bysentrene, kan det ofte være vanskelig å overholde tidsfristen som er satt for vareleveranser i gågater (Hauge, 2015).

2.1.2 Intelligente transportsystemers potensiale for å løse effektivitetsutfordringer i varedistribusjon

Intelligente transportsystemer og transporttjenester, ITS, har et potensiale til å kunne løse flere ulike problemstillinger i transportsektoren.

Samvirkende ITS (C-ITS eller kooperative systemer) er teknologier og applikasjoner som utnytter effektiv datautveksling mellom enheter, aktører og infrastruktur i transportsystemet.

Hensikten er å forbedre mobilitet, sikkerhet, fremkommelighet og brukertilfredshet gjennom sanntids datautveksling og informasjonsdeling basert på trådløs kommunikasjon og smart teknologi i kjøretøy og mobile terminaler. (Statens vegvesen, 2016a, s. 5).

Sammenhengende ITS-tjenester for trafikk- og godsstyring er ett av fire prioriterte områder som ITS-direktivet har vedtatt. Samvirkende ITS har et bredt utnyttelsespotensiale på transportområdet. Teknologien og mulighetene samvirkende ITS bringer med seg skal kunne utnyttes for å utarbeide og forbedre allerede

eksisterende mobile tjenester. På dette området kan godstransport inkluderes. Behovet til brukeren av systemet vil kunne variere avhengig godstransportør eller type distribusjonskjøretøy. Kjernen i ITS for godstransporten består i å skaffe, behandle og distribuere informasjon for bedre bruk av transportsystemer, infrastruktur og tjenester. Ved bruk av samvirkende ITS oppnås fordelaktige effekter. Eksempler på slike effekter er miljøfordeler, bedre trafiksikkerhet, samt en samlet mer effektiv transport. (Statens vegvesen, 2016a). Kjernen i ITS for godstransporten består i å skaffe, behandle og distribuere informasjon for bedre bruk av transportsystemer, infrastruktur og tjenester. Innen godstransport referer ITS hovedsakelig til å integrere politiske virkemidler og tiltak som tar hensyn til prioriteringer for forskjellige transportformer som følge av forutsetninger for bytransport (Oskarbski og Kaszubowski, 2016). Ved bruk av samvirkende ITS oppnås fordelaktige effekter. Eksempler på slike effekter er miljøfordeler, bedre trafiksikkerhet, samt en mer effektiv transport (Statens vegvesen, 2016a).

Som tidligere nevnt har mye av fokuset til det offentlige vært på kollektivtransport, mens det gjerne har vært et for lite fokus på næringslivets transporter i form av godstransport og varedistribusjon (Hauge, 2015). Tilrettelegging for denne trafikantgruppen vil være et godt alternativ for å bedre effektiviteten av transport av varer som en helhet. Bedre informasjon om hvor og når vareleveringer skjer er et viktig tiltak for å bedre effektiviteten og kan oppnås gjennom innføring av ITS-tjenester. Et eksempel på en slik tjeneste kan være innføring av et system som gir anledning til å bestille tid for lasting/lossing i adgangsregulerte vareleveringslommer. Systemet vil kunne gi sjåføren beskjed hvorvidt det er kø på laste-/losseplassen, slik at sjåføren kan unngå å måtte vente i kø her. Problemstillingen angående kø ved laste-/losseplasser, er hovedsakelig knyttet til kjøpesentra, der flere aktører kan gjøre lossingen ekstra problematisk. En annen mulighet som oppleves som veldig interessant for sjåførene, er et system med elektronisk oppdatering på hvorvidt lossestedene har ledig kapasitet og med mulighet for å reservere lossetid. (Tveit *et al.*, 2007).

Innføring av sambruksfelt ble tidligere pekt på som en løsning for å øke effektiviteten for godstransporten. En mulig løsning på et slikt tiltak kan være å tillate distribusjonskjøretøy av en viss størrelse og med en viss fyllingsgrad å benytte eksempelvis kollektivfelt – noe som kan fremtvinge samlastingseffekter (Tveit *et al.*, 2007). Implementering av sambruksfelt kan gjøres ved innføring av variable skilt.

Videre kan ITS også benyttes for å kartlegge tidsbruken ved de ulike aktivitetene i en vareleveringssyklus. Kim, Boyle og Goodchild har utviklet en applikasjon basert på Value Stream Mapping (VSM) som fokuserer på tidsbruk av vareleveringen fra kjøretøysankomst til kjøretøysavreise. VSM er et lean-verktøy som kan benyttes for å bryte ned operasjoner for å analysere nåværende situasjon (Kim, Boyle og Goodchild, 2018). Applikasjonen kan benyttes til å se på ulike aspekter ved vareleveringen, som for eksempel:

- Kjøretøysaktiviteter (parkering, kjøre fra stedet, etc.)
- Gjentakende aktiviteter ved leveringen (gåing, snakking, organisering av gods)
- Lasting og lossing av gods
- Aktiviteter som involverer venting og bruk av heis, trapper etc.
- Aktiviteter som involverer selve leveringen av gods (se etter betjening for signering, skanning etc.)

Applikasjonen kan også kartlegge tid som ikke er av verdi ved vareleveringen. Tid som ikke er av verdi er definert som den tiden som er forbundet med en reduksjon i kvaliteten på leveringstjenesten. Dette kan inkludere lengre oppholdstid og høyere kostnader uten fordel for kunden (Ries *et al.*, 2013).

Kartlegging av tidsbruk ved varedistribusjon er også en faktor som har blitt testet i Asplan Viaks prosjekt for Statens vegvesen «Tidsbruk i varelevering». Registreringsmetodikken som ble brukt for å kartlegge tidsbruken besto av automatisk inndatering av tidspunkter og posisjon ved hjelp av GPS, kombinert med et enkelt registrerings skjema. I løpet av en arbeidsdag registreres alle distribusjonskjøretøyets bevegelser ved hjelp av automatisk logging. GPS-registrering gjør at vareleveringsaktiviteten plasseres geografisk, der de ulike vareleveringsaktivitetene representeres gjennom hendelser. Bruk av elektroniske registreringsenheter med GPS, muliggjør en mer effektiv og detaljert datafangst, samt enklere bearbeiding og resultatpresentasjon. (Rødseth og Frøyen, 2010).

2.2 Utforming av vareleveringslommer

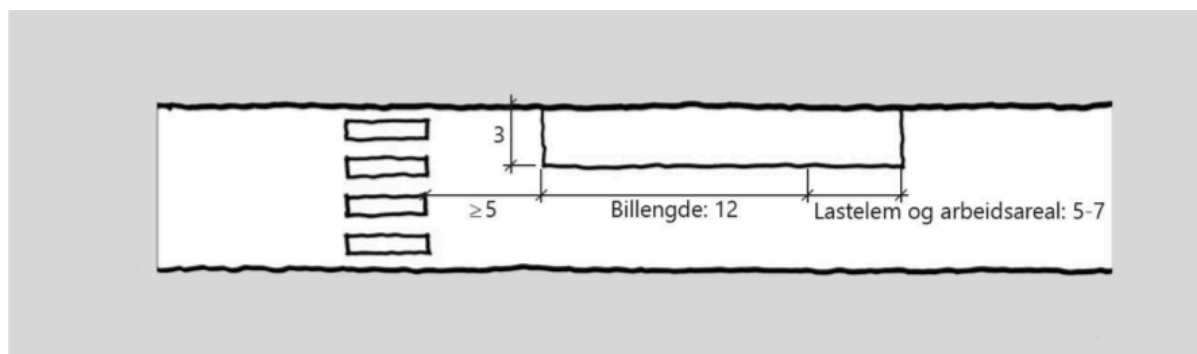
Planlegging, dimensjonering og utforming av den fysiske infrastrukturen må tilrettelegge for en effektiv, miljøvennlig samt trafikksikker distribusjon av varer og servicetjenester. Hvordan infrastrukturen i byområdene og lastesonene for varelevering er utformet, er av stor betydning for transportørens valg av distribusjonskjøretøy (Berg og Grønland, 2008). Ved varelevering i sentrumsområder, kan store distribusjonskjøretøy møte fysiske hindringer som kan sette begrensninger på effektiviteten av vareleveringen på grunn av trange gater med krappe svinger. Grunnet økt konkurranse i transportbransjen, benyttes det i større grad enn tidligere store lastebiler for lokaldistribusjon i bysentra. For at sjåføren uhindret kan komme frem til mottaker av godset, er det derfor svært viktig at planleggere og beslutningstakere for utforming av sentrumsområdene vektlegger dimensjoneringen av vegger og varemottak (Bugge, 2003). Problemer knyttet til vareleveringsparkering er hovedsakelig størst i gamle bydeler der gatene er ekstra smale, da gatene ikke er konstruerte for motoriserte kjøretøy (Marcucci, Gatta og Scaccia, 2015).

Dermed har Leverandørens Utviklings- og Kompetansesenter (LUKS) utarbeidet en rapport som belyser problemer og hindringer for varelevering i byer. En av problemstillingene som tas opp i rapporten er parkering og fysisk utforming. En viktig faktor med tanke på utforming av parkering til varelevering er arealbehovet. På generell basis er det samlede arealbehovet større enn det tilgjengelige gatearealet, og derfor må det tilrettelegges for fleksibilitet slik at ulike typer distribusjonskjøretøy kan benytte seg av parkeringsarealet. Det er også viktig å dimensjonere leveringssonene store nok, og dette gjelder spesielt for snu-sløyfer og kulverter ved varemottak. (Bugge, 2003).

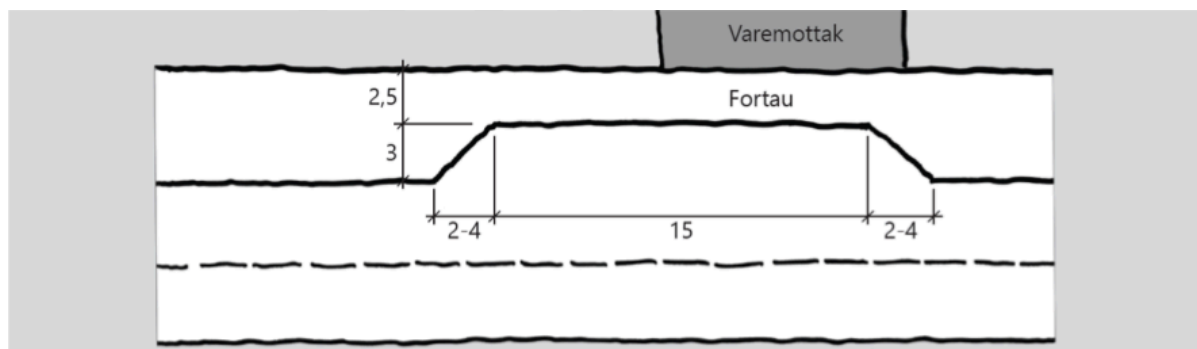
Videre er distribusjonskjøretøyenes størrelse og arealbehov viktig for utforming av parkeringsplassene. Kjøretøyenes akselavstand påvirker minste akseptable svingradius i kryss, innkjørsler og lasteramper. Eksempelvis vil det være viktig å ta hensyn til svingradius i kryss og midtblokkering av bevegelser til innkjørsler, lasteramper og smug. Kjøretøyets høyde er også viktig å bemerke med tanke på vertikale barrierer som skilt, broer og signaler. (Conway og Williamson, 2018).

Statens vegvesen har på sin side utarbeidet en normal for utforming av varelevering fra kjørebanelen i håndbok N100, Veg- og gateutforming (Statens vegvesen, 2016b).

Varelevering fra kjørebanelen kan gjennomføres ved stopp i kjørefelt, fra parkeringslomme eller fra egen vareleveringslomme. Figur 5 og figur 6 viser anbefalte størrelser på lokasjoner reservert for varelevering fra kjørebanelen for henholdsvis varelevering langs kantstein og varelevering i lomme. Anbefalt maksimal stigning på oppstillingsplass for varelevering er 4% (Statens vegvesen, 2016b). For levering langs fortauskant kan lengden dimensjoneres etter behov, og regulering av leveringsområdet skjer ved bruk av skilting. Det er ingen spesielle krav til høyde på fortauskant, men normal høyde er vanligvis satt til å være 12 cm (Rødseth, samtale, 3. mars, 2020).

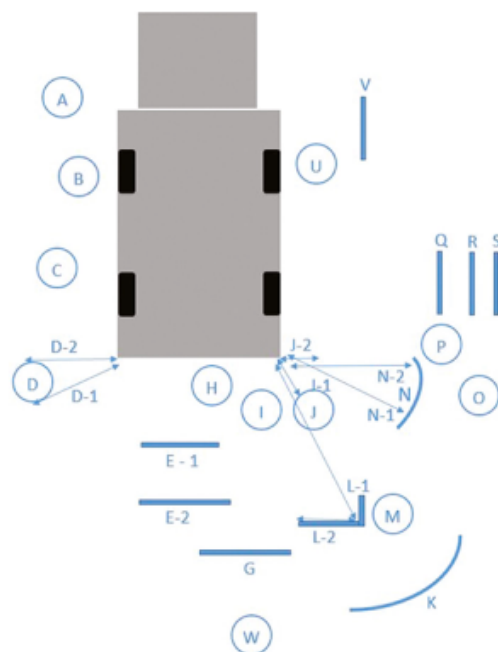


Figur 5: Varelevering langs kantstein (mål i meter). (Statens vegvesen, 2016b, s. 94).



Figur 6: Varelevering i lomme (mål i meter). (Statens vegvesen, 2016b, s. 94).

McCormack et al. har gjennomført en studie for å få bedre forståelse for varelevering parallelt med fortauskant. Målet med studien var å finne krav til arealbehov rundt distribusjonskjøretøyene ved varelevering i tette byområder. Det ble utført manuelle observasjoner, og ved hjelp av funnene kunne vareleveringene simuleres og gi et estimat på arealbehovet. De viktigste faktorene som ble studert var størrelsene på distribusjonskjøretøyene, samt bevegelsesmønsteret til sjåførene. Figur 7 viser et eksempel på målinger gjort av en simulert levering. I figuren indikerer sirkel distribusjonssjåførens bevegelser under simuleringen, linje indikerer kanten på håndteringsutstyret (for eksempel sekketralle eller jekketralle) lengst bort fra kjøretøyet, og en kurvet linje indikerer svingradiusen til håndteringsutstyret lengst borte fra kjøretøyet. Studien viste at parkeringer reservert for varelevering parallelt med fortauskant ofte er for arealknappe. (McCormack et al., 2019).



Figur 7: Eksempel fra målinger av en simulert levering. Sirkel: distribusjonssjåførens bevegelser. Linje: kanten på håndteringsutstyr. Kurvet linje: svingradius på håndteringsutstyr. (McCormack et al., 2019, s. 138).

Ved utforming av vareleveringssone er det viktig å ta hensyn til mange ulike elementer, blant annet type vegdekke, skilting, lysforhold og ulike barrierer. Vegdekke er en faktor som er viktig for fremkommeligheten for de som leverer varene. Betong med varmekabler er foretrukket, mens det generelle kravet er at underlaget skal være jevnt, hardt, sklisikkert og uten terskler (Bugge, 2003). Dette er bekreftet av sjåførene, som også påpeker at små elementer som stein og strøsand kan skape store problemer for de som leverer varene (Klokkehaug og Pitera, 2019). Brostein er det er minst foretrukne underlaget, da det er tungt å trille jekketraller, containere og bur på denne typen overflate. Utforming av fortauskantene er også en viktig faktor for fremkommeligheten for leveransen. På flere av lokasjonene er fortauskanten nedsenket for å forenkle aksjonen med å få varene over terskelen, men dette medfører en økt gradient som dermed gjør det mye tyngre å frakte lasten (Klokkehaug og Pitera, 2019). Det er stilt et maksimumskrav om helningsgrad på 1 grad (Bugge, 2003). Søppel og andre gjenstander kan ligge i vegbanen og vil fungere som unødvendige barrierer som er relativt enkle å fjerne (Klokkehaug og Pitera, 2019). Videre er riktig skilting, riktig og tydelig vegoppmerking, samt gode lysforhold viktige elementer for å sørge for en effektiv varelevering (Bugge, 2003).

Videre vil universell utforming av mottakerforhold og inngangsparti hos de ulike forretningene være fordelaktig for allmuen, spesielt for vareleveringen, da det sikrer uhindret og enkel adgang. Det arbeides med å utvide begrepet universell utforming til også å omfatte transport av varer inn til den enkelte virksomhets mottak/lager (Leverandørens Utviklings- og Kompetansesenter, Norges Lastebileier-forbund og NHO Logistikk og transport, 2014).

Det finnes flere ulike typer oppstillingsplasser for varelevering, blant annet parkering 90 grader på varemottak, parallelt med varemottak og mot fortauskant. Det er også oppgitt

standardmål for de ulike oppstillingsplassene (Leverandørenes Utviklings- og Kompetansesenter, Norges Lastebileier-forbund og NHO Logistikk og transport, 2014). Erfaringsbasert er permanent rampe det beste alternativet, da lastebrettet ikke må senkes helt ned på bakken. Dette er tidsbesparende, samt at man unngår problemer med søppel og andre barrierer i vegbanen (Klokkehaug og Pitera, 2019). Videre vil en 90 graders oppstilling på varemottak være fordelaktig, mens skrå oppstilling kan være trafikkfarlig på grunn av dårlig sikt (Klokkehaug og Pitera, 2019). Oppstillingsplassene som er mest foretrukket er krevende i forhold til arealbruk, og derfor er det ofte benyttet andre løsninger. I enkelte tilfeller kan leveringssonene være for korte til at en stor lastebil kan benytte seg av parkeringen (Pivo *et al.*, 2002). Bakgater er ofte benyttet som leveringssoner, noe som er gunstig med tanke på at det ikke vil hindre gjennomgangstrafikk. Problemet knyttet til leveringer fra bakgater vil være plassmangel, kødannelse eller ulike gjenstander som sperrer vegen.

2.3 Distribusjonskjøretøy og andre brukere av vareleveringslommer

Innen varetransport benyttes mange ulike distribusjonskjøretøy. Valg av distribusjonskjøretøy avhenger av ulike faktorer, som for eksempel vekt og volum av leveringsenhetene. En faktor som er spesielt viktig for valg av transportmiddel, er om varetransporten er godstransport (lange avstander) eller varedistribusjon (kortere avstander). Tabell 1 viser alternative transportmidler for varedistribusjon. Denne kjøretøysklassifiseringen er benyttet i observasjonsmetodikken.

Tabell 1: Biltyper – alternative transportmidler for varedistribusjon. Alle foto: Helene Romundstad. (Statens vegvesen, 2014).

Type kjøretøy

Personbil



- Lengde: 4,8 meter
- Varierer mye i størrelse, har valgt å bruke dimensjoneringslengde
- Benyttes både til varedistribusjon og privat bruk

Servicebil



- Lengde: ~ 5,0 meter
- Varierer i størrelse
- Ofte små varebiler
- Benyttes hovedsakelig i forbindelse med serviceoppdrag

Varebil



- Lengde: 5,5 – 8,0 meter
- Varierer mye i størrelse
- Betjenes fra både skyvedør på siden av kjøretøyet og bakluke
- Benyttes til varedistribusjon

Kassebil



- Lengde: 6,0 – 10,0 meter (+ evt. 3 meter bakløfter)
- Kan betjenes fra bakluke eller fra evt. sidedør
- Benyttes til varedistribusjon

Liten lastebil



- Lengde: 8,2 – 11,2 meter + 3 meter bakløfter
- Bredder: 2,6 meter + speil 2x30 cm
- Toakslet med lift
- Benyttes til varedistribusjon

Stor lastebil



- Lengde: 12,0 – 15,0 meter + 3 meter bakløfter
- Bredder: 2,6 meter + speil 2x30 cm
- 3-akselt / boggi med lift
- Benyttes til varedistribusjon

Semitrailer



- Lengde: 17,5 – 20,5 meter + 3 meter bakløfter
- Bredder: 2,6 meter + speil 2x30 cm
- Benyttes hovedsakelig til godstransport

Søppelbil



- Lengde: 8,0 – 10,0 meter (+ evt. arbeidslengde)
- Kjøretøy som benyttes i forbindelse med renovasjon

2.4 Håndteringsutstyr

Forflyttingen av varer fra distribusjonskjøretøy til endelig leveringssted er i liten grad en automatisert prosess. Forflyttingen foregår hovedsakelig med manuell arbeidskraft fra sjåførene. For å avlaste sjåførene kan ulike håndteringsutstyr benyttes. Tabell 2 presenterer ulike håndteringsutstyr og lastbærere som benyttes i forbindelse med levering av varer, og er benyttet i observasjonsmetodikken.

Tabell 2: Håndteringsutstyr og lastbærere benyttet i forbindelse med levering av varer. Alle foto: Jørgen Rødseth og Helene Romundstad.

Type håndteringsutstyr/lastbærer

Jekketralle



- Pallejekk
- Både elektrisk og ikke-elektrisk
- Har to lange tenner med trinser, som føres inn under pallene i egne spor. Deretter kan tennene jekkes opp slik at pallen løftes fra underlaget og kan trilles til leveringssted.

Sekketralle



- Tohjulstralle
- To store luftfylte hjul
- Sammenleggbar
- Bøylene på baksiden av håndtaket gjør det lettere å komme seg opp/ned trapper
- Nederst har sekke-trallen et brett som varene plasseres på
- Størrelsen og utformingen på brettet kan variere ut i fra hvilke varer som skal leveres
- Benyttes for større/tyngre pakker
- Benyttes gjerne for levering av flere enhetskolli/pakker på samme levering

Transportbur



- Mange ulike typer og størrelser
- Ofte en liten bunnplate med fire små hjul og avtakbare sidevegger som kan strekke seg opp til 220 cm
- Små hjul, som ofte kan sette seg fast i ujevnheter i underlaget
- Benyttes gjerne ved transport av gods som er vanskelig å stable stødig på en pall
- Benyttes blant annet ved levering av meierivarer, post, blomster og annet

Trillebrett



- Finnes i ulike størrelser og typer
- Rektangulært brett med et hjul i hvert hjørne
- Vanskelig å frakte over terskler

Paller



- Standardisert lastbærer
- Normalt Europall 1200 x 800 mm
- Finnes også som halvpall (600 x 800 mm), tredjedels pall (400 x 800 mm) og kvartpall (400 x 600 mm) (Leverandørens Utviklings- og Kompetansesenter, Norges Lastebileier-forbund og NHO Logistikk og transport, 2014).
- Benyttes for ulike varettyper, blant annet dagligvarer, klær og andre varer i kartonger

Felles for jekketraller og transportbur er de små hjulene som ikke kan forsure normale fortauskanter. Sekketraller har relativt store hjul, og kan dermed lettere forsure en normal fortauskant. Det bør være minst én vareleveringslomme/loseplass per kvartal for å forhindre kryssing av gater med håndteringsutstyr som jekketraller og transportbur. Avhengig av hvilken type vare som skal leveres, benyttes det ulike typer lastbærere. Levering av mindre pakker/kartonger skjer gjerne manuelt ved bæring uten håndteringsutstyr.

2.5 Erfaringstall fra bransjen

Det er begrenset tilgang på erfaringstall fra varedistribusjonsbransjen som kan benyttes til sammenligningsgrunnlag. For å finne erfaringstall som kan benyttes til sammenligning av resultater fra denne studien, er det blitt fokusert på å finne erfaringsdata hovedsakelig fra norske byer.

Erfaringstall fra SINTEF-rapport «Bruk av vareleveringslommer i Oslo sentrum – vurderinger av kapasitetsreduksjon og adgangsregulering», utarbeidet i forbindelse med FoU-prosjektet Grønn bydistribusjon i Oslo, er valgt ut som sammenligningsgrunnlag da denne studien er relativt ny (fra 2015), og er fra en annen norsk by (Oslo) (Bjerkan, 2015). Andre data som er benyttet som sammenligningsgrunnlag er erfaringstall fra SINTEF-rapport «Varedistribusjon i by – problembeskrivelse» (Rødseth og Nicolaisen, 2003). Denne rapporten er litt eldre (fra 2003) men bygger på data fra Trondheim – blant annet fra Olav Tryggvasons gate.

Det er også funnet erfaringstall fra London og Toronto som kan benyttes for sammenligning på generell basis for ankomsttid og aktivitet, da disse byene er betydelig større enn Trondheim.

2.5.1 Oppholdstid

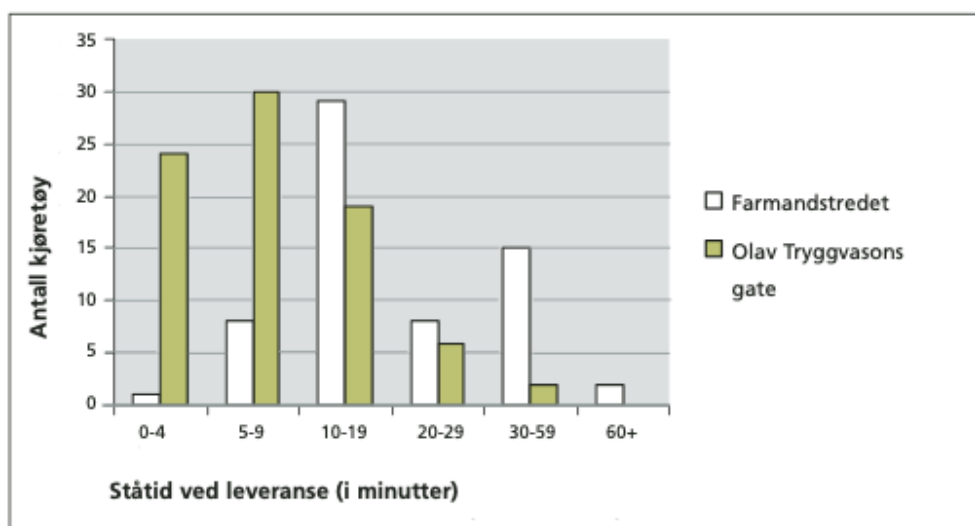
For oppholdstid er det funnet erfaringstall fra de to SINTEF-rapportene. Tabell 3 viser gjennomsnittlig oppholdstid i vareleveringslommer ved Grensenområdet i Oslo sentrum. Ved normalsituasjon bruker lastebil mellom 14 og 21 minutter i vareleveringslommene, mens øvrige distribusjonskjøretøy bruker mellom 10 og 13 minutter. Ved kapasitetsreduksjon på 33 % er oppholdstiden mindre, og ligger da mellom 11 og 13

minutter for lastebil, og mellom 10 og 13 minutter for øvrige distribusjonskjøretøy. (Bjerkan, 2015).

Tabell 3: Gjennomsnittlig oppholdstid i vareleveringslomme ved normalsituasjon og kapasitetsreduksjon (Bjerkan, 2015, s. 11).

	Normalsituasjon n=449	Kapasitetsreduksjon n=242	Endring
Transportører: lastebil			
Nedre Slottsgate	21 min	13 min	-8 min
Lille grensen	14 min	11 min	-3 min
Transportører: øvrige			
Nedre Slottsgate	13 min	11 min	-2 min
Lille Grensen	10 min	10 min	-
Andre brukere			
Nedre Slottsgate	8 min	10 min	+2 min
Lille Grensen	8 min	9 min	+1 min

Figur 8 viser oppholdstid ved vareleveranse i Olav Tryggvasons gate i Trondheim sentrum. Den største andelen av distribusjonskjøretøy har en gjennomsnittlig oppholdstid mindre enn 10 minutter. Det er også en betydelig andel som har en gjennomsnittlig oppholdstid mellom 10 og 19 minutter (Rødseth og Nicolaisen, 2003). Figuren viser ikke fordelingen mellom de ulike distribusjonskjøretøyene, det blir dermed problematisk å sammenlikne resultatene med erfaringstallene fra tabell 3. Resultatene fra de to SINTEF-rapportene tenderer kortere oppholdstid i Olav Tryggvasons gate sammenliknet med oppholdstiden i vareleveringslommen i Grensenområdet i Oslo.



Figur 8: Fordeling av ståtid fra ankomst til bilen kjører videre, ved Farmandstredet (Tønsberg) og Olav Tryggvasons gate. (Rødseth og Nicolaisen, 2003, s. 20).

2.5.2 Restkapasitet

For restkapasitet er det presentert erfaringstall fra SINTEF-rapporten «Bruk av vareleveringslommer i Oslo sentrum – vurderinger av kapasitetsreduksjon og adgangsregulering» (Bjerkan, 2015). Tabell 4 viser restkapasitet i to vareleveringslommer ved Grensenområdet i Oslo. Ved normalsituasjon er restkapasiteten 0 i 12 % av tiden, det vil si at vareleveringslommen er fullstendig utnyttet. Ved kapasitetsreduksjon er restkapasiteten 0 i 37 % av tiden, som forventet er dette en betraktelig økning fra normalsituasjon. Dette betyr at vareleveringslommen har større utnyttelsesgrad ved kapasitetsreduksjon. Vareleveringslommen er helt ledig kun 3 % og 1 % av tiden ved henholdsvis normalsituasjon og ved kapasitetsreduksjon, noe som indikerer stor utnyttelse og mange brukere.

Tabell 4: Restkapasitet (ledige pbl) ved normalsituasjon (n = 434) og kapasitetsreduksjon (n = 233) (Bjerkan, 2015, s. 13).

	Normalsituasjon	Kapasitetsreduksjon
0	12 %	37 %
1	20 %	29 %
2	22 %	16 %
3	26 %	13 %
4	18 %	4 %
5	3 %	1 %
Totalt	100 %	100 %

2.5.3 Håndteringsutstyr og bilpark

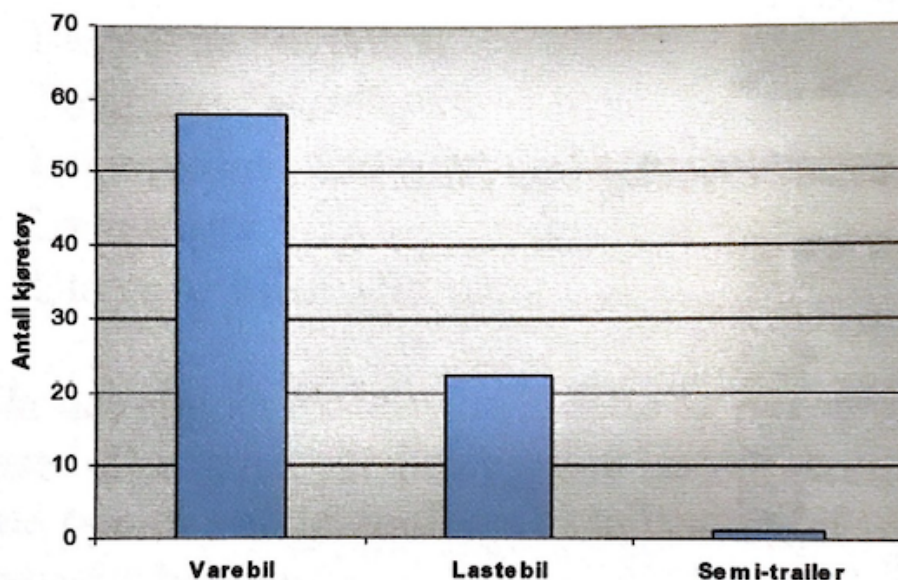
SINTEF-rapporten «Bruk av vareleveringslommer i Oslo sentrum – vurderinger av kapasitetsreduksjon og adgangsregulering» benytter pall med jekk/tralle, sekke-tralle på hjul og bæres uten håndteringsutstyr som kategorier for leveringsmetode. Både ved normalsituasjon og ved kapasitetsreduksjon er det bæring uten håndteringsutstyr som er den vanligste leveringsmetoden, se tabell 5.

Tabell 5: Leveringsmetode ved normalsituasjon (n = 159) og kapasitetsreduksjon (n = 112). Begge lommer. (Bjerkan, 2015, s. 14).

	Normalsituasjon		Kapasitetsreduksjon	
	n	%	n	%
Pall med jekk/tralle	22	14 %	17	15 %
Sekke-tralle på hjul	29	18 %	26	23 %
Bæres uten håndteringsutstyr	108	68 %	69	62 %
Totalt	159	100 %	112	100 %

Figur 9, fra SINTEF-rapporten «Varedistribusjon i by – problembeskrivelse», viser ulike biltyper som benyttes ved varelevering i Olav Tryggvasons gate. I undersøkelsen som ble gjennomført i Olav Tryggvasons gate i 2002, ble det registrert en andel på 72 %

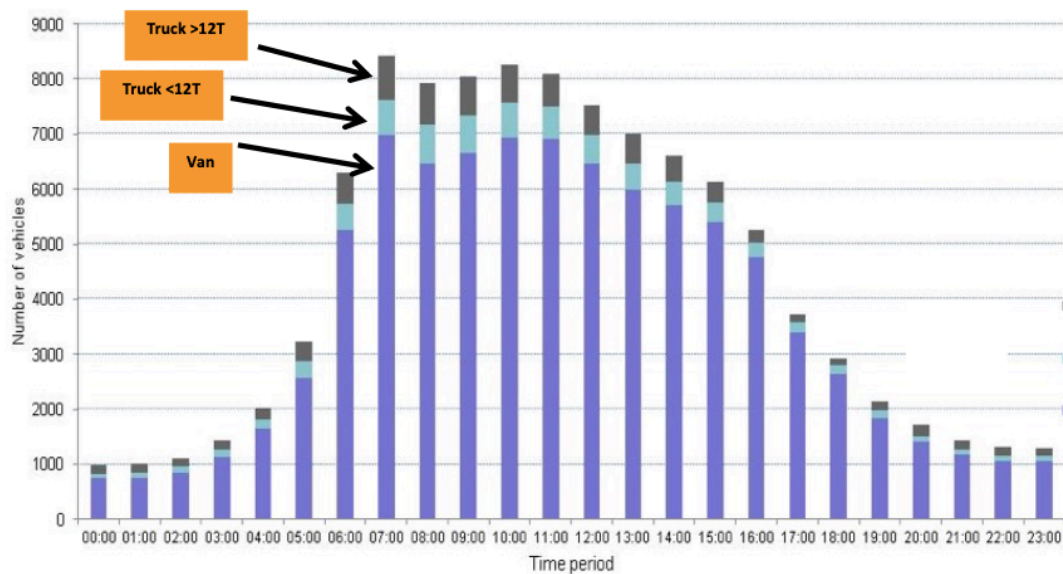
varebiler og 28 % lastebiler. (Rødseth og Nicolaisen, 2003). I en undersøkelse fra Storbritannia var også varebil det dominante distribusjonskjøretøyet, og var ansvarlig for 42% av leveringsaktiviteten med en gjennomsnittlig oppholdstid på 10 minutter (Cherrett *et al.*, 2012).



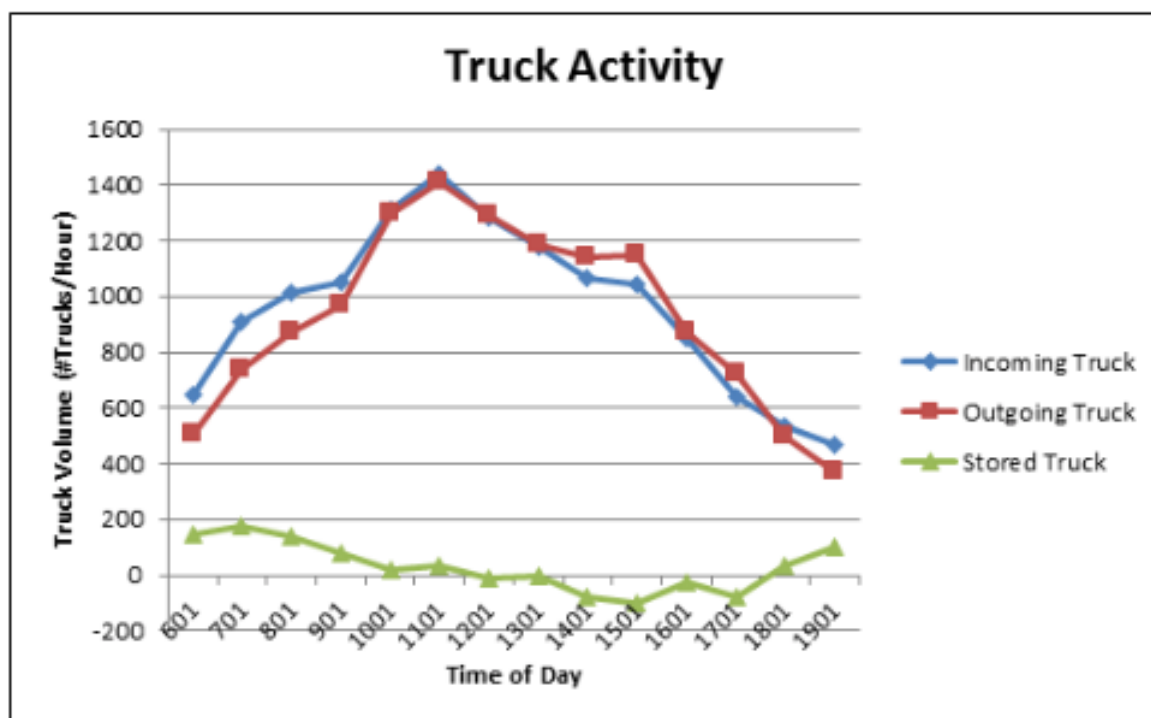
Figur 9: Biltyper registrert i Olav Tryggvasons gate. (Rødseth og Nicolaisen, 2003, s. 24).

2.5.4 Ankomsttid og aktivitet

En fordeling av ankomsttider av ulike distribusjonskjøretøy vil kunne si noe om vareleveringsaktiviteten i bysentra. Vareleveringsaktiviteten fordeler seg generelt jevnt ut over dagen og foregår som regel utenom rush-tiden, se kapittel 2.1 Utnyttelsesgrad av vareleveringslommer vedrørende utnyttelsesgrad. Figur 10 viser vareleveringsaktiviteten i bysentrum av London (Browne, 2020). London er en storby, og vareleveringsaktiviteten er kontinuerlig gjennom hele døgnet. Likevel er det størst aktivitet fra tidlig morgen til ettermiddag, og med en topp mellom klokken 07:00 og 12:00. En studie fra Toronto viser de samme tendensene der aktiviteten øker om morgenen og avtar utover ettermiddagen, og med en topp mellom klokken 11:00 og 12:00, se figur 11 (Kwok, 2010). Likevel er vareleveringsaktiviteten i Toronto mindre enn aktiviteten i London i de tidligste morgentimene. Det er viktig å bemerke at både London og Toronto er byer av vesentlig større befolkning og areal, sammenlignet med Trondheim.



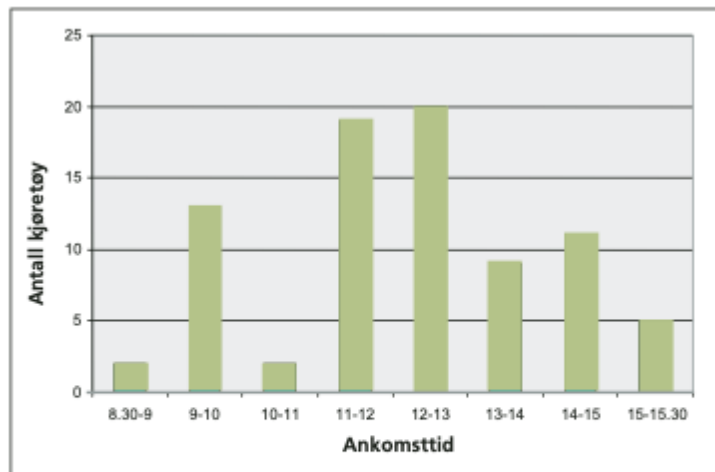
Figur 10: Lastebil- og varebilbevegelser i sentrum av London. (Browne, 2020).



Figur 11: Distribusjonskjøretøyets aktivitet i Toronto. (Kwok, 2010).

Figur 12 viser aktivitetsmønsteret for varelevering i Olav Tryggvasons gate i Trondheim, med en markert topp i perioden mellom klokken 11:00 og 13:00, mens det i perioden mellom klokken 10:00 og 11:00 er ubetydelig aktivitet (Rødseth og Nicolaisen, 2003). Det bør bemerkes at figuren tar for seg en arbeidsdag mellom klokken 08:30 og 15:30, og ikke like store deler av døgnet som i studiene fra London og Toronto. Data

vedrørende ankomsttid og aktivitet i vareleveringslommene, ble ikke kartlagt i Oslo-studien.



Figur 12: Fordeling av ankomster over dagen i Olav Tryggvasons gate. (Rødseth og Nicolaisen, 2003, s. 18).

Kapittel 3: Metode

Dette kapitlet omhandler metodene som er anvendt i studien. For å kunne samle inn nødvendig data var det nødvendig å velge relevante vareleveringslokasjoner for observasjon. Delkapittel 3.1 Metode for valg av vareleveringslokasjoner presenterer metoden for valg av vareleveringslokasjoner. Beskrivelse av selve innsamlingen og bearbeiding av dataen er presentert i delkapittel 3.2 Datainnsamling. Dette innebærer ulike verktøy og metoder for datainnsamling, samt hvilke type data og hvorfor det ikke var nødvendig å rapportere oppgaven til NSD (Norsk senter for forskningsdata). Metode og verktøy for dataanalyse av innsamlet data, blir presentert til slutt i delkapitlet.

I vedlegg 1 finnes en beskrivelse av planlagt metode som ikke lot seg gjennomføre.

3.1 Metode for valg av vareleveringslokasjoner

Studien vil gjennomføres i Midtbyen i Trondheim. Midtbyen er en bydel i Trondheim sentrum, og avgrenses hovedsakelig av Nidelva og Kanalen. Midtbyen bærer preg av Cicignons byplan fra 1680-årene med brede hovedgater og smale veier (Rosvold, 2020). Midtbyen er Trondheims hovedsentrum, og innehar mange forretninger i form av butikker, spisesteder og kontorer. Dermed vil det alltid være et behov for tilførsel av varer. Figur 13 og figur 14 viser oversikt over henholdsvis vareleveringslokasjoner i Midtbyen og problemområder for varelevering i Midtbyen. Identifisering av problemområdene ble utviklet av Trondheim kommune gjennom et verksted der kommunen spurte aktører om hvor de opplever at varelevering kommer i konflikt med gateliv, plassmangel eller noe annet, og er benyttet som arbeidsmateriale for Gatebruksplan Delrapport 5. Figur 14 publiseres i «Gatebruksplan Delrapport 5: Varelevering og renovasjon i Gatebruksplan for Midtbyen» (Trondheim kommune, 2019).



Figur 13: Oversikt over problemområder for varelevering i Midtbyen, Trondheim. (Trondheim kommune, 2019).



Figur 14: Oversikt over vareleveringslommer, samt levering fra kjøreveg eller gågate/fortau i Midtbyen, Trondheim. (Trondheim kommune, 2019).

Byplankontoret utarbeider en Gatebruksplan for Midtbyen i et miljøperspektiv. I den forbindelse foreslås nye soner og punkter for varelevering i Midtbyen, som skal presenteres i en plan som skal være ferdig høsten 2020. Forslagene består blant annet i å utvide vareleveringslommen som er lokalisert i Jomfrugata, omgjøre hele Carl Johans gate til vareleveringszone, samt etablere tre nye lommer for varelevering i Olav Tryggvasons gate, se vedlegg 2 (Sandvik, 2020).

3.1.1 Utvalgskriterier

For å finne relevante vareleveringslokasjoner for observasjon i Midtbyen, ble det høsten 2019 gjennomført en befaring. Under befaringen ble det vurdert ulike potensielle lokasjoner. Basert på erfaringene gjort under befaringen og kartene i figur 13 og figur 14, ble det utarbeidet et sett kriterier for valg av studielokasjoner for observasjon:

- Sentral plassering
- Ulike vareleveringskategorier
- Potensielt konfliktområde
- Mulighet for å gjøre gode observasjoner

Sentral plassering

Studien skulle undersøke vareleveringslokasjoner med sentral plassering i Midtbyen, og med en betydelig mengde trafikk. Olav Tryggvasons gate står for 20 % av totalomsetningen for detaljhandel og service i Midtbyen, og er dermed den gaten i Trondheim med høyest handelsomsetning (Miljøpakken, 2018a). I tillegg er det omtrent 1400 arbeidsplasser lokalisert i gaten (Miljøpakken, 2018a). Olav Tryggvasons gate ble dermed valgt som utgangspunkt ettersom det er en sentral handlegate, samt en ferdselsåre for både kollektivtrafikk, myke trafikanter og personbiler. Det pågår for tiden et prøveprosjekt i gaten, der blant annet all parkering for varelevering er flyttet ut fra Olav Tryggvasons gate til veiter, sidegater og parallelle gater (Lunde, 2019). Per dags dato (mai 2020) har Olav Tryggvasons gate kun én vareleveringslomme, lokalisert ved Olavshallen. Dermed ble det naturlig å undersøke vareleveringslommer i gatenettet tilknyttet Olav Tryggvasons gate. Ved oppstart av studien var det vanskelig å si noe om mengden vareleveringer, men tanken var at sentral plassering og høyt trafikkvolum kunne indikere en viss mengde vareleveringer. Mengden vareleveringer var et av aspektene studien hadde som formål å undersøke nærmere.

Ulike vareleveringskategorier

Trondheim kommune har definert tre ulike kategorier for vareleveringslokasjoner: vareleveringslommer, levering fra kjøreveg og levering fra gågate/fortau, se figur 14. For å begrense oppgaven er det valgt å se bort fra varelevering fra kjøreveg. Dette fører til at studien ekskluderer enkelte gater og veiter som også innehar vareleveringsaktivitet, for eksempel Apotekveita. Det betyr at vareleveringskategoriene som velges til studien er vareleveringslommer og levering fra gågate/fortau.

Potensielt konfliktområde

Studien skulle undersøke vareleveringslokasjoner med potensielle konfliktområder, og som kunne hatt behov for eventuelle forbedringer, endringer, og/eller reguleringer. Dersom én eller flere lokasjoner skulle vise seg å være tilnærmet problemfri, kan de

benyttes som gode eksempler og sammenlikningsgrunnlag for steder med forbedringspotensialer. Fremgangsmåte for å finne interessante vareleveringslokasjoner var å gjennomføre en befaring i gatenettet tilknyttet Olav Tryggvasons gate, i kombinasjon med kartene fra Trondheim kommune (Trondheim kommune, 2019).

Mulighet for å gjøre gode observasjoner

Ved valg av studielokasjoner, var en viktig faktor at det ville være mulig å gjøre gode observasjoner av vareleveringsaktiviteten. Dette var en spesielt viktig faktor dersom kamera skulle benyttes som observasjonsverktøy. Tilgjengelighet på permanente stolper var en absolutt nødvendighet for montering av kamerautstyr. Plasseringen av de permanente stolpene var også av betydning, slik at videoopptakene ga tilstrekkelig informasjon om de ulike vareleveringsaktivitetene, og at innsamlet data dermed kunne benyttes videre i studien. En annen viktig faktor var at kamerautstyret ikke skulle være til hindring og skape konflikter for andre, eksempelvis for myke trafikanter. Dette ble testet under pilottestingen, beskrevet i delkapittel 3.2.4 Pilot av kameraoppsett.

3.1.2 Vareleveringslommer i tilknytning til Olav Tryggvasons gate

I forbindelse med valg av studielokasjoner ble alle vareleveringslommer i tilknytning til Olav Tryggvasons gate lokalisert og oppmålt. Figur 15 viser lokasjon og lengde på samtlige eksisterende vareleveringslommer i gatenettet rundt Olav Tryggvasons gate. Fra dette, sammen med innsikt fra befaring og diskusjoner med ulike veiledere, ble tre lokasjoner med vareleveringslommer som møtte kravene for observasjon valgt. Disse er:

- Vareleveringslommen i Søndre gate
- Vareleveringslommen ved Gaubekveita i Carl Johans gate
- Vareleveringslommen i Jomfrugata

I tillegg ble det valgt to vareleveringslokasjoner fra gågate: Nordre gate og Thomas Angells gate. De har levering fra gågate, og er derfor ikke avhengig av dedikerte/reserverte parkeringslokasjoner for varelevering.



Figur 15: Oppmålte lengder på vareleveringslommer i tilknytning til Olav Tryggvasons gate. (FINN, 2020).

3.1.3 Beskrivelse av valgte lokasjoner

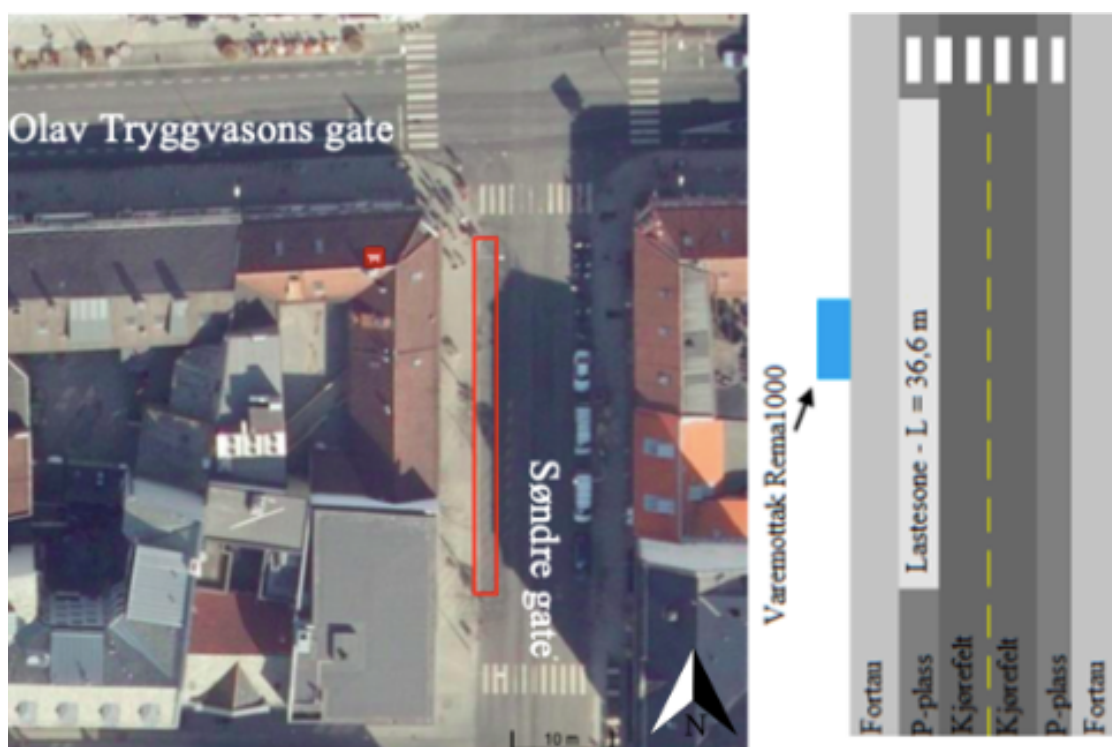
For å begrense oppgaven, samt å oppnå mest mulig data per lokasjon, er fem lokasjoner valgt ut som studieobjekter, tre vareleveringslommer og to lokasjoner med levering fra gågate.

Å observere fem ulike vareleveringslokasjoner vil være overkommelig med tanke på tids- og ressursbruk, samt at det vil kunne gi et tilstrekkelig datagrunnlag. Dersom oppgaven bygges på store datamengder, vil validiteten på resultatene bli høyere.

Søndre gate

ÅDT = 940 med 24 % andel lange kjøretøy (Statens vegvesen, 2020).

Søndre gate er en omtrent 600 meter lang to-felts gate. På grunn av kjøremønsteret er det stor variasjon i trafikkmengde i ulike vegseksjoner. I vegseksjonen der vareleveringslommen befinner seg, er trafikkmengden moderat (ÅDT = 940) og andelen lange kjøretøy er relativt stor (24 %). Trafikkdataene er fra 2018. Grunnet endring i kjøremønster i forbindelse med prøveprosjektet i Olav Tryggvassons gate, har sannsynligvis trafikkmengden i Søndre gate økt betraktelig, se figur 2. Gaten består blant annet av butikker og restauranter på gateplan, samt kontorer lengre opp. Gaten har én tilgjengelig vareleveringslomme lokalisert ved krysningen av Olav Tryggvassons gate, se figur 16. Denne vareleveringslommen er 36,6 meter lang.



Figur 16: Lokalisering av vareleveringslomme i Søndre gate, med tilhørende utformingsskisse. (FINN, 2020).

Figur 17 viser oversiktsbilder over vareleveringslommen i Søndre gate. Oversiktsbildene viser blant annet innkjøring, skilting og vegdekke. Fra oversiktsbildene kan det bemerkes at vareleveringslommen mangler vegoppmerking.



Figur 17: Oversiktsbilder over vareleveringslommen i Søndre gate. Foto: Helene Romundstad.

Fra denne lokasjonen forventes det hovedsakelig vareleveringer til Rema 1000, men lokasjonen kan også betjene andre forretninger. Figur 16 viser oversikt over ulike elementer rundt vareleveringslokasjonen. Varemottaket Rema 1000 disponerer er lokalisert omtrent midt i vareleveringslommen, og vil derfor være lett tilgjengelig når varer skal lastes og losses. Parkeringslommen er også lett tilgjengelig ved innkjøring fra Olav Tryggvasons gate.

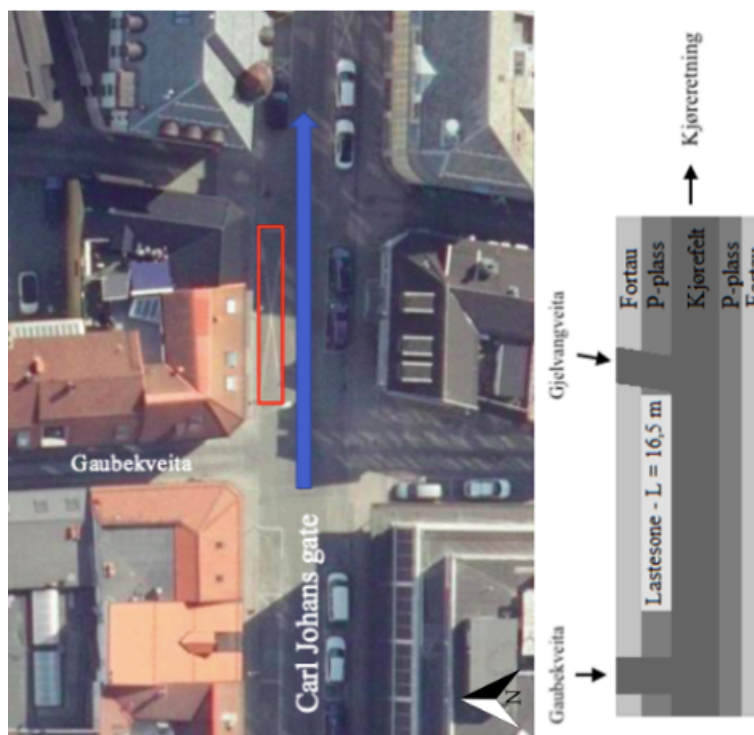
Vareleveringslommen er 36,6 meter lang, gitt dimensjonene fra håndbok N100 tilsvarer dette lengden på 2-3 vareleveringslommer langs kantstein (Statens vegvesen, 2016b). Bredden er ukjent ettersom vegoppmerkingen er ikke-eksisterende. Det er to områder med kantsteinsnedsenkning i vareleveringslommen, der den ene befinner seg ved fotgjengerovergangen i krysningen med Olav Tryggvasons gate, og den andre er lokalisert ved varemottaket til Rema 1000. Kantsteinsnedsenkningen medfører en stigning mellom lastesone og varemottak. Vegdekket i lastesonene er av asfalt, mens fortauet er dekket av belegningsstein.

Carl Johans gate

ÅDT = 800 med 6 % andel lange kjøretøy (Statens vegvesen, 2020).

Carl Johans gate er en 140 meter lang envegskjørt gate med gateparkering på begge sider. Trafikkmengden er moderat (ÅDT = 800), med en liten andel lange kjøretøy (6 %). Gaten består hovedsakelig av spisesteder og butikker, samt Thon Hotel Nidaros. I Carl Johans gate er det to tilgjengelige parkeringslommer for varelevering, en i krysset

ved Søndre gate og en ved Gaubekveita. Parkeringslommen ved Gaubekveita er valgt ut som en av studielokasjonene. Figur 18 viser hvor lastesonen er lokalisert.



Figur 18: Lokalisering av vareleveringslomme i Carl Johans gate, med tilhørende utformingskisse. (FINN, 2020).

Figur 19 viser oversiktsbilde over den valgte vareleveringslommen ved Gaubekveita i Carl Johans gate. Oversiktsbildet viser blant annet skilting, vegoppmerking og vegdekke i tilknytning til vareleveringslommen.



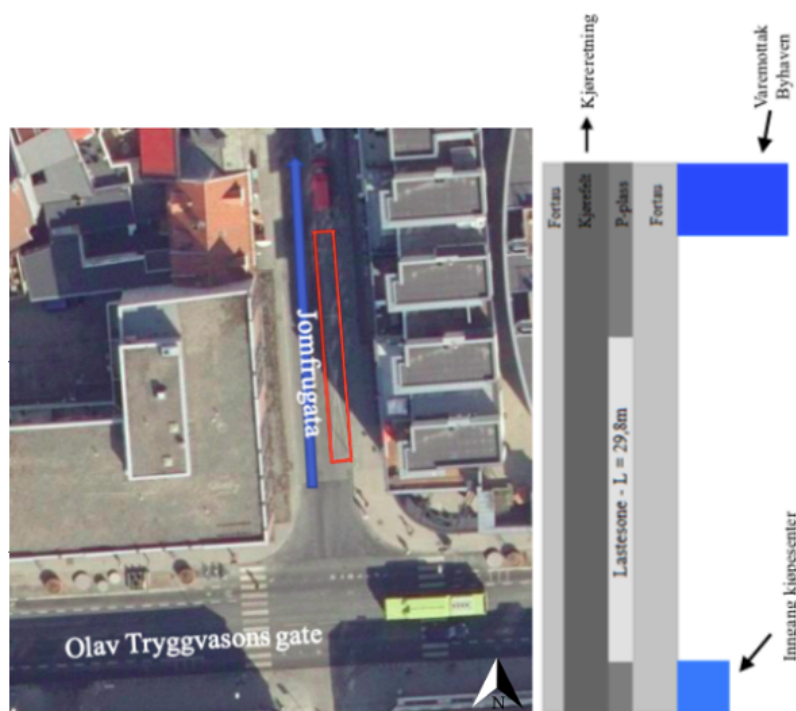
Figur 19: Oversiktsbilde over vareleveringslommen i Carl Johans gate. Foto: Helene Romundstad.

Vareleveringslommen i Carl Johans gate er 16,5 meter lang, som i henhold til dimensjonene i håndbok N100 tilsvarer omtrent 1 vareleveringslomme langs kantstein (Statens vegvesen, 2016b). Lastesonen er 2,2 meter bred, det vil si hele 80 cm smalere enn anbefalingen fra håndboken. Figur 18 viser utformingskissen for lastesonen. I utgangspunktet eksisterer det ikke noen form for kantsteinsnedsenkning i vareleveringslommen, men i forbindelse med innkjørslene til Gaubekveita og Gjelvangveita er kantsteinen nedsenket. Vegdekket i selve lastesonen er av asfalt, mens i innkjørselen til veitene og på fortauet er vegdekket av belegningsstein.

Jomfrugata

ÅDT = 1 000 med 6 % andel lange kjøretøy (2011) (Statens vegvesen, 2020).

Jomfrugata strekker seg hele vegen fra Dronningens gate til Fjordgata. Strekket som går fra Dronningens gate til Olav Tryggvassons gate er steinbelagt og fungerer som bilfri gågate. Det resterende strekket er envegskjørt med gateparkering på høyre side. Trafikkmengden i denne gaten er moderat (ÅDT = 1 000) med liten andel lange kjøretøy (6 %). I Jomfrugata er det en tilgjengelig parkeringslomme for varelevering lokalisert ved Byhaven kjøpesenter, og denne er valgt ut som en av studielokasjonene. Byhaven kjøpesenter har et eget varemottak på baksiden av bygget, men det er likevel forventet en viss mengde vareleveringer fra vareleveringslommen da denne er lettere tilgjengelig. Det er også ulike forretninger i området rundt som kan forventes å få vareleveringer fra denne lommen. Figur 20 viser hvor lastesonen befinner seg.



Figur 20: Lokalisering av vareleveringslomme i Jomfrugata, med tilhørende utformingskisse. (FINN, 2020).

Figur 21 viser oversiktsbilde over vareleveringslommen i Jomfrugata. Oversiktsbildet viser blant annet elementer som skilting, vegoppmerking, vegdekke i og i områdene tilknyttet vareleveringslommen. Bemerk at vegoppmerkingen i figuren ikke samsvarer med vegoppmerkingen under videoobservasjon av vareleveringslommen, se figur 64.

Vegoppmerkingen i vareleveringslommen i Jomfrugata er diskutert nærmere i kapittel 5.3 Anbefalinger og forslag til nye løsninger.



Figur 21: Oversiktsbilder over vareleveringslommen i Jomfrugata. Foto: Cecilie Moe.

Vareleveringslommen er 29,8 meter lang og 2,2 meter bred, se figur 20. Det tilsvarer omtrent 2 vareleveringslommer langs kantstein, gitt anbefalingene i håndboken (Statens vegvesen, 2016b). Bredden er i likhet med Carl Johans gate 80 cm for smal. Vegdekket i lastesonene er av asfalt, mens dekket på fortauet i tilknytning til lommen er av belegningsstein. Kantsteinsnedsenkning er lokalisert utenfor lastesonen, ved inngangen til Byhaven. Oppmerkingen av lastesonen samstemmer ikke med skiltingen. I den bakre enden av den skiltede lastesonen, viser vegoppmerkingen ordinære parkeringsplasser.

Nordre gate

ÅDT = nedre del 800 med 4 % andel lange kjøretøy (Statens vegvesen, 2020)

Nordre gate er en av Trondheims viktigste forretningsgater. Gaten strekker seg fra Kongens gate og helt ned til Fjordgata, og har en varierende bredde på omtrent 20 meter. Nordre gate er en av de mellomstore gatene fra Cicignons byplan (Rosvold, 2020). Strekket fra Kongens gate til Olav Tryggvassons gate er omtrent 140 meter lang, og er valgt ut som en av studielokasjonene, se figur 22. Gaten brukes som en ferdselsåre for gående, samtidig som den er byens handlegate. Mange forretninger er lokalisert både i og i områdene rundt gaten, og dermed er behovet for varelevering stort. Vareleveringen foregår fra gateplan, og distribusjonskjøretøyene kan i utgangspunktet stoppe akkurat der det passer for dem. Varetransport i gågaten er tillatt mandag til fredag mellom klokken 06:00 og 12:00.

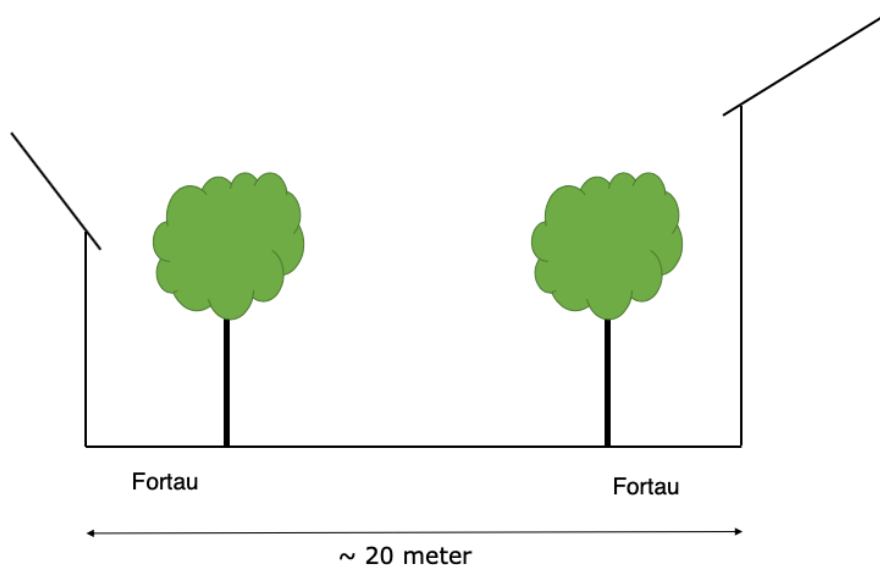


Figur 22: Lokalisering av studieområdene fra Nordre gate og Thomas Angells gate. (FINN, 2020).

Nordre gate har gjennomgående belegningsstein, både i midtre vegbane og på fortau, se figur 23. Vegbanen benyttes hovedsakelig av distribusjonskjøretøy og servicekjøretøy, og adskilles fra fortauene med en kombinert treallé og møbleringszone, se figur 24.



Figur 23: Nordre gate, ved krysning med henholdsvis Kongens gate og Dronningens gate, retning nord. Foto: Helene Romundstad.



Figur 24: Snittskisse av Nordre gate.

Thomas Angells gate

ÅDT = ingen data

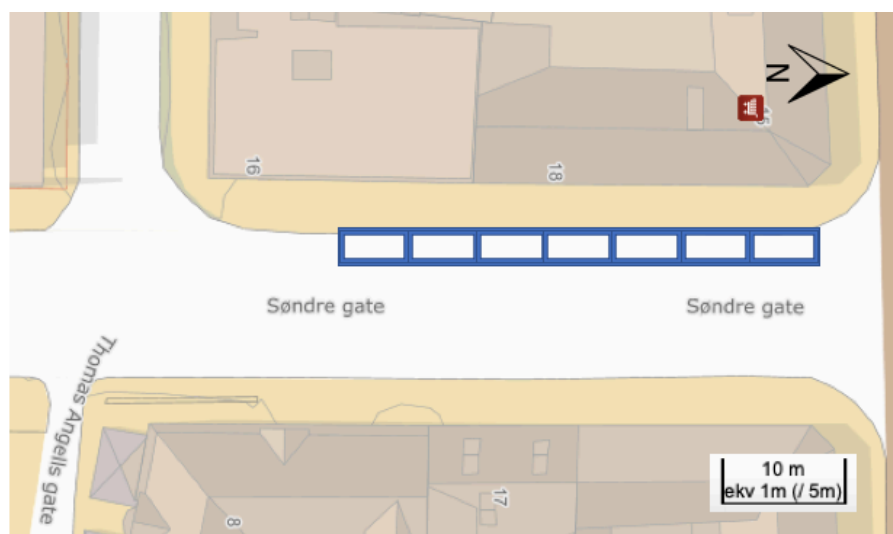
Thomas Angells gate er en gågate som strekker seg omtrent 300 meter, fra Søndre gate i øst til Munkegata i vest, se figur 22. Gaten har mange butikker og kaféer, og vareleveringen foregår fra gateplan. Tilsvarende i Nordre gate, er varetransport i gågaten tillatt mandag til fredag mellom klokken 06:00 og 12:00. Denne gaten er et typisk eksempel på vanlige utfordringer sjåførene møter på i form av arealmangel og manøvrering av distribusjonskjøretøy der myke trafikanter beveger seg. Som i Nordre gate, er Thomas Angells gate gjennomgående dekket av belegningsstein, se figur 25.



Figur 25: Thomas Angells gate, ved krysning med Nordre gate, retning vest. Foto: Helene Romundstad.

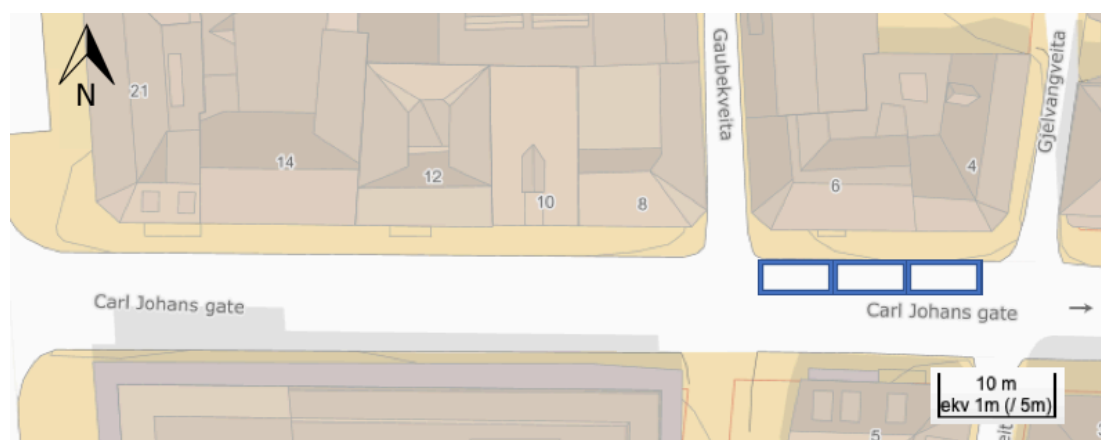
3.1.4 Inndeling av personbillengder for beregning av restkapasitet

En av parameterne som skal bestemmes i datainnsamlingen, er restkapasiteten. Dette vil beskrives mer i detalj senere, men for å kunne bruke denne parameteren var det nødvendig å bestemme den totale kapasiteten på en målbar måte. Restkapasiteten måles som antall ledige personbillengder (pbl) i vareleveringslommen (Bjerkan, 2015). For at et distribusjonskjøretøy av en bestemt størrelse skal kunne benytte seg av vareleveringslommen behøves eksempelvis en restkapasitet på minimum 2 sammenhengende personbillengder for en lastebil. For å kunne bestemme restkapasiteten i vareleveringslommene, ble de aktuelle lommene delt inn i personbillengder. Inndelingen av personbillengder ble basert på antakelsen om en personbillengde på omtrent 5 meter. Figur 26, figur 27 og figur 28 viser inndelingen av personbillengder av vareleveringslommene i henholdsvis Søndre gate, Carl Johans gate og Jomfrugata.



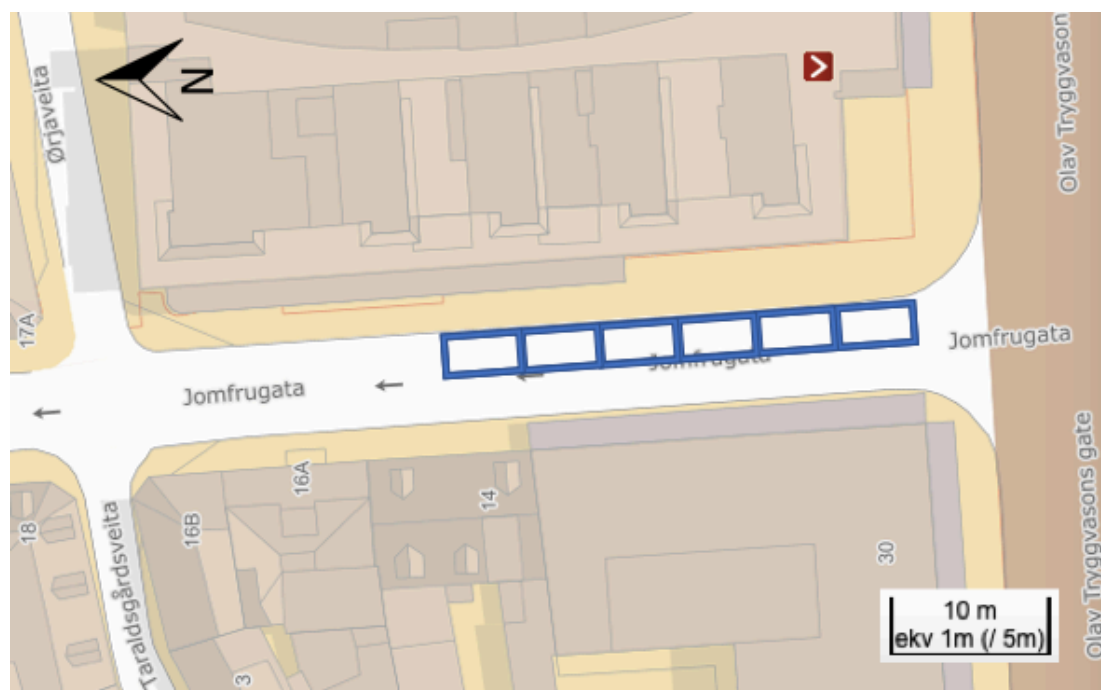
Figur 26: Inndeling av personbillengder av vareleveringslomme i Søndre gate (FINN, 2020).

Vareleveringslommen i Søndre gate ble målt til å være i overkant av 36 meter, og ble dermed delt inn i 7 personbillengder, se figur 26.



Figur 27: Inndeling av personbillengder av vareleveringslomme i Carl Johans gate (FINN, 2020).

Vareleveringslommen i Carl Johans gate ble målt til å være i overkant av 16 meter lang. Dermed ble vareleveringslommen delt inn i 3 personbillengder, se figur 27.



Figur 28: Inndeling av personbillengder av vareleveringslomme i Jomfrugata (FINN, 2020).

Vareleveringslommen i Jomfrugata ble målt til å være i underkant av 30 meter lang, og ble inndelt i 6 personbillengder, se figur 28.

Tabell 6 viser en inndeling av personbillengder for ulike kjøretøy. Det bør bemerkes at lengdene på de ulike kjøretøyene kan variere veldig, og dermed er antakelsene omtrentlige. Verdiene presentert i tabellen vil heretter benyttes som grunnlag for videre beregninger i studien.

Tabell 6: Inndeling av personbillengder for kjøretøy (Statens vegvesen, 2014).

	Lengde [m]	Antall pbl (avrundet)
Personbil/taxi	4,8	1
Servicekjøretøy	~ 5	1
Varebil	5,5 – 8,0	2
Kassebil	6,0 – 10,0	2
Liten lastebil	8,2 – 11,2	2
Stor lastebil	12,0 – 15,0	3
Semitrailer	17,5 – 20,5	4
(Søppelbil)	~ 10	2

3.2 Datainnsamling

For å undersøke forskningsspørsmålene er det benyttet ulike metoder:

- Generelle observasjoner - utforming
- Videoobservasjoner ved bruk av kamera
- Manuelle observasjoner av varelevering
- Bearbeiding av innsamlet data

3.2.1 Generelle observasjoner – utforming

Utformingen av vareleveringslokasjonene i studien er kartlagt for å få generell kunnskap og informasjon om de ulike lokasjonene. I vareleveringslommene er størrelsen, lengde og bredde, målt med manuelt måleutstyr - målehjul, se figur 29. Målehjulet måler avstander ved å trille hjulet langs vegoverflaten, og tallet på omdreininger angir målt lengde. Målingene ble gjennomført på tidspunkt vareleveringslommene ikke var i bruk, både med hensyn til egen sikkerhet og for å ikke forstyrre eventuelle vareleveranser. Hensikten med denne kartleggingen er å samle informasjon om størrelse, vegdekke og terskler for å underbygge eventuelle utfordringer eller gode løsninger knyttet til utformingen av leveringslokasjonene. Det er også kartlagt informasjon om skilting og oppmerking av samtlige vareleveringslommer.



Figur 29: Målehjul. (Klokkehaug og Pitera, 2019, s. 39).

3.2.2 Utarbeidelse av observasjonsskjema

I forbindelse med observasjonene som skulle gjennomføres i studien, ble det utarbeidet to observasjonsskjemaer: ett for de manuelle observasjonene og ett for observasjonene gjort gjennom videoopptak. Hensikten med observasjonsskjemaene var å samle inn og strukturere dataene fra observasjonene. For at dataene skulle kunne benyttes videre, var det viktig at skjemaet inneholdt presise og aktuelle elementer. Elementene ble hovedsakelig valgt på bakgrunn av studiens forskningsspørsmål, samt hvilke synspunkt av varelevering som er viktige å belyse. Inspirasjon til elementer som skulle inkluderes i observasjonsskjemaet ble hentet fra Kim, Boyle og Goodchild (Kim, Boyle og Goodchild, 2018), samt etter diskusjon med veiledere.

Observasjonsskjemaene ble utarbeidet gjennom bruk av en undersøkelsesadministrasjonsapplikasjon, Google Forms. Det ble undersøkt andre mulige

metoder for utarbeidelse av observasjonsskjemaer. Blant annet ble det undersøkt om det allerede eksisterte en tilfredsstillende applikasjon på markedet. Det ble også undersøkt muligheten for å utvikle en egen applikasjon. For å oppnå en tilfredsstillende applikasjon, ville en slik metodikk være tidkrevende. Å utvikle en egen applikasjon kunne potensielt sett også vært kostbart, ettersom det ville vært et behov for outsourcing. Dermed ble det valgt å benytte Google Forms, som var enkel å utvikle og bruke, relativt fleksibel, enkel å hente ut data for analyse, og ga et tilfredsstillende resultat.

Elementer som er inkludert i observasjonsskjemaet:

- Dato
- Observasjonslokasjon
- Restkapasitet
- Type kjøretøy
- Tidsbruk:
 - Tidspunkt: Første gang kjøretøyet observeres
 - *Elementet inkluderes for å kunne fange opp om kjøretøyet må sirkulere rundt for å vente på, eventuelt finne, ledig parkering*
 - Tidspunkt: Kjøretøyet ankomst
 - Tidspunkt: Kjøretøyet er ferdigparkert
 - Tidspunkt: Sjåfør går ut av kjøretøyet
 - Tidspunkt: Tiden som benyttes for levering av hver enkelt leveringskolli
 - Tidspunkt: Sjåføren går tilbake i kjøretøyet
 - Tidspunkt: Kjøretøyet forlater leveringsområdet
- Antall personer som leverer varer (sjåfør + ekstrapersonell)
- Type håndteringsutstyr som benyttes, eventuelt om det ikke benyttes håndteringsutstyr
- Gåavstand for levering av leveringskolli
- Bransje som mottar varene
- Om kjøretøyet er parkert innenfor leveringssonen
- Eventuelle problemer med levering:
 - Problemer med flytting over kantstein
 - Problemer med håndteringsutstyr
 - Konflikter med andre brukere
- Eventuelle kommentarer:
 - Ulovlig parkering
 - Samhandling med butikkansatte
 - Værforhold

Observasjonsskjemaet som skulle benyttes til dataanalysen, ble utarbeidet gjennom flere tester og justeringer av elementer som skulle være en del av studien. Etter hvert som innsamlet data gjennom videoopptak ble tilgjengelig, ble det gjennomført tilpasninger i skjemaet.

Vedlegg 3 viser utarbeidet observasjonsskjema for vareleveringslommene. Observasjonsskjemaet er ikke helt fullstendig. Av praktiske årsaker ble det benyttet ulike versjoner av observasjonsskjemaet for registrering av leveringer fra vareleveringslomme og levering fra gågate. Vedlegg 4 viser utarbeidet observasjonsskjema for varelevering i Nordre gate og Thomas Angells gate.

3.2.3 Kamera

Det er valgt å benytte kamera for observasjon av vareleveringslommene. Hensikten med å benytte kamera som metode for datainnsamling er å få mest mulig kvalitative data. Ved å benytte kamera kan man observere vareleveringslokasjonene kontinuerlig over et lengre tidsrom enn det som er mulig med manuelle observasjoner. Miovision Camera Scout er kameraet som ble benyttet i studien. Kameraet er en portabel videoinnsamlingsenhet, som er bygget for å utføre feltoperasjoner uten tilsyn i flere dager av gangen. Kameraet monteres på en teleskopstolpe som kan stroppes fast til permanente skiltstolper eller lyktestolper. Batteri henges opp på innretningen for å kunne filme flere døgn sammenhengende. Figur 30 viser kamerautstyret og –oppsettet som benyttes i studien.



Figur 30: Kamerautstyr. Foto: Helene Romundstad.

Rapportering til NSD

Kameraet som er benyttet til videoobservasjon, er også benyttet ved tidligere studier på NTNU. Vedkommende som gjennomførte studien da fant etter samtale med NSD (Norsk senter for dataforskning) at det ikke var nødvendig å rapportere oppgaven. Årsaken til dette var at kameraet benyttet for videoobservasjon hadde for dårlig oppløsning til at det var mulig å gjenkjenne personlige detaljer ved mennesker eller kjøretøy.

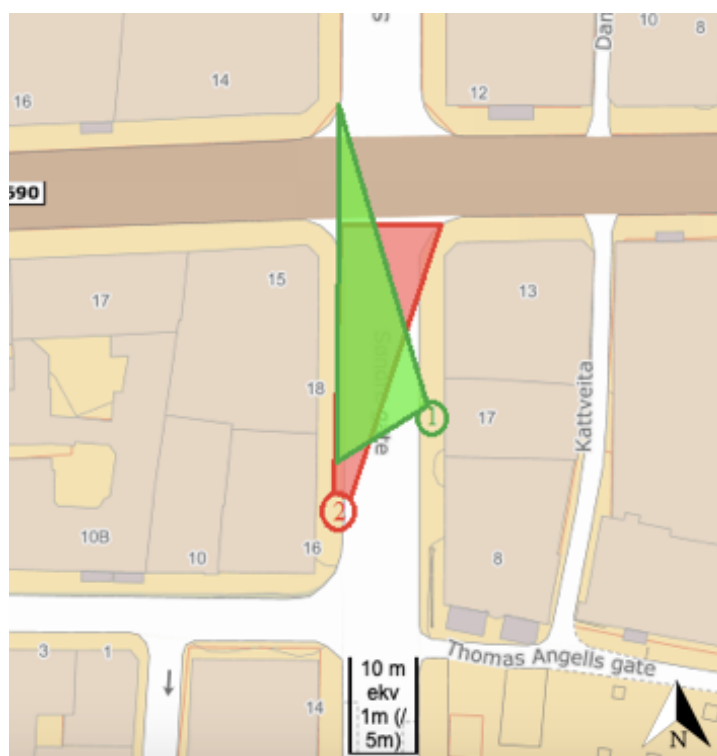
3.2.4 Pilot av kameraoppsett

Formålet med en pilotundersøkelse er å undersøke om et forskningsdesign fungerer i praksis (Ritter *et al.*, 2013). For å undersøke om metodikken med bruk av kamera fungerte i praksis, ble det gjennomført en pilot for å undersøke om kameraet klarte å fange opp de ulike elementene som skulle inkluderes i studien. På de ulike studielokasjonene ble forskjellige stolper og kameravinkler testet og vurdert for videre bruk.

Søndre gate

I Søndre gate ble det testet to potensielle plasseringer av kamerautstyret, én på motsatt side av vegen for parkeringslommen (1) og én på samme side av vegen som parkeringslommen (2), se figur 31. Plasseringen av kameraet på motsatt side av vegen (1) viste seg å være mest oversiktlig, se figur 32. Vegetasjon hindret kamerautsikten ved plasseringen på samme side av vegen (2), se figur 33. Foregående kameravinkler og -posisjoner gir ingen oversikt over lasterommet på distribusjonskjøretøyene. Potensielt sett kunne dermed lyktestolpen ved krysset Olav Tryggvassons gate og Søndre gate gitt den beste oversikten. Ettersom det kan være risikabelt å montere kamerautstyret i nærhet til et så trafikkert kryss, ble denne posisjonen utelukket.

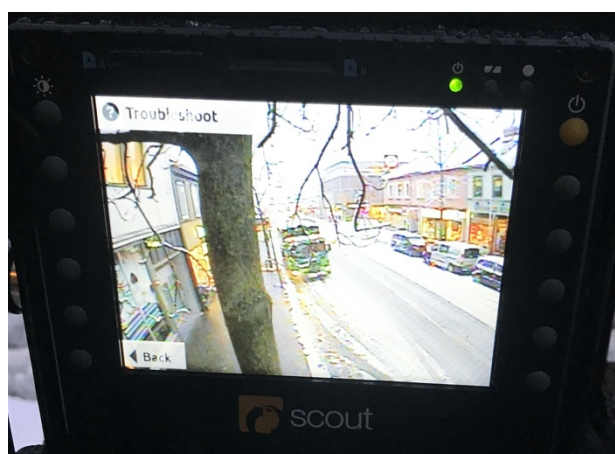
Posisjon 1 ble valgt som kameraposisjon for videoobservasjonene i Søndre gate. Omtrent 10 meter i sør-enden av vareleveringslommen ble utelatt i denne kameraposisjonen. Likevel ga denne plasseringen de mest oversiktligste bildene over hva som foregikk i vareleveringslommen.



Figur 31: Illustrasjon av kameravinkler ved ulike posisjoner, Søndre gate. Valgt kameraposisjon er grønn, (1). (FINN, 2020).



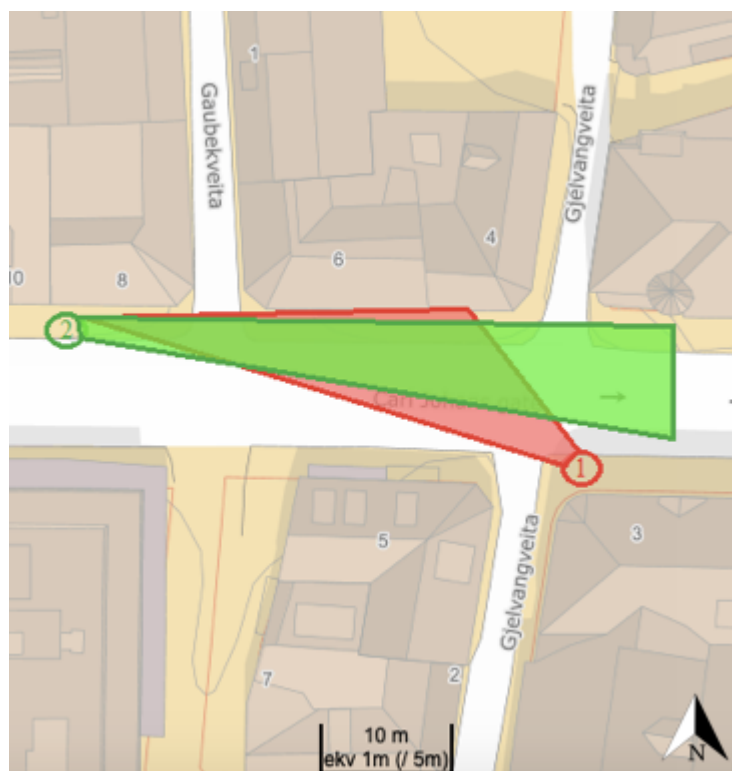
Figur 32: Bilde fra kamerapilot Søndre gate, posisjon 1 – skjermdump.



Figur 33: Bilde fra kamerapilot Søndre gate, posisjon 2. Foto: Cecilie Moe.

Carl Johans gate

Ved gjennomføring av første pilot, var antallet aktuelle plasseringer av kamerautstyret i Carl Johans gate begrenset på grunn av pågående nedriggingsarbeid. I forbindelse med nedriggingsarbeidet var store deler av gaten avsperrert, noe som medførte problemer med tilgjengelige stolper. Kamerautstyret ble dermed plassert på eneste tilgjengelige stolpe på motsatt side av gaten av vareleveringslommen (1), se figur 34. Denne plasseringen ga ikke en tilfredsstillende oversikt over området, ettersom det ikke ville være mulig å se hva som foregikk i lasterommet til distribusjonskjøretøylene, se figur 35.



Figur 34: Illustrasjon av kameravinkler ved ulike posisjoner, Carl Johans gate. Valgt kameraposisjon er grønn, (2). (FINN, 2020).



Figur 35: Bilde fra kamerapilot Carl Johans gate, posisjon 1 – skjermdump.

Ettersom resultatene av første pilot ikke ga tilfredsstillende resultater, ble det gjennomført en ekstra pilot. Ved gjennomføring av andre pilot, var det ingen avsperringer som begrenset mulighetene for plassering av kamerautstyr. Dermed ble en stolpe i bakkant av vareleveringslommen på samme side av gaten testet (2), se figur 34.

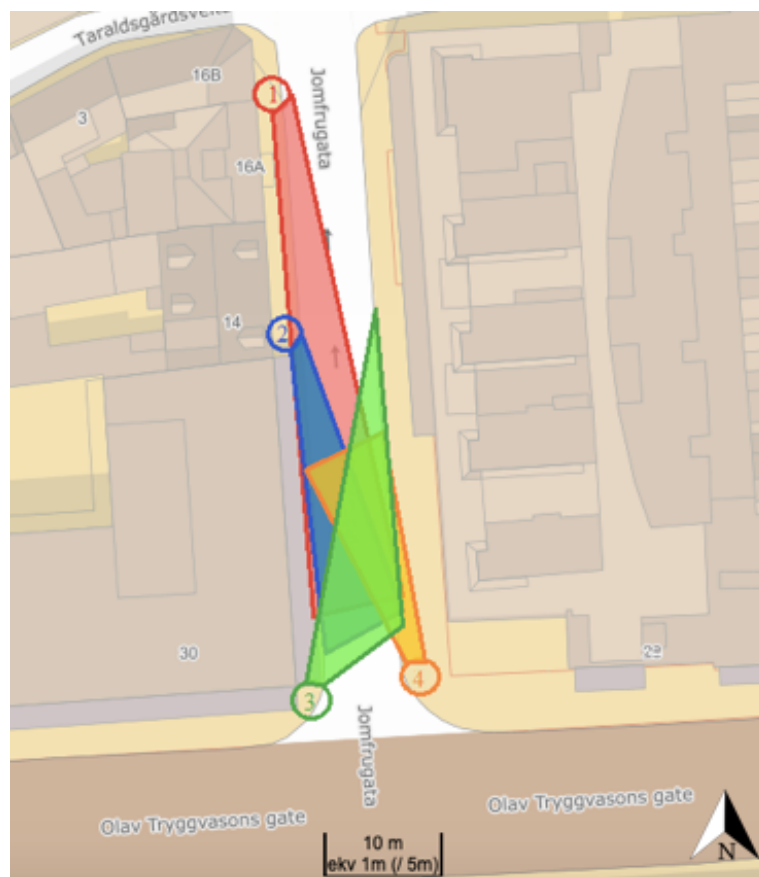
Denne plasseringen av kamerautstyret ga en tilfredsstillende oversikt over vareleveringslommen og tilknyttede områder, se figur 36.



Figur 36: Bilde fra kamerapilot Carl Johans gate, posisjon 2 – skjermdump.

Jomfrugata

Ved første kamerapilot ble det i Jomfrugata testet to ulike plasseringer og vinklinger av kameraet på motsatt side av gaten (1, 2), se figur 37. Figur 38 viser plasseringen som er lengst bort fra vareleveringslommen. Figur 39 viser plasseringen som er nærmere vareleveringslommen, men som har utfordringer med takutstikk. Begge plasseringene ga en tilfredsstillende oversikt over når og hvor mye av vareleveringslommen som var okkupert, men lite/ingen informasjon om hva som foregikk i bakkant av distribusjonskjøretøyet.



Figur 37: Illustrasjon av kameravinkler ved ulike posisjoner, Jomfrugata. Valgt kameravinkel er grønn, (3). (FINN, 2020).



Figur 38: Bilde fra kamerapilot Jomfrugata, posisjon 1 – skjermdump.



Figur 39: Bilde fra kamerapilot Jomfrugata, posisjon 2 – skjermdump.

For å undersøke om det kunne oppnås bedre oversiktsbilder i bakkant av vareleveringslommen, ble det gjennomført en ny kamerapilot. Det ble testet to ulike plasseringer av kamerautstyret, på motsatt side av gaten (3) og på samme side av gaten (4). Figur 40 og figur 41 viser resultatet fra pilotfilmingen på henholdsvis samme og motsatt side av gaten. Plasseringen i bakkant, på motsatt side av gaten (3) ga den beste oversikten over parkeringslommen.



Figur 40: Bilde fra kamerapilot Jomfrugata, posisjon 3 – skjermdump.



Figur 41: Bilde fra kamerapilot Jomfrugata, posisjon 4 – skjermdump.

Nordre gate og Thomas Angells gate

Både i Nordre gate og i Thomas Angells gate kan distribusjonskjøretøyene stanse på ønsket lokasjon for levering. Derfor er det vanskelig å plassere kameraet i en posisjon som kan gi kvalitative data over vareleveringen som foregår i de to langstrakte gatene. Dersom filming med kamera skulle blitt benyttet som metode for datainnsamling i disse gatene, måtte det blitt valgt ut et bestemt tverrsnitt av gatene som skulle studeres. Tverrsnittet som eventuelt ble valgt ut, måtte også gi et representativt utvalg av all varelevering som foregår fra gateplan i disse gågatene. Det viste seg også å være vanskelig å finne aktuelle plasseringer for montering av kamerautstyr på grunn av manglende tilgjengelighet på stolper, samt sikthindringer i form av vegetasjon. Derfor ble det bestemt å benytte manuelle observasjoner på disse to studielokasjonene.

I forbindelse med observasjonene som skulle gjennomføres i gågatene, ble det utarbeidet et observasjonsskjema som verktøy for registrering, se delkapittel 3.2.2 Utarbeidelse av observasjonsskjema.

3.2.5 Pilot av observasjonsskjema

Det ble gjennomført pilot av observasjonsskjemaene for å undersøke om skjemaene kunne benyttes som et verktøy for datainnsamling. De manuelle observasjonene skulle i hovedsak gjennomføres utendørs, og i den forbindelse ble det benyttet smarttelefon for registrering.

Det ble gjennomført en pilot av manuelle observasjoner ved levering fra gågate. Både Nordre gate og Thomas Angells gate ble benyttet som lokasjoner for gjennomføring av pilot. Under piloten viste det seg at observasjonsskjemaet fungerte som det skulle. Faktum at området som skulle observeres besto av to langstrakte gater, viste seg å være noe problematisk. I utgangspunktet var det tenkt at observatørene skulle kunne ta seg til aktuell lokasjon idet distribusjonskjøretøyet ble observert i gaten. Etersom begge gatene strekker seg flere hundre meter, viste det seg å være vanskelig å skulle rekke

frem til parkerte distribusjonskjøretøy tidsnok, noe som ville påvirke nøyaktigheten på dataene som ble samlet inn. Dermed ville det være fordelaktig med to observatører utplassert på ulike lokasjoner i gatene, slik at et større areal av gatene dekkes innenfor et rimelig tidsperspektiv.

3.2.6 Videoobservasjoner

Datainnsamlingen i form av filming ble gjennomført i uke 9 – 11, der hver lokasjon ble filmet en hel arbeidsuke sammenhengende. Filming av de ulike vareleveringslommene ble bestemt å utsettes til etter vinterferien - uke 8 i Trondheim - for å unngå å få registreringer fra perioder som kan vike fra normalsituasjon og dermed medføre usikkerhet i videre beregninger.

Ved filming av vareleveringslokasjonene sammenhengende gjennom hele døgnet mandag til fredag, ville datamengdene blitt for store til å kunne håndteres manuelt i observasjonsskjemaene. Dermed ble det valgt å samle inn data fra tidspunkt gjennom døgnet som ble anslått å ha mest aktivitet. For å kunne dekke både morgen-rushet og deler av ettermiddags-rushet ble det bestemt å filme fra klokken 06:00 til 17:00. En annen faktor som talte for å begrense antall timer med opptak, var kapasiteten (32 GB) på minnekortene. En dag med filming, 11 timer, tilsvarte i overkant av 10 GB. Dermed ble det byttet minnekort et par ganger ved hver lokasjon. Dette ble gjort både for å forsikre at minnekortene hadde tilstrekkelig kapasitet, samt for å undersøke om utstyret var i orden. Ved å utføre denne praksisen kunne videoopptakene registreres og analyseres fortløpende.

Vareleveringslommen i Søndre gate ble filmet uke 9, etterfulgt av Carl Johans gate i uke 10, og til slutt Jomfrugata i uke 11. I Jomfrugata ble det filmet kun mandag til torsdag, på grunn av den plutselige situasjonen med strenge samfunnsrestriksjoner i forbindelse med koronapandemien, se vedlegg 1.

3.2.7 Manuelle observasjoner

Manuelle observasjoner ble benyttet som eneste verktøy ved observasjoner av varelevering i gågate. Manuelle observasjoner er mer fleksible i forhold til plassering i feltet, slik at det opprettes gode siktlinjer. Manuell datainnsamling vil være mer tidkrevende, og dermed medføre mindre datagrunnlag enn det som hadde vært mulig med bruk av videoopptak. De manuelle observasjonene ble gjennomført ved hjelp av observasjonsskjemaet beskrevet i delkapittel 3.2.2 Utarbeidelse av observasjonsskjema.

De manuelle observasjonene ble gjennomført i uke 10 (02.03 - 06.03). Tidspunkt for observasjoner var forskjellig fra dag til dag. Enkelte observasjoner ble utført i morgentimene mellom klokken 08:00 og 09:00, mens resterende observasjoner ble utført mellom klokken 10:00 og 12:00. Registreringene ble gjennomført ved bruk av to observatører, der hver observatør hadde hvert sitt fokusområde i enten Nordre gate eller i Thomas Angells gate. Distribusjonskjøretøyene ble oppsøkt ved ankomst av observatør i den aktuelle gaten. For at resultatene fra vareleveringene skulle være tilnærmet normal, samt for å unngå å forstyrre pågående vareleveringsarbeid, var det ønskelig at observatørene opptrådte anonymt.

3.2.8 Bearbeiding av innsamlet data

Datainnsamlingene som ble gjennomført på de ulike studielokasjonene gjennom videoopptak og manuelle observasjoner, ble i hovedsak utført for å kunne estimere utnyttelsesgraden av parkeringslommene. Videoopptakene ble analysert manuelt, og ved bruk av observasjonsskjema. Ettersom videoene ble analysert manuelt, og ikke ved bruk av automatiske analyseprogrammer, ble det ved enkelte anledninger utført subjektive vurderinger. Det kan også bemerkes at analysene ble utført av to ulike analytikere, som dermed kunne medføre individuelle forskjeller av mindre grad. Videoene ble avspilt i VLC Media Player, som er en åpen og fri multimedieavspiller. I programvaren kunne avspillingshastigheten justeres $\pm 4,0$ ganger ordinær hastighet. Hastigheten på avspillingen ble justert etter aktivitetsnivå på opptakene, eksempelvis i perioder med lite aktivitet ble avspillingshastigheten skrudd opp. Dermed kunne den manuelle registreringen i observasjonsskjemaene effektiviseres. Det må likevel bemerkes at metodikken med manuell analyse og registrering av videoopptak er svært tidkrevende.

Ved bruk av observasjonsskjemaene utarbeidet i Google Forms, genereres et regneark i Microsoft Excel med all registrert data. For å kunne benytte denne dataen, var det behov for sortering. Det ble i den forbindelse opprettet egne regneark for hver studielokasjon, samt et felles for alle lokasjonene. Sorteringen ble gjennomført for å bedre oversikten over tilgjengelig data. Etter dataene var sortert, ble det testet ulike metoder og fremgangsmåter for å presentere datasettene. Det ble blant annet testet ulike typer diagrammer som presenterte samme data, for eksempel sektordiagram eller stolpediagram, eller om det eventuelt var mest hensiktsmessig å benytte tabell for å presentere dataen. En utfordring med dataanalysen var å få med tilstrekkelig informasjon i figurene, samtidig som de skulle være oversiktlige og intuitive.

De manuelle observasjonene utført i Nordre gate og Thomas Angells gate, ble analysert på tilsvarende måte som videoobservasjonene. For å sikre tilstrekkelig datagrunnlag ble det planlagt å gjennomføre to runder med datainnsamling. Den første runden med datainnsamling ble gjennomført som planlagt rundt månedsskiftet februar/mars, med unntak av siste opptaksdag i vareleveringslommen i Jomfrugata. Dette skyltes de strenge restriksjoner som kom i forbindelse med koronapandemien, se vedlegg 1.

Kapittel 4: Resultater

Kapittel 4: Resultater vil gå gjennom resultatene fra analysene som ble utført basert på metodikken beskrevet i Kapittel 3: Metode. Dette inkluderer å presentere dataene som er samlet inn i oppgaven.

Resultatene i denne oppgaven baserer seg på relativt få observasjoner over et kort tidsrom på i underkant av tre arbeidsuker. Likevel vil resultatene kunne gi en indikasjon på vareleveringsforholdene i dagens situasjon med hensyn til totalt tidsforbruk, fordeling av tidsforbruk og utfordringer knyttet til de ulike vareleveringsaktivitetene, samt utforming og utnyttelsesgrad av vareleveringslommer.

Verdiene brukt i beregningene og figurene i dette kapitlet baserer seg på observasjonsdata fra vareleveringslommene en arbeidsuke - mandag til fredag - mellom klokken 06:00 og 17:00. For vareleveringslommen i Jomfrugata er det som kjent bare observasjonsdata fra mandag til og med torsdag som er benyttet.

4.1 Utnyttelsesgrad og restkapasitet

Fra videoobservasjonene var det mulig å bestemme utnyttelsesgrad og restkapasitet på hver leveringslokasjon. Restkapasitet vil presenteres ved bruk av inndelingen av personbillengder, forklart i delkapittel 3.1.4 Inndeling av personbillengder for beregning av restkapasitet. For beregning av restkapasitet er de tre vareleveringslommene analysert hver for seg. Ved beregning av restkapasitet i de enkelte vareleveringslommene registreres oppholdstid og kjøretøyslengde for de ulike kjøretøyene som oppholder seg i vareleveringslommen til enhver tid. Hvilket betyr at det også registreres om det oppholder seg flere kjøretøy i vareleveringslommen samtidig. Restkapasiteten i de ulike vareleveringslommene ble registrert for hver dag, og restkapasiteten som presenteres i dette kapitlet er et gjennomsnitt av disse restkapasitetene for hver enkelt vareleveringslomme.

4.1.1 Søndre gate

Tabell 7 og figur 42 viser den totale restkapasiteten for vareleveringslommen i Søndre gate. Tabellen viser restkapasiteten for hver klokke time vareleveringslommen er observert, samt den totale restkapasiteten for hele dagen. Eksempelvis er hele vareleveringslommen (7 pbl) ledig 83 % av tiden klokken 06:00 – 07:00, og 46 % av tiden klokken 10:00 – 11:00.

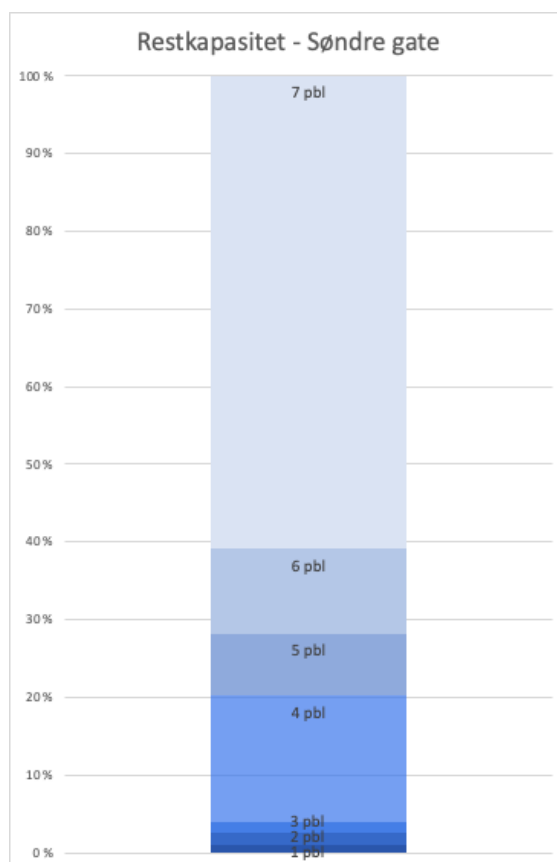
Vareleveringslommen er aldri helt okkupert, og i 61 % av tidsrommet den ble observert var hele lommen ledig. I hele 96 % av tiden er 1-3 personbillengder ledig. Det er ikke gitt at disse personbillengdene er plassert etter hverandre, og dermed er det nødvendigvis ikke plass til en stor lastebil i vareleveringslommen selv om restkapasiteten er tre personbillengder. Utnyttelsesgraden til vareleveringslommen i Søndre gate er ikke spesielt stor, og kapasitetsutfordringer er aldri et problem i det observerte tidsrommet. Vareleveringslommen er større enn anbefalingene i håndbok N100 (Statens vegvesen, 2016b) og den største av de observerte vareleveringslommene i denne studien.

Tabellen viser at vareleveringslommen har størst aktivitet mellom klokken 09:00 og 14:00, da lommen rundt halvparten av tiden er okkupert i større eller mindre grad.

Denne vareleveringslommen tas i bruk av distribusjonskjøretøy fra klokken 06:00 om morgenen.

Tabell 7: Fordeling av restkapasitet i Søndre gate, kl. 06:00-17:00.

Klokkeslett	7 pbl	6 pbl	5 pbl	4 pbl	3 pbl	2 pbl	1 pbl	0 pbl
06:00 - 07:00	83 %	1 %	0 %	16 %	0 %	0 %	0 %	0 %
07:00 - 08:00	58 %	8 %	1 %	26 %	2 %	0 %	4 %	0 %
08:00 - 09:00	57 %	17 %	12 %	7 %	3 %	0 %	4 %	0 %
09:00 - 10:00	67 %	5 %	5 %	18 %	1 %	4 %	0 %	0 %
10:00 - 11:00	46 %	15 %	5 %	29 %	0 %	5 %	0 %	0 %
11:00 - 12:00	50 %	8 %	12 %	24 %	4 %	2 %	1 %	0 %
12:00 - 13:00	53 %	12 %	5 %	28 %	2 %	0 %	0 %	0 %
13:00 - 14:00	46 %	5 %	24 %	18 %	1 %	6 %	0 %	0 %
14:00 - 15:00	61 %	10 %	16 %	12 %	1 %	0 %	0 %	0 %
15:00 - 16:00	77 %	20 %	3 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
16:00 - 17:00	73 %	19 %	6 %	1 %	1 %	0 %	0 %	0 %
Prosentfordeling, hele dagen	61 %	11 %	8 %	16 %	1 %	2 %	1 %	0 %



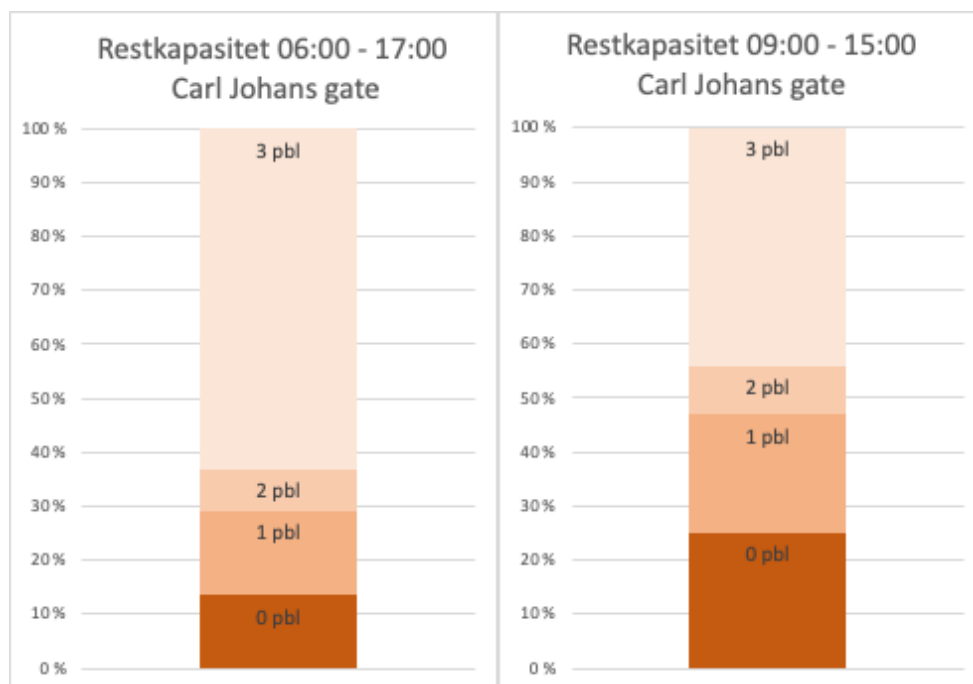
Figur 42: Fordeling av restkapasitet i Søndre gate.

4.1.2 Carl Johans gate

Tabell 8 og figur 43 viser den totale restkapasiteten for vareleveringslommen i Carl Johans gate. Tabellen viser restkapasiteten for hver klokke time vareleveringslommen er observert, samt den totale restkapasiteten for hele dagen. Kapasiteten i vareleveringslommen er fullstendig utnyttet 13 % av observasjonstiden. Omtrent 2/3 av observasjonstiden er hele vareleveringslommen ubesatt, det vil si en utnyttelsesgrad på 0 %. Tabellen viser at vareleveringslommen har størst utnyttelsesgrad klokken 10:00-11:00 og klokken 12:00-13:00, da den er fullstendig okkupert i henholdsvis 48 % og 31 % av observasjonstiden. Generelt er vareleveringslommen i bruk i timene mellom klokken 09:00 og 15:00, og utenom disse tidene er det tilnærmet ikke aktivitet i vareleveringslommen. Tabell 8 og figur 43 viser at vareleveringslommen har en bedre utnyttelsesgrad i dette tidsrommet, da vareleveringslommen er fullstendig utnyttet 25 % av observasjonstiden.

Tabell 8: Fordeling av restkapasitet i Carl Johans gate, kl. 06:00-17:00.

Klokkeslett	3 pbl	2 pbl	1 pbl	0 pbl
06:00 - 07:00	96 %	4 %	0 %	0 %
07:00 - 08:00	95 %	3 %	2 %	0 %
08:00 - 09:00	87 %	6 %	7 %	0 %
09:00 - 10:00	46 %	3 %	34 %	18 %
10:00 - 11:00	25 %	14 %	13 %	48 %
11:00 - 12:00	44 %	15 %	21 %	20 %
12:00 - 13:00	31 %	2 %	36 %	31 %
13:00 - 14:00	52 %	9 %	16 %	23 %
14:00 - 15:00	67 %	12 %	12 %	8 %
15:00 - 16:00	75 %	6 %	20 %	0 %
16:00 - 17:00	77 %	12 %	11 %	0 %
Prosentfordeling, hele dagen	63 %	8 %	16 %	13 %
Prosentfordeling, 09:00-15:00	44 %	9 %	22 %	25 %



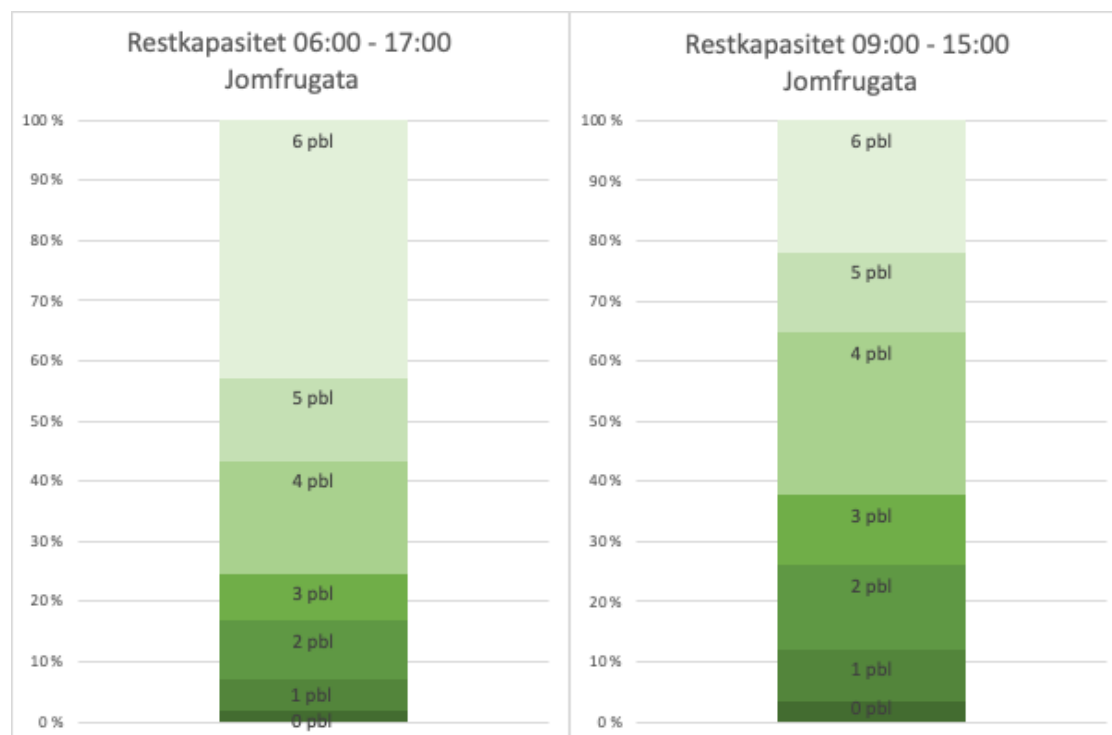
Figur 43: Fordeling av restkapasitet i Carl Johans gate, henholdsvis klokken 06:00-17:00 og 09:00-15:00.

4.1.3 Jomfrugata

Tabell 9 og figur 44 viser den totale restkapasiteten for vareleveringslommen i Jomfrugata. Tabellen viser restkapasiteten for hver klokke time vareleveringslommen er observert, samt den totale restkapasiteten for hele dagen. Eksempelvis er hele vareleveringslommen ledig i tidsrommet mellom klokken 06:00-07:00 med en restkapasitet på 6 pbl, mens mellom klokken 12:00-13:00 er hele vareleveringslommen okkupert 11 % av klokke timen.

Tabell 9: Fordeling av restkapasitet i Jomfrugata, kl. 06:00-17:00.

Klokkeslett	6 pbl	5 pbl	4 pbl	3 pbl	2 pbl	1 pbl	0 pbl
06:00 - 07:00	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
07:00 - 08:00	93 %	5 %	3 %	0 %	0 %	0 %	0 %
08:00 - 09:00	75 %	22 %	3 %	0 %	0 %	0 %	0 %
09:00 - 10:00	31 %	10 %	35 %	4 %	12 %	8 %	0 %
10:00 - 11:00	31 %	8 %	15 %	16 %	14 %	11 %	5 %
11:00 - 12:00	11 %	6 %	35 %	19 %	19 %	6 %	5 %
12:00 - 13:00	4 %	4 %	36 %	10 %	18 %	18 %	11 %
13:00 - 14:00	21 %	23 %	33 %	8 %	7 %	8 %	0 %
14:00 - 15:00	34 %	29 %	8 %	14 %	15 %	0 %	0 %
15:00 - 16:00	28 %	9 %	23 %	13 %	24 %	4 %	1 %
16:00 - 17:00	44 %	35 %	16 %	4 %	1 %	0 %	0 %
Prosentfordeling, hele dagen	43 %	14 %	19 %	8 %	10 %	5 %	2 %
Prosentfordeling, 09:00-15:00	22 %	13 %	27 %	12 %	14 %	9 %	3 %



Figur 44: Fordeling av restkapasitet i Jomfrugata, henholdsvis klokken 06:00 - 17:00 og 09:00 - 15:00.

Som tabell 9 og figur 44 viser, er halve parkeringen i Jomfrugata ved Byhaven ledig rundt 75 % av tiden i tidsrommet klokken 06:00-17:00. Det vil si at 1-3 personbillelengder er ledige store deler av dagen. Det er ikke gitt at disse personbillelengdene er plassert etter hverandre, og dermed er det nødvendigvis ikke plass til en stor lastebil i vareleveringslommen selv om det er 3 ledige personbillelengder.

Utnyttelsesgraden er 100 % - restkapasitet lik 0 pbl – bare 2 % av tiden i tidsrommet 06:00-17:00. I overkant av 15 % av tiden er restkapasiteten mindre enn 3 personbillelengder. På den andre siden er utnyttelsesgraden 0 % - restkapasitet lik 6 pbl – hele 43 % av tiden. Det betyr at vareleveringslommen ikke er i bruk store deler av tiden. Dette kan være en indikasjon på at vareleveringslommen er for stor, og at kapasiteten i den aktuelle vareleveringslommen er god.

Tabell 9 og figur 44 viser at restkapasiteten i vareleveringslommen i Jomfrugata i tidsrommet 09:00-15:00 er mindre enn i tidsrommet 06:00-17:00, og at utnyttelsesgraden til vareleveringslommen dermed bedres ved tidsreduksjon. Dette diskuteres nærmere i kapittel 5.3.

4.2 Distribusjonsmønstre

I tillegg til å bestemme utnyttelsesgraden og bruken av vareleveringslommene ble selve leveransen også analysert.

4.2.1 Type kjøretøy

Det finnes flere ulike typer av kjøretøy som kan benyttes til distribusjon av varer, som beskrevet i kapittel 2.3 Distribusjonskjøretøy og andre brukere av vareleveringslommer. I denne studien er de fire mest benyttede distribusjonskjøretøyene varebil, kassebil, liten lastebil og stor lastebil, se tabell 10. Merk at dette kun er kjøretøy som benyttet vareleveringslommen for varelevering. Varebiler utgjør den største andelen (32 %) av distribusjonskjøretøyene. Varebiler er de minste distribusjonskjøretøyene og vil derfor være enklere å manøvrere i trange byrom, og vil også være gunstig dersom kolliene er mindre og enkle å håndtere ut og inn av kjøretøyet.

I Søndre gate benyttes stor lastebil ved 36 av 70 vareleveringer, som betyr at stor lastebil kan betegnes som det dominerende kjøretøyet i denne vareleveringslommen. Dette kan ha en sammenheng med at 21 av 70 vareleveringer ved denne lokasjonen har Rema 1000 som destinasjonsmål, og at det til denne forretningen leveres mange og tunge varer per levering. Stor lastebil er benyttet ved 16 av 21 vareleveringer til Rema 1000.

Tabell 10: Fordeling av distribusjonskjøretøy for de studerte vareleveringslommene.

Type kjøretøy	Andel distribusjonskjøretøy	Totalt	Søndre gate	Carl Johans gate	Jomfrugata	Totalandel
Personbil	1 %	1	0	0	1	0 %
Varebil	32 %	71	14	25	32	12 %
Kassebil	22 %	48	8	24	16	8 %
Liten lastebil	16 %	36	3	18	15	6 %
Stor lastebil	24 %	52	36	6	10	9 %
Søppelbil	4 %	9	4	2	3	1 %
Totalt	100 %	219	65	75	79	

De tre observerte vareleveringslommene benyttes også av kjøretøy som ikke distribuerer varer, og dermed ikke har parkeringstillatelse. Tabell 11 viser en oversikt over fordelingen av andre kjøretøy som benytter vareleveringslommene. Personbiler dominerer statistikken over ulovlig bruk av vareleveringslommene. Denne problemstillingen diskuteres nærmere i kapittel 4.5 Ulovlig parkering.

Tabell 11: Fordeling av andre kjøretøy for de studerte vareleveringslommene.

Type kjøretøy	Andel andre kjøretøy	Totalt	Søndre gate	Carl Johans gate	Jomfrugata	Totalandel
Servicebil	7 %	26	0	13	13	6 %
Taxi	4 %	14	0	9	5	3 %
Personbil	89 %	348	126	39	183	54 %
Totalt	100 %	388	126	61	201	

4.2.2 Oppholdstid

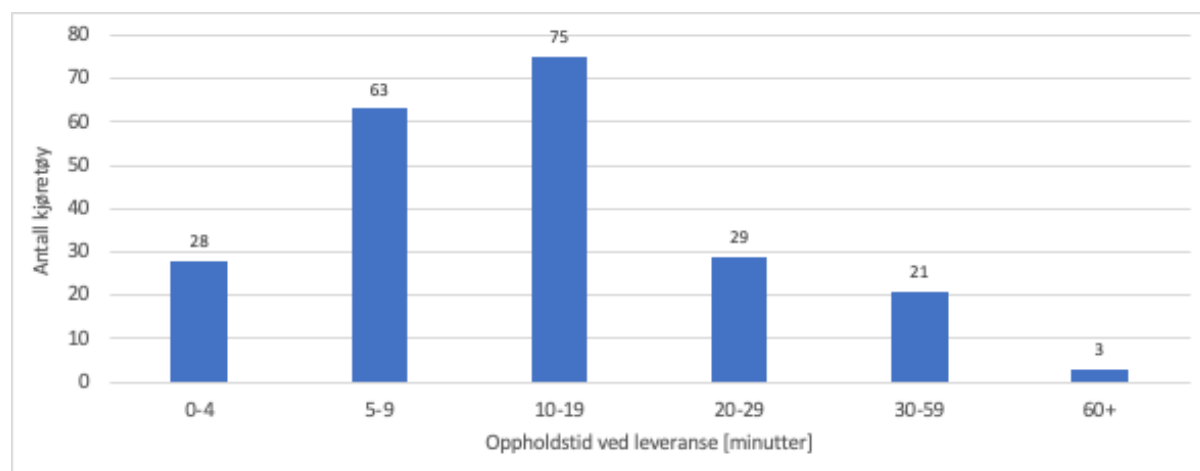
Total gjennomsnittlig oppholdstid for de ulike distribusjonskjøretøyene ligger mellom 11 og 18 minutter. Kassebil har den korteste gjennomsnittlige oppholdstiden på 11 minutter, varebil har gjennomsnittlig oppholdstid på 15 minutter, mens liten og stor lastebil har total gjennomsnittlig oppholdstid på henholdsvis 16 og 18 minutter, se tabell 12. Resultatene viser at oppholdstiden øker med størrelsen på distribusjonskjøretøyene.

Ifølge tabell 12 er det leveringene i Carl Johans gate som har lengst oppholdstid. Det er stor spredning i verdiene for oppholdstid for distribusjonskjøretøyene i vareleveringslommene. Standardavviket for oppholdstid er beregnet til å være 12 minutter og 37 sekunder, og gir verdienes gjennomsnittlige avstand fra gjennomsnittet. Standardavviket er dermed relativt stort, og kan forklares av den store spredningen av verdiene for oppholdstid. Eksempelvis er den lengste verdien for oppholdstid for et distribusjonskjøretøy 1 time og 14 minutter, mens den korteste verdien bare er 1 minutt.

Tabell 12: Gjennomsnittlig oppholdstid for distribusjonskjøretøy [tt:mm].

Type kjøretøy	n	Totalt	Søndre gate	Carl Johans gate	Jomfrugata
Personbil	1	00:01	-	-	00:01
Varebil	71	00:15	00:09	00:17	00:16
Kassebil	48	00:11	00:07	00:11	00:13
Liten lastebil	36	00:16	00:13	00:14	00:20
Søppelbil	9	00:05	00:07	00:07	00:03
Stor lastebil	52	00:18	00:17	00:20	00:17
Semitrailer	2	00:09	-	-	00:09
Gjennomsnitt for alle distribusjonskjøretøy	219	00:11	00:11	00:14	00:11

Figur 45 viser at typisk oppholdstid for et distribusjonskjøretøy er 5-19 minutter. Gjennomsnittstidene er basert på leveranser fra 219 distribusjonskjøretøy.



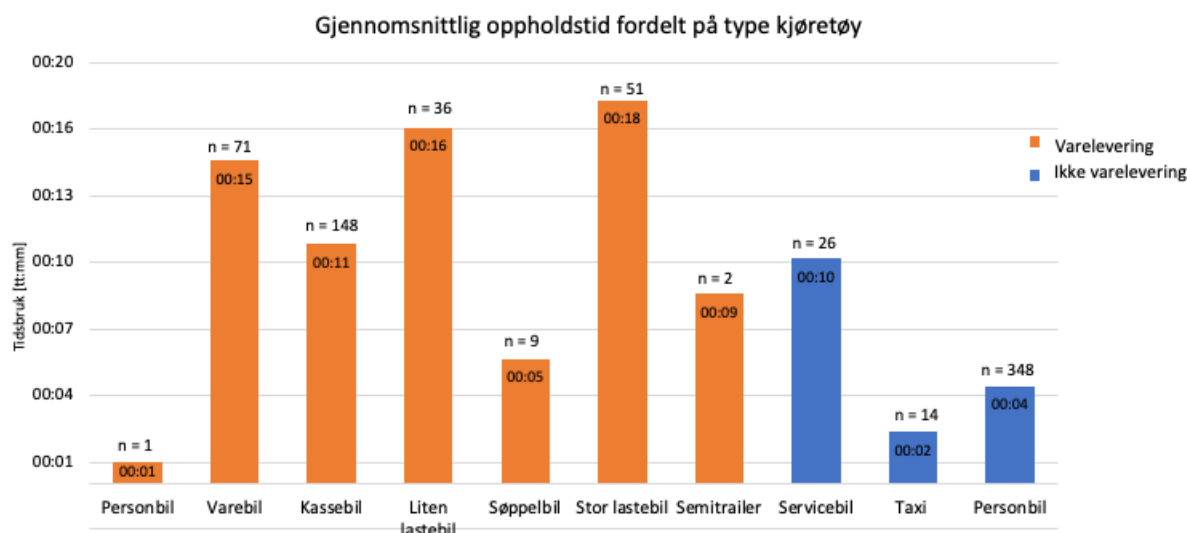
Figur 45: Oppholdstid ved leveranse i vareleveringslommene [minutter].

Tabell 13 viser gjennomsnittlig oppholdstid for kjøretøy som ikke leverer varer. Gjennomsnittlig oppholdstid for kjøretøy som ikke leverer varer er størst i Carl Johans gate med en oppholdstid på 7 minutter. I Jomfrugata og Søndre gate er den samme gjennomsnittlige oppholdstiden på henholdsvis 5 og 3 minutter. Dette vil diskuteres nærmere i delkapittel 4.5 Ulovlig parkering.

Tabell 13: Gjennomsnittlig oppholdstid for kjøretøy som ikke leverer varer [tt:mm].

Type kjøretøy	N	Totalt	Søndre gate	Carl Johans gate	Jomfrugata
Servicebil	26	00:10	-	00:12	00:08
Taxi	14	00:02	-	00:03	00:01
Personbil	348	00:04	00:03	00:05	00:05
Gjennomsnitt for kjøretøy som ikke leverer varer	388	00:05	00:03	00:07	00:05

Denne dataen kan også illustreres grafisk. Gjennomsnittlig oppholdstid fordelt på type kjøretøy er vist i figur 46, som viser at varebil, liten lastebil og stor lastebil er de distribusjonskjøretøyene som har størst oppholdstid. En av årsakene til at disse distribusjonskjøretøyene har lengre oppholdstid enn kassebil er antallet leveringskolli som skal distribueres fra kjøretøyet. Jo flere antall leveringskolli som skal distribueres, desto lengre oppholdstid for distribusjonskjøretøyet. Kassebil leverer generelt færre leveringskolli enn resterende distribusjonskjøretøy, se figur 49 under kollikarakteristika. Figur 46 illustrerer også gjennomsnittlig oppholdstid for kjøretøy som ikke foretar varelevering. Dette inkluderer servicekjøretøy, taxi og personbiler. Ulovlig bruk av vareleveringslommene er diskutert nærmere i delkapittel 4.5 Ulovlig parkering.

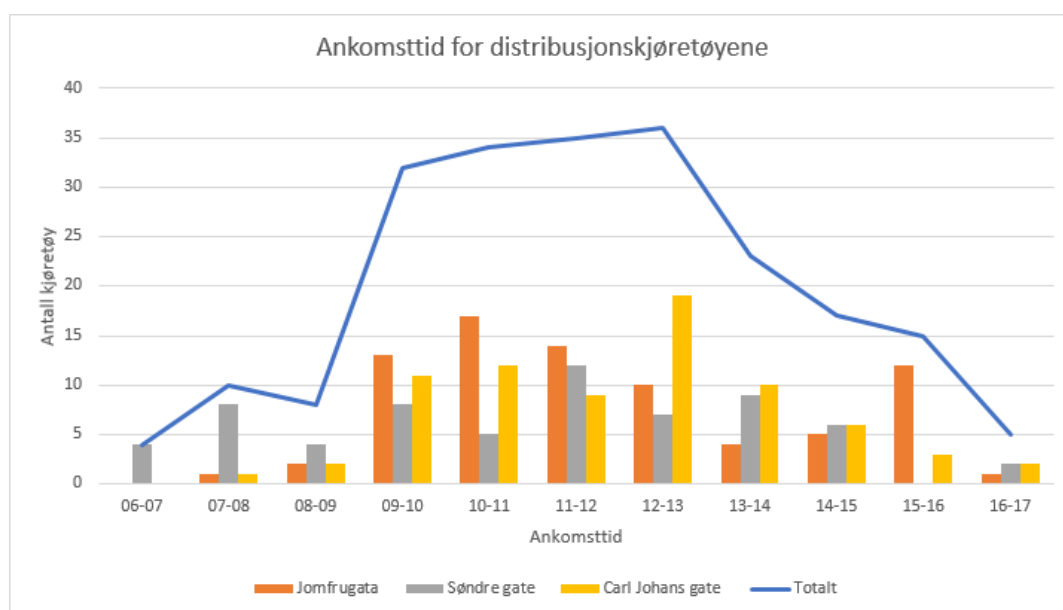


Figur 46: Gjennomsnittlig oppholdstid fordelt på type kjøretøy [tt:mm].

4.2.3 Ankomsttid

Tidsbruk for leveringer ble bemerket i analysen av utnyttelsen, og undersøkes videre her. Distribusjon av varer skjer hovedsakelig i tidsrommet 09:00-13:00, se figur 47. Dette kan skyldes at leverandørene vil unngå rush-tider. Ankomsttiden for vareleveringene ved de ulike lokasjonene kan ha sammenheng med tillatt tidspunkt for varelevering i gågatene, som må skje i tidsrommet 06:00-12:00. Levering i tidsrommet mellom klokken 09:00 og 13:00 er også naturlig med tanke på en vanlig arbeidsdag for sjåførene.

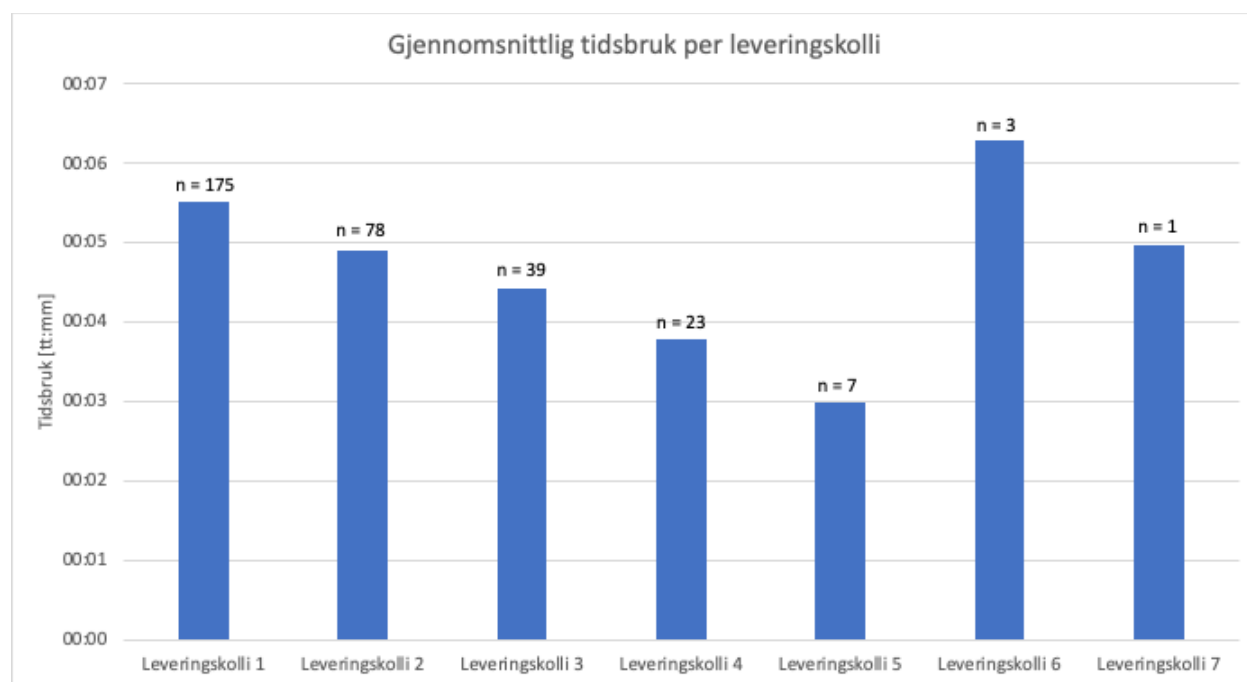
Vareleveringslommen i Søndre gate ved Rema 1000 skiller seg ut ved at det er noen leveringer mellom klokken 06:00-09:00, dette kan ha sammenheng med forretningens åpningstid (åpner klokken 07:00). Levering av varer til denne forretningen kan også forekomme uten at butikkmedarbeidere er tilstede, ettersom sjåførene har nøkkel til porten inn til varemottaket.



Figur 47: Fordeling av ankomsttid i vareleveringslommene.

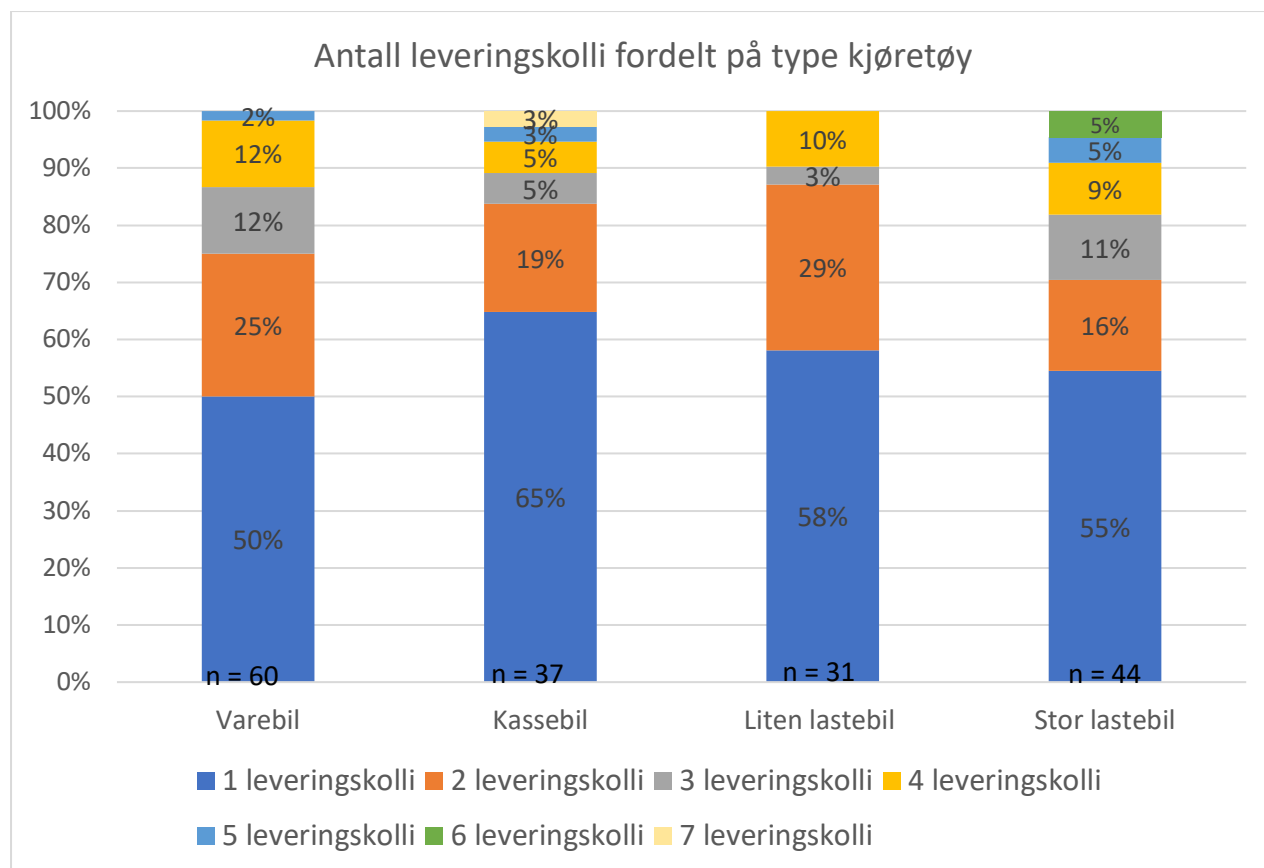
4.2.4 Kollikarakteristika

Som tidligere nevnt, påvirker antall leveringskolli oppholdstiden for distribusjonskjøretøyene i vareleveringslommene. I denne studien analyseres gjennomsnittlig tidsbruk per leveringskolli, antall leveringskolli fordelt på type kjøretøy, og antall leveringskolli fordelt på lokasjon. Resultatene baseres på levering av 326 leveringskolli. En leveringskolli defineres i denne studien som en leveringsenhet i et vareparti (én levering med ett håndteringsutstyr), bestående av individuelle enhetskolli. Eksempelvis består en pall, en sekke-tralle eller et transportbur av en samling av ulike individuelle enhetskolli, men betraktes i denne studien som én leveringskolli. Figur 61 illustrerer et eksempel på en leveringskolli bestående av flere individuelle enhetskolli, som kan leveres til ulike mottakeradresser. Figur 48 viser den gjennomsnittlige tidsbruken for levering av hvert leveringskolli, respektivt til hvilken leveringskolli det er innen leveransen. Figuren viser at den gjennomsnittlige tidsbruken for hver leveringskolli reduseres for hvert leveringskolli til og med 5. leveringskolli. 6. og 7. leveringskolli har data fra henholdsvis 3 og 1 levering(er), og vil dermed ikke være signifikante.



Figur 48: Gjennomsnittlig leveringstidsbruk per leveringskolli [tt:mm].

Antall leveringskolli som leveres fordelt på type kjøretøy er presentert i figur 49. Ettersom det kun ble registrert vareleveringer fra én personbil og to semitrailere, er ikke resultatene fra disse representative, og er dermed ekskludert fra diagrammet. Andelen som leverer kun 1 leveringskolli er 50 % eller mer for alle typer distribusjonskjøretøy, og alle distribusjonskjøretøyene leverer hovedsakelig 1 eller 2 leveringskolli. Størrelsen på leveringskolliene varierer mellom de ulike distribusjonskjøretøyene, og vil også være avhengig av antall enhetskolli per leveringskolli. Det er også verdt å bemerke at det er små forskjeller i antall leveringskolli som leveres fordelt på type kjøretøy.



Figur 49: Antall leveringskolli fordelt på type kjøretøy.

Tabell 14 viser at det hovedsakelig leveres 1 eller 2 leveringskolli på samtlige vareleveringslokasjoner. I Jomfrugata leveres det gjennomsnittlig færre leveringskolli sammenlignet med de resterende vareleveringslokasjonene, mens i Carl Johans gate leveres det gjennomsnittlig flere leveringskolli per leveranse sammenlignet med de andre studielokasjonene.

Tabell 14: Fordeling av antall leveringskolli fordelt på lokasjon.

	1 kolli	2 kolli	3 kolli	4 kolli	5 kolli	6 kolli	7 kolli
Søndre gate	56 %	20 %	7 %	11 %	4 %	2 %	0 %
Carl Johans gate	48 %	26 %	14 %	9 %	1 %	1 %	1 %
Jomfrugata	64 %	21 %	5 %	8 %	2 %	0 %	0 %
Totalt	54 %	23 %	12 %	7 %	2 %	1 %	0 %

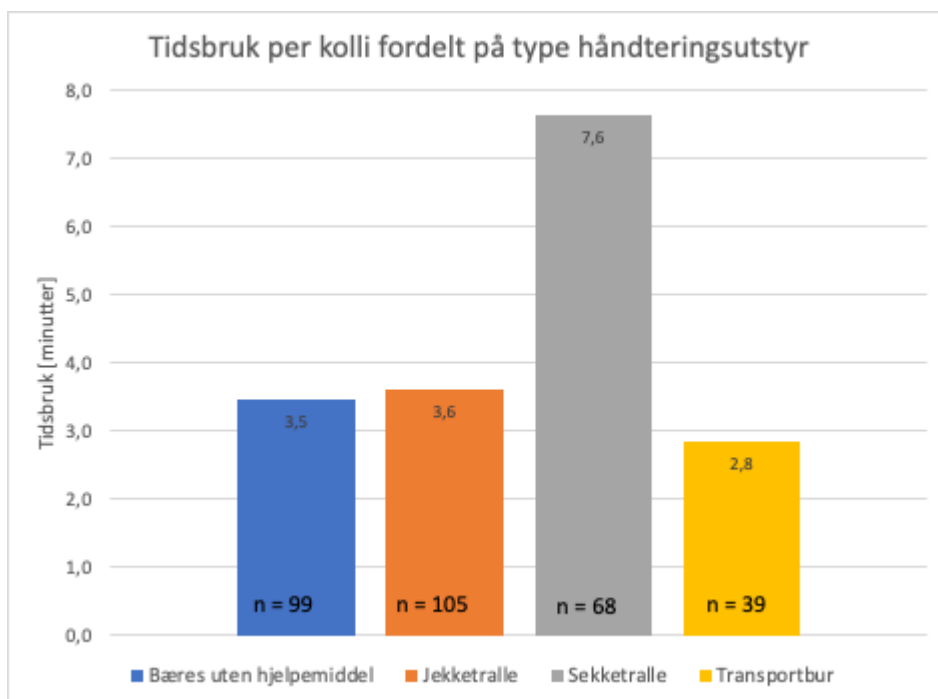
4.3 Håndteringsutstyr

For å effektivisere og å gjøre vareleveringen enklere benyttes ulike håndteringsutstyr, se kapittel 2.4 Håndteringsutstyr. Gjennom observasjoner av vareleveringslommene ble det observert at bruk av jekketralle, samt bæring uten håndteringsutstyr var foretrukket som leveringsmetode, med en andel på i overkant av 30 % hver, se tabell 15. Dersom det skal leveres enkeltpakke eller brev er det ofte enklest og mest tidseffektivt å bære varen uten noe håndteringsutstyr. Jekketralle benyttes ofte når varene er ferdigpakket i ulike enhetskolli på en pall. Transportbur benyttes minst, i kun 12 % av alle leveringer. Dette kan ha sammenheng med at det ofte er varer til kolonialbutikker som leveres i transportbur, for eksempel fra meieri.

Tabell 15: Antall leveringer fordelt på håndteringsutstyr.

Håndteringsutstyr	Prosentfordeling	Antall
Bæres uten håndteringsutstyr	32 %	99
Jekketralle	34 %	105
Sekketralle	22 %	68
Transportbur	12 %	39
Totalt	100 %	311

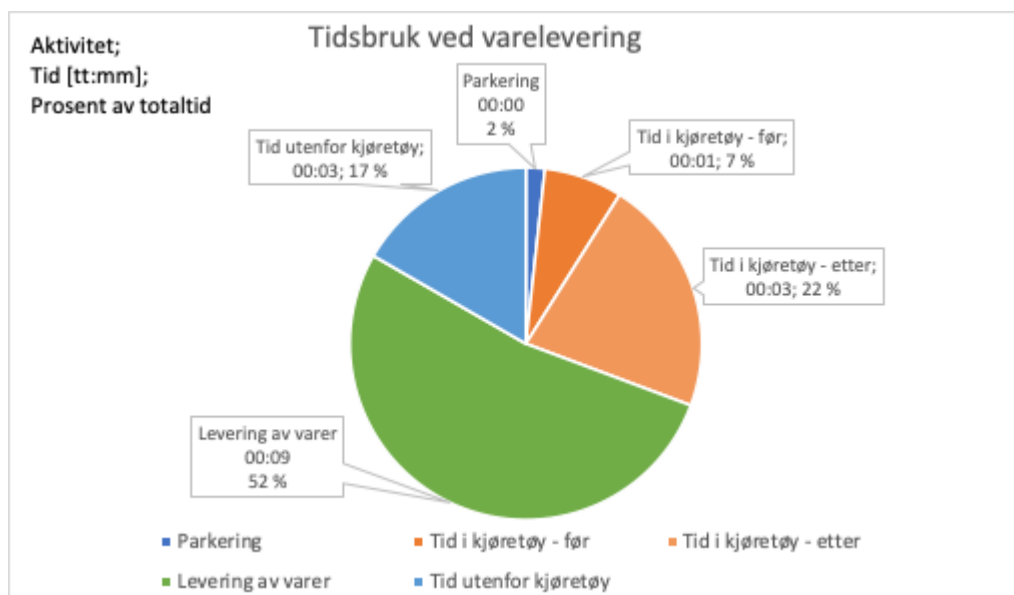
Tidsbruk per leveringskolli fordelt på type håndteringsutstyr er omtrent 3-4 minutter for alle leveringsmetodene, for utenom sekketralle som har en gjennomsnittlig tidsbruk på omtrent 8 minutter per leveringskolli, se figur 50.



Figur 50: Tidsbruk per leveringskolli fordelt på type håndteringsutstyr.

4.4 Ulike aktiviteter i vareleveringen

De ulike aktivitetene i vareleveringsprosessen er analysert, og oppsummeres i figur 51. Aktivitetene som er inkludert i denne studien er tiden distribusjonskjøretøyet bruker på å parkere, tiden sjåføren oppholder seg i kjøretøyet, tiden sjåføren bruker på å levere varene, samt tiden sjåføren bruker utenfor kjøretøyet (før og etter levering av varer).



Figur 51: Tidsbruk av de ulike stegene i vareleveringsprosessen.

Parkering er tiden det tar fra kjøretøyet er observert og frem til det er ferdigparkert. På alle tre lokasjonene gikk parkeringen problemfritt, og tok i gjennomsnitt under 1 minutt å gjennomføre, se figur 51.

Tid i kjøretøy defineres her som tiden sjåføren bruker i kjøretøyet før og etter vareleveringen. Figur 51 viser at totalt 29 % (4 minutter) av oppholdstiden benyttes i kjøretøyet. Tidsbruken i kjøretøy er størst etter vareleveringen. Gjennomsnittlig oppholder sjåførene seg 3 minutter i kjøretøyet før de forlater lastesonen etter endt varelevering. Aktiviteter inne i kjøretøyet kan være papirarbeid, venting, (mat)pause, telefonsamtaler, eventuell kontakt med kollegaer/kunder, etc. Enkelte av aktivitetene i kjøretøyet kan kategoriseres som tid som ikke er av verdi for mottaker, som først ble diskutert i delkapittel 2.1.2 Intelligente transportsystemers potensiale for å løse effektivitetsutfordringer i varedistribusjon (Ries *et al.*, 2013).

Selve leveringen av varer tar 52 % (9 minutter) av oppholdstiden. Dette er tiden fra sjåføren starter å levere første leveringskolli og frem til alle leveringskolliene er levert. Ifølge delkapittel 2.1 Utnyttelsesgrad av vareleveringslommer vil tidsbruk for levering av varer påvirkes av antall leveringskolli som distribueres, avstand, klargjøringstid og arbeidsoppgaver hos varemottaker. Gjennomsnittlig tidsbruk for levering av hvert leveringskolli er også presentert i delkapittel 4.2.4 Kollikarakteristika, der eksempelvis levering av første leveringskolli har en tidsbruk på i overkant av 5 minutter og 30 sekunder. Da majoriteten av alle leveringene består av én eller to leveringskolli, virker en gjennomsnittlig leveringstid på 9 minutter å være rimelig.

Tid utenfor kjøretøy er når sjåføren senker/hever bakløfter, organiserer varer i kjøretøyet, kommuniserer med medarbeidere eller butikkansatte, etc. Tid utenfor kjøretøyet uten vareleveringsaktivitet er beregnet til å være i gjennomsnitt 17 % (3 minutter) av all tidsbruk.

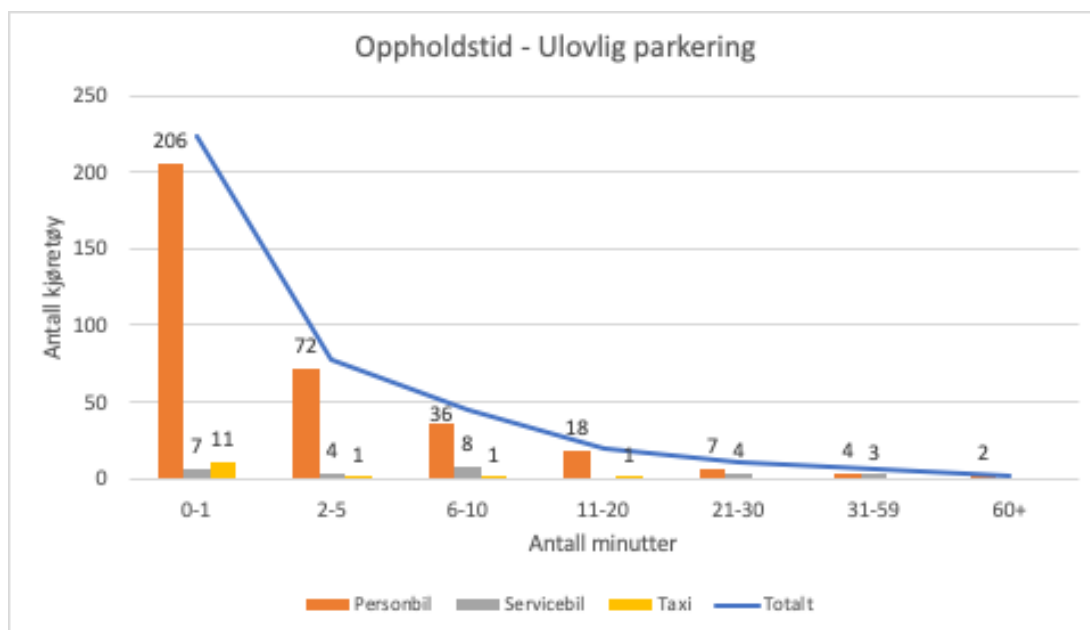
4.5 Ulovlig parkering

Som nevnt tidligere i resultatene, er vareleveringslommene også benyttet av kjøretøy som ikke leverer gods. Noen av disse kjøretøyene er personbiler, taxier og ulike servicekjøretøy. I utgangspunktet er det kjøretøyets karakteristika som avgjør om det har tillatelse til å benytte vareleveringslommene. Hovedsakelig er vareleveringslommene forbeholdt kjøretøy over 3500 kg. Det betyr at de fleste varebiler og servicekjøretøy i utgangspunktet ikke har tillatelse til å benytte seg av vareleveringslommer skiltet med skilt 370 med underskilt 834, se figur 52. Mads Leonhardsen, avdelingsleder for plan og saksbehandling i Trondheim parkering, (personlig kommunikasjon, 02.04.2020) påpekte i e-post at Trondheim parkering praktiserer dette ved å la biler med grønne skilt, varebiler og lastebiler, stå parkert for kortest mulig lasting/lossing av gods, se vedlegg 5. Dersom det observeres at det ikke er aktivitet i og rundt kjøretøyet, blir de ilagt gebyr etter omtrent et kvarter. Derfor antas det i denne studien at varebiler og lastebiler parkerer lovlig, mens personbiler, servicekjøretøy og taxier som benytter seg av vareleveringslommene parkerer ulovlig. Det bør bemerkes at det kan diskuteres om servicekjøretøy med grønne skilt kan benytte vareleveringslommen lovlig eller ikke, og dermed vil det i praksis være en gråsoner mellom lovlig og ulovlig parkering i vareleveringslommene.

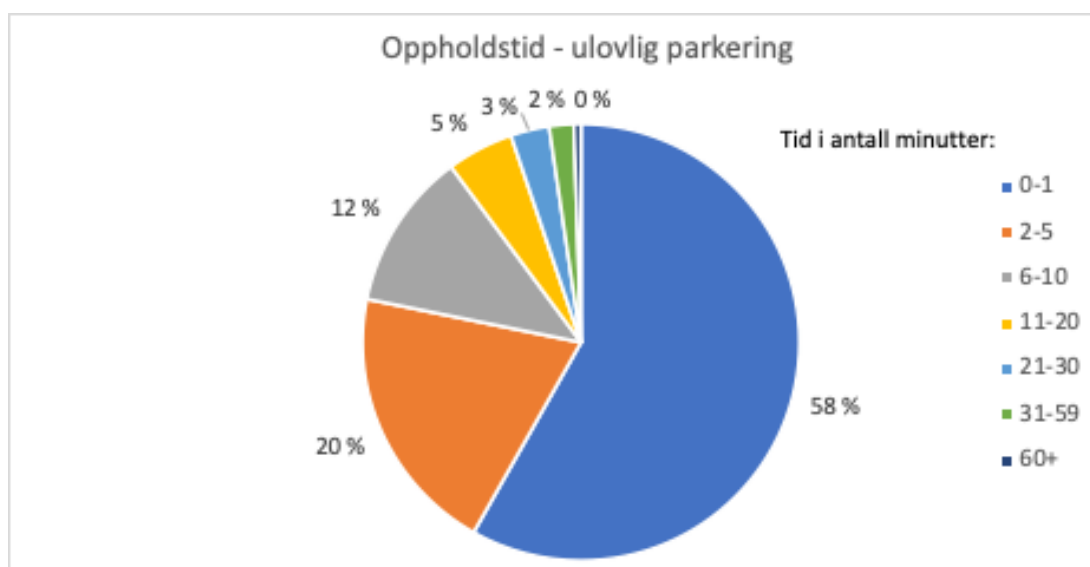
Figur 53 og figur 54 viser hvor lenge kjøretøyene som parkerer ulovlig oppholder seg i vareleveringslommene. Figurene viser at hele 90 % av de som ulovlig benytter seg av vareleveringslommene, oppholder seg i vareleveringslommene i mindre enn 10 minutter. 58 % oppholder seg i vareleveringslommene i mindre enn 1 minutt. Analyse av videoopptakene viser at mange personbiler bruker vareleveringslommene for å slippe av og hente passasjerer. I alle vareleveringslommene er majoriteten av de som parkerer ulovlig personbiler: Søndre gate – 85 %, Carl Johans gate – 62 %, Jomfrugata – 91 %.



Figur 52: Skilt 370 med underskilt 834. Foto: Helene Romundstad.



Figur 53: Oppholdstid for ulovlig parkering i vareleveringslommene.



Figur 54: Prosentfordeling av oppholdstid for ulovlig parkering i vareleveringslommene.

Tabell 16 viser en oversikt over ulovlig parkering i vareleveringslommene. 64 % av alle kjøretøyene som benytter seg av vareleveringslommene, parkerer uten tillatelse; 54 % personbiler, 3 % taxi og 6 % servicekjøretøy. Vareleveringslommen i Jomfrugata er hyppigst benyttet av kjøretøy som parkerer ulovlig, da hele 71 % av alle kjøretøyene i vareleveringslommen, ikke foretar noen form for varelevering. For vareleveringslommene i Søndre gate og Carl Johans gate, er de samme andelene henholdsvis 67 % og 45 %. Dette betyr at i alle vareleveringslommene som er benyttet i denne studien, er andelen ulovlige parkeringer relativt høye. Disse andelene kan bare si

noe om antallet kjøretøy som parkerer ulovlig, men ikke noe om andelen av oppholdstiden av parkeringen som er ulovlig.

Tabell 16: Oversikt over antall ulovlige parkeringer i vareleveringslommene.

	Totalt	Søndre gate	Carl Johans gate	Jomfrugata	Prosentandel
Personbiler	334	115	39	180	54 %
Taxi	18	5	9	4	3 %
Servicebiler	39	13	13	13	6 %
Vareleverings-parkeringer	222	65	75	82	
Totalt antall parkeringer	613	198	136	279	
Prosentandel	64 %	67 %	45 %	71 %	

Undersøker man all tiden parkeringene er observert – fra klokken 06:00 til 17:00 – er den totale andelen ulovlig parkering på 20 %, se tabell 17. Jomfrugata har den største andelen, med i underkant av 40 %. Søndre gate og Carl Johans gate ligger på i overkant av 10 %. Figur 54 viser at majoriteten av kjøretøyene som parkerer ulovlig, i underkant av 80 %, står parkert i mindre enn 5 minutter.

Tabell 17: Oversikt over tidsandel med ulovlig parkering i vareleveringslommene i minutter.

	Totalt	Søndre gate	Carl Johans gate	Jomfrugata
Personbiler	1519	400	212	907
Taxi	44	10	29	5
Servicebiler	305	27	162	116
Observasjonstid	9240	3300	3300	2640
Prosentandel	20 %	13 %	12 %	39 %

I overkant av 20 % av de ulovlige parkeringene er parkeringer med en oppholdstid på over 5 minutter. Disse kjøretøyene er hovedsakelig personbiler, men også en liten andel servicekjøretøy.

42 % (117 av 279) av de ulovlige parkeringene i Jomfrugata foregikk i de to feltene i nord-enden av vareleveringslommen, der vegoppmerkingen var i konflikt med skiltingen. Omtrent 60 % av parkeringene i disse feltene har en oppholdstid på mer enn 5 minutter, mens 25 % av parkeringene har en oppholdstid på mer enn 15 minutter. For ulovlig parkering benyttes disse to feltene av 77 % personbiler og 23 % servicekjøretøy. Fordelingen av ankomsttid for bruken av disse feltene gjennom dagen er relativt jevn, men med en liten topp rundt klokken 17:00. De to feltene benyttes omtrent like ofte.

Vareleveringslommen i Søndre gate mangler oppmerking i gaten, men lastesonens start og slutt er skiltet med skilt 370 og underskilt 834, se figur 52. Skiltet som markerer begynnelsen på lastesonen er plassert i bakkant av en stolpe med trafikklys. I tillegg er

det montert relativt høyt, og kan falle utenfor sjåførenes naturlige siktlinje, og det kan dermed være vanskelig for sjåførene å oppdage skiltet. Dette kan være en faktor som påvirker antallet kjøretøy som oppholder seg ulovlig i denne vareleveringslommen.

4.6 Varelevering fra gågate

Som tidligere beskrevet, er Nordre gate og Thomas Angells gate valgt ut som studielokasjoner for varelevering fra gågate. På grunn av den uforutsette hendelsen med strenge restriksjoner i forbindelse med koronapandemien, er datagrunnlaget for varelevering fra gågatene Nordre gate og Thomas Angells gate svært begrenset. Det er registrert 42 vareleveranser fra de to aktuelle gågatene, inkludert kjøretøy benyttet i forbindelse med renovasjon. Data fra disse registreringene, samt relevante generelle observasjoner blir dermed benyttet som grunnlag for å kunne si noe om varelevering fra gågate.

De aktuelle gågatene er åpne for varelevering mellom klokken 06:00 og 12:00. Vareleveringsaktiviteten virker å være lav før butikkene åpner. Før åpningstid er det renovasjon som dominerer aktiviteten i gågatene, men enkelte forretninger har alternative løsninger for levering uten at betjeningen er tilstede. Dette kan for eksempel være leveringsluker, eventuelt at vakter kan gi tilgang. Figur 55 viser en leveringsluke for ARK bokhandel fra gateplan i Nordre gate. Denne leveringsluken krever betjening ettersom leveransen er av stort volum. Det eksisterer derimot eksempler på leveringsluker som ikke krever betjening på mottakerlokasjon. Serveringsstedene åpner tidlig, mens andre butikker og forretninger gjerne åpner mellom klokken 09:00 og 10:00. Hovedsakelig mottas leveringer mens butikkene er betjente. Det betyr at aktiviteten er størst i tidsrommet mellom klokken 09:30 og 12:00, som igjen betyr at transportørene har begrenset leveringsperioder. For enkelte transportører kan det dermed være vanskelig å imøtekomme tidsrestriksjonene. Naturligvis øker andelen myke trafikanter i tidsrommet butikkene åpner, noe som kan øke faren for konflikter. Likevel ble det ikke registrert konflikter mellom myke trafikanter og distribusjonskjøretøy i tidsrommet gågatene ble observert, sannsynligvis på grunn av at tidspunkt for vareleveringsaktivitet og travleste tidsperiode for handlegatene ikke sammenfaller.



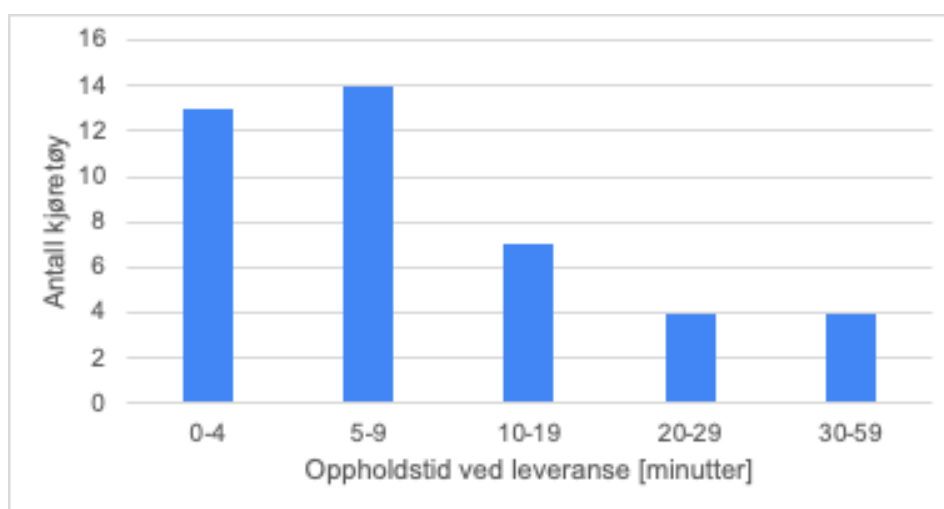
Figur 55: Leveringsluke på gateplan for ARK Bokhandel i Nordre gate. Foto: Jørgen Rødseth.

Samme som for vareleveringslommene, er det ulike leveringsmetoder som benyttes for levering til endelig mottakssted. I gågatene er det benyttet et håndteringsutstyr som ikke er observert benyttet ved vareleveringslommene – trillebrett. Tabell 18 viser fordelingen av leveringsmetode for de registrerte vareleveransene. Leveringsmetode ved levering i gågate, virker å være relativt lik leveringsmetoden ved levering fra vareleveringslommene. Bæring uten håndteringsutstyr og bruk av jekketralle er vanligste leveringsmetode, med samlet prosentandel på 73 %. Det er viktig å bemerke seg at datagrunnlaget er begrenset.

Tabell 18: Fordeling av håndteringsutstyr gitt levering av antall kulli.

Håndteringsutstyr	Antall	Prosentfordeling
Bæres uten håndteringsutstyr	32	39 %
Jekketralle	28	34 %
Sekketralle	9	11 %
Trillebrett	8	10 %
Transportbur	5	6 %
Totalt	82	100 %

Figur 56 viser oppholdstiden til de registrerte distribusjonskjøretøyene i gågatene. Majoriteten av de registrerte kjøretøyene har en oppholdstid på 0-9 minutter. Flere av distribusjonskjøretøyene hadde flere stopp gjennom gågaten, der hvert enkelt stopp ble registrert som ny levering. Det betyr at total oppholdstid for det enkelte kjøretøyet gjennom gågaten kan være lengre enn det som er registrert i figuren. Enkelte av kjøretøyene har lengre oppholdstid – kan stå nesten en hel klokke – og sjåførene av disse kjøretøyene velger en annen leveringspraksis med færre stopp og lengre gangavstand til endelig mottakslokasjon. Til sammenligning oppholder majoriteten av distribusjonskjøretøyene seg i vareleveringslommene i 10-19 minutter. Dermed indikerer dette at hvert stopp i gågaten har kortere oppholdstid enn ett stopp i vareleveringslommene.



Figur 56: Oppholdstid ved leveranse i gågatene.

Det er generelt observert lite utfordringer knyttet til vareleveringer i gågatene. Det er likevel observert at det ved levering til enkelte forretninger kan være utfordrende å få varene inn gjennom inngangspartiet. Det kan være trange butikkdører, manglende ramper ved nivåforskjeller, samt lite rom for manøvrering. Figur 57 viser en situasjon der sjåførene benytter pall og jekketralle i første del av leveringen, men ettersom både rampen og inngangsdøren er trang, bæres hver enhetskolli manuelt inn i forretningen.



Figur 57: Trangt inngangsparti i Nordre gate gjør at sjåføren ikke kan benytte håndteringsutstyr, og bærer hver enkelt pakke manuelt inn i forretningen. Foto: Jørgen Rødseth.

4.7 Oppsummering av resultater

Tabell 19 viser en oppsummering av hovedobservasjonene funnet i denne masterstudien, som presentert i foregående delkapitler.

Tabell 19: Hovedobservasjoner.

Hovedobservasjoner		Resultat
Restkapasitet	Helt ledig	43 – 63 % av observasjonstiden
	Fullstendig utnyttet	0 – 13 % av observasjonstiden
Størst vareleveringsaktivitet		Klokken 09:00 – 13:00
Gjennomsnittlig oppholdstid	For de ulike distribusjonskjøretøyene	11-18 minutter
	For alle distribusjonskjøretøy	16 minutter
Ulovlig parkering	Totalandel	64 %
	Tidsandel	20 %
Type distribusjonskjøretøy	Varebil	32 %
	Lastebil av ulik størrelse	62 %
Ulike aktiviteter i vareleveringen	Parkering	< 1 minutt
	Tid i kjøretøy – før	1 minutt
	Tid i kjøretøy – etter	3 minutter
	Levering av varer	9 minutter
	Tid utenfor kjøretøy	3 minutter

Kapittel 5: Diskusjon

Masteroppgaven hadde som mål å undersøke varelevering i bysentra spesifikt for bruk og utforming av tre utvalgte vareleveringslommer. For å besvare dette formålet, ble det utarbeidet forskningsspørsmål først presentert i delkapittel 1.2 Forskningsspørsmål:

- Hvordan benyttes leveringssoner langs gaten i dag?
- Hvordan kan videoobservasjoner/analyser benyttes til å samle data for vareleveringslommer?

Gitt svarene på det første settet med spørsmål, inkluderes et forskningsspørsmål knyttet til anbefalinger for regulering, planlegging og utforming:

- Hvordan kan leveringsområder potensielt reguleres og/eller utformes mer effektivt?

Økt kunnskap om bruken av vareleveringslommer i tette bysentra, vil kunne brukes som grunnlag for krav som kan medføre effektiv og fornuftig planlegging av byrommet. Forskningsspørsmålene vil besvares i dette kapittelet.

5.1 Oppsummering og evaluering av resultater

Gjennom Kapittel 4: Resultater ble det undersøkt hvordan leveringssoner langs gaten benyttes i dag. Dette delkapittelet oppsummerer og evaluerer resultatene. Basert på 607 observasjoner av kjøretøy i de studerte vareleveringslommene, ble det funnet at vareleveringslommene var helt ledig 43 – 63 % av observasjonstiden, mens vareleveringslommene var fullstendig utnyttet 0 – 13 % av observasjonstiden. Blant de tre undersøkte vareleveringslommene var det individuelle forskjeller i restkapasitet og utnyttelsesgrad, som blant annet kan forklares ved ulik beliggenhet og størrelse. Vareleveringslommen i Søndre gate har en lengde på 36,6 meter som tilsvarer omtrent 7 pbl. I tidsrommet den er observert er den aldri fullstendig utnyttet, og i 61 % av observasjonstiden var hele vareleveringslommen ledig. I hele 96 % av tiden er 1-3 pbl ledig. Det er ikke gitt at personbillengdene er plassert etter hverandre. Vareleveringslommen i Carl Johans gate er kortere med en lengde på 16,5 meter, og er inndelt i 3 pbl. Den er noe bedre utnyttet, da den i 13 % av observasjonstiden er fullstendig utnyttet. I 63 % av observasjonstiden var hele vareleveringslommen ledig. Vareleveringslommen i Jomfrugata har en lengde på 29,8 meter, og er delt inn i 6 pbl. Vareleveringslommen er fullstendig utnyttet kun 2 % av observasjonstiden, samt helt ledig i 43 % av observasjonstiden.

Fordeling av ankomsttid gjennom dagen, basert på 219 observasjoner av vareleveringer, viser at distribusjon av varer hovedsakelig foregår i tidsrommet klokken 09:00-13:00 med individuelle topper for de ulike vareleveringslommene. Vareleveringslommen i Søndre gate har også levering til Rema 1000, og dermed forekommer også varelevering i de tidlige morgentimene rundt klokken 06:00.

For varedistribusjon i Midtbyen er det hovedsakelig varebil, kassebil og lastebil som benyttes som distribusjonskjøretøy. Typisk oppholdstid for kjøretøy som foretar levering av varer fra vareleveringslommene er 5 – 19 minutter, og majoriteten av distribusjonskjøretøyene leverer bare 1 leveringskolli. Dette betyr at det er potensiale for mer samlastning for å øke antall leveringskolli per levering, samt få bedre utnyttelse av distribusjonskjøretøyene. Ved levering av varer kan det benyttes ulike håndteringsutstyr.

I Midtbyen er det observert at det hovedsakelig benyttes jekketralle og bæring uten håndteringsutstyr som leveringsmetode. Det er også en del leveringer som gjennomføres ved bruk av sekke-tralle. I studien har leveringer med sekke-tralle lengst tidsbruk for levering av hvert leveringskolli, omtrent dobbelt så lang leveringstid som med de andre håndteringsutstyrene. Den store tidsforskjellen kan blant annet forklares med at sjåførene laster sekke-trallene manuelt med flere individuelle enhetskolli i vareleveringslommene. Med bedre planlegging og tilrettelegging fra transportørene, kan tidsbruken ved levering med sekke-tralle reduseres.

Total gjennomsnittlig oppholdstid for alle distribusjonskjøretøy i vareleveringslommene er 16 minutter. Fordeling av tidsbruk på ulike vareleveringsaktiviteter varierer. Generelt ble det observert at parkering for distribusjon var uproblematisk, da det i gjennomsnitt ble brukt i underkant av 1 minutt. Selve leveringen av varer tok i gjennomsnitt 9 minutter å gjennomføre. Det ble observert at sjåførene oppholder seg i gjennomsnitt 3 minutter utenfor kjøretøyet før og etter selve vareleveringen. I tillegg ble det observert at tiden sjåføren oppholder seg i førerhuset i gjennomsnitt var 4 minutter – 1 minutt før levering og 3 minutter etter levering.

I vareleveringslommene ble det observert en stor andel ulovlige parkeringer, av totalt 613 parkeringer var 391 ulovlige. Det vil si at 64 % av de observerte parkeringene i de studerte vareleveringslommene var ulovlige, med en tidsandel på 20 % av total observasjonstid. 90 % av de ulovlige parkeringene hadde oppholdstid på mindre enn 10 minutter, og 58 % hadde oppholdstid på mindre enn 1 minutt. Analyse av videoobservasjonene viser at mange personbiler benytter vareleveringslommene for å slippe av og plukke opp passasjerer. Hovedsakelig er det personbiler som parkerer ulovlig, og den største andelen av ulovlig parkering er i vareleveringslommen i Jomfrugata. Der var tidsandelen for ulovlig parkering i underkant av 40 %. I overkant av 40 % av de ulovlige parkeringene i Jomfrugata foregikk i nord-enden av vareleveringslommen, noe som kan ha sammenheng med motstridende skilting og vegoppmerking.

Videoanalysene viste generelt få utfordringer knyttet til vareleveringsaktivitetene. Det ble observert at distribusjonskjøretøyene med bakløfter ønsket å parkere i tilknytning til nedsenkning i kantstein, da det kunne være vanskelig å manøvrere tungt lastet håndteringsutstyr med små hjul over terskler. Varelevering i Carl Johans gate bar preg av noe manglende universell utforming av mottakersted, samt potensielle trafikkfarlige aktiviteter i kjørebanelen.

I tillegg til å observere vareleveringsaktivitet i vareleveringslommer ble det observert varelevering fra gågater. Varelevering i gågate er tillatt mandag-fredag klokken 06:00 – 12:00. Funnene basert på 42 vareleveringer viser at det var lav vareleveringsaktivitet før forretningenes åpningstid. I dette tidsrommet var det hovedsakelig renovasjonskjøretøy som dominerte aktiviteten. Oppholdstiden ved hvert stopp er generelt kortere enn ved levering fra vareleveringslomme, men distribusjonskjøretøyene hadde gjerne flere stopp gjennom gågatene. Vareleveringsmetoden hadde likhetstrekk med vareleveringsmetoden fra vareleveringslommene, der jekke-tralle og bæring uten håndteringsutstyr var dominerende. Det er ikke observert utfordringer knyttet til konflikter mellom brukere av gågatenettet. Det er derimot observert enkelte utfordringer knyttet til universell utforming, eksempelvis smale inngangspartier.

Sammenlagt lengde av vareleveringslommene i og rundt Olav Tryggvasons gate er målt til å være i overkant av 200 meter, se delkapittel 3.1.2 Vareleveringslommer i tilknytning

til Olav Tryggvasons gate. Dette tilsvarer 40 pbl, som igjen kan romme for eksempel 20 varebiler eller 13 store lastebiler samtidig. Ut fra observasjonene gjort i denne studien virker tilgjengeligheten på vareleveringslommer å være tilfredsstillende ettersom restkapasiteten i samtlige av de studerte vareleveringslommene er stor. Dette indikerer at det er potensiale for dynamisk bruk av vareleveringslommene gjennom døgnet. Det må likevel bemerkes at 7 av 10 vareleveringslommer i tilknytning til Olav Tryggvasons gate ikke er studert. Utviklingen i samfunnet viser en endring i kjøpemønster der flere handler online (Visser, Nemoto og Browne, 2014). Dette betyr flere hjemleveringer, og behov for mer fleksibelt areal. Netthandel og hjemlevering bidrar til økt antall distribusjonskjøretøy med flere mindre enhetskolli levert til flere mottaksløkasjoner. Samlet sett bidrar dette til mer transport (Bjørger, Bjerkan og Hjelkrem, 2019). Vareleveringer til forbruker vil fordeles mer jevnt over bysentrum og drabantbyer, som igjen vil redusere behovet for vareleveringslommer i bysentrum.

For å i større grad kunne generalisere resultatene fra denne studien burde flere vareleveringslommer blitt undersøkt, samt en lengre observasjonsperiode for å få større datagrunnlag. Metoden er tidkrevende, og krever dermed en del ressurser for å gjennomføres. Det vil være spesielt ressurskrevende dersom det skal analyseres manuelt på et høyt detaljnivå. Med utvikling av automatiserte metoder kan dette derimot lette en del på arbeidsmengden, samt at det unngås subjektive analyser. SINTEF har et pågående prosjekt der de undersøker mulighetene for å utvikle et analyseprogram med ny videogjenkjenningsteknikk der resultatene fra denne masterstudien benyttes som fasit for å undersøke om metodikken kan kalibreres. Dersom det viser seg at metodikken fungerer, vil store datasett kunne analyseres mer effektivt.

5.2 Sammenligning med erfaringstall

For å undersøke hvordan vareleveringslommer langs gaten benyttes i dag, er resultatene fra studien sammenlignet med erfaringstall. Resultater fra denne studien, delkapittel 4.2.2 Oppholdstid, viser at i overkant av 75 % av distribusjonskjøretøyene har en oppholdstid på under 20 minutter. Den største andelen av distribusjonskjøretøyene har en oppholdstid på 10-19 minutter. Erfaringstall fra litteraturstudiet viser at i overkant av 90 % av distribusjonskjøretøyene som bedrev varelevering i Olav Tryggvasons gate i 2003 hadde en oppholdstid på under 20 minutter (Rødseth og Nicolaisen, 2003). Likevel er fordelingen innad de 20 minuttene annerledes i dag enn for 17 år siden. I 2003 hadde den største andelen oppholdstid 5-9 minutter, mens denne studien tenderer til noe lengre oppholdstid. Erfaringstallene fra denne studien ser dermed ut til å ligge noe høyere enn tallene fra 2003-studien til SINTEF i Olav Tryggvasons gate. Resultatene fra studien virker imidlertid å samsvare med erfaringstallene fra vareleveringslommene i Grensenområdet i Oslo angående gjennomsnittlig oppholdstid i vareleveringslommene ved varelevering (Bjerkan, 2015).

Mangel på tilgjengelig litteratur begrenser sammenligningsgrunnlaget for erfaringstall på restkapasitet. Sammenlignet med erfaringstallene fra vareleveringslommen i SINTEF-studien fra Oslo i 2015, er utnyttelsesgraden i vareleveringslommene i tilknytning til Olav Tryggvasons gate mye mindre (Bjerkan, 2015). I denne studien er vareleveringslommene 43-63 % av tiden helt ledige, samt 0-13 % av tiden helt fulle, se kapittel 4.1 Utnyttelsesgrad og restkapasitet. Ved normalsituasjon i studien fra Oslo er vareleveringslommene helt ledige bare 3 % av tiden, og 12 % av tiden helt fulle

(Bjerkan, 2015). Alle vareleveringslommene som sammenlignes her er av ulik størrelse og karakter, men uansett er det en markant forskjell i utnyttelsesgraden av de aktuelle vareleveringslommene. Bedre utnyttelsesgrad av vareleveringslommen i Oslo kan blant annet skyldes større forskjell i tilbud og etterspørsel enn i Trondheim, ettersom Oslo er en større by med større befolkning- og forretningstetthet. Tilgjengeligheten på vareleveringslommer vil også være av betydning. Bedre utnyttelsesgrad av vareleveringslommene kan være en indikasjon på en mer effektiv og/eller dynamisk reguleringsstrategi.

Fra SINTEF-studien i Oslo, er det kjent at den vanligste leveringsmetoden er å levere varene uten bruk av håndteringsutstyr (omtrent 70 %) (Bjerkan, 2015). De resterende varene leveres enten ved bruk av pall med jekk eller ved bruk av sekke-tralle.

Fordelingen mellom de to leveringsmetodene er tilnærmet lik. Resultatene fra denne masterstudien i Trondheim, se kapittel 4.3 Håndteringsutstyr, viser at vanligste leveringsmetode er ved bruk av pall med jekk og bæring uten håndteringsutstyr, der begge har en andel på i overkant av 30 %. Resterende varer leveres ved bruk av sekke-tralle eller transportbur med andeler på henholdsvis 22 % og 12 %. Det betyr at det ikke er én leveringsmetode som skiller seg nevneverdig fra de andre.

Sammenligningen viser at håndteringsutstyr benyttes i mye større grad i Trondheim sentrum enn i Oslo, kun basert på et svært begrenset antall studielokasjoner.

Sammensetningen av bilparken som benyttes til vareleveranser i Trondheim sentrum har endret seg betraktelig fra 2003. SINTEF-studien fra 2003 viser at varebil er det mest brukte distribusjonskjøretøyet for vareleveringer i Olav Tryggvasons gate, med en prosentandel på 72 % (Rødseth og Nicolaisen, 2003). Resterende vareleveringer gjennomføres ved bruk av lastebiler av ulik størrelse, da semitrailere benyttes i uvesentlig grad. Den samme tendensen ble observert i Storbritannia, der varebil var det dominerende distribusjonskjøretøyet (Cherrett *et al.*, 2012). Resultatene fra dagens studie viser at trendene er snudd om, og at det vanligste distribusjonskjøretøyet i Trondheim sentrum er lastebil, se kapittel 4.2.1 Type kjøretøy. Dersom kassebil, liten og stor lastebil regnes som lastebiler, står denne gruppen for 2/3 av vareleveransene. Økt bruk av lastebil som distribusjonskjøretøy kan forklares i økonomisk vinning.

På generell basis øker vareleveringsaktiviteten fra morgenen og utover formiddagen, før den så avtar utover ettermiddagen. Det kan forekomme lokale forskjeller i tidspunkt for aktivitetstopp, se delkapittel 4.2.3 Ankomsttid. For området i og rundt Olav Tryggvasons gate i Trondheim ble det i 2003 registrert en markert topp mellom klokken 11:00 og 13:00, og ubetydelig aktivitet mellom klokken 10:00 og 11:00 (Rødseth og Nicolaisen, 2003). Den ubetydelige aktiviteten kan forklares med at sjåførene i denne perioden prioriterte gågatenettet i direkte tilknytning til Olav Tryggvasons gate, der all varelevering måtte være avsluttet innen klokken 11:00. I dag er varelevering i gågatenettet forlenget til klokken 12:00, og aktivitetsnivået mellom klokken 10:00 og 11:00 har økt fra 2003. Resultatene fra denne studien viser at distribusjon av varer hovedsakelig skjer mellom klokken 09:00 og 13:00, og med en topp mellom klokken 12:00 og 13:00. For å undersøke tendenser av vareleveringsaktivitet gjennom døgnet er det interessant å sammenligne resultatene med vareleveringsaktivitet i andre byer. I London, som er en betydelig større by enn Trondheim både geografisk og befolkningsmessig, er vareleveringsaktiviteten kontinuerlig gjennom hele døgnet med en topp mellom klokken 07:00 og 12:00 (Browne, 2020). Toronto er en betraktelig mindre by enn London, men fortsatt betydelig større enn Trondheim, har en

vareleveringsaktivitet som er tilnærmet normalfordelt gjennom dagen (Kwok, 2010). Fordelingen av vareleveringsaktiviteten minner om resultatene fra denne studien.

5.3 Anbefalinger og forslag til nye løsninger

I forbindelse med innsamlet data presentert i Kapittel 4: Resultater, er det presentert anbefalinger og forslag til hvordan vareleveringslommer langs gaten potensielt kan reguleres og/eller utformes mer effektivt. Hovedsakelig er adgangsregulering og korttidsparkering i de største vareleveringslommene den enkleste løsningen for en mer effektiv regulering. Imidlertid vil en tidlig inkludering av varedistribusjon i planprosesser være den mest optimale løsningen for en effektiv regulering av offentlig byrom, inkludert vareleveringslommer.

5.3.1 Snølagring

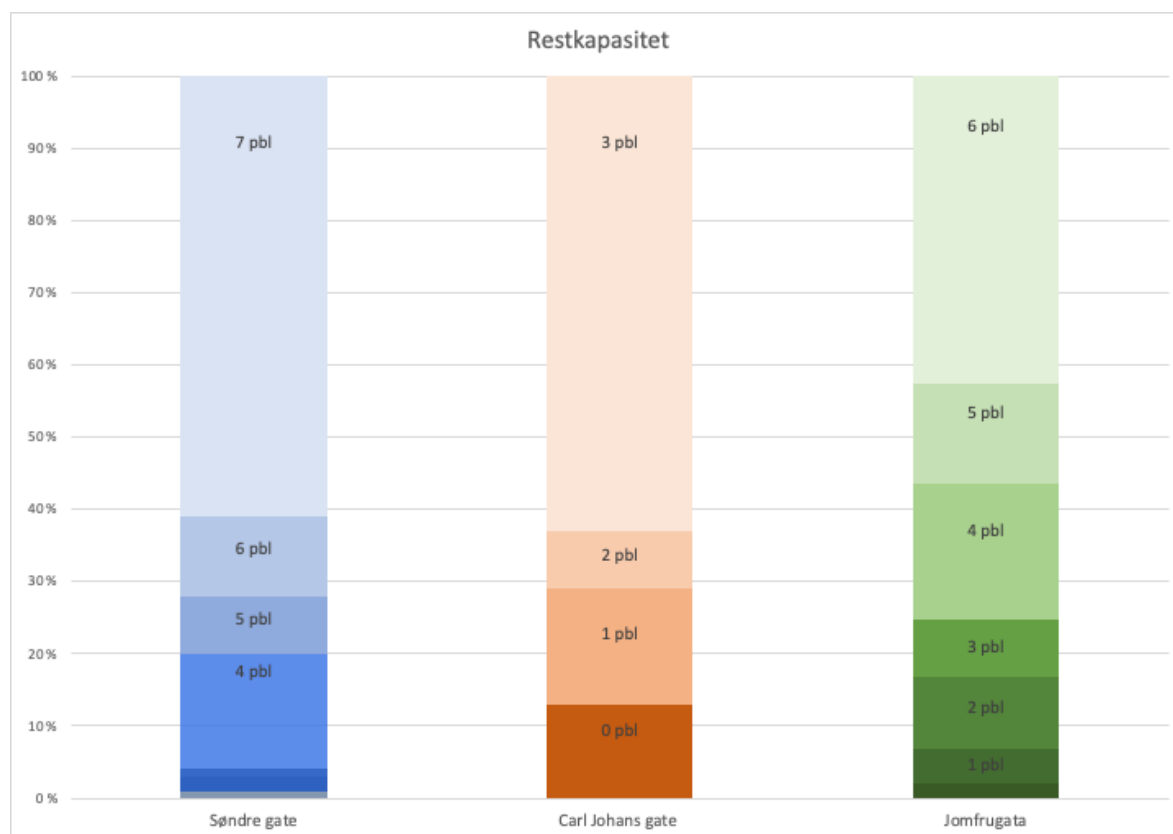
I Søndre gate ble det observert at sør-enden av vareleveringslommen, mot Thomas Angells gate, i et tilfelle ble benyttet til snølagring, se figur 58. Lagring av snø i den aktuelle vareleveringslommen oppfattes ikke som et stort problem, ettersom vareleveringslommen er lang samt at restkapasiteten er stor. Likevel vil en slik bruk av vareleveringslommen påvirke hvor distribusjonskjøretøyene kan parkere. Dermed kan det by på små utfordringer for distribusjonskjøretøy som ønsker å parkere i tilknytning til kantsteinsnedsenkningen i fortauet og varemottaket til Rema 1000. En slik bruk av vareleveringslommen, lagring av snø, vil kunne øke utnyttelsesgraden samt redusere restkapasiteten ettersom en del av lommen kontinuerlig okkuperes. Det kan bemerkes at snølagring kan være et større problem i mindre vareleveringslommer, og/eller hvis snøen plasseres til hinder for vareleveringen.



Figur 58: Snølagring i sør-enden av vareleveringslommen i Søndre gate - skjermdump.

5.3.2 Restkapasitet og utnyttelsesgrad

Figur 59 viser restkapasiteten i samtlige vareleveringslommer observert i denne studien. Restkapasiteten er stor i alle vareleveringslommene, noe som indikerer at de har forbedringspotensial med tanke på å øke utnyttelsesgraden. Økt utnyttelsesgrad av parkeringslommer vil medføre bedre utnyttelse av gateareal i trange bysentra. Samtidig vil økt utnyttelsesgrad av parkeringslommene føre til lavere restkapasitet, og dermed kunne redusere tilgjengeligheten og fleksibiliteten for distribusjonskjøretøy. Faktum om man ønsker å øke eller redusere utnyttelsesgraden, må vurderes med hensyn til gatebruksplan og en eventuell prioriteringsplan.



Figur 59: Fordeling av restkapasitet i henholdsvis Søndre gate, Carl Johans gate og Jomfrugata, klokken 06:00 - 17:00.

Et tiltak for å øke utnyttelsesgraden i de største vareleveringslommene, i Søndre gate og i Jomfrugata, er kapasitetsreduksjon. Dette tiltaket ble gjennomført i SINTEF-prosjektet «Bruk av vareleveringslommer i Oslo-sentrum. Vurderinger av kapasitetsreduksjon og adgangsregulering» som førte til økt utnyttelsesgrad (Bjerkan, 2015). Et annet tiltak som kan øke utnyttelsesgraden i vareleveringslommene er å innføre adgangsregulering. Et eksempel på adgangsregulering er vist i figur 60. Ved å gi behovsbasert tilgang gjennom dagen, kan ulike brukere av parkeringslommene redusere restkapasiteten i lommene. Eksempelvis kunne leveringslommene vært reservert for distribusjonskjøretøy i perioder med stor vareleveringsaktivitet, klokken 09:00 – 14:00, mens de i tidsrom med mindre vareleveringsaktivitet også benyttes til korttidsparkering. Dette kan eksempelvis være parkering for hjemmetjeneste, hjemlevering, taxi eller av- og påstigning for passasjerer. Ettersom vareleveringslommene i Søndre gate og Jomfrugata har lengder på henholdsvis 7 pbl og 6 pbl, kombinert med stor restkapasitet, kan innføring av kommunal korttidsparkering for deler av vareleveringslommene være et annet alternativ. Slik dynamisk regulering kan innføres ved hjelp av teknologi som for eksempel geofence.



Figur 60: Eksempel på adgangsregulering. Foto: Helene Romundstad.

5.3.2 Distribusjonsmønster

Oppholdstiden varierer betraktelig, og er avhengig av flere faktorer. De viktigste faktorene som avgjør hvor lenge distribusjonskjøretøyene oppholder seg i vareleveringslommene er antall leveringskolli som skal leveres, hvor mange ulike mottakere som skal betjenes og gåavstand/intern transportveg til endelig leveringslokasjon. Total gjennomsnittlig oppholdstid for distribusjonskjøretøyene i vareleveringslommene er 11 minutter. Distribusjonskjøretøy som oppholder seg i vareleveringslommen i Carl Johans gate har en noe lengre oppholdstid på 14 minutter. Dette kan blant annet skyldes gangavstand og antall leveringskolli som leveres. Resultatene viser at det leveres flere leveringskolli per leveranse i Carl Johans gate, sammenlignet med de andre leveringslokalasjonene i studien. Mottakerlokalasjonene i områdene tilknyttet Carl Johans gate ligger med geografisk spredning, og derfor kan nødvendigvis ikke individuelle leveringskolli til ulike forretninger samles til en enhetskolli. Dette kan medføre at det leveres flere leveringskolli fra vareleveringslommen i Carl Johans gate. Det leveres gjennomsnittlig færre leveringskolli per levering i Jomfrugata. Mottakerlokalasjonene i Jomfrugata er hovedsakelig forretninger lokalisert i kjøpesenteret Byhaven. Ved levering til forretninger samlet i et senter, kan flere individuelle enhetskolli samles på et håndteringsutstyr og leveres som en leveringskolli til flere forretninger. Dette er en faktor som kan redusere antallet leveringskolli som leveres fra vareleveringslommen i Jomfrugata. Det er viktig å bemerke at antall leveringskolli som leveres er viktigere enn størrelsen på enhetskolliene som leveres med tanke på leveringstid og oppholdstid.

Studien har også kartlagt tidsbruk for levering av hver enkelt leveringskolli. Resultatene viser at levering av første leveringskolli er mest tidkrevende. Levering av første leveringskolli kan ta lengre tid på grunn av klargjøringstid, oppretting av kontakt med mottaker, finne riktig leveringssted og optimal adkomstveg. Etter hvert som flere

leveringskolli leveres vil sjåførene opprette en god rutine og vil bruke kortere tid på hver kolli.

5.3.3 Håndteringsutstyr

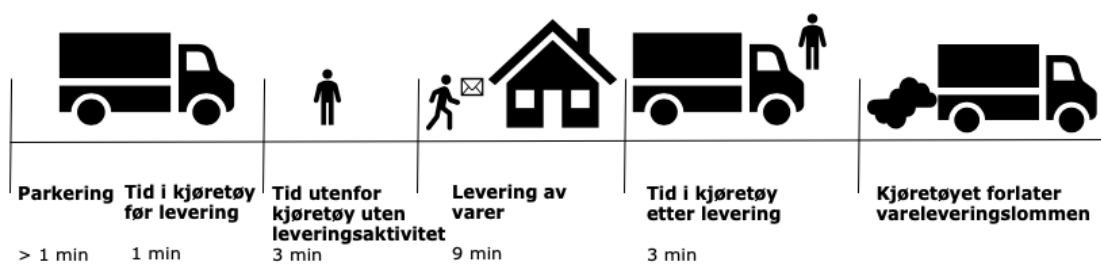
Det benyttes ulike håndteringsutstyr for leveranse av leveringskolli. Valg av håndteringsutstyr vil avhenge av ulike faktorer. De viktigste faktorene som avgjør valg av håndteringsutstyr er størrelse på distribusjonskjøretøy, samt varens størrelse og karakteristika. Underlag, terskler og tilgjengelighet på mottakerlokasjon er også av betydning. Resultatene fra studien viser at levering med sekke-tralle tar omtrent dobbelt så lang tid som levering med jekke-tralle, transportbur eller uten håndteringsutstyr. Dette kan være fordi kolliene pakkes manuelt på sekke-trallen, se figur 61. Dette skjer ved at sjåføren legger hver enkelt pakke på sekke-trallen før de leverer varene, noe som vil kreve lengre tid enn en ferdigpakket leveringskolli på en pall som fraktes med jekke-tralle eller et transportbur. Gjennom analyse av aktiviteten i vareleveringslommene er det observert at gåavstand ofte er kortere for leveringer med jekke-tralle og transportbur enn for sekke-tralle. Dette kan ha stor betydning for tidsbruken. For leveringskolli som bæres uten håndteringsutstyr vil tiden hovedsakelig være avhengig av gåavstand til endelig leveringspunkt. For å redusere tidsbruken ved levering med sekke-tralle, kan forhåndspakkede leveringskolli utgjøre en forskjell.



Figur 61: Sekke-tralle. Leveringskolli bestående av individuelle enkeltkolli som skal leveres til ulike mottakslokasjoner. Foto: Helene Romundstad.

5.3.4 Ulike aktiviteter i vareleveringen

Ved analyse av vareleveringslommene ble vareleveringsprosessen delt inn i fire ulike vareleveringsaktiviteter: parkering av distribusjonskjøretøy, tid i kjøretøy før og etter levering, tidsbruk for selve leveringen og tid utenfor kjøretøy. Figur 62 illustrerer tidsbruk for de u Analysen viser at distribusjonskjøretøyene i gjennomsnitt bruker mindre enn 1 minutt på å parkere i samtlige av de studerte vareleveringslommene. Dette kan tyde på god utforming i form av stort nok manøvreringsareal og plassering, samt ledig kapasitet til å kunne parkere enkelt. Selve leveringen av varer opptar 52 % av den totale oppholdstiden for distribusjonskjøretøyene i vareleveringslommene. Tidsbruk for levering av varer kan være avhengig av utforming og fremkommelighet, tyngde på varer, funksjonalitet på utstyr, samt eventuelle hindringer.



Figur 62: Illustrasjon av tidsbruk for ulike vareleveringsaktiviteter.

5.3.5 Ulovlig parkering

I samtlige av de studerte vareleveringslommene, er det observert store andeler ulovlig parkering. Det kan diskuteres om det er et stort problem med ulovlig parkering i vareleveringslommene, spesielt ettersom beregningene viser at det er relativt store andeler ulovlig parkering, både når det kommer til antallsandeler og tidsandeler. Sett i sammenheng med restkapasiteten, oppfattes ikke ulovlig parkering som et stort problem i de aktuelle vareleveringslommene. Restkapasiteten er generelt stor, og kjøretøyene som parkerer ulovlig er hovedsakelig 1 personbillengde, samt at de gjerne parkerer i enden av vareleveringslommene i korte tidsperioder.

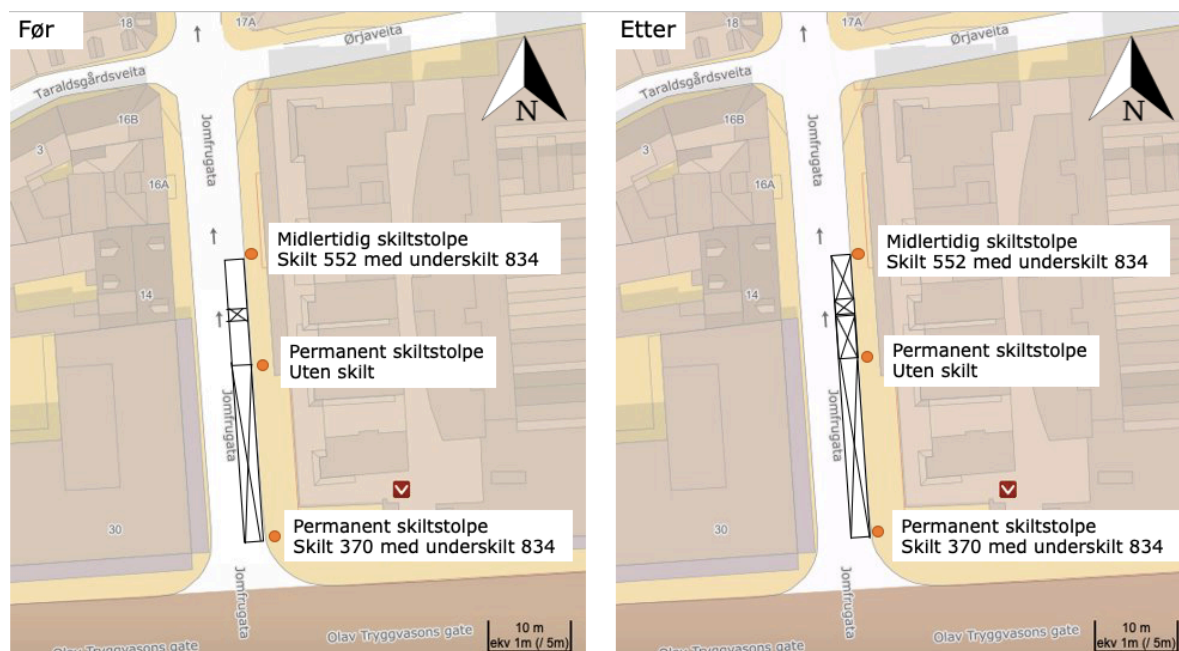
For vareleveringslommen i Carl Johans gate er andelen noe mindre enn de resterende vareleveringslommene, og kan muligens skyldes at vareleveringslommen er mye mindre, samt at det er mindre gjennomgangstrafikk i den aktuelle gaten.

Videoanalysene viser at hovedandelen ulovlige parkeringer over lengre tid, foregår i vareleveringslommen i Jomfrugata. Figur 63 viser en situasjon der samtlige kjøretøy i vareleveringslommen oppholder seg ulovlig. Den hvite varebilen bakerst i vareleveringslommen ble registrert som servicekjøretøy, da det ikke ble observert vareleveringsaktivitet. Vegoppmerkingen i vareleveringslommen kan oppfattes som forvirrende for sjåførere av personbiler. Ny skilting og gammel vegoppmerking er i konflikt. Den gamle vegoppmerkingen markerer to parkeringsplasser for personbiler etter krysset for varelevering. Skiltingen viser at de to oppmerkede parkeringsplassene egentlig er en del av vareleveringssonen, se figur 64. Dermed er det lett for sjåførere å gjøre feil. I løpet av de fire dagene som ble filmet i vareleveringslommen i Jomfrugata,

var det et stort antall (42 %) personbiler som parkerte ulovlig på disse parkeringsplassene.



Figur 63: Ulovlig parkering i vareleveringslommen i Jomfrugata – skjermdump.



Figur 64: Vegoppmerking av vareleveringslomme i Jomfrugata. Til høyre: vegoppmerking under videoobservasjon av vareleveringslomme. Til venstre: ny vegoppmerking etter videoobservasjon av vareleveringslomme. (FINN, 2020).

En mulig løsning for å redusere mengden ulovlig parkering i vareleveringslommene i Søndre gate og Jomfrugata er også her å adgangsregulere en personbillengde i enden av lommene. Personbillengden kan omgjøres til offentlig korttidsparkering, eksempelvis tillate for parkering i opptil 15 minutter. Tiltaket vil kunne redusere andelen ulovlig parkering inntil 90 %, forutsatt at kjøretøyene benytter parkeringsplassen reservert for

korttidsparkering, og at kjøretøysankomst distribueres utover dagen. Dette vil også medføre potensiale til bedre utnyttelsesgrad, da kjøretøyene som tidligere parkerte ulovlig vil samles i enden av vareleveringslommene.

5.4 utfordringer med leveringer

I tillegg til innsamlet data presentert i Kapittel 4: Resultater, kan videoobservasjonene også benyttes til å oppdage utfordringer med leveringer. Når man undersøker vareleveringer i byer er det viktig å vurdere hvilke påvirkninger den bygde infrastrukturen, andre brukere av infrastrukturen, og spesifikke situasjoner har på vareleveringene. Gjennom videoobservasjonene er det vanskelig å bemerke seg konkrete utfordringer ved vareleveringene grunnet begrensninger knyttet til blant annet videokvalitet og kameravinkler. Likevel er det observert enkelte utfordringer ved de ulike parkeringslokasjonene som vil diskuteres videre her. Dersom det hadde blitt gjennomført manuelle observasjoner i tillegg til videoobservasjonene, kunne andre eventuelle utfordringer også blitt belyst.

5.4.1 Søndre gate

På generell basis ønsker majoriteten av distribusjonskjøretøyene i Søndre gate å parkere slik at bakløfteren plasseres ved nedsenkningen i fortauet. Dette er ikke et stort problem ettersom det sjeldent er mer enn ett distribusjonskjøretøy i vareleveringslommen samtidig. Likevel er det observert ved tidligere studier at enkelte distribusjonskjøretøy venter på ledig tilgjengelighet ved kantsteinsnedsenkningen dersom det oppholder seg flere kjøretøy i vareleveringslommen samtidig (Klokkehaug og Pitera, 2019). Kantsteinsnedsenkningen befinner seg som kjent midt i vareleveringslommen, tilknyttet varemottaket tilhørende Rema 1000. Enkelte av de større distribusjonskjøretøyene, spesielt store lastebiler, parkerer skjevt slik at bakløfteren kan senkes opp på fortauet, se figur 65 og figur 66. Spesielt tunge leveringskolli, kombinert med transport på jekketralle eller i transportbur med små hjul, kan by på kantsteinsutfordringer. I tilfellene med skjev parkering kan det oppstå trafikkfarlige situasjoner, da kjøretøyet ikke er parkert innenfor leveringssonen. På denne lokasjonen er gaten relativt bred, men likevel kan det oppstå farlige situasjoner for sjåføren som på et tidspunkt vil oppholde seg i kjørefeltet.



Figur 65: Parkering på skrå Søndre gate - skjermdump.



Figur 66: Illustrasjon av bakløfter nedsenket på fortauskant. Foto: Jørgen Rødseth.

5.4.2 Carl Johans gate

I vareleveringslommen i Carl Johans gate oppholder sjåførene seg regelmessig utenfor vareleveringslommen, spesielt i vegbanen. Det er ulike faktorer som kan forklare dette mønsteret, blant annet den smale bredden på vareleveringslommen, samt at vareleveringslommen er lokalisert i en envegskjørt gate med lite gjennomgående trafikk. Innad i vareleveringslommen er det i tillegg ingen nedsenkning i kantsteinen, slik at varer som transporteres med håndteringsutstyr fraktes til områder med nedsenkning i kantstein. Dette er hovedsakelig avkjørslene til veitene. Det leveres også varer på begge sidene av gaten, og i enkelte tilfeller krysser dermed sjåførene gatene flere ganger per

levering. Dette kan utgjøre en risiko for sjåførene, ettersom det kan forekomme trafikkfarlige situasjoner til tross for relativt lave trafikkmengder. Sjåførene må også benytte fortauene for å få fraktet varene til endelig leveringssted. Fortauene i Carl Johans gate oppleves som trange, med flere hindringer som kan by på utfordringer. Spesielt trapper som stikker ut fra bygårder og stolper på fortauene, kan begrense fremkommeligheten for varer som leveres med håndteringsutstyr som jekketralle.

Vareleveringslommen er mye mindre i lengde sammenlignet med de to andre vareleveringslommene som er undersøkt i denne studien. Lommen er omtrent tre personbillengder, og rommer stort sett bare ett større distribusjonskjøretøy. Ved bruk av mindre distribusjonskjøretøy, eksempelvis kassebiler og varebiler, kan vareleveringslommen romme to distribusjonskjøretøy avhengig av hvordan kjøretøyene velger å parkere. I følge kapittel 4.1 Utnyttelsesgrad og restkapasitet i vareleveringslommen, opplever vareleveringslommen stor pågang ved enkelte tidspunkt i løpet av dagen. Ved stor pågang kan det oppstå kødannelser, der distribusjonskjøretøyene må vente på ledig kapasitet i vareleveringslommen, se figur 67. Enkelte av distribusjonskjøretøyene velger andre alternativer for å få levert varene. Dette kan for eksempel være å benytte en av veitene til parkering, eventuelt parkering ved innkjørselen til veitene. I noen få tilfeller parkerer distribusjonskjøretøyene i vegbanen.



Figur 67: Overfylt vareleveringslomme Carl Johans gate – skjermdump.

Enkelte av mottaksstedene i områdene i og rundt Carl Johans gate har utfordrende adkomstveger. Klesbutikken Retro har kun trapp, og dermed må varene leveres enten ved bruk av sekketralle som kan forsere trappene med ekstra innsats fra sjåførene, eller ved å bæres inn manuelt. Ved levering av varer på pall, må dermed varene likevel leveres manuelt av sjåfør og/eller eventuell butikkmedarbeider. Serveringsstedet Graffi Grill i Nordre gate får sine leveranser fra Idungården, gjennom inngang C. Både inngangsdøren og gangen er smal og trang, samt at heisen som frakter varene til

endelig mottakslokasjon ikke har plass til en pall. Inngangen og heisen benyttes også av personer/kunder som skal til de mange ulike forretningene i bygget. De fleste serveringsstedene mottar sine leveranser når de er betjente. Dette begrenser tidsrommet vareleveringene kan utføres. Serveringsstedet Kōnā har en alternativ løsning på dette problemet, der varer uten behov for kjøling leveres i en luke i vegg.



Figur 68: Vannansamling ved innkjørsel til Gaubekveita - skjermdump.

Ved store nedbørsmengder blir det en ansamling av avrenningsvann i kantsteinsnedsenkningene ved innkjørselen til veitene, se figur 68. Dette kan skape problemer med å få fraktet varene opp på fortauet for videre transport, og sjåføren må finne en alternativ måte for å forsikre at varene opprettholder sin originale kvalitet. Ettersom denne problemstillingen kun er aktuell ved store nedbørsmengder, oppleves ikke dette som et stort problem. Likevel er dette en utfordring som kan løses ved å etablere et nytt dreneringspunkt.

5.4.3 Jomfrugata

Som i de andre vareleveringslommene i studien, foretrekker sjåførene av distribusjonskjøretøyene å parkere nær nedsenkninger i kantsteinen også i vareleveringslommen i Jomfrugata. Nedsenkningen er lokalisert ved innkjøringen til Jomfrugata fra Olav Tryggvasons gate, i tilknytning til hovedinngangen til Byhaven. Det betyr at den er utenfor lastesonen. Av praktiske årsaker parkerer de fleste distribusjonskjøretøyene, spesielt kjøretøyene som benytter bakløfter, i bakkant av vareleveringslommen, figur 69. I den forbindelse kan deler av kjøretøyet og nedsenket bakløfter havne utenfor lastesonen. Varer som leveres til Byhaven fra leveringslommen, ikke gjennom varemottaket på baksiden av kjøpesenteret, leveres inn gjennom hovedinngangen. Dermed oppnås også kortere leveringsveg ved å parkere i sør-enden av leveringslommen.



Figur 69: Distribusjonskjøretøy parkert i bakkant av vareleveringslommen - skjermdump.

I følge delkapittel 4.2.1 Type kjøretøy er andelen varebiler som benytter seg av vareleveringslommen i Byhaven relativt stor. Ofte skal sjåførene av varebiler levere pakker til flere ulike forretninger. Dermed sorterer sjåførene enhetskolliene som skal leveres i bilene sine, for så å stable dem på sekke-tralle, mens de er parkert i vareleveringslommen. Figur 61 viser et eksempel på sekke-tralle, leveringskolli, med mange individuelle enhetskolli som skal leveres til Byhaven.

Vareleveringslommen i Jomfrugata har tidvis høy utnyttelsesgrad, der hele eller store deler er okkupert. Figur 70 viser en situasjon der restkapasiteten i vareleveringslommen er lik null, og kapasiteten er sprengt. En stor lastebil er parkert helt bakerst i lommen, der deler av kjøretøyet ikke står innenfor lastesonen. Neste kjøretøy er en liten lastebil, som i denne posisjonen ikke vil ha mulighet til å senke bakløfteren. Deretter er det parkert en varebil som bare vil ha tilgang til lasterommet fra eventuell sidedør. Helt i enden av vareleveringslommen er det parkert to personbiler. Som tidligere nevnt er vegoppmerkingen av vareleveringslommen forvirrende da den ikke samsvarer med skiltingen.



Figur 70: Fullstendig utnyttet vareleveringslomme Jomfrugata - skjermdump.

5.5 Begrensninger ved anvendt metodikk

I denne studien har videoobservasjon vært hovedmetode for innsamling av data. Metodikken har vist seg å være velfungerende for innsamling av denne type data og datamengde, samt enkel å gjennomføre. Analysemetodikken har imidlertid vært manuell, dermed mer tidkrevende, og har også medført en viss grad av subjektivitet. Videoobservasjonsmetodikken kan også benyttes for innsamling av større datamengder enn datamengden som er anvendt i denne studien. Mengden data som samles inn vil være avhengig av størrelsen på tidsperioden for datainnsamling. Dersom ønsket datamengde er en måned, vil det alltid ta en måned å samle den aktuelle dataen. Bruk av manuell analyse av store datamengder vil være utfordrende og svært tidkrevende. Dermed ville en potensiell automatisk analysemetodikk vært å foretrekke.

En begrensning ved metodikken er bruken av den portable videoinnsamlingsenheten. Selv om kameraet er lett å anvende og oppmontere, medførte kameraet en avhengighet av tilgjengelige permanente stolper å feste oppsettet til. I et gatemiljø vil det alltid eksistere lyktestolper og skiltstolper, men det er ikke gitt at posisjonen gir optimal kameravinkel. Dette kan gå på bekostning av detaljer i videoopptakene. I denne masterstudien var dette en begrensning som var spesielt merkbar ved vareleveringslommen i Søndre gate, der videoopptakene ikke ble optimale på grunn av manglende stolper. Dette medførte blant annet manglende innsyn i lasterommet, samt en kameravinkel som ikke dekket hele lengden av vareleveringslommen. Faktum at deler av vareleveringslommen i Søndre gate ikke ble filmet medførte usikkerhet i beregningene av restkapasitet og utnyttelsesgrad, og redusert nøyaktighet av resultatene.

Kvaliteten på videoopptakene var begrenset, da kameraoppløsningen var lav. Dette, i kombinasjon med stolpeproblematikken, gjorde det vanskelig å observere detaljer av de ulike aktivitetene ved varelevering. Den største usikkerheten er knyttet til varelevering ved bruk av personbiler. Det var vanskelig å skille mellom personlige og kommersielle

ærender. I enkelte tilfeller var det også utfordrende å kategorisere hvilke kjøretøy som var tilegnet serviceoppdrag. Størrelsen på servicekjøretøyene og varebilene kunne være omtrent identiske. Dermed var det vanskelig å se om sjåføren skulle utføre et serviceoppdrag eller levere varer, spesielt om det ble medbrakt utstyr/verktøy. I enkelte tilfeller var det også vanskelig å registrere levering av hver enkelt leveringskolli, ettersom enkelte sjåførere leverte flere leveringskolli i samme levering, samt manglende innsyn til lasterom.

En annen begrensning ved kameraoppsettet var at det i enkelte situasjoner ikke ga et tilstrekkelig overblikk over vareleveringslommene og områdene rundt. Gåavstand fra distribusjonskjøretøy til endelig mottaker var et element inkludert i observasjonsskjemaet. Manglende overblikk over områdene tilknyttet vareleveringslommene gjorde at elementet måtte ekskluderes fra studien. For å redusere begrensninger tilknyttet bruk av kamera, ville en kombinasjon med manuelle observasjoner kunne gi mer informasjon om detaljene ved vareleveringsaktivitetene. En annen mulighet for å få mer informasjon om leveringsdetaljer er å benytte flere portable videoinnsamlingsenheter med ulik kameravinkel.

Det er ikke anvendt en automatisert metode for analyse av observasjonene. Analysen er utført manuelt av to ulike observatører. Dette medfører at resultatene er preget av subjektivitet. Ulempen med dette, er at hendelsene kan være analysert ulikt, noe som spesielt gjelder tidsbruk for levering av kolli. På grunn av menneskelige feil kan enkeltelementer ved aktiviteter neglisjeres. Dette medfører at det er knyttet en viss usikkerhet til resultatene. Ved bruk av et automatisk analyseprogram kunne subjektivitet vært unngått, samt at analyseringsprosessen hadde blitt betraktelig effektivisert.

En begrensning med observasjonsskjemaene er at de kun registrerer tidsbruk i minutter ved de ulike vareleveringsaktivitetene. Det betyr at registreringen av tidsbruk ved de ulike stegene i vareleveringsprosessen ikke er helt presis, men vil utjevnes ved økende datamengde. En annen begrensning med observasjonsskjemaet er registreringen av restkapasitet. I denne studien ble beregning av restkapasitet, som kjent, beregnet ved bruk av personbillengder og manuell utregning i regneark. Beregningene inkluderer ikke lokasjon av tilgjengelig restkapasitet i vareleveringslommen. Dette kunne blitt gjort ved å benytte automatiske registreringsmekanismer, som også kunne registrert lengde på kjøretøy i meter. Utbedring av registreringsmetodikk kunne økt nøyaktigheten på resultatene.

En gjennomgående usikkerhet med oppgaven er et noe begrenset datagrunnlag. For å øke datagrunnlaget måtte vareleveringslommene blitt observert i flere perioder, og eventuelt inkludert flere vareleveringslommer i studien. Datagrunnlaget fra Nordre gate og Thomas Angells gate er spesielt begrenset på grunn av koronapandemien, se vedlegg 1 og 6, noe som gjør det vanskelig å kunne sammenligne varelevering fra gågate med varelevering fra vareleveringslommer. Resultatene som er framstilt fra gågatene kan være påvirket av tilfeldigheter, da de er basert på data fra kun 42 vareleveringer. Dersom Nordre gate og Thomas Angells gate skulle studeres videre, kunne det med fordel blitt gjort endringer i registreringen av oppholdstid. Leveringspraksisen med tanke på hvordan distribusjonskjøretøyene velger å parkere i gågaten er ulik. Enkelte distribusjonskjøretøy parkerer utenfor forretningen som skal ha leveransen, for så å kjøre videre til neste forretning for å gjenta prosedyren der. Andre distribusjonskjøretøy parkerer på et bestemt sted i gågaten, og foretar leveransene til alle de ulike forretningene fra samme stoppested. Dette medfører mye lengre oppholdstid. Dermed

kunne det blitt registrert hvor lenge de enkelte distribusjonskjøretøyene oppholder seg i gågatene totalt.

Til tross for begrensningene nevnt ovenfor, er innsamlet data av verdi. Dataene er benyttet for å utarbeide resultatene i denne studien, og kan benyttes for å se tendenser i vareleveringsprosessen tilknyttet Olav Tryggvasons gate i Trondheim. Data fra denne masterstudien er også allerede benyttet til videre forskning, se kapittel 5.6 Videreutvikling av forskningen.

5.6 Videreutvikling av forskningen

Videometodikken som er benyttet for datainnsamling av varedistribusjon i denne studien er lite anvendt i Norge. Potensialet for videreutvikling av metodikken er dermed stort. Resultatene fra datainnsamlingen gjennomført i denne studien kan også benyttes som inputdata, og eventuelt kalibreringsgrunnlag.

Statens vegvesen har et forskningsprogram «Bylogistikk» som skal bidra til bedre kunnskapsgrunnlag om varedistribusjon og andre næringstransporter i byer (Statens vegvesen, 2017). SINTEF har i den forbindelse et pågående prosjekt i Olav Tryggvasons gate der hensikten er å bidra med kunnskap om bylogistikk sin plass i byplanlegging. En av arbeidspakkene omhandler videoanalyse og geofence, og er delvis inspirert av metodikken benyttet i denne studien. Prosjektet skal blant annet se på hvordan ny teknologi som videoanalyse og geofence kan bli brukt til datafangst og tilgangsstyring av gateareal i fremtiden (Karlson og Bjørgen, 2020). Målet med prosjektet er å se hvordan datagrunnlaget som benyttes i planprosesser kan bli bedre, samt hvordan fordeling av areal kan skje på en mer dynamisk måte tilpasset døgnets ulike behov. Bedre datagrunnlag for lokale planprosesser vil kunne bidra til bedre beslutningsprosesser.

SINTEF undersøker mulighetene for å utvikle et analyseprogram med ny videogjenkjenningemetodikk, og i den forbindelse er videoopptakene og resultatene fra denne masterstudien benyttet. En eventuell videreutviklet videogjenkjenningemetodikk vil kunne effektivisere datainnsamlingsprosessen og øke datagrunnlaget.

Videoopptakene vil danne grunnlaget for oppstart av analyseprogrammet, og resultatene vil kunne bidra til å kalibrere programmet, noe som er unikt for et prosjekt. Konkret skal programmet fokusere på antall leveringer som utføres, tid lastelommer er okkupert, samt antall varebiler og store kjøretøy/distribusjonskjøretøy som befinner seg i gaten. Moderne bildeanalysemetoder kan identifisere og kategorisere ulike objekter. Figur 71 viser et eksempel på en slik bildeanalyse. Den største vanskeligheten med bildeanalysemetodikken er at objektgjenkjenningen ikke er perfekt. Dette er tilfellet i figuren under, der kjøretøyet til høyre kategoriseres som «suitcase», som trolig kan skyldes dårlig oppløsning på videoene.



Figur 71: Bildeanalyse for identifisering og kategorisering av ulike objekter - skjermdump SINTEF.

Datainnsamlinger, slik som den i denne studien, benyttes ofte for å støtte videre forskning. For eksempel er resultatene fra denne masterstudien også benyttet i Ingvild Moltzau Myhres masteroppgave «Varedistribusjon med lastesykler i byområder – Modellering av rutevalg – En casestudie i Trondheim» (Myhre, 2020). Leveringstidene er benyttet i case-studien der levering med lastesykkel blir sammenlignet med levering med varebil. Dette er simuleringstudier som utføres i ArcMap. Leveringstidene benyttes som inputdata for å bestemme tidsbruken per leveranse.

Kapittel 6: Konklusjon

Formålet med denne studien var å undersøke varelevering i bysentra, spesifikt for bruk og utforming av vareleveringslommer. Studien har undersøkt hvordan leveringssoner langs gaten benyttes i dag. Basert på 607 observasjoner av kjøretøy i de tre studerte vareleveringslommene, ble det funnet at vareleveringslommene var helt ledig 43 – 63 % av observasjonstiden, mens vareleveringslommene var fullstendig utnyttet 0 – 13 % av observasjonstiden. Fordeling av ankomsttid gjennom dagen, basert på 219 observasjoner av vareleveringer, viser at distribusjon av varer hovedsakelig foregår i tidsrommet 09:00-13:00 med individuelle toppe for de ulike vareleveringslommene. I de studerte vareleveringslommene virker ikke manglende kapasitet å være et problem. Dermed virker vareleveringslommene å være tilstrekkelig dimensjonert, men under de individuelle toppene kan det oppstå utfordringer knyttet til tilgjengelig parkerings- og arbeidsplass.

Leveringsmetode benyttet i vareleveringslommene observert i denne studien har vist seg å samsvare med teoretisk grunnlag, og tidligere leveringsmetode i Olav Tryggvasons gate. Observasjon av aktivitetene i vareleveringslommene viser at sjåførene tilbringer 22 % av oppholdstiden på gjennomsnittlig 16 minutter i førerhuset, mens 52 % av oppholdstiden benyttes til selve leveringen av varer. Antall leveringskolli som leveres per leveranse er av større betydning for oppholdstiden enn størrelsen på hver enkelt leveringskolli.

Leveringssonene langs gaten i dag benyttes ikke bare av distribusjonskjøretøy. I samtlige av de studerte vareleveringslommene forekommer mye ulovlig parkering. Hele 64 % av alle kjøretøy som benytter seg av vareleveringslommene, oppholder seg der ulovlig. Total gjennomsnittlig tidsandel for ulovlig parkering er derimot 20 %, noe som indikerer at oppholdstiden for ulovlig parkering er relativt kort. 90 % av kjøretøyene som oppholder seg ulovlig i vareleveringslommene har en oppholdstid på under 10 minutter. Dette er en indikasjon på at det er et behov for korttidsparkering.

Studien har ikke identifisert store utfordringer knyttet til utformingen av de studerte vareleveringslommene. Det er imidlertid observert enkelte utfordringer knyttet til å få fraktet varene over kantstein, spesielt ved bruk av håndteringsutstyr med mindre hjul som jekketralle og transportbur. Det er også observert at vareleveringslommene i Søndre gate og Jomfrugata har ikke-eksisterende eller dårlig oppmerking i gaten, samt uheldig plassering av skilt med tanke siktlinje for sjåførene. Disse elementene er enkle å utbedre, og kan utgjøre en forskjell i antall ulovlige parkeringer.

Det er også studert levering fra gågate. På grunn av begrenset datagrunnlag, er det likevel vanskelig å kunne si noe sikkert om vareleveringsprosessen ved levering fra gågate. I denne studien ble det registrert liten vareleveringsaktivitet i gågatene før forretningenes åpningstid. Generelt har distribusjonskjøretøyene betydelig kortere oppholdstid ved stans, sammenlignet med distribusjonskjøretøy som leverer fra vareleveringslomme. En forklaring på de store forskjellene i oppholdstid kan være at distribusjonskjøretøyene i gågater kan parkere rett utenfor mottaker. Ved videre forskning kunne innsamling av et større datagrunnlag fra varelevering i gågater blitt benyttet for en mer fullstendig sammenligning med varelevering fra vareleveringslommer.

Resultatene fra denne studien ble sammenlignet med erfaringstall fra tidligere lignende studier. Sammenlignet med erfaringstall fra Olav Tryggvasons gate i 2003, er det

observert lengre oppholdstid for distribusjonskjøretøy i denne studien fra 2020. Studien viser også en endring i bilparken fra 2003 til 2020. I 2003 var varebil mest benyttet som distribusjonskjøretøy ved varelevering i Olav Tryggvasons gate. Funnene i denne studien viser at lastebil (av ulike størrelser) er det mest benyttede distribusjonskjøretøyet ved varelevering i områder tilknyttet Olav Tryggvasons gate. Det eksisterer ikke erfaringstall for utnyttelsesgrad av vareleveringslommer i Olav Tryggvasons gate, dermed er en studie fra Grensenområdet i Oslo benyttet som sammenlikningsgrunnlag. Resultatene fra denne studien viser at utnyttelsesgraden av vareleveringslommene var betraktelig mindre i Olav Tryggvasons gate enn i Grensenområdet. Studien fra Grensenområdet viser vanligste leveringsmetode foregår uten bruk av håndteringsutstyr (70 %), noe som ikke er tilfellet i denne studien der håndteringsutstyr benyttes ved 61 % av vareleveringene.

Videometodikken som er benyttet i denne studien har vist seg å være en effektiv og enkel metode for innsamling av data. En begrensning med oppgaven er som nevnt at analysen er basert på et noe begrenset datagrunnlag, spesielt for varelevering fra gågate. En annen begrensning er tidsbruken ved den manuelle analysemetoden som i enkelte tilfeller kan medføre subjektive tolkninger. Videre forskning kan dermed fokusere på å utbedre metoden for analyse av datagrunnlag, som også kan tillate større mengder data å bli samlet inn og analysert.

Leveringsområder kan reguleres mer effektivt med innføring av behovsbasert adgangsregulering. Eksempelvis kunne vareleveringslommer vært reservert for distribusjonskjøretøy i perioder med stor vareleveringsaktivitet, mens det i tidsrom med mindre vareleveringsaktivitet også benyttes til korttidsparkering. Tidsregulert adgangsregulering av vareleveringslommen vil bedre utnyttelsen av gateareal i trange bysentra. Det er likevel viktig å ikke ødelegge fleksibiliteten for varedistribusjon.

Denne oppgaven vektlegger hovedsakelig varedistribusjon i byområder på et lokalt nivå, men det er viktig å forstå at beslutninger tatt på et høyere nivå påvirker varedistribusjon i byområder. Formålet med oppgaven var å undersøke varelevering i bysentra spesifikt for bruk og utforming av tre utvalgte vareleveringslommer. Denne masterstudien bidrar til økt kunnskap om hvordan leveringssoner langs gaten benyttes i dag, samt hvordan leveringssonene kan reguleres mer effektivt. Studien har også undersøkt en ny metode for effektiv innsamling av data.

Referanser

- Berg, G. og Grønland, S. E. (2008) *Antall leveranser og lossetider: studie av varetransport i byområder*. Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Utbyggingsavdelingen, Etatsprogram næringslivets transporter. Tilgjengelig fra: <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/bitstream/handle/11250/193230/UTB-rapport-2008-04.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bjerkan, K. Y. (2015) *Bruk av vareleveringslommer i Oslo sentrum - Vurderinger av kapasitetsreduksjon og adgangsregulering*. SINTEF. Tilgjengelig fra: https://www.sintef.no/contentassets/067ef756b7644281ad2514bef7955c53/gbo/gbo-l-7.6-bruk-av-vareleveringslommer-i-oslo-sentrum_1.pdf (Hentet: 12.02.2020).
- Bjørger, A., Bjerkan, K. Y. og Hjelkrem, O. A. (2019) E-groceries: Sustainable last mile distribution in city planning, *Research in Transportation Economics*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2019.100805>.
- Bleijenberg, A. (2003) *The driving forces behind transport growth and their implications for policy*.
- Bouton, S. et al. (2017) *An integrated perspective on the future of mobility, part 2: Transforming urban delivery*. McKinsey Center for Business and Environment. Tilgjengelig fra: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/sustainability/our%20insights/urban%20commercial%20transport%20and%20the%20future%20of%20mobility/an-integrated-perspective-on-the-future-of-mobility.ashx> (Hentet: 04.10.2019).
- Browne, M. (2020) *City Logistics and Urban Planning*: University of Gothenburg. Tilgjengelig fra: Blackboard.
- Bugge, S. (2003) *Problemer og hindringer for varelevering i byer*. LUKS. Tilgjengelig fra: <https://docplayer.me/4595634-Problemer-og-hindringer-for-varelevering-i-byer.html>
- Chen, Q., Conway, A. og Cheng, J. (2017) Parking for residential delivery in New York City: Regulations and behavior, *Transport Policy*, 54, s. 53-60. doi: 10.1016/j.tranpol.2016.12.005.
- Cherrett, T. et al. (2012) Understanding urban freight activity – key issues for freight planning, *Journal of Transport Geography*, 24, s. 22-32. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.05.008>.
- Conway, A. og Williamson, J. (2018) *Complete Streets Considerations for Freight and Emergency Vehicle Operation*. (New York State Energy Research and Development Authority NYSEDA Project 83178). New York State of Opportunity. Tilgjengelig fra: https://www.mettrans.org/assets/upload/complete%20streets%20freight%20booklet_v6_hires-0.pdf (Hentet: 12.11.2019).
- Dablanc, L. og Beziat, A. (2015) Parking for freight vehicles in dense urban centers - The issue of delivery areas in Paris, *Marne la Vallee, France*. (Hentet: 05.10.2019).
- FINN (2020) *FINN kart*. Tilgjengelig fra: <https://kart.finn.no>.
- Fossheim, K. et al. (2019) Hva trenger norske byer for å starte planlegging for bylogistikk? Erfaringer fra Bodø, Drammen, Oslo, Kristiansand, Stavanger, Trondheim og Tromsø, *Management*, 11, s. 32-42.
-

- Hanssen, T. (2019) Vareleveranser i Midtbyen tar mer enn dobbelt så lang tid som tidligere, *Adresseavisen*, 22.02.2019. Tilgjengelig fra: <https://www.adressa.no/pluss/2019/02/22/Vareleveranser-i-Midtbyen-tar-mer-enn-dobbelt-sa-lang-tid-som-tidligere-18508633.ece>.
- Hauge, O. (2015) *Godstransport i byområder - Sluttrapport*. Rogaland: Rogaland Fylkeskommune, Statens vegvesen og Asplan Viak. Tilgjengelig fra: https://www.vegvesen.no/attachment/1093763/binary/1073740?fast_title=Godstransport+i+byomrader+-+Sluttrapport.pdf (Hentet: 27.03.2020).
- Høye, A. og Ragnøy, A. (2011) *Trafikkstyring ved hjelp av ITS*. Tilgjengelig fra: <https://www.tiltak.no/d-flytte-eller-regulere-trafikk/d3-styring-via-its/d-3-1/> (Hentet: 26.03.2020).
- Karlson, H. og Bjørgen, A. (2020) *SINTEF-notat. Prosjektplan. Avrop Olav Tryggvasonsgate (OT). Evaluering av tiltak og praksis. Fortrolig*. SINTEF.(Hentet: 29.04.2020).
- Kim, H., Boyle, L. N. og Goodchild, A. (2018) A Mobile Application for Collecting Task Time Data for Value Stream Mapping of the Final 50 Feet of Urban Goods Delivery Processes, *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 62(1), s. 1808-1812. doi: 10.1177/1541931218621410.
- Klokkehaug, K. B. og Pitera, K. (2019) *Vareleveranse i bysentrum - Identifisering av gode løsninger for varelevering*. Masteroppgave, NTNU.
- Kwok, J. (2010) *Data collection on parking and loading supply and truck driver demand survey*. Toronto: University of Toronto.(Hentet: 12.11.2019).
- Larsen, I. K. og Andersen, J. (2004) *Godstransport i byområder: nøkkeltall, trender og tiltak*. (TØI rapport (Oslo: 1992- : trykt utg.) 8248004473). Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Leverandørenes Utviklings- og Kompetansesenter, Norges Lastebileier-forbund og NHO Logistikk og transport (2014) *Bransjestandard for varelevering*. Tilgjengelig fra: https://www.ohf.no/wp-content/uploads/2015/06/bvl_4b2749c268487908.pdf (Hentet: 19.11 2019).
- Lunde, T. (2019) *Olav Tryggvasons gate prøveprosjekt - Trafikkvurdering før og etter tiltak*. Trondheim: Rambøll for Trondheim kommune.(Hentet: 05.05.20).
- Marcucci, E., Gatta, V. og Scaccia, L. (2015) Urban freight, parking and pricing policies: An evaluation from a transport providers' perspective, *Transportation Research Part A*, 74(C), s. 239-249. doi: 10.1016/j.tra.2015.02.011.
- McCormack, E. et al. (2019) Developing design guidelines for commercial vehicle envelopes on urban streets, *International Journal of Transport Development and Integration*, 3(2), s. 132-143. doi: <http://dx.doi.org/10.2495/TDI-V3-N2-132-143>.
- Miljøpakken (2018a) *Planprogram Olav Tryggvasons gate - Høringsutkast*. Tilgjengelig fra: <https://miljopakken.no/wp-content/uploads/2011/03/Planprogram-Olav-Tryggvasons-gate-Høringsutgave-2.pdf> (Hentet: 26.05.2020).
- Miljøpakken (2018b) *Varelevering i Olav Tryggvasons gate*. Tilgjengelig fra: <https://sites.google.com/trondheim.kommune.no/varelevering-olav-tryggvason/start> (Hentet: 28.01.2020).
- Moen, O. (2015) *The five-step model - procurement to increase transport efficiency for an urban distribution of goods*. Upublisert paper presentert på The 9th International Conference on City Logistics. Tenerife, Kanariøyene (Spania).
- Myhre, I. M. (2020) *Varedistribusjon med lastesykler i byområder - Modelling av rutevalg - En casstudie i Trondheim*. Masteroppgave, NTNU.

- Nicolaisen, T. og Øvstedal, L. (2008) *Handlingsplan for effektiv varetransport i Trondheim*. (SINTEF-rapport 20/2008). Tilgjengelig fra: <https://www.trondheim.kommune.no/globalassets/10-bilder-og-filer/10-byutvikling/byplankontoret/samferdsel/transportplaner/rapport-om-mer-effektiv-varetransport-i-trondheim-2008.pdf> (Hentet: 12.11.2019).
- Oskarbski, J. og Kaszubowski, D. (2016) *Potential for ITS/ICT solutions in urban freight management*. Upublisert paper presentert på 2nd International Conference «Green Cities - Green Logistics for Greener Cities». Szczecin, Polen.
- Pivo, G. et al. (2002) LEARNING FROM TRUCKERS: TRUCK DRIVERS' VIEWS ON THE PLANNING AND DESIGN OF URBAN AND SUBURBAN CENTERS, *Journal of Architectural and Planning Research*, 19(1), s. 12-29. Tilgjengelig fra: www.jstor.org/stable/43030596 (Hentet: 31.01.2020).
- Presttun, T. et al. (2010) *Godstransport og varedistribusjon i Oslo og Akershus*. Statens vegvesen. Tilgjengelig fra: https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/bitstream/handle/11250/190237/godstransport_og_varedistribusjon.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Hentet: 29.04.2020).
- Presttun, T. et al. (2018) *Nasjonal Transportplan 2020-2033*. (Bylogistikk). Oslo: Avinor AS, Statens vegvesen, Jernbanedirektoratet, Kystverket, Nye Veier AS. Tilgjengelig fra: <https://www.jernbanedirektoratet.no/contentassets/b67e526f127d42fdb985ce6ea6550ea3/by/2018-12-14-ntp-bylogistikkrapport.pdf> (Hentet: 03.02.2020).
- Ries, B. S. et al. (2013) Assessing Clinical Care using Interactive Value Stream Mapping, *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 57(1), s. 1536-1540. doi: 10.1177/1541931213571342.
- Ritter, F. E. et al. (2013) *Running Behavioral Studies with Human Participants: A Practical Guide*. SAGE Publications, Inc. doi: 10.4135/9781452270067.
- Rosvold, K. A. (2020) *Trondheim (Store Norske Leksikon)*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/Trondheim> (Hentet: 11.02.2020).
- Rødseth, J. og Nicolaisen, T. (2003) *Varedistribusjon i by - problembeskrivelse*. (N-09/03). Trondheim: SINTEF Bygg og miljø. Veg og samferdsel.
- Rødseth, J. og Frøyen, Y. (2010) *Rapport: Tidsbruk i varelevering*. Asplan Viak for Statens Vegvesen.
- Sanchez-Diaz, I. et al. (2020) A Time-Efficiency Study of Medium-Duty Trucks Delivering in Urban Environments. Tilgjengelig fra: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/1/425>
- Sandvik, K. (2020) Gatebruksplan for Midtbyen i et miljøperspektiv: Trondheim Kommune, Byplankontoret. Tilgjengelig fra: <https://www.trondheim.kommune.no/contentassets/904f122272944fca9cf772e987bb92c6/miljo--og-naringskomiteen-22.1.2020---gatebruksplan-for-midtbyen---kristian-sandvik.pdf>.
- St. meld. 33 (2017) *Nasjonal transportplan 2018-2029*. Oslo: Samferdselsdepartementet.
- Statens vegvesen (2014) *Håndbok V126 - Byen og varetransporten*. Tilgjengelig fra: https://www.vegvesen.no/attachment/69892/binary/964007?fast_title=Håndbok+V126+Byen+og+varetransporten.pdf (Hentet: 27.02.2020).
- Statens vegvesen (2016a) *Utvikling av Samvirkende ITS - Et veikart mot fremtiden*. (Delrapport fra etatsprogrammet SmITS): Vegdirektoratet. Tilgjengelig fra: https://www.vegvesen.no/attachment/1681762/binary/1157711?fast_title=Utvikling+av+samvirkende+ITS.pdf (Hentet: 26.03.2020).

- Statens vegvesen (2016b) *Veg- og gateutforming, Håndbok N100*. Tilgjengelig fra: https://www.vegvesen.no/attachment/1659113/binary/1154474?fast_title=N100+høringsutgave.pdf (Hentet: 01.04.2020).
- Statens vegvesen (2017) *Bylogistikk*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/forskning+og+utvikling/pagaende-fou-program/bylogistikk> (Hentet: 13.05.2020).
- Statens vegvesen (2020) *Vegkart*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/nvdb/vegkart/>.
- Stefanelli, T. et al. (2015) *Policy Note - Smart choices for cities «Making urban freight logistics more sustainable»*. CIVITAS. Tilgjengelig fra: http://www.trt.it/wp/wp-content/uploads/2017/02/civ_pol-an5_urban_web.pdf (Hentet: 03.02.2020).
- Transportøkonomisk institutt (u.å.) *Næringsøkonomi og godstransport* (Hentet: 27.03.2020).
- Trondheim kommune (2018) *Prosessplan - Gatebruksplan for Midtbyen*. (Prinsippplan for gatebruk i Midtbyen). Trondheim: Trondheim kommune. Tilgjengelig fra: https://www.trondheim.kommune.no/globalassets/10-bilder-og-filer/10-byutvikling/byplankontoret/temaplaner/gatebruksplan/2018apr_prosessplan-gatebruksplan-for-midtbyen.pdf (Hentet: 28.01.2020).
- Trondheim kommune (2019) Arbeidsmateriale for Gatebruksplan Delrapport 5. Trondheim: Trondheim kommune. (Hentet: 03.10.19).
- Tveit, Ø. et al. (2007) *Samvirkeeffekter av ITS-tiltak i bytransport*. (STF50 A07041). Trondheim: SINTEF. Tilgjengelig fra: https://www.sintef.no/globalassets/upload/teknologi_og_samfunn/veg-og-samferdsel/rapporter/a07041-samvirkeeffekter-endelig.pdf (Hentet: 26.03.2020).
- Vartdal, T. et al. (2020) *Godstransport - et oppdatert kunnskapsgrunnlag*. (Nasjonal transportplan 2022-2033). Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/contentassets/56099ddd23364f2fb16eaabae50fe74a/godsgruppen-sluttrappport.pdf> (Hentet: 27.03.2020).
- Visser, J., Nemoto, T. og Browne, M. (2014) Home Delivery and the Impacts on Urban Freight Transport: A Review, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 125, s. 15-27. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1452>.
- Wygonik, E. og Goodchild, A. V. (2018) Urban form and last-mile goods movement: Factors affecting vehicle miles travelled and emissions, *Transportation Research Part D*, 61(PA), s. 217-229. doi: 10.1016/j.trd.2016.09.015.

Vedlegg

Vedlegg 1: Planlagt kontra gjennomført datainnsamling.

Vedlegg 2: Nye soner og punkter for varelevering i Midtbyen.

Vedlegg 3: Utarbeidet observasjonsskjema for vareleveringslommene.

Vedlegg 4: Utarbeidet observasjonsskjema for Nordre gate og Thomas Angells gate.

Vedlegg 5: E-post fra Trondheim parkering.

Vedlegg 6: Følgerev om COVID-19.

Vedlegg 7: Datagrunnlag.

Vedlegg 1

Planlagt kontra gjennomført datainnsamling

For å sikre tilstrekkelig datagrunnlag ble det planlagt å gjennomføre to runder med datainnsamling. Den første runden med datainnsamling ble gjennomført som planlagt rundt månedsskiftet februar/mars, med unntak av siste opptaksdag i vareleveringslommen i Jomfrugata. Dette skyldes de strenge restriksjonene som kom i forbindelse med koronapandemien. Da de strenge restriksjonene vedvarte utover våren, ble den andre planlagte runden med datainnsamling avlyst. Denne runden var planlagt gjennomført i slutten av april. Ved å ha to runder med datainnsamling - månedsskiftet februar/mars og i slutten av april - ville datagrunnlaget vært større, samt bestått av vareleveringer med potensiell vinterføreproblematikk og standard vareleveringer utført på bar overflate.

De manuelle observasjonene av varelevering fra gågatene i Nordre gate og Thomas Angells gate, skulle i utgangspunktet gjennomføres fra og med uke 10 (2. - 6. mars) og i etterfølgende uker. Det var ikke fastsatt en bestemt plan for de manuelle observasjonene, da de skulle gjennomføres ved ledig kapasitet, og til tilstrekkelige mengder innsamlet data var oppnådd. Igjen, på grunn av situasjonen som plutselig oppsto rundt koronapandemien, måtte også de manuelle observasjonene delvis avlyses. Dette ble bestemt både på grunnlag av at innsamlet data potensielt sett ikke ville samsvare med normalsituasjon, og med tanke på egen sikkerhet og smittefare.

Ved analyse av videoobservasjonene fra vareleveringslommen i Søndre gate, ble det kjent at det var utfordrende å oppfatte detaljer ved de ulike vareleveringene. I den forbindelse ble det planlagt at det skulle gjennomføres manuelle observasjoner i kombinasjon med videoobservasjoner i den aktuelle vareleveringslommen. Ved å kombinere de to ulike metodene for datainnsamling, ville kvaliteten på den innsamlede dataen styrkes. Manuelle observasjoner kunne gi tilleggsmateriale om vareleveringene som ikke var mulig å oppdage ved å alene analysere videoopptakene. Disse observasjonene ble også avlyst og kunne ikke gjennomføres med samme begrunnelse som over.

For å få bedre innsikt i eventuelle utfordringer sjåførere og distribusjonskjøretøy opplever i sin arbeidshverdag, var det ønskelig å få være med på en eller flere vareleveringsrunder med leveringer i Midtbyen. Observasjoner ved å sitte på distribusjonskjøretøy ville kunne gi et annet perspektiv på vareleveringen. Innspill og observasjoner fra sjåførene og transportørene kunne også være av interesse, da de sitter med mye praktisk kunnskap. På grunn av situasjonen med koronapandemien viste det seg at det ikke ville være mulig å gjennomføre en slik form for datainnsamling.

Vedlegg 2



Figur I: Nye soner og punkter for varelevering i Midtbyen. (Sandvik, 2020)

Vedlegg 3

Observasjonsskjema - Vareleveringslommer

1. Dato

Eksempel: 7. januar 2019

2. Lokasjon

Markér bare én oval.

- Søndre gate, v/Rema 1000 *Hopp til spørsmål 3*
- Carl Johans gate, v/Retro *Hopp til spørsmål 5*
- Jomfrugata, v/Byhaven *Hopp til spørsmål 4*

Rema1000

3. Restkapasitet Rema1000

Markér bare én oval.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

Hopp til spørsmål 6

Byhaven

4. Restkapasitet Byhaven

Merk av for alt som passer

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

Hopp til spørsmål 6

Carl Johan

5. Restkapasitet Carl Johan

Merk av for alt som passer

- 1
- 2
- 3

Hopp til spørsmål 6

Varelevering eller ikke?

kun personbile

6. Benyttes vareleveringslommen til varelevering?

Markér bare én oval.

- Ja *Hopp til spørsmål 17*
- Nej

Hopp til spørsmål 7

Ikke varelevering

7. Når kommer kjøretøy 1?

Eksempel: 8.30

8. Når drar kjøretøy 1?

Eksempel: 8.30

9. Når kommer kjøretøy 2?

Eksempel: 8.30

10. Når drar kjøretøy 2?

Eksempel: 8.30

11. Når kommer kjøretøy 3?

Eksempel: 8.30

12. Når drar kjøretøy 3?

Eksempel: 8.30

13. Når kommer kjøretøy 4?

Eksempel: 8.30

14. Når drar kjøretøy 4?

Eksempel: 8.30

15. Når kommer kjøretøy 5?

Eksempel: 8.30

16. Når drar kjøretøy 5?

Eksempel: 8.30

Hopp til spørsmål 34

Start vareleveranse

17. Tidspunkt kjøretøyankomst

Eksempel: 8.30

18. Kjøretøy ferdigparkert

Eksempel: 8.30

19. Tidspunkt når sjåfør går ut av kjøretøy

Eksempel: 8.30

20. Hvor mange er det som leverer varene?

Markér bare én oval.

1

2

3

21. Type kjøretøy

Merk av for alt som passer



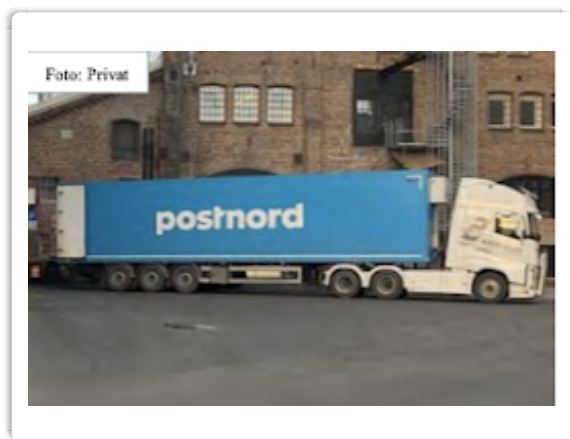
Kassebil (7,0 meter)



Singel bil, liten lastebil (8,2 meter)



Singel bil, stor lastebil (12,0 meter)



Semi trailer (17,5 meter)



Personbil

Andre: _____



Varebil

Informasjon om kolli x

22. Tidspunkt ved START for levering av kolli x

Eksempel: 8.30

23. Tidspunkt ved SLUTT levering av kolli x

Eksempel: 8.30

24. Gåavstand levering kolli x

Merk av for alt som passer

0 - 99 m

100 - 199 m

200 - 299 m

300 - 399 m

400 - 499 m

> 500 m

Andre:

25. Fra bil til butikk

Merk av for alt som passer



Transportbur



Sekketralle (tohjulstralle)



Jekketralle (pallejekk)



Bæres uten hjelpemiddel

Andre: _____

26. Til hvilken type bransje leveres varene i kolli x?

Markér bare én oval.

- Kles- og/eller skobutikk
- Kontorbedrift
- Restaurant/bar/hurtigmat/hotell
- Matbutikk
- Diverse (Frisør, gullsmed etc)

27. Er det flere kolli?

Markér bare én oval.

Ja *Hopp til spørsmål 22*

Nei *Hopp til spørsmål 28*

Tidspunkt når leveringen er ferdig

28. Tidspunkt når sjåfør går tilbake i kjøretøy

Eksempel: 8.30

29. Tidspunkt når kjøretøy forlater leveringsområdet

Eksempel: 8.30

Diverse

30. Var kjøretøyet parkert innenfor leveringssonen?

Merk av for alt som passer

Ja

Nei

Andre: _____

31. Var det problemer med å flytte varene over kantsteinen?

Merk av for alt som passer

Ja

Nei

Andre: _____

32. Var det problemer med utstyret?

Merk av for alt som passer

Ja

Nei

Andre: _____

33. Var det konflikt med andre brukere?

Merk av for alt som passer

Ja

Nei

Andre: _____

Eventuelle kommentarer

34. Kommentarer (For eksempel samhandling med butikkansatte, ulovlig parkering, utnyttelse værforhold)

Dette innholdet er ikke laget eller godkjent av Google.

Google Skjemaer

Vedlegg 4

Observasjonsskjema - Nordre og Thomas Angells

1. Lokasjon

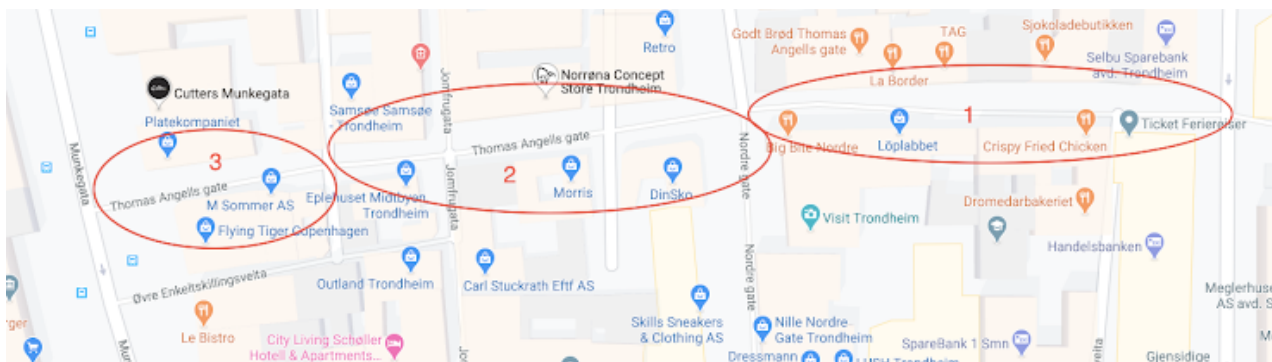
Markér bare én oval.

Thomas Angells gate *Hopp til spørsmål 2*

Nordre gate *Hopp til spørsmål 3*

Sone i Thomas Angells gate

2. Sone i Thomas Angells gate



Markér bare én oval.

Sone 1: Søndre gate - Nordre gate

Sone 2: Nordre gate - Jomfrugata

Sone 3: Jomfrugata - Munkegata

Hopp til spørsmål 4

Sone i Nordre gate

3. Sone i Nordre gate



Markér bare én oval.

- Sone 1: Kongens gate - Sommerveita/Westermannsveita
- Sone 2: Sommerveita/Westermannsveita - Dronningens gate
- Sone 3: Dronningens gate - Thomas Angells gate
- Sone 4: Thomas Angells gate - Olav Tryggvasons gate

Hopp til spørsmål 4

Start vareleveranse

4. Tidspunkt kjøretøyankomst

Eksempel: 8.30

5. Kjøretøy ferdigparkert

Eksempel: 8.30

6. Tidspunkt når sjåfør går ut av kjøretøy

Eksempel: 8.30

7. Hvor mange er det som leverer varene?

Markér bare én oval.

1

2

3

8. Type kjøretøy

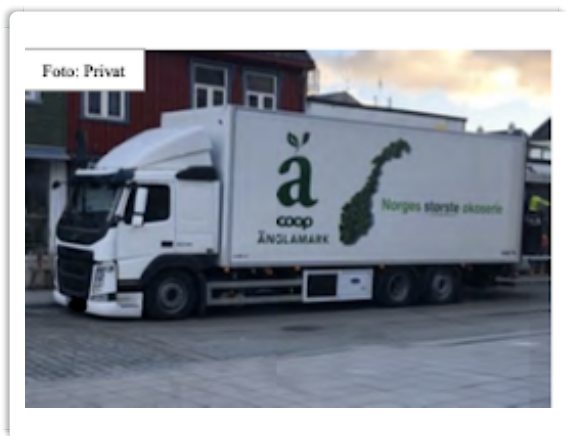
Markér bare én oval.



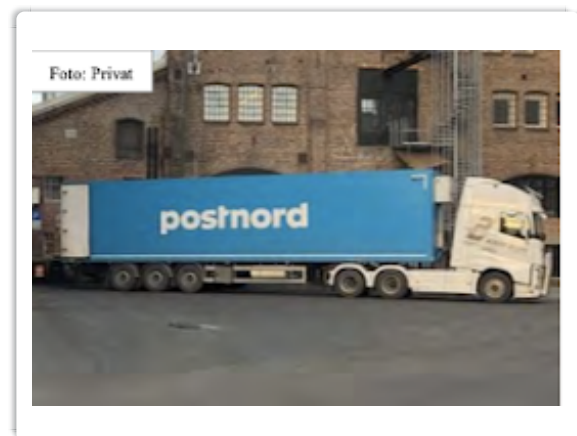
Kassebil (7,0 meter)



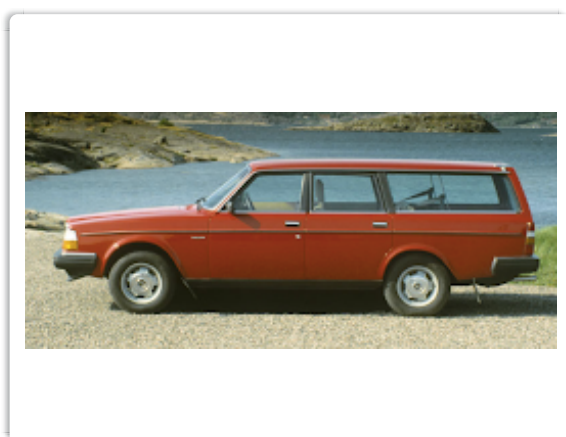
Singel bil, liten lastebil (8,2 meter)



Singel bil, stor lastebil (12,0 meter)



Semi trailer (17,5 meter)



Personbil

Andre: _____



Varebil

Informasjon om kolli x

9. Tidspunkt ved START for levering av kolli x

Eksempel: 8.30

10. Tidspunkt ved SLUTT levering av kolli x

Eksempel: 8.30

11. Gåavstand levering kolli x

Merk av for alt som passer

0 - 99 m

100 - 199 m

200 - 299 m

300 - 399 m

400 - 499 m

> 500 m

Andre: _____

12. Fra bil til butikk

Merk av for alt som passer Transportbur Sekketralle (tohjulstralle) Jekketralle (pallejekk) Bæres uten hjelpemiddelAndre: _____

13. Til hvilken type bransje leveres varene i kolli x?

Markér bare én oval.

- Kles- og/eller skobutikk
- Kontorbedrift
- Restaurant/bar/hurtigmat/hotell
- Matbutikk
- Diverse (Frisør, gullsmed etc)

14. Er det flere kolli?

Markér bare én oval.

Ja *Hopp til spørsmål 9*

Nei *Hopp til spørsmål 15*

Tidspunkt når leveringen er ferdig

15. Tidspunkt når sjåfør går tilbake i kjøretøy

Eksempel: 8.30

16. Tidspunkt når kjøretøy forlater leveringsområdet

Eksempel: 8.30

17. Var kjøretøyet parkert innenfor leveringssonen?

Merk av for alt som passer

Ja

Nei

Andre: _____

18. Var det problemer med å flytte varene over kantsteinen?

Merk av for alt som passer

Ja

Nei

Andre: _____

19. Var det problemer med utstyret?

Merk av for alt som passer

Ja

Nei

Andre: _____

20. Var det konflikt med andre brukere?

Merk av for alt som passer

Ja

Nei

Andre: _____

Eventuelle kommentarer

21. Kommentarer (For eksempel samhandling med butikkansatte, ulovlig parkering, utnyttelse værforhold)

Dette innholdet er ikke laget eller godkjent av Google.

Google Skjemaer

Emne: Re: Servicekjøretøy i vareleveringslommer

Dato: torsdag 2. april 2020 13:06:32 sentraleuropeisk sommertid

Fra: Mads Leonhardsen

Til: cecilmo@stud.ntnu.no, heler@stud.ntnu.no

Hei

Biler med grønne skilt, vare og lastebiler lar vi stå for kortest mulig av/pålessing på skilt 370 med underskilt 834. Vi står ikke og tar tid med mindre vi har mistanke om eller observerer at det ikke er noen aktiviteter rundt bilen. Er det ingen aktivitet (ca 15min) blir de ilagt gebyr.

For servicebiler har vi et eget produkt som heter servicebil:

DAGSPASS SERVICEBIL

Med serviceparkering kan ansatte bestille parkering for firmabiler på alle offentlige avgiftsplasser og boligsoneplasser i Trondheim. Bilen kan stå i ubegrenset tid den dagen parkeringen bestilles. Bedriften må registrere seg hos oss før tjenesten kan benyttes. Les mer om dagspass for servicebil [her](#).

Ta gjerne kontakt om dere har flere spørsmål.

Med vennlig hilsen

Mads Leonhardsen

Avdelingsleder

Plan og saksbehandling

Trondheim Parkering

Telefon: 95263502

Sentralbord: 72 54 09 00

To Whom it Might Concern

Master thesis spring 2020 - consequences of the Covid 19 pandemic

The pandemic situation in spring 2020 made it necessary to change or adjust the topic for master theses at NTNU. The university closed including laboratories and did not allow any type of field work, thus made it impossible to continue planned work for many students.

Sincerely yours



Inge Hoff
Professor



This letter was sent to all students with specialisation in Transport, Road or Railways in the Civil and Environmental study program to be included as an attachment in their thesis.

Address	Org. no. 974 767 880	Location	Phone	Executive officer
7491 Trondheim Norway	postmottak@iv.ntnu.no www.ntnu.no/ibm	Høgskoleringen 7 A	+47 73594640	Inge Hoff inge.hoff@ntnu Phone: 934 26 463

Please address all correspondence to the organizational unit and include your reference.

