

Kva har avstanden mellom planskilte kryss og tunnel å seie for trafikktryggleiken?

Marius Slinde

Master i veg og jernbane

Innlevert: mai 2015

Hovedveileidar: Eirin Olaussen Ryeng, BAT

Medveileidar: Knut Ekseth, Statens vegvesen

Noregs teknisk-naturvitskaplege universitet
Institutt for bygg, anlegg og transport

MASTEROPPGAVE

(BA6904 Masteroppgave i studieretning veg)

VÅREN 2015

for

Marius Slinde

Hvilken betydning har avstanden mellom planskilte kryss og tunnel for trafiksikkerheten?

BAKGRUNN

Når en skal planlegge og bygge nye offentlige veganlegg i Norge, settes det nokså detaljerte krav til hvordan dette skal gjøres i Vegnormalene som er utarbeidet av Statens vegvesen. En av disse normalene er Håndbok N100 som inneholder standardkrav for utforming av veger og gater. I den nye utgaven av Håndbok N100 som trådte i kraft 14.oktober 2013 er det blant annet satt krav som gjelder plassering av planskilte kryss ved tunneler. Dette er krav som tidligere var satt i vegnormalen Håndbok N500. I de tidligere kravene stod det at akselerasjonsfeltet skulle være avsluttet før tunnelåpningen og at retardsjonsfeltet kunne starte ved tunnelåpningen. Normalene åpnet også for at en i sin helhet kunne legge parallelførte retardsjonsfelt inne i tunnel dersom en la til en ekstra lengde på 50 meter for retardsjonsfeltet utenfor tunnelen. Etter de nye kravene som er satt i Håndbok N100 skal det være en avstand som er minst lik stoppsikt mellom tunnelåpning og slutt på akselerasjonsfelt/start på retardsjonsfelt.

OPPGAVE

I denne oppgaven skal kandidaten studere sammenhengen mellom inntrufne trafikkulykker og avstanden fra tunnelåpning til akselerasjons- og retardasjonsfelt for å se om avstanden har noen betydning for ulykkessituasjonen. Kan man forvente færre eller mindre alvorlige ulykker dersom avstanden mellom tunnel og akselerasjons- og retardasjonsfelt økes?

Kandidaten skal:

- Gjennomføre et litteraturstudium med fokus på:
 - retningslinjer for plassering av planskilte kryss i tilknytning til tunneler i et utvalg andre land og begrunnelse for disse
 - norske og utenlandske studier av trafikkulykker som skjer i og nær tunnelmunninger, med fokus på avstandens betydning der slike studier foreligger
- Planlegge og gjennomføre en analyse basert på relevante norske ulykkesdata for å belyse problemstillingen
- Diskutere analyseresultatene i forhold til funnene fra litteraturstudien og i forhold til kravene i de gjeldende norske vegnormaler

Det forventes at kandidaten avgrensar arbeidet, velger hensiktsmessig datagrunnlag og metoder for sine analyser, og begrunner alle valg som tas underveis i arbeidet.

GENERELT

Opgaveteksten 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.

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 unødig voluminøs.

Besvarelsen skal inneholde

- standard rapportforside (automatisk fra DAIM, <http://daim.idi.ntnu.no/>)
- tittelside med ekstrakt og stikkord (mal finnes på siden <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank>: 3) Om Masteroppgaven)
- 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.

Besvarelsen kan evt. utformes som en vitenskapelig artikkel for internasjonal publisering. Besvarelsen inneholder da de samme punktene som beskrevet over, men der hovedteksten omfatter en vitenskapelig artikkel og en prosessrapport.

Råd og retningslinjer for masteroppgaven finnes på programmets nettsider.

http://videre.ntnu.no/pages/mastergrader/erfaringsbasert_masterprogram_i_veg_og_jernbane/priser_og_betinger/

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/ eksternt 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 eksternt 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, befarings, 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. Påmelding på kurset skjer til daniel.erland@ntnu.no

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**

Hovedveileder ved NTNU: Eirin Ryeng

Lokal veileder : Knut Ekseth, Statens vegvesen Region vest

Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU

Dato: 15.08.2014

Underskrift



Faglærer

Forord

Denne oppgåva er utarbeida som del av gjennomføring av erfaringsbasert mastergrad i veg ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Oppgåva markerer avslutninga av eit studie som er teke parallelt med mitt ordinære arbeid hjå Statens vegvesen i perioden frå hausten 2011 til våren 2015.

I oppgåva er det forsøkt å finne ut korleis avstanden mellom tunnel og av- og påkøyringar i planskilte kryss påverkar trafikktryggleiken. Motivasjonen for å sjå nærare på denne problemstillinga har sprunge ut frå dei nye krav til denne avstanden som Vegdirektoratet fastsette hausten 2013, og egne, og kollegar sine, erfaringar av at det ofte er utfordrande å overhalde desse krava. Når Vegdirektoratet samstundes ikkje har fastsett dei nye krava basert på nokon form for studiar eller analysar, fant eg at det ville vere interessant å ettergå dei nye krava og forsøke å finne ut om det har vore rett å innføre desse krava eller ikkje.

Eg ynskjer å nytte høve til å takke rettleiarane som eg har hatt for arbeidet med denne oppgåva: Eirin Ryeng hjå NTNU og Knut Ekseth hjå Statens vegvesen Region vest. Dei skal begge to ha ein del av æra for kvaliteten til det endelege oppgåveresultatet.

Det er elles på sin plass å gi ein generell takk til min arbeidsgjevar, Statens vegvesen, som har valt å investere i vidareutdanning for meg.

Marius Slinde, Bergen 13. mai 2015

Framsidedfoto: Knut Opeide, Statens vegvesen

Samandrag

Kombinasjonen av aukande trafikk på dei norske vegane, ynskje om stadig tryggare vegar og at framføring av veg i tunnel oftare og oftare vert føretrekt, gjer at det må forventast å vere aktuelt å plassere planskilte kryss nokså tett på tunnel i stadig aukande grad i Norge. Difor er det viktig at Vegdirektoratet er i forkant og fastset krav om ein viss avstand frå tunnel til slike kryss, dersom dette er naudsynt for å ivareta trafikktryggleiken. Men samstundes er det viktig at det ikkje vert sett unødige strenge krav, for å sikre at veganlegg kan planleggast med det som samla sett er den beste løysinga.

I denne masteroppgåva har det blitt undersøkt om dagens krav til avstand som seier at det minst skal vere stoppsikt frå tunnel til start på avkøyringsfelt og frå slutten av påkøyringsfelt til tunnel, synst å verke naturlege. For å kunne gjere dette, har det blitt gjennomført ein litteraturstudie der det har blitt undersøkt; 1) kva krav eit utval land stiller til avstanden mellom tunnel og planskilte kryss, og 2) kva vitskaplege litteratur seier om problemstillinga. I tillegg til litteraturstudien er det også gjennomført ei ulykkesanalyse der det er forsøkt å sjå kva samanheng det er mellom trafikktryggleiken og avstanden mellom tunnel og planskilte kryss. Denne ulykkesanalysen er den sentrale delen av denne oppgåva.

Gjennom arbeidet med den fyrste delen av litteraturstudien er det funne at nokre land har krav til plasseringa av planskilte kryss ved tunnel, men dette gjeld langt frå alle. For avkøyringar etter tunnel er det berre Norge, av dei seks undersøkte landa, som har krav til ein slik avstand utifrå trafikktryggleik. Kva gjeld påkøyringar før tunnel, så har også Sverige og Austerrike, i tillegg til Norge, krav av omsyn til tryggleiken.

Den andre delen av litteraturstudien syner at det er eit poeng at inn- og utkøyringsområda er dei mest ulykkesbelasta i tunnel. Ein del av dei arbeida som er gjort, blant anna eit norskt, samt ulykkesanalysen i denne oppgåva, syner til og med at det skjer fleire ulykker her enn på tilstøytande veg i dagen. Gjennom eit arbeid der det er sett separat på inn- og utkøyringsområda i toløpstunnelar, har det synt seg at det skjer fleire ulykker ved inn- enn ved utkøyring. Også dette er i samsvar med resultatata frå ulykkesanalysen. I litteraturen der det er sett på kva avstand det bør vere mellom tunnel og av- og påkøyringar er det jamt over argumentert for at det bør vere ein viss avstand mellom tunnel og planskilte kryss. Men fordi ein i denne litteraturen i to av tilfella ikkje har sett avstandstilrådinga opp mot korleis denne reelt vil påverke ulykkesituasjonen er det problematisk å legge resultatata frå desse til grunn for ein konklusjon i denne oppgåva. Det er også vanskeleg å legge resultatata frå det tredje arbeidet til grunn, sidan dette, med unntak av eit kort samandrag på engelsk, er forfatta på kinesisk og det difor, på grunn av språkbarrierer, ikkje har vore mogeleg å forstå kva som ligg til grunn for dei tilrådingane som dette arbeidet har.

Ulykkesanalysen som er gjennomført har omfatta innsamling av ulykkesdata for situasjonar i Norge med avkøyringar etter tunnel og påkøyringar før tunnel. Det er berekna ulykkesfrekvens og skadekostnad pr. køyretøykilometer samla for området frå og med tunnel, til og med avkøyringar, samt området frå og med påkøyringar, til og med tunnel. Soleis meiner ein å ha med dei ulykkesdataa som kan ha ein samanheng med avstanden mellom tunnel og kryss. Utover dei resultatata som alt er nemnt over, syner trendlinjer at det er positivt for ulykkesfrekvensen at avstand mellom tunnel og kryss vert auka. Trendlinjene syner også at skadekostnad ikkje synst å vere avhenigig av avstand mellom tunnel og kryss. Difor er regresjonsanalyse og t-test berre gjort for ulykkesfrekvens.

Regresjonsanalysar syner at tendensen til trendlinjene truleg stemmer både for av- og påkøyringssituasjonar, men resultatata er eit stykke frå å vere statistisk signifikante. Det er i tillegg til

regresjonsanalyse gjennomført t-test. Denne er gjennomført ved å samanlikne grupper av av- og påkøyringssituasjonar der det er mindre enn 10 sekundar avstand mellom av-/påkøyring og tunnel med grupper der avstanden er større enn 10 sekundar. Sjølv om t-testen heller ikkje gjev statistisk signifikante resultat, så syner resultata at det truleg stemmer at ulykkesfrekvensen er lægre når avstanden er større enn 10 sekundar enn om den er mindre. Elles gir t-testane som resultat at gruppa av data med større avstand enn 10 sekundar berre har om lag halvparten så stor gjennomsnittleg ulykkesfrekvens som gruppa med mindre avstand enn 10 sekundar for både av- og påkøyringar. Når resultata frå t-testane skal tolkast må ein vere forsiktig med å anta at det er reelt med ein så stor reduksjon i ulykkesfrekvensen. For det fyrste tek ikkje t-test omsyn til at observert ulykkesfrekvens eventuelt avvik frå den ulykkesfrekvensen ein ville oppnådd dersom talet på køyretøykilometer hadde vore så stort at observert ulykkesfrekvens er på eit «normalisert» nivå. I tillegg tek ikkje t-test omsyn til at observasjonane ligg i ulik avstand frå tunnelmunning. I regresjonsanalysane er det siste teke omsyn til og regresjonsanalysen sin motstand mot data som avvik frå hovudmønsteret i observasjonane gjer at ein også har teke omsyn til det fyrste i ei viss grad. Den samla vurderinga etter ulykkesanalysen er difor at det er sannsynleg at auka avstand reduserer talet på ulykker noko, men det er neppe slik at ulykkesfrekvensen er halvparten om avstanden er over, i staden for under, 10 sekundar.

Resultata frå litteraturstudien og ulykkesanalysen har hatt fokus på ulykkessituasjonen på hovudveg, men det er viktig å ikkje gløyme at hovudvegen er del av eit vegsystem. Dette har blitt vektlagt i drøftinga av resultata og konklusjonen til denne oppgåva. For å klare å gjere vegtrafikken stadig tryggare er det viktig å tenke heilskapleg på ulykkessituasjonen og at planlegginga leiar fram til dei beste totalløysingane. Ved å stille krav om ein minste avstand mellom kryss og tunnel fordi dette kan gjere situasjonen på hovudvegen betre, kan ein risikere at til dømes utforming av kryss eller sidevegnett vert slik at risikoen aukar og at den samla ulykkessituasjonen vert dårlegare enn kva den kunne blitt om krysset hadde blitt plassert nærare tunnel.

Etter arbeidet med denne oppgåva har underteikna konkludert med at det ikkje bør stillast krav om ein minste avstand mellom tunnel og planskilte kryss, men at ein i staden må legge opp til at å komme fram til kva som er den beste løysinga i kvar enkelt situasjon. I prosessane med å finne fram til nettopp dette er eitt viktig moment som planleggarane må ha med seg at ulykkesfrekvensen er høgare ved inn- og utkøyring av tunnel enn elles. I denne samanhengen kan det utunderstrekast at det, som ved planlegging elles, er viktig at ein arbeider på eit slikt vis at planane faktisk inneheld dei beste løysingane. Kva gjeld det å få eit tryggast mogeleg vegsystem er det dessutan viktig at trafikktryggleik i aukgande grad vert vektlagt når det skal gjerast val mellom ulike alternativ til løysingar som alle har sine ulike fordelar og ulemper.

Abstract

The combination of increasing traffic on the Norwegian roads, the desire for increasingly safer roads and that it is more and more preferred to use tunnels, makes us expect it to be more common to desire placement of grade separated intersections rather close to tunnels in the future. Therefore, it is important that the Norwegian Directorate of Public Roads is one step ahead and defines minimum distance needed between tunnel and those kind of intersections, if this is necessary to attend to the traffic safety. At the same time, it is important that the demands are not too strict, so that roads can be planned with what is the overall best solution.

The demands that are in force in Norway today is that there should be at least stopping sight distance from tunnel mouth to the start of deceleration lane and from the end of acceleration lane to tunnel mouth. In this master's thesis, it has been examined if these demands seems to be reasonable. To be able to do this, it has been carried out a literature study that consist of two parts: 1) What demands does a selection of countries have for the distance between tunnels and grade-separated intersections? 2) What does academical literature say about the problem at discussion? In addition to the literature study, it has been carried out an accident analysis. This analysis has been the main part of the work with this thesis, and it attempts to see what relation there is between traffic safety and the spacing between tunnels and grade separated intersections.

Through the work with the first part of the literature study, it has been discovered that some, but far from all, of the examined countries have demands regarding placement of grade separated intersections by tunnels. Regarding exits after tunnels, it is only Norway, of the six examined countries, that has demands because of traffic safety reasons. Regarding entries, also Sweden and Austria, in addition to Norway, have demands due to traffic safety.

The second part of the literature study shows that it is a point that the tunnel entrance and exit area are the most accident-prone area in tunnels. Some of the literature, among others a Norwegian one, and also the results from the accident analysis in this thesis, shows that the accident rates in this area also is higher than on adjacent road in the day. Through a work that has examined entrances and exits separately, it has been showed that more accidents occur in the entrance area than the exit area. This also corresponds with the results of the accident analysis. In the literature where one has discuss what distance it should be between tunnels and intersection exits and entries, it is rather unified that there should be some distance. The situation is though that two of the sources have not seen the recommendation in relation to the accident situation, and therefore it is problematic to base the conclusions in the thesis on these. It is also problematic to use the results from the third source, since this, except for a short summary in English, has been written in Chinese and therefor has been impossible to understand the grounds for because of language barrier.

The accident analysis that has been carried out has been based on collection of accident data for Norwegian situations where intersection exits are placed after tunnels and intersection entries are placed in front of tunnels. Accident rates and injury costs per vehicle-kilometre has been calculated combined for the area in tunnel, the area by the exit or entry and the area in-between these, for each exit and entry situation. One believe that this makes all the accident data that could relate to the distance between tunnels and intersections. Throughout the results already mentioned, trend lines show that it would be positive concerning accident rate to increase spacing between tunnels and intersections. The trend lines

also implies that injury costs are independent of this distance. Therefore, regression analysis and t-tests has only been carried out for accident rates.

Regression analysis show that the tendency for the trend lines probably are true both for the exit and entry situations, but the results are some way from being statistical significant. In addition to regression analysis, it has been carried out t-tests. In these tests the accident rates for intersection exit and entry situations with less than 10 seconds spacing to tunnel, has been compared with those where the spacing is greater than 10 seconds. Even though the t-tests do not give statistical significant results, the results show that it is probably correct that accident rates are lower when the spacing is larger than 10 seconds, than if it is less. In addition, the t-test shows that the group of situations with a greater spacing than 10 seconds only have about half of the average accident rate for the group of situations with less than 10 seconds spacing. When understanding the results from the t-tests, one should be careful to expect this reduction in accident rates, because the observed accident rates may differ from the rates that would be gained if the amount of vehicle-kilometre in all situations that these test are based upon, were large enough to gain “normalized” levels for accident rates. It is also worth mentioning that t-tests does not considerate that the observations has different distance between tunnel mouth and intersection exits or entries. In the regression analysis, the last aspect is considered. It is also a resistance in the regression analysis against data that differs from the general trends in some extent. The overall judgement after the accident analysis is that it is probable that increased spacing reduces the number of accidents in some degree, but it is not likely that accident rates are 50 per cent less if the spacing is above, instead of under, 10 seconds.

The results from the literature study and the accident analysis have focused on the main road, but one must not forget that the main road is part of a road system. This has been called attention to in the discussion and the conclusion part of the thesis. If one should manage to make the roads safer, it is important that one make plans with the combined best solutions. To be able to do this one need an overall approach to the accident situation. If it is demanded a minimum spacing between tunnels and grade separated intersections, since this makes the situation on the main road better, one can for instance intersection design or design of the secondary road network makes the combined risk rise to a higher level than what could be the situation if the intersection was placed closer to the tunnel.

After the work with this thesis, it is undersigned’s conclusion that it should not be set demands for minimum spacing between tunnels and grade separated intersections. Instead, one should find what the best solution in each individual situation is. In the process of finding this solution, it is a key point that planners need to know that accident rates are higher at the tunnel entrances and exits than otherwise. Concerning this, one should point out that, as with road planning in general, it is important than one works in a way that assures that the plans actually achieve the best solutions. Finally it should also be pointed out that to accomplish the safest possible road system, it is also important that traffic safety is emphasized more and more when one choose between different solution alternatives, which all have their pros and cons.

Innhald

Oppgåvetekst	I
Forord	V
Samandrag	VI
Abstract	VIII
Innhald	X
Figurar	XII
Tabellar	XIII
1 Innleiing	1
2 Metode	3
2.1 Litteraturstudie	3
2.1.1 Krav til avstand mellom planskilte kryss og tunnel i Norge og eit utval andre land.....	3
2.1.2 Vitskaplege vurderingar av samanhengen mellom ulykkessituasjon og avstand mellom planskilte kryss og tunnel.....	4
2.2 Ulykkesanalyse	5
2.2.1 Studerer av- og påkøyringar individuelt.....	5
2.2.2 Avgrensingar av datagrunnlaget.....	6
2.2.3 Innsamling av data	7
2.2.4 Bearbeiding og analysering av data.....	9
3 Litteraturstudie	11
3.1 Krav til avstand mellom planskilte kryss og tunnel i Norge og eit utval andre land	11
3.1.1 Norge.....	11
3.1.2 Sverige.....	11
3.1.3 Austerrike	12
3.1.4 Storbritannia og Irland	12
3.1.5 USA.....	13
3.1.6 Oppsummering av krav	13
3.2 Vitskaplege vurderingar av samanhengen mellom ulykkessituasjon og avstand mellom planskilte kryss og tunnel	15
4 Ulykkesanalyse	17
4.1 Datagrunnlaget	17
4.2 Ulykkessituasjon	20
4.2.1 Gjennomsnittleg ulykkessituasjon.....	20
4.2.2 Ulykkessituasjon som funksjon av avstand mellom kryss og tunnel	20

5	Drøfting	27
5.1	Litteraturstudie	27
5.2	Ulykkesanalyse	28
5.3	Samla drøfting	30
6	Konklusjon	31
6.1	Kva krav bør vegnormalen stille?	31
6.2	Vidare analysearbeid	32
	Referansar	33
	Vedlegg 1: Avkøyrings situasjonar nytta i ulykkesanalyse	35
	Vedlegg 2: Påkøyrings situasjonar nytta i ulykkesanalyse	38

Figurar

Figur 1: Avstandsmarkeringar som syner dei avstandane som er forsøkt finne ut korleis påverkar trafikktryggleiken i denne oppgåva (frå tunnel til starten på avkøyringar og frå slutten av påkøyringar til tunnel) (ill.: Marius Slinde).....	2
Figur 2: Flyfotoet av Langåkerkryssset på E18 ved Sandefjord som syner at avstanden frå tunnel til avkøyring og frå påkøyring til tunnel ikkje den same (foto: www.norgebilder.no).....	5
Figur 3: Døme på avkøyring som ikkje har fartsendringsstrekning (foto: Statens vegvesen).....	7
Figur 4: Døme på påkøyring som vert gafla på som eige køyrefelt (foto: Statens vegvesen).....	7
Figur 5: Skjermdump frå www.vegvesen.no/vegkart som syner korleis data frå Nasjonal vegdatabank enkelt kan hentast ut (kart: Statens vegvesen).....	9
Figur 6: Talet på avkøyringssituasjonar i grunnlaget for ulykkesanalysen, gruppert etter tidsmessig avstand mellom tunnelmunning og avkøyringsfeltet sin start.	17
Figur 7: Talet på påkøyringssituasjonar i grunnlaget for ulykkesanalysen, gruppert etter tidsmessig avstand mellom påkøyringsfelt sin slutt og tunnelmunning.	18
Figur 8: Talet på køyretøykilometer for avkøyringssituasjonar i grunnlaget for ulykkesanalysen, gruppert utifrå tidsmessig avstand mellom tunnelmunning og avkøyringsfelt sin start.....	18
Figur 9: Talet på køyretøykilometer for påkøyringssituasjonar i grunnlaget for ulykkesanalysen, gruppert utifrå tidsmessig avstand mellom påkøyringsfelt sin slutt og tunnelmunning.	19
Figur 10: Ulykkesfrekvens (felles) for tunnel, område ved avkøyringsfelt og området mellom desse sett opp mot avstanden mellom tunnel og avkøyringsfelt.....	21
Figur 11: Ulykkesfrekvens (felles) for tunnel, område ved påkøyringsfelt og området mellom desse sett opp mot avstandne mellom påkøyringsfelt og tunnel.....	21
Figur 12: Skadekostnad pr. køyretøykilometer (felles) for tunnel, område ved avkøyringsfelt og området mellom desse sett opp mot avstanden mellom tunnel og avkøyringsfelt.	22
Figur 13: Skadekostnad pr. køyretøykilometer (felles) for tunnel, område ved påkøyringsfelt og området mellom desse sett opp mot avstanden mellom påkøyringsfelt og tunnel.	22

Tabellar

Tabell 1: Gjennomsnittskostnad ved ulike skadegrader, rekna i 2014-kroner.	10
Tabell 2: Stoppsikt for ulike norske dimensjoneringsklassar. Verdiane gjeld for flat veg og intervallet angir verdiar for minste horisontalkurveradius til rettstrekk.	11
Tabell 3: Minstekrav i Sverige til avstanden frå påkøyring til tunnel.	12
Tabell 4: Distanse tilbakelagt i løpet av 10 sekundar ved ulike fartsgrenser.	12
Tabell 5: Avstandskrav i Norge og eit utval andre land (tekstleg omtale)	14
Tabell 6: Avstandskrav i Norge og eit utval andre land (talverdiar).	14
Tabell 7: Tiltrådd avstand mellom tunnel og planskilte kryss i nederlandsk analyse. Avstandsmåla gjeld til slutten av fartsendringsstrekninga for avkøyringsfelt og frå byrjinga av fartsendringsstrekning for påkøyringsfelt.	15
Tabell 8: Gjennomsnittstal for ulykkesfrekvens i ulykkesanalysen.	20
Tabell 9: Gjennomsnittstal for skadekostnad pr. køyretøykilometer i ulykkesanalysen.	20
Tabell 10: Koeffisientstabell for regresjonsanalyse av samanhengen mellom endring i ulykkesfrekvens og endring i avstand mellom tunnel og avkøyringsfelt.	23
Tabell 11: Koeffisientstabell for regresjonsanalyse av samanhengen mellom endring i ulykkesfrekvens og endring i avstand mellom påkøyringsfelt og tunnel.	23
Tabell 12: Oppsummering av datagrunnlaget for t-test for avkøyringsfelt etter tunnel.	24
Tabell 13: Resultat etter t-test der ulykkesfrekvens for situasjonar med mindre enn 10 sek. avstand mellom tunnel og avkøyringsfelt vert samanlikna med situasjonar med meir enn 10 sek. avstand.	25
Tabell 14: Oppsummering av datagrunnlaget for t-test for påkøyringsfelt før tunnel.	25
Tabell 15: Resultat etter t-test der ulykkesfrekvens for situasjonar med mindre enn 10 sek. avstand mellom tunnel og påkøyringsfelt vert samanlikna med situasjonar med meir enn 10 sek. avstand.	25

1 Innleiing

Det er forventta befolkningsvekst og økonomisk vekst i Norge i åra som kjem (Samferdsledepartementet, 2013), og mykje av befolkningsveksten reknar ein med kjem i byområda (Tønnessen, Syse, & Aase, 2014). Som ein konsekvens av desse to forholda vil ein generelt få stadig aukande trafikk på det norske vegnettet, og trafikkveksten vil truleg verte spesielt stor i tilknytning til byområda. Sjølv om målet i Nasjonal transportplan (Samferdsledepartementet, 2013) om at «veksten i persontransporten i storbyområda skal takast med kollektivtransport, sykkel og gange» vert nådd, må det likevull reknast med trafikkauke, blant anna som følgje av vekst i næringstrafikken.

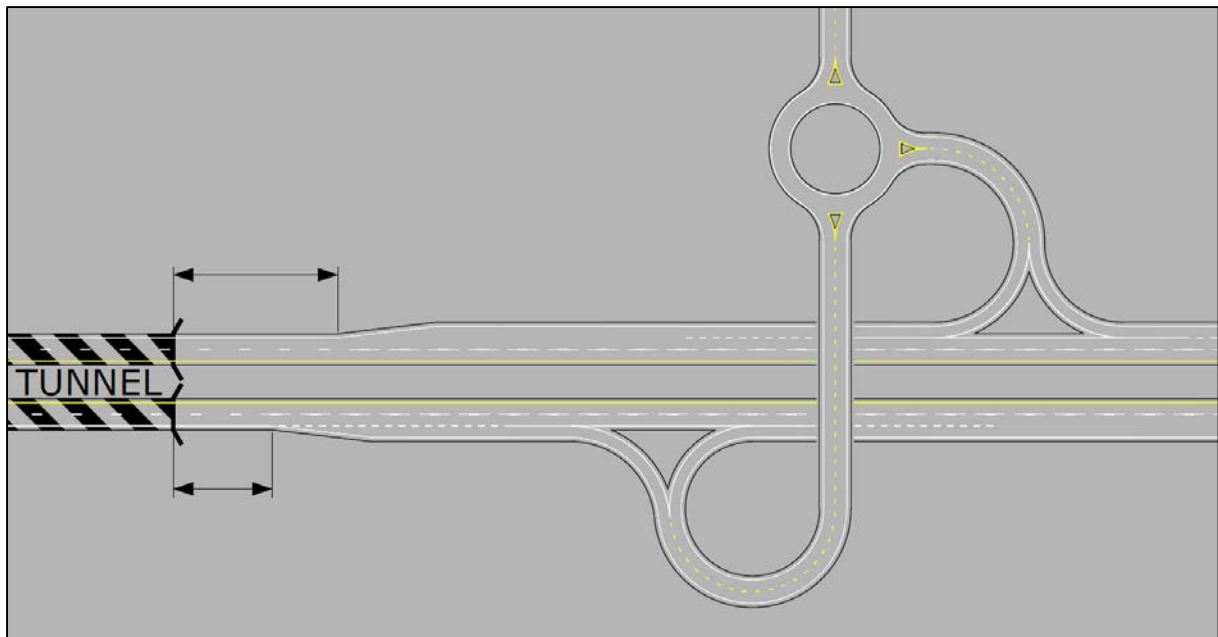
Dersom denne trafikkveksten vert sett i kombinasjon med eit stadig større fokus på trafikktryggleik, så har ein grunnlag for å forvente at det i tida framover vil verte bygt fleire vegar med ein standard som inneber planskilte kryss. Samstundes må ein også forvente at det stadig oftare vil vere ynskje om framføring av veg i tunnel, blant anna for å hindre arealbrukskonfliktar, for å oppnå kortare vegtraséar og for å unngå negative konsekvensar for miljø og omgivnadar elles.

Basert på desse momenta kan ein legge til grunn at det iallfall ikkje sjeldnare enn i dag vil vere aktuelt å plassere planskilte kryss nokså nær tunnelar. Det er difor viktig at myndighetene set krav til plassering av planskilte kryss ved tunnel, i den grad dette er naudsynt for å sikre at trafikktryggleiken vert tilfredsstillande ivareteken. Men det er mange forhold som avgjer kva som samla sett er den beste løysinga i ulike situasjonar, også om ein avgrensar seg til å berre sjå på den samla trafikktryggleiken. Til dømes utforming og lengde på sekundærvagnettet og detaljar i kryssutforming. Difor er det viktig at det heller ikkje vert stilt unødige eller unødig strenge krav, slik at ein har eit så stort handlingsrom som mogeleg når nye vegar skal planleggast.

I dag er det i den norske normalen for veg- og gateutforming (Statens vegvesen, 2013a) sett krav om at det skal vere ein avstand som minst tilsvarar stoppsikt mellom tunnel og av- og påkøyringar i planskilte kryss. Slik underteikna har forstått det, har Vegdirektoratet sett dette kravet fordi ein manglar kunnskap om korleis risikoen vert når planskilte kryss vert plassert nære tunnel, og at ein difor har valt å nytte ei proaktiv tilnærming til problemet. I mangel på kunnskap kan dette vere ein god måte å arbeide med vegnormalane på for å sikre stadig betre trafikktryggleik, men samstundes er det då eit viss sannsyn for at ein set strengare krav enn naudsynt og at ein ikkje endar opp med det som samla sett er den løysinga for trafikktryggleiken.

Gjennom denne masteroppgåva er det forsøkt å bidra til å auke kunnskapen om korleis trafikktryggleiken vert påverka av avstanden mellom tunnel og planskilte kryss, og kanskje kan resultata nyttast som del av eit grunnlag for framtidige krav til avstanden mellom planskilte kryss og tunnel. For å kunne bidra med auka kunnskap har det blitt arbeida utifrå denne problemstillinga: Kva har avstanden mellom planskilte kryss og tunnel å seie for trafikktryggleiken?

Meir konkret inneber dette at det er gjort ei studie av korleis avstanden frå tunnel til avkøyringar og avstanden frå påkøyringar til tunnel (sjå figur 1) påverkar trafikktryggleiken. Størsteparten av arbeidet og hovudfokuset til denne oppgåva har vore å gjennomføre ei ulykkesanalyse, men for å danne eit bakteppe for oppgåva og drøftinga av resultata frå ulykkesanalysen har det også blitt gjennomført ein litteraturstudie. I litteraturstudien er det forsøkt å finne fram til kva krav til avstand mellom planskilte kryss og tunnel andre land som er samanliknbare med Norge stiller, samt kva ein har komme fram til i vitskaplege arbeid om denne avstanden.



Figur 1: Avstandsmarkeringar som syner dei avstandane som er forsøkt finne ut korleis påverkar trafikktryggleiken i denne oppgåva (frå tunnel til starten på avkøyringar og frå slutten av påkøyringar til tunnel) (ill.: Marius Slinde)

Vidare i denne oppgåva finn ein følgjande kapittel:

- Kapittel 2 Skildring av metodikken som er nytta i oppgåva.
- Kapittel 3 Resultat frå litteraturstudien
- Kapittel 4 Resultat frå ulykkesanalysen
- Kapittel 5 Samla drøfting av resultata frå litteraturstudien og ulykkesanalysen
- Kapittel 6 Underteikna sine konklusjonar om kva krav vegnormalen bør stille, samt tankar om vidare arbeid om problemstillinga som kan vere interessant å gjennomføre.

2 Metode

For å kunne svare best mogeleg på oppgåva har det, som sagt i innleiinga, blitt valgt å sjå på problemstillinga ved hjelp av to ulike metodar. I den fyrste delen av oppgåva er det gjennomført ein litteraturstudie, medan det i den andre delen er gjennomført ei ulykkesanalyse. I dette kapittelet vert det gjort nærare greie for metodikken for gjennomføringa av begge desse delane av oppgåva.

2.1 Litteraturstudie

Målet med litteraturstudien har altså vore å få eit grunnlag for å kunne drøfte problemstillinga med planskilte kryss ved tunnel frå fleire sider. Litteraturstudien omfattar to separate delar som har teke utgangspunkt i å skulle svare på desse to spørsmåla:

- 1) Kva krav stiller Norge og eit utval andre land til avstand mellom planskilte kryss og tunnel?
- 2) Kva seier vitenskaplege arbeid om samanhengen mellom ulykkessituasjon og avstanden mellom planskilte kryss og tunnel?

Resultata etter litteraturstudien er presentert i kapittel 3.

2.1.1 Krav til avstand mellom planskilte kryss og tunnel i Norge og eit utval andre land

Arbeidet med å finne fram til kva krav til avstand mellom planskilte kryss og tunnel som gjeld i Norge og eit utval andre land, starta med å fastsette kva for andre land sine krav som skulle finnast fram til. Dette vart gjort gjennom ei avgrensing utifrå kva eigenskapar landa i utvalet må ha.

Den fyrste avgrensinga av utvalet vart gjort med utgangspunkt i at landa må vere samanliknbare med Norge. Dette krev spesielt at den trafikale kulturen er nokså lik som hjå oss, og difor har ein avgrensa seg til å skulle undersøke vestlege land. Men kravet til samanliknbarheit gjer også at dei landa som er tatt med i utvalet også må ha noko erfaring med både tunnelar og vegar med planskilte kryss. Difor er til dømes Danmark ikkje med i utvalet, fordi det der berre er nokre få tunnelar i heile landet.

Vidare har utvalet av land også blitt avgrensa av språklege barrierar. Dette er dels søkt overkomme ved å ta direkte kontakt med vegadministrasjonane i både Austerrike, Sveits og Nederland, men det har berre lukkast å få svar frå Austerrike. For å få fleire land å samanlikne med kunne det vore purra på dei landa som ikkje har svara og det kunne vore teke tilsvarande kontakt med andre land, men dette er ikkje gjort fordi ein meiner å likevel ha fått eit tilstrekkeleg tal på land til denne delen av oppgåva.

Ei siste avgrensinga av utvalet av land har ein fått utifrå manglande funn av kravdokument, og dette gjer til dømes at Canada ikkje er med i utvalet. Tilsvarande som for den språklege barrieren kunne dette vore handtert ved å ta direkte kontakt med vegmyndigheitene i dei aktuelle landa, men igjen meiner ein å ha tilstrekkeleg med tal på land til denne delen av oppgåva, så difor er ikkje dette gjort.

Når alle desse avgrensingane er teke omsyn til har ein til slutt sete igjen med eit utval av land beståande av Sverige, Storbritannia, Irland, Austerrike og USA, i tillegg til Norge.

For desse landa er det gjort systematisk leiting, med utgangspunkt i nettsidene til dei ulike landa sine vegmyndigheiter, for å finne fram til kva krav til avstand mellom planskilte kryss og tunnel som vert stilt i desse. Deretter er det skrivne enkeltvise oppsummeringar av dei ulike landa sine krav, før det til slutt er gjeve ein samla presentasjon av resultata.

2.1.2 Vitskaplege vurderingar av samanhengen mellom ulykkessituasjon og avstand mellom planskilte kryss og tunnel

Som ein del av litteraturstudien har det også blitt undersøkt kva vitskaplege arbeid seier om samanhengen mellom ulykkessituasjon og avstanden mellom planskilte kryss og tunnel.

Denne delen av litteraturstudien har teke utgangspunkt i søk i aktuelle databasar. Ein har nytta Science Direct, Scopus og TRID¹, samt Association for European Transport sin database med konferanseartiklar frå European Transport Conference. Det er også gjort søk ved hjelp av Google Scholar og søk i Statens vegvesen sin bibliotekdatabase. Elles er det undersøkt om Trafikksikkerheitshandboka til Transportøkonomisk institutt har innhald som er av interesse, samt at det er leita etter aktuell litteratur ved å undersøke referansane til aktuell og delvis aktuell litteratur som ein har komme over.

Til dei søka som vart gjort har spesielt desse søkeorda, og kombinasjonar av desse, blitt nytta: Accident, accident rate, interchange, intersection, junction, road, safety, traffic, tunnel. Det er nytta norske versjonar av desse søkeorda når det er søkt i bibliotekdatabasen til Statens vegvesen.

Funna som er vurdert som interessante i resultatata etter dette litteratursøket har blitt presentert i ein samla tekst.

¹ Transportation research international documentation

2.2 Ulykkesanalyse

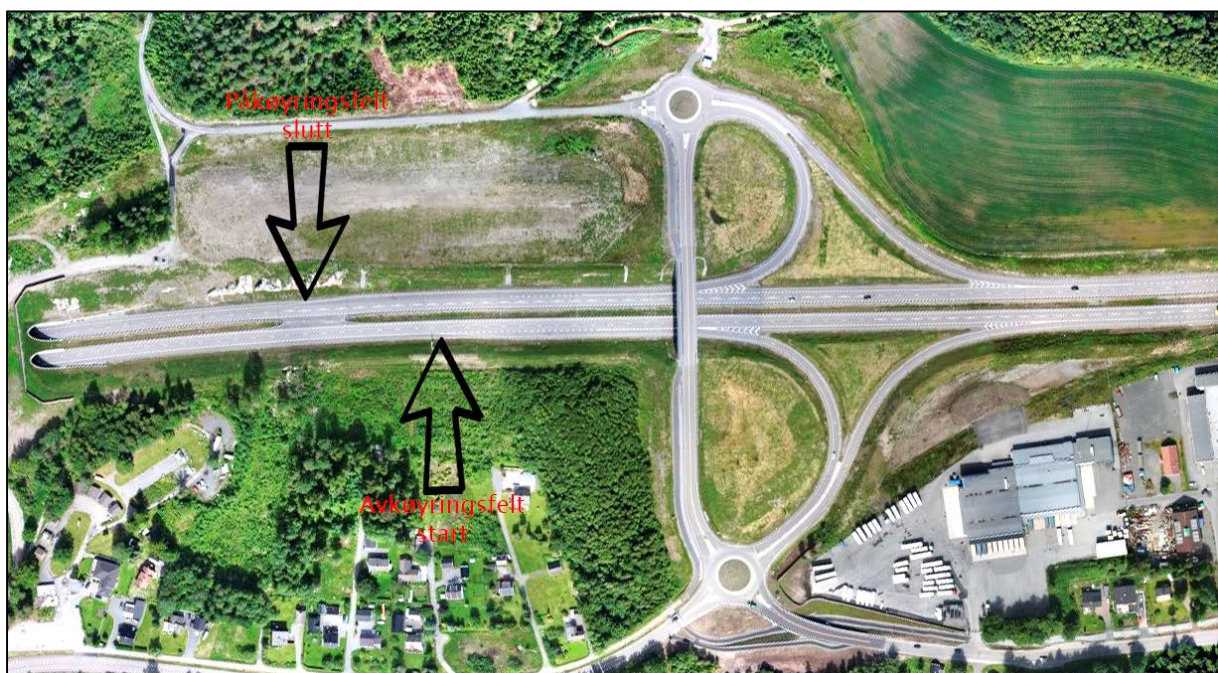
Den sentrale delen av arbeidet med denne oppgåva har vore å gjennomføre ei analyse der det, basert på norske ulykkesdata, vert undersøkt kva avstanden mellom tunnel og plankilte kryss har å seie for trafikktryggleiken. Sagt på ein annan måte inneber dette at det er undersøkt kva endring ein får i ulykkessituasjonen når avstanden mellom tunnel og kryss vert endra. Det er i tilknytning til dette gjort ulike statistiske analysar for å kunne seie noko sikkerheiten til dei resultatane som er komne fram til.

Resultata etter ulykkesanalysen finn ein i kapittel 4.

2.2.1 Studerer av- og påkøyringar individuelt

Då arbeidet med analysen vart førebudd synte det seg å ikkje ville vere mogeleg å utføre denne dersom ein ser på dei planskilte kryssa som eitt objekt. I staden må det sjåast individuelt på kvar enkelt av- og påkøyring i dei aktuelle kryssa. Årsakene til dette er:

- 1) Det lét seg ikkje gjere å fastsette ein eintydig avstand mellom tunnel og planskilte kryss når ein ser på kryssa som eitt objekt, men dersom ein ser på av- og påkøyringar individuelt kan ein vere spesifikk på kva avstanden er. Figur 2 illustrerer deler av dette poenget.
- 2) Av- og påkøyringar forhold seg til trafikkstraumane på ulikt vis, noko som gjer at ulykkes-situasjonen for desse må antakast å vere grunnleggjande forskjellig.
- 3) Analysen studerer dei same avstandane som det er sett krav til i vegnormalane.



Figur 2: Flyfotoet av Langåkerkrysset på E18 ved Sandefjord som syner at avstanden frå tunnel til avkøyring og frå påkøyring til tunnel ikkje den same (foto: www.norgebilder.no).

Med dette som utgangspunkt er det gjort analysar av ulykkes-situasjonen for dei påkøyringane som ligg før tunnel og dei avkøyringane som ligg etter tunnel, sett i høve til fartsretninga. For å danne eit heilskapleg bilete av ulykkes-situasjonen er det samla inn ulykkesdata for området både ved av- og påkøyringane, i tunnel og mellom av- eller påkøyring og tunnel. I analysearbeidet er desse tre ulike områda definert slik:

- Ved av- og påkøyringane:
 - o Det er valt å avgrense området som er knytt til av- og påkøyringane frå og med 10 meter oppstraums og til og med 10 meter nedstraums for området der desse er parallellførte med hovudvegen. Dette er gjort for å få samsvar mellom korleis kryssområde vert definert i denne oppgåva og korleis dei vert definert ved innmelding av vegtrafikkulykker (Statens vegvesen, Statistisk sentralbyrå og Politidirektoratet, 2013). Der tunnelmunning ligg mindre enn 10 meter før starten på avkøyring eller slutten til påkøyring, så har kryssområdet blitt avgrensa til tunnelmunninga.
- I tunnel:
 - o For tunnel har ein nytta ulykkessituasjonen i ein avstand tilsvarande fem sekundar² før utkøyring av tunnel for avkøyring og etter innkøyring for påkøyring. Når tunnelar er kortare enn kva fem sekundar inneber, har ein avgrensa seg til tunnelen si lengde. Det er valt å nytte ei såpass kort sone, slik at lange og korte tunnelar bidreg med ulykkesdata over samanliknbare strekningar. Dette hadde ikkje vore tilfelle om ei lengre strekning hadde blitt lagt til grunn, fordi ulykkessituasjonen varierer innover i ein tunnel, jamfør resultatata etter litteraturstudien i kapittel 3.
- Mellom av- og påkøyringane og tunnel:
 - o Dette er det området som er mellom tunnel og ei av- eller påkøyring. Ein skal merke seg at fordi kryssområde, som omtalt over, er definert 10 meter utanom sjølve av- og påkøyringa, så eksisterer berre dette området der avstanden mellom tunnelmunning og av- og påkøyring er større enn 10 meter.

2.2.2 Avgrensingar av datagrunnlaget

For eit slikt analysearbeidet hadde det vore ideelt om ein hadde hatt ei rekke kryss som ligg i ulik avstand frå tunnel, men som utover dette har meir eller mindre like eigenskapar. Men i røynda er det mange forhold som spelar inn på eigenskapane til eit kryss og alle kryss vil på ein eller annan måte vere unike. Og fordi dette er situasjonen må det fastsettast nokre avgrensingar som gjer at datagrunnlaget for ulykkesanalysen vert likt nok. Det er vurdert fleire ulike avgrensingar og under er det gjort greie for dei som er valt å nytte i denne analysen.

Av- og påkøyringar skal ha fartsendringsstrekning

For det fyrste er det sett som ein premiss, at det berre er situasjonar der av- og påkøyringar har parallellført fartsendringsstrekning som skal studerast. Dette inneber til dømes at situasjonar der ein har direkte av- eller påkøyring utan fartsendringsstrekning (sjå figur 3) og situasjonar der ein har av- eller pågåfling av køyrefelt som har vore eller vert gjennomgåande (sjå figur 4), ikkje er inkludert i datagrunnlaget.

² Rekna utifrå den aktuelle fartsgrensa.



Figur 3: Døme på avkøyring som ikkje har fartsendringsstrekning (foto: Statens vegvesen)



Figur 4: Døme på påkøyring som vert gafla på som eige køyrefelt (foto: Statens vegvesen).

Fartsgrense ≥ 70 km/t

Den andre avgrensinga som er sett er knytt til fartsgrensa. Det er sett som eit vilkår at fartsgrensa skal vere 70 km/t eller høgare for situasjonane som vert analysert. Dette sikrar at det er landevegs- og motorvegsituasjonar som er med i analysen og at ein held utanfor sentrumssituasjonar.

Einsarta forhold

For dei situasjonane som er inkludert er det også sett krav om at ein har einsarta vegsituasjon for heile området frå tunnel, via eventuell sone mellom tunnel og av- eller påkøyring og til og med av- eller påkøyringsområdet. Dette inneber at ein ikkje skal ha standardsprang i løpet av denne strekninga og at mellom anna tal på køyrefelt og fartsgrense difor skal vere uendra her.

2.2.3 Innsamling av data

Etter å ha fastsett kva avgrensingar som skulle gjelde for datagrunnlaget vart innsamling av data gjennomført. Det vart utført ein systematisk gjennomgang av vegnettet i Norge slik at det vart samla inn data for nær sagt alle dei aktuelle situasjonane for denne oppgåva som finst i landet. Vidare i dette avsnittet vert det gjort nærare greie for datainnsamlinga.

Kva data vart samla inn?

For kvar enkelt av dei aktuelle av- og påkøyringssituasjonane vart følgjande data samla inn:

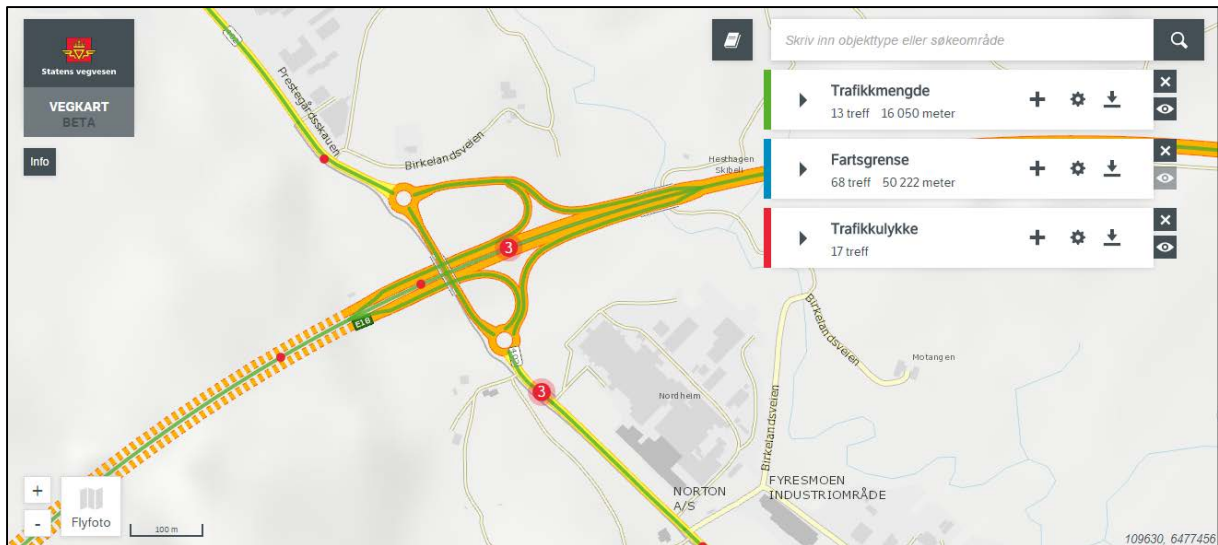
- Geografisk stadfesting for den aktuelle av- eller påkøyninga:
 - o Fylke, vegreferanse og side av vegen i høve til metreringsretning
- Ymse eigenskapar ved vegen:
 - o Tal på køyrefelt i den retninga av vegen som vert studert
 - o Om vegen har fysisk midtdelar eller ikkje.
 - o Fartsgrense
 - o Krysstype og avstand til tunnel
 - o Trafikkmengde og tungtrafikkandel
 - ↳ Det er henta inn trafikkdata oppstraums for avkøyningar og nedstraums for påkøyningar slik at det er summen av gjennomgåande og av-/påsvingane trafikk som er samla inn.
 - ↳ Sjølv om det er tilgjengeleg data i Nasjonal vegdatabank om den av- og påsvingande trafikken, så er denne trafikken i svært liten grad basert på teljepunkt og difor hefta med svært stor usikkerheit. Difor er det valt å sjå samla på gjennomgåande og av- og påsvingande trafikk.
- Datoar for analyseperioden sitt start og sluttunkt:
 - ↳ Dataperioden skulle vere så kort at ein ikkje har vesentlege endringar i vegforholda undervegs i perioden (uendra fartsgrense, ingen vesentlege ombyggingar etc.)³.
 - ↳ Fordi databasen med ulykkesdata var ajourført ut 2013 då arbeidet med analysen tok til, vart perioden avgrensa slik at den maksimalt strekte seg til 31. desember 2013.
 - ↳ Fordi ein vil halde dei ytre forholda (gjennomsnittleg trafikantåtferd, køyretøypark m.m) nokså uendra i perioden, vart det bestemt at denne maksimalt kunne strekke seg åtte år tilbake i tid etter anbefaling i Statens vegvesen si handbok V723 (Statens vegvesen, 2007). Dette førte då til at perioden ikkje skulle strekke seg lengre tilbake i tid enn til 1. januar 2006.
- Ulykkesdata:
 - o Tal på personskadeulykker i analyseperioden.
 - o Talet på skadde med ulike skadegrader i eventuelle ulykker som har vore.
 - o Distansen til strekninga som det var samla inn ulykkesdata for.

Korleis vart data vart samla inn?

Innsamling av dataa vart gjort ved hjelp av Nasjonal vegdatabank⁴, STRAKS-registeret, Statens vegvesen sine vegbilete, www.norgeskart.no, www.norgebilder.no, Google maps og, i nokre enkelttilfeller, avisoppslag. For strukturering og lagring av data vart Microsoft Excel og IBM SPSS Statistics 22 nytta.

³ Det vart undersøkt om det var mogeleg å gjere registreringar av data før og etter slike systemskifter kvar for seg, men det var ikkje tilstrekkeleg med data tilgjengeleg for å kunne gjere dette.

⁴ Data frå Nasjonal vegdatabank vart henta inn gjennom kartløysinga www.vegvesen.no/vegkart.



Figur 5: Skjermdump fra www.vegvesen.no/vegkart som viser korleis data frå Nasjonal vegdatabank enkelt kan hentast ut (kart: Statens vegvesen).

2.2.4 Bearbeiding og analysing av data

Bearbeidinga av dei innsamla dataa innebar at det først vart gjort nokre innleiande berekningar for å gjere dataa meir anvendelige. Dette vil blant anna seie utrekning av avstanden mellom tunnel og kryss til køyretid i aktuell fartsgrense, slik at ulykkessituasjonen kan samanliknast på tvers av ulike fartsgrenser. I tillegg vart den samla mengda trafikk som ein hadde hatt i dataperioden kalkulert utifrå historiske fylkesvise vekstrater, slik at ulykkessituasjonen kan sjåast på relativt til trafikkmengda.

Etter at dette var gjort var det laga til ulike presentasjonar av det datagrunnlaget ein då sat med og som skulle ligge til grunn for det vidare analysearbeidet. Målet med dette var å gje ei enkelt oversikt over inndataa til dataanalysen. Det har vore vektlagt å presentere data i høve til avstand mellom tunnel og av-/påkøyning fordi det er den variabelen som er av hovudinteresse i denne analysen.

Det er valt å ha fokus i denne analysen på den samla ulykkessituasjonen for av-/påkøyingsområde, tunnelområdet og området mellom av-/påkøyning og i tunnel, fordi det er avstanden mellom tunnel og kryssområde sin påverknad på den samla ulykkessituasjonen som fyrst og fremst er av interesse.

Det har i tillegg vore vurdert som interessant å sjå nærare på ulykkessituasjonen for områda i tunnel i datagrunnlaget individuelt. Dette fordi det ved ulykker i tunnel er større sjans for at ulykkene får eit meir alvorleg utfall enn for tilsvarende ulykker i dagen, hovudsakleg som følge av at ulykkene då skjer i lukka omgjevnadar. Men det har diverre synt seg at dette ikkje har vore råd å få til. Årsaken til dette er at det ikkje er tilstrekkeleg med grunnlagsdata tilgjengeleg, fordi det på grunn av forholdsvis kort analyseområde krev svært mange køyretøy-passeringar for å få akkumulert tilstrekkeleg tal på køyretøykilometer.

I ulykkesanalysen har ein valgt å sjå på ulykkesfrekvens og skadekostnad pr. køyretøykilometer som parametrar for ulykkessituasjonen. Ulykkesfrekvens er eit mål på hyppigheita av ulykker og er vanleg å nytta i slike analysar. Men fordi det også er interessant å ha ein parameter som reflekterer alvorlegheita i ulykkessituasjonen, er også skadekostnad pr. køyretøykilometer valgt å ta med.

Når det gjeld bruken av desse parametrane i denne analysen skal det påpeikast at ein normalt reknar ulykkessituasjon for kryss i høve til talet på køyretøypasseringar gjennom krysset (Statens vegvesen, 2007). Men i denne analysen er det også valgt å sjå på ulykkessituasjonen i kryssområdet i høve til talet

på kjøretøykilometer i staden. Det gjer at det vert korrigert for at av- og påkøyringane har ulik utstrekning og difor kan ha ulikt tal ulykker som følgje av ulik eksponeringstid. Det gjer dessutan at parameterane som skal reflektere ulykkessituasjonen har same nemninga i heile området frå tunnel til kryss i dei ulike tilfella og at ein difor kan sjå samla på ulykkessituasjonen for heile det undersøkte området.

For berekning av skadekostnadar i dei ulike ulykkene er det lagt til grunn den kostnaden som Statens vegvesen legg til grunn at dei ulike skadegradene i gjennomsnitt inneber (Statens vegvesen, 2014). Tabell 1 syner desse kostnadstala.

Skadegrad	Gjennomsnittleg kostnad pr. skadd med aktuell skadegrad
Lettare skadd	0,725 mill. kr.
Alvorleg skadd	9,839 mill. kr.
Meget alvorleg skadd	27,757 mill. kr.
Drept	36,561 mill. kr.

Tabell 1: Gjennomsnittskostnad ved ulike skadegrader, rekna i 2014-kroner.

Etter at ulykkesfrekvens og skadekostnad pr. kjøretøykilometer er kalkulert for kvar enkelt av- og påkøyringssituasjon, er det berekna gjennomsnittsverdiar for alle avkøyringssituasjonane og alle påkøyringssituasjonane. Deretter er det laga punktdiagram med trendlinjer for samanhengen mellom ulykkesparametrane og avstanden mellom tunnel og av-/påkøyring. Vidare er det gjennomført statistiske analysar (regresjonsanalyse og t-test) for å kunne seie noko om kor sikre tendensane i resultatane er.

Bearbeiding og analysing vart hovudsakleg gjort ved hjelp av IBM SPSS Statistics 22, men Microsoft Excel har også vore nytta til dette arbeidet i noko grad.

3 Litteraturstudie

Det er gjennomført ein litteraturstudie for å undersøke og finne ut;

- 1) Kva krav Norge og eit utval andre land stiller til avstand mellom planskilte kryss og tunnel?
- 2) Kva vitenskaplege arbeid seier om samanhengen mellom ulykkessituasjon og avstanden mellom planskilte kryss og tunnel?

Litteraturstudien er gjennomført med ein del som omhandlar kvart av desse spørsmåla. Drøftinga av funna er gjort i kapittel 5, der resultat er sett i samanheng med resultat frå ulykkesanalysen.

3.1 Krav til avstand mellom planskilte kryss og tunnel i Norge og eit utval andre land

3.1.1 Norge

I den norske normalen for veg- og gateutforming (Statens vegvesen, 2013a) er det krav om at det skal vere ein avstand som minst tilsvarar stoppsikt frå tunnel til starten på avkøyringsfelt og frå slutten av påkøyringsfelt til tunnel. Stoppsikt for ulike dimensjoneringsklassar er presentert i tabell 2. Ein skal merke seg at i Norge er stoppsikt ein dynamisk variabel som avheng av både horisontalkuratur på grunn av farstprofiltillegg (for dimensjoneringsklassane H4, H5 og H7) og stigning (Statens vegvesen, 2013b) (Statens vegvesen, 2015).

Dimensjoneringsklasse	Stoppsiktlengde ved flat veg
H4 og H7, 80 km/t	145 – 155 meter
H5, 90 km/t	175 – 190 meter
Motorveg med fartsgrense 110 km/t	260 meter

Tabell 2: Stoppsikt for ulike norske dimensjoneringsklassar. Verdiane gjeld for flat veg og intervallet angir verdier for minste horisontalkurveradius til rettstrekk.

Kravet til avstand mellom tunnel og av- og påkøyringar var nytt då veg- og gateutformingsnormalen vart revidert hausten 2013. Før dette var det tillete at avkøyringar kunne startast og at påkøyringar kunne avsluttast heilt inn mot tunnelmunninga (Statens vegvesen, 2010). Etter det gamle regelverket var det også, under visse vilkår, høve til å starte avkøyringar inni tunnel.

I følgje Vegdirektoratet⁵ er det faglege vurderingar som ligg til grunn for denne skjerpinga av krava og ikkje analysar eller anna vitenskapleg arbeid.

3.1.2 Sverige

I Sverige er reglane for vegutforming, tilsvarande dei me finn i den norske normalen for veg- og gateutforming, fastsett i *Krav för vegars och gators utforming* (Trafikverket og Sveriges kommuner och Landsting, 2012).

Det er ingen krav til avstand frå tunnel til avkøyringar, men det er krav om at påkøyringar skal plasserast minst ein gitt avstand før tunnel. Den aktuelle avstanden varierer med referansehastigheiten⁶ og er presentert i tabell 3.

⁵ Opplysningar fått gjennom e-postkorrespondanse med Randi Eggen og Trang Tran i juni 2014.

⁶ Referansehastigheit er den farten som ein veg er utforma for. Tilsvarar fartsgrensa i dei norske vegnormalane.

Referansehastighet	Minste avstand påkøyning – tunnel
80 km/t	65 meter
100 km/t	85 meter
110 km/t	95 meter

Tabell 3: Minstekrav i Sverige til avstanden frå påkøyning til tunnel.

Når det gjeld dei svenske krava har Trafikverket opplyst⁷ at desse er under revisjon og at ein vil gjere endringar som påverkar høve til plassering av planskilte kryss ved tunnel. Etter revisjonen skal krava vere i samsvar med *Boverkets föreskrifter och allmänna råd om säkerhet i vägtunnlar* (Boverket, 2007). Denne forskrifta tilsvarar den norske *Tunnelsikkerhetsforskrifta* (Tunnelsikkerhetsforskriften, 2007) og er ei nasjonal implementering av *Tunnelsikkerhetsdirektivet* til Den europeiske union (Tunnelsikkerhetsdirektivet, 2004). I den svenske forskrifta er det, i likheit med den norske forskrifta og EU-direktivet, sett krav om at forandringar i tal på køyrefelt skal gjerast i ein avstand framfor tunnelen som minst tilsvarar den avstanden eit køyretøy tilbakelegg i løpet av 10 sekundar når det køyrer med ein fart lik fartsgrensa. Det vil seie at det med dei nye krava må vere ein avstand som minst tilsvarar den avstanden som er synt i tabell 4, frå avslutning av påkøyningar til tunnel. Som tidlegare vil det ikkje vere nokon krav til ein minste avstand mellom tunnel og avkøyningar fordi desse ligg etter for tunnel.

Fart	Distanse tilbakelagt i løpet av 10 sekundar
80 km/t	222 meter
100 km/t	278 meter
110 km/t	306 meter

Tabell 4: Distanse tilbakelagt i løpet av 10 sekundar ved ulike fartsgrenser.

Fordi dei kommande svenske krava bygger på krav i EU sitt tunnelsikkerhetsdirektiv har det blitt undersøkt kva direktivkrava bygger på. EU sitt kontaktsenter⁸ har opplyst at desse krava ikkje er basert på noko grunnlag av vitskapleg karakter, men at dei er sett på bakgrunn av tilrådingar som ekspertar spelte inn då direktivet vart utarbeida.

3.1.3 Austerrike

Gjennom e-postkorrespondanse med det austerrikske Transport-, innovasjon- og teknologi-departementet⁹ er det funne ut at Austerrike sine reglar for plassering av planskilte kryss ved tunnel er fastsette i *RVS 09.01.21* (Die Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr, 2007).

I Austerrike er det ingen spesielle krav til plasseringa av avkøyningar ved tunnel, men krav til sikt må ivareta og det kan påverke moglegheitane for plassering av desse. For påkøyningar vert det stilt krav om at desse skal vere avslutta før ein kjem til det som ein omtalar som inngangssona til tunnel. Denne inngangssona har ikkje noko eintydig definisjon, men må fastsettast i kvart enkelt tilfelle utifrå siktilhøve, fartsgrense og lokal topografi.

3.1.4 Storbritannia og Irland

I Storbritannia har England, Wales, Skotland og Nord-Irland myndigheit til å fastsette individuelle krav til utforming av det nasjonale hovudvegnettet. Det er likevel slik at dei er komne fram til ein sams

⁷ E-postkorrespondanse med Mats Remgård, august 2014.

⁸ E-postkorrespondanse, februar 2015.

⁹ E-postkorrespondanse med Konrad Schwinghammer, august 2014.

utformingstandard som vert lagt til grunn ved utforming av hovudvegnettet i heile Storbritannia: *The design manual for roads and bridges* (Government Digital Service, 2014).

I Irland har ein valgt å nytte den felles britiske standarden for krav til si vegutforming, men det er lagt inn nokon eigne irske tilpassingar. Det er ingen tilpassingar angående plassering av planskilte kryss ved tunnel og følgjande er krava i Irland samsvarande med krava i Storbritannia på dette punktet (National roads authority, 2014).

Plassering av kryss ved tunnelar er omtala i den delen av standarden som omhandlar utforming av vegtunnelar. Det er ikkje sett nokon krav til minste avstand frå tunnel til avkøyringar eller frå påkøyringar til tunnel, men det er peika på at plassering av kryss nær tunnel kan ha negative konsekvensar for tryggleiken, fordi ein i tunnel normalt har avgrensa sikt. Dessutan kan det nemnast at det i standarden er trekt fram at plassering av kryss som gjer det naudsynt med skilting inni tunnel gjev ekstra høge konstruksjonskostnadar og difor vert frårådd.

I tunneldelen av standarden sitt vedlegg E, er det lista opp nyare forskning som er relevant for innhaldet. I denne oversikta er det ikkje synt til noko nyare forskning som gjeld plassering av planskilte kryss ved tunnel.

3.1.5 USA

I USA er Federal Highway administration myndigheit med ansvar for det nasjonale hovudvegnettet, *National highway system* (forkorta NHS). NHS kan samanliknast med det norske riksvegnettet og er dei vegane som er viktige for økonomi, forsvar og mobilitet i USA (Federal highway administration, 2014). Dei vegane på NHS som er vurdert som dei viktigaste utgjer *Interstate highway system* (forkorta IHS) og kan samanliknast med europavegnettet i Norge.

I tråd med *Title 23* i *The United States Code* (Office of the Law Revision Counsel, 2014) har Federal Highway administration implementert standardar for utforming av hovudvegnettet. I *Code of Federal Regulations for Title 23* (National Highway Traffic Safety Administration and the Federal Highway Administration, 2014) er det fastsett at desse to standardane gjeld for utforminga av NHS:

- *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets* (AASHTO, 2001)
 - ↳ Krav som gjeld for utforming av vegar på heile NHS.
- *A Policy on Design Standards – Interstate System* (AASHTO, 2005)
 - ↳ Spesielle krav som gjeld i tillegg til, og erstattar delar av, krava i *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets* for vegane på IHS.

Det er ikkje sett nokon særlege krav til plassering av planskilte kryss utanfor tunnelar på IHS, så angående dette gjeld *A Policy on Geometric Design of Highways and Street* for heile NHS.

A Policy on Geometric Design of Highways and Street set krav om at det skal vere ein avstand på minst 300 meter frå tunnel til starten på avkøyringar. Dette kravet er sett utifrå kostnadsmessige omsyn, fordi ein med denne avstanden unngår skilting inni tunnel og kostnadane med utvida tunnelprofil som dette fører med seg. Det er ikkje sett noko krav til plassering av påkøyringar utanfor tunnel.

3.1.6 Oppsummering av krav

Resultata etter undersøkinga av kva krav eit utval land, i tillegg til Norge, har til plassering av planskilte kryss ved tunnel er presentert i tabellane under. Tabell 5 inneheld tekstleg omtale av kva krav som gjeld, medan tabell 6 syner kva desse krava konkret inneber for ulike fartsgrenser.

Land	Avstandskrav	
	Tunnel – avkøyring	Påkøyring – tunnel
Norge	≥ stoppsikt	≥ stoppsikt
Sverige, dagens krav	Ingen krav	≥ ein gitt avstand
Sverige, kommande krav	Ingen krav	≥ avstanden tilbakelagt ved køyring i fartsgrensa i 10 sekundar
Austerrike	Ingen krav	Før inngangssona til tunnel
Storbritannia og Irland	Ingen krav	Ingen krav
USA	≥ 300 meter	Ingen krav

Tabell 5: Avstandskrav i Norge og eit utval andre land (tekstleg omtale)

Land	Avstandskrav							
	Tunnel – avkøyring				Påkøyring – tunnel			
Fartsgrense	80 km/t	90 km/t	100 km/t	110 km/t	80 km/t	90 km/t	100 km/t	110 km/t
Norge ¹⁰	155 m	190 m	-	260 m	155 m	190 m	-	260 m
Sverige, dagens krav	0 m				65 m	-	85 m	95 m
Sverige, kommande krav	0 m				222 m	-	278 m	306 m
Austerrike	0 m				Definerast i kvart einskild tilfelle			
Storbritannia og Irland	0 m				0 m			
USA	300 m				0 m			

Tabell 6: Avstandskrav i Norge og eit utval andre land (talverdiar).

¹⁰ Det er valgt å presentere dei krava som gjeld ved flat veg og ved så stor horisontalkurveradius at ein er på maksimalverdiane, då dette vurderast å vere den vanlegaste situasjonen ved tunnelmunning.

3.2 Vitskapelege vurderingar av samanhengen mellom ulykkessituasjon og avstand mellom planskilte kryss og tunnel

I denne delen av litteraturstudien er det forsøkt å finne fram til kva vitskapelege arbeid seier om samanhengen mellom avstand mellom planskilte kryss og tunnel og ulykkessituasjonen. Denne delen av litteratursøket har berre resultert i funn av to arbeid som ser på akkurat denne problemstillinga og som kan seiast å vere av vitskapelege karakter. Men det er også gjort funn av annan litteratur der ein ser på problemstillinga med planskilte kryss ved tunnel, samt funn av anna vitskapeleg litteratur som omhandlar nokre sider av saken som er interessante å nemne.

Det fyrste av dei to vitskapelege arbeida som ser på samanhengen mellom avstanden mellom tunnel og planskilte kryss og ulykkessituasjonen er ei nederlandsk analyse (Broeren, Hennink, & Hoeksma, 2010). Målet med analysen var å danne grunnlag for krav til utforming av motorveggar i Nederland. I denne analysen har det ikkje blitt sett på ulykkesdata, men det er teke utgangspunkt i ei antaking av at risikoen er høgare ved tunnelmunning og i kryss enn på vegnettet elles. Vidare har ein lagt til grunn at denne risikoauken vert mindre di lengre frå desse elementa ein kjem, og at den er neglisjerbar når ein er langt nok frå desse. Kor lang avstand som skal til for at risikoen er neglisjerbar har ein komme fram til på bakgrunn av ulike paramtrar¹¹ som, iallfall i ein vis grad, må forventast at representerer risikoen si utstrekning. Vidare har ein utifrå desse parametrane komme fram til den avstanden som ein må ha mellom kryss og tunnel dersom trafikantane ikkje skal vere utsett for risikoauken som desse fører til samstundes. Fordi denne avstanden vert forholdsvis stor har ein i analysen tilrådd at krav som ein stiller berre tilsvarar halvparten av denne avstanden. Dette for å sikre at ein har ein viss fleksibilitet når veganlegg skal planleggast. Kva tilrådinga inneber konkret for ulike fartsgrenser er synt i tabell 7. Ein skal merke seg at desse avstandane vert rekna til slutten av fartsendringsstrekninga for avkøyningar og frå byrjinga av fartsendringsstrekning for påkøyningar og soleis ikkje er direkte samanliknbare med avstandane som vert studert i denne oppgåva elles.

Fartsgrense	Tunnel – avkøyring	Påkøyring – tunnel
80 km/t	300 m	385 m
100 km/t	390 m	480 m
120 km/t	480 m	575 m

Tabell 7: Tilrådd avstand mellom tunnel og planskilte kryss i nederlandsk analyse. Avstandsmåla gjeld til slutten av fartsendringsstrekninga for avkøyingsfelt og frå byrjinga av fartsendringsstrekning for påkøyingsfelt.

Det andre arbeidet av vitskapeleg karakter, der ein har sett på samanhengen mellom avstanden mellom planskilte kryss og tunnelar og ulykkessituasjonen, er ei kinesisk analyse (Zhao, Chen, & Pan, 2011). I denne analysen er det teke utgangspunkt i trafikkulykkene som har skjedd i situasjonar der ein har hatt liten avstand mellom kryss og tunnel på motorveggar og utifrå dette er det konkludert med at det bør vere ein minimumsavstand på 600 meter. Fordi rapporten etter denne analysen er forfatta på kinesisk, og berre har eit kort samandrag på engelsk, har det ikkje vore råd å finne fram til kva som ligg bak denne tilrådinga og korleis denne skal forståast.

Utover desse to arbeida som er av ein vitskapeleg karakter, så er det også diskutert korleis planskilte kryss like utanfor tunnel påverkar trafikktryggleiken i den av rapportane som Statens vegvesen sitt forsking- og utviklingsprogram *Moderne vegtunneler* som handlar om trafikk- og branntryggleik (Buvik,

¹¹ Inn mot tunnel er det teke utgangspunkt i den strekninga der trafikantane sitt fokus på den kommande tunnelen vert stadig større. Ut frå tunnelen er det sett på naudsynt strekning for at auget skal kunne tilpasse seg dagslys. Før og etter eit kryssområde er det sett på kor langt trafikken er påverka av dette.

Amundsen, & Fransplass, 2012). Utifrå ein enkeltperson sine erfaringar, har ein i denne rapporten sagt til at det er ynskjeleg å trekke planskilte kryss vekk frå tunnel, minst 100, gjerne 200 meter. Argumentasjonen for dette er at munningsområdet til tunnelane er spesielt ulykkesutsatt og det vert sagt at «mange av ulykkene er påkøyning bakfrå, spesielt i tunneler ... med av- og påkjøringsfelt umiddelbart før og etter tunnelmunningen». Årsaksforklaringa av dette er at trafikantane ikkje har konsentrasjonen tilstrekkeleg retta mot tunnelen til å registrere og kunne reagere på eventuelle endringar i køyrefart inni tunnel. Vidare vert det også trekt fram ein del reduserer hastigheiten vesentleg når dei køyrer inn i tunnalar. Det vert i rapporten elles peika på at ulykkesbilete ikkje ser ut til å vere knytt til utkøyring av tunnel (avkøyringar like utanfor tunnel), men at det ved kort avstand frå tunnel til avkøyringar kan vere eit problem med tilbakeblokkering attende i tunnel, noko som er «meget uynskt». I denne analysen vert det lagt til grunn at dette er eit spesielt problem som oppstår dersom det ikkje er sikra tilstrekkeleg avviklingskapasitet på sekundærvegnettet. Det vurderast at dette er ein situasjon som kan leggest til grunn som ein situasjon som oppstår anna enn ved heilt spesielle høve, til dømes trafikkulykker.

I tillegg til dei betrakingane som er nemnd over, der det vert sett direkte på avstand mellom planskilte kryss og tunnalar, skal det også nemnast at det finst ein del arbeid der det er sett på trafikktryggleik i planskilte kryss og tunnel kvar for seg. Dei arbeida som ein har funne som gjeld planskilte kryss er vurdert å ikkje vere av interesse for denne oppgåva, fordi dei har hatt fokus på korleis ulike detaljar i utforminga av kryssa påverkar trafikktryggleiken. Men dei arbeida som ser generelt på tunnel er interessant å oppsummere dei mest sentrale poenga frå, fordi dei kan bidra til eit noko vidare kunnskapsgrunnlag til den drøftinga som vert gjort i kapittel 5:

- Kva gjeld ulykkessituasjonen i tunnalar, så er det synt at ulykkesfrekvensen er lægre for tunnel enn veg i dagen (Nussbaumer, 2007), men det er også synt at det ikkje kan konkluderast med dette (Caliendo & De Guglielmo, 2012). Men uavhengig av dette, så er det jamt over konkludert med at ulykkesfrekvensen er verre ved tunnelmunningsområdet enn lengre innover i tunnelane (Nussbaumer, 2007) (Amundsen & Engebretsen, 2008) (Ma, Shao, & Zhang, 2009) (Yeung & Wong, 2013).
- I (Nussbaumer, 2007) er det også synt at ulykkesfrekvensen ved tunnelmunningane er så mykje større enn for tunnel elles at den også overstig den ulykkesfrekvensen som ein har for tilstøytande veg i dagen. Den same tendense kan me også sjå når me samanliknar resultatata i *Trafikkulykker i vegtunneler 2* (Amundsen & Engebretsen, 2008) med *Handbok 115 Analyse av ulykkessteder, vedleggsdel for manuelle beregninger* (Statens vegvesen, 2007).
- I ei analyse der det er sett på to-løpstunnalar (Yeung & Wong, 2013) er det presentert separate resultat for inn- og utkøyingsområdet til tunnelane. Det synst utifrå desse resultat som at ulykkesfrekvensen er noko dårlegare ved innkøyring enn utkøyring.

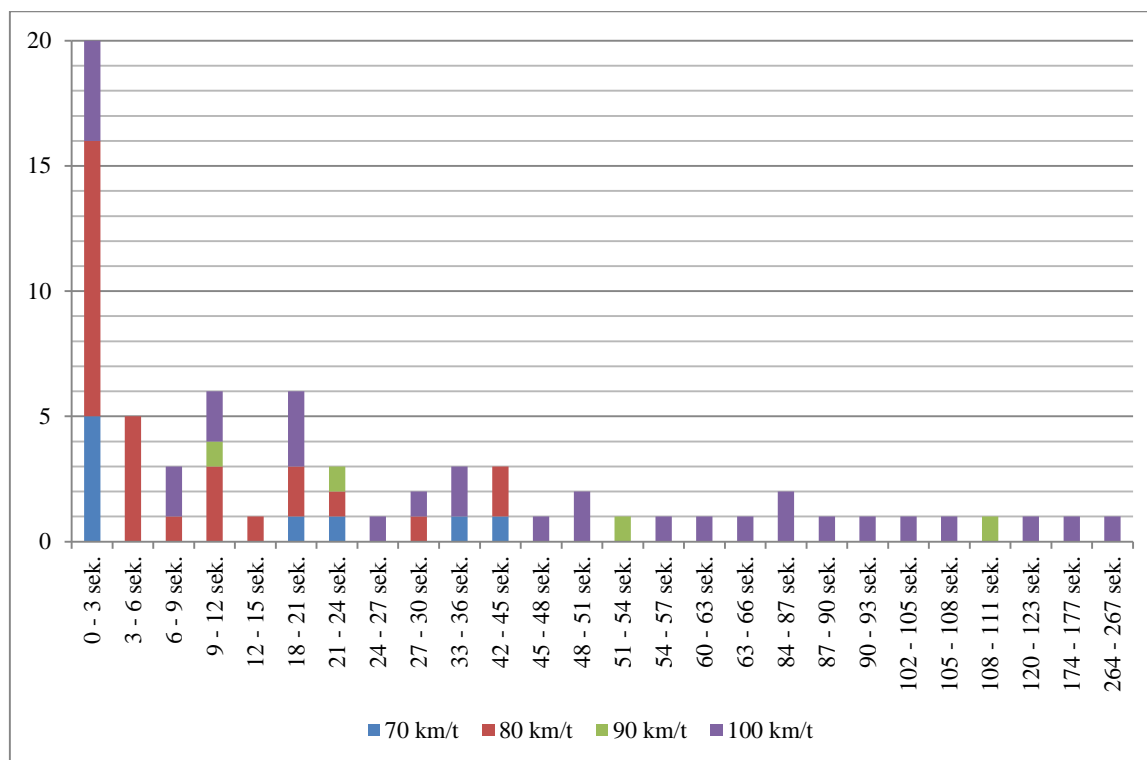
4 Ulykkesanalyse

4.1 Datagrunnlaget

Etter å ha gått systematisk gjennom vegnettet i Norge er det funne fram til 70 situasjonar med påkøyringsfelt før tunnel og 70 situasjonar med avkøyringsfelt etter tunnel som kan nyttast i denne analysen. For kvar av desse situasjonane er det samla inn ei rekke data for å kunne vurdere korleis ulykkessituasjonen vert påverka av avstanden mellom tunnel og av- eller påkøyringsfelt. Vedlegg 1 og vedlegg 2 viser dei innsamla dataa for høvesvis av- og påkøyringsfelt som har komme til anvending i dette arbeidet.

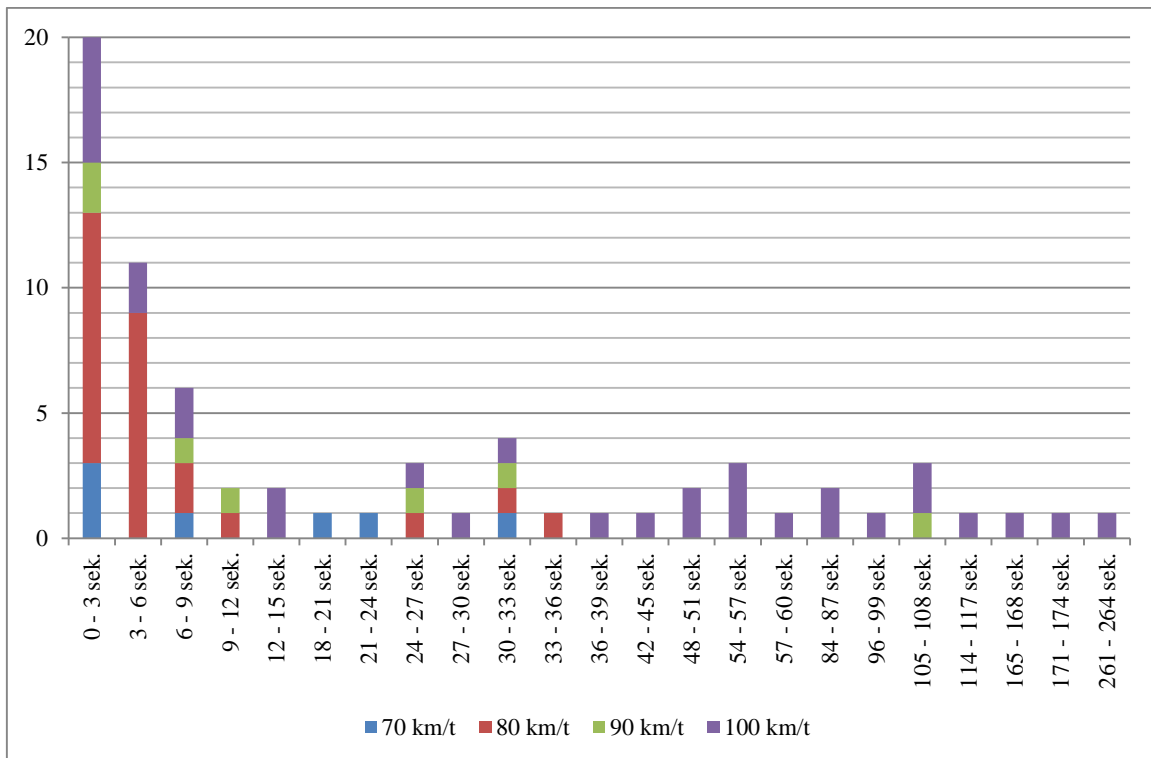
For å skape eit betre inntrykk av korleis datagrunnlaget er samansett enn det som er mogeleg utifrå tabellane i desse vedlegga, kan grunnlaget presenterast i ulike diagram. Sidan fokuset for denne analysen er samanhengen mellom avstanden mellom tunnel og av- og påkøyring og ulykkessituasjonen, er det vurdert som mest interessant å sjå datagrunnlaget opp mot denne avstanden.

Fyrst kan ein sjå på talet på av- og påkøyringssituasjonar i datagrunnlaget gruppert utifrå den tidsmessige avstanden¹² mellom av- eller påkøyringsfeltet og tunnel i intervall på tre sekundar:



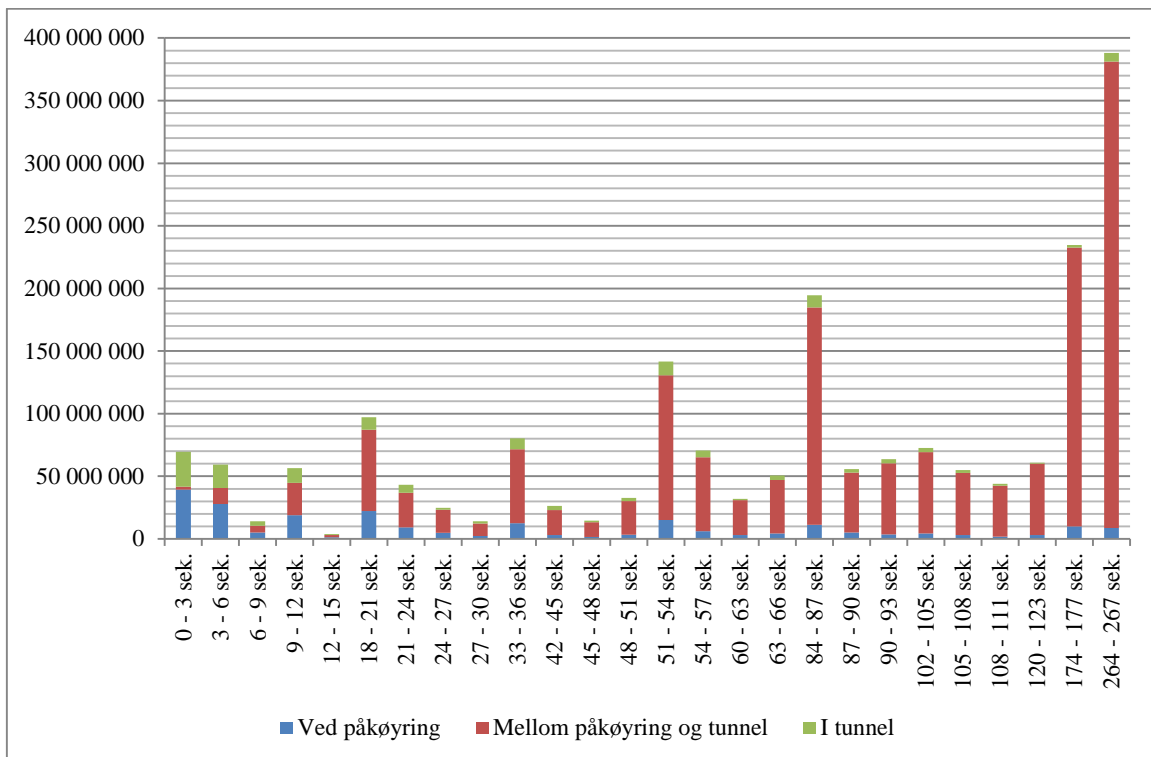
Figur 6: Talet på avkøyringssituasjonar i grunnlaget for ulykkesanalysen, gruppert etter tidsmessig avstand mellom tunnelmunning og avkøyringsfeltet sin start.

¹² Tidsmessig avstand er den avstanden som ein tilbakelegg når ein har ein hastigheit lik fartsgrensa.

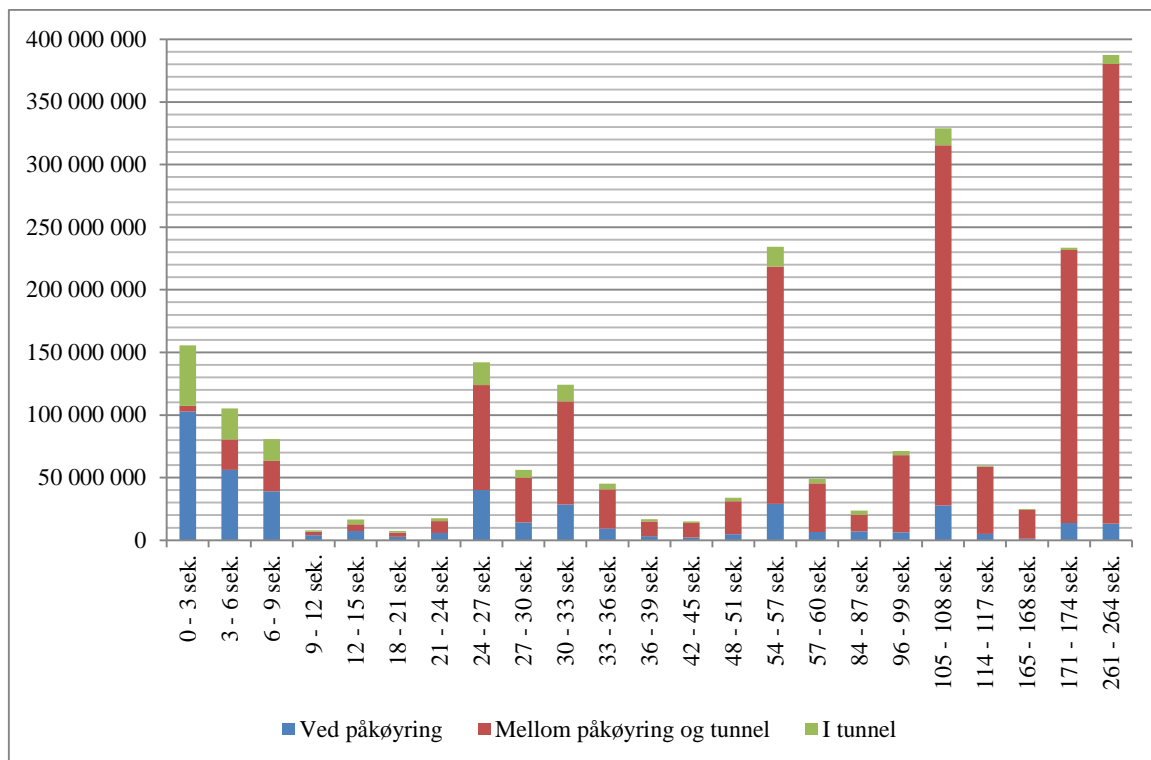


Figur 7: Talet på påkøringssituasjonar i grunnlaget for ulykkesanalysen, gruppert etter tidsmessig avstand mellom påkøyringsfelt sin slutt og tunnelmunning.

Men diagramma over presenterer mengda av- og påkøringssituasjonar i dei ulike avstandsintervalla og seier ikkje noko om kor mykje grunnlagsdata som er i kvart intervall. For å få ein presentasjon av dette kan ein la den horisontal tidsaksen vere som i diagramma over, men la den vertikale aksene syne sum køyretøykilometer (trafikkarbeid) i datagrunnlaget:



Figur 8: Talet på køyretøykilometer for avkøringssituasjonar i grunnlaget for ulykkesanalysen, gruppert utifrå tidsmessig avstand mellom tunnelmunning og avkøyringsfelt sin start.



Figur 9: Talet på køyretøykilometer for påkøringssituasjoner i grunnlaget for ulykkesanalysen, gruppert utifra tidsmessig avstand mellom påkøringssfelt sin slutt og tunnelmunning.

4.2 Ulykkessituasjon

Utifrå dei innsamla dataa kan det bereknast ulike parameterar for å karakteriserer ulykkessituasjonen. I denne analysen er det valt å nytte ulykkesfrekvens og skadekostnad pr. køyretøykilometer til dette.

Som gjort greie for i metodekapittelet har ein komme fram til at det har vore rett å ha hovudfokuset for denne analysen på den samla ulykkessituasjonen. Det har vore forsøkt, men ikkje vore mogeleg, å sjå på tunnelområdet for seg sjølv i tillegg.

4.2.1 Gjennomsnittleg ulykkessituasjon

Før me går inn på samanhengen mellom ulykkessituasjon og avstanden mellom tunnel og av-/påkøyning kan det vere greitt å sjå på gjennomsnittstal for ulykkessituasjonen i datagrunnlaget. I tillegg til å syne tal for den samla situasjonen med både tunnelområde, område mellom tunnel og av- og påkøyning, samt av- og påkøyingsområdet, kan det her også vere greitt å syne tilsvarende tal for kvar enkelt av desse områda, slik at me kan få eit inntrykk av kva skilnad det er i risiko mellom desse. Dette er særleg interessant for å kunne trekke paralellar til litteraturstudiedelen av denne oppgåva.

Ulykkesfrekvens	Påkøyning	Avkøyning
Samla ulykkessituasjon	0,07792	0,06631
Ved på-/avkøyning	0,07788	0,05770
I tunnel	0,10625	0,09050
Mellom tunnel og av-/påkøyning	0,06650	0,04333

Tabell 8: Gjennomsnittstal for ulykkesfrekvens i ulykkesanalysen.

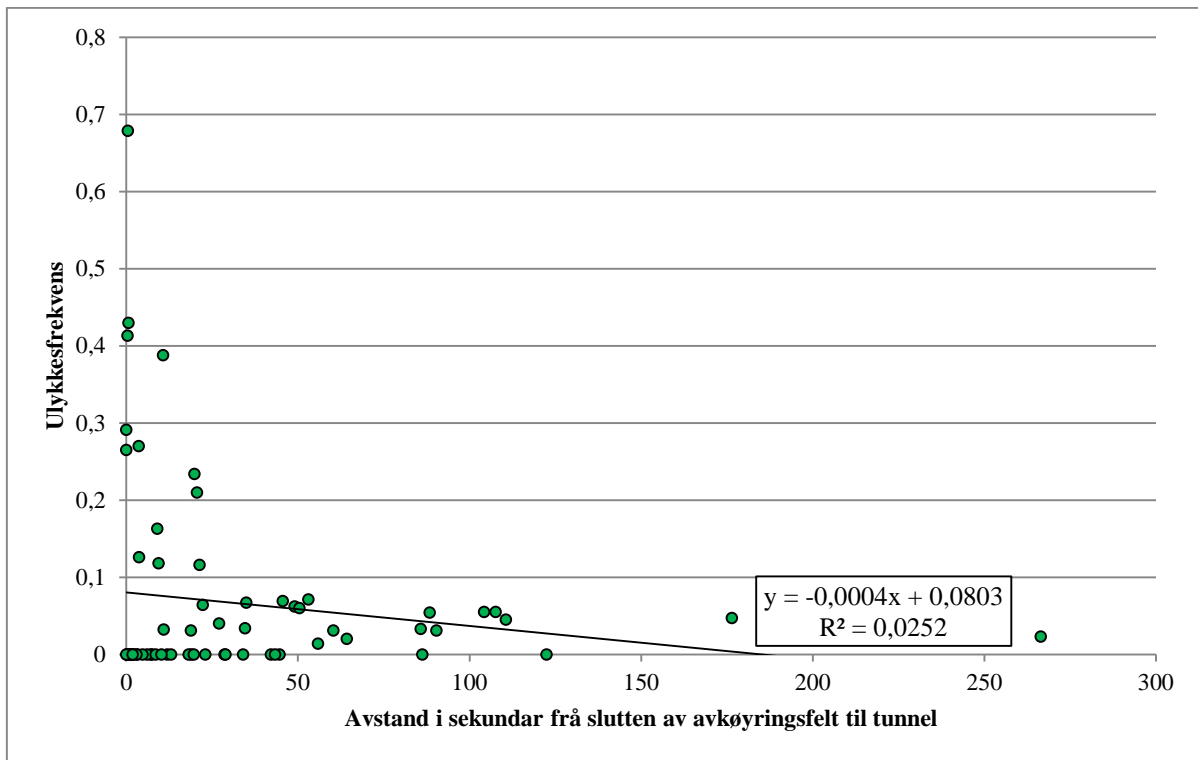
Skadekostnad pr. køyretøykilometer	Påkøyning	Avkøyning
Samla ulykkessituasjon	0,1377	0,1059
Situasjon ved på-/avkøyning	0,1815	0,1160
Situasjon i tunnel	0,1043	0,2371
Situasjon mellom tunnel og av-/påkøyning	0,1190	0,0581

Tabell 9: Gjennomsnittstal for skadekostnad pr. køyretøykilometer i ulykkesanalysen.

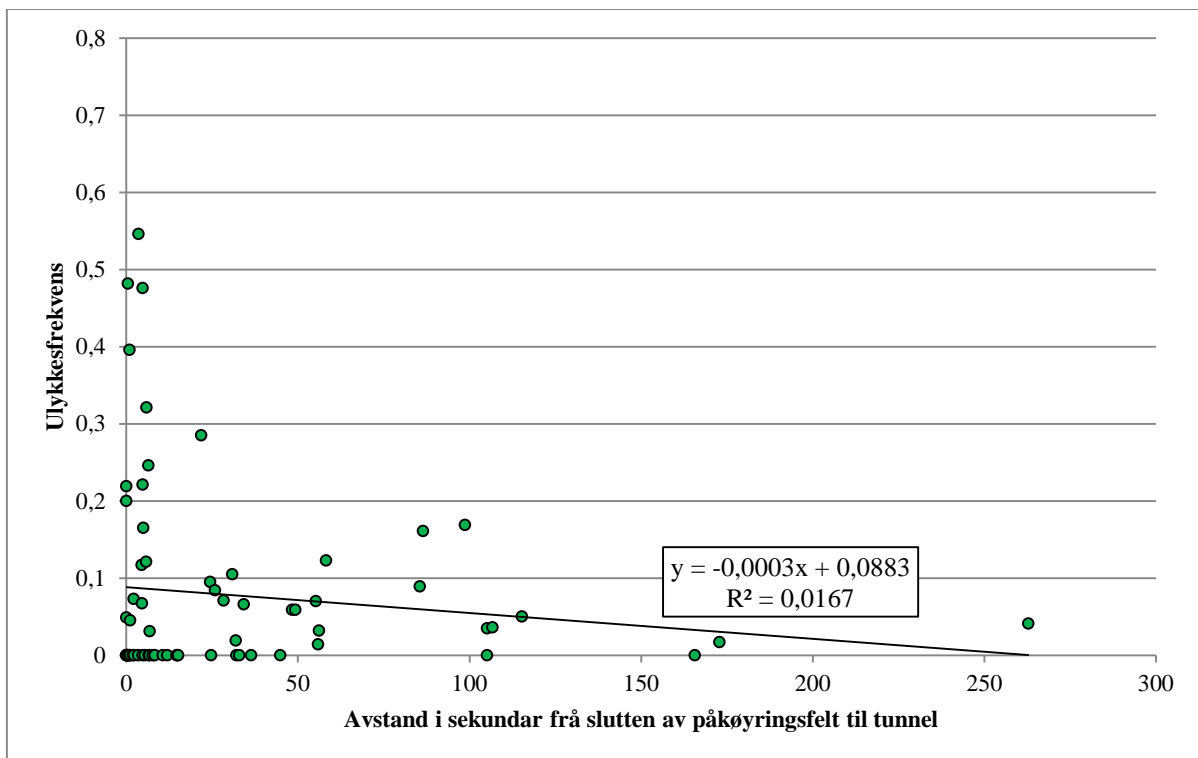
4.2.2 Ulykkessituasjon som funksjon av avstand mellom kryss og tunnel

Vidare ser me på samanhengen mellom ulykkessituasjonen og avstanden mellom tunnel og av-/påkøyning.

Fyrst skal me sjå på ulykkesfrekvensen i høve til avstanden for av- og påkøyningar. Punktdiagram vert nytta for å syne ulykkesfrekvensen for kvar enkelt av- og påkøyning. Det er lagt inn trendlinjer som syner kva tendens dataa har.

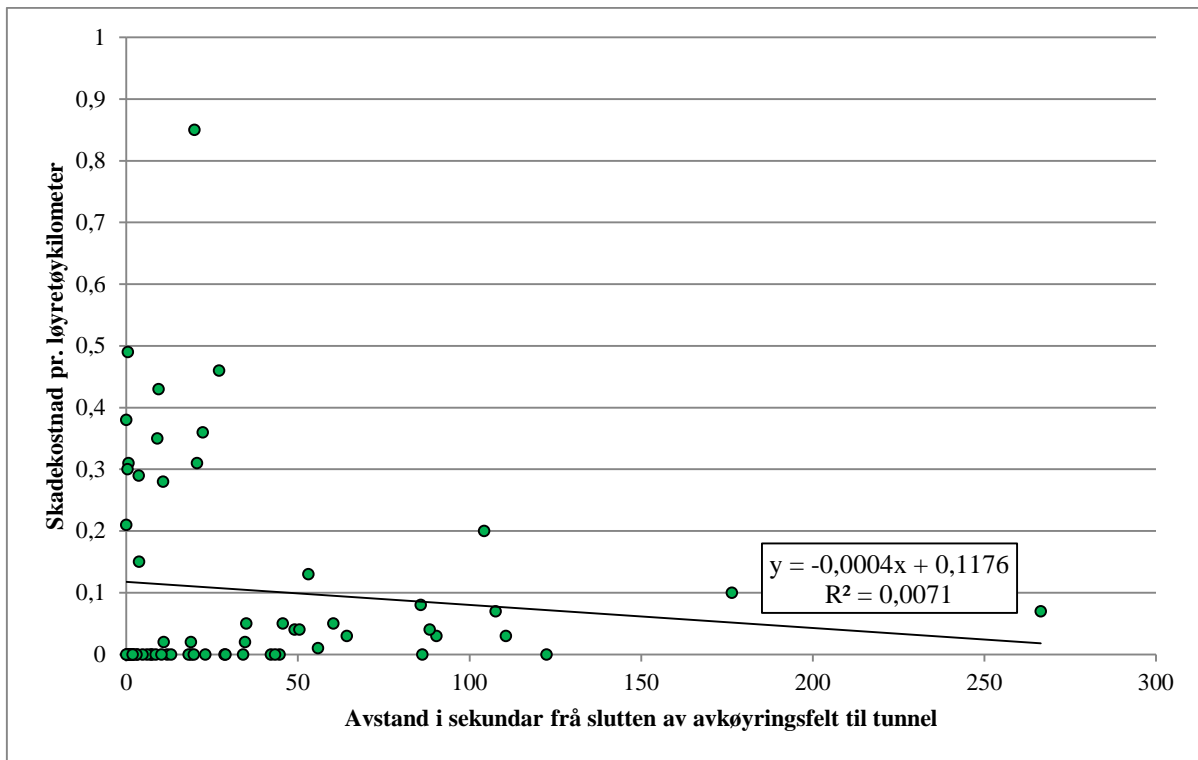


Figur 10: Ulykkesfrekvens (felles) for tunnel, område ved avkøyringsfelt og området mellom desse sett opp mot avstanden mellom tunnel og avkøyringsfelt.

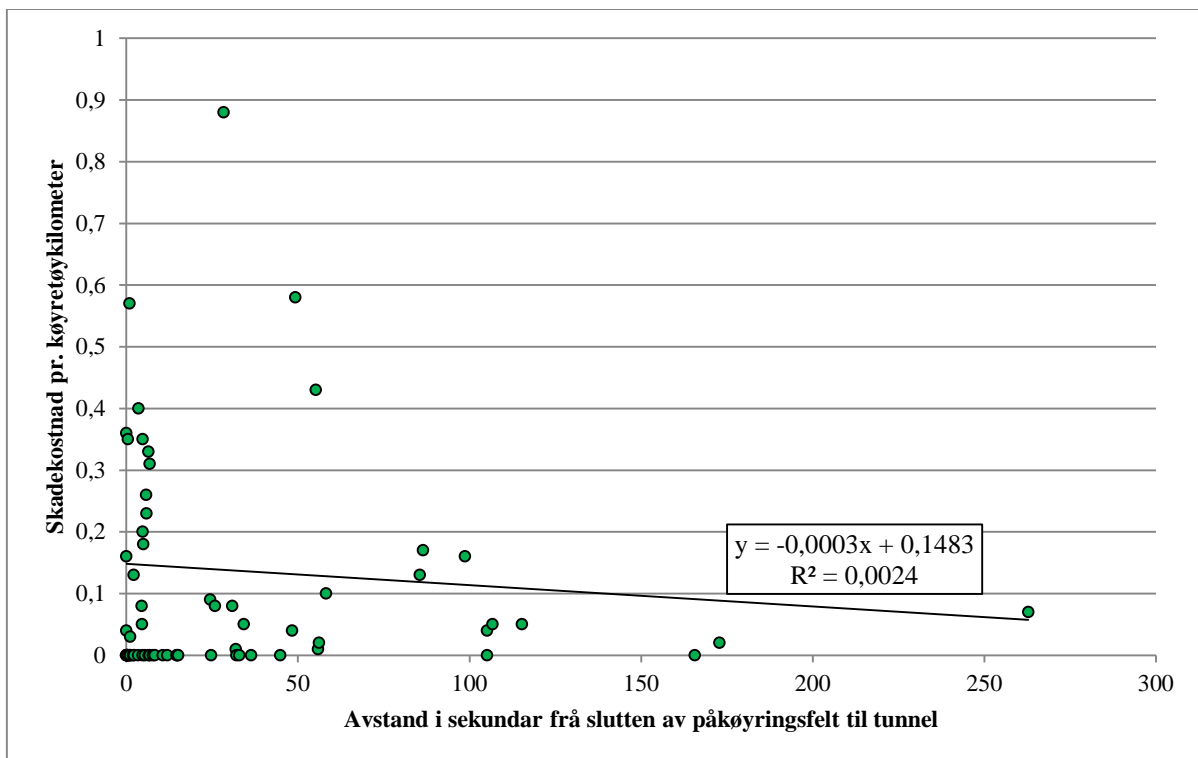


Figur 11: Ulykkesfrekvens (felles) for tunnel, område ved påkøyringsfelt og området mellom desse sett opp mot avstande mellom påkøyringsfelt og tunnel.

På same måte kan me sette opp punktdiagram som syner skadekostnad pr. køyretøykilometer. Dette gir eit inntrykk av om trendane i resultatata er dei same som for ulykkesfrekvens når alvorsgraden også vert teken med som ein variabel.



Figur 12: Skadekostnad pr. kjøretøykilometer (felles) for tunnel, område ved avkjøringsfelt og området mellom disse sett opp mot avstanden mellom tunnel og avkjøringsfelt.



Figur 13: Skadekostnad pr. kjøretøykilometer (felles) for tunnel, område ved påkjøringsfelt og området mellom disse sett opp mot avstanden mellom påkjøringsfelt og tunnel.

For både ulykkesfrekvens og skadekostnad pr. kjøretøykilometer og for både av- og påkjøringar, syner trendlinjer i diagramma at tendensen er at det betrar ulykkesituasjonen dersom me aukar avstanden mellom tunnel og av-/påkjøring. Fordi det er lagt inn lineære trendlinjer kan ein kanskje få inntrykk av at ulykkesituasjonen vil ende på eit nullnivå dersom avstanden berre vert stort nok, men slik er det

naturlegvis ikkje. Når avstanden vert stor nok mellom tunnel og av-/påkøyning vil ikkje risikoauken frå desse to områda påverke trafikantane samstundes og kurvene i dei fire diagramma over vil flate ut frå dette punktet.

Utifrå diagramma skal ein elles merke seg at stigningstalet til trendlinjene for skadekostnad pr. køyretøykilometer, både for av- og påkøyningssituasjonane, er like som for ulykkesfrekvensen. Dette betyr at avstanden mellom tunnel og av-/påkøyning ikkje påverkar alvorgraden til ulykkene. På ein annan måte kan ein då seie at det er ein lik gjennomsnittleg skadekostnad pr. ulykke som inntreff uansett kva avstand det er mellom tunnel og av-/påkøyning og at endring i skadekostnad pr. køyretøykilometer, som trendlinjene i figur 12 og figur 13 syner, skuldast at endra avstand endrar ulykkesfrekvensen.

Elles kan ein ut frå diagramma merke seg at verdiane for determinasjonskoeffisientane (R^2) til alle trendlinjene er ganske liten, noko som betyr at endring i ulykkesfrekvens og skadekostnad pr. køyretøykilometer i liten grad er forklart ved endring i avstand mellom tunnel og av-/påkøyning med denne linja/modellen. Dette er interessant fordi det indikerer at det er andre forhold enn avstanden mellom tunnel og av-/påkøyning, til dømes trafikantatferd, som forklarar endring i ulykkesituasjonen.

Regresjonsanalyse

Men tendensane som trendlinjene i punktdiagrammet syner er berre tendensar, og for å forstå desse betre har det blitt gjort regresjonsanalysar av ulykkesdataa. Det er gjennomført (lineære) regresjonsanalysar av samanhengen mellom endring i ulykkesfrekvens og endring i avstand mellom tunnel og av-/påkøyning. Som argumentert for over, synst ikkje skadekostnaden pr. køyretøykilometer å avhenge av avstanden mellom tunnel og av-/påkøyning, og difor er regresjonsanalysane berre gjennomført for ulykkesfrekvens. Regresjonsanalysane har blant anna resultert i desse koeffisientstabellane frå SPSS:

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. error			
(Constant)	0,0803	0,0184		4,369	0,000
Tidsmessig avstand (sek.)	-0,0004	0,0003	-0,158	-1,323	0,190

Tabell 10: Koeffisientstabell for regresjonsanalyse av samanhengen mellom endring i ulykkesfrekvens og endring i avstand mellom tunnel og avkøyringsfelt.

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. error			
(Constant)	0,0883	0,0177		4,975	0,000
Tidsmessig avstand (sek.)	-0,0003	0,0003	-0,129	-1,074	0,287

Tabell 11: Koeffisientstabell for regresjonsanalyse av samanhengen mellom endring i ulykkesfrekvens og endring i avstand mellom påkøyringsfelt og tunnel.

For avkøyringsfelt etter tunnel kan me lese ut av tabell 10 at den mest passande lineære samanhengen mellom ulykkesfrekvens (U_f) og avstand (A) mellom tunnel og avkøyringsfelt er $U_f = 0,0803 - 0,0004 \times A$. Vidare kan me sjå at det er 81,0 % sannsyn for at stigningstalet til denne funksjonen er ulikt null. Basert på dette kan ein ikkje seie at det er statistisk signifikant at auka avstand reduserer ulykkesfrekvensen, men med eit sannsyn på 81,0 % kan det likevel seiast at det er nokså sannsynleg.

På tilsvarande måte ser ein for situasjonane med påkøyringsfelt før tunnel utifrå tabell 11, at den beste lineære samanhengen mellom ulykkesfrekvens (U_f) og avstanden (A) mellom påkøyringsfelt og tunnel er $U_f = 0,0883 - 0,0003 \times A$. For denne funksjonen ser ein at det er 71,3 % sannsyn for at stigningstalet

til funksjonen er ulikt null. Sjølv dette er mindre sannsynleg enn for avkøyringsfelt etter tunnel, og følgjande ei heller her statistisk signifikant, så kan ein også no seie at det er nokså sannsynleg at auka avstand reduserer ulykkesfrekvensen.

T-test

Regresjonsanalysane har fokus på trendar og gradvise endringar, men når det gjeld vegnormalane sine krav så er det som oftast slik at dei fastset bestemte grenseverdiar som skal oppnåast for å få ein tilfredsstillande situasjon. Med t-test kan det undersøkast kor sannsynleg det er at tilfeldigheit gjev skilnad i resultat mellom to grupper av situasjonar. Soleis kan denne testen kan soleis nyttast til å samanlikne ulykkesituasjon for eit sett av data som oppfyller ein slik grenseverdi med eit sett av data som ikkje gjer det. I dette analysearbeidet er det interessant å gjennomføre t-testar og undersøke kor sannsynleg det er at tilfeldigheit er årsak til skilnad i ulykkesfrekvensen mellom data frå ei gruppe av-/påkøyringar som ligg minst ein viss avstand frå tunnel og ei gruppe som ligg nærare tunnel enn dette. Med same argumentasjon som for regresjonsanalysen vert t-test berre gjort for ulykkesfrekvens.

Den fyrste tanken for slike testar i dette arbeidet, er at det er naturleg å samanlikne data frå situasjonar som tilfredsstillar dagens krav til avstand mellom tunnel og av-/påkøyring med situasjonar som ikkje gjer dette. Frå litteraturstudien i kapittel 3 hugsar me at dagens norske krav er at denne avstanden skal vere minst like stor som stoppsikt. Me hugsar også at stoppsikt er ein variabel som er avhengig av mange forhold og som difor må fastsettast for kvar enkelt situasjon. Som følgje av dette er det svært arbeidsomt å finne fram til kva som er stoppsikt i kvar av dei 140 situasjonane som ligg til grunn for denne analysen, og difor har dette blitt forkasta som løysing.

Men når det då ikkje er mogeleg å gjere ein t-test med dagens krav, kva andre krav er då naturlege å undersøke? I kapittel 3 var det, under avsnittet om dei svenske krava, blant anna omtalt kva krav EU, gjennom *Tunnelsikkerhetsdirektivet* (Tunnelsikkerhetsdirektivet, 2004), stiller til avstand mellom tunnel og av-/påkøyringar. Kravet til EU er at påkøyringar skal vere avslutta ein avstand framfor tunnelen som minst tilsvarar den avstanden eit køyretøy tilbakelegg i løpet av 10 sekundar ved køyring på fartsgrensa, medan det for avkøyringar ikkje er nokon krav. Fordi direktivet også gjeld for Norge, og er implementert både for riks- og fylkesvegar, samt at 10 sekunds-kravet er strengare enn stoppsiktkravet som ein har i dag (sjå tabell 6), må det reknast med at det også vert vurdert å innføre dette kravet i dei norske normalane.

På bakgrunn av dette er det valt å gjere ein t-test der situasjonane som har mindre avstand enn 10 sekundar vert samanlikna med dei situasjonane som har ein større avstand enn 10 sekundar. For desse analysane gjev SPSS Statistics desse tabellane som resultat:

Group statistics					
	Gruppe	N	Mean	Std. deviation	Std. error mean
Ulykkesfrekvens	< 10 sek.	30	0,09184	0,170988	0,031218
	> 10 sek.	40	0,04715	0,075389	0,011920

Tabell 12: Oppsummering av datagrnnlaget for t-test for avkøyringsfelt etter tunnel.

Independent samples test							
		Levene's test for equality of variances		T-test for equality of means			
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean difference
Ulykkesfrekv.	Equal variances assumed	16,659	0,0001	1,475	68	0,145	0,044692
	Equal variances not assumed			1,337	37,480	0,189	0,044992

Tabell 13: Resultat etter t-test der ulykkesfrekvens for situasjonar med mindre enn 10 sek. avstand mellom tunnel og avkøyringsfelt vert samanlikna med situasjonar med meir enn 10 sek. avstand.

Group statistics					
	Gruppe	N	Mean	Std. deviation	Std. error mean
Ulykkesfrekvens	< 10 sek.	37	0,10202	0,158056	0,25984
	> 10 sek.	33	0,05089	0,063717	0,011092

Tabell 14: Oppsummering av datagrunnlaget for t-test for påkøyringsfelt før tunnel.

Independent samples test							
		Levene's test for equality of variances		T-test for equality of means			
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean difference
Ulykkesfrekv.	Equal variances assumed	17,751	0,0001	1,736	68	0,087	0,051130
	Equal variances not assumed			1,810	48,503	0,077	0,051130

Tabell 15: Resultat etter t-test der ulykkesfrekvens for situasjonar med mindre enn 10 sek. avstand mellom tunnel og påkøyringsfelt vert samanlikna med situasjonar med meir enn 10 sek. avstand.

Det fyrste me kan sjå av tabellane over er at gjennomsnittleg ulykkesfrekvens for gruppa med situasjonar med større avstand enn 10 sekundar, berre er om lag halvparten av det den er for gruppa med situasjonar som har mindre avstand enn 10 sekundar.

Vidare ser me at tabellane som syner *group statistics* for både av- og påkøyringar viser at det er stor skilnad i standardavviket, og følgjande også variansen, mellom gruppene av situasjonar som har mindre enn 10 sekundars avstand og dei som har større avstand enn dette. Årsaka til denne forskjellen er at for fleire av dei enkelte av- og påkøyringssituasjonane så ligg det ikkje til grunn eit stort nok tal på køyretøykilometer for kalkulering av ulykkesfrekvens til å ha oppnådd eit normalisert nivå for denne. Dette skuldast for det fyrste at omfanget av køyretøykilometer pr. køyretøypassering vert mindre når kryss ligg nærare tunnel fordi strekninga som det vert samla inn ulykkesdata for då vert mindre. For det andre er det også ein del av situasjonane som ligg nære tunnel som er forholdsviss nyetablerte og som difor ikkje har hatt så mange køyretøypasseringar pr. 1. januar 2014.

Sidan dette er situasjonen for grunnlagsdataa for t-testen er det ikkje overraskande at *Levene's test for equality of variances* fortel at det er liten sannsyn for at det er tilfeldigheit som gjer at ein får denne skilnaden i variansen mellom gruppene av data. Sidan det er så lite som 0,01 % sannsyn for dette må resultatata som går fram i radene for *Equal variances not assumed* nyttast.

For t-testen for avkøyringssituasjonar etter tunnel syner tabell 13 at det er 81,1 % sannsyn for at det er andre forhold enn tilfeldigheit som er årsak til skilnaden i ulykkesfrekvens mellom datagrappa med mindre avstand enn 10 sekundar og datagrappa med større avstand enn 10 sekundar. Utifrå dette kan det nok seiast å vere nokså sannsynleg, men likevett eit stykke frå å vere signifikant, at det er ein skilnad i ulykkesfrekvens mellom desse datagruppene.

På tilsvarande vis syner tabell 15 at det er at det er 92,3 % sannsyn for at det for påkøyringssituasjonar er andre forhold enn tilfeldigheit som gjer at det er skilnad i ulykkesfrekvens mellom datagruppa med mindre avstand enn 10 sekundar og datagruppa med større avstand enn 10 sekundar. Fordi sannsynet er mindre enn 95,0 % kan det ikkje seiast å vere statistisk signifikant at det er skilnad i ulykkesfrekvens mellom dei to gruppene. Men med berre 2,7 %-poeng frå det nivået som normalt vert nytta som terskel for å seie at resultatata er signifikante, er det i denne situasjonen opp imot signifikant at mindre avstand mellom påkøyringsfelt og tunnel enn 10 sekundar gjev ein større ulykkesfrekvens enn ein avstand som er større enn 10 sekundar.

5 Drøfting

Gjennom litteraturstudien og ulykkesanalysen i denne oppgåva er det danna eit nokså omfangsrikt grunnlag for å kunne drøfte kva avstanden mellom planskilte kryss og tunnel har å seie for trafikktryggleiken. I dette kapitlet vert det forsøkt å oppsummere resultatane frå dei ulike delane av oppgåva og til slutt sjå desse samla. Konklusjonane som er komme fram til etter arbeidet med oppgåva finn ein i kapittel 6.

5.1 Litteraturstudie

Litteraturstudien som har blitt utført har vore todelt. Den har omfatta ein del der det er sett på krava som Norge og eit utval andre land stiller til avstand mellom tunnel og planskilte kryss, samt ein del der det er undersøkt kva vitenskaplege arbeid og annan litteratur seier om denne avstanden.

Arbeidet med den fyrste delen av litteraturstudien har synt at det berre er Norge, av dei seks undersøkte landa, som har krav om ein minste avstand frå tunnel til avkøyringar av omsyn til trafikktryggleiken. Det skal for orden skuld nemnast at også USA har krav til denne avstanden, men der har ein det for å hindre kostnadskrevjande løysingar. For påkøyringar før tunnel har Sverige og Austerrike, i tillegg til Norge, krav om ein viss avstand frå desse til tunnel. Det kan elles vere av interesse at det i EU sitt tunnelsikkerheitsdirektiv (Tunnelsikkerheitsdirektivet, 2004) er stilt krav om ein avstand på minst 10 sekundar frå påkøyring til tunnel. Det kan ikkje seiast å vere ein direkte samanheng mellom omfanget av krav som vert stilt og trafikktryggleiken, men det at ikkje alle landa har krav om ein viss avstand, indikerer at nærleik mellom tunnel og planskilte kryss ikkje vert sett på som eit sentralt tryggleiksproblem. Spesielt er dette indikert for avkøyringar sidan Norge er åleine om å ha avstandskrav for desse.

I funna frå den andre delen av litteraturstudien, er det argumentasjon for å ha krav om ein viss avstand både frå tunnel til avkøyringar og frå påkøyringar til tunnel. Det er vanskeleg å seie at avstands-tilrådingane som ein har komme fram til i den litteraturen som har sett på avstand mellom tunnel og planskilte kryss, bør nyttast i Norge. For to av arbeida skuldast dette at det er manglande undersøking av korleis avstanden reelt påverkar ulykkessituasjonen, og for det tredje er årsaken språkleg barriere fordi det ikkje har vore råd å forstå kva som ligg bak tilrådinga.

Difor er det av minst like stor interesse å sjå på resultatane frå den litteraturen som har sett generelt på tryggleik i samband med tunnelar. Eit poeng frå desse er at området ved inn- og utkøyring av tunnel er dei områda i tunnelane som har høgast ulykkesfrekvens. I nokre analysar, blant anna ei norsk, er det dessutan synt at ulykkesfrekvensen her også er høgare enn for veg i dagen. Eit anna poeng som ein skal merke seg, er at det i ei analyse der det er sett separat på ulykkesituasjonen for inn- og utkøyringar, er avdekka at ulykkesfrekvensen er høgare ved innkøyringar enn utkøyringar. Det kan vere verdt å merke seg at resultatane frå ulykkesanalysen som er gjort i denne oppgåva syner høgare ulykkesfrekvens ved inn- og utkøyringane enn veg i dagen, samt høgare ulykkesfrekvens for inn- enn utkøyringar, og resultatane frå denne delen av arbeidet samsvarar soleis med dei nemnde poenga frå litteraturen.

5.2 Ulykkesanalyse

Den mest sentrale delen av arbeidet med denne oppgåva har vore ulykkesanalysen. Analysearbeidet har teke utgangspunkt i situasjonar der ein har påkøyningar før tunnel og avkøyningar etter tunnel og det er valt ut dei som ligg innanfor eit sett med avgrensingskriterium for analysen. For kvar av dei situasjonane som var aktuelle, vart naudsynte data samla inn for å kunne gjere vurderingar av ulykkessituasjonen som funksjon av avstanden mellom tunnel og av- eller påkøyning.

Før me går inn på resultatane av analysen er det interessant å sjå på ei side ved datagrunnlaget. Som ein kunne sjå av diagramma i figur 6 og figur 7, er det ei hovudtyngde av situasjonar som ligg nokså nærme tunnel. Dette er interessant å merke seg fordi det viser at ein i mange situasjonar har vurdert at dette har vore riktig. Og sjølv om det kan hende at trafikktryggleik ikkje har blitt vektlagt så tungt som 0-visjonen i Norge føreset når ein har bestemt seg for løysing i desse situasjonane, så indikerer dette at liten avstand mellom tunnel og planskilte kryss ikkje har vore vurdert som eit sentralt tryggleiksproblem i Norge.

Dei fyrste resultatane som ein fekk fram i arbeidet med ulykkesanalysen var gjennomsnittleg ulykkesfrekvens og skadekostnad pr. køyretøykilometer for høvesvis avkøyningane og påkøyningane i datagrunnlaget. I tillegg til å verte presentert samla, har desse dataa også blitt presentert separat for tunnelområde, kryssområde og området mellom desse to. Som ein har vore inne på tidlegare i drøftinga, syner dei separerte resultatane for ulykkesfrekvens, jamfør tabell 8, at denne er høgare ved inn- og utkøyning av tunnel enn for veg i dagen. Dette resultatet kan nyttast som argument for å ha krav om ein viss avstand mellom tunnel og av-/påkøyningar, fordi det difor vil vere ynskjeleg å halde trafikksituasjonen så enkelt som mogeleg ved desse områda. Som ein kan sjå av tabell 9 har ein tilsvarende resultat for skadekostnad pr. køyretøykilometer for avkøyningar, men for påkøyningar er resultatet motsett. Når det gjeld resultatane for skadekostnad pr. køyretøykilometer, så må ein merke seg at det er mange variablar i berekninga av denne. Ser ein dette opp mot det trafikkarbeidet som ligg til grunn for berekninga (sjå figur 8 og figur 9), så kan ein rekne med at desse gjennomsnittstala, spesielt for tunnel- og kryssområda, kan vere langt frå stabiliserte på eit «normalisert» nivå, og det er difor ikkje naturleg å trekke nokon konklusjonar ut ifrå desse tala.

Vidare resultat som ein har fått av ulykkesanalysen er trendlinjer basert på punktdiagram for ulykkesfrekvens og skadekostnad pr. køyretøykilometer. Desse syner både for av- og påkøyningssituasjonane, at ein får ein liten reduksjon i ulykkesfrekvens dersom avstanden mellom av- og påkøyning og tunnel vert auka. For skadekostnad pr. køyretøykilometer har trendlinjene den same tendensen. Det er gjennomført statistiske analysar for samanhengen mellom avstand mellom tunnel og av- og påkøyning og ulykkesfrekvens.

Det er utført regresjonsanalysar for å sjå nærare på ulykkesfrekvens som funksjon av avstand mellom tunnel og av-/påkøyning. Dette syner at tendensen til trendlinjene med ein fallande ulykkesfrekvens ved aukande avstand, er nokså sannsynleg både for av- og påkøyningane, men det er eit stykke frå at desse dataa kan klassifiserast som statistisk signifikante.

Det er også utført t-testar der det er undersøkt kva skilnad det er i ulykkesfrekvens for av- og påkøyningar som har meir eller mindre enn 10 sekundar avstand til tunnel. Resultata frå t-testane syner at det er nokså sannsynleg for avkøyningar, og tett opp mot signifikant for påkøyningar, at det er større ulykkesfrekvens når avstanden er under 10 sekundar enn når den er over. Skilnaden mellom gjennomsnittet i gruppa med større avstand enn 10 sekundar er omtrent 50% av ulykkesfrekvensen for gruppa med mindre avstand enn 10 sekundar.

Dersom ein skal sjå samla på resultata frå dei to statistiske testane, så må ein seie at dataa syner at auka avstand truleg vil vere positivt for ulykkesfrekvensen. T-testane indikerer ein nokså stor gevinst om det vert sett eit avstandskrav på 10 sekundar, men regresjonsanalysen antydar ikkje den same effekten.

Fordi t-test ikkje tek omsyn til at observert ulykkesfrekvens eventuelt avvik frå den ulykkesfrekvensen ein ville oppnådd dersom talet på køyretøykilometer hadde vore så stort at observert ulykkesfrekvens er på eit «normalisert» nivå, samt at testen ikkje tek omsyn til at observasjonane ligg i ulik avstand frå tunnelmunning, så må ein vere forsiktig med å anta at ein kan halvere talet på ulykker med eit avstandskrav på 10 sekundar. Det siste tek regresjonsanalysane omsyn til og fordi regresjonsanalysane har ein viss motstand mot data som avvik frå hovudmønsteret i observasjonane, vert også det fyrste teke omsyn til i ei viss grad. Den samla vurderinga av resultata frå ulykkesanalysen er difor at auka avstand truleg vil redusere talet på ulykker noko, men at eit krav på 10 sekundar neppe vil halvere ulykkesfrekvensen.

5.3 Samla drøfting

Mange av funna i denne oppgåva støttar opp under eit avstandskrav. Men det er verdt å merke seg at dette er når me ser på ulykkessituasjonen for hovudveg åleine, og det kan ikkje takast for gitt at ein med eit avstandskrav får til det som samla sett er den beste løysinga for trafikktryggleiken. Og det er jo det som vil vere det viktigaste når me tenker på 0-visjonen som sentrale myndigheiter har fastsett i Nasjonal transportplan: «Det ikkje skal forekomme ulykker med drepte eller hardt skadde i transportsektoren» (Samferdsledepartementet, 2013).

Det at det ikkje er eit unisont krav til avstand i ulike land sine reglar for vegutforming er ein indikasjon på at ein kan risikere at eit avstandskrav hindrar at ein oppnår den samla sett beste løysinga. Me hugsar også at mange av situasjonane i ulykkesanalysen har liten avstand mellom tunnel og av- og påkøyningar, noko som tyder på at dette har vore vurdert som riktig løysing utifrå eit komplett konsekvensbilete. Desse to momenta talar ikkje for plassering tett på kryss, men talar iallfall imot at det vert sett strengare krav enn naudsynt. For å kunne få ei forståing av korleis trafikktryggleiken kan verte forringa dersom ein har eit avstandskrav, kan eit par realistiske døme på situasjonar presenterast:

- På utsida av tunnelen (til dømes langs «gamlevegen») kan det vere målpunkt som trafikk på hovudvegen skal til/frå. Som følgje av avstandskrav vert det naudsynt med ein lengre veg på sidevegnettet for å komme seg fram. Sidevegnettet har gjerne vesentleg høgare ulykkesfrekvens enn hovudvegen (Statens vegvesen, 2007) og følgjande vert trafikantane utsett for ein høgare risiko samla sett.
- Som følgje av avstandskravet får krysset ei dårlegare utforming og utset trafikantane for ein større risiko. Dårligare utforming kan til dømes vere at fartsendringsfelt får ugunstig plassering i høve til hovudvegens horisontalgeomteri, at ein i overgangen mellom fartsendringsfelt og rampe får dårleg resulterande fall, at sekundervegen kryssar under, i staden for over, hovudvegen og/eller at retninga på rampene aukar sannsynet for «spøkelsesbilistar»¹³.

Opp mot det fyrste punktet som er nemnd over skal det for ordens skuld påpeikast at det på sidevegnettet kan vere aktuelt å gjennomføre tiltak for å redusere risikoen, til dømes nedsett fart og fartsreducerande tiltak. Tilsvarande tiltak på hovudvegane vil normalt vere uaktuelt fordi effektiv transport over lengre strekningar vert prioritert. På bakgrunn av dette er det viktig å forstå at skilnaden i ulykkessituasjon for hovudveg samanlikna med sideveg, ikkje er så svart/kvitt som punktet over kan gi inntrykk av.

Eit siste poeng som bør nemnast er den indirekte påverknaden som eit avstandskrav kan ha på trafikktryggleiken. I ein del tilfeller vil ein truleg få like god eller kanskje til og med betre trafikktryggleik ved å tilfredsstille eit avstandskrav, men kostnaden for å oppnå dette kan i nokre tilfeller vere stor. Ein kan enkelt tenke seg at ein kjem opp i ein ekstra kostnad på fleire millionar, kanskje også fleire titals millionar. Fordi det er ein samla pengesum som er disponibel til vegbygging, kan fordyringa som avstandskravet gir, føre til at andre prosjekt som betrar trafikktryggleiken vesentleg meir, vert utsett på grunn av manglande finansiering. Soleis kan avstandskravet når ein ser samla på investeringssida gjere at trafikktryggleiken ikkje vert forbetra så mykje som den kunne blitt.

¹³ Spøkelsesbilist: «... ein bilist som køyrer mot køyreretningen» (Søresensen, 2011).

6 Konklusjon

6.1 Kva krav bør vegnormalen stille?

Gjennom arbeidet med denne oppgåva har det blitt tydeleg for undertekna at inn- og utkøyringsområda til tunnelane er spesielt ulykkesutsette. I mangel på kunnskap om kva risiko planskilte kryss forholdsvis nær tunnel utgjør, er det soleis forståeleg at Vegdirektoratet har sett krav om at det skal vere ein viss avstand mellom tunnel og planskilte kryss, slik at trafikksituasjonen vert så enkel som mogeleg i desse områda. Men når ein gjennom arbeidet med denne oppgåva no sit med litt meir kunnskap, er det framleis slik at det synst fornuftig å ha eit avstandskrav?

Resultata både frå litteraturstudien og ulykkesanalysen har synt at det truleg er ein samanheng mellom talet på ulykker og avstand mellom tunnel og planskilte kryss. Utifrå dette kan ein forsvare eit avstandskrav, men, som nemnd i drøftingskapittelet, så har ein berre sett kravet i høve til situasjonen på hovudveg og ikkje tenkt samla på vegsystemet. Dersom ein skal oppnå dei beste løysingane for trafikktryggleiken er det viktig med eit heilskapleg fokus, fordi ein kan risikere at tiltak som reduserer risiko på hovudveg aukar risikoen meir enn tilsvarande andre stadar i vegsystemet. I mange tilfelle vil det truleg vere riktig og betre for trafikktryggleiken å ha kryss i god avstand frå tunnel, men i andre tilfelle vil nok det motsette kunne tenkast at gir den beste løysinga. Diverre er det nok i liten grad mogeleg å sei noko generelt om kva som er riktig avstand mellom tunnel og planskilte kryss, dersom ein skal ha ei heilskapleg tilnærming til problemet. Ein må difor komme fram til kva som er den beste løysinga i kvar enkelt situasjon.

Med dette som bakteppe vert det i denne oppgåva **konkludert med at det riktige vil vere å ikkje fastsette ein minste avstand i normalverket, men heller legge opp til at planleggarane må finne fram til kva som er den samla sett beste løysinga i kvart enkelt tilfelle.** Med ei slik løysing er det viktig at planleggarane er merksame på at ein ikkje må plassere planskilte kryss ved tunnel ukritisk og dette er noko som ein bør ta omsyn til ved formulering av krav. Difor vert det vurdert som riktig å knyte plassering av planskilte kryss nærme tunnel opp mot fråvikssystemet med eit «kan»-krav (Statens vegvesen, 2013a). Med denne typen krav er det ikkje behov for noko formell handsaming av løysinga, men det ansvarleggjer planleggarane ved at det då er krav om ei fagleg vurdering før ein kan gå for ei slik løysing.

Som eit resultat av det ovanforståande endar arbeidet med denne oppgåva opp med at undertekna har følgjande forslag til formulering i normalen for veg- og gateutforming:

Retardasjon- og akselerasjonsfelt skal leggst utanom tunnel. Retardasjon- og akselerasjonsfelt kan leggst nærare tunnelopning enn ein avstand tilsvarande den ein tilbakelegg på 10 sekundar med ein hastighet tilsvarande fartsgrensa, dersom den samla ulykkesrisikoen ikkje aukar.

6.2 Vidare analysearbeid

Gjennom denne oppgåva har det blitt utarbeida noko meir kunnskap om problemstillinga, men framleis finst det mykje arbeid som er interessant å gjennomføre for å få eit endå betre grunnlag for å stille så riktige krav som mogeleg for plassering av planskilte kryss ved tunnelar. I tillegg til å gjere tilsvarande ulykkesanalysar som i denne oppgåva når det har gått litt tid og ein har eit større datagrunnlag, verkar følgjande innfallsvinklar å vere dei mest interessant for vidare arbeid:

- **Kvalitative tilnærmingar:** I denne oppgåva har det vore ei forholdsvis kvantitativ tilnærming til problemstillinga. Det hadde vore interessant dersom arbeid med ei meir kvalitativ tilnærming hadde blitt utført. Det synst i denne samanhengen å vere interessant med grundige analysar av ulykker som inntreff i området ved av- og påkøyning, i slutten og starten av tunnel og mellom desse områda når ein har forholdsvis liten avstand mellom tunnel og av- og påkøyningar, for å finne årsakssamanhengar.
- **Erfaringsinnsamling:** For å få eit betre inntrykk av problemstillinga kunne det vore interessant med ein gjennomgang av prosjekt som er planlagt og eventuelt bygt med liten avstand mellom tunnel og av-/påkøyning, og undersøkt korleis konsekvensane, og då særleg for trafikktryggleiken, ville vore med ein større avstand.

Referansar

- AASHTO. (2001). *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*.
- AASHTO. (2005). *A Policy on Design Standards – Interstate System*.
- Amundsen, F. H., & Engebretsen, A. (2008). *Trafikkulykker i vegtunneler 2*. Statens vegvesen.
- Boverket. (2007). Boverkets föreskrifter och allmänna råd om säkerhet i vägtunnlar.
- Broeren, P., Hennink, H., & Hoeksma, J. (2010). *Tunnel road design Junctions in and near tunnels in freeways*.
- Buvik, H., Amundsen, F. H., & Fransplass, H. (2012). Strategi trafikantsikkerhet og brannsikkerhet i vegtunneler.
- Caliendo, C., & De Guglielmo, M. (2012). Accident rates in road tunnels and sosial cost evaluation.
- Die Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr. (2007). *RVS 09.01.21 Linienführung im Tunnel*.
- Federal highway administration. (2014, oktober 8). *National highway system*. Henta frå http://www.fhwa.dot.gov/planning/national_highway_system/
- Government Digital Service. (2014, september 26). *Standards for Highways online resources*. Henta frå www.gov.uk/standards-for-highways-online-resources
- Ma, Z.-l., Shao, C.-f., & Zhang, S.-r. (2009). Characteristics of traffic accidents in Chinese freeway tunnels. *Tunneling and underground space technology*, ss. 350-355.
- National Highway Traffic Safety Administration and the Federal Highway Administration. (2014, april 1). Code of federal regulations, title 23. USA: National archives and recods administration.
- National roads authority. (2014, september 26.). *NRA Standards*. Henta frå www.nra.ie/nra-standards/
- Nussbaumer, C. (2007). Comparative analysis of safety in tunnels.
- Office of the Law Revision Counsel. (2014, september 30). *The United States Code, title 23 "Highways"*. Henta frå <http://uscode.house.gov/view.xhtml?req=granuleid:USC-prelim-title23-section109&num=0&edition=prelim>
- Samferdsledepartementet. (2013). *Nasjonal transportplan 2014-2023*. Oslo.
- Statens vegvesen. (2007). *Handbok 115 Analyse av ulykkessteder, vedleggsdel for manuelle beregninger*.
- Statens vegvesen. (2007). *Handbok V723, analyse av ulykkessteder*. Oslo.
- Statens vegvesen. (2010). *Handbok N500, vegtunneler*. Oslo.
- Statens vegvesen. (2013a). *Handbok N100, veg- og gateutforming*. Oslo.
- Statens vegvesen. (2013b). *Handbok V120, premisser for geometrisk utforming av veger*. Oslo.
- Statens vegvesen. (2014). *Handbok V712, konsekvensanalyser*. Oslo.

- Statens vegvesen. (2015). *NA-rundskriv 2015/2 - Fartsgrenser og motorvegen - Ny dimensjoneringsklasse for motorveg med fartsgrense 110 km/t.*
- Statens vegvesen, Statistisk sentralbyrå og Politidirektoratet. (2013). *Rettledning, Anmeldelse av vegtrafikkulykker.*
- Søresensen, M. W. (2011). Spøkelsesbilister i rundkjøringen. *Samferdsel*(6), 16-17.
- Trafikverket og Sveriges kommuner och Landsting. (2012). *Krav för vägars och gators utformning.* Borlänge og Stockholm.
- Tunnelsikkerhetsdirektivet. (2004). Directive on minimum safety requirements for tunnels in the Trans-European Road Network.
- Tunnelsikkerhetsforskriften. (2007). *Forskrift om minimum sikkerhetskrav til visse vegtunneler.* Henta april 16, 2015 frå <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2007-05-15-517>
- Tønnessen, M., Syse, A., & Aase, K. N. (2014, september 4). Befolkningsframskrivinger 2014-2100: Hovedresultater. *Økonomiske analyser 4/2014*, ss. 30-36.
- Yeung, J. S., & Wong, Y. D. (2013). Road traffic accidents in Singapore expressway tunnels. *Tunneling and underground space technology*, ss. 534-541.
- Zhao, Y.-f., Chen, M., & Pan, B.-h. (2011). Minimum spacing demand analysis between tunnel and exit of interchange. *Jorunal of Chang'an University (Natural science edition)*, ss. 68-71,89.

Vedlegg 1: Avkøyrings situasjonar nytta i ulykkesanalyse

Fylke	Vegnr.	Meteringsverdi for avkøyring		Fartsgrense (km/t)	Avstand tunnel – avkøyring (sek.)	ÅDT	Sum trafikk i analyseperiode	Distansse for innsamling av ulykkesdata (meter)			Personska-deulykker	Tal på skadde fordelt på skadegrad				Ulykkesfrekvens	Skadekost. (kr.) pr. køyreøy-kilometer
		Hp.	Km.					Side	I tunnel	Mellom tunnel og avkøyring		Ved avkøyring	L	A	MA		
1	E6	2	4,14	V	122,40	11228	16796318	52	3390	180	0	0	0	0	0,000	0,00	
1	E6	3	4,28	H	19,69	11228	16796318	52	537	182	0	0	0	0	0,000	0,00	
1	E6	5	6,88	H	88,34	12858	19592954	139	2444	260	3	0	0	0	0,054	0,04	
1	E6	6	8,00	V	18,79	18027	45494962	42	512	163	1	0	0	0	0,031	0,02	
1	E6	7	5,17	H	176,40	18027	45494962	42	4890	205	11	20	1	0	0,047	0,10	
1	E18	6	6,40	V	1,80	5332	5933208	139	40	190	0	0	0	0	0,000	0,00	
2	E6	1	3,20	V	34,56	16625	45898402	139	950	195	2	2	0	0	0,034	0,02	
2	E6	1	13,1	H	266,40	18250	50384712	139	7390	175	9	2	0	0	0,023	0,07	
2	E6	2	2,90	V	10,84	19600	54111800	125	261	190	1	1	0	0	0,032	0,02	
2	E6	14	3,30	V	7,42	6500	5057381	139	196	285	0	0	0	0	0,000	0,00	
2	E16	51	0,05	V	11,93	6433	10486389	111	255	265	0	0	0	0	0,000	0,00	
2	E16	51	2,25	H	1,26	12800	20866814	111	18	28	0	0	0	0	0,000	0,00	
2	E16	51	2,25	V	1,71	6433	10486389	111	28	38	0	0	0	0	0,000	0,00	
4	E6	5	12,7	H	42,17	7250	12270997	97	810	150	0	0	0	0	0,000	0,00	
4	E6	5	12,7	V	34,05	6600	6177755	97	652	147	0	0	0	0	0,000	0,00	
5	E6	5	1,05	V	21,29	7706	12643440	97	404	180	1	0	1	0	0,116	1,14	
5	E6	10	8,50	H	4,73	3459	1323074	111	95	150	0	0	0	0	0,000	0,00	
6	E18	1	9,50	H	85,79	24875	68771789	139	2373	154	6	7	1	0	0,033	0,08	
6	E18	2	2,15	V	5,99	14750	22095173	111	123	172	0	0	0	0	0,000	0,00	
7	E18	1	1,40	V	55,80	14000	38291711	139	1540	162	1	1	0	0	0,014	0,01	
7	E18	3	7,05	H	0,00	11000	24206156	139	-	145	2	2	0	0	0,291	0,21	
7	E18	4	0,00	V	0,00	10250	22555737	139	-	167	0	0	0	0	0,000	0,00	
7	E18	5	0,08	H	104,22	10250	22555737	139	2885	190	4	6	1	0	0,055	0,20	
7	E18	5	0,08	V	64,19	11000	24206156	139	1773	175	1	2	0	0	0,020	0,03	
7	E18	5	6,40	V	90,36	11000	22709376	139	2500	160	2	3	0	0	0,031	0,03	
7	E18	6	5,43	H	18,18	11000	22709376	139	495	190	0	0	0	0	0,000	0,00	
7	E18	6	5,43	V	27,00	12000	24773865	60	740	200	1	2	1	0	0,040	0,46	
7	E18	13	3,21	V	9,36	11000	16646849	65	250	195	1	5	0	0	0,118	0,43	
7	E18	13	5,83	H	60,30	11000	16646849	65	1665	190	1	2	0	0	0,031	0,05	
7	E18	13	5,83	V	8,53	11000	16646849	139	227	190	0	0	0	0	0,000	0,00	
7	E18	14	3,58	H	107,57	11000	16646849	139	2978	180	3	5	0	0	0,055	0,07	
7	E18	16	3,58	V	10,26	7100	4040764	139	275	171	0	0	0	0	0,000	0,00	

Meteringsverdi for avkøyring					Fartsgrense (km/t)	Avstand tunnel – avkøyring (sek.)	ÅDT	Sum trafikk i analyseperiode	Distanse for innsamling av ulykkesdata (meter)			Personskadedykker	Tal på skadde fordelt på skadegrad				Ulykkesfrekvens	Skadekost. (kr.) pr. køyreøykilometer
Fylke	Vegn. r.	Hp.	Km.	Side					I tunnel	Mellom tunnel og avkøyring	Ved avkøyring		L	A	MA	D		
8	E18	1	2,30	H	100	86,22	7500	4280527	50	2385	175	0	0	0	0	0,000	0,00	
8	E18	1	9,90	H	90	23,00	8375	4382295	125	565	112	0	0	0	0	0,000	0,00	
8	E18	2	3,04	V	70	0,26	8400	16382064	97	-	152	0	0	0	0	0,000	0,00	
8	E18	3	2,28	H	80	9,05	8400	13596451	111	191	150	1	3	0	0	0,163	0,35	
8	E18	3	2,28	V	80	0,68	6100	9873613	111	5	13	0	0	0	0	0,000	0,00	
9	E18	14	2,73	V	80	7,11	8150	4181270	111	148	163	0	0	0	0	0,000	0,00	
9	E18	16	1,30	H	80	44,64	8150	4181270	111	992	130	0	0	0	0	0,000	0,00	
9	E18	18	11,1	H	100	45,54	6050	9293362	139	1255	170	1	1	0	0	0,069	0,05	
9	E18	18	11,1	V	100	49,07	6375	9792593	139	1353	165	1	1	0	0	0,062	0,04	
9	E18	19	3,15	H	100	50,40	6375	9792593	139	1390	165	1	1	0	0	0,060	0,04	
9	E18	19	3,15	V	100	0,61	5000	7680465	139	7	157	1	1	0	0	0,430	0,31	
9	E18	20	3,70	H	100	28,62	5000	7680465	139	785	168	0	0	0	0	0,000	0,00	
9	E18	20	3,70	V	100	34,92	7750	11904720	139	960	158	1	1	0	0	0,067	0,05	
10	E18	4	0,78	V	70	0,15	20500	16237536	97	-	113	0	0	0	0	0,000	0,00	
10	E39	12	9,75	H	80	0,45	2275	5268807	111	-	130	0	0	0	0	0,000	0,00	
10	E39	12	9,75	V	80	0,45	2675	6195191	111	-	167	0	0	0	0	0,000	0,00	
10	E39	14	2,12	V	80	1,31	3350	7758463	111	19	170	0	0	0	0	0,000	0,00	
11	E39	7	10,1	V	90	53,00	32450	87923828	125	1315	172	10	12	1	0	0,071	0,13	
11	Rv.13	1	1,50	V	70	1,70	6600	5271795	97	23	173	0	0	0	0	0,000	0,00	
11	Rv.509	2	1,85	V	80	0,45	7900	2883500	111	-	155	0	0	0	0	0,000	0,00	
12	E16	12	5,10	H	70	0,41	9300	7290132	97	-	105	1	1	0	0	0,679	0,49	
12	E39	4	0,02	V	80	19,80	2200	6021839	111	430	170	1	5	0	0	0,234	0,85	
12	E39	14	0,00	V	80	0,32	3500	9093086	111	-	155	1	1	0	0	0,413	0,30	
12	E39	20	0,03	H	80	3,69	23750	65008494	111	72	182	3	5	0	0	0,126	0,15	
12	E39	20	0,03	V	80	1,98	23400	12054445	111	34	315	0	0	0	0	0,000	0,00	
12	E39	22	0,03	H	70	20,62	8500	23266198	97	391	125	3	6	0	0	0,210	0,31	
12	E39	74	13,3	H	80	3,20	17250	32095120	111	61	185	0	0	0	0	0,000	0,00	
12	Rv.555	5	1,75	H	80	22,28	18850	41608212	111	485	153	2	2	1	0	0,064	0,36	
12	Rv.555	6	1,55	H	80	3,56	17750	48585295	111	69	125	4	6	0	0	0,270	0,29	
12	Rv.555	6	2,30	V	70	0,00	14650	40099976	97	-	185	3	6	0	0	0,265	0,38	
12	Fv.557	1	12,7	H	80	0,90	9000	10616869	111	10	175	0	0	0	0	0,000	0,00	
16	E6	8	4,93	H	90	110,60	5310	14790451	99	2755	122	2	2	0	0	0,045	0,03	

Metereringsverdi for avkøyring				Farts- grense (km/t)	Avstand tunnel – avkøyring (sek.)	ÅDT	Sum trafikk i analyse- periode	Distanse for innsamling av ulykkesdata (meter)			Personska- deulykker	Tal på skadde fordelt på skadegrad				Ulykkes- frekvens	Skadekost. (kr.) pr. køyreteøy- kilometer
Fylke	Vegnr.	Hp.	Km.					Side	I tunnel	Mellom tunnel og avkøyring		Ved avkøyring	L	A	MA		
16	E39	1	4,50	V	2,97	5010	6506308	111	56	165	0	0	0	0	0,000	0,00	
16	E39	1	7,57	H	13,05	5010	6506308	111	280	187	0	0	0	0	0,000	0,00	
16	E39	1	7,57	V	43,34	4715	6123202	111	953	129	0	0	0	0	0,000	0,00	
16	E39	1	13,8	H	28,85	4715	6123202	111	227	181	0	0	0	0	0,000	0,00	
16	E39	1	13,8	V	10,67	3840	4986871	111	631	179	1	0	0	0	0,388	0,28	
17	E6	1	3,15	V	18,90	10300	23879549	44	410	146	0	0	0	0	0,000	0,00	

Vedlegg 2: Påkøyrings situasjonar nytta i ulykkesanalyse

Fylke	Vegnr.	Meteringsverdi for påkøyring		Fartsgrense (km/t)	Avstand påkøyring – tunnel (sek.)	ÅDT	Sum trafikk i analyseperiode	Distans for innsamling av ulykkesdata (meter)			Personska-deulykker	Tal på skadde fordelt på skadegrad				Ulykkesfrekvens	Skadekost. (kr.) pr. køyreøy-kilometer
		Hp.	Km.					Side	Ved påkøyring	Mellom påkøyring og tunnel		I tunnel	L	A	MA		
1	E6	2	4,14	H	115,20	11228	16796318	305	3190	52	3	4	0	0	0	0,050	0,05
1	E6	3	4,28	V	7,74	11228	16796318	270	205	52	0	0	0	0	0	0,000	0,00
1	E6	6	8,00	H	0,18	18027	45494962	270	-	42	0	0	0	0	0	0,000	0,00
1	E6	7	5,17	V	172,80	18027	45494962	303	4790	42	4	7	0	0	0	0,017	0,02
1	E18	6	6,40	H	0,47	4699	5228834	255	13	139	1	1	0	0	0	0,482	0,35
2	E6	1	3,20	H	28,30	16625	45898402	310	776	139	4	4	1	0	1	0,071	0,88
2	E6	1	13,1	V	262,80	18250	50384712	261	7290	139	16	23	1	0	0	0,041	0,07
2	E6	2	4,95	H	6,80	22915	63263873	221	160	125	1	0	1	0	0	0,031	0,31
2	E6	2	4,95	V	0,00	19600	54111800	252	-	125	1	1	0	0	0	0,049	0,04
2	E6	14	3,30	H	14,90	6500	5057381	189	404	139	0	0	0	0	0	0,000	0,00
2	E6	14	10,0	V	165,60	6500	5057381	214	4590	139	0	0	0	0	0	0,000	0,00
2	E16	51	2,25	H	2,25	6433	10486389	249	40	111	0	0	0	0	0	0,000	0,00
2	E16	51	2,25	V	0,95	12800	20866814	241	11	111	0	0	0	0	0	0,000	0,00
4	E6	5	12,7	H	32,09	6600	6177755	225	614	97	0	0	0	0	0	0,000	0,00
4	E6	5	12,7	V	15,07	7250	12270997	213	283	97	0	0	0	0	0	0,000	0,00
5	E6	5	1,05	H	6,79	7706	12643440	300	122	97	0	0	0	0	0	0,000	0,00
5	E6	10	8,50	V	0,14	3439	1323074	280	-	111	0	0	0	0	0	0,000	0,00
6	E18	1	4,00	H	55,19	24875	68771789	215	1523	139	9	13	1	0	1	0,070	0,43
6	E18	1	9,50	V	105,05	24875	68771789	285	2908	139	8	13	0	0	0	0,035	0,04
6	E18	2	2,15	H	0,00	14750	22095173	255	-	125	0	0	0	0	0	0,000	0,00
7	E18	1	1,40	H	55,80	14000	38291711	250	1540	139	1	1	0	0	0	0,014	0,01
7	E18	3	7,05	V	0,00	11000	24206156	167	-	139	0	0	0	0	0	0,000	0,00
7	E18	4	0,00	H	0,00	10250	22555737	265	-	139	2	2	0	0	0	0,219	0,16
7	E18	5	0,08	H	58,14	11000	24206156	275	1605	139	6	7	0	0	0	0,123	0,10
7	E18	5	0,08	V	98,64	10250	22555737	285	2730	139	12	16	0	0	0	0,169	0,16
7	E18	5	6,40	H	86,40	11000	22709376	270	139	139	2	3	0	0	0	0,161	0,17
7	E18	6	5,43	H	24,66	12000	24773865	285	60	60	0	0	0	0	0	0,000	0,00
7	E18	6	5,43	V	14,58	11000	22709376	285	139	139	0	0	0	0	0	0,000	0,00
7	E18	13	3,21	H	5,76	11000	16646849	282	150	65	1	3	0	0	0	0,121	0,26
7	E18	13	5,83	H	5,83	11000	16646849	270	152	139	3	3	0	0	0	0,321	0,23
7	E18	13	5,83	V	56,12	11000	16646849	280	1549	65	1	1	0	0	0	0,032	0,02
7	E18	14	3,58	V	106,67	11000	16646849	275	2953	139	2	4	0	0	0	0,036	0,05

Meteringsverdi for påkøyring					Fartsgrense (km/t)	Avstand påkøyring – tunnel (sek.)	ÅDT	Sum trafikk i analyseperiode	Distanse for innsamling av ulykkesdata (meter)			Personskadedykker	Tal på skadde fordelt på skadegrad				Ulykkesfrekvens	Skadekost. (kr.) pr. køyreøykilometer
Fylke	Vegn. r.	Hp.	Km.	Side					Ved påkøyring	Mellom påkøyring og tunnel	I tunnel		L	A	MA	D		
7	E18	16	3,38	H	100	8,28	7100	4040764	202	220	139	0	0	0	0	0,000	0,00	
8	E18	1	2,30	V	100	85,50	7500	4280527	206	2365	50	1	2	0	0	0,089	0,13	
8	E18	1	9,90	V	90	10,60	8375	4382295	590	255	125	0	0	0	0	0,000	0,00	
8	E18	3	2,28	H	80	0,90	6100	9873613	135	10	111	1	2	0	0	0,396	0,57	
8	E18	3	2,28	V	80	6,53	8400	13596451	235	135	111	0	0	0	0	0,000	0,00	
9	E18	14	2,73	H	80	3,47	8150	4181270	260	67	111	1	1	0	0	0,546	0,40	
9	E18	16	1,30	V	80	32,85	8150	4181270	230	730	111	0	0	0	0	0,000	0,00	
9	E18	18	11,1	H	100	48,24	6375	9792593	256	1330	139	1	1	0	0	0,059	0,04	
9	E18	18	11,1	V	100	44,82	6050	9293362	250	1235	139	0	0	0	0	0,000	0,00	
9	E18	19	3,15	H	100	0,36	5000	7680465	230	-	139	0	0	0	0	0,000	0,00	
9	E18	19	3,15	V	100	49,25	6375	9792593	240	1358	139	1	0	1	0	0,059	0,58	
9	E18	20	3,70	H	100	36,36	7750	11904720	270	1000	139	0	0	0	0	0,000	0,00	
9	E18	20	3,70	V	100	30,82	5000	7680465	250	846	139	1	1	0	0	0,105	0,08	
10	E18	3	0,10	H	80	4,91	19200	29580861	200	99	111	2	3	0	0	0,165	0,18	
10	E18	4	0,78	H	70	1,03	21700	17188026	160	10	97	0	0	0	0	0,000	0,00	
10	E39	12	9,75	H	80	0,09	2675	6195191	222	-	111	0	0	0	0	0,000	0,00	
10	E39	14	2,12	H	80	0,45	3350	7758463	185	-	111	0	0	0	0	0,000	0,00	
11	E39	7	10,1	H	90	31,88	32450	87923828	275	787	125	2	2	0	0	0,019	0,01	
11	E39	8	2,38	V	90	24,36	32450	87923828	237	599	125	8	11	0	0	0,095	0,09	
11	Rv. 509	2	1,85	H	80	3,38	7900	2883500	90	65	111	0	0	0	0	0,000	0,00	
12	E16	12	5,10	V	70	1,95	9300	7290132	247	28	97	0	0	0	0	0,000	0,00	
12	E39	4	0,02	H	80	11,93	2200	6021839	245	255	111	0	0	0	0	0,000	0,00	
12	E39	14	0,00	H	80	0,23	3500	9093086	172	-	111	0	0	0	0	0,000	0,00	
12	E39	20	0,03	H	80	1,13	23400	64050474	222	15	111	1	1	0	0	0,045	0,03	
12	E39	20	0,03	V	80	2,07	23750	65008494	275	36	111	2	5	0	0	0,073	0,13	
12	E39	20	1,90	V	80	4,46	23400	64050474	200	89	111	3	3	0	0	0,117	0,08	
12	E39	22	0,03	V	70	21,75	8500	23266198	245	413	97	5	11	0	0	0,285	2,54	
12	E39	74	13,3	V	80	4,55	17250	32095120	260	91	111	1	1	0	0	0,067	0,05	
12	Rv. 555	4	2,55	H	80	25,83	18850	51596215	235	574	111	4	5	0	0	0,084	0,08	
12	Rv. 555	5	1,75	H	80	4,73	17750	39180147	255	95	111	4	5	0	0	0,221	0,20	
12	Rv. 555	5	1,75	V	80	34,16	18850	41608212	225	749	111	3	3	0	0	0,066	0,05	
12	Rv. 555	6	1,55	V	80	6,39	17750	48585295	260	132	111	6	11	0	0	0,246	0,33	

Metereringsverdi for påkøyring				Farts- grense (km/t)	Avstand påkøyring – tunnel (sek.)	ÅDT	Sum trafikk i analyse- periode	Distanse for innsamling av ulykkesdata (meter)			Personska- deulykker	Tal på skadde fordelt på skadegrad				Ulykkes- frekvens	Skadekost. (kr.) pr. køytøy- kilometer	
Fylke	Vegnr.	Hp.	Km.					Side	Ved påkøyring	Mellom påkøyring og tunnel		I tunnel	L	A	MA			D
12	Rv. 555	6	2,30	H	70	0,00	14650	40099976	153	-	97	2	5	0	0	0	0,200	0,36
16	E6	8	4,93	V	90	105,08	5310	14790451	235	2617	99	0	0	0	0	0	0,000	0,00
16	E39	1	4,50	H	80	1,13	5010	6506308	248	15	111	0	0	0	0	0	0,000	0,00
16	E39	1	7,57	V	80	5,40	5010	6506308	325	110	111	0	0	0	0	0	0,000	0,00
16	E39	1	13,8	H	80	4,73	3840	4986871	275	95	111	0	0	0	0	0	0,000	0,00
17	E6	1	3,15	H	80	4,73	10300	23879549	213	95	44	4	4	0	0	0	0,476	0,35