

# Trafikkulykker i planskilte kryss

ulykkesrisiko og design

**Karoline Knutsen**

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juni 2013

Hovedveileder: Torbjørn Haugen, BAT

Medveileder: Terje Giæver, Statens vegvesen

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Institutt for bygg, anlegg og transport





Oppgavens tittel: Trafikkulykker i planskilte kryss - ulykkesrisiko og design	Dato: 8/06/2013		
	Antall sider (inkl. bilag): 84		
	Masteroppgave	X	Prosjekt- oppgave
Navn: Karoline F. Knutsen			
Faglærer/veileder: Torbjørn Haugen			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Terje Giæver, Statens Vegvesen			

Ekstrakt:

Formålet med denne oppgaven har vært å kartlegge ulykkesituasjonen i planskilte kryss ved å se på et utvalg kryss. Utvalget bestod av 44 planskilte kryss fra fylkene Østfold, Hedmark, Akershus og Sør-Trøndelag. I beregningene ble det tidlig klart at dette var et for lite utvalg til å gi sikre resultater, alle resultatene som presenteres i denne oppgaven er derfor kun indikasjoner på visse trender i trafiksikkerhet for planskilte kryss.

Hovedresultatet fra sammenligningen av skandinaviske retningslinjer for planskilte kryss ble at de norske retningslinjene hadde færre ulike typer og krav til utforminger av ramper og av- og påkjøringsfelt enn de svenske og danske retningslinjene. De norske retningslinjene stilte også kortere krav til lengde for av- og påkjøringsfelt enn de danske og svenske retningslinjene. Det må legges til at lengdekravene for de ulike landene ikke er helt sammenlignbare, så forskjellen i krav til lengde kan være annerledes.

Sammenligningen av de ulike krysstypene ble konsentrert om halvt kløverbladkryss og ruterkryss, siden det var flest av disse typene i utvalget. Halvt kløverbladkryss fikk høyere ulykkesfrekvens enn ruterkryss. Usikkerheten til disse verdiene er derimot altfor store til å konstatere forskjellen. Forskjellen i ulykkesfrekvens for de to krysstypene så ut til å skyldes plassering av sekundærveg under primærveg. Resultatene indikerte at plassering av sekundærveg over og ikke under primærveg er en trafiksikkerhetsmessig gunstig utforming.

En annen utforming som virket gunstig var oppfyllelse av lengdekravet for avkjøringsfelt.

Resultatene indikerer at den totale ulykkesfrekvensen for planskilte kryss har gått ned.

Stikkord:

- |                     |
|---------------------|
| 1. planskilte kryss |
| 2. ulykkesrisiko    |
| 3. ulykkesfrekvens  |
| 4. skadekostnad     |

\_\_\_\_\_  
(sign.)





NORGES TEKNISK-  
NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET  
INSTITUTT FOR BYGG, ANLEGG OG TRANSPORT

## **MASTEROPPGAVE** **(TBA4940, Veg, masteroppgave)**

VÅREN 2013  
for  
**Karoline F. Knutsen**

### **Trafikkulykker i planskilte kryss – Ulykkesrisiko og design**

#### **BAKGRUNN**

Tidligere studier av ulykkessituasjonen i norske toplanskryss er basert på data så langt tilbake som perioden 1994 – 2003. Det er derfor behov for å oppdatere kunnskapen ulykkessituasjonen for ferskere data, f.eks. fra perioden 2004 – 2012. Det er spesielt behov for å etablere bedre kjennskap til ulykkesrisiko, samt å vurdere hvordan ulike elementer i de planskilte kryssene kan innvirke på ulykkessituasjonen. I denne sammenheng er det også aktuelt å vurdere behovet for eventuelle justeringer av gjeldende retningslinjer og anbefalinger for utforming av slike kryss.

#### **OPPGAVE**

##### **Beskrivelse av oppgaven**

Oppgaven omfatter et innledende litteraturstudium av skandinaviske vegnormaler og retningslinjer for utforming av planskilte kryss. Dette benyttes som en plattform for studier av ulykkesrisiko i et utvalg norske planskilte kryss, der også innvirkningen på ulykkessituasjonen av utformingen av de ulike elementer i slike kryss vurderes.

##### **Målsetting og hensikt**

En viktig målsetting med oppgaven er å fremskaffe oppdatert kunnskap om ulykkesrisiko basert på nyere ulykkesdata, f.eks. fra perioden 2004 – 2012. Det er mange måter å utforme planskilte kryss på. Det er derfor også et klart mål å vurdere i hvordan og i hvilken grad hovedutformingen av krysset, og utformingen av de mange ulike kryselementene ser ut til å påvirke ulykkessituasjonen.

## **Deloppgaver og forskningsspørsmål**

Viktige deloppgaver vil dermed være:

- En litteraturgjennomgang av skandinaviske vegnormaler og retningslinjer for utforming av planskilte kryss
- Gjennomgang av tidligere norske studier av ulykkessituasjonen i slike kryss
- Etablering av erfaringsdata for de ulike kryssene etter mønster av hva måten ulykkesdata er presentert på i Håndbok 115 Analyse av ulykkessteder.
- Utvalg av kryss for slik etablering av erfaringsdata gjøres i samråd med veileder og ekstern kontaktperson i Statens vegvesen. En aktuell mulighet er å benytte samme kryssutvalg (34 kryss) som i en prosjektoppgave fra 2004 som oppdateringsgrunnlag.
- Ut fra de data som fremskaffes er det ønskelig at kandidaten peker ut eventuelle forhold som synes å medvirke til hhv god sikkerhet og dårlig sikkerhet. I de fleste kryssene kan det jo være forskjeller eller gjennomførte endringer som påvirker ulykkessituasjonen (fartsgrense, geometri, sekundærveg ført over eller under primærvegen osv. Betydningen av slike forskjeller bør analyseres.
- Oppgaven bør kunne ut i en klar oppstilling av erfaringsdata om ulykkesrisiko og oppsummering av forhold knyttet til krysstype, detaljutforming og regulering som er viktig for å sikre en god og sikker trafikkavvikling. For de ulike krysstypene skal også alvorlighetsgrad og skadestnader presenteres.

## GENERELT

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

Ved bedømmelsen legges det vekt på grundighet i bearbeidningen og selvstendighet 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>)
- forord
- 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)
- innholdsfortegnelse inklusive oversikt over figurer, tabeller og vedlegg
- om nødvendig en liste med beskrivelse av viktige betegnelser og forkortelser benyttet
- hovedteksten
- referanser til kildemateriale som ikke er av generell karakter, dette gjelder også for muntlig informasjon og opplysninger.
- oppgaveteksten (denne teksten signert av faglærer) legges ved som Vedlegg 1.
- besvarelsen skal ha komplett paginering (sidenummerering).

Besvarelsen kan evt. utformes som en vitenskapelig artikkel. Arbeidet leveres da også med rapportforside og tittelside og om nødvendig med vedlegg som dokumenterer arbeid utført i prosessen med utforming av artikkelen.

Se forøvrig «Råd og retningslinjer for rapportskrivning ved prosjektarbeid og masteroppgave ved Institutt for bygg, anlegg og transport». Finnes på <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank>

### 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 3 eksemplarer, hvorav instituttet beholder 2 eksemplarer. Ekstra eksemplarer må bekostes av kandidaten/ ekstern samarbeidspartner.

Ved innlevering av oppgaven skal kandidaten levere en CD med besvarelsen i digital form i pdf- og word-versjon med underliggende materiale (for eksempel datainnsamling) i digital form (f. eks. excel). Videre skal kandidaten levere innleveringsskjemaet (fra DAIM) hvor både Ark-Bibl i SBI og Fellestjenester (Byggsikring) i SB II har signert på skjemaet. Innleveringsskjema med de aktuelle signaturene underskrives av instituttkontoret før skjemaet leveres Fakultetskontoret.

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

Besvarelsen er etter gjeldende reglement NTNUs eiendom. Eventuell benyttelse av materialet kan bare skje etter godkjenning fra NTNU (og ekstern samarbeidspartner

der dette er aktuelt). Instituttet har rett til å bruke resultatene av arbeidet til undervisnings- og forskningsformål som om det var utført av en ansatt. Ved bruk ut over dette, som utgivelse og annen økonomisk utnyttelse, må det inngås særskilt avtale mellom NTNU og kandidaten.

**(Evt) Avtaler om ekstern veiledning, gjennomføring utenfor NTNU, økonomisk støtte m.v.** Beskrives her når dette er aktuelt. Se <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank> for avtaleskjema.

**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/>.

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.

**Innleveringsfrist:**

Arbeidet med oppgaven starter 14. januar 2013

.

Besvarelsen leveres senest ved registrering i DAIM innen 10. juni 2013 kl 1500.

**Faglærer ved instituttet:** Førstelektor Torbjørn Haugen, Int. for Bygg, anlegg og transport, NTNU

**Veileder(eller kontaktperson) hos ekstern samarbeidspartner:** Terje Giæver, Statens vegvesen, Vegdirektoratet, avdeling Trafikksikkerhet, miljø og teknologi (TMT).

Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU

Dato: 28.01.2013, (evt revidert: dd.mm.åååå)

Underskrift

Faglærer



## Forord

Denne rapporten er et sluttprodukt av en masteroppgave i spesialiseringsretningen veg ved Norges Tekniske- Naturvitenskapelige Universitet (NTNU) våren 2013. Masteroppgaven er en obligatorisk oppgave i femte årstrinn for studenter ved institutt for bygg, anlegg og transport.

I denne rapporten har jeg hovedsakelig sett på ulykkesrisiko i planskilte kryss og ulike utformingers innvirkning på ulykkessituasjonen i denne type kryss. En rekke personer har i den forbindelse hjulpet meg med råd og veiledning.

Først og fremst vil jeg takke min hovedveileder ved NTNU, Torbjørn Haugen, og min eksterne veileder ved Statens Vegvesen, Terje Giæver, for faglig veiledning og hjelp til strukturering av oppgaven.

Jeg vil også takke tidligere professor ved NTNU, Stein Johannesen, for inspirasjon til oppgaven, Jørn Vidar Eriksen ved Statens Vegvesen for informasjon om ulike kryss, og førsteamanuensis ved NTNU, Eirin Ryeng, for hjelp med statistiske tester.

---

Karoline F. Knutsen, Trondheim 8. juni 2013



## Sammendrag

Planskilte kryss brukes ofte for kryssende veger der trafikkvolumet er stort og fartsgrensen er høy. For å utforme trafikksikre løsninger for planskilte kryss er det viktig å ha en oversikt over ulykkessituasjonen i denne typen kryss. Det er tidligere blitt utført studier av dette emnet, men siden den siste studien ble utført i 2004 begynner tallene å bli gamle. Det er derfor ønskelig med en ny analyse av ulykkessituasjonen i planskilte kryss.

Formålet med denne oppgaven har derfor vært å kartlegge ulykkessituasjonen i planskilte kryss. Dette er gjort ved å regne ut ulykkesfrekvenser for de ulike krysstyper og kryssdeler for et utvalg kryss. For de ulike krysstypene har det også blitt beregnet skadekostnad og alvorlighetsgrad. I tillegg er det blitt sett på forskjeller i ulykkesfrekvens for ulike utforminger. Det er også blitt utført et litteraturstudium bestående av å sammenligne de skandinaviske retningslinjene for utforming av planskilte kryss.

Utvalget bestod av 44 planskilte kryss fra fylkene Østfold, Hedmark, Akershus og Sør-Trøndelag. I beregningene ble det tidlig klart at dette var et for lite utvalg til å gi sikre resultater, alle resultatene som presenteres i denne oppgaven er derfor kun indikasjoner på visse trender i trafikksikkerhet for planskilte kryss.

Hovedresultatet fra sammenligningen av skandinaviske retningslinjer for planskilte kryss ble at de norske retningslinjene hadde færre ulike typer og krav til utforminger av ramper og av- og påkjøringsfelt enn de svenske og danske retningslinjene. De norske retningslinjene stilte også kortere krav til lengde for av- og påkjøringsfelt enn de danske og svenske retningslinjene. Det må legges til at lengdekravene for de ulike landene ikke er helt sammenlignbare, så forskjellen i krav til lengde kan være annerledes.

Sammenligningen av de ulike krysstypene ble konsentrert om halvt kløverbladkryss og ruterkryss, siden det var flest av disse typene i utvalget. Halvt kløverbladkryss fikk høyere ulykkesfrekvens enn ruterkryss. Usikkerheten til disse verdiene er derimot altfor store til å konstatere forskjellen.

Forskjellen i ulykkesfrekvens for de to krysstypene så ut til å skyldes plassering av sekundærveg under primærveg. Resultatene indikerte at plassering av sekundærveg over og ikke under primærveg er en trafikksikkerhetsmessig gunstig utforming.

En annen utforming som virket gunstig var oppfyllelse av lengdekravet for avkjøringsfelt. For påkjøringsfelt så ikke dette ut til å ha noen betydning.

Ved å sammenligne de totale ulykkesfrekvensen for denne studien med de tidligere utførte studiene, ser det ut til at ulykkesfrekvensen gått ned. Dette samsvarer med den totale ulykkesutviklingen i Norge.



## Abstract

In Norway grade separated intersections are often used when the amount of traffic as well as the speed limits are high. In order to design grade separated intersections that focus on traffic safety, it is important to have knowledge about traffic accidents in these kind of intersections.

This subject has been studied in Norway before, the most recent study was conducted in 2004 so the results are starting to get old. A new study of the traffic accidents in grade separated intersections is therefore wanted.

The main goal of this study has been to get an overview over the traffic safety in grade separated intersections. This is achieved by calculating the accident rates for different types and different parts of grade separated intersections. The average cost of the accidents and the degree of severity has also been calculated for the different types of grade separated intersections. The accident rates have also been calculated for different designs such as different speed limits and number of lanes.

The different guidelines for highway design in Norway, Sweden and Denmark have been compared in order to find similarities and differences in the design requirements for grade separated intersections.

Accident data from 44 grade separated intersections from different places in Norway have been examined in this study. The selection of intersections is too small to give any exact results, so all the results that are presented in this report are only indications of possible trends in traffic safety in grade separated intersections.

The main result from the comparison of the Scandinavian guidelines was that the Norwegian guideline for grade separated intersections tends to have less design requirements than the Swedish and Danish guidelines. Also the Norwegian requirements for the length of both the exit lane and the access lane are shorter than the Swedish and Danish requirements. However, the lengths are not fully comparable due to different design and ground conditions, so the difference in length may be wrong.

The selection of intersections consisted mainly of the two types diamond intersection and half cloverleaf intersection, the comparison of the traffic safety in different intersections was therefore focused on these two types. The accident rate was higher for the half cloverleaf intersections than for the diamond intersections. This difference seemed to be caused by the positioning of the secondary road under the primary road. The results indicated that placing the secondary road above the primary road is beneficial for the traffic safety.

Another design that seemed favourable for traffic safety was exit lanes that met the requirements to length. For the access lanes however, this seemed to have no effect.

By comparing the results from this study to the older studies on the subject it is possible to see that the total accident rate for grade separated intersections has been reduced. This complies the total development in accidents in Norway that also has been reduced.

It is important to emphasize that the presented results are not statistic significant, and further research is needed before any conclusion can be made.

## **Innhold**

<b>Forord</b> .....	<b>I</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>III</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>V</b>
<b>Figurliste</b> .....	<b>IX</b>
<b>Tabelliste</b> .....	<b>X</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Planskilte kryss</b> .....	<b>3</b>
<b>3 Litteratur</b> .....	<b>5</b>
<b>3.1 Generelt</b> .....	<b>5</b>
<b>3.2 Krysstyper</b> .....	<b>6</b>
3.2.1 Ruterkryss.....	6
3.2.2 Halvt kløverbladkryss .....	7
3.2.3 Trompetkryss .....	8
3.2.4 Dobbelt hankkryss.....	8
<b>3.3 Ramper</b> .....	<b>9</b>
<b>3.4 Avkjøringsfelt</b> .....	<b>10</b>
3.4.1 Norge .....	10
3.4.2 Sverige .....	11
3.4.3 Danmark.....	12
3.4.4 Sammenligning.....	13
<b>3.5 Påkjøringsfelt</b> .....	<b>15</b>
3.5.1 Norge .....	15
3.5.2 Sverige .....	16
3.5.3 Danmark.....	16
3.5.4 Sammenligning.....	17
<b>3.6 Oppsummering</b> .....	<b>18</b>
<b>4 Fremgangsmåte</b> .....	<b>19</b>
4.1 Definerings av kryss .....	20
4.2 Oppdeling av kryss.....	21
4.3 Elementlengder.....	22
4.4 Valg av kryss.....	24
4.5 Periode.....	24
4.6 Type kryss.....	25
4.7 Trafikkmengde.....	26
4.8 Fartsgrense.....	27
4.9 Felt.....	27
4.10 Plassering av sekundærveg.....	27
<b>5 Formler</b> .....	<b>29</b>
5.1 Ulykkesfrekvens .....	29
5.2 Gjennomsnittlig ulykkesfrekvens.....	30
5.3 Usikkerhet og spredning.....	31
5.4 T-test.....	32
5.5 Alvorlighetsgrad .....	34
5.6 Skadekostnad .....	34
<b>6 Resultater</b> .....	<b>35</b>
6.1 Sammenligning av regnemetoder: .....	36

<b>6.2</b>	<b>Total ulykkesfrekvens for kryssene .....</b>	<b>39</b>
<b>6.3</b>	<b>Ulike krysstyper.....</b>	<b>40</b>
<b>6.4</b>	<b>Alle elementer .....</b>	<b>43</b>
6.4.1	Elementer i ruterkryss og halve kløverbladkryss.....	45
6.4.2	Avkjøringsfelt .....	48
6.4.3	Avkjøringsramper .....	50
6.4.4	Påkjøringsfelt.....	51
6.4.5	Påkjøringsramper .....	53
6.4.6	Plankryss .....	54
6.4.7	Primærveg i kryss.....	56
<b>6.5</b>	<b>Type ulykker og skadegrad.....</b>	<b>59</b>
<b>6.6</b>	<b>Sammenligning med tidligere studier.....</b>	<b>63</b>
<b>6.7</b>	<b>Oppsummering.....</b>	<b>65</b>
<b>7</b>	<b>Diskusjon.....</b>	<b>67</b>
7.1	Generell usikkerhet.....	67
7.2	Usikkerhet i datagrunnlaget.....	67
7.3	Valg av regnemetode.....	68
7.4	Ulykkesfrekvens for ulike forhold og utforminger.....	68
7.5	Krysstyper.....	68
7.6	Primærveg i kryss .....	69
7.7	Av- og påkjøringsfelt .....	69
7.8	Ramper.....	70
7.9	Plankryss.....	70
7.10	Skadekostnad og alvorlighetsgrad .....	71
7.11	Sammenligning med tidligere studier .....	71
<b>8</b>	<b>Konklusjon.....</b>	<b>73</b>
<b>9</b>	<b>Videre arbeid .....</b>	<b>75</b>
<b>10</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>77</b>

## **Vedlegg:**

- 1) Kryssoversikt
- 2) Kryssoversikt med ulykkesfrekvens og skadekostnad
- 3) Lengdekrav for av- og påkjøringsfelt
- 4) Beregning av trafikkvolum
- 5) Skadekostnader for ulike ulykkestyper
- 6) Uhellskoder for ulike ulykkestyper
- 7) Ulykkesoversikt



## Figurliste

Figur 2-1: planskilt kryss (SVV, 2008a) .....	3
Figur 2-5: dobbelt hankryss (Vejdirektoratet, 2012a).....	4
Figur 3-1: avkjøringsfelt, Norge (SVV, 2008a) .....	10
Figur 3-2: kileformet avkjøringsfelt, Sverige (Trafikverket, 2010) .....	11
Figur 3-3: parallellavkjøringsfelt, Sverige (Trafikverket, 2010) .....	11
Figur 3-4: avkjøringsfelt Danmark (Vejdirektoratet, 2012a) .....	12
Figur 3-5: påkjøringsfelt, Norge (SVV, 2008a) .....	15
Figur 3-6: påkjøringsfelt, Sverige (Trafikverket, 2010) .....	16
Figur 3-7: påkjøringsfelt, Danmark (Vejdirektoratet, 2012a).....	16
Figur 4-1: kryssavgrensning .....	20
Figur 4-2: avkjøringsfelt (SVV, 2008a) .....	22
Figur 4-3: påkjøringsfelt (SVV, 2008a) .....	23
Figur 4-4: lengde på tidsperiode .....	24
Figur 4-5: ulike krysstyper .....	25
Figur 6-1: ulykkesfrekvens ved ulike regnemetoder .....	36
Figur 6-2: ulykkesfrekvens for halve kløverbladkryss.....	37
Figur 6-3: ulykkesfrekvens for ruterkryss og kløverbladkryss .....	40
Figur 6-4: ulykkesfrekvens for ulike elementer .....	43
Figur 6-5: ulykkesfrekvens for elementer i ruterkryss og kløverbladkryss .....	47
Figur 6-6: ulykkesfrekvens, avkjøringsfelt lengdekrav .....	48
Figur 6-7: ulykkesfrekvens, påkjøringsfelt lengdekrav.....	51
Figur 6-8: ulykkesfrekvens, påkjøringsramper .....	53
Figur 6-9: ulykkesfrekvens, plankryss.....	55
Figur 6-10: ulykkesfrekvens, antall felt for primærveg i kryss.....	56
Figur 6-11: ulykkesfrekvens, fartsgrense for primærveg i kryss.....	57
Figur 6-12: $U_f$ , plassering av sekundærveg for primærveg i kryss.....	58
Figur 6-13: alvorlighet fordelt på ulike elementer .....	61

## Tabelliste

Tabell 3-1: fordeler og ulemper med ruterkryss.....	6
Tabell 3-2: fordeler og ulemper med halvt kløverbladkryss .....	7
Tabell 3-3: bruk av dobbelt hankkryss.....	8
Tabell 3-4: rampeutforming.....	9
Tabell 3-5: rampetyper.....	9
Tabell 3-6: avkjøringsfelt, lengdekrav .....	13
Tabell 3-7: avkjøringsfelt, påvirkende faktorer til lengdekrav .....	13
Tabell 3-8: avkjøringsfelt, valg av type.....	14
Tabell 3-9: påkjøringsfelt, lengdekrav.....	17
Tabell 3-10: påkjøringsfelt, påvirkende faktorer til lengdekrav .....	17
Tabell 5-1: parametere for t-test.....	32
Tabell 6-1: ulykkesfrekvens ved ulike regnemetoder .....	36
Tabell 6-2: sammenligning av regnemetoder.....	37
Tabell 6-3: ulykker og ulykkesfrekvens for krysstyper .....	39
Tabell 6-4: ulykkesfrekvens for ulike kategorier.....	41
Tabell 6-5: ulykkesfrekvens for 4-feltskryss.....	42
Tabell 6-6: $U_f$ for ulik plassering av sekundærvegen .....	42
Tabell 6-7: ulykkesfrekvens for ulike elementer .....	43
Tabell 6-8: ulykkesfrekvens for elementer i kløverbladkryss.....	45
Tabell 6-9: ulykkesfrekvens for elementer i ruterkryss .....	46
Tabell 6-10: ulykkesfrekvens, avkjøringsfelt lengdekrav .....	48
Tabell 6-11: ulykkesfrekvens, avkjøringsfelt antall felt.....	49
Tabell 6-12: avkjøringsfelt fordelt på antall felt og godkjent lengdekrav .....	49
Tabell 6-13: ulykkesfrekvens, avkjøringsramper .....	50
Tabell 6-14: ulykkesfrekvens, påkjøringsfelt lengdekrav .....	51
Tabell 6-15: ulykkesfrekvens, påkjøringsfelt antall felt.....	52
Tabell 6-16: ulykkesfrekvens, plankryss .....	54
Tabell 6-17: ulykkesfrekvens, antall felt for primærveg i kryss.....	56
Tabell 6-18: ulykkesfrekvens, fartsgrense for primærveg i kryss.....	57
Tabell 6-19: $U_f$ , plassering av sekundærveg for primærveg i kryss.....	58
Tabell 6-20: ulykkestyper i kryss.....	59
Tabell 6-21: skadekostnad for ulike krysstyper .....	60
Tabell 6-22: alvorlighetsgrad for ulike krysstyper .....	61
Tabell 6-23: ulykkesfrekvens for 1995 og 2013.....	63
Tabell 6-24: ulykkesfrekvens for 2004 og 2013 .....	63

## 1 Innledning

Den pågående og planlagte oppgraderingen av motorveger i Norge, som på E6 og E18, øker behovet for planskilte kryss siden det er krav om planskilte kryss på denne type veger. Ved planlegging av planskilte kryss er en forståelse av ulykkessituasjonen i denne typen kryss viktig for å kunne utforme dem så trafiksikre som mulig.

Ulykkessituasjonen i planskilte kryss har ikke blitt undersøkt siden 2004, en ny studie med fokus på ulykkesrisiko i ulike utforminger kan derfor bedre forståelsen av dagens ulykkesbilde i planskilte kryss.

I denne oppgaven har det blitt valgt ut 44 kryss, hvorav 34 av dem er kryss som har blitt brukt i tidligere studier av ulykkessituasjonen i planskilte kryss.

Det ble tidlig klart at utvalget av kryss var for lite til å få sikre tall på ulykkesrisiko. Det kan derfor ikke trekkes noen signifikante konklusjoner fra resultatene. Resultatene kan dermed kun brukes som indikasjoner på visse trender i ulykkesbildet.

For å beskrive ulykkesrisikoen i de ulike planskilte kryssene og delene av kryssene er det blitt fokusert på beregnet ulykkesfrekvens. Ulykkesfrekvens er antall observerte ulykker i en periode vektet på trafikkvolum og antall år i perioden. For de ulike krysstypene blir også alvorlighetsgraden og skadekostnadene beregnet, dette er tall på henholdsvis hvor alvorlig skadd de involverte i ulykkene har blitt og kostnader av de inntrufne ulykkene.

Det er blitt regnet ut ulykkesfrekvens for ulike utforminger og forhold for både de ulike typene av planskilte kryss og de ulike delene som inngår i et planskilt kryss. Disse utformingene og forholdene har i all hovedsak dreid seg om fartsgrense, antall kjørefelt, plassering av sekundærveg og oppfyllelse av lengdekrav. Det er også andre utforminger som trafikkvolum, midtdelere, kurvatur og linjeføring som kan være interessante i denne sammenhengen. Disse forholdene har imidlertid blitt utelatt fra oppgaven grunnet blant annet stor usikkerhet, vansker med å finne sikker informasjon om disse forholdene og tidsbegrensninger.

Først i rapporten kommer en introduksjon av planskilte kryss og ulike typer planskilte kryss som brukes i Norge. Deretter presenteres et litteraturstudium der de ulike retningslinjene til utforming av planskilte kryss i Norge, Sverige og Danmark blir sammenlignet.

Etter litteraturstudiet følger en beskrivelse av framgangsmåte for innhenting av informasjon om de ulike kryssene. Før resultatene presenteres blir de ulike formlene som er benyttet forklart.

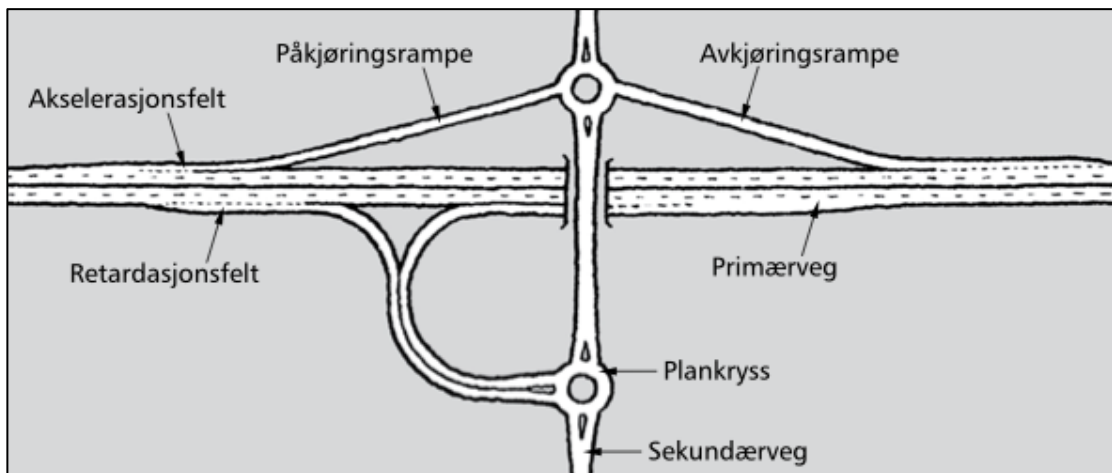
Den første delen av resultatene er også den største, her blir de ulike beregnede ulykkesfrekvensene presentert. Den andre delen av resultatene inneholder skadekostnader og alvorlighetsgrad for de ulike kryssene. Siste del av resultatene er en sammenligning med resultater fra tidligere studier. Tilslutt blir resultatene oppsummert.

Rapporten avsluttes med en diskusjon av de ulike resultatene etterfulgt av en konklusjon av studiet. Helt til slutt diskuteres hvordan arbeidet i studien kan videreføres.

## 2 Planskilte kryss

Et planskilt kryss blir av Statens Vegvesen (SVV) definert som et kryss der ramper kopler sammen de kryssende vegene, og minst en av vegene ikke har kryssende trafikkstrømmer (SVV, 2008a). På motorveger og motortrafikkveger kreves det planskilte kryss. Motorveg og motortrafikkveger er definert som veg som ikke har direkte tilknytning til eiendommene langs vegen og det stilles spesielle krav til kjøretøy som bruker vegene. I tillegg skal motorveg ha midtrekkverk og fire kjørefelt (SVV, 2008b).

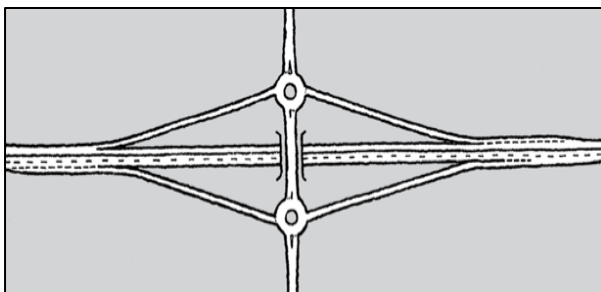
De ulike delene i et planskilt kryss er påkjøringsrampe, avkjøringsrampe, plankryss, sekundærvæg, primærvæg, akselerasjonsfelt og retardasjonsfelt. Figuren under viser plasseringen av de ulike kryssdelene.



Figur 2-1: planskilt kryss (SVV, 2008a)

Akselerasjonsfelt og retardasjonsfelt vil heretter benevnes som henholdsvis påkjøringsfelt og avkjøringsfelt. Videre i oppgaven vil benevnelsen kryss bety planskilt kryss.

Det finnes flere typer planskilte kryss, de mest brukte er ruterkryss og halvt kløverbladkryss. Andre typer er hankryss, trompetkryss og ulike kombinasjoner av de nevnte krysstypene.

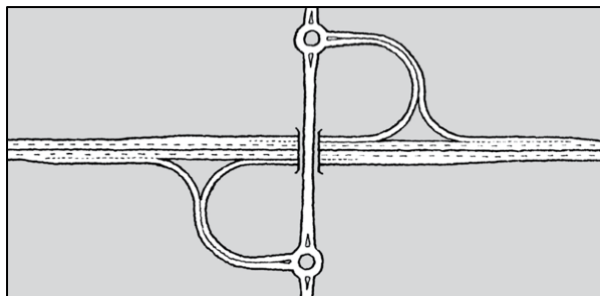


Figur 2-2: ruterkryss (SVV, 2008a)

Figuren til venstre viser et ruterkryss. Ruterkryss, også kalt diamantkryss, er det minst arealkrevende av de planskilte kryssene (SVV, 2008a). Alle rampene er direkte, det vil si at de svinger i samme retning som fartsretningen.

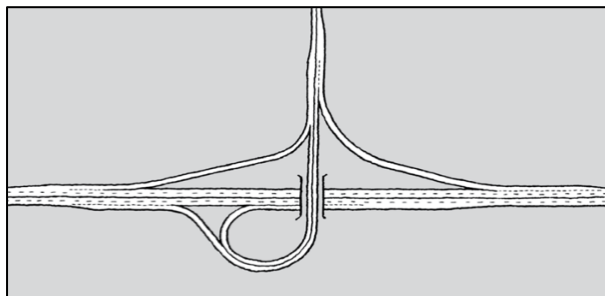
Avkjøringsrampene er plassert foran krysset og påkjøringsrampene kommer etter krysset (SNL, 2009).

Fullt kløverbladkryss har stor kapasitet, men krever også mye areal. Et fullt kløverbladkryss har en direkte rampe og rampesløyfe i hver kvadrant (SNL, 2009). Et halvt kløverbladkryss har ramper i to kvadranter og er med det mindre plasskrevende, figur 2-3 viser et slikt kryss.



Figur 2-3: halvt kløverbladkryss (SVV, 2008a)

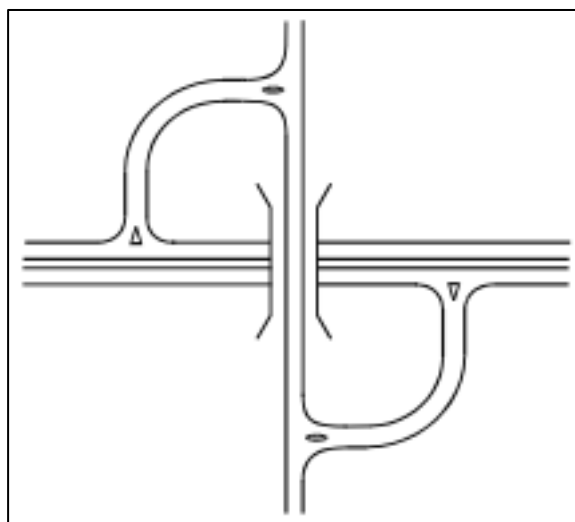
Hvis sekundærvegen ikke er gjennomgående er trompetkrysset et godt alternativ.



Et trompetkryss kan utformes slik at både primærvegen og sekundærvegen er fri for kryssende trafikk. Figuren til venstre viser et trompetkryss.

Figur 2-4: trompetkryss (SVV, 2008a)

I hankryss brukes T-kryss til å kople rampene til både sekundærveg og primærveg, denne løsningen anvendes der sekundærvegen har veldig liten trafikk (SNL, 2009). Figuren under viser en illustrasjon av et typisk dobbelt hankryss.



Figur 2-5: dobbelt hankryss (Vejdirektoratet, 2012a)

### 3 Litteratur

Retningslinjene for utforming av planskilte kryss i de skandinaviske landene blir her gjennomgått og sammenlignet for å finne eventuelle forskjeller i krav og anbefalinger til utforming. Retningslinjene som er benyttet er den norske håndbok nr 263 (SVV, 2008a), de svenske kravene for *trafikkplatser* (Trafikverket, 2010), og den danske håndboken *Toplankryds i åbne landskab* (Vejdirektoratet, 2012a). Alle kravene som kommenteres i denne litteraturgjennomgangen er hentet fra disse retningslinjene.

#### 3.1 Generelt

I både Norge, Sverige og Danmark benyttes planskilte kryss primært på motorveg. De ulike kravene som fremstilles og sammenlignes i denne oppgaven er derfor gjeldende for motorveger.

Mange av kravene til utforming avhenger av fart. De norske retningslinjene bruker fartsgrense på primærveg i sine krav. De svenske retningslinjene bruker referansehastighet som en verdi for den hastigheten ulike deler i det planskilte krysset skal utformes etter. Referansehastigheten bør overensstemme med planlagt fartsgrense på stedet (Trafikverket, 2004). Videre i denne sammenligningen antas det derfor at referansehastigheten tilsvarer fartsgrensen på stedet.

I de danske retningslinjene brukes begrepet planlagt hastighet på primærveg. Den planlagte hastigheten er den hastigheten det er ønsket at kjøretøyene skal holde og den er ofte lik den satte fartsgrensen (Vejdirektoratet, 2012b). Det antas derfor også at den planlagte hastigheten tilsvarer fartsgrensen. På denne måten er det mulig å sammenligne de ulike kravene som er gitt ut fra fartsgrense på primærvegen.

## 3.2 Krysstyper

I de norske retningslinjene er det ruterkryss og halvt kløverbladkryss som presenteres som hovedtypene. Det er derfor disse krysstypene som det blir mest fokusert på.

### 3.2.1 Ruterkryss

Tabellen nedenfor viser fordeler og ulemper ved ruterkryss som blir nevnt i de ulike landenes retningslinjer.

Tabell 3-1: fordeler og ulemper med ruterkryss

Land	Fordeler og ulemper ved bruk av ruterkryss
Norge	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Minst plasskrevende av kryssene</li> <li>+ Korte ramper</li> <li>+ Oversiktlig og logiske retningsvalg</li> <li>- Dårlig kapasitet på sekundærveg kan gi dårlig avviklingstrafikk på avkjøringsramper</li> </ul>
Sverige	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Oftest billigste løsning</li> <li>+ Minst plasskrevende av kryssene</li> <li>+ Korte ramper gir som regel mindre tids- og kjøretøykostnader, som igjen gir lavere trafikkostnader enn kløverbladkryss</li> <li>- Gir firevegskryss i tilslutning mellom ramper og sekundærveg, kan løses ved å legge rundkjøring</li> </ul>
Danmark	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Minst plasskrevende av kryssene</li> <li>+ Enkle ramper</li> <li>+ Risiko for feilkjøring (kjøre i feil kjøreretning på rampe) avtar ved innføring av rundkjøring</li> <li>+ Relativt billige</li> <li>- Bruker alle fire kvadranter, kan være uheldig i vanskelig terreng</li> <li>- Best for små trafikkvolum</li> </ul>

De gjennomgående trekkene ved ruterkryss ser ut til å være at det er en billig og lite arealkrevende løsning, men at den har visse begrensninger ved større trafikkbelastning på sekundærveg.



### 3.2.2 Halvt kløverbladkryss

Fordeler og ulemper ved halvt kløverbladkryss som nevnes i de norske, svenske og danske retningslinjene vises i tabellen nedenfor.

Tabell 3-2: fordeler og ulemper med halvt kløverbladkryss

Land	Fordeler og ulemper ved bruk av halvt kløverbladkryss
Norge	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Må svinge til venstre fra sekundærvegen for å svinge til høyre på primærvegen, kan føre til kjøring i feil retning</li> </ul>
Sverige	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Gir trevegskryss istedenfor firevegskryss i tilslutningen mellom ramper og sekundærveg</li> <li>+ Kan ha arealmessige fordeler</li> <li>+ Kan utformes slik at trafikforbindelser med høy trafikk får større kapasitet og trafiksikkerhet i høyresvinger til og fra sekundærveg, i stedet for venstresvinger. Dette er sammenlignet med ruterkryss</li> <li>- Kan være vanskelig for trafikanter å få oversikt og tilpasse farten i avkjøringsramper utformet som sløyfer</li> </ul>
Danmark	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Brukes der det er vanskelig å bruke alle fire kvadranter</li> <li>+ Rundkjøringer gir større kapasitet</li> <li>- Brukes for samme trafikkvolum som ruterkryss</li> </ul>

Halvt kløverbladkryss ser ut til å ha en mer fleksibel arealbruk enn ruterkryss, siden rampene plasseres i ulike kvadranter. Kapasitetsmessig kan denne krysstypen ha fordeler hvis rampene legges riktig i forhold til den største trafikkstrømmen. Ruterkryss ser derimot ut til å være en billigere og mer oversiktlig løsning.

### 3.2.3 Trompetkryss

For alle landenes retningslinjer anbefales trompetkryss der sekundærvegen ikke er gjennomgående. Trompetkryss er lite diskutert i de ulike retningslinjene og blir derfor ikke kommentert ytterligere.

### 3.2.4 Dobbelt hankryss

Dobbelt hankryss er ikke kommentert i de norske retningslinjene, og er ikke brukt for motorveg i de svenske og danske retningslinjene. Tabellen nedenfor gir en kort presentasjon av bruk av dobbelt hankryss i de ulike landene.

Tabell 3-3: bruk av dobbelt hankryss

Land	Bruk av dobbelt hankryss
Norge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utforming blir ikke beskrevet i de nyeste retningslinjene</li> <li>• I eldre retningslinjer kommer det frem at krysstypen kun bør benyttes ved utbedring av eksisterende veger og der kryss av typen halvt kløverblad ikke kan legges (SVV, 1992)</li> </ul>
Sverige	<ul style="list-style-type: none"> <li>• På 4-feltsveg som ikke er motorveg</li> </ul>
Danmark	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brukes hvor andre krysstyper ikke er mulig av hensyn til omkostninger, areal- og miljøforhold</li> <li>• Ved ombygging av eksisterende kryss til planskilt på en økonomisk og driftsmessig attraktiv måte</li> <li>• Brukes ikke på motorveg</li> </ul>

Dobbelt hankryss ser ut til å bli benyttet der andre løsninger er vanskelige å gjennomføre.

### 3.3 Ramper

Ramper kopler primærvegen sammen med sekundærvegen og rampenes utforming og plassering avgjøres av hva slags type kryss som er valgt. Ruterkryss kjennetegnes ved strake, direkte ramper. Halvt kløverbladkryss har to sløyfeformede ramper og to direkte ramper. Tabellen nedenfor viser de ulike rampeutformingene i Norge, Sverige og Danmark.

Tabell 3-4: rampeutforming

Utforming	Land		
	Norge	Sverige	Danmark
Antall felt	Primært 1 felt, kan utvides til 2 hvis trafikk-avviklingen krever det	Trafikkavhengig	Primært 1 felt for ramper kortere enn 1 km, trafikkavhengig
Rampetyper	Ingen inndeling av rampetyper	Indirekte, direkte og kløverbladramper	Indirekte, direkte og halvdirekte
Bredde	3,5 m kjørefelt og 0,5 m skulder på hver side, evt. 1 m ekstra skulder som nødstoppareal	Minimum 4,0 m kjørefelt og 1,0 m skulder på hver side(kap5)	3,5 m kjørefelt, 3,0 m nødspor, 0,5 m kant
Kjøreretning	Ikke kommentert	Enveis for kryss i motorveg	Alltid enveis

Utforming av ramper er lite beskrevet i de norske retningslinjene så det er kun bredde og antall felt som kan sammenlignes. Bredden ser ut til å være smalest for de norske kravene og bredest for de danske. For alle land ser det ut som om ett kjørefelt i rampen er vanligst.

Tabellen under beskriver de ulike rampeinndelingene i Sverige og Danmark.

Tabell 3-5: rampetyper

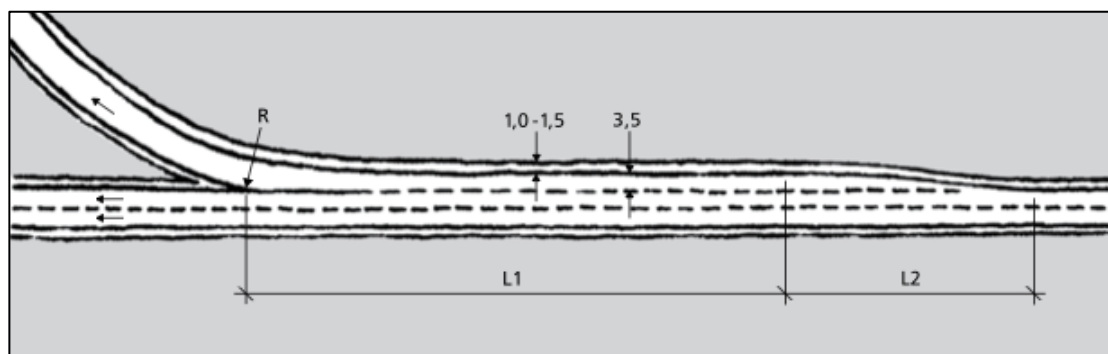
	Sverige	Danmark
Indirekte	Rampe svinger i motsatt retning av opprinnelig kjøreretning	Rampe svinger i motsatt retning av opprinnelig kjøreretning
Halvdirekte	-	Rampe svinger i først i motsatt retning av opprinnelig kjøreretning, for så å skifte retning
Direkte	Rampe svinger i samme retning som opprinnelig kjøreretning	Rampe svinger i samme retning som opprinnelig kjøreretning
Kløverblad	Rampe svinger $\frac{1}{2}$ til $\frac{3}{4}$ omdreining fra opprinnelig kjøreretning	-

### 3.4 Avkjøringsfelt

Avkjøringsfeltene kopler primærveg og avkjøringsramper sammen. Nedenfor følger en kort presentasjon av de ulike lands retningslinjer for avkjøringsfelt, etterfulgt av en sammenligning av kravene.

#### 3.4.1 Norge

Avkjøringsfeltet består av to deler, L1 og L2. Der L1 er retardasjonsfeltet i full bredde, mens L2 er lengden som trengs for å oppnå full bredde. Avkjøringsfeltet er parallellført, det vil si at det går parallelt med primærvegen før overgangen til rampen.



Figur 3-1: avkjøringsfelt, Norge (SVV, 2008a)

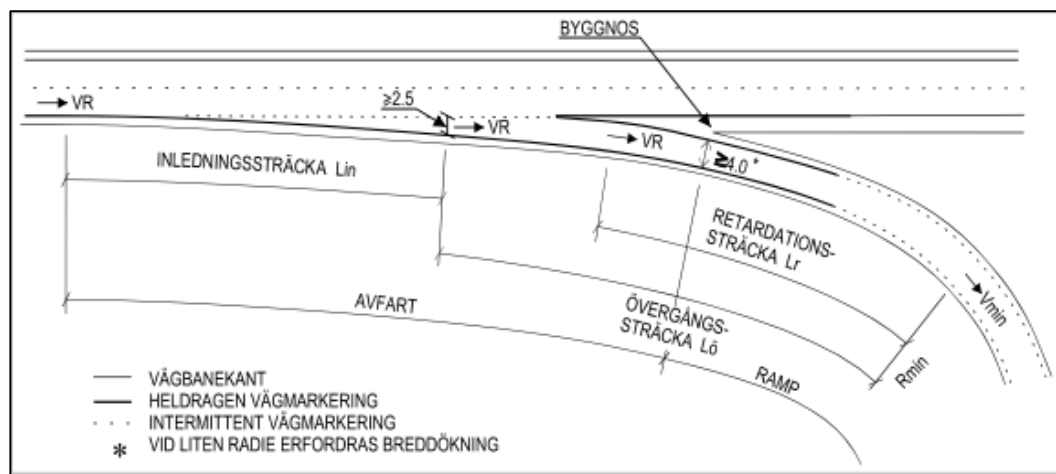
Kravene til lengde avhenger av fartsgrense og er forskjellige for ruterkryss og krysstypene halvt kløverblad og trompet. Årsaken til denne forskjellen er at for halvt kløverblad og trompetkryss forutsettes det at farten i overgang fra felt til rampe er maks 50 km/t. For ruterkryss settes denne farten til 70 km/t.

For halvt kløverblad kryss og trompetkryss anbefales klotoide i overgangen mellom retardasjonsfelt og rampe.

### 3.4.2 Sverige

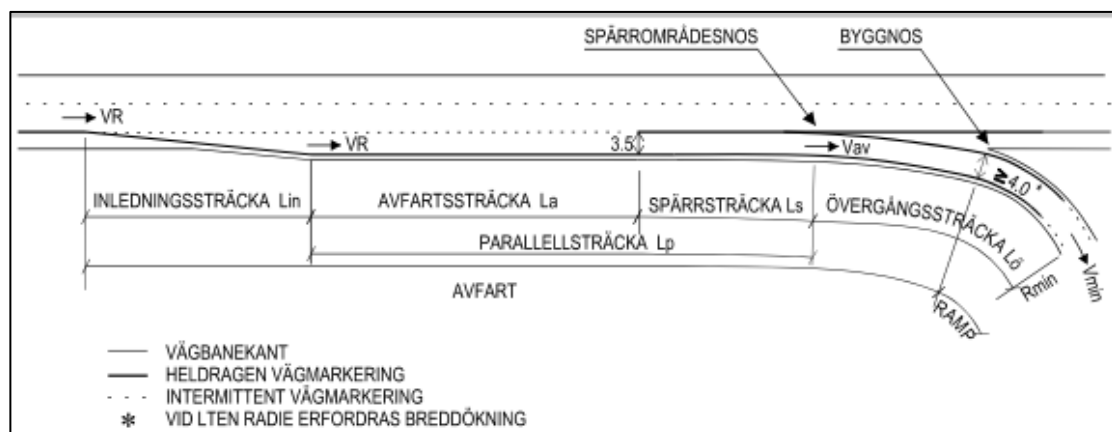
To hovedtyper avkjøringsfelt brukes; parallell- og kilavkjøring. Parallellavkjøring bør velges ved kløverbladramper og trompetramper i kryss med lav hastighetsstandard, og kilavkjøring ved direkte og indirekte ramper. Parallellavkjøring kan også benyttes i tilfeller der sikten i krysset er dårlig og trafikken i krysset er stor.

Kilavkjøringsfeltet deles i tre strekk; innledning, overgang og retardasjon. Feltet dimensjoneres ut fra fart på primærveg og rampens radius. Dette vises på figuren nedenfor.



Figur 3-2: kileformet avkjøringsfelt, Sverige (Trafikverket, 2010)

Parallellavkjøringsfeltet, som vises nedenfor, blir også delt opp i tre strekk; innledning, parallell og overgang. Innlednings- og parallellstrekket ser ut til å tilsvare de norske verdiene L2 og L1. Lengdene på disse strekkene avhenger av referansehastighet på primærveg og på rampe. Det siste strekket avhenger av ramperadius.

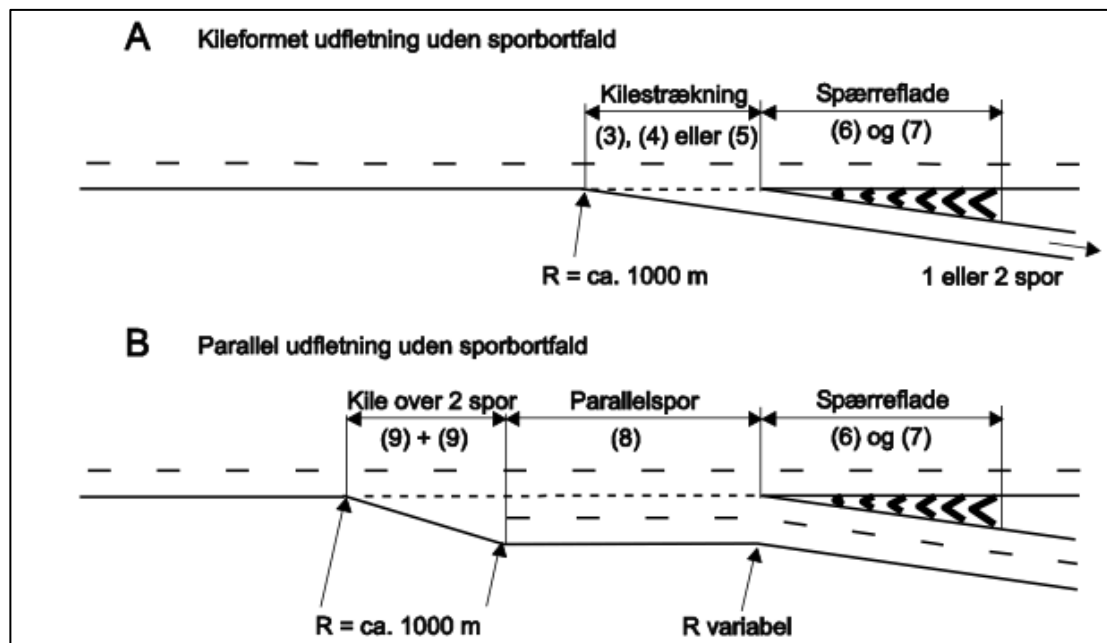


Figur 3-3: parallellavkjøringsfelt, Sverige (Trafikverket, 2010)

### 3.4.3 Danmark

Avkjøringsfelt kan utformes på flere måter, men som hovedregel utformes feltet kileformet og rettlinjert i den første delen.

Figuren under viser standardløsningen øverst som er kileformet. Under vises et parallellavkjøringsfelt der parallellsporet ser ut til å tilsvare lengden L1 og kilelengden ser ut til å tilsvare lengden L2. Denne løsningen har to felt i avkjøringsfeltet og brukes i kryss der trafikken på avkjøringsrampen er høy.



Figur 3-4: avkjøringsfelt Danmark (Vejdirektoratet, 2012a)

Det finnes flere typer avkjøringsfelt blant annet med bortfall av spor, men det er valgt å ikke kommentere disse ytterligere da de ikke kan sammenlignes med norske og svenske avkjøringsfelt.

Avkjøringsfeltenes lengde avgjøres etter antall spor i avkjøringsfeltet, hastighet på primærveg og type avkjøringsfelt.

### 3.4.4 Sammenligning

Siste del av de svenske og danske avkjøringsfeltene er ofte avhengig av ramperadius og rampetype. Det vil i det følgende delkapittelet bli fokusert på den første delen av avkjøringsfeltet som er knyttet til primærvegen, da disse lengdene er mer sammenlignbare.

Tabellen nedenfor viser en sammenligning av kravene til lengde for et parallellavkjøringsfelt for en primærveg med fartsgrense 90 km/t.

Tabell 3-6: avkjøringsfelt, lengdekrav

Fartsgrense primærveg		90 km/t		
Land	Type avkjøringsfelt	L1	L2	Sum
Norge	Parallell for halvt kløverbladkryss	90m	40m	130m
Sverige	Parallell	105-160m	80m	185-240m
Danmark	Parallellutfletting med ett kjørefelt, uten sporbortfall	200m	75m	275m

Sammenligningen blir ikke helt reell siden både den svenske og danske utformingen ofte brukes ved høyt trafikkvolum, mens den norske utformingen brukes til alle trafikkvolum. Dette kan være årsaken til at det norske lengdekravet er kortest.

Tabellene under og på neste side sammenligner faktorer som påvirker krav til lengde og valg av type avkjøringsfelt i de tre landene.

Tabell 3-7: avkjøringsfelt, påvirkende faktorer til lengdekrav

Påvirkende faktorer til lengdekrav	Land		
	Norge	Sverige	Danmark
Type kryss	X		
Fartsgrense primærveg	X	X	X
Hastighet på kjøretøy i overgang mellom felt og rampe	X	X	
Antall kjørefelt i avkjøring			X

I de norske retningslinjene er det kun en type felt som blir presentert, det er derfor ingenting som påvirker valget av avkjøringsfelt i Norge.

**Tabell 3-8: avkjøringsfelt, valg av type**

Påvirkende faktorer til valg av type avkjøringsfelt	Land		
	Norge	Sverige	Danmark
Type rampe		X	
Trafikkvolum		X	X
Sikt		X	

Norge skiller seg ut ved å ha kun en type avkjøringsfelt. Både Sverige og Danmark bruker kilavkjøringsfelt, og Danmark har også flere andre typer. Alle land har fartsgrense på primærveg som påvirkende på lengden. I Norge er typen kryss også en påvirkende faktor for lengde, dette ligner praksisen i Sverige der rampetypen er påvirkende for type avkjøringsfelt.



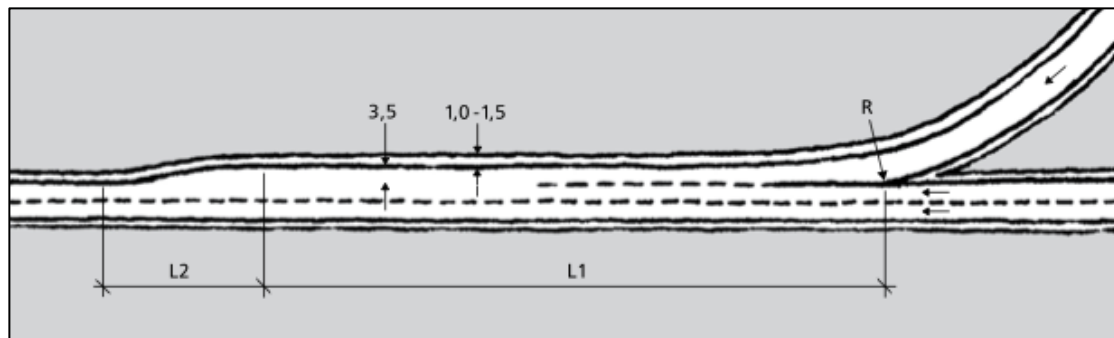
### 3.5 Påkjøringsfelt

Påkjøringsfeltet knytter primærvegen sammen med påkjøringsrampene. De kommende avsnittene inneholder en introduksjon av Norge, Sverige og Danmarks retningslinjer for påkjøringsfelt, samt en sammenligning av kravene.

#### 3.5.1 Norge

Påkjøringsfelt bør være parallellført. Krav til lengde avhenger av fartsgrense på primærveg og plassering av sekundærveg. Sekundærveg over primærveg gir lavere lengdekrav enn sekundærveg plassert under primærveg. Dette er blant annet grunnet sekundærveg over primærveg gir påkjøringsrampene i fall og det hjelper kjøretøyene med å akselerere. Denne plasseringen gir også bedre oversikt over trafikken på primærvegen.

Feltet er igjen delt i to deler, der L1 og L2 har samme betydning som for avkjøringsfelt.

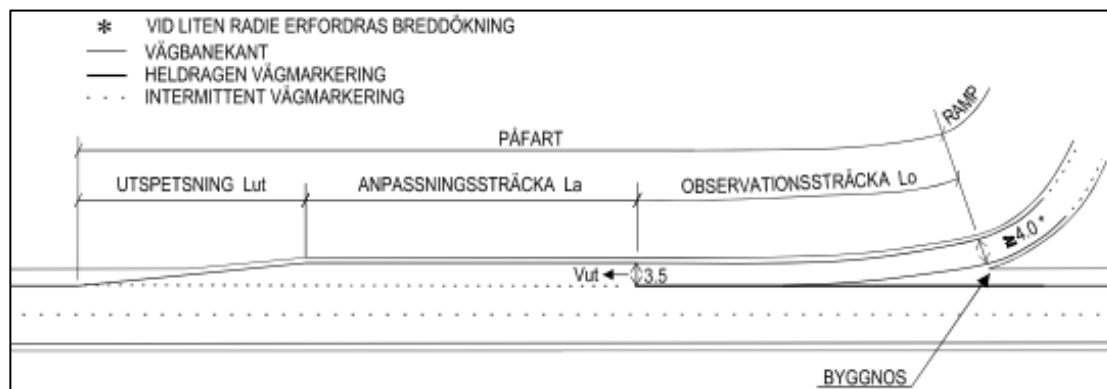


Figur 3-5: påkjøringsfelt, Norge (SVV, 2008a)

Feltet bør ha samme bredde som kjørefelt på primærveg, men det bør ikke være bredere enn 3,5m.

### 3.5.2 Sverige

Feltet deles i tre strekk; observasjon, tilpassing og utspissing. Minimumskravene til disse lengdene settes ut fra fartsgrensen på primærvegen.



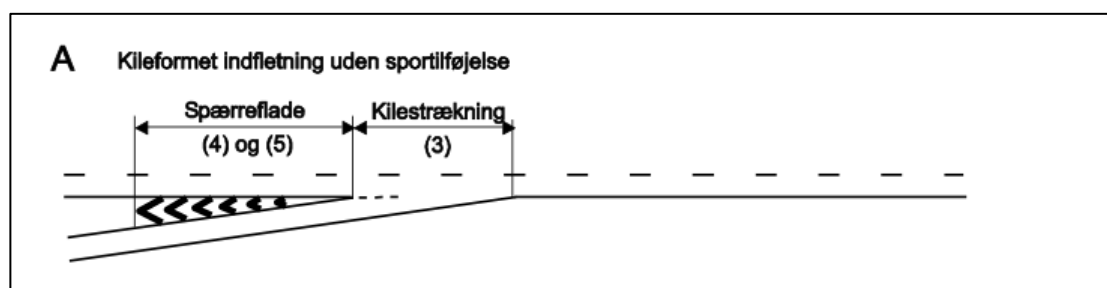
Figur 3-6: påkjøringsfelt, Sverige (Trafikverket, 2010)

To hovedtyper påkjøringsfelt; parallellpåkjøringsfelt og påkjøringsfelt med vikeplikt med eller uten stopplikt. Påkjøringsfelt med vikeplikt brukes kun i kryss der påkjøringsrampene har liten trafikk.

Utspissingsstrekket ser ut til å tilsvare den norske lengden L2, mens summen av tilpassingsstrekket og observasjonsstrekket ser ut til å tilsvare den norske lengden L1.

### 3.5.3 Danmark

Påkjøringsfelt er som regel kileformet, men også andre varianter benyttes. Hvilken type som benyttes avhenger av trafikkvolum på den tilhørende rampen. Lengde på feltet avhenger av fartsgrense på primærveg, type avkjøringsfelt og antall kjørefelt i påkjøringsfelt.



Figur 3-7: påkjøringsfelt, Danmark (Vejdirektoratet, 2012a)

Figuren over viser standardløsningen for påkjøringsfelt. Dette er et kileformet felt og som brukes for den minste rampetrafikken.

### 3.5.4 Sammenligning

Ved sammenligning av lengdekrav er de danske påkjøringsfeltene utelatt da ingen av dem var av typen parallell. Sammenligningen av de ulike kravene inneholder kun kravene til lengden som tilsvarer summen av de norske størrelsene L1 og L2.

Tabellen nedenfor viser en sammenligning av kravene til lengde for et parallellpåkjøringsfelt for en primærveg med fartsgrense 90 km/t.

Tabell 3-9: påkjøringsfelt, lengdekrav

Land	Type påkjøringsfelt	Fartsgrense 90 km/t		Sum
		L1	L2	
Norge	Parallell, sekundærveg over primærveg	90m	40m	130m
Norge	Parallell, sekundærveg under primærveg	180m	40m	220m
Sverige	Parallell	225m	80m	305m

Det svenske lengdekravet er lengre enn alle de norske kravene.

I den påfølgende tabellen er det kun sett på påvirkende faktorer til lengden som tilsvarer L1 og L2.

Tabell 3-10: påkjøringsfelt, påvirkende faktorer til lengdekrav

Påvirkende faktorer til lengdekrav	Land		
	Norge	Sverige	Danmark
Plassering av sekundærveg	X		
Fartsgrense primærveg	X	X	X
Antall kjørefelt i påkjøring			X

Det er kun de norske retningslinjene som har ulike lengdekrav avhengig av plassering av sekundærvegen.

Type påkjøringsfelt avhenger av trafikkvolum for de svenske og danske feltene. De norske retningslinjene henviser kun til en type påkjøringsfelt.

### 3.6 Oppsummering

De svenske og danske retningslinjene er mer utfyllende enn de norske. Dette gjelder særlig for rampebeskrivelsene.

For de ulike krysstypene ser fordeler og ulemper ved kryssene ut til å være noenlunde de samme.

Både ramper og av- og påkjøringsfelt er delt opp i flere typer i de svenske og danske retningslinjene. Kileformet avkjøringsfelt blir benyttet i både Sverige og Danmark, men nevnes ikke i de norske retningslinjene.

De norske retningslinjene for på- og avkjøringsfelt skiller seg ut ved å ikke være trafikkavhengig og ha kortere lengdekrav enn de svenske og danske retningslinjene. Dette kan ha sammenheng med variasjonene i, og størrelsen av, trafikkvolum i de ulike landene, men det er ikke sikkert.

Kun i Norge avhenger lengdekravene for påkjøringsfelt av plassering av sekundærveg. De danske retningslinjene påpeker at plassering av sekundærveg over og ikke under primærveg kan være gunstig for sikten, men det knyttes ikke opp mot lengden av påkjøringsfelt.

## 4 Fremgangsmåte

Erfaringsdata for ulykkessituasjonen i planskilte kryss er etablert ved å samle informasjon om trafikkulykker, utforming og trafikk for et utvalg kryss i en valgt periode. Denne informasjonen er i all hovedsak hentet fra Nasjonal Vegdatabank (NVDB), som er Statens Vegvesens database med opplysninger om alle veger i Norge. Ved hjelp av disse opplysningene kan kryssene sorteres ut fra fartsgrense, type kryss, trafikkvolum og antall kjørefelt.

I tillegg til hvor ulykkene inntraff må også type ulykke og alvorlighetsgrad registreres. NVDB oppgir alvorlighetsgrad og en beskrivelse av ulykkestypen. For å forenkle informasjonen blir beskrivelsene av ulykkestypene konvertert til Statens vegvesens uhellskoder (SVV, 2013).

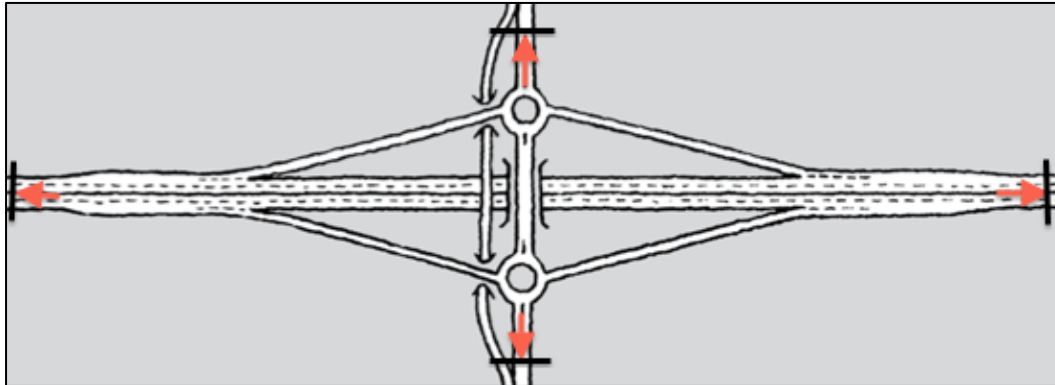
Når denne informasjonen er samlet kan ulykkesrisiko i form av ulykkesfrekvens beregnes for de ulike krysstypene og elementgruppene. Skadekostnad og ulykkeskostnad vil kun bli beregnet for de ulike krysstypene.

Ved beregning av gjennomsnittlig ulykkesfrekvens blir det i første omgang presentert to metoder, etter de første beregningene vil den av metodene som viser seg mest egnet bli brukt videre. For å avgjøre om visse forskjeller i ulykkesfrekvenser er tilfeldige eller ikke vil programmet SPSS Statistics fra International Business Machines Corporation (IBM) bli brukt.

Vedlegg 1 og 2 viser en oversikt over krysstyper, fartsgrenser, plassering av sekundærveg og antall felt for de ulike kryssene.

#### 4.1 Definerings av kryss

For å kunne finne ulykkene i de planskilte kryssene må først kryssenes utstrekning defineres. I tidligere studier har det blitt brukt en avgrensning på 10m etter slutt på plankryss og på- og avkjøringsfelt (Wold, 1995). Ved å bruke den samme avgrensningen kan resultatene sammenlignes med resultater fra tidligere studier, så derfor ble denne avgrensningen valgt. Bildet nedenfor viser kryssets utstrekning.



Figur 4-1: kryssavgrensning

## 4.2 Oppdeling av kryss

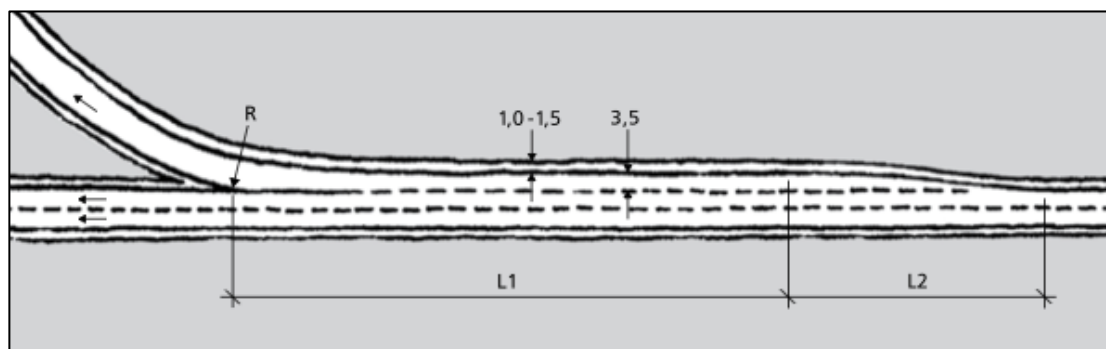
En oppdeling av krysset i ulike elementer muliggjør en undersøkelse for å finne hvilke deler som er mest ulykkesutsatt og hva som påvirker ulykkesfrekvensen i de ulike delene.

Krysset er derfor delt opp i følgende elementer med ulike undergrupper:

- Primærveg i kryss: primærveg som befinner seg mellom kryssavgrensningene.
- Sekundærveg i kryss: sekundærveg som befinner seg mellom plankryssene.
- Ramper: veg som kopler primærveg sammen med sekundærveg.
  - Påkjøringsramper: ramper som leder til primærveg.
  - Avkjøringsramper: ramper som leder til sekundærveg
- Plankryss: tilslutning mellom ramper og sekundærveg
  - X-kryss
  - T-kryss
  - Rundkjøring
  - Fletting
- Avkjøringsfelt: akselerasjonsfelt
  - Direkte tilknytning: rampe direkte knyttet til primærveg uten akselerasjonsfelt.
  - Vanlig tilknytning: rampe knyttet til primærveg med akselerasjonsfelt.
- Påkjøringsfelt: retardasjonsfelt
  - Direkte tilknytning: rampe direkte knyttet til primærveg uten retardasjonsfelt.
  - Vanlig tilknytning: rampe knyttet til primærveg med retardasjonsfelt.

### 4.3 Elementlengder

For hvert kryss ble lengden på ramper samt på- og avkjøringsfelt målt, for å undersøke om disse lengdene har en innvirkning på trafikksikkerheten. Rampelengder og lengder på av- og påkjøringsfelt ble registrert ved å bruke applikasjonen ViaFoto i NVDB. Lengdene på av- og påkjøringsfeltene ble så sjekket opp mot kravene til lengde (SVV, 2008a). Håndboken deler av- og påkjøringsfeltene i to lengder, L1 og L2 som vises på bildene nedenfor. Lengden som ble registrert i ViaFoto tilsvarer summen av disse lengdene.



Figur 4-2: avkjøringsfelt (SVV, 2008a)

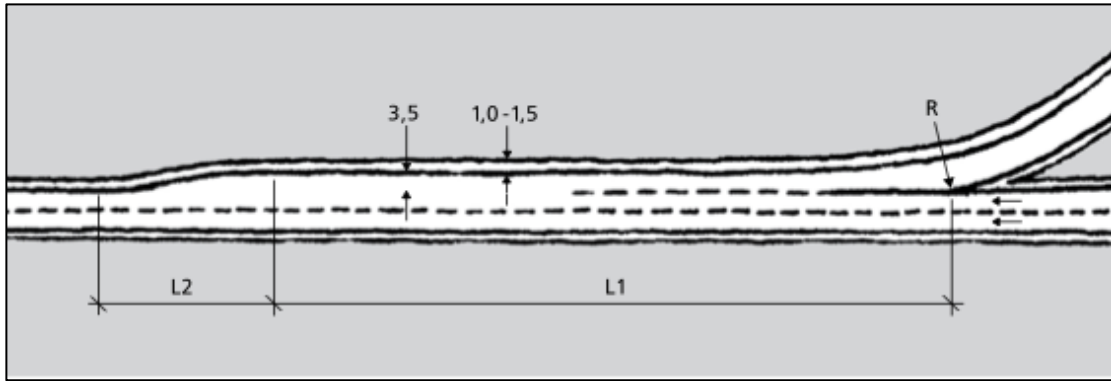
Kravet til lengde på retardasjonsfeltet avhenger av type kryss og fartsgrense på primærveg. Krav til lengder ved fartsgrense 70 km/t oppgis ikke i håndboken. Det ble derfor antatt en lineær sammenheng mellom lengdekravene for 60 km/t og 80 km/t, slik at lengdene for 70 km/t ble funnet ved å interpolere. Kravene til lengde blir for L1 og L2 satt ut fra en ønsket hastighet på maksimalt 50 km/t i overgangen mellom avkjøringsfelt og rampe for kløverbladkryss og trompetkryss. For ruterkryss er denne hastigheten satt til maksimalt 70 km/t.

Sammenhengen mellom lengdekravene for fartsgrense 60 km/t og 80 km/t er derfor ikke lineær. Det antas likevel at det faktiske lengdekravet for 70 km/t ikke fraviker mye fra lengdekravet fått ved interpolasjon, selv om det vil være litt lenger.

Senere i oppgaven vil det vises at kun to av kryssene har fartsgrense 70 km/t, så disse kravene brukes kun for fire avkjøringsfelt av de totalt 88 feltene.

Heller ikke krav til lengder i hankryss oppgis i håndboken (SVV, 2008b). Avkjøringsfeltene i hankryssene kan likevel brukes videre i analysen, siden de registrerte lengdene for avkjøringsfeltene enten overholdt kravene til alle typer kryss eller avvek fra kravene til alle typer kryss. På denne måten ble også disse avkjøringsfeltene registrert som godkjent/ikke godkjent i henhold til lengdekrav.





Figur 4-3: påkjøringsfelt (SVV, 2008a)

For påkjøringsfelt avhenger kravet til lengde av fartsgrense på primærvegen og om sekundærvegen ligger over eller under primærvegen. Også her måtte det interpoleres for å finne lengdekravet ved fartsgrense 70 km/t, det ble da gjort på samme måte som for avkjøringsfelt. For påkjøringsfelt er kravene til lengdene L1 og L2 satt ut fra en ønsket hastighet på minimalt 50 km/t i overgangen mellom rampe og akselerasjonsfelt. Interpolasjon gir derfor ikke helt riktig lengdekrav, siden sammenhengen mellom de ulike lengdekravene ikke er lineær. Det antas likevel at det beregnede lengdekravet for fartsgrense 70 km/t ikke fraviker mye fra det faktiske lengdekravet.

Underveis i registreringen ble det oppdaget at utformingen av rampene var for variert, i hovedsak mange ulike radier og ukjent stigning/fall, til å kunne bruke lengdemålene til en sammenligning. Rampelengdene ble derfor ikke brukt videre i oppgaven.

De ulike lengdekravene som er brukt finnes i vedlegg 3).

#### 4.4 Valg av kryss

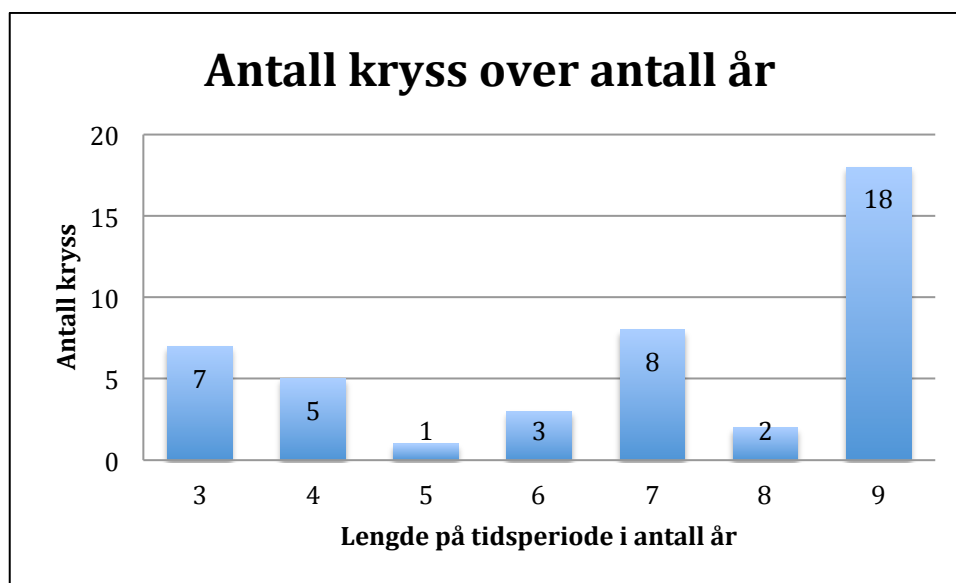
I denne oppgaven blir det sett på 44 kryss.

Det er tidligere blitt gjort lignende studier av dette emnet, det er derfor interessant å bruke de samme kryssene for å se på eventuelle endringer i ulykkesituasjonen. En prosjektoppgave fra 2004 tok for seg til sammen 34 kryss i Hedmark og Østfold, disse kryssene er derfor også blitt brukt i denne oppgaven (Larsen, 2004). I tillegg er det også blitt brukt 10 kryss fra Akershus og Sør-Trøndelag, dette er gjort for å få et større tallmateriale.

Se vedlegg 1) for oversikt over de ulike kryssene.

#### 4.5 Periode

I utgangspunktet skulle alle kryssene analyseres i perioden 2004- 2012. For de fleste kryssene i Østfold, og for enkelte i de resterende fylkene, lot ikke det seg gjennomføre, da det var gjort store endringer i utformingen i løpet av denne perioden. Figuren nedenfor viser fordelingen av hvor lange tidsperioder kryssene har blitt analysert over. Tallene på stolpene representerer antall kryss i den aktuelle tidsperioden.

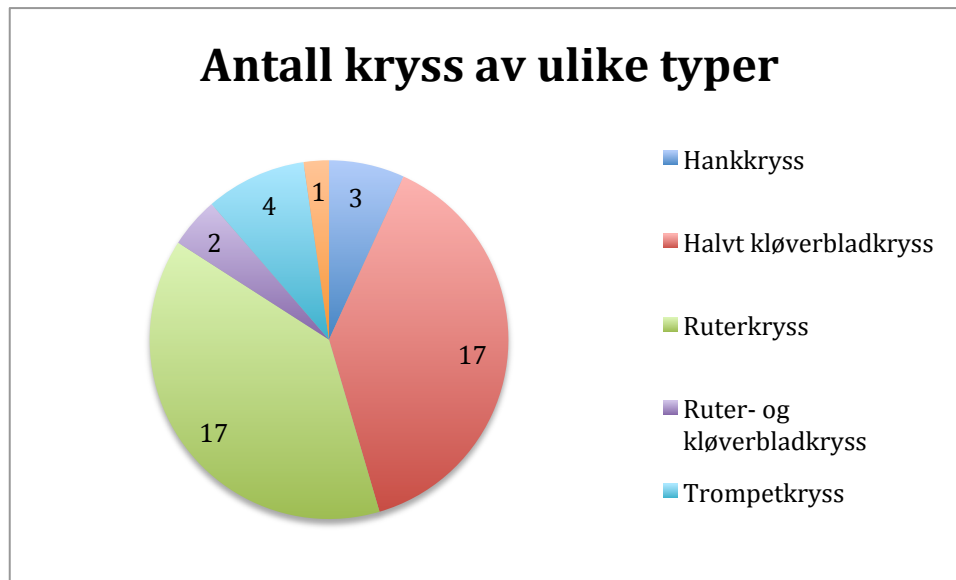


Figur 4-4: lengde på tidsperiode

Den største andelen av kryssene har likevel blitt analysert i perioden 2004 til 2013 som figuren over viser. De resterende kryssene har blitt analysert over ulike perioder innenfor tidsperioden 2004- 2012.

#### 4.6 Type kryss

I kryssutvalget er det flest ruterkryss og halvt kløverbladkryss, så det er nærliggende å anta datagrunnlaget egner seg best til en sammenligning av disse krysstypene. Av de resterende krysstypene er det så få kryss av hver type at datagrunnlaget mest sannsynlig vil være for lite til å analyseres for hver krysstype separat.



Figur 4-5: ulike krysstyper

Figuren over viser fordelingen av de ulike krysstypene, sifrene i sirkelen representerer antall kryss av den gitte krysstypen.

Videre i denne oppgaven vil både bruk av betegnelsene halvt kløverbladkryss og kløverbladkryss begge referere til krysstypen halvt kløverbladkryss.

## 4.7 Trafikkmengde

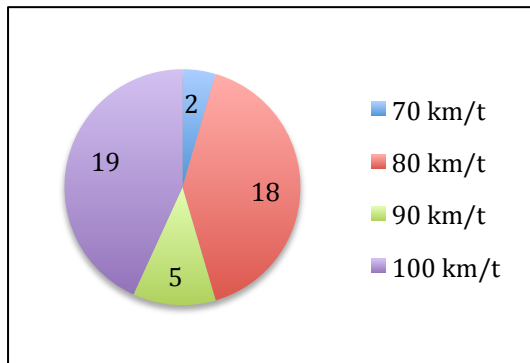
Trafikkmengden for de ulike kryssene er også hentet fra NVDB. Det er blitt regnet ut en gjennomsnittlig trafikkmengde for perioden for de ulike elementene i krysset og krysset som helhet. Dette er gjort ved å bruke regnearket TSeffekt, som er utviklet av Statens Vegvesen, som tar hensyn til den årlige trafikktviklingen i de ulike fylkene i det gitte tidsrommet. Trafikkmengden i det planskilte krysset og i sekundærvegkryssene antas å være summen av trafikkmengden inn i krysset. I påkjøringsfeltene er trafikkmengden satt til å være lik summen av trafikkmengden i påkjøringsrampen og i den tilhørende retningen på primærvegen.

I de tilfellene hvor NVDB ikke hadde informasjon om trafikkmengde for rampene ble den regnet ut ved å bruke et forholdstall for trafikkmengden i sekundærvegen og primærvegen. Ved avkjøringsramper brukes en trafikkstrøm fra primærvegen vektet ut fra trafikkstrømmene på sekundærvegen. I påkjøringsramper derimot legges trafikkstrømmene fra sekundærvegene sammen, og disse blir vektet ut fra trafikkstrømmen på primærvegen. I denne beregningen tas det ikke hensyn til trafikanter som kjører "feil", det vil si at de kjører av på en avkjøringsrampe for å så kjøre på igjen på en påkjøringsrampe. Det antas at denne andelen av trafikkmengden er såpass liten at den ikke er av noen betydning.

I vedlegg 4) vises det et eksempel for disse beregningene.

Estimeringen av de ulike trafikkmengdene knytter en del usikkerhet til verdiene. Også tallene som er hentet fra NVDB inneholder en viss usikkerhet siden mange av disse bygger på antagelser og estimeringer. Det er derfor ikke lagt vekt på ulike trafikkmengder i analysene for ulike utforminger.

## 4.8 Fartsgrense



Figur 4-6: fartsgrense for kryss

Fartsgrensene i kryssene er definert ut fra fartsgrensen på primærvegen. Figur 4-6 viser fartsgrensen for kryssene, og det vises at fartsgrensene 100 km/t og 80 km/t er de vanligste fartsgrensene for kryssene i dette utvalget.

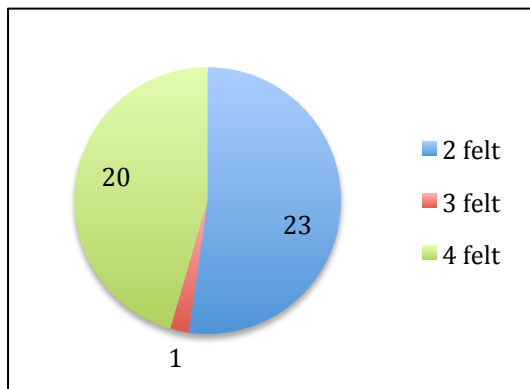
Figuren til venstre viser antall kryss fordelt på ulike fartsgrenser. Tallene i sirkelen representerer antall kryss med den aktuelle fartsgrensen.

Fartsgrensene i rampene og på sekundærvegen er også registrert, men siden det er på primærvegen fartsgrensen og trafikken som regel er høyest er det antatt at det er denne fartsgrensen som er mest betydningsfull for kryssenes utforming.

Alle kryssene med fartsgrense 100 km/t er 4-feltsveger.

## 4.9 Felt

Ved registrering av antall felt er det antall felt i primærvegen som er registrert.



Figur 4-7: antall felt

Over halvparten av kryssene har to kjørefelt, for disse kryssene er fartsgrensen på primærvegen maksimalt 90 km/t. Tallene i figuren til venstre viser antall kryss som har samme antall felt.

Antall kjørefelt har en viss korrelering med fartsgrensen på primærvegen. For alle kryssene med fartsgrense 100 km/t har primærvegen fire felt. Kun et kryss med fire kjørefelt har 80 km/t som fartsgrense.

Kun et av kryssene har tre kjørefelt, det er derfor ikke tilstrekkelig datagrunnlag til å foreta en separat analyse for denne type kryss.

## 4.10 Plassering av sekundærveg

I 29 av kryssene ligger sekundærvegen over primærvegen, for de 15 resterende kryssene ligger primærvegen under sekundærvegen.



## 5 Formler

De følgende formlene som presenteres er brukt til å finne ulykkesfrekvens og gjennomsnittlig ulykkesfrekvens, samt tilhørende usikkerhet og spredning for de ulike kryssene og elementene. Formler for alvorlighetsgrad og skadekostnader som er brukt for de ulike krysstypene blir også presentert. I tillegg blir en statistisk test for testing av statistisk signifikans gjennomgått.

### 5.1 Ulykkesfrekvens

Ulykkesfrekvens er en tallverdi for ulykkesrisikoen. Håndbok 115 oppgir to formler for å beregne ulykkesfrekvens, en for kryss og en for strekning (SVV, 2007). Noen av elementene kan defineres som strekninger, men lengdene av disse er ofte korte og er i tillegg målt ut fra bilder så lengdenes usikkerhet er stor. Det er derfor valgt å benytte formelen for kryss for alle elementer.

Ulykkesfrekvensen for et kryss eller element finnes dermed ved hjelp av denne formelen:

$$U_f = \frac{U * 1\,000\,000}{\text{ÅDT} * 365 * t} \quad (1)$$

hvor:

$U_f$  = ulykkesfrekvens

$U$  = antall ulykker i kryss eller element

$\text{ÅDT}$  = årsdøgnstrafikken, det antall kjøretøy som passerer et snitt på en veg i løpet av et år, dividert med 365 (SVV, 2008b).

$t$  = antall år i registreringsperioden

## 5.2 Gjennomsnittlig ulykkesfrekvens

Den gjennomsnittlige ulykkesfrekvensen for en kryssgruppe kan regnes ut på forskjellige måter. Det er valgt å fokusere på to måter som er blitt brukt i lignende studier tidligere slik at sammenligning av resultatene blir mulig.

I de tidligere studiene er det brukt en ulykkesfrekvens vektet på antall kryssplasseringer (Wold, 1995). Formel 2 viser denne.

Gjennomsnittlig ulykkesfrekvens vektet på antall kryssplasseringer:

$$\overline{U}_f = \frac{\sum((U) * 10^6)}{\sum(\text{ÅDT} * 365 * t)} \quad (2)$$

hvor  
 $\overline{U}_f$  = gjennomsnittlig ulykkesfrekvens for en kryssgruppe  
 ÅDT = antall kjøretøy som passerer krysset  
 t = antall år i registreringsperioden

Det er også brukt en metode for gjennomsnittlig ulykkesfrekvens med aritmetisk middelværdi i de tidligere studiene (Wold, 1995). Denne blir også presentert i boken "anvendt statistikk for trafikkingeniører" (Blakstad, 1995). Formel 3 illustrerer denne formelen.

Gjennomsnittlig ulykkesfrekvens med aritmetisk middelværdi:

$$\overline{U}_f = \frac{\sum U_f}{n} \quad (3)$$

hvor  
 $\overline{U}_f$  = gjennomsnittlig ulykkesfrekvens for en kryssgruppe  
 n = antall kryss i gruppen

Den gjennomsnittlige ulykkesfrekvens kan også bli beregnet vektet på periodelengde. Denne metoden legger størst vekt på ulykkesfrekvensene for kryss som er analysert over lange tidsperioder (Giæver, 1990). Det er blitt valgt å ikke bruke denne metoden da det er stor variasjon i tidsperioder for kryssene.

Senere i oppgaven vil disse to beregningsmetodene bli sammenlignet og diskutert, og en av dem vil bli valgt til videre bruk i resultatene.



### 5.3 Usikkerhet og spredning

Ved beregning av middelerdi for et tilfeldig utvalg er usikkerheten på hvor nærme beregningen er utvalgets sanne middelerdi knyttet til størrelsen på utvalget. Denne usikkerheten kan finnes ved å regne ut standardfeilen. Standardfeilen i beregnet middelerdi angir feilmarginen i beregningen av den gjennomsnittlige ulykkesfrekvensen. Formelen som brukes til å finne standardfeilen er gitt nedenfor (Blakstad, 1995).

$$\Delta \overline{U}_f = \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

hvor

- $\Delta \overline{U}_f$  = standardfeil på beregnet gjennomsnittlig ulykkesfrekvens
- S = ulykkesfrekvensens spredning omkring beregnet middelerdi
- n = antall kryss i gruppen

Ulykkesfrekvensens spredning omkring den beregnede middelerdien beskriver observasjonsseriens fordeling og er bedre kjent som standardavviket. Standardavviket er kvadratrot av variansen som igjen brukes til å beskrive variasjonen i en statistisk fordeling. Formelen for standardavviket er gitt nedenfor (Blakstad, 1995).

$$S = \sqrt{\frac{\sum (U_f - \overline{U}_f)^2}{n-1}} \quad (5)$$

hvor

- S = ulykkesfrekvensens spredning omkring beregnet middelerdi
- $U_f$  = ulykkesfrekvens for et kryss
- $\overline{U}_f$  = gjennomsnittlig ulykkesfrekvens for en kryssgruppe
- n = antall kryss i gruppen

De ulike resultatene vil bli presentert med standardfeil og spredning, slik at både usikkerheten og variasjonen til resultatet er synlig.

## 5.4 T-test

En statistisk signifikant forskjell i ulykkesfrekvens betyr at det er lite sannsynlig at forskjellen skyldes tilfeldigheter.

I tilfeller der det er en forskjell mellom de gjennomsnittlige ulykkesfrekvensene burde det testes om det er grunnlag for å trekke en konklusjon ut fra denne forskjellen. En måte å statistisk teste dette på er å bruke t-testen, som tester en observasjonsserie mot en annen. Denne fordelingen brukes ofte ved hypotesetesting der observasjonsseriene er forholdsvis små. Tabellen under viser hvilke parametere som brukes for å utføre en t-test (Blakstad, 1995).

Tabell 5-1: parametere for t-test

Parameter	Serie 1	Serie 2
Middelverdi	$\bar{x}$	$\bar{y}$
Spredning	$S_x$	$S_y$
Antall observasjoner	$n_x$	$n_y$

For å gjennomføre denne testen må to hypoteser settes opp:

$$H_0 : \bar{x} = \bar{y}$$

$$H_1 : \bar{x} \neq \bar{y}$$

Nullhypotesen,  $H_0$ , settes til at middelverdiene til observasjonsseriene er like. Mens den alternative hypotesen,  $H_1$ , settes til at middelverdiene er ulike. Testkriteriet blir da at  $H_0$  kan forkastes hvis forskjellen i middelverdiene overskrider en viss størrelse  $k$ . Dette kan skrives på følgende måte:

$$\text{Forkast } H_0 \text{ hvis } |\bar{x} - \bar{y}| > k$$

Dette testkriteriet kan videreutvikles til:

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{S_p} > t_{cr}$$

(6)

hvor

$S_p$  = felles standardavvik for de to fordelingene

$t_{cr}$  = kritisk t-verdi

Standardavviket for de to fordelingene er:

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_x - 1)S_x^2 + (n_y - 1)S_y^2}{n_x + n_y - 2} * \left( \frac{1}{n_x} + \frac{1}{n_y} \right)}$$

(7)

Den kritiske t-verdien finnes i tabeller og den fastsettes ut fra antall frihetsgrader og signifikansnivå. I denne oppgaven er signifikansnivået satt til 5%, fordi det er et konservativt nivå. 5% signifikansnivå vil si at dersom  $H_0$  blir forkastet er det 5% sannsynlighet for at den likevel er riktig.

Antall frihetsgrader avhenger av om den alternative hypotesen er ensidig eller tosidig. Ved ensidig test er det gitt i den alternative hypotesen om forskjellen i middelerverdi er positiv eller negativ, og antall frihetsgrader blir:

$$n_x + n_y - 1$$

Den alternative hypotesen i en tosidig test antar kun en forskjell i middelerverdiene. Antall frihetsgrader blir dermed:

$$n_x + n_y - 2$$

I denne oppgaven er det kun brukt tosidige tester. Programmet SPSS Statistics fra IBM er blitt brukt til å gjennomføre t-tester. Programmet gir en signifikans som sammenlignes med det satte signifikansnivået. Hvis nivået er høyere enn signifikansen kan  $H_0$  forkastes, hvis ikke beholdes  $H_0$  og forskjellen blir satt til å ikke være signifikant. Signifikansen programmet gir er et tall på sannsynligheten for å få en absolutt verdi som er større eller lik den observerte t-fordelingen, hvis forskjellen mellom ulykkesfrekvensene er tilfeldig (IBM, 2013).

## 5.5 Alvorlighetsgrad

Alvorlighetsgraden er en verdi for hvor alvorlige ulykkene som inntreffer er. Formelen for alvorlighetsgrad er gitt nedenfor (Larsen, 2004).

$$\text{Alvorlighetsgrad} = \frac{\text{Antall ulykker med dødsfall, meget alvorlig skadet og alvorlig skadet}}{\text{Totalt antall personskadeulykker}} * 100 \quad (8)$$

## 5.6 Skadekostnad

Skadekostnad er en verdi for kostnadene av ulykkene beregnet ut fra hvilke typer ulykker som har funnet sted. Formelen under beskriver hvordan denne verdien beregnes (SVV, 2007):

$$SKOST_f = \frac{SKOST * 10^6}{\text{ÅDT} * 365 * \text{År}} \quad (9)$$

hvor

SKOST <sub>f</sub>	=skadekostnad for krysset i kroner per kjøretøy gjennom krysset
SKOST	=sum skadekostnad av observerte ulykker i registreringsperioden
ÅDT	= gjennomsnittlig trafikk i krysset
År	= antall år i registeringsperioden

Sum skadekostnad kan beregnes på to måter. Den første baserer seg på kostnader for ulike typer ulykker, mens den andre baserer seg på antall skadde og type skade i ulykkene.

Kostnader for de ulike ulykkestypene er gitt i Håndbok 115, der kostnaden av ulykken avhenger av fartsgrense på stedet og ulykkestype (SVV, 2007). Denne tabellen er gitt i vedlegg 5).

Kostnader for de ulike skadetyperne er delt i fire kategorier etter type skadegrad (Vegdirektoratet, 2009):

Lettere skadd:	kr 630 578
Alvorlig skadd:	kr 8 359 780
Meget alvorlig skadd:	kr 23 549 110
Drept:	kr 31 035 940

Ved beregning av skadekostnad for krysset ble fartsgrense for primærveg brukt for å finne kostnaden av ulykker på primærveg, av- og påkjøringsfelt og ramper. For ulykker i plankryss og på sekundærveg ble fartsgrense på sekundærveg brukt for å finne kostnadene av ulykkene.

## 6 Resultater

Før resultatene presenteres blir sammenligningen av de ulike beregningsmetodene for gjennomsnittlig ulykkesfrekvens gjennomgått, og hvilken beregningsmetode som benyttes videre blir diskutert.

Resultatene vil først bli presentert som ulykkesfrekvenser for hele kryss, deretter vil de enkelte elementers ulykkesfrekvens presenteres. Etter det vises en inndeling av ulykkene etter ulykkestype, skadegrad, skadekostnad og hvor i krysset ulykkene har inntruffet. Tilslutt blir ulykkesfrekvensene for kryssene sammenlignet med resultater fra tidligere studier.

I tabellene som er brukt har symbolene nedenfor følgende betydning:

$N$	= antall elementer/kryss
$U_f$	= gjennomsnittlig ulykkesfrekvens
$S$	= ulykkesfrekvensenes spredning
$\Delta U_f$	= den gjennomsnittlige ulykkesfrekvensens usikkerhet
$U$	= antall ulykker
$\bar{U}$	= gjennomsnittlig antall ulykker

Usikkerheten og spredningen er gjennomgående høy, så alle ulykkesfrekvenser som blir presentert har en viss usikkerhet. Utvalget av kryss er mest sannsynlig for lite til at ulykkesfrekvensene er statistisk signifikante, så alle forskjeller i ulykkesfrekvenser er kun indikasjoner på mulige trender i trafikksikkerheten i krysset eller elementet.

Siden utvalget er så lite blir kun en t-test presentert for å vise hvordan en slik test gjennomføres.

## 6.1 Sammenligning av regnemetoder:

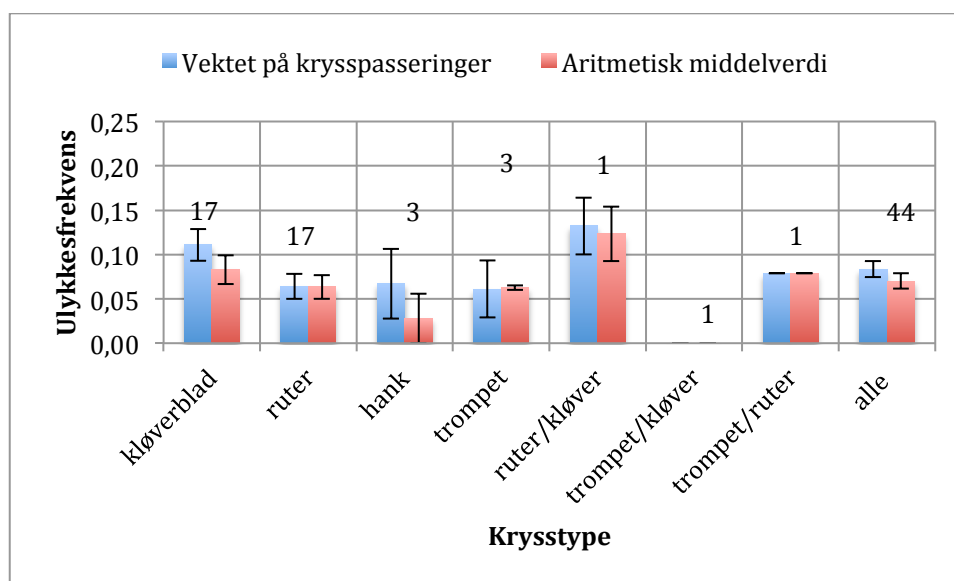
Ulykkesfrekvens for de syv ulike krysstypene vises i tabellen nedenfor.

Tabell 6-1: ulykkesfrekvens ved ulike regnemetoder

type kryss	antall kryss	Vektet på antall krysspasinger			Aritmetisk middelvei		
		$U_f$	S	$\Delta U_f$	$U_f$	S	$\Delta U_f$
kløver	17	0,111	0,072	0,018	0,083	0,066	0,016
ruter	17	0,064	0,056	0,014	0,064	0,056	0,014
hank	3	0,067	0,068	0,039	0,028	0,048	0,028
trompet	3	0,061	0,005	0,003	0,063	0,005	0,003
ruter/ kløver	2	0,132	0,045	0,032	0,124	0,044	0,031
trompet/kløver	1	0,000	-	-	0,000	-	-
trompet/ ruter	1	0,079	-	-	0,079	-	-
alle	44	0,083	0,059	0,009	0,070	0,058	0,009

Av de sammensatte krysstypene, trompet/kløver og trompet/ruter, er det for få til å regne ut usikkerheten. Disse ulykkesfrekvensene er derfor ikke analysert videre. Krysstypene trompet, hank og ruter/kløver har også små utvalg, så ulykkesfrekvensene for disse gruppene svært usikre.

Ulykkesfrekvensen som er vektet på antall krysspasinger ser ut til å være høyere enn den aritmetiske middelveien for nesten alle typer kryss, som illustrert i figur 6-1. Figuren viser også usikkerheten for de ulike krysstypene. Tallene over stolpene i figurene representerer antall kryss i den aktuelle krysgruppen.

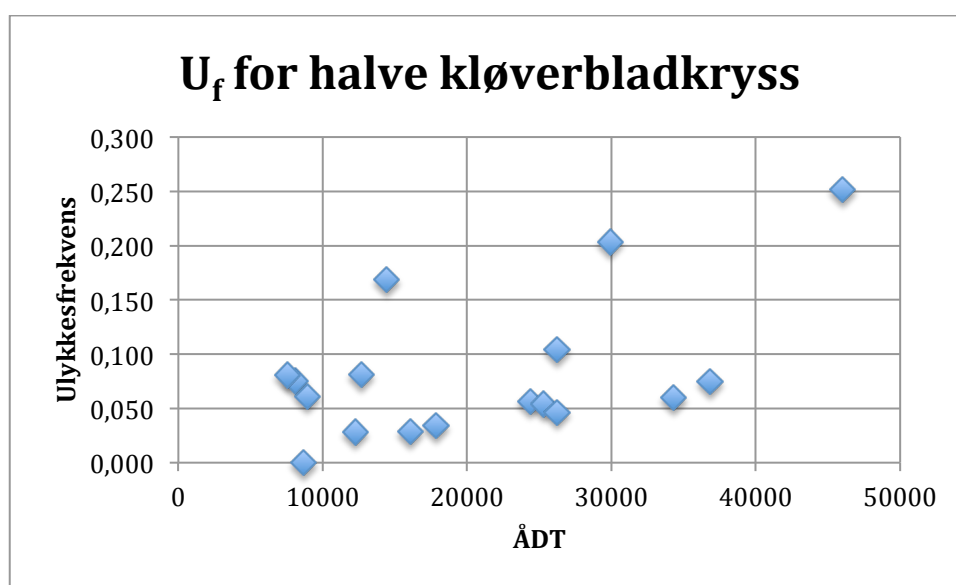


Figur 6-1: ulykkesfrekvens ved ulike regnemetoder

Forskjellene i ulykkesfrekvens for de ulike regnemetodene er størst for kløverbladkryss og hankryss. Spredningen og usikkerheten er også størst for disse krysstypene.

Forskjellen i ulykkesfrekvens kan skyldes at gjennomsnittlig ulykkesfrekvens vektet på antall krysspasinger legger størst vekt på kryss med stor trafikkmengde. For å sjekke om dette er tilfelle blir det sett på ulykkesfrekvens og ÅDT for kryssene i kryssgruppen halve kløverbladkryss, siden forskjellen for de to beregningsmetodene var stor for denne kryssgruppen.

Figuren nedenfor viser sammenhengen mellom trafikk og ulykkesfrekvens for de ulike kløverbladkryssene. Det er spesielt et kryss som bærer seg med høy ulykkesfrekvens og trafikkmengde.



Figur 6-2: ulykkesfrekvens for halve kløverbladkryss

For å se hvor mye dette krysset påvirker de ulike gjennomsnittlige ulykkesfrekvensene, ble de gjennomsnittlige ulykkesfrekvensene for halve kløverbladkryss beregnet på nytt uten å ta med dette krysset. Tabellen nedenfor viser at den gjennomsnittlige ulykkesfrekvensen vektet på antall krysspasinger ble mest endret etter fjerningen av krysset.

Tabell 6-2: sammenligning av regnemetoder

$U_f$ for halve kløverbladkryss	Vektet på antall krysspasinger	Aritmetisk middelværdi
$U_f$ før fjerning av kryss	0,111	0,083
$U_f$ etter fjerning av kryss	0,069	0,068

Det virker som om den aritmetiske middelværdien ikke blir påvirket av kryss med høy ÅDT og ulykkesfrekvens i like stor grad som beregningsmetoden vektet på antall krysspasinger.

Ulykkesfrekvens vektet på antall krysspasinger virker å være mer konservativ enn aritmetisk middelvei siden den gir en høyere frekvens for nesten alle krysstypene, men det kan også være en tilfeldighet. Dette er i så tilfelle et argument for å benytte ulykkesfrekvensen vektet på antall krysspasinger.

Siden det allerede er knyttet usikkerhet til trafikken i kryssene, særlig i de elementene det er brukt en vektning for å finne trafikken, blir det likevel antatt at aritmetisk middelvei er den mest egnede metoden for å finne ulykkesfrekvensen for en kryssgruppe. Dette er fordi tabellen over viser at denne metoden blir minst påvirket av kryss som skiller seg ut med høy trafikk og ulykkesfrekvens.

De følgende resultatene for ulykkesfrekvens for en kryssgruppe er derfor kun presentert med aritmetisk middelvei.



## 6.2 Total ulykkesfrekvens for kryssene

Det følgende delkapittelet omhandler ulykkesfrekvensen beregnet for kryssene som en helhet.

Tabell 6-3: ulykker og ulykkesfrekvens for krysstyper

krysstype	N	U	U %-vis	$\bar{U}$ per kryss	$U_f$	S	$\Delta U_f$
kløverblad	17	100	50 %	5,6	0,083	0,066	0,016
ruter	17	62	31 %	3,9	0,064	0,056	0,014
hank	3	7	3 %	2,3	0,028	0,048	0,028
trompet	3	9	4 %	4,0	0,063	0,005	0,003
ruter/ kløver	2	8	4 %	3,0	0,124	0,044	0,031
trompet/kløver	1	0	0%	0,0	0,000	-	-
trompet/ ruter	1	16	8 %	16,0	0,079	-	-
alle	44	202	100 %	4,6	0,070	0,058	0,009

Det er i kløverblad- og ruterkryssene flest av ulykkene har skjedd. Det er også disse typene det er flest av i utvalget.

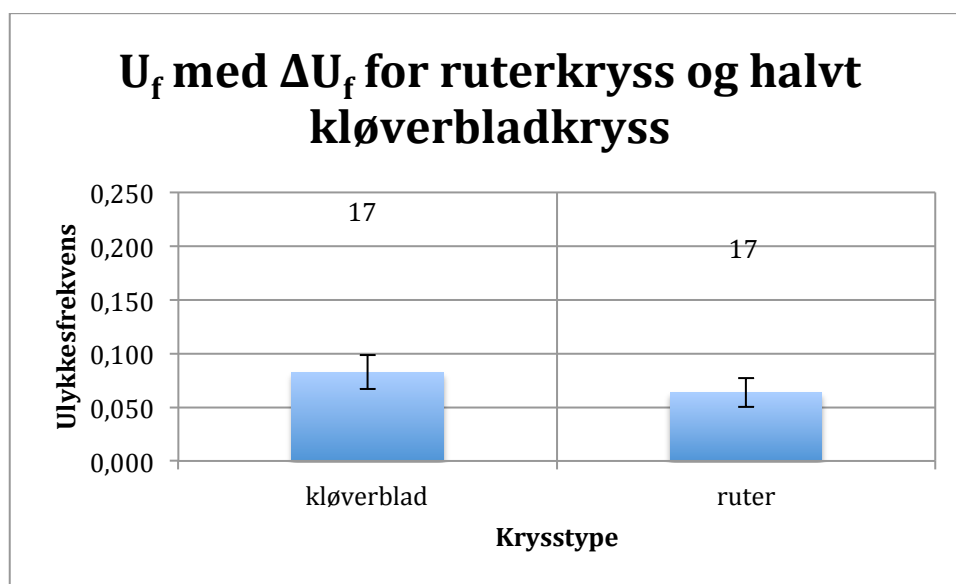
Tabellen viser at det i kryssutvalget kun er 3 eller færre kryss i de ulike krysstypene dobbel hank, trompet, ruter/kløverblad, trompet/kløverblad og trompet/ruter. Siden det er så få kryss av hver av disse typene er ulykkesfrekvensene for disse svært upålitelige og kan fravike mye fra den faktiske verdien. Det er derfor valgt å ikke behandle krysstyper med mindre enn 3 kryss videre, og heller se på ruterkryss og halve kløverbladkryss.

I vedlegg 2 vises en oversikt med ulykkesfrekvens, antall ulykker, trafikk tall og periodelengde for alle kryssene.

### 6.3 Ulike krysstyper

Det er flest halve kløverbladkryss og ruterkryss, henholdsvis 17 av hver, forskjellen i ulykkesfrekvens mellom disse krysstypene er derfor interessant. Tabellen som er vist tidligere og figuren under indikerer at det kan være en forskjell i ulykkesfrekvens. Kryssene blir derfor analysert videre i forsøk på å finne hva denne forskjellen skyldes.

I figuren under er tallene over stolpene antall kryss i den gitte krysgruppen, de svarte strekene representerer usikkerheten til ulykkesfrekvensen. Usikkerheten er i dette tilfelle så stor at forskjellen i ulykkesfrekvens utjevnes.



Figur 6-3: ulykkesfrekvens for ruterkryss og kløverbladkryss

Med en så stor usikkerhet er det liten sannsynlighet for at forskjellen i ulykkesfrekvens er signifikant. Allikevel blir forskjellen testet i en t-test. Følgende to hypoteser ble satt opp:

$$H_0: U_f \text{ for kløverbladkryss} = U_f \text{ for ruterkryss}$$

$$H_1: U_f \text{ for kløverbladkryss} \neq U_f \text{ for ruterkryss}$$

En analyse i SPSSStatistics gir en signifikans på 36,6% som er vesentlig høyere enn den satte grensen på 5%. Det er dermed 36,6 % sannsynlighet at nullhypotesen stemmer og at det ikke er noen forskjell i ulykkesfrekvensene, det er en altfor stor forskjell til å forkaste nullhypotesen og påstå at det er en forskjell.

Forskjellen i ulykkesfrekvensen er ikke signifikant og kan dermed ikke stadfestes. Siden kryssene vil bli inndelt i ulike kategorier videre i dette delkapittelet, vil utvalget i de forskjellige kategoriene bli 17 kryss og mindre. Det er derfor valgt å ikke gjennomføre noen flere t-tester på forskjeller i ulykkesfrekvens for ulike krysstyper siden utvalget mest sannsynlig vil være for lite til å få en statistisk signifikant verdi.

Tabell 6-4: ulykkesfrekvens for ulike kategorier

Kategori		Kløverbladkryss				Ruterkryss			
		N	U <sub>f</sub>	S	ΔU <sub>f</sub>	N	U <sub>f</sub>	S	ΔU <sub>f</sub>
Fart (km/t)	70	1	0,200	-	-	0	-	-	-
	80	9	0,090	0,074	0,025	5	0,074	0,017	0,007
	90	1	0,000	-	-	3	0,087	0,103	0,059
	100	6	0,065	0,019	0,008	9	0,050	0,055	0,018
Trafikk (ÅDT)	0-8000	1	0,080	-	-	2	0,100	0,141	0,100
	8001-12000	3	0,047	0,042	0,024	1	0,000	-	-
	12001-20000	5	0,068	0,061	0,027	5	0,054	0,031	0,014
	>20000	8	0,105	0,077	0,027	9	0,068	0,048	0,016
Antall felt	2	10	0,076	0,064	0,020	7	0,081	0,061	0,023
	3	0	-	-	-	1	0,060	-	-
	4	7	0,091	0,072	0,027	9	0,050	0,055	0,018
Øvre veg	primærveg	7	0,101	0,079	0,030	1	0,170	-	-
	sekundærveg	10	0,069	0,055	0,017	16	0,057	0,050	0,013
Totalt		17	0,082	0,066	0,016	17	0,064	0,056	0,014

Ved å dele opp kryssene i ytterligere kategorier som tabellen over viser, blir antall kryss i de ulike kategoriene svært få. Selv om ulykkesfrekvensene antagelig ikke blir statistisk signifikante, er det allikevel mulig å se etter ulike tendenser i de forskjellige kategoriene selv om det kun kan gi en indikasjon på hva som påvirker ulykkesfrekvensene og ikke noe klart svar.

I tabell 6-4 er kryssene delt opp i ulike kategorier for fartsgrense, trafikkmengde, antall kjørefelt og plassering av sekundærveg. De ulike forskjellene i ulykkesfrekvens blir vurdert nedenfor.

Det ser til at det er en tendens for begge krysstyper at fartsgrense 100 km/t er mer fordelaktig enn fartsgrense 80 km/t, siden ulykkesfrekvensen for kryss med fartsgrense 100 km/t er lavere enn for kryss med fartsgrense 80 km/t. Kryss med fartsgrense 70 km/t og 90 km/t er det altfor få av til å kommentere ytterligere.

Ved innhenting av informasjon tidligere i oppgaven kom det frem at alle kryss med 100 km/t har 4-feltsveg. For kløverbladkryss har 4-feltsveg en høyere ulykkesfrekvens enn 2-feltsveg, mens det er motsatt for ruterkryss. Det er kun et kryss med 3-feltsveg, så det blir ikke tatt med videre i sammenligningen.

For ruterkryss ser det fordelaktig ut å ha kryss med 4-feltsveg og fartsgrense 100 km/t.

Siden kryss med 100 km/t fartsgrense har lavere ulykkesfrekvens enn kryss med lavere fartsgrense, må det være kryss med lavere fartsgrense enn 100 km/t som trekker opp ulykkesfrekvensen for 4-feltsveger for kløverbladkryssene. Det er kun et kryss som har 4-feltsveg og en fartsgrense under 100 km/t. Tabellen under viser ulykkesfrekvensen for dette sammenlignet med andre 4-feltskryss.

**Tabell 6-5: ulykkesfrekvens for 4-feltskryss**

Kryss	Type	Fartsgrense (km/t)	$U_f$
Høyest $U_f$ for kløverblad	K	80	0,251
Høyest $U_f$ for ruterkryss	R	100	0,171
Nest høyest $U_f$ for kløverblad	K	100	0,104

De to øverste kryssene i tabellen er de to eneste kryssene i kategorien 4-feltsveg som har sekundærvegen plassert under primærvegen.

16 av de 17 ruterkryssene har sekundærvegen plassert over primærvegen, dette gjelder kun for 10 av de 17 kløverbladkryssene. Denne utformingen er ønskelig siden den gir trafikantene oversikt over på- og avkjøringsrampene og trafikken på primærvegen (SVV, 2008a). Av resultatene i tabellen ovenfor ser det ut til at denne utformingen gir færre ulykker enn sekundærvegen plassert under primærvegen. Disse resultatene kan også være et svar på hvorfor kløverbladkryssene har en høyere ulykkesfrekvens enn ruterkryssene, siden nesten alle ruterkryssene har sekundærvegen plassert over primærvegen.

Tabell 6-5 gir en oversikt over ulykkesfrekvensen for plassering av sekundærveg over eller under primærveg for alle kryssene.

**Tabell 6-6:  $U_f$  for ulik plassering av sekundærvegen**

Sekundærveg	N	$U_f$	S	$\Delta U_f$
Under primærveg	15	0,084	0,073	0,019
Over primærveg	29	0,063	0,049	0,009
Totalt	44	0,070	0,058	0,009

Også her virker det som at det er en tendens til at plassering av sekundærveg over primærveg er fordelaktig.

Sammenligningen av ulykkesfrekvenser for ulike trafikk tall ga sprikende resultater og er derfor ikke kommentert videre.

## 6.4 Alle elementer

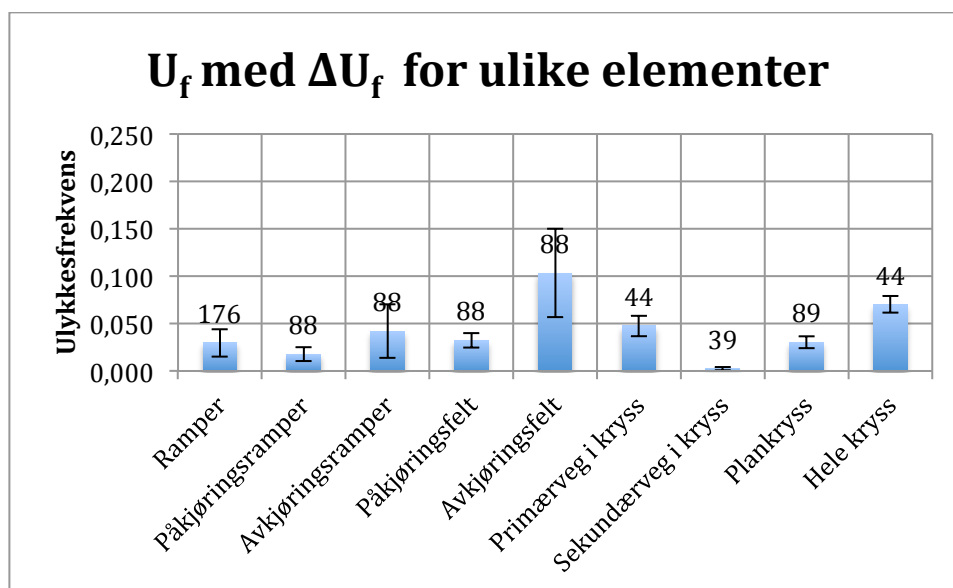
Ulykkesfrekvensene for de ulike elementene i krysset kan muligens gi en indikasjon på hvor i krysset trafiksikkerheten er best.

Tabell 6-7: ulykkesfrekvens for ulike elementer

Element	Antall elementer	Antall ulykker	$U_f$	S	$\Delta U_f$
Ramper	176	20	0,030	0,193	0,015
Påkjøringsramper	88	9	0,018	0,070	0,007
Avkjøringsramper	88	11	0,042	0,264	0,028
Påkjøringsfelt	88	48	0,032	0,071	0,008
Avkjøringsfelt	88	26	0,103	0,436	0,046
Primærveg i kryss	44	33	0,048	0,072	0,011
Sekundærveg i kryss	39	3	0,003	0,012	0,002
Plankryss	89	72	0,031	0,061	0,006
Hele kryss	44	202	0,070	0,058	0,009

Tabellen over og figuren under viser at elementene med høyest ulykkesfrekvens i stigende rekkefølge er; avkjøringsramper, primærveg i kryss og avkjøringsfelt.

I figuren under viser de svarte strekene på stolpene usikkerheten, mens tallene over stolpene er antall elementer av den aktuelle elementtypen.



Figur 6-4: ulykkesfrekvens for ulike elementer

Det er avkjøringsfelt som skiller seg mest ut med høyest ulykkesfrekvens, dette kan ha flere årsaker blant annet for høy fart i feltene og/eller for korte felt. Om lengde på avkjøringsfeltene har en betydning vil det bli sett nærmere på i avsnittet om avkjøringsfelt som kommer senere.

Kjøretøy som befinner seg i avkjøringsfeltet kjører videre inn på avkjøringsrampen, så det kan være en sammenheng mellom høy ulykkesfrekvens på begge disse elementene. Dette vil det bli sett nærmere på i analysen for avkjøringsrampene.

Ulykkesfrekvensen for sekundærveg i kryss er veldig lav, kun 3 ulykker har forekommet i disse denne elementgruppen, denne ulykkesfrekvensen blir derfor ikke analysert videre.

Før de ulike elementgruppene blir analysert hver for seg vil det bli sett på fordelingen av ulykkesfrekvens for elementene i ruterkryss og kløverbladkryss.

#### 6.4.1 Elementer i ruterkryss og halve kløverbladkryss

Tabellene 6-7 og 6-8 viser antall ulykker og ulykkesfrekvens fordelt på de ulike elementene med tilhørende spredning og usikkerhet for krysstypene halve kløverbladkryss og ruterkryss.

Tabell 6-8: ulykkesfrekvens for elementer i kløverbladkryss

Element	Antall elementer	Antall ulykker	$U_f$	S	$\Delta U_f$
Ramper	68	12	0,053	0,299	0,036
Påkjøringsramper	34	4	0,016	0,059	0,010
Avkjøringsramper	34	8	0,090	0,419	0,072
Påkjøringsfelt	34	21	0,043	0,097	0,017
Avkjøringsfelt	34	8	0,097	0,416	0,071
Primærveg i kryss	17	12	0,037	0,052	0,013
Sekundærveg i kryss	17	2	0,003	0,014	0,003
Plankryss	34	45	0,039	0,065	0,011
Hele kryss	17	100	0,083	0,066	0,016

Tabellen over viser ulykkesfrekvens for kløverbladkryss. Elementene avkjøringsfelt og avkjøringsramper har høyest ulykkesfrekvens. Dette kan tyde på at det er en sammenheng mellom ulykkene på disse elementgruppene. Den høye ulykkesfrekvensen i disse elementgruppene kan indikere at utformingen av avkjøringsrampene ikke er gunstig, men usikkerheten er altfor høy til å bekrefte dette.

Forskjellen i ulykkesfrekvens mellom avkjøringsramper og påkjøringsramper, kan indikere at fartstilpassingen i avkjøringsrampene er dårlig. Dårlig fartstilpassing i avkjøringsramper vil si at kjøretøyene har for høy hastighet når de kjører inn i rampen. I påkjøringsramper bygges farten opp, det kan derfor være lettere å tilpasse farten i påkjøringsrampen siden kjøretøyene starter med en lav hastighet.

Usikkerhetene til ulykkesfrekvensene for avkjøringsfelt og avkjøringsramper er nesten like store som de tilhørende ulykkesfrekvensene. Det er derfor mulig at de høye ulykkesfrekvensene kan være forårsaket av et eller to element med mange ulykker, mens resten av elementene har nærmest ingen ulykker.

Tabellen under viser ulykkesfrekvens for de ulike elementgruppene i ruterkryss.

Tabell 6-9: ulykkesfrekvens for elementer i ruterkryss

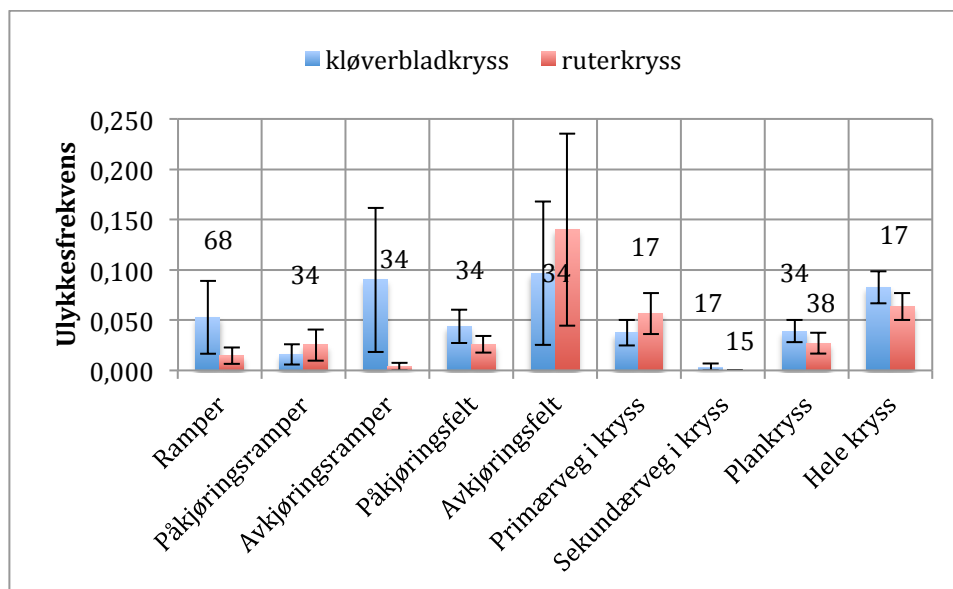
Element	Antall elementer	Antall ulykker	$U_f$	S	$\Delta U_f$
Ramper	68	10	0,015	0,067	0,008
Påkjøringsramper	34	9	0,025	0,091	0,016
Avkjøringsramper	34	1	0,004	0,022	0,004
Påkjøringsfelt	34	18	0,026	0,048	0,008
Avkjøringsfelt	34	8	0,140	0,557	0,096
Primærveg i kryss	17	14	0,057	0,084	0,020
Sekundærveg i kryss	15	0	0,000	0,000	0,000
Plankryss	38	12	0,027	0,064	0,010
Hele kryss	17	62	0,064	0,056	0,014

Elementgruppen som skiller seg ut er avkjøringsfeltene som har den høyeste ulykkesfrekvensen av alle elementgruppene.

I motsetning til kløverbladkryss har avkjøringsrampene i ruterkryss en lav ulykkesfrekvens. Denne forskjellen kan tyde på at utformingen av avkjøringsramper i ruterkryss er mer trafikksikker enn utformingen av avkjøringsramper i kløverbladkryss. Avkjøringsrampene i ruterkryss er strake, mens avkjøringsrampene i kløverbladkryss har en kurve. Det er derfor mulig at for høy fart inn i en avkjøringsrampe i ruterkryss ikke gir like stor sannsynlighet for utforkjøring som i kløverbladkryss, siden avkjøringsrampen er strak og ikke har noen kurver.



En grafisk sammenligning av de ulike ulykkesfrekvensene viser hvor forskjellige er størst for de ulike krysstypene. Figuren nedenfor viser ulykkesfrekvens med usikkerhet for de ulike elementene, usikkerheten illustreres av de svarte strekene på stolpene i figuren. Tallene over stolpene i figuren representerer antall elementer i gruppen, der antall elementer er likt for kløverblad- og ruterkryst vises bare et tall.



Figur 6-5: ulykkesfrekvens for elementer i ruterkryst og kløverbladkryss

For begge krysstyper er ulykkesfrekvensen størst for avkjøringsfeltene, det samsvarer med resultatet for alle krysstypene der også denne ulykkesfrekvensen ble høyest. Den største forskjellen i ulykkesfrekvens er for avkjøringsramperne, der ruterkryst har sin nest laveste ulykkesfrekvens mens kløverbladkryss har sin nest høyeste.

Siden det er elementene avkjøringsfelt og avkjøringsramper som skiller seg ut i denne sammenligningen, er det disse det vil bli fokusert mest på videre i oppgaven. Elementgruppen primærveg i kryss vil det også bli fokusert på, siden ulykkesfrekvensen for denne gruppen er blant de største for ruterkryst, kløverbladkryss og alle krysstypene.

### 6.4.2 Avkjøringsfelt

Lengdekravene til avkjøringsfeltene til kløverbladkryss og ruterkryss er ulike for fartsgrense 90 km/t og oppover (SVV, 2008a). For kløverbladkryss er lengdekravet større enn for ruterkryss for disse fartsgrensene.

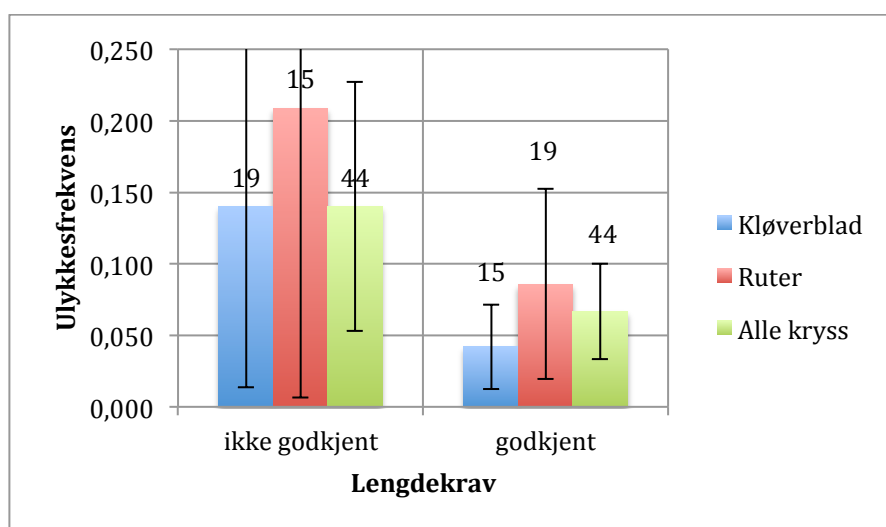
Tabell 6-10: ulykkesfrekvens, avkjøringsfelt lengdekrav

Krysstype	Lengdekrav	N	$U_f$	S	$\Delta U_f$
Kløverblad	ikke godkjent	19	0,140	0,551	0,126
	godkjent	15	0,042	0,114	0,030
Ruter	ikke godkjent	15	0,209	0,784	0,202
	godkjent	19	0,086	0,290	0,066
Alle kryss i utvalget	ikke godkjent	44	0,140	0,577	0,087
	godkjent	44	0,067	0,222	0,033

Tabellen indikerer at det er en forskjell i ulykkesfrekvens for avkjøringsfelt som oppfyller kravet til lengde og for avkjøringsfelt som ikke gjør det. Det virker med andre ord som at det er fordelaktig å innfri lengdekravet, men antall avkjøringsfelt er for få til å trekke en konklusjon.

Av de til sammen 88 avkjøringsfeltene er det kun i 13 av dem at ulykker har inntruffet. Det er spesielt to avkjøringsfelt som skiller seg ut med høy ulykkesfrekvens. Et av disse avkjøringsfeltene har godkjent lengdekrav, mens det andre ikke oppfyller kravet til lengde. Disse avkjøringsfeltene kan forklare den store usikkerheten i materialet.

Forskjellen i ulykkesfrekvens for oppfylt lengdekrav eller ikke vises i figuren under, der de svarte strekene symboliserer usikkerheten til ulykkesfrekvensen mens tallene over stolpene representerer antall elementer i den aktuelle kategorien.



Figur 6-6: ulykkesfrekvens, avkjøringsfelt lengdekrav

En annen utforming som virker fordelaktig for kløverbladkryss er to felt i kjøreretningen på primærvegen istedenfor ett felt, men også her er utvalget for lite til å si noe sikkert. For ruterkryss derimot har ett felt i kjøreretning lavere ulykkesfrekvens enn to felt.

Tabell 6-11: ulykkesfrekvens, avkjøringsfelt antall felt

Krysstype	Antall felt i kjøreretning	N	$U_f$	S	$\Delta U_f$
Kløverblad	1	20	0,121	0,539	0,121
	2	14	0,063	0,116	0,031
Ruter	1	15	0,089	0,327	0,084
	2	19	0,181	0,694	0,159

Forskjellen i ulykkesfrekvens for antall felt i kjøreretningen kan være i sammenheng med ulykkesfrekvensen for oppfyllelse av lengdekravet. Hvis avkjøringsfeltene på primærveger med to felt i kjøreretningen er de samme som oppfyller lengdekravene, er det umulig å si om det er antall felt, oppfyllelse av lengdekravet og/eller begge som virker fordelaktig for utformingen.

Tabell 6-12: avkjøringsfelt fordelt på antall felt og godkjent lengdekrav

Krysstype	Lengdekrav	Antall felt i kjøreretning		Totalt
		1 felt	2 felt	
Kløverblad	ikke godkjent	8	11	19
	godkjent	12	3	15
Ruter	ikke godkjent	6	9	15
	godkjent	9	10	19

Tabellen over viser at for begge krysstyper er det ingen klar overvekt av avkjøringsfelt med godkjent lengde og to felt i kjøreretningen på primærveg. Det virker derfor som om både godkjent lengdekrav og to felt i kjøreretning på primærveg er fordelaktig for avkjøringsfeltene i kløverbladkryss. Mens det for ruterkryss virker fordelaktig med godkjent lengdekrav og ett felt i kjøreretningen. Igjen må det presiseres at antallet avkjøringsfelt er for lite til å si noe sikkert.

### 6.4.3 Avkjøringsramper

Rampene i kløverbladkryss og i ruterkryss har ulik utforming. Siden ulykkesfrekvensen for avkjøringsramper i kløverbladkryss er høyere enn i ruterkryss er det en mulighet at det nettopp er utformingen som er årsaken til dette, men det er kun antagelser.

Avkjøringsfeltet brukes til å retardere til ønsket hastighet før avkjøringsrampen. For høy hastighet inn i en avkjøringsrampe kan føre til utforkjøring. Av de til sammen 9 ulykkene som har funnet sted på avkjøringsramper i ruterkryss og kløverbladkryss, er 7 av dem kategorisert som utforkjøringsulykker.

Et for kort avkjøringsfelt kan gi føreren for liten strekning til å redusere farten på slik at hastigheten på kjøretøyet blir for høy inn i avkjøringsrampen. En inndeling av avkjøringsrampene, etter krysstype og oppfyllelse av lengdekrav til avkjøringsfelt, ga følgende resultater for ulykkesfrekvens:

Tabell 6-13: ulykkesfrekvens, avkjøringsramper

Krysstype	Lengdekrav avkjøringsfelt	N	$U_f$	S	$\Delta U_f$
Kløverblad	Ikke godkjent	18	0,134	0,568	0,134
	godkjent	16	0,041	0,126	0,032
Ruter	Ikke godkjent	15	0,000	-	-
	godkjent	19	0,007	0,030	0,007

Selv om usikkerheten er stor og utvalget sannsynligvis er for lite til å si om forskjellen er statistisk signifikant, indikerer resultatene at ramper i kløverbladkryss med tilhørende avkjøringsfelt som ikke oppfyller lengdekravet har en høyere ulykkesfrekvens enn ramper med avkjøringsfelt som oppfyller lengdekravet.

For avkjøringsrampene i kløverbladkryss er det kun i 3 av dem det har skjedd ulykker, og det er spesielt en avkjøringsrampe med høy ulykkesfrekvens. Dette kan forklare den høye usikkerheten, samtidig svekker det sannsynligheten av resultatene.

Det er kun en ulykke som har funnet sted på avkjøringsrampe i ruterkryss. Forskjellene i ulykkesfrekvens for ramper med tilhørende avkjøringsfelt som oppfyller lengdekrav eller ikke blir derfor for små til å kommenteres.

#### 6.4.4 Påkjøringsfelt

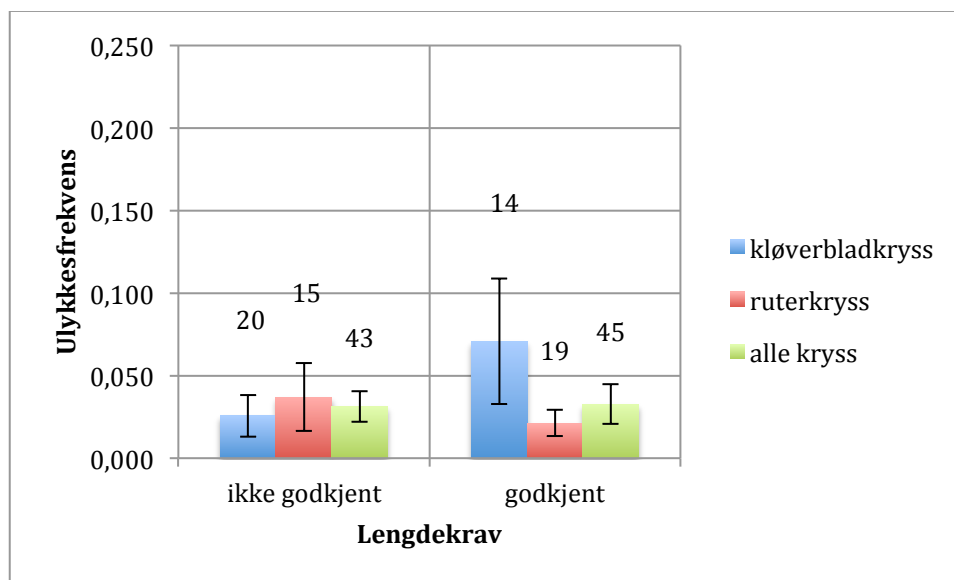
Lengdekravet til påkjøringsfeltene er det samme for ruter- og kløverbladkryss og avhenger av om sekundærvegen er plassert over eller under primærvegen.

Påkjøringsfelt med godkjent og ikke godkjent lengde ble sammenlignet for å finne ut om oppfyllelse av kravet påvirker ulykkesfrekvensen.

Tabell 6-14: ulykkesfrekvens, påkjøringsfelt lengdekrav

Krysstype	Lengdekrav	N	$U_f$	S	$\Delta U_f$
Kløverblad	ikke godkjent	21	0,026	0,058	0,013
	godkjent	13	0,071	0,137	0,038
Ruter	ikke godkjent	10	0,037	0,057	0,021
	godkjent	24	0,021	0,040	0,008
Alle kryss i utvalget	ikke godkjent	43	0,031	0,061	0,009
	godkjent	45	0,033	0,081	0,012

Resultatene indikerer at oppfylt lengdekrav i påkjøringsfelt gir en lavere ulykkesfrekvens for ruterkryss. For kløverbladkryss derimot virker trenden å være motsatt. For påkjøringsfeltene til alle kryssene ser det ikke ut til at oppfylt lengdekrav har noen effekt. Resultatene er dermed for varierte til å påvise en sammenheng mellom tilfredsstillende av lengde i påkjøringsfelt og ulykkesfrekvens.



Figur 6-7: ulykkesfrekvens, påkjøringsfelt lengdekrav

Figuren over viser ulykkesfrekvens med usikkerhet for godkjent og ikke godkjent lengdekrav. Tallene på stolpene viser antall kryss i kategorien. De svarte strekene representerer usikkerheten til ulykkesfrekvensene.

Antall felt i kjøreretningen på primærvegen kan muligens påvirke ulykkesfrekvensen i påkjøringsfeltene. Med to felt i en kjøreretning på primærveg kan kjøretøy i det innerste feltet kjøre gjennom krysset uten å måtte flette med andre kjøretøy fra påkjøringsfeltet.

**Tabell 6-15: ulykkesfrekvens, påkjøringsfelt antall felt**

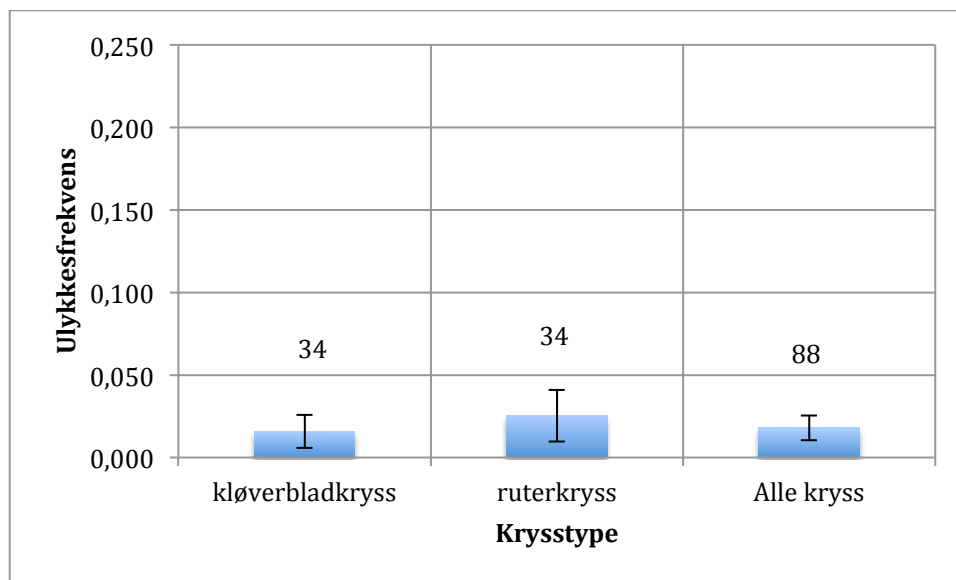
Krysstype	Antall felt i kjøreretning	N	$U_f$	S	$\Delta U_f$
Kløverblad	1	19	0,031	0,064	0,015
	2	15	0,058	0,128	0,033
Ruter	1	19	0,024	0,048	0,011
	2	15	0,028	0,048	0,012

For ruterkryss er det nesten ingen forskjell i ulykkesfrekvens knyttet til antall felt, mens resultatene for kløverbladkryss indikerer en lavere ulykkesfrekvens for ett felt enn for to felt i kjøreretningen.

Resultatene indikerer at oppfyllelse av lengdekrav og antall felt i kjøreretningen har en innvirkning på ulykkesfrekvensen i påkjøringsfeltene i kløverbladkryss, men ikke i ruterkryss. Igjen er utvalget for lite til å trekke noen konklusjoner.

### 6.4.5 Påkjøringsramper

Ulykkesfrekvensen for påkjøringsrampene er lav for kløverbladkryss og ruterkryss. Også ulykkesfrekvensen for alle kryss er lav. Dette vises i figuren under, der de svarte strekene representere usikkerheten og tallene over stolpene står for antall kryss i kryssgruppen.



Figur 6-8: ulykkesfrekvens, påkjøringsramper

For påkjøringsramper er ulykkesfrekvensen for ruterkryss høyere enn kløverbladkryss. I påkjøringsfelt er det motsatt. Ulykker i påkjøringsramper og påkjøringsfelt kan ha en sammenheng siden disse elementene i noen tilfeller har en glidende overgang. Dette kan forklare de motsatte trendene i ulykkesfrekvens for ulike krysstyper for påkjøringsfelt og påkjøringsramper. Som figuren over viser er usikkerhetene store og frekvensene små, så det kan ikke stadfestes om det faktisk er en forskjell i ulykkesfrekvens eller ikke.

Den gjennomgående lave ulykkesfrekvensen i påkjøringsrampene kan skyldes at de fleste kjøretøy har en lav hastighet i det de kjører inn i påkjøringsrampene og at det meste av akselereringen foregår i påkjøringsfeltene.

### 6.4.6 Plankryss

En stor del av ulykkene har forekommet i plankryssene. Tabellen under viser ulykkesfrekvens for de ulike plankryssene.

Tabell 6-16: ulykkesfrekvens, plankryss

Krysstype	Type plankryss	N	$U_f$	S	$\Delta U_f$
Kløverblad	X-kryss	3	0,100	0,130	0,075
	T-kryss	20	0,046	0,063	0,014
	fletting	0	-	-	-
	rundkjøring	11	0,010	0,024	0,007
Ruter	X-kryss	10	0,033	0,073	0,023
	T-kryss	12	0,010	0,031	0,009
	fletting	0	-	-	-
	rundkjøring	16	0,036	0,076	0,019
Alle kryss i utvalget	X-kryss	13	0,048	0,088	0,024
	T-kryss	42	0,030	0,052	0,008
	fletting	2	0,000	-	-
	rundkjøring	32	0,026	0,061	0,011

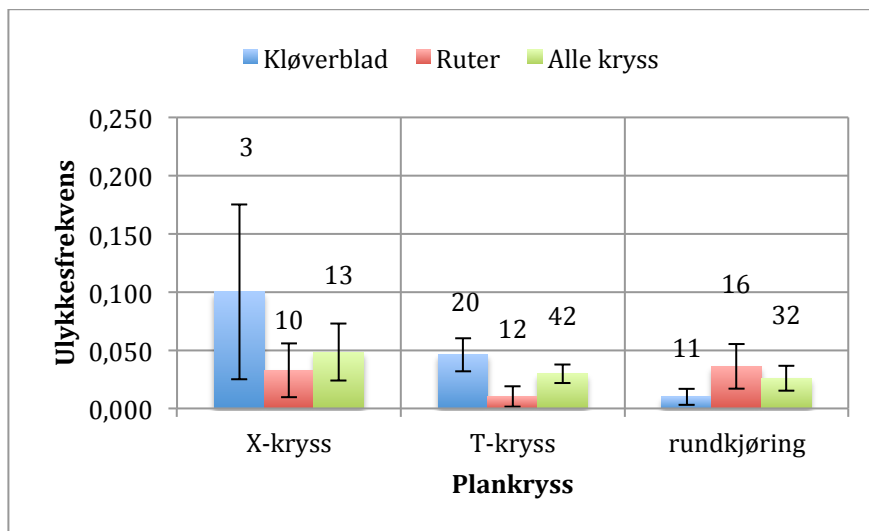
For ruterkryssene kommer T-kryss best ut, mens det for kløverbladkryss og totalt sett virker som at rundkjøring er det mest fordelaktige plankrysset. Utvalget for alle kryss er det største så resultatet for alle kryss er også det mest troverdige, og det styrker indikasjonen på at rundkjøring er et gunstig valg av plankryss.

Forskjellen i ulykkesfrekvens for de ulike plankryssene i krysstypene ruter og kløverblad, kan skyldes den ulike utformingen av avkjøringsrampene i disse kryssene. Avkjøringsrampene i kløverbladkryss har kurver som kan påvirke til en større fartsreduksjon før plankryss, i motsetning til ruterkryss der avkjøringsrampene er strake. Dette kan forklare forskjellen i ulykkesfrekvens mellom ruterkryss og kløverbladkryss der rundkjøring er brukt som plankryss. Ruterkryss har en høyere ulykkesfrekvens for rundkjøringer enn kløverbladkryss.

For plankrysstypene X-kryss og T-kryss er ulykkesfrekvensen høyere i kløverbladkryss enn i ruterkryss. For kløverbladkryss er det kun tre X-kryss og det blir derfor for få kryss til å kunne sammenligne dem med X-kryss i ruterkryssene. Forskjellen for ulykkesfrekvensen i T-kryssene kan forklares med at ruterkryss er oversiktlige og at fartsreduksjon i rampene ikke spiller like stor rolle for T-kryss som for rundkjøringer.



Fletting har lavest ulykkesfrekvens, men utvalget består bare av to plankryss med fletting så denne ulykkesfrekvensen er irrelevant. I figuren under er fletting utelatt siden det ikke har forekommet noen ulykker i denne typen plankryss. Tallene over stolpene i figuren viser antall plankryss i den aktuelle kategorien, mens de svarte strekene representerer usikkerheten i tallmaterialet.



Figur 6-9: ulykkesfrekvens, plankryss

### 6.4.7 Primærveg i kryss

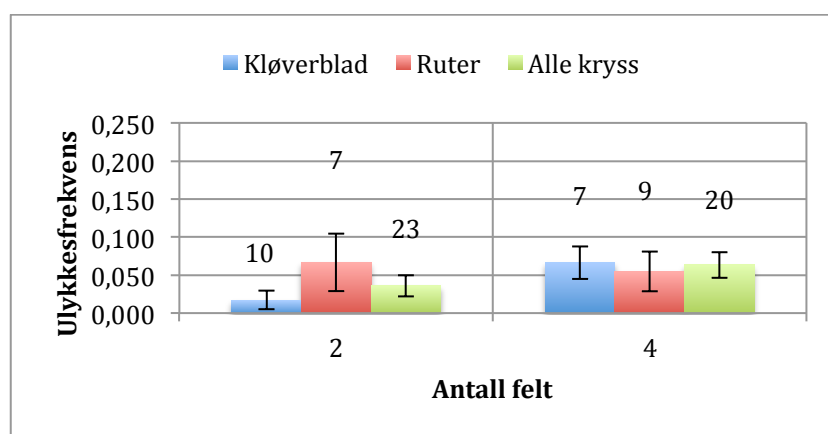
Ulykkesfrekvensen i primærveg i kryss kan påvirkes av flere faktorer. I det følgende er det sett på antall felt i kjøreretning, fartsgrense og plassering av sekundærveg.

Tabell 6-17: ulykkesfrekvens, antall felt for primærveg i kryss

Krysstype	Antall kjørefelt	N	$U_f$	S	$\Delta U_f$
Kløverblad	2	10	0,017	0,039	0,012
	3	0	-	-	-
	4	7	0,067	0,057	0,022
Ruter	2	7	0,067	0,100	0,038
	3	1	0,000	-	-
	4	9	0,055	0,078	0,026
Alle kryss i utvalget	2	23	0,036	0,068	0,014
	3	1	0,000	-	-
	4	20	0,063	0,076	0,017

Resultatet indikerer at to felt i kjøreretningen gir lavere ulykkesfrekvens enn fire felt i kjøreretningen. Særlig for kløverbladkryss er denne trenden synlig, mens forskjellen for alle kryss er mindre markant. For ruterkryss er trenden motsatt, men forskjellen i ulykkesfrekvens er svært liten.

I figuren under er primærveger med tre felt utelatt, siden det ikke har forekommet noen ulykker på denne type veg og det kun er et kryss med primærveg med tre felt. Figuren under viser usikkerheten i form av de svarte strekene på stolpene og antall elementer i elementgruppen vises i form av tallene over stolpene.



Figur 6-10: ulykkesfrekvens, antall felt for primærveg i kryss

Tidligere i oppgaven ble antall felt i kjøreretning analysert for hele krysset og ikke bare primærvegen som det er gjort her. Resultatet i denne analysen er muligens mer troverdig siden ulykkene i plankryss og på ramper er utelatt. På den andre siden kommer ikke ulykker i på- og avkjøringsfelt med i denne analysen, dette er ulykker som kan ha blitt påvirket av antall felt.

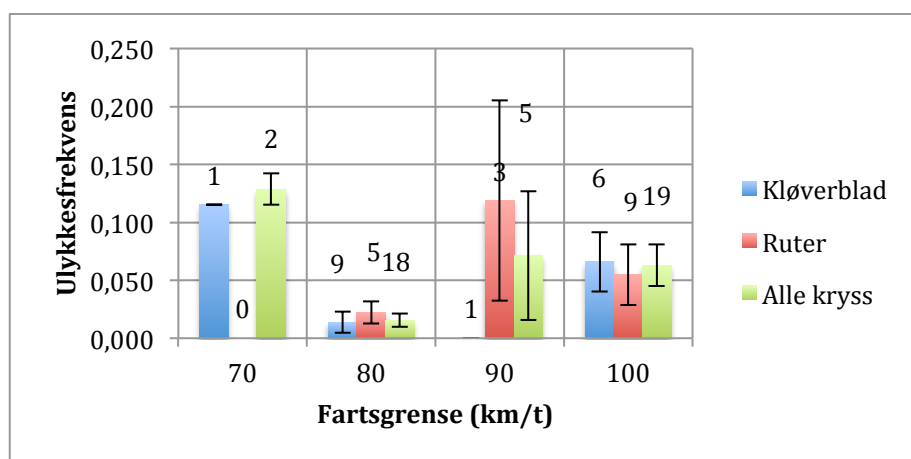
Ulykker i på- og avkjøringsfelt kan også ha blitt påvirket av fartsgrensen på primærvegen. Nedenfor vises en sammenligning av ulykkesfrekvens for primærveg med ulike fartsgrenser.

Tabell 6-18: ulykkesfrekvens, fartsgrense for primærveg i kryss

Krysstype	Fart (km/t)	N	$U_f$	S	$\Delta U_f$
Kløverblad	70	1	0,115	-	-
	80	9	0,014	0,028	0,009
	90	1	0,000	,	0,000
	100	6	0,066	0,062	0,025
Ruter	70	0	-	-	-
	80	5	0,022	0,021	0,010
	90	3	0,119	0,150	0,086
	100	9	0,055	0,078	0,026
Alle kryss i utvalget	70	2	0,129	0,019	0,013
	80	18	0,016	0,024	0,006
	90	5	0,071	0,124	0,056
	100	19	0,063	0,078	0,018

Også her er det en motsatt trend av hva analysen for hele krysset ga. Fartsgrense 80 km/t ser ut til å gi en lavere ulykkesfrekvens enn fartsgrense 100 km/t. For de resterende fartsgrensene er utvalget så lite at ulykkesfrekvensene ikke kommenteres videre.

Figuren under illustrerer trenden, de svarte strekene som representerer usikkerheten viser at usikkerheten er stor. Tallene over stolpene viser antall elementer i gruppen, og det er gruppene med færrest elementer for har høyest ulykkesfrekvens.



Figur 6-11: ulykkesfrekvens, fartsgrense for primærveg i kryss

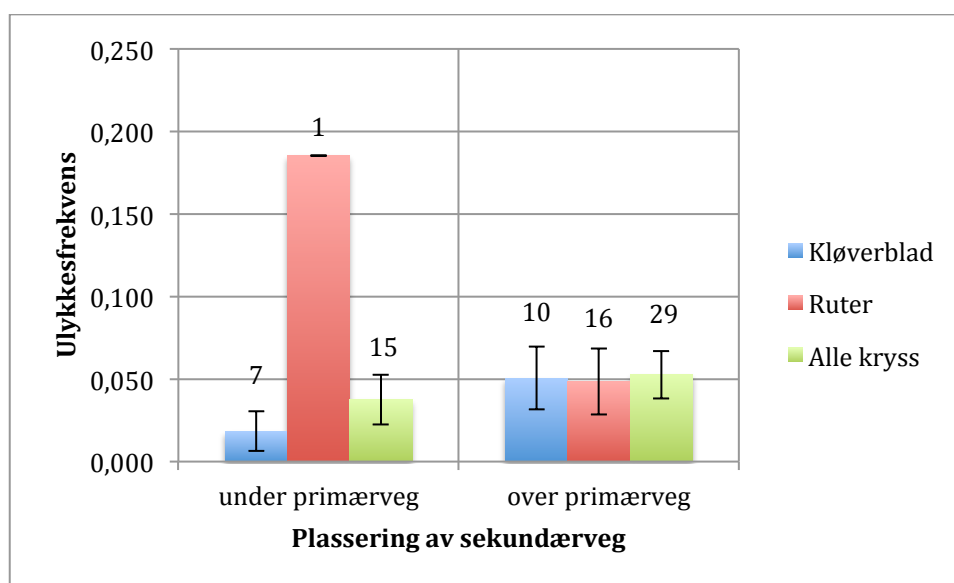
Resultatene for fartsgrense og antall felt korrelerer til en viss grad, siden alle kryss med fartsgrense 100 km/t på primærvegen har 4-feltsveg. Alle kryss som har 4-feltsveg har derimot ikke fartsgrense 80 km/t.

Resultatene for plasseringen av sekundærveg som vises i tabellen under indikerer at plassering av sekundærveg over primærveg er best med hensyn på ulykkesfrekvens. Dette samsvarer med resultatene fra tidligere der ulykkesfrekvens for hele krysset ble brukt.

Tabell 6-19: ulykkesfrekvens, plassering av sekundærveg for primærveg i kryss

Krysstype	Øverste veg	N	$U_f$	S	$\Delta U_f$
Kløverblad	primærvg	7	0,019	0,032	0,012
	sekundærveg	10	0,051	0,060	0,019
Ruter	primærvg	1	0,185	-	-
	sekundærveg	16	0,048	0,080	0,020
Alle kryss	primærvg	15	0,038	0,058	0,015
	sekundærveg	29	0,053	0,078	0,014

Som figuren under illustrerer har ruterkryss en motsatt trend i ulykkesfrekvens enn de andre krysstypene. Kun et av ruterkryssene har sekundærvegen plassert under sekundærvegen, så denne forskjellen blir derfor uvesentlig siden den skyldes kun et kryss. I figuren under er usikkerheten representert av de svarte strekene på stolpene, mens tallene over stolpene viser antall elementer i den gitte kategorien.



Figur 6-12: ulykkesfrekvens, plassering av sekundærveg for primærveg i kryss

Plassering av sekundærveg har sannsynligvis liten betydning for ulykker på primærveg siden det ikke har en direkte innvirkning på den gjennomgående trafikken i krysset.

## 6.5 Type ulykker og skadegrad

Fordelingen av ulike ulykkestyper i de forskjellige delene av krysset vises i tabellen nedenfor:

Tabell 6-20: ulykkestyper i kryss

Ulykkestype	Avkjørings felt- og rampe		Påkjørings felt- og rampe		Primærveg i kryss		Plankryss og sekundærveg i kryss	
	U	%	U	%	U	%	U	%
00-09, andre	1	3 %	1	2 %	0	0 %	5	7 %
14, påkjøring bakfra	10	27 %	21	37 %	12	36 %	15	20 %
10-13+15-19, feltskifte	7	19 %	7	12 %	7	21 %	3	4 %
20-29, møteulykke	3	8 %	6	11 %	1	3 %	3	4 %
30-39, avsv. fra samme kjøreretn.	1	3 %	1	2 %	0	0 %	0	0 %
40-49, avsv. fra motsatte kjøreretn.	0	0 %	1	2 %	0	0 %	26	35 %
50-59, kryssende kjøreretn. u. Avsv.	0	0 %	0	0 %	0	0 %	5	7 %
60-69, kryssende kjøreretn. m. Avsv.	0	0 %	1	2 %	0	0 %	8	11 %
72-89, fotgjengerulykke	0	0 %	1	2 %	0	0 %	3	4 %
90-99, utforkjøring	15	41 %	18	32 %	13	39 %	7	9 %
Totalt	37	100 %	57	100 %	33	100 %	75	100 %

Ulykkestypene som skiller seg ut er påkjøring bakfra og utforkjøring. En lignende tabell er presentert i Håndbok 115, her er det de samme ulykkestypene som skiller seg ut (SVV, 2007).

De ulike ulykkene er prissatt ut fra fartsgrense på stedet og type ulykke. Tabellen under viser gjennomsnittlig skadekostnad for de ulike krysstypene. I tabellen er SK1 skadekostnadene beregnet ut fra type ulykke og fartsgrense, mens SK2 er skadekostnadene beregnet ut fra skadegrad til personer som har blitt skadd i de ulike ulykkene.

**Tabell 6-21: skadekostnad for ulike krysstyper**

Type kryss	Antall kryss	Gjennomsnittlig skadekostnad (kr/kjt gjennom krysset)	
		SK1	SK2
Kløverblad	17	0,240	0,139
Ruter	17	0,220	0,167
Trompet	3	0,226	0,051
Ruter/kløverblad	2	0,366	0,177
Trompet/ kløverblad	1	0,000	0,000
Hank	3	0,062	0,023
Trompet/ruter	1	0,284	0,087
Totalt	44	0,220	0,133

Igen er det interessant av se på krysstypene kløverbladkryss og ruterkryss siden dette er krysstypene det er flest av. Kløverbladkryssene har en litt høyere SK1 enn ruterkryssene, men forskjellen er veldig liten. For SK2 er det motsatt, her er skadekostnaden størst for ruterkryssene.

Skadekostnadene beregnet etter type ulykke og fartsgrense på stedet gir en gjennomgående høyere skadekostnad enn skadekostnadene beregnet etter skadegrad.

Skadekostnadene beregnet etter skadegrad gir nok den mest troverdige kostnaden siden den er beregnet etter skadde i ulykkene. Skadekostnadene beregnet etter type ulykke er basert på gjennomsnittlige kostnader for ulike ulykker og er derfor mer usikre.

Forskjellen i skadekostnad for ruterkryss og kløverbladkryss kan forklares ved å se på alvorlighetsgraden for de ulike krysstypene, dette blir gjort på neste side.

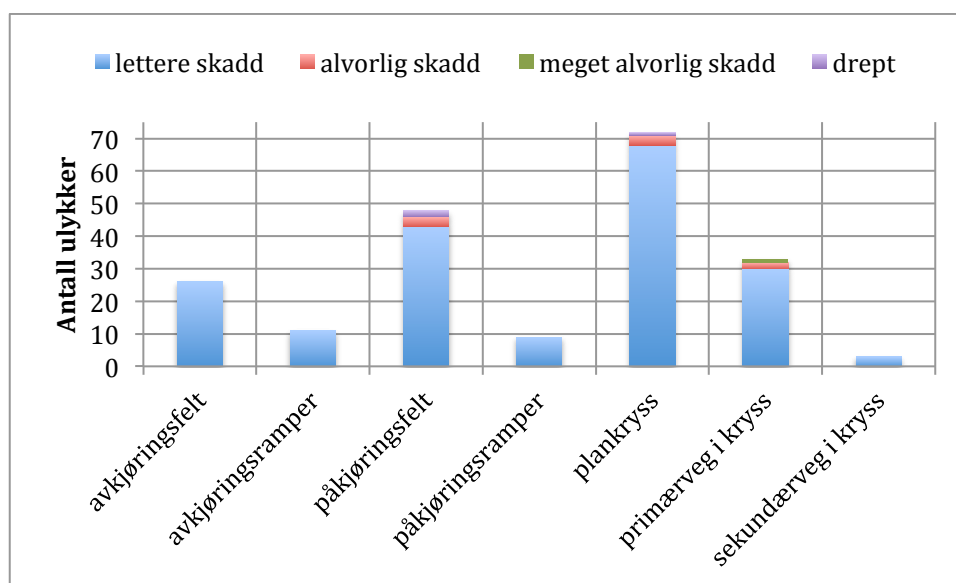
Hvor alvorlige ulykkene som har inntruffet på de ulike kryssene er kan også si noe om trafikksikkerheten i de ulike krysstypene.

Tabell 6-22: alvorlighetsgrad for ulike krysstyper

Krysstype	Alvorligste skadegrad				Ulykker totalt	Alvorlighetsgrad
	lettere	alvorlig	meget alvorlig	drept		
Kløverblad	96	3	1	0	100	4,00 %
Ruter	55	4	0	3	62	11,29 %
Hank	7	0	0	0	7	0,00 %
Trompet	9	0	0	0	9	0,00 %
Ruter/ kløver	7	1	0	0	8	12,50 %
Trompet/ kløver	0	0	0	0	0	0,00%
Trompet/ ruter	16	0	0	0	16	0,00 %
Totalt	190	8	1	3	202	5,94 %

Selv om kløverbladkryss har flere ulykker enn ruterkryss, er alvorlighetsgraden høyere i ruterkryssene. Dette samsvarer med skadekostnadene beregnet etter skadegrad som også var høyest for ruterkryss. Den høye alvorlighetsgraden for ruterkryss kan være i sammenheng med at flere ruterkryss har primærveg med fartsgrense 100 km/t enn kløverbladkryss. Ulykker i høy hastighet kan ofte gi alvorligere skader enn ulykker i lav hastighet.

Ruterkryss er den eneste krysstypen med drept som alvorligste skadegrad. To av dødsulykkene inntraff ved påkjøringsfelt og den siste i plankryss. Figuren under illustrerer hvor i kryssene ulykker med ulik alvorligste skadegrad har inntruffet.



Figur 6-13: alvorlighet fordelt på ulike elementer

Ut i fra figur 6-13 ser det ut til at det er elementene påkjøringsfelt, plankryss og primærveg i kryss som har mest å si for alvorligheten av ulykkene i et planskilt kryss. Dette er ulikt oversikten for ulykkesfrekvens for elementgruppene der det hovedsakelig var avkjøringsfelt, avkjøringsramper og primærveg i kryss som skilte seg ut.

I plankryss er det kryssende trafikkretninger, og dermed øker sannsynligheten for møteulykker. Møteulykker er ofte mer alvorlige enn ulykker mellom kjøretøy i samme retning.

I primærveg i kryss er det også mulighet for møteulykker der vegene ikke har midtdelere. Hastigheten her er også høy sammenlignet med de andre elementene, dette kan være med på å øke alvorligheten av ulykkene.

Påkjøringsfeltene har en lavere ulykkesfrekvens enn avkjøringsfeltene, men det er flere alvorlig skadde i påkjøringsfeltene enn i avkjøringsfeltene. Dette kan skyldes at kjøretøyene akselerer i påkjøringsfeltene og dermed har en høyere hastighet enn kjøretøyene i avkjøringsfeltene. Hastigheten til kjøretøyene som er involvert i en ulykke kan i stor grad påvirke skadegraden til de skadde i ulykken.



## 6.6 Sammenligning med tidligere studier

De gjennomsnittlige ulykkesfrekvensene fra 1995 er beregnet ved bruk av aritmetisk middelværdi, og kan derfor sammenlignes direkte med resultatene i denne oppgaven.

Tabell 6-23: ulykkesfrekvens for 1995 og 2013

Type kryss	U <sub>f</sub> fra 1995	U <sub>f</sub> fra 2013
Halvt kløverblad	0,08	0,083
Ruter	0,08	0,064
Dobbelt hank	0,04	0,028
Trompet	0,11	0,063
Ruter/kløverblad	0,08	0,124
Trompet/kløverblad	0,13	0,000
Trompet/ruter	0,07	0,079
Totalt	0,08	0,070

Det er noen variasjoner i ulykkesfrekvens, men for kryssutvalget totalt og for krysstypene det er flest av, ruter og kløverblad, er forskjellen i ulykkesfrekvens svært liten, fra 0,016 og mindre.

Prosjektoppgaven fra 2004 bruker kun gjennomsnittlig ulykkesfrekvens vektet på antall krysspasinger, men formelen som brukes er annerledes enn den som benyttes i denne oppgaven. Istedenfor å bruke ÅDT for hvert kryss slik det er gjort i denne oppgaven, blir den gjennomsnittlige ÅDT for krysstypen brukt i oppgaven fra 2004. Resultatene for gjennomsnittlig ulykkesfrekvens vektet på antall krysspasinger blir derfor annerledes enn de som er presentert tidligere i oppgaven. Ulykkesfrekvensene som sammenlignes i tabellen nedenfor er alle beregnet med denne metoden.

Tabell 6-24: ulykkesfrekvens for 2004 og 2013

Type kryss	U <sub>f</sub> fra 2004	U <sub>f</sub> fra 2013
Halvt kløverblad	0,119	0,106
Ruter	0,128	0,067
Dobbelt hank	0,238	0,069
Trompet	0,186	0,063
Ruter/kløverblad	0,141	0,135
Trompet/kløverblad	0,029	0,000
Trompet/ruter	ingen kryss av denne typen	0,079
Totalt	0,133	0,084

Ulykkesfrekvensene i denne sammenligningen varierer mer enn i den første, det kan forklares med at trafikk tallene i større grad blir vektlagt i denne beregningsmetoden.

Begge sammenligninger av tidligere studier viser en tendens til at ulykkesfrekvensen i planskilte kryss har gått ned. Utvalget av kryss er for lite til å trekke konklusjoner, så om ulykkesfrekvensen faktisk har gått ned kan ikke stadfestes.

34 av kryssene som denne rapporten har tatt for seg har også blitt analysert i studiene fra 1995 og 2004. Av disse 34 kryssene er 11 av kryssene fra Østfold omgjort fra 2-feltsveg til 4-feltsveg (SVV, 2008c). Også tre av kryssene fra Hedmark er blitt omgjort fra 2-feltsveg til 4-feltsveg (SVV, 2013).

Ved omgjøring av 2-feltsveg til 4-feltsveg skjer det flere endringer enn kun endring i antall kryss. Ofte blir fartsgrensen satt opp, vegen kan få midtdele, utforming på ramper kan bli endret, og lengde på av- og påkjøringsfelt kan bli lengre. Det kan derfor ikke avgjøres om det er endring i antall felt alene som er årsaken til reduseringen av ulykkesfrekvens.

En stadig utbygging av planskilte kryss kan gjøre førere av kjøretøy mer erfarne med å ferdes i denne typen kryss. Dette kan også være en forklaring på hvorfor den totale ulykkesfrekvensen har gått ned, men det er kun antagelser.

Nedgangen kan også være i sammenheng med den generelle nedgangen i ulykkesrisiko på vegnettet (Vegdirektoratet, 2009).

## 6.7 Oppsummering

Dette er en kort oppsummering av de mest fremtredende resultatene, diskusjon av resultatene kommer i neste kapittel. De fleste av resultatene som presenteres her har stor usikkerhet og de er ikke statistisk signifikante. Det er derfor viktig å se på resultatene som indikasjoner på eventuelle forskjeller og sammenhenger.

Sammenligning av krysstypene ruter og halvt kløverblad gir høyest antall ulykker og ulykkesfrekvens for halvt kløverblad. Forskjellen i ulykkesfrekvens for de to krysstypene ser ut til å ha en sammenheng med plassering av sekundærveg under primærveg, men antall kryss er for få til å si noe sikkert. Alvorlighetsgrad og skadekostnad beregnet etter skadegrad er høyest for ruterkryss. Dette indikerer at selv om ruterkryss har færre ulykker, er ulykkene som inntreffer mer alvorlige enn ulykkene i kløverbladkryss.

For alle kryss virker plassering av sekundærveg over primærveg som den mest gunstige løsningen med hensyn på ulykkesfrekvens.

Elementene avkjøringsfelt, avkjøringsramper og primærveg i kryss har de høyeste ulykkesfrekvensene av elementene. For kløverbladkryss ser det ut til å være en sammenheng mellom ulykkesfrekvensen i avkjøringsrampene og oppfylt lengdekrav i avkjøringsfeltene. Alle avkjøringsfelt antyder en positiv effekt i ulykkesfrekvens ved oppfylt krav til lengde.

Primærveg i kryss gir noe høyere ulykkesfrekvens for 4-feltsveger enn for 2-feltsveger. For kryssene som en helhet er trenden motsatt. Også for fartsgrense 80 km/t og fartsgrense 100 km/t er resultatene i ulykkesfrekvens motsatt for kryssene som en helhet og for primærveg i kryss. Det må imidlertid gjentas at forskjellen i ulykkesfrekvens ikke er statistisk signifikant.

Den totale ulykkesfrekvensen for planskilte kryss viser antydning til å ha gått ned. En forklaring på dette kan være endring i utforming av kryssene, blant annet fra 2 til 4 kjørefelt. Reduksjonen i ulykkesfrekvens kan også skyldes den generelle nedgangen av ulykkesrisiko i Norge.



## 7 Diskusjon

Nedenfor blir de ulike usikkerhetene, resultatene og valgene som er gjort underveis drøftet.

### 7.1 Generell usikkerhet

For de fleste av de presenterte ulykkesfrekvensene er usikkerheten stor og utvalget for lite til å gjøre en eventuell forskjell i ulykkesfrekvens statistisk signifikant. Ulykkesfrekvensene er i de fleste tilfeller veldig liten, ofte mindre enn 0,01, det gjør forskjellene i ulykkesfrekvenser også veldig små.

Lave ulykkesfrekvenser og tilhørende lave forskjeller i ulykkesfrekvens er selvfølgelig positivt for trafikkikkerheten, men det gjør det vanskelig å isolere eventuelle utforminger og forhold i krysset som er sikrere enn andre.

### 7.2 Usikkerhet i datagrunnlaget

I tillegg til statistiske usikkerheter kan det også være usikkerheter i selve datagrunnlaget. Ulykker kan ha blitt feilrapportert, det kan innebære feil lokalisering i NVDB slik at ulykken blir registrert i et annet element enn der den egentlig inntraff eller at ulykker i krysset egentlig har forekommet utenfor krysset. Alvorligste skadegrad og type ulykke kan også være en annen enn det som er registrert. Det er også mulig at noen ulykker ikke har blitt rapportert i det hele tatt eller ikke har blitt registrert i NVDB.

Et større utvalg ville muligens redusert disse usikkerhetene i ulykkesrapporteringene.

En annen usikkerhet i datagrunnlaget er usikkerheten til trafikkvolumene, denne er knyttet til flere forhold. I første omgang er det usikkerhet knyttet til registreringen av antall kjøretøy på vegene. Ved beregning av ÅDT kan det gjøres feilvurderinger. Tilslutt er det knyttet usikkerhet til de gjennomsnittlige beregningene som er gjort i denne oppgaven.

I NVDB var trafikk tall gitt for alle primærveger og sekundærveger og for de fleste rampene. I noen tilfeller var imidlertid ikke trafikkvolumet i rampene gitt, og i disse tilfellene ble trafikkvolumet beregnet ut fra en vektning av trafikkvolumet på primærvegen og sekundærvegen. Usikkerheten i trafikk tallene for disse rampene er nok den største for de brukte trafikk tallene. Usikkerheten er antakeligvis minst for trafikk tallene som er brukt for primærveg og sekundærveg i kryss siden disse trafikkvolumene kommer direkte fra NVDB. Det er likevel ikke sikkert at trafikkvolumene fra NVDB er korrekte for de ulike kryssene, siden også en del av disse tallene bygger på estimeringer.

Et lokalt kjennskap til trafikkforholdene rundt kryssene, samt bedre kunnskap om trafikkestimering, kunne bidratt til å minske usikkerhetene rundt de brukte trafikk tallene.

Det kan også ha skjedd feil ved innhenting og behandling av ulykkesdata til oppgaven, selv om de fleste av tallene som ble brukt ofte ble dobbeltsjekket.

### 7.3 Valg av regnemetode

Valg av regnemetode for gjennomsnittlig ulykkesfrekvens kan ha hatt en innvirkning på resultatene. Den aritmetiske metoden vektlegger ikke trafikkvolumet like mye som metoden der ulykkesfrekvensen blir vektet på antall krysspasinger. Store variasjoner i trafikkvolum påvirker derfor ikke den aritmetiske middelveiden i like stor grad som den gjennomsnittlige verdien vektet på antall krysspasinger.

### 7.4 Ulykkesfrekvens for ulike forhold og utforminger

Ulike utforminger og forhold det har blitt fokusert mest på er krysstyper, fartsgrenser, antall kjørefelt, og plassering av sekundærveg. Disse faktorene er valgt fordi de er målbare og det er liten usikkerhet knyttet til verdiene. Det er andre forhold og utforminger som kan være avgjørende for trafikksikkerheten som trafikkvolum, midtdelere, primærvegens kurvatur og kryssets plassering i terrenget. Som det har blitt diskutert tidligere er det en del usikkerhet knyttet til trafikkvolum, for de andre nevnte faktorene var det vanskelig å finne sikker informasjon om i NVDB. Disse faktorene er derfor blitt utelatt i analysen, selv om de kan ha en betydning for trafikksikkerheten i de planskilte kryssene.

### 7.5 Krysstyper

I sammenligningen av ulike krysstyper ble det valgt å gå videre med krysstypene kløverblad og ruter, siden det var flest av disse kryssene. Kløverbladkryss har en litt større ulykkesfrekvens enn ruterkryss. Da kryssene ble delt inn i flere kategorier, var det i kategorien for antall kjørefelt at kryssene viste ulike tendenser. Det er derfor mulig at årsaken til forskjellen i ulykkesfrekvens ligger her.

For ruterkryss virket 4-feltsveg som den sikreste løsningen, mens det for kløverbladkryss var 2-feltsveg som virket mest gunstig. Årsaken til denne forskjellen kan skyldes flere forhold, men det tyder på at plassering av sekundærveg kan være utslagsgivende selv om også fartsgrense kan være en viktig faktor.

Fartsgrense 100 km/t har lavere ulykkesfrekvens enn fartsgrense 80 km/t. Det er kun et kløverbladkryss med 4-feltsveg som ikke har fartsgrense 100 km/t, dette er også det eneste kløverbladkrysset med 4-feltsveg som har sekundærveg plassert under primærveg. Ved fartsgrense 100 km/t er

utformingen av krysset en annen enn ved fartsgrense 80 km/t, dette kan også forklare forskjellen i ulykkesfrekvens.

Om det er fartsgrense eller plassering av sekundærveg som er mest utslagsgivende er det vanskelig å finne ut av siden utvalget er lite. Forskjellen i ulykkesfrekvens er derimot større mellom plassering av sekundærvegen over eller under primærvegen enn mellom fartsgrense 80 km/t og 100 km/t.

## 7.6 Primærveg i kryss

Ulykkesfrekvensene for elementgruppen primærveg i kryss indikerte også at plassering av sekundærveg over primærveg er gunstig for kløverbladkryss. Men i motsetning til ulykkesfrekvensene for kryssgruppene indikerte resultatene for primærveg i kryss at fartsgrense 80 km/t ga en lavere ulykkesfrekvens enn fartsgrense 100 km/t.

I elementgruppen primærveg i kryss ble ikke ulykkene i på- og avkjøringsfelt medregnet og dette kan selvsagt påvirke ulykkesfrekvensene for både fartsgrense og plassering av sekundærveg. Siden ulykkesfrekvensen for plassering av sekundærveg over primærveg fortsatt er større enn plassering av sekundærveg under primærveg for kløverbladkryss, er det derfor mer sannsynlig at det er plasseringen av sekundærvegen og ikke fartsgrensen som er årsaken til forskjell i ulykkesfrekvens for ruterkryss og kløverbladkryss.

## 7.7 Av- og påkjøringsfelt

Av- og påkjøringsfeltene viste ulike trender ved inndeling av felt i godkjent og ikke godkjent lengdekrav. Godkjent lengdekrav så ut til å ha en positiv innvirkning på ulykkesfrekvensen i avkjøringsfeltene, mens for påkjøringsfeltene for alle kryssene så det ut til at godkjent lengdekrav ikke hadde noen innvirkning på ulykkesfrekvensen.

Det er en viss usikkerhet i de registrerte lengdene på feltene siden dette ble gjort ved bruk av bildene i ViaFoto. For påkjøringsfelt kan det være vanskeligere å måle når feltet slutter, siden det ikke har noen oppmerking der det smelter sammen med primærvegen. Avkjøringsfeltet har en klar oppmerking på vegbanen ved både start og slutt. Usikkerheten knyttet til lengdene på påkjøringsfeltene er trolig større enn usikkerheten knyttet til lengdene på avkjøringsfeltene, siden lengdemålingen av påkjøringsfeltene var mer utfordrende enn lengdemålingen av avkjøringsfeltene.

Resultatene for avkjøringsfelt er nok derfor mer troverdige enn resultatene for påkjøringsfelt. Forskjellen i usikkerheten til lengdene kan forklare forskjellen ulykkesfrekvens for godkjent og ikke godkjent lengdekrav for på- og avkjøringsfelt.

## 7.8 Ramper

Avkjøringsramper er elementgruppen med størst forskjell i ulykkesfrekvens for kløverbladkryss og ruterkryss. For kløverbladkryss er avkjøringsrampene elementgruppen med nest høyest ulykkesfrekvens, mens de for ruterkryss har den nest laveste ulykkesfrekvensen.

Avkjøringsrampene i kløverbladkryss har en annen utforming enn rampene i ruterkryss. Dette kan være en av årsakene til de ulike ulykkesfrekvensene. Resultatene for kløverbladkryss indikerte at for avkjøringsramper med felt som ikke oppfylte lengdekravet var ulykkesfrekvensen høyere enn i avkjøringsramper med felt som oppfylte lengdekravet. Dette var ikke gjeldende for ruterkryss, der ulykkesfrekvensen var så lave at det nesten ikke ble noen forskjell. Dette kan indikere at det er utformingen på rampene sammen med lengde på feltene som påvirker ulykkene på avkjøringsrampene. Så for avkjøringsramper i kløverblad virker det som om oppfylt lengdekrav på avkjøringsfeltet virker positivt på ulykkesfrekvensen.

Det kan også være andre faktorer som påvirker ulykkesfrekvensen. Det er ikke sett på plassering av sekundærveg og trafikkvolum. En sekundærveg under primærvegen vil gi en avkjøringsrampe med fall istedenfor stigning, og dermed en mindre naturlig oppbremsing som kan føre til for stor fart i rampen og ved plankryss. Stor trafikk på rampene kan føre til oppsamling ved plankryss og øke faren for påkjøring bakfra.

Ulykkene i avkjøringsramper- og felt er for det meste utforkjøringer, påkjøringer bakfra og ulykker i forbindelse med feltskifte. Dette er ulykkestyper som kan relateres til alle de nevnte faktorene. Så ulykkestypene gir ingen indikasjon på hva slags forhold de skyldes.

Påkjøringsrampene har en lavere ulykkesfrekvens enn avkjøringsrampene. Forskjellen i ulykkesfrekvens mellom påkjøringsrampene i kløverbladkryss og ruterkryss er liten, men det er ruterkryss som har den høyeste ulykkesfrekvensen. For påkjøringsfelt er det kløverbladkryss som har høyest ulykkesfrekvens av de to krysstypene. En forklaring på disse motsatte trendene kan at det er en sammenheng mellom ulykkene på ramper og felt, og at på kløverbladramperne blir ulykkene forskjøvet til påkjøringsfeltene mens det ikke er tilfelle for ruterkryss.

## 7.9 Plankryss

For de ulike typer plankryss ble resultatene forskjellige for krysstypene kløverblad og ruter. Resultatene for kløverbladkryssene samsvarte med resultatene for alle kryssene med at rundkjøring fikk den laveste ulykkesfrekvensen. Det var også det som var forventet. For ruterkryss derimot var det T-kryss som fikk lavest ulykkesfrekvens av plankryssene. Utvalget for alle kryssene er naturlig nok større enn utvalget av ruterkryss, så resultatene for alle kryssene er sannsynligvis også mer pålitelige.



## 7.10 Skadekostnad og alvorlighetsgrad

Resultatene for gjennomsnittlige skadekostnader beregnet ut fra type ulykke for de to krysstypene kløverblad og ruter, ga høyest skadekostnad for kløverbladkryss. Denne beregningen bygger på gjennomsnittlige kostnader av ulykker. Skadekostnad beregnet ut fra skadegrad gir antageligvis et mer realistisk bilde av skadekostnadene, siden dette er kostnadene av de faktiske skadene i ulykkene i kryssene. Denne skadekostnaden ble høyere for ruterkryss enn for kløverbladkryss, dette samsvarer med resultatene for alvorlighetsgrad som også var høyere for ruterkryss. Denne forskjellen kan forklares med at kløverbladkryssene har en lavere andel kryss med fartsgrense 100 km/t enn ruterkryssene.

## 7.11 Sammenligning med tidligere studier

Sammenligningen med tidligere studier av ulykkesfrekvenser i planskilte kryss indikerer at den totale ulykkesfrekvensen har gått ned. Dette er i tråd med den totale ulykkesutviklingen i Norge (Vegdirektoratet, 2009). 34 av kryssene i denne studien er også brukt i to de andre studiene, og endringer i disse kryssene kan muligens forklare nedgangen i ulykkesfrekvens.

14 av de 34 kryssene er blitt omgjort fra 2-feltsveg til 4-feltsveg. Denne ombyggingen har for de fleste kryssene også medført flere endringer som for eksempel økt fartsgrense, ny utforming av ramper, innføring av midtdele, endringer i plankryss, og endring av på- og avkjøringsfelt. Med så mange ulike faktorer er det ikke mulig å utpeke en som avgjørende for endringen i ulykkesfrekvens.

Det er mulig endringen i ulykkesfrekvens skyldes oppgraderingen av de nevnte 14 kryssene, men ut fra sammenligningen er det ikke grunnlag til å hevde dette.



## 8 Konklusjon

Antall kryss og elementer i utvalget, samt usikkerheten til de fleste ulykkesfrekvensene gir ikke grunnlag til å trekke noen endelige konklusjoner fra denne oppgaven.

Det er derimot visse indikasjoner på at plassering av sekundærveg over primærveg er en bedre løsning trafikksikkerhetsmessig enn plassering av sekundærveg under primærveg. Det er viktig å legge vekt på at dette kun er en indikasjon, og at kryssutvalget er for lite til å bekrefte denne indikasjonen.

Ulykkesfrekvensen for elementgruppen avkjøringsfelt var den høyeste for alle elementgruppene. En oppdeling av avkjøringsfelt i kategorier for godkjent og ikke godkjent krav til lengde, ga indikasjoner på at godkjent lengdekrav gir en lavere ulykkesfrekvens enn ikke godkjent lengdekrav.

For påkjøringsfelt derimot kunne det ikke påvises at oppfyllelse av lengdekravet påvirker ulykkesfrekvensen.

For plankryss på sekundærveg indikerte resultatene at rundkjøring er det mest trafikksikre løsningen. Dette samsvarer med den generelle ulykkesrisikoen i ulike kryss.

Den totale ulykkesfrekvensen for planskilte kryss ser ut til å ha gått ned. Dette er i samsvar med resten av ulykkesutviklingen i Norge.

Sammenlignet med retningslinjene i Sverige og Danmark stiller de norske retningslinjene kortere krav til både på- og avkjøringsfelt. De norske retningslinjene benytter seg kun av en type på- og avkjøringsfelt, mens de svenske og danske har flere ulike typer. Siden avkjøringsfeltene fikk høyest ulykkesfrekvens av de ulike elementene, kan det virke som at de norske kravene til lengde er for korte.



## 9 Videre arbeid

Studiet åpner for videre arbeid i flere retninger, blant annet ved å redusere den statistiske usikkerheten, redusere usikkerheten i datagrunnlaget eller gjennomføre flere analyser.

En utvidelse av kryssutvalget vil mest sannsynlig minske de statistiske usikkerhetene og øke mulighetene for å få statistisk signifikante verdier.

En grundigere gjennomgang av trafikk tallene som er gitt i NVDB, for eksempel ved å sammenligne trafikk tallene med omkringliggende trafikk tall og bebyggelse, kan redusere usikkerheten knyttet til trafikk tallene. Dette kan igjen redusere usikkerheten til datagrunnlaget, og gi sikrere ulykkesfrekvenser og skadekostnader.

Beregning av skadekostnad og alvorlighetsgrad for de ulike elementene kan bidra til å skape et klarere bilde av ulykkes situasjonen i planskilte kryss. En oversikt over ulykkestidspunkt og føreforhold kan også bidra til dette.

For å forsterke ulykkesbildet ytterligere kan det gjennomføres en før/etter-analyse. En før/etter-analyse kan bestå av å se på effekten av en endring i utforming i form av for eksempel ulykkesfrekvens før og etter endring. En adferdsundersøkelse av trafikken i krysset før og etter en endring trenger ikke å ha en like stor tidsperiode som en før/etter-analyse, og er derfor et godt alternativ til før/etter-analyse som også kan forsterke ulykkesbildet.

En videre undersøkelse av andre utforminger burde foretas for å se om disse påvirker trafikksikkerheten i kryssene. Utformingene som burde undersøkes videre kan være midtdeler, ramperadius, linjeføring på primærveg og plassering av kryss i terreng. Disse undersøkelsene bør omfatte beregning av ulykkesfrekvens, skadekostnad, alvorlighetsgrad og en før/etter-analyse.



## 10 Referanser

Blakstad, F. (1995). *Anvendt statistikk for trafikkingeniører*. Trondheim: Norges Tekniske Høgskole.

Giæver, T. (1990). *Ulykkesfrekvenser i rundkjøringer og signalregulerte kryss*. Trondheim: SINTEF.

IBM. (2013). *Independent Samples T-test*. Retrieved 04 30, 2013, from IBM SPSS Statistics Tutorial: <http://dhcp-024230.wlan.ntnu.no:64329/help/index.jsp?topic=/com.ibm.spss.statistics.tut/itrotut2.htm>

Johannessen, S. (2012). *Trafikksikkerhetsbegreper og effektanalyser*. Trondheim: NTNU.

Larsen, K. R. (2004). *Ulykker i planskilte kryss*. Institutt for bygg, anlegg og transport. Trondheim: NTNU.

SNL. (2009, 02 5). *Veikryss*. Retrieved 05 22, 2013, from Store Norske Leksion: <http://snl.no/veikryss>

SVV. (2007). *Analyse av ulykkessteder, håndbok 115*. Oslo: Vegdirektoratet.

SVV. (2013). *E& Gardermoen- Biri*. Retrieved 02 12, 2013, from Statens Vegvesen: <http://www.vegvesen.no/Europaveg/e6gardermoenbiri>

SVV. (2008c, 11 27). *E6 Østfold*. Retrieved 02 12, 2013, from Statens Vegvesen: <http://www.vegvesen.no/Vegprosjekter/e6ostfold>

SVV. (2008b). *Geometrisk utforming av veg- og gatekryss, håndbok 017*. Oslo: Vegdirektoratet.

SVV. (2008a). *Geometrisk utforming av veg- og gatekryss, håndbok 263*. Oslo: Vegdirektoratet.

SVV. (2013). *Skjema for uhellskoder*. Retrieved 01 31, 2013, from Statens vegvesen: [http://www.vegvesen.no/\\_attachment/62286/binary/16201?fast\\_title=Skjema+for+uhellskoder](http://www.vegvesen.no/_attachment/62286/binary/16201?fast_title=Skjema+for+uhellskoder)

SVV. (1992). *Veg- og gateutforming, håndbok 017*. Oslo: GCS A/S.

Trafikverket. (2004). *Referenshastighet*. Retrieved 04 30, 2013, from Trafikverket:  
[http://www.trafikverket.se/TrvSeFiler/Foretag/Bygga\\_och\\_underhalla/Vag/Va\\_gutformning/Dokument\\_vag\\_och\\_gatuutformning/Vagar\\_och\\_gators\\_utformning/Dimensioneringsgrunder/07\\_referenshastighet.pdf](http://www.trafikverket.se/TrvSeFiler/Foretag/Bygga_och_underhalla/Vag/Va_gutformning/Dokument_vag_och_gatuutformning/Vagar_och_gators_utformning/Dimensioneringsgrunder/07_referenshastighet.pdf)

Trafikverket. (2010, 03 18). *Trafikplatser*. Retrieved 02 22, 2013, from Trafikverket: <http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Vag/Utformning-av-vagar-och-gator/Vagar-och-gators-utformning/Aldre-versioner/Vagar--gators-utformning/Trafikplatser/>

Vegdirektoratet. (2009). *Nasjonal tiltaksplan for trafikksikkerhet på veg 2010-2013*. Oslo: Vegdirektoratet.

Vejdirektoratet. (2012b, 09 04). *Det nye hastighedsbegreb*. Retrieved 04 30, 2013, from Vejregler: <http://vejregler.lovportaler.dk/showdoc.aspx?docId=vd-anlaeg-hastighed2012-full>

Vejdirektoratet. (2012a, 01). *Vejdirektoratet*. Retrieved 02 22, 2013, from Toplankryds i åbne landskab:  
<http://www.vejdirektoratet.dk/DA/vejsektor/vejregler-og-tilladelser/vejregler/høringer/Documents/Høring%20-%20Åbent%20land/Grundlag%20for%20udformning%20af%20trafikarealer.pdf>

Wold, H. (1995). *Trafikkulykker i planskilte kryss*. Institutt for samferdselsteknikk. Trondheim: NTH.



## **Vedlegg:**

- 1) Kryssoversikt
- 2) Kryssoversikt med ulykkesfrekvens og skadekostnad
- 3) Lengdekrav for av- og påkjøringsfelt
- 4) Beregning av trafikkmengde
- 5) Skadekostnader for ulike ulykkestyper
- 6) Uhellskoder for ulike ulykkestyper
- 7) Ulykkesoversikt



## 1 Oversikt

Oversikt over fartsgrense, antall felt, plassering av sekundærveg og periode.

Betydning av forkortelser:

$V_p$  = fartsgrense på primærveg

$V_s$  = fartsgrense på sekundærveg

Felt = antall kjørefelt på primærveg

øv = øverste veg

p = primærveg plassert over sekundærveg

s = sekundærveg plassert over primærveg

nr	vegref.	Navn	øv	felt	periode		$V_p$	$V_s$
1	ev 6 hp77	Ingedal	p	4	2009	2013	100	70
2	ev 6 hp 78	Solberg	p	4	2009	2013	100	80
3	ev 6 hp 80	Årum	s	4	2009	2013	100	50
4	ev 6 hp81	Alvim	p	4	2009	2013	100	60
5	ev 6 hp82	Lekvoll	s	4	2009	2013	100	60
6	ev 6 hp84	Solli	s	4	2007	2013	100	60
7	ev 6 hp85	Åsgård	s	4	2007	2013	100	60
8	ev 6 hp 86	Jonsten	s	4	2006	2013	100	70
9	ev 6 hp 87	Halmstad	s	4	2006	2013	100	50
10	ev 6 hp 88	Årvoll	s	4	2005	2013	100	60
11	rv 19 hp71	Tigerplassen	s	2	2004	2013	80	50
12	ev 6 hp 71	Strandlykkja	s	2	2004	2012	80	80
13	ev 6 hp 72	Kleverud	p	2	2004	2012	80	60
14	ev 6 hp 73	Espa vegkro	p	2	2004	2012	80	80
15	ev 6 hp75	Vikselv	s	4	2010	2013	100	60
16	ev 6 hp76	Kolostuen	s	4	2010	2013	100	80
17	ev 6 hp77	Kolomoen	s	4	2010	2013	100	80
18	ev 6 hp 78	Uthus	p	2	2004	2013	80	80
19	ev 6 hp80	Åkersvika	s	2	2004	2013	80	60
20	ev 6 hp81	Vien	s	2	2004	2013	80	60
21	ev 6 hp82	Arnkvern- krysset	s	2	2004	2013	80	60
22	ev 6 hp83	Nydal	s	3	2004	2013	80	60
23	ev 6 hp85	Brumunddal	p	2	2004	2013	80	60
24	ev 6 hp86	Pellervika	s	2	2004	2013	80	80
25	ev 6 hp87	Økselrud	s	2	2004	2010	80	60
26	ev 6 hp88	Rudshøgda	s	2	2004	2013	80	50
27	ev 6 hp89	Moelv sør	p	2	2010	2013	70	60
28	rv 2 hp71	Skotterud	p	2	2004	2013	80	60
29	rv 3 hp70	Kalsveen	p	2	2008	2013	80	80
30	rv 3 hp71	Romedal	s	2	2004	2011	90	50
31	rv 3 hp72	Klevfoss	s	2	2004	2011	90	60
32	rv 3 hp82	Rena sør	s	2	2004	2013	80	50

## 1-B

nr	vegref.	navn	øv	felt	periode		V <sub>p</sub>	V <sub>s</sub>
33	rv 20 hp72	Ryenmoen	p	2	2004	2013	90	80
34	rv 20 hp73	Brandval	p	2	2005	2013	80	60
35	e6 hp87	Gran	p	4	2004	2013	100	80
36	e6 hp89	Jessheim sør	s	4	2004	2013	100	60
37	e6 hp90	Jessheim nord	s	4	2004	2013	100	80
38	e6 hp92	Hauer seter	s	4	2010	2013	100	80
39	e6 hp93	Mogreina	p	4	2010	2013	100	80
40	e6 hp94	Dal	s	4	2010	2013	100	70
41	e6 hp73	Melhus	s	2	2006	2013	90	60
42	e6 hp74	Støren	s	2	2004	2013	90	60
43	e6 hp81	Sandmoen	s	2	2004	2013	70	50
44	e6 hp84	Tonstad	p	4	2004	2013	80	60

## 2 Oversikt

Oversikt over kryssene med ulykkesfrekvens og skadekostnad.

Betydning av forkortelser:

K = halvt kløverbladkryss

R = ruterkryss

H = dobbelt hankryss

T = trompetkryss

RK = ruter/kløverbladkryss

TR = trompet/ruterkryss

TK = trompet/kløverbladkryss

t = periodelengde

F = fylke

SK1 = skadekostnad etter type ulykke

SK2 = skadekostnad etter skadegrad

F	nr	vegref.	type	t	ÅDT	U	U <sub>f</sub>	SK1	SK2
Østfold	1	ev 6 hp77	K	4	24377	2	0,056	0,147	0,071
	2	ev 6 hp 78	RK	4	26610	6	0,154	0,469	0,296
	3	ev 6 hp 80	K	4	36810	4	0,074	0,179	0,047
	4	ev 6 hp81	K	4	34312	3	0,060	0,177	0,101
	5	ev 6 hp82	R	4	36042	3	0,057	0,381	0,614
	6	ev 6 hp84	K	6	26236	6	0,104	0,295	0,132
	7	ev 6 hp85	K	6	25320	3	0,054	0,177	0,045
	8	ev 6 hp 86	T	7	33014	5	0,059	0,199	0,060
	9	ev 6 hp 87	R	7	34055	7	0,080	0,213	0,429
	10	ev 6 hp 88	R	8	45821	9	0,067	0,217	0,133
	11	rv 19 hp71	R	9	37831	8	0,064	0,200	0,071
Hedmark	12	ev 6 hp 71	K	8	12658	3	0,081	0,356	0,521
	13	ev 6 hp 72	TK	8	11758	0	0,000	0,000	0,000
	14	ev 6 hp 73	K	8	12285	1	0,028	0,035	0,018
	15	ev 6 hp75	R	3	12314	0	0,000	0,000	0,000
	16	ev 6 hp76	R	3	11811	0	0,000	0,000	0,000
	17	ev 6 hp77	T	3	13451	1	0,068	0,193	0,043
	18	ev 6 hp 78	K	9	14433	8	0,169	0,612	0,376
	19	ev 6 hp80	H	9	25479	7	0,084	0,185	0,068
	20	ev 6 hp81	R	9	23529	8	0,104	0,533	0,583
	21	ev 6 hp82	R	9	17915	4	0,068	0,281	0,064
	22	ev 6 hp83	R	9	19163	4	0,064	0,155	0,040
	23	ev 6 hp85	T	9	15104	3	0,060	0,286	0,051
	24	ev 6 hp86	K	9	17832	2	0,034	0,112	0,022
	25	ev 6 hp87	K	6	16077	1	0,028	0,059	0,018
	26	ev 6 hp88	R	9	15738	4	0,077	0,276	0,223
	27	ev 6 hp89	RK	3	19727	2	0,093	0,263	0,058
	28	rv 2 hp71	K	9	8103	2	0,075	0,174	0,047

F	nr	Vegref.	type	t	ÅDT	U	U <sub>f</sub>	SK1	SK2
Hedmark	29	rv 3 hp70	K	5	8956	1	0,061	0,223	0,077
	30	rv 3 hp71	R	7	6496	0	0,000	0,000	0,000
	31	rv 3 hp72	R	7	5900	3	0,199	0,603	0,125
	32	rv 3 hp82	K	9	7564	2	0,080	0,367	0,102
	33	rv 20 hp72	H	9	3279	0	0,000	0,000	0,000
	34	rv 20 hp73	H	8	3376	0	0,000	0,000	0,000
Akershus	35	e6 hp87	TR	9	61652	16	0,079	0,284	0,087
	36	e6 hp89	R	9	47809	5	0,032	0,089	0,024
	37	e6 hp90	K	9	26239	4	0,046	0,125	0,368
	38	e6 hp92	R	3	23001	1	0,040	0,113	0,025
	39	e6 hp93	R	3	21401	4	0,171	0,468	0,464
	40	e6hp94	R	3	23052	0	0,000	0,000	0,000
Sør-Trøndelag	41	e6 hp73	R	7	13540	2	0,058	0,202	0,036
	42	e6 hp74	K	9	8684	0	0,000	0,000	0,000
	43	e6 hp81	K	9	29912	20	0,204	0,429	0,154
	44	e6 hp84	K	9	46007	38	0,251	0,612	0,264

### 3 Lengdekrav

Lengdekrav for av- og påkjøringsfelt (SVV,2008a).

Avkjøringsfelt for ruterkryss:

Fartsgrense (km/t)	60	70	80	90	100
L1 (m)	40	50	60	70	90
L2 (m)	20	25	30	40	60
sum	60	75	90	110	150

Avkjøringsfelt for kløverbladkryss og trompetkryss:

Fartsgrense (km/t)	60	70	80	90	100
L1 (m)	40	50	60	90	130
L2 (m)	20	25	30	40	60
sum	60	75	90	130	1990

Påkjøringsfelt med sekundærveg under primærveg:

Fartsgrense (km/t)	60	70	80	90	100
L1 (m)	80	95	150	180	220
L2 (m)	20	25	30	40	60
Sum (m)	100	115	180	220	280

Påkjøringsfelt med sekundærveg over primærveg:

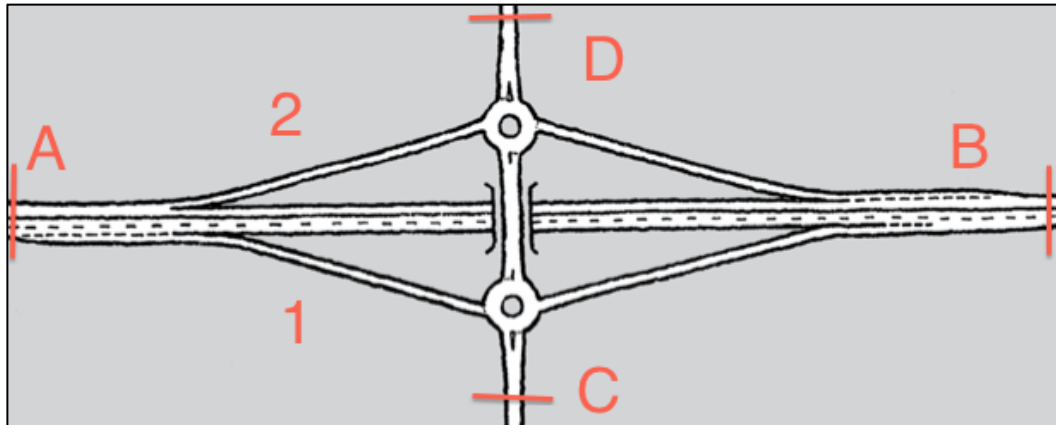
Fartsgrense (km/t)	60	70	80	90	100
L1 (m)	40	60	80	90	120
L2 (m)	20	25	30	40	60
Sum (m)	80	85	110	130	180





## 4 Regneeksempel

Figuren under viser et planskilt kryss med oppgitt ÅDT for primærveg og sekundærveg.



Figur 4-1: ruterkryss (SVV, 2008a)

Trafikktall:

Snitt A:	3000 ÅDT
Snitt B:	2000 ÅDT
Snitt C:	300 ÅDT
Snitt D:	400 ÅDT

Alle trafikktallene gir trafikkmengde for begge retninger, så i utregningene må trafikktallene deles med to.

Avkjøringsrampe 1:

$$\text{ÅDT} = \frac{\left( \frac{3000 * (400 + 300)}{400 + 300 + 2000} \right)}{2} = 389 \text{ ÅDT}$$

Påkjøringsrampe 2:

$$\text{ÅDT} = \frac{400 * \left( \frac{3000}{3000 + 2000 + 300} \right) + 300 * \left( \frac{3000}{3000 + 2000 + 400} \right)}{2} = 197 \text{ ÅDT}$$

Beregningene viser at flere kjører av en på i den venstre delen av krysset, dette stemmer siden trafikkmengden i den høyre delen er mindre enn i den venstre delen.



## 5 Skadekostnad

Tabell for skadekostnader til ulike ulykkestyper. Hentet fra håndbok 115; analyse av ulykkessteder.

Tabell B1. 1: Skadekostnad pr ulykke (mill 2005-kr) for ulykkeskategorier gruppert etter fartsgrense. Beregnet med grunnlag i tall fra STRAKS-ulykkesregisteret 1999-2003

Ulykkestype	Fartsgrense (km/t)							
	30	40	50	60	70	80	90	100
<b>14, 30, 32</b>								
Påkjøring bakfra (inkl i kryss)	1,24	1,31	1,40	1,72	1,80	2,08	2,45	4,13
<b>10-13, 15-19</b>								
Parallele kjøreretninger for øvrig	1,01	1,67	2,06	2,36	2,18	2,33	2,62	2,38
<b>20-29</b>								
Møteulykker	1,92	2,94	2,94	4,50	7,45	7,45	14,77	14,77**
<b>31, 33-39, 40-69 + stedforhold = 4</b>								
Kollisjon i rundkjøring	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	-	-
<b>31, 33-39, 40-69 + stedforhold ≠ 4</b>								
Kollisjon i andre kryss	1,40	1,54	1,66	2,31	2,67	3,65	3,97	3,97**
<b>70-89</b>								
Fotgjengerulykke	2,29	2,43	2,62	4,33	5,75	6,48	7,67	7,67**
<b>Alle ulykker med sykkel implisert eks fotgj.ulykker</b>								
Sykkelulykke	1,49	1,24	1,60	2,34	3,74	5,20	6,02*	6,02**
<b>0-8, 90-99</b>								
Ulykke med enslig kjøt	2,49	2,37	2,62	2,89	3,20	3,38	4,10	2,85
<b>09</b>								
Øvrige ulykker	2,22	1,36	2,49	2,85	4,21	3,89	4,91	4,91**
Gjennomsnitt	1,84	1,87	2,03	2,75	3,51	4,05	6,02	-

\* Ikke beregnet på grunn av < 10 ulykker. Gjennomsnittet for alle ulykkestyper er benyttet.  
 \*\* Ikke beregnet på grunn av < 10 ulykker. Verdien for fartsgrense 90 km/t er benyttet.



## Type Uhell

## Uhellskoder

Samme kjøreretning	10-19	Uhell mellom kjøretøy med samme kjøreretning	10	Forbikjøring	11	Skifte av felt til venstre	12	Skifte av felt til høyre	13	Kjøring i parallelle kjørefelt forover	14	Påkjøring bakfra	15	Oppstartning fra stanset eller parkert stilling	16	Påkjøring av forankjørende ved skifte av felt til venstre	17	Påkjøring av forankjørende ved skifte av felt til høyre	19	Uhell med uklart forløp mellom kjøretøy med samme kjøreretning				
Motsatt kjøreretning	20-29	Uhell ved møting	20	Møting på rett veggstrekning	21	Møting i kurve	22	Møting under forbikjøring på rett veggstrekning	23	Møting under forbikjøring i høyrekurve	24	Møting under forbikjøring i venstrekurve	25	Møting under forbikjøring eller parkert kjøretøy	26	Oppstartning fra stanset eller parkert stilling	29	Uhell med uklart forløp ved møting	39	Uhell med uklart forløp ved avsvingning fra samme kjøreretning				
Kryssende kjøreretning	30-39	Uhell ved anvisning fra samme kjøreretning	30	Påkjøring bakfra ved høyresving	31	Påkjøring for overig ved høyresving	32	Påkjøring bakfra ved venstresving	33	Påkjøring foroverig ved venstresving	34	Påkjøring ved vending foran kjørende i samme retning	35	Påkjøring av kjørende fra fortau eller G/S-veg ved høyresving	36	Påkjøring av kjørende fra fortau eller G/S-veg ved venstresving	49	Uhell med uklart forløp ved avsvingning fra motsatt kjøreretning	59	Uhell med uklart forløp ved kryssende kjøreretning uten at noen kjøretøy foretar avsvingning				
	40-49	Uhell ved anvisning fra motsatt kjøreretning	40	Venstresving foran kjørende i motsatt retning	41	Anvisning i samme retning	42	Avsvingning i hver sin retning	43	Vending foran kjørende i motsatt retning	44	Høyresving foran kjørende i motsatt retning fra fortau eller G/S-veg	45	Venstresving foran kjørende i motsatt retning fra fortau eller G/S-veg	55	Kjørende fra fortau eller G/S-veg krysset kjørebanelen utenfor krysset	69	Uhell med uklart forløp ved kryssende kjøreretning hvor ett eller begge kjøretøy foretar avsvingning						
Fotgjenger/akende	50-59	Uhell hvor kryssende kjøreretninger uten at noen kjøretøy foretar avsvingning	50	Kryssende kjøreretninger	51	Forbikjøring på venstre side i kryss eller avkjørsel	52	Forbikjøring på høyre side i kryss eller avkjørsel	53	Kjørende fra fortau eller G/S-veg krysset kjørebanelen på trossiden av krysset	54	Kjørende fra fortau eller G/S-veg krysset kjørebanelen på bortsiden av krysset	65	Samtidig venstresving	66	Samtidig høyresving	79	Uhell med uklart forløp hvor fotgjenger krysset kjørebanelen	89	Uhell hvor fotgjenger gikk langs eller oppholdt seg i kjørebanelen				
	60-69	Uhell ved kryssende kjøreretninger hvor ett eller begge kjøretøy foretar avsvingning	60	Høyresving foran kjørende i samme retning	61	Høyresving foran kjørende i motsatt retning	62	Høyresving foran venstresvingende kjøretøy	63	Venstresving foran kjørende i samme retning	64	Venstresving foran kjørende i motsatt retning	75	Samtidig venstresving	76	Fotgjenger krysset kjørebanelen i kryss bak parkert eller stanset kjøretøy	77	Fotgjenger krysset kjørebanelen utenfor kryss bak parkert eller stanset kjøretøy	88	Uhell med uklart forløp hvor fotgjenger gikk langs eller oppholdt seg i kjørebanelen				
Utforkjøring	70-79	Uhell hvor fotgjenger krysset kjørebanelen	70	Fotgjenger krysset kjørebanelen på bortsiden av krysset	71	Fotgjenger krysset kjørebanelen på trossiden av krysset	72	Fotgjenger krysset kjørebanelen foran høyresvingende kjøretøy i kryss	73	Fotgjenger krysset kjørebanelen foran venstresvingende kjøretøy i kryss	74	Fotgjenger krysset kjørebanelen i gangfelt utenfor kryss	85	Fotgjenger gikk langs vegen og ble påkjørt av ryggende kjøretøy	96	Bam lekte i kjørebanelen	97	Enslig kjøretøy kjørt på trafikkøy eller ende av midtbøiler	09	Uhell med uklart forløp hvor enslig kjøretøy kjørte utfor vegen				
	80-89	Uhell hvor fotgjenger gikk langs eller oppholdt seg i kjørebanelen	80	Fotgjenger gikk på vegen høyre side	81	Fotgjenger gikk på vegen venstre side	82	Fotgjenger påkjørt på fortau	83	Fotgjenger påkjørt under forbikjøring	84	Fotgjenger sto stille eller oppholdt seg foroverig i kjørebanelen	95	Enslig kjøretøy kjørt utfor på venstre side i venstrekurve	99	Uhell med uklart forløp hvor enslig kjøretøy kjørte utfor vegen	07	Øvrige parkeringsuhell	08	Uhell ved av eller påstigning av kjøretøy				
Andre uhell	90-99	Uhell hvor enslig kjøretøy kjørte utfor vegen	90	Enslig kjøretøy kjørt utfor på høyre side på rett veggstrekning	91	Enslig kjøretøy kjørt utfor på venstre side på rett veggstrekning	92	Enslig kjøretøy kjørt utfor på høyre side i høyrekurve	93	Enslig kjøretøy kjørt utfor på høyre side i høyrekurve	04	Påkjøring av parkert kjøretøy på høyre side	05	Påkjøring av parkert kjøretøy på venstre side	06	Påkjøring av parkert kjøretøy ved forbikjøring	00	Uhell med dyr innblandet	01	Påkjøring av fast gjenstand på kjørebanelen	02	Hull i vegen og liknende	03	Enslig kjøretøy vellet i kjørebanelen
	Andre uhell	00-09	Andre uhell	00	Uhell med dyr innblandet	01	Påkjøring av fast gjenstand på kjørebanelen	02	Hull i vegen og liknende	03	Enslig kjøretøy vellet i kjørebanelen	04	Påkjøring av parkert kjøretøy på høyre side	05	Påkjøring av parkert kjøretøy på venstre side	06	Påkjøring av parkert kjøretøy ved forbikjøring	07	Øvrige parkeringsuhell	08	Uhell ved av eller påstigning av kjøretøy	09	Uhell med uklart forløp og uhell som ikke faller inn under noen bestemt uhellskode	



## 7 Ulykker i kryss

I de kommende tabellene har elementnumrene følgende betydning:

- 1 = avkjøringsfelt
- 4 = avkjøringsrampe, ruter
- 5 = avkjøringsrampe, kløverblad
- 6 = avkjøringsrampe, trompet
- 7 = påkjøringsfelt
- 10 = påkjøringsrampe, ruter
- 11 = påkjøringsrampe, kløverblad
- 12 = påkjøringsrampe, trompet
- 13 = plankryss, X-kryss
- 14 = plankryss, T-kryss
- 16 = plankryss, rundkjøring
- 17 = plankryss, fletting
- 18 = primærveg mellom kryss
- 19 = sekundærveg mellom kryss

Ingedal:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Lettere skadd	19	18	2	20100925
Lettere skadd	90	7	1	20120106

Solberg:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Alvorlig skadd	91	16	1	20100609
Lettere skadd	19	16	2	20120709
Lettere skadd	39	1	2	20091112
Lettere skadd	90	18	1	20111030
Lettere skadd	90	1	1	20090119
Lettere skadd	90	7	1	20110202

## 7-B

## Årum:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Lettere skadd	9	16	1	20100726
Lettere skadd	11	18	2	20080131
Lettere skadd	11	1	3	20101208
Lettere skadd	12	7	2	20100907

## Alvim:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Lettere skadd	11	7	2	20090628
Lettere skadd	11	7	4	20121016
Lettere skadd	14	7	2	20100428

## Lekvoll:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Drept	29	7	2	20080118
Lettere skadd	12	7	2	20080414
Lettere skadd	90	16	1	20100423

## Solli:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Lettere skadd	11	7	2	20090727
Lettere skadd	13	18	2	20100513
Lettere skadd	14	7	3	20080322
Lettere skadd	19	18	4	20110202
Lettere skadd	90	7	1	20121215
Lettere skadd	90	7	1	20120205

## Åsgård:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Lettere skadd	14	1	2	20080507
Lettere skadd	90	7	1	20080721
Lettere skadd	90	7	1	20120630



## Jonsten:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Lettere skadd	14	18	2	20090220
Lettere skadd	14	18	2	20100704
Lettere skadd	90	18	1	20090412
Lettere skadd	91	18	1	20091121
Lettere skadd	91	7	1	20090822

## Halmstad:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Drept	96	16	1	20110517
Lettere skadd	11	1	2	20080628
Lettere skadd	12	18	2	20080627
Lettere skadd	90	18	1	20071224
Lettere skadd	90	1	1	20071023
Lettere skadd	96	4	1	20081111
Lettere skadd	99	16	1	20080110

## Årvoll:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Alvorlig skadd	94	18	1	20080412
Lettere skadd	13	7	2	20090809
Lettere skadd	14	18	3	20101211
Lettere skadd	14	18	2	20050509
Lettere skadd	14	7	3	20120518
Lettere skadd	90	18	1	20050201
Lettere skadd	90	7	1	20060725
Lettere skadd	91	1	1	20070429
Lettere skadd	94	7	1	20060407

7-D

Tigerplassen:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Lettere skadd	14	18	2	20091104
Lettere skadd	14	7	2	20080715
Lettere skadd	20	14	2	20070815
Lettere skadd	34	7	2	20070316
Lettere skadd	40	13	2	20080317
Lettere skadd	73	13	2	20101012
Lettere skadd	90	1	1	20051227
Lettere skadd	96	10	1	20040701

Strandlykkja:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Alvorlig skadd	90	18	1	20070715
Lettere skadd	19	1	2	20060427
Lettere skadd	20	5	2	20080405

Kleverud: ingen ulykker

Espa Vegkro:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Lettere skadd	40	8	3	20050818

Vikselv: ingen ulykker

Kolostuen: ingen ulykker

Kolomoen:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Lettere skadd	91	7	1	20121115

## Uthus:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Alvorlig skadd	40	14	2	20080930
Lettere skadd	15	14	2	20100716
Lettere skadd	19	14	2	20051207
Lettere skadd	19	7	2	20070410
Lettere skadd	20	14	2	20090109
Lettere skadd	40	14	2	20100120
Lettere skadd	40	14	3	20070927
Lettere skadd	40	14	2	20050306

## Åkersvika:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Lettere skadd	14	19	2	20050819
Lettere skadd	14	14	2	20050923
Lettere skadd	14	14	3	20100630
Lettere skadd	40	14	2	20120709
Lettere skadd	40	14	2	20120331
Lettere skadd	40	14	2	20040909
Lettere skadd	49	14	2	20040319

## Vien:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Alvorlig skadd	99	16	1	20091011
Drept	29	7	2	20090716
Lettere skadd	29	10	2	20110810
Lettere skadd	29	7	2	20111208
Lettere skadd	29	7	2	20051113
Lettere skadd	69	16	2	20080818
Lettere skadd	90	18	1	20080524
Lettere skadd	91	7	1	20110423

## Arnkvernkrysset:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Lettere skadd	29	1	4	20080606
Lettere skadd	40	14	2	20040619
Lettere skadd	90	18	1	20070427
Lettere skadd	91	1	1	20090310

## Nydal:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Lettere skadd	9	14	2	20110812
Lettere skadd	14	14	2	20110927
Lettere skadd	41	13	2	20040831
Lettere skadd	99	13	1	20111209

## Brumunddal:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Lettere skadd	28	6	2	20110919
Lettere skadd	90	7	1	20111007
Lettere skadd	91	18	1	20071229

## Pellervika:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Lettere skadd	14	11	2	20090501
Lettere skadd	28	14	2	20051025

## Økelsrud:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Lettere skadd	14	7	2	20120912

## Rudshøgda:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Alvorlig skadd	75	7	2	20060713
Lettere skadd	14	7	3	20040922
Lettere skadd	14	7	2	20041227
Lettere skadd	60	7	3	20051103

## Moelv Sør:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Lettere skadd	64	14	2	20100219
Lettere skadd	91	18	1	20100528

## Skotterud:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Lettere skadd	40	14	2	20041119
Lettere skadd	64	14	2	20040417

## Kalsveen:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Lettere skadd	40	14	2	20121026

Romedal: ingen ulykker

## Klevfoss:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Lettere skadd	10	18	2	20040615
Lettere skadd	90	18	1	20041029
Lettere skadd	91	11	1	20090127

## Rena Sør:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Lettere skadd	22	7	2	20050221
Lettere skadd	64	14	2	20050622

Ryenmoen: ingen ulykker

Brandval: ingen ulykker

## 7-H

## Gran:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Lettere skadd	14	1	2	20100310
Lettere skadd	14	1	3	20120921
Lettere skadd	14	1	3	20090925
Lettere skadd	14	1	4	20100409
Lettere skadd	14	1	4	20040827
Lettere skadd	14	7	3	20091001
Lettere skadd	14	7	2	20070807
Lettere skadd	14	7	3	20110616
Lettere skadd	14	7	5	20110909
Lettere skadd	14	7	2	20050413
Lettere skadd	19	1	7	20080319
Lettere skadd	19	1	4	20061027
Lettere skadd	90	12	1	20111020
Lettere skadd	90	12	1	20080928
Lettere skadd	90	1	1	20050316
Lettere skadd	91	6	1	20110427

## Jessheim Sør:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Lettere skadd	1	13	1	20040718
Lettere skadd	10	1	4	20080208
Lettere skadd	14	18	2	20120203
Lettere skadd	40	13	2	20050725
Lettere skadd	40	13	2	20051005

## Jessheim Nord:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Lettere skadd	14	1	2	20070702
Lettere skadd	69	16	2	20110821
Lettere skadd	69	16	2	20080608
Meget alvorlig skadd	14	18	3	20090925

## Hauerseter:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Lettere skadd	90	7	1	20121222

## Mogreina:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Alvorlig skadd	14	7	2	20110401
Lettere skadd	14	1	4	20110105
Lettere skadd	14	16	2	20110601
Lettere skadd	19	18	2	20120225

Dal: ingen ulykker

## Melhus:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Lettere skadd	90	18	1	20060620
Lettere skadd	90	16	1	20090913

Støren: ingen ulykker

## Sandmoen:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Lettere skadd	14	18	1	20080718
Lettere skadd	14	18	2	20050204
Lettere skadd	14	18	2	20060515
Lettere skadd	14	11	2	20100728
Lettere skadd	14	14	2	20041015
Lettere skadd	14	14	2	20040713
Lettere skadd	14	14	2	20070731
Lettere skadd	14	14	2	20080815
Lettere skadd	14	7	4	20100511
Lettere skadd	14	7	2	20070131
Lettere skadd	14	7	3	20100917
Lettere skadd	14	7	2	20100723
Lettere skadd	22	18	3	20060310
Lettere skadd	40	14	2	20120505
Lettere skadd	40	14	2	20060505
Lettere skadd	59	14	2	20110624
Lettere skadd	69	14	2	20050929
Lettere skadd	69	14	2	20080515
Lettere skadd	94	11	1	20120518
Lettere skadd	99	5	2	20120514

## Tonstad:

Alvorligste skadegrad	Uhellskode	Elementnr	Antall involverte enheter	Ulykkesdato
Alvorlig skadd	14	7	2	20120625
Lettere skadd	1	1	1	20101025
Lettere skadd	1	11	1	20090308
Lettere skadd	9	19	1	20120617
Lettere skadd	9	13	1	20061003
Lettere skadd	12	1	2	20120321
Lettere skadd	14	18	2	20100308
Lettere skadd	14	18	3	20070131
Lettere skadd	14	19	2	20100830
Lettere skadd	14	13	2	20050825
Lettere skadd	14	13	2	20050402
Lettere skadd	14	13	2	20060227
Lettere skadd	14	13	2	20090216
Lettere skadd	14	13	2	20081007
Lettere skadd	14	2	2	20111118
Lettere skadd	14	5	2	20080103
Lettere skadd	14	7	2	20040206
Lettere skadd	40	13	2	20091226
Lettere skadd	40	13	2	20041122
Lettere skadd	40	13	2	20050331
Lettere skadd	40	13	2	20081023
Lettere skadd	40	13	3	20100926
Lettere skadd	40	13	2	20050617
Lettere skadd	40	13	2	20070311
Lettere skadd	40	13	2	20060108
Lettere skadd	49	13	2	20051013
Lettere skadd	59	13	2	20100312
Lettere skadd	59	13	2	20121107
Lettere skadd	59	13	2	20090712
Lettere skadd	59	14	2	20070913
Lettere skadd	72	13	2	20071218
Lettere skadd	79	13	2	20121126
Lettere skadd	92	5	1	20090613
Lettere skadd	92	5	1	20080512
Lettere skadd	93	5	1	20080720
Lettere skadd	94	5	1	20040812
Lettere skadd	96	1	1	20050226
Lettere skadd	96	5	1	20060128