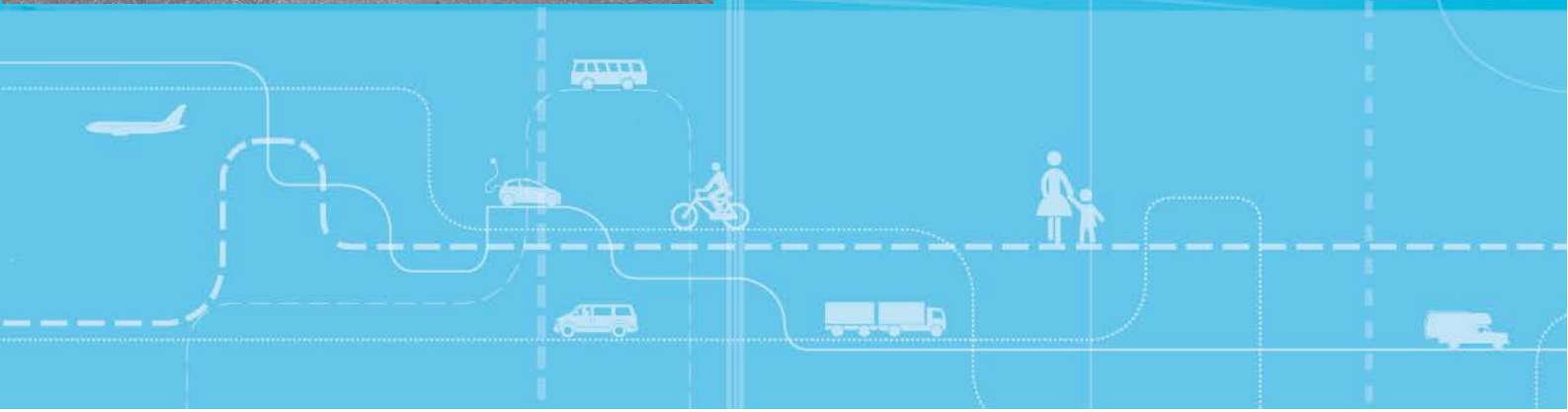


# Trafikkulykker på bruer i Norge 2010-2016





# Trafikkulykker på bruer i Norge 2010-2016

**Fridulv Sagberg**

**Per Andreas Langeland**

Forsidebilde: Statens vegvesens bruregister Brutus

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [åndsverklovens](#) bestemmelser.

ISSN 0808-1190

ISBN 978-82-480-2104-9 Papirversjon

ISBN 978-82-480-2103-2 Elektronisk versjon

Oslo, desember 2017

Tittel: Trafikkulykker på bruer i Norge 2010-2016

Title: Traffic accidents on Norwegian road bridges 2010-2016

Forfattere: Fridulv Sagberg,  
Per Andreas Langeland

Authors: Fridulv Sagberg,  
Per Andreas Langeland

Dato: 12.2017

Date: 12.2017

TØI-rapport: 1606/2017

TØI Report: 1606/2017

Sider: 57

Pages: 57

ISBN papir: 978-82-480-2104-9

ISBN Paper: 978-82-480-2104-9

ISBN elektronisk: 978-82-480-2103-2

ISBN Electronic: 978-82-480-2103-2

ISSN: 0808-1190

ISSN: 0808-1190

Finansieringskilder: Statens vegvesen,  
Vegdirektoratet

Financed by: Norwegian Public Roads  
Administration

Prosjekt: 4525 – Temaanalyse av  
trafikkulykker på bruer

Project: 4525 – Analysis of road  
accidents on bridges

Prosjektleder: Fridulv Sagberg

Project Manager: Fridulv Sagberg

Kvalitetsansvarlig: Alena Høye

Quality Manager: Alena Høye

Fagfelt: 21

Research Area: 21

Emneord: Personskadeulykker  
Ulykkesanalyse  
Ulykkesfrekvens  
Veitforming

Keywords: Crash risk  
Fatal crash  
Road design  
Road environment

#### Sammendrag:

I perioden 2010-2016 skjedde det 38 dødsulykker på eller ved veibruer i Norge. Av disse hadde 31 ulykker sammenheng med utforming av brua eller veien like før eller etter brua. Påkjøring av eller kjøring gjennom rekkverk forekom i en stor andel av ulykkene. I tillegg var det 115 ulykker med hardt skadde og 1280 ulykker med lettere skadde. Av i alt rundt 7300 bruer på mer enn 10 meters lengde, har det skjedd personskadeulykker på 869 bruer. Ulykkesrisikoen er større nær endene av brua og på veien like før/etter enn den er i midtsonen av brua. Risikoen på bruer totalt sett er likevel noe lavere enn på veinettet for øvrig. Dette kan delvis forklares av at det i liten grad er kryss på eller like ved bruer. En annen mulig forklaring, som bør undersøkes nærmere, er at farten kan være lavere på bruer enn på tilsvarende veistrekninger utenom bruer. Mange ulykker kunne vært mindre alvorlige ved bedre utforming av rekkverk. Forlengelse av rekkverk før bruer kunne dessuten redusert konsekvensene av utforkjøring på strekningen før en bru.

#### Summary:

During the years 2010-2016 there were 38 fatal crashes on or close to road bridges in Norway. Thirty-one fatal crashes were judged to be related to characteristics of the bridge or of the road close to the bridge. Hitting or driving through the bridge guardrail occurred in several crashes. In addition there were 115 crashes with severe injury and 1280 with minor injury. Out of 7300 bridges over 10 metres long, personal injury crashes had occurred on 869 bridges. Crash risk is higher near the ends of the bridges and on the road close to the bridge than in the middle of the bridge. However, total crash risk on bridges – including 50 metres before and after – is somewhat lower than on the remaining road network. This is partly due to the absence of intersections on and near most bridges. Another possible explanation, which should be investigated, is whether some drivers tend to reduce their speed when approaching a bridge. Several crashes might have been less serious if guardrails had been improved. Extended guardrails before bridges could have reduced the consequences of driving off the road on the approach to a bridge.

Language of report: Norwegian

Transportøkonomisk Institutt  
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo  
Telefon 22 57 38 00 - [www.toi.no](http://www.toi.no)

Institute of Transport Economics  
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo, Norway  
Telefon 22 57 38 00 - [www.toi.no](http://www.toi.no)

# Forord

Transportøkonomisk institutt (TØI) fikk høsten 2017 i oppdrag av Vegdirektoratet å gjennomføre en temaanalyse av trafikkulykker på bruer i årene 2010-2016. Det var blant annet av interesse å se hvordan ulike rekkverksløsninger har fungert, og hvilken betydning linjeføring på og ved bruer kan ha hatt for ulykker. Prosjektet består av en kort litteraturgjennomgang, en analyse av alle personskadeulykker på eller ved bruer (basert på STRAKS-registeret), og en fordypende analyse av alle dødsulykkene, basert på rapporter om hver enkelt ulykke fra Statens vegvesens ulykkesanalysegrupper (UAG). Vegdirektoratets kontaktperson har vært Finn Harald Amundsen.

Ved TØI har prosjektet vært ledet av Fridulv Sagberg, med Per Andreas Langeland som prosjektmedarbeider. Langeland har hatt hovedansvaret for gjennomgangen av UAG-rapporter (kapittel 4) og Sagberg for litteraturgjennomgangen (kapittel 2) og analysen av ulykkesstatistikk (kapittel 3).

Forskningsleder Alena Høye har vært ansvarlig for kvalitetssikring, og Trude Rømming har tilrettelagt rapporten for publisering.

Oslo, desember 2017

Transportøkonomisk institutt

*Gunnar Lindberg*  
Direktør

*Alena Høye*  
Forskningsleder



# Innhold

## Sammendrag

### Summary

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Litteraturstudie</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Analyse av ulykkesstatistikk</b> .....	<b>5</b>
	3.1 Metode .....	5
	3.2 Resultater .....	6
<b>4</b>	<b>Gjennomgang av rapporter fra dødsulykker på og ved bruer</b> .....	<b>15</b>
	4.1 Innledning.....	15
	4.2 Mønsteranalyse .....	16
	4.3 Resultater fra mønsteranalysen.....	18
	4.4 Uventede endringer i veistandard eller driftsforhold .....	19
	4.5 Linjeføring .....	20
	4.6 Barrierer/rekkverk.....	20
<b>5</b>	<b>Konklusjon og diskusjon</b> .....	<b>22</b>
	5.1 Konklusjon.....	22
	5.2 Diskusjon og perspektiv .....	23
	5.3 Feilkilder og forbehold .....	24
<b>6</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>26</b>
	<b>Vedlegg 1 Bruer med dødsulykke eller med mer enn fire skadde/drepte i ulykker totalt</b> .....	<b>29</b>
	<b>Vedlegg 2 Dødsulykker – kort hendelsesbeskrivelse av hver ulykke</b> .....	<b>33</b>
	<b>Vedlegg 3 Kjennetegn ved dødsulykker og ulykkessteder</b> .....	<b>41</b>





## Sammendrag

# Trafikkulykker på bruer i Norge 2010-2016

TØI rapport 1606/2017  
Forfattere: Fridulv Sagberg, Per Andreas Langeland  
Oslo 2017 57 sider

*I perioden 2010-2016 skjedde det 38 dødsulykker på eller ved veibruer i Norge. Av disse hadde 31 ulykker sammenheng med utforming av brua eller veien like før eller etter brua. Påkjøring av eller kjøring gjennom rekkverk forekom i en stor andel av ulykkene. I tillegg til dødsulykkene var det 115 ulykker med hardt skadde og 1280 ulykker med lettere skadde. Av i alt rundt 7300 bruer på mer enn 10 meters lengde, hadde det skjedd personskadeulykker på 869 bruer. Ulykkesrisikoen er større nær endene av brua og på veien like før og etter enn den er i midtsonen av brua. Risikoen på bruer totalt sett er likevel noe lavere enn på veinettet for øvrig. Dette kan delvis forklares av at det i liten grad er kryss på eller like ved bruer. En annen mulig forklaring, som bør undersøkes nærmere, er at farten kan være lavere på bruer enn på tilsvarende veistreknings utenom bruer. Andelen ulykker med motorsykkel eller moped innblandet er dobbelt så høy for dødsulykker på eller ved bruer som for øvrige dødsulykker. Mange ulykker kunne vært mindre alvorlige ved bedre utforming av rekkverk. Forlengelse av rekkverk for bruer kunne dessuten redusert konsekvensene av utforkjøring på strekningen for en bru.*

Hoveddelen av rapporten er en analyse av døds- og personskadeulykker som har skjedd på og ved norske veibruer i perioden 2010-2016. Som bakgrunn for analysene ble det foretatt en studie av internasjonal forskningslitteratur om bruulykker. Litteratursøket viste at det foreligger svært få publiserte internasjonale studier som har tatt for seg ulykkesrisikoen på bruer og hvordan den henger sammen med kjennetegn ved bruene. Kollisjon med rekkverk ble påpekt som et utbredt problem i flere av studiene. Imidlertid er de fleste av de få studiene som finnes, fra land utenfor Europa, og en del av forskningsresultatene kan derfor ha begrenset overføringsverdi til norske forhold. Ytterligere analyser av bruulykker i Norge vil derfor være et viktig bidrag til mer kunnskap på dette området.

Det ble foretatt to typer analyser av ulykkesdata. Den ene analysen omfattet alle personskadeulykker som hadde skjedd på eller ved bruene, mens den andre analysen omfattet en gjennomgang av rapporter fra dødsulykker som hadde vært undersøkt av Statens vegvesens ulykkesanalysegrupper (UAG).

## Analyse av ulykkesstatistikk

For analysen av ulykkesstatistikk ble data om alle veibruer i Norge med lengde over 10 meter hentet ut fra Statens vegvesens bruregister BRUTUS. Etter filtrering av uaktuelle brutyper samt bruer som manglet veireferanser gjensto 7298 bruer som inngikk i analysene. For hver bru ble det på grunnlag av veireferanse definert en strekning fra 50 meter før til 50 meter etter brua. Data om alle personskadeulykker i Norge i perioden 2010-2016 ble hentet fra Statens vegvesens STRAKS-register. Bruregisteret og ulykkesregisteret ble koblet sammen, med veinummer og hovedparsellnummer som koblingsnøkler. Ulykker som var innenfor de definerte sonene, ble kodet som bruulykke med angivelse av i hvilken sone av brua ulykken skjedde. Det har skjedd 38 dødsulykker på eller ved veibruer i Norge i perioden 2010-2016. Ulykkene fordeler seg på like mange bruer, dvs. at ingen bruer har hatt mer enn én dødsulykke.

I tillegg har det skjedd 115 ulykker med hardt skadde, og 1280 ulykker med lettere skade.

Ulykkesrisikoen (personskadeulykker per million kjøretøykilometer) er litt lavere på bruer enn på riks- og fylkesveinettet totalt. Risikoen er høyere i sonen 50 meter før/etter brua og de første/siste 50 meter av brua enn i midtsonen av brua.

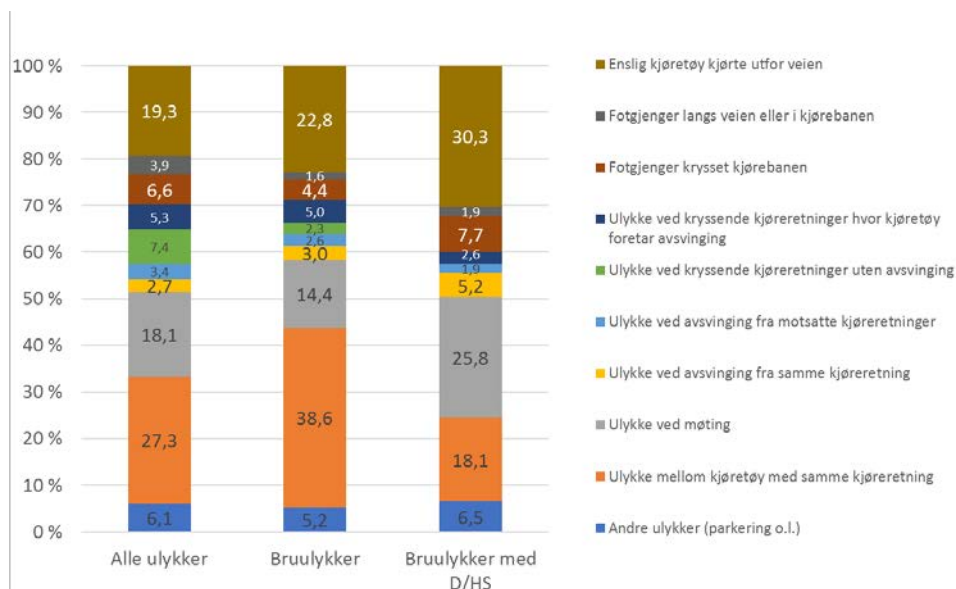
Bruer på det kommunale veinettet ser ut til å ha litt lavere ulykkesrisiko enn bruene på europa-, riks- og fylkesveinettet. Dette gjelder både for personskadeulykker generelt og for utforkjøringsulykker i sonen 50 meter før eller etter brua.

De til sammen 1433 personskadeulykkene fordeler seg på 869 bruer, av i alt ca. 7300 bruer som inngår i datamaterialet. Åtte bruer har hatt ti ulykker eller mer.

Hvorvidt en bru har hatt ulykker eller ikke, er først og fremst en funksjon av trafikkarbeidet, dvs. at bruer som er lange og/eller har høy ÅDT, har størst antall ulykker.

De to vanligste brutypene, bjelkebruer og platebruer, har noe lavere ulykkesrisiko enn øvrige brutyper.

Påkjøring bakfra og utforkjøring er de to hyppigste typene av bruulykker når vi inkluderer alle skadegrader (figur S-1). Påkjøring bakfra utgjør en særlig stor andel i midtsonen på lange bruer, som vanligvis også har høy trafikk. Ser vi bare på ulykkene med drepte og hardt skadde, er utforkjøring og møteulykker de to hyppigste typene av bruulykker.



Figur S-1. Bruulykker totalt (n=1429), bruulykker med drepte eller hardt skadde (n=149) og alle veitrafikkulykker (n=81 829) 2010-2016 med personskade, etter ulykkestype. Prosent. Kilde: Statens vegvesens ulykkesregister (STRAKS) og brueregister (BRUTUS)

Det kan være flere forklaringer på at risikoen på bruer er lavere enn på veinettet for øvrig. En mulig forklaring er at en del førere senker farten når de kommer til en bru. En annen forklaring kan være at kryssulykker nesten ikke kan forekomme på bruer, da de aller fleste bruer er uten kryss.

Vi finner at bruer med gang- og sykkelareal har høyere odds for personskadeulykker sammenlignet med øvrige bruer. Dette reflekterer trolig at disse bruene også har større trafikk av myke trafikkanter. Statens vegvesen opplyser at mange nye bruer (særlig lange) nå bygges med fysisk atskilt gang- og sykkelfelt, noe som kan bety at dette vil være et mindre problem i framtida.

Det er videre interessant at det er flere ulykker på bredere bruer (når man kontrollerer for fartsgrensen og en rekke andre variabler), men avtar med økende fartsgrense (når man

kontrollerer for bredde og en rekke andre variabler). En mulig forklaring kan være at brede bruer er forbundet med høyere fart, for en gitt fartsgrense. Videre kan høyere fartsgrense henge sammen med bl.a. høyere veistandard, beliggenhet utenfor tettbebyggelse, samt mindre ferdsel av myke trafikanter, slik at ulykkesrisikoen dermed blir lavere. En mulig sammenheng mellom bruas standard og ulykkesrisiko indikeres også av at oddsen for personskadeulykker øker med bruas alder.

## Gjennomgang av rapporter fra dødsulykker

For sju av de 38 dødsulykkene på eller ved veibruer viste en foreløpig gjennomgang av UAG-rapporter at ulykkene ikke kan settes i forbindelse med at de skjedde ved en bru. Disse ble ikke inkludert i analysene, da vi vurderte det slik at rapportene fra disse ulykkene ikke kunne bidra til ny kunnskap om bruulykker. Seks av de sju ulykkene som ble tatt ut, hadde skjedd utenfor selve brua, og den sjuende skyldtes en bilist som kjørte mot kjøreretningen. Det gjenstod da 31 ulykker hvor ulykkesrapportene ble gjennomgått i detalj, og som er inkludert i de videre analysene.

Blant dødsulykkene er utforkjøringer og møteulykker de klart hyppigste ulykkestypene. Av de 31 ulykkene hvor forhold ved bruene antas å ha hatt betydning, var det hele 26 utforkjørings- eller møteulykker, dvs. nesten ni av ti ulykker. Til sammenligning var andelen møte- og utforkjøringsulykker for alle skadegrader samlet 38 %. Kjøretøyene med drepte trafikanter fordeler seg på 18 vare- og personbiler, ti mopeder, motorsykler eller ATVer, og tre tunge kjøretøy.

Andelen mopeder og motorsykler i dødsulykker er dobbelt så høy for bruulykkene som for dødsulykker på det øvrige veinettet. Dette er et resultat som det ville vært interessant å følge opp i framtidige studier. Mopedister og motorsyklister har liten beskyttelse, og sammenstøt med rekkverk, rekkverksstolper eller støyskjerm etter forutgående velt eller skrens, særlig i kurver, har bidratt til tap av liv i mange av disse ulykkene.

Svakheter ved rekkverksutformingen (liten styrke, lav høyde og kort avbøyning før avslutning) har vært en faktor i fem av åtte utforkjøringer med lette biler, mens manglende rekkverk var en faktor i de øvrige tre utforkjøringene. Det var ikke rekkverk mellom kjøreretningene i noen av møteulykkene. To ulykker med lette biler har oppstått der kjøretøy har støtt sammen ved kryssende bevegelser.

Siden både manglende rekkverk og sammenstøt med rekkverk kan være medvirkende faktorer i dødsulykker, ligger det en stor utfordring i å finne rekkverksløsninger som optimaliserer balansen mellom beskyttelse mot utforkjøring og forebygging av skader ved påkjøring av rekkverk.

To av ulykkene med vogntog var utforkjøring før bru. I begge tilfellene var det ordinært siderekkverk som ikke hadde styrke nok til å fange opp kreftene av vogntoget.

Mens motorsyklistene oftest har omkommet i sammenstøt med rekkverk, er det store energimengder i møtekollisjoner som tok flest liv i bilulykkene. I utforkjøringene med bil ser vi flere skadeforløp, som innpress av tak etter velt og drukning etter utforkjøring i vann.

Markerte avvik fra øvrig veistandard («standardsprang») eller uventet endring i driftsstandard kan ha vært en faktor i flere ulykker: Overraskende glatt føre (fire tilfeller), overraskende ujevn og/eller særlig krapp sving (fem tilfeller) og innsnevring av veibredde før bru (tre tilfeller). Ujevnheter i brufuger har sannsynligvis bidratt til ustabilitet for tohjulinger som foranledning i to ulykker. Seks av ni møteulykker er lite relatert til bru, og ville trolig oppstått uavhengig av bru.



## Summary

# Traffic accidents on Norwegian road bridges 2010-2016

TOI Report 1606/2017

Authors: Fridulv Sagberg, Per Andreas Langeland

Oslo 2017 57 pages Norwegian language

---

*During the years 2010-2016 there were 38 fatal crashes on or close to road bridges in Norway. Thirty-one accidents were judged to be related to characteristics of the bridge or of the road close to the bridge. Hitting the bridge guardrail, and sometimes driving through the guardrail, occurred in several crashes. In addition to the fatal crashes, there were 115 crashes with severe injury and 1280 with minor injury. Out of 7300 bridges over 10 metres long, personal injury crashes had occurred on 869 bridges. Crash risk is higher near the ends of the bridges and on the road close to the bridge than in the middle of the bridge. The total risk on bridges – including 50 metres before and after – is, however, somewhat lower than on the remaining road network. This is partly explained by the absence of intersections on and near most bridges. Another possible explanation, which should be investigated, is whether some drivers tend to reduce their speed when approaching a bridge. The share of crashes involving motorcycles or mopeds was twice as high on or near bridges as on other road sections. Several crashes might have been less severe if guardrails had been improved. Extended guardrails before bridges could have reduced the consequences of driving off the road on the approach to a bridge.*

The main part of the project presented here, is an analysis of serious crashes on or near road bridges in Norway during the years 2010-2016. As a background for the analyses, we carried out a study of international research literature on road bridge crashes. The literature search revealed few studies addressing crash risk on bridges and its relationship with bridge characteristics. An issue pointed out in some studies was collisions with bridge guardrails. However, most studies were from outside Europe, and some research results may therefore have limited relevance to Norwegian road traffic. Further research on bridge crashes in Norway is therefore warranted.

Two different types of analysis were carried out. First, we analysed accident statistics of all personal injury crashes on or close to bridges. Second, for the fatal crashes we analysed reports from the crash investigation teams (UAG – “UlykkesAnalyse-Gruppe”) of the Norwegian Public Roads Administration (NPRA). The UAGs carry out in-depth studies of every fatal road crash in Norway.

## Analysis of injury crash statistics

Data for all road bridges in Norway longer than 10 metres were extracted from the bridge register BRUTUS of the NPRA. After filtering out irrelevant bridges and bridges without a road location reference, 7,298 bridges remained to be included in the analyses. Based on location data, for each bridge we defined a section from 50 metres before to 50 metres after the bridge. Data on all personal injury crashes during 2010-2016 were extracted from the NPRA crash database STRAKS. Using road location as matching key, we identified all crashes that had occurred on the mentioned road sections. We also identified whether the crash had occurred in the zone before or after the bridge, in the start or end zone of the bridge (up to 50 metres from each end), or in the middle zone.

There have been 38 fatal crashes on or close to road bridges. The crashes are distributed over 38 different bridges; i.e., no bridge had more than one fatal crash during the time period analysed. In addition, there were 115 crashes with serious injuries and 1280 crashes with minor injury.

Crash risk (crashes per million vehicle kilometres) is slightly lower on the bridge sections than on the remaining road network. Crash risk is higher in the transition zones at the ends of the bridge (including 50 metres before and after) than in the middle zone.

Out of the approximately 7300 bridges in total, 869 had one crash or more. Eight bridges had more than ten crashes.

The main determinant of the number of crashes is the amount of traffic; i.e., bridges that are long and/or have a high traffic volume, have most crashes.

The two most common types of bridges, beam bridges and slab bridges, have a slightly lower crash risk than other types of bridges.

Rear-end crashes and running off the road are the two most frequent crash types when including all severities. Rear-end crashes are particularly frequent in the middle zone on long bridges with high traffic volumes.

The lower risk on bridges compared to other roads may have different explanations. One possibility is that some drivers reduce their speeds when approaching a bridge. Another explanation may be that intersection crashes are almost absent on bridges, since very few bridges have intersections.

We find that bridges with pedestrian and bicycle facilities have higher odds for injury crashes than other bridges. This probably reflects that such bridges have a higher share of vulnerable road users. It is furthermore interesting that the odds for a crash increase with bridge width, but decrease with increasing speed limit. A possible explanation is that speeds are higher on wide bridges, at a given speed limit. In addition, higher speed limits are associated with higher road standard, rural areas, and a lower share of vulnerable road users, and consequently a lower crash risk. A possible relationship between bridge standard and crash risk is further indicated by increasing odds for injury crashes with age of the bridge.

## **Analysis of fatal crash reports**

Seven out of the 38 fatal crashes were excluded from the analyses of crash reports since a preliminary review of UAG reports revealed that there was no likely association between bridge characteristics and the crash occurrence. Our judgement was that the reports from those crashes would have no added value for understanding crashes on bridges. Six out of those seven crashes occurred outside the bridge, and the seventh was a wrong-way driving crash (“ghost driver”). Thus, 31 crashes remained for which the reports were reviewed in detail.

Running off the road and head-on collisions are the two most frequent types of fatal crashes. Out of the 31 bridge-related fatal crashes, there were as much as 26 off-road or head-on crashes; i.e., almost nine out of ten. For a comparison, these crash types amounted to 38 % of crashes when including all severities. Vehicles with killed occupants included 18 cars, ten motorcycles, mopeds or ATVs, and three heavy vehicles.

The share of motorcycles, mopeds, and ATVs is twice as large for fatal bridge crashes as for fatal crashes on the remaining network. This is a finding that should be followed up by future studies. Motorcycle, moped, and ATV riders have little protection. Loss of control followed by impacts on guardrails, poles or noise-deflection walls have contributed to the outcome of most fatal crashes with a moped, motorcycle, or ATV.

Deficient guardrails have contributed to five out of eight off-road crashes with cars, whereas a missing guardrail was a factor in the remaining three crashes. Guardrails were either too weak, too low or had a too short end deviation.

There was no median barrier in any of the head-on crashes. Two car crashes involved vehicles on crossing paths.

Two heavy vehicles had run off the road before a bridge. In both cases the conventional guardrail was too weak to restrain the forces of a heavy vehicle.

Whereas most motorcycle and moped riders were killed by crashing into a barrier, frontal impacts were the most frequent fatal injury mechanism in car crashes. There were also some instances of roof compression after rolling over, and drowning after running into a river or lake.

Marked changes in road conditions or a lack of design consistency contributed to some crashes: Unexpected slippery road section (four crashes), changing curve radius or sharp curve (five crashes), and road narrowing before the bridge (three crashes). Hinge curls or bumps in the transition zone between a bridge and the adjacent road section have probably contributed to loss of control in two cases of two-wheeler crashes.

Six out of nine head-on crashes on bridges were probably unrelated to bridge characteristics.





# 1 Innledning

Denne rapporten handler om ulykker på eller ved veibruer. Formålet har vært å skaffe mer kunnskap om hvordan ulike kjennetegn ved bruer, slik som linjeføring, rekkverkløsninger, brutype og løsninger for gående og syklende, henger sammen med trafiksikkerheten på bruene.

Rapporten består av tre deler. I kapittel 2 presenteres en gjennomgang av internasjonal forskning omkring trafiksikkerhet på bruer. Kapittel 3 inneholder analyser av alle politirapporterte personskadeulykker på og ved veibruer i Norge i perioden 2010-2016, med utgangspunkt i ulykkesregisteret STRAKS, mens kapittel 4 er en gjennomgang av rapporter fra dødsulykker på/ved bruer i det samme tidsrommet, som har vært analysert av Statens vegvesens ulykkesanalysegrupper (UAG).

## 2 Litteraturstudie

Vi foretok et litteratursøk i databasen ISI Web of Science med følgende søketerm: («road safety» or «road accident\*» or «road crash\*») and bridge\*, som forekommende i tittel, sammendrag eller nøkkelord.

Søket ga 63 treff i alt. Mange var irrelevante enten fordi de fanget opp publikasjoner hvor ordet «bridge» forekom som verb, eller fordi de handlet om jernbanebruer, metrobruer eller fotgjengerbruer. I tillegg var det noen publikasjoner som handlet primært om betydningen av brukonstruksjoner for omgivelser eller miljø (f.eks. vanngjennomstrømning under brua), eller om tekniske forhold ved selve konstruksjonsprosessen for bruer. Også publikasjoner som handler om risiko for sammenbrudd, og om metoder for å analysere slik risiko, ble vurdert som irrelevante. Etter eliminering av disse publikasjonene gjensto 31 artikler og rapporter som handlet om *veibruer for kjørende trafikk* og som hadde en viss relevans for trafiksikkerhet.

Den største andelen publikasjoner omhandler ulike aspekter ved veidekket, bl.a. humper og ujevnheter i forbindelse med overgang mellom bruelementer eller mellom bru og landfeste (f.eks. Mahlo og Martin, 2015; Akl mfl., 2017). Sprekkdannelse som følge av belastning, vibrasjon eller andre kilder til slitasje er også relaterte temaer som behandles (f.eks. Kamaitiz, 2006; 2012; Li mfl., 2014; 2016; Liu mfl., 2017), samt metoder for å inspisere bruer mht. til teknisk stand (Vaghefi mfl., 2015). Disse temaene gjelder i alt 13 av de 31 publikasjonene. De fleste nevner bare redusert trafiksikkerhet som en mulig konsekvens av mangler ved veidekke, uten noen videre analyse av problemet. Et unntak er en artikkel av Di Mascio mfl. (2017) hvor de analyserer hvordan humper i forbindelse med ekspansjonsledd i bruer som går i kurve, påvirker tunge kjøretøy. Humpene kan gjøre at kjøretøyet «letter» fra underlaget og dermed mister veigrepet pga. sideakselerasjonen. En artikkel drøfter isdannelse og bruk av et tynt epoxybelegg på toppen av asfalten for å motvirke dette (Young og Durham, 2013). De presenterer foreløpige resultater som tyder på en ulykkesnedgang etter den første vinteren med bruk av dette stoffet, men de peker samtidig på behovet for videre undersøkelser.

Virkinger av salt på veidekke og/eller på brustrukturen (bl.a. korrosjon) behandles i fire publikasjoner (Haal og Surje, 2006; Wendner mfl., 2010; Strauss mfl., 2013; Young og Durham, 2013).

Problemet med sidevind på bruer, og mulige tiltak for å begrense dette problemet, omtales også i fire publikasjoner (Zhou og Chen, 2015; Kozmar mfl., 2015; Alonso-Estebanez mfl., 2016; Ma mfl., 2016), og det påpekes bl.a. at dette er et særlig problem på bruer med lange spenn, hvor veibanen ligger høyt over bakke- eller vann-nivå.

En artikkel behandler langtidseffekter for berørte og pårørende etter en større ulykke i Portugal hvor en bru kollapset og 59 personer omkom (Cardoso mfl., 2017). Denne studien er ikke relevant for våre problemstillinger.

I flere publikasjoner nevnes bruer som ett av flere elementer som kan ha betydning for trafiksikkerheten eller for kjørefart (Charlton og Starkey, 2016), eller trafiksikkerhet nevnes som et aspekt ved gate- og brukonstruksjon generelt (f.eks. Lazda og Smirnovs, 2014), bl.a. rekkverksutforming (Willwock mfl., 2011; Prentkovskis mfl., 2012; Martin mfl., 2013), uten at problemstillinger knyttet til trafiksikkerhet på bruer drøftes spesifikt.

Det gjenstår da noen få publikasjoner hvor trafikksikkerhet behandles mer eksplisitt.

En artikkel fra Kina (Lu mfl., 2014) beskriver utvikling av et verktøy for å analysere trafikksikkerhet («Safety Assessment Tool») på bruer med lange spenn, basert på trafikkvolum, hastighet («free-flow»), andel tunge kjøretøy og værforhold. En konkret bru ble anvendt som case for utviklingsarbeidet.

Rekkverksutforming er en aktuell problemstilling i forbindelse med bruulykker. Tomasch mfl. (2011) har analysert betydningen av rekkverksslengden foran steder med høy utforkjøringsrisiko, inkludert bruer. Analysen var basert på en gjennomgang av en tysk database over dødsulykker, hvor de hadde sett på ulykker hvor et kjøretøy hadde kjørt av veien før rekkverket startet, og hadde havnet på utsiden av rekkverket. De beregnet anbefalt lengde av rekkverk basert på antatt hastighet under utforkjøring og anslo at forlengelse av eksisterende rekkverksslengder til anbefalt lengde ville redusere antall dødsulykker ved påkjøring av bruender med 8 %. Overføringsverdien av dette resultatet til norske forhold er avhengig av i hvilken grad vi finner tilsvarende rekkverksutforminger foran bruer her som det som var tilfellet i det tyske ulykkesmaterialet.

Betydningen av rekkverk ble også vist i en amerikansk undersøkelse av dødsrisiko blant ulykkesinnblandede motorsyklister (Nunn, 2011). En av faktorene som viste seg å øke risikoen for dødelig utfall av motorsykkelykker var «bridge-guardrail-median». Ca. 12 % av ulykkene hvor motorsykkelen støtte mot slike objekter, hadde dødelig utfall.

En analyse av sykkelulykker i Brussel (Vandenbulcke mfl., 2014) viste at bruer uten sykkelfasiliteter var en av flere forhold ved infrastrukturen som var forbundet med høy ulykkesrisiko<sup>1</sup>.

Bruer var en av flere forhold som var forbundet med høy risiko for alvorlige ulykker i en studie fra Chongqing i Kina (Meng, 2017). Undersøkelsen omfattet motorveier i fjellområder.

Sammenhenger mellom ulykkesrisiko og kjennetegn ved bruer ble undersøkt i en studie av bruer i Alabama, USA (Mehta mfl., 2015). Forfatterne påpeker at bruer har svært ulike karakteristika sammenlignet med veier generelt, og at det er en mangel på studier av hvordan bruer fungerer når det gjelder trafikksikkerhet. På bakgrunn av databaser over ulykker og bruegenskaper har de beregnet «safety performance functions» både for ulykker totalt og for eneulykker på store bruer. De finner at de tre viktigste variablene for å predikere både ulykker totalt og eneulykker er årsdøgntrafikk, brulengde og andel tunge kjøretøy.

I tillegg til undersøkelsene som kom fram i litteratursøket, foreligger det to norske studier av ulykker på og ved bruer. Bruulykker på det norske riksveinettet i perioden 1993-97 er blitt undersøkt av Statens vegvesen (Ranes, 1999). Noen av hovedresultatene fra denne undersøkelsen var:

- Bruer har noe lavere ulykkesfrekvens (personskadeulykker per kjøretøykilometer) enn veinettet for øvrig.
- Ulykkesfrekvensen synker etter hvert som en beveger seg inn på brua, og følgelig har lange bruer lavere ulykkesfrekvens enn korte bruer.
- Ulykkesfrekvensen er høyere på smale enn på brede bruer.
- Bruer med høybrekk har høyere ulykkesfrekvens enn andre brutyper.

<sup>1</sup> I denne rapporten brukes begrepet ulykkesrisiko synonymt med ulykkesfrekvens, definert som ulykker per million kjøretøykilometer. Dette er i samsvar med definisjonene av risiko og ulykkesfrekvens bl.a. i Trafikksikkerhetskåndboken (Høye mfl., 2012). Risiko generelt defineres der som «muligheten for en uønsket hendelse».

- Påkjøring bakfra utgjør over 50 % av bruulykkene.

En nyere undersøkelse fra Statens vegvesen (Huserbråten, 2017) omfattet en gjennomgang av dødsulykker på eller ved bruer for å finne ut i hvilken grad ulykkene har sammenheng med mangelfull utforming av rekkverk. Det konkluderes med at mangelfulle rekkverkløsninger har vært medvirkende til 33 dødsulykker ved bruer i perioden 2005-2014. De hyppigste manglene var for kort rekkverk eller feil avslutning eller nedføring av rekkverk.

Sammenfattende er det nokså få publiserte internasjonale studier som har tatt for seg ulykkesrisikoen på bruer og hvordan den henger sammen med kjennetegn ved bruene. Og av de få studiene som finnes, er de fleste fra land utenfor Europa. En del av forskningsresultatene kan derfor ha begrenset overføringsverdi til norske forhold. Ytterligere analyser av bruulykker i Norge vil derfor være et viktig bidrag til mer kunnskap på dette området.

## 3 Analyse av ulykkesstatistikk

### 3.1 Metode

#### 3.1.1 Datagrunnlag

Data om alle veibruer i Norge med lengde over 10 meter ble hentet ut fra Statens vegvesens bruregister BRUTUS. Søket i BRUTUS ble filtrert slik at bare kategoriene «vegbru» og «bru i fylling» ble inkludert. Dette innebærer at gangbruer, jernbanebruer og metrobruer ble ekskludert. Uttrekket fra BRUTUS omfattet i alt 8436 bruer. Lokalisering ved hjelp av veinummer, hovedparsellnummer og meter samt bruas lengde var oppgitt for 7670 bruer, som dermed kunne kobles til ulykkesdata. Av disse har 7320 bruer status som «trafikkert», som betyr at de øvrige enten er stengt, revet eller nedlagt.

Ulykker som innebærer kollisjon med bruer eller brufundamenter tilhørende vei over veien ulykken skjedde på, er ikke inkludert i analysene. For 22 bruer over europaveier var veireferansen i BRUTUS til europaveien og ikke til veien over; disse ble utelatt av analysene, da det ikke var mulig å koble disse til ulykkesdataene. Det gjensto dermed 7298 bruer som inngikk i analysene.

Data om alle personskadeulykker i Norge i perioden 2010-2016 ble hentet fra Statens vegvesens STRAKS-register ved søk på [www.vegvesen.no/vegkart](http://www.vegvesen.no/vegkart). For de aller fleste ulykkene forelå det data for lokalisering av ulykken med veinummer, hovedparsellnummer og meter.

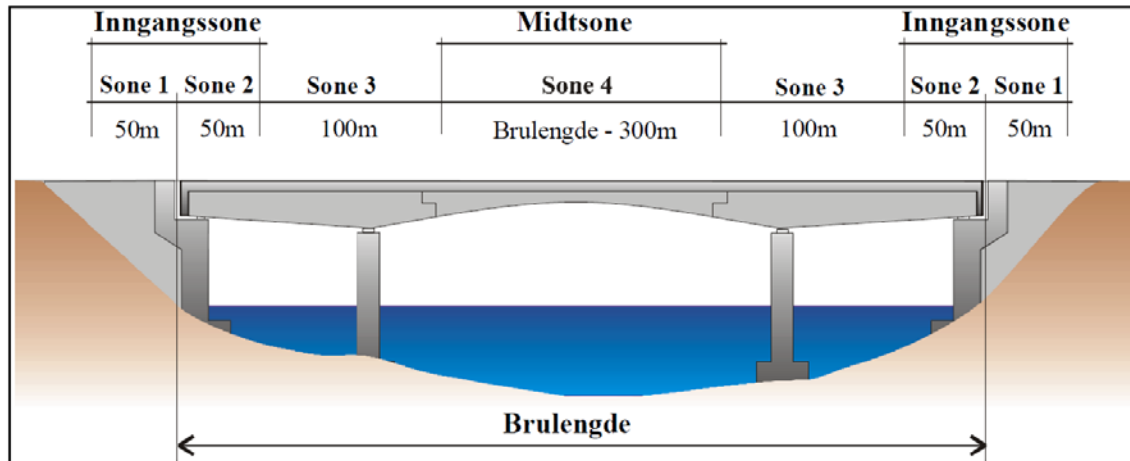
#### 3.1.2 Inndeling i brusoner

For hver bru ble det på grunnlag av lokalisasjonsdata definert en strekning fra 50 meter før til 50 meter etter brua. Strekningen ble inndelt i soner på tilsvarende måte som i en tidligere analyse av bruulykker i perioden 1993-97 (Ranes, 1999); se figur 1:

- Sone 1: 50 m før/etter brua
- Sone 2: De første og siste 50 m av brua
- Sone 3: De neste 100 m i hver ende av brua (for bruer med lengde over 100 m)
- Sone 4: Resten av brua (for bruer med lengde over 300 m).

#### 3.1.3 Identifisering av bruulykker

Bruregisteret (BRUTUS) og ulykkesregisteret (STRAKS) ble koblet sammen, med veinummer og hovedparsellnummer som koblingsnøkler. Dette resulterte i en datafil hvor hver rad enten var en bru eller en ulykke, men med stedsangivelse på alle rader. Ved hjelp av statistikkprogrammet SPSS ble filen sortert etter veinummer, hovedparsellnummer og meter. Meterverdien for brua var starten på sone 2. En rutine i SPSS sammenlignet stedsangivelsen for hver ulykke med henholdsvis start- og sluttverdi for brusonene. Ulykker som var innenfor sonene, ble kodet som bruulykke med angivelse av i hvilken sone av brua ulykken skjedde.



Figur 1. Inndeling i brusoner (Kilde: Ranæs, 1999).

### 3.1.4 Identifisering av bruer med ulykker

En SPSS-rutine testet hvilke bruer som hadde hatt henholdsvis dødsulykker, ulykker med hardt skadde, og personskadeulykker totalt. Det er gjort en egen analyse for å finne bruer som hadde hatt fem eller flere personskadeulykker totalt i analyseperioden.

### 3.1.5 Trafikkarbeid (kjøretøykilometer per år)

For analyser av ulykkesfrekvenser ble trafikkarbeidet beregnet på grunnlag av informasjon i BRUTUS om bruas lengde og ÅDT. Trafikkarbeid uttrykt i kjøretøykilometer per år ble beregnet for hver sone og samlet for alle sonene. ÅDT var oppgitt for 6933 av de 7298 trafikkerte bruene. De 365 bruene hvor ÅDT manglet, utgjør bare 3,4 % av den samlede lengden av de trafikkerte bruene. Det er dessuten grunn til å tro at bruer hvor ÅDT ikke er oppgitt, har relativt lite trafikk. Samlet ÅDT for alle bruene der dette er oppgitt, antas derfor å gi et rimelig riktig anslag på samlet eksponering for beregning av ulykkesfrekvens.

## 3.2 Resultater

### 3.2.1 Bruulykker etter skadegrad og sone

I hele perioden skjedde det i alt 34 dødsulykker og 115 ulykker med hardt skadde på bruer som er lengre enn 10 meter, eller innenfor en avstand på 50 meter før eller etter disse bruene<sup>2</sup>. I disse ulykkene omkom i alt 38 personer, og 141 ble hardt skadd. Det var dessuten 1280 ulykker med lettere personskade. Tabell 1 viser hvordan ulykkene fordeler seg etter år og alvorligste skadegrad.

<sup>2</sup> I tillegg er det i UAG-basen registrert tre dødsulykker på eller ved bruer kortere enn 10 meter, samt én ulykke hvor stedsangivelsen i STRAKS er mer enn 50 meter før brua, men hvor bruutformingen har hatt betydning for ulykkesforløpet. Gjennomgang av ulykkesrapporter i kapittel 4 vil inkludere disse fire ulykkene i tillegg til de øvrige bru-relaterte ulykkene.

Tabell 1. Bruulykker etter år og alvorligste skadegrad.

År	Alvorligste skadegrad i ulykken			Total
	Drept	Hardt skadd	Lettere skadd*	
2010	7	5	225	237
2011	3	23	165	191
2012	5	18	210	233
2013	6	21	180	207
2014	5	20	177	203
2015	2	10	166	178
2016	6	18	156	180
Sum	34	115	1280	1429

\* For noen ulykker er alvorligste skadegrad kodet som «Ikke registrert» eller «Uskadd». Disse er slått sammen med kategorien «Lettere skadd» i våre analyser.

Tabell 2 viser hvordan ulykkene fordeler seg på brusonene. Vi ser at vel 60 % av ulykkene skjer i sone 1, dvs. utenfor selve brua. Dette har klart sammenheng med at mange av bruene er korte, siden vi har inkludert bruer ned til 10 meter, slik at sone 1 for mange bruer utgjør en vesentlig lengre strekning enn selve brua. Hvorvidt også *risikoen* er høyere i sone 1, kommer vi tilbake til nedenfor.

Tabell 2. Bruulykker etter sone og skadegrad (D/HS=ulykker med drepte eller hardt skadde).

Sone*	Antall bruer	Alvorligste skadegrad i ulykken			Total	Andel D/HS (%)
		Drept	Hardt skadd	Lettere skadd		
1	869	24	74	784	882	11,1
2	869	7	30	283	320	11,6
3	210	0	6	121	127	4,7
4	71	3	5	92	100	8,0
Alle soner		34	115	1280	1429	10,4

\* Se figur 1.

Andelen ulykker med drepte eller hardt skadde er 10,4 %. Andelen er signifikant høyere i sone 1 og 2 enn i sone 3 og 4 (chi-kvadrat=5,24; df=1; p=0,02); dvs. at gjennomsnittlig alvorlighetsgrad er høyere nær endene av brua enn nærmere midten. Andelen ulykker med drepte eller hardt skadde på hele veinettet er 13,7 %; dvs. at ulykkene på bruer i gjennomsnitt har noe lavere skadegrad enn på veinettet for øvrig.

### 3.2.2 Ulykkesfrekvens

Ulykkesfrekvens definert som antall personskadeulykker per million kjøretøykilometer er 0,075 for hele brustrekningen (inkludert 50 meter før og etter) som vist i tabell 3. Tabellen viser også at ulykkesfrekvensen er høyest for sone 1 med 0,087, mens den varierer mellom 0,060 og 0,067 på selve brua. Til sammenligning er ulykkesfrekvensen for hele riks- og fylkesveinettet i Norge 0,114 (Elvik, 2017).

Tabell 3. Ulykkesfrekvens for alle personskadeulykker, etter brusone.

Sone	Ulykker per år	Kjøretøy-kilometer per år	Ulykker per mill. kjtkm
1	126,0	1 450 474 851	0,087
2	45,7	760 513 777	0,060
3	18,1	291 753 639	0,062
4	14,3	214 799 785	0,067
Alle soner	204,1	2 717 542 051	0,075

En separat beregning av ulykkesfrekvens for ulykker med drepte og hardt skadde (tabell 4) viste en ulykkesfrekvens på 0,008 for hele brustrekningen. Også her er ulykkesfrekvensen høyest for sone 1. For hele riks- og fylkesveinettet er risikoen for drepte og hardt skadde til sammenligning 0,019 (Elvik, 2017). Korrigert for antall drepte og hardt skadde per ulykke (beregnet til 1,14) blir ulykkesfrekvensen for hele veinettet 0,017, som er rundt dobbelt så høyt som det vi finner for bruene.

Tabell 4. Ulykkesfrekvens for ulykker med drepte eller hardt skadde, etter brusone.

Sone	Ulykker per år	Kjøretøy-kilometer per år	Ulykker per mill. kjtkm
1	14,0	1 450 474 851	0,010
2	5,3	760 513 777	0,007
3	0,9	291 753 639	0,003
4	1,1	214 799 785	0,005
Alle soner	21,3	2 717 542 051	0,008

Tabell 5. Ulykkesfrekvens for alle personskadeulykker, etter brusone og brulengde.

Sone	Brulengde				Alle lengder
	10 - 50 meter	51 - 100 meter	101 - 300 meter	Over 300 meter	
1	0,104	0,062	0,070	0,090	0,087
2	0,085	0,049	0,052	0,051	0,060
3			0,048	0,079	0,062
4				0,067	0,067
Alle soner	0,100	0,057	0,058	0,071	0,075



I tabell 5 har vi vist hvordan ulykkesfrekvensen i de ulike sonene varierer med bruens lengde. Vi ser at risikoen er noe høyere for bruer under 50 meter enn for de lengre bruene og at dette gjelder både sonene før og etter brua (sone 1) og på selve brua (sone 2).

### 3.2.3 Bruer med ulykker

#### Alle personskadeulykker

De 1429 ulykkene på bruer over 10 meter fordeler seg på 869 bruer. De fleste (622) av disse bruene har hatt bare én personskadeulykke hver. Tabell 6 viser fordelingen av bruer etter antall ulykker. Trettito bruer har hatt fem eller flere ulykker i perioden, og fire bruer har hatt mer enn ti ulykker. Som forventet dreier dette seg om bruer med stor trafikkarbeid, dvs. at bruene er lange og/eller har høy ÅDT. De fire bruene med over ti ulykker har ÅDT mellom 45 000 og 98 000, og tre av dem er dessuten over 300 meter lange. En oversikt over alle de 32 bruene med fem eller flere ulykker er gjengitt i vedlegg 1. Av disse 32 bruene, er det åtte som har hatt ulykker med drepte eller hardt skadde.

Tabell 6. Bruer med personskadeulykker, etter antall ulykker per bru.

Antall ulykker per bru	Antall bruer
1 ulykke	622
2 ulykker	133
3 ulykker	49
4 ulykker	33
5 ulykker	6
6 ulykker	7
7 ulykker	4
8 ulykker	1
9 ulykker	6
10 ulykker	4
Mer enn 10 ulykker	4
Bruer i alt	869

#### Dødsulykker og ulykker med hardt skadde

De 34 dødsulykkene på bruer over 10 meter fordeler seg på like mange bruer, dvs. at ingen bruer har hatt mer enn én dødsulykke i perioden. De 150 ulykkene med drepte eller hardt skadde fordeler seg på 141 bruer. Det betyr at det er ni bruer eller færre som har hatt mer enn én ulykke med drepte eller hardt skadde. I vedlegg 1 har vi listet opp alle bruene som har dødsulykker.

### 3.2.4 Veikategorier: Riks og fylkesvei vs. kommunal og privat vei

Av de 7298 bruene som inngår i våre analyser, ligger 6750 bruer på europa-, riks- eller fylkesvei, dvs. 92,5 %.

En separat beregning av ulykkesfrekvens for bruene på europa-, riks- og fylkesveinettet ga samme totalresultat som for analysene av alle bruene som vist i tabell 3 og 4, dvs. 0,075 personskadeulykker og 0,008 ulykker med drepte eller hardt skadde per million kjøretøykilometer. Når det gjelder fordelingen på bruser, finner vi at ulykkesfrekvensene for sone 1, 2 og 3 blir henholdsvis 0,086, 0,062 og 0,059 for europa-, riks- og fylkesveinettet alene, mot 0,087, 0,060 og 0,062 når vi inkluderer alle bruene.

Av de 548 trafikkerte bruene som ligger på kommunal eller privat vei (hvorav 434 er på kommunal vei), er det oppgitt ÅDT i BRUTUS for 260 bruer, dvs. noe under halvparten. Anslag på ulykkesfrekvens for bruene på det kommunale og private veinettet vil derfor være forbundet med betydelig usikkerhet. For å kunne få en bedre sammenligning av de to veikategoriene har vi derfor i tillegg til ulykkesfrekvens beregnet *ulykkestetthet* (definert som antall ulykker per kilometer per år) separat for europa-, riks- og fylkesveier vs. kommunale og private veier. Beregningene er vist i tabell 7.

Tabell 7. Bruulykker 2010-2016, etter veikategori.

	Veikategori		
	Europa-, riks- og fylkesvei	Kommunal og privat vei	Totalt
Antall bruer	6750	548	7298
Gjennomsnittlig lengde (meter)	56,6	32,2	54,8
Total lengde (kilometer, inkl. sone 1)	1057,0	72,4	1129,4
Gjennomsnittlig ÅDT	5536	10591	5726
Andel bruer med oppgitt ÅDT (%)	98,9	47,4	95,0
Antall personskadeulykker	1342	87	1429
Ulykkesfrekvens	0,075	*0,063	0,075
Ulykkestetthet	0,18	0,17	0,18
Andel bruer med personskadeulykker (%)	12,3	7,1	11,9

\* Anslaget for ulykkesfrekvens for denne veikategorien er svært usikkert, siden det er basert på under halvparten av bruene, dvs. de bruene hvor ÅDT var oppgitt i BRUTUS.

Vi ser at ulykkestettheten er praktisk talt den samme for de to veikategoriene. Imidlertid er trafikkmengden høyere på bruene på det kommunale veinettet. Det er usikkert hvor mye høyere trafikkmengden er på disse bruene, siden opplysninger om ÅDT mangler for over halvparten. For de kommunale bruene hvor ÅDT foreligger, er imidlertid ulykkesfrekvensen noe lavere enn for bruene på europa-, riks- og fylkesveier. Andelen bruer som har hatt personskadeulykker, er også noe høyere på europa-, riks- og fylkesveinettet, og denne forskjellen er statistisk signifikant (chi-kvadrat=12,2; df=1;  $p < 0,001$ ).

### 3.2.5 Forskjeller mellom bruer med og uten ulykker

Vi gjennomførte logistiske regresjonsanalyser for å se i hvilken grad kjennetegn ved bruene kan predikere sannsynligheten for at en bru har ulykker. Følgende variabler i bruregisteret ble brukt som uavhengige variabler (prediktorer) i analysene:

- Bruas alder (byggeår)
- Fartsgrense
- Bredde
- Hvorvidt brua hadde gang- og sykkelareal (GS-areal) eller ikke
- Brulengde
- ÅDT
- Kommunal vei (vs. europa-, riks- eller fylkesvei).

Det ble gjennomført en analyse for hver av følgende avhengige variabler, som alle var dikotome (dvs. hadde to mulige verdier, f.eks. ulykke vs. ikke ulykke):

- Dødsulykker
- Ulykker med drepte eller hardt skadde
- Personskadeulykker uansett skadegrad
- Fem eller flere personskadeulykker
- Utforkjøringsulykker i sone 1.

Tabell 8. Logistisk regresjon. Oddsforhold (OR) og statistisk signifikans for ulike klasser av ulykker på bruer, som funksjon av kjennetegn ved bruene. (Psk=personskade)

Kjenne- tegn	Avhengig variabel									
	Døds- ulykke		Ulykke med D/HS		Psk-ulykke		5+ psk- ulykker		Utforkjørings- ulykker i sone 1	
	OR	sig.	OR	sig.	OR	sig.	OR	sig.	OR	sig.
Byggeår /10	0,906		0,953		0,907	***	0,873		0,939	*
Fartsgr /10	1,105		0,903		0,818	***	0,699	**	0,987	
Bredde (m)	1,091	**	1,063	***	1,072	***	1,072	**	1,013	
GS-areal (ja=1)	1,571		1,227		1,194	*	1,871		1,134	
Lengde (m/100)	1,211	**	1,196	***	1,280	***	1,498	***	1,048	
ÅDT /1000	1,002		1,021	***	1,050	***	1,064	***	1,024	***
Kommu- nal vei	0,000		0,826		0,384	***	1,724		0,316	*

\*  $p < .05$

\*\*  $p < .01$

\*\*\*  $p < .001$

Resultatene av de logistiske regresjonsanalysene er sammenfattet i tabell 8. Tabellen viser effektene av prediktorvariablene som oddsforhold (odds ratio, OR). En OR på én betyr at antall ulykker ikke har sammenheng med prediktorvariablen. OR mellom null og én betyr at en økning av prediktorvariablen med én enhet medfører en reduksjon av den avhengige variabelen, mens OR over én betyr at en økning av prediktorvariablen med én enhet medfører en økning av den avhengige variabelen. En OR på 1,50 betyr f.eks. at antall

ulykker øker med 50% for hver økning av prediktorvariabelen med én enhet. Enheten er f.eks. 10 år for byggeår, og når  $OR=0,907$  for personskadeulykke, betyr det at estimert antall personskadeulykker går ned med 9,3 % per 10 år siden brua ble bygd.

I tolkningen av resultatene er det viktig å ta hensyn både til antall bruer med ulykker i de ulike analysene og til at de ulike kategoriene ulykker kan være mer og mindre gode indikatorer på trafikksikkerheten på bruene. Kategorien «fem eller flere ulykker» er trolig den mest pålitelige indikatoren, i og med at jo flere ulykker det er på en bru, desto mindre sannsynlig er det at brua blir klassifisert som ulykkesbru ved ren tilfeldighet, mens skadegraden av en enkelt ulykke kan være mer tilfeldig, dvs. om den resulterer i drepte, hardt skadde eller lettere skadde trafikanter, kan være mer tilfeldig. På den andre siden er antallet bruer med ulykke klart størst når vi ser på personskadeulykker totalt, samt utforkjøringsulykker. Vi velger derfor å legge mest vekt på disse tre analysene i tolkningen av resultatene, samtidig som vi ser om det er konsistens mellom de ulike analysene.

Som forventet er det en klar sammenheng mellom ulykkesforekomst og både bruas lengde og ÅDT, dvs. trafikkarbeidet på brua. Oddsene for mer enn fire ulykker øker med 49 % for hver 100 m lengde av brua og med 6 % for hvert 1000 passerende kjøretøy per døgn.

Bruer med gang- og sykkelareal har flere personskadeulykker totalt. Videre øker oddsene for alle typer ulykker med bredden av brua. En mulig forklaring kan tenkes å være at fartsnivået er høyere jo bredere brua er, slik at alvorlighetsgraden øker. Imidlertid ser vi også antall personskadeulykker *avtar* med høyere fartsgrense. Dette kan være en spuriøs effekt av at fartsgrense henger sammen med tredjevariabler som påvirker ulykkesrisikoen, f.eks. høyere veistandard, beliggenhet utenfor tettbebyggelse og mindre ferdsel av myke trafikanter.

En ytterligere indikasjon på at ulykkesrisikoen på bruer henger sammen med veistandarden, er at nyere bruer har færre personskadeulykker enn eldre. Oddsforholdet for personskadeulykker indikerer som allerede nevnt at antall ulykker avtar med 9,3 % for hvert tiår i bruas alder. Også når vi ser på utforkjøringsulykker alene, finner vi omtrent samme effekt av bruas alder som for personskadeulykkene totalt.

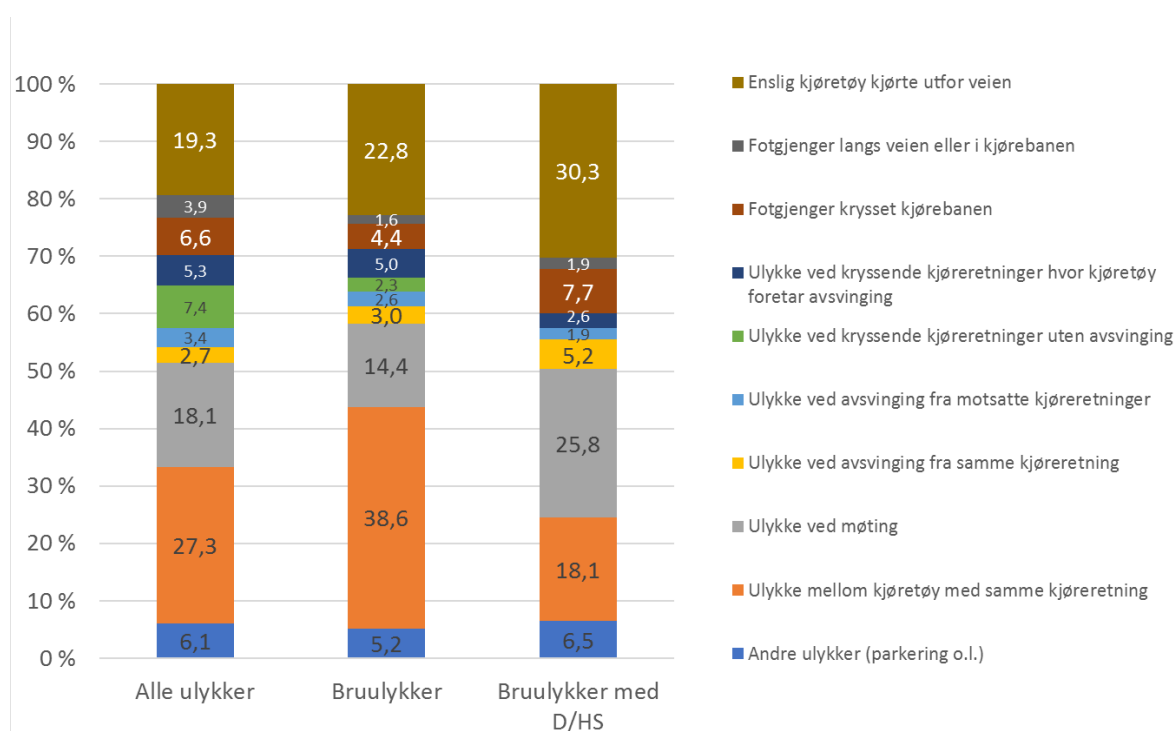
Vi ser også at bruene på det kommunale veinettet har lavere sannsynlighet både for personskadeulykker generelt og for utforkjøringsulykker i sone 1 enn bruene på europa-, riks- og fylkesveinettet.

Vi gjennomførte en tilleggsanalyse hvor vi inkluderte brutype som uavhengig variabel (med sju kategorier) i tillegg til variablene i tabell 7. Dette påvirket i liten grad koeffisientene for de øvrige uavhengige variablene. Dette betyr at variasjonen mellom brutypene når det gjelder utsatthet for ulykker i hovedsak fanges opp av de øvrige variablene. Brutype var imidlertid signifikant for personskadeulykker totalt, med en tendens til lavere risiko på bjelkebruer og dels på platebruer, som er de to klart vanligste brutypene, enn på øvrige brutyper. Disse to brutypene utgjør til sammen over 80 % av bruene.

For hver dødsulykke er kjennetegn ved ulykken, ulykkesstedet og den aktuelle brua sammenfattet i vedlegg 3.

### 3.2.6 Ulykkestyper

Påkjøring bakfra utgjør en klart større andel av bruulykkene enn av ulykker generelt. Det samme gjelder i noen grad også eneulykker. Figur 2 viser hvordan både bruulykker og ulykker generelt fordeler seg på ulykkestyper. Påkjøring bakfra – den største ulykkestypen i kategorien «ulykke mellom kjøretøy i samme kjøreretning» – utgjør 32 % av bruulykkene, mot 22 % av ulykker generelt. Utforkjøringsulykker utgjør 23 % av bruulykkene og 19 % av alle ulykker. At disse ulykkestypene utgjør en større andel, betyr ikke nødvendigvis at risikoen for slike ulykker er høyere på bruer enn på øvrige veier. Det kan også forklares av at andre ulykkestyper har lavere risiko på bruer enn ellers; det gjelder naturlig nok kryssulykker, og også fotgjengerulykker, som det framgår av figur 2.

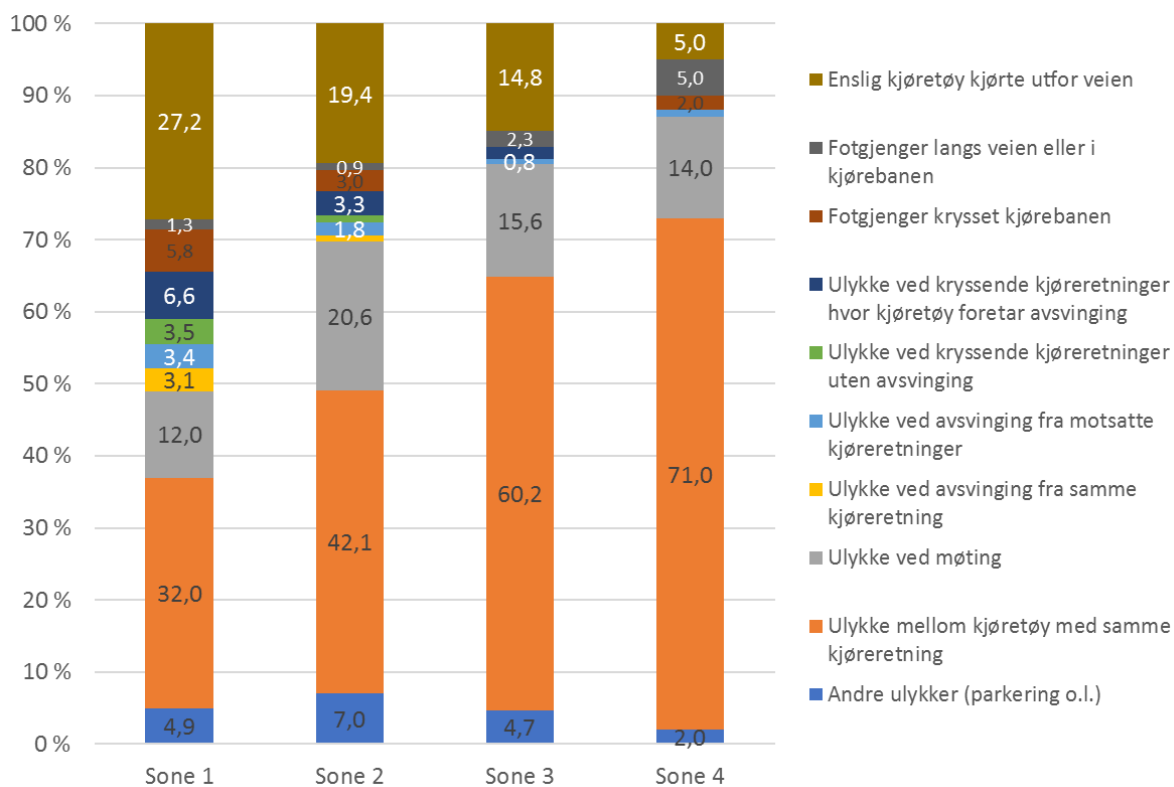


Figur 2. Bruulykker totalt (n=1429), bruulykker med drepte eller hardt skadde (n=149) og alle veitrafikkulykker (n=81 829) 2010-2016 med personskaade, etter ulykkestype. Prosent.

For bruulykker med drepte eller hardt skadde utgjør utforkjøringsulykker og møteulykker klart større andeler enn for de øvrige ulykkene. Til sammen står disse to ulykkestypene for godt over halvparten (56 %) av bruulykkene med drepte eller hardt skadde.

Naturlig nok skjer de fleste utforkjøringsulykkene i sone 1, dvs. like før eller etter brua. Nesten tre av fire utforkjøringer (73,3 %) skjer i sone 1. Figur 3 viser fordelingen av ulykker etter ulykkestype for hver sone.

Vi ser at ulykkesmønstret endrer seg tydelig etter hvert som en kommer lenger ut på brua. Andelen utforkjøringsulykker går ned, mens påkjøring bakfra øker kraftig. Siden utforkjøringsulykker som regel har alvorligere konsekvenser enn påkjøring bakfra (de fleste ulykker i samme kjøreretning er påkjøring bakfra), forklarer dette at alvorlighetsgraden er høyere for ulykkene nær endene av brua (sone 1 og 2). Naturlig nok er det også relativt flere kryssulykker i sone 1, da det sjelden er kryss på selve brua. Imidlertid er det flere ulykker med fotgjengere som går langs veien i sone 4 enn i de øvrige sonene.



Figur 3. Bruulykker (n=1429) etter ulykkestype og sone. Prosent.

## 4 Gjennomgang av rapporter fra dødsulykker på og ved bruer

### 4.1 Innledning

For sju av de 38 dødsulykkene på eller ved veibruer viste den første gjennomgangen av UAG-rapporter at ulykkene ikke kunne settes i forbindelse med at de skjedde ved en bru, og de ble derfor ikke inkludert i gjennomgangen av ulykkesrapporter. Seks av de sju ulykkene som ble tatt ut, skjedde i sone 1, dvs. utenfor selve brua, og den sjuende dreide seg om en bil som kjørte mot kjøreretningen («spøkelsesbilist») på en motorveibru med enveis trafikk. Vår vurdering er at nærmere analyse av disse ulykkene ikke kan gi ytterligere kunnskap om bruulykker.

Det gjenstod da 31 ulykker hvor ulykkesrapportene ble gjennomgått i detalj, og som er inkludert i de videre analysene.

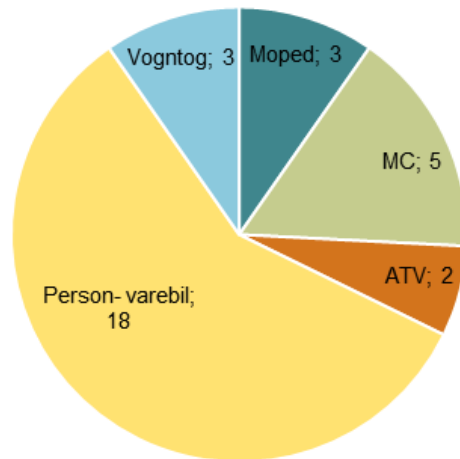
Siden antallet ulykker varierer noe mellom analysene av dødsulykker på og ved bruer i kapittel 3 (basert på STRAKS og BRUTUS) og gjennomgangen av UAG-rapporter i dette kapitlet, har vi i tabell 9 vist hvilke typer ulykker som inngår i de ulike analysene.

Tabell 9. Dødsulykker på eller ved bruer: Ulykker inkludert i henholdsvis analyser av statistikk i kapittel 3 og gjennomgang av UAG-rapporter i kapittel 4. Antall ulykker.

	Analyse av ulykkesstatistikk (bruer over 10 meter)	Ikke inkludert i analyse av ulykkesstatistikk (bruer under 10 m)	Sum
Gjennomgang av UAG-rapporter	27	4	31
Ikke gjennomgått UAG-rapporter (ulykker urelatert til bruegenskaper)	7	uaktuelt	7
Sum	34	4	38

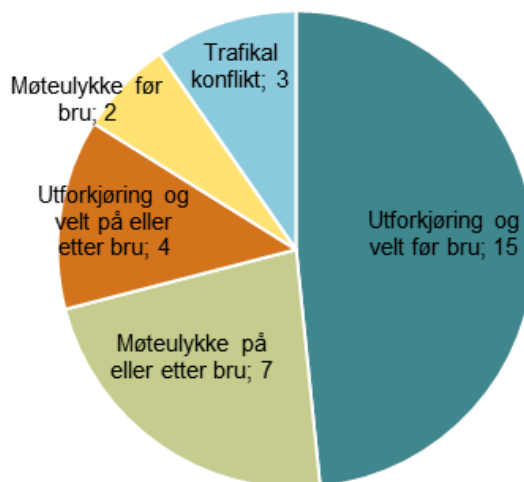
Ulykkene er presentert med hendelsesbeskrivelse og bilde i vedlegg 2.

Figur 4 viser fordelingen av kjøretøytyper i ulykkene Dette samsvarer med hvilket kjøretøy de omkomne hørte til.



Figur 4. Dødsulykker på og ved bru i Norge 2010-2016 fordelt på kjøretøytype.

Vi ser at godt over halvparten (58 %) er ulykker med person- og varebil, men også relativt ubeskyttede trafikantgrupper (moped, motorsykkel og ATV) har en høy andel (32 %). Lastebiler eller vogntog var motpart i fem av ni møteulykker med person- eller varebil. Av ulykker som kun involverer vogntog (10 %), er to utforkjøringer før bru og én møteulykke. Figur 5 viser ulykkestype og hvor ulykkene har skjedd. Vi kan se at nær halvparten av bruulykkene er utforkjøring eller velt før bru. Velteulykkene dreier seg om tohjulinger som har veltet i kjørebanelen og kommet utenfor kjørefeltet.



Figur 5. Dødsulykker på og ved bru i Norge 2010-2016 fordelt på ulykkestype og inntruffet sted i kjøreforløpet ved brua.

## 4.2 Mønsteranalyse

Vi har sett etter mønstre i ulykkene og har på grunnlag av gjennomgangen av ulykkesrapportene etablert kategorier som betegner hvordan ulykkene og skadene inntreffer (mekanismene). Dette er illustrert i figur 6.

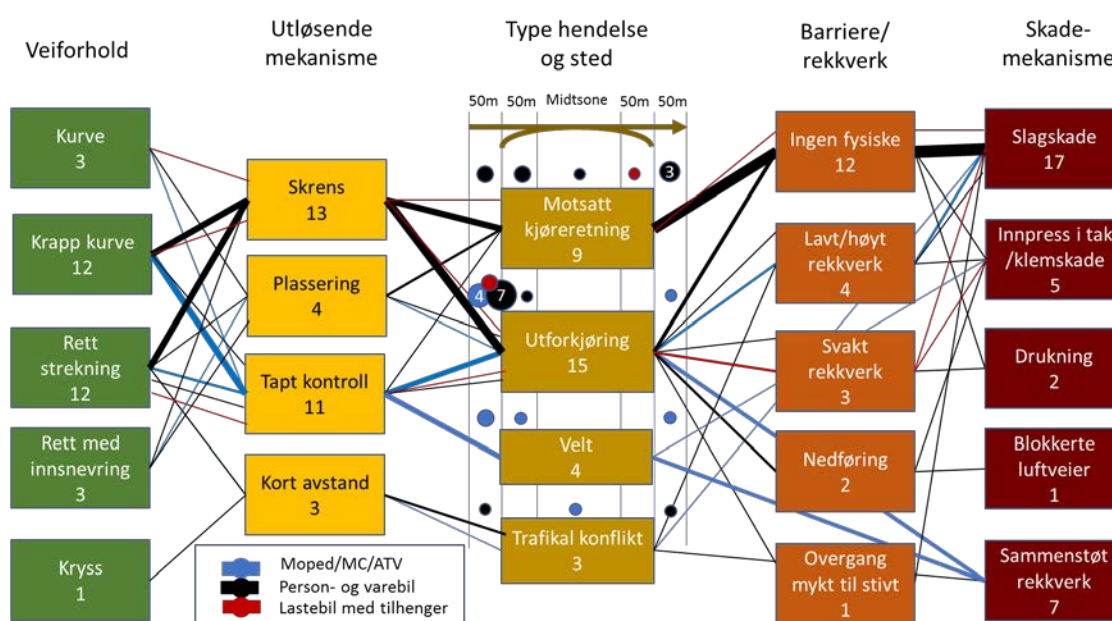
De fem hovedkategoriene er angitt i øverste linje.



Veiforholdene er inndelt i linjeføringen der ulykken utløses. Skillet mellom kurve og krapp kurve er satt ved horisontalradius på 150 meter. Det er også gjort skille på rette strekninger avhengig av om veibredde er omtrent tilsvarende som på tilstøtende strekninger, eller om det er innsnevring på brua. En ulykke skjedde i kryss nær bru, og har fått sin egen kategori.

Utløsende mekanisme er inndelt i skrens (retningsstabilitet av kjøretøy), uheldig plassering i kjørebanelen, tapt kontroll ellers (uklart eller en kombinasjon av de to foregående), og kort avstand mellom to trafikkenheter (enheter på kollisjonskurs).

Type hendelse og sted er inndelt i de ulykkestypene vi har i materialet, og hvilken fase av brupassasjen ulykkene har skjedd, inndelt i 50 meter før, første 50 meter på, midtsone, siste 50 meter og de første 50 meter etter brua. Ulykkesstedene til de fire kategoriene; motsatt kjøreretning (møteulykke), utforkjøring, velt og trafikal konflikt (sammenstøt mellom to trafikkenheter) er angitt med sirkler hvor arealet er uttrykk for antall hendelser i samme fase av brupasseringen.



Figur 6. Mekanismer og sammenhenger i 31 dødsulykker på eller ved bru.

Barriere/rekkverk<sup>3</sup> er inndelt i hvilken funksjonssvakheter rekkverk eller annen barriere har hatt i de aktuelle ulykkesforløpene. Det betyr at rekkverk kan ha flere samtidige svakheter, men kun én av dem er angitt for hver ulykke. Ingen fysiske barrierer er tilfeller der det kunne vært en barriere, men ikke har vært det. Lavt rekkverk er tilfeller der lette biler eller fører av tohjulinger har kommet over rekkverket, høyt rekkverk er tilfelle der rekkverket utgjør sikthinder. Svakt rekkverk er der rekkverket har gitt etter for kjøretøyet, og nedføring er tilfeller der avslutningen av rekkverket ikke har stanset kjøretøyet. Det er også et tilfelle der overgang mellom vanlig veirekkverk og stivt brurekkverk ikke har fungert.

<sup>3</sup> I analysen av dødsulykker har vi brukt begrepet 'rekkverk' uspesifikt om alle typer langsgående fysiske barrierer mellom kjørearealer eller mellom kjøreareal og annet område. Det betyr at vi også har inkludert f.eks. betongkanter eller gang- og sykkelveirekkverk, som ikke defineres som rekkverk i Statens vegvesens terminologi.

Skademekanisme er beskrivelser av hvordan de dødelige skadene har oppstått. Sammenstøt mellom person og rekkverk er en egen kategori. De øvrige kategoriene er inndelt i slagskade, klemskade, drukning og blokkerte luftveier. Slagskade innebærer store energimengder påført kjøretøy og trafikant, eller trafikant direkte. Klemskade inkluderer innpress av tak er der kjøretøy har veltet og fått presset inn taket og påført klemskade på personer i kjøretøyet. Denne delen av bilkonstruksjonen er normalt en del svakere enn deformasjonssonene ellers på kjøretøyet. Overkjørsel er her definert som klemskade. I noen tilfeller er det ikke påførte ytre skader som har tatt liv. Det er tilfeller av drukning (ved utkjøring i vann) og blokkerte luftveier (kvelning etter å ha blitt hengende opp-ned i bilbeltet).

Alle ulykkesforløpene er markert med linjer fra venstre til høyre mellom underkategorier innenfor hver hovedkategori. Linjetykkelsen er økt proporsjonalt med antallet tilfeller mellom to underkategorier. Ved ulykker med flere kjøretøy involvert er mykeste trafikantgruppe oppgitt. Dette er tilnærmet identisk med hvilken part som er utløsende, og helt identisk med hvilken part som er hardest rammet i ulykken.

### 4.3 Resultater fra mønsteranalysen

I mønsteranalysen er ulykker med flere parter gruppert etter hvilket kjøretøy drepte trafikanter har sittet i, dvs. den parten som er hardest rammet i ulykken. Moped, motorsykkel og ATV utgjør én gruppe (10 ulykker), person- og varebil en annen gruppe (18 ulykker), og lastebil med tilhenger (tre ulykker).

#### 4.3.1 Ti mopeder, motorsykler og ATVer

Majoriteten av ulykkene med moped, motorsykkel og ATV er at det er tap av kontroll i krappe kurver med utforkjøring som resultat. Ulykkene med motorsykkel er ofte en kombinasjon mellom plassering og valg av kjørelinje, høy fart og bremsing som har ført til ustabilitet ved svingebevegelse. Tapt kontroll har ført motorsyklistene ut av kjørebane, enten ved en forutgående velt eller ikke, slik at de traff rekkverket. De aller fleste skadene i denne gruppen har oppstått i forbindelse med sammenstøt med rekkverk, rekkverksstolpe eller støyskjerm. I to tilfeller har motorsykkelen truffet rekkverk i oppreist stilling ved utforkjøringen, som har ført til at føreren har havnet over rekkverket. Det synes ikke å ha vært spesielt vanskelige vær- eller føreforhold i disse ulykkene. Høy fart har vært fremtredende i fire av ulykkene, og rus er nevnt som faktor i to av ulykkene. De fleste ulykkene i denne kategorien har skjedd ved påkjøring til brua. UAG peker på at ATV og dens kjøreegenskaper ikke er egnet for kjøring på vei. Ujevnheter i brufuge kan ha vært en faktor i to av ulykkene med tohjulinger, og krapp kurvatur også i et par tilfeller.

Andelen dødsulykker med motorsykkel, moped eller ATV er påfallende høy. Inkluderer vi alle de 38 dødsulykkene som har skjedd på eller ved bruer (uavhengig av om ulykkene har sammenheng med egenskaper ved brua eller ikke), har 11 av disse skjedd med motorisert tohjuling eller ATV, dvs. 29 %. Tall fra offisiell ulykkesstatistikk viser at disse kjøretøygruppene var innblandet i 15 % av dødsulykkene i samme periode på det øvrige veinettet. Det vil si at andelen er dobbelt så høy for bruulykkene. Forskjellen er statistisk signifikant ( $\chi^2=5,71$ ;  $df=1$ ;  $p=0,017$ ).

### 4.3.2 18 person- og varebiler

De aller fleste bilulykkene har skjedd på enten rette veistrekninger eller i krappe kurver (14 av 18), og 11 av 18 er utløst ved at kjøretøyet har fått skrens. Sju av åtte møteulykker med lette biler har skjedd på rette veistrekninger, og glatt føre har vært en faktor i tre eller fire av dem. I utforkjøringsulykkene er glatt føre en faktor i fem av åtte tilfeller. Utforkjøringene har oppstått omtrent like ofte i sving som på rette veistrekninger.

Vi har vurdert at 10 av 13 ulykker med skrens potensielt kunne vært unngått med ESP<sup>4</sup> dersom kjøretøyene hadde vært utstyrt med dette (obligatorisk for de fleste biler fra 2012). De ti ulykkene har enten skjedd på rett strekning eller som følge av at skrens i sving har ført til utforkjøring eller møteulykke i innerkurven. Ut fra dette har vi tolket at det har vært tilgjengelig friksjon til å korrigere kjøretøyet tilbake på rett kurs i kjørefeltet med en bedre manøvrering av kjøretøyet. UAG har omtalt manglende ESP som en mulig faktor i kun halvparten av disse ulykkene.

På stedene der møteulykkene har skjedd, har det ikke vært rekkverk eller andre barrierer mellom kjøreretningene. I kollisjoner med møtende kjøretøy var fem av åtte kjøretøy lastebil. Møteulykkene har medført store kollisjonskrefter og påført personene slagskader. Personbilene har truffet møtende kjøretøy sideveis i fem av sju tilfeller. To møteulykker har skjedd på motorvei/motortrafikkvei der det har vært opphold i rekkverket på en strekning som ellers ligger til rette for midtrekkverk.

Utforkjøring har gitt ulike typer skader, der vi foruten slagskader ser innpress av tak som følge av at kjøretøy havner på taket i eller ved elveleiet. Det har vært to tilfeller med drukning (tre personer), og én person har blitt hengende opp-ned i bilbeltet og blitt kvalt. De aller fleste utforkjøringene med bil har skjedd før bilen har kommet på brua, mens møteulykkene er mer spredt og «tilfeldig» fordelt og er mer knyttet til generell veistandard.

### 4.3.3 Tre tungbiler

To vogntog har kjørt utfor veien og gjennom siderekverk og ned i elveleiet. Den ene i en krapp sving og på glatt veibane, den andre etter punktering på rett veistrekning. Ordinært siderekverk har ikke hatt styrke til å holde disse kjøretøyene på veien. To vogntog frontkolliderte på en bru i kurve under gode veiforhold.

## 4.4 Uventede endringer i veistandard eller driftsforhold

Markerte avvik fra veistandarden for øvrig («standardsprang») eller uventede endringer i driftsforhold har gjort seg gjeldende i flere ulykker. Glatt føre med friksjonsverdier på  $\mu=0,2$  eller lavere har vært en faktor i fem ulykker, hvor det i fire av disse ulykkene var lokalt overraskende glatt gjennom underkjøling på/ved brua, eller tilfrosset vann i veibanen før brua. Det er ikke konsekvent oppgitt friksjon i UAG-rapportene, men vanlige friksjonsverdier på rimfrost og tilfrosset vann ligger under  $\mu=0,2$ . Dette er som regel under laveste tiltaksgrense for veidriftstiltak. I tillegg kan pakket snø i veikant og mellom kjøreretningene ha vært en faktor i to ulykker der bilene fikk skrens på rett strekning. I ett tilfelle kan mye regnvann og slitte dekk ha bidratt til lav friksjon. I to av ulykkene har bil med piggdekk fått skrens på tørr bar vei. Denne kombinasjonen er omtalt som problematisk i UAG-rapportene.

<sup>4</sup> Elektronisk stabiliseringsprogram som motvirker skrens.

Krapp kurve på landevei har vært en faktor i sju ulykker, og i fem av disse var kurvene krappere enn man ellers kan forvente på strekningen. Detaljering av kurvaturforløpet er ulikt oppgitt i UAG-rapportene, men inntrykket for de krappe kurvene er at radien er ujevn og har en minste radius på under 150 meter. I fire av disse ulykkene er det kurvaturen før brua som har vært problematisk. Det er i flere av ulykkene samtidig oppgitt lav overhøyde (dosering). Glatt føre har opptrådt som faktor i kombinasjon med krapp kurve i tre tilfeller. I fem av ulykkene har brua vært smalere enn veien før og etter, og i tre tilfeller kan dette ha vært en påvirkende faktor. Disse bruene er av eldre dato. Smal bru opptrer i kombinasjon med krapp kurve i tre ulykker. I tillegg har det skjedd én ulykke etter avslutning av et påkjøringsfelt på brua.

Ingen av dødsulykkene har vært relatert til svikt i brukonstruksjon, men ujevn brufuge/overgang mellom vei og bru kan ha vært problematisk for tohjulinger i to tilfeller. To av ulykkene skjedde på bruer i høybrekk, og i ett av tilfellene fikk det påkjørte kjøretøyet motorstopp i stigningen.

## 4.5 Linjeføring

De 31 ulykkene fordeler seg som følger for linjeføring før, over og etter bru:

- Rett bru, rett strekning: 14 ulykker
- Sving før og sving etter rett bru: 8 ulykker
- Bru i sving: 7 ulykker
- Rett bru med høybrekk: 2 ulykker.

## 4.6 Barrierer/rekkverk

Det er funnet noen gjennomgående trekk med rekkverk i denne undersøkelsen, som slår ulikt ut avhengig av hvilken trafikantergruppe som rammes.

I nær samtlige utforkjøringer med moped/motorsykel/ATV har sammenstøt med rekkverk eller andre barrierer bidratt til tap av liv. Vi har sett at verken stålskinnerekkverk, betongrekkverk, rekkverk mot gang- og sykkelareal eller støyskjerm har gitt denne trafikantergruppen beskyttelse mot dødelige skader. Det kan tenkes at mindre ettergivende rekkverk på bruer kan bidra til å forklare at disse kjøretøygruppene er overrepresentert i dødsulykker på bruer. Konstruksjonen er for stiv for å ivareta ubeskyttede trafikanter, der stolper ser ut til å være det mest kritiske å treffe. I tre tilfeller har velt i kjørebane medført slike sammenstøt. I to tilfeller var tohjulingen oppreist i sammenstøt med rekkverk, og føreren har blitt kastet over rekkverket. De to ulykkene med ATV viser også at rekkverk er problematisk å treffe med denne kjøretøytypen.

Siderekkverk har ikke fungert etter hensikten i fem av åtte av utforkjøringsulykker med person- og varebil. Rekkverk har hatt for liten styrke (ett tilfelle med rekkverk i tremateriale), vært for lavt (ett tilfelle med lav betongkant), eller vært avsluttet uten tilstrekkelig avbøyning (to tilfeller med stålskinnerekkverk). I ett tilfelle har siderekkverket ikke vært koblet tilstrekkelig sammen med brurekkverket og ført til bråstopp i enden av det stive brurekkverket. Høyt rekkverk på bru over jernbane var et sikhinder for kryss nær brua. I alle tre tilfellene med utforkjøring uten rekkverk, kunne rekkverk hindret bilene å treffe et farlig sikhinder som det vil være på utsiden av en bru. De tre utforkjøringene der det ikke var rekkverk, skjedde før brua.

Det var ikke rekkverk mellom kjøreretningene ved noen av de ni møteulykkene. To av møteulykkene skjedde på strekninger av nyere dato med høy standard og midtrekkverk på deler av strekningen, men ikke akkurat der ulykkene skjedde. I det ene tilfellet var veien utvidet i ettertid for å gi plass til midtrekkverk, mens bruene ble stående igjen uten midtrekkverk. Det andre tilfellet var på firefelts motorvei med atskilte kjørebaneer uten gjennomgående rekkverk i midtdeleeren.

Ordinært siderekkverk har ikke hatt nok styrke til å fange opp kreftene fra de tunge kjøretøyene som kjørte ut før brua, men har gitt etter slik at kjøretøyene ikke ble ledet tilbake i veibanen.

Siden både manglende rekkverk og sammenstøt med rekkverk kan være medvirkende faktorer i dødsulykker, ligger det en stor utfordring i å finne rekkverksløsninger som optimaliserer balansen mellom beskyttelse mot utforkjøring og forebygging av skader ved påkjøring av rekkverk.

## 5 Konklusjon og diskusjon

### 5.1 Konklusjon

Det har skjedd 38 dødsulykker på eller ved veibruer i Norge i perioden 2010-2016. Ulykkene fordeler seg på like mange bruer, dvs. at ingen bruer har hatt mer enn én dødsulykke.

I tillegg har det skjedd 115 ulykker med hardt skadde, og 1280 ulykker med lettere skade.

Ulykkesrisikoen (personskadeulykker per million kjøretøykilometer) er litt lavere på bruer generelt enn på riks- og fylkesveinettet totalt. Bruer på det kommunale veinettet ser ut til å ha litt lavere ulykkesrisiko enn bruene på europa-, riks- og fylkesveinettet. Risikoen er høyere i sonen 50 meter før/etter brua og de første/siste 50 meter av brua enn i midtsonen av brua.

Personskadeulykkene fordeler seg på 869 bruer av i alt ca. 7300 bruer som inngår i datamaterialet. Åtte bruer har hatt ti ulykker eller mer.

Hvorvidt en bru har hatt ulykke(r) eller ikke, er først og fremst en funksjon av trafikkarbeidet, dvs. at bruer som er lange og/eller har høy ÅDT, har størst antall ulykker.

De to vanligste brutypene, bjelkebruer og platebruer, har noe lavere ulykkesrisiko enn øvrige brutyper.

Påkjøring bakfra og utforkjøring er de to hyppigste typene av bruulykker når vi inkluderer alle skadegrader. Påkjøring bakfra utgjør en særlig stor andel i midtsonen på lange bruer, som vanligvis også har høy trafikk.

For dødsulykkene er utforkjøringer og møteulykker de klart hyppigste ulykkestypene. Av de 31 ulykkene hvor forhold ved bruene antas å ha hatt betydning, var det hele 26 utforkjørings- eller møteulykker, dvs. nesten ni av ti ulykker. Til sammenligning var andelen utforkjøringsulykker for alle skadegrader samlet 38 %.

Moped og motorsykler (inkludert ATV) er overrepresentert i dødsulykkene på eller ved bruer sammenlignet med det øvrige veinettet. Mopedister og motorsyklister har liten beskyttelse, og sammenstøt med rekkverk, rekkverksstolper eller støyskjerm har bidratt til tap av liv i minst seks av åtte tilfeller. Forutgående velt av tohjuling i kjørebanelen har i alle tilfeller gitt dødelig resultat ved treff av rekkverk eller rekkverksstolper.

For lette biler fordeler møte- og utforkjøringsulykker seg jevnt med åtte ulykker hver. Svakheter ved rekkverksutformingen (liten styrke, lav høyde og kort avbøyning før avslutning) har vært en faktor i fem av åtte utforkjøringer med lette biler, mens manglende rekkverk var en faktor i de øvrige tre utforkjøringene. Det var ikke rekkverk mellom kjøreretningene i noen av møteulykkene. To ulykker med lette biler har oppstått der kjøretøy har støtt sammen ved kryssende bevegelser.

To av ulykkene med vogntog var utforkjøring før bru. I begge tilfellene var det ordinært siderekker som ikke hadde styrke nok til å fange opp kreftene av vogntoget.

## 5.2 Diskusjon og perspektiv

Vi finner som nevnt at risikoen er noe lavere på bruer enn på europa-, riks- og fylkesveinettet generelt. Dette gjelder også når vi inkluderer bruulykker bare på europa-, riks- og fylkesveinettet i analysene. Det kan nevnes at den tidligere analysen av bruulykker på europa- og riksveinettet (Ranes, 1999) fant samme risikotall for sone 1 som for det samlede veinettet.

På det kommunale veinettet er det en lavere andel bruer som har hatt personskadeulykker enn på europa-, riks- og fylkesveinettet. Også når vi kontrollerer for andre variabler – bl. a. fartsgrense – i den multivariate analysen, finner vi en slik sammenheng. For å kunne finne en forklaring på dette vil det være nødvendig med analyser basert på mer detaljerte kjennetegn både ved ulykkene og bruene.

At risikoen er lavere i midtsonen av bruene enn nær endene, stemmer overens med resultatene fra Ranes (1999). Risikotallene er imidlertid gjennomgående lavere i vår undersøkelse, noe som reflekterer den generelle reduksjonen i ulykkesrisiko de siste 20 år. Det kan være flere forklaringer på at risikoen på selve brua er lavere enn på veinettet for øvrig. En mulighet, som bør undersøkes nærmere, er at en del førere senker farten når de kommer til en bru. Tidligere forskning indikerer for eksempel at rekkverk bidrar til lavere fart. En annen forklaring kan være at kryssulykker nesten ikke kan forekomme på bruer, da de aller fleste bruer er uten kryss.

Naturlig nok er det de lengste bruene og bruene med størst trafikk som har det største antallet ulykker. Men selv om det er trafikkarbeidet som er den faktoren som i størst grad forklarer antall ulykker, kan det være grunn til å se spesielt på forhold ved bruer som har mange ulykker. Åtte bruer har hatt 10 eller flere personskadeulykker i perioden, og det er to bruer som skiller seg klart ut med henholdsvis 16 og 18 personskadeulykker (Danmarks plass viadukt og Puddefjordsbrua, begge i Bergen). Den ene av disse hadde det største antall ulykker (17) også i perioden 1993-97 (Ranes, 1999). Hovedforklaringen på det høye antallet ulykker for disse bruene er stor trafikkmengde.

Vi finner at bruer med gang- og sykkelareal har flere personskadeulykker sammenlignet med øvrige bruer. Dette reflekterer trolig at disse bruene også har større trafikk av myke trafikanter. Statens vegvesen opplyser at mange nye bruer (særlig lange) nå bygges med fysisk atskilt gang- og sykkelfelt, noe som kan bety at dette vil være et mindre problem i framtida.

Det er videre interessant at antall ulykker øker med bredden av brua, men avtar med økende fartsgrense. Mulige forklaringer kan være at bredere bruer er forbundet med høyere fart, når en kontrollerer for fartsgrense. Høyere fartsgrense kan henge sammen med bl.a. høyere veistandard, beliggenhet utenfor tettbebyggelse, samt mindre ferdsel av myke trafikanter, slik at ulykkesrisikoen dermed blir lavere. En mulig sammenheng mellom bruas standard og ulykkesrisiko indikeres også av at antall personskadeulykker øker med bruas alder.

Det kan synes overraskende at vi finner at antall ulykker øker med bredden av brua, da den tidligere studien av bruulykker (Ranes, 1999) viste motsatt tendens. Forklaringen kan være at vi har gjort en multivariat analyse hvor det er kontrollert for fartsgrense og andre variabler. Det kan tenkes at det er flere ulykker på smale bruer isolert sett, men at effekten blir motsatt når en holder andre variabler konstant.

Den multivariate analysen av utforkjøringsulykker i sone 1 viste ingen signifikante effekter av verken bredde, gang- og sykkelareal eller lengden av brua, noe som er forståelig, siden dette dreier seg om ulykker som skjedde før eller etter selve brua. Det er imidlertid interessant at heller ikke fartsgrense hadde noen sammenheng med disse ulykkene.

Hvordan fartsnivået på bruer henger sammen med de ulike kjennetegn ved bruene, ville være et interessant tema for videre forskning, for å kunne finne bedre forklaringer på sammenhengen mellom bruegenskaper og risiko.

Den relativt høye andelen dødsulykker med motoriserte tohjulinger eller ATVer på og ved bruer er et resultat som det kan være grunn til å følge opp med mer detaljerte analyser. Selv om det er en statistisk signifikant overrepresentasjon av disse kjøretøygruppene i bruulykker, er antallet lite, så vi kan ikke se bort fra at dette kan være et resultat av tilfeldig variasjon. Men dersom dette viser seg å være en vedvarende tendens, er det grunn til å se nærmere på mulige forklaringer. Det kan tenkes at alvorlighetsgraden er relativt høyere for disse kjøretøygruppene på bruer enn på øvrige veistrekninger, bl. a. på grunn av at rekkverk på bruer i mange tilfeller er mindre ettergivende enn rekkverk på øvrige veier. Det ville derfor være interessant å undersøke om overrepresentasjonen av motorsykler og mopeder i bruulykker er større for dødsulykkene enn for ulykker med lavere skadegrad.

### 5.3 Feilkilder og forbehold

Det kan tenkes at enkelte ulykker ved eller på bruer ikke er fanget opp i vår analyse. Vi har sett eksempel på at veireferansen i STRAKS ikke er korrekt. Dette kan tenkes å medføre at en ulykke på/ved en bru ikke ville blitt oppdaget. Imidlertid vil ulykker på selve brua (dvs. sone 2, 3 eller 4) som regel fanges opp likevel, ved at ulykken er kodet som «bruulykke» selv om veireferansen er feil. Dette er derfor neppe et stort problem. Når det gjelder dødsulykkene, tror vi at vi har fanget opp så godt som alle, da vi kan identifisere dem både ut fra kobling mellom veireferansene i STRAKS og BRUTUS, og gjennom steds-koden «Bru» i UAG-databasen. Vi oppdaget likevel én dødsulykke gjennom et mediaoppslag, som verken forekom i STRAKS eller var kodet som «Bru» i UAG-basen. UAG-rapporten forelå imidlertid, slik at ulykken kunne inkluderes i analysen. Vi er også i slutfasen av prosjektet gjort kjent med ytterligere én dødsulykke ved bru, men denne var i STRAKS oppgitt å ha skjedd mer enn 50 meter før brua.

På den andre siden har vi gjennom koblingen mellom STRAKS og BRUTUS også fått med noen ulykker som ikke er bruulykker. Det viste seg at enkelte bruer som går over en europavei, er registrert i BRUTUS med veireferansen til europaveien under brua og ikke med referanse til veien som brua er en del av. Dette betyr at en del ulykker som hadde skjedd på en europavei før, under eller etter en bru over veien, feilaktig ble registrert som bruulykker. Vi har gått gjennom datafilen manuelt for å luke ut disse ulykkene, og vi antar at et eventuelt avvik mellom våre tall og det faktiske antallet bruulykker er helt ubetydelig. Om det er noe avvik, vil det ikke gjelde for dødsulykker, da vi har gjennomgått rapportene fra hver enkelt av disse.

Koblingen mellom STRAKS og BRUTUS kan i noen tilfeller ha medført at en ulykke er blitt koblet til en annen bru enn der den faktisk skjedde, da det er noen tilfeller hvor flere bruer har overlappende veireferanser. Imidlertid har ikke denne eventuelle feilen noen betydning for antallet bruulykker totalt eller for fordelingen på skadegrad, men i noen tilfeller kan en ulykke ha blitt plassert i feil brusone. Antallet slike tilfeller er svært lite og har ingen betydning for konklusjonene.



En liten begrensning i undersøkelsen er at vi i den statistiske analysen bare har inkludert bruer som er mer enn 10 meter lange. Det betyr at antallet bruulykker er noe høyere enn det som framgår av denne rapporten. Sannsynligvis dreier dette seg om relativt få ulykker, da bruer som er kortere enn 10 meter naturlig nok står for en svært liten del av trafikkarbeidet. Denne begrensningen gjelder i mindre grad dødsulykker enn ulykker med lavere skadegrad, da dødsulykkene er inkludert i analysene også om de har skjedd på kortere bruer, forutsatt at stedsangivelsen er kodet som «Bru» i UAG-databasen.

Det er også en begrensning i definisjonen av bruulykke som gjør at kollisjon med overliggende bru eller fundamentene til denne ikke inngår i vårt utvalg, siden denne brua ikke er en del av veien ulykken skjedde på. Vi har utelatt én dødsulykke der det var sammenstøt med overliggende bru fra våre analyser.

Vi vil påpeke at det lave antallet dødsulykker i materialet gjør det vanskelig å trekke generaliserbare konklusjoner når det gjelder generelle trekk ved dødsulykkene på bruer kontra andre dødsulykker, eller om det er noen systematiske forskjeller i mønstre for dødsulykker i ulike brusoner. Slike sammenligninger er derfor stort sett basert på analysene av personskadeulykkene, hvor det imidlertid foreligger mer begrensede opplysninger om ulykken enn det som er tilfellet for dødsulykkene. Det er mulig at en ved å inkludere UAG-rapporter fra dødsulykker over et lengre tidsrom ville ha oppdaget mønstre som ikke framkommer i vårt materiale. Det tas også forbehold om eventuelle systematiske svakheter i UAG-materialet. Vi fant eksempelvis at manglende ESP (antiskrens-system) kunne være en faktor i flere ulykker enn det som fremkommer i UAG-rapportene.

## 6 Referanser

- Akl, A., Saïidi, M. S., & Vosooghi, A. (2017). Deflection of in-span hinges in prestressed concrete box girder bridges during construction. *Engineering Structures*, 131, 293-310.
- Alonso-Estebanez, A., Diaz, J. J. D., Rabanal, F. P. A., & Pascual-Munoz, P. (2016). Numerical simulation of bus aerodynamics on several classes of bridge decks. *Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics*, 11(1), 435-449.
- Cardoso, D., Ferreira, L., Rocha, J., Leite, M., & Almeida, V. (2017). Long-term effects of the Entre-os-Rios tragedy on grief and traumatic stress symptoms. *Death Studies*, 41(4), 256-260.
- Charlton, S. G., & Starkey, N. J. (2016). Risk in our midst: Centrelines, perceived risk, and speed choice. *Accident Analysis and Prevention*, 95, 192-201.
- Di Mascio, P., Loprencipe, G., Moretti, L., Puzzo, L., & Zoccali, P. (2017). Bridge expansion joint in road transition curve: Effects assessment on heavy vehicles. *Applied Sciences-Basel*, 7(6).
- Elvik, R. (2017). Miniscenario: Fartsgrensepolitikk – virkninger på trafikksikkerhet av ulike fartsgrenser. TØI-rapport 1589. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Haal, M. L., & Surje, P. (2006). Environmental problems related to winter traffic safety conditions. *Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 1(1), 45-53.
- Huserbråten, K. (2017). Rekkverk ved bruer beskytter ikke alltid – mange har mistet livet. Temaartikkel 16-1727. Oslo: Statens vegvesen.
- Høye, A., Elvik, R., Sørensen, M. W. J., Vaa, T. (2012). Trafikksikkerhetshåndboken. 4. utgave. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Kamaitis, Z. (2006). Deterioration of bridge deck roadway members. Part I: Site investigations. *Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 1(4), 177-184.
- Kamaitis, Z. (2012). Influence of functionally obsolete bridges on the efficiency of road network. part i: obsolescence characteristics and assessment. *Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 7(3), 173-180.
- Kozmar, H., Butler, K., & Kareem, A. (2015). Downslope gusty wind loading of vehicles on bridges. *Journal of Bridge Engineering*, 20(11).
- Lazda, Z., & Smirnovs, J. (2014). Application of design speed for urban road and street network. *Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 9(1), 26-30.
- Li, M., Hashimoto, K., & Sugiura, K. (2014). Influence of asphalt surfacing on fatigue evaluation of rib-to-deck joints in orthotropic steel bridge decks. *Journal of Bridge Engineering*, 19(10).
- Li, M., Suzuki, Y., Wang, H. C., Aoki, Y., Adachi, Y., & Sugiura, K. (2016). Experimental study of asphalt surfacing influence on rib-to-deck joints considering temperature and dynamic effects. *Journal of Bridge Engineering*, 21(11).
- Liu, A. R., Liu, C. H., Fu, J. Y., Pi, Y. L., Huang, Y. H., & Zhang, J. P. (2017). A Method of Reinforcement and Vibration Reduction of Girder Bridges Using Shape Memory Alloy Cables. *International Journal of Structural Stability and Dynamics*, 17(7).
- Lu, L. J., Wang, C., Zhang, Y., Chen, W., & Du, X. Y. (2014). Development of a safety assessment tool for long-span bridges case study of Sutong bridge in China. *Transportation Research Record(2451)*, 97-102.

- Ma, L., Zhoul, D. J., Han, W. S., Wu, J., & Liu, J. X. (2016). Transient aerodynamic forces of a vehicle passing through a bridge tower's wake region in crosswind environment. *Wind and Structures*, 22(2), 211-234.
- Mahlo, G., & Martin, S. (2015). Functional requirements and structural behaviour the transition slabs of integral road bridges Part 2: Technical exigencies of traffic and evaluation of serviceability of transition slabs. *Bauingenieur*, 90, 500-507.
- Martin, J. L., Mintsá-Eya, C., & Goubel, C. (2013). Long-term analysis of the impact of longitudinal barriers on motorway safety. *Accident Analysis and Prevention*, 59, 443-451.
- Mehta, G., Li, J., Fields, R. T., Lou, Y. Y., & Jones, S. (2015). Safety performance function development for analysis of bridges. *Journal of Transportation Engineering*, 141(8).
- Meng, Y. W. (2017). Estimation of crash severity on mountainous freeways in Chongqing. *Mathematical Problems in Engineering*.
- Nunn, S. (2011). Death by motorcycle: background, behavioral, and situational correlates of fatal motorcycle collisions. *Journal of Forensic Sciences*, 56(2), 429-437.
- Prentkovskis, O., Tretjakovas, J., Svedas, A., Bieliatynskiy, A., Daniunas, A., & Krayushkina, K. (2012). The analysis of the deformation state of the double-wave guardrail mounted on bridges and viaducts of the motor roads in Lithuania and Ukraine. *Journal of Civil Engineering and Management*, 18(5), 761-771.
- Ranes, G. (1999). Vegtrafikkulykker på bru. En analyse av vegtrafikkulykker på bruer på europa- og riksvegnettet i perioden 1993-97. Rapport TTS-8-1999. Oslo: Statens vegvesen, Vegdirektoratet.
- Strauss, A., Wendner, R., Bergmeister, K., & Costa, C. (2013). Numerically and experimentally based reliability assessment of a concrete bridge subjected to chloride-induced deterioration. *Journal of Infrastructure Systems*, 19(2), 166-175.
- Tomasch, E., Sinz, W., Hoschopf, H., Gobald, M., Steffan, H., Nadler, B., . . . Schneider, F. (2011). Required length of guardrails before hazards. *Accident Analysis and Prevention*, 43(6), 2112-2120.
- Vaghefi, K., Ahlborn, T. M., Harris, D. K., & Brooks, C. N. (2015). Combined imaging technologies for concrete bridge deck condition assessment. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 29(4).
- Vandenbulcke, G., Thomas, I., & Panis, L. I. (2014). Predicting cycling accident risk in Brussels: A spatial case-control approach. *Accident Analysis and Prevention*, 62, 341-357.
- Villwock, N. M., Blond, N., & Tarko, A. P. (2011). Cable barriers and traffic safety on rural interstates. *Journal of Transportation Engineering-ASCE*, 137(4), 248-259.
- Wendner, R., Strauss, A., Guggenberger, T., Bergmeister, K., & Teply, B. (2010). Approach for the assessment of concrete structures subjected to chloride induced deterioration. *Beton- Und Stahlbetonbau*, 105(12), 778-786.
- Young, L. M., & Durham, S. A. (2013). Performance of an anti-icing epoxy overlay on asphalt surfaces. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 27(6), 836-840.
- Zhou, Y. F., & Chen, S. R. (2015). Fully coupled driving safety analysis of moving traffic on long-span bridges subjected to crosswind. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 143, 1-18.



# **Vedlegg 1**

## **Bruer med dødsulykke eller med mer enn fire skadde/drepte i ulykker totalt**

Brunavn	Veinr	Fylkesnr	Hp	Meter	Lengde	ÅDT	Døds-ulykker	Antall drepte	Ulykker med hardt skadde	Person-skade-ulykker i alt	Antall meget alvorlig skadde	Antall alvorlig skadde	Antall lettere skadde	Skadde/drepte i alt
Gjemnessundbrua	39	15	27	186	1257	3060	1	2	0	1	1	2	0	5
Kvitbergelva bru	8	19	4	6600	102	3660	1	2	0	1	0	0	0	2
Nyrud	134	6	4	8687	56	11200	1	2	0	1	0	0	0	2
Titran	410	16	1	14533	11	260	1	2	0	1	0	0	0	2
Puddefjord I	555	12	3	954	469	45500	1	1	0	16	1	0	26	28
Estensmo bru	3	4	17	23013	49	2000	1	1	0	4	0	3	2	6
Bru over Vellebekken	300	7	1	634	20	11000	1	1	0	1	0	0	0	1
Bånnåsen	356	8	1	67	149	7200	1	1	0	1	0	0	0	1
Danmarks plass II	39	12	18	3070	23	44800	1	1	0	1	0	0	1	2
Dombfoss	496	5	1	1651	27	286	1	1	0	1	0	0	0	1
Eidanger Bru O Jernbane	2	8	1	467	38	4000	1	1	0	1	0	0	1	2
Flatberg Øst	6	1	3	6572	135	25511	1	1	0	1	0	0	1	2
Gjøvik Vannverk	4	5	9	1643	49	11621	1	1	0	1	0	0	1	2
Hafslund	111	1	3	4153	60	11992	1	1	0	1	0	0	0	1
Haukelv	6	20	25	20531	11	570	1	1	0	1	0	0	0	1
Husstøl	660	11	2	3980	13	350	1	1	0	1	0	0	0	1
Knapstad	128	1	7	4032	12	5935	1	1	0	1	0	2	1	4
Krokelva	53	19	1	2860	15	7900	1	1	0	1	0	0	0	1
Kv11-Fv322	11	18	2				1	1	0	1	0	0	0	1
Kvamskleiva Halvbru	16	5	4	6841	31	1425	1	1	0	1	0	0	0	1
Lillehammer	6	5	5	299	544	12210	1	1	0	1	0	0	1	2
Nesbrua 2	6	17	28	50	220	2400	1	1	0	1	0	0	0	1
Oddernesbrua	18	10	4	2067	231	20000	1	1	0	1	0	0	0	1

Brunavn	Veinr	Fylkesnr	Hp	Meter	Lengde	ÅDT	Døds-ulykker	Antall drepte	Ulykker med hardt skadde	Person-skadeulykker i alt	Antall meget alvorlig skadde	Antall alvorlig skadde	Antall lettere skadde	Skadde/drepte i alt
Reflingbrua vest	6	2	1	16352	60	42673	1	1	0	1	0	0	2	3
Sem Store	32	8	2	9077	12	5000	1	1	0	1	0	0	0	1
T-banekulvert v/Sinsen	4	3	3	1281	23	34241	1	1	0	1	0	0	0	1
Tunna bru	3	4	17	28	31	2400	1	1	0	1	0	0	0	1
Tunnsjøelvbrua	6	17	30	3043	73	1610	1	1	0	1	0	0	0	1
Varoddbrua 2	18	10	3	834	663	22750	1	1	0	1	0	0	0	1
Ænes I	551	12	1	7121	29	1000	1	1	0	1	0	0	0	1
Ådland	39	12	7	7075	59	13200	1	1	0	1	0	0	2	3
Ålvik I Indre	7	12	13	1817	11	700	1	1	0	1	0	0	0	1
Åmot 1	465	10	6	102	32	5400	1	1	0	1	0	0	0	1
Skjøljavatnet	46	11	3	13253	18	1050	1	1	0	1	0	0	1	2
Terminalveien	6	3	2	984	157	97506	0	0	3	7	0	3	10	13
Lodalsbrua inng.	6	3	51	3767	346	50326	0	0	1	9	0	2	11	13
Tvetenveien O/Ytre Ringvei	17852	3	5	290	56	12000	0	0	1	9	0	1	7	8
Elgeseter	905	16	3	668	201	20100	0	0	1	7	0	1	7	8
Grenlandsbrua	18	8	3	4791	608	14500	0	0	1	7	0	1	12	13
Hausmanns Bru	12782	3	1	19	28	14886	0	0	1	6	0	1	6	7
Dronning Mauds gate	162	3	1	3967	24	10000	0	0	1	5	0	1	5	6
Danmarks plass viadukt	39	12	18	3100	350	57500	0	0	0	18	0	0	28	28
Stubberudmyra	6	3	2	1878	315	97506	0	0	0	12	0	0	15	15
Nydalsbrua	150	3	1	4939	97	57888	0	0	0	11	0	0	11	11
Bjørnsvik Inng.	18	2	9	0	214	5165	0	0	0	10	0	0	16	16
Sandvika Utg.	18	2	8	812	458	82270	0	0	0	10	0	0	11	11
Sotrabrua	555	12	7	1973	1236	27100	0	0	0	10	0	0	19	19

Brunavn	Veinr	Fylkesnr	Hp	Meter	Lengde	ÅDT	Døds-ulykker	Antall drepte	Ulykker med hardt skadde	Person-skadeulykker i alt	Antall meget alvorlig skadde	Antall alvorlig skadde	Antall lettere skadde	Skadde/drepte i alt
Ytre Ringvei	6	3	2	836	109	97506	0	0	0	10	0	0	12	12
Fredrikstad	110	1	4	2977	824	27124	0	0	0	9	0	0	11	11
Sandesund Øst	6	1	4	97	1528	37944	0	0	0	9	0	0	18	18
Skullerudkrysset inng	6	3	1	5127	132	4194	0	0	0	9	0	0	14	14
Underliggende Lodalsbru	161	3	1	10	213	.	0	0	0	9	0	0	9	9
Kroppan Vestre	6	16	11	2653	385	50700	0	0	0	8	0	0	8	8
Adolf Hedins vei	6	3	1	11141	143	70455	0	0	0	7	0	0	7	7
Bjørnheimv. inng + utg	6	3	2	4852	140	99812	0	0	0	7	0	0	8	8
Asdøla midlertidige bru	285	6	3	10531	21	3700	0	0	0	6	0	0	10	10
Sandnessund	862	19	1	10331	1220	17000	0	0	0	6	0	0	8	8
Søren Bulls vei	6	3	2	3942	60	89166	0	0	0	6	0	0	7	7
Tromsøbrua	862	19	1	700	1016	23675	0	0	0	6	0	0	9	9
Vesterveien	18	10	82	13480	62	16500	0	0	0	6	0	0	6	6
Marcus Thranes gate	161	3	2	3480	30	19600	0	0	0	5	0	0	7	7
Slemdalsveien	16621	3	1	2159	25	51391	0	0	0	5	0	0	6	6
Slependen Utg.	18	2	9	1017	174	5165	0	0	0	5	0	0	6	6
Stavanger Bybru	435	11	1	267	1067	14000	0	0	0	5	0	0	5	5
Vesterbrua	18	10	4	3314	679	19200	0	0	0	5	0	0	9	9
<b>Totalt:</b>							<b>34</b>	<b>38</b>	<b>9</b>	<b>296</b>	<b>2</b>	<b>17</b>	<b>357</b>	<b>414</b>



## **Vedlegg 2**

# **Dødsulykker – kort hendelsesbeskrivelse av hver ulykke**

Ulykkene er nummerert fra 1 til 31, kronologisk etter ulykkestidspunkt.

Illustrasjonsbildene er fra UAG-rapportene for ulykkene 11, 14, 15, 17, 21, 22 og 25.

For de øvrige ulykkene er bildene fra Statens vegvesens bruregister Brutus.

1



Fv 46 Skjøljavatnet, Vindafjord  
Personbil fikk skrens og kontraskrens i høyresving og kjørte ut av veien på venstre side, kjørte over lavt føringsrekkverk for bru og ble liggende på taket på andre siden av elva. Snø-/isdekke.

2



E6 Reflingbrua Vest, Vestby  
Varebil kom ut av kurs på motorvei og kjørte ut av kjørebane på venstre side før bru, ned i grøft og opp i motgående kjørebane og traff en møtende personbil. Ikke rekkverk akkurat der.

3



E6 Knapstad, Hobøl  
Personbil med lastet varehenger fikk skrens på tørr vei og traff møtende lastebil sideveis i lastebilens kjørefelt på bru.

4



Fv 356 Bånnåsen, Porsgrunn  
Motersykel kjørte ut på høyre side i venstresving etter bru, og etter passering av en ujevn brufuge. Fører traff stolpe i en skjermvegg.

5



E39 Ådland, Stord  
Personbil fikk skrens mot venstre i venstrekurve på bru og møtte en bobil med sin høyre side. Ujevn og krapp kurve, sporete veibane og vått føre.

6



E8 Kvitbergelva, Seljelvsnes  
Personbil fikk skrens mot venstre på rett veistrekning på underkjølt bru med is og møtte lastebil med sin høyre side.

7



Rv 3 Estensmo, Tynset  
Varebil fikk skrens til venstre på snø-/isføre på rett strekning og kom over i møtende kjørefelt ved kjøring inn mot bru, og traff møtende lastebil i fronten.

8



Rv 555  
Puddefjordsbruen, Bergen  
Moped fikk motorstans i venstre felt i brustigning og ble påkjørt bakfra av en personbil. Kveldsmørke.

9



Ev 6 Tunnsjøelvbua, Namskogan  
Personbil foretok forbikjøring av- og kolliderte med venstresvingende bobil. Det medførte skrens og velt slik at personbilen traff utbøyet rekkverk før bru med taket.

10



Fv 551 Ænes, Kvinnherad  
Trekkebil med semitrailer mistet veigrepet inn mot bru og kjørte gjennom rekkverket på venstre side i høyrekurve før bru, og veltet ned i elva.

11



Fv 7 Ålvik, Kvam  
Moped har trolig kjørt utfor veien på høyre side ved en innsnevring før bru. Traff sannsynligvis siderekkverket og havnet i elveleiet.  
Bilde: UAG-rapport

12



E18 Oddernesbrua, Kristiansand  
ATV kjørte ut av veien på venstre side før bru på rett veistrekning og traff siderekkverk.



13



E6 Lillehammer, Lillehammer  
Personbil på vei inn på bru fra akselerasjonsfelt holdt jevn kurs etter at kjørefeltet opphørte og kom over i møtende kjørefelt der den traff en lastebil i fronten.

14



Kv 11 Leirskardalen, Hemnes  
Varebil har fått skrens til venstre ved innkjøring til venstre på bru og kjørt gjennom trekkverk på brua og ble liggende på taket i elva under. Snødekke.  
Bilde: UAG-rapport

15



Fv 660, Husstøl, Hjelmeland  
Personbil kom utenfor veien på høyre side i en svak venstresving og traff brurekkverk og stein i sideterrenget. Ikke siderekkverk før bru.  
Bilde: UAG-rapport

16



E10 Offerøyspollen, Vestvågøy  
Varebil fikk skrens til venstre på rett strekning med snø/is og spor, kjørte gjennom siderekkverk og kolliderte sideveis med stivt brurekkverk på venstre side før bru.

17



E6 Nesbrua, Harran  
Personbil fikk skrens i høyresving på tilfrosset veibane før innkjøring til bru og kjørte ut på høyre side av brua og ned i elva og ble liggende på taket på isen. Ikke rekkverk før bru.  
Bilde: UAG-rapport

18



E39 Gjemnessundbrua, Gjemnes  
Personbil kom over i møtende kjørefelt midtveis på brua og frontkolliderte med en møtende personbil.

19



Fv 410 Titran, Frøya  
Personbil kjørte ut på venstre side i høyrekurve før bru og havnet på taket i vann. Ikke siderekkverk før brua.

20



Fv 300 Bru over Vellebekken, Tønsberg  
MC veltet i kjørebanelen i en venstresving etter forbikjøring og havnet utenfor veien på høyre side. Fører traff stolpe i siderekkverk før bru.

21



Fv 2 Eidanger jernbanebru, Porsgrunn  
Personbil svingte til venstre i kryss og kolliderte med bil som kom fra venstre på hovedveien. Høyt brukerekkverk et sikthinder.  
Bilde: UAG-rapport

22



Rv 111 Hafslund, Sarpsborg  
MC veltet i venstresving før bru og traff brukerekkverk på høyre side.  
Bilde: UAG-rapport

23



Rv 3 Tunna bu, Tynset  
Vogntog fikk punktering på venstre framhjul og kjørte av veien på venstre side, gjennom siderekkverk og ned i elv før bru.

24



E134 Nyrud, Øvre Eiker  
Personbil fikk skrens på rett veistrekning og delvis snø- og isføre og traff møtende vogntog i fronten på bru. Åpning i midtrekkverket på brua på strekning med midtrekkverk ellers.



25



Kv 7001  
Blomsterbakken,  
Lillehammer  
Personbil fikk skrens i høyrecurve og kjørte ut på venstre side og traff nedføringen av rekkverket og veltet ned på gs-vei.  
Bilde: UAG-rapport

26



E39 Duelva, Gulen  
Motersykel havnet utenfor veibanen på høyre side i venstresving, kjørte langs grøfta og traff rekkverk vinkelrett før bru. Fører ble kastet over rekkverket.

27



Fv 91 Haga bru,  
Ringsaker  
Personbil kom utfor veikant på høyre side, skrenset, kontraskrenset og traff nedføringen til brurekkverket på høyre side, hoppet og landet på taket på andre siden av elva.

28



Rv 4 Gjøvik vannverk,  
Gjøvik  
Vognvogt fikk skrens på henger på tørt føre i svak høyrecurve og kolliderte med motende tommervognvogt på bru.

29



E18 Varoddbrua,  
Kristiansand  
Moped i høyre felt kom ut av kontroll etter påkjøring av bru med ujevn brufuge/overgang og veltet mot venstre. Fører ble truffet av et passerende vognvogt i venstre felt. Sidevind.

30



E16 Kvamskleiva halvbru, Vang  
Motersykel veltet etter kurskorrigering i venstrecurve etter bru med tiltakende krumning. Fører traff rekkverksstolpe på høyre side.

31



Fv 465 Åmotsbrua,  
Kvinesdal  
ATV kjørte ut på  
venstre side i  
høyresving før bru og  
traff brurekkverket.





## Vedlegg 3

# Kjennetegn ved dødsulykker og ulykkessteder

Tabellen i vedlegget inneholder kjennetegn for hver ulykke. Ulykkene er nummerert fra 1 til 38. For ulykkene fra og med nummer 1 til og med nummer 31 er UAG-rapportene gjennomgått og ulykkene var illustrert i vedlegg 2. Disse er vist i kronologisk rekkefølge etter ulykkestidspunkt.

Ulykkene fra og med nummer 32 til og med nummer 38 (merket med \* i tabellen) er ulykker som har skjedd ved bruer, men hvor forhold ved brua ikke har hatt noen betydning for ulykken, og som derfor ikke var inkludert i gjennomgangen av UAG-rapporter.

Tabellen består av tre deler:

- Del 1 – tidspunkt, sted, ulykkestype og skadegrad (fra STRAKS)
- Del 2 – vær-, føre-, lys- og veiforhold (fra STRAKS)
- Del 3 – kjennetegn ved ulykkesbruene (fra BRUTUS)

Del 1 - tidspunkt, sted, ulykkestype og skadegrad

Ulykke	Veinr	Hp	Meter	Farts- grense	Ulykkes- dato	Ulykkes- tidspunkt	Ukedag	Uhells- kategori	Uhellskode	Antall enheter	Antall drepte	Antall meget alvorlig skadet	Antall alvorlig skadet	Antall lettere skadet
1	46	3	13260	60	04. mar.10	13:00			Enslig kjøretøy kjørte utfor på venstre side i høyrekurve	1	1	0	0	1
2	6	1	16442	100	30. mar.10	16:10	Tirsdag	Bilulykke	Møting på rett vegstreking	2	1	0	0	2
3	128	7	4047	80	29. apr.10	06:36	Torsdag	Bilulykke	Møting på rett vegstreking	2	1	0	2	1
4	356	1	36	50	21. jul.10	11:24	Onsdag	Mc ulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side i venstrekurve	1	1	0	0	0
5	39	7	7143	70	12. sep.10	14:40	Søndag	Bilulykke	Møting i kurve	3	1	0	0	2
6	8	4	6730	90	13. okt.10	18:34	Onsdag	Bilulykke	Møting på rett vegstreking	2	2	0	0	0
7	3	17	23002	80	30. jan.11	20:00	Søndag	Bilulykke	Møting på rett vegstreking	4	1	0	2	0
8	555	3	1344	60	10. feb.11	18:53	Torsdag	Mc ulykke	Påkjøring bakfra	2	1	0	0	0
9	6	30	3157	80	07. jun.11	15:55	Tirsdag	Bilulykke	Påkjøring forøvrig ved venstresving	2	1	0	0	0

Ulykke	Veinr	Hp	Meter	Farts- grense	Ulykkes- dato	Ulykkes- tidspunkt	Ukedag	Uhells- kategori	Uhellskode	Antall enheter	Antall drepte	Antall meget alvorlig skadet	Antall alvorlig skadet	Antall lettere skadet
10	551	1	7145	60	04. jan.12	21:33	Onsdag	Bilulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på venstre side i høyrekurve	1	1	0	0	0
11	7	13	1804	60	22. jun.12	14:16	Fredag	Mc-ulykke	Enslig kjøretøy veltet i kjørebanelen	1	1	0	0	0
12	18	4	2030	60	24. aug.12	21:08	Fredag	Mc-ulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på venstre side på rett vegstrekning	1	1	0	0	0
13	6	5	624	70	16. nov.12	09:28	Fredag	Bilulykke	Møting på rett vegstrekning	2	1	0	0	1
14	11	2	20	50	16. des.12	03:30	Søndag	Bilulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor ved avsvingning i kryss o.l.	1	1	0	0	0
15	660	2	4000	80	13. jan.13	02:00	Søndag	Bilulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side i venstrekurve	1	1	0	0	0
16	10	29	5273	80	14. feb.13	13:39	Torsdag	Bilulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på venstre side på rett vegstrekning	1	1	0	0	0
17	6	28	270	80	23. mar.13	15:25	Lørdag	Bilulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side på rett vegstrekning	1	1	0	0	0

Ulykke	Veinr	Hp	Meter	Farts- grense	Ulykkes- dato	Ulykkes- tidspunkt	Ukedag	Uhells- kategori	Uhellskode	Antall enheter	Antall drepte	Antall meget alvorlig skadet	Antall alvorlig skadet	Antall lettere skadet
18	39	27	1012	80	06. aug.13	17:27	Tirsdag	Bilulykke	Møting på rett vegstreking	2	2	1	2	0
19	410	1	14555	50	25. okt.13	13:24	Fredag	Bilulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på venstre side i høyrekurve	1	2	0	0	0
20	300	1	603	70	26. apr.14	16:05	Lørdag	Mc-ulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side i venstrekurve	1	1	0	0	0
21	2	1	551	60	25. mai.14	20:52	Søndag	Bilulykke	Venstresving foran kjørende i motsatt retning	2	1	0	0	1
22	111	3	4170	50	20. jul.14	21:36	Søndag	Mc-ulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side i venstrekurve	1	1	0	0	0
23	3	17	67	80	02. sep.14	17:52	Tirsdag	Bilulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på venstre side på rett vegstreking	1	1	0	0	0
24	134	4	8719	90	18. jan.16	22:45	Mandag	Bilulykke	Møting på rett vegstreking	2	2	0	0	0
25	7001	1	570	50	02. apr.16	23:32	Lørdag	Bilulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på venstre side i høyrekurve	1	1	0	1	2

Ulykke	Veinr	Hp	Meter	Farts- grense	Ulykkes- dato	Ulykkes- tidspunkt	Ukedag	Uhells- kategori	Uhellskode	Antall enheter	Antall drepte	Antall meget alvorlig skadet	Antall alvorlig skadet	Antall lettere skadet
26	39	1	4022	60	13. apr.16	10:20	Onsdag	Mc-ulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side i venstrekurve	1	1	0	0	0
27	91	1	462	80	17. apr.16	01:58	Søndag	Bilulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side på rett vegstrekning	1	1	0	1	1
28	4	9	1633	80	21. jun.16	13:05	Tirsdag	Bilulykke	Møting på rett vegstrekning	3	1	0	0	1
29	18	3	1312	80	21. jul.16	08:57	Torsdag	Mc-ulykke	Kjøring i parallelle kjørefelter forøvrig	2	1	0	0	0
30	16	4	6797	80	09. sep.16	20:15	Fredag	Mc-ulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side i venstrekurve	1	1	0	0	0
31	465	6	126	50	07. okt.16	22:45	Fredag	Mc-ulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor på venstre side i høyrekurve	1	1	0	0	0
32*	39	18	3036	50	16. jun.10	13:14	Onsdag	Bilulykke	Venstresving foran kjørende i motsatt retning	2	1	0	0	1
33*	496	1	1700	80	24. jun.13	09:58	Mandag	Bilulykke	Enslig kjøretøy kjørte utfor ved avsvinging i kryss o.l.	1	1	0	0	0

Ulykke	Veinr	Hp	Meter	Farts- grense	Ulykkes- dato	Ulykkes- tidspunkt	Ukedag	Uhells- kategori	Uhellskode	Antall enheter	Antall drepte	Antall meget alvorlig skadet	Antall alvorlig skadet	Antall lettere skadet
34*	53	1	2851	50	10. nov.13	20:47	Søndag	Fotgjenger eller akende involvert	Fotgjenger krysset kjørebanen forøvrig	2	1	0	0	0
35*	32	2	9135	70	17. jun.14	18:19	Tirsdag	Mc-ulykke	Påkjøring forøvrig ved venstresving	2	1	0	0	0
36*	6	25	20559	80	23. mar.15	10:55	Mandag	Bilulykke	Påkjøring ved vending foran kjørende i samme retning	2	1	0	0	0
37*	4	3	1241	50	09. mai.15	14:30	Lørdag	Fotgjenger eller akende involvert	Fotgjenger krysset kjørebanen forøvrig	2	1	0	0	0
38*	6	3	6561	110	28. jan.16	11:32	Torsdag	Bilulykke	Møting på rett vegstreking	2	1	0	0	1

## Del 2 – vær-, føre-, lys- og veiforhold

Ulykke	Stedsforhold	Midt- deler	Føre- forhold	Vær- forhold	Lys- forhold	Kjøre- felt	Tettbebyg- gelse	Vei- bredde	Tempe- ratur	Veikate- gori	Veinavn	Kommune	Fylke	Sone
1	Bru	Nei				2	Utenfor			Fylkesveg		Vindafjord	Rogaland	1
2	Vegstrekning utenfor kryss/ avkjørsel	Ja	Tørr, bar veg	God sikt, opphold	Dagslys	4	Utenfor	20,8	6,0	Europaveg	nord komgrense. Vestby	Ås	Akershus	1
3	Bru	Nei	Våt, bar veg	God sikt, opphold	Dagslys	2	Utenfor	7,0		Europaveg	Knapstad	Spydeberg	Østfold	1
4	Vegstrekning utenfor kryss/ avkjørsel	Ja	Tørr, bar veg	God sikt, opphold	Dagslys	2	Innenfor	12,5	20,0	Fylkesveg	Jernbane- gata\ Vallmyre- vegen.	Porsgrunn	Telemark	1
5	Vegstrekning utenfor kryss/ avkjørsel	Nei	Våt, bar veg	God sikt, opphold	Dagslys	3	Utenfor	8,3	15,0	Europaveg		Stord	Hordaland	1
6	Bru	Nei	Snø / isbelagt veg	God sikt, opphold	Mørkt uten vegbe- lysning	2	Utenfor	8,5	0,0	Europaveg		Balsfjord	Troms	1
7	Vegstrekning utenfor kryss/ avkjørsel	Nei	Snø / isbelagt veg	God sikt, opphold	Mørkt uten vegbe- lysning	2	Utenfor	6,6	-5,0	Riksveg	v/Esten- moen	Tynset	Hedmark	1

Ulykke	Stedsforhold	Midt- deler	Føre- forhold	Vær- forhold	Lys- forhold	Kjøre- felt	Tettbebyg- gelse	Vei- bredde	Tempe- ratur	Veikate- gori	Veinavn	Kommune	Fylke	Sone
8	Vegstrekning utenfor kryss/avkjørsel	Ja	Våt, bar veg	God sikt, nedbør	Mørkt med vegbelysning	3	Utenfor	10,8	5,0	Riksveg	RV 555, Puddefjords bru, venstre felt, retning Bergen	Bergen	Hordaland	2
9	Avkjørsel	Nei	Tørr, bar veg	God sikt, opphold	Dagslys	2	Utenfor	8,1	20,0	Europaveg	Tunnsjøelv	Namsskogan	Nord-Trøndelag	1
10	Bru	Nei	Snø / isbelagt veg	Ukjent	Mørkt uten vegbelysning	2	Utenfor	5,3		Fylkesveg		Kvinnherad	Hordaland	2
11	Vegstrekning utenfor kryss/avkjørsel	Nei	Tørr, bar veg	God sikt, opphold	Dagslys	2	Utenfor	6,0	22,0	Fylkesveg	Ved bru over rørgate før Ålvik sentrum	Kvam	Hordaland	1
12	Bru	Nei	Tørr, bar veg	God sikt, opphold	Mørkt med vegbelysning	3	Utenfor	11,0	15,0	Europaveg	Oddernesbrua	Kristiansand	Vest-Agder	2
13	Vegstrekning utenfor kryss/avkjørsel	Nei	Våt, bar veg	God sikt, opphold	Dagslys	2	Utenfor	8,8	-2,0	Europaveg	Lillehammer bru	Lillehammer	Oppland	4



Ulykke	Stedsforhold	Midt- deler	Føre- forhold	Vær- forhold	Lys- forhold	Kjøre- felt	Tettbebyg- gelse	Vei- bredde	Tempe- ratur	Veikate- gori	Veinavn	Kommune	Fylke	Sone
14	Bru	Nei	Delvis snø / isbelagt veg	God sikt, opphold	Mørkt uten vegbe- lysning	2	Ukjent	3,7	-4,0	Kommunal veg		Hemnes	Nordland	1
15	Vegstrekning utenfor kryss/ avkjørsel	Nei	Delvis snø / isbelagt veg	God sikt, opphold	Mørkt uten vegbe- lysning	2	Utenfor	7,0	-8,0	Fylkesveg		Hjelmeland	Rogaland	1
16	Bru	Nei	Snø / isbelagt veg	God sikt, opphold	Dagslys	2	Utenfor	6,8	2	Europaveg		Vestvågøy	Nordland	1
17	3-armet kryss (T-kryss, Y- kryss)	Nei	Snø / isbelagt veg	God sikt, opphold	Dagslys	1	Ukjent	4,0	-2,0	Europaveg	Harran	Grong	Nord- Trøndelag	2
18	Bru	Nei	Tørr, bar veg	God sikt, opphold	Dagslys	2	Ukjent	7,0	16,0	Europaveg	Gjemnes- sundbrua	Gjemnes	Møre og Romsdal	4
19	Vegstrekning utenfor kryss/ avkjørsel	Nei	Tørr, bar veg	God sikt, opphold	Dagslys	2	Innenfor	5,4	7,0	Fylkesveg	V/Titran bru	Frøya	Sør- Trøndelag	1
20	Vegstrekning utenfor kryss/ avkjørsel	Ja	Tørr, bar veg	God sikt, opphold	Dagslys	4	Utenfor	12,0	19,0	Fylkesveg	Frodeås- tunnelen	Tønsberg	Vestfold	1

Ulykke	Stedsforhold	Midt- deler	Føre- forhold	Vær- forhold	Lys- forhold	Kjøre- felt	Tettbebyg- gelse	Vei- bredde	Tempe- ratur	Veikate- gori	Veinavn	Kommune	Fylke	Sone
21	3-armet kryss (T-kryss, Y- kryss)	Nei	Tørr, bar veg	God sikt, opphold	Dagslys	2	Innenfor	6,0		Fylkesveg	Ullinvegen x Orrevegen.	Porsgrunn	Telemark	1
22	3-armet kryss (T-kryss, Y- kryss)	Nei	Tørr, bar veg	God sikt, opphold	Dagslys	3	Utenfor	11,5	25,0	Riksveg	Hafslunds gate	Sarpsborg	Østfold	2
23	Bru	Nei	Tørr, bar veg	God sikt, opphold	Dagslys	2	Utenfor	6,0	13,0	Riksveg	v/ Tunna bru	Tynset	Hedmark	1
24	Bru	Nei	Delvis snø / isbelagt veg	God sikt, opphold	Mørkt uten vegbe- lysning	2	Ukjent	8,4	-16,0	Europaveg	E-134 ved brua etter avkjøringa til Darbu.	Øvre Eiker	Buskerud	2
25	Vegstrekning utenfor kryss/ avkjørsel	Nei	Tørr, bar veg	God sikt, opphold	Mørkt med vegbe- lysning	2	Innenfor			Kommunal 1 veg	v/Askellerud	Lillehammer	Oppland	1
26	Vegstrekning utenfor kryss/ avkjørsel	Nei	Våt, bar veg	God sikt, opphold	Dagslys	2	Utenfor	7	9	Europaveg	E39 Duelva Sognevegen	Gulen	Sogn og Fjordane	1
27	Bru	Nei	Tørr, bar veg	God sikt, opphold	Mørkt uten vegbe- lysning	2	Utenfor	6,1		Fylkesveg	v/ Arnkvern	Ringsaker	Hedmark	1

Ulykke	Stedsforhold	Midt- deler	Føre- forhold	Vær- forhold	Lys- forhold	Kjøre- felt	Tettbebyg- gelse	Vei- bredde	Tempe- ratur	Veikate- gori	Veinavn	Kommune	Fylke	Sone
28	Vegstrekning utenfor kryss/avkjørsel	Nei	Tørr, bar veg	God sikt, opphold	Dagslys	2	Utenfor	8,4	18,0	Riksveg	Mjøsstranda	Gjøvik	Oppland	1
29	Bru	Ja	Tørr, bar veg	God sikt, opphold	Dagslys	2	Utenfor	9,2	20,0	Europaveg	Varoddbrua	Kristiansand	Vest-Agder	4
30	Vegstrekning utenfor kryss/avkjørsel	Nei	Tørr, bar veg	God sikt, opphold	Tussmørke, skumring	2	Utenfor	6,8	15,0	Europaveg	Tyinvegen	Vang	Oppland	1
31	Bru	Nei	Tørr, bar veg	God sikt, opphold	Mørkt med vegbelysning	2	Innenfor	9,5	10,0	Fylkesveg	Åmotsbrua	Kvinesdal	Vest-Agder	2
32*	4 armet kryss (X-kryss)	Ja	Tørr, bar veg	God sikt, opphold	Dagslys	6	Innenfor		11,0	Europaveg	Fjøsangerveien	Bergen	Hordaland	1
33*	3-armet kryss (T-kryss, Y-kryss)	Nei	Tørr, bar veg	God sikt, opphold	Dagslys	2	Utenfor	5,5	14,0	Fylkesveg	Dombfoss bru	Dovre	Oppland	1
34*	Vegstrekning utenfor kryss/avkjørsel	Nei	Delvis snø / isbelagt veg	God sikt, opphold	Mørkt med vegbelysning	2	Utenfor	8,3	2,0	Fylkesveg	Gangfeltet ved Krokenelva, FV53	Tromsø	Troms	1

Ulykke	Stedsforhold	Midt- deler	Føre- forhold	Vær- forhold	Lys- forhold	Kjøre- felt	Tettbebyg- gelse	Vei- bredde	Tempe- ratur	Veikate- gori	Veinavn	Kommune	Fylke	Sone
35*	Vegstrekning utenfor kryss/ avkjørsel	Nei	Tørr, bar veg	God sikt, opphold	Dagslys	2	Utenfor	6,5	17,0	Fylkesveg	Siljanvegen 68, Semsmyra	Skien	Telemark	1
36*	Avkjørsel	Nei	Delvis snø / isbelagt veg	God sikt, opphold	Dagslys	2	Utenfor	8,9	-7,0	Europaveg	Bugøyfjord	Sør-Varanger	Finnmark	1
37*	Vegstrekning utenfor kryss/ avkjørsel	Nei	Tørr, bar veg	God sikt, opphold	Dagslys	7	Innenfor	17,4	13,0	Riksveg	Trondheims- vn vis a vis Sinsen T- bane bussholde- plass	Oslo	Oslo	1
38*	Vegstrekning utenfor kryss/ avkjørsel	Ja	Tørr, bar veg	God sikt, opphold	Dagslys	4	Utenfor	25,5	5,0	Europaveg	E6 ved Øvre Flatberg (Skådalsveie n 290)	Sarpsborg	Østfold	1

## Del 3 – kjennetegn ved ulykkesbruene

Ulykke	Byggeår	Brunavn	Byggverks -nummer	GS-areal	Brutype	Fra meter	Til meter	Lengde	ÅDT	Bredde	Linjeføring	Rekkverksløsning
1	2014	Skjøljavatnet	2418	0,00	Kulvert, bjelkeramme, rør og hvelv i fylling	13253	13254	18	1050	9,2	Sving før rett bru	Lavt rekkverk
2	1995	Reflingbrua vest	1506	0,00	Bjelke-platebru, massiv, m/vinger	16352	16404	60	42673	11,9	Rett vei, rett bru	Ikke midtrekkverk
3	1993	Knapstad	836		Kulvert, plassprodusert, m/bunnplate	4032	4188	12	5935	10,0	Rett vei, rett bru	Ikke midtrekkverk
4	1985	Bånnåsen	1318		Platebru, massiv, rektangulært tverrsnitt	67	218	149	7200	13,9	Bru i sving	Ubeskyttet skjermvegg
5	1980	Ådland	2269		Bjelkebru, NIB, forspente u/samvirke	7075	7135	59	13200	15,4	Tiltakende krumning	Ikke midtrekkverk
6	1999	Kvitbergelva bru	1512	0,00	Bjelkebru, platebærere, konstant høyde	6600	6702	102	3660	9,5	Rett vei, rett bru	Ikke midtrekkverk
7	1959	Estensmo bru	349	38,98	Par.fagv.bru, underl. brud., hellende endest., sek.sys	23013	23062	49	2000	7,0	Rett vei, smal og rett bru	Ikke midtrekkverk
8	1956	Puddefjord I	1228	1643,92	Buebru, overliggende brudekke sammenkobl. i toppen	954	2168	469	45500	15,9	Vertikalkurvatur på rett bru	N/A

Ulykke	Byggeår	Brunavn	Byggverks -nummer	GS-areal	Brutype	Fra meter	Til meter	Lengde	ÅDT	Bredde	Linjeføring	Rekkverkløsning
9	1966	Tunnsjøelvbrua	706	72,90	Bjelkebru, platebærere, konstant høyde	3043	3116	73	1610	9,3	Rett vei, rett bru	Stor styrke for treffpunkt i tak
10	1947	Ænes I	258		Ribbeplatebru (massiv over støtte)	7121	7150	29	1000	4,5	Sving før rett og smal bru	Svakt siderekverk for tungt kjøretøy
11	1935	Ålvik I Indre	628		Bjelkebru, valsede bjelker, HE-B u/samvirke	1817	1828	11	700	5,8	Rett vei, smal og rett bru	Lav kant for mopedist
12	1971	Oddernesbrua	787	798,34	Bjelkebru, ikke normerte elementer	2027	2426	399	20000	17,3	Rett vei, rett bru	Stivt, ikke beskyttende
13	1984	Lillehammer	1365		Bj.bru, plateb., kon.h., sveiset m/sveiseskj. u/samv.	299	843	544	12210	9,5	Rett vei, rett bru	Ikke midtrekkverk
14	ukjent	Ukjent (Leirskardalen)									Kryss ved rett bru	Svakt siderekverk
15	1976	Husstøl	994		Platebru, massiv, rektangulært tverrsnitt	3980	3993	13	350	7,7	Sving før rett bru	Ikke siderekverk Ikke styrkeøkning mot stivt brurekkverk
16	1989	Offerøyspollen	2200	124,2	Bjelkebru, NIB, forspente m/samvirke	5334	5426	92	1600	9,2	Rett vei, rett bru	brurekkverk
17	2014	Nesbrua	1587	0,00	Kassebru, konstant høyde,	50	270	220	2400	10,0	Sving før og etter rett og smal bru	Ikke siderekverk

Ulykke	Byggeår	Brunavn	Byggverks- nummer	GS-areal	Brutype	Fra meter	Til meter	Lengde	ÅDT	Bredde	Linjeføring	Rekkverksløsning
18	1991	Gjemnessund- brua	2251	3142,50	Hengebru m/kasse, ingen opphengte sidespenn	186	1448	1257	3060	13,2	Vertikalkurvatur på rett bru	Ikke midtrekkverk
19	1950	Titran	403	4,44	Bjelkebru, valsede bjelker	14533	14545	11	260	4,1	Sving før bru	Ikke siderekkverk
20	2007	Bru over Vellebekken	942		Platebru, bjelkeplatebru og ribbeplatebru	634	654	20	11000	21,0	Bru i sving	Ubeskyttet rekkverksstolpe
21	1950	Eidanger Bru O Jernbane	436	19,20	Bjelkebru, valsede bjelker, HE-B u/samvirke	467	505	38	4000	11,0	Rett vei, rett bru	Høyt siderekkverk tar sikt
22	1993	Hafslund	862	300,00	Bjelkebru, NOB, hulromstverrsnitt m/samvirke	4153	4153	60	11992	12,9	Sving før bru	Stivt, ikke beskyttende
23	1950	Tunna bru	244	31,00	Par.fagv.bru, overl. brudekke, vertikale endestaver	28	59	31	2400	7,3	Rett vei, rett bru	Svakt siderekkverk for tungt kjøretøy
24	2001	Nyrud	1742	0,00	Platebru, massiv, m/vinger	8687	8743	56	11200	9,7	Rett vei, rett bru	Opphold i midtrekkverk
25		Blomster- bakken(?)			Kulvert						Bru i sving	Liten utbøyning

Ulykke	Byggeår	Brunavn	Byggverks -nummer	GS-areal	Brutype	Fra meter	Til meter	Lengde	ÅDT	Bredde	Linjeføring	Rekkverksløsning
26	1990	Duelva	2376		Platebru, massiv, rektangulært tverrsnitt	3967	3975	8	1750	9,4	Bru i sving	Stivt, ikke beskyttende
27	1971	Haga	480		Platebru, massiv, m/underliggende kantforsterkning	464	472	8	750	6,6	Rett vei, rett bru	Lavt, svakt, ikke utbøyning
28	1984	Gjøvik Vannverk	1455		Bjelkebru, NIB, forspente u/samvirke	1643	1692	49	11621	9,4	Vei og bru i kurve	Ikke midtrekkverk
29	1994	Varoddbrua	1210	2321,03	Frittrembygg-bru, vert. vegger	834	1497	663	22750	14,0	Ujevn brufuge på rett bru	N/A
30	1977	Kvamskleiva Halvbru	1051		Bjelkebru, NOB, hulromstverrsnitt m/samvirke	6841	6840	31	1425	9,3	Tiltakende krumning	Ubeskyttet rekkverksstolpe
31	1958	Åmot	355	60,80	Bjelkebru, valsede bjelker, I-profiler	102	137	32	5400	8,3	Sving før rett bru	Stivt, ikke beskyttende
32*	1975	Danmarks plass II	1828		Platebru, massiv Hvelvbru med hel overmur, alt murt	3070	3091	23	44800	32,3	Kryss på bru	N/A
33*	1928	Dombfoss	93		som tørrmur	1651	1678	27	286	5,8	Kryss ved rett bru	Ikke siderekverk
34*	1970	Krokelta	732	0,00	Platebru, massiv, skrå platekanter	2860	2876	15	7900	6,0	Rett vei, rett bru	N/A



Ulykke	Byggeår	Brunavn	Byggverks -nummer	GS-areal	Brutype	Fra meter	Til meter	Lengde	ÅDT	Bredde	Linjeføring	Rekkverksløsning
35*	1955	Sem Store	520	12,18	Bjelkebru, valsede bjelker	9077	9090	12	5000	7,3	Kryss ved rett bru	N/A
36*	1947	Haukelv	106	7,42	Bjelkebru, valsede bjelker	20531	20536	11	570	8,8	Bru i sving	N/A
37*	2004	T-banekulvert v/Sinsen	885	161,00	Platebru, massiv, m/underliggende kantforsterkning	1281	1329	23	34241	62,0	Rett vei, rett bru	N/A
38*	1986	Flatberg Øst	791	0,00	Bjelkebru, plassprodusert, konstant høyde m/samvirke	6572	6707	135	25511	10,8	Rett vei, rett bru	N/A

## Transportøkonomisk institutt (TØI)

### Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

TØI er et anvendt forskningsinstitutt, som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 70 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet utgir tidsskriftet Samferdsel med 10 nummer i året og driver også forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside [www.toi.no](http://www.toi.no).

TØI er partner i CIENS Forskningscenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se [www.ciens.no](http://www.ciens.no)). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forsknings-samarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafiksikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transport og generell transportøkonomi.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeider og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.

#### Besøks- og postadresse:

Transportøkonomisk institutt  
Gautstadalléen 21  
NO-0349 Oslo

22 57 38 00  
[toi@toi.no](mailto:toi@toi.no)  
[www.toi.no](http://www.toi.no)