

Turborundkjøring som erstatning av dagens rundkjøring i Leirgrovika

Andrius Stonys

Master i veg og jernbane

Innlevert: mai 2018

Hovedveileder: Arvid Aakre, IBM

Medveileder: Torstein Ryeng, Statens Vegvesen

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg- og miljøteknikk

Forord

Denne oppgaven er skrevet ved Fakultet for ingeniørvitenskap, Erfaringsbasert master i veg og jernbane, ved NTNU høst 2017 / vår 2018.

Jeg vil takke mine veiledere: Arvid Aakre ved NTNU og Torstein Ryeng fra Statens Vegvesen. Begge to var veldig interessert i problemstillingen i oppgaven min. Torstein har bidratt mye med faglig informasjon og litteratur, Arvid med faglig veiledning underveis.

Jeg vil også takke alle mine arbeidskollegaer som var kontaktet under skriving og var behjelpelige med å fremskaffe informasjon. Ekstra takk fortjener Algirdas Audzijonis, som har stått opp tidlig på kalde vinter morgener og har hjulpet med video registreringer.

Stor takk til venner og venner fra høyskole i Litauen, som har hjulpet med å fremskaffe bilder av turborundkjøringer og tekniske tegninger for eksisterende rundkjøringer der i landet. Takk til Anna S. Neraas og Vidar Neraas som har bidratt mye med norsk rettskriving og korrektur i norsk grammatikk i løpet av flere lange kvelder. Til sist vil jeg takke kona mi for støtte under skriving.

Andrius Stonys

Sammendrag

Krysset i Leirgrovvika er utformet som rundkjøring. Krysset knytter europa- og fylkesveg, via en trearmet rundkjøring. Geografisk ligger rundkjøringen i et relativt flatt terreng. Dette er første krysset som blir brukt av all trafikken som kommer fra to bydeler i Molde by. Trafikkpuljer fra fylkesveg og lyskrysset på E39 lenger vest, fører til at rundkjøringen i Leirgrovvika får redusert kapasitet og lang kødannelse.

Formålet med oppgaven er å undersøke om en turborundkjøring vil kunne forbedre trafikkavvikling. Det vil si, om kapasiteten kan økes og kødannelse reduseres.

Turborundkjøring er ikke en godkjent krysstype i Norge, men flere land i Europa har tatt i bruk denne kryssløsningen på vegnettet sitt.

Det ble brukt videoopptak for å registrere trafikk. Trafikken ble registrert for både morgen- og ettermiddagsrushet. Ved hjelp av datainnsamlingen ble modulene i Sidra Intersection og Aimsun Next utarbeidet for trafikkberegning.

For å undersøke om det er fysisk mulig å etablere en turborundkjøring i Leirgrovvika, ble den prosjektert og tilpasset terrenget av undertegnede. Geometrien var utformet for kjøring med modulvogntog.

Analyse av resultatene viser at turborundkjøring egner seg bedre enn vanlig rundkjøring grunnet mange forhold, blant annet kapasitet, trafiksikkerhet, avvikling m.m. Kostnadmessig vil en turborundkjøring har en høyere kostnad enn en vanlig rundkjøring, men kostnaden er relativt liten i forhold til gevinsten. Angående drift og vedlikehold av turborundkjøringer, er det flere mulige alternativer, og disse bør vurderes individuelt for hvert kryss.

Konklusjonen i denne oppgaven er at man først bør undersøke lyskrysset på Kviltorp, da dette er en «flaskehals» med hensyn til trafikkavviklingen. Det blir videre anbefalt å bygge om eksisterende rundkjøring til en turborundkjøring, da dette er et optimalt område for å etablere Norges første turborundkjøring. Utbyggingen vil ikke kreve store inngrep i terrenget, tilførselsveger er veldig slake, og strekningen har større kapasitetsbehov.

Summary

The intersection in Leirgrovika is formed as a roundabout. The roundabout joins European road standards and County road standards a through three-handed roundabout. Geographically, the roundabout is located in a relatively flat terrain. This is the first intersection that is used of all the traffic, which comes from districts around Molde town. A high traffic peak flow and the signal intersection nearby, gives the roundabout in Leirgrovika reduced capacity and long queue formation.

The main goal of thos thesis is to question if a turboroundabout can improve situation described above. I.e. Will the capacity be increased and queue formation reduced.

A turboroundabout is not an approved intersection type in Norway. Many countries in Europe has adapted this intersection type to their road network.

Video recording was used to observe the traffic, during both morning and afternoon rush. The gathered data was used to develop traffic models in software programs Sidra Intersection and Aimsun. Turboroundabout was projected and adapted into today's area. Road geometry was formed for modular truck tracking curve.

Analysis of the data shows that a turboroundabout works better than common roundabouts due to many factors, including capacity, traffic safety, traffic flow etc. Turboroundabout will have a higher cost than common roundabouts, but the cost is relatively low in relation to the benefits. Regarding maintenance of the turboroundabout there are several alternatives and these should be considered individually for each intersection.

The conclusion in this thesis is that one should examine the signal intersection in Kviltorp, because this is a "bottleneck" regard to a traffic flow. It is further advised to upgrade the existing roundabout to a turboroundabout, because this is a optimum place for establishing Norway's first turboroundabout. A turboroundabout will not require a large-scale reforming of surrounding terrain, the roads connected to the roundabout are low sloping, and the route requires a larger capacity.

Innhold

1	INNLEDNING	1
2	BAKGRUNN	2
2.1	Historikk.....	2
2.2	Turborundkjøringer i Litauen.....	2
2.3	Funksjon.....	7
3	TRAFIKKAVVIKLING.....	11
3.1	Kapasitet	11
3.2	Level Of Service	13
3.3	Sidra Intersection.....	16
3.4	Aimsun	16
4	DAGENS SITUASJON – RUNDKJØRING I LEIRGROVVIKA	17
4.1	Forhold pr i dag.....	17
4.1.1	Dagens situasjon.....	17
4.1.2	Befolkning.....	18
4.2	Fremtidige planer	19
4.2.1	Reguleringsplan for ny E39 trase	19
4.2.2	Trafikksikkerhetsrevisjon	19
5	DATAINNSAMLING.....	21
5.1	Trafikkdata fra eksisterende tellepunkt	21
5.1.1	Kjøretøytyper	21
5.1.2	Metreringsretning	21
5.1.3	Trafikkdata	24
5.2	Manuelle trafikkdata registreringer.....	26
5.2.1	Trimble Novapoint GO.....	27
5.2.2	Videoregistrering	27
5.2.3	Trafikkdata	28
5.2.4	Fremstilling av ferjetrafikken	40
5.2.5	Tidsbruket mellom krysset i Årø og krysset i Kviltorp	41
5.2.6	Analysen av innsamlet trafikkdata	41
6	PROSJEKTERING TURBORUNDKJØRING	44
6.1	Innledning	44
6.2	Vegens geometri	44

6.3	Modulvogntog	47
6.3.1	Spring for lange kjøretøy.....	47
7	RESULTATER FRA «SIDRA INTERSECTION».....	50
7.1	Inndata for dagens rundkjøring	50
7.1.1	Geometrisk utforming	50
7.1.2	Trafikkmengde.....	50
7.2	Inndata for lyskrysset på Kviltorp	51
7.2.1	Geometrisk utforming	51
7.2.2	Faseplan.....	52
7.3	Inndata for turborundkjøring.....	53
7.3.1	Geometrisk utforming	53
7.3.2	Trafikkmengde.....	53
7.3.3	Resultat.....	54
7.4	Analyse av resultat	54
8	RESULTATER FRA «AIMSUN»	56
8.1	Inndata for dagens rundkjøring og turborundkjøring	56
8.2	Inndata for lyskrysset	57
8.3	Inndata for kryssløsningsnettverk.....	58
8.4	Analyse av resultater fra Aimsun	59
9	EVALUERING TURBORUNDKJØRING	60
9.1	Trafikkavvikling	60
9.2	Trafikksikkerhet	60
9.3	Ulykkes punkt.....	61
9.3.1	Ulykkes punkt i dagens rundkjøring i Leirgrovika.....	61
9.3.2	Ulykkes punkt i turborundkjøring i Leirgrovika	62
9.4	Fremkommelighet for ulike kjøretøy.....	63
9.5	Drift og vedlikehold.....	63
9.6	Kostnader	64
10	KONKSLUSJON	66
10.1	Videre arbeid	66
11	REFERANSER	67
12	VEDLEGG.....	68

Figurer

Figur 1. Turborundkjøringer på Europaveger i Litauen. (Kilde: www.geoportal.lt)	2
Figur 2. Første turborundkjøringen i Litauen (D) (2011). (Bildet: Kelprojekta.lt)	3
Figur 3. Før og etter situasjon. Første turborundkjøring i Litauen (D). (Kilde: www.geoportal.lt)	3
Figur 4. Før og etter situasjon. Turborundkjøring i Birštonas (B) (2015). (Kilde: www.geoportal.lt og www.maps.google.lt).....	4
Figur 5. Før og etter situasjon. Turborundkjøring i Kaunas (A) (2016). (Kilde: www.geoportal.lt Bildet: Paulius Šmigelskis)	4
Figur 6. Før og etter situasjon. Turborundkjøring «Via Baltica» (E) (2017). (Kilde: www.geoportal.lt og www.maps.google.lt).....	4
Figur 7. Visualisering av turborundkjøring "Via Baltica" (E) (2017). (Kilde: "Panevėžio keliai")	5
Figur 8. Før og etter situasjon. Turborundkjøring i Šiauliai (F). (Kilde: www.geoportal.lt).....	5
Figur 9. Før og etter situasjon. Turborundkjøring i Trakai (C). (Kilde: www.geoportal.lt og www.maps.google.lt)	6
Figur 10. Før og etter situasjon. Turborundkjøring i Marijampolė (G). (Kilde: www.geoportal.lt)	6
Figur 11. Gammel og ny midtøya utforming. (Kilde: Royal Haskoning 2009, s.74 fig.67)	8
Figur 12. Prinsipp av utforming av turborundkjøring (Tykkelse på piler viser armene med mest trafikkbelastning): a) –vanlig; B) –egg formet; C) –bøyde veg; d) –spiral formet; e) –rotor formet; f) –rett veg; g) –stjerne formet. (Bildet: (LAKD–PSM, 2012)fig. 11).....	9
Figur 13. Forklaring hvordan å kjøre i turborundkjøring i Kaunas (A). (Kilde: KETekspertai)	10
Figur 14. Forklaring av kapasitetsberegnings formler (Yperman and Immers, 2003)	12
Figur 15. Koeffisient som brukes i Bovy's formelen	13
Figur 16. Level of Service inndeling	15
Figur 17. Oversiktskart over Leirgrovika Kilde: https://kart.finn.no/	17
Figur 18. Folketalsutvikling i Molde kommune. Kilde: Statistisk Sentral Byrå (SSB).....	18
Figur 19. Reguleringskartet, E39 Kviltorp – Leirgrovika.....	19
Figur 20. Eksisterende maskinelle tellepunkter.....	21
Figur 21. Nortraf tellegrupper.....	21
Figur 22. Feltnummerering på en 2-feltsveg (Kilde: HB V714, s.26)	22
Figur 23. Metreringsretning. Tøndergård.....	22
Figur 24. Metreringsretning. Årø	23
Figur 25. Metreringsretning. Fannefjordtunnel	23
Figur 26. Samlet Antall kjøretøy per kjørefelt (06:30–09:30). Tellepunkt 1 – Tøndergård....	24
Figur 27. Tøndergård. Antall kjøretøy i felt. Gruppe 20	24
Figur 28. Samlet antall kjøretøy per kjørefelt (06:30–09:30). Tellepunkt 2 – Årø.....	25
Figur 29. Årø. Antall kjøretøy i felt. Gruppe 20	25
Figur 30. Samlet antall kjøretøy per kjørefelt (06:30–09:30). Tellepunkt 3 – Fannefjordstunnel.....	26
Figur 31. Fannefjordstunnel. Antall kjøretøy i felt. Gruppe 20	26
Figur 32. Eget skjemma for manuell trafikkregistrering.....	29
Figur 33. Trafikkfordeling på morgenen 2017–10–26	30

Figur 34. Trafikkfordeling på ettermiddag 2018-01-15	31
Figur 35. Strekning A-B	31
Figur 36. Antall kjøretøy på strekningen A-B om morgenen	32
Figur 37. Antall kjøretøy på strekningen A-B på ettermiddag	32
Figur 38. Strekningen A-C	33
Figur 39. Antall kjøretøy på strekningen A-C om morgenen.....	33
Figur 40. Antall kjøretøy på strekningen A-C på ettermiddag.....	34
Figur 41. Strekningen B-A	34
Figur 42. Antall kjøretøy på strekningen B-A om morgenen	35
Figur 43. Antall kjøretøy på strekningen B-A på ettermiddag	35
Figur 44. Strekningen B-C	36
Figur 45. Antall kjøretøy på strekningen B-C om morgenen	36
Figur 46. Antall kjøretøy på strekningen B-C på ettermiddag	37
Figur 47. Strekningen C-A.....	37
Figur 48. Antall kjøretøy på strekningen C-A om morgenen.....	38
Figur 49. Antall kjøretøy på strekningen C-A på ettermiddag.....	38
Figur 50. Strekningen C-B	39
Figur 51. Antall kjøretøy på strekningen C-B om morgenen	39
Figur 52. Antall kjøretøy på strekningen C-B på ettermiddag	40
Figur 53. Fremstilling av ferjetrafikken	41
Figur 54. Kølengde fra rundkjøring i Leirgrovvika.....	43
Figur 55. Turbo rundkjøring. Felt 1 - 5,0m; rabatt - 1,0m; felt 2 - 5,0m; overkjørbart areal - 3,0m;	44
Figur 56. Turbo rundkjøring. Ytre radius er ca $R=28,5m$	45
Figur 57. Tilførselsveg. Retning fra Molde sentrum	45
Figur 58. Tilførselsveg. Retning fra Årø	46
Figur 59. Tilførselsveg fra Fannefjordtunnel	46
Figur 60. Sporingsbibliotek for forskjellige kjøretøy fra hele verden.....	47
Figur 61. Finske sporingskurver for modulvogntog	48
Figur 62. Parameterne for finsk modulvogntog (moduulirekka)	49
Figur 63. Geometrisk utforming av dagens rundkjøring i Sidra Intersection	50
Figur 64. Trafikkdata for dagens rundkjøring	51
Figur 65. Utforming av lyskrysset på Kviltorp i Sidra Intersection	51
Figur 66. Faseplan for lyskrysset på Kviltorp. (Kilde: Statens Vegvesen)	52
Figur 67. Utforming av turbo rundkjøring i Sidra Intersection.....	53
Figur 68. Trafikkdata for turbo rundkjøring.....	54
Figur 69. Eksisterende rundkjøring (til venstre) og turbo rundkjøring (til høyre)	56
Figur 70. Eksempel på benyttet matrise.....	56
Figur 71. Resultater som viser forsinkelser i eksisterende rundkjøring (venstre) og turbo rundkjøringen	57
Figur 72. Lyskryss på Kviltorp.....	57
Figur 73. Faseplan for eksisterende lyskryss.....	57
Figur 74. Endret faseplan til eksisterende lyskryss	58
Figur 75. Resultat for trafikkflyt i eksisterende rundkjøring (venstre) og turbo rundkjøringen	58

Figur 76. Resultat for trafikflyt ved endring i faseplan. Eksisterende rundkjøring (venstre) og turborundkjøringen.	59
Figur 77. Lettere skad. Registrert fra siste 4 år	61
Figur 78. Kostnadsfordeling mellom turborundkjøring og rundkjøring.....	64
Figur 79. Turborundkjøring. Prosentandelen for total kostnader	65

Tabeller

Tabell 1. Koeffisient som brukes i Bovy's formelen	13
Tabell 2. Kameraposisjon for trafikkregistrering (Rapport fra Novapoint GO)	28
Tabell 3. Total trafikk gjennom rundkjøringen i Leirgrovika.....	29
Tabell 4. Trafikkfordeling på svingebevegelsene	30
Tabell 5. Tidsintervaller for trafikken fra Sølsnes ferjekai	40
Tabell 6. Registrering av tidsbruk fra Årøkrysset til Kviltorpkrysset.....	41
Tabell 7. Lengste registrerte kø, >1 km, 16-01-2018 (Rapport fra Novapoint GO)	43
Tabell 8. Resultater fra Sidra Intersection	55
Tabell 9. Resultater fra Aimsun.....	59
Tabell 10. Konfliktpunkt i dagens rundkjøring i Leirgrovika.....	62
Tabell 11. Konfliktpunkt for prosjektert turborundkjøring i Leirgrovika.....	63

1 INNLEDNING

Det er bevist at rundkjøringer fungerer mye bedre som kryssløsning enn vanlig T-kryss eller X-kryss. Men hvordan kan selve rundkjøringen forbedres? Dette spørsmålet stilte ingeniører i Nederland seg, og utarbeidet dermed konseptet turborundkjøring som er en forbedret løsning (Fortuijn, 2009).

Turborundkjøring er tatt i bruk i flere av de største landene i Europa. Kan en turborundkjøring egne seg like godt i Norge som i andre land? Norge er et land med «komplisert» terreng. Høye fjell, djupe fjorder og stor snømengde på vinterstid gjør at Norge skiller seg fra mange land i Europa. Selv er jeg opprinnelig fra Litauen der man de siste årene har bygd mer enn 7 turborundkjøringer på statlig vegnett, både på hovedveger utenfor tett bebyggelse og inn i bysentrum. Min hypotese er at turborundkjøringer vil kunne fungere tilnærmet like godt i Norge som i Litauen. Norge har forholdsvis større snømengde sammenlignet med mange andre land. Litauen har tidvis også store snømengder på lik linje med det norske lavlandet. Dermed vurderes det at Norge kan sammenlignes med Litauen med hensyn til å ta i bruk turborundkjøring.

Det aktuelle området for testing av turborundkjøring er lagt til eksisterende trearmet rundkjøring i Leirgrovvika i Molde kommune, Møre og Romsdal fylke. Dette fordi terrengforholdene ligger godt til rette for utforming av et større tiltak da relativt flatt terreng fører til slake stigninger og mindre inngrep i sideareal. Videre er dette en av de mest trafikkerte veistrekningene i Molde der det er behov for økt kapasitet.

I oppgaven brukes trafikkberegninger fra Sidra Intersection og Aimsun Next, for å finne ut om dagens situasjon kan avvikles bedre ved bruk av turborundkjøring. Dataene til trafikkberegninger er samlet ved å utføre videoopptak av morgen og ettermiddagsrushtrafikk. Novapoint og Autocad er prosjekteringsverktøy som brukes for å prosjektere turborundkjøringen, tilpasse dagens terreng, og teste ut sporingskurver for modulvogntog som er dimensjonerende kjøretøy på europaveger i Norge.

2 BAKGRUNN

2.1 Historikk

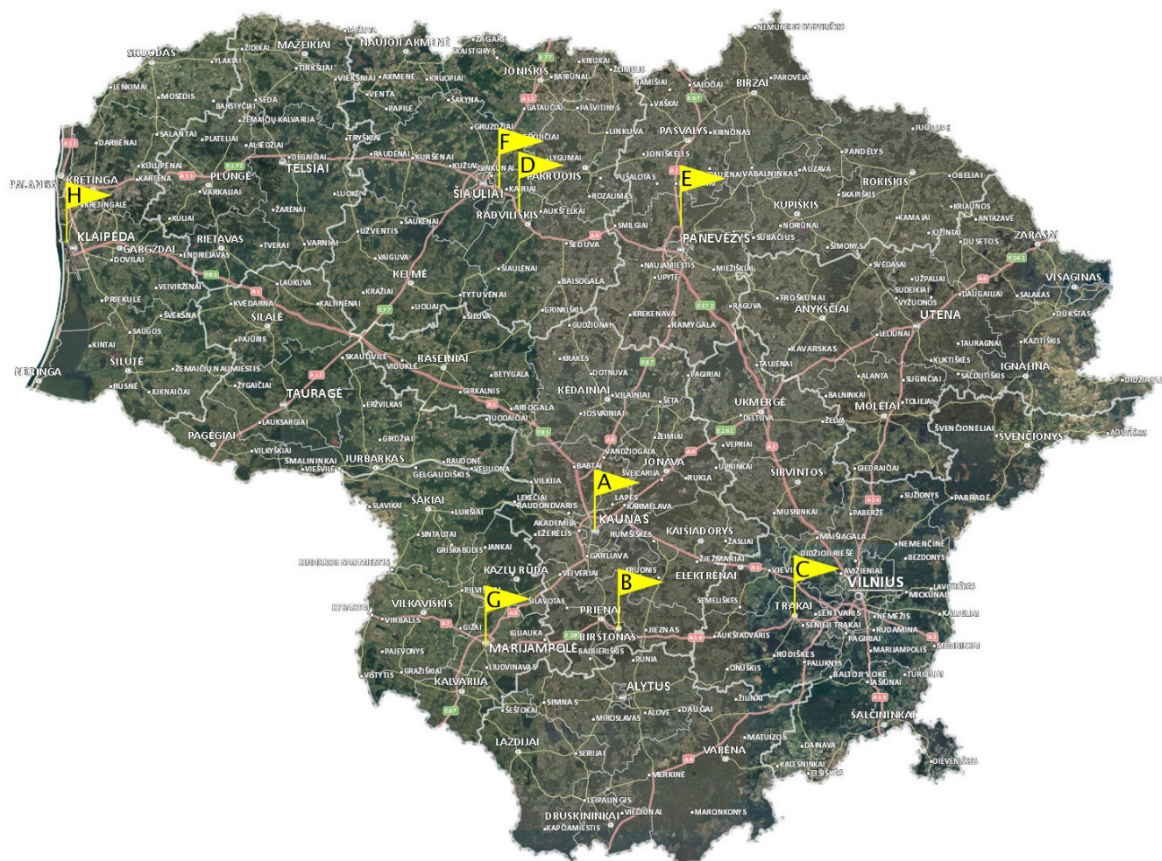
Turborundkjøring ble opprinnelig utviklet i Nederland i 1996, og allerede i 2000 var det bygd rundt 70 turborundkjøringer. Like etter ble det utarbeidet egne kriterier for rundkjøringens parametere (Fortuijn, 2009).

Flere andre land tok eksempelet fra Nederland, og har tilpasset turborundkjøringer på eget vegnett. Blant annet ble de første turborundkjøringene bygd i: Slovenia – i 2008 (Tollazzi et al., 2011), Nord Amerika – i 2010 (Murphy, 2015), Tyskland – i 2006 (Tollazzi, 2015) og Litauen – i 2011 (<http://www.kelprojekta.lt/en/content/innovations>).

2.2 Turborundkjøringer i Litauen

Litauen er et av land i Baltikum, har grenser med Polen fra sør og Latvia fra nord. Geografisk ligger landet på samme breddegrad som Danmark. Landet har ca 2,75–3,00 mln innbyggere og er relativt flat (høyeste åsen er 294 m.o.h).

I løpet av de siste 7 år er det bygd mer enn sju turborundkjøringer.



FIGUR 1. TURBORUNDKJØRINGER PÅ EUROPAVEGER I LITAUEN. (KILDE: WWW.GEOPORTAL.LT)

Den første turborundkjøringen i Litauen ble bygd i 2011 (D). Krysset ble etablert på en stamveg mellom «Šiauliai» og «Panevėžys» som er henholdsvis fjerde og femte største byene i landet.



FIGUR 2. FØRSTE TURBORUNDKJØRINGEN I LITAUEN (D) (2011). (BILDET: KELPROJEKTAS.LT)

I utgangspunktet var tanken å koble ytterligere en arm til et T-kryss. For å forbedre trafikksikkerheten, ble det bestemt av det Litauisk vegdirektoratet at de skulle prøve en ny løsning som andre land i Europa har brukt og lyktes med. Turborundkjøringen ble dermed valgt løsning (Kilde: <http://lakd.lrv.lt/lt/projektai/baigti-projektai/nr-vp2-5-4-sm-01-v-01-005>)



FIGUR 3. FØR OG ETTER SITUASJON. FØRSTE TURBORUNDKJØRING I LITAUEN (D). (KILDE: WWW.GEOPORTAL.LT)

Etter det ble flere turborundkjøringer etablert over hele landet, blant annet:



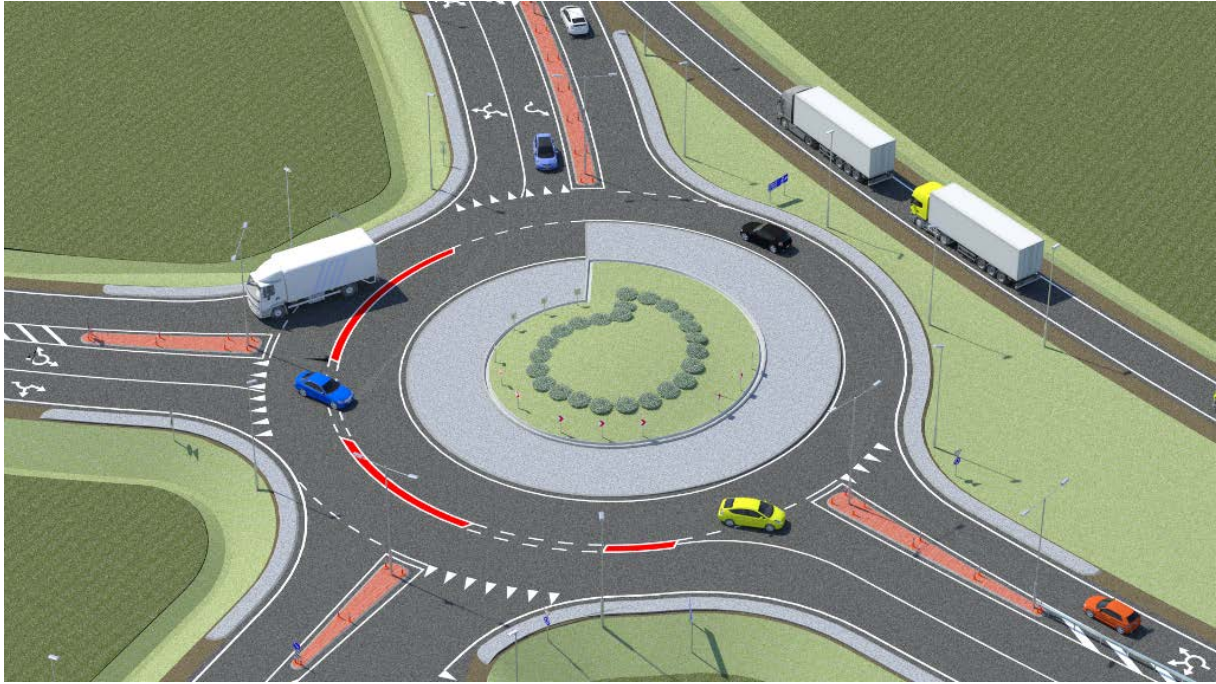
FIGUR 4. FØR OG ETTER SITUASJON. TURBORUNDKJØRING I BIRŠTONAS (B) (2015). (KILDE: WWW.GEOPORTAL.LT OG WWW.MAPS.GOOGLE.LT)



FIGUR 5. FØR OG ETTER SITUASJON. TURBORUNDKJØRING I KAUNAS (A) (2016). (KILDE: WWW.GEOPORTAL.LT BILDET: PAULIUS ŠMIGELSKIS)



FIGUR 6. FØR OG ETTER SITUASJON. TURBORUNDKJØRING «VIA BALTICA» (E) (2017). (KILDE: WWW.GEOPORTAL.LT OG WWW.MAPS.GOOGLE.LT)



FIGUR 7. VISUALISERING AV TURBORUNDKJØRING "VIA BALTICA" (E) (2017). (KILDE: "PANEVĖŽIO KELIAI")



FIGUR 8. FØR OG ETTER SITUASJON. TURBORUNDKJØRING I ŠIAULIAI (F). (KILDE: WWW.GEOPORTAL.LT)



FIGUR 9. FØR OG ETTER SITUASJON. TURBORUNDKJØRING I TRAKAI (C). (KILDE: WWW.GEOPORTAL.LT OG WWW.MAPS.GOOGLE.LT)



FIGUR 10. FØR OG ETTER SITUASJON. TURBORUNDKJØRING I MARIJAMPOLÉ (G). (KILDE: WWW.GEOPORTAL.LT)

Figurene over viser at det er hovedsakelig T-kryss som erstattes med turborundkjøringer, men i enkelte tilfeller erstattes vanlige rundkjøringer med turborundkjøringer (se Figur 9). Alle disse turborundkjøringene var investeringer for å bedre trafikksikkerheten i kryssene. Ved etablering av turborundkjøringen i Kaunas (se Figur 5) ble det eliminert kritiske ulykkespunkt. Kaunas by har utarbeidet kartet som inneholder kritiske krysspunkt eller strekninger. Kartet ble kalt for «Kart for Svarte Flekker». Punkter og strekninger er definer med rød – høy risiko, gul – middels risiko, grønn – lav risiko, samt en beskrivelse for tiltak. (Kilde: <https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=18r4VWLuWmPOcRy-bz66lwIXxnLE&ll=54.9263836%2C23.876080499999944&z=15>).

2.3 Funksjon

Turborundkjøringer har i praksis større kapasitet i løpet av en timen. Dette fordi at kjørefeltene er adskilt før, i og etter krysset. Det fører til at trafikantene må velge kjørefelt før de kommer inn i krysset. De fullfører svingebevegelsene i en ryddig måte. Ved tvang av kjøremåte i kryss, blir arealet utnyttet fullstendig.

Turborundkjøringer har mindre konfliktpunkt enn andre krysstyper. Konfliktpunkt som er definert i turborundkjøringen oppstår kun ved innkjøring i krysset. Når kjørefeltene er adskilt fysisk, hindrer det ulovlig feltskifte noe som ofte skjer på en vanlig rundkjøring. Fartsnivået i en turborundkjøring reduseres ved hjelp av utforming av midtøya. Midtøya kan utformes forskjellig. Kantene kan være mer avrundet når rundkjøringen skal plasseres på en stamveg med høyere hastighet for å gi bedre trafikkflyt og høyere fratsnivå gjennom krysset. Se eksempel «Figur 2» og «Figur 4». Alternativt kan midtøya utformes med skarpere kanter, som vil tvinge fartsreduksjon i krysset, og er mer egnet i byområder hvor fartsnivået er lavt. Se «Figur 5».

Fysiske delere i turborundkjøringen kan brukes ved lav hastighet og mer tettbygd strøk, mens et rumlefelt med forsterket oppmerking kan brukes i turborundkjøringer ved høyere hastighet og stor tungbilandel. Disse utformingene kan også kombineres med utforming av midtøya. I «Figur 2» er midtøya utformet med slakere avrundinger, og rumlefelt med forsterket vegoppmerking skiller mellom kjørefeltene. Dette fører til høyere hastighet i krysset, og enklere manøvrering for tunge biler. Det er viktig å presisere at det ikke er gangfelt i området. I «Figur 5» er midtøya utformet med skarpe kanter og kjørefeltene er adskilt med en fysiskdel – kantstein. Dette gir lavere hastighet i krysset, sikrere kjøremønster og sikrere kryssing for myke trafikanter.

I den nederlandske manualen for rundkjøringer er overnevnte utforminger av midtøya vist som «gammel» og «ny» utforming av midtøya. Manualen anbefaler å benytte den nye utformingen (med skarpe kanter) av midtøya til turborundkjøringer. Dette er basert på at mindre definerte skiller mellom kjørefeltene kan forvirre trafikantene ved innkjøring i turborundkjøringen som har den gamle utformingen av midtøya. Videre er det enklere å velge feil kjørefelt (Haskoning, 2009)

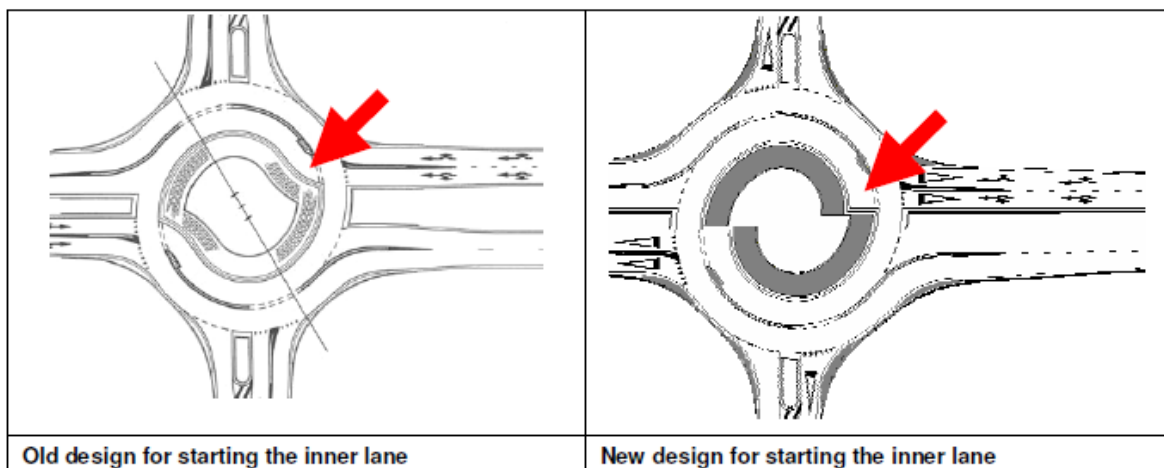
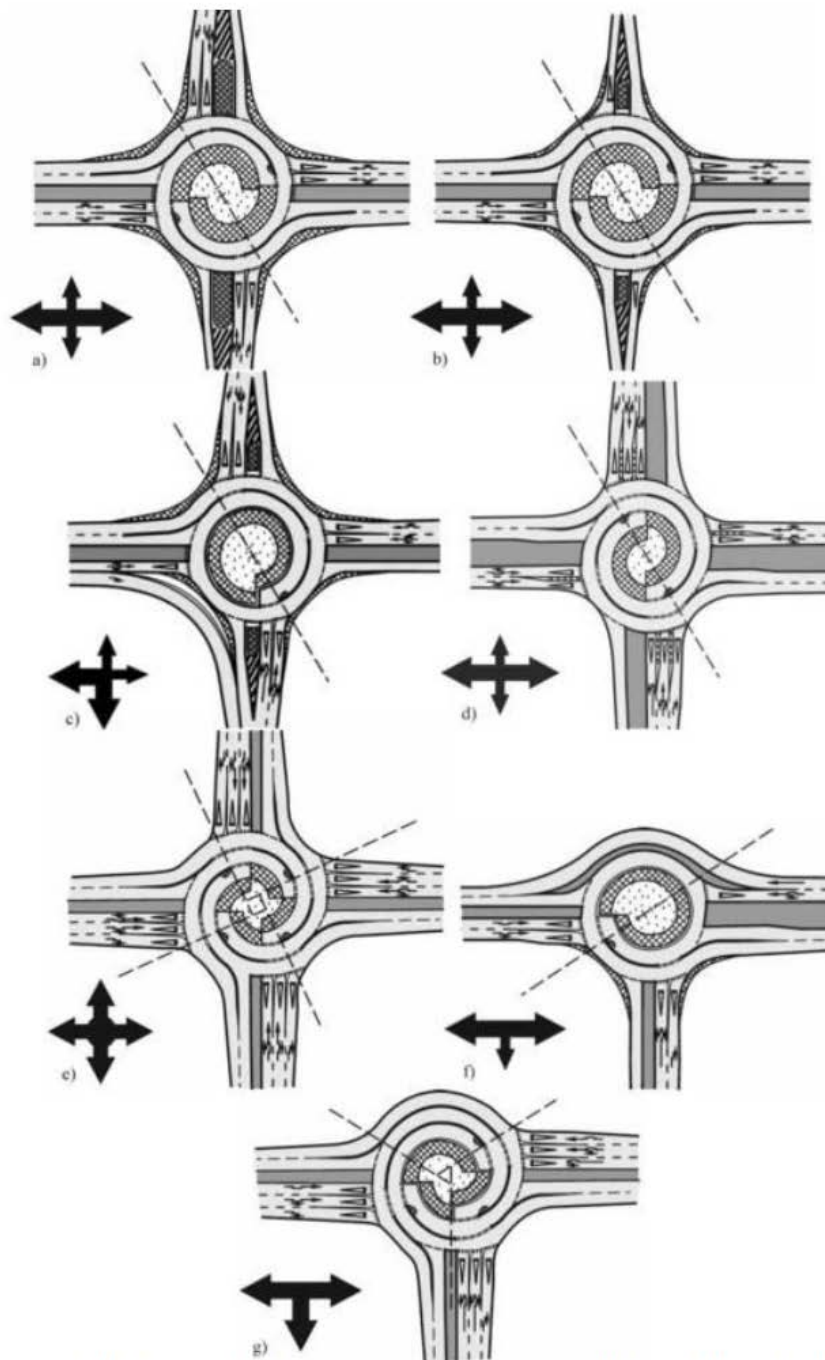


Figure 67: Old and new designs for starting the inner lane

FIGUR 11 . GAMMEL OG NY MIDTØYA UTFORMING. (KILDE: ROYAL HASKONING 2009, s.74 FIG.67)

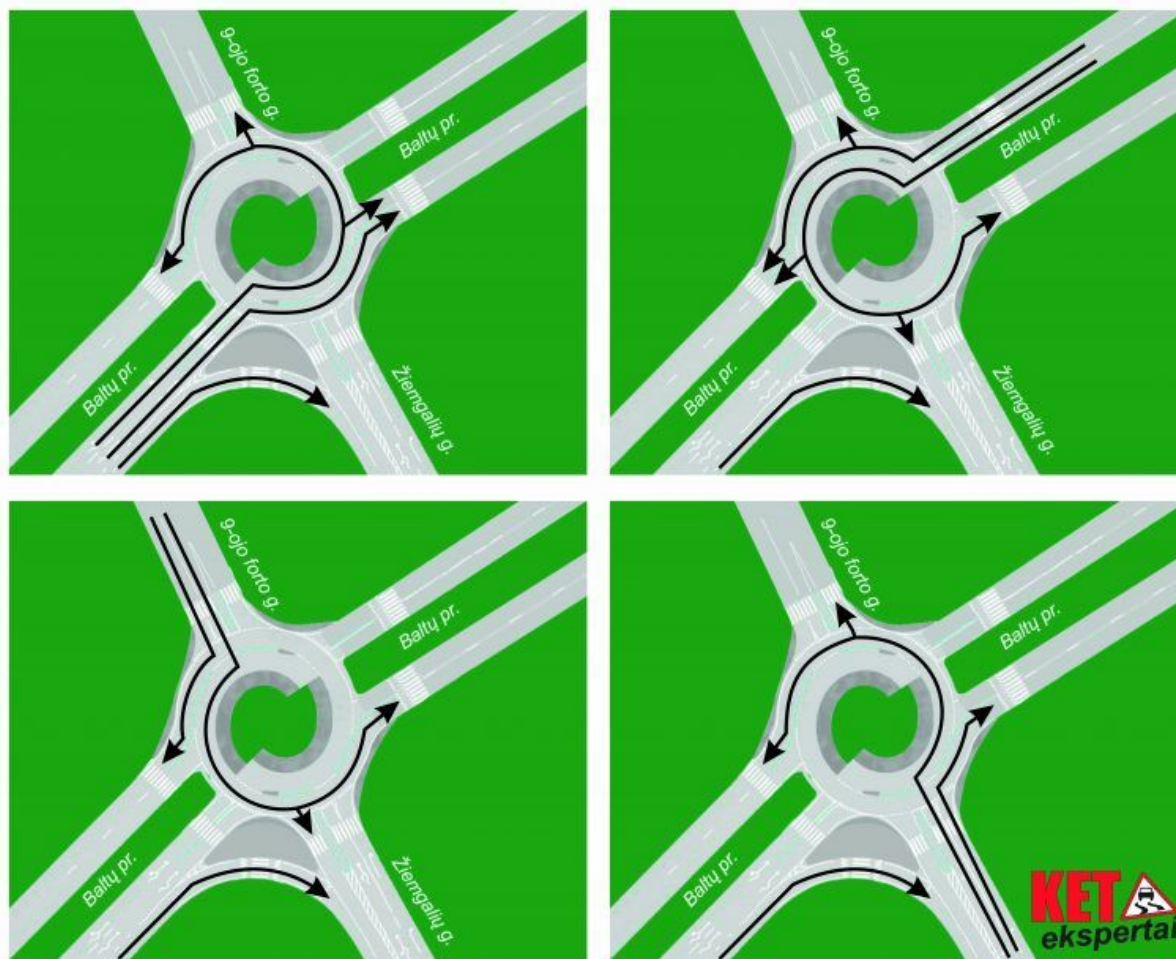
Det er flere måter å utforme turborundkjøringer på, og de kan enkelt tilpasses etter behov på dagens vegnettet. Turborundkjøringer kan brukes som krysstype på høyt trafikkerte hovedveger der trafikken på sidevegsnettet er lav, eller på veger hvor to hovedveger med høy trafikk krysser. Turborundkjøringen kan ha ett kjørefelt i tilfart og utfart, eller mer enn to kjørefelt. Som vist i «Figur 12», finnes det flere typer, avhengig av trafikkmengden i de ulike armene i rundkjøringen.



11 pav. Turbožiedinių sankryžų principinės schemos (paveiksle pateiktų rodyklių storis nurodo eismo intensyvumą kryptyse): a) – tipinė; b) – kiaušinio formos; c) – (sulenkto) kelio formos; d) spiralės formos; e) – rotoriaus formos; f) – ištiesto kelio formos; g) – žvaigždės formos

FIGUR 12. PRINSIPP AV UTFORMING AV TURBORUNDKJØRING (TYKKELSE PÅ PILER VISER ARMENE MED MEST TRAFIKKBELASTNING): A) –VANLIG; B) –EGG FORMET; C) –BØYDE VEG; D) –SPIRAL FORMET; E) –ROTOR FORMET; F) –RETT VEG; G) –STJERNE FORMET. (BILDET: (LAKD–PSM, 2012)FIG. 11)

Da turborundkjøringene ble planlagt i Litauen kom det reaksjoner og kritiske synspunkt. Mange trafikanter hadde ikke sett en turborundkjøring før, og spørsmål som gikk igjen var blant annet hvordan man kjører gjennom, må man vite hvor man skal *før* man kommer til krysset og hvordan kan man snu? Ved hjelp av ulike medier, har det Litauisk vegdirektoratet informert om hvordan man kjører gjennom en turborundkjøring.



FIGUR 13. FORKLARING HVORDAN Å KJØRE I TURBORUNDKJØRING I KAUNAS (A). (KILDE: KETEKSPERTAI)

3 TRAFIKKAVIKLING

Målet med denne oppgaven er å se på forskjellen mellom turborundkjøring og vanlig rundkjøring med hensyn til kapasitet og trafikkavvikling. Dette kapitlet beskriver teorien bak overnevnte parametere. Det viktigste parameterne som beskrives er Level of Service, kapasitet og gjennomsnittlig ventetid. Programvaren som er basert på disse parameterne er Sidra Intersection og Aimsun Next.

3.1 Kapasitet

«Den største trafikkmengde som kan avvikles over en bestemt tidsperiode under gitte veg- og trafikkforhold.» (V714, 2011)

For hver bevegelse må tas hensyn til:

- ✓ Hvor mange kjøretøy må vikes for
- ✓ Hvordan er fordelinger av tidsluker
- ✓ Hva er kriteriene å akseptere/forkaste tidsluke luke¹

Når det gjelder kapasitet i rundkjøringer, er tilfartene og sirkulasjonsarealet viktige elementer. Antall felt i tilfartene er avgjørende for kapasiteten. For å beregne kapasitet i rundkjøringer, må kapasitet for hver tilfart beregnes.

Kapasitet i rundkjøringer

Kapasitet til rundkjøringer med ett felt i sirkulasjonsareal og ett felt i tilfartene kan beregnes ved:

$$G = 3600 \times \left(1 - \frac{t_{min} \times q_k}{n_k \times 3600}\right)^{n_k} \times \frac{n_z}{t_f} \times e^{-\frac{q_k}{3600} \times \left(t_g - \frac{t_f}{2} - t_{min}\right)}$$

Hvor:

- ✓ G = kapasitet i tilfart
- ✓ q_k = trafikkmengde på tilførselsveg
- ✓ n_k = antall felt på tilførselsveg
- ✓ n_z = antall felt i tilfart
- ✓ t_g = kritisk tidsluke
- ✓ t_f = tidsluke
- ✓ t_{min} = minste tidsluke mellom kjøretøy på tilførselsveg

Disse koeffisienter får verdier som:

- ✓ $n_k = 1,$
- ✓ $n_z = 1,$
- ✓ $t_g = 4,1 \text{ s},$
- ✓ $t_f = 2,9 \text{ s},$

¹ Teksten er hentet fra Arvid Aakre presentasjon under forelesning Trafikkmodeller og ITS, mars 2016

$$\checkmark t_{min} = 2,1 \text{ s.}$$

Kapasiteten til rundkjøringer med to felt i sirkulasjonsareal, og to felt i tilfartene beregnes ved å forenkle formelen «kapasitetsberegning til rundkjøringer med ett felt i sirkulasjonsareal og ett felt i tilfartene»:

$$G = 3600 \times \frac{n_c}{t} \times e^{-\frac{q_k}{3600} \times (t_g - \frac{t_f}{2})}$$

Hvor:

- ✓ G = kapasiteten i tilfart
- ✓ q_k = trafikkmengde på tilførselsveg
- ✓ t_g = kritisk tidsluke
- ✓ t_f = tidsluke
- ✓ n_c = koeffisient for antall felt i tilfart

Disse koeffisient får verdier som:

- ✓ $t_g = 4,3 \text{ s,}$
- ✓ $t_f = 2,5 \text{ s,}$
- ✓ $n_c = 1$, brukes for tilfart med ett felt
- ✓ $n_c = 1,14$, brukes for tilfart med to felt

Kapasitet i turborundkjøringer

Empirical formulas are traditionally used to assess the capacity of a roundabout (3). The empirical method is based on measurements on existing roundabouts with one or more approaches saturated. A mathematical relation between the intensity of conflicting traffic before such an approach (Q_{co}) and the capacity of that approach (C_{en}) is derived out of these measurements. Thereby, a number of geometric characteristics are taken into account.

FIGUR 14. FORKLARING AV KAPASITETSBEREGNINGS FORMLER (YPERMAN AND IMMERS, 2003)

Empiriske formler brukes vanligvis for å undersøke kapasitet i rundkjøringer. Denne metoden er basert på målinger i eksisterende rundkjøringer med en eller flere tilfartene mettet. Ut i fra disse målingene kan forhold mellom ankommende trafikkmengden og kapasitet i tilfarten utledes (Yperman and Immers, 2003)

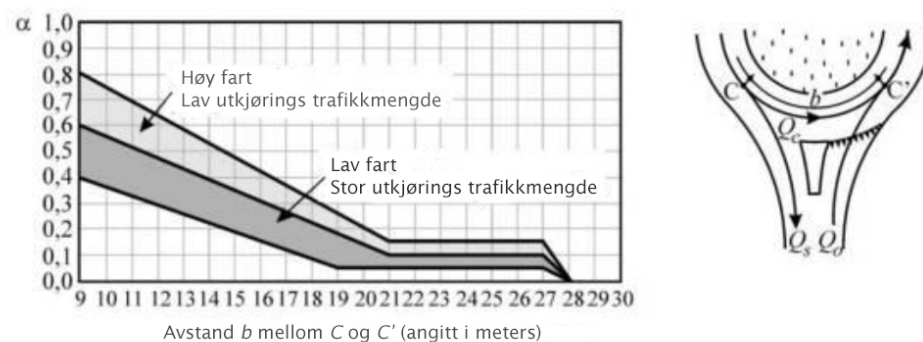
Bovy's formelen brukes for kapasitets beregninger i turborundkjøringer. Formelen kommet ut fra justering i *Cetur* sin formelen i 1991 (Yperman and Immers, 2003)

Innflytelsen av trafikkstrømmen i *Bovy's* formelen på innkommende trafikkstrøm bestemmes av avstanden mellom tilfart og frafart. I gitt formelen syklist tilsvare som 0,5 kjøretøy og lastebil - 2 kjøretøy:

$$C_E = \frac{1}{\gamma} \left[C_0 - \frac{8}{9} (\beta \times Q_c + \alpha \times Q_s) \right]$$

Hvor er:

- ✓ C_0 = ideell kapasitet i tilfarten, uten trafikk i sirkulasjonsareal
- ✓ C_E = kapasitet i tilfarten
- ✓ Q_c = trafikkmengde i sirkulasjonsareal
- ✓ Q_s = trafikkmengde i frafart
- ✓ α = koeffisient som viser påvirkning av frafart til tilfart
- ✓ β = koeffisient som justerer trafikkmengden i sirkulasjonsarealet i forhold til antall felt i sirkulasjonsarealet.
- ✓ γ = koeffisient som justerer kapasitet i tilfarten i forhold til antall felt i sirkulasjonsarealet.



FIGUR 15. KOEFFISIENT SOM BRUKES I BOVY'S FORMELEN

	Rundkjøringer med ett felt	Rundkjøringer med to felt
β	0,9–1,0	0,6–0,8
γ	1,0	0,6–0,7

TABELL 1. KOEFFISIENT SOM BRUKES I BOVY'S FORMELEN

(LAKD-PSM, 2012)







3.2 Level Of Service

En av det viktigste parametere som beskriver avvikling i kryss er Level of Service (videre LOS). LOS kan være basert på ventetid i kryss eller strekning og er delt i nivåer A til F (A – beste avviklings nivå; F – verste avviklings nivå). Disse nivåene kan beskrives slik:

- ✓ Nivå A – De fleste trafikantene kan kjøre gjennom krysset uten hindring. Det er ingen ventetid eller forsinkelser.
- ✓ Nivå B – Trafikantene som har vikeplikt blir av og til hindret av trafikantene fra arm med forkjørersrett. Korte ventetid og forsinkelser kan oppstå.
- ✓ Nivå C – Trafikantene som har vikeplikt blir hindret oftere av trafikantene fra arm med forkjørersrett. Venting oppstår og kødannelse starter. Men trafikken fortsatt flytter.
- ✓ Nivå D – De fleste trafikantene er nødt til å stoppe før de får kjøre inn i krysset. Dette skaper venting og køen blir dannet. Det er mulighet at flere trafikanter får ikke kjøre inn i krysset, men kun for en kort periode. Etter det flytter trafikken igjen.

- ✓ Nivå E – Alle trafikantene stopper før de kommer inn i krysset. Ventetid og forsinkelser er store men samtidig det kan variere. Krysskapasitet nærmer seg grensene.
- ✓ Nivå F – Lange køer oppstår. Trafikantene beveger seg kun etter lang ventetid, som forårsaker store forsinkelser. Krysskapasitet er sprengt. Eksisterende trafikkavvikling er for dårlig for å håndtere dagens trafikkmengde.

For en bedre detaljering ble bildene fra Leirgrovika rundkjøring brukt i tabellen.

LEVELS OF SERVICE		
Rundkjøring Leirgrowika		
Level of Service	Trafikkflyt	Beskrivelse
A		Høyest nivå av service. Trafikken flytter uten noe hindringer. Ingen forsinkelser
B		Høy nivå av service. God trafikkflyt. Ingen forsinkelser
C		Fortsatt god service nivå. Litt lavere hastighet. Minimale forsinkelser
D		Middels service nivå. Hastigheten er redusert enda mer. Passering gjennom krysset er mer komplisert. Noe forsinkelser
E		Lav service nivå. Lav hastighet. Dårlig fremkommelighet. Garantert forsinkelser
F		Dårlig service nivå. Kryss kapasitet er sprengt. Veldig lav hastighet. Dårlig fremkommelighet. Store forsinkelser

FIGUR 16. LEVEL OF SERVICE INNDELING

3.3 Sidra Intersection

Sidra Intersection (videre Sidra) ble utviklet i 1984 og er et verktøy for å evaluere individuelle kryss eller nettverk av flere kryss. Man kan prosjektere forskjellige kryssløsninger som lyskryss, T-kryss, X-kryss, rundkjøring, rundkjøring med trafikklys m.m. Det kan også brukes til evaluering av enkelte strekninger og fletting i kjørefeltene.

Sidra Intersection har mulighet til å legge til rette for alle type kjøretøy, blant annet: personbil, tungbil, buss og syklist. Man kan etablere gangfeltene og definere faseplaner. Den gir også mulighet til å legge inn egne kjøretøytyper med egne egenskaper. Programmet er et avansert mikrosimuleringsverktøy. Basert på modellerte modeller kan Sidra Intersection kalkulere statistikk for kapasitet, ventetid, kø lengde, LOS m.m. (Kilde: <http://www.sidrasolutions.com/Software/INTERSECTION/Introduction>)

I denne oppgaven ble Sidra brukt for å analysere dagens rundkjøring og prosjektert turbo rundkjøring.

3.4 Aimsun Next

Aimsun Next (videre Aimsun) ble utviklet i 2005 og het opprinnelig GETRAM. Det ble det første makroskopiske og mikroskopiske verktøyet for trafikksimulering (Kilde: <https://www.aimsun.com/about-aimsun-2/>). Man kan modellere alt fra et kryss til et vegnett.

Vegnett og kryss kan prosjekteres detaljert i Aimsun, det vil si at bredde, tverrfall og stigning kan føres inn manuelt. Alle typer kjøretøy er tilgjengelig i programvaren, samt at man kan legge inn flere egne kjøretøy med spesifikke egenskaper. Gangfeltene kan plasseres kun i starten eller slutten av veg.

I denne oppgaven ble Aimsun brukt for å simulere trafikken for dagens rundkjøring og prosjektert turborundkjøring.

4 DAGENS SITUASJON – RUNDKJØRING I LEIRGROVVIKA

4.1 Forhold pr i dag

4.1.1 Dagens situasjon

Rundkjøringen i Leirgrovika er en av kryssløsningene mellom E39 og Fv. 64 på innfartsvegen til Molde by. Krysset knytter sammen Kviltorp og Årø langs europavegen, samt Bolsøya via en undersjøisk tunnel.

Retten ved siden av krysset, ligger Årø lufthavn Molde, Brunvoll, Oskar Sylte, Molde Bakeriet m.m. Arealet er delt mellom næring og boligfelt.

Årsdøgntrafikk (ÅDT) fra National vegdatabank (NVDB), viser at 15000 kjøretøy herav 10% lange kjøretøy passerer strekningen fra Molde til Leirgrovika, 13800 kjøretøy herav 11% lange kjøretøy passerer strekningen fra Leirgrovika mot Årø og 4090 kjøretøy herav 11% lange kjøretøy kommer fra Bolsøya mot Leirgrovika.

Rundkjøringen i Leirgrovika er berørt av to ferjestrekninger i området. De er E39 Molde – Vestnes og fv. 64 Søsnes – Åfarnes. Det er også to andre ferjestrekninger som ligger vest for Molde fv. 668 Mordalsvågen – Solholmen og fv. 216 Aukra – Hollingsholmen, men disse berører sannsynligvis ikke rundkjøringen i Leirgrovika, da trafikken hovedsakelig skal til Molde by.

Bredden på dagens tilførselsveger ved rundkjøringen er ulik. Fra krysset og mot Molde er bredden 7,4m, fra krysset og mot Årø er bredden 8,2m og mot Bolsøya er bredden 6,7m. Tilfartene har ett kjørefelt, men er dimensjonert så bred at i praksis har to felt. Området ved rundkjøringen ligger i et relativt flat terreng, der alle tre armene i rundkjøringen har en slak stigning / fall.

(Kilde: www.vegkart.no)

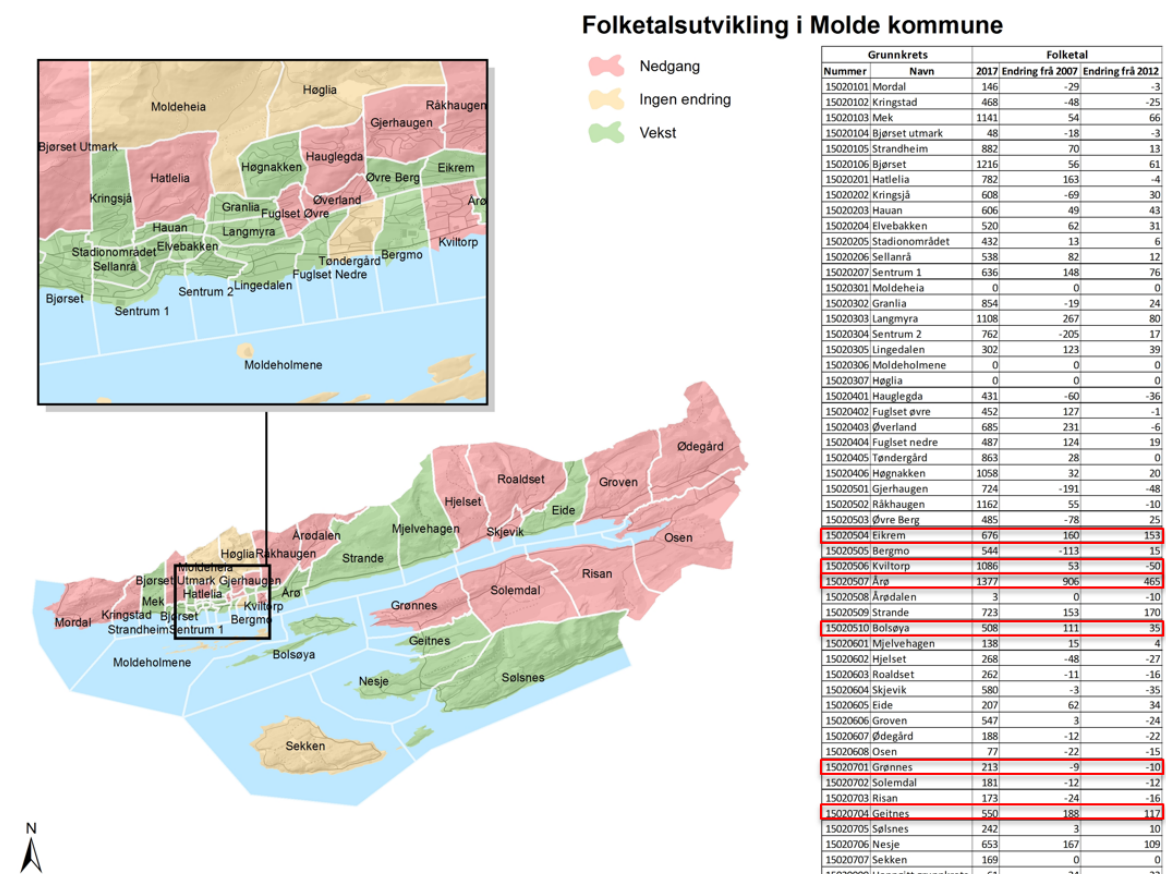


FIGUR 17. OVERSIKTSKART OVER LEIRGROVVIKA

KILDE: [HTTPS://KART.FINN.NO/](https://kart.finn.no/)

4.1.2 Befolkning

Årø er bydelen som ligger på nordøst for Molde by. Det er et potensielt området for utvikling i Molde kommune. Skåla (Grønnes og Geitnes) er bydelen som ligger sørøst for Molde by. Skåla har fast forbindelse via en undersjøisk tunnel fra Bolsøya til Leirgrovvika.

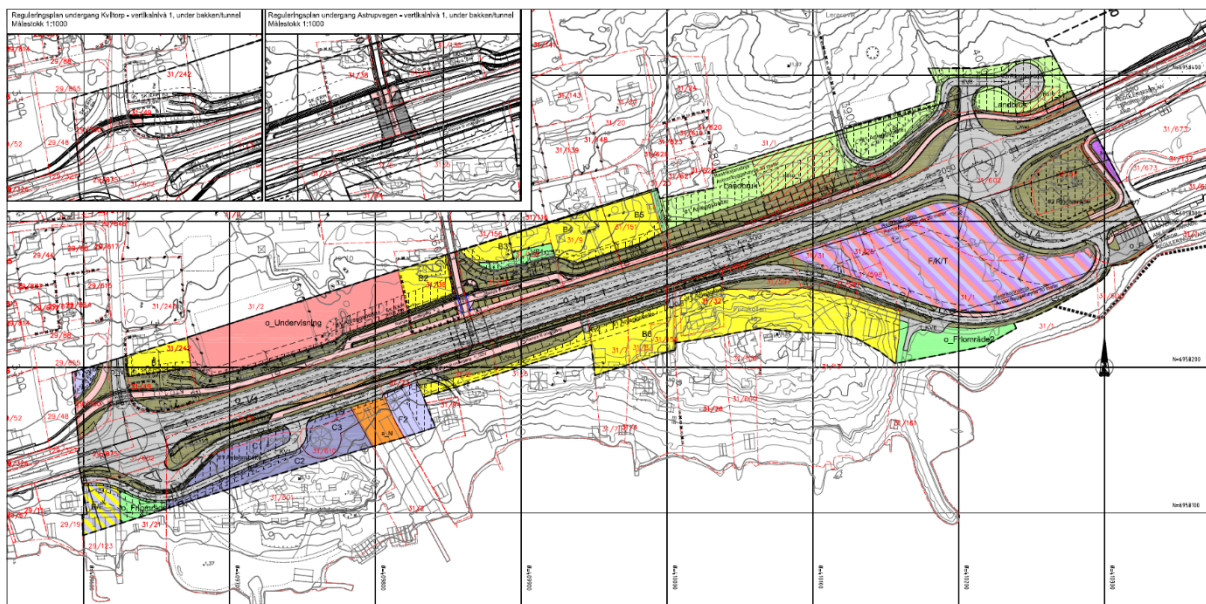


FIGUR 18. FOLKETALSUTVIKLING I MOLDE KOMMUNE.
KILDE: STATISTISK SENTRAL BYRÅ (SSB)

4.2 Fremtidige planer

4.2.1 Reguleringsplan for ny E39 trase

Molde kommunestyre godkjente 30. mars 2014 detaljregulering for E39 Kviltorp – Leirgrovika.



FIGUR 19. REGULERINGSKARTET, E39 KVILTORP – LEIRGROVIKA

Formålet med planen var å skaffe det formelle grunnlaget for å bygge ut E39 i samsvar med dagens normalkrav. Dagens trafikkmengde samt trafikk økning etter 20 år, førte til at vegens geometri skulle endres til firefeltsveg med rabatt. De to kryssene i planen, ble planlagt slik at de kan bygges som turborundkjøringer.

Kilde: <https://www.molde.kommune.no/detaljregulering-for-e39-kviltorp-leirgrovika-plan-nr-1502201127.5511763-293867.html> (2018-01-11)

4.2.2 Trafikksikkerhetsrevisjon

Under reguleringsplanprosessen ble det utarbeidet en trafikksikkerhetsrevisjon (TS-revisjon). «En TS-revisjon er definert som en systematisk og uavhengig granskning av trafikksikkerhetsforhold i en veg- eller trafikkplan. Likeså er TS-inspeksjon definert som en systematisk gjennomgang av et nytt veganlegg eller en eksisterende veg med tanke på å avdekke forhold som kan være til fare for trafikantene.» (V720, 2014)

For gjeldende reguleringsplan E39 Kviltorp – Leirgrovika, var det et avvik fra TS-revisjon som er aktuell for denne masteroppgaven. «Turborundkjøring er ikke godkjent krysstyp» og «Forslag til tiltak. Bygges etter gjeldende spesifikasjoner, alternativt søke om fravik» (Trafikksikkerhetsrevisjon, 2013)

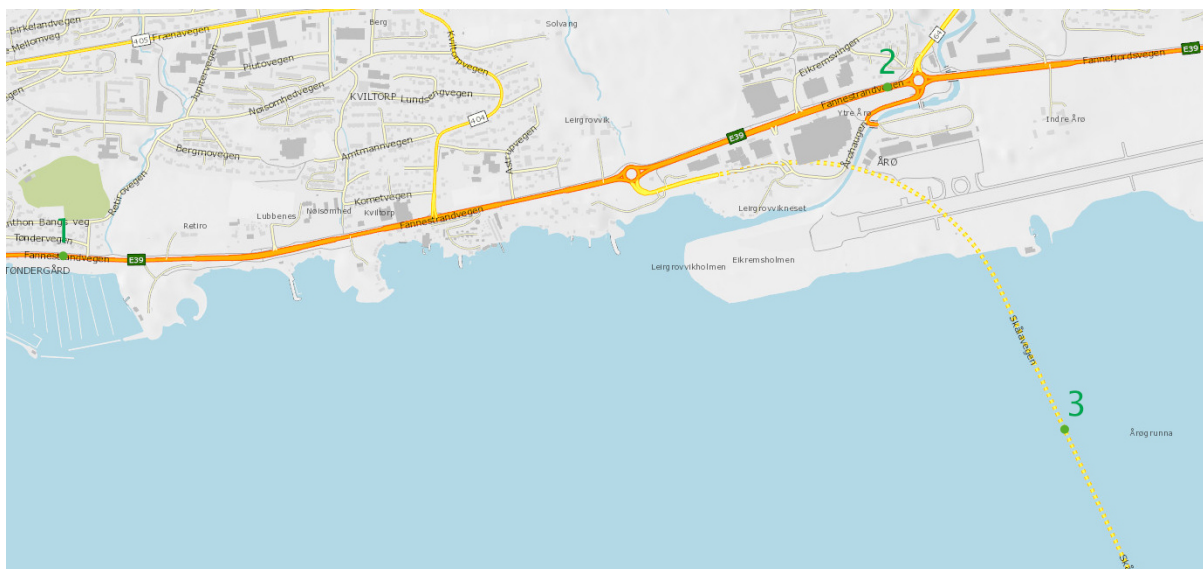
I reguleringsplanen er kryssene vist som ordinære rundkjøringer, mens de i tekniske planer er vist med utforming som turborundkjøring

Kilde: <https://www.molde.kommune.no/detaljregulering-for-e39-kviltorp-lergrovika-plan-nr-1502201127.5511763-293867.html>

5 DATAINNSAMLING

5.1 Trafikkdata fra eksisterende tellepunkt

Torbjørn Gjendem ved Statens Vegvesen Vegavdeling Møre og Romsdal ble kontaktet angående eksisterende trafikkmengde i Leirgrovika. Dataene som vedkommende sendte over viste til trafikktelling ved 3 plasser; Tøndergård (1), Årø (2) og Fannefjordtunnelen (3).



FIGUR 20. EKSISTERENDE MASKINELLE TELLEPUNKTER

5.1.1 Kjøretøytyper

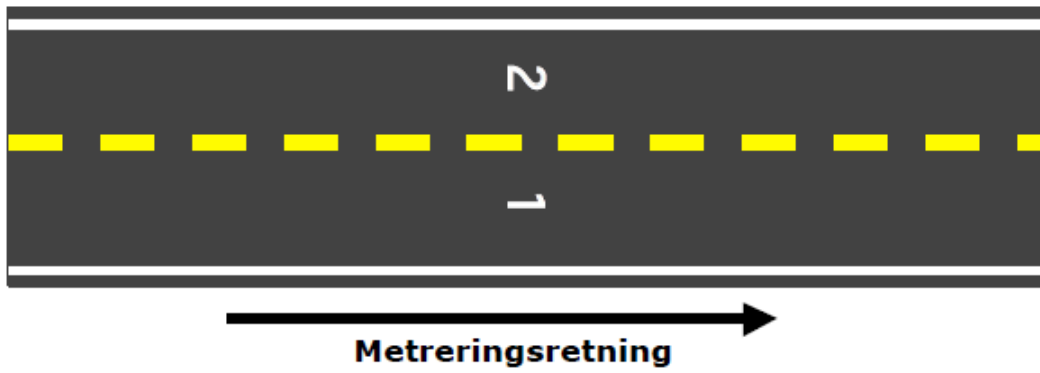
Dataene gitt av Vegavdelingen var rådata. Kjøretøy som passerte registreringsradarene var definert i typer etter lengde.

20	1	Antall kjøretøy.
21	1	Kortere enn 5.6 meter.
22	1	5.6 til 7.5 meter.
23	1	7.6 til 12.4 meter.
24	1	12.5 til 15.9 meter.
25	1	Lengre enn 16.0 meter.

FIGUR 21. NØRTRAF TELLEGRUPPER

5.1.2 Metreringsretning

«Registreringene foretas i de fleste tilfeller i det enkelte kjørefelt. For å betegne de ulike feltene benyttes en feltkode. Denne angir kjørefeltens plassering på tvers av vegen. Kjørefeltene nummereres fra midten av vegen og utover til hver side. Det brukes oddetall på felt som går med metreringsretningen, og partall på kjørefelt mot metreringsretningen. Feltet kan dessuten ha tilleggskoder som gir flere opplysninger. Feltnummeret og tilleggskodene utgjør til sammen feltkoden for kjørefeltet.» (V714, 2011)



FIGUR 22. FELTNUMMERERING PÅ EN 2-FELTSVEG (KILDE: HB V714, s.26)

Metreringsretninger til overnevnte registreringspunkt blir:



FIGUR 23. METRERINGSRETNING. TØNDERGÅRD



FIGUR 24. METRERINGSRETNING. ÅRØ



FIGUR 25. METRERINGSRETNING. FANNEFJORDTUNNEL

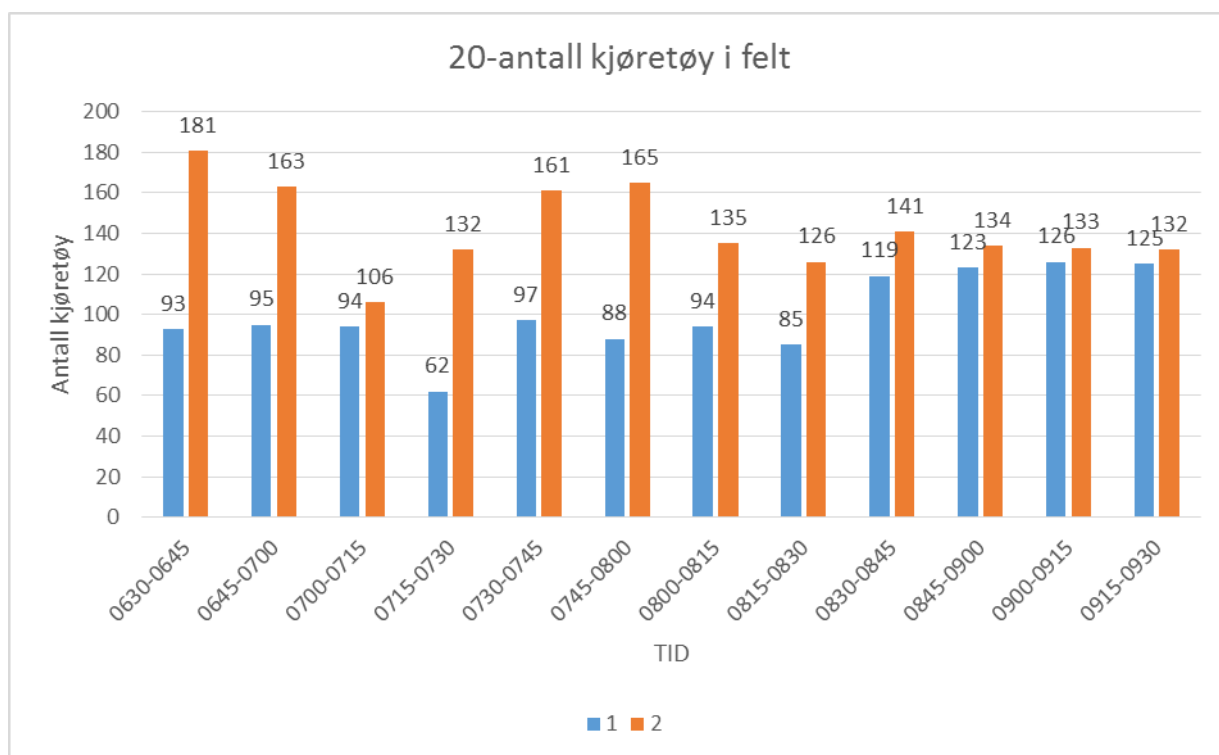
5.1.3 Trafikkdata

Rådata fra Nortraf-tellepunktene var registreringer for 1. september i 2017. Dataene ble bearbejdet slik at det var mulig å se på antall trafikanter i løpet av tidsperioden 06:30–09:30. Det var også tydeliggjort trafikkmengde per kjørefelt og kjøretøytyper. Det skal ikke legges stor vekt på trafikldataen fra eksisterende målingsstasjoner inn i rapporten, men mer detaljert oversikt over dataene er lagt ved som vedlegg.

5.1.3.1 Tellepunkt 1 – Tøndergård

TID	KJØRETØYTYPER											
	20-antall kjøretøy		21-kortere enn 5,6m		22 – fra 5,6 til 7,5		23 – fra 7,6 til 12,4		24 – fra 12,5 til 15,9		25 – lengre enn 16,0	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
0630-0645	93	181	77	167	5	5	6	5	2	1	3	3
0645-0700	95	163	72	149	8	4	10	4	2	2	1	4
0700-0715	94	106	80	91	4	8	5	5	0	1	4	0
0715-0730	62	132	43	116	4	4	8	7	4	3	2	1
0730-0745	97	161	83	148	4	4	2	5	1	2	6	2
0745-0800	88	165	64	152	13	3	7	4	2	4	2	2
0800-0815	94	135	73	122	8	3	6	4	3	1	4	4
0815-0830	85	126	75	104	3	8	4	9	3	3	0	2
0830-0845	119	141	95	121	5	8	12	7	4	2	3	2
0845-0900	123	134	107	115	6	11	4	6	1	2	3	0
0900-0915	126	133	106	119	7	4	11	6	0	0	2	4
0915-0930	125	132	111	114	3	5	7	8	3	3	1	2
TOTAL	1201	1709	986	1518	70	67	82	70	25	24	31	26
	2910		2504		137		152		49		57	

FIGUR 26. SAMLET ANTALL KJØRETØY PER KJØREFELT (06:30–09:30). TELLEPUNKT 1 – TØNDERGÅRD

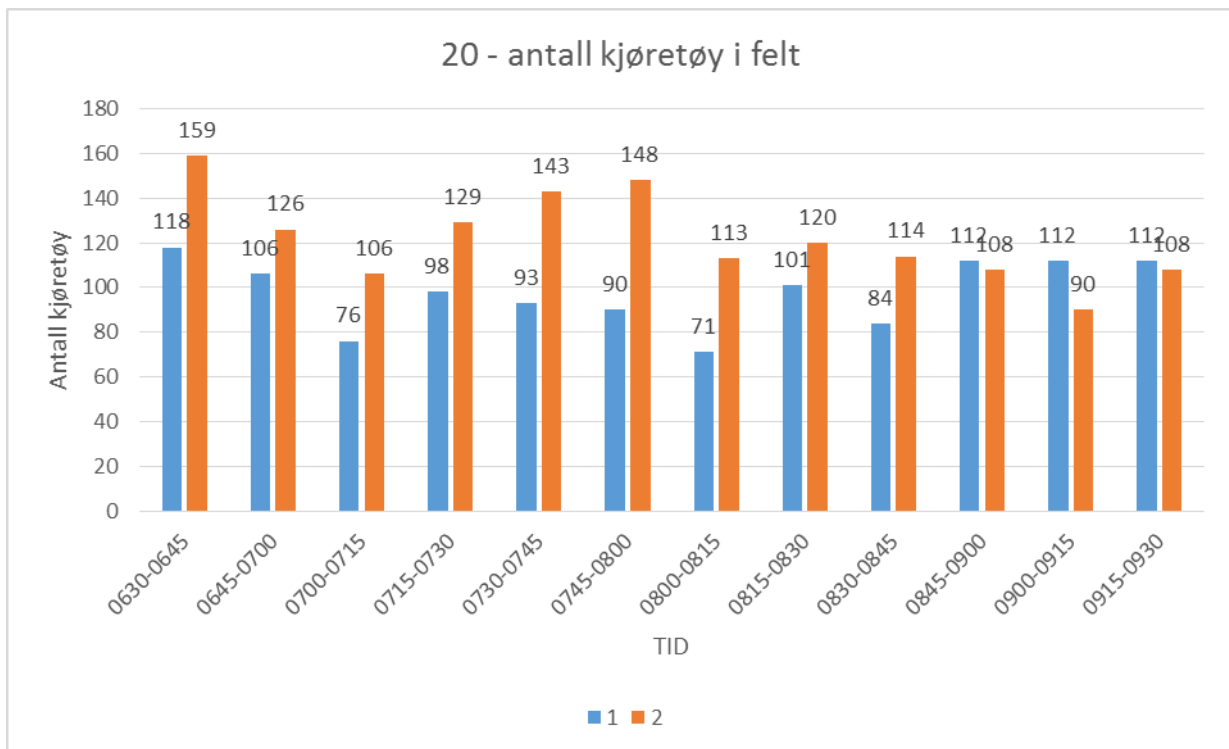


FIGUR 27. TØNDERGÅRD. ANTALL KJØRETØY I FELT. GRUPPE 20

5.1.3.2 Tellepunkt 2 - Årø

TID	KJØRETØYTYPEN											
	20 - antall kjøretøy		21 - kortere enn 5,6m		22 - fra 5,6 til 7,5		23 - fra 7,6 til 12,4		24 - fra 12,5 til 15,9		25 - lengre enn 16,0	
	KJØREFELT											
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
0630-0645	118	159	103	140	4	5	10	6	0	5	1	3
0645-0700	106	126	87	109	5	8	11	5	1	1	2	2
0700-0715	76	106	62	89	4	7	9	9	0	0	1	0
0715-0730	98	129	75	116	8	4	6	6	5	3	3	0
0730-0745	93	143	81	131	5	3	5	6	0	0	2	3
0745-0800	90	148	72	128	5	7	9	7	2	6	2	0
0800-0815	71	113	58	90	5	7	5	10	1	1	1	4
0815-0830	101	120	80	96	4	7	13	12	3	3	1	2
0830-0845	84	114	69	102	2	5	6	4	3	2	3	1
0845-0900	112	108	94	86	6	9	7	6	0	2	5	4
0900-0915	112	90	97	64	5	15	6	5	0	3	3	3
0915-0930	112	108	101	78	1	19	7	4	1	1	2	6
TOTAL	1173	1464	979	1229	54	96	94	80	16	27	26	28
	2637		2208		150		174		43		54	

FIGUR 28. SAMLET ANTALL KJØRETØY PER KJØREFELT (06:30-09:30). TELLEPUNKT 2 - ÅRØ

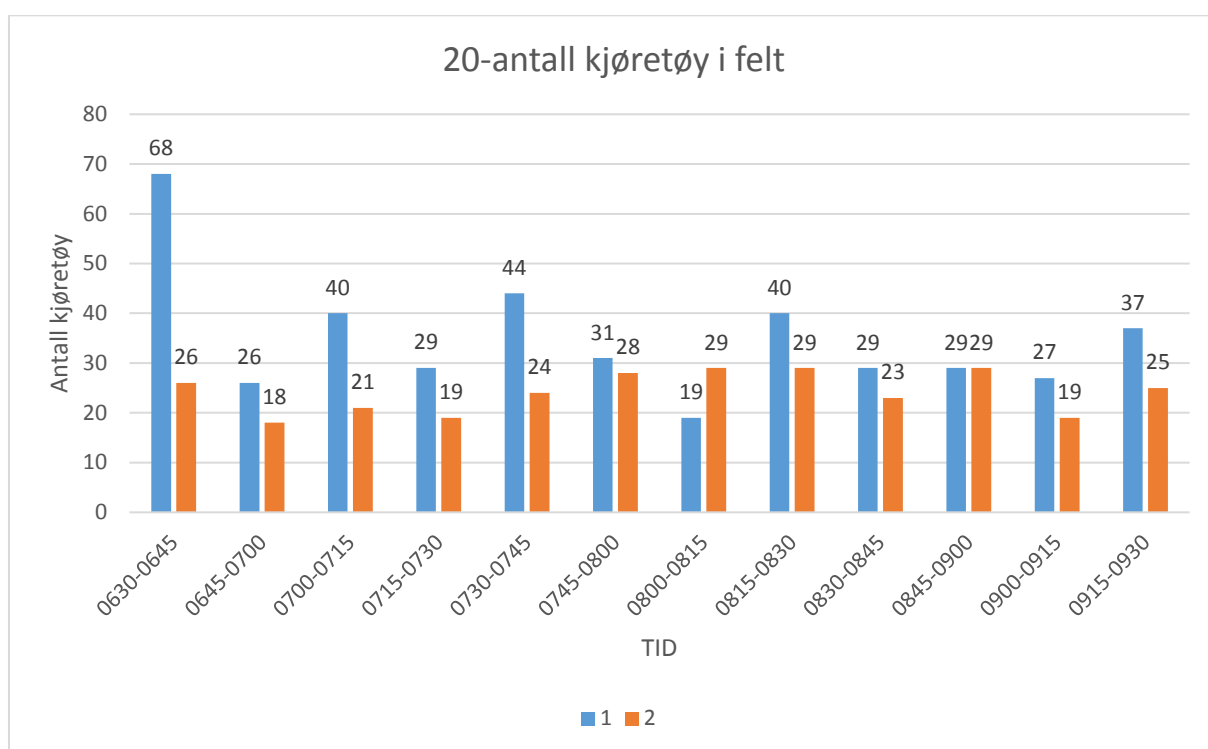


FIGUR 29. ÅRØ. ANTALL KJØRETØY I FELT. GRUPPE 20

5.1.3.3 Tellepunkt 3 – Fannefjordstunnel

TID	KJØRETØYTYPEN														
	20-antall kjøretøy		21- kortere enn 5,6m		22- fra 5,6 til 7,5		23 - fra 7,6 til 12,4		24 - fra 12,5 til 15,9		25 - lengre enn 16,0				
	KJØREFELT														
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
0630-0645	68	26	64	23	0	0	3	2	1	1	1	0	0	0	
0645-0700	26	18	20	13	3	0	3	3	0	0	0	0	0	2	
0700-0715	40	21	33	19	2	1	4	1	0	0	0	1	0	0	
0715-0730	29	19	23	16	2	3	3	0	1	0	0	0	0	0	
0730-0745	44	24	39	19	1	0	2	2	0	2	2	2	2	1	
0745-0800	31	28	28	23	0	1	3	1	0	0	0	0	0	3	
0800-0815	19	29	18	24	0	3	1	0	0	1	0	0	0	1	
0815-0830	40	29	33	22	0	1	3	6	2	0	0	1	0	0	
0830-0845	29	23	24	19	2	0	2	3	0	1	1	1	0	0	
0845-0900	29	29	25	28	2	0	0	1	0	0	0	2	0	0	
0900-0915	27	19	23	12	2	0	2	5	0	1	1	0	0	1	
0915-0930	37	25	35	21	1	1	0	3	1	0	0	0	0	0	
TOTAL	419	290	365	239	15	10	26	27	5	6	7	8			
	709		604		25		53		11		15				

FIGUR 30. SAMLET ANTALL KJØRETØY PER KJØREFELT (06:30-09:30). TELLEPUNKT 3 – FANNEFJORDSTUNNEL



FIGUR 31. FANNEFJORDSTUNNEL. ANTALL KJØRETØY I FELT. GRUPPE 20

5.2 Manuelle trafikkdata registreringer

Eksisterende tellepunkter på E39 er etablert langt fra krysset i Leirgovvika. Mellom tellepunktene og krysset er det flere sekundære vegar og avkjørsler, og det ble derfor bestemt å registrere trafikkbevegelsene i krysset manuelt. Registreringene ble gjennomført ved hjelp av videopptak.

5.2.1 Trimble Novapoint GO

Som hjelpemiddel til geo-referering av posisjoner ble app'en Novapoint GO benyttet. Brukergrensesnittet til appen er ganske enkel, man legger inn tiertabellen² og slik blir senterlinjen geo-referert på kartet. GPS på mobiltelefon og nettbrett kan fange opp posisjoner mens man beveger seg langs en veglinje. Det er mulig å registrere loggpunkt i app'en, og i denne oppgaven ble app'en brukt til å registrere slutten av trafikkø og blokkering av andre kryss. Loggpunktene kan suppleres med kommentarer, bilder, beskrivelse m.m. Deretter kan logglist genereres og sendes til e-post i MS Word eller Adobe pdf-format. (*Trimble Novapoint GO*: <http://www.novapoint.com/products/novapoint/novapoint-go>).


5.2.2 Videoregistrering

Trafikken ble registrert ved hjelp av et action kamera GoPRO 4 Silver. Action kamera ble valgt på grunn av bred linsevinkel. Slik kunne kameraet fange opp hele rundkjøringen. Trafikken ble registrert rundt to timer både på morgen og ettermiddag, og over flere dager.

Opprinnelig var registreringene planlagt i september 2017, men på grunn av arbeidsoppgaver i jobbsammenheng ble de ikke utført før oktober 2017 og januar 2018.

Bilde	Tekst	Skrevet av
		Andrius Stonys 26.10.2017 08:56
Lokasjon, Breddegrad 62.74449635, Lengdegrad 7.24146796		

² Tiertabellen – tabellen som inneholder informasjon om horisontal linjekurvatur. Den inneholder blant annet X og Y koordinater og radius for element.

Bilde	Tekst	Skrevet av
		

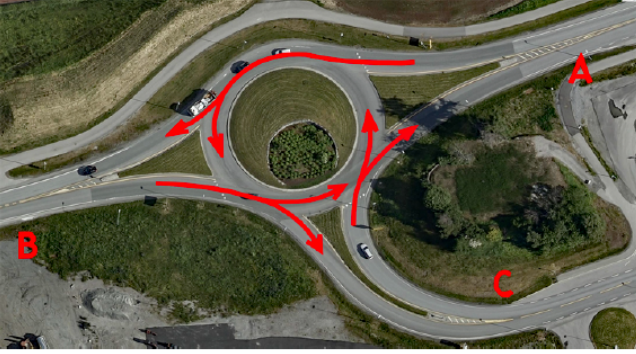
TABELL 2. KAMERAPOSISJON FOR TRAFIKKREGISTRERING (RAPPORT FRA NOVAPOINT GO)



5.2.3 Trafikkdata

Videoene ble spilt av flere ganger etter registreringene for å telle antall kjøretøy som passerte krysset fra de forskjellige armene, og registrere sidebevegelser. Ut fra videoene kan fart eller lengden på kjøretøyene være veldig unøyaktig. Kjøretøyene ble derfor kategorisert visuelt.

I den oppgaven er personbiler og varebiler definert som personbil. Semitrailere, vogntog, buss som er ikke i rute og lastebil (ca 7500kg) er definert som lastebil. Buss som kjører i rute er definert som buss. Traktor og moped eller motorsykkel er definert som MC / Traktor.

Det ble utarbeidet et eget skjema som ligner på skjemaet for manuell trafikkregistrering i HB V714.



Trafikk i kryss:	E39/Fv.64 Leirgrovika	Dato:	26.10.2017
Klokken			
Fra : til :			
(15min. Intervall)			
F.eks. 14:00-14:15		SUM	SUM
Personbil			
Lastebil/Vogntog			
Buss			
MC, traktor			
		=	=

FIGUR 32. EGET SKJEMMA FOR MANUELL TRAFIKKREGISTRERING

Tabell 3 viser total trafikkmengde som går gjennom dagens rundkjøring i Leirgrovika. Resultatene fra registreringene er veldig like. Forskjellen mellom største og minste trafikkmengde om morgenen er 56 kjøretøy, og 63 kjøretøy på ettermiddag. For å fremvise belastning på hver arm i rundkjøringen, ble trafikken registrert for hvert 15min, ved hjelp av skjemaet for manuell trafikkregistrering (se Figur 32).

TIDSPUNKT		DATO	TOTAL (kjt/t)
MORGEN	07:30–08:30	26.10.2017	1684
		15.01.2018	1633
		16.01.2018	1628
ETTERMIDDAG	15:30–16:30	15.01.2018	2092
		16.01.2018	2029

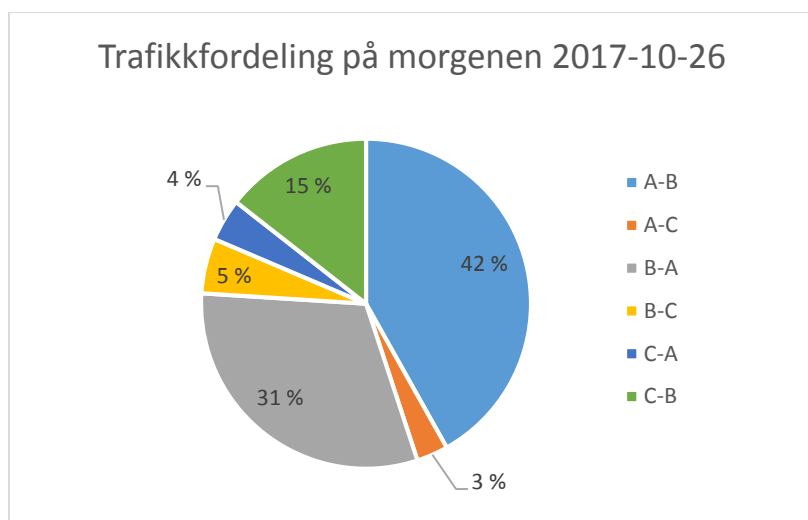
TABELL 3. TOTAL TRAFIKK GJENNOM RUNDKJØRINGEN I LEIRGROVVIKA

Størst trafikkmengde gjennom krysset var om morgenen 26. Oktober i 2017 og på ettermiddag 15. Januar i 2018. Dataene for disse tidspunktene ble brukt for å synliggjøre trafikkfordelingen på svingebevegelsene. Det er størst trafikk gjennom krysset på ettermiddag, men observasjonene viser likevel på at trafikken flytter uten hindringer. Det er morgentrafikken som medfører utfordringer gjennom rundkjøringen. Dette kan forklares med tre ganger større trafikkmengde på strekningen C–B (fra Skåla mot Molde) om morgenen, og at trafikken som kommer fra A–B har vikeplikt for C–B. (Se Tabell 4)

TIDSPUNKT		DATO	A-B	A-C	B-A	B-C	C-A	C-B	Total (kjt/t)
MORGEN	07:30-08:30	26.10.2017	705	52	523	91	70	243	1684
ETTERMIDDAG	15:30-16:30	15.01.2018	593	141	969	241	64	84	2092

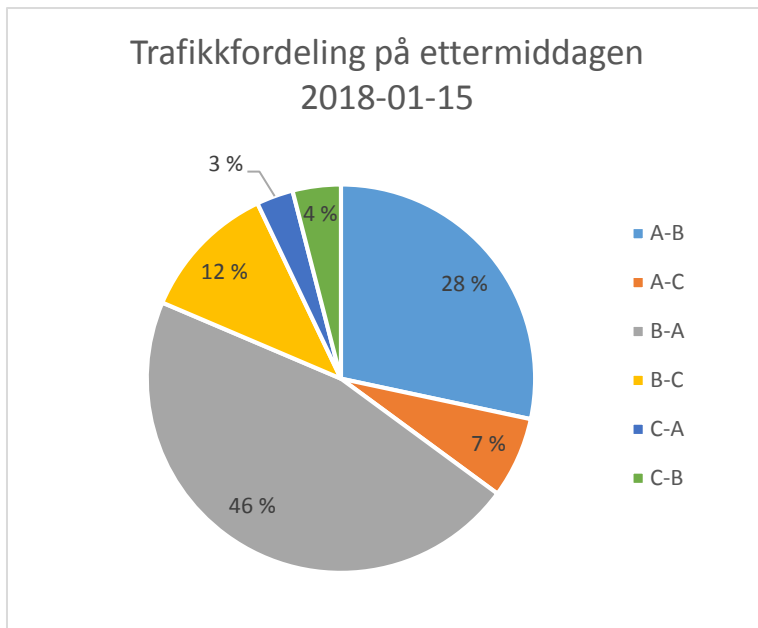
TABELL 4. TRAFIKKFORDELING PÅ SVINGEBEVEGELSENE

Figur 33 viser prosentvis trafikkfordeling på svingebevegelser om morgenen 26. oktober 2017. Dominerende strekninger er A-B, fra Årø mot Molde, B-A, fra Molde mot Årø og C-B, fra Bolsøya mot Molde. Resten av strekningene har få svingebevegelser og har derfor ikke så stor innvirkning for trafikken i helhet.



FIGUR 33. TRAFIKKFORDELING PÅ MORGENEN 2017-10-26

Figur 34 viser prosentvis trafikkfordeling på svingebevegelser på ettermiddag 15. januar 2018. Dominerende strekninger er B-A, fra Molde mot Årø, A-B, fra Årø mot Molde og B-C, fra Molde mot Bolsøya. Mesteparten av trafikken som passerer rundkjøringer om morgenen, passerer også rundkjøringen på ettermiddag. Sannsynligvis er dette arbeidsreiser til og fra jobb.



FIGUR 34. TRAFIKKFORDELING PÅ ETTERMIDDAG 2018-01-15

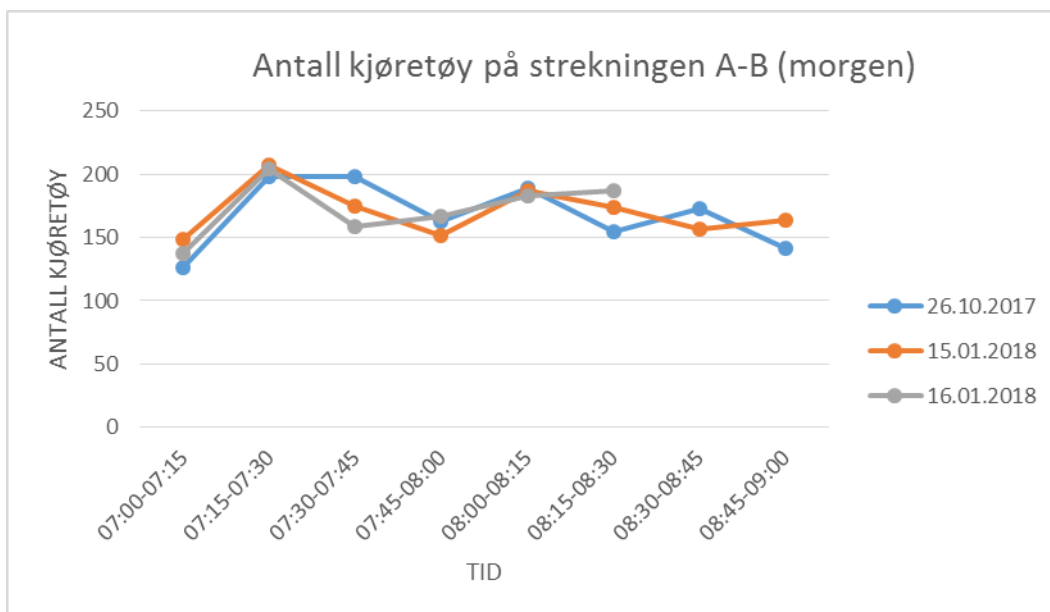
Hver strekning ble analysert for å se mer detaljert på trafikken gjennom rundkjøringen i 15min tidsintervaller. Det ble utarbeidet et diagram som hjelpemiddel for å vurdere trafikken sine svingebevegelser generelt.

5.2.3.1 Strekningen A-B

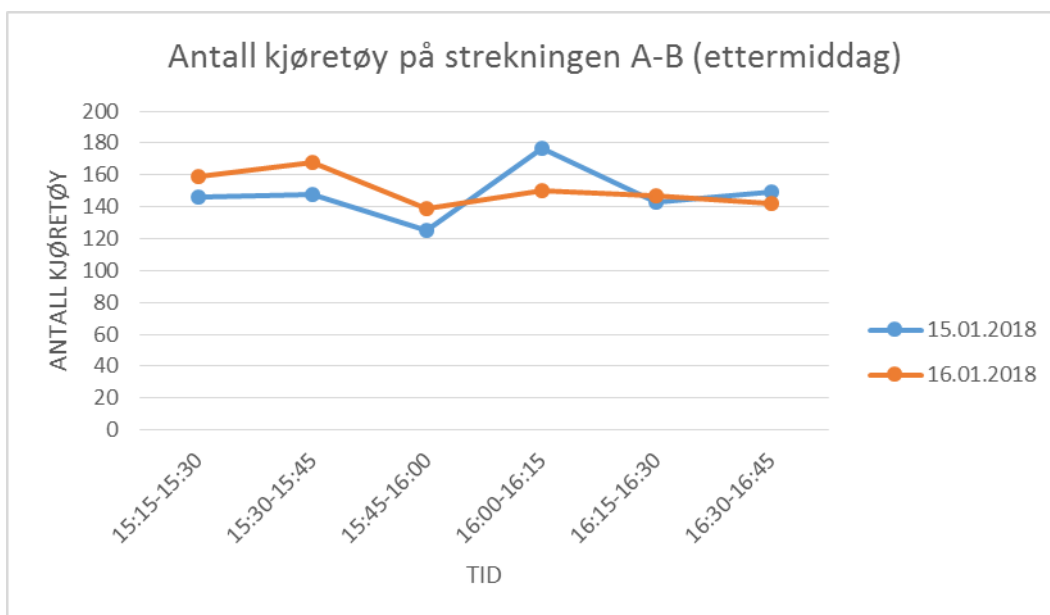


FIGUR 35. STREKNING A-B

Registreringene er vist i diagrammene under (Figur 36 og Figur 37), og viser ganske like kurver. Dette fordi at trafikken er veldig lik hver dag. Under morgenerushtrafikken har denne strekningen mest belastning. Det ble observert at kjøretøyene på strekningen A-B får tilbakeblokkering fra Kviltorpkrysset. I tillegg får strekningen brudd på bevegelser når puljer kommer fra tunnelen og skal til Molde.



FIGUR 36. ANTALL KJØRETØY PÅ STREKNINGEN A-B OM MORGENEN



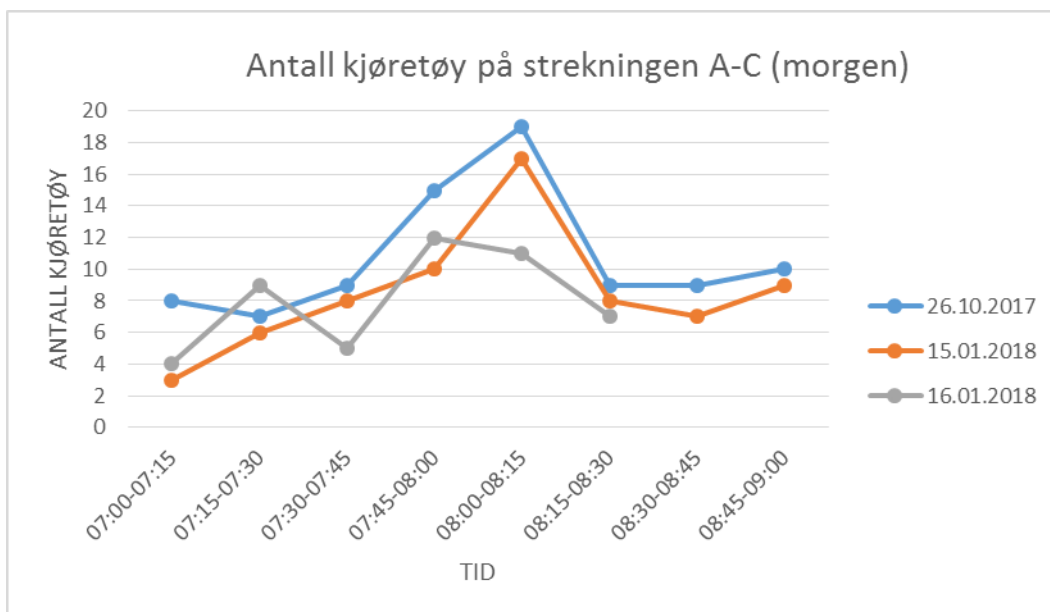
FIGUR 37. ANTALL KJØRETØY PÅ STREKNINGEN A-B PÅ ETTERMIDDAG

5.2.3.2 Strekningen A-C

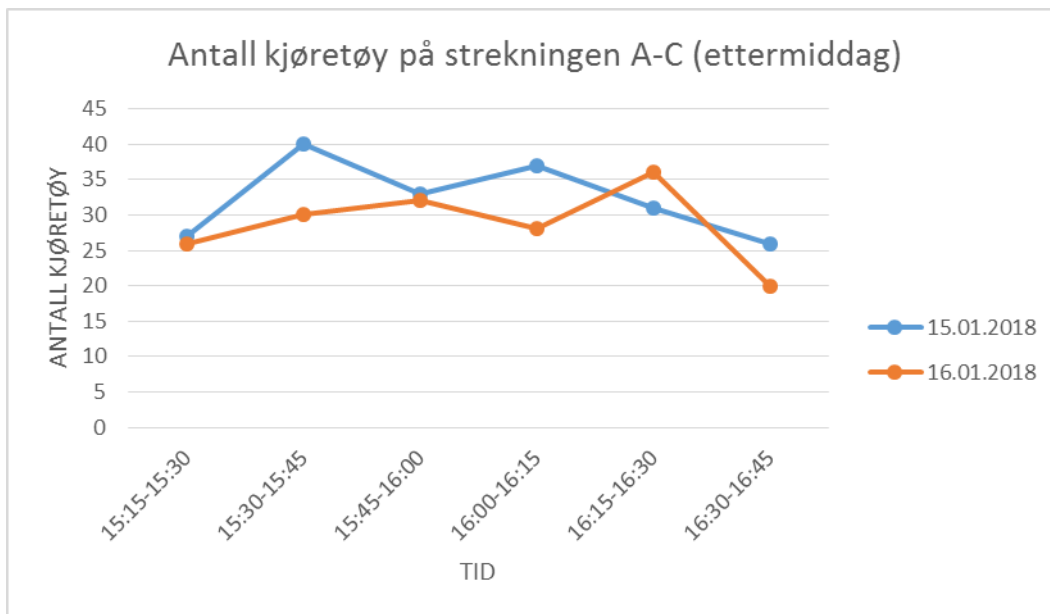


FIGUR 38. STREKNINGEN A-C

Registreringene vist i diagrammene under (Figur 39 og Figur 40) viser ganske like kurver for morgentrafikk, men litt forskjell mellom kurvene for ettermiddagstrafikken. Denne sidebevegelsen har veldig lite trafikk gjennom hele døgnet.



FIGUR 39. ANTALL KJØRETØY PÅ STREKNINGEN A-C OM MORGENEN



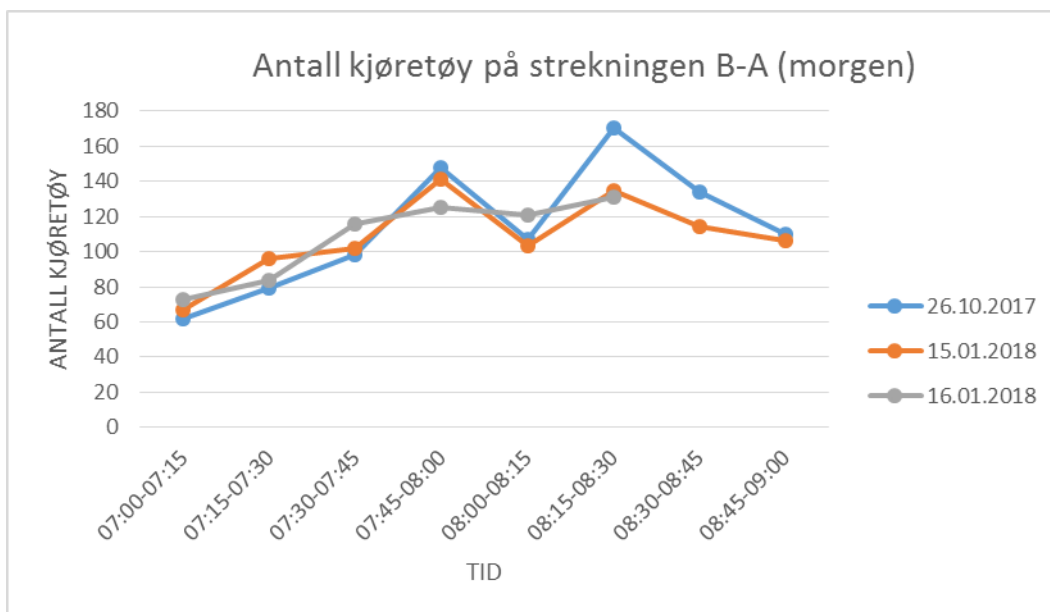
FIGUR 40. ANTALL KJØRETØY PÅ STREKNINGEN A-C PÅ ETTERMIDDAG

5.2.3.3 Strekningen B-A

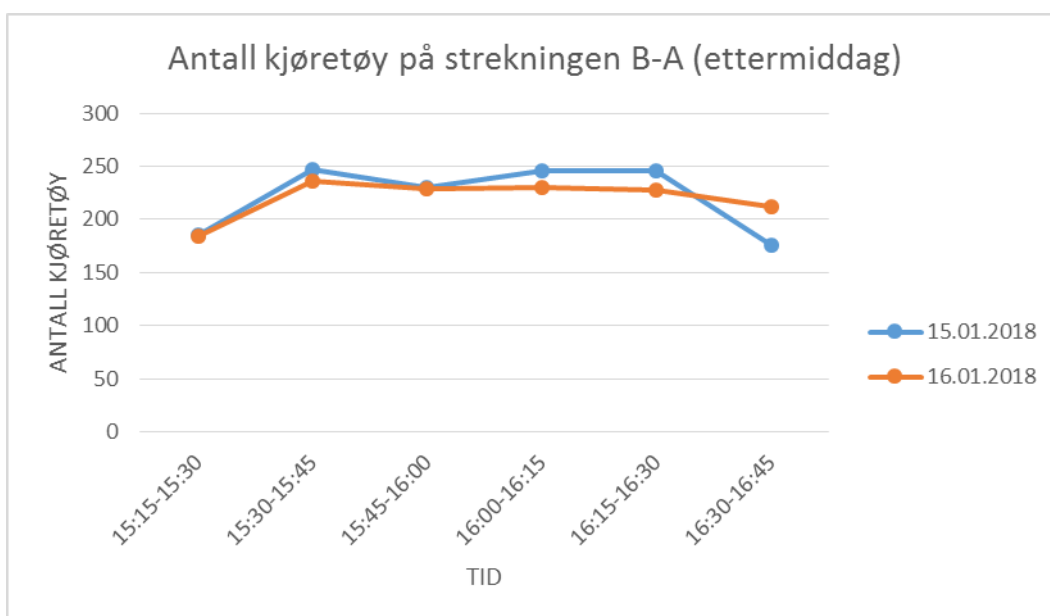


FIGUR 41. STREKNINGEN B-A

Registreringene vist i diagrammene under (Figur 42 og Figur 43) viser ganske like kurver. Denne strekningen har fine bevegelser både på morgen- og ettermiddagsrushet. Dette fordi at de må vike kun for trafikk fra A-C. Denne strekningen har mest kapasitet av alle strekningene.



FIGUR 42. ANTALL KJØRETØY PÅ STREKNINGEN B-A OM MORGENEN



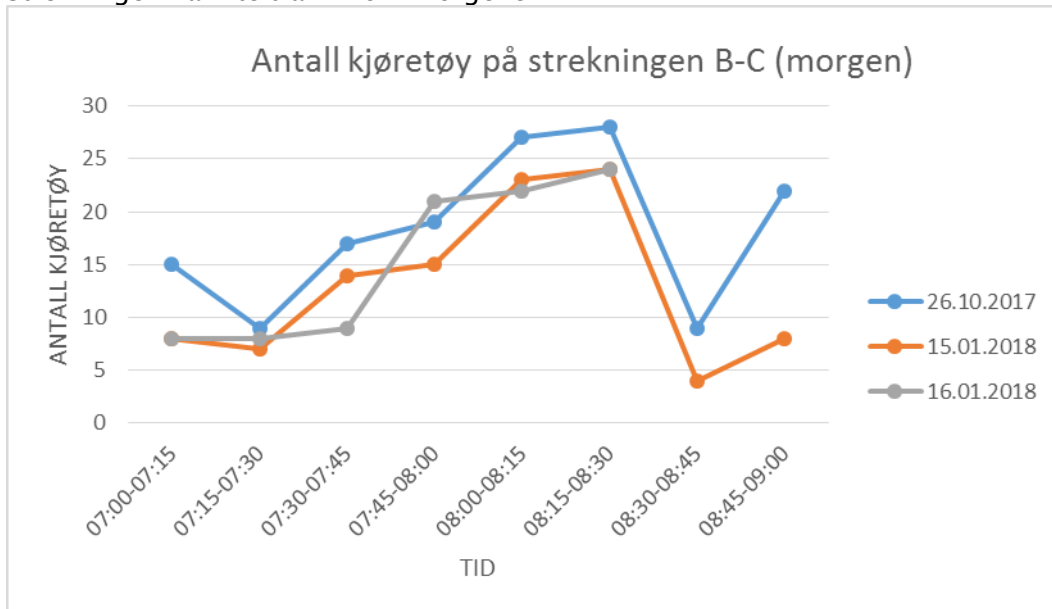
FIGUR 43. ANTALL KJØRETØY PÅ STREKNINGEN B-A PÅ ETTERMIDDAG

5.2.3.4 Strekningen B-C

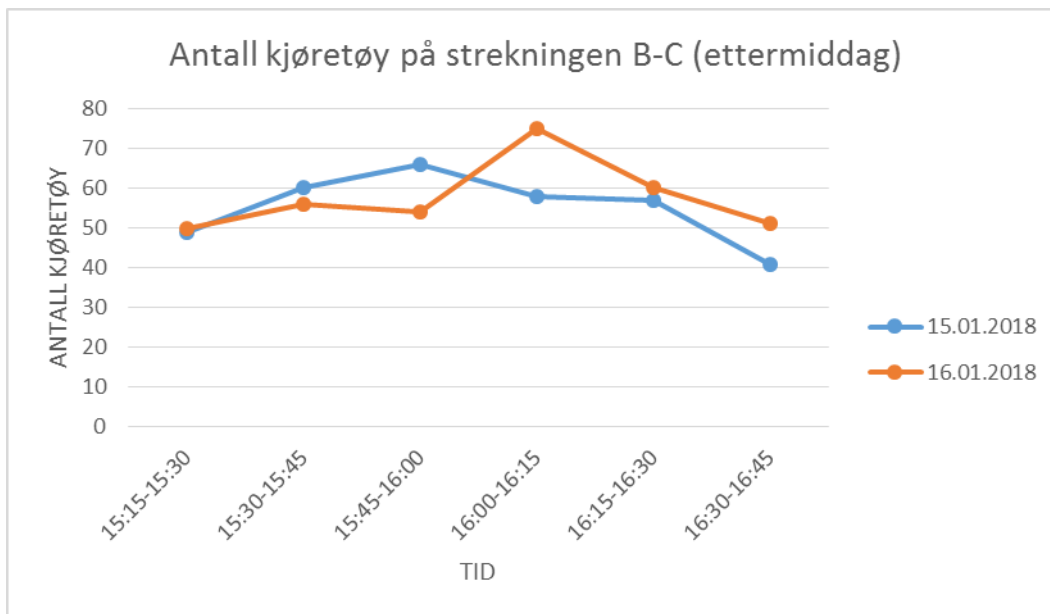


FIGUR 44. STREKNINGEN B-C

Registreringene vist i diagrammene under (Figur 45 og Figur 46) viser ganske like kurver. Strekningen har lite trafikk om morgenen.



FIGUR 45. ANTALL KJØRETØY PÅ STREKNINGEN B-C OM MORGENEN



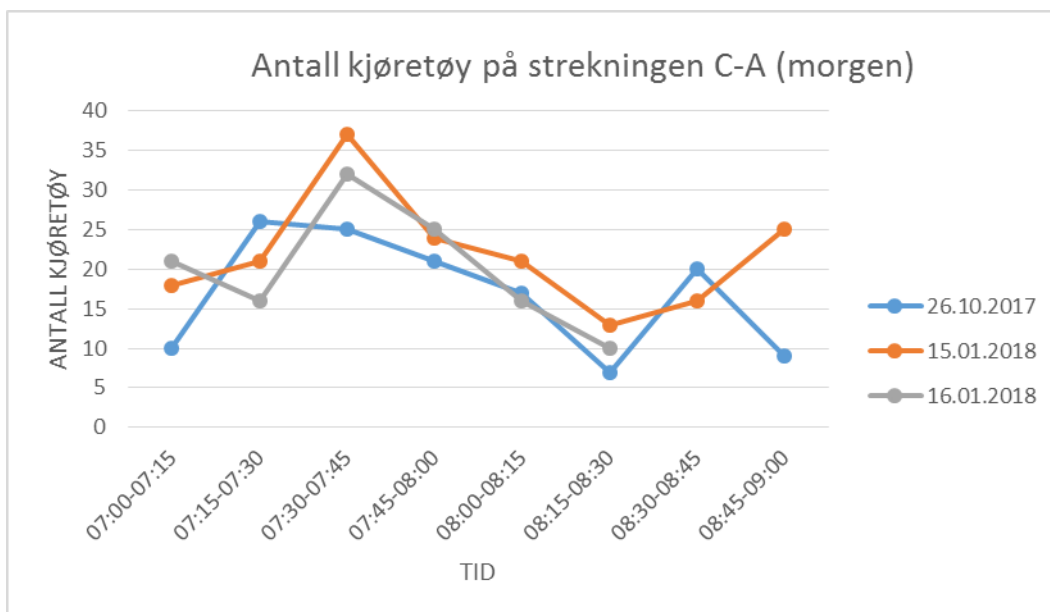
FIGUR 46. ANTALL KJØRETØY PÅ STREKNINGEN B-C PÅ ETTERMIDDAG

5.2.3.5 Strekningen C-A

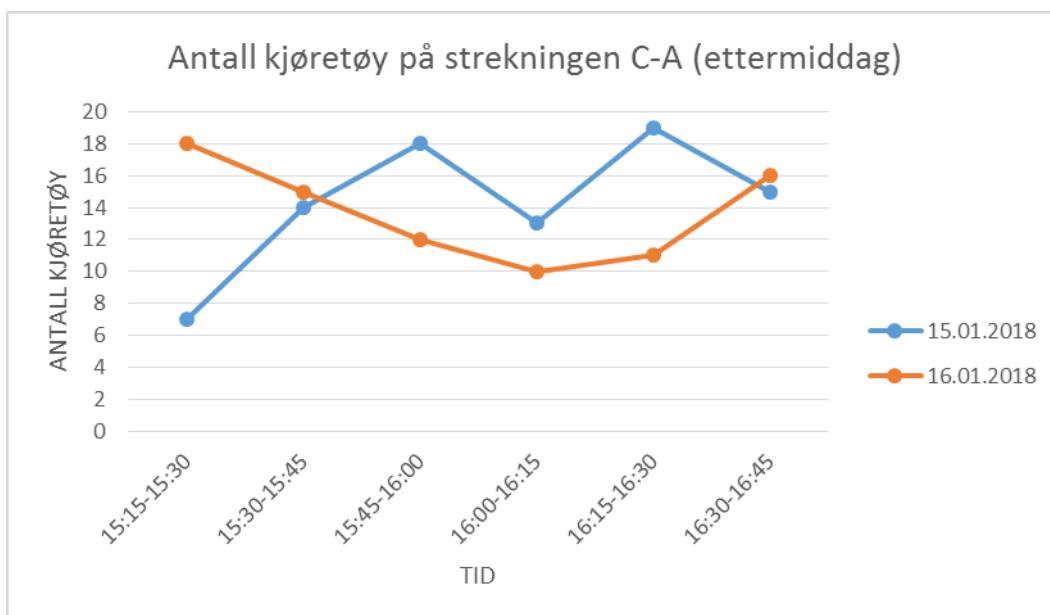


FIGUR 47. STREKNINGEN C-A

Registreringene vist i diagrammene under (Figur 48 og Figur 49) viser ganske like kurver for morgentrafikk. Men helt ulike for ettermiddagstrafikk. Det største forskjellen er i tre perioder mellom 15:15-15:30, 15:45-16:00 og 16:15-16:30.



FIGUR 48. ANTALL KJØRETØY PÅ STREKNINGEN C-A OM MORGENEN



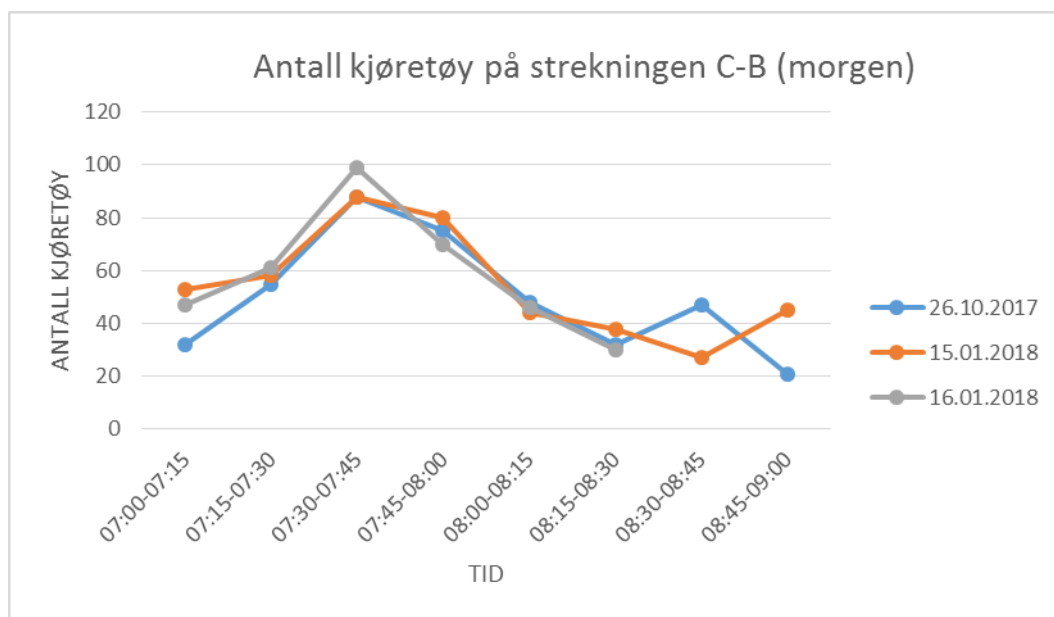
FIGUR 49. ANTALL KJØRETØY PÅ STREKNINGEN C-A PÅ ETTERMIDDAG

5.2.3.6 Strekningen C-B

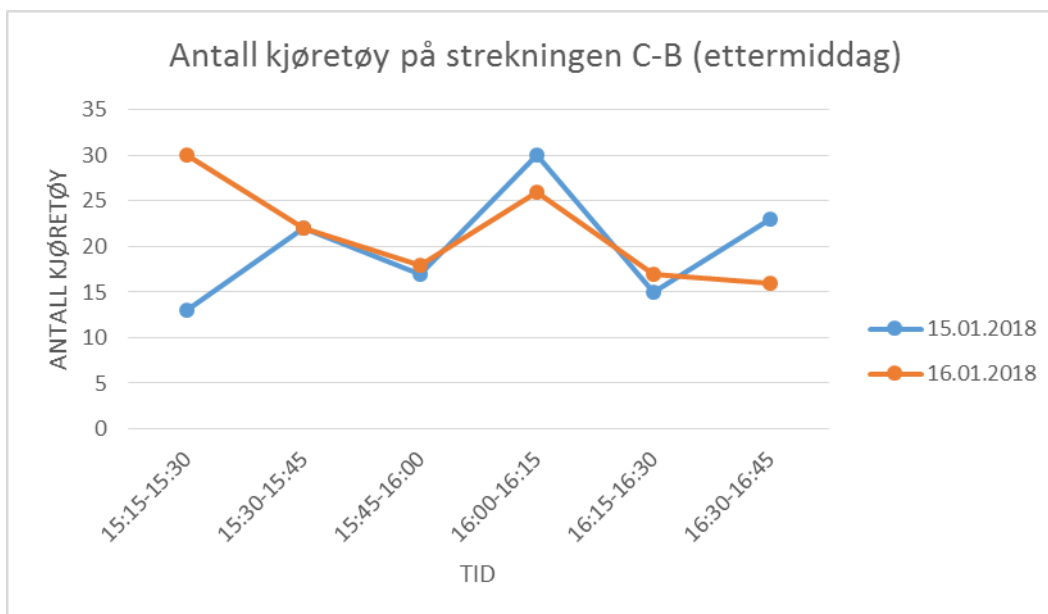


FIGUR 50. STREKNINGEN C-B

Registreringene vist i diagrammene under (Figur 51 og Figur 52) viser ganske like kurver både for morgentrafikk og ettermiddagstrafikk.



FIGUR 51 . ANTALL KJØRETØY PÅ STREKNINGEN C-B OM MORGENEN



FIGUR 52. ANTALL KJØRETØY PÅ STREKNINGEN C-B PÅ ETTERMIDDAG

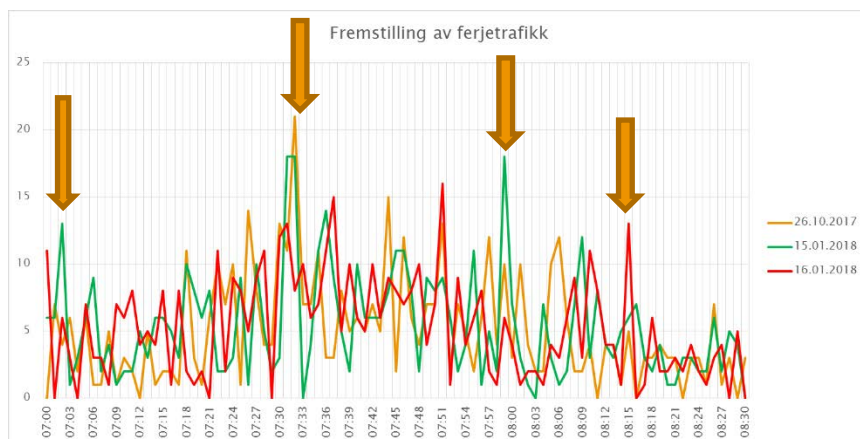
5.2.4 Fremstilling av ferjetrafikken

Fylkesveg 64 krysser Langfjorden med ferjesambandet Åfarnes – Søsnes. Overfartstid tar ca 15min en vei. Ut fra videoregistreringene ble det observert at trafikken kom i puljer inn i rundkjøringen i Leirgrovika. Dette trafikkmønsteret kommer mest sannsynlig på grunn av ferjetrafikken. Google maps sin kjøretidsberegning viser en kjøretid på ca 18min fra Søsnes til Leirgrovika (maps.google.com). Tabell 5 viser ut fra dette ca tidspunktene puljene ankommer Leirgrovika. Det er tatt forbehold om forsinkelser.

Fra Åfarnes	Til Søsnes	Til Leirgrovika
06:20	06:35	06:53 (07:05)
06:55	07:10	07:28 (07:35)
07:20	07:35	07:53 (08:00)
07:40	07:55	08:13 (08:20)

TABELL 5. TIDSINTERVALLER FOR TRAFIKKEN FRA SØLSNES FERJEKAI

Dataene fra strekningene C-A (Figur 47) og C-B (Figur 50) er bearbeidet med minuttintervaller for å synliggjøre trafikkpuljer fra ferjesambandet. Oransje piler i figuren under indikerer tidspunkter som er satt fra ca beregningene for puljeadkomst til Leirgrovika. Det er likevel flere toppe i grafen både før og etter disse tidspunktene. Dette kan forklares med at all ferjetrafikken fordeler seg i flere puljer. Fordelingene kan være personavhengig, og forhold som trafikksammensetning, væreforhold m.m. kan ha betydning.



FIGUR 53. FREMSTILLING AV FERJETRAFIKKEN

5.2.5 Tidsbruk mellom krysset i Årø og krysset i Kviltorp

Det er registrert kjøretid mellom Årø og Kviltorp. Videooptak fra bil ble benyttet for å registrere tiden. Tabellen under viser de forskjellige registreringene.

REGISTRERING AV TIDSBruk FRA ÅRØ KRYSETTIL KVILTORP KRYSETT					
A	fra A til B	B	fra B til E	E	Total tidsbruk mellom punkt A-E
06:37:01	1 min 0 sek	06:38:01	0 min 37 sek	06:38:38	1 min 37 sek
06:41:38	0 min 54 sek	06:42:32	0 min 38 sek	06:43:10	1 min 32 sek
07:34:46	2 min 38 sek	07:37:24	1 min 55 sek	07:39:19	4 min 33 sek
07:43:35	6 min 57 sek	07:50:32	2 min 21 sek	07:52:53	9 min 18 sek


TABELL 6. REGISTRERING AV TIDSBruk FRA ÅRØKRYSETTIL KVILTORPKRYSETT

Normalt er reisetiden på strekningen A-E 1min og 32sek, men reisetiden øker når morgenerushet starter. Da øker reisetiden til 9min og 18 sek. Kjøretøyene på strekningen blir altså forsinket 8min 14sek.

5.2.6 Analyset av innsamlet trafikkdata

Trafikkfordelingen er veldig lik på alle registreringstidspunktene. Det ble observert at problemene med trafikkavvikling oppstår kun om morgenen mens på ettermiddagen flyter trafikken uten vesentlige avviklingsproblemer. Det er ut fra overnevnte besluttet at tre registreringer om morgenen og to registreringer på ettermiddagen er tilstrekkelig for å kunne oppnå tilfredsstillende kvalitet på dataene. Data fra morgentrafikken skal benyttes videre til modellering av trafikken i SIDRA og AIMSUN.

Ved hjelp av Novapoint GO, ble trafikkøene som dannet seg under morgenrushet registrert med bilder og geo-referert. Slik kan man se hvor lang køene ble og hvilke konsekvenser dette medførte.

Bilde	Tekst	Skrevet av
		Andrius Stonys 16.01.2018 07:56
Lokasjon, Breddegrad 62.74846141, Lengdegrad 7.2632159		



TABELL 7. LENGSTE REGISTRERTE KØ, >1 KM, 16-01-2018 (RAPPORT FRA NOVAPOINT GO)

Under morgenrushet, rundt kl 08:00, var kapasiteten i krysset i Leirgrovika og på Årø sprengt. Figur 54 viser med rødt, hvor lang kødannelsen var.



FIGUR 54. KØLENGDE FRA RUNDKJØRING I LEIRGROVVIKA

6 PROSJEKTERING TURBORUNDKJØRING

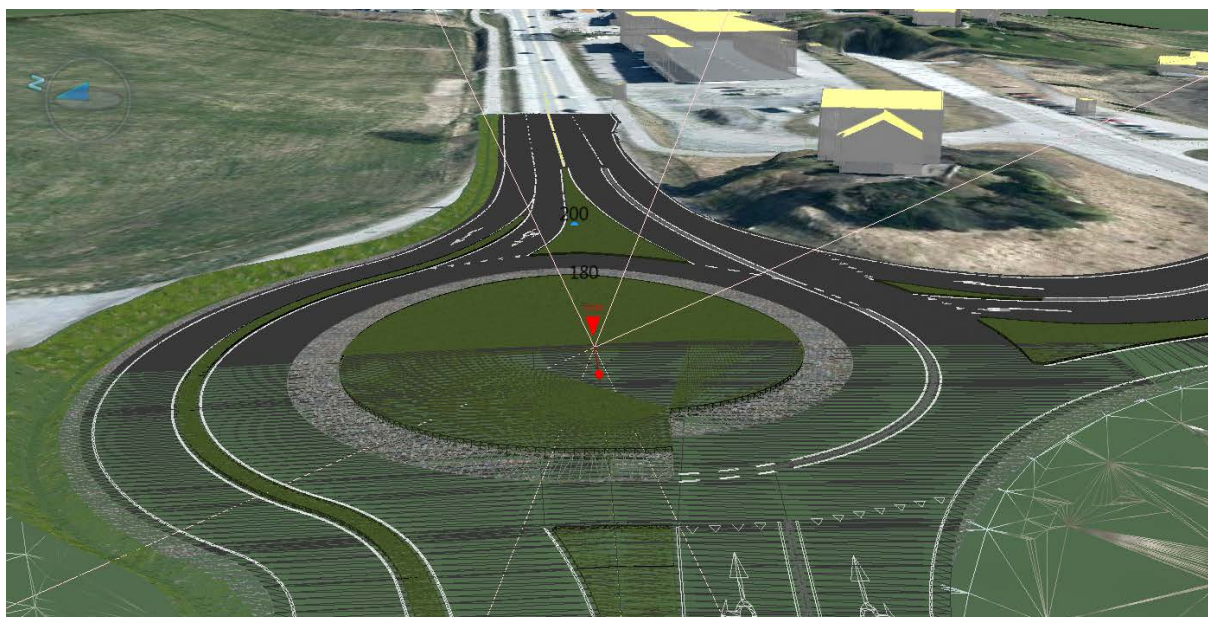
6.1 Innledning

Observasjonene som ble utført med videopptak viser at køen i morgenrushet strekker seg over en lengde på ca 1 km. Det konkluderes ut fra dette at dagens rundkjøring ikke har stor nok kapasitet til å avvikle trafikkmengden. Turborundkjøringen skal prosjekteres slik at dataene fra geometrisk utforming kan brukes videre i beregningsprogram Sidra Intersection og Aimsun Next.

Det har i senere tid blitt større fokus på fremkommelighet for større og lengre kjøretøy på det norske vegnettet. Prosjektert turborundkjøring skal derfor testes for kjøring med modulvogntog.

6.2 Vegens geometri

Dagens sirkulasjonsareal er ca 7m. Rundkjøringen er bygd med ett kjørefelt, men på grunn av bredden blir den i praksis benyttet som to felts. Prosjektert turborundkjøring har to felt i sirkulasjonsarealet. Feltene er 5,0m brede, og er adskilt med granittkantstein på sørsiden og en 1,0m bred rabatt på nordsiden. Overkjørbart areal en bredde på 3,0m. Rundkjøringens ytterkant har en radius på ca 28,5m.

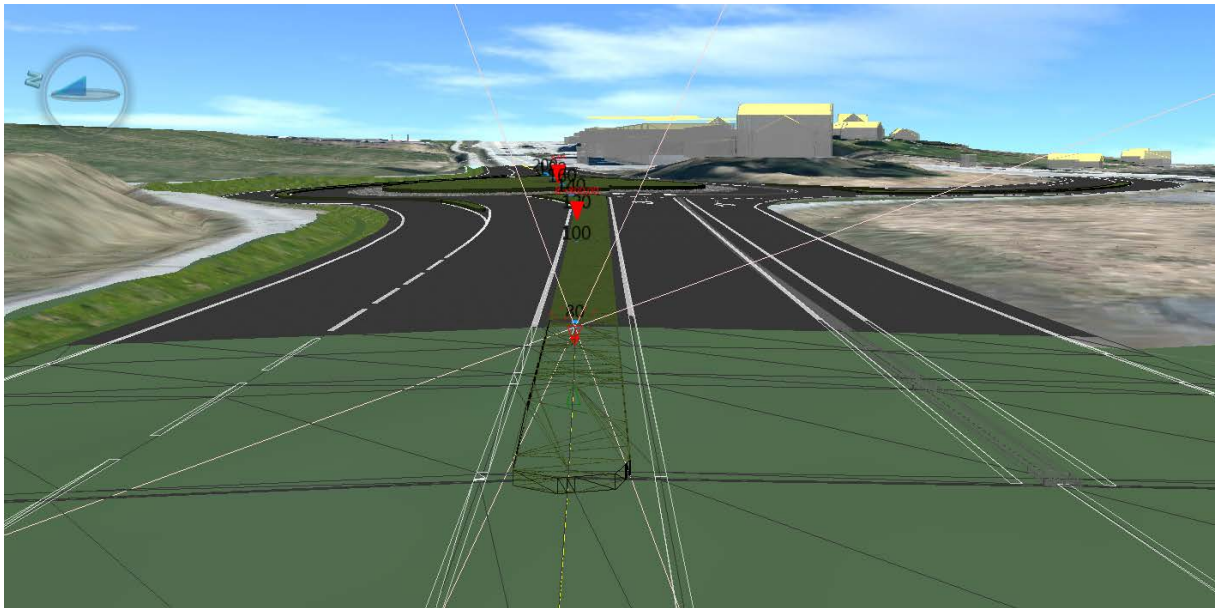


FIGUR 55. TURBORUNDKJØRING. FELT 1 – 5,0M; RABATT – 1,0M; FELT 2 – 5,0M; OVERKJØRBART AREAL – 3,0M;



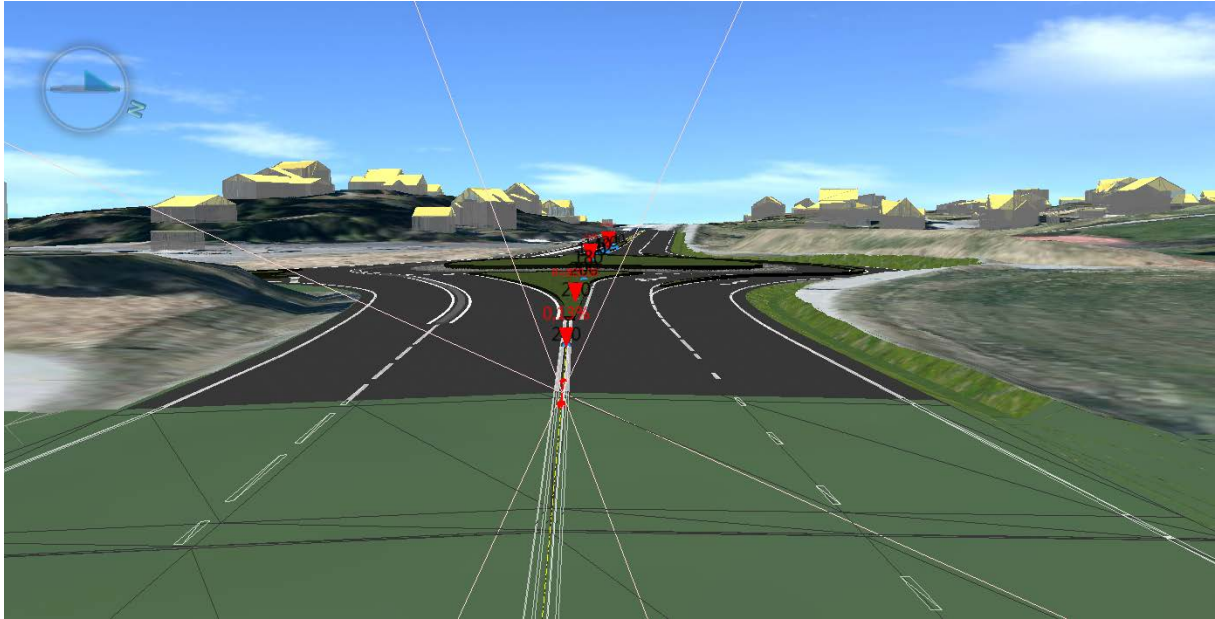
FIGUR 56. TURBORUNDKJØRING. YTRE RADIUS ER CA $R=28,5\text{M}$

Tverrprofilet til tilførselsvegen fra Molde mot Årø er ca 18,0m. Dette omfatter kjørebane på 8,0m (inkl. to kjørefelt og skulder), rabatt på 1,2m og kjørebane på 8,6m (inkl. to kjørefelt, skulder og kantstein).



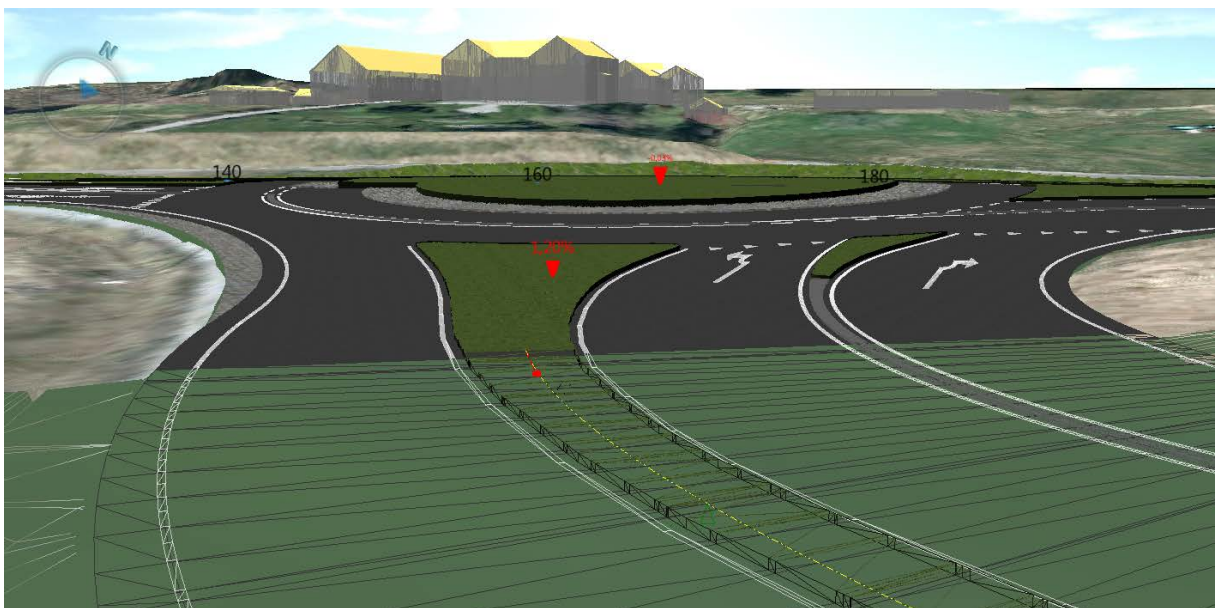
FIGUR 57. TILFØRSELSVEG. RETNING FRA MØLDE SENTRUM

Tverrprofilet til tilførselsvegen fra Årø mot Molde er ca 16,5m. Dette omfatter fire-felts veg.



FIGUR 58. TILFØRSELSVEG. RETNING FRA ÅRØ

Tilførselsvegen fra Fannefjordtunnelen har samme vegprofil som eksisterende veg, men det er lagt til et ekstra felt i tilfarten for trafikken i retning Årø.



FIGUR 59. TILFØRSELSVEG FRA FANNEFJORDTUNNEL

6.3 Modulvogntog

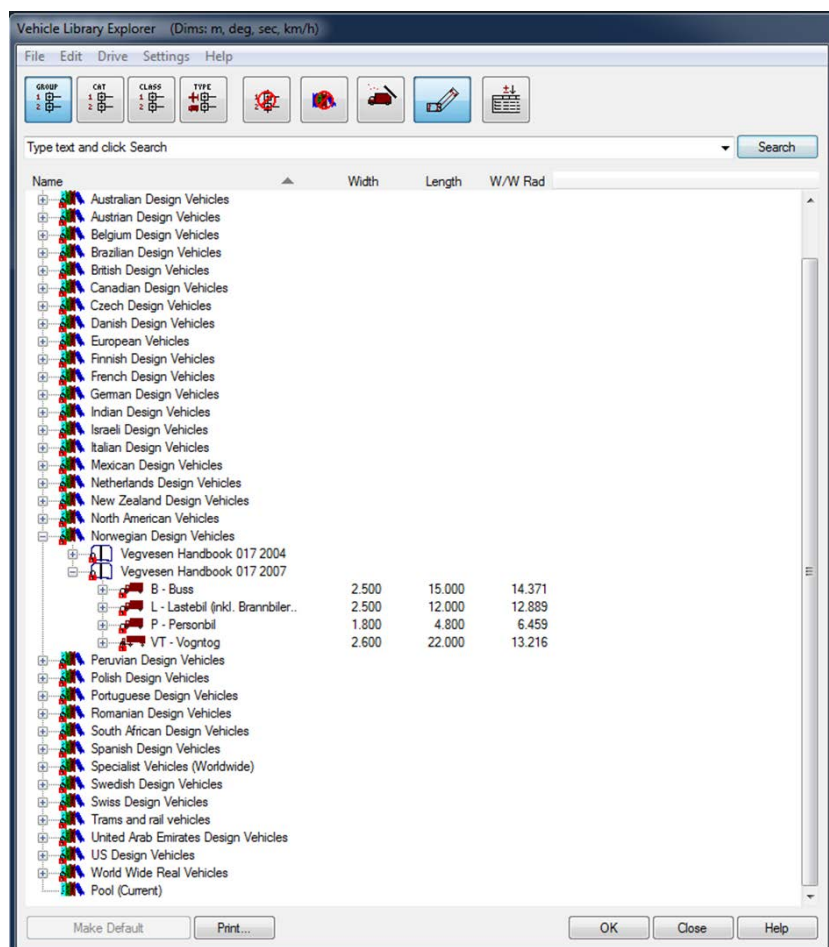
«Et modulvogntog er et vogntog som er satt sammen av kjøretøy som hver for seg oppfyller kravene i direktiv 96/53/EF. Et modulvogntog kan være inntil 25,25 meter langt og veie inntil 60 tonn, og må oppfylle nærmere krav i forskrift om bruk av kjøretøy § 5-2 bokstav b og § 5-5 og kjøretøyforskriften.»

(Kilde: <https://www.vegvesen.no/kjoretøy/yrkestransport/veglister-og-dispensasjoner/modulvogntog>)

Pr dags dato finnes det ingen godkjente strekninger for modulvogntog i Møre og Romsdal fylke, men alle nye vegprosjekt på riksveg skal planlegges for modulvogntog, og primær fylkesvegene skal vurderes.

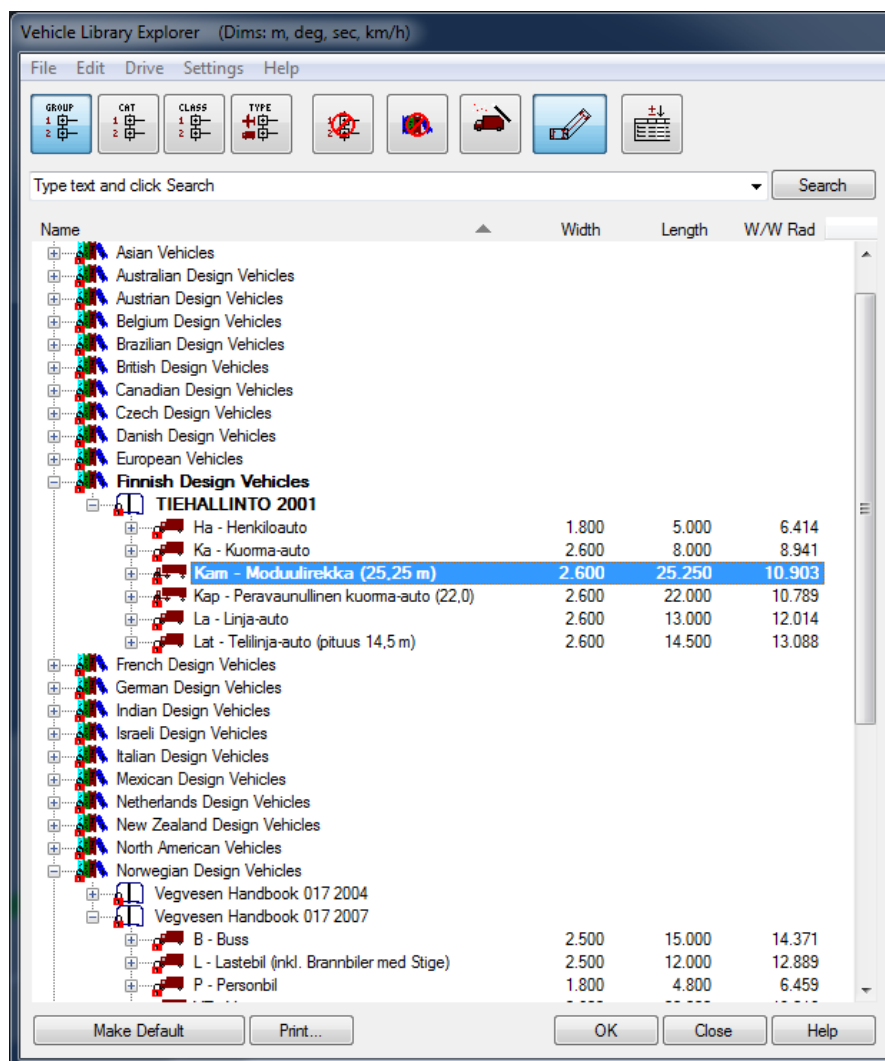
6.3.1 Sporing for lange kjøretøy

Autodesk Vehicle Tracking 2018 ble benyttet til å kjøre sporing for modulvogntog. Programmets bibliotek består av dimensjonerende kjøretøytyper fra forskjellige land i verden. Når det gjelder Norge, har programmet dimensjonerende kjøretøytyper fra tidligere SVV HB 017 fra 2004 og 2007. Norske kjøretøytyper fra 2007 og til 2018 er ikke endret.

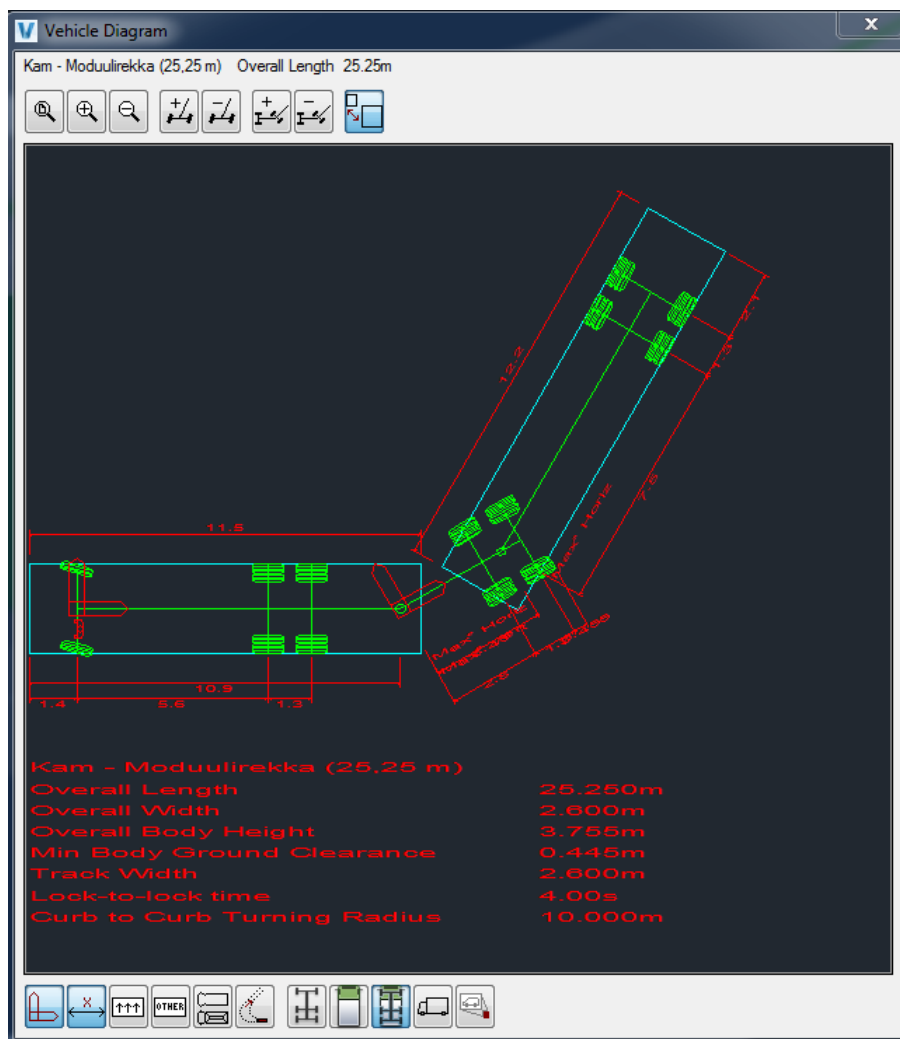


FIGUR 60. SPORINGSBIBLIOTEK FOR FORSKJELLIGE KJØRETØY FRA HELE VERDEN

Modulvogntog finnes ikke i gjeldende norske normaler. Det ble derfor benyttet finske sporingskurver for modulvogntog (moduulirekka). Figur 61 viser parameterne til modulvogntog som er tillatt i Norge.



FIGUR 61 . FINNKE SPORINGSKURVER FOR MODULVOGNTOG



FIGUR 62. PARAMETERNE FOR FINSK MODULVOGNTOG (MODUULIREKKA)

Etter at sporingsanalysen var kjørt for alle svingebevegelser, var det bevist at overkjørbart areal på 3,0 meter er tilstrekkelig for modulvogntogets bakerste aksler. For å forenkle analysen, ble kjøretøyenes sporingskurver modellert i 3d, og video med bevegelser ble laget. Videoen er lagt på «youtube.com». Der kan video spilles flere ganger og er tilgjengelig for alle.

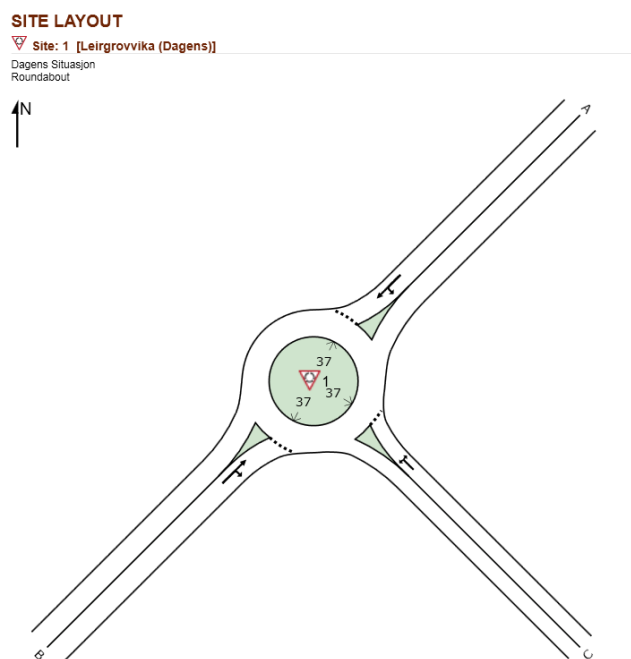
(Linken til video med spring for modulvogntog <https://youtu.be/XN2zZAK33sM>)

7 RESULTATER FRA «SIDRA INTERSECTION»

Sidra Intersection ble benyttet for å modellere krysstyper og analysere resultat fra trafikkberegningene. Først ble dagens rundkjøring modellert, deretter turborundkjøringen. Det viste seg at dagens rundkjøring isolert sett fungerer helt perfekt og at tiltak for forbedring av trafikkavvikling ikke er nødvendig. For å se krysset i sammenheng med andre, ble lyskrysset (Kviltorpkrysset) litt lenger vest for Leirgrovika modellert. I programvaren kan de ulike kryssløsningene knyttes sammen ved hjelp av Sidra Network.

7.1 Inndata for dagens rundkjøring

7.1.1 Geometrisk utforming



FIGUR 63. GEOMETRISK UTFORMING AV DAGENS RUNDKJØRING I SIDRA INTERSECTION

Radiusen til midtøya er 37m, og kjørefeltene på armene A og B er 4,5m brede og armen C er 3,3m bred. Målingene er tatt fra kartgrunnlaget som ble benyttet til prosjektering av turborundkjøringen. Stigning/fall er satt til 0, fordi at dagens løsning har veldig slake stigninger/fall til/fra krysset.

7.1.2 Trafikkmengde

På grunn av at den største trafikkmengden kommer rundt 07:30–08:30, ble trafikkdataene fra dette tidspunktet valgt.

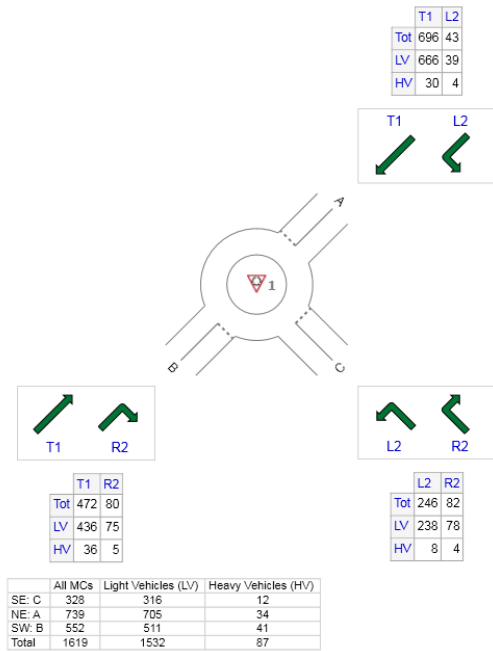
INPUT VOLUMES

Vehicles and pedestrians per 60 minutes

Site: 1 [Leirgrovvika (Dagens)]

Dagens Situasjon
Roundabout

Volume Display Method: Separate



FIGUR 64. TRAFIKKDATA FOR DAGENS RUNDKJØRING

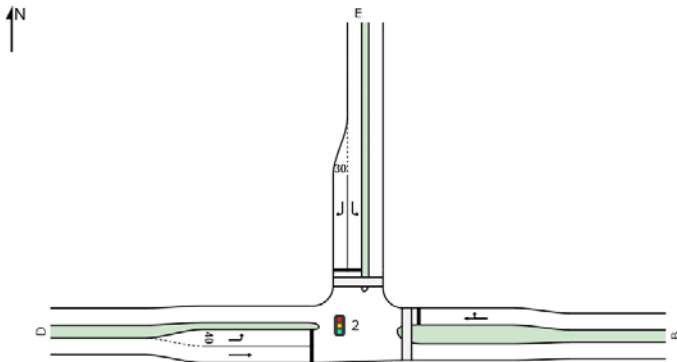
7.2 Inndata for lyskrysset på Kviltorp

7.2.1 Geometrisk utforming

SITE LAYOUT

Site: 2 [Kviltorp]

Lyskrysset ved Kviltorp
Signals - Fixed Time Isolated



FIGUR 65. UTFORMING AV LYSKRYSET PÅ KVILTORP I SIDRA INTERSECTION

Kjørefeltene i armene B og D er 3,5m brede, og kjørefeltet i armen E er 3,0m. Breddene er målt fra kartgrunnet som ble benyttet til prosjektering av turbrundkjøringen.

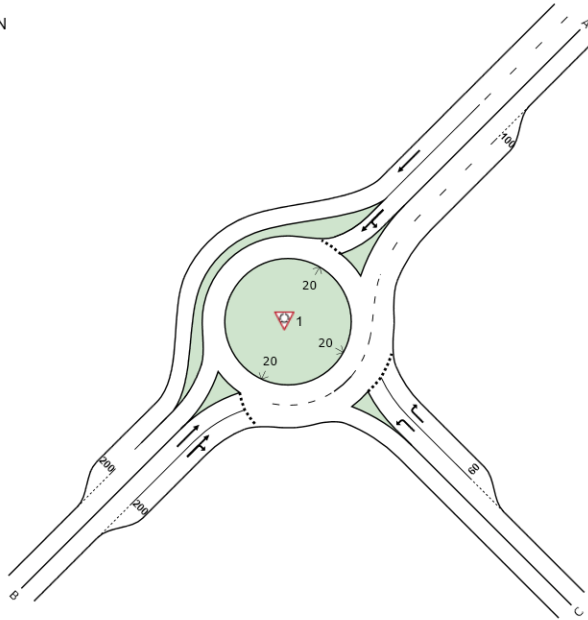
7.3 Inndata for turborundkjøring

7.3.1 Geometrisk utforming

SITE LAYOUT

Site: 1 [Turbo-rundkjøring]

Turbo-rundkjørings prinsipp
Roundabout



FIGUR 67. UTFORMING AV TURBORUNDKJØRING I SIDRA INTERSECTION

Radiusen til midtøya er 20m, kjørefeltene i alle armene er 4,0m brede (kjørefelt inkl. skulder). Dagens fall/stigning til/fra krysset er tilnærmet 0%.

7.3.2 Trafikkmengde

På grunn av at den største trafikkmengden kommer rundt 07:30–08:30, ble trafikkdataene fra dette tidspunktet valgt.

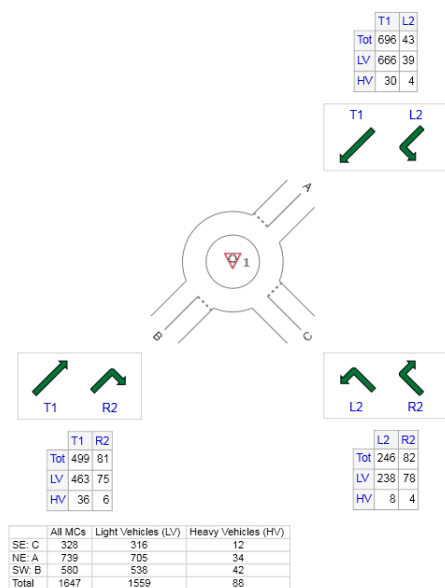
INPUT VOLUMES

Vehicles and pedestrians per 60 minutes

Site: 1 [Turbo-rundkjøring]

Turbo-rundkjørings prinsipp
Roundabout

Volume Display Method: Separate



FIGUR 68. TRAFIKKDATA FOR TURBORUNDKJØRING

7.3.3 Resultat

Resultat fra turbo-rundkjøring som et element på vegnettet, gir kun positive resultater for trafikkavvikling, kødannelse og Level of Service. Turbo-rundkjøringen ble sett i sammenheng med lyskrysset på Kviltorp for å undersøke endringer i resultatet.

7.4 Analyse av resultat

Det første steget i denne oppgaven var å vurdere trafikkavvikling i eksisterende rundkjøring. Tilførselsveg A var mest interessant i undersøkelsen, da denne vegen oppleves som dårligst i forhold til trafikkavvikling. «Environmental factor» var endret til 1,3 (standard verdi i programmet er 1,1) i Sidra Intersection. Slik kan dagens situasjon gjenspeiles bedre. Likevel har resultatet vist at krysset har stor nok kapasitet for å håndtere gitt trafikkmengde. Tilførselsvegen A hadde 109,9m kølengde (ca 15 kjøretøy). Dette er akseptabelt og krysset som helhet ga Level of Service nivå B.

Egne observasjoner av krysset viser imidlertid at rundkjøringen i praksis ikke har stor nok kapasitet. Som vist tidligere i Figur 54 er kølengden opp mot 1,2km i rushtiden. I og med at det ikke var samsvar mellom Sidraberegningen og egne observasjoner, var det interessant å undersøke om en turbo-rundkjøring ville føre til bedre trafikkavvikling. Turbo-rundkjøringen ble prosjektert med 2 kjørefelt i tilfartene noe som automatisk øker kapasiteten i krysset. Resultatet viser at kødannelsen reduseres til 11,5m (ca 1,5 kjøretøy).

På grunn av at det er lite samsvar mellom beregningene i Sidra og egne observasjoner, er det grunn til å undersøke dette nærmere. Lyskrysset på Kviltorp ble modellert og faseplanen ble lagt til grunn. Omløpstid i faseplan ble satt til ca.50sek. Lyskrysset på Kviltorp ble knyttet

sammen med dagens rundkjøring i Leirgrovika, og med prosjektert turborundkjøring, i to separate beregninger.

Resultatene for eksisterende rundkjøring viser at lyskrysset ga 1/3 nedgang i kapasitet for tilførselsveg A. Dette skyldes tilbakeblokkering fra lyskrysset som dannet en kø med lengde på over 900m (ca. 126 kjøretøy) i tilførselsveg A. Dette resultatet gjenspeiler dagens situasjon mer korrekt enn første forsøk kun med rundkjøringen.

Beregningen av turborundkjøring og lyskrysset viser at kapasiteten øker med ca 2000 kjøretøy i tilfart A, ca.1200 kjøretøy i tilfart B og ca.600 kjøretøy i tilfart C. Kødannelse fra lyskrysset strektes seg bare 300m og man fikk derfor ikke tilbakeblokkering i turborundkjøringen. På grunn av vesentlig reduksjon i kødannelse i lyskrysset i denne beregningen bør verdiene i programmet undersøkes nærmere.

Detaljerte resultater fra alle beregningene er vist i Tabell 8.

Resultat fra SIDRA INTERSECTION								
		Lane	Capacity veh/h	Average Delay sec	Level of Service	95% Back of Queue, veh	Distance m	
SITE	Dagens rundkjøring	A	1	967	12,7	LOS B	15,0	109,9
		B	1	1334	3,3	LOS A	4,0	29,9
		C	1	658	19,0	LOS B	4,9	35,4
	Turborundkjøring	A	1	1089	6,1	LOS A	1,6	11,5
			2	1966	3,9	LOS A	0,0	0,0
		B	1	1450	4,4	LOS A	1,9	13,9
			2	1171	4,5	LOS A	1,0	7,8
		C	1	919	11,0	LOS B	1,3	9,2
			2	595	7,7	LOS A	0,6	4,1
		NETWORK	Dagens rundkjøring + Lyskryss	A	1	649	252,9	LOS F
B	1			1371	3,2	LOS A	3,5	25,9
C	1			522	24,0	LOS C	6,7	48,7
Turborundkjøring + Lyskryss	A		1	618	6,4	LOS A	1,0	7,3
			2	1966	3,9	LOS A	0,0	0,0
	B		1	1450	4,4	LOS A	1,6	12,0
			2	1171	4,5	LOS A	0,9	6,5
	C		1	483	11,7	LOS B	1,6	11,3
			2	647	7,4	LOS A	0,6	4,3

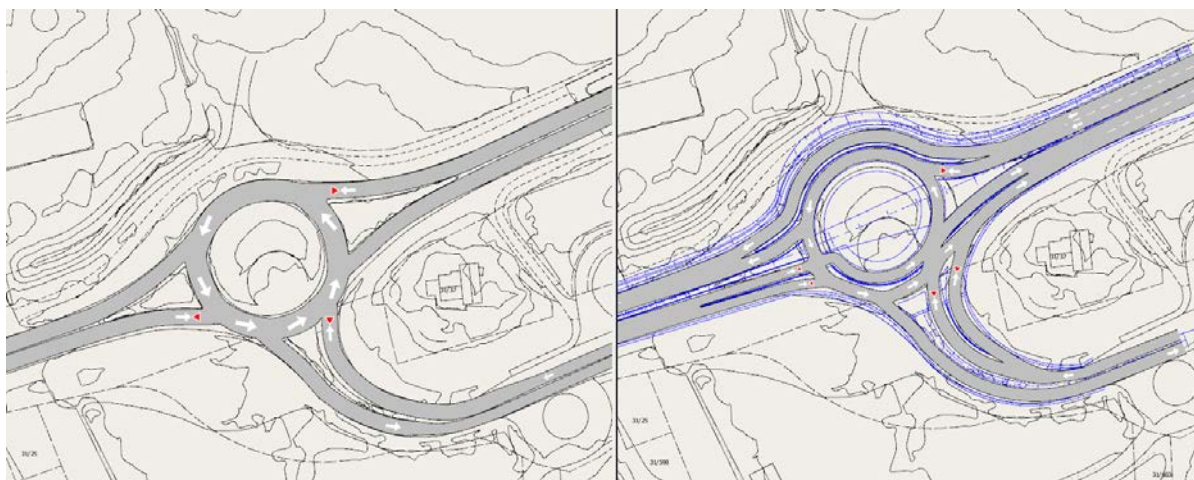
TABELL 8. RESULTATER FRA SIDRA INTERSECTION

8 RESULTATER FRA «AIMSUN NEXT»

Aimsun ble benyttet for å modellere dagens rundkjøring i Leirgrovvika og prosjektert turborundkjøring. På samme måte som i Sidra, ble dagens rundkjøring modellert først, og deretter sammenlignet med modellert turborundkjøring. Sidra beregningene viser at lyskrysset som et element i trafikken gir stort utslag for avvikling. Lyskrysset på Kviltorp ble derfor modellert i Aimsun, og det ble gjort forsøk med endringer i faseplanen.

8.1 Inndata for dagens rundkjøring og turborundkjøring

Eksisterende rundkjøring og turborundkjøringen ble modellert i Aimsun ved hjelp av eksisterende kartgrunnet og geometritegninger for turborundkjøringen.



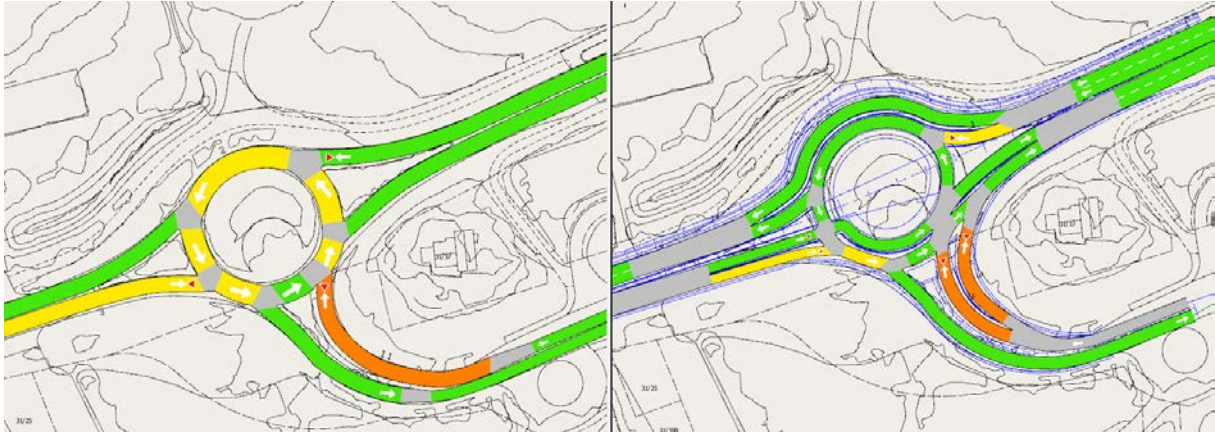
FIGUR 69. EKSISTERENDE RUNDKJØRING (TIL VENSTRE) OG TURBORUNDKJØRING (TIL HØYRE)

Det ble utarbeidet en matrise med en inndeling på 15 minutters intervaller, der trafikk tall for hvert enkelt intervall er lagt inn. Trafikkmengden mellom 07:30 og 08:30 fra registreringen 26. oktober 2017, ble benyttet. Ved å dele trafikkmengde i 15 minutters intervaller, ble det større variasjon i trafikkberegningene. Resultater gjenspeilet dagens situasjon bedre.

	1035: B	1038: A	1041: C	Total
1035: B		98	17	115
1038: A	198		9	207
1041: C	88	25		113
Total	286	123	26	435

FIGUR 70. EKSEMPEL PÅ BENYTTET MATRISE

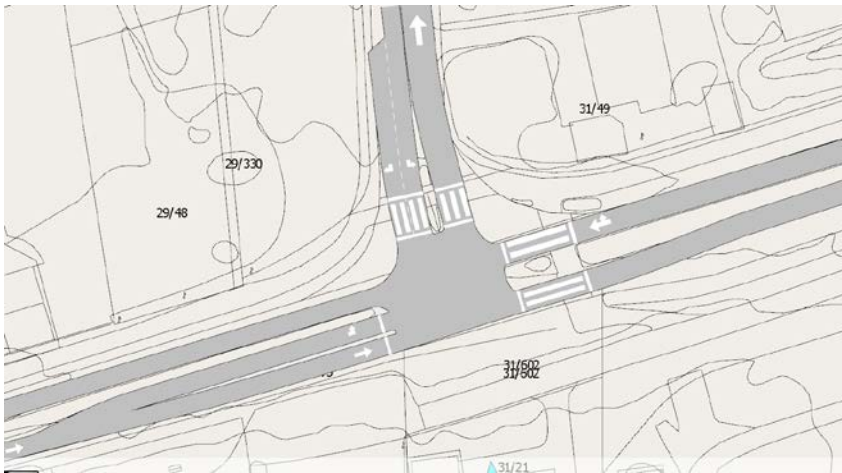
Resultatene viste at begge kryssløsningene har god nok kapasitet til å avvikle trafikkmengden i tidsrommet 07:30–08:30. Turborundkjøringen slår litt bedre ut med kortere forsinkelser, men resultatene i eksisterende rundkjøringen er også akseptable. Ut fra dette er det ikke nødvendig med tiltak for å utbedre eksisterende rundkjøring.



FIGUR 71. RESULTATER SOM VISER FORSINKELSER I EKSISTERENDE RUNDKJØRING (VENSTRE) OG TURBORUNDKJØRINGEN

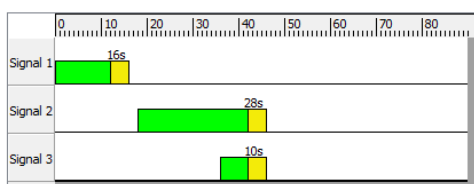
8.2 Inndata for lyskrysset

Som er nevnt tidligere, er lyskrysset på Kviltorp et viktig element for trafikkavviklingen. Lyskrysset ble modellert i Aimsun og eksisterende faseplan ble benyttet. I Aimsun er det komplisert å definere varierende bredder på kjørefeltene på strekningen. Vanligvis bruker programmet konstant bredde på hele strekningen, og breddeutvidelsen i krysset ble derfor ikke nøyaktig tilpasset til eksisterende geometri. Det er forutsatt at den viktigste faktoren for trafikkberegningen er tilbakeblokkering fra lyskrysset, og bredde tilpassing i krysset hadde derfor ingen innvirkning i beregningene.



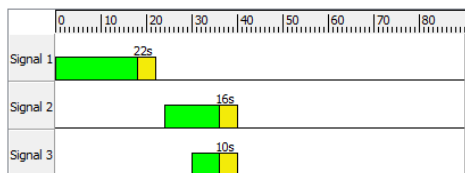
FIGUR 72. LYSKRYSS PÅ KVILTORP

Faseplanen var tilpasset eksisterende faseplan som vist i Figur 66. Omløpstiden er 45sek.



FIGUR 73. FASEPLAN FOR EKSISTERENDE LYSKRYSS

Tidligere resultat fra Sidra beregningene viser at lyskrysset har en stor innvirkning på trafikkavviklingen. Det ble derfor gjort en beregning der faseplanen er endret. Endringene ble gjort for fase 1 og fase 2, ved å forlenge grøntiden til fase 1 og å forkorte grøntiden til fase 2. Videre ble omløpstiden endret til 40sek.



FIGUR 74. ENDRET FASEPLAN TIL EKSISTERENDE LYSKRYSS

8.3 Inndata for kryssløsningsnettverk

Tidligere i denne oppgaven er det nevnt at kryssløsningene bør knyttes sammen til et kryssnettverk for å kunne undersøke trafikkavviklingen på strekningen med flere kryss. Først ble det utført beregninger for begge rundkjøringsalternativene sammen med lyskrysset. Eksisterende faseplan i lyskrysset ble benyttet. I begge rundkjøringsalternativene hadde trafikken store forsinkelser og lange køer, og det er ikke stor forskjell mellom dem. Tilbakeblokkering fra lyskrysset gjør at det er lik trafikkmengde som klarer å passere rundkjøringene. Se Figur 73 for faseplan.



FIGUR 75. RESULTAT FOR TRAFIKKFLYT I EKSISTERENDE RUNDKJØRING (VENSTRE) OG TURBORUNDKJØRINGEN

Det ble også utført en beregning med endring i faseplan. Ved endring av eksisterende faseplan får begge rundkjøringene en bedre trafikkflyt og kapasitet. Se Figur 74 for endret faseplan.



FIGUR 76. RESULTAT FOR TRAFIKKFLYT VED ENDRING I FASEPLAN. EKSISTERENDE RUNDKJØRING (VENSTRE) OG TURBORUNDKJØRINGEN.

8.4 Analyse av resultater fra Aimsun

Analyse av resultatene viser at turborundkjøringen som enkeltelement er en bedre kryssløsning da den halverer forsinkelsen i forhold til eksisterende rundkjøring.

Beregningene av nettverket, rundkjøringer og lyskryss med dagens faseplan, viser at turborundkjøringen har lengre forsinkelser enn eksisterende rundkjøring. Simuleringen fra denne undersøkelsen viser at to felt med fletting, fører til kødannelse i begge feltene selv om flettingen skjer med «glidelås-metoden».

Ved å gjennomføre et enkelt tiltak som å endre eksisterende faseplan til lyskrysset på Kviltorp, får man et akseptabelt resultat for begge rundkjøringstypene. Dagens forsinkelser kan reduseres nesten 10 ganger. I denne beregningen har turborundkjøringen kortere forsinkelser enn dagens rundkjøring.

Tabellen under viser samlet resultat fra alle beregningene.

	Enkelt element		Med lyskryss, dagens faseplan		Med lyskryss, endret faseplan	
	Dagens rundkjøring	Turbo rundkjøring	Dagens rundkjøring	Turbo rundkjøring	Dagens rundkjøring	Turbo rundkjøring
Forsinkelse sek/km	11,86	5,31	341,40	379,49	32,79	25,74
Densitet kjt/km	12,90	7,90	54,51	50,54	15,51	12,31
Trafikkflyt kjt/t	1653	1617	1168	1109	1589	1597

TABELL 9. RESULTATER FRA AIMSUN

9 EVALUERING TURBORUNDKJØRING

9.1 Trafikkavvikling

Beregningene fra Sidra og Aimsun viser at turborundkjøringen har bedre trafikkavviklingsmuligheter. Egenskaper som gjør at turborundkjøringen fungerer bedre i forhold til beregningene er kapasitet, avvikling, forsinkelser m.m. Disse programmene viser at turborundkjøringen som enkeltelement fungerer bedre enn vanlig rundkjøring.

Når det gjelder eksisterende situasjon i Leirgrowika, er resultatene positive i alle beregningene unntatt den ene. Beregning av turborundkjøringen i nettverk med lyskryss, viser større forsinkelser og mindre kapasitet enn eksisterende rundkjøring. Som er nevnt i kapittel 8.4 er det nødvendig å kvalitetssikre inndataene, eventuelt tolke resultatet annerledes.

Turborundkjøringen ble prosjektert med to kjørefelt i utfarten og flettet sammen til ett felt videre vestover. En vesentlig bedre avviklingsmessig løsning kunne vært å benytte to-felts veg helt til Kviltorpkrysset. Dette ville gitt begge kryssene bedre kapasitet og trafiksikkerhet, da det ikke er like stor behov for feltskifte.

På grunn av at kjøremønsteret gjennom turborundkjøringen kan være ukjent for mange trafikanter, kan dette medføre at ikke alle benytter filterfeltet. Det kan medføre at turborundkjøringens kapasitet ikke utnyttes fullt ut. Trafikantene vil etterhvert erfare at filterfeltet gir en tidsmessig gevinst og overtid vil turborundkjøringens kapasitet utnyttes mer optimalt.

9.2 Trafiksikkerhet

Eksisterende kryssløsning er ikke utsatt for mange ulykker, og trafiksikkerheten i området er svært god. Det er blant annet etablert en gang- og sykkelveg langs E39, ingen fotgjengerkryssing, godt belyst og strekningen er generelt oversiktlig. I løpet av de siste 4 årene er det registrert kun en trafikkulykke med lettere skade (NVDB).

Den geometriske utformingen av turborundkjøringen vil føre til lavere hastighet gjennom krysset og mer oversiktlige sidebevegelser. Elementer som fart og observasjon av andre trafikanters bevegelser, er viktige faktorer for trafiksikkerhet. Selv om eksisterende løsning er trafiksikker, vil egenskapene til en turborundkjøring forbedre krysset.



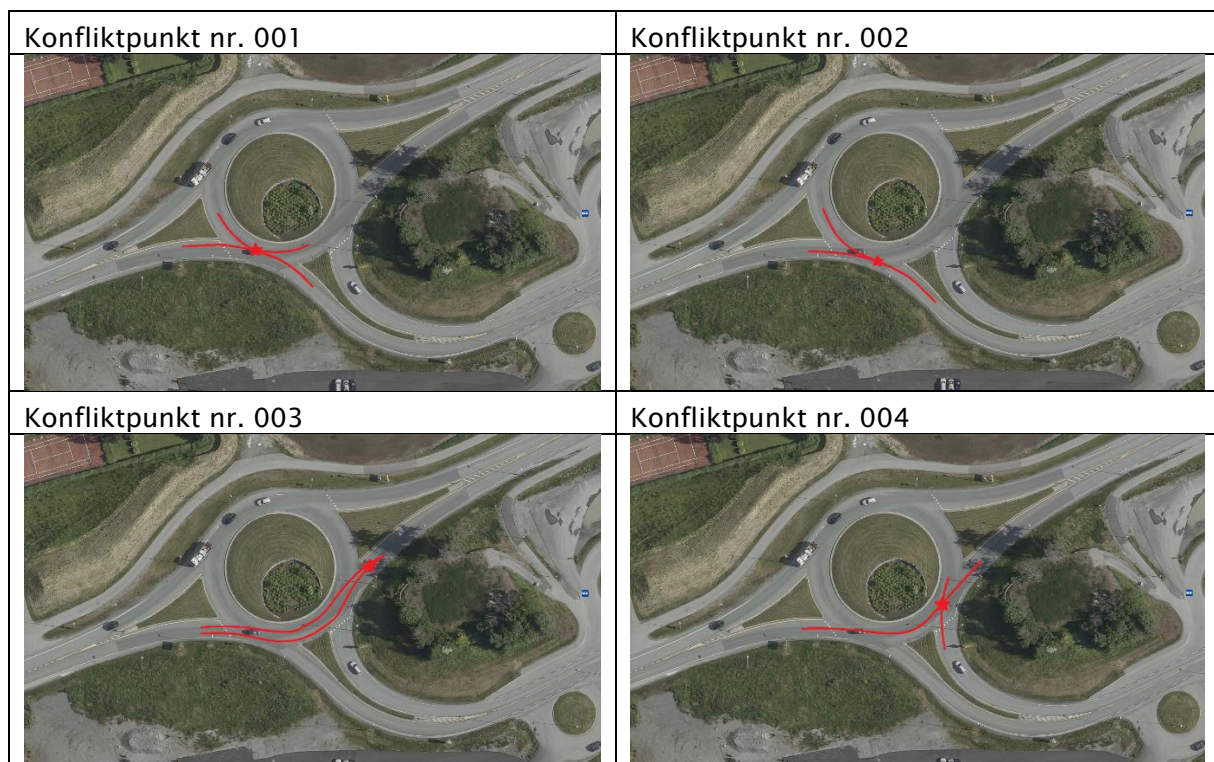
FIGUR 77. LETTERE SKAD. REGISTRERT FRA SISTE 4 ÅR (KILDE: NVDB)





9.3 Ulykkes punkt

Stor bredde på kjørebane og sirkulasjonsareal i eksisterende rundkjøring i Leirgrovika, fører til at vegarealet blir benyttet som to-feltsrundkjøring. Dette fører til flere konfliktpunkt mellom trafikkstrømmene. Prosjektert turborundkjøring vil ha færre konfliktpunkt, da det er fysiske skiller mellom kjørefeltene. Dette fjerner påkjøringsfaren fra siden ved utkjøring.

9.3.1 Ulykkes punkt i dagens rundkjøring i Leirgrovika

Konfliktpunkt for eksisterende rundkjøring i Leirgrovika er analysert og illustrert i tabellen under med bilder.





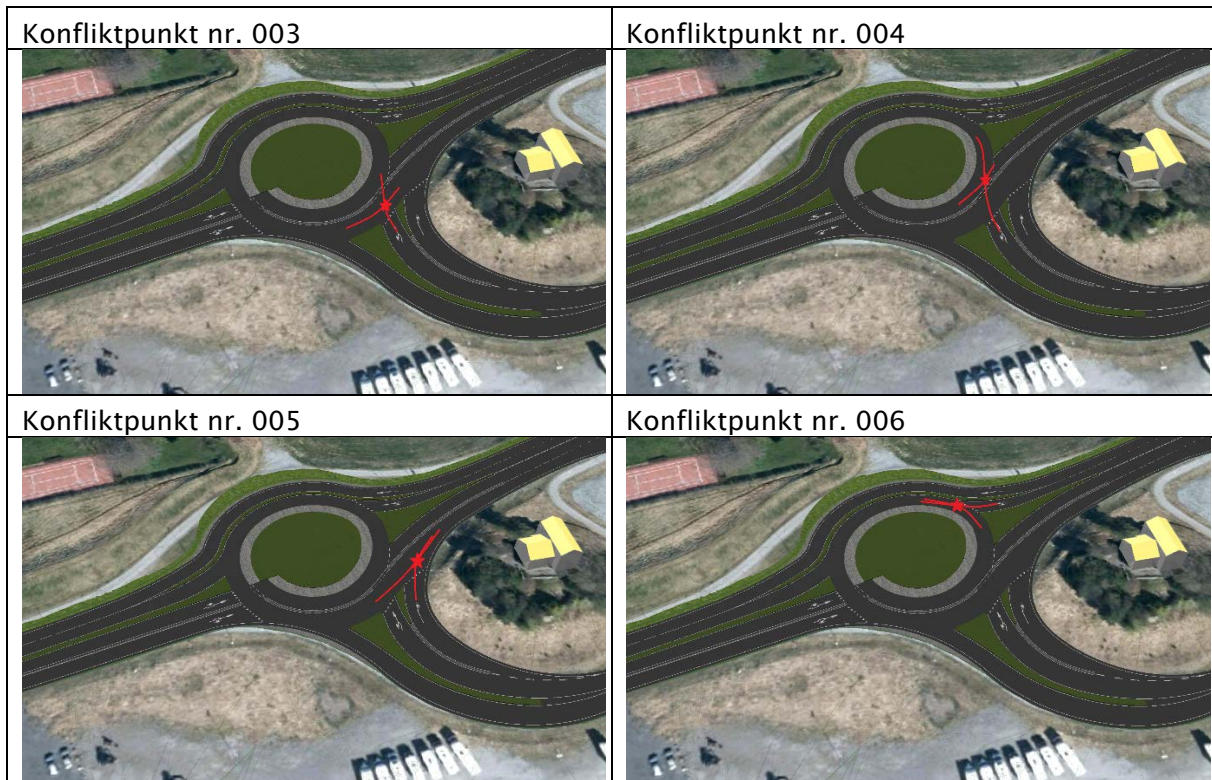
Konfliktpunkt nr. 005	Konfliktpunkt nr. 006
	
Konfliktpunkt nr. 007	Konfliktpunkt nr. 008
	
Konfliktpunkt nr. 009	
	

TABELL 10. KONFLIKTPUNKT I DAGENS RUNDKJØRING I LEIRGROVVIKA

9.3.2 Ulykkes punkt i turborundkjøring i Leirgrovika

Konfliktpunkt for prosjertert turborundkjøring i Leirgrovika er analysert og illustrert i tabellen med bilder.

Konfliktpunkt nr. 001	Konfliktpunkt nr. 002
	



TABELL 11. KONFLIKTPUNKT FOR PROSJEKTERT TURBORUNDKJØRING I LEIRGROVVIKA

9.4 Fremkommelighet for ulike kjøretøy

Som beskrevet i kapitel 6.3.1, er fremkommeligheten for ulike kjøretøy sjekket. Det er utarbeidet en sporingsanalyse som viser arealbehov hvor hvert enkelt kjøretøy. Kjøretøy som buss og vogntog krever mer areal på grunn av lengde og boggi. Vegdirektoratet har i NA-rundskriv 2015/14 gjort en endring i håndbok N100 at veg og kryss skal dimensjoneres for modulvogntog (kilde: https://www.vegvesen.no/_attachment/1049572/binary/1064507). Modulvogntogets ytre svingradius er lik dimensjoneringsklassen vogntog i håndbok N100. Det er kun indre radius som er krappere for modulvogntog.

I prosjektert turborundkjøring i Leirgrovvika er kjørefeltene dimensjonert for personbil, men midtøya er overkjørbar på et areal dimensjoner for lange kjøretøy som buss, vogntog og modulvogntog.

Økning i kjørefeltbredden og reduksjon i overkjørbart areal kan føre til at mindre kjøretøy kjører med høyere hastighet gjennom rundkjøringen, på grunn av mindre avbøying. Dette medfører økt ulykkesrisiko og større konsekvenser ved ulykker.

Det anbefales derfor en kjørebanebredde på 5,0 m (inkl. skulder) og overkjørbart areal på 3,0 m.

9.5 Drift og vedlikehold

Drift og vedlikehold er den siste delen i syklusen for et vegprosjekt, og bør ikke undervurderes i plan- og byggefasen. Den største utfordring for drift er vinterperioden. Vegen bør være bar, og elementer som inngår i krysset bør være synlige og oversiktlige. En turborundkjøring med

fysisk skille mellom kjørefeltene kan være utfordrende å drifte på grunn av at stor snømengde kan «gjemme» elementene.

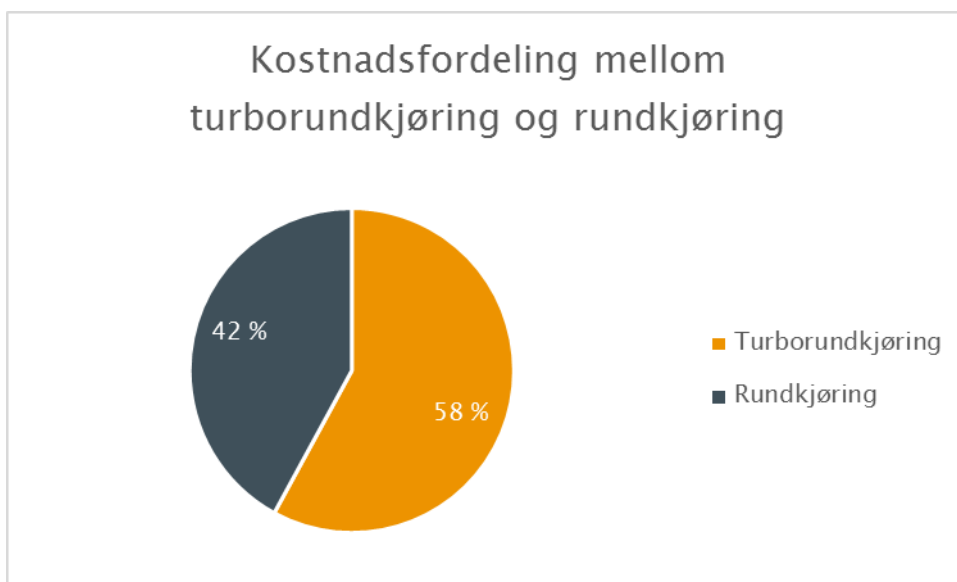
Det finnes flere alternative måter for å forbedre turborundkjøringens drift og vedlikehold. Det enkleste vil være å salte krysset og tilførselsveger. Salting fører imidlertid til andre ulemper, som påvirkning av karosseri til kjøretøy, vegetasjon langs vegglegg m.m. Et alternativ er å sette plast stolper i vegelementene slik at brøytemannskapet kan vite hvor skillene mellom kjørefeltene er. Et ekstra kjøretøy med kost kan sendes rett etter at brøytebilen har kjørt, for å «finpusse» kantstein og overkjørbart areal.

Rumlefelt i stedet for kantstein som skilleelement mellom kjørefeltene kan også vurderes. De er ofte brukt i Litauen i turborundkjøringer der det legges opp til høyere hastighet (se Figur 2 og Figur 7).

9.6 Kostnader

For å sammenligne kostnadsforskjellen mellom turborundkjøringer og vanlig rundkjøring, er det utarbeidet et kostnadsskjema. Elementene som inngår i skjemaet er kun for selve rundkjøringen med tilførselsveger. Graving, sprenging, elektro, drenering, skilt, oppmerking og landskap er ikke tatt med i kostnadsvurderingen, da disse elementene kan variere fra prosjekt til prosjekt.

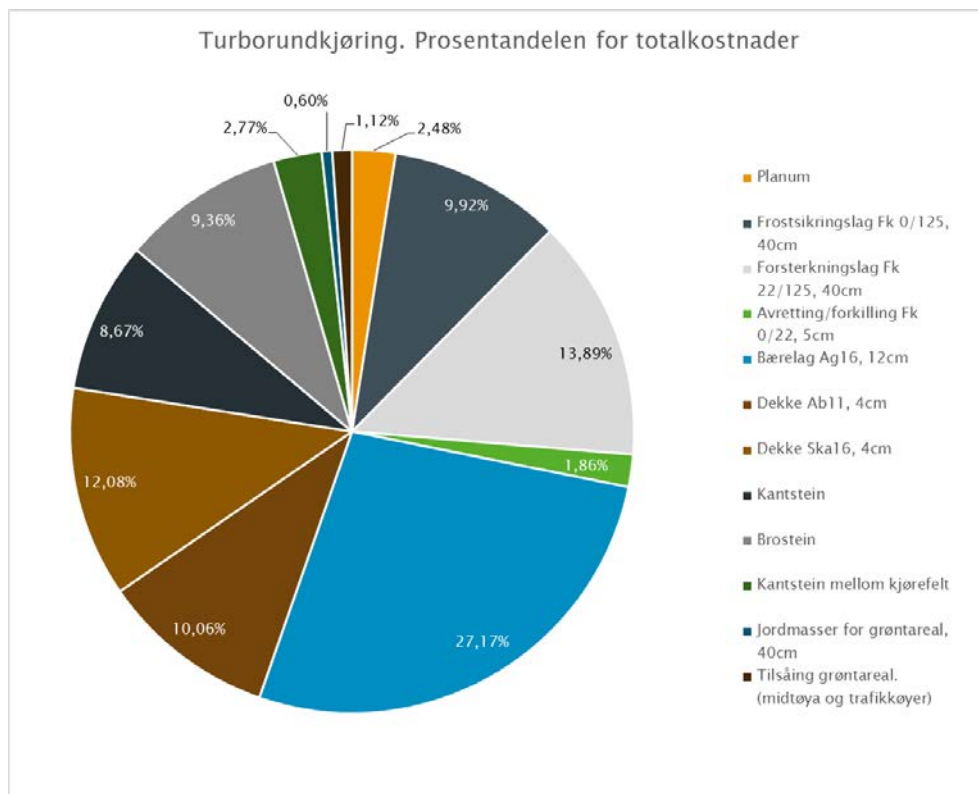
For prising av de forskjellige elementene, er priser fra referanseprosjekt «Rv.70 Flyplasskrysset» i Kristiansund benyttet. Prosjektet er valgt på grunn av geografisk beliggenhet, elementenes detaljeringsgrad og at kostnadsoverslaget er nylig gjennomført.



FIGUR 78. KOSTNADSFORDELING MELLOM TURBORUNDKJØRING OG RUNDKJØRING

«Figur 78» viser at turborundkjøringen har en 8% høyere kostnad enn en vanlig rundkjøring. Grunnen til det er at kjøreareal er større, noe som medfører større mengder til vegens overbygning og dekkelegging. I tillegg vil større bredde på det overkjørbare arealet medføre økte kostnader for legging av brustein, og står for 9% av totalkostnaden for

turborundkjøringen (se Figur 79). Lengre trafikkøyer og ekstra kantstein for å skille mellom kjørefeltene medfører også en økt kostnad og står for 11% av totalkostnaden (se Figur 79).



FIGUR 79. TURBORUNDKJØRING. PROSENTANDELEN FOR TOTALKOSTNADER

10 KONKSLUSJON

Undersøkelsen av turborundkjøring som en kryssløsning viser at de har bedre kapasitet, kortere forsinkelser, bedre trafikkflyt og færre konfliktpunkt enn vanlige rundkjøringer. Ulempene med denne kryssløsningen er knyttet til drift og vedlikehold. Utbyggingskostnaden sammenlignet med vanlig rundkjøring bør ikke vektlegges høyt, da man oppnår vesentlig bedre trafikkavvikling og trafiksikkerhet. Eksisterende rundkjøring i Leirgrovvika har problem med trafikkavvikling noe som analysene av trafikkberegninger også viser. Forsøket med å endre kryssløsningen i Leirgrovvika til turborundkjøringen førte ikke til en ideell løsning, men en forbedret løsning.

Et av elementene som forårsaker redusert kapasitet i Leirgrovvika er lyskrysset på Kviltorp. En enkel løsning for å forbedre dagens situasjon er endring i eksisterende faseplan for lyskrysset. Dette er et tiltak som ikke krever store investeringer. Alternativt bør rundkjøringen i Leirgrovvika bygges om til en turborundkjøring, som er en relativt liten investering med tanke på forbedring av kapasitet og sikkerhet. Leirgrovvika er en optimal plass å teste ut turborundkjøringen, da terrenget er relativt flatt og ombygging krever ikke store inngrep i omkringliggende terreng. De tekniske tegningene i vedtatt reguleringsplan for E39 Kviltorp – Leirgrovvika viser turborundkjøringens geometriskutforming, og reguleringsplanen sikrer derav tilstrekkelig areal til å bygge turborundkjøring.

Det anbefales å bygge rundkjøringen om til en turborundkjøring, samt endring i faseplan til et Kviltorkryss eller bygge det om til en annen kryssløsning.

10.1 Videre arbeid

For videre arbeid anbefales det å se nærmere på selve lyskrysset på Kviltorp. Rundkjøringen i Leirgrovvika bør undersøkes med 4-feltsveg løsning tilsvarende vedtatt reguleringsplan. Trafikkmengden på strekningen med trafikkvekst bør undersøkes på en lik linje som i denne oppgaven. Det bør vurderes et kollektivfelt på strekningen.

11 REFERANSER

- FORTUIJN, L. 2009. Turbo roundabouts: Design principles and safety performance. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 16-24.
- HASKONING, R. 2009. *Roundabouts – Application and Design*.
- LAKD-PSM 2012. ŽIEDINIŲ SANKRYŽŲ PROJEKTAVIMO METODINIAI NURODYMAI. LIETUVOS AUTOMOBILIŲ KELIŲ DIREKCIJA PRIE SUSISIEKIMO MINISTERIJOS.
- MURPHY, T. The Turbo Roundabout: A First in North America. TAC 2015: Getting You There Safely-2015 Conference and Exhibition of the Transportation Association of Canada//ATC: Destination sÅ© curitÅ© routiÅ© re-2015 CongrÅ© s et Exposition de l'Association des transports du Canada, 2015.
- TOLLAZZI, T. 2015. *Alternative Types of Roundabouts*, Springer.
- TOLLAZZI, T., RENCELJ, M. & TURNŠEK, S. 2011. Slovenian experiences with turbo-roundabouts. *Proceedings of the 3rd International book on Roundabouts, TRB; USA*.
- TRAFIKSIKKERHETSREVISJON 2013. E39 Kviltorp – Leirgrovvika.
- V714, H. 2011. Veileder i trafikkdata.
- V720, H. 2014. Trafikksikkerhets-revisjoner og -inspeksjoner.
- YPERMAN, I. & IMMERS, B. Capacity of a Turbo Roundabout Determined by Microsimulation. Proceedings of the 10th world congress on ITS, Madrid, Spain, 2003.

<http://www.kelprojektas.lt/en/content/innovations>

www.geoportal.lt

<http://lakd.lrv.lt/lt/projektai/baigti-projektai/nr-vp2-5-4-sm-01-v-01-005>

www.maps.google.lt

<https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=18r4VWLuWmPOcRy-bz66lwlXxnLE&ll=54.9263836%2C23.8760804999999944&z=15>

<http://www.sidrasolutions.com/Software/INTERSECTION/Introduction>

<https://www.aimsun.com/about-aimsun-2/>

<https://kart.finn.no/>

www.vegkart.no

<https://www.ssb.no/>

<https://www.molde.kommune.no/detaljregulering-for-e39-kviltorp-lergrovvika-plan-nr-1502201127.5511763-293867.html>

<http://www.novapoint.com/products/novapoint/novapoint-go>

<https://www.vegvesen.no/kjoretøy/yrkestransport/veglister-og-dispensasjoner/modulvogntog>

12 VEDLEGG

Vedlegg 1 - Oppgavetekst

Vedlegg 2 - Bovy's kapasitets formelen

Vedlegg 3 - Dataene fra eksisterende trafikkmålepunkt for Tøndergård, Årø og Fannefjordstunnel

Vedlegg 4 - Rapporter fra Novapoint GO for manuelle registreringer

Vedlegg 5 - Regneark for manuelle trafikkregistreringer

Vedlegg 6 - Totaltrafikk, dataene fra manuelle trafikkregistreringer

Vedlegg 7 - Trafikkinndeling i tidspunkt og svingebevegelser, dataene fra manuelle trafikkregistreringer

Vedlegg 8 - Fremstilling av ferjetrafikk

Vedlegg 9 - Forsinkelser på strekningen Årø - Kviltorp

Vedlegg 10 - Sporingfilm for modulvogntog

Vedlegg 11 - Trafikkberegningsfiler fra Sidra Intersection

Vedlegg 12 - Faseplan tegning for lyskryss på Kviltorp

Vedlegg 13 - Trafikkberegningsfiler fra Aimsun Next

Vedlegg 14 - Kostnadsoverslag for eksisterende rundkjøring og turborundkjøring

MASTEROPPGAVE

(BA6904, masteroppgave studieretning veg)

HØST 2017 / VÅR 2018
for
Andrius Stonys

Turborundkjøring som erstatning av dagens rundkjøring i Leirgrovvika

BAKGRUNN

Turborundkjøring er tatt i bruk i flere europeiske land. Kan en turborundkjøring egne seg like godt i Norge som i andre land?

Det aktuelle området for testing av turborundkjøring er lagt til eksisterende trearmet rundkjøring i Leirgrovvika i Molde kommune, Møre og Romsdal fylke. Dette fordi terrengforholdene ligger godt til rette for utforming av et større tiltak da relativt flatt terreng fører til slake stigninger og mindre inngrep i sideareal. Videre er dette en av de mest trafikkerte veistrekningene i Molde der det er behov for økt kapasitet.

OPPGAVE

Målsettingen med oppgaven er å undersøke om en turborundkjøring vil kunne forbedre trafikkavvikling. Det vil si, om kapasiteten kan økes og kødannelse reduseres.

Oppgaven kan deles i 4 deler:

I den første delen skal kandidaten beskrive om historikk og funksjon av turborundkjøringer generelt. Erfaring med turborundkjøring i Litauen, benyttes som referanseland for denne type rundkjøringer og inngår i denne delen.

I den andre delen skal eksisterende situasjon i Leirgrovvika beskrives. Dataene fra eksisterende målepunkt og manuelle registreringer skal samles, bearbeides og presenteres.

I den tredje delen skal kandidaten prosjektere og tilpasse turborundkjøringen i Leirgrovvika, og den prosjektert geometrien skal benyttes for å modellere kryssløsninger i Sidra Intersection og Aimsun Next. I den forbindelsen skal kandidaten analysere trafikkavvikling for både eksisterende og ny situasjon.

I den fjerde og siste delen skal kandidaten evaluere turborundkjøringen som en kryssløsningen og komme med anbefaling om dette rundkjøringsalternativet kan bli benyttet.

GENERELT

Oppgaveteksten er ment som en ramme for kandidatens arbeid. Justeringer vil kunne skje underveis, når en ser hvordan arbeidet går. Eventuelle justeringer må skje i samråd med faglærer ved instituttet.

Vekt på de ulike delene samt struktur på oppgaven kan vurderes av kandidaten i samråd med faglærer og veileder.

Ved bedømmelsen legges det vekt på grundighet i bearbeidningen og selvstendigheten i vurderinger og konklusjoner, samt at framstillingen er velredigert, klar, entydig og ryddig uten å være unøddig voluminøs.

Besvarelsen skal inneholde

- standard rapportforside (automatisk fra DAIM, <http://daim.idi.ntnu.no/>)
- sammendrag på norsk og engelsk (studenter som skriver sin masteroppgave på et ikke-skandinavisk språk og som ikke behersker et skandinavisk språk, trenger ikke å skrive sammendrag av masteroppgaven på norsk)
- hovedteksten
- oppgaveteksten (denne teksten signert av faglærer) legges ved som Vedlegg 1.

Hva skal innleveres?

Rutiner knyttet til innlevering av masteroppgaven er nærmere beskrevet på <http://daim.idi.ntnu.no/>. Trykking av masteroppgaven bestilles via DAIM direkte til Skipnes Trykkeri som leverer den trykte oppgaven til instituttkontoret 2-4 dager senere. Instituttet betaler for trykkingen, og 1 eksemplar blir sendt til studenten. Ekstra eksemplarer må bekostes av kandidaten/ ekstern samarbeidspartner.

Videre skal kandidaten levere innleveringsskjemaet (fra DAIM) Innleveringsskjema sendes til NTNU VIDERE.

Dokumentasjon som med instituttets støtte er samlet inn under arbeidet med oppgaven skal leveres inn sammen med besvarelsen.

Besvarelsen er etter gjeldende reglement NTNUs eiendom. Eventuell benyttelse av materialet kan bare skje etter godkjenning fra NTNU (og ekstern samarbeidspartner der dette er aktuelt). Instituttet har rett til å bruke resultatene av arbeidet til undervisnings- og forskningsformål som om det var utført av en ansatt. Ved bruk ut over dette, som utgivelse og annen økonomisk utnyttelse, må det inngås særskilt avtale mellom NTNU og kandidaten.

Helse, miljø og sikkerhet (HMS):

NTNU legger stor vekt på sikkerheten til den enkelte arbeidstaker og student. Den enkeltes sikkerhet skal komme i første rekke og ingen skal ta unødige sjanser for å få gjennomført arbeidet. Studenten skal derfor ved uttak av masteroppgaven få utdelt brosjyren "Helse, miljø og sikkerhet ved feltarbeid m.m. ved NTNU".

Dersom studenten i arbeidet med masteroppgaven skal delta i feltarbeid, tokt, befaring, feltkurs eller ekskursjoner, skal studenten sette seg inn i "Retningslinje ved feltarbeid m.m.". Dersom studenten i arbeidet med oppgaven skal delta i laboratorie- eller verkstedarbeid skal studenten sette seg inn i og følge

reglene i "Laboratorie- og verkstedhåndbok". Disse dokumentene finnes på fakultetets HMS-sider på nettet, se <http://www.ntnu.no/ivt/adm/hms/>. Alle studenter som skal gjennomføre laboratoriearbeid i forbindelse med prosjekt- og masteroppgave skal gjennomføre et web-basert TRAINOR HMS-kurs.

Studenter har ikke full forsikringsdekning gjennom sitt forhold til NTNU. Dersom en student ønsker samme forsikringsdekning som tilsatte ved universitetet, anbefales det at han/hun tegner reiseforsikring og personskadeforsikring. Mer om forsikringsordninger for studenter finnes under samme lenke som ovenfor.

Oppstart og innleveringsfrist:

Frist innlevering masterkontrakt **15. august**, frist innlevering masteroppgaven **15. mai 2018**.

Hovedveileder ved NTNU: Arvid Aakre

Lokal veiledere: Torstein Ryeng, Statens vegvesen

Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU

Dato: 15.10.2017

Underskrift



Arvid Aakre

Faglærer

Vedlegg 2

Bovy's kapasitets formelen

Dette er et vedlegg til Bovy's formelen, kap. 3 i masteroppgaven.

Kapasitetsberegning i turborundkjøring

For beregning av kapasitet i en turborundkjøring kan modifisert Bovy's formelen brukes. Koeffisient β kan deles i β_i og β_u for å skille mellom innerst og ytterst kjørefelt. Slik kan kapasitet per kjørefelt beregnes separat. β_i og β_u kan matematisk endres til b_i og b_u .

Kapasitets formler for rundkjøring med to felt i tilfartene og to felt i sirkulasjonsarealet er slike:

Venstre felt i tilfarten:

$$C_{El} = C_{0l} - b_{li} \times Q_{Ri} - b_{lu} \times Q_{Ru} - a_{li} \times Q_{Si} - a_{lu} \times Q_{Su}$$

$$b_{li} = b_{max} \text{ og } b_{lu} = b_{min}, \text{ hvis } Q_{Ri} > Q_{Ru}$$

$$b_{li} = b_{min} \text{ og } b_{lu} = b_{max}, \text{ hvis } Q_{Ri} < Q_{Ru}$$

Høyre felt i tilfarten:

$$C_{Er} = C_{0r} - b_r \times Q_{Ru} - b_{ri} \times Q_{Si} - a_{ru} \times Q_{Su}$$

Kapasitets formler for rundkjøring med to felt i tilfartene men kun ett felt i sirkulasjonsareal er slike:

$$C_{El} = C_{0l} - b_l \times Q_R - a_{li} \times Q_{Si} - a_{lu} \times Q_{Su}$$

$$C_{Er} = C_{0r} - b_r \times Q_R - a_{ri} \times Q_{Si} - a_{ru} \times Q_{Su}$$

Hvor er:

- ✓ C_{El} = kapasitet for venstre felt i tilfarten
- ✓ C_{Er} = kapasitet for høyre felt i tilfarten
- ✓ C_{0r} = kapasitet i høyre felt i tilfarten, når det er ingen trafikk i sirkulasjonsareal
- ✓ Q_{Ri} = trafikkmengde i innerste felt i sirkulasjonsareal
- ✓ Q_{Ru} = trafikkmengde i ytterst felt i sirkulasjonsareal
- ✓ Q_{Si} = «teoretisk» trafikkmengde under konflikt i venstre felt i tilfarten
- ✓ Q_{Su} = «teoretisk» trafikkmengde under konflikt i høyre felt i tilfarten
- ✓ b_{li} = koeffisient som avgjør hvordan trafikken i innerste felt i sirkulasjonsarealet påvirker kapasitet i venstre felt i tilfarten
- ✓ b_{lu} = koeffisient som avgjør hvordan trafikken i ytterste felt i sirkulasjonsarealet påvirker kapasitet i venstre felt i tilfarten

- ✓ b_{ru} = koeffisient som avgjør hvordan trafikken i innerste felt i sirkulasjonsarealet påvirker kapasitet i høyre felt i tilfarten
- ✓ a_{li} = koeffisient som avgjør hvordan forlatende trafikk i venstre felt i frafart påvirker kapasitet i venstre felt i tilfarten
- ✓ a_{ri} = koeffisient som avgjør hvordan forlatende trafikk i venstre felt i frafart påvirker kapasitet i høyre felt i tilfarten
- ✓ a_{lu} = koeffisient som avgjør hvordan forlatende trafikk i høyre felt i frafart påvirker kapasitet i venstre felt i tilfarten
- ✓ a_{ru} = koeffisient som avgjør hvordan forlatende trafikk i høyre felt i frafart påvirker kapasitet i høyre felt i tilfarten

Parameterne for Bovy's formelen er vist i «Tabell 1».

For beregning av kapasitet med de forskjellige kjøretøy typer brukes disse koeffisienter:

- ✓ Lett kjøretøy (person bil) = 1 kjøretøy
- ✓ Lastebil (7,5 tonn) = 1,9 kjøretøy
- ✓ Vogntog eller semitrailer = 2,4 kjøretøy

	C_0	b_{max}	b_{min}	a_{li} bredde på trafikkøya		a_{lu} a_{ru}	a_{ri} bredde på trafikkøya	
				2,5m	7m		2,5m	7m
Turborundkjøring, dominerende trafikkmengde i venstre felt i tilfarten	1550	0,82	-	0,21	0,15	0	-	-
Turborundkjøring, dominerende trafikkmengde i høyre felt i tilfarten	1550	0,82	-	-	-	0	0,14	0,07
Turborundkjøring, sidetrafikk i venstre felt i tilfarten	1500	0,81	0,68	0,21	0,15	-	-	-
Turborundkjøring, sidetrafikk i høyre felt i tilfarten	1550	0,82	-	-	-	-	0,14	0,07

Tabell 1. Parameterne for modifisert Bovy's kapasitets formelen

(LAKD-PSM, 2012)

LAKD-PSM 2012. ŽIEDINIŲ SANKRYŽŲ PROJEKTAVIMO METODINIAI NURODYMAI. LIETUVOS AUTOMOBILIŲ KELIŲ DIREKCIJA PRIE SUSISIEKIMO MINISTERIJOS.

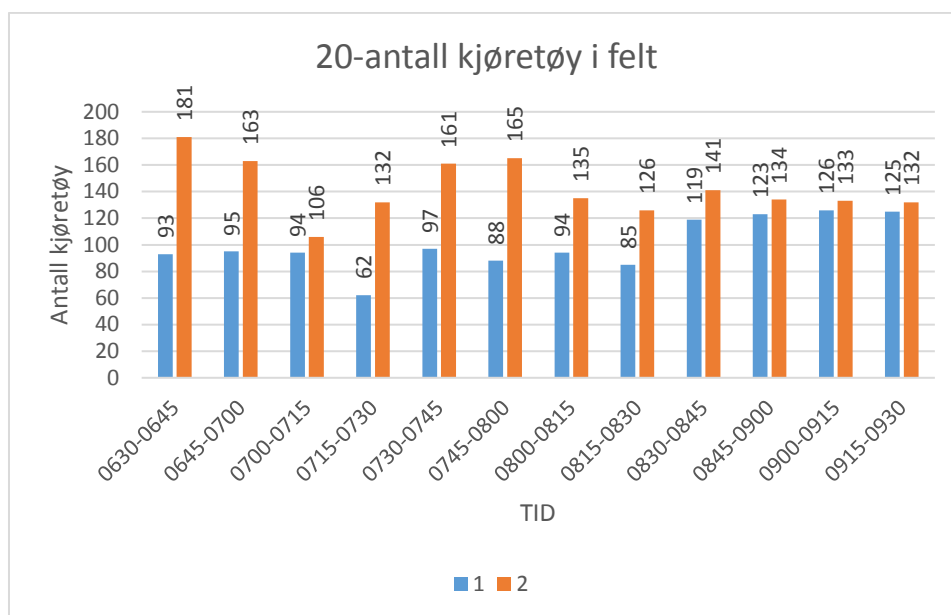
Vedlegg 3

Registreringer fra eksisterende trafikkmålinger

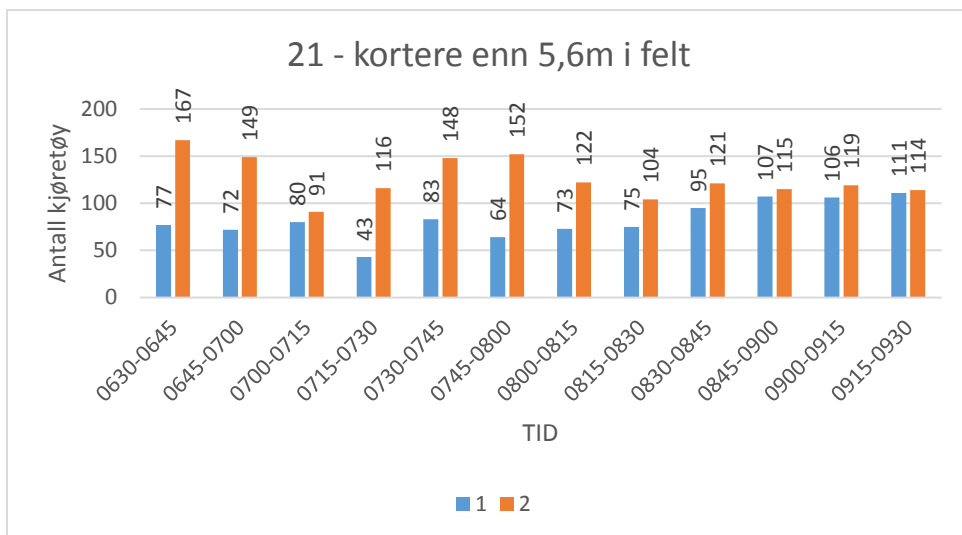
Tøndergård 06:30–09:30

TID	KJØRETØYTYPEN											
	20-antall kjøretøy		21-kortere enn 5,6m		22 - fra 5,6 til 7,5		23 - fra 7,6 til 12,4		24 - fra 12,5 til 15,9		25 - lengre enn 16,0	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
0630-0645	93	181	77	167	5	5	6	5	2	1	3	3
0645-0700	95	163	72	149	8	4	10	4	2	2	1	4
0700-0715	94	106	80	91	4	8	5	5	0	1	4	0
0715-0730	62	132	43	116	4	4	8	7	4	3	2	1
0730-0745	97	161	83	148	4	4	2	5	1	2	6	2
0745-0800	88	165	64	152	13	3	7	4	2	4	2	2
0800-0815	94	135	73	122	8	3	6	4	3	1	4	4
0815-0830	85	126	75	104	3	8	4	9	3	3	0	2
0830-0845	119	141	95	121	5	8	12	7	4	2	3	2
0845-0900	123	134	107	115	6	11	4	6	1	2	3	0
0900-0915	126	133	106	119	7	4	11	6	0	0	2	4
0915-0930	125	132	111	114	3	5	7	8	3	3	1	2
TOTAL	1201	1709	986	1518	70	67	82	70	25	24	31	26
	2910		2504		137		152		49		57	

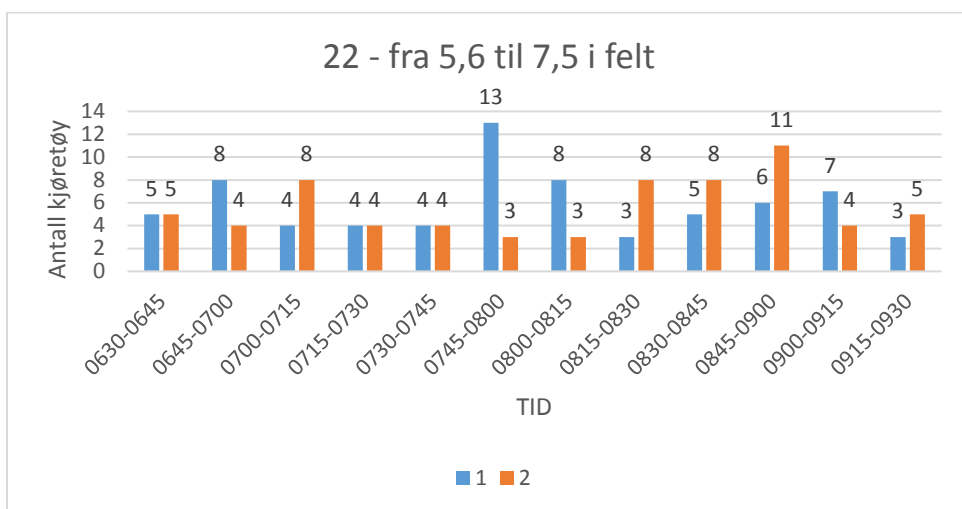
Tabell 1. Inndeling av kjøretøy. Tøndergård 06:30–09:30



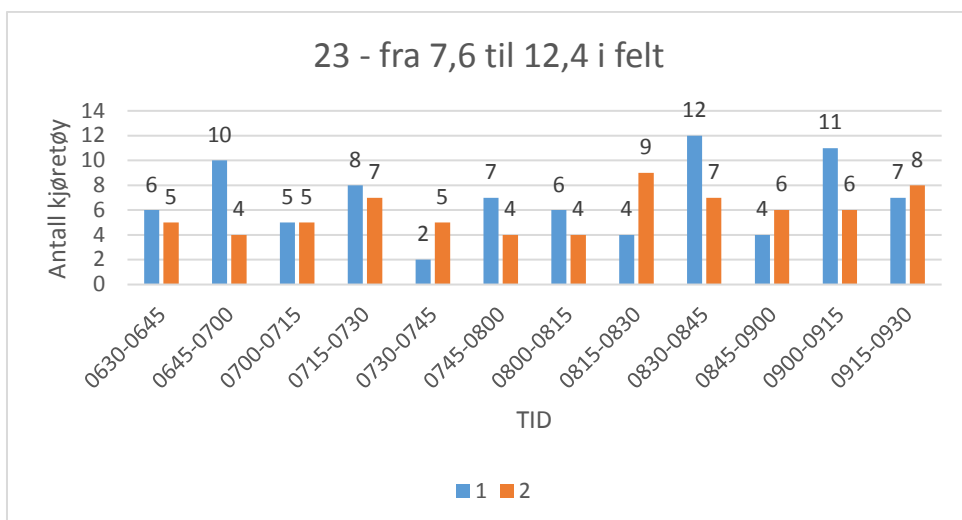
Figur 1. Kjøretøytype – 20. Tøndergård 06:30–09:30



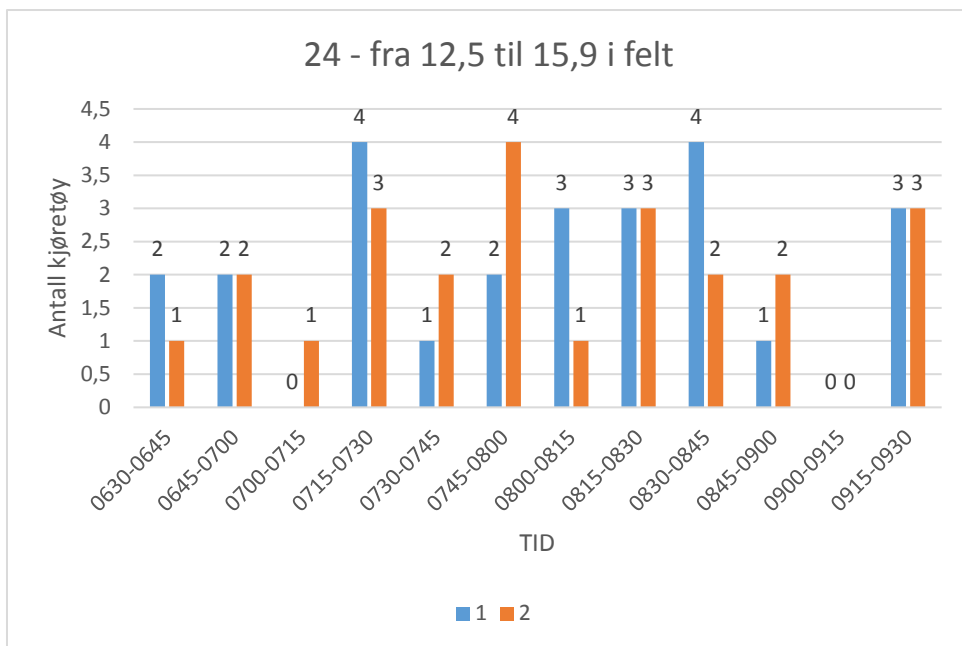
Figur 2. Kjøretøytype – 21. Tøndergård 06:30–0930



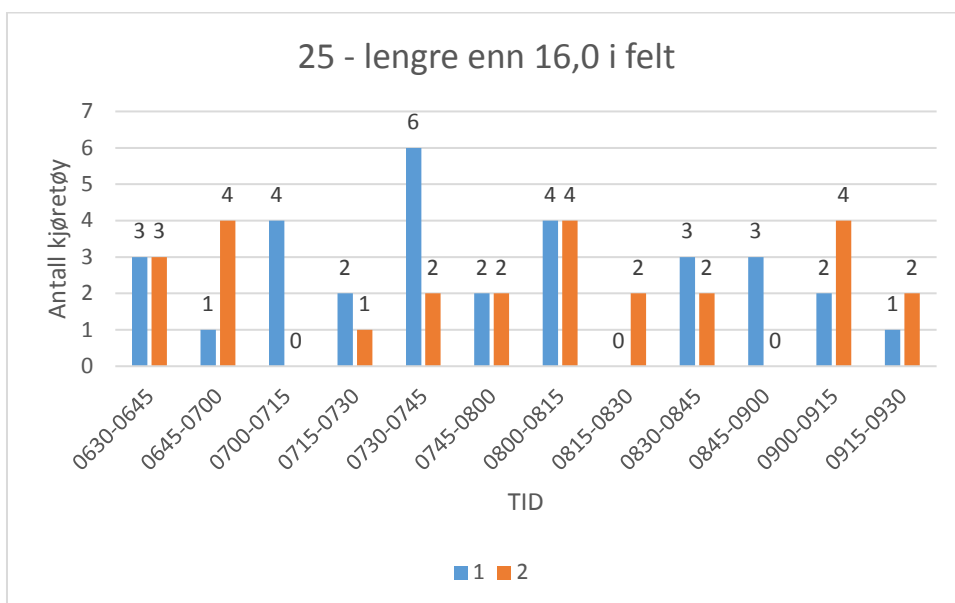
Figur 3. Kjøretøytype – 22. Tøndergård 06:30–0930



Figur 4. Kjøretøytype – 23. Tøndergård 06:30–0930



Figur 5. Kjøretøytype - 24. Tøndergård 06:30-0930

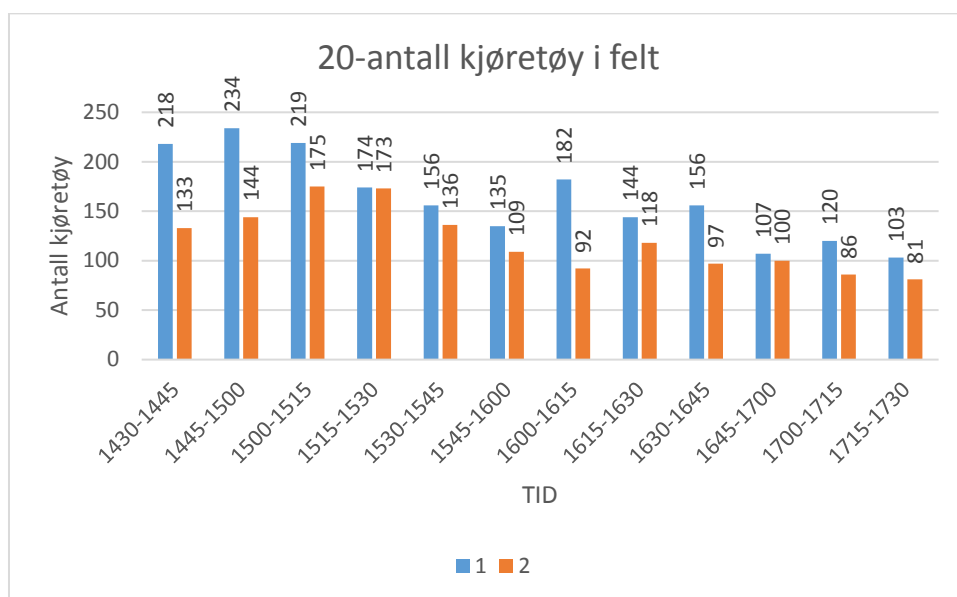


Figur 6. Kjøretøytype - 25. Tøndergård 06:30-0930

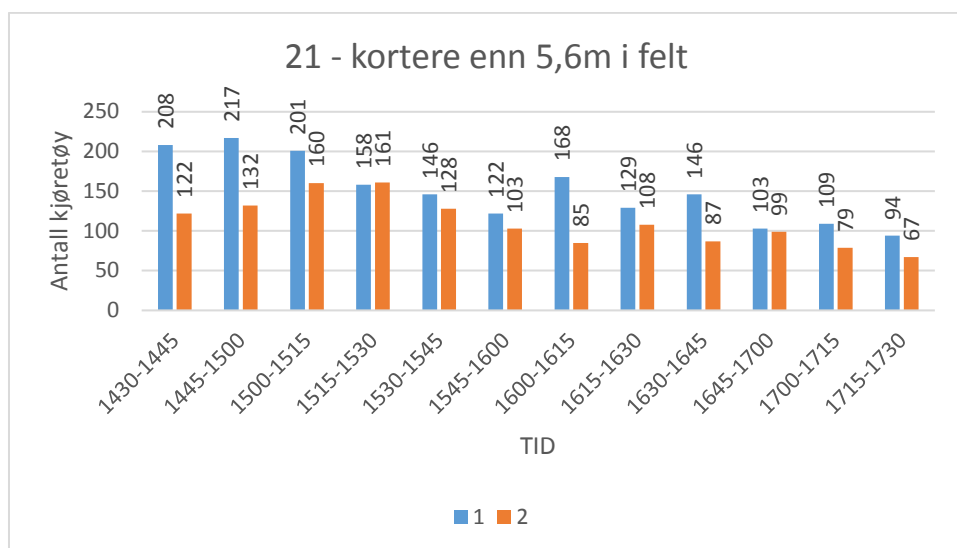
Tøndergård 14:30–17:30

TID	KJØRETØYTYPEN											
	20 - antall kjøretøy		21 - kortere enn 5,6m		22 - fra 5,6 til 7,5		23 - fra 7,6 til 12,4		24 - fra 12,5 til 15,9		25 - lengre enn 16,0	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1430-1445	218	133	208	122	4	4	3	2	2	0	1	4
1445-1500	234	144	217	132	3	4	6	3	2	2	5	2
1500-1515	219	175	201	160	8	4	7	6	1	4	2	1
1515-1530	174	173	158	161	7	5	4	4	3	2	1	1
1530-1545	156	136	146	128	5	3	3	2	1	1	1	2
1545-1600	135	109	122	103	4	1	8	8	1	1	0	1
1600-1615	182	92	168	85	8	2	5	5	1	0	0	0
1615-1630	144	118	129	108	6	4	3	2	3	2	3	2
1630-1645	156	97	146	87	6	3	3	1	0	4	1	1
1645-1700	107	100	103	99	1	0	1	1	1	0	1	0
1700-1715	120	86	109	79	8	2	0	4	1	1	2	0
1715-1730	103	81	94	67	2	5	4	4	3	3	0	0
TOTAL	1948	1444	1801	1331	62	37	47	42	19	20	17	14
	3392		3132		99		89		39		31	

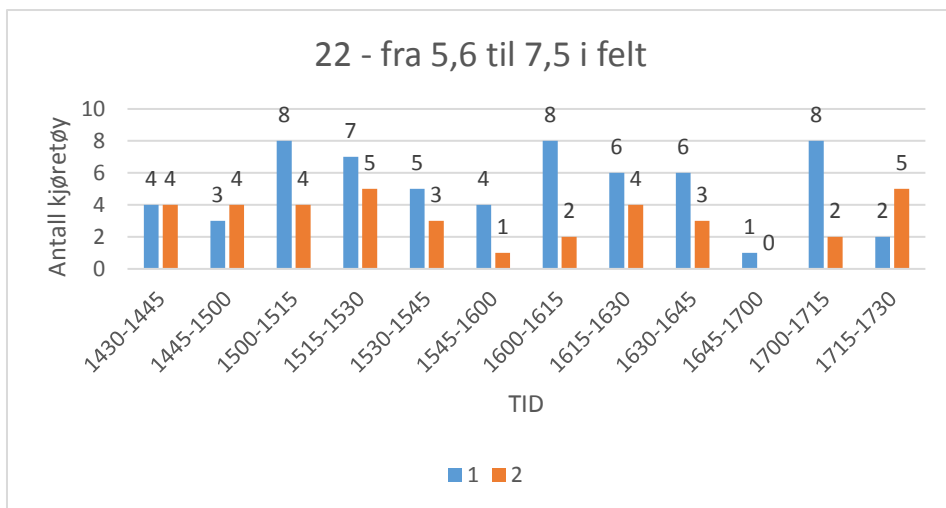
Tabell 2. Inndeling av kjøretøy. Tøndergård 14:30–17:30



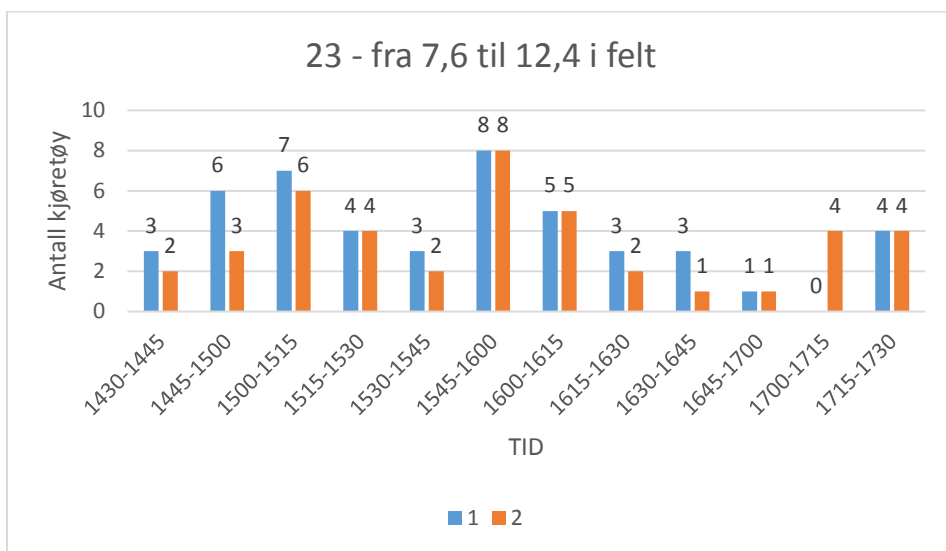
Figur 7. Kjøretøytype – 20. Tøndergård 14:30–17:30



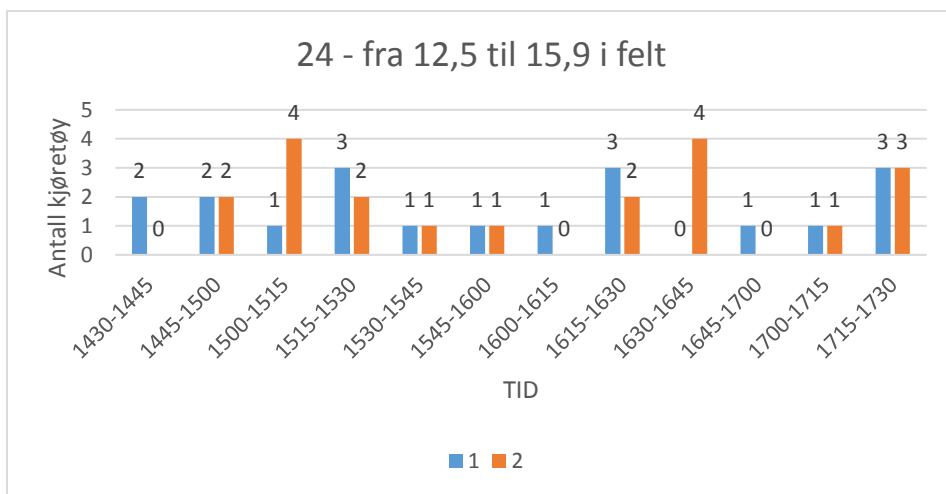
Figur 8. Kjøretøytype – 21. Tøndergård 14:30–17:30



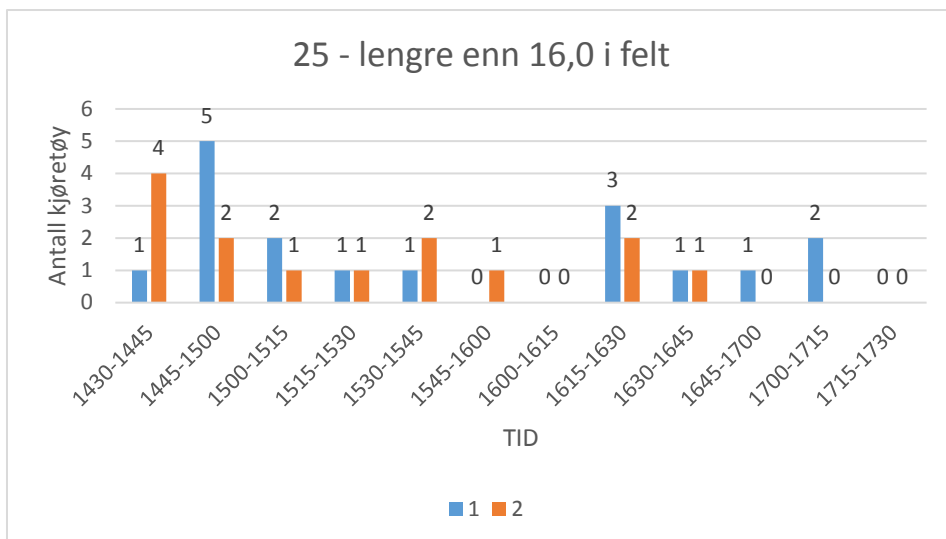
Figur 9. Kjøretøytype – 22. Tøndergård 14:30–1730



Figur 10. Kjøretøytype – 23. Tøndergård 14:30–1730



Figur 11. Kjøretøytype – 24. Tøndergård 14:30–1730

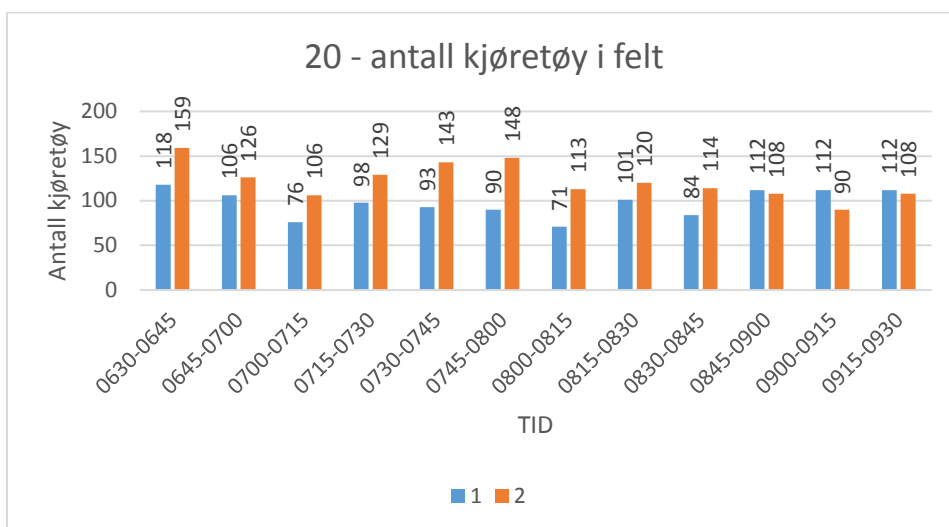


Figur 12. Kjøretøytype - 25. Tøndergård 14:30-17:30

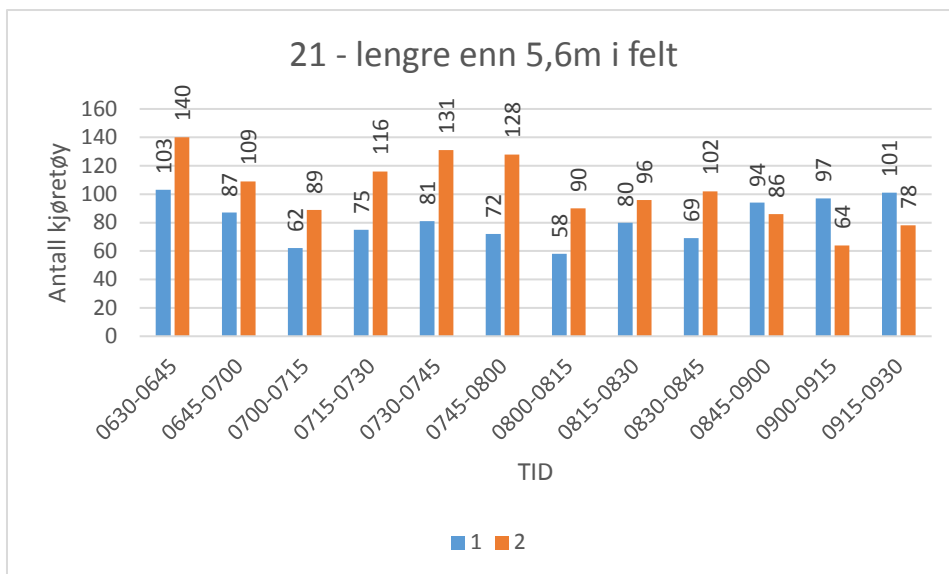
Årø 06:30-09:30

TID	KJØRETØYTYPEN											
	20 - antall kjøretøy		21 - kortere enn 5,6m		22 - fra 5,6 til 7,5		23 - fra 7,6 til 12,4		24 - fra 12,5 til 15,9		25 - lengre enn 16,0	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
0630-0645	118	159	103	140	4	5	10	6	0	5	1	3
0645-0700	106	126	87	109	5	8	11	5	1	1	2	2
0700-0715	76	106	62	89	4	7	9	9	0	0	1	0
0715-0730	98	129	75	116	8	4	6	6	5	3	3	0
0730-0745	93	143	81	131	5	3	5	6	0	0	2	3
0745-0800	90	148	72	128	5	7	9	7	2	6	2	0
0800-0815	71	113	58	90	5	7	5	10	1	1	1	4
0815-0830	101	120	80	96	4	7	13	12	3	3	1	2
0830-0845	84	114	69	102	2	5	6	4	3	2	3	1
0845-0900	112	108	94	86	6	9	7	6	0	2	5	4
0900-0915	112	90	97	64	5	15	6	5	0	3	3	3
0915-0930	112	108	101	78	1	19	7	4	1	1	2	6
TOTAL	1173	1464	979	1229	54	96	94	80	16	27	26	28
		2637		2208		150		174		43		54

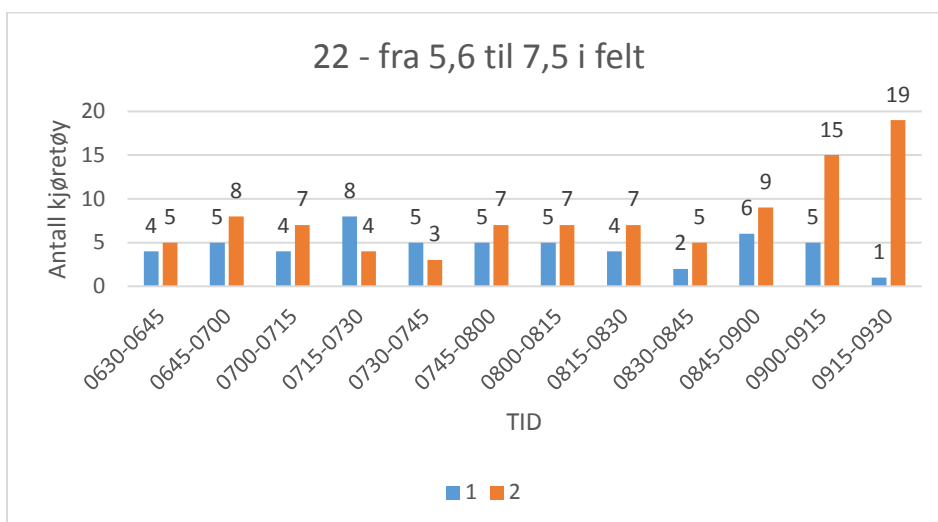
Tabell 3. Inndeling av kjøretøy. Årø 06:30-09:30



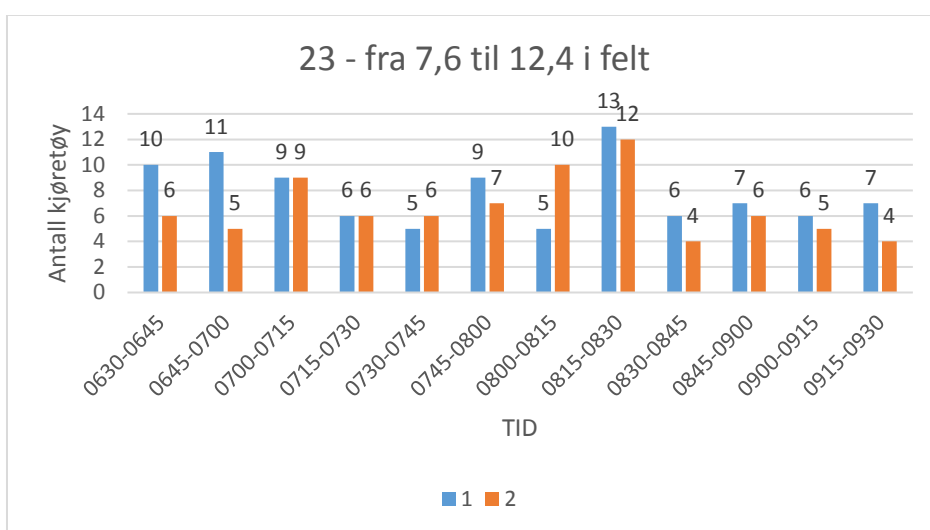
Figur 13. Kjøretøytype - 20. Årø 06:30-09:30



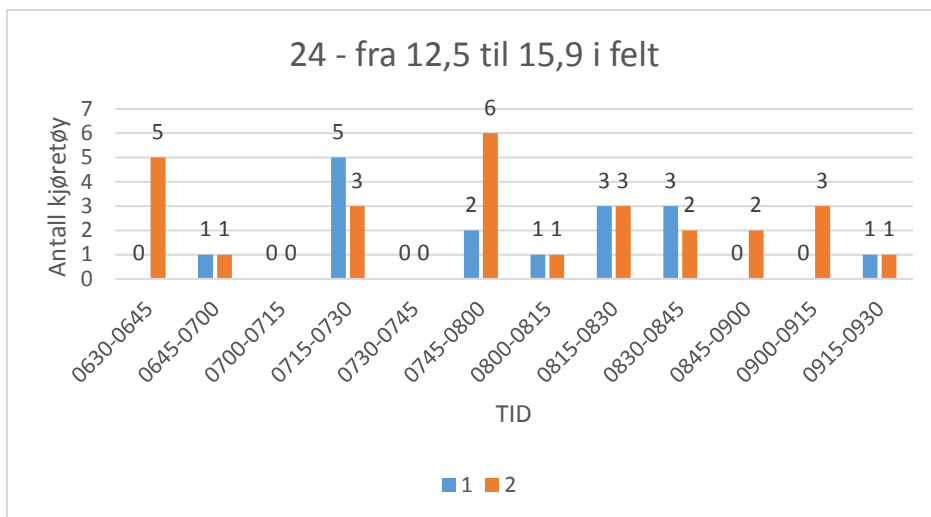
Figur 14. Kjøretøytype - 21. Årø 06:30-09:30



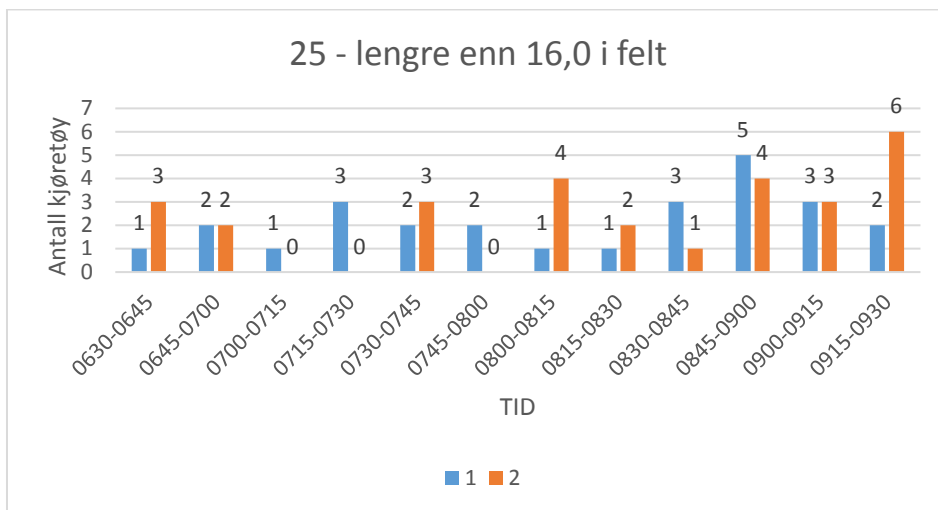
Figur 15. Kjøretøytype - 22. Årø 06:30-09:30



Figur 16. Kjøretøytype - 23. Årø 06:30-09:30



Figur 17. Kjøretøytype – 24. Årø 06:30–09:30

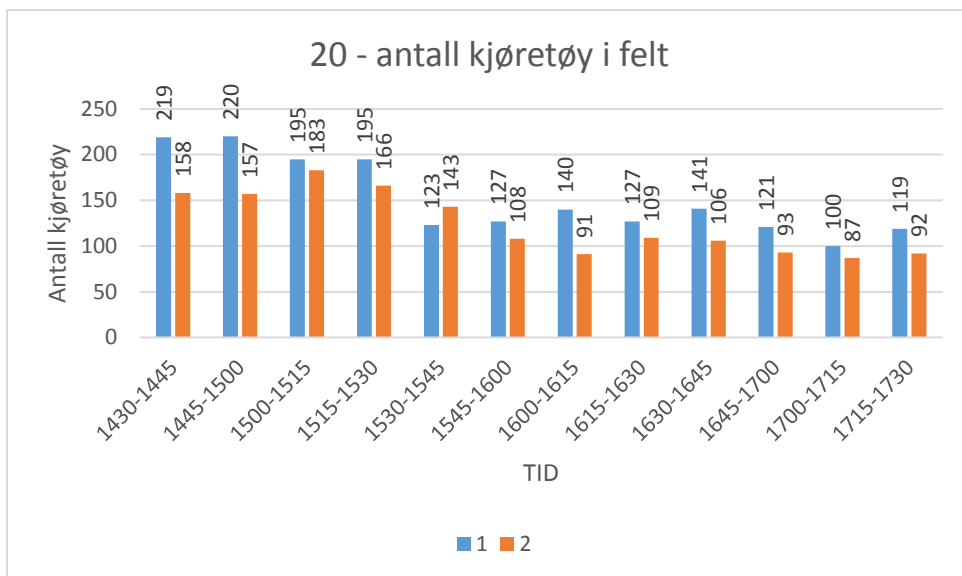


Figur 18. Kjøretøytype – 25. Årø 06:30–09:30

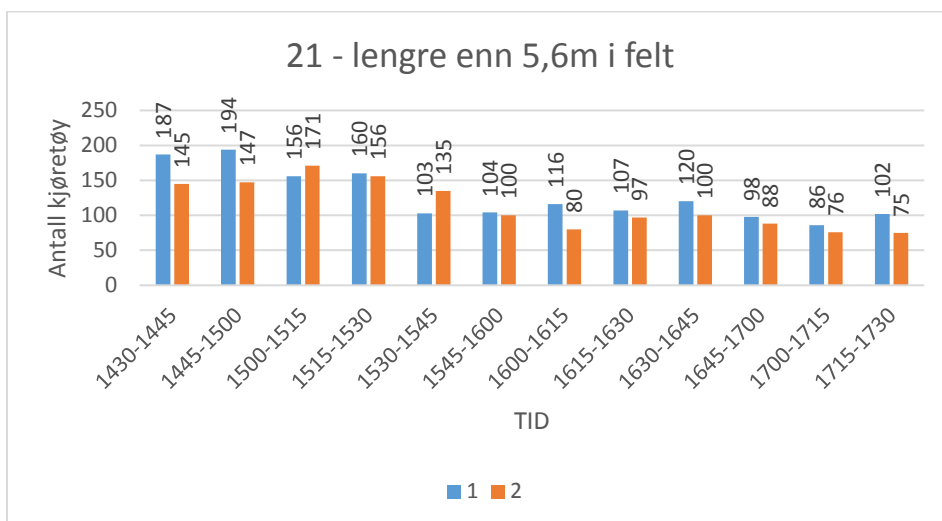
Årø 14:30–17:30

TID	KJØRETØYTYPEN											
	20 - antall kjøretøy		21 - kortere enn 5,6m		22 - fra 5,6 til 7,5		23 - fra 7,6 til 12,4		24 - fra 12,5 til 15,9		25 - lengre enn 16	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1430-1445	219	158	187	145	19	6	7	2	4	0	2	5
1445-1500	220	157	194	147	18	2	2	4	2	3	4	1
1500-1515	195	183	156	171	18	4	13	7	3	0	5	0
1515-1530	195	166	160	156	20	3	8	5	5	1	2	1
1530-1545	123	143	103	135	13	3	6	4	1	0	0	1
1545-1600	127	108	104	100	12	4	7	3	2	0	1	1
1600-1615	140	91	116	80	16	8	6	2	0	0	2	1
1615-1630	127	109	107	97	11	5	1	4	5	2	2	1
1630-1645	141	106	120	100	14	2	4	1	0	2	3	1
1645-1700	121	93	98	88	15	2	3	0	4	1	1	1
1700-1715	100	87	86	76	10	7	2	1	1	2	1	1
1715-1730	119	92	102	75	10	9	1	3	4	2	2	2
TOTAL	1827	1493	1533	1370	176	55	60	36	31	13	25	16
	3320		2903		231		96		44		41	

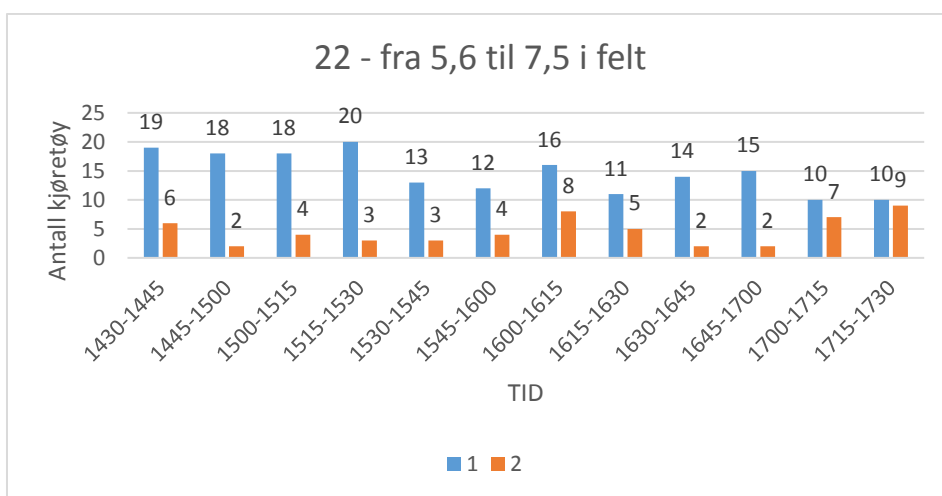
Tabell 4. Inndeling av kjøretøy. Årø 14:30–17:30



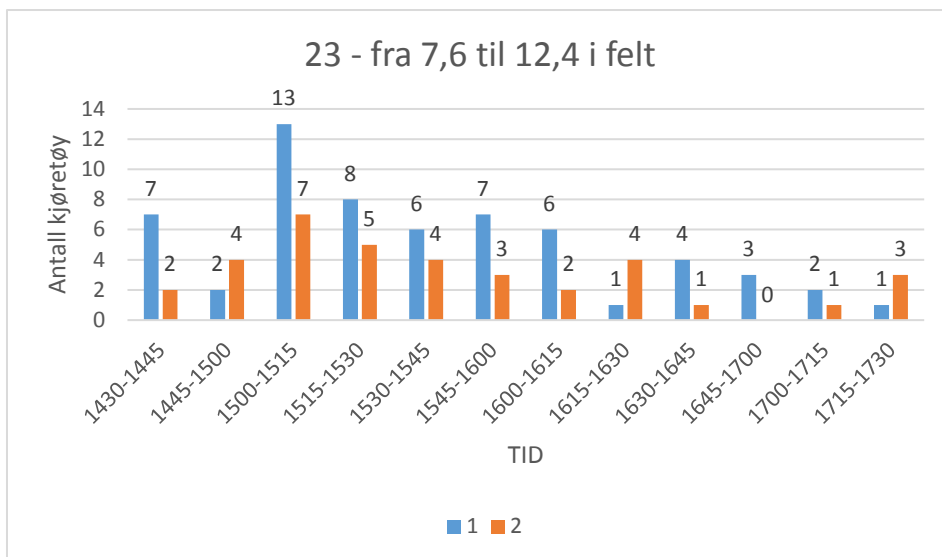
Figur 19. Kjøretøytype – 20. Årø 14:30–17:30



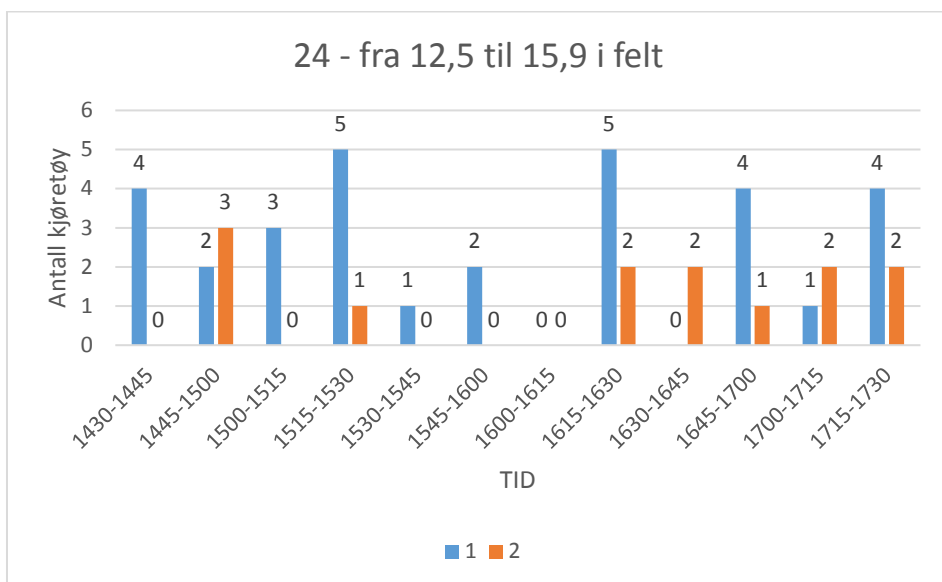
Figur 20. Kjøretøytype – 21. Årø 14:30–17:30



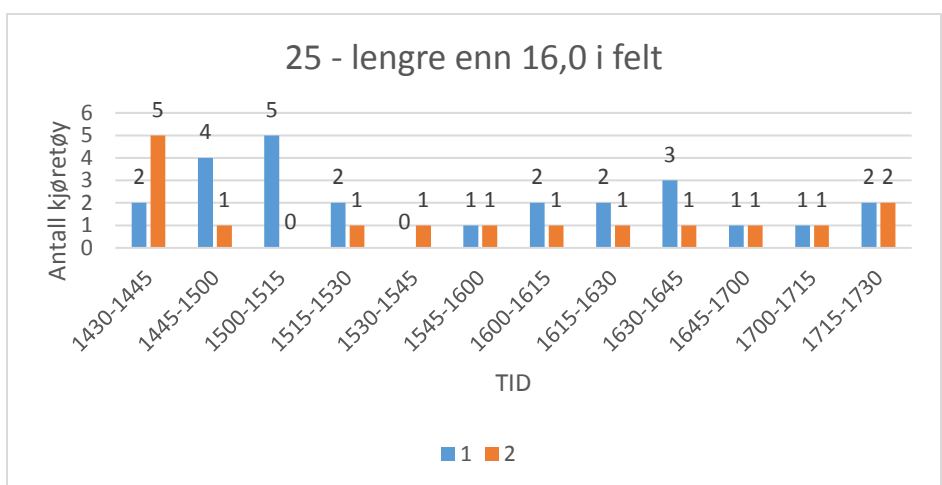
Figur 21. Kjøretøytype – 22. Årø 14:30–17:30



Figur 22. Kjøretøytype - 23. Årø 14:30-17:30



Figur 23. Kjøretøytype - 24. Årø 14:30-17:30

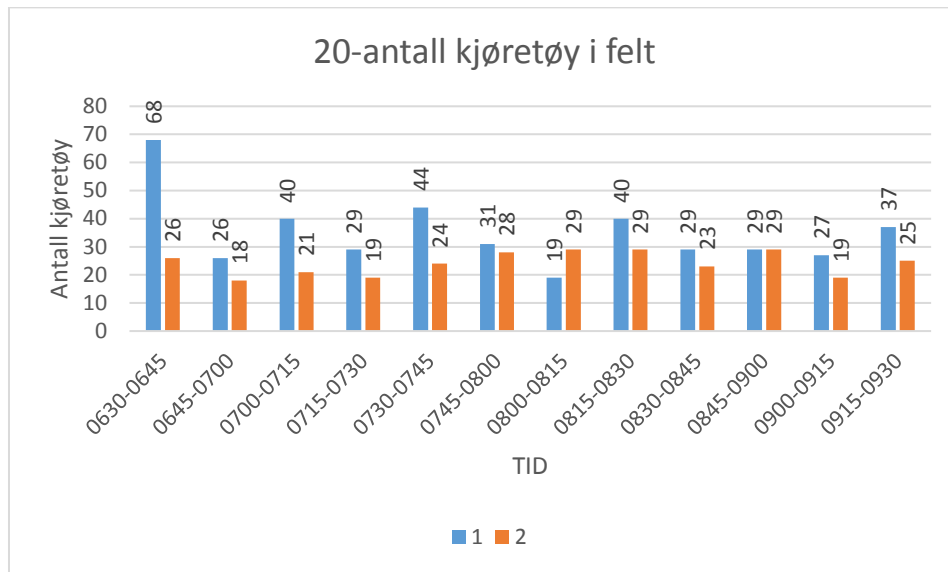


Figur 24. Kjøretøytype - 25. Årø 14:30-17:30

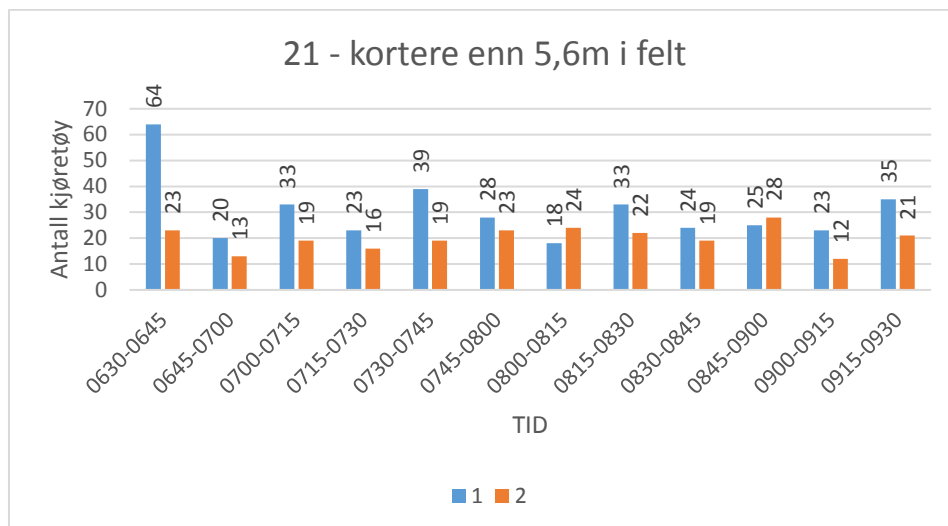
Fannefjordstunnel 06:30–09:30

TID	KJØRETØYTYPEN													
	20-antall kjøretøy		21- kortere enn 5,6m		22- fra 5,6 til 7,5		23 - fra 7,6 til 12,4		24 - fra 12,5 til 15,9		25 - lengre enn 16,0			
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
0630-0645	68	26	64	23	0	0	3	2	1	1	0	0		
0645-0700	26	18	20	13	3	0	3	3	0	0	0	2		
0700-0715	40	21	33	19	2	1	4	1	0	0	1	0		
0715-0730	29	19	23	16	2	3	3	0	1	0	0	0		
0730-0745	44	24	39	19	1	0	2	2	0	2	2	1		
0745-0800	31	28	28	23	0	1	3	1	0	0	0	3		
0800-0815	19	29	18	24	0	3	1	0	0	1	0	1		
0815-0830	40	29	33	22	0	1	3	6	2	0	1	0		
0830-0845	29	23	24	19	2	0	2	3	0	1	1	0		
0845-0900	29	29	25	28	2	0	0	1	0	0	2	0		
0900-0915	27	19	23	12	2	0	2	5	0	1	0	1		
0915-0930	37	25	35	21	1	1	0	3	1	0	0	0		
TOTAL	419	290	365	239	15	10	26	27	5	6	7	8		
	709		604		25		53		11		15			

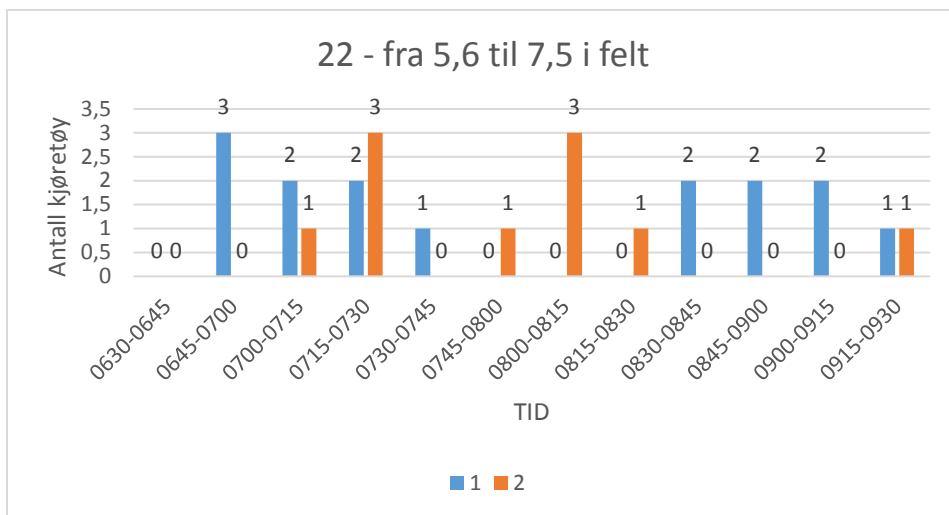
Tabell 5. Inndeling av kjøretøy. Fannefjordstunnel 06:30–09:30



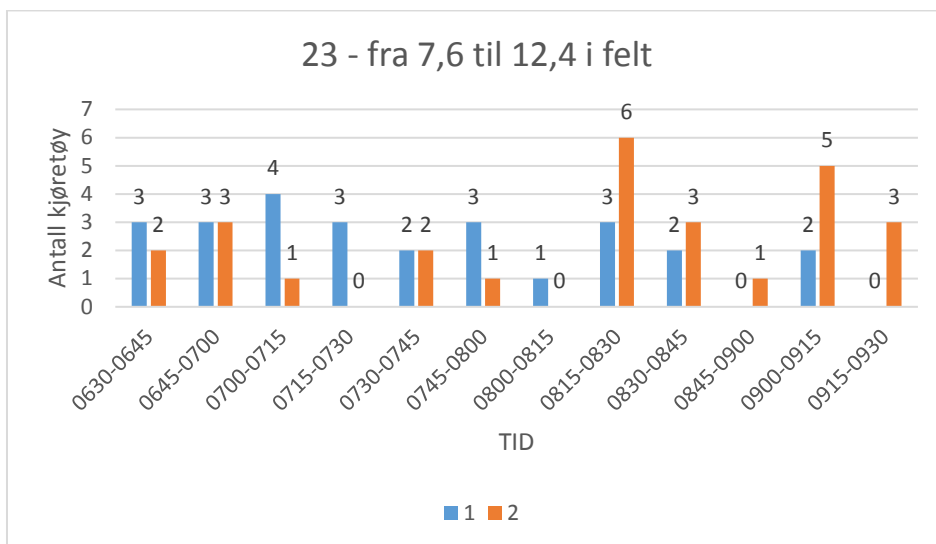
Figur 25. Kjøretøytype – 20. Fannefjordstunnel 06:30–09:30



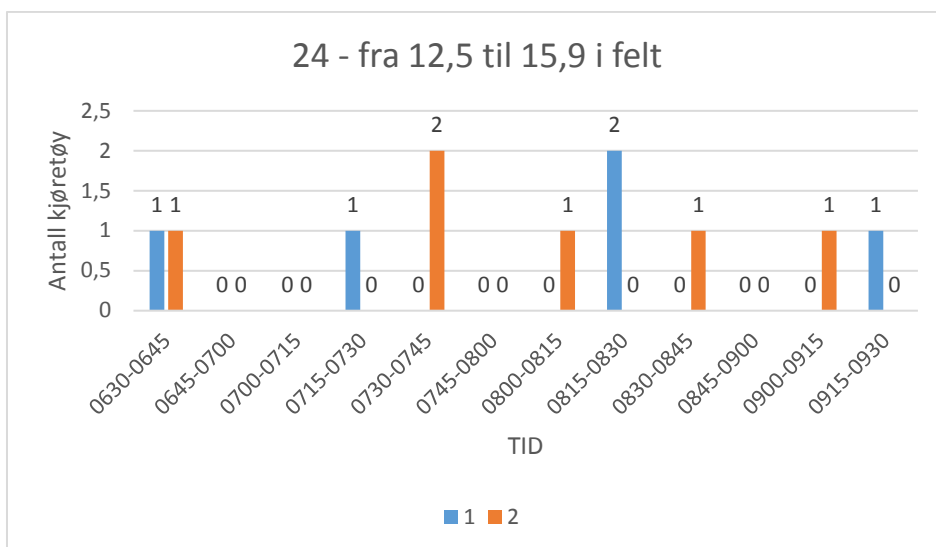
Figur 26. Kjøretøytype – 21. Fannefjordstunnel 06:30–09:30



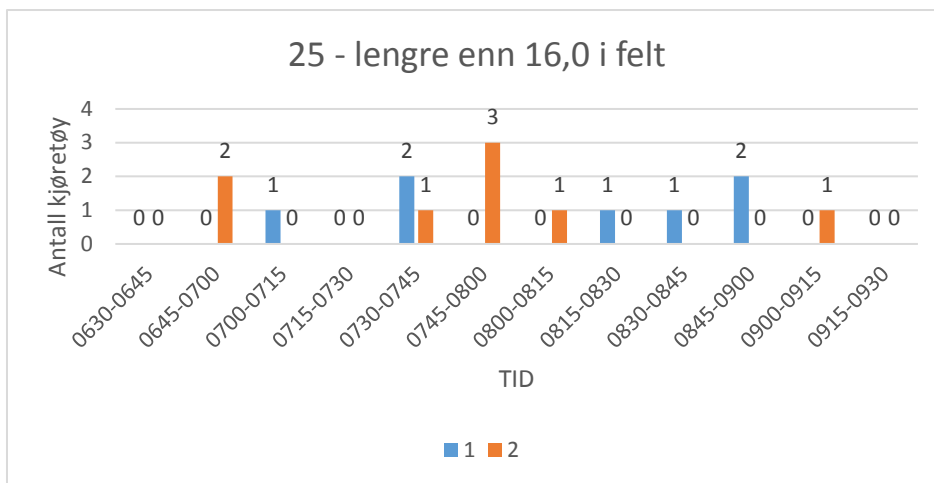
Figur 27. Kjøretøytype – 22. Fannefjordstunnel 06:30–09:30



Figur 28. Kjøretøytype – 23. Fannefjordstunnel 06:30–09:30



Figur 29. Kjøretøytype – 24. Fannefjordstunnel 06:30–09:30

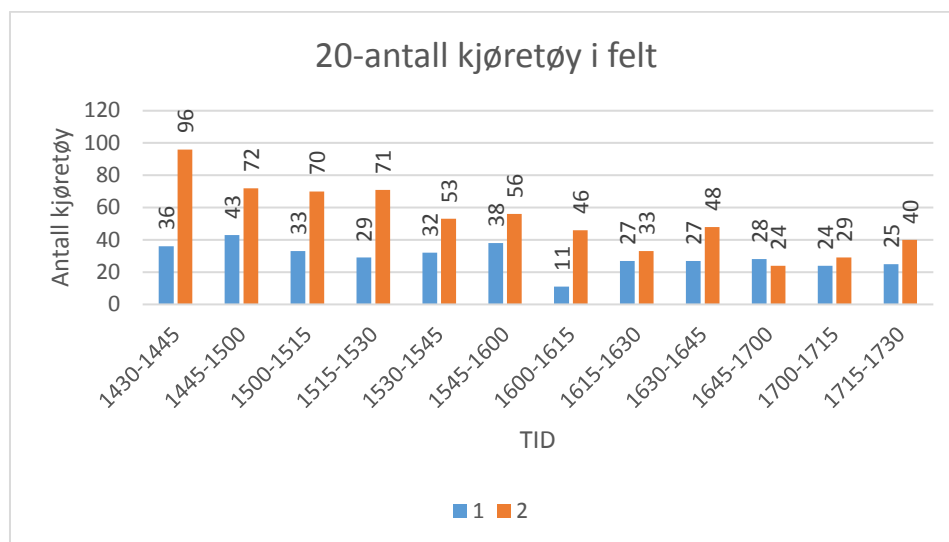


Figur 30. Kjøretøytype – 25. Fannefjordstunnel 06:30–09:30

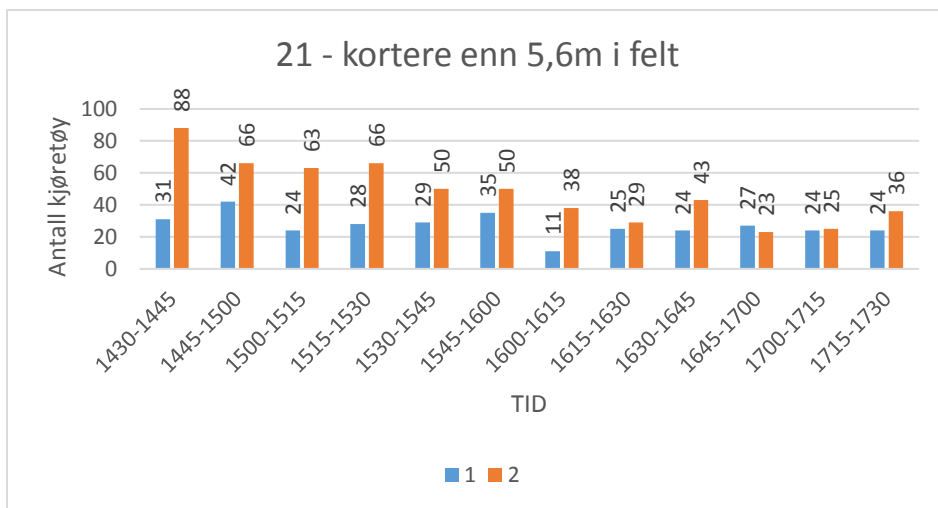
Fannefjordstunnel 14:30–17:30

TID	KJØRETØYTYPEN														
	20-antall kjøretøy		21- kortere enn 5,6m		22- fra 5,6 til 7,5		23 - fra 7,6 til 12,4		24 - fra 12,5 til 15,9		25 - lengre enn 16,0				
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
1430-1445	36	96	31	88	3	3	1	2	2	0	1	1	1	2	
1445-1500	43	72	42	66	0	4	0	2	1	0	0	0	0	0	
1500-1515	33	70	24	63	2	1	2	6	2	0	2	2	0	0	
1515-1530	29	71	28	66	0	4	1	1	0	0	0	0	0	0	
1530-1545	32	53	29	50	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	
1545-1600	38	56	35	50	1	2	2	2	0	1	0	0	1	0	
1600-1615	11	46	11	38	0	5	0	3	0	0	0	0	0	0	
1615-1630	27	33	25	29	0	2	0	2	1	0	1	0	1	0	
1630-1645	27	48	24	43	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	
1645-1700	28	24	27	23	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
1700-1715	24	29	24	25	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	
1715-1730	25	40	24	36	0	1	0	2	1	1	0	0	0	0	
TOTAL	353	638	324	577	8	32	11	21	5	3	4	5	9	0	
	991		901		40		32		8		9				

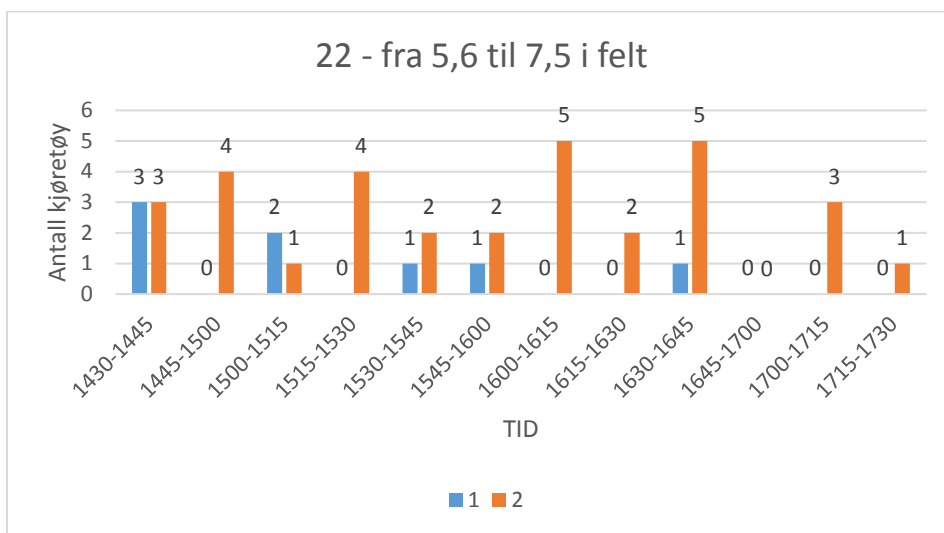
Tabell 6. Inndeling av kjøretøy. Fannefjordstunnel 14:30–17:30



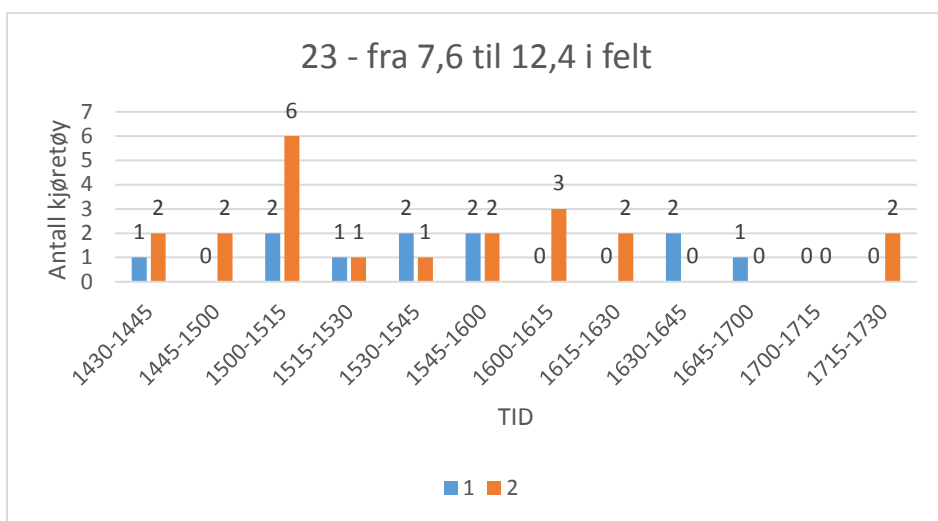
Figur 31. Kjøretøytype – 20. Fannefjordstunnel 14:30–17:30



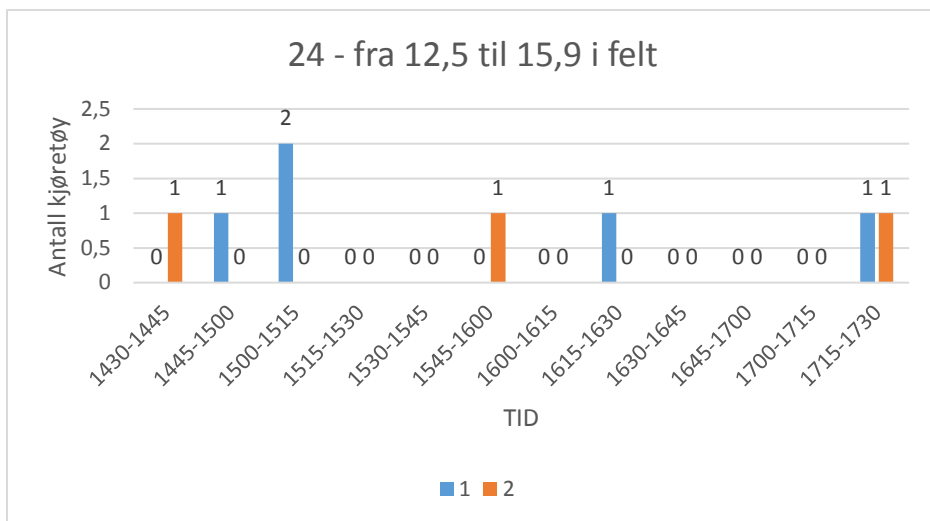
Figur 32. Kjøretøytype – 21. Fannefjordstunnel 14:30–17:30



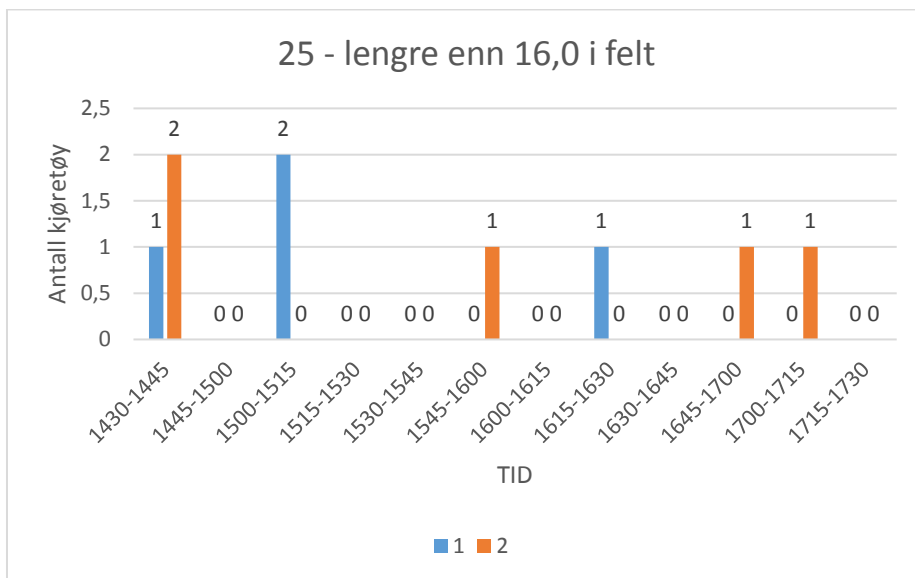
Figur 33. Kjøretøytype – 22. Fannefjordstunnel 14:30–17:30



Figur 34. Kjøretøytype – 23. Fannefjordstunnel 14:30–17:30



Figur 35. Kjøretøytype – 24. Fannefjordstunnel 14:30–17:30



Figur 36. Kjøretøytype – 25. Fannefjordstunnel 14:30–17:30

Vedlegg 4.

Rapport fra Novapoint GO

E39 Leirgrovika (masteroppgaven)

Innledning

Denne vedlegget er en samling av alle registrerte loggpunkter fra app'en Novapoint GO. Som var nevnt tidligere, var app'en brukt under trafikkobservasjoner og video registreringene. Prosjektert senterlinjen til hovedvegen var lagt inn på bakgrunnskart i app'en. Slik man kan bevege seg langs linjen og blir fanget opp av en mobil GPS. Under registrering av loggpunkt, geo-refererer app'en posisjonen til nettbrett. Etter at punktet er registrert er det rom for legge til kommentarer, bilder, beskrivelse m.m.

I denne oppgaven var registrert kødannelser under morgenrushet, blokkering av andre kryss på strekningen og kamera posisjon for videopptak.

App'en har funksjon for å generere rapport av valgte eller samlet loggpunkter. I denne oppgaven ble rapporten justert for å tilpasse skrift type, skrift størrelse til selve oppgaven.



Figur 1. Oversikt over loggpunkter



Loggpunkter

001_Blokking	3
002_Blokking	5
003_kø	7
004_kø	9
005_kø	11
006_kø	13
007_kamera	15
008_kamera	18
009_Blokking	20
010_Blokking	23
011_kø	26
012_kø	28
013_kø	30
014_kamera	32
015_kø	34
016_kø	37
017_Blokking	40
018_Blokking	43




001_Blokkering

Blokkert kryss ved Oskar Sylte

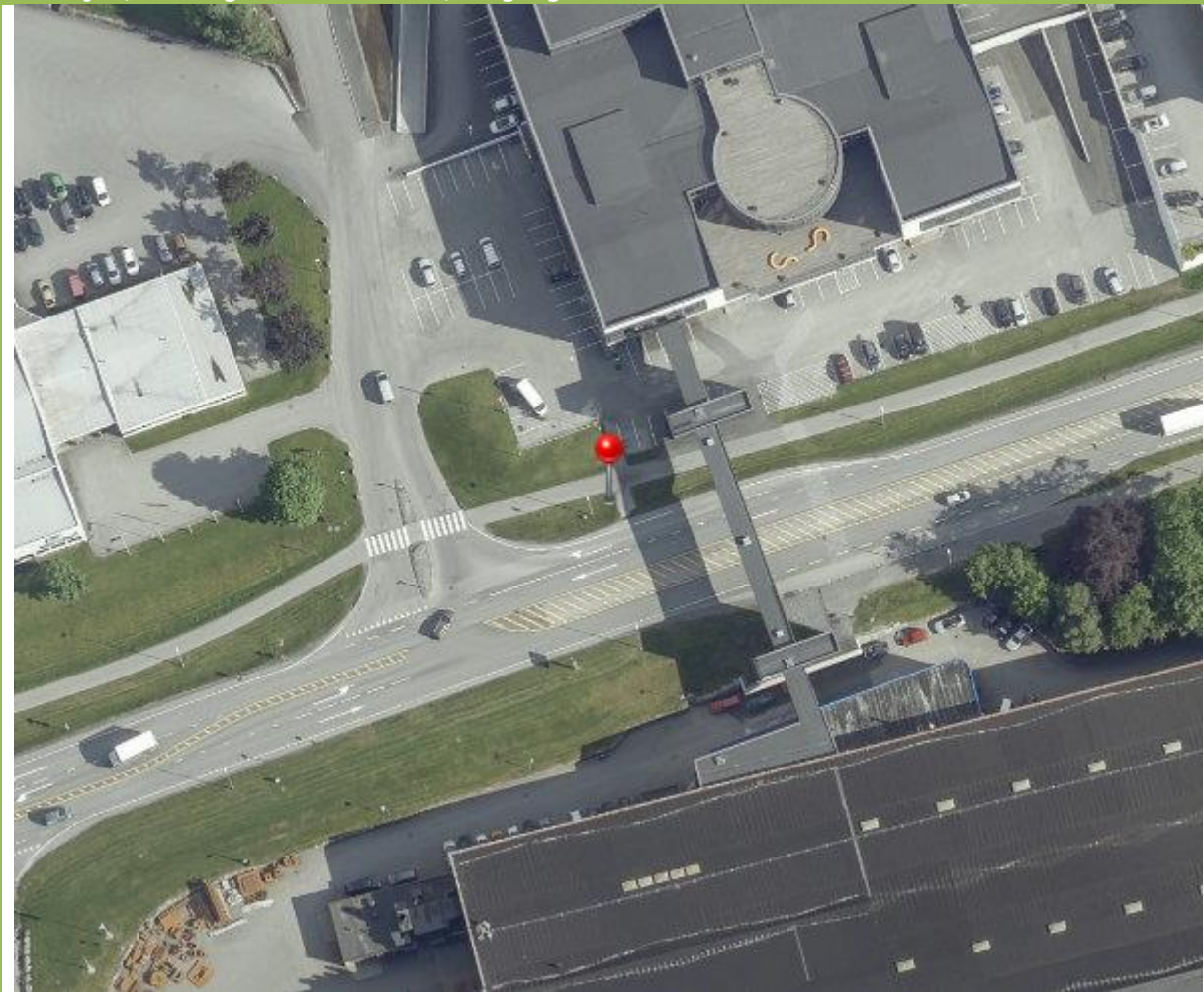
Av	Andrius Stonys
Tid	26.10.2017 07:48
Prioritet	Medium
Prosesskode	Not selected
Type	-
Arkivert	Nei
Godkjent	Nei
Posisjon	Profil 4405. 149m til venstre for linjen Dagens E39
Breddegrad	62.74680447
Lengdegrad	7.2524496
Horisontal nøyaktighet	Hac: 5m

Kommentar	Av	Tid
-	-	-

Bilde	Info
	Av: Andrius Stonys Tid: 26.10.2017 07:48 Posisjon: Profil 4405, 152m til venstre for linjen Dagens E39.

E39 Leirgrovvika (masteroppgave)

Lokasjon, Breddegrad 62.74680447, Lengdegrad 7.2524496



E39 Leirgrovika (masteroppgave)

002_Blokkering

Blokkert kryss ved Oskar Sylte

Av	Andrius Stonys
Tid	26.10.2017 07:47
Prioritet	Medium
Prosesskode	Not selected
Type	-
Arkivert	Nei
Godkjent	Nei
Posisjon	Profil 4405. 99m til venstre for linjen Dagens E39
Breddegrad	62.74662816
Lengdegrad	7.25153941
Horisontal nøyaktighet	Hac: 5m

Kommentar	Av	Tid
-	-	-

Bilde	Info
	Av: Andrius Stonys Tid: 26.10.2017 07:47 Posisjon: Profil 4405, 114m til venstre for linjen Dagens E39.

E39 Leirgrovika (masteroppgave)

Lokasjon, Breddegrad 62.74662816, Lengdegrad 7.25153941




003_kø

Registrert kødannelse

Av	Andrius Stonys
Tid	26.10.2017 07:44
Prioritet	Medium
Prosesskode	Not selected
Type	-
Arkivert	Nei
Godkjent	Nei
Posisjon	Profil 4405. 62m til venstre for linjen Dagens E39
Breddegrad	62.74647381
Lengdegrad	7.2508795
Horisontal nøyaktighet	Hac: 5m

Kommentar	Av	Tid
-	-	-

Bilde	Info
	<p>Av: Andrius Stonys Tid: 26.10.2017 07:44 Posisjon: Profil 4405, 64m til venstre for linjen Dagens E39.</p>

Lokasjon, Breddegrad 62.74647381, Lengdegrad 7.2508795




E39 Leirgrovika (masteroppgave)

004_kø

Registrert kødannelse

Av	Andrius Stonys
Tid	26.10.2017 07:43
Prioritet	Medium
Prosesskode	Not selected
Type	-
Arkivert	Nei
Godkjent	Nei
Posisjon	Profil 4405. 37m til venstre for linjen Dagens E39
Breddegrad	62.74637021
Lengdegrad	7.25037877
Horisontal nøyaktighet	Hac: 5m

Kommentar	Av	Tid
-	-	-

Bilde	Info
	Av: Andrius Stonys Tid: 26.10.2017 07:43 Posisjon: Profil 4405, 36m til venstre for linjen Dagens E39.

E39 Leirgrovika (masteroppgave)

Lokasjon, Breddegrad 62.74637021, Lengdegrad 7.25037877




E39 Leirgrovika (masteroppgave)

005_kø

Registrert kødannelse

Av	Andrius Stonys
Tid	26.10.2017 07:41
Prioritet	Medium
Prosesskode	Not selected
Type	-
Arkivert	Nei
Godkjent	Nei
Posisjon	Profil 4326. 17m til venstre for linjen Dagens E39
Breddegrad	62.74591482
Lengdegrad	7.24846459
Horisontal nøyaktighet	Hac: 5m

Kommentar	Av	Tid
-	-	-

Bilde	Info
	Av: Andrius Stonys Tid: 26.10.2017 07:41 Posisjon: Profil 4326, 18m til venstre for linjen Dagens E39.

E39 Leirgrovika (masteroppgave)

Lokasjon, Breddegrad 62.74591482, Lengdegrad 7.24846459



E39 Leirgrovika (masteroppgave)

006_kø

Registrert kødannelse

Av	Andrius Stonys
Tid	26.10.2017 07:35
Prioritet	Medium
Prosesskode	Not selected
Type	-
Arkivert	Nei
Godkjent	Nei
Posisjon	Profil 4135. 12m til venstre for linjen Dagens E39
Breddegrad	62.74510999
Lengdegrad	7.24514519
Horisontal nøyaktighet	Hac: 5m

Kommentar	Av	Tid
-	-	-

Bilde	Info
	Av: Andrius Stonys Tid: 26.10.2017 07:36 Posisjon: Profil 4133, 13m til venstre for linjen Dagens E39.

E39 Leirgrovika (masteroppgave)

Lokasjon, Breddegrad 62.74510999, Lengdegrad 7.24514519



E39 Leirgrovika (masteroppgave)

007_kamera



Kamera posisjon

Av	Andrius Stonys
Tid	26.10.2017 06:39
Prioritet	Medium
Prosesskode	Not selected
Type	-
Arkivert	Nei
Godkjent	Nei
Posisjon	Profil 3934. 29m til venstre for linjen Dagens E39
Breddegrad	62.74449635
Lengdegrad	7.24146796
Horizontal nøyaktighet	Hac: 5m

Kommentar	Av	Tid
Testing av kamera posisjon	Andrius Stonys	26.10.2017 06:40

Bilde	Info
	Av: Andrius Stonys Tid: 26.10.2017 08:56 Posisjon: Profil 3934, 30m til venstre for linjen Dagens E39.

E39 Leirgrovika (masteroppgave)

Bilde	Info
	<p>Av: Andrius Stonys Tid: 26.10.2017 08:09 Posisjon: Profil 3937, 30m til venstre for linjen Dagens E39.</p>
	<p>Av: Andrius Stonys Tid: 26.10.2017 07:01 Posisjon: Profil 3931, 28m til venstre for linjen Dagens E39.</p>

E39 Leirgrovika (masteroppgave)

Lokasjon, Breddegrad 62.74449635, Lengdegrad 7.24146796




E39 Leirgrovika (masteroppgave)

008_kamera

Kamera posisjon

Av	Andrius Stonys
Tid	15.01.2018 06:50
Prioritet	Medium
Prosesskode	Not selected
Type	-
Arkivert	Nei
Godkjent	Nei
Posisjon	Profil 3924. 30m til venstre for linjen Dagens E39
Breddegrad	62.7444743
Lengdegrad	7.24128071
Horizontal nøyaktighet	Hac: 5m

Kommentar	Av	Tid
-	-	-

Bilde	Info
	Av: Andrius Stonys Tid: 15.01.2018 06:50 Posisjon: Profil 3925, 29m til venstre for linjen Dagens E39 .

E39 Leirgrovika (masteroppgave)

Lokasjon, Breddegrad 62.7444743, Lengdegrad 7.24128071




E39 Leirgrovika (masteroppgave)

009_Blokkering

Registrert kryss blokkering i Årø

Av	Andrius Stonys
Tid	15.01.2018 07:54
Prioritet	Medium
Prosesskode	Not selected
Type	-
Arkivert	Nei
Godkjent	Nei
Posisjon	Profil 4405. 461m til venstre for linjen Dagens E39
Breddegrad	62.74806859
Lengdegrad	7.25791066
Horisontal nøyaktighet	Hac: 5m

Kommentar	Av	Tid
-	-	-

Bilde	Info
	Av: Andrius Stonys Tid: 15.01.2018 07:54 Posisjon: Profil 4405, 467m til venstre for linjen Dagens E39.

E39 Leirgrovika (masteroppgave)

Bilde	Info
	<p>Av: Andrius Stonys Tid: 15.01.2018 07:54 Posisjon: Profil 4405, 463m til venstre for linjen Dagens E39.</p>
	<p>Av: Andrius Stonys Tid: 15.01.2018 07:54 Posisjon: Profil 4405, 463m til venstre for linjen Dagens E39.</p>

E39 Leirgrovika (masteroppgave)

Lokasjon, Breddegrad 62.74806859, Lengdegrad 7.25791066




E39 Leirgrovika (masteroppgave)

010_Blokkering

Registrert kryss blokkering i Årø

Av	Andrius Stonys
Tid	15.01.2018 07:51
Prioritet	Medium
Prosesskode	Not selected
Type	-
Arkivert	Nei
Godkjent	Nei
Posisjon	Profil 4405. 436m til høyre for linjen Dagens E39
Breddegrad	62.74783356
Lengdegrad	7.2576292
Horisontal nøyaktighet	Hac: 5m

Kommentar	Av	Tid
-	-	-

Bilde	Info
	Av: Andrius Stonys Tid: 15.01.2018 07:53 Posisjon: Profil 4405, 439m til høyre for linjen Dagens E39.

E39 Leirgrovika (masteroppgave)

Bilde	Info
	<p>Av: Andrius Stonys Tid: 15.01.2018 07:53 Posisjon: Profil 4405, 438m til høyre for linjen Dagens E39.</p>
	<p>Av: Andrius Stonys Tid: 15.01.2018 07:52 Posisjon: Profil 4405, 438m til høyre for linjen Dagens E39.</p>

E39 Leirgrovika (masteroppgave)

Lokasjon, Breddegrad 62.74783356, Lengdegrad 7.2576292




E39 Leirgrovika (masteroppgave)

011_kø

Registrert kødannelse

Av	Andrius Stonys
Tid	15.01.2018 07:50
Prioritet	Medium
Prosesskode	Not selected
Type	-
Arkivert	Nei
Godkjent	Nei
Posisjon	Profil 4405. 428m til høyre for linjen Dagens E39
Breddegrad	62.74781663
Lengdegrad	7.25747782
Horisontal nøyaktighet	Hac: 5m

Kommentar	Av	Tid
-	-	-

Bilde	Info
	Av: Andrius Stonys Tid: 15.01.2018 07:51 Posisjon: Profil 4405, 429m til høyre for linjen Dagens E39.

E39 Leirgrovika (masteroppgave)

Lokasjon, Breddegrad 62.74781663, Lengdegrad 7.25747782




E39 Leirgrovika (masteroppgave)

012_kø

Registrert kødannelse

Av	Andrius Stonys
Tid	15.01.2018 07:47
Prioritet	Medium
Prosesskode	Not selected
Type	-
Arkivert	Nei
Godkjent	Nei
Posisjon	Profil 4405. 300m til venstre for linjen Dagens E39
Breddegrad	62.7473936
Lengdegrad	7.25513055
Horisontal nøyaktighet	Hac: 5m

Kommentar	Av	Tid
-	-	-

Bilde	Info
	Av: Andrius Stonys Tid: 15.01.2018 07:48 Posisjon: Profil 4405, 301m til venstre for linjen Dagens E39.

E39 Leirgrovika (masteroppgave)

Lokasjon, Breddegrad 62.7473936, Lengdegrad 7.25513055




E39 Leirgrovika (masteroppgave)

013_kø

Registrert kødannelse

Av	Andrius Stonys
Tid	15.01.2018 07:46
Prioritet	Medium
Prosesskode	Not selected
Type	-
Arkivert	Nei
Godkjent	Nei
Posisjon	Profil 4405. 180m til venstre for linjen Dagens E39
Breddegrad	62.7469841
Lengdegrad	7.25292183
Horisontal nøyaktighet	Hac: 5m

Kommentar	Av	Tid
-	-	-

Bilde	Info
	Av: Andrius Stonys Tid: 15.01.2018 07:46 Posisjon: Profil 4405, 178m til venstre for linjen Dagens E39.

E39 Leirgrovika (masteroppgave)

Lokasjon, Breddegrad 62.7469841, Lengdegrad 7.25292183




E39 Leirgrovika (masteroppgave)

014_kamera

Kamera posisjon

Av	Andrius Stonys
Tid	15.01.2018 15:09
Prioritet	Medium
Prosesskode	Not selected
Type	-
Arkivert	Nei
Godkjent	Nei
Posisjon	Profil 3932. 25m til venstre for linjen Dagens E39
Breddegrad	62.74446148
Lengdegrad	7.24146344
Horizontal nøyaktighet	Hac: 5m

Kommentar	Av	Tid
-	-	-

Bilde	Info
	Av: Andrius Stonys Tid: 15.01.2018 15:09 Posisjon: Profil 3938, 27m til venstre for linjen Dagens E39.

E39 Leirgrovika (masteroppgave)

Lokasjon, Breddegrad 62.74446148, Lengdegrad 7.24146344




E39 Leirgrovika (masteroppgave)

015_kø


Registrert kødannelse

Av	Andrius Stonys
Tid	16.01.2018 07:55
Prioritet	Medium
Prosesskode	Not selected
Type	-
Arkivert	Nei
Godkjent	Nei
Posisjon	Profil 4405. 726m til høyre for linjen Dagens E39
Breddegrad	62.74846141
Lengdegrad	7.2632159
Horisontal nøyaktighet	Hac: 5m

Kommentar	Av	Tid
Lengste kødannelsen som er registrert under observasjoner	Andrius Stonys	08.05.2018 13:45

Bilde	Info
	Av: Andrius Stonys Tid: 16.01.2018 07:56 Posisjon: Profil 4405, 733m til høyre for linjen Dagens E39.

E39 Leirgrovika (masteroppgave)

Bilde	Info
	<p>Av: Andrius Stonys Tid: 16.01.2018 07:56 Posisjon: Profil 4405, 734m til høyre for linjen Dagens E39.</p>

E39 Leirgrovika (masteroppgave)

Lokasjon, Breddegrad 62.74846141, Lengdegrad 7.2632159




E39 Leirgrovika (masteroppgave)

016_kø

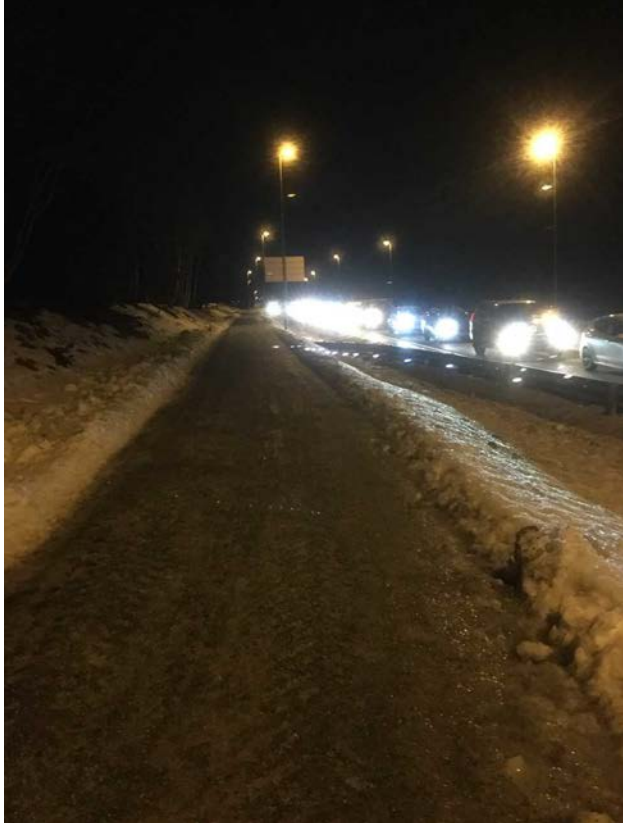
Registrert kødannelse

Av	Andrius Stonys
Tid	16.01.2018 07:53
Prioritet	Medium
Prosesskode	Not selected
Type	-
Arkivert	Nei
Godkjent	Nei
Posisjon	Profil 4405. 620m til høyre for linjen Dagens E39
Breddegrad	62.74827868
Lengdegrad	7.26113694
Horisontal nøyaktighet	Hac: 5m

Kommentar	Av	Tid
-	-	-

Bilde	Info
	Av: Andrius Stonys Tid: 16.01.2018 07:54 Posisjon: Profil 4405, 631m til høyre for linjen Dagens E39.

E39 Leirgrovika (masteroppgave)

Bilde	Info
	<p>Av: Andrius Stonys Tid: 16.01.2018 07:54 Posisjon: Profil 4405, 629m til høyre for linjen Dagens E39.</p>

E39 Leirgrovika (masteroppgave)

Lokasjon, Breddegrad 62.74827868, Lengdegrad 7.26113694




E39 Leirgrovika (masteroppgave)

017_Blokkering

Registrert kryss blokkering i Årø fra fv64.

Av	Andrius Stonys
Tid	16.01.2018 07:49
Prioritet	Medium
Prosesskode	Not selected
Type	-
Arkivert	Nei
Godkjent	Nei
Posisjon	Profil 4405. 524m til venstre for linjen Dagens E39
Breddegrad	62.74866056
Lengdegrad	7.2585875
Horizontal nøyaktighet	Hac: 5m

Kommentar	Av	Tid
-	-	-

Bilde	Info
	Av: Andrius Stonys Tid: 16.01.2018 07:50 Posisjon: Profil 4405, 526m til venstre for linjen Dagens E39.

E39 Leirgrovika (masteroppgave)

Bilde



Info

Av: Andrius Stonys
Tid: 16.01.2018 07:49
Posisjon: Profil 4405, 522m til venstre for linjen Dagens E39.

E39 Leirgrovika (masteroppgave)

Lokasjon, Breddegrad 62.74866056, Lengdegrad 7.2585875





018_Blokkering

Registrert kryss blokkering i Årø

Av	Andrius Stonys
Tid	16.01.2018 07:48
Prioritet	Medium
Prosesskode	Not selected
Type	-
Arkivert	Nei
Godkjent	Nei
Posisjon	Profil 4405. 458m til venstre for linjen Dagens E39
Breddegrad	62.74804248
Lengdegrad	7.25787085
Horisontal nøyaktighet	Hac: 5m

Kommentar	Av	Tid
-	-	-

Bilde	Info
	<p>Av: Andrius Stonys Tid: 16.01.2018 07:48 Posisjon: Profil 4405, 458m til venstre for linjen Dagens E39.</p>

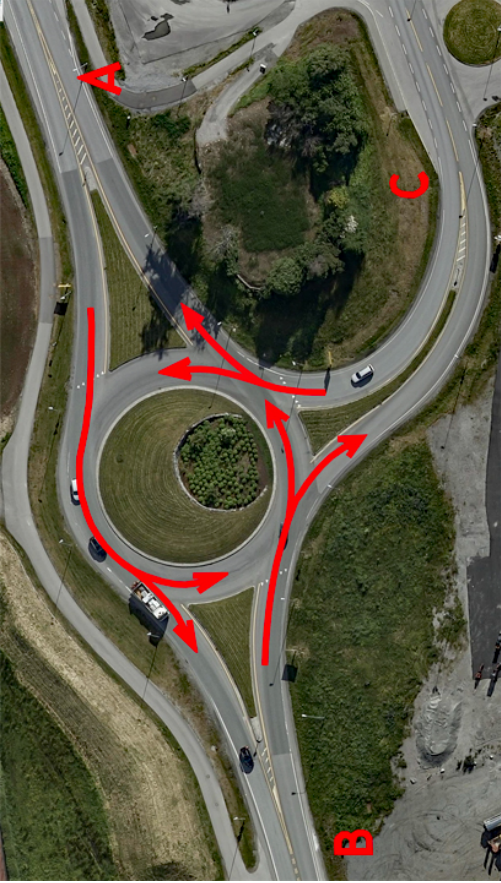


Bilde	Info
	<p>Av: Andrius Stonys Tid: 16.01.2018 07:48 Posisjon: Profil 4405, 459m til venstre for linjen Dagens E39.</p>

Lokasjon, Breddegrad 62.74804248, Lengdegrad 7.25787085



Vedlegg 5

Regneark for manuell trafikktelling. Retning A-B og A-C

SKJEMA FOR MANUELL KRYSSREGISTRERING		E39 / Fv.64 Leirgrovika		Dato: 26.10.2017	
Trafikk i kryss:				SUM	SUM
Klokken					
Fra : til :					
(15min. Intervall)					
F.eks:14:00-14:15					
Personbil					
Lastebil/Vogntog					
Buss					
MC, traktor					
				=	=

Utarbeidet av: *Andrius Stonys*

Vedlegg 6

Totaltrafikk og trafikkfordeling

TIDSPUNKT	DATO	TOTAL (kjt/t)
MORGEN	26.10.2017	1684
	15.01.2018	1633
	16.01.2018	1628
ETTERMIDDAG	15.01.2018	2092
	16.01.2018	2029

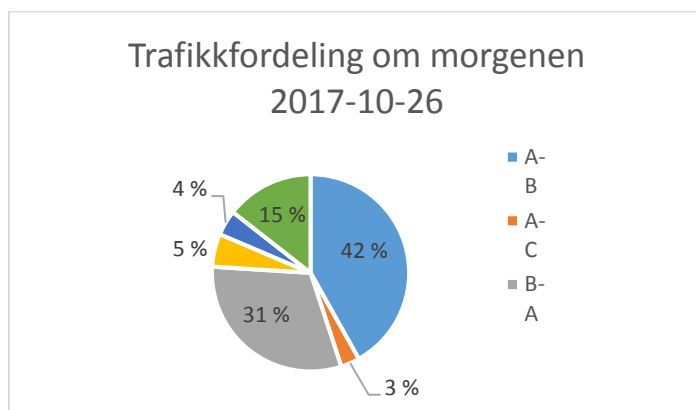
Figur 1. Totaltrafikk i Leirgrovika

TIDSPUNKT	DATO	A-B	A-C	B-A	B-C	C-A	C-B	Total (kjt/t)
MORGEN	26.10.2017	705	52	523	91	70	243	1684
	15.01.2018	688	43	481	76	95	250	1633
	16.01.2018	696	35	493	76	83	245	1628
ETTERMIDDAG	15.01.2018	593	141	969	241	64	84	2092
	16.01.2018	604	126	923	245	48	83	2029

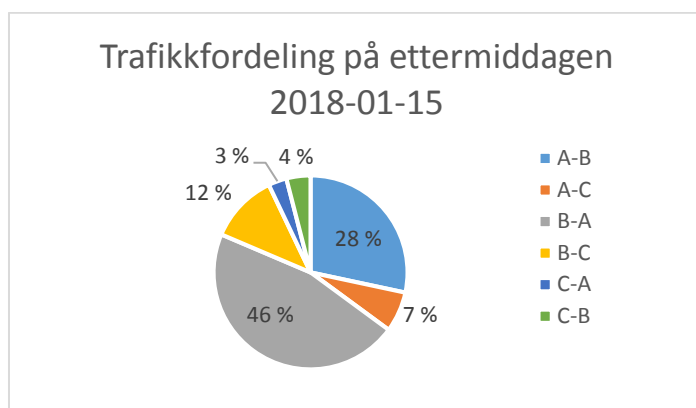
Figur 2. Totaltrafikk og trafikkfordeling i Leirgrovika

TIDSPUNKT	DATO	A-B	A-C	B-A	B-C	C-A	C-B	Total (kjt/t)
MORGEN	26.10.2017	705	52	523	91	70	243	1684
ETTERMIDDAG	15.01.2018	593	141	969	241	64	84	2092

Figur 3. Trafikkfordeling i Leirgrovika



Figur 4. Trafikkfordeling om morgenen 2017-10-26



Figur 5. Trafikkfordeling på ettermiddagen 2018-01-15

Vedlegg 7

Trafikkinndeling i tidspunkt og svingebevegelser, dataene fra manuelle trafikkregistreringer



Figur 1. Strekning A-B

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
26.10.2017	07:00-07:15	126	120	4	2	
	07:15-07:30	198	189	3	4	2
	07:30-07:45	198	190	2	5	1
	07:45-08:00	163	159	1	2	1
	08:00-08:15	189	179	3	4	3
	08:15-08:30	155	147	7	1	0
	08:30-08:45	173	167	4	2	0
	08:45-09:00	141	130	9	2	0

Tabell 1. Trafikkinndeling A-B om morgenen 2017-10-26

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
15.01.2018	07:00-07:15	149	142	4	3	0
	07:15-07:30	207	199	4	4	0
	07:30-07:45	175	166	4	5	0
	07:45-08:00	152	147	3	2	0
	08:00-08:15	187	181	3	3	0
	08:15-08:30	174	167	4	3	0
	08:30-08:45	157	149	6	2	0
	08:45-09:00	164	158	5	1	0

Tabell 2. Trafikkinndeling A-B om morgenen 2018-01-15

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
16.01.2018	07:00-07:15	137	131	2	4	0
	07:15-07:30	204	198	4	2	0
	07:30-07:45	159	149	4	6	0
	07:45-08:00	167	164	1	2	0
	08:00-08:15	183	173	6	4	0
	08:15-08:30	187	172	12	3	0
	08:30-08:45	0				
	08:45-09:00	0				

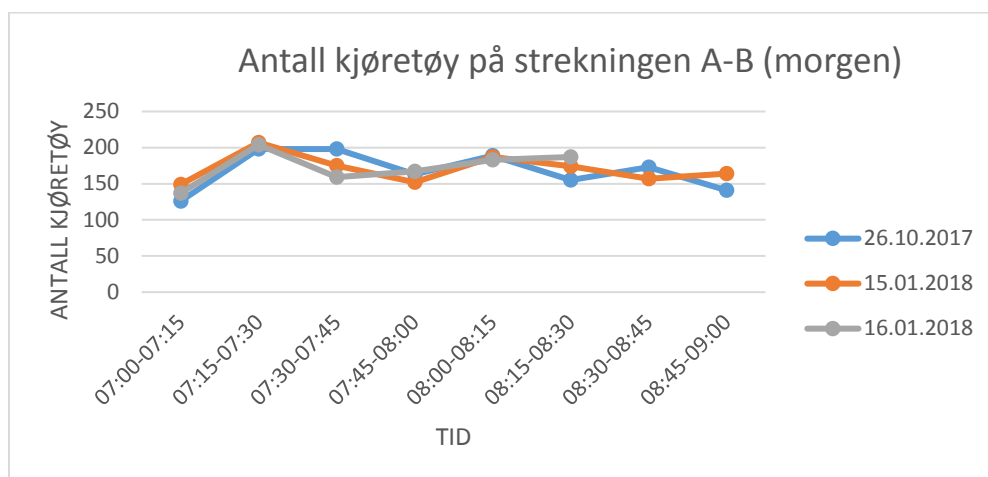
Tabell 3. Trafikkinndeling A-B om morgenen 2018-01-16

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
15.01.2018	15:15–15:30	146	136	6	4	
	15:30–15:45	148	143	3	2	
	15:45–16:00	125	121	3	1	
	16:00–16:15	177	173	4		
	16:15–16:30	143	134	6	3	
	16:30–16:45	149	140	7	1	1
	16:45–17:00	105	97	6	2	
		0				

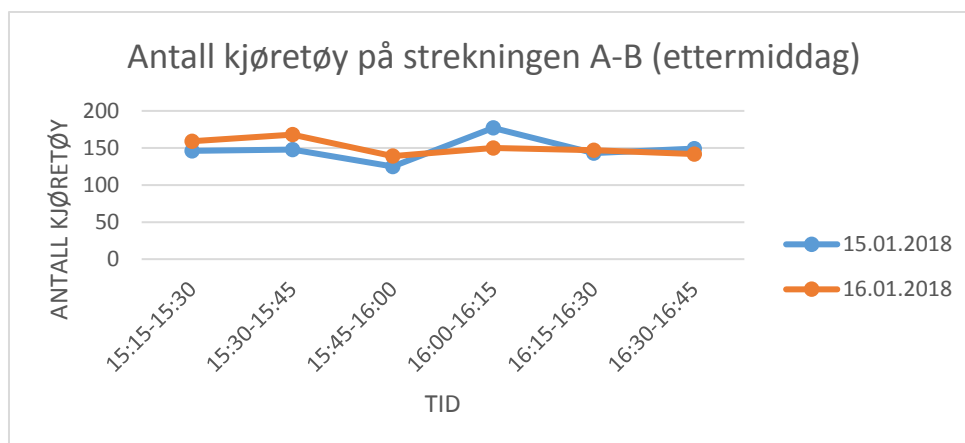
Tabell 4. Trafikkinndeling A-B på ettermiddagen 2018-01-15

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
16.01.2018	15:00–15:15	137	128	5	2	2
	15:15–15:30	159	150	4	5	
	15:30–15:45	168	159	8	1	
	15:45–16:00	139	135	2	2	
	16:00–16:15	150	147	2	1	
	16:15–16:30	147	140	5	2	
	16:30–16:45	142	138	3	1	
		0				

Tabell 5. Trafikkinndeling A-B på ettermiddagen 2018-01-16



Figur 2. Antall kjøretøy på strekningen A-B om morgenen



Figur 3. Antall kjøretøy på strekningen A-B på ettermiddagen



Figur 4. Strekning A-C

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
26.10.2017	07:00-07:15	8	8			
	07:15-07:30	7	7			
	07:30-07:45	9	8	1		
	07:45-08:00	15	11	4		
	08:00-08:15	19	18	1		
	08:15-08:30	9	7	2		
	08:30-08:45	9	7	2		
	08:45-09:00	10	6	4		

Tabell 6. Trafikkinndeling A-C om morgenen 2017-10-26

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
15.01.2018	07:00-07:15	3	2	1		
	07:15-07:30	6	5	1		
	07:30-07:45	8	7	1		
	07:45-08:00	10	10			
	08:00-08:15	17	15	2		
	08:15-08:30	8	7	1		
	08:30-08:45	7	5	2		
	08:45-09:00	9	8		1	

Tabell 7. Trafikkinndeling A-C om morgenen 2018-01-15

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
16.01.2018	07:00-07:15	4	3	1		
	07:15-07:30	9	9			
	07:30-07:45	5	5			
	07:45-08:00	12	12			
	08:00-08:15	11	11			
	08:15-08:30	7	6	1		
	08:30-08:45	0				
	08:45-09:00	0				

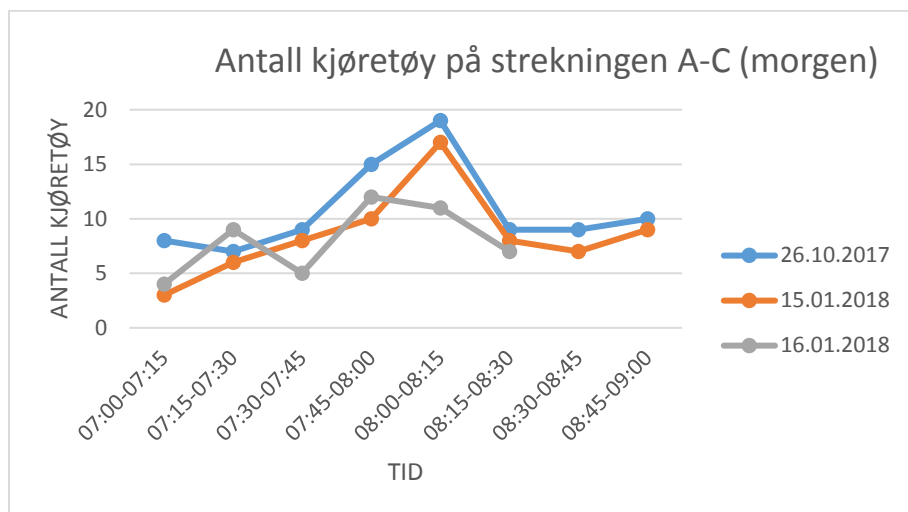
Tabell 8. Trafikkinndeling A-C om morgenen 2018-01-16

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
15.01.2018	15:15-15:30	27	23	4		
	15:30-15:45	40	34	6		
	15:45-16:00	33	32	1		
	16:00-16:15	37	35	2		
	16:15-16:30	31	29	2		
	16:30-16:45	26	24	2		
	16:45-17:00	19	19			
		0				

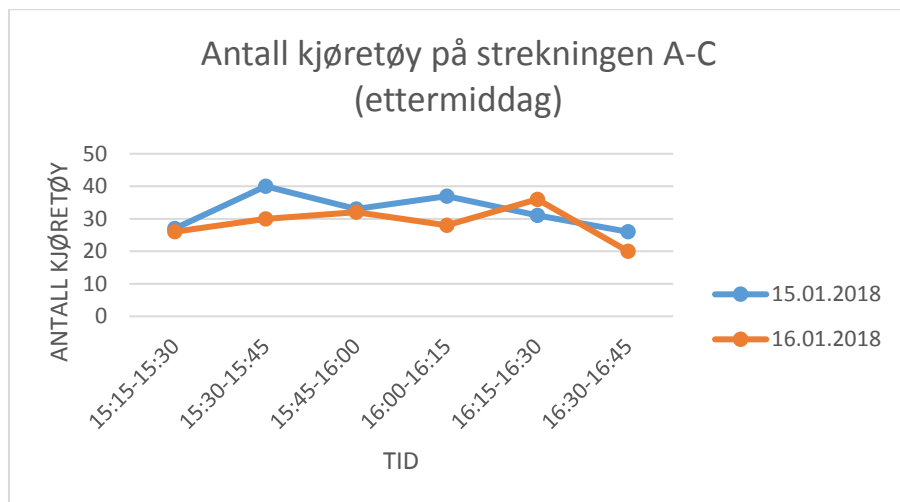
Tabell 9. Trafikkinndeling A-C på ettermiddagen 2018-01-15

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
16.01.2018	15:00–15:15	20	14	6		
	15:15–15:30	26	24	2		
	15:30–15:45	30	29	1		
	15:45–16:00	32	29	3		
	16:00–16:15	28	24	4		
	16:15–16:30	36	35	1		
	16:30–16:45	20	20			
		0				

Tabell 10. Trafikkinndeling A-C på ettermiddagen 2018-01-16



Figur 5. Antall kjøretøy på strekningen A-C om morgenen



Figur 6. Antall kjøretøy på strekningen A-C på ettermiddagen



Figur 7. Strekning B-A

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
26.10.2017	07:00-07:15	62	58	3		1
	07:15-07:30	79	74		5	
	07:30-07:45	98	92	3	3	
	07:45-08:00	148	139	5	4	
	08:00-08:15	107	99	6	2	
	08:15-08:30	170	157	8	5	
	08:30-08:45	134	129	5		
	08:45-09:00	110	101	7	2	

Tabell 11. Trafikkinndeling B-A om morgenen 2017-10-26

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
15.01.2018	07:00-07:15	67	65	2		
	07:15-07:30	96	87	4	5	
	07:30-07:45	102	98	2	2	
	07:45-08:00	141	129	8	4	
	08:00-08:15	103	95	6	2	
	08:15-08:30	135	127	3	5	
	08:30-08:45	114	109	4	1	
	08:45-09:00	106	94	10	2	

Tabell 12. Trafikkinndeling B-A om morgenen 2018-01-15

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
16.01.2018	07:00-07:15	73	71	1	1	
	07:15-07:30	84	78	2	4	
	07:30-07:45	116	107	6	3	
	07:45-08:00	125	116	6	3	
	08:00-08:15	121	115	3	3	
	08:15-08:30	131	114	12	5	
	08:30-08:45	0				
	08:45-09:00	0				

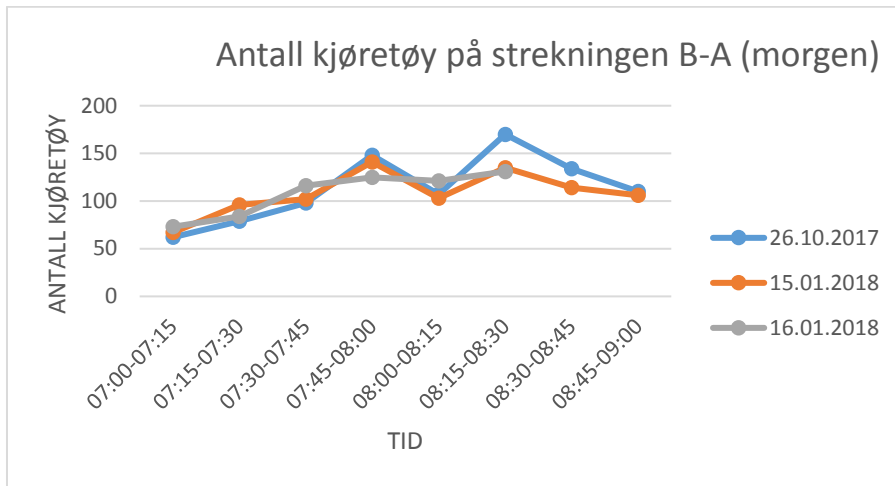
Tabell 13. Trafikkinndeling B-A om morgenen 2018-01-16

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
15.01.2018	15:15-15:30	185	174	6	5	
	15:30-15:45	247	243	4		
	15:45-16:00	230	224	4	2	
	16:00-16:15	246	243	2	1	
	16:15-16:30	246	237	5	4	
	16:30-16:45	176	170	3	3	
	16:45-17:00	138	131	5	2	
		0				

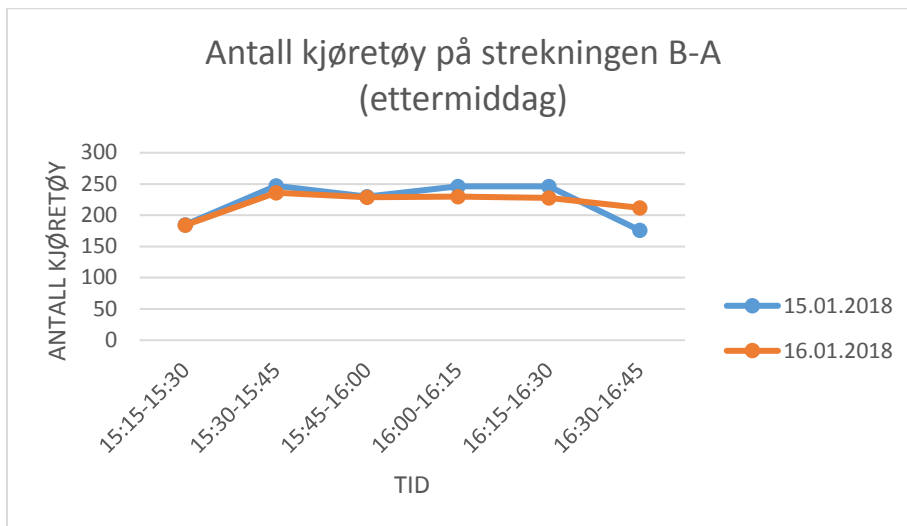
Tabell 14. Trafikkinndeling B-A på ettermiddagen 2018-01-15

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
16.01.2018	15:00–15:15	175	166	6	2	1
	15:15–15:30	184	175	5	4	
	15:30–15:45	236	229	5	1	1
	15:45–16:00	229	224	3	2	
	16:00–16:15	230	229	1		
	16:15–16:30	228	220	6	2	
	16:30–16:45	212	206		6	
		0				

Tabell 15. Trafikkinndeling B-A på ettermiddagen 2018-01-16



Figur 8. Antall kjøretøy på strekningen B-A om morgenen



Figur 9. Antall kjøretøy på strekningen B-A på ettermiddagen



Figur 10. Strekning B-C

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
26.10.2017	07:00-07:15	15	15			
	07:15-07:30	9	7	1	1	
	07:30-07:45	17	16	1		
	07:45-08:00	19	17	1	1	
	08:00-08:15	27	25		2	
	08:15-08:30	28	26	2		
	08:30-08:45	9	8	1		
	08:45-09:00	22	22			

Tabell 16. Trafikkinndeling B-C om morgenen 2017-10-26

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
15.01.2018	07:00-07:15	8	8			
	07:15-07:30	7	5	1	1	
	07:30-07:45	14	14			
	07:45-08:00	15	13	1	1	
	08:00-08:15	23	20	1	2	
	08:15-08:30	24	24			
	08:30-08:45	4	3	1		
	08:45-09:00	8	7	1		

Tabell 17. Trafikkinndeling B-C om morgenen 2018-01-15

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
16.01.2018	07:00-07:15	8	8			
	07:15-07:30	8	7		1	
	07:30-07:45	9	8	1		
	07:45-08:00	21	19	1	1	
	08:00-08:15	22	20	2		
	08:15-08:30	24	24			
	08:30-08:45	0				
	08:45-09:00	0				

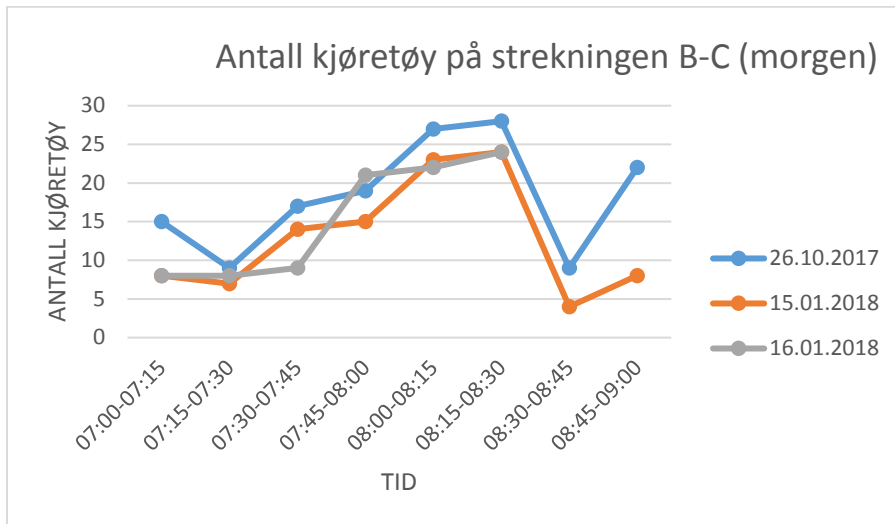
Tabell 18. Trafikkinndeling B-C om morgenen 2018-01-16

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
15.01.2018	15:15-15:30	49	47		2	
	15:30-15:45	60	58	2		
	15:45-16:00	66	64	1	1	
	16:00-16:15	58	57			1
	16:15-16:30	57	56		1	
	16:30-16:45	41	41			
	16:45-17:00	31	28	2	1	
		0				

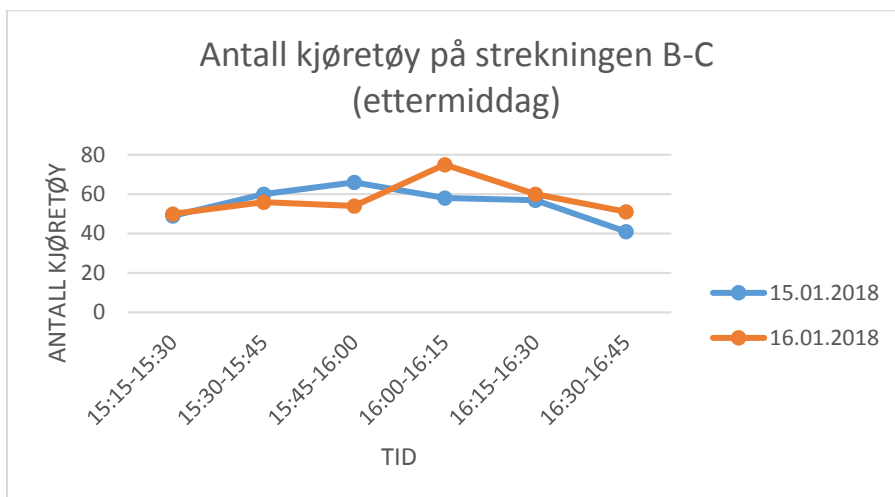
Tabell 19. Trafikkinndeling B-C på ettermiddagen 2018-01-15

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
16.01.2018	15:00–15:15	37	36	1		
	15:15–15:30	50	47	1	2	
	15:30–15:45	56	55			1
	15:45–16:00	54	53	1		
	16:00–16:15	75	73		1	1
	16:15–16:30	60	58	2		
	16:30–16:45	51	48	2	1	
		0				

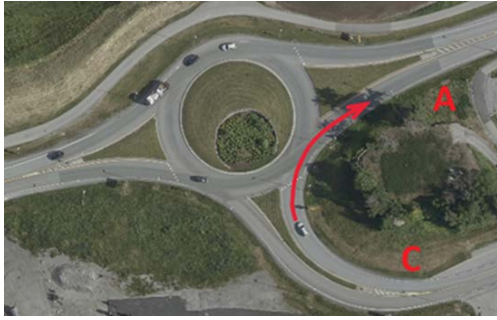
Tabell 20. Trafikkinndeling B-C på ettermiddagen 2018-01-16



Figur 11. Antall kjøretøy på strekningen B-C om morgenen



Figur 12. Antall kjøretøy på strekningen B-C på ettermiddagen



Figur 13. Strekning C-A

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
26.10.2017	07:00-07:15	10	10			
	07:15-07:30	26	25	1		
	07:30-07:45	25	25			
	07:45-08:00	21	21			
	08:00-08:15	17	17			
	08:15-08:30	7	6	1		
	08:30-08:45	20	16	4		
	08:45-09:00	9	9			

Tabell 21. Trafikkinndeling C-A om morgenen 2017-10-26

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
15.01.2018	07:00-07:15	18	18			
	07:15-07:30	21	20	1		
	07:30-07:45	37	36	1		
	07:45-08:00	24	23	1		
	08:00-08:15	21	16	5		
	08:15-08:30	13	11	2		
	08:30-08:45	16	15	1		
	08:45-09:00	25	20	5		

Tabell 22. Trafikkinndeling C-A om morgenen 2018-01-15

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
16.01.2018	07:00-07:15	21	19	2		
	07:15-07:30	16	16			
	07:30-07:45	32	32			
	07:45-08:00	25	25			
	08:00-08:15	16	13	3		
	08:15-08:30	10	10			
	08:30-08:45	0				
	08:45-09:00	0				

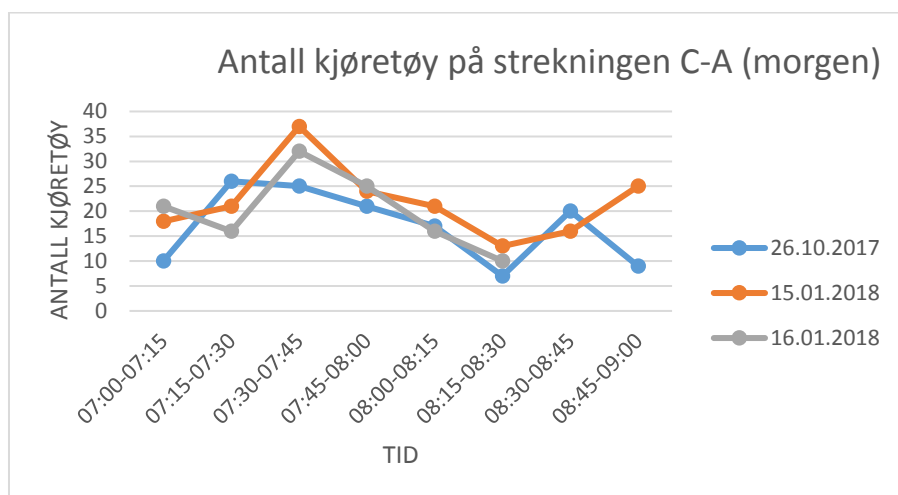
Tabell 23. Trafikkinndeling C-A om morgenen 2018-01-16

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
15.01.2018	15:15–15:30	7	7			
	15:30–15:45	14	13	1		
	15:45–16:00	18	16	2		
	16:00–16:15	13	11	2		
	16:15–16:30	19	17	1		1
	16:30–16:45	15	15			
	16:45–17:00	4	4			
		0				

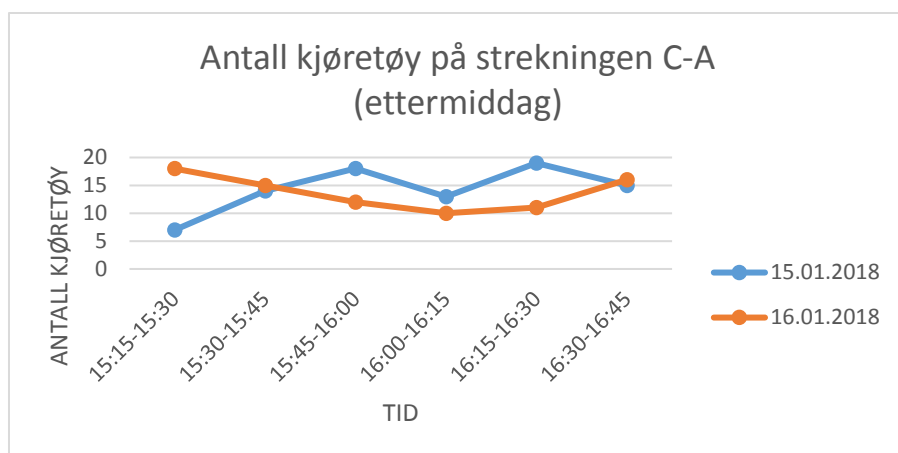
Tabell 24. Trafikkinndeling C-A på ettermiddagen 2018-01-15

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
16.01.2018	15:00–15:15	6	5		1	
	15:15–15:30	18	16	2		
	15:30–15:45	15	14	1		
	15:45–16:00	12	12			
	16:00–16:15	10	10			
	16:15–16:30	11	11			
	16:30–16:45	16	16			
		0				

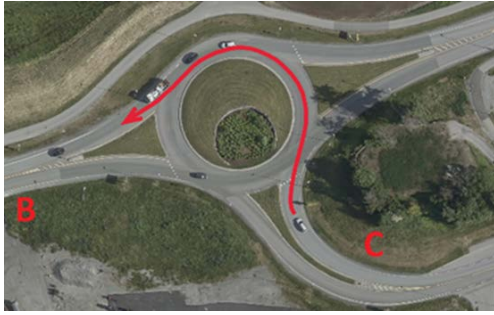
Tabell 25. Trafikkinndeling C-A på ettermiddagen 2018-01-16



Figur 14. Antall kjøretøy på strekningen C-A om morgenen



Figur 15. Antall kjøretøy på strekningen C-A på ettermiddagen



Figur 16. Strekning C-B

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
26.10.2017	07:00-07:15	32	31		1	
	07:15-07:30	55	55			
	07:30-07:45	88	83	1	3	1
	07:45-08:00	75	72	2		1
	08:00-08:15	48	46	1		1
	08:15-08:30	32	32			
	08:30-08:45	47	45	2		
	08:45-09:00	21	19	1	1	

Tabell 26. Trafikkinndeling C-B om morgenen 2017-10-26

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
15.01.2018	07:00-07:15	53	51	1	1	
	07:15-07:30	58	57	1		
	07:30-07:45	88	84		3	1
	07:45-08:00	80	79	1		
	08:00-08:15	44	41	3		
	08:15-08:30	38	36	2		
	08:30-08:45	27	27			
	08:45-09:00	45	40	4	1	

Tabell 27. Trafikkinndeling C-B om morgenen 2018-01-15

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
16.01.2018	07:00-07:15	47	46		1	
	07:15-07:30	61	61			
	07:30-07:45	99	93	2	3	1
	07:45-08:00	70	69	1		
	08:00-08:15	46	45	1		
	08:15-08:30	30	30			
	08:30-08:45	0				
	08:45-09:00	0				

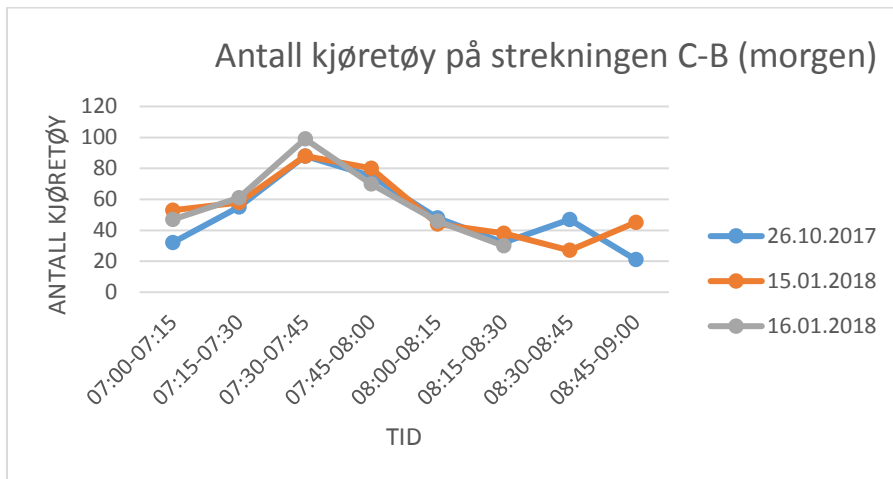
Tabell 28. Trafikkinndeling C-B om morgenen 2018-01-16

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
15.01.2018	15:15-15:30	13	13			
	15:30-15:45	22	22			
	15:45-16:00	17	16	1		
	16:00-16:15	30	28	2		
	16:15-16:30	15	15			
	16:30-16:45	23	22		1	
	16:45-17:00	20	20			
		0				

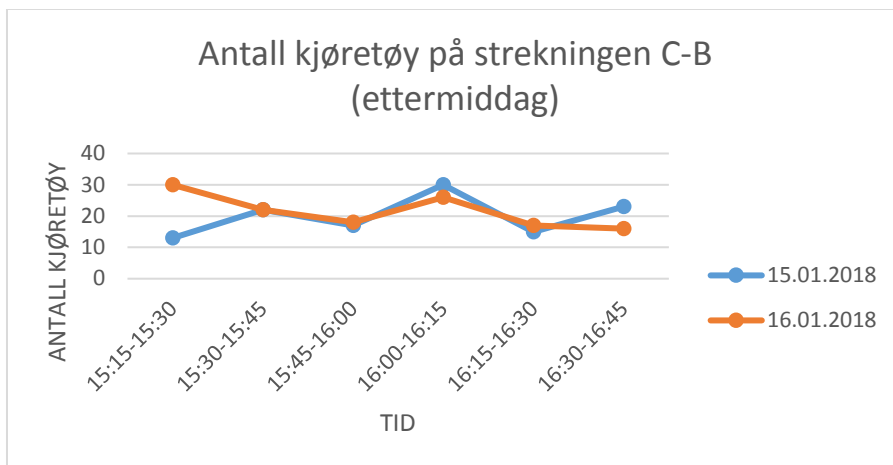
Tabell 29. Trafikkinndeling C-B på ettermiddagen 2018-01-15

		Antall kjøretøy	Personbil	Lastebil	Buss	MC / Traktor
16.01.2018	15:00-15:15	12	12			
	15:15-15:30	30	30			
	15:30-15:45	22	22			
	15:45-16:00	18	18			
	16:00-16:15	26	26			
	16:15-16:30	17	17			
	16:30-16:45	16	15		1	
		0				

Tabell 30. Trafikkinndeling C-B på ettermiddagen 2018-01-16



Figur 17. Antall kjøretøy på strekningen C-B om morgenen



Figur 18. Antall kjøretøy på strekningen C-B på ettermiddagen

Vedlegg 8

Fremstilling av ferjetrafikken

Dataene er levert digitalt

Vedlegg 9

Forsinkelser



Figur 1. Tidsforbruk fra Årø kryss til Kviltorpkryss

Vedlegg 10

Sporingsvideo for modulvogntog

Dataene er levert digitalt

Vedlegg 11

Trafikkberegningsfiler fra Sidra Intersection

Dataene er levert digitalt

Vedlegg 13

Trafikkberegningsfiler fra Aimsun Next

Dataene er levert digitalt

Vedlegg 14

Kostnadsoverslag for eksisterende rundkjøring og turborundkjøring

Dataene er levert digitalt