



# Risikokurver

Analyse av utforkjøringsrisikofaktorer på 2-feltsveger

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 171



**Tittel**

Risikokurver

**Undertittel**

Analyse av utforkjøringsrisikofaktorer på 2-feltsveger

**Forfatter**

Espen Strandvik Haugvik

**Avdeling**

Ressursavdelingen

**Seksjon**

Trafikkteknikk og analyse

**Prosjektnummer**

105814

**Rapportnummer**

Nr. 171

**Prosjektleder**

Espen Strandvik Haugvik

**Godkjent av**

Arild Engebretsen

**Emneord**

Utforkjøringsrisiko, horisontalkurveradius, eggekurve, tverrfallsendring, utforkjøringsulykkesfrekvens

**Sammendrag**

I denne rapporten er det analysert forskjellige utforkjøringsrisikofaktorer i kurver. Analysen ser på alle kurver med lavere horisontalkurveradius enn 700 meter på 2-felts europa-, riks- og fylkesvegene i Region Øst. Til sammen er det snakk om 63 951 kurver. Analysen ser på hva de forskjellige utforkjøringsrisikofaktorene, og kombinasjoner av dem, har å si for risikoen for utforkjøring i de forskjellige type kurvene som finnes. I forbindelse med rapporten er det også laget lister hvor kurvene rangeres ut fra hvor stor utforkjøringsrisiko de har. Kurvene i disse listene har VegID så de kobles opp mot vegnettet. På den måten kan man sette inn stedsspesifikke tiltak mot kurvene med høy utforkjøringsrisiko.

**Title**

Risk curves

**Subtitle**

Analysis of run-off risk factors on 2-field roads

**Author**

Espen Strandvik Haugvik

**Department**

Planning and Engineering Services  
Department

**Section**

Traffic Engineering and Analysis

**Project number**

105814

**Report number**

No. 171

**Project manager**

Espen Strandvik Haugvik

**Approved by**

Arild Engebretsen

**Key words**

Run-off risk, horizontal curve radius, eggshapedcurve, transverse change, run-off accident rate

**Summary**

In this report, various run-off-the-road accident risk factors have been analyzed in curves. The analysis looks at all curves with a lower horizontal curve radius than 700 meters on 2-field European-, national- and county roads in Region East. Altogether, there are 63 951 curves. The analysis looks at how different run-off-the-road accident risk factors, and combinations of them, influence the risk of roadway departure in the different types of curves that exist. In connection with the report, there are also lists where the curves are ranked based on their run-off-the-road accident risk. The curves in these lists have RoadID so that they connect to the road network. In this way one can do site-specific measures in the curves with high run-off-the-road accident risk.

## Forord

Etter å ha jobbet en del med ulykkesanalyse og generelle trafiksikkerhetsoppgaver så jeg et behov for å finne en metode som kan brukes for å finne effektive tiltak mot utforkjøringsulykker på lavtrafikkert vegnett. På lavtrafikkert vegnett er det vanskelig å argumentere for tiltak mot ulykker fordi utstrekningen er stor og risiko per meter veg er mindre enn på veger med mye trafikk. De fleste ulykkene på lavtrafikkert vegnett er utforkjøringsulykker, og når vi plotter ulykkene inn i kart ser vi at de skjer spredt utover hele vegenettet. Det kan med andre ord se ut til at det er tilfeldig hvor disse ulykkene skjer. Som medlem i Ulykkesanalysegruppa (UAG) i Region Øst i åtte år har jeg sett mange utforkjøringsulykker på lavtrafikkerte veger og de skjer spredt utover hele regionen, men vi ser at det ikke er helt tilfeldig hvor disse ulykkene skjer. Ulykkene skjer ofte på steder der vegutformingen er utfordrende. Vegutformingen blir vanligvis først utfordrende i kombinasjon med risikoadferd av trafikanten. For eksempel høy fart etter forholdene, ruspåvirket kjøring eller lignende. Men denne risikoadferden utgjør større risiko i punkter der vegutformingen også er utfordrende. Utforkjøringsrisikoen er også høyere for trafikanter med liten risikoadferd i disse punktene, men konsekvensen av ulykken blir vanligvis mindre. Utfordrende vegutforming er nesten alltid knyttet til kurver. Dette viser også analyser av utforkjøringsulykker med lavere skadegrad enn ulykkene som analyseres i UAG. Derfor ville jeg gjøre en analyse av utforkjøringsulykker i kurver. Jeg ville ha så stort utvalg av vegnett som skulle analyseres som mulig. Jeg valgte derfor å se på alle 2-felts europa-, riks- og fylkesveger i Region Øst. Jeg har hatt hjelp til å gjennomføre prosjektet fra flere hold og vil takke min leder, Øistein Silihagen, som hadde tro på prosjektet og hjalp meg å finne metoder for å få det gjennomført. Jeg vil også takke Arild Engebretsen i Vegdirektoratet som valgte å finansiere prosjektet og så nytten av det. Jeg har også hatt god hjelp fra Kjetil Mo Pedersen på Geomatikk-seksjonen på Ressursavdelingen i Region Øst med vegdatainnsamling. I tillegg vil jeg takke Multiconsult for jobben de gjorde med å bearbeide de store datamengdene.

## Innhold

Forord .....	1
Sammendrag .....	4
1. Innledning.....	5
1.1 Bakgrunn for gjennomføring av analysen .....	5
1.2 Avgrensninger .....	6
1.2.1 Avgrensning veg .....	6
1.2.2 Avgrensning utforkjøringsulykker.....	6
2. Metode.....	7
2.2.1 Behandling av datamengdene .....	8
2.3 Risikofaktorer .....	8
2.3.1 Faste forhold.....	9
2.3.2 Variable forhold .....	11
2.3.3 Bruk av risikofaktorene i analysen .....	13
3. Resultater for hver enkelt risikofaktor.....	13
3.2 Faste forhold .....	13
Fartsgrense .....	13
Horisontalkurveradius .....	14
Retning på kurve .....	16
Fall/stigning i forkant av kurven .....	18
Fall/stigning i kurven .....	19
Kurvelengde.....	20
Eggekurve .....	22
Lengde på rettstrekning før kurve.....	23
Antall kurver med horisontalkurveradius +/- 50 meter av aktuelle kurve.....	25
3.3 Variable forhold.....	26
Tverrfallsverdi i kurven.....	26
Endring i tverrfall gjennom kurven.....	29
Resulterende fall i forkant av kurven.....	31
Resulterende fall i kurven .....	31
Sporslitasje .....	31
Langsgående ujevnhet - IRI .....	31
Ruhet på dekket - MPD.....	31
4. Konklusjon.....	31

5. Andre analyser som kan gjøres på bakgrunn av behandlet data .....	32
Vedlegg:.....	33
Beregninger av ulykkesdata .....	33
Beregning av antall utforkjøringsulykker per million passerende kjøretøy .....	33
Beregning av standardfeil .....	33
Notat fra Multiconsult.....	34

## Sammendrag

I denne analysen er det undersøkt en rekke variabler for kurver som kan ha en påvirkning på utforkjøringsrisikoen. Disse variablene kalles risikofaktorer i denne analysen. Målet med analysen er å finne hvor mye de forskjellige risikofaktorene har å si for utforkjøringsrisikoen. Deretter er målet å se på kombinasjoner av flere risikofaktorer for å prøve å finne hvilken type kurver som har størst utforkjøringsrisiko. Metoden for å finne ut av dette var å se på hvor mange utforkjøringsulykker som har skjedd per passerende kjøretøy i kurver med lik sammensetning av risikofaktorer. Til slutt vil arbeidet ende med en liste som rangerer kurver etter hvor stor utforkjøringsrisiko de har. Denne listen kan brukes for å gjøre stedsspesifikke tiltak som reduserer skadeomfang ved en utforkjøringsulykke på punkter med høy utforkjøringsrisiko. Bakgrunnen for gjennomføringen av denne analysen er at vi ikke har noen god systematisk metode for å finne punkter på lavtrafikkert vegnett hvor det kan være stor risiko for utforkjøringsulykke. Samtidig skjer en stor andel av utforkjøringsulykker med alvorlige personskader på lavtrafikkert vegnett.

For å få gode resultater i en slik analyse er det viktig å ha et stort datamateriale å se på. Det ble derfor besluttet å se på hele europa-, riks- og fylkesvegnettet i Region Øst, men for å få veger med sammenlignbare forhold ble utvalget begrenset til å gjelde kun 2-feltsveger der fartsgrensen er 60 km/t eller mer.

Analysen fant ut en del om hvilke risikofaktorer som øker utforkjøringsrisikoen. Resultatene viser blant annet at krapp kurvatur, lengde på kurve (retningsforandring) og eggeformet kurve var faktorer som hadde mye å si for utforkjøringsrisikoen. Kurver som har disse faktorene i kombinasjon bør sees nærmere på og vurderes med tanke på tiltaksgjennomføring, uansett trafikkmengde. I tillegg viste analysene at stor endring i tverrfall gjennom kurven også øker risikoen så mye at dette bør være med i vurderingen.

Listene med alle kurver og hvilke risikofaktorer kurvene innehar er tilgjengelig ved etterspørsel. På denne måten kan innsamlet og behandlet data brukes til å gjøre flere analyser og vurderinger. I tillegg kan det tas ut lister med risikokurver ut fra for eksempel fylke eller vegstrekning.

## 1. Innledning

### 1.1 Bakgrunn for gjennomføring av analysen

Utforkjøringsulykker utgjør en stor andel av ulykkene med drepte og hardt skadde. Utforkjøringsulykkene skjer spredt utover hele vegnettet, og ofte på veier med liten trafikkmengde. For eksempel skjer 32 % av utforkjøringsulykkene med drepte og hardt skadde i Region Øst på veier med  $\text{ÅDT} < 1500$ . Veier med  $\text{ÅDT} < 1500$  utgjør 65 % av vegnettet i region øst og er ca. 9500 km langt. For å gjøre effektive tiltak mot disse ulykkene må vi vite mer om hvor på dette vegnettet ulykkene skjer.

Hensikten med denne analysen er å finne ut hvor det er størst risiko for utforkjøringsulykker slik at det kan gjøres punktvis tiltak som begrenser risikoen for ulykke og begrenser skadeomfang der ulykker skjer.

Utforkjøringsulykker har, som alle andre ulykker, vanligvis en sammensatt rekke av omstendigheter som til sammen fører til ulykken. Omstendigheter knyttet til fører er nesten alltid en medvirkende faktor til en utforkjøringsulykke. I tillegg kan omstendigheter knyttet til kjøretøy og veg være gjeldende. I ulykkene der veg har vært en medvirkende faktor har vegholder et særlig ansvar. Denne analysen finne risikofaktorer knyttet til veg som øker utforkjøringsrisikoen. Disse faktorene finnes spesielt der linjeføringen er et tema.

Utforkjøringsulykker på rettstrekning skjer oftere på tilfeldige punkter der omstendigheter ved veg i mindre grad er en medvirkende faktor. I slike ulykker er det mer vanlig at faktorer knyttet til trafikant (distraksjon, trøtthet, sykdom og lignende) er gjeldende. Dette gjør at man på rettstrekning sjeldnere finner faktorer ved vegnettet som gir høy utforkjøringsrisiko. Man kan allikevel argumentere for at forhold ved drift og vedlikehold (glatt vegbane, dårlig dekke og lignende) kan være medvirkende faktorer til utforkjøringsulykker også på rettstrekning, men det blir på siden av hva denne analysen har til mål å avdekke. Denne analysen vil derfor gå nærmere inn på utforkjøringsrisiko knyttet til kurver. 0-visjonen legger til grunn et delt ansvar mellom trafikant, kjøretøy og veg om å legge til rette for en akseptabel ulykkesrisiko. Vegholders ansvar er større der forhold knyttet til veg er en medvirkende faktor til en ulykke, og da disse forholdene vanligvis er knyttet til kurver vil en kartlegging av risikofaktorer i kurver være nødvendig for at vegholder kan ta dette ansvaret. Samtidig har ulykkene en sammensatt rekke av omstendigheter som fører til hvilke skadeomfang som blir konsekvens av ulykken. Om vi vet mer om hvor det er størst risiko for utforkjøringsulykker vil vi også kunne sette inn konkrete tiltak for å begrense skadeomfang på ulykkesutsatte punkter.

Analysens formål er, som nevnt, å finne hvilke vegrelaterte faktorer som øker ulykkesrisikoen mest i kurver. I tillegg vil det utarbeides fylkesvise lister over reelle punkter på vegnettet med stor utforkjøringsrisiko. Disse listene bør brukes av vegavdelingene til å gjøre punkttiltak for å redusere risikoen for utforkjøringsulykker med alvorlige personskader. Listene bør også innlemmes i planene for drift og vedlikehold, slik at det blir gjort tiltak i risikokurver når man gjør andre tiltak i området.

## 1.2 Avgrensninger

Hovedtanken med analysen er å gå ut veldig bredt og få til et så stort datagrunnlag som mulig. Allikevel er det behov for noen avgrensninger. Utgangspunktet er å se på alle europa-, riks- og fylkesveger i region øst.

### 1.2.1 Avgrensning veg

Første avgrensning er at analysen bare ser på 2-felts veger. Utforkjøringsulykkene på veger med mer enn to felt bør eventuelt sees på i en annen sammenheng. Hovedmålet med denne analysen er å finne ut mer om utforkjøringsulykker på det lavtrafikkerte vegnettet der risikoen per km er lavere, men risikoen per kjøretøy er høyere. Hovedanalysen ser kun på veger med fartsgrense 60, 70, 80 og 90 km/t. Hovedparseller med nummer 50 eller høyere er tatt ut av analysen. Det vil si ramper, rundkjøringer og lignende. Enkelte veger er tatt ut fordi de ikke hadde gode data eller var feilregistrert med feil vegnummer eller feil vegstatus, men dette utgjør en liten andel av vegene. Lengde på vegnettet i analysen, inkludert vegene med fartsgrense lavere enn 60 km/t, er ca. 10 000 km.

### 1.2.2 Avgrensning utforkjøringsulykker

Utforkjøringsulykkene i analysen er begrenset til de siste 12 årene på faste forhold og de siste fem årene for variable forhold. Årsaken til dette er at det er ikke foreliggende data om kjøreretning for enhet på ulykkene som er registrert i STRAKS når de er eldre enn 12 år. Det mangler registrering på kjøreretning for enhet i noen av utforkjøringsulykkene som har skjedd de siste 12 årene også. Disse ulykkene er heller ikke med i analysen da analysen er avhengig av å vite kjøreretning på enheten som har kjørt av vegen. Dette er ikke et stort problem da dette kun utgjør ca. 5 % av ulykkene de siste 12 årene. Antall utforkjøringsulykker i kurvene (se definisjon av kurve i kap. 2) på det definerte vegnettet (i hht kap. 1.2.1) er 1458. Dette er utforkjøringsulykkene i kurvene der fartsgrensen er 60, 70, 80 og 90 km/t. I tillegg er det 222 utforkjøringsulykker i kurvene der fartsgrensen er lavere enn 60 km/t. Men disse ulykkene er ikke aktuelle i analysene.

På variable forhold begrenses uttaket til fem år fordi disse forholdene varierer. Forholdene varierer fordi de har med vegdekket å gjøre. Skulle eldre ulykker vært med ville dekkeforholdene ha kunnet endret seg såpass mye at dataene ble unøyaktige eller feil. Dette er for øvrig også tilfelle for de siste fem årene, men i mindre grad. For å gjøre analysen må det godtas en viss feilmargin. Feilmarginen som er på grunn av dekkeendringene de siste fem årene kan godtas fordi vi kan tenke oss en forholdsvis lik endring i forholdene så langt det ikke er gjort tiltak på dekket i denne perioden. Man må allikevel ha denne feilmarginen i tankene når man vurderer resultatene fra denne analysen. Denne analysen er uansett sekundær i denne rapporten, men dekkeforholdene gjelder på gjeldende veg (målt i 2017 eller 2018), og forhold ved dekket som ser ut til å øke utforkjøringsrisikoen må tas med i helhetsvurderingen når man vurderer hvilke kurver som har høyest utforkjøringsrisiko.

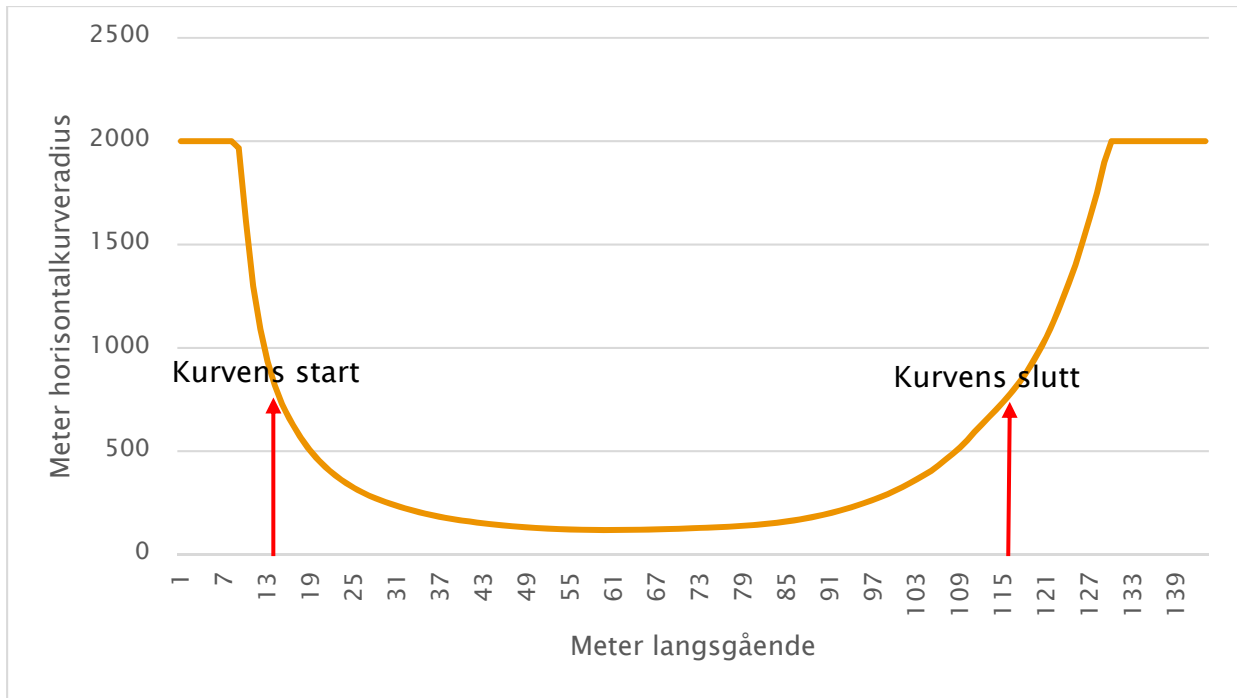


## 2. Metode

Første skritt for å gjennomføre denne analysen er å samle inn registrert vegdata for hele vegnettet i region øst. Disse vegdataene er målt av målerbiler som kjører rundt på hele vegnettet og registrerer tilstand på vegen. Dette gjennomføres av Geomatikk-seksjonen på Ressursavdelingen i Region Øst. Målingene er gjort med laserscanning av vegbanen per kjørefelt og har målepunkt for hver ca. 6,7 mm på tvers og per 12 cm på langs. Det ble hentet ut data for hver meter på det aktuelle vegnettet og disse dataene ble konvertert til regnearksfiler, med en linje per meter veg. Som nevnt i avgrensingskapitlet var det i denne analysen kun aktuelt å se på 2-feltsveger. Dette begrenset datauttaket noe, men det er allikevel en enorm mengde data som skulle gjennomgås. Det er snakk om ca. 10 000 km veg i begge kjøreretninger. Dette gir om lag 20 millioner rader i Excel. Dette var fordelt på ca. 3500 filer.

Disse dataene skulle deles opp i kurver, for deretter å bruke dataene til å beregne kurvens horisontalkurveradius, fall/stigning i forkant av og i kurven, lengde på rettstrekning før kurve, om kurven er en venstre- eller høyrekurve og lignende. Dette er faste forhold som kan brukes til å vurdere kurvens risiko med et stort ulykkesuttak. I tillegg inneholder dataene informasjon om variable forhold som for eksempel tverrfall, spordybde og dekkets jevnhet som kunne brukes for å vurdere hvor mye disse forholdene har å si for utforkjøringsrisikoen.

Det første som måtte gjøres var å lage en egen definisjon, ut fra hva som skulle finnes ut av i analysen, av hva en kurve er og hvor en kurve starter og slutter. Etter vurderinger gjort på bakgrunn av tidligere analyser av utforkjøringsrisiko i kurver, ble definisjonen en linje i vegnettet der horisontalkurveradius er mindre enn 700 meter. Kurven starter der horisontalkurveradiusen blir mindre enn 700 meter og slutter der den blir større enn 700 meter. Se eksempel i figuren under. Ulykkesdataene er hentet ut på vegID og er kun hentet fra strekningen i kurven der kurven har lavere horisontalkurveradius enn 700 meter. Det vil si at utforkjøringsulykkene som er registrert i kurven, men utenfor den krappeste delen av kurven, ikke er tatt med. Det kan tenkes at strekningen burde vært utvidet for ulykkesuttaket til litt før og etter der kurven har krappere kurvatur enn 700 meter for å få med alle ulykkene i kurven, men det ble vurdert at det beste var kun å ta med ulykkene i delen av kurven som er har lavere horisontalkurveradius enn 700 meter. Årsaken til det var at det kunne oppstå tilfeller der samme ulykke ble tatt med i to kurver fordi den utvidede strekning før og etter kurven i ulykkesuttaket overlappet hverandre.



Figur 1: Figuren viser eksempel på hvor en kurve starter og hvor den slutter

### 2.2.1 Behandling av datamengdene

I behandlingen av de store datamengdene var det nødvendig med bistand fra noen med gode metoder for å gjennomføre dette. Etter mange vurderinger viste det seg nødvendig å få ekstern hjelp til dette. Etter en konkurranseutlysning på våren 2018 fikk Multiconsult oppdraget og de leverte de resultatene som ble etterspurt innen tidsfristen. Se eget notat fra Multiconsult i vedlegg for forklaring av databehandlingen. Det ble bestilt en liste over alle kurver (i henhold til egen definisjon av kurver) på hele vegnettet som skulle analyseres. Hver kurve skulle ha data om forhåndsdefinerte risikofaktor som blir forklart i kapitel 2.3, og en kode for hvilket forhåndsdefinerte intervall i hver risikofaktor som kurven lå innenfor.

## 2.3 Risikofaktorer

Det ble laget en liste over risikofaktorer som skulle være med i analysen. For hver enkelt risikofaktor ble det laget en klar definisjon. Dette måtte gjøres for å kunne gjøre spøringer i datagrunnlaget som definerte hvilke risikofaktorer som var gjeldende for hver enkelt kurve. I dette delkapitlet vil det gås gjennom hvilke risikofaktorer som er tatt med i analysen og hva definisjonen for risikofaktoren er. Noen definisjoner sier seg selv, mens andre trenger mer forklaring. For analysen skulle også resultatene for hver enkelt risikofaktor deles opp i intervaller. Dette ville gjøre analysearbeidet enklere. I delkapitlene nedenfor vises hvilke intervaller det ble valgt å dele risikofaktorene inn i. Disse intervallene kan eventuelt endres på i senere analyser av datamaterialet.

### 2.3.1 Faste forhold

#### *Horisontalkurveradius*

Kurvens horisontalkurveradius ble definert som kurvens krappeste punkt. Dette punktet benevnes i meter. Intervallene for horisontalkurveradius har jeg delt opp slik:

- Horisontalkurveradius mindre enn 50 meter
- Horisontalkurveradius mellom 50 og 100 meter
- Horisontalkurveradius mellom 100 og 150 meter
- Horisontalkurveradius mellom 150 og 200 meter
- Horisontalkurveradius mellom 200 og 500 meter
- Horisontalkurveradius mellom 500 og 700 meter

#### *Retning på kurve*

Kurvedata er tatt ut per kjørefelt (altså i hver kjøreretning). Hvilke retning kurven går benevnes med venstre- eller høyrekurve.

#### *Fall/stigning i forkant av kurven*

Fall eller stigning i forkant av kurven benevnes i prosent (- = fall, + = stigning). Forkant av kurven avgrenses til 150 meter før kurvestart (dvs. der kurven får krappere kurveradius enn 700 meter) og verdien er et gjennomsnitt av stigning/fall på denne strekningen. Intervallene for fall/stigning i forkant av kurven har jeg delt opp slik:

- Fall > 4 %
- Verdi mellom 4 % stigning og 4 % fall
- Stigning > 4 %

#### *Fall/stigning i kurven*

Fall eller stigning i kurven benevnes i prosent (- = fall, + = stigning). Verdien er en gjennomsnittsverdi av stigning/fall i hele kurven. Intervallene for fall/stigning i kurven har jeg delt opp slik:

- Fall > 4 %
- Verdi mellom 4 % stigning og 4 % fall
- Stigning > 4 %

#### *Kurvelengde*

Kurvelengden benevnes i antall meter fra start til slutt av kurven, dvs. der kurven blir krappere enn 700 meter i horisontalkurveradius til der den blir slakkere enn 700 meter. Intervallene for kurvelengde har jeg delt opp slik:

- Kurvelengde < 50 meter
- Kurvelengde mellom 50 og 100 meter
- Kurvelengde mellom 100 og 150 meter

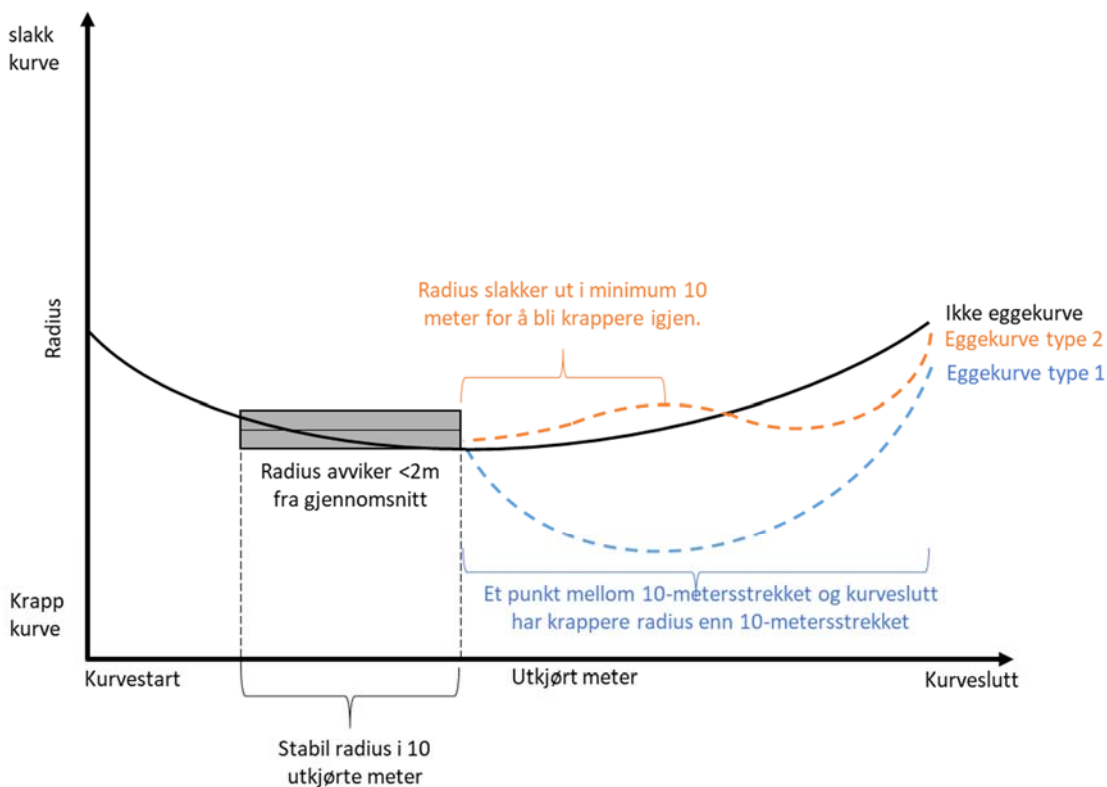
- Kurvelengde mellom 150 og 200 meter
- Kurvelengde > 200 meter

### Eggekurve

Eggekurve er et begrep som blir brukt om kurver med sammensatte radier, men det mangler en klar definisjon av eggekurve. Det var derfor nødvendig å lage en egen definisjon av hva som skulle karakteriseres som en eggekurve i analysen. Definisjon ble slik:

«Hvis en kurve endrer horisontalkurveradius mot det krappere etter at den krappeste delen av kurven har vært konstant i mer enn 10 meter med avvik på mindre enn 2 meter, defineres kurven i denne sammenheng som en eggekurve. Kurven defineres også som en eggekurve hvis horisontalkurveradien slakes ut for så å bli krappere igjen. Det vil si at kurvaturen slakes ut, men at den ikke blir slakere enn 700 meter. For å hindre at vi får med små endringer/justeringer i kurven må den avtagende krapphet i kurven gå over mer enn 10 meter.»

Multiconsult lagde en figur på bakgrunn av denne definisjonen som illustrerer definisjonen på en god måte. Se figur 2.



Figur 2: Illustrasjon av den gitte definisjon av eggekurve, illustrasjon gjort av Multiconsult

Om kurven er en eggekurve eller ikke benevnes med «ja» eller «nei».

### *Lengde på rettstrekning før kurve*

Rettstrekning før kurve sees i denne sammenheng på som strekning med horisontalkurveradius større enn 1500 meter eller mindre enn -1500 meter (når kurveradien er større enn 1500 meter kan benevnningen både være positiv og negativ, ut fra om vegen krummer mot venstre (negativt fortegn) eller høyre (positivt fortegn)). Lengde på rettstrekning benevnes i antall meter. Intervallene for lengde på rettstrekning før kurve er delt opp slik:

- Lengde på rettstrekning før kurve < 100 meter
- Lengde på rettstrekning før kurve mellom 100 og 200 meter
- Lengde på rettstrekning før kurve mellom 200 og 400 meter
- Lengde på rettstrekning før kurve mellom 400 og 600 meter
- Lengde på rettstrekning før kurve mellom 600 og 800 meter
- Lengde på rettstrekning før kurve > 800 meter

### *Antall kurver med horisontalkurveradius +/- 50 meter av aktuelle kurve i forkant av kurve (2 km)*

Antall kurver med kurveradius +/- 50 meter i forhold til krappeste kurvatur i aktuelle kurve finnes ved å se på strekningen 2 km før aktuelle kurve og se på horisontalkurvaturen på den. Om en kurve har samme verdi, 50 meter krapper eller 50 meter slakere telles den med og antall kurver benevnes med det aktuelle antallet. Intervallene for antall kurver med horisontalkurveradius +/- 50 meter av aktuelle kurve i forkant er delt opp slik:

- 0 kurver
- 1 kurve
- 2 kurver
- 3 kurver
- Mer enn 3 kurver

### **2.3.2 Variable forhold**

De variable forholdene er knyttet til kvalitet på dekke. Disse variablene må sees på i en egen analyse da forholdene endrer seg over tid. I ulykkesanalysen av de variable forholdene er det valgt å se på ulykker i en fem årsperiode. Perioden er kortere enn i analysen for de faste forholdene fordi dekkekvaliteten endrer seg over tid. Det kan også diskuteres om en fem-årsperiode er for lang, men det er valgt å godta denne usikkerheten for endringen i dekkeforholdene. Analysen vil uansett kunne gi en god indikasjon på om ulike dekkeforhold øker utforkjøringsrisikoen.

### *Tverrfallsverdi i kurven*

Tverrfallsverdien i kurven legges inn ved å beregne gjennomsnittlig tverrfallsverdi i prosent for den definerte delen av kurven. Det vil si fra der kurven får krapper horisontalkurveradius enn 700 meter til der den blir slakere enn 700 meter (kurvens start til kurvens slutt). Tverrfallsverdien i kurven benevnes i prosent. Så lenge krappeste horisontalkurveradius for kurver i denne analysen er 700 meter, skal alle kurvene ha et

tverrfall på 8 % i hht hbN100. Intervallene for tverrfallsverdi i kurven ser på prosentvis avvik fra tverrfallskrav ved bygging av ny veg, og er delt opp slik:

- Mer enn 50 % for lite tverrfall
  - Det vil si tverrfallsverdier mindre enn 4 %
- 20 til 50 % for lite tverrfall
  - Det vil si tverrfallsverdier mellom 4 % og 6,4 %
- +/- 20 % fra tverrfallskrav
  - Det vil si tverrfall på mellom 6,4 % og 9,6 %
- Mer enn 20 % for mye tverrfall
  - Det vil si tverrfall på mer enn 9,6 %

### *Tverrfall MAX*

Her legges det inn den høyeste tverrfallsverdien i kurven. Benevnes i prosent.

### *Tverrfall MIN*

Her legges det inn den laveste tverrfallsverdien i kurven. Benevnes i prosent.

### *Endring i tverrfall gjennom kurven*

Endring i tverrfall gjennom kurven beregnes ved hjelp av maksimum og minimum verdi av tverrfall i kurven. Det er av interesse å se om endringer i tverrfallsverdier gjennom kurven påvirker utforkjøringsrisikoen. For analyse av disse resultatene sees det ikke på intervaller.

### *Resulterende fall i forkant av kurven*

Det beregnes resulterende fall for hver meter i utstrekning 30 meter før kurvens start (der horisontalkurveradius blir krappere enn 700 meter).

$$\text{Resulterende fall} = \sqrt{\text{overhøyde}^2 + \text{stigning}^2}$$

Hvis ett av punktene inntil 30 meter før kurven har resulterende fall < 2 % benevnes dette med «punktvis for lite resulterende fall i forkant av kurven», hvis alle verdiene er høyere betegnes dette med «tilstrekkelig resulterende fall i forkant av kurven». Årsaken for at analysen vil se på resulterende fall i denne analysen er å se om det er noen sammenheng mellom for lite resulterende fall, enten i eller i forkant av en kurve, og ulykker. Dette er interessant fordi det er større sannsynlighet for vannplaning på slike steder.

### *Resulterende fall i kurven*

Samme fremgangsmåte som over, men her finner man alle verdiene for resulterende fall gjennom hele kurven. Benevnes på samme måte. «Punktvis for lite resulterende fall i kurven»/ «tilstrekkelig resulterende fall i kurven».

### *Spordybde*

Spordybde benevnes med gjennomsnittlig spordybde gjennom kurven. Sporslitasjen benevnes i mm.

### *Langsgående ujevnhet – IRI*

IRI-data er en benevning på langsgående ujevnhet i vegdekket. Denne ujevnheten er en beregning av 90 %-verdien av 20 metersverdier. Dataene benevnes med gjennomsnittsverdien gjennom kurven (mm/m).

### *Ruhet på dekket – MPD*

MPD-verdien benevnes med gjennomsnittsverdien gjennom kurven

### 2.3.3 Bruk av risikofaktorene i analysen

Dataene fra risikofaktorene i kurvene skulle deretter kobles opp mot data fra NVDB om utforkjøringsulykker, trafikkmengde, fartsgrense, skilting (forvarsling av kurve og retningsmarkering i kurve) og en del mer detaljerte data tilknyttet ulykkene. Det viste seg imidlertid vanskelig å legge inn data om skilting. Det er ikke umulig å få til, men det må sees på ved en senere anledning da det ble for tidkrevende i forhold til tidsfrist for denne analysen.

For å se på utforkjøringsrisiko i kurvene ble det koblet utforkjøringsulykkesdata opp mot trafikkmengde for å se på antall utforkjøringsulykker per passerende kjøretøy. På denne måten skulle det vurderes hva de forskjellige risikofaktorene har å si for utforkjøringsrisikoen i en kurve. Deretter skulle det sees på kurver med samme kombinasjon av risikofaktorer for å prøve å finne mer ut av hva slags type kurver som utgjør størst risiko for utforkjøringsulykke. Det vil si hvilke kombinasjoner av risikofaktorer som utgjør størst risiko. Problemet med dette er at jo mer i detalj man går, jo færre kurver blir det, og ulykkesgrunnet kan bli for lite for å konkludere med god nok sikkerhet.

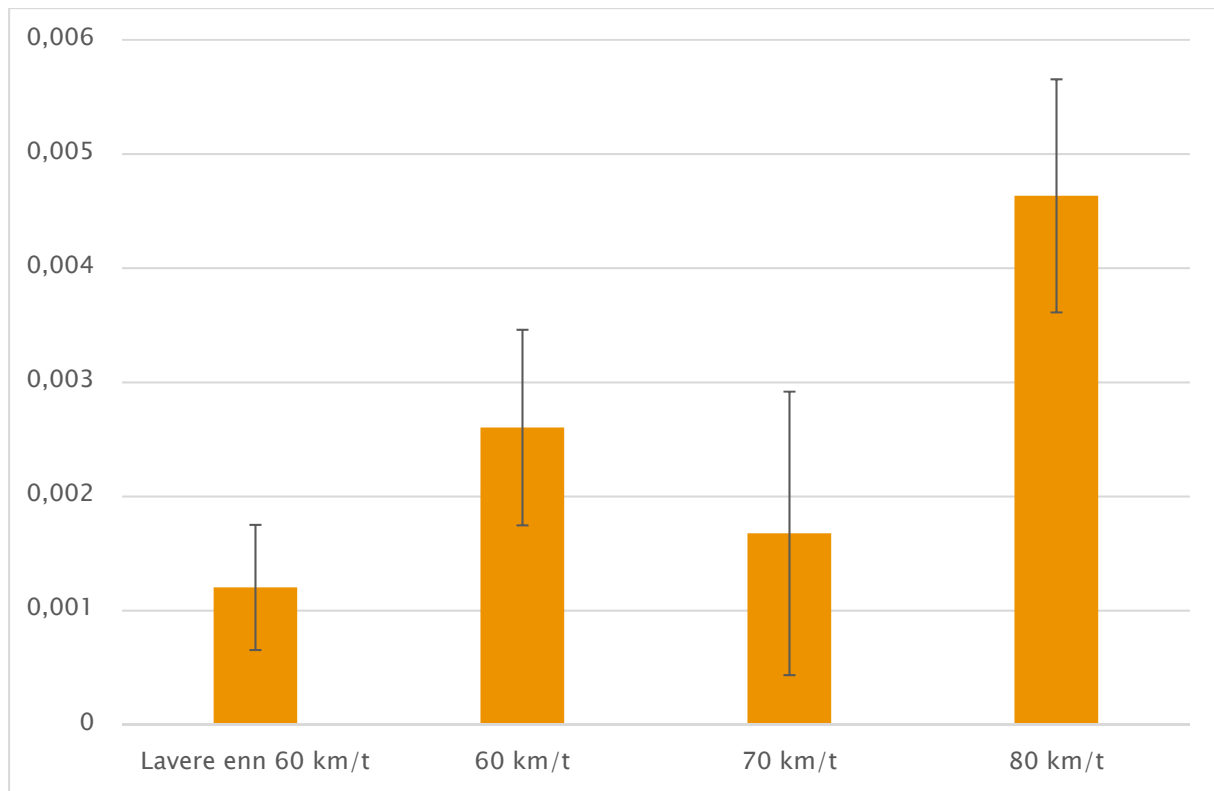
## 3. Resultater for hver enkelt risikofaktor

Jo færre passerende kjøretøy i den definerte type kurve, jo større usikkerhet i resultatet. Dette må tas med i betraktningene av resultatene under. Det vises derfor en linje som viser standardfeil på hver risikofaktor (standardfeil innen 95p). Som nevnt er det en større usikkerhet i resultatene jo mer detaljert beskrivelse av typen kurve man gjør på grunn av tilfeldig variasjon. Alle ulykkesdataene i analysen gjelder kun for de forhåndsdefinerte kurvene, det vil si lavere horisontalkurveradius enn 700 meter.

### 3.2 Faste forhold

#### Fartsgrense

Hastighet er en viktig faktor når det kommer til ulykkesrisiko. Dette gjelder naturligvis også for utforkjøringsulykker. Før det sees nærmere på hva de forskjellige risikofaktorene har å si for utforkjøringsrisikoen vises hvor mange utforkjøringsulykker det er i kurvene per passerende kjøretøy fordelt på fartsgrenser.



Figur 3: Antall utforkjøringsulykker i kurver per million passerende kjøretøy fordelt på fartsgrense

Figuren viser at det er flest utforkjøringsulykker per passerende kjøretøy der fartsgrensen er 80 km/t. Det er nesten dobbelt så mange utforkjøringsulykker per passerende kjøretøy der det er 80 km/t i forhold til der det er 60 km/t. Hvorfor det er færre utforkjøringsulykker der det er 70 km/t enn der det er 60 km/t vites ikke, men det er noe mer usikkerhet i tallene for 70 km/t fordi utvalget er mindre. Feilfeltene vist med svarte streker i stolpediagrammet viser dette. Kurver og ulykker der det var 90 km/t var for få til å gi noen mening i figuren.

Videre i analysen ser vi kun på kurver på veger med fartsgrense 60, 70, 80 og 90 km/t.

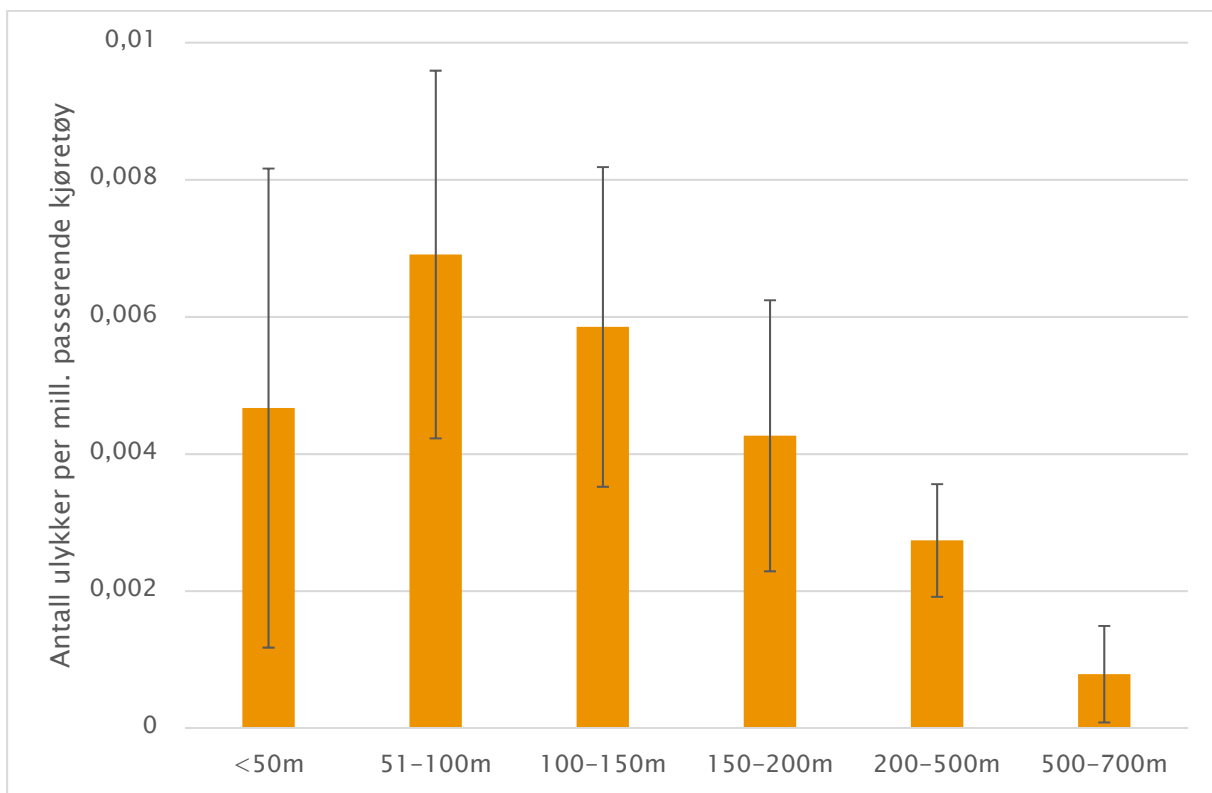
### Horisontalkurveradius

Horisontalkurveradius har mye å si for utforkjøringsrisikoen. Sees det på alle kurvene i utvalget vises det at intervallet for de aller krappeste kurvene har en noe lavere risiko enn de andre krappe kurvene (se figur 4, «<50 meter horisontalkurveradius»). Dette henger antageligvis sammen med at mange av kurvene med så krappe kurvatur er i sammenheng med kryss og rundkjøringer eller andre steder der hastigheten på trafikken er lav. De stedene der kurver med så krappe kurvatur ligger utenfor slike steder har disse kurvene høy risiko. Tabell 1 viser antall kurver som ligger innenfor hvert intervall og antall utforkjøringsulykker og sum ÅDT for alle kurvene. Dette er bakgrunnstallene som brukes for å beregne risiko i de forskjellige kurvene, eller sagt på en annen måte, antall utforkjøringsulykker per passerende kjøretøy. I figuren benevnes det med antall utforkjøringsulykker per million passerende kjøretøy for å få færre desimaler i figuren.



Intervall	Antall kurver	Antall utforkjøringsulykker	Sum ÅDT
<50m	3057	82	4008566
51–100m	7221	304	10044690
100–150m	9292	289	11271625
150–200m	8947	214	11450720
200–500m	27895	511	42582417
500–700m	7539	58	16765781
<b>Totalsum</b>	<b>63951</b>	<b>1458</b>	<b>96123799</b>

Tabell 1: Antall kurver, antall utforkjøringsulykker og sum ÅDT i kurver innenfor intervall for horisontalkurveradius (2-feltsveger med fartsgrense 60, 70, 80 og 90 km/t)



Figur 4: Antall utforkjøringsulykker per million passerende kjøretøy i kurver med forskjellige horisontalkurveradius

Figur 4 viser at det er flest utforkjøringsulykker per passerende kjøretøy i kurver med horisontalkurveradius på mellom 51 og 100 meter. Kurver med radius på 100 til 150 meter har nesten like mange ulykker per passerende kjøretøy, mens vi ser en redusert risiko på slakere kurvatur. Hadde vi sett på kurver med enda slakere kurvatur og rettstrekninger ville stolpene blitt enda lavere. Dette sier mye om risikoen for utforkjøringsulykker i kurver, og hvor tiltak bør rettes først for å få best mulig effekt. Samtidig ser vi i tabell 1 at det er snakk om mange kurver, så vi bør se på flere risikofaktorer for å spisse antall risikopunkt ytterligere. For eksempel er det over 7 000 kurver med horisontalkurveradius på mellom 51 og 100 meter på europa-, riks- og fylkesvegnettet der fartsgrensen er mellom 60 og 90 km/t i region øst.

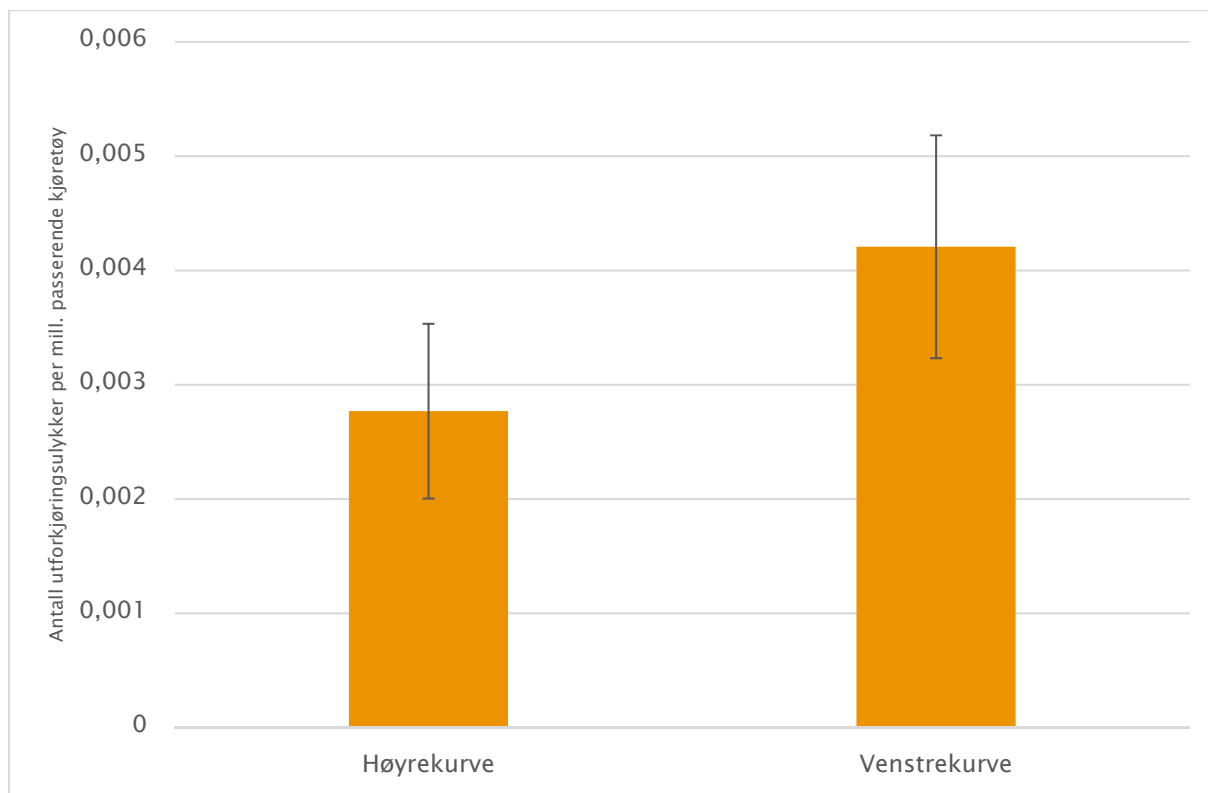
## Retning på kurve

Når det kommer til retning på kurve, er dette tatt med i analysen for å se om det er størst risiko for utforkjøringsulykke i en venstre eller en høyrekurve. Det er naturlig å tenke seg at det er større risiko for utforkjøring i en venstrekurve fordi man presses ut mot ytterkurven når man passerer en kurve, og i en venstrekurve er det kortere veg mot grøfta enn i en høyrekurve. Man har motgående kjørefelt å korrigere på om man mister kontrollen i en høyrekurve. Faren for møteulykke kan på den annen side tenkes å øke i en høyrekurve av samme årsak.

Tallene i analysen viser nettopp dette. Det er flere utforkjøringsulykker i venstrekurver enn i høyrekurver. I tillegg er det mange av utforkjøringsulykkene i høyrekurver som skjer mot ytterkurven. Dette ser vi ved å se på ulykkeskodene. Ser vi på alle utforkjøringsulykker i alle kurvene, inkludert kurvene som har slakere horisontalkurveradius enn 700 meter, ser vi at 76 % av utforkjøringsulykkene i kurver skjer i ytterkurve. 86 % av utforkjøringsulykkene i kurver som ble dødsulykke skjedde i ytterkurve (se tabell 3). Årsaken til at det er flere utforkjøringsulykker i kurver i denne tabellen er at disse tallene tar for seg alle kurver, ikke bare kurver som har krappere horisontalkurveradius enn 700 meter.

Intervall	Antall kurver	Antall utforkjøringsulykker	Sum ÅDT
Høyrekurve	32337	603	49724575
Venstrekurve	31614	855	46399224
<b>Totalsum</b>	<b>63951</b>	<b>1458</b>	<b>96123799</b>

*Tabell 2: Antall kurver, antall utforkjøringsulykker og sum ÅDT i kurver fordelt på høyre- og venstrekurve (2-feltsveger med fartsgrense 60, 70, 80 og 90 km/t)*



Figur 5: Antall utforkjøringsulykker per million passerende kjøretøy i hhv høyre- og venstrekurve

	Utforkjøringsulykke, dødsulykke	Utforkjøringsulykker i kurve, alle skadegrader	Andel dødsulykker	Andel utforkjøringsulykker
Utforkjøringsulykker i kurve	76	1920		
Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side i venstrekurve	40	939	53 %	49 %
Enslig kjøretøy kjørte utfor på venstre side i høyrekurve	25	514	33 %	27 %
Sum ulykker i ytterkurve	65	1453	86 %	76 %

Tabell 3: Utforkjøringsulykker i kurver på 2-feltsveger i region øst i tidsperioden 2006–2018 (tall for 2018 er foreløpige da alle ulykkene ikke er registrert da rapport skrives). Data gjelder for alle kurver, også de med slakere horisontalkurveradius enn 700 meter

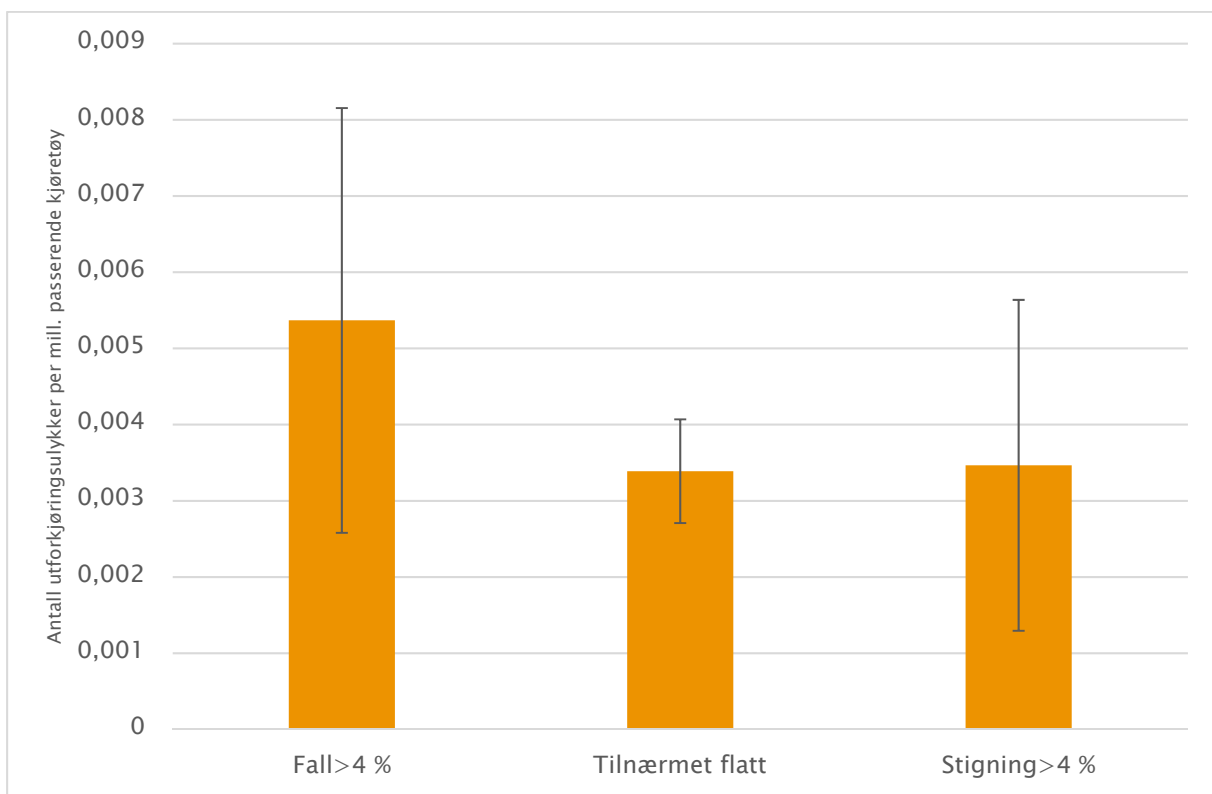
Med begrensede midler bør tiltak mot sideterrenget i kurver derfor først rettes mot terrenget i ytterkurver, hvis det ikke er stedsspesielle forhold som tilsier annet. Det skjer også alvorlige utforkjøringsulykker mot sideterrenget i innerkurver, men i langt mindre grad. Derfor bør ytterkurver ha størst fokus når man skal lete etter risikopunkt i vegnettet. Tiltak mot sideterrenget er enten å gjøre sideterrenget tilgivende eller å sette opp rekkverk. Det bør også vurderes behov for under- og overskinne på rekkverket på grunn av motorsykkel.

## Fall/stigning i forkant av kurven

Når det er fall mot en kurve kan det føre til høyere hastighet inn mot kurven. Dette vil øke risikoen for utforkjøring. Intervallene som er sett på i analysen er fall eller stigning større enn 4 % sett opp mot der det er mindre enn 4 % fall eller stigning. Resultatene viser at de fleste kurver har mindre fall eller stigning enn 4 %, men utforkjøringsrisikoen er høyere der det er fall inn mot kurven enn der det er flatt eller stigning inn mot kurven. På grunn av forholdsvis få kurver med fall større enn 4 % inn mot kurven er det noe usikkerhet i resultatene, men det er allikevel en indikasjon på at risikoen er høyere der det er fall inn mot kurven.

Intervall	Antall kurver	Antall utforkjøringsulykker	Sum ÅDT
Fall > 4 %	7029	170	7231152
Tilnærmet flatt	46557	1138	76673511
Stigning > 4 %	7657	117	7707935
Mangler data	2708	33	4511201
<b>Totalsum</b>	<b>63951</b>	<b>1458</b>	<b>96123799</b>

Tabell 4: Antall kurver, antall utforkjøringsulykker og sum ÅDT i kurver innenfor intervall for vertikalkurvatur i forkant av kurven (2-feltsveger med fartsgrense 60, 70, 80 og 90 km/t)



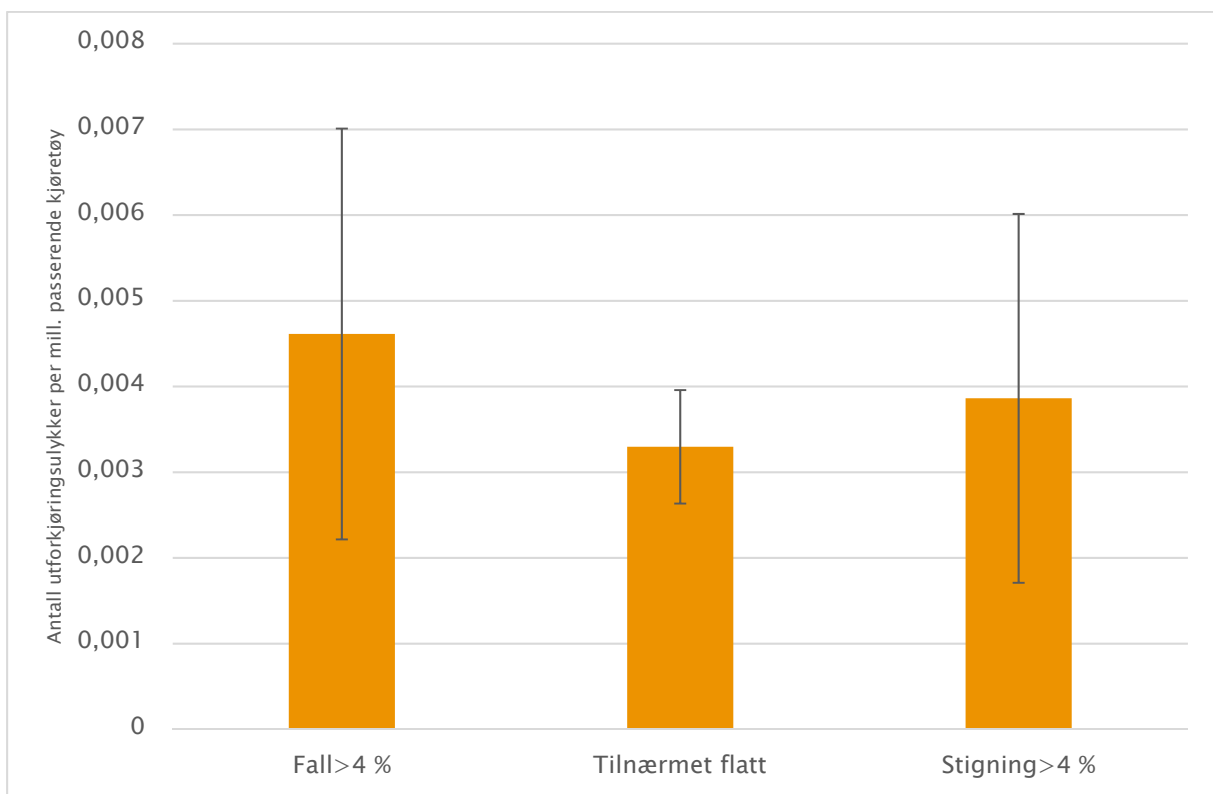
Figur 6: Antall utforkjøringsulykker per million passerende kjøretøy utfra om det er fall, stigning eller flatt terreng i forkant av kurve

## Fall/stigning i kurven

Om det er fall, stigning eller tilnærmet flat vertikalkurvatur i kurven har lignende resultater som for forkant av kurven. Det er høyere risiko der det er fall i kurven, men den økte risikoen er noe mindre enn for i forkant av kurven.

Intervall	Antall kurver	Antall utforkjøringsulykker	Sum ÅDT
Fall > 4 %	8216	170	8414028
Tilnærmet flatt	47233	1140	78959803
Stigning > 4 %	8501	148	8749553
Mangler data	1	0	415
<b>Totalsum</b>	<b>63951</b>	<b>1458</b>	<b>96123799</b>

Tabell 5: Antall kurver, antall utforkjøringsulykker og sum ÅDT i kurver innenfor intervall for vertikalkurvatur i kurven (2-feltsveger med fartsgrense 60, 70, 80 og 90 km/t)



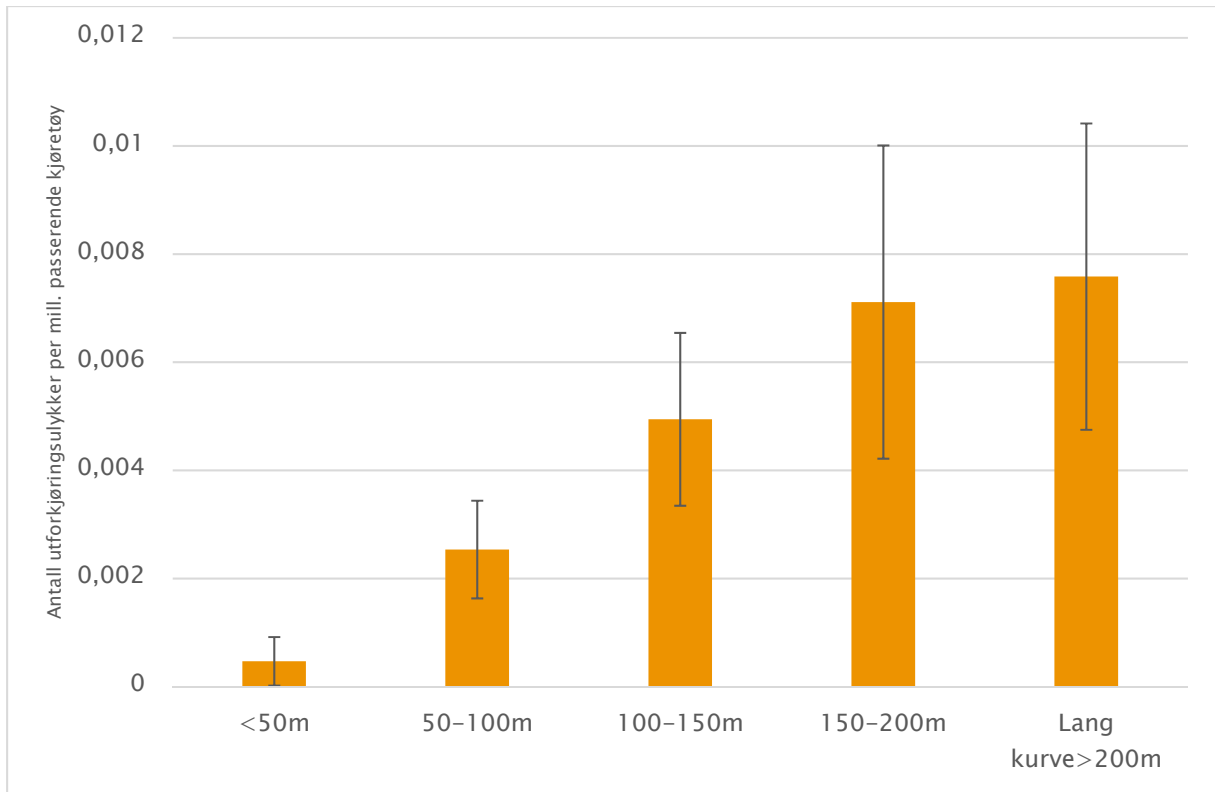
Figur 7: Antall utforkjøringsulykker per million passerende kjøretøy utfra om det er fall, stigning eller flatt terreng i kurve

## Kurvelengde

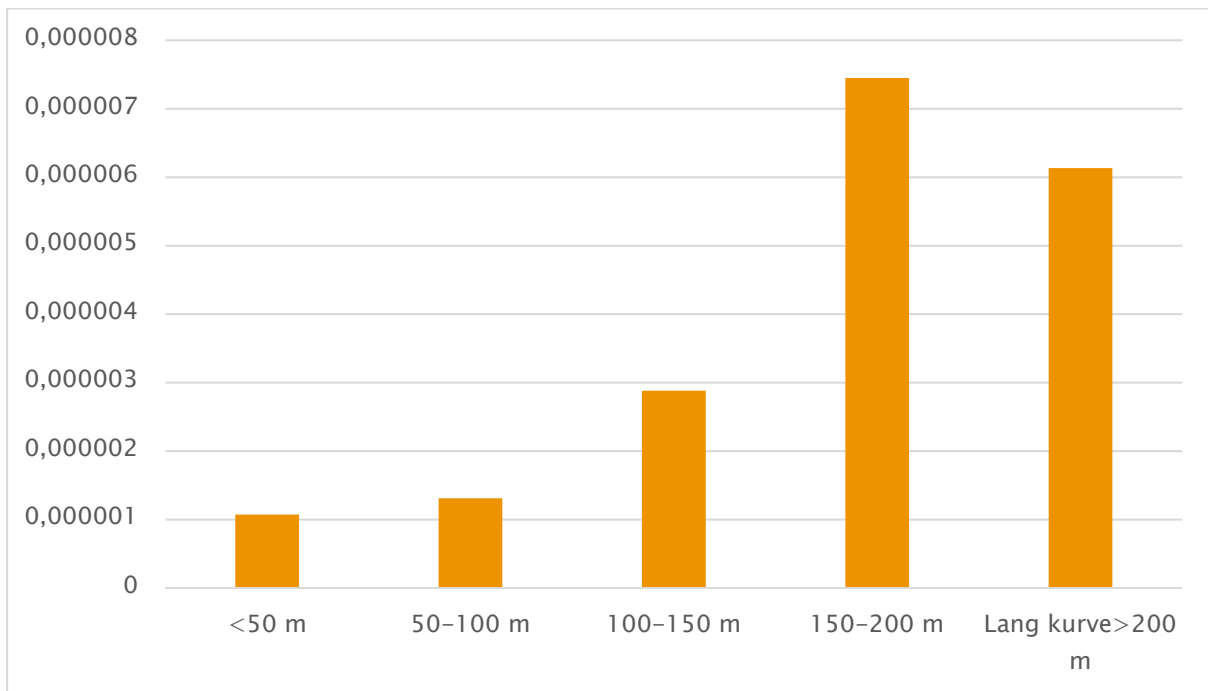
Eksponering er et viktig moment når man analyserer disse tallene. Jo lenger kurver, jo større eksponering. Dette fører til flere ulykker i seg selv fordi man ser på en lengre strekning. Kurvelengde i kombinasjon med horisontalkurveradius sier også noe om retningsforandring i kurven. Det kan tenkes at større retningsforandring gir økt risiko. Derfor er dette også et viktig moment å se nærmere på. Resultatene viser også at jo lenger kurven er, jo høyere risiko for utforkjøringsulykke, se figur 8. Ser vi tallene opp mot risiko per meter i kurven blir resultatene litt annerledes, se figur 9. Her er det delt opp antall utforkjøringsulykker per million passerende kjøretøy på antall meter veg i kurvene innenfor hvert intervall. Kurvene som er lenger enn 150 meter er såpass få at risikoen per meter per passerende kjøretøy faktisk blir enda større enn om vi bare ser på antall ulykker per passerende kjøretøy per kurve. Dette viser at lengde på kurve har noe å si for risiko for utforkjøringsulykke, uavhengig av økt eksponering i lange kurver.

Intervall	Antall kurver	Antall utforkjøringsulykker	Sum ÅDT
<50m	13696	50	24390388
50-100m	25779	362	32587787
100-150m	14218	439	20271958
150-200m	5582	276	8859573
Lang kurve>200m	4589	328	9874633
Mangler data	87	3	139460
<b>Totalsum</b>	<b>63951</b>	<b>1458</b>	<b>96123799</b>

Tabell 6: Antall kurver, antall utforkjøringsulykker og sum ÅDT i kurver innenfor intervall for kurvelengde (2-feltsveger med fartsgrense 60, 70, 80 og 90 km/t)



Figur 8: Antall utforkjøringsulykker per million passerende kjøretøy utfra kurvelengde



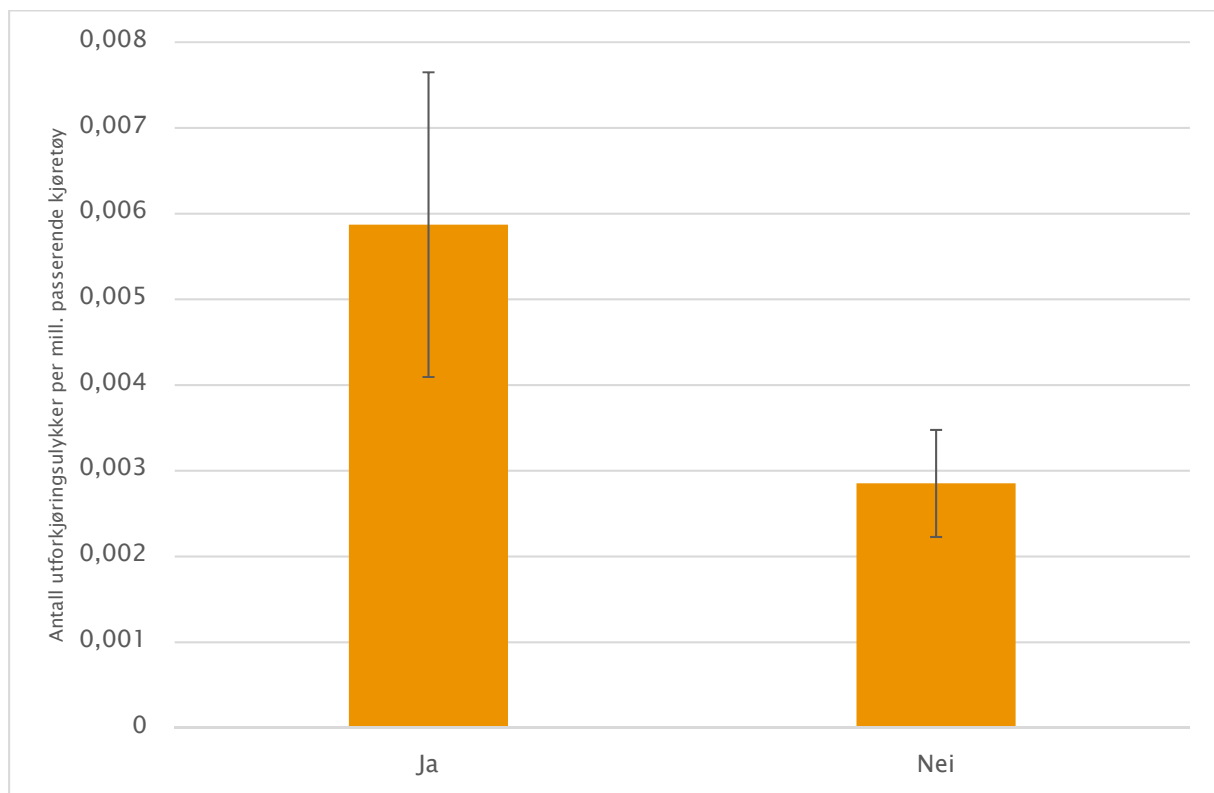
Figur 9: Antall utforkjøringsulykker per km per million passerende kjøretøy utfra kurvelengde

## Eggekurve

Dette er kanskje det viktigste enkeltfunnet i denne analysen da det ikke er funnet noen andre undersøkelser som har sett spesielt på utforkjøringsrisiko i eggekurver. Det er heller ikke funnet noen detaljerte beskrivelser for hvordan man skal definere en eggekurve. Derfor er grenseverdiene i denne analysens definisjon av eggekurve muligens annerledes enn hva andre ville satt. Uansett er resultatene av denne definisjonen av eggekurve interessante. Vi ser at det er over dobbelt så høy risiko for utforkjøringsulykke i slike kurver (se figur 10). Det vil si at det skjer mer enn to utforkjøringsulykker i en eggekurve for hver utforkjøringsulykke i en kurve som ikke er eggeformet. Det er nyttig å ha en oversikt over hvor disse kurvene er på vegnettet fordi det er ikke alltid like lett å se på befaringer eller bilder fra en kurve om den er eggeformet eller ikke. I excel-filen som følger denne rapporten kan man ta ut en oversikt over alle disse kurvene og finne dem igjen i vegnettet ved hjelp av vegID som står for hver kurve. Det er 10718 slike kurver på 2-felts europa-, riks- og fylkesveg med fartsgrense mellom 60 og 90 km/t i region øst (se tabell 7).

Intervall	Antall kurver	Antall utforkjøringsulykker	Sum ÅDT
Ja	10718	500	19443565
Nei	53233	958	76680234
<b>Totalsum</b>	<b>63951</b>	<b>1458</b>	<b>96123799</b>

Tabell 7: Antall kurver, antall utforkjøringsulykker og sum ÅDT i kurver fordelt på om kurven er en eggekurve eller ikke (2-feltsveger med fartsgrense 60, 70, 80 og 90 km/t)

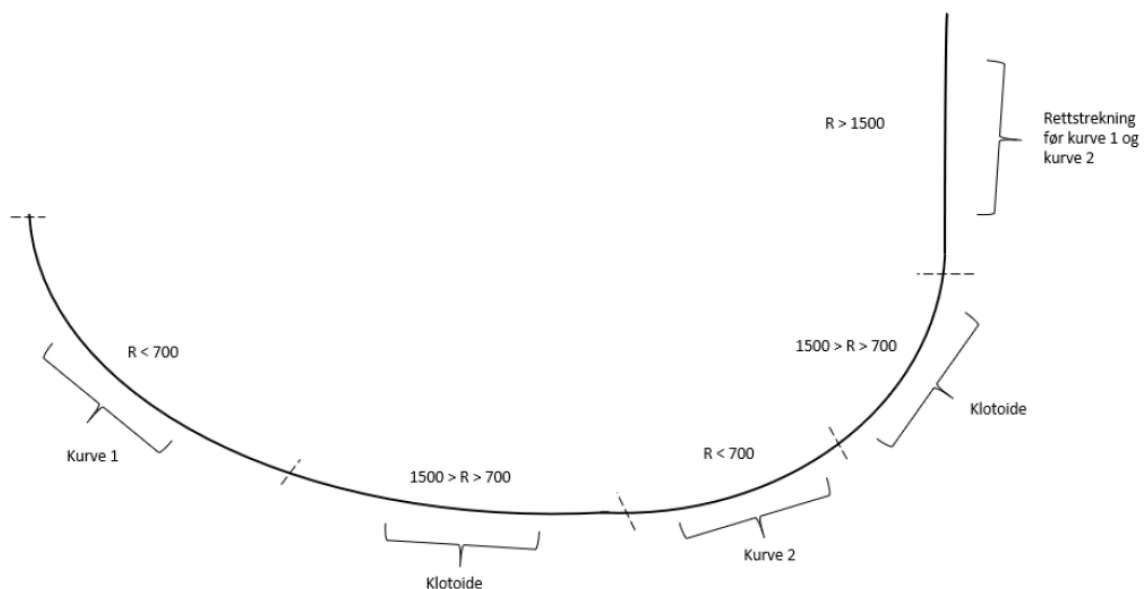


Figur 10: Antall utforkjøringsulykker per million passerende kjøretøy utfra om kurven er eggeformet eller ikke



## Lengde på rettstrekning før kurve

Disse dataene viste seg å by på noen utfordringer. I definisjonen av hvordan uttak av lengde på rettstrekning skulle gjøres, står det: «Lengden på rettstrekning før kurven er antall meter i forkant av kurven der horisontalkurveradius er større enn 1500 meter (–1500 meter om vegen krummer mot venstre)». En kurve starter der kurven blir krappere enn 700 meter, det vil si at det i alle kurver er en strekning med overgang til kurven (der deler av strekningen er en klotoide). Denne strekningen tas ikke med i beregning av rettstrekning før kurve fordi definisjonen av rettstrekning er først når veglinjen er slakere enn 1500 meter. Dette er så langt greit. Multiconsult har også lagt til en egen rad som viser lengden på strekningen som har horisontalkurveradius mellom 700 og 1500 meter. I flere tilfeller er det for øvrig ikke slik at veglinjen retter seg ut før neste kurve. Dette medfører at man får samme rettstrekning før kurven for flere kurver etter hverandre. Multiconsult lagde en illustrasjon som viser problemstillingen på en god måte (se figur 12).

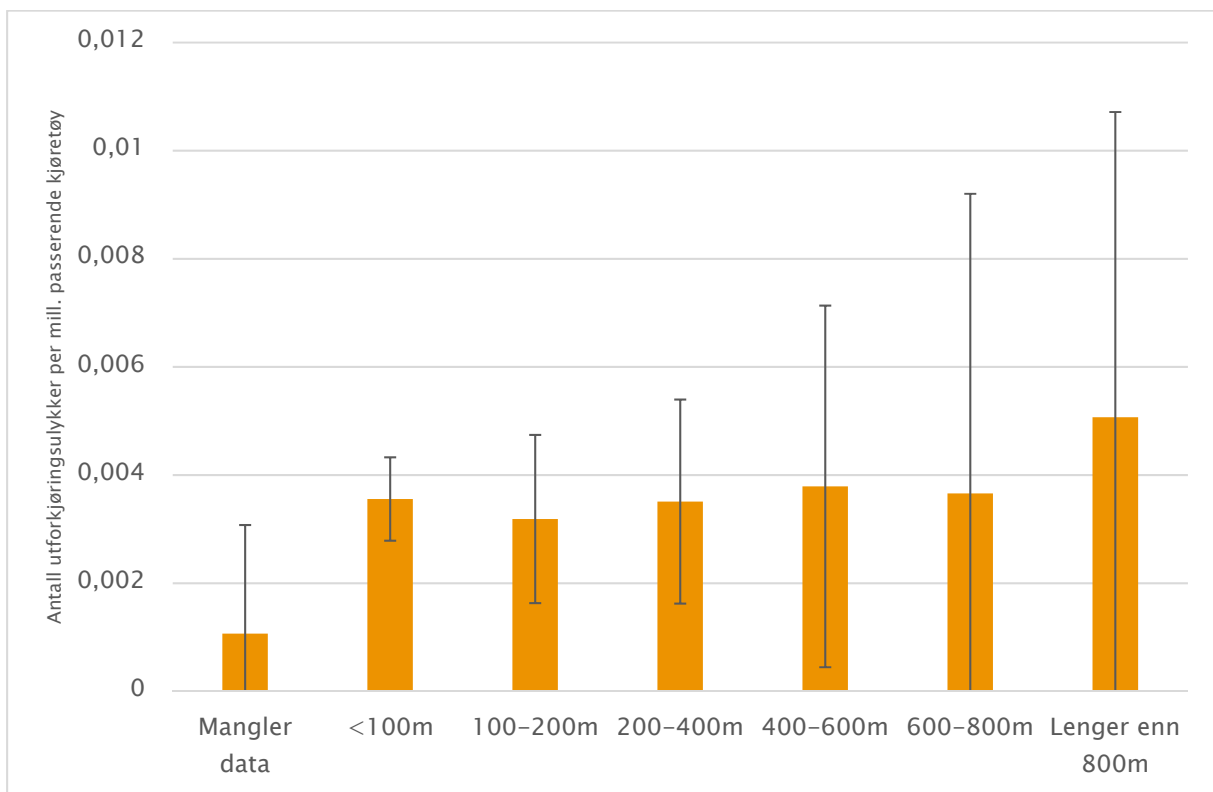


Figur 11: Illustrasjon av to kurver med samme rettstrekning i forkant av kurven (kilde: Notat fra Multiconsult)

Til tross for dette problemet tas det med resultatene av uttaket av disse dataene under (se figur 12). Dataene viser at utforkjøringsrisikoen øker når lengden på rettstrekningen før kurven øker. Vi må selvsagt ta denne delen av analysen med en klype salt på grunn av den nevnte problemstillingen, men på bakgrunn av tidligere undersøkelser og indikasjonene i denne analysen er det grunnlag for at denne risikofaktoren bør tas med i betraktning. Det bør undersøkes nærmere om det går an å ta ut bedre data for denne problemstillingen for å få en mer riktig oversikt over hvor mye utforkjøringsrisikoen øker ved lange rettstrekninger før kurven.

Intervall	Antall kurver	Antall utforkjøringsulykker	Sum ÅDT
Mangler data	1323	13	2780505
<100m	47252	977	62709131
100–200m	7586	193	13824129
200–400m	5012	159	10342138
400–600m	1551	59	3553608
600–800m	562	20	1248102
Lenger enn 800m	665	37	1666186
<b>Totalsum</b>	<b>63951</b>	<b>1458</b>	<b>96123799</b>

Tabell 8: Antall kurver, antall utforkjøringsulykker og sum ÅDT i kurver innenfor intervall for lengde på rettstrekning før kurve (2-feltsveger med fartsgrense 60, 70, 80 og 90 km/t)



Figur 12: Antall utforkjøringsulykker per million passerende kjøretøy utfra lengde på rettstrekning i forkant av kurven

### Antall kurver med horisontalkurveradius +/- 50 meter av aktuelle kurve

Årsaken for å se nærmere på dette var at en kurve som skiller seg ut fra resten av strekningen man kjører på kan virke overraskende og dermed få en økt utforkjøringsrisiko. Det skulle sees på en strekning 2 km før aktuelle kurve og finne antall kurver med lignende horisontalkurveradius (+/- 50 meter) i forkant. Det viste seg vanskelig å få ut data som var sammenlignbare for dette. Årsaken til dette var blant annet at det var vanskelig å få ut sammenhengende data for 2 km i forkant av hver kurve. Dette er derfor en risikofaktor som ikke blir sett nærmere på i denne analysen.

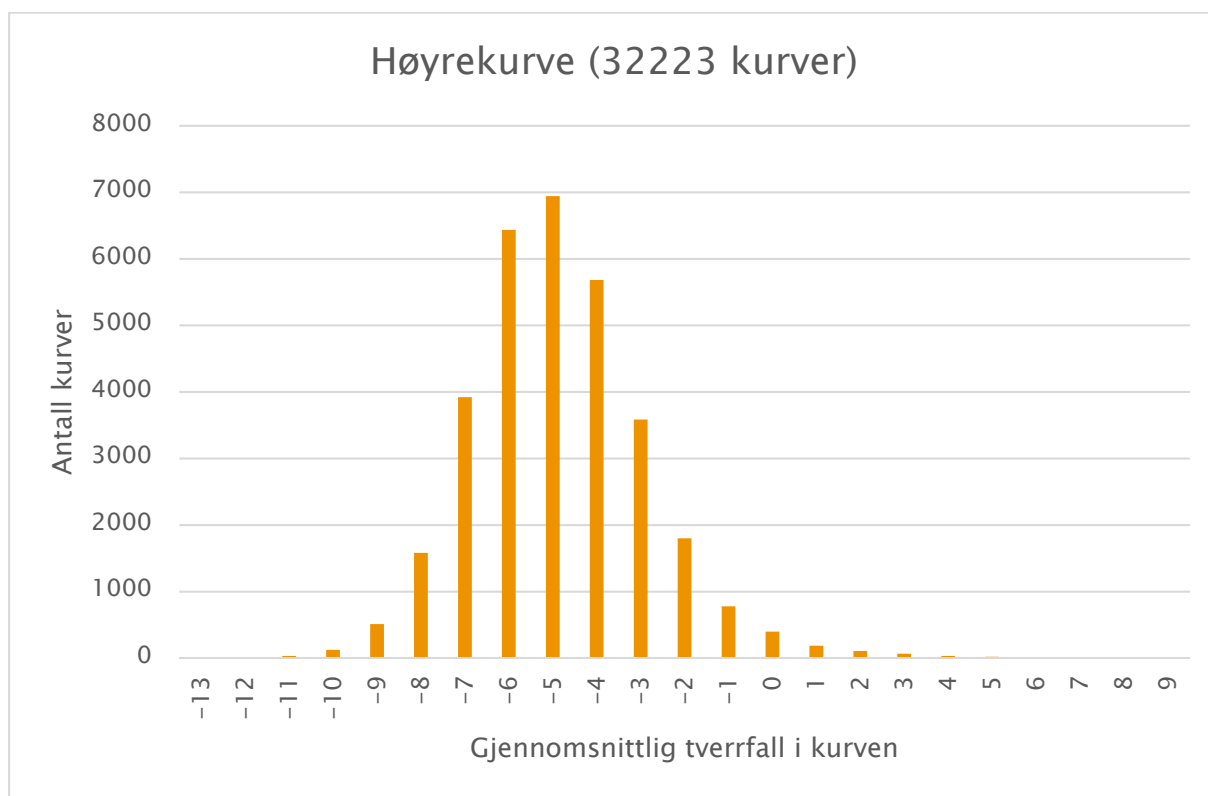
### 3.3 Variable forhold

Som nevnt er det i ulykkesutvalget for analysen av variable forhold kun sett på utforkjøringsulykker i kurvene for de fem siste årene, det vil si fra 2014–2018.

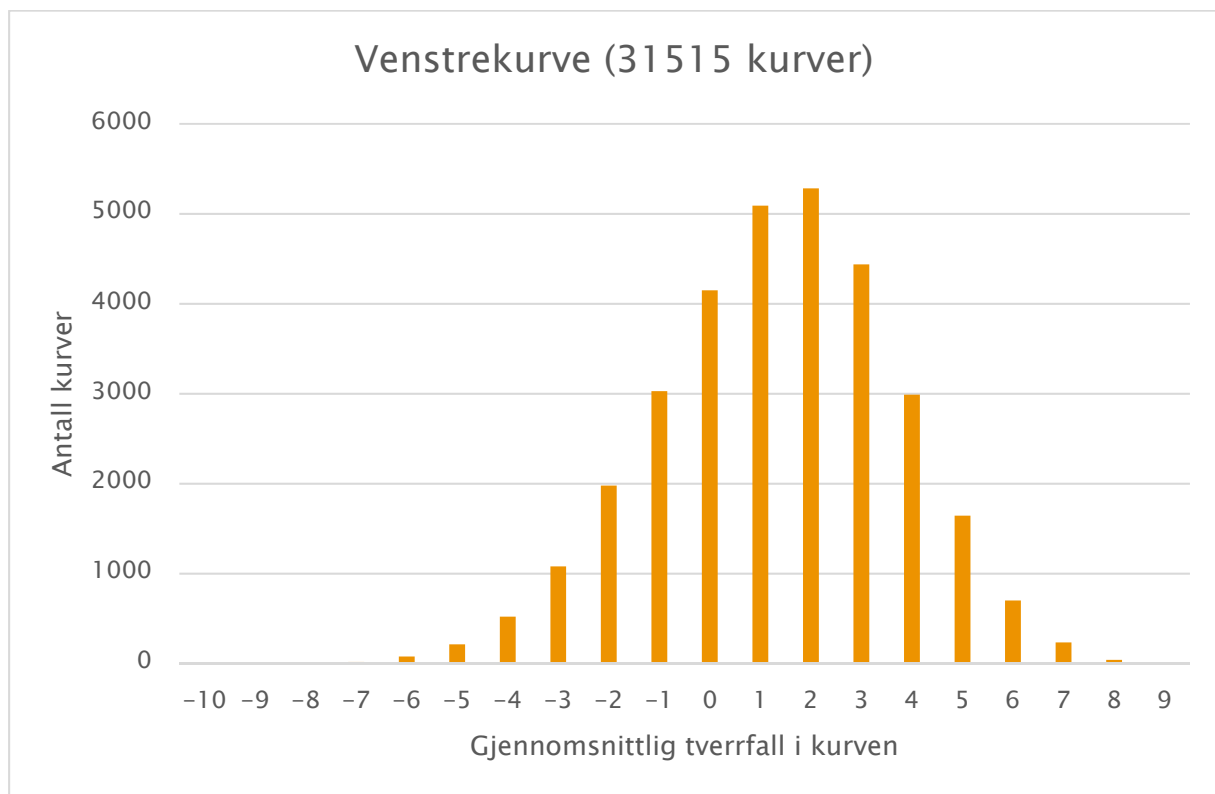
#### Tverrfallsverdi i kurven

Alle kurver som er analysert har så liten horisontalkurveradius at tverrfallsverdien i hht hbN100 skal være 8 % i alle kurvene ved bygging av ny veg. Kurvene i denne analysen er, som nevnt, delt opp fra der hvor kurven har krappere horisontalkurveradius enn 700 meter til der hvor kurven har slakere horisontalkurveradius enn 700 meter. Overhøyden i en kurve skal bygges opp i klotoiden, derfor skal oppbygging til riktig tverrfall være ferdig før kurven har krappere horisontalkurveradius enn 700 meter. Dette vil si at teoretisk sett skal den gjennomsnittlige tverrfallsverdien i alle kurvene i denne analysen være 8 %.

På eksisterende veg er det normalt at denne verdien ikke er oppnådd. Ser vi på gjennomsnittsveriden for tverrfallet gjennom kurven, skulle denne, som nevnt over, i teorien vært 8 % gjennom hele det som er definert som kurve. Verdiene under viser gjennomsnittlig tverrfall i kurvene på 2-feltsveger med fartsgrense 60 til 90 km/t i Region Øst, for henholdsvis høyre- og venstrekurve. Verdiene er også her for ett kjørefelt. Det vil si at høyrekurve er lik innerkurve og venstrekurve er lik ytterkurve. Vi ser at den gjennomsnittlige tverrfallsverdien er nærmere kravet i innerkurver enn i ytterkurver. I ytterkurver ser vi også at det er en del kurver som har tverrfall som heller i feil retning. Dette skal i teorien være noe som øker utforkjøringsrisikoen, da kjøretøyet får sidekrefter som drar kjøretøyet mot høyre i venstrekurven.

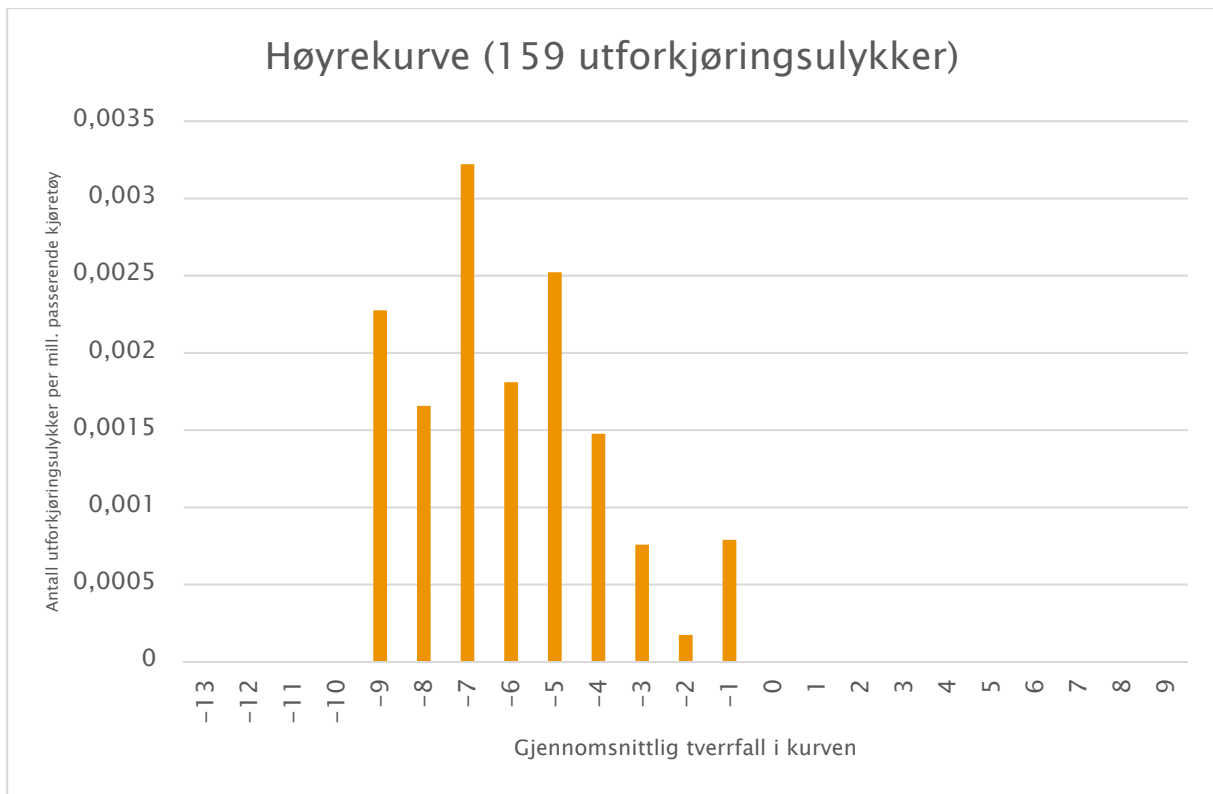


Figur 13: Antall høyrekurver i utvalget fordelt på gjennomsnittlig tverrfall i kurven

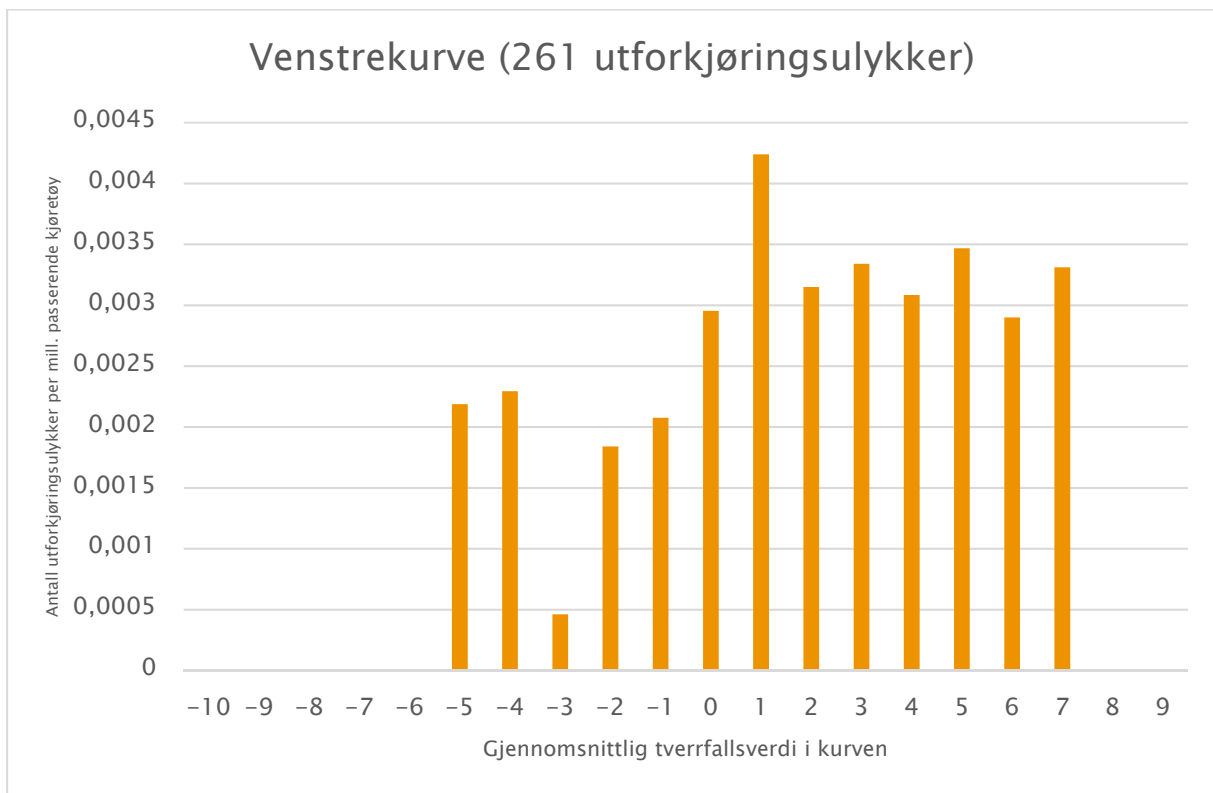


Figur 14: Antall venstrekurver i utvalget fordelt på gjennomsnittlig tverrfall i kurven

Figurene under viser antall utforkjøringsulykker per million passerende kjøretøy fordelt på gjennomsnittlig tverrfall i kurven for henholdsvis høyre- og venstrekurver med kurveradius  $\leq 700$  meter (ulykkesuttak, utforkjøringsulykker, region øst, år: 2014–2018).



Figur 15: Antall utforkjøringsulykker per million passerende kjøretøy i høyrekurver fordelt på gjennomsnittlig tverrfallsverdi i kurven



Figur 16: Antall utforkjøringsulykker per million passerende kjøretøy i venstrekurver fordelt på gjennomsnittlig tverrfallsverdi i kurven

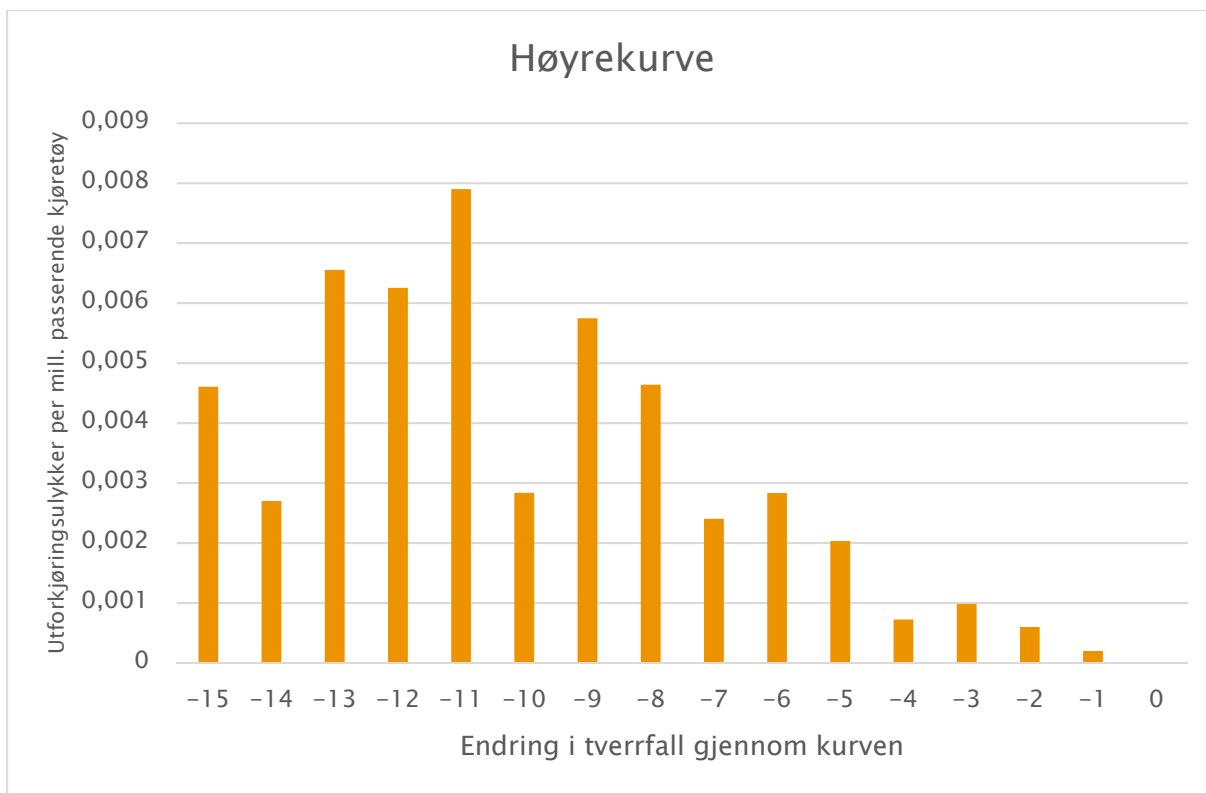
Figur 15 og 16 viser at når vi bare ser på gjennomsnittlig tverrfallsverdi i kurvene, ser det ut til at tverrfall som avviker mye fra 8 % ikke har noen flere utforkjøringsulykker per passerende kjøretøy enn kurver med tverrfall som nærmer seg 8 %. Kanskje med unntak av venstrekurver med gjennomsnittlig tverrfallsverdi på 1 %. Det er for øvrig viktig å lese bak disse tallene. Det kan for eksempel være slik at kurvene som har gjennomsnittlige tverrfallsverdier i nærheten av 8 % har en større forskjell mellom laveste og høyeste målte tverrfallsverdi i kurven. Altså stor endring i tverrfall gjennom kurven. Det vil også være en sammenheng mellom de høyeste tverrfallsverdiene og lave horisontalkurveradiusverdier, selv om alle kurvene i denne analysen i teorien skal ha samme tverrfallsverdi. Og, som vist tidligere i analysen, er knapp horisontalkurveradius en av de viktigste utforkjøringsrisikofaktorene.

I denne analysen kan det ikke konkluderes noe om økt utforkjøringsrisiko ved for lite tverrfall. Det bør gjøres en analyse som kun ser på ulykkesrisiko i forbindelse med tverrfall. Den analysen må bruke andre metoder enn det som er brukt i denne analysen, men det er mulig man kan gjøre det ved å bruke de samme dataene.

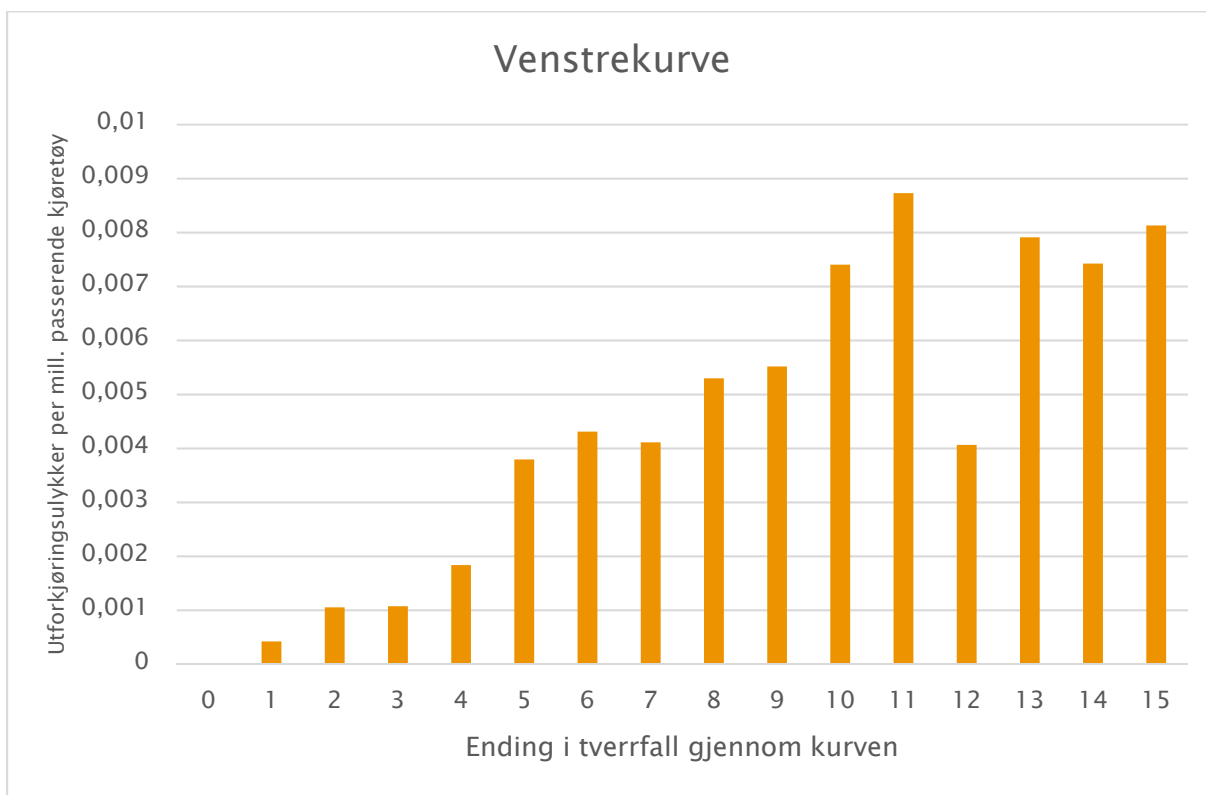
### Endring i tverrfall gjennom kurven

Tverrfallet gjennom en kurver holder seg ikke alltid jevnt. Tverrfallet kan endre seg på grunn av overgang mellom høyre- og venstrekurve, men tverrfallet kan også ha for kort utstrekning i forhold til lengden på kurven. Da vil det bli differanse mellom tverrfallsverdien i for eksempel starten av kurven og i punktet av kurven der tverrfallsverdien er høyest. Det kan også være setningsskader eller lignende i dekket på vegen som fører til at tverrfallsverdiene endrer seg både opp og ned gjennom kurven.

Det viser seg at store differanser mellom høyeste og laveste tverrfallsverdiverdi har en negativ effekt når det kommer til utforkjøringsrisiko. Dette gjelder både for høyre og venstrekurver. Se figurer 17 og 18.



Figur 17: Antall utforkjøringsulykker per million passerende kjøretøy i høyrekurver fordelt på hvor stor differanse det er fra laveste til høyeste målte tverrfallsverdi i kurven



Figur 18: Antall utforkjøringsulykker per million passerende kjøretøy i venstrekurver fordelt på hvor stor differanse det er fra laveste til høyeste målte tverrfallsverdi i kurven



Analysen avdekker at det er sammenheng mellom store endringer i tverrfallverdier gjennom kurven og utforkjøringsrisiko. Risikoen øker når differansene øker.

### Resulterende fall i forkant av kurven

Analysen hadde en målsetting om å undersøke om lite resulterende fall i forkant av en kurve ville øke utforkjøringsrisikoen på våt vegbane. Det viste seg at ulykkestallmaterialet var for lite for å konkludere noe rundt dette.

### Resulterende fall i kurven

Det samme gjelder her som for resulterende fall i forkant av kurven. Det var for lite tallmateriale. Dette kan være interessant å se nærmere på ved en annen anledning.

### Sporslitasje

Analysen hadde en hypotese om at stor sporslitasje har noe å si for utforkjøringsrisikoen. Spesielt i kombinasjon med for lite eller feil tverrfall. Det viste seg at ulykkestallmaterialet på vegger med stor sporslitasje var for lite for å konkludere noe rundt dette. Dette tyder på at stor sporslitasje i kurver ikke er særlig utbredt på de analyserte vegstrekningene.

### Langsgående ujevnheter – IRI

Analysen hadde en målsetting om å undersøke om store verdier på langsgående ujevnheter ville øke utforkjøringsrisikoen. Det viste seg at ulykkestallmaterialet var for lite for å konkludere noe rundt dette. Ingen signifikante resultater.

### Ruhet på dekket – MPD

Analysen hadde en målsetting om å undersøke om lave MPD-verdier ville øke utforkjøringsrisikoen. Det viste seg at ulykkestallmaterialet var for lite for å konkludere noe rundt dette. Ingen signifikante resultater.

## 4. Konklusjon

Analysene som er gjort i forbindelse med denne rapporten viser antall utforkjøringsulykker per passerende kjøretøy i kurver med forskjellige forhåndsdefinerte risikofaktorer. Disse tallene viser at enkelte risikofaktorer har en vesentlig påvirkning på utforkjøringsrisikoen i kurver. Andre risikofaktorer hadde en liten påvirkning på risikoen, og noen risikofaktorer kunne ikke gi noe svar på om de påvirket utforkjøringsrisikoen. En av ambisjonene med dette prosjektet var å kunne påvise hvilke kombinasjoner av risikofaktorer som utgjorde størst utforkjøringsrisiko. Det vil si at det skulle sees på antall utforkjøringsulykker per passerende kjøretøy i kurver som hadde flere av de forhåndsdefinerte risikofaktorene, for å se om risikofaktorene påvirket hverandre. Med det menes at det skulle sees på om kombinasjoner av risikofaktorer kunne gi en større risiko enn summen av økt risiko per faktor. Dette viste seg å være vanskelig grunnet for lite ulykkesdatamateriale, til tross for at vi har sett på alle utforkjøringsulykker de siste 12 år på 2-feltsvegger med fartsgrense

mellom 60 og 90 km/t i region øst. Dette utgjorde totalt 1458 utforkjøringsulykker i tidsrommet 2006–2018. Analysen ga for øvrig en god oversikt over hva enkeltfaktorer har å si for utforkjøringsrisikoen, og ved å sette sammen verdier for risiko for hver av enkeltfaktorene for hver enkelt kurve, kunne de 63 952 kurvene rangeres etter beregnet utforkjøringsrisiko. Dette gir en oversikt over hvor det er størst sannsynlighet for utforkjøring der vegrelaterte forhold kan sees på som medvirkende årsak. På denne måten har vegeier bedre beslutningsgrunnlag som gjør det lettere å ta sitt ansvar i henhold til 0-visjonen ved å gjennomføre stedsspesifikke tiltak som reduserer sannsynligheten for utforkjøringsulykker med alvorlig skadegrad.

Som nevnt er det ikke grunnlag for å ta med alle de undersøkte risikofaktorene i denne rangeringen. Faktorene som er grunnlag for rangeringen er:

- Horisontalkurveradius
- Retning på kurve (høyre/venstre)
- Fall mot kurven
- Fall i kurven
- Lengde på kurven
- Om kurven er eggeformet eller ikke
- Fartsgrense
- Stor tverrfallsending i kurven

Hver enkelt kurve får et risikotall som er summen av hvor mye kurvens verdi innen hver av disse faktorene påvirker utforkjøringsrisikoen i positiv eller negativ retning. Listen over alle kurvene er tilgjengelig ved etterspørsel.

## 5. Andre analyser som kan gjøres på bakgrunn av behandlet data

Arbeidet med denne analysen har i stor grad bestått av å behandle store datamengder. Disse datamengdene er systematisert i Excel. En stor fordel med arbeidet som er gjort med denne analysen er at bakgrunns materialet kan brukes til flere andre analyser. Excel-filen med datamateriale for alle kurvene er tilgjengelig ved etterspørsel. Denne filen kan lastes ned, og man kan gjøre egne analyser basert på dataene. Henvendelser sendes til [espen.haugvik@vegvesen.no](mailto:espen.haugvik@vegvesen.no).

## Vedlegg:

### Beregninger av ulykkesdata

#### Beregning av antall utforkjøringsulykker per million passerende kjøretøy

Beregningene for antall utforkjøringsulykker per passerende kjøretøy i kurve (u) er gjort på følgende måte:

$$u = \frac{\text{Antall utforkjøringsulykker i aktuelle kurve}}{\sum \text{ÅDT i alle aktuelle kurver} * 365 * 12} * 10^6$$

#### Beregning av standardfeil

Beregningene av standardfeil er gjort på følgende måte (95p):

Standardfeil på middelverdien (s):

$$s = \sqrt{\frac{u * (1 - u)}{\sum \text{ÅDT i alle aktuelle kurver} * 365}} * 10^6$$

Øvre grense (95 % konfidensinterval):  $u + (1,96*s)$

Nedre grense (95 % konfidensinterval):  $u - (1,96*s)$

# Notat fra Multiconsult

## NOTAT

OPPDRAAG	Bearbeidelse av datagrunnlag for alle kurver på 2-felts riks- og fylkesveger i Region Øst	DOKUMENTKODE	10206236-TVF-NOT-001
EMNE	Beregninger for kurver	GRADERING	Ingen
OPPDRAAGSGIVER	Statens Vegvesen	OPPDRAAGSLEDER	Maren Louise Salte
KONTAKTPERSON	Espen Haugvik	OPPDRAAGSANSVARLIG	Kaj W. Halvorsen
KDPI:		ANSVARLIG ENHET	Analyse & Strategi

## SAMMENDRAG

Dette notatet beskriver hvordan Multiconsult ved avdeling Analyse & Strategi har bearbeidet datagrunnlaget fra målebilene til Statens Vegvesen. Datagrunnlaget besto av om lag 10 millioner observasjoner for omtrent 10 000 kilometer med veg. I oppdraget er observasjonene benyttet til å identifisere kurver i vegnett og deretter utføre beregninger for å kartlegge viktige egenskaper ved kurvene. Leveransen i prosjektet har vært datafiler i MS Excel format med oversikt over alle kurver på riks- og fylkesveger i Region Øst med tilhørende beregninger for kurven.



01	22.10	Bearbeidelse av datagrunnlag for alle kurver på 2-felts riks- og fylkesveger i Region Øst.	Maren Louise Salte	Kaj W. Halvorsen	Kaj W. Halvorsen
R.EV.	DATE	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

**Bearbeidelse av datagrunnlag for alle kurver på 2-felts riks- og fylkesveger i Region Øst**

---

**1 Om oppdraget**

På oppdrag for Statens Vegvesen Region øst har Multiconsult ved avdeling Analyse & Strategi levert en kurvebeskrivelse av alle kurver på 2-felts riks- og fylkesveger med fartsgrense 60 km/t eller høyere i fylkene Østfold, Akershus, Oslo, Hedmark og Oppland. Formålet med oppdraget har vært å gi oppdragsgiver en oversikt over kurvene og kurvenes egenskaper. Oppdragsgiver arbeider videre med det bearbejdede datagrunnlaget for å undersøke om det finnes fellestrekk med kurvene i vegnettet der det har skjedd ulykker.

**2 Løsningen****2.1 Beskrivelse av løsningen**

Totalt er omtrent 10 000 km av vegnettet i Region øst analysert, når man teller med begge kjøretninger. Datagrunnlaget har vært registreringer av tilstand på vei per meter. Altså om lag 10 millioner rader, fordelt på omtrent 3 500 filer.

Identifisering av, og beregninger for, kurvene er gjennomført ved bruk av programmet Visual Basic for Application (VBA) i MS Excel. Multiconsult har laget et program som løper gjennom alle rådatafilene, identifiserer kurver og gjør beregninger for kurvene, for så skrive ut resultatene. I arbeidet har det vært fokus på å lage en effektiv programkode som raskt kan utføre beregningene og skrive ut resultatene. I tillegg til beregningene er det også utført datavask, forberedelser og kvalitetssjekker i rådatafilene i forkant av beregningene. Resultatfilen består av en rad for hver kurve som er identifisert med tilhørende egenskaper for den aktuelle kurven.

Programmet som er laget er bygget opp på følgende måte:

- 1) Åpner første fil med rådata
- 2) Klargjøre rådatafil for beregningene
- 3) Identifisere kurver
- 4) Utføre alle beregninger for kurvene
- 5) Skrive ut resultatene
- 6) Lukke filen med rådata og åpne neste fil

**2.2 Forutsetninger og klargjøring av rådatafilene**

Beregningene som danner grunnlaget for kurvebeskrivelsene har bakgrunn i omtrent 3 500 filer med rådata. Filene følger samme oppsett, men det har likevel vært behov for klargjøring av rådatafilene i forkant av beregningene.

**2.2.1 Start på ny fil**

Riks- og fylkesvegnettet er et nettverk av veger. Hvor vegsystemet starter er derfor tilnærmet umulig å svare på. Mange filer ser ut til å starte i kryss, eller ut av en parkeringsplass. Det er derfor vurdert som lite hensiktsmessig å forsøke og koble filer sammen.

For de første kurvene i filen er det da noen variabler som ikke kan beregnes. Dette er markert i egne merknadsfelt i resultatfilen.

Beregninger som ikke alltid kan utføres grunnet at kurven er i starten av en fil gjelder:

- ✓ Vertikalkurvatur i forkant av kurven
- ✓ Lengde på rettstrekning før kurve
- ✓ Antall kurver med om lag samme radius (+/- 50 meter) i forkant av den aktuelle kurven

### Bearbeidelse av datagrunnlag for alle kurver på 2-felts riks- og fylkesveger i Region Øst

- ✓ Resulterende fall 30 meter før kurven

#### 2.2.2 Klargjøring for beregninger

I del 2) av programmet «Forberede filen på beregninger» har vi satt inn noen hjelpekolonner i rådatafilene, og gjennomført en datavask av verdier som ikke er oppgitt.

Bakgrunnen for å sette inn ekstra kolonner i rådatafilen var å bidra til en effektiv kode for å utføre beregningene. For noen variabler vurderte vi det som mer hensiktsmessig å gjøre beregninger direkte i rådatafilene fremfor i selve programmet. Følgende kolonner med variabler er satt inn i rådatafilene:

- ✓ Stigningsprosent
- ✓ Glattet høyde
- ✓ Resulterende fall
- ✓ Merknad om resulterende fall er over grenseverdi
- ✓ Absoluttverdi av kurveradius
- ✓ Merknad for om det finnes stabile områder (områder med konstant kurveradius) som er lenger enn 10 meter.

For variablene *Tverrfall*, *Sporslitasje*, *IRI* og *MPD* manglet det i noen filer data for enkelte vegmetre. Data som manglet var merket «NaN» i filen. For å kunne gjøre beregninger for kurver med manglende data er «NaN» i datavasken erstattet med blanke felt. Felt uten data blir dermed utelatt fra beregningene.

#### 2.3 Beskrivelse av variablene i resultatfilen med tilhørende kommentarer

Tabellen under viser en oversikt over beregninger for kurven med tilhørende beskrivelse og kommentarer. Feltene i tabellen tilsvarer kolonnene i resultatfilene. Variabler med kompliserte forutsetninger er beskrevet i et eget delkapittel 2.3.1.

Tabell 2-1. Oversikt over variabler i resultatfilen med tilhørende beskrivelser og kommentarer

Kolonnenr.	Data	Beskrivelse	Kommentar
1	Informasjonsstreng	Setter sammen informasjon om fylke, veg, hovedparsell og meter	
2-19	ID-elementer	Tekststreng med kategorisering av resultatene fra hver av beregningene for kurven.	Se vedlegg for beskrivelse
20	Fylke	Fylke vegen er i	
21	Veg	Vegnavnet	
22	Kjørefelt	Kjørefelt 1 eller 2	
23	Utkjørtmeter	Hvilken meter i filen kurven starter	

## Bearbeidelse av datagrunnlag for alle kurver på 2-felts riks- og fylkesveger i Region Øst

24	Hovedparsell fra (Hp fra)	Hovedparsell der kurven starter	
25	Meter fra	Vegmeter der kurven starter	
26	Hovedparsell til (Hp til)	Hovedparsell der kurven slutter	
27	Meter til	Vegmeter der kurven slutter	
	Kurve	En kurve er fra horisontalkurve-radien er 700 meter eller krappere, til den blir slakere enn 700 meter.	
28	Horisontalkurveradius	Minimum radius i kurven	
29	Vertikalkurvatur i forkant av kurven	Gjennomsnittlig stigning/fall på strekningen fra 150 meter før kurven til kurvens start.	Benevnes i prosent. Negativ verdi (-) er fall. Positiv verdi (+) er stigning.
30	Merknad: Vertikalkurvatur i forkant av kurven	«Mangler 150 m før kurve»	Varsel om at det ikke finnes 150m før kurve i rådatafil
31	Vertikalkurvatur i kurven	Gjennomsnittlig stigning/fall i kurven.	Benevnes i prosent. Negativ verdi (-) er fall. Positiv verdi (+) er stigning.
32	Kurvelengde	Antall meter fra kurvens start til slutt.	
33	Merknad: Kurvelengde	«Første meter av fil i kurve. Kurvestart ukjent.»	Dersom rådatafil starter i en kurve
34	Eggekurve	Hvis kurven er en eggekurve har den verdien ja. Ellers har den verdien nei. Definisjon Eggekurve 1: Horisontalkurveradiusen blir krappere etter at kurveradien har vært konstant i mer enn 10 meter. Eggekurve 2: Horisontalkurveradiusen slakes ut i minimum 10 meter ut for så bli krappere igjen.	Se eget avsnitt i kapittel 2.3.1 om forutsetninger for eggekurve. Eggekurve 1: Endret fra «...blir krappere etter at den <u>krappeste</u> delen av kurven har vært konstant i mer enn 10 meter»
35	Klotoidelengde	Antall meter mellom kurve (radius >700) og rettstrekk (radius > 1 500).	
36	Lengde på rettstrekning før kurve	Lengden på rettstrekning før kurven er antall meter i forkant av kurven der horisontalkurveradius er	Se eget avsnitt i kapittel 2.3.1 om forutsetninger for



## Bearbeidelse av datagrunnlag for alle kurver på 2-felts riks- og fylkesveger i Region Øst

		større enn 1500 meter (-1500 meter om veien krummer mot venstre).	rettstrekning før kurve.
37	Merknad: Rettstrekning før kurve	«Start på rettstrekk ikke i målefil».	Dersom programmet ikke finner starten på rettstrekningen i filen.
38	Antall kurver med horisontalkurveradius +/- 50 meter fra aktuelle kurve i utstrekning 2 km før aktuelle kurve	Undersøker alle kurver 2 km før den aktuelle kurven og teller antall med horisontalkurveradius +/- 50 meter sammenliknet med den aktuelle kurven.	
39	Merknad: Antall kurver i forkant	«Strekning for opptelling av antall kurver inntil 2 km før er: XX meter».	Dersom det ikke er data for 2 kilometer er lengde opptellingen gjelder for skrevet i merknaden.
40	Tverrfallsverdi (gjennomsnitt i kurven)	Gjennomsnittlig tverrfallsverdi i kurven i prosent.	
41	Tverrfallsverdi MAX	Den høyeste tverrfallsverdien i kurven i prosent.	
42	Tverrfallsverdi MIN	Den laveste tverrfallsverdien i kurven i prosent.	
43	Tverrfallsverdi DIFF	Differansen mellom maksimum og minimum verdien av tverrfall i prosentpoeng.	
44	Resulterende fall i forkant av kurven	Resulterende fall fra 30 meter før kurven til kurvens start. $\text{Resulterende fall} = \frac{\sqrt{\text{overhøyde}^2 + \text{stigning}^2}}{\text{stigning}}$ Hvis ett av punktene inntil 30 meter før kurven har resulterende fall < 2 % benevnes dette med «punktvis for lite resulterende fall i forkant av kurven», hvis alle verdiene er høyere betegnes dette med «tilstrekkelig resulterende fall i forkant av kurven».	
45	Merknad: Resulterende fall i forkant av kurven	«Mangler 30 meter før kurve»	Merknad dersom kurven er i starten av filen.

Bearbeidelse av datagrunnlag for alle kurver på 2-felts riks- og fylkesveger i Region Øst

46	Resulterende fall i kurven	Samme fremgangsmåte som over, men her finner man alle verdiene for resulterende fall gjennom hele kurven. Benevnes på samme måte. «Punktvis for lite resulterende fall i kurven»/ «tilstrekkelig resulterende fall i kurven».
47	Sporslitasje	Sporslitasje benevnes med gjennomsnittlig spordybde gjennom kurven. Benevnes i mm
48	Langsgående ujevnheter i kurven (IRI-data)	IRI-data benevnes med gjennomsnittsverdien gjennom kurven (mm/m)
49	Ruhet på asfalt (MPD)	MPD-verdien benevnes med gjennomsnittsverdien gjennom kurven
50	Filnavn	Navn på rådatafil.

### 2.3.1 Mer om forutsetninger for beregningene av enkelte variabler

**Eggekurve:**

Eggekurve 1: *Horisontalkurveradiusen blir krappere etter at kurveradien har vært konstant i mer enn 10 meter.*

Beskrivelsen av eggekurve 1 ble endret fra opprinnelig beskrivelse «...blir krappere etter at den krappeste delen av kurven har vært konstant i 10 meter». Bakgrunnen er at den krappeste delen av kurven, som det henvises til, per definisjon ikke kan bli krappere.

Algoritmen starter i begynnelsen av kurven og leter etter et område der kurveradien holder seg stabil i 10 meter eller mer. Med stabil menes en 10-metersstrekning der radien, meter-for-meter, avviker mindre enn 2 meter fra den gjennomsnittlige kurveradien på 10-metersstrekkingen. Dersom det stabile strekket er mer enn 10 meter langt skyver algoritmen seg frem til det 10-metersstrekkingen innenfor det stabile området som har den laveste gjennomsnittlige radien. Grenseverdien på 2 meter er valgt i samråd med Statens Vegvesen. Denne kan endres.

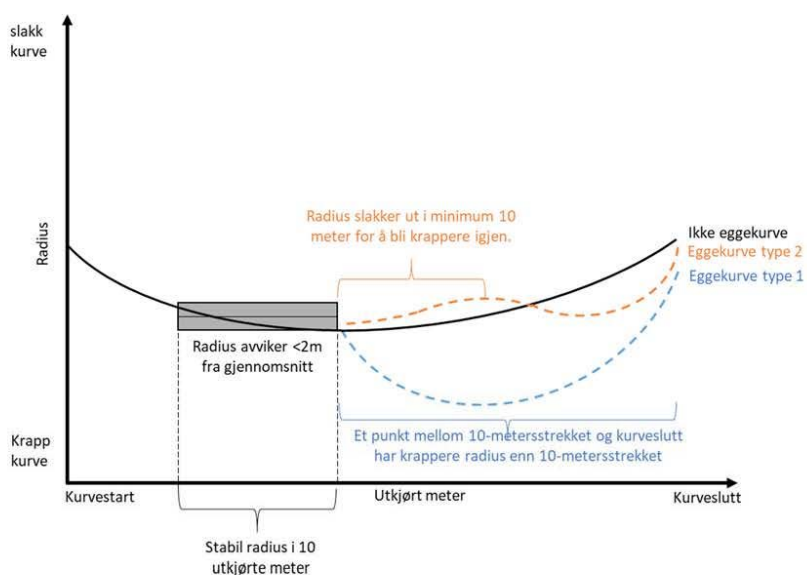
Hvis et 10-metersstrekking med stabil kurveradius identifiseres, sjekker algoritmen om det finnes et punkt mellom slutten av 10-metersstrekkingen og enden av kurven som har kurveradius som er mer enn 2 meter krappere enn snittet i 10-metersstrekkingen. Hvis dette er tilfelle, tilfredsstiller kurven kravet til Eggekurve 1, og merkes som Eggekurve.

### Bearbeidelse av datagrunnlag for alle kurver på 2-felts riks- og fylkesveger i Region Øst

Eggekurve 2: *Horisontalkurveradiusen slakes ut i minimum 10 meter ut for så bli krappere igjen.*

Hvis et 10-metersstrekke med stabilt område identifiseres, og kurven ikke er en Eggekurve 1 leter algoritmen etter en Eggekurve 2. Algoritmen leser inn kurveradien, meter-for-meter, etter det identifiserte 10-metersstrekket frem til den når slutten på kurven. Hvis algoritmen oppdager at kurveradien på et punkt i kurven igjen blir krappere, og dette inntreffer mer enn 10 meter etter slutten på 10-metersstrekket, oppfylles vilkåret for Eggekurve 2, og kurven markeres som Eggekurve.

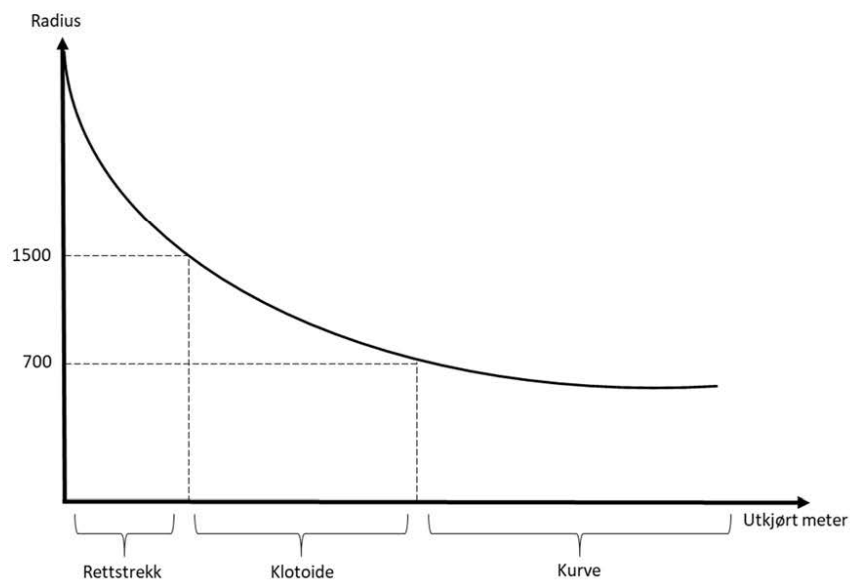
Figur 2-1 – Illustrasjon av eggekurver



**Bearbeidelse av datagrunnlag for alle kurver på 2-felts riks- og fylkesveger i Region Øst*****Rettstrekning før kurve:***

Lengden på rettstrekning før kurven er antall meter i forkant av kurven der horisontalkurveradius er større enn 1500 meter (-1500 meter om vegen krummer mot venstre). Ettersom en kurve starter der horisontalkurveradiusen er +/- 700 meter får vi en overgang (klotoide) mellom kurven og rettstrekningen. Klotoidelengden er skilt ut som en egen variabel i resultatfilen.

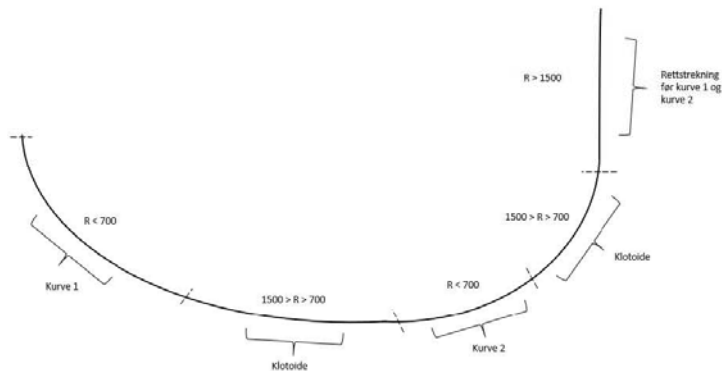
Figur 2-2 - Illustrasjon av kurve, klotoide og rettstrekning



I noen tilfeller tilfredsstillt ikke radiusen helt kriteriet for rettstrekning (+/- 1500 meter) før den blir +/- 700 og en ny kurve defineres. Dette medfører at man får samme rettstrekning for flere kurver etter hverandre. Ved å se på klotoidelengden i resultatfilen ser man at den øker.

## Bearbeidelse av datagrunnlag for alle kurver på 2-felts riks- og fylkesveger i Region Øst

Figur 2-3 – Illustrasjon av to kurver med samme rettstrekning i forkant av kurven



### 2.4

### ID elementer

For hver resultatet av hver egenskap ved en kurve som er beregnet i dette oppdraget er knyttet til et ID-element. ID-elementene er en kort tekst som beskriver resultatet for en variabel. Hensikten med ID-elementene er at man i videre arbeid med kurvene enklere skal kunne se grupper av kurver med samme egenskaper under ett. Se vedlegg 4.1 for en oversikt over alle ID-elementer med tilhørende kriterier for kategorisering.

## 3 Leveranse

Prosjektet har levert totalt fire datafiler i MS Excel format. Filene består av en rad for hver av kurvene som er identifisert, og totalt 50 kolonner med ID-elementer og beregninger for kurven. Totalt er det identifisert 88 465 kurver. Hvor henholdsvis 16 689 er i Akershus, 24 491 er i Hedmark, 31 723 er i Oppland og 15 562 er i Østfold. Vi har ikke mottatt registrerte rådata for Oslo.

Bearbeidelse av datagrunnlag for alle kurver på 2-felts riks- og fylkesveger i Region Øst

---

## 4 VEDLEGG

### 4.1 Oversikt over ID-elementer

#### *KurveTypeID:*

Er en tekststreng som består av resultatet fra alle ID-elementene for kurven.

Eksempel på KurveTypeID:

R10\_H\_VfN\_VN\_L15\_E0\_Rf10\_Kf3\_TFOK\_TFMAX8\_TFMIN3\_dTF10\_Rf0\_RFO\_SL1\_IRIO\_MPDO

#### 4.1.1 Kriterier for kategorisering av ID-elementer:

##### *Horisontalkurveradius:*

R05: <=50m  
R10: 51-100m  
R15: 100-150m  
R20: 150-200m  
R50: 200-500m  
R70: 500-700  
RXX: Fant ikke kategori

##### *Retning på Kurve:*

H: Høyre  
V: Venstre

##### *Vertikalkurvatur 150m i forkant av kurve:*

VfF : Fall (< -4%)  
VfN: Nøytralt (ABS <4%)  
VfS: Stigning (+4%)  
VfX: Fant ikke kategori  
VfM: Data mangler

##### *Vertikalkurvatur i kurven:*

ViF : Fall (< -4%)  
ViN: Nøytralt (ABS <4%)  
ViS: Stigning (+4%)  
ViX: Fant ikke kategori

##### *Kurvelengde:*

L05: <= 50m  
L10: 50-100m  
L15: 100-150m  
L20: 150-200m  
L2+: Lang kurve >200m  
LXX: Fant ikke kategori

##### *Eggekurve:*

E1: Ja, eggekurve  
E0: Ikke eggekurve  
EX: Fant ikke kategori

**Bearbeidelse av datagrunnlag for alle kurver på 2-felts riks- og fylkesveger i Region Øst**

---

*Lengde på rettstrekning før kurve:*

Rf10: <= 100m  
Rf20: 100-200m  
Rf40: 200-400m  
Rf60: 400-600m  
Rf80: 600-800m  
Rf8+: Lengre enn 800m  
RfXX: Fant ikke kategori  
RfMM: Data mangler

*Antall kurver med horisontalkurveradius +/-50 av aktuelle kurve:*

Kf0: 0  
Kf1: 1  
Kf2: 2  
Kf3: 3  
Kf3+: flere enn 3  
KfXX: Fant ikke kategori  
KfMM: Data mangler

*Tverfallsverdi i kurven:*

TF-5: mer enn 50% for lite Tverrfall  
TF-2: 20-50% for lite Tverrfall  
TFOK: +/- 20% Tverrfall  
TF+2: Mer enn 20% for mye tverrfall  
TFXX: Fant ikke kategori

*Tverrfall MAX:*

TFMAXn der n er MAX tverrfall i kurven rundet av til hele prosent (uten desimaler)

*Tverrfall MIN:*

TFMINn der n er MIN tverrfall i kurven rundet av til hele prosent (uten desimaler)

*Endring i tverrfall gjennom kurven:*

dTF01: Tverfallendring <10%  
dTF05: Tverfallendring 10-50%  
dTF10: Tverfallendring 50-100%  
dTF1+: Tverfallendring >100%  
dTFXX: fant ikke kategori

*Resulterende fall i forkant av kurven:*

RfF0: Tilstrekkelig resulterende fall  
RfF1: Punktvis for lite resulterende fall  
RfXX: Fant ikke kategori  
RfMM: Data mangler

**Bearbeidelse av datagrunnlag for alle kurver på 2-felts riks- og fylkesveger i Region Øst**

---

*Resulterende fall i kurven:*

RF0: Tilstrekkelig resulterende fall  
RF1: Punktvis for lite resulterende fall  
RFX: Fant ikke kategori  
RFM: Data mangler

*Sporslitasje:*

SL0: Sporslitasje <10mm  
SL1: Sporslitasje 11-22mm  
SL2: Sporslitasje >22mm  
SLX: Fant ikke kategori

*Langsgående ujevnhet - IRI:*

IRI0: <= 4mm/m  
IRI1: > enn 4mm/m  
IRIX: Fant ikke kategori

*Ruhet i dekket – MPD:*

MPD0: <= 0,5  
MPD1: >0,5  
MPDX: Fant ikke kategori





Statens vegvesen  
Region øst  
Ressursavdelingen

Tlf: (+47) 22073000  
firmapost-ost@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

**Trygt fram sammen**