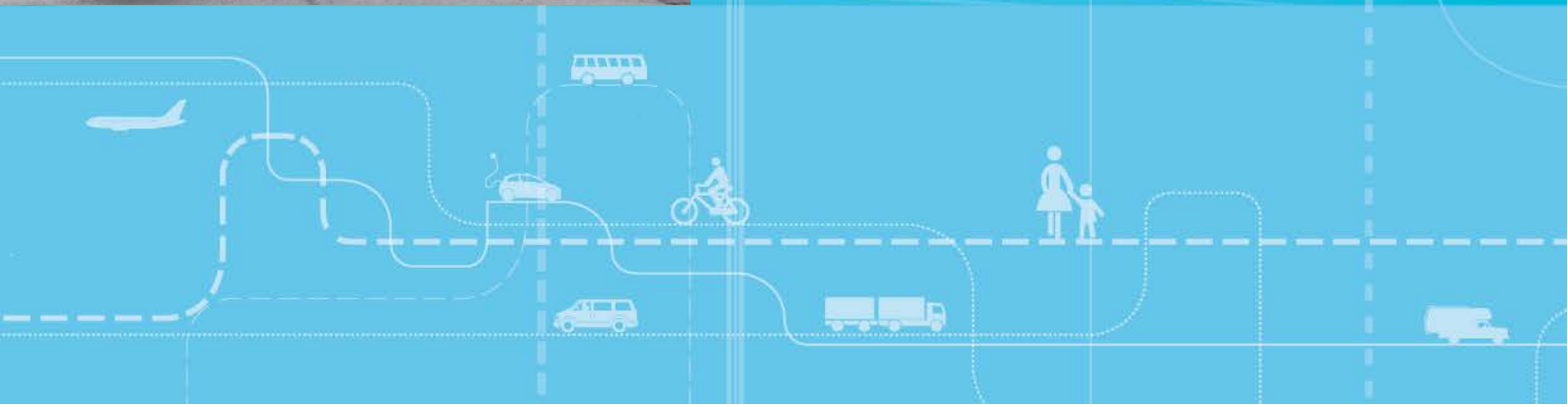


Trafikksikkerhet for syklister



Trafikksikkerhet for syklister

Alena Høye

Forsidebilde: Alena Høye

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.

Tittel: Trafikksikkerhet for syklister

Title: Road safety for cyclists

Forfatter: Alena Høye
Dato: 11.2017
TØI rapport: 1597/2017
Sider: 155
ISBN elektronisk: 978-82-480-2091-2
ISSN: 0808-1190
Finansieringskilder: Statens vegvesen, Vegdirektoratet; Samferdselsdepartementet

Prosjekt: 1175 - Trafikksikkerhetshåndboken
Prosjektleder: Alena Høye
Kvalitetsansvarlig: Michael W.J. Sørensen
Fagfelt: Sikkerhet og tiltak

Emneord: Sykkel; syklist; Ulykke; Personskade; Hodeskade; Sykkelveg; Sykkelfelt; Vinterdrift; Drift; Elsykkel; Barn på sykkel; Sykkelhjelm; Sykkelhjelpåbud

Author: Alena Høye
Date: 11.2017
TØI Report: 1597/2017
Pages: 155
ISBN Electronic: 978-82-480-2091-2
ISSN: 0808-1190
Financed by: The Norwegian Public Roads Administration; Ministry of Transport and Communications

Project: 1175 - Handbook of Road Safety Measures
Project Manager: Alena Høye
Quality Manager: Michael W.J. Sørensen
Research Area: Safety and Crash Countermeasures

Keywords: Bicycle; Cyclist; Crash; Injury; Head injury; Cycle path; Cycle lane; Winter maintenance; Maintenance; Pedelec; Bicycle helmet; Bicycle helmet legislation

Sammendrag:

Denne rapporten inneholder oppdaterte versjoner av fire kapitler i Trafikksikkerhetshåndboken som handler om syklister: Infrastrukturtiltak for syklister (kapittel 1.1), Drift av sykkel- og gangarealer (kapittel 2.7), Sykler, sykkelutstyr, sykkelklær og barnetransport på sykkel (kapittel 4.25) og Sykkelhjelm (4.10).

Summary:

The present report contains updated versions of four chapters of the Handbook of Road Safety Measures about bicycle safety: Bicycle infrastructure (chapter 1.1), Maintenance of bicycle and pedestrian infrastructure (chapter 2.7), Bicycles, bicycle equipment, cyclist clothing, and transport of children on bicycles (chapter 4.25), and Bicycle helmets (chapter 4.10).

Language of report: Norwegian

*Transportøkonomisk Institutt
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no*

*Institute of Transport Economics
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo, Norway
Telefon 22 57 38 00 - www.toi.no*

Forord

Denne rapporten inneholder fire kapitler i Trafikksikkerhetskåndboken som alle handler om trafikksikkerhet for syklister, samt et innledende kapittel om sykkelulykker og risiko. Kortere versjonen av kapitlene er også publisert i webutgaven av Trafikksikkerhetskåndboken (<https://tsh.toi.no/>).

Trafikksikkerhetskåndboken er et oppslagsverk som siden rundt 1980 er oppdatert kontinuerlig på oppdrag av Statens vegvesen, Vegdirektoratet, og Samferdselsdepartementet. Boken inneholder per i dag 147 kapitler om ulike typer trafikksikkerhetstiltak.

TØIs prosjektleder har vært Alena Høye som også har skrevet rapporten. Oppdragsgiveres kontaktperson har vært Arild Ragnøy fra Vegdirektoratet.

Michael W. J. Sørensen har stått for kvalitetssikring av rapporten. Trude Kvalsvik har tilrettelagt rapporten for utgivelse elektronisk.

Oslo, november 2017
Transportøkonomisk institutt

Gunnar Lindberg
direktør

Michael W. J. Sørensen
avdelingsleder

Innhold

Sammendrag

Summary

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Bakgrunn..... | 1 |
| 2 | Sykkelulykker og syklisters risiko i trafikken | 2 |
| 2.1 | Syklistskader i Norge..... | 2 |
| 2.2 | Underrapportering av sykkelulykker..... | 3 |
| 2.3 | Ulykkesrisiko for syklister | 4 |
| 2.4 | Ulykkestyper..... | 8 |
| 2.5 | Motpart i ulykken | 9 |
| 2.6 | Typiske skader i sykkelulykker..... | 12 |
| 2.7 | Safety in Numbers..... | 13 |
| 2.8 | Nytte og kostnader ved (økt) sykling..... | 16 |
| 3 | Infrastrukturtiltak for syklister..... | 18 |
| 3.1 | Problem og formål | 18 |
| 3.2 | Beskrivelse av tiltaket..... | 22 |
| 3.3 | Virkning på ulykkene | 25 |
| 3.3.1 | Generelle vegegenskaper..... | 25 |
| 3.3.2 | Separate sykkelanlegg..... | 28 |
| 3.3.3 | Sykkelfelt..... | 29 |
| 3.3.4 | Sykkelveg | 36 |
| 3.3.5 | Gang- og sykkelveg / Fortau..... | 41 |
| 3.3.6 | Sykkelekspressveg..... | 43 |
| 3.3.7 | Sykkelgate | 44 |
| 3.3.8 | Tilrettelegging for syklister i blandet trafikk..... | 45 |
| 3.3.9 | Sykling mot kjøreretningen i enveiskjørt gater..... | 46 |
| 3.3.10 | Kollektivfelt..... | 47 |
| 3.3.11 | Kryssløsninger | 47 |
| 3.3.12 | Tiltak i tunneler..... | 55 |
| 3.4 | Virkning på framkommelighet | 56 |
| 3.5 | Virkning på miljøforhold..... | 57 |
| 3.6 | Kostnader | 57 |
| 3.7 | Nytte-kostnadsvurderinger..... | 57 |
| 4 | Drift av sykkel- og gangarealer | 58 |
| 4.1 | Problem og formål | 58 |
| 4.2 | Beskrivelse av tiltaket..... | 62 |
| 4.3 | Virkning på ulykkene | 62 |
| 4.3.1 | Vinterdrift..... | 62 |
| 4.3.2 | Drift for øvrig | 63 |
| 4.4 | Virkning på framkommelighet | 64 |
| 4.5 | Virkning på miljøforhold..... | 64 |
| 4.6 | Kostnader | 64 |
| 4.7 | Nytte-kostnadsvurderinger..... | 64 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 5 | Sykler, sykkelutstyr, sykkelklær og barntransport på sykkel..... | 65 |
| 5.1 | Problem og formål | 65 |
| 5.2 | Beskrivelse av tiltaket..... | 69 |
| 5.3 | Virkning på ulykkene | 75 |
| 5.3.1 | Type sykkel..... | 75 |
| 5.3.2 | Sykkellys..... | 82 |
| 5.3.3 | Sykelreflektorer | 86 |
| 5.3.4 | Synlige sykkelklær | 87 |
| 5.3.5 | Bremser | 90 |
| 5.3.6 | Dekk | 91 |
| 5.3.7 | Andre typer sykkelutstyr..... | 91 |
| 5.3.8 | Passasjerer på sykkel..... | 92 |
| 5.3.9 | Barntransport på sykkel | 92 |
| 5.4 | Virkning på framkommelighet..... | 93 |
| 5.5 | Virkning på miljøforhold..... | 93 |
| 5.6 | Kostnader | 94 |
| 5.7 | Nytte-kostnadsvurderinger..... | 94 |
| 6 | Sykelhjelmer og sykkelhjelpåbud | 95 |
| 6.1 | Problem og formål | 95 |
| 6.2 | Beskrivelse av tiltaket..... | 96 |
| 6.2.1 | Sykelhjelmer | 96 |
| 6.2.2 | Sykelhjelpåbud..... | 97 |
| 6.3 | Virkning på ulykkene | 98 |
| 6.3.1 | Sykelhjelmer og skader..... | 98 |
| 6.3.2 | Sykelhjelmer og ulykkesinnblanding | 118 |
| 6.3.3 | Hjelpåbud for syklister | 124 |
| 6.4 | Virkning på framkommelighet..... | 131 |
| 6.5 | Virkning på miljøforhold..... | 131 |
| 6.6 | Kostnader | 131 |
| 6.7 | Nyttetekostnadsvurderinger | 131 |
| 7 | Referanser | 132 |
| | Vedlegg A | 155 |

Sammendrag

Trafikksikkerhet for syklister

TØI rapport 1597/2017

Forfatter: Alena Høye

Oslo 2017 155 sider

Denne rapporten inneholder oppdaterte versjoner av fire kapitler i Trafikksikkerhåndboken som alle handler om syklister. Resultatene som presenteres i rapporten er basert på systematiske litteraturgjennomganger og metaanalyser. Syklister har langt høyere risiko i trafikken enn trafikanter på fire hjul og antall drepte og hardt skadde syklister har økt i de siste årene i Norge. Syklister med særlig høy risiko er bl.a. syklister som er påvirket av alkohol, syklister som har lite erfaring, eldre på elsykkel og brukere av bysykler. Separat infrastruktur for syklister kan redusere ulykkesrisikoen, men gjør det ikke alltid. Sykkelfelt og ensrettet sykkelveg er blant tiltakene som reduserer ulykkesrisikoen, forutsatt det er valgt sikre kryssløsninger for sykkelveg samt at det er tilstrekkelig avstand til bl.a. fotgjengere og parkerende biler. Dobbeltrått sykkelveg, gang- og sykkelveg samt sykling på fortau medfører som regel langt høyere risiko enn øvrige løsninger, især i kryss. Risikoen for syklister i blandet trafikk avhenger av bl.a. trafikkmengden, fart og ev. tilrettelegging for sykling i blandet trafikk. Effektiv vinterdrift og øvrig drift av sykkelanlegg kan redusere risikoen for syklister og er en forutsetning for å gjøre det attraktivt å sykle året rundt. Bruk av lys på sykkel og refleksest eller andre typer synlige klær har vist seg å redusere ulykkesrisikoen, både i mørke og i dagslys. Bruk av sykkelhjelme omtrent halverer risikoen for alvorlige hodeskader.

Denne rapporten inneholder oppdaterte versjoner av de følgende fire kapitlene i Trafikksikkerhåndboken (TSH; www.tsh.toi.no):

- Infrastrukturtiltak for syklister (kapittel 1.1 i TSH)
- Drift av gang- og sykkelarealer (kapittel 2.7 i TSH)
- Sykler, sykkelutstyr og barnetransport på sykkel (kapittel 4.25 i TSH)
- Sykkelhjelme og hjelmpåbud (kapittel 4.10 i TSH).

Korte versjoner av kapitlene er publisert i webutgaven av TSH. For hvert av kapitlene er det gjort litteraturstudier med et særlig fokus på studier som har undersøkt sammenhenger med eller virkninger på ulykkesinnblandingen eller personskader i ulykker. Til sammen er det funnet over 400 empiriske studier som er oppsummert kvalitativt eller, så langt som mulig, med metaanalyse. De viktigste resultatene er oppsummert i det følgende.

Sykkelykker og syklisters risiko i trafikken

Ifølge offisiell ulykkesstatistikk ble i årene 2012 til 2016 hvert år 10,2 syklister drept og 77,2 syklister hardt skadd i trafikkulykker i Norge. Dette er 7,0% av alle drepte og 11,3% av alle hardt skadde i trafikkulykker i Norge. Antall skadde og drepte syklister har gått ned over tid i Norge, men etter året 2000 har nedgangen flatet av og andelen skadde og drepte syklister av alle skadde og drepte i trafikken i Norge har økt. Risikoen for ulykker og skadegraden i ulykkene er langt høyere i sykkelykker enn i andre ulykker (unntatt ulykker med motorsykler eller mopeder). Risikoen for syklister er størst i kollisjoner med motorkjøretøy, især når motparten er en lastebil. Syklister utgjør kun svært liten risiko for personer i personbiler, men i kollisjoner mellom en syklist og en fotgjenger er det som regel fotgjengeren som blir mest alvorlig skadd.

Sykkelykker rapporteres ofte ikke til politiet og er dermed ikke del av offisiell ulykkesstatistikk. Rapporteringsgraden er lavest for eneulykker og for mindre alvorlige ulykker. I Norge er det estimert at rapporteringsgraden er 1% for lett skadde i eneulykker, 11% for hardt skadde i eneulykker, 29% for lett skadde i kollisjoner og 100% for hardt skadde i kollisjoner samt for alle drepte syklister.

Empiriske studier viser at **ulykkesrisikoen er høyere** blant syklister som:

- Er eldre (men sammenhengen varierer mellom studiene)
- Er menn (men mange studier har ikke funnet noen sammenheng mellom kjønn og ulykkesrisiko)
- Sykler lite og har lite sykkel erfaring
- Er påvirket av alkohol
- Sykler uten hjelm
- Sykler sakte (men for den enkelte syklist øker risikoen med økende fart).

De mest typiske skadene som syklister pådrar seg i ulykker, er skader på armer og ben. Nakkeskader er i gjennomsnitt mer alvorlige enn andre skader, mens skader på hode og armer i gjennomsnitt er mindre alvorlige. Hodeskader er likevel sterkt overrepresentert blant de mest alvorlige skadene og de fleste syklister som er drept i ulykker, har fått alvorlige hodeskader.

Når antall syklister øker, kan (hvis alt annet er likt) også antall sykkelykker forventes å øke. Økningen i antall sykkelykker er imidlertid som regel betydelig mindre enn økningen av antall syklister. I gjennomsnitt medfører en dobling av antall syklister kun en økning av antall sykkelykker på omtrent 40%. Dette er den såkalte «Safety in Numbers» (SiN) effekt. Mulige forklaringer er at andre trafikanter er mer oppmerksomme på syklister og at samhandlingen mellom trafikantgruppene er bedre når det er mange syklister. At byer/områder med mange syklister i gjennomsnitt har bedre infrastruktur for syklister kan også bidra til SiN-effekten.

Infrastrukturtiltak for syklister

Infrastrukturtiltak for syklister har som formål å gjøre det sikrere, tryggere og mer effektivt å sykle. Dette gjelder især for et sammenhengende sykkelvegnett, men også for enkelte løsninger på strekninger og i kryss, samt for andre vegegenskaper som kan gjøre det attraktivt (eller uattraktivt) å sykle.

De fleste skadde syklister blir skadd i kryss, men ulykker på strekninger hvor farten som regel er høyere, er i gjennomsnitt mer alvorlige. Den vanligste konfliktsituasjonen på strekninger er mellom en syklist og en bil som kjører forbi med for lite avstand. De mest typiske ulykkene på strekninger er møteulykker og påkjøring bakfra. I kryss skjer konflikter og ulykker med syklister typisk mellom syklister og høyresvingende motorkjøretøy i samme retning eller møtende venstresvingende kjøretøy. Generelt skjer mange sykkelykker fordi syklister blir oversett av andre trafikanter. Vegutformingen og sykkelanlegg kan bidra til hvor lett det er for andre trafikanter å oppdage syklister. Vegutformingen bidrar også til i hvilken grad syklistenes atferd er uforutsigbar for andre trafikanter.

Generelle vegegenskaper

Vegrelaterte faktorer kan på mange ulike måter påvirke ulykkes- og skaderisikoen for syklister. I Norge bidrar vegrelaterte feil til omtrent to tredjedeler av dødsulykkene med sykkel. Generelle vegegenskaper som påvirker syklisters ulykkes- og skaderisiko er:

- **Høyere fart og høyere fartsgrense** medfører i gjennomsnitt større risiko for alvorlige skader i sykkelulykker. Separate sykkelanlegg har derfor potensielt større effekt på veger med høyere fartsgrenser.
- **Gateparkering** øker risikoen for sykkelulykker, i hovedsak i forbindelse med åpne bildører.
- **Trikkeskinner** på vegen øker risikoen for sykkelulykker, i hovedsak som følge av at sykkelhjul setter seg fast i skinnene.
- **Vegbelysning** kan redusere sykkelulykker ved at syklister blir lettere å oppdage og ved at syklistene får bedre siktforhold.
- **Lite synlig infrastruktur** kan bidra til sykkelulykker, især eneulykker.
- **Regulering av vikeplikt** påvirker risikoen for konflikter og kollisjoner med andre trafikanter. Både vikeplikt og forkjøringsrett for syklister kan ha sikkerhetsmessige fordeler og ulemper. Uklare vikepliktsregler kan også bidra til konflikter og ulykker.

For lite forbikjøringsavstand bidrar til mange konflikter, men effekten av lover om minste forbikjøringsavstand på sykkelulykker er ukjent.

Separate sykkelanlegg generelt

Virkingen av separate sykkelanlegg på sykkelulykker avhenger av de konkrete sykkelanleggene. Separate sykkelanlegg kan også indirekte påvirke risikoen for sykkelulykker ved at separate anlegg tiltrekker flere syklister (Safety in Numbers). Hvorvidt sykkelulykker på separate sykkelanlegg er mer eller mindre alvorlige enn i blandet trafikk, varierer mellom studiene.

Sykkelfelt

Sammenlignet med blandet trafikk reduserer sykkelfelt risikoen for sykkelulykker, især i kryss hvor det ble funnet omtrent en halvering av ulykkesrisikoen. Dette er basert på en metaanalyse av syv empiriske studier som har kontrollert for bl.a. antall syklister. Det absolutte antall sykkelulykker kan øke på grunn av økende antall syklister.

Framkommeligheten for syklister er som regel bedre i sykkelfelt enn ved øvrige løsninger, især i forhold til dobbeltrettet sykkelveg og gang- og sykkelveg (GS-veg).

Øvrige resultater fra empiriske studier av sykkelfelt er:

- **Avstand under forbikjøringer** kan være mindre på veger med sykkelfelt enn i blandet trafikk, især når sykkelfeltet er smalt. Forklaringen er at syklister holder større avstand fra kantlinjen, samtidig som biler i mindre grad endrer sideplasseringen under forbikjøringer.
- **Motorkjøretøy i sykkelfelt** kan skape problemer for syklister. Det er flest busser som ikke respekterer sykkelfeltlinjen.
- **Fart blant motorkjøretøy** er ofte redusert på veger med sykkelfelt, men dette avhenger av utformingen.
- **Fortaussykling** er som regel redusert på veger med sykkelfelt.
- **Overholdelse av vikeplikten** for syklister i kryss kan forbedres med hjelp av oppmerkede, ev. fargede, sykkelfelt gjennom kryss.
- **Gateparkering** ved siden av sykkelfelt gjør det utrygt for syklister og medfører økt risiko for dørulykker. Brede sykkelfelt med god avstand til parkerende biler kan redusere problemene noe.

- **Sykkelfeltbredden** bør være tilstrekkelig for å unngå at biler holder for lite avstand til syklister under forbikjøringer, for å sikre tilstrekkelig avstand til parkerende biler og for å gjøre det mulig for syklister å sykle forbi andre syklister. Sykkelfelt bør likevel heller ikke være for brede for å unngå at de brukes som ekstra-kjørefelt eller parkeringsplass.
- **Fargede sykkelfelt på strekninger** har ukjent effekt på ulykker, men de fleste sykklistene føler seg tryggere.

Sykkelveg

De fleste studier tyder på at ensrettede sykkelveger reduserer risikoen for sykkelulykker i forhold til blandet trafikk, i hovedsak på strekninger. I kryss har sykkelveger mindre gunstig effekt og kan føre til økt antall ulykker. Bilister overser ofte syklister på sykkelveg i kryss, enten på grunn av sikthindre eller fordi de ikke forventer syklister. Det er funnet syv empiriske studier av hvordan ensrettet sykkelveg påvirker sykkelulykker, men resultatene lar seg ikke oppsummere med metaanalyse. Det totale antall sykkelulykker på vegger med ensrettet sykkelveg kan øke som følge av økt antall syklister. I tillegg har syklister som benytter sykkelveger, i gjennomsnitt høyere ulykkesrisiko enn syklister som sykler i blandet trafikk (også når de ikke sykler på sykkelveg).

Dobbeltrippet sykkelveg har i to studier (begge med kontroll for antall syklister) vist seg å ha nesten dobbelt så mange sykkelulykker i kryss som ensrettet sykkelveg. Dobbeltrittede sykkelveger har også flere konflikter i kryss. Risikoen er størst for syklister som sykler på venstre side av vegen (på «feil» side, sett fra kryssende bilisters perspektiv). Kryssløsninger som bedrer sikkerheten for syklister, medfører ofte dårligere framkommelighet.

Sammenlignet med sykkelfelt har dobbeltrippet sykkelveg dårligere sikkerhet, men ensrettet sykkelveg kan ha omtrent like god sikkerhet (avhengig av utformingen, især i kryss).

Framkommeligheten for syklister kan være like god på ensrettede sykkelveger som i sykkelfelt (avhengig av utformingen), men er som regel dårligere på dobbeltrittede sykkelveger. I kryss avhenger effekten på framkommeligheten av om sykkelvegen er forkjørsregulert.

Gateparkering ved siden av sykkelvegen (dvs. sykkelveger mellom parkerende biler og fortau) kan bidra til mange konflikter, især med fotgjengere og åpne bildører. De fleste syklister føler seg utrygge på slike sykkelveger.

Effektiv separering fra fortau er en forutsetning for å unngå konflikter mellom syklister og fotgjengere. Med effektiv separering menes både at det er et tydelig skille mellom arealene for fotgjengerne og sykklistene og at det er nok plass til både fotgjengere og syklister slik at man unngår at en av gruppene benytter den andres areal som følge av plassmangel.

Gang- og sykkelveg / Fortau

Risikoen for sykkelulykker er omtrent doblet på GS-veger, både i forhold til blandet trafikk og i forhold til ensrettet sykkelveg/sykkelfelt. På fortau er risikoen for sykkelulykker enda høyere enn på GS-veg. Dette er basert på syv empiriske studier av sykkelulykker på GS-veg og fortau som har kontrollert for antall syklister. En mulig forklaring på den høye risikoen på GS-veger og fortau er at det er mange konfliktmuligheter, både sykklistene imellom og mellom trafikantgrupper, både på strekninger og i kryss. En annen mulig forklaring er at syklister som benytter GS-veg/fortau i utgangspunktet har høyere ulykkesrisiko enn andre syklister, uavhengig av hvor de sykler.

Framkommeligheten for syklister er betydelig dårligere på GS-veg enn på alle øvrige løsningsene, med mindre det er kun svært lite fotgjenger- og møtende sykkeltrafikk.

Sykkelekspressveg

Sykkelanlegg som er utformet i tråd med prinsippene for sykkelekspressveg har potensiale for å ha lavere risiko for sykkelulykker enn andre sykkelanlegg, men det er ikke funnet studier som har empirisk undersøkt virkningen på sykkelulykker. Sykkelekspressveg er per definisjon utformet slik at syklistene har best mulig framkommelighet.

Sykkelgate

Sykkelgater kan tenkes å bedre sikkerheten på strekninger. Avhengig av utformingen kan sykkelgater likevel medføre stort konfliktpotensial mellom fotgjengere og syklister. Framkommeligheten kan også i utgangspunktet være god, men dette vil avhenge av den konkrete utformingen (f.eks. gateparkering, fotgjengertrafikk) og tilretteleggingen i kryss.

Tilrettelegging for syklister i blandet trafikk

I blandet trafikk kan ulykker og konflikter med syklister reduseres med hjelp av bl.a. utvidet vegskulder (på veger uten gateparkering), sharrows (oppmerkede piler og sykkelsymboler i kjørebanelen) og fartsreduserende tiltak for motorkjøretøy. Midtstilt kjørefelt med ekstra-brede vegskuldre har vist seg å skape forvirring og ikke å fungere etter hensikten. Framkommeligheten for syklister kan prinsipielt være like god eller bedre enn i blandet trafikk uten tilrettelegging. Blandet trafikk kan ha like god eller bedre framkommelighet enn sykkelfelt (unntatt ved bilkøer som kan forsinke syklister).

Sykling mot kjøreretningen i enveiskjørte gater

Sykling mot kjøreretningen i enveiskjørte gater har vist seg å redusere antall sykkelulykker og å redusere fortaussykling. Nesten alle konflikter i enveiskjørte gater med sykkelfelt mot kjøreretningen skjer som følge av at parkerte biler, containere osv. blokkerer sykkelfeltet. Framkommeligheten for syklister blir betydelig bedre.

Kryssløsninger

Kryssløsningene som er beskrevet i det følgende kan delvis benyttes for både sykkelfelt og ensrettet sykkelveg, og delvis kun for enten ensrettet sykkelfelt eller sykkelveg. For de fleste tiltak er det kun funnet få studier og resultatene kan ikke nødvendigvis generaliseres men vil alltid avhenge av den konkrete utformingen og lokale forhold.

Farget sykkelfelt i kryss kan medføre færre sykkelulykker, færre konflikter og at flere motorkjøretøy overholder vikeplikten. Det ble imidlertid også funnet mindre forsiktig atferd blant syklister i kryss med fargede sykkelfelt.

Framtrukket stopplinje for syklister i signalregulerte kryss kan redusere ulykker og konflikter i forbindelse med at signalet skifter fra rødt til grønt.

Sykkelboks i signalregulerte kryss kan redusere antall sykkelulykker ved at syklistene blir mer synlige og forbedrer atferd og ved at bilistene i større grad respekterer vikeplikten for syklister. Mange bilister respekterer imidlertid ikke sykkelboksen.

Midtstilt sykkelfelt i signalregulerte kryss er et oppmerket felt til venstre for høyresvingfelt for motorkjøretøy. Tiltaket kan forhindre konflikter mellom syklister som skal rett fram og høyresvingende kjøretøy, samt å gjøre syklister mer synlige.

Tilbaketrunket sykkelveg kan benyttes både i signalregulerte og i vikepliktsregulerte kryss. Tilbaketrunket sykkelveg kan både øke og redusere konflikter, avhengig av utformingen (især siktforhold, vikepliktsregulering og effekten på syklistenes fart). Konflikter oppstår typisk som følge av uklare vikepliktsregler. Utforminger som reduserer konfliktnivået medfører som regel betydelig redusert framkommelighet for syklister.

Framtrukket sykkelveg har som formål å gjøre syklister mer synlige for bilistene.

Avkortet sykkelveg er en ensrettet sykkelveg som avsluttes før krysset. Formålet er at bilister og syklister blir mer oppmerksomme på hverandre og at syklistene ikke skal oppleve en (falsk) trygghet gjennom separering fra motorkjøretøy helt fram til krysset. Virkningen på ulykker og konflikter er ukjent.

Overkjørsel er en sykkelveg som føres i form av et opphøyet sykkelfelt over sidevegen og fungerer dermed som en fartshump for kjøretøy på sidevegen. Overkjørsel har vist seg å redusere antall sykkelulykker, i hovedsak fordi motorkjøretøy reduserer farten.

Planskilte anlegg, dvs. broer og tunneler, har i én empirisk studie vist seg å redusere antall personskader blant syklister med 44%. Forutsetningen for at slike anlegg reduserer sykkelulykker er at syklistene bruker anleggene (og ikke f.eks. sykler på vegen istedenfor) og at det ikke oppstår «nye» konflikter og ulykker mellom syklister og fotgjengere eller syklistene imellom.

Effektene av krysstiltakene på syklisters **framkommelighet** lar seg noe forenklet oppsummere slik at løsningene som gir syklistene best sikkerhet har dårligst effekt på framkommeligheten. Dette gjelder bl.a. løsninger hvor syklistene har vikeplikt for kryssende trafikk som tilbaketrunket sykkelveg, og sykkelveg istedenfor blandet trafikk i rundkjøringer. Det finnes imidlertid også noen løsninger som gir både god sikkerhet og framkommelighet som midtstilt sykkelfelt og sykkelboks, samt overkjørsel for forkjørsregulert sykkelveg.

Løsninger i rundkjøringer

Rundkjøringer har i gjennomsnitt flere sykkelulykker enn andre typer plankryss, men dette er i stor grad avhengig av den konkrete utformingen. De mest typiske sykkelulykker i rundkjøringer er ulykker mellom en sykkel i rundkjøring og en bil som kjører inn i rundkjøringen. Faktorer som påvirker ulykkesrisikoen for syklister er:

- **Høyere fart:** Flere sykkelulykker
- **Flere kjørefelt:** Flere sykkelulykker
- **Rette vinkler mellom armene og sirkulasjonsareal:** Potensielt færre sykkelulykker
- **Flere syklister:** Færre sykkelulykker (lavere risiko)
- **Sykkelfelt i rundkjøringen (vs. blandet trafikk):** Flere sykkelulykker
- **Sykelveg i rundkjøringen:** Potensielt færre sykkelulykker, men avhengig av regulering og utforming (generelt gjelder at dårligere framkommelighet på sykkelveg medfører bedre sikkerhet).

Tiltak for å bedre sikkerheten for syklister i rundkjøringer med blandet trafikk kan være fartsreduserende tiltak og tiltak som «tvinger» syklistene i midten av kjørefeltet i rundkjøringen og reduserer situasjoner hvor biler og syklister kjører parallelt.

Tiltak i tunneler

Det er ikke funnet empiriske studier som har undersøkt virkninger på ulykker av tiltak for syklister i tunneler med blandet trafikk. Et mulig tiltak er tilrettelegging for sykling *utenfor* tunnelen. Det er også forslått et varslingsystem som aktiveres av syklister før disse sykler inn i tunnelen og som varsler førere av motorkjøretøy om at det syklister i tunnelen.

Drift av gang- og sykkelarealer

Drift av gang- og sykkelanlegg omfatter:

- **Vinterdrift:** Snøbrøyting, bortkjøring av snø og strøing med sand eller salt
- **Drift for øvrig:** Fjerning av sand, grus, løv mv. rydding av vegetasjon og lapping av hull og ujevnheter.

Ferdselsarealer for gående og syklende skal ifølge Statens vegvesens håndbok R610 (2012) være «farbart og attraktivt for fotgjengere og syklister slik at de foretrekker å ferdes der framfor i kjørebanelen».

Både fotgjengere og syklister har høyere ulykkesrisiko på snø-/isdekket veg enn på bar veg. Dette gjelder især eldre fotgjengere og syklister. Blant fotgjengere er det især fallulykker som øker. Blant syklister øker eneulykker mer enn kollisjoner. Hvorvidt sykkelulykker også er mer alvorlige på glatt veg varierer mellom studiene. Risikoøkningen på glatt veg er større når det er små andeler av vegene som er glatte enn når det er store andeler som er glatte. I tillegg til snø og is kan også rester av strøsand utgjøre en risiko for syklister. En svensk studie viser at faktorer som er relatert til drift og vedlikehold, bidrar til nesten halvparten av sykkelulykkene som er eneulykker med alvorlig personskaade.

Blant syklister er det en del forskjeller mellom dem som sykler om vinteren og dem som kun sykler om sommeren. De som sykler om vinteren, er oftere menn, bruker oftere hjelm og lys, sykler fortere og er i gjennomsnitt mer sikkerhetsorienterte enn dem som ikke sykler om vinteren.

Vinterdrift

Vinterdrift av gang- og sykkelarealer kan redusere ulykkesrisikoen for syklister og fotgjengere ved at føreforholdene blir bedre, især når arealene blir mindre glatte. Feiing og salting samt varmsanding kan være egnede metoder for vinterdrift. Brøyting kan også være en egnet metode, men kan føre til at vegene blir glattere istedenfor mindre glatte. Oppvarming er trolig den mest effektive metoden. Om vinteren og under vanskelige føreforhold er det færre syklister og fotgjengere, samt et spesielt utvalg av syklister og fotgjengere som fortsetter å sykle/gå. Antall fotgjengere går mindre ned om vinteren enn antall syklister.

Hvordan sykkelanlegg og gangarealer driftes om vinteren kan ha stor effekt på framkommeligheten for syklister og fotgjengere. I tillegg kan vinterdriften påvirke hvor syklistene og fotgjengerne sykler/går. F.eks. er det vanlig at fotgjengere går i sykkelfelt når fortauet er glatt og at syklister sykler enten i vegbanen eller på fortauet når det er snø eller snøslaps i sykkelfeltet eller på sykkelvegen.

Drift for øvrig

Drift av gang- og sykkelanlegg for øvrig kan redusere ulykkesrisikoen ved at løv, grus, sand, ujevnheter, hull og sikthindre fjernes. Det er ikke funnet empiriske studier av hvordan drift av gang- og sykkelanlegg for øvrig påvirker ulykker med syklister eller fotgjengere.

Sykler, sykkelutstyr, sykkelklær og barnetransport på sykkel

Type sykkel

Ulike typer sykkel kan ha sammenheng med ulykkesinnblanding både som følge av ulike sykkelegenskaper og, i minst like stor grad, som følge av forskjeller mellom syklistene på ulike typer sykkel.

Landeveis-, terreng-, hybrid- og klassiske sykler: Resultater fra empiriske studier som har sammenlignet ulykkesinnblanding mellom ulike typer sykler, spriker. Landeveis- og terrengsykler har i noen studier vist seg å ha flere ulykker, mens klassiske, billige og gamle sykler har vist seg å ha færre ulykker enn gjennomsnittet. Forskjellene skyldes trolig i hovedsak forskjeller i farten. Landeveissykler har spesielt høy risiko for å miste kontroll på glatt eller ujevn veg.

Elsykler: Elsykler som selges i Norge, er vanlige sykler som er utstyrt med en elektrisk motor som kan gi framdrift når syklisten trækker i pedalene opptil 25 km/t. Såkalte e-bikes, dvs. sykler hvor syklisten ikke behøver å trække for at motoren skal gi framdrift og som delvis kan kjøre betydelig fortere enn 25 km/t, anses i norsk lov ikke som sykler. Formelt sett er elsykler i Norge sykler og ikke motorkjøretøy og følgelig gjelder de samme trafikkreglene som for syklister og elsykler kan benytte den samme infrastrukturen som syklister.

Eldre elsyklister har høyere ulykkesrisiko og større risiko for alvorlige skader enn andre syklister. Dette gjelder især eldre kvinner og kan trolig forklares med både ulike fysiske forutsetninger og at mange av de eldre har ingen eller lite erfaring som syklist. Yngre syklister derimot har ikke høyere risiko på elsykkel. Faktorer som kan påvirke risikoene på elsykkel (vs. andre sykler) er bl.a. høyere fart, manglende erfaring, samt at elsykler er tyngre og vanskeligere å manøvrere. Elsykler medfører lavere risiko enn andre sykler for å gå over styret og å treffe bakken med hodet først når sykkelen får bråstopp eller når framhjulet sklir.

Bysykler: Dette er sykler som kan lånes fra stativer som er satt opp på ulike plasser i byer. Slike sykler er som regel utstyrt med lys. Det er praktisk talt ingen som bruker hjelm på slike sykler. Resultater av studier som har sammenlignet ulykkesrisikoen mellom bysykler og andre sykler, spriker og er kun i liten grad generaliserbare. Bysyklister bruker kun i veldig liten grad hjelm og har vist seg å ha en mer risikofylt atferd enn andre syklister. Derimot brukes bysykler i større grad enn andre i sentrumsområder med lav fart og en mindre andel motorisert trafikk, noe som kan bidra til mindre alvorlige ulykker.

Utstyr på sykler og for syklister

At syklister blir oversett av andre trafikanter er en typisk medvirkende faktor i mange sykkelulykker. Syklistenes synlighet avhenger ikke bare av syklistenes bekledding og bruk av refleks og lys, men også bl.a. av syklistenes atferd, vegutformingen og andre trafikanters forventninger. I mørke er både ulykkes- og skaderisikoen for syklister høyere enn i dagslys, noe som kan forklares med at syklister lettere blir oversett i mørke, men også med andre faktorer som bl.a. at flere trafikanter er beruset når det er mørkt.

Sykkellys er påbudt i Norge ved sykling i mørke eller skumring. Lyset må være hvitt eller gult foran og rødt bak og kan være blinkende eller fast lys. Lyktene må være montert på sykkelen. Det er definert konkrete krav for minste sikt lengder og blinkefrekvenser. I tillegg må sykler ha rød refleks bak og hvit eller gul refleks på begge sidene av pedalene. Virkninger av sykkellys på ulykkesinnblanding er vanskelig å undersøke empirisk da lysbruken henger sammen med mange andre faktorer som også påvirker ulykkesinnblandingen. Resultatene fra empiriske studier spriker, men alt i alt tyder resultatene på at sykkellys reduserer innblandingen i kollisjoner, mer i mørke enn i dagslys og mer når syklisten ikke i tillegg har på en gul jakke eller refleksvest. Omtrentlige anslag på virkningen av sykkellys på innblandingen i kollisjoner er reduksjoner på 10% i dagslys og 30% i mørke når syklisten ikke i tillegg bruker refleksvest. Med bruk av refleksvest er effekten trolig mindre, anslagsvis $\pm 0\%$ i dagslys og -20% i mørke.

Sykkelreflektorer kan gjøre det lettere for andre trafikanter å oppdage syklister i mørke, men sykkelreflektorer har ingen eller liten tilleggseffekt på sykler med lys. Under vanskelige siktforhold (regn, snø, tåke) har sykkelreflektorer liten eller ingen effekt.

Synlige sykkelklær har vist seg å redusere antall kollisjoner i mørke. De to metodisk beste studiene viser sammenlagt en reduksjon på 33%. Synlige sykkelklær reduserer oppdagelsesavstanden og dette gjelder særlig klær eller reflekskonstellasjoner med «biomotion». Virkningen på både ulykker og oppdagelsesavstand er omtrent like stor i dagslys som i mørke.

Feil på bremses medfører en stor økning av ulykkesrisikoen, men det er trolig kun en liten andel av sykkelulykkene hvor feil på bremsene har bidratt til ulykken. Sykler med kraftigere bremses har ikke nødvendigvis færre ulykker enn sykler med svakere bremses.

Sykkeldekk påvirker kjøreegenskaper og bremselengden og kan dermed ha betydning for ulykkesinnblandingen. På isete veg har piggdekk bedre veggrep enn andre dekk.

Passasjerer på sykkel

Passasjerer gjør sykkelen tyngre og vanskeligere å manøvrere. Passasjerer på sykkelen har vist seg å medføre omtrent en dobling av ulykkesrisikoen (per sykkelkilometer).

Barnetransport på sykkel

Hvordan barnetransport på sykkel påvirker ulykkesinnblandingen er ikke undersøkt empirisk. Barneseter på sykkelen kan gjøre sykkelen ustabil. Barnetilhengere gjør ikke sykkelen ustabil man kan bli oversett av andre trafikanter. Alle typer barnetransport medfører lengre bremseveg pga. økt vekt.

Sykkelhjelm

Hodeskader er blant de mest typiske skadene blant syklister som er drept i trafikkulykker. Andelen av syklister i Norge som bruker hjelm, har økt fra 63% i 2006 til 87% i 2015 blant barn og fra 32% i 2006 til 56% i 2015 blant voksne. En rekke land har påbudt bruk av sykkelhjelm (bl.a. Australia og New Zealand for alle syklister og Sverige for barn). I Norge er det ikke påbudt å bruke sykkelhjelm.

Bruk av sykkelhjelm

Det er funnet 53 studier fra 1989-2017 som har undersøkt effekten av sykkelhjelmbruk på skadegraden i ulykker, som er basert på informasjon om sykkelskader fra sykehus eller politirapporterte ulykker og som lar seg oppsummere med hjelp av metaanalyse. Basert på disse studiene er det estimert at bruk av sykkelhjelm reduserer hodeskader med 49% og antall syklister med alvorlig hodeskade med 60%. Effektene på hjerneskader og skallebrudd er nesten like store. Effekten på nakkeskader er mer usikkert, men trolig medfører bruk av sykkelhjelm ikke økt risiko av nakkeskader. Det er ikke funnet systematiske forskjeller i de estimerte effektene av sykkelhjelm mellom voksne og barn.

Sykkelhjelm har en tendens til å være mer effektiv i å forhindre hode- og hjerneskader når hjelmbruken er påbudt og/eller høy enn når hjelmbruken er frivillig og lav. Sykkelhjelmer har viset seg å ha større effekt i eneulykker enn i kollisjoner og større effekt blant berusede syklister enn blant edru syklister. Godkjente hjelmer beskytter bedre mot hode- og ansiktsskader enn ikke godkjente hjelmer. I tillegg må hjelmer passe (ikke være for store), sitte korrekt og være korrekt festet for å beskytte hodet. Over tid er effektene som ble funnet av sykkelhjelm på hodeskader omtrent uendret. Resultatene fra metaanalyse tyder ikke på at manglende kontroll for forstyrrende variabler, bruk av sykehusdata (istedenfor politirapporterte ulykker) eller publikasjonsskjevhet har påvirket de estimerte effektene av sykkelhjelm.

Ulykkesrisiko og risikoatferd: Flere empiriske studier tyder på at syklister som bruker hjelm, har flere ulykker enn syklister som ikke bruker hjelm, men dette kan trolig forklares med manglende kontroll for forskjeller i sykkelomfang. Syklister som bruker hjelm, sykler mer og viser langt mindre risikoatferd, noe som tilsier at ulykkesrisikoen burde være lavere. Resultater fra flere studier tyder på at syklister som bruker hjelm, i gjennomsnitt har mindre alvorlige ulykker enn syklister som ikke bruker hjelm (hodeskader inngår ikke vurderingen av ulykkesalvorlighet).

Teoretisk kan bruk av sykkelhjelm føre til atferdstilpasning, og noen empiriske studier viser at syklister med hjelm sykler fortere. De fleste empiriske studiene støtter imidlertid ikke hypotesen om atferdstilpasning. Tvert imot viser mange studier at syklister som bruker hjelm, i større grad også bruker annet sikkerhetsutstyr (bl.a. lys og refleksvest), viser mindre risikoatferd og begår færre trafikklovbrudd enn syklister som ikke bruker hjelm. På andre trafikanters atferd i interaksjon med syklister har syklisters hjelmbruk trolig liten eller ingen effekt.

Hjelmpåbud for syklister

Det er funnet 20 studier som har undersøkt effekten av hjelmpåbud for syklister og som det er mulig å inkludere i metaanalyse. Basert på disse studiene er det estimert at hjelmpåbud for alle syklister reduserer hodeskader med 20% blant alle syklister og med 24% blant barn. Hjelmpåbud for barn reduserer hodeskader blant barn med 18% , dvs. at hjelmpåbud for alle er mer effektivt for barn enn hjelmpåbud som kun gjelder for barn. Hjelmpåbud har større effekt på mer alvorlige hodeskader enn på mindre alvorlige hodeskader. Effektene kan være noe overestimerte på grunn av manglende kontroll for trend i noen av studiene. Dette fordi hjelmpåbudet ble innført i en periode hvor hjelmb Bruken økte og antall hodeskader gikk ned. Slike endringer kan imidlertid ikke forklare mer enn en liten andel av effektene som ble funnet av hjelmpåbud. Én studie viser at effekten av hjelmpåbud øker over tid.

Sykkelomfang: Innføring av sykkelhjelmpåbud kan føre til en nedgang av andelen som sykler. Denne nedgangen er imidlertid ikke nødvendigvis verken stor eller langvarig. Noen studier viser at sykkelhjelmpåbud har ført til at færre sykler, mens andre studier fant ingen endring eller at flere sykler. I Australia har nedgangen som ble observert umiddelbart etter innføringen av påbudet, vært kortvarig. Endringer i sykkelomfang kan være påvirket av mange andre faktorer som i de fleste studiene ikke er kontrollert for. Blant alle faktorene som påvirker valget av sykkel som transportmiddel, spiller hjelmpåbud kun en relativt liten rolle. Andre faktorer som bl.a. hvorvidt sykkelinfrastruktur oppleves som trygd og fremkommelig, er langt viktigere.

Sykkelhjelmbruk: Innføring av sykkelhjelmpåbud har i mange studier vist seg å øke hjelmb Bruken blant syklister. Økningen er størst når hjelmb Bruken i utgangspunktet er lav og når det finnes sanksjoner for ikke-bruk av hjelm. Effekten på hjelmb Bruken blant barn er større når påbudet gjelder alle syklister enn når det kun gjelder barn.

Summary

Road safety for cyclists

TØI Report 1597/2017

Author: Alena Høye

Oslo 2017 155 pages Norwegian language

The present report contains updated versions of four chapters of the Handbook of Road Safety Measures about bicycles and cyclist safety. The report presents results of systematic literature surveys and meta-analyses. Cyclists have far higher crash and injury risk than occupants of motor vehicles, except motorcyclists. The number of killed or seriously injured cyclists has increased in recent years in Norway. Crash risk increases when cyclists are under the influence of alcohol, are inexperienced or are older. On pederests, older cyclists have far higher risk than comparable cyclists on other bicycles. Dedicated bicycle infrastructure has often, but not always been found to reduce crash risk. Bicycle lanes and unidirectional bicycle paths are among the crash reducing types of bicycle infrastructure, provided a safe design at intersections and sufficient clearance to parked cars and pedestrians. On bidirectional bicycle paths, shared paths and sidewalks crash risk for cyclists is usually far higher than on other types of infrastructure, especially at intersections. On roads without bicycle infrastructure crash risk for cyclists depends amongst other things on traffic volume, speed, on-road parking, and train tracks. Effective winter maintenance and other maintenance can reduce crash risk for cyclists and is essential for making cycling attractive throughout the year. Using bicycle lights and reflective clothes reduces both night- and daytime crash risk for cyclists. Bicycle helmets about halve the risk of serious head or brain injuries among crash involved cyclists. Helmet laws were also found to reduce head injury risk.

The present report contains updated long versions of the following chapters of the Handbook of Road Safety Measures (<http://tsh.toi.no> and Elvik et al., 2009):

- Bicycle infrastructure (chapter 1.1)
- Maintenance of bicycle and pedestrian infrastructure (chapter 2.7)
- Bicycles, bicycle equipment, cyclist clothing, and transporting children on bicycles (chapter 4.25)
- Bicycle helmet and helmet laws (chapter 4.10).

In total over 400 empirical studies were found and summarized qualitatively or with meta-analysis.

Bicycle infrastructure

Bicycle infrastructure is meant to make cycling safer and more attractive. General road characteristics that are related to crash risk for cyclists are traffic volumes, speed limits, train tracks, roadside parking, and road lighting.

Cycle lanes have been found to have lower crash risk for cyclists than cycling in mixed traffic or on bicycle paths. Additionally, they allow higher speeds for cyclists than other bicycle infrastructure.

Unidirectional bicycle paths can also have lower crash risk than mixed traffic on midblock sections, and they may allow equally high speeds as cycle lanes. However, the effects are highly dependent on the design, especially at intersections. At intersections cyclists are often not well visible for motorists and motorists assume often that cyclists from cycle paths have to give way, regardless of the actual priority rules. Other important safety features are sight conditions, the proximity to parked cars, and effective separation from pedestrian areas.

Bidirectional bicycle paths have been found to be less safe than unidirectional bicycle paths, especially at intersections where cyclists cycling in the “wrong” direction often come unexpected for other road users.

Shared paths (which are a common design in Norway, mainly outside urban areas, in parks etc.) were found to have far higher crash risk for cyclists than other bicycle infrastructure. On shared paths there are many potential conflict points between cyclists and pedestrians, while safety problems at intersections are comparable to bidirectional bicycle paths. Additionally, cyclists are required to slow down in the presence of pedestrians which makes such paths inappropriate for commuter cyclists.

For **bicycle expressways** empirical evaluations of the effects on crash risk were not found, but the design of such paths is likely to contribute to relatively low crash risk. The main aim of bicycle expressways is to allow cycling over longer distances at higher speed, separated from other road users and with a minimum of yield situations.

Contraflow cycling on one-way streets has been found to reduce bicycle crashes and cycling on sidewalks.

At **intersections**, designs that provide a high level of safety for cyclists, often slow down cyclists, while designs that allow high speed often are unsafe. Examples of intersection designs that provide high levels of both safety and speed are cycle boxes, bicycle lanes between through and right-turn lane, and priority cycle paths combined with speed humps for traffic from side roads.

In **roundabouts**, cycling in mixed traffic or segregated bicycle paths provide highest safety, depending on motor vehicle volumes and speed, as well as intersection design for segregated cycle paths. Bicycle lanes in roundabouts are associated with large increases in crash risk.

Maintenance of bicycle and pedestrian infrastructure

Crash and injury risk for cyclists and pedestrians increase when roads are covered by snow or ice. Leaves, sand, gravel, uneven or damaged road surfaces increase risk as well. Additionally, slippery or snow covered roads are important obstacles against cycling and walking in winter, especially for older cyclists/pedestrians. Winter maintenance can reduce crash and injury risk if road conditions are improved and slipperiness reduced. Combined sweeping and salting is an effective method for maintaining good cycling and walking conditions in winter, except under some specific circumstances (e.g. thick layers of ice). Warm sand can be effective as well (especially on icy roads), but leaves sand on the roads which may increase risk after the melting of snow and ice. Snow ploughing can be effective as well, but may under some circumstances make roads more slippery (compressed snow). Warming up the road surface is the most effective measure, but also quite costly.

In winter and under unfavorable cycling conditions the number of cyclists decreases. There are several general differences between cyclists that continue or stop cycling under such conditions. Those that are older and more vulnerable tend to be among the first to stop cycling, while those that continue to cycle under all kinds of conditions on average are most sporty and safety oriented (e.g., they use more often helmets and light in the dark).

Bicycles, bicycle equipment, cyclist clothing, and transporting children on bicycles

Different types of bicycle are associated with differences in crash risk. However, those differences are mostly related to differences between cyclists and how (especially where and how fast) they are cycling.

Pedelecs have become very popular in recent years. Older users of pedelecs, especially women, have far higher crash risk than other cyclists of comparable age and gender. The high risk is due to the combination of often inexperienced cyclists and bicycles that are both heavy and fast. Users of bikeshare schemes are also likely to have higher crash risk because of a far higher prevalence of high-risk behavior and nonuse of helmets.

A common contributing factor in collisions between bicycles and motor vehicles is drivers not seeing or not noticing the bicycle. Cyclist conspicuity is often poor, in many situations motorists do not expect cyclists and cyclists are often behaving unpredictably. Bicycle lights and reflective or other high-visibility clothes were found to reduce collision involvement, both in the dark and in daylight. However, the effects are difficult to quantify empirically.

Defects on brakes or tires can increase crash risk. Passengers on bicycles are also likely to increase crash involvement.

There is only very little empirical evidence about how child passengers on bicycles affect crash risk. Child seats on bicycles impair the stability of the bicycle. Trailers for children on the other side are easily overlooked by other road users.

Bicycle helmets and helmet laws

Bicycle helmets and helmet laws have in a large number of studies been found to reduce head injuries. In a meta-analysis of 53 empirical studies of bicycle helmets a statistically significant reduction of serious head injury among cyclists by 60% was found. For other head and brain injuries large reductions were found as well. Neck injuries are not likely to increase. In a meta-analysis of 20 empirical studies of bicycle helmet laws statistically significant reductions of head injury among cyclists by about 20% was found. Helmet laws were found to be more effective in preventing more serious head injuries (-35%) and they are more effective - also for children - if helmet wearing is mandatory for all cyclists, as compared to children only.

Supplementary analyses do not indicate that the estimated effects of bicycle helmets or helmet laws are affected by publication bias, biases in the crash and injury data, or a lack of control for confounding factors.

The hypothesis that bicycle helmets lead to more high-risk behavior is not empirically supported. On the contrary, several studies show that helmeted cyclists show less high-risk behavior than unhelmeted cyclists.

Bicycle helmet laws may deter some cyclists from cycling. However, these effects are not inevitable and not usually large or long-lasting. There are many other factors that are far more important for the choice of means of transport than helmet laws (such as how far bicycle infrastructure is regarded as safe and attractive).

1 Bakgrunn

Denne rapporten inneholder oppdaterte versjoner av fire kapitler i Trafikksikkerhetshåndboken (TSH, www.tsh.toi.no) som handler om sykler og tiltak for syklister:

- Infrastrukturtiltak for syklister (kapittel 1.1 i TSH)
- Drift av gang- og sykkelarealer (kapittel 2.7 i TSH)
- Sykler, sykkelutstyr og barnetransport på sykkel (kapittel 4.25 i TSH)
- Sykkelhjelmer og sykkelhjelpåbud (kapittel 4.10 i TSH).

Korte versjoner av kapitlene er publisert i webutgaven av TSH. Alle kapitler i TSH har samme oppbygging: Problem og formål; Beskrivelse av tiltaket; Virkning på ulykkene; Virkning på Framkommelighet; Virkning på Miljøforhold; Kostnader og nytte-kostnadsvurderinger samt Formelt ansvar og saksgang.

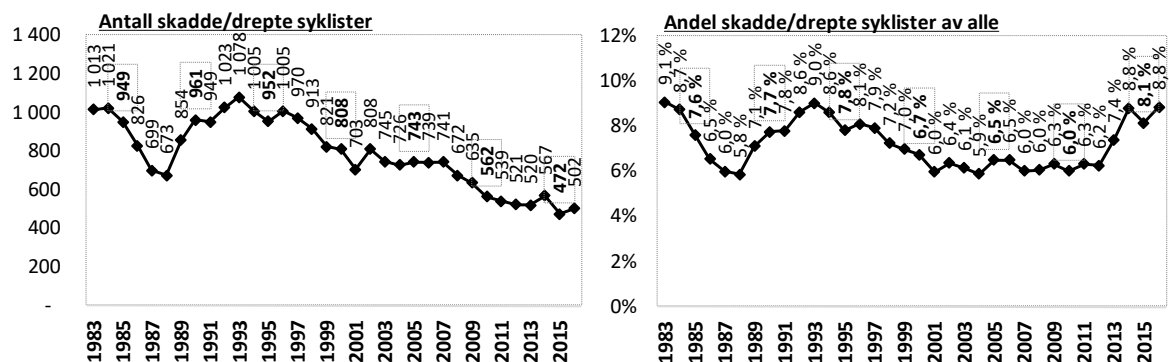
Kapittel 2 i denne rapporten handler om generell bakgrunnsinformasjon om sykkelulykker som er relevant for alle de fire følgende kapitlene.

2 Sykkelulykker og syklisters risiko i trafikken

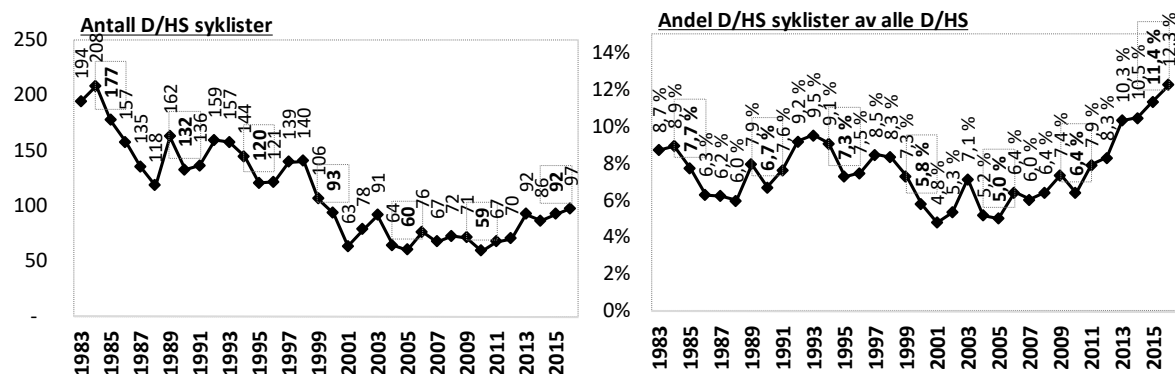
2.1 Syklistskader i Norge

Antall skadde og drepte syklister har gått ned over tid i Norge, men etter 2000 har nedgangen av antall drepte og hardt skadde syklister flatet av og andelen skadde og drepte syklister av alle skadde og drepte i trafikken i Norge har økt.

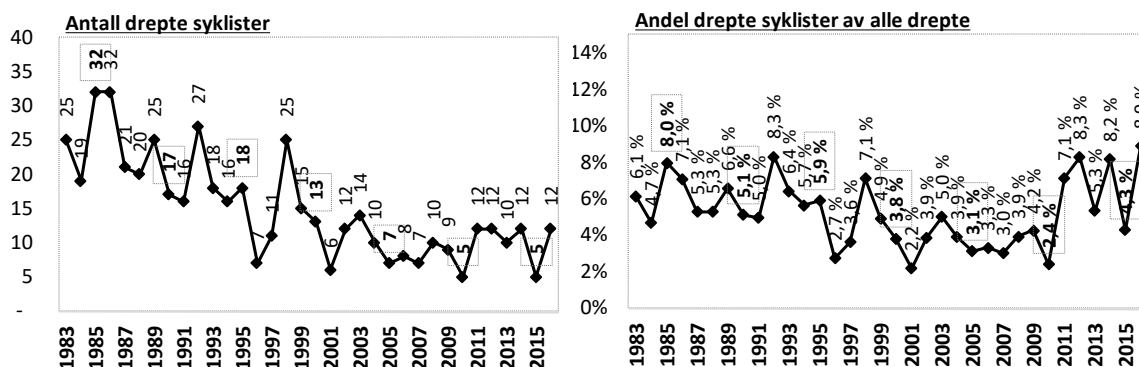
Ifølge den offisielle ulykkesstatistikken ble i årene 2012 til 2016 hvert år 10,2 syklister drept og 77,2 syklister hardt skadd i trafikkulykker i Norge. Dette er 7,0% av alle drepte og 11,3% av alle hardt skadde (HS) i trafikkulykker i Norge. Figur 1, figur 2 og figur 3 viser antallene skadde og drepte syklister samt andelen av alle skadde/drepte i trafikkulykker. Alle antallene er basert på offisiell personskadeulykkesstatistikk. Det totale antall skadde i sykkelulykker er trolig underestimert (Schepers et al., 2014A; Statens vegvesen, 2014A). For D/HS og drepte syklister tyder figurene på at de årlige antallene har gått ned omtrent til året 2000 og etterpå vært omtrent konstant eller lett økende. Andelen drepte eller hardt skadde (D/HS) syklister av alle D/HS og andelen drepte syklister av alle drepte har økt etter året 2000.



Figur 1: Antall skadde/drepte syklister (t.v.) og andel skadde/drepte syklister av alle skadde/drepte i Norge (t.h.), 1983-2016, basert på offisiell personskadeulykkesstatistikk (hvert femte år fra 1985 i fet skrift).



Figur 2: Antall D/HS syklister (t.v.) og andel D/HS syklister av alle D/HS i Norge (t.h.), 1983-2016, basert på offisiell personskadeulykkesstatistikk (hvert femte år fra 1985 i fet skrift).



Figur 3: Antall drepte syklist (t.v.) og andel skadde/drepte syklist av alle drepte i Norge (t.h.), 1983-2016, basert på offisiell personskadeulykkesstatistikk (hvert femte år fra 1985 i fet skrift).

2.2 Underrapportering av sykkelulykker

Sykkelulykker rapporteres ofte ikke til politiet og er dermed ikke en del av offisiell ulykkesstatistikk. Rapporteringsgraden er lavest for eneulykker og for mindre alvorlige ulykker. I Norge er det estimert at rapporteringsgraden er 1% for lett skadde i eneulykker, 11% for hardt skadde i eneulykker, 29% for lett skadde i kollisjoner og 100% for hardt skadde i kollisjoner samt for alle drepte syklist.

Ifølge Statens vegvesen (2014A) er rapporteringsgraden på omtrent 40-45% for sykkelulykker med motorkjøretøy innblandet og på omtrent 1-5% for andre typer sykkelulykker. Tallene er basert på en eldre analyse av sykehus- og politirapporterte skader i Norge i en tidligere versjon av Trafikksikkerhetshåndboken (Elvik et al., 1997). I Belgia er det estimert at omtrent 15% av alle sykkelulykkene er rapportert til politiet (Doom & Derweduwen, 2005).

Lignende forholdstall finner man i nyere ulykkesdata. Tabell 1 viser antall eneulykker og antall kollisjoner, samt antall hardt skadde og lett skadde, som er rapportert av skadelegevakten (Melhus et al., 2015) og i offisiell ulykkesstatistikk. Tabell 1 viser også den estimerte rapporteringsgraden for de ulike ulykkestypene. Rapporteringsgradene er estimert som antall i offisiell ulykkesstatistikk delt på antall i rapport fra skadelegevakt. Det er ikke tatt hensyn til at en del sykkelskader i Oslo kan ha vært behandlet andre steder enn på skadelegevakten. Også andre studier viser at andelen eneulykker er langt høyere i sykehusrapporterte ulykker enn i politirapporterte ulykker, noe som tyder på at eneulykker i langt mindre grad er representert i politirapportert ulykkesstatistikk (Schepers et al., 2014A).

Tabell 1: Skadde syklister i Oslo i 2014 som er rapportert av skadelegevakten og i offisiell ulykkesstatistikk.

| | Skadelegevakt | | Offisiell ulykkesstatistikk | | Rapporteringsgrad |
|---------------------------|---------------|------|-----------------------------|------|-------------------|
| | N | % | N | % | |
| Eneulykker ¹ | 1331 | 81 % | 29 | 23 % | 2 % |
| Kollisjoner ² | 307 | 19 % | 96 | 77 % | 31 % |
| Lett skadde ³ | 1615 | 96 % | 106 | 85 % | 7 % |
| Hardt skadde ⁴ | 68 | 4 % | 19 | 15 % | 28 % |
| Alle | 1673 | | 125 | | 7 % |

¹ Eneulykker i rapporten fra skadelegevakt, ulykker uten motorkjøretøy innblandet i offisiell ulykkesstatistikk.

² Kollisjoner (uspesifisert annen part) i rapporten fra skadelegevakt, ulykker med motorkjøretøy innblandet i offisiell ulykkesstatistikk.

³ Alle «lett» og «moderat» skadde i rapporten fra skadelegevakten er sammenfattet som «Lett skadde».

⁴ Alle «alvorlig, «meget alvorlig» og «kritisk skadde» er sammenfattet som hardt skadd; hardt skadd i offisiell ulykkesstatistikk er alle «alvorlig» eller «meget alvorlig skadde».

Det foreligger ikke noe informasjon om fordelingen av antall lett og hardt skadde på eneulykker og kollisjoner fra skadelegevakten. Hvis man forutsetter at skadegradene er fordelt likt på ulykkestypene i skaderapportene fra skadelegevakten og hvis man legger til grunn den samme fordelingen av skadegrader på ulykkestyper i Oslo som i landet for øvrig i offisiell ulykkesstatistikk, får man rapporteringsgradene for skadegradene i de enkelte ulykkestypene som vist i tabell 2.

Tabell 2: Estimerte rapporteringsgrader for ulike skadegrader i eneulykker og kollisjoner.

| | Lett skadde | Hardt skadde | Drepte | Alle |
|--------------------|-------------|--------------|--------------|------------|
| Eneulykker | 1 % | 11 % | 100 % | 2 % |
| Kollisjoner | 29 % | 100 % | 100 % | 31 % |
| Alle | 7 % | 28 % | 100 % | 7 % |

2.3 Ulykkesrisiko for syklister

Både antall ulykker og ulykkesrisikoen for syklister har gått betydelig ned over tid i Norge. Risikoen for ulykker og skadegraden i ulykkene er imidlertid langt høyere i sykkelulykker enn i andre ulykker (unntatt ulykker med motorsykler eller moped). Empiriske studier viser at ulykkesrisikoen er høyere blant syklister som:

- *Er eldre (men sammenhengen er noe uklar og varierer mellom studiene)*
- *Er menn (men mange studier har ikke funnet noen sammenheng mellom kjønn og ulykkesrisiko)*
- *Sykler lite og har lite sykkel erfaring*
- *Er påvirket av alkohol*
- *Sykler uten hjelm*
- *Sykler sakte (men for den enkelte syklist øker risikoen med økende fart).*

Ulykkesrisikoen for syklister har gått betydelig ned over tid i Norge. Antall drepte/skadde syklister per million personkilometer har gått ned fra 1,43 i 1985 til 1,08 i 2001 og til 0,54 i 2014 (Bjørnskau, 2015). Dette tilsvarer en nedgang på 62% fra 1985 til 2014 og på 50% fra 2001 til 2014. Risikoen for bilførere har gått ned omtrent like mye.

Ulykkesrisikoen for syklister og alvorlighetsgraden i ulykker er høyere enn for de fleste andre trafikantgrupper. Kun førere av moped og lett motorsykkel har høyere risiko. En oversikt over resultater fra studier fra ulike land som har sammenlignet syklisters risiko med bilister er vist i tabell 3.

Tabell 3: Oversikt over studier som har sammenlignet ulykkesrisiko for syklister med andre trafikantgrupper.

| Studie | Risiko for ... | Resultat |
|---|----------------|--|
| Aultman-Hall & Kaltenecker, 1999 (Canada) | Ulykke | Syklister har mellom 26 og 68 ganger så høy ulykkesrisiko som bilister. Ulykkesinnblanding og eksponering er selvrapportert (usikre resultater, men ikke påvirket av underrapportering i samme grad som resultater fra offisiell ulykkesstatistikk). |
| Bjørnskau, 2008, 2011, 2015 (Norge) | Ulykke | Syklister har 20-25 ganger så høy ulykkesrisiko som bilister når man tar hensyn til underrapportering. |
| Bjørnskau, 2015 (Norge) | D/HS | Syklister har ca. 13 ganger så høy risiko for å bli D/HS som bilister. Ikke kontrollert for underrapportering. |
| DfT, 2014 (Storbritannia) | D/HS | Syklister har ca. 17 ganger så høy risiko for å bli D/HS som bilister. Ikke kontrollert for underrapportering. |
| Theofilatos et al., 2012 (Hellas) | D/HS | Syklister har 80% høyere risiko (+15; +180) for å bli D/HS (istedenfor lettere skadd) i en ulykke i et urbant område enn bilister. Ikke kontrollert for underrapportering. |

Sammenhengen mellom syklistegenskaper og ulykkes- eller skaderisiko er undersøkt i et stort antall studier. Resultatene er delvis forskjellige mellom ulike land, noe som kan skyldes forskjeller i både bruksmønster og sykkelkultur. Resultatene er derfor ikke oppsummert med metaanalyse. Tabell 4 viser en oversikt over resultatene fra enkelte studier.

Tabell 4: Studier av sammenhengen mellom syklistegenskaper og ulykkesrisiko.

| Studie | Resultater |
|-------------------------------------|---|
| Aarts et al., 2016 (EU) | Alder: Ingen aldersgrupper er signifikant overrepresentert blant D/HS syklister. |
| Bjørnskau, 2015 (Norge) | Alder: Ingen klar sammenheng mellom alder og skaderisiko for syklister. Mannlige syklister i alderen 18-24 år har betydelig høyere risiko enn andre syklister. Risikoen for å bli D/HS øker til det omtrent firedoblete fra 6-12 år til 55-64 år. <i>Ikke kontrollert for andre faktorer.</i> |
| Bjørnskau, 2005 (Norge) | Alder: Ulykkesrisikoen synker med økende alder. <i>Kontrollert for sykkelmengde og andre sykkelegenskaper.</i> |
| Boufous et al., 2012 (Australia) | Alder: Risikoen for å bli hardt skadd (istedenfor lettere skadd) øker konstant fra alderen 0-9 år til en relativ risiko på 2,14 i alderen 60 år og eldre. Økningen er statistisk signifikant fra alderen 50-59 år (relativ risiko 1,72). <i>Kontrollert for bl.a. hjelmbruk og stedsforhold.</i> |
| Cripton et al., 2015 (Canada) | Alder: Eldre syklister får mer alvorlige skader i sykkelulykker enn yngre. Blant syklister som er skadd i ulykker er andelen som behøver ambulansetransport ca. 2,5 ganger så høy blant syklister over 60 år som blant yngre syklister, andelen som er innlagt på sykehus er 3,5 ganger så høy. <i>Kontrollert for sykkelmengde (ikke sykkelengde), og stedsforhold.</i> |
| Fuller et al., 2013 (Canada) | Alder: Eldre syklister har flere kollisjoner og nesten-kollisjoner enn yngre syklister, men sammenhengen er ikke signifikant. <i>Kontrollert for antall dager det sykles, bruk av bysykler, kjønn, hjelmbruk, inntekt, utdanning og årstid.</i> |
| Heesch et al., 2011 (Australia) | Alder: Ingen sammenheng mellom risikoen for å bli skadd i en sykkelulykke og alder. <i>Kontrollert for hvor mange dager i uka det sykles og andre syklistegenskaper.</i> |
| Høye & Hesjevoll, 2016 (Norge) | Alder: Ingen signifikant sammenheng mellom alder og innblanding i flerpartsulykker. <i>Kontrollert for bl.a. sykkelengde, lysbruk, hjelmbruk og atferdsindikatorer.</i> |
| Thulin & Niska, 2009 (Sverige) | Alder: De yngste (under 15 år) og de eldste (over 74 år) syklister har høyere risiko for sykkelulykker enn andre syklister. Sammenlignet med syklister mellom 25 og 44 år har de yngste ca. 2,3 ganger så høy risiko og de eldste har ca. 3,6 ganger så høy risiko. <i>Ikke kontrollert for andre faktorer.</i> |
| Rodgers, 1997 (USA) | Alder: De yngste (under 25 år) og de eldste (over 64 år) syklister har høyere risiko for sykkelulykker enn andre syklister. Sammenlignet med syklister mellom 35 og 54 år har de yngste ca. 2,2 ganger så høy risiko og de eldste har ca. 2,3 ganger så høy risiko. <i>Kontrollert for alder, type sykkel og sykkelengde.</i> |
| Theofilatos et al., 2012 (Hellas) | Alder: Økende alder medfører økende risiko for å bli D/HS (vs. lettere skadd) i en sykkelulykke: +28% for syklister 18-60 år og +72% for syklister over 60 år (vs. syklister under 18 år). <i>Kontrollert for tidspunkt, kryss/strekning og ulykkestype.</i> |
| Thornley et al., 2008 (New Zealand) | Alder: Ingen sammenheng mellom alder og ulykkesrisiko. <i>Kontrollert for bl.a. sykkelengde, kjønn og atferdsindikatorer.</i> |
| Vavatsoulas et al., 2013 (Danmark) | Alder: Aldersgruppen 10-49 år har lavest risiko for å bli drept. Barn under 10 år har 17% høyere risiko enn personer i alderen 30-39 år, mens personer i alderen 50-59 år har 2% høyere risiko, personer i alderen 60-69 år har 2,7 ganger så høy risiko og de over 70 år har 7,8 ganger så høy risiko. <i>Kontrollert for en rekke andre syklistegenskaper.</i> |

Tabell 4 (forts.).

| Studie | Resultater |
|-------------------------------------|--|
| Aarts et al., 2016 (EU) | Kjønn: Menn er overrepresentert blant D/HS syklister, men det er store forskjeller mellom enkelte land (8 land). |
| Bjørnskau, 2005 (Norge) | Kjønn: Menn har 20-40% flere ulykker enn kvinner. <i>Selvrapporterte data, kontrollert for sykkelmengde og andre syklistegenskaper.</i> |
| Bjørnskau, 2015 (Norge) | Kjønn: Menn har 30-40% flere ulykker enn kvinner (blant de drepte syklistene i Norge i 2005-2013 var 77% menn). <i>Ikke kontrollert for andre faktorer.</i> |
| Cripton et al., 2015 (Canada) | Kjønn: Ingen sammenheng mellom kjønn og skadenes alvorlighet blant syklister som er skadd i ulykker, men blant kvinner er det en nesten dobbelt så høy andel som ikke fortsetter reisen på sykkel. <i>Kontrollert for sykkelmengde (ikke sykkelengde) og stedsforhold.</i> |
| Fuller et al., 2013 (Canada) | Kjønn: Menn har omtrent like mange kollisjoner (+1 [-35; +89]) og 51% flere nesten-kollisjoner (+14; +100) enn kvinner. <i>Kontrollert for antall dager det sykles, bruk av bsysykler, alder, hjelmbruk, inntekt, utdanning og årstid.</i> |
| Thulin & Niska, 2009 (Sverige) | Kjønn: Ingen sammenheng mellom kjønn og ulykkesrisiko. <i>Ikke kontrollert for andre faktorer.</i> |
| Heesch et al., 2011 (Australia) | Kjønn: Ingen sammenheng mellom kjønn og ulykkesrisiko. <i>Kontrollert for hvor mange dager i uka det sykles og andre syklistegenskaper.</i> |
| Høye & Hesjevoll, 2016 (Norge) | Kjønn: Ingen signifikant sammenheng mellom kjønn og innblanding i flerpartsulykker. <i>Kontrollert for bl.a. sykkelengde, lysbruk, hjelmbruk og atferdsindikatorer.</i> |
| Rodgers, 1997 (USA) | Kjønn: Menn har 28% flere ulykker enn kvinner (ns). <i>Kontrollert for alder, type sykkel og sykkelengde.</i> |
| Thornley et al., 2008 (New Zealand) | Kjønn: Ingen sammenheng mellom kjønn og ulykkesrisiko. <i>Kontrollert for bl.a. sykkelengde, alder og atferdsindikatorer.</i> |
| Heesch et al., 2011 (Australia) | Erfaring: Syklister med under fem års sykkel erfaring har høyere risiko for å bli skadd i sykkelulykker enn syklister med mer erfaring og andre syklistegenskaper. <i>Kontrollert for hvor mange dager i uka det sykles og andre syklistegenskaper.</i> |
| Schepers, 2011 (Nederland) | Erfaring: Risikoen for eneulykker er lavere i områder med mer sykling enn i områder med mye sykling. Risikoreduksjonen med økt sykling er større for mer alvorlige ulykker. |
| Thornley et al., 2008 (New Zealand) | Erfaring: Syklister med over to års erfaring som syklist har 20-30% færre ulykker og lavere skadegrad enn syklister med mindre erfaring. <i>Kontrollert for bl.a. sykkelengde, alder, kjønn og atferdsindikatorer.</i> |
| Bjørnskau, 2005 (Norge) | Alkohol: Blant de drepte syklistene i Norge i 2005-2013 var 11% påvirket av alkohol (alle disse var menn). |
| Vavatsoulas et al., 2013 (Danmark) | Alkohol: Syklister som er påvirket av alkohol har høyere risiko for å bli drept enn andre (+60% med hjelm, +457% uten hjelm (endringene gjelder i forhold til syklister uten alkohol og uten hjelm). <i>Kontrollert for en rekke andre syklistegenskaper.</i> |
| Thornley et al., 2008 (New Zealand) | Sykkelfart: Syklister med en gjennomsnittsfart på under 20 km/t har omtrent dobbelt så mange ulykker som syklister med en høyere gjennomsnittsfart. <i>Kontrollert for mange andre syklistegenskaper.</i> |
| Vavatsoulas et al., 2013 (Danmark) | Fartsgrenser: Risikoen for å bli alvorlig skadd eller drept øker med økende fartsgrense. Økingen er størst for de mest alvorlige ulykkene. Ved fartsgrensen 80 km/t eller høyere er risikoen for å bli drept 326% høyere enn ved fartsgrense under 50 km/t. <i>Kontrollert for en rekke syklistegenskaper.</i> |
| Bjørnskau, 2005 (Norge) | Kjørestil: Syklister med en risikofylt kjørestil har ca. 10% flere ulykker enn andre syklister. <i>Kontrollerer for sykkelegenskaper og atferd.</i> |
| Heesch et al., 2011 (Australia) | Opplevd trakassering: Syklister som har opplevd trakassering av andre trafikanter har 75% større risiko for å bli skadd i en sykkelulykke enn andre syklister. <i>Kontrollert for hvor mange dager i uka det sykles og andre syklistegenskaper.</i> Ifølge Bjørnskau (2010) er det en sammenheng mellom det å oppleve aggresjon og å vise aggresjon selv. |

Tabell 4 (forts.).

| Studie | Resultater |
|-------------------------------------|--|
| Bjørnskau, 2005 (Norge) | Hjelmbruk: Syklister som sier at de alltid bruker hjelm har 13-26% flere ulykker enn andre syklister (ikke signifikant). <i>Selvrapporterte data, kontrollert for sykkelmengde og andre sykkelegenskaper.</i> |
| Fuller et al., 2013 (Canada) | Hjelmbruk: Syklister som sier at de alltid bruker hjelm har 73% flere kollisjoner (-6; +219) og 70% flere nesten-kollisjoner (+24; +133) enn andre syklister. <i>Kontrollert for antall dager det sykles, bruk av bysykler, alder, kjønn, inntekt, utdanning og årstid.</i> |
| Høye & Hesjevoll, 2016 (Norge) | Hjelmbruk: Ingen signifikant sammenheng mellom hjelmbruk og innblanding i flerpartsulykker, men en tendens til flere ulykker blant dem som sier at de alltid bruker hjelm. <i>Kontrollert for bl.a. sykkelengde, lysbruk, hjelmbruk og atferdsindikatorer.</i> |
| Thornley et al., 2008 (New Zealand) | Hjelmbruk: Syklister som sier at de <u>ikke</u> alltid bruker hjelm har 91% flere ulykker enn syklister som sier at de alltid bruker hjelm, men 53% færre dager ikke på jobb. Ingen av sammenhengene er signifikante. <i>Kontrollert for bl.a. sykkelengde, alder, kjønn og atferdsindikatorer.</i> |
| Bjørnskau, 2005 (Norge) | Treningssykling: Sportssyklister har ca. 40% høyere ulykkesrisiko enn andre syklister, men sammenhengen forsvinner når man kontrollerer for sykkelegenskaper og atferd. |
| Heesch et al., 2011 (Australia) | Konkurransesykling: Syklister som deltar i konkurranser har høyere risiko for å bli skadd i en sykkelulykke enn andre syklister. <i>Kontrollert for hvor mange dager i uka det sykles og andre syklistegenskaper.</i> |
| Bjørnskau, 2005 (Norge) | Off-road sykling: Syklister som av og til sykler off-road har ca. 70% flere ulykker enn andre syklister (ulykkene omfatter alle ulykker, både på offentlig veg og off-road). <i>Kontrollerer for sykkelegenskaper og atferd.</i> |
| Thornley et al., 2008 (New Zealand) | Off-road sykling: Syklister som av og til sykler off-road har flere ulykker men ikke flere dager borte fra jobb enn andre syklister. <i>Kontrollert for bl.a. sykkelengde, alder, kjønn og atferdsindikatorer.</i> |

2.4 Ulykkestyper

Resultater fra en rekke ulike datakilder og studier tyder på at kollisjoner i gjennomsnitt er mer alvorlige for syklister enn eneulykker.

Eneulykker vs. kollisjoner

Å sammenligne skadegraden mellom ulike ulykkestyper er vanskelig fordi rapporteringsgraden er forskjellig i ulike ulykkestyper og for ulike skadegrader (se ovenfor). Tabell 5 viser andelen drepte og D/HS i sykkelulykker (eneulykker og kollisjoner med motorkjøretøy), basert på offisiell ulykkesstatistikk (2010-2014), både med og uten korrektur for underrapportering, samt oddsforhold for at syklisten er drept eller D/HS (vs. ikke drept eller D/HS) i kollisjoner (vs. eneulykker).

Tabell 5: Andeler drepte og D/HS i sykkelulykker, N viser totalt antall skadde/drepte i sykkelulykker (eneulykker og kollisjoner med motorkjøretøy; norske offisiell ulykkesstatistikk 2010-2014).

| | Originaldata | | | Med korrektur for underrapportering | | |
|--|--------------|---------|--------|-------------------------------------|---------|--------|
| | N | % Drept | % D/HS | N | % Drept | % D/HS |
| Eneulykke | 38 | 8,0 % | 30,9 % | 2681 | 0,1 % | 3,0 % |
| Kollisjon | 440 | 1,4 % | 11,5 % | 1392 | 0,4 % | 3,6 % |
| Oddsforhold (kollisjon)¹ | | -84 % | -71 % | | 286 % | 21 % |

¹Oddsforhold drept eller D/HS (vs. ikke drept eller D/HS) i kollisjoner (vs. eneulykker).

Tabell 5 viser at det avhenger av hvorvidt man tar hensyn til underrapportering om det er flere eller færre D/HS i eneulykker enn i kollisjoner. Ut fra tallene i tabell 5 er andelen drepte og D/HS, samt oddsen for å bli drept eller D/HS:

- Lavere i kollisjoner enn i eneulykker hvis man ikke tar hensyn til underrapportering
- Høyere i kollisjoner enn i eneulykker hvis man tar hensyn til underrapportering.

At andelen drepte er *høyere i kollisjoner* enn i eneulykker finner man også når man sammenligner andelen drepte i dødsulykker med sykkel med fordelingen av ulykkestypene blant syklister i undersøkelsen ved skadelegevakten i Oslo: Av alle drepte syklister i Norge i 2005-2013 ble 68% drept i kollisjoner, de fleste av dem i kollisjoner med personbil (36%) eller lastebil (22%; Statens vegvesen, 2014A). Av alle skadde syklister ved skadelegevakten (Melhuus et al., 2015) var det kun 30% som ble skadd i kollisjoner. Resultatene viser videre at andelen av alle skadde syklistene som er alvorlig skadd, er:

- 5,5% i kollisjoner
- 4,4% i eneulykker (6,2% når syklisten skled og 4,0 % i øvrige eneulykker som utgjør den største andelen av eneulykkene).

Høyere risiko for å bli drept i kollisjoner (vs. i eneulykker) ble også funnet i studier fra andre land som i varierende grad har tatt hensyn til underrapportering (Boufous et al., 2013; Cripton et al., 2015; Schepers et al., 2014A). Ifølge Schepers et al. (2014A) er det som regel mellom 5 og 30% av alle drepte syklister som er drept i eneulykker, mens det er mellom 60 og 69% av alle skadde syklister som er skadd i eneulykker.

Totalt sett tyder dermed resultatene på at syklister har høyere risiko for å bli drept eller hardt skadd i kollisjoner enn i eneulykker. Forklaringen er trolig at det er større farts- og energiforskjeller i kollisjoner med motorkjøretøy og at en del ulykker mellom syklister og motorkjøretøy medfører at syklisten blir overkjørt.

Ulike typer kollisjoner

Isaksson-Hellman & Werneke (2017) har undersøkt forekomsten og skadegraden i ulike typer kollisjoner med sykkel i Sverige 2005-2012. Resultatene viser at de fleste kollisjonene (78%) skjedde med kryssende kjøreretninger. Av alle kollisjonene i kryssende kjøreretninger skjedde de fleste (75%) i vegkryss og 25% ved avkjørsler. I 69% av kollisjonene hadde syklisten syklet på sykkelveg eller i sykkelfelt. Resultatene viser at syklistene i gjennomsnitt får mer alvorlige skader i kollisjoner som skjer i samme/motsatt kjøreretning enn i kryssende kjøreretninger, noe som i hovedsak kan forklares med at farten i gjennomsnitt her høyere på strekninger enn i kryss. Andelen ulykker hvor føreren av motorkjøretøyet sa at hun/han ikke hadde sett syklisten, var:

- 50% i ulykker med kryssende kjøreretninger
- 30% i ulykker med samme/motsatt kjøreretning.

2.5 Motpart i ulykken

Motparten i kollisjoner har stor betydning for skadeomfanget hos syklister. Kollisjoner med tunge kjøretøy er i gjennomsnitt langt med alvorlige enn kollisjoner med andre kjøretøy. I dødsulykker som er kollisjoner mellom en syklist og et motorkjøretøy, er det i de aller fleste tilfellene syklisten som blir drept og kun unntaksvis noen i motorkjøretøyet. I kollisjoner mellom en syklist og en fotgjenger er som regel fotgjengeren som blir mest alvorlig skadd.

Syklistenes skadeomfang i kollisjoner avhenger i stor grad av hvilken type kjøretøy/trafikanter syklister kolliderer med. Tabell 6 viser andelen drepte og D/HS syklister i ulykker med ulike motparter i Norge i 2007-2017. Andelen er basert på offisiell ulykkesstatistikk og det er ikke tatt hensyn til underrapportering. Alvorlighetsgraden i ulykkene er trolig likevel omtrent sammenlignbar mellom de ulike motpartene da det ikke er grunn til å tro at rapporteringsgraden skulle være forskjellig mellom kollisjoner med ulike typer motorkjøretøy.

Tabell 6: Andel drepte og D/HS i sykkelulykker med ulike motparter (norsk offisiell ulykkesstatistikk, 2007-2016).

| Motpart i sykkelulykker | Antall ulykker per år | Andel syklister drept | Andel syklister D/HS |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| Motorkjøretøy (alle) | 462,0 | 1,2 % | 11,3 % |
| Tungt kjøretøy (ikke buss) | 19,8 | 7,6 % | 29,8 % |
| Buss | 9,0 | 2,2 % | 11,1 % |
| Personbil | 395,0 | 0,8 % | 10,2 % |

Andelen av alle drepte syklister og av alle D/HS syklister i Norge i 2007-2016 som ble drept/skadd i kollisjoner med ulike typer motparter, er vist i tabell 7.

Tabell 7: Andelen av alle drepte syklister og av alle D/HS syklister i Norge i 2007-2016 som ble drept/skadd i kollisjoner med ulike typer motparter (norsk offisiell ulykkesstatistikk, 2007-2016).

| Motpart i sykkelulykker | Drepte syklister | D/HS syklister |
|---------------------------------------|------------------|----------------|
| Motorkjøretøy (alle) | 58,5 % | 67,7 % |
| Tunge kjøretøy (lastebiler og busser) | 18,1 % | 8,9 % |
| Tungt kjøretøy (lastebiler) | 16,0 % | 7,6 % |
| Buss | 2,1 % | 1,3 % |
| Personbil | 33,0 % | 52,3 % |
| Fotgjenger | 3,2 % | 1,6 % |

Motorkjøretøy som motpart: Tabell 7 viser at over halvparten av de drepte og ca. to tredjedeler av de D/HS syklister er drept/skadd i kollisjoner med motorkjøretøy hvorav personbiler er de mest vanlige. Blant alle syklister som ble drept i ulykker i Norge i 2005-2015 (116 syklister), var det ifølge rapportene fra Statens vegvesens ulykkesanalysegrupper (UAG) 75% (87 syklister) som ble drept i kollisjoner med andre trafikanter, hvorav 53% var personbiler og 25% var tunge kjøretøy (inkl. busser).

En studie av politirapporterte sykkelulykker i Queensland, Australia, i 2000-2008 (Schramm et al., 2010) viser at føreren av motorkjøretøyet har vært den skyldige part i 55,6% av kollisjonene med syklister og hadde begått trafikklovbrudd i 85,4% av kollisjonene med syklister. De mest typiske trafikklovbrudd var manglende overholdelse av vikeplikt, manglende bruk av blinklys, svingbevegelse ved møtende trafikk eller åpning av bildør. Når syklister var den skyldige part, hadde denne begått trafikklovbrudd i 28,1% av ulykkene. I de fleste ulykkene hvor syklister var den skyldige part, har uoppmerksomhet og/eller manglende erfaring bidratt til ulykkene. Andelen ulykker hvor føreren av motorkjøretøyet var den skyldige, varierer sterkt med syklisterens alder: Andelen er 80% i ulykker med syklister mellom 30 og 59 år, 35% i ulykker med syklister over 80 år og 20% i ulykker med syklister under 16 år. Dvs. at eldre syklister i større grad selv er ansvarlige for ulykker enn yngre (voksne) syklister.

Når syklister er innblandet i kollisjoner med motorkjøretøy, er risikoen for å bli drept langt større for syklisten enn for motparten. Analyser av dødsulykker i Norge i 2005-2015 viser at andelen av enhetene hvor noen ble drept, var:

- 11% når motparten av en syklist (de fleste av de omkomne var syklister som hadde kollidert med en annen syklist).
- 58% i kollisjoner med motorkjøretøy.

Når man kun ser på kollisjoner mellom en syklist og et motorkjøretøy, var andelen som ble drept:

- 86% blant syklistene som var innblandet i en kollisjon med et motorkjøretøy (N = 71)
- 5% blant motorkjøretøyene som var innblandet i en kollisjon med en syklist (og ingen andre motorkjøretøy) (N = 63; andelen viser andelen motorkjøretøy hvor minst én person i kjøretøyet ble drept).

Tunge kjøretøy som motpart: Tabell 6 viser at andelen drepte og D/HS syklister er langt høyere i kollisjoner med tunge kjøretøy enn i kollisjoner med andre motparter. Tabell 7 viser at over ca. 18% av de drepte og ca. 9% av de D/HS syklistene er drept/skadd i kollisjoner med tunge kjøretøy. Begge resultatene viser at tunge kjøretøy medfører langt høyere risiko for syklister enn andre motparter.

Høyere skaderisiko i sykkelulykker med tunge kjøretøy enn i andre sykkelulykker ble også funnet i andre studier. En dansk studie (Vavatsoulas et al., 2013) viser at syklister har 11,45 ganger så høy risiko for å bli drept i en ulykke med en lastebil enn i en ulykke med en personbil.

Blindsonerulykker: Blant syklistene i kollisjoner med biler eller lastebiler er det ifølge offisiell ulykkesstatistikk flere som er truffet av bilens/lastebilens høyre side (henholdsvis 17% og 33%) enn av bilens/lastebilens venstre side (henholdsvis 10% og 11%). Dette kan ha sammenheng med at biler, især lastebiler, har store blindsoner på den høyre siden. En typisk situasjon er når syklisten skal sykle rett fram i et kryss, mens et annet kjøretøy som befinner seg på syklistens venstre side, skal svinge til høyre uten å legge merke til (eller ta hensyn til) syklisten. Andelen ulykker hvor syklisten har vært i bilens blindsoner er anslått til omtrent 3,6% av alle kollisjoner med biler (i 2,6% av ulykkene på bilens høyre side og i 1,0% av ulykkene på bilens venstre side). Andelen kan være underestimert, både på grunn av manglende opplysninger om treffpunktet og fordi dette er en ulykkestype som ikke er en av kategoriene i offisiell ulykkesstatistikk, men er tilnærmet rekonstruert ut fra opplysninger om treffpunkt og ulykkestype.

Døryllykker: En ulykkestype som ikke er en egen kategori i offisiell ulykkesstatistikk, er døryllykker, dvs. når en syklist sykler på en dør på en parkert bil som åpnes mot vegen/sykkelfeltet («doorings» på engelsk). Slike ulykker utgjorde:

- 4,3% av alle sykkelulykkene i en spørreskjemaundersøkelse i Norge (Bjørnskau, 2005, Norge)
- 4,2% av alle kollisjonene med sykkel i en rapport av sykkelskader fra Oslo skadelegevakt (Melhuus et al., 2015, Norge)
- 3,1-8,4% av alle personskadeulykkene med sykkel i Victoria, Australia (Johnson et al., 2013, Australia)
- 27% av alle sykkelulykkene hvor et motorkjøretøy er innblandet (Teschke et al., 2014, Canada).

Døryllykker skjer typisk i sykkelfelt som er lagd tett inntil parkerende biler (Pai, 2011). Slike ulykker er i gjennomsnitt mer alvorlige enn andre ulykker (Boufous et al., 2012; Duthie et al., 2010; Mead et al., 2014). En studie fra Australia (Johnson et al., 2013) viste at en potensielt farlig situasjon med en åpen bildør oppsto for hver 477 parkerte biler som ble passert av syklister i en naturalistic cycling studie med videoanalyser.

Fotgjengere som motpart: Tabell 7 viser at kun 3,2% av de drepte syklister og 1,6% av de D/HS syklister er drept/skadd i kollisjoner med fotgjengere. Blant alle syklister som ble drept i ulykker i Norge i 2005-2015 (116 syklister), var det ifølge rapportene fra Statens vegvesens ulykkesanalysegrupper (UAG) 5% som ble drept i kollisjoner med fotgjengere. Skadegraden er vanskelig å sammenligne mellom kollisjoner med fotgjengere på grunn av underrapporteringen av mindre alvorlige skader.

Flere studier viser at det i sykkel-fotgjengerkollisjoner langt oftere er fotgjengeren som blir skadd enn syklisten. Vavatsoulas et al. (2013, Danmark) viser at risikoen for å bli drept er betydelig lavere for syklister i en ulykke med en fotgjenger enn i en ulykke med en personbil. Schramm et al. (2010, Australia) viser at syklisten var uskadd i halvparten av fotgjenger-syklist kollisjonene i Queensland, Australia, i 2000-2008, men kun 1,5% av fotgjengerne var uskadd. I to tredjedeler av ulykkene var syklisten den skyldige part. Tallene i tabell 6 tyder på at andelen drepte og D/HS syklister er høyere i kollisjoner med fotgjengere enn i kollisjoner med lette kjøretøy. Dette kan imidlertid være misvisende fordi man kan anta at rapporteringsgraden for ulykker mellom sykkel og fotgjenger er betydelig lavere enn for ulykker mellom sykkel og motorkjøretøy.

Blant dødsulykkene i Norge i 2005-2015 var det kun fire ulykker som var kollisjoner mellom en syklist og en fotgjenger. I to av disse var det fotgjengeren som ble drept, og i to av ulykkene var det syklisten som ble drept. Antallet ulykker er for lite for å kunne si noe om hvem som har høyere risiko for å bli drept.

Syklister som motpart i ulykker: Blant alle syklister som ble drept i ulykker i Norge i 2005-2015 (116 syklister), var det ifølge rapportene fra Statens vegvesens ulykkesanalysegrupper (UAG) 11% som ble drept i kollisjoner med andre syklister.

2.6 Typiske skader i sykkelulykker

De mest typiske skadene som syklister pådrar seg i ulykker, er skader på armer og ben. Nakkeskader er i gjennomsnitt mer alvorlige enn andre skader, mens skader på hode og armer i gjennomsnitt er mindre alvorlige. Hodeskader er likevel sterkt overrepresentert blant de mest alvorlige skadene og de fleste syklister som er drept i ulykker, har fått alvorlige hodeskader.

En studie som er gjennomført ved skadelegevakten i Oslo (Melhuus et al., 2015) viser at de mest typiske skadene blant skadde syklister over 12 år er skader på armene (51%), fulgt av skader på ben (20%), hode (18%), overkropp (9%) og nakke (2%). For hver syklist er det kun registrert én type skade (trolig den mest alvorlige). Den totale forekomsten av de respektive skadene kan derfor være høyere. Resultatene ligner på resultatene av en tysk studie med dybdeanalyser av et stort antall ulykker (Otte et al., 2012). I denne studien hadde de fleste skader på ben/føtter (63%), fulgt av skader på armene (46%), hode (36%), bryst (24%), bekken (14%), underliv (6%) og nakke (5%). Her kan det være registrert flere skader per syklist.

Studien fra Oslo viser videre at andelen alvorlige skader er størst blant nakkeskadene, fulgt av skadene på overkroppen, og minst blant skader på hode eller armene. Av ulike typer skader er bruddskader de mest vanlige (34%) fulgt av kontusjon (27%), sår (18%) og forstuing (12%). Luksasjoner (ut av ledd) er forholdsvis sjeldne (4%) men blant disse er andelen alvorlige skader høyere (20%) enn blant alle andre typer skader (blant øvrige skader er brudd den skadetyper med flest alvorlige skader; andelen er 9%).

At hodeskader ikke er blant skadene med størst andel alvorlige skader, betyr ikke at hodeskader ikke kan være meget alvorlige. En italiensk studie viser at hodeskader utgjør omtrent to tredjedeler (65%) av alle dødelige skadene blant syklister, mens skader på armer og ben utgjør omtrent to tredjedeler (64%) av ikke-dødelige skader (Firas et al., 2016). Ingen av syklisterne i denne studien hadde brukt hjelm. Også analyser av ulykkesdatabaser fra åtte europeiske land (Aarts et al., 2016) viser at hodeskader er sterkt overrepresentert blant de mest alvorlige skadene som syklister pådrar seg i ulykker. Dette gjelder alle typer syklister i alle typer ulykker. En svensk studie viser at 82% av alle syklister som døde i trafikkuulykker, hadde minst én alvorlig hodeskade (Ekström & Linder, 2017). For øvrig er det forskjeller mellom ulike typer ulykker og syklister. Mindre alvorlige skader er typisk skader på ben og hofta og disse oppstår ofte i eneulykker. Hoftebrudd er mest typisk blant eldre syklister, mens brudd i armer og håndledd er mer typiske blant yngre syklister. Skader på overkroppen er mest typiske i ulykker hvor syklisten blir truffet i siden av et motorkjøretøy.

2.7 Safety in Numbers

Når antall syklister øker, kan (hvis alt annet er likt) også antall sykkelulykker forventes å øke. Økningen i antall sykkelulykker er imidlertid som regel betydelig mindre enn økningen av antall syklister. I gjennomsnitt medfører en dobling av antall syklister kun en økning av antall sykkelulykker på omtrent 40%. Dette er den såkalte «Safety in Numbers» (SiN) effekt. En mulig forklaring er at andre trafikanter er mer oppmerksomme på syklister når det finnes mange av dem enn når det finnes få. En annen mulig forklaring er at samhandlingen mellom syklister og andre trafikanter blir bedre (læringseffekt). En hypotese om at syklister som kommer sent inn i syklisterpopulasjonen er «sikrere» syklister, får ikke empirisk støtte. Tvert imot tyder resultater fra empiriske studier på at slike syklister viser mer risikofølelse enn mer erfarne syklister. At byer/områder med mange syklister i gjennomsnitt har bedre infrastruktur for syklister kan også bidra til SiN-effekten.

Et hovedmål i den nasjonale sykkelstrategien i Norge er at sykkeltrafikk utgjør 8% av alle reiser innen 2023 (Statens vegvesen, 2012). Den nasjonale sykkelstrategien er en del av nasjonal transportplan (NTP). På denne bakgrunnen er det anslått at sykkelandelen i byer og tettsteder må minst dobles. Et vanlig argument mot et skifte fra motorisert til ikke-motorisert transport er bekymringen for en potensiell økning i antall ulykker, siden både syklister og fotgjengere har høyere risiko per reiste kilometer enn bilister (Bjørnskau, 2015). Et vanlig motargument mot denne bekymringen er Safety in Numbers (SiN). SiN innebærer at sammenhengen mellom omfanget av sykkeltrafikk og antall ulykker er ikke-linear (Elvik, 2009). Det betyr at når omfanget av en aktivitet øker, for eksempel omfanget av sykling, øker antall sykkelulykker mindre enn proporsjonalt med trafikken, dvs. at risikoen for den enkelte syklist reduseres. Et annet motargument kan være at syklister (og fotgjengere) utsetter andre trafikanter i langt mindre grad for risiko enn bilister. Et tredje motargument er at de positive helseeffekter ved sykling er større enn de negative ulykkeseffektene.

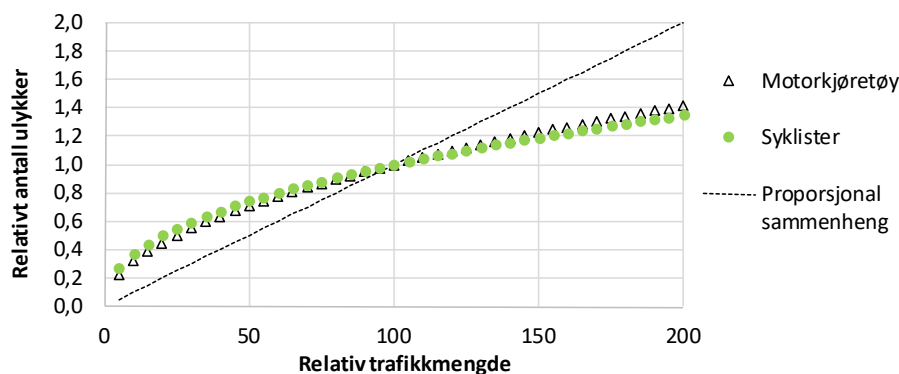
Mulige forklaringer på SiN

Økt antall syklister kan som regel (hvis alt annet er likt) forventes å medføre en økning av antall sykkelulykker, men som følge av SiN-effekten vil antall sykkelulykker som regel øke mindre enn antall syklister. Selv om fenomenet SiN er rimelig godt dokumentert i et stort antall empiriske studier (jf. Elvik & Bjørnskau, 2017; Fyhri et al., 2016), er de virksomme mekanismene bak i stor grad udokumentert. Man kan tenke seg i hvert fall fire ulike mekanismer som hver for seg eller sammen kan forklare SiN:

1. **Oppmerksomhetseffekt:** Jo flere syklister det er i trafikken, desto mer er andre trafikanter, især bilister, oppmerksomme på syklistene.
2. **Læringseffekt:** Jo flere syklister det er i trafikken, desto flere «møter» blir det mellom syklister og bilister, noe som kan føre til bedre samhandling og dermed lavere risiko for ulykker (Bjørnskau, 2007).
3. **Syklisteffekt:** Det finnes generelle forskjeller mellom syklistene som kommer tidlig inn i syklistpopulasjonen og dem som kommer inn sent. Sistnevnte kan tenkes å være mer forsiktige enn de som var tidlig ute og dermed bidra til at gjennomsnittsrisikoen for syklister reduseres.
4. **Infrastruktureffekten:** I studier som sammenlignet antall syklister og sykkelulykker mellom områder eller byer, kan forskjeller i infrastrukturen bidra til SiN. I områder/byer hvor det i stor grad er tilrettelagt for sykling, kan infrastrukturen bidra både til at det er mange som sykler og at ulykkesrisikoen er lav.

Empiriske studier av SiN

Antall syklister og kollisjoner med motorkjøretøy: Ifølge en metaanalyse av studier som har undersøkt SiN-effekten for ulykker mellom syklister og motorkjøretøy (Elvik & Bjørnskau, 2017), er sammenhengen mellom trafikkmengde og antall kollisjoner mellom motorkjøretøy og sykkel som vist i figur 4.



Figur 4: Sammenhengen mellom trafikkmengde og antall kollisjoner mellom motorkjøretøy og sykkel (Elvik & Bjørnskau, 2017).

Studien er basert på 25 regresjonskoeffisienter for trafikkmengden med motorkjøretøy og 15 regresjonskoeffisienter for antall syklister. Som figuren viser medfører en dobling av antall syklister i gjennomsnitt en økning av antall sykkelulykker på 35% mens en dobling av antall motorkjøretøy i gjennomsnitt medfører en økning av antall sykkelulykker på 41%. Kaplan og Prato (2015) har undersøkt effekten av økt antall biler og økt antall tunge kjøretøy. Resultatene viser at kun antall biler har en ikke-lineær sammenheng med antall sykkelulykker, mens sammenhengen mellom antall tunge kjøretøy og antall sykkelulykker ikke er signifikant forskjellig fra lineær.

Effekten av økt sykling avhenger også av hvorvidt biltrafikken reduseres samtidig som syklingen øker. Dersom økt sykling skjer på bekostning av bilkjøring (flere sykler istedenfor å kjøre bil), er økningen av antall sykkelulykker mindre enn hvis bilkjøringen ikke reduseres. De fleste studiene som ligger til grunn for resultatene, er basert på ulykker i enkelte kryss, men det er ingen systematiske forskjeller mellom resultater som gjelder ulykker i enkelte kryss og resultater som gjelder ulykker i større områder.

Antall syklister og ulykker: En nederlandsk studie viser at økt syklist medfører lavere risiko for ulykker (Schepers, 2012). Dette gjelder både for antall sykkelkilometer i nederlandske byer og sykkelmengden for individuelle syklister. En dobling av det totale sykkelomfanget i en by medfører ifølge denne studien en økning av antall lett skadde syklister på 74% og en økning av antall drepte syklister på 43%. For den enkelte syklist medfører en dobling av det årlige antall sykkelkilometer en økning av risikoen for å bli skadd i en ulykke på 55%. Effekten av det totale sykkelomfang i en by kan delvis skyldes at byer med mange syklister har mer og bedre (sikrere) sykkelinfrastruktur. En annen forklaring kan være at syklister i slike byer i gjennomsnitt sykler mer og dermed er mer erfarne og fysisk bedre i form (Schepers, 2012).

Forklaringer på SiN: For å finne mulige forklaringer på SiN-effekten har Fyhri et al. (2016) undersøkt sesongvariasjonen i sykkelulykker i Norge, Sverige og Danmark. Resultatene viser at økende antall syklister i løpet av våren og sommeren medfører en nedgang av tilfellene hvor syklister ble oversett av bilister og konflikter mellom syklister og bilister. Dette kan tyde på at bilister blir mer oppmerksomme på syklister jo flere syklister som finnes i trafikken. Antall konflikter mellom syklister og bilister går ned, men nedgangen er ikke konsistent over tid, og oppleves ulikt av syklister og andre trafikanter. Antall situasjoner hvor en bilfører eller fotgjenger blir overrasket av en syklist, er likevel uendret i løpet av hele sesongen. En mulig forklaring på sistnevnte kan være den ofte noe uberegnelige atferden til typiske «sommersyklister» og brukerne av bysykkelordningen (som bl.a. langt oftere enn andre sykler på fortau). Andelen syklister som er uerfarne og viser risikabelt sykkelatferd har i den samme studien vist seg å øke når det totale antall syklister øker om sommeren. Bl.a. er det en høyere andel som sykler mot rødt når det er mange syklister.

En analyse av ulykkesdata viser videre at andelen sykkelulykker som er kollisjoner, er høyere jo færre som sykler i løpet av året (andelen kollisjoner er 28% i desember vs. 10% i juli). Dette kan også tolkes som en indikasjon på SiN. En alternativ forklaring kan være at det oftere er mørkt når det er få syklister, noe som kan bidra til økt risiko for kollisjoner.

I forhold til de mulige forklaringene på SiN, betyr resultatene følgende:

1. **Oppmerksomhetseffekten:** Resultatene støtter hypotesen om at SiN beror på at andre trafikanter er mer oppmerksomme på syklister når det finnes mange av dem.
2. **Læringseffekten:** Resultatene støtter delvis hypotesen om at SiN beror på bedre interaksjoner mellom syklister og motorkjøretøy.
3. **Syklistereffekten:** Resultatene viser motsatt effekt da de tyder på at typiske «sommersyklister» i gjennomsnitt viser mer risikoatferd. Dette støttes også av andre studier (Høye & Hesjevoll, 2016).
4. **Infrastruktureffekten:** Denne effekten er ikke direkte relevant for studiene som er oppsummert ovenfor. Marshall og Garrick (2011) viser imidlertid at både ett finmasket gatenettverk og lav fart i trafikken har sammenheng med både mange syklister og lav ulykkesrisiko for syklister, noe som støtter hypotesen om infrastruktureffekten.

Faktorer som påvirker størrelsen til SiN-effekten: Elvik (2017) har med hjelp av meta-analyse undersøkt ulike faktorer som kan bidra til størrelsen til SiN-effekten. Resultatene viser følgende:

- SiN-effekten er *mindre*, jo flere syklistere det er i trafikken. Dette gjelder imidlertid kun når man sammenligner effekten mellom ulike studier eller områder. Hvordan SiN utvikler seg over tid når antall syklistere øker, er ikke undersøkt.
- Sammenhengen mellom SiN på den ene siden og forholdet mellom antall motorkjøretøy og antall syklistere på den andre siden, er uklar. Hypotesen var at SiN-effekten ville bli mindre når det er mange motorkjøretøy i forhold til antall syklistere.
- Når en stor andel av syklisterne er uerfarne, kan SiN-effekten tenkes å være mindre enn når de fleste syklistere er erfarne, men dette var det ikke mulig å undersøke.
- Når sykkeltrafikken i stor grad foregår på separat sykkelinfrastruktur, kan SiN-effekten tenkes å være større enn når det er mye blandet trafikk, men dette var det heller ikke mulig å undersøke empirisk.

En dansk studie viser videre at SiN-effekten er større for ulykker med drepte eller hardt skadde syklistere enn for mindre alvorlige sykkelulykker (Kaplan og Prato, 2015).

Sykelomfang og totalt antall ulykker, skadde og drepte: Det totale antall ulykker, skadde og drepte i trafikken avhenger ikke bare av risikoen som hver enkel trafikant har som følge av sitt eget valg av transportmiddel, men også av risikoen transportmiddelvalget påfører andre trafikanter. Eksempelvis vil en person som kjører bil, få økt risiko ved bytte til sykkel, men samtidig vil vedkommende utsette andre trafikanter for langt mindre risiko (Schepers et al., 2014).

2.8 Nytte og kostnader ved (økt) sykling

Kostnadene som er forbundet med å øke andelen som sykler, avhenger i stor grad av hvorvidt og hvordan infrastrukturen legger til rette for sykling. Indirekte kostnader og ulemper for andre trafikanter kan oppstå dersom tilretteleggingen for syklistere går på bekostning av f.eks. biltrafikk og gateparkering (noe som ofte er en del av planen for å øke sykkelomfanget). På den andre siden er det direkte og indirekte kostnadsbesparelser for de enkelte trafikanter som sykler. Sykling for de fleste er betydelig billigere enn å kjøre bil og trolig også billigere enn å reise kollektivt. Videre medfører sykling store helsegevinster, især dersom det erstatter bilkjøring.

Forholdet mellom nytte og kostnader ved tiltak for økt sykling er undersøkt i en rekke studier som alle konkluderer med at økt sykling medfører betydelig større nytte enn kostnader. Deenihan og Caulfield (2014; Irland) har estimert at byggingen av en ny sykkelrute inn mot Dublin ville ha mellom to og 12 ganger større nytte enn kostnader. Den viktigste nyttekomponenten er helsegevinster for syklisterne. Davis (2010) har oppsummert flere nytte-kostnadsanalyser av ny sykkelinfrastruktur fra Storbritannia. I gjennomsnitt viser studiene at nytten er omtrent 19 ganger så stor som kostnadene. Sælensminde (2004; Norge) har estimert at investeringer i et sammenhengende sykkelnettverk har omtrent 4-5 ganger så stor nytte som kostnader. Nyttene omfatter bl.a. helsegevinster for syklisterne, samt redusert luftforurensning og støy. Gotschi (2011; USA) viser at sparte utgiftene for helsevesenet kan være opptil dobbelt så stor som investeringer i infrastruktur for syklistere som følge av helsegevinsten ved sykling. Tar man i tillegg hensyn til verdsettingen av statistiske liv, kan nytten ved sykkelinfrastruktur være betydelig høyere enn kostnadene.

Flere studier har også vist at helsegevinsten ved sykling (istedenfor å kjøre bil) er større enn de helsemessige ulempene, uten at dette er omregnet til økonomiske effekter. Rojas-Rueda et al. (2011; Spania) viser at syklister har 77 ganger lavere sjanse for å dø som følge av syklingen enn bilister som følge av bilkjøringen, medregnet effekter av trafikkulykker, luftforurensning og helseeffekter av fysisk aktivitet. de Hartog et al. (2010; Nederland) viser at skifte fra bil til sykkel for daglige reiser i gjennomsnitt medfører 3-14 flere leveår som følge av bedre helse og kun 5-9 tapte levedager som følge av ulykker og 0,8 til 40 tapte levedager som følge av luftforurensning. Lindsay et al. (2011; New Zealand) viser at dersom 5% av alle bilreisene ville erstattes med sykkelreiser, ville dette medføre 116 unngåtte dødsfall som følge av helsegevinsten og omtrent fem flere drepte syklister i trafikkulykker.

3 Infrastrukturiltak for syklister

Dette kapitlet er en langversjon av kapittel 1.1 i Trafikksikkerhetshåndboken.

3.1 Problem og formål

I «Nasjonal sykkelstrategi» for 2014-2023 (Statens vegvesen, 2012) er det som målsetning blitt foreslått at sykkeltrafikken i Norge skal utgjøre minst 8% av alle reiser innen 2023. I byer og tettsteder skal sykkeltrafikken minst dobles, sykkelandelen i byene skal være på 10-20%. Andelen barn og unge som går eller sykler til og fra skole skal være minst 80%. Det er ikke spesifisert om målene gjelder gjennomsnittet for hele året, kun om sommeren eller om andelen skal være minst like høy i alle årstidene.

Infrastrukturtiltak for syklister på strekninger og i kryss har som formål å gjøre det sikrere, tryggere og mer effektivt å sykle. Dette gjelder især for et sammenhengende sykkelvegnett, men også for enkelte løsninger på strekninger og i kryss, samt for andre vegegenskaper som kan gjøre det attraktivt (eller uattraktivt) å sykle. Dermed skal andelen reiser som gjøres med sykkel istedenfor med andre transportmidler (især bil) øke.

Faktorer som er relatert til drift av sykkelanlegg, inkludert vinterdrift, er beskrevet i kapittel 4 av rapporten (kapittel 2.7 i Trafikksikkerhetshåndboken).

Dødsulykker med sykkel i Norge

Vegrelaterte feil bidratt til omtrent to tredjedeler av dødsulykker med sykkel i Norge og manglende tilrettelegging har bidratt minst til hver tiende dødsulykke med sykkel.

Statens vegvesen (2014) har undersøkt dødsulykker med syklister i Norge. De følgende vegrelaterte faktorene har bidratt til ulykkene (i parentes vises andelen av dødsulykkene med sykkel hvor de enkelte faktorene har bidratt):

- Utforming av avkjørsel, kryss eller annen krysning av hovedveg (36%)
- Sikthinder (31%)
- Mangelfullt tilbud for syklende (11%)
- Farlig sideterreng (10%)
- Hull, ujevnheter, grus mv. i vegbanen (7%)
- Utforming av anlegg for sykkel på strekning (4%).

Til sammen har vegrelaterte feil bidratt til 68% av dødsulykker med sykkel, i hovedsak kryssutforming og sikthindre. I 11% av ulykkene har UAG vurdert at ulykken muligens kunne ha vært unngått eller fått mindre alvorlig utfall dersom tilretteleggingen for sykling hadde vært bedre. Et typisk problem som følger av manglende tilrettelegging for syklister er at syklistenes atferd ofte er uforutsigbar for andre trafikanter, f.eks. når syklister skifter mellom veg og fortau (Bjørnskau et al., 2012).

Sykling og sykkelulykker på strekninger

De fleste syklister blir skadd i kryss, men ulykker på strekninger er i gjennomsnitt mer alvorlige enn andre ulykker, noe som kan forklares med at farten som regel er høyere. En typisk konfliktsituasjon på strekninger er forbikjøringer (bil kjører forbi syklist med for lite avstand). De mest typiske ulykkene på strekninger er møteulykker og påkjøring bakfra. Dette er samtidig de mest alvorligste ulykker på strekninger.

Skaderisiko på strekninger: Av alle syklister som ble skadd i ulykker i Norge i 2010-2014, ble 35% skadd på strekninger. Av alle drepte syklister ble 55% drept på strekninger. Andelen D/HS av alle skadde/drepte er høyere i ulykker på strekninger (16,0%) enn i kryss (11,0%). Andelen drepte av alle skadde/drepte er 2,6% på strekninger og 0,9% i kryss. Dette viser at ulykker på strekninger i gjennomsnitt er mer alvorlige enn ulykker i kryss. Oddsene for å bli D/HS i en ulykke (istedenfor å bli lettere skadd) er 54% høyere på strekninger enn i kryss. Dette har trolig sammenheng med at farten som regel er høyere på strekninger enn i kryss.

De mest typiske sykkelulykkene på strekninger i Norge er møteulykker og påkjøring bakfra som utgjør henholdsvis 19% og 10% av alle politirapporterte sykkelulykker på strekninger i Norge i 2005-2014 (ikke medregnet eneulykker). Disse ulykkestypene er også de mest alvorlige på strekninger med 15% av alle skadde og drepte som er D/HS.

Konfliktpotensial ved forbikjøringer: Potensialet for konflikter mellom syklister og andre trafikanter på strekninger avhenger i stor grad av sykkelløsningen. Den mest typiske situasjonen på strekninger som kan føre til ulykker og som er et av de største samspillsproblemene i trafikken, er når biler passerer med for lite avstand (Høye et al., 2015).

Resultatene fra studier som har undersøkt hvilken avstand motorkjøretøy holder til syklister under forbikjøringer er sprikende. En litteraturstudie (Haworth & Schramm, 2014) viser at selv om den gjennomsnittlige forbikjøringsavstand kan være over det som er et minimum ifølge vegtrafikkloven, er det mange som holder for lite avstand. Forbikjøringsavstanden er som regel større:

- På veger med bredere kjørefelt
- På veger uten sykkelfelt (men dette avhenger av bl.a. sykkelfeltbredde og gateparkering; jf. avsnitt 3.3.3)
- På veger med høyere fartsgrense
- Når biler kjører forbi enn når tunge kjøretøy kjører forbi.

En litteraturstudie som er gjort av Høye et al. (2014) viser at det er følgende faktorer som har sammenheng med for lite forbikjøringsavstand:

- Manglende kunnskap og dårlige vaner blant bilister
- Aggresjon og irritasjon blant bilister
- Unge og menn som bilførere
- Opplevd aggresjon fra syklister (det er imidlertid ikke klart om bilistenes aggresjon utløser eller er en følge av aggresjon fra syklister)
- Tunge kjøretøy
- Stor trafikkmengde.

Sykling og sykkelulykker i kryss

Nesten halvparten av alle syklister som blir skadd i ulykker i Norge, blir skadd i kryss. Kryssulykker er i gjennomsnitt mindre alvorlige enn ulykker på strekninger. Typiske konflikter og ulykker i kryss er ulykker/konflikter mellom syklister og høyresvingende motorkjøretøy i samme retning eller møtende venstresvingende kjøretøy.

Skaderisiko i kryss: I kryss kan syklister komme i konflikt med andre syklister, motorkjøretøy og fotgjengere, både i samme, møtende og kryssende kjøreretning. Dette gjelder for alle typer sykkelløsninger, unntatt planskilte overganger for syklister, som kun medfører konfliktpotensial sykklistene imellom og ev. mellom syklister og fotgjengere. Utforming av avkjørsler, kryss eller annen kryssninger av hovedveg har ifølge Statens vegvesen (2014) bidratt til 36% av dødsulykkene med sykkel i Norge i 2005-2012. Dette tyder på at utformingen av kryss og avkjørsler bidrar til de fleste ulykkene som skjer i kryss og avkjørsler. Av alle dødsulykkene med sykkel som skjedde i Norge i 2005-2012, skjedde 36% i kryss og 8% i avkjørsler.

Av alle skadde syklister i Norge i 2010-2014 ble 44% skadd i kryss. Av alle drepte syklister ble 23% drept i kryss. Andelen D/HS av alle skadde/drepte er lavere i ulykker i kryss (11,0%) enn på strekninger (16,0%). Andelen drepte av alle skadde/drepte er 2,6% på strekninger og 0,9% i kryss. Dette viser at ulykker i kryss i gjennomsnitt er mindre alvorlige enn ulykker i kryss (se ovenfor under Sykling og ulykker på strekninger). Dette ble også funnet i studien til Theofilatos et al. (2012, Hellas). Studien viser at risikoen for å bli alvorlig skadd eller drept (istedenfor lettere skadd) er 44% lavere (-51; -36) i kryss enn på strekninger i urbane områder.

Også av konfliktene og nesten-ulykkene mellom syklister og motorkjøretøy skjer de fleste i kryss. Dette viser bl.a. «naturalistic cycling» studier som er gjort i Sverige og Australia (Dozza & Werneke, 2014; Johnson et al., 2010) og en oversikt over sykkelulykker i Storbritannia (DfT, 2014).

Ulykkestyper i kryss: De mest vanlige ulykkestypene i kryss er ifølge norsk offisiell ulykkesstatistikk (2005-2014):

- Ulykker med kryssende kjøreretninger (26% av alle skadde/drepte syklister)
- Venstresving foran kjørende i motsatt retning (14% av alle skadde/drepte syklister).

En studie fra Storbritannia viser at en stor andel av sykkelulykkene i kryss skjer mellom en syklist som skulle rett fram og et kjøretøy som skulle svinge til høyre eller venstre (DfT, 2014). Situasjoner mellom syklister og høyresvingende kjøretøy i samme retning (eller venstresvingende i land med venstrettrafikk) er også blant de mest vanlige konfliktene mellom syklister og motorkjøretøy i kryss (Johnson et al., 2014, Australia; Beck et al., 2016, Australia). Sett fra sykklistenes perspektiv er de største sikkerhetsproblemene for syklister at biler ikke bruker blinklys, ikke overholder vikeplikten, eller kjører ut i vegen foran syklisten. Dette viser en spørreundersøkelse blant syklister i Norge (Fyhri et al., 2012).

Fortaussykling

Fortaussykling medfører stort konfliktpotensial mellom syklister og fotgjengere og motorkjøretøy, samt sykklistene imellom.

Fortau er ment for fotgjengere men i Norge er det likevel lov å sykle på fortauet. I de fleste andre land er dette ikke lov. F.eks. i Tyskland må barn under åtte år sykle på fortov (eller sykkelveg, men ikke på vegen eller i sykkelfelt), mens barn under 10 år kan sykle på fortauet. Voksne over 15 år kan sykle sammen med barn opptil åtte år på fortauet. Sykling på fortov må skje i gangfart og ved kryssing av veger må sykkelistene gå av sykkelen.

Konflikter og ulykker med syklister på fortov kan oppstå sykkelistene imellom, mellom syklist og fotgjenger, samt mellom syklist og motorkjøretøy ved kryss eller når syklister skifter mellom fortov og veg. Syklister som skifter mellom veg og fortov oppleves i Norge som en av de største kildene til irritasjon blant bilister (Fyhri et al., 2012).

En viktig faktor som bidrar til konflikter og ulykker i forbindelse med fortaussykling, er at sykkelistenes atferd på fortov ofte er uforutsigbart for andre trafikanter (både for fotgjengere, bilister og andre syklister). En av grunnene er at sykkelistene ofte har høy fart. En annen grunn er at andre trafikanter ofte ikke forventer og ser etter syklister på fortauet, især når sykkelistene benytter fortauet på venstre side av vegen. På fortauet kan det også oppstå konflikter (især mellom syklister) fordi syklister ikke nødvendigvis sykler på høyre side av fortauet. I tillegg gjør fotgjengere ofte uforutsigbare retningsendringer, noe som også kan føre til konflikter og ulykker med syklister. I kollisjoner mellom syklister og fotgjengere er det som regel fotgjengeren som blir skadet (Trevelyan & Morgan, 1993; Storbritannia).

En generell ulempe med at det er lov å sykle på fortov, er at dette kan føre til en mindre grad av tilrettelegging for syklister i form av sykkelfelt eller -veg, noe som kan føre til opplevde «hull» i sykkelvegnettet og flaskehalsar med dårlig framkommelighet for sykkelistene.

Siktforhold

Mange sykkelulykker skjer fordi syklister blir oversett av andre trafikanter. Vegutformingen og sykkelanlegg kan bidra til hvor lett det er for andre trafikanter å oppdage syklister.

En typisk faktor som bidrar til mange kollisjoner med syklister, er at syklister blir oversett av andre trafikanter. Aarts et al. (2016) viser i en studie av ulykkesregistre fra åtte europeiske land at omtrent halvparten av alvorlige sykkelulykker skyldes at en av de innblandede ikke hadde sett den andre. Det finnes mange faktorer som påvirker hvor lett det er å oppdage (eller å overse) syklister. Vegutforming kan bidra til hvor synlige syklister er i trafikken. Eksempler er tilbaketrukket sykkelveg i kryss og sykkelfelt i rundkjøringer som ofte gjør at sykkelistene sykler der hvor bilister ikke ser etter andre trafikanter. Andre eksempler er sikhindre og kurver som kan føre til at syklister er lite synlige. På den andre siden finnes en rekke sykkelløsninger som har som formål å gjøre syklister mer synlige som framskutt stopplinje og sykkelboks i signalregulerte kryss. Vegbelysning kan gjøre det lettere å oppdage syklister i mørke.

Oversikten over faktorene som bidrar til dødsulykker med sykkel (Statens vegvesen, 2014A), viser at vegutformingen i stor grad bidrar til ulykker og at sikhindringer har bidratt til 31% av ulykkene. Et generelt problem med sykkelinfrastruktur er at denne, selv om det er definert siktforhold for GS-veger og sykkelveger i de aktuelle vegnormalene og i sykkelhåndboka (Statens vegvesen, 2013), stort sett er anlagt uten bestemte krav til siktstrekninger, kurvatur mv. og at siktforholdene og vegutformingen for øvrig ofte i liten grad er tilpasset syklister (Bjørnskau, 2005).

3.2 Beskrivelse av tiltaket

Dette avsnittet gir en generell oversikt over ulike typer infrastrukturtiltak for syklister. Enkelte tiltak hvor det foreligger informasjon om virkning på ulykkene, er i mer detalj beskrevet i avsnitt 3.3.

Generelle vegegenskaper

Sykkelykker og ulykkenes alvorlighet har sammenheng med en rekke generelle vegegenskaper som fartsgrense, antall kjørefelt, vegens linjeføring og vegbelysning. Slike vegegenskaper kan påvirke ulykker mellom motorkjøretøy og syklister bl.a. ved å påvirke motorkjøretøyenes fart, avstand under forbikjøringer og hvorvidt førere av motorkjøretøy legger merke til syklister. Også trikkeskinner på vegen og tunneler kan påvirke syklistenes ulykkesrisiko, avhengig av utformingen.

Strekningstiltak

Løsninger for sykkeltrafikk på strekninger kan ifølge Statens vegvesen (2013) deles inn i blandet trafikk, sykkelfelt og veger for gående og syklende. Kriterier for valg av strekningstiltak er nærmere beskrevet i Statens vegvesen (2013). De anbefalte forutsetningene for de enkelte typer sykkelløsning kan sammenfattes på følgende måte:

- **Blandet trafikk:** Stille gater med lav trafikkmengde og lav fart.
- **Sykkelfelt:** Tettbygde strøk med middels trafikkmengde og middels fart
- **Gang- og sykkelveg (GS-veg):** Høy trafikkmengde, høy fart eller utenfor tett bebyggelse
- **Sykkelveg:** Høy trafikkmengde, høy fart eller utenfor tett bebyggelse.

I tillegg finnes en rekke spesialløsninger for syklister som sykkelekspressveg, sykkelgate og midtstilt kjørefelt med brede vegskuldre. En gjennomgang av anbefalte sykkelløsninger ved ulike trafikkmengder og fart i sykkelhåndbøker fra Norge, Danmark, Sverige, Nederland, England, Tyskland og USA viser at de norske anbefalinger ligner de utenlandske anbefalinger. Imidlertid anbefaler den norske sykkelhåndboka sykkelveg og -felt ved høyere trafikkmengde enn de utenlandske håndbøkene.

Sykkelfelt: Et sykkelfelt er et kjørefelt i kjørebanelen som ved offentlig trafikkskilt og vegoppmerking er bestemt for syklende. Sykkelhåndboka (Statens vegvesen, 2013) beskriver kriterier for skilting, oppmerking, veg- og sykkelfeltbredder, utforming ved bussholdeplasser, i kollektivfelt og på veger med gateparkering eller varelevering. Sykkelfelt anbefales i Norge framfor blandet trafikk på veger med fartsgrense 50 km/t, og på veger med lavere fartsgrense hvis det er mye biltrafikk. Syklende i sykkelfelt må rette seg etter trafikkreglene for motorkjøretøy.

En spesiell problemstilling i forbindelse med sykkelfelt er avstanden til parkerte biler. Er denne for liten, øker risikoen for dødsulykker (såkalte «doorings»), dvs. at syklister sykler på åpne bildører. Sikkerhetssonen mellom sykkelfelt og parkerte biler skal i Norge være minst 0,5 meter. Åpne bildører bruker opp til 1,2 meter fra den parkerte bilen, noe som gjør at syklister i sykkelfelt ofte er i «dørsonen», selv om de sykler i midten av sykkelfeltet eller innerst mot kjørefeltet for motorkjøretøy (Pai, 2011).

Sykkelveg: En sykkelveg er en veg som ved offentlig trafikkskilt er bestemt for syklende. Sykkelveg bør være 2-4 meter bred og kan brukes av syklende i begge kjøreretninger (hvis ikke annet er skiltet). Syklende kan likevel benytte fortauet (eller kjørebane), mens fotgjengerne kan benytte en sykkelveg når det ikke er mulig eller rimelig å benytte fortauet. I andre land er sykkelveger som regel forbeholdt syklende og ofte også obligatoriske å bruke. Sykkelveg er skilt fra fortau eller gangbane med kantstein eller vegoppmerking.

GS-veg: En GS-veg er en veg som ved offentlig trafikkskilt er bestemt for kombinert gang- og sykkeltrafikk og som er fysisk skilt fra bilveg med gressplen, grøft, gjerde, kantstein eller på annen måte. GS-veg anlegges mest mulig sammenhengende på den siden av vegen som har mest gang- og sykkeltrafikk, men kan også anlegges på begge sidene av vegen.

GS-veg og sykkelveg anbefales i Norge utenfor tettbygd strøk på veger med få kryss og høy fart for motorisert trafikk, samt i byområder i parker, langs vassdrag, og som snarveg til skoler mv. Når det er mange syklende og/eller gående anbefales sykkelveg med fortau istedenfor GS-veg.

Fortau: Fortau er ikke en sykkelløsning, men siden det lov å sykle på fortauet er også studier som omhandler fortaussykling omtalt i dette kapitlet.

Sykkelekspressveg: En høystandardsykkelveg eller sykkelekspressveg er forbeholdt syklister og tilrettelagt for rask (opptil 40 km/t) og direkte sykling over lengre avstander (5-20 km) mellom relevante mål (boligområder, konsentrasjoner av arbeidsplasser og videregående skoler samt kollektivtrafikkknutepunkter). Kravene til sykkelekspressveger omfatter bl.a. at traséen skal være kortest mulig med færrest mulig kryss, hindringer, skarpe svinger og bratte bakker, at den skal være skilt fra arealer for motorkjøretøy og gående, at det er oppmerket midtlinje og minst ett kjørefelt i hver retning og at hele vegen er minst 4 meter bred, ha skuldre, en fast jevn dekke, vegbelysning og en høy drift- og vedlikeholdsstandard hele året (Sørensen & Amundsen, 2016). Sykkelekspressveg er i Norge mest aktuelt rundt storbyene og langs hovedårene inn mot sentrum (Statens vegvesen, 2012, 2013).

Sykkelgate: En sykkelgate er en gate med fortau for gående hvor kjørebane er reservert for sykkeltrafikk (Statens vegvesen, 2014B).

Sykling mot kjøreretningen i envegsregulerte gater: Når sykling mot kjøreretningen er tillatt i envegsregulerte gater er gjennomkjøringsforbudet opphevet med skilt for syklister. I tillegg kan det være oppmerket sykkelfelt, enten kun mot kjøreretningen eller i begge kjøreretninger. Tiltaket kan brukes for å forbedre framkommeligheten for syklister og for å redusere fortaussykling hvis en rekke kriterier er oppfylt (som bl.a. lav fart og lite trafikk).

Midtstilt kjørefelt og ekstra-brede vegskuldre: I Danmark, Sverige og Nederland er det gjort forsøk med såkalte «To-minus-en» veger. På slike veger er midtlinjen fjernet og kantlinjen er trukket inn for å gi bedre plass til syklister og gående (Erke & Sørensen, 2008).

Spesialtilfeller av sykkelløsninger som er beskrevet i Sykkelhåndboken (Statens vegvesen, 2013), er:

- Sykling i gater med trikk
- Sykling i tunnel
- Systemskifter: Overgang fra en type sykkelanlegg til en annen.

Kryssløsninger

Løsninger i kryss med **sykkelfelt** som kan brukes for syklister i Norge er følgende:

- **Farget sykkelfelt:** Farget eller annen særlig oppmerking av sykkelfelt i kryss; i Norge anbefales en rødbrun farge, i andre land brukes bl.a. blått og grønt. Sykkelfelt i kryss kan også gjøres synlige med oppmerking av f.eks. sykkelsymboler eller harlekinmønstre.
- **Framtrukket stopplinje for syklister:** Stopplinjen for syklister er trukket fram, eller stopplinjen for motorkjøretøy er trukket tilbake i forhold til syklistenes stopplinje med 2-5 meter.
- **Sykkelboks i signalregulerte kryss:** Oppmerket oppstillingsplass for syklende foran motorkjøretøyer i signalregulert kryss. Bredden på boksen er sykkelfeltbredde pluss kjørefeltbredde, lengden bør være 4-6 meter.
- **Midtstilt sykkelfelt i signalregulerte kryss:** Oppmerket felt til venstre for høyresvingfelt for motorkjøretøy.
- **Filterfelt i signalregulerte kryss:** Separat sykkelfelt for høyresvingende syklende utenfor signalreguleringen. Tiltaket er plasskrevende og mest egnet når det er mye høresvingende sykkeltrafikk, få konflikter med fotgjengere og god plass.

I kryss med **GS- eller sykkelveg** beskriver Sykkelhåndboka (Statens vegvesen, 2013) følgende løsning for GS-veger og sykkelveger:

- **Tilbaketrukket GS-veg / sykkelveg:** GS- eller sykkelvegen trekkes 5 meter tilbake i kryssområdet, slik at en bil som skal krysse eller svinge inn i hovedvegen får plass mellom GS-/sykkelvegen og hovedvegen. I henhold til trafikkreglene skal syklende fra GS-/sykkelveg vike for trafikk på den kryssende vegen. Denne regelen er imidlertid lite kjent og skaper en del forvirring og uklare situasjoner (Fyhri et al., 2012; Bjørnskau et al., 2012). En tilbaketrukket GS-/sykkelveg kan imidlertid også utformes slik at trafikk fra den kryssende vegen har vikeplikt for syklende (og ev. gående). GS-/sykkelvegen kan i slike tilfeller utformes opphøyd.

I tillegg finnes følgende løsninger som kan brukes for syklister i kryss med GS- eller sykkelveg, men som ikke er beskrevet i Sykkelhåndboka:

- **Framtrukket sykkelveg:** Sykkelveg trekkes tettere på den primære vegen.
- **Avkortet eller avbrutt sykkelveg:** Sykkelveg avsluttes før krysset. Det oppmerkes et sykkelfelt, eller trafikken blandes.
- **Høyrestilt sykkelfelt i kryss:** Separat oppmerket felt til høyre for høyresvingfelt for biler eller kanalisering av eksisterende sykkelfelt.
- **Venstrestilt sykkelfelt:** Oppmerket felt mellom kjørefelt for kjøring rett fram og til venstre, og oppmerket sykkelfelt i selve krysset som muliggjør svingbevegelse i én etappe.
- **Overkjørsel:** Sykkelveg føres ubrutt gjennom vikepliktregulert kryss som en overkjørsel; sykkelvegen er dermed utformet som en fartshump for trafikk på sidevegen.

I **rundkjøringer** beskriver Sykkelhåndboka (Statens vegvesen, 2013) følgende to løsninger for syklende:

- **Blandet trafikk i rundkjøringen (ved sykkelfelt i tilfartene):** Sykkelfelt opphører 5-10 meter før rundkjøringen, eller ved gangfeltet for rundkjøringen. I utfartene starter sykkelfeltet umiddelbart etter rundkjøring eller etter gangfelt i utfarten.

- **GS-veg i rundkjøringen:** Ved mye bil- og lite sykkeltrafikk kan syklende (og gående) ledes utenfor rundkjøringen på GS-veg i god avstand (minst 5 meter) fra rundkjøringen.

Et **egget sykkelfelt** gjennom rundkjøringen frarådes både i Norge og i de fleste andre land. I rundkjøringer med flere felt i tilfartene anbefales i Norge å etablere signalregulering eller planskilt kryssing for gående og syklende.

Ved utgangen av 2013 var det til sammen 10013 km GS-veger i Norge, fordelt på 1336 km langs statlige veger, 2052 langs fylkeskommunale veger og 6625 km langs kommunale veger. Det er ikke funnet noen oversikt over antall kilometer sykkelveg og sykkelfelt.

Sykling i tunneler

Selv om det ikke foreligger noen risikotall for sykling i tunnel, medfører sykling i tunneler (uten separat sykkelveg) trolig langt høyere risiko for syklister enn sykling på landeveger for øvrig. Faktorer som bidrar til høy risiko er bl.a. at belysningen i tunneler ofte er dårlig, at syklister trolig ofte ikke har lys på sykkelen (især om sommeren) og at førere av motorkjøretøy ikke forventer at det kan være syklister i tunnelen.

Det mest effektive tiltaket mot sykkelulykker i tunnel er å tilrettelegge for sykling utenfor tunnelen, samt effektiv (forståelig og troverdig) skilting av omvegene.

Et annet mulig tiltak er et varslingsystem som aktiveres av syklister (manuelt eller automatisk) før disse sykler inn i tunnelen og som varsler førere av motorkjøretøy om at det syklister i tunnelen.

3.3 Virkning på ulykkene

3.3.1 Generelle vegegenskaper

Fart og fartsgrenser

Høyere fart og høyere fartsgrense medfører i gjennomsnitt større risiko for alvorlige skader i sykkelulykker. Effekten av separate sykkelanlegg er større ved høyere fartsgrenser.

Høyere fart medfører som regel større risiko for ulykker og øker skadegraden i ulykkene. Dette ble også funnet i en rekke studier av sykkelulykker. Sammenhengen mellom fart/fartsgrenser og risikoen for sykkelulykker eller alvorlighetsgraden i sykkelulykker er undersøkt i flere studier som er oppsummert i tabell 8.

Tabell 8: Sammenhengen mellom fart/fartsgrenser og effekt av sykkelanlegg, oversikt over studiene.

| | Resultater | Metode |
|----------------------------------|---|---|
| Boufous et al., 2012 (Australia) | Høyere risiko for alvorlige skader med økende fartsgrense. Sammenlignet med veier med fartsgrense 40 eller 50 km/t er risikoen for alvorlige skader: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 13% høyere ved fartsgrense 60 km/t ▪ 29% høyere ved fartsgrense 70-90 km/t ▪ 51% høyere ved fartsgrense 100 km/t eller høyere. | Statistisk kontrollert for bl.a. syklistegenskaper, ulykkestype og vegforhold. 6% av 6432 sykkelulykker skjedde på veier med fartsgrense 100 km/t eller høyere. |
| Boufous et al., 2012 (Australia) | Høyere risiko (+28%) for alvorlige skader utenfor tettbygd strøk enn i tettbygd strøk. | Se ovenfor. Kontrollert for fartsgrense. |
| Cripton et al., 2015 (Canada) | Risiko for alvorlig (istedenfor lett) skade i sykkelulykke øker med 27% (+6; +51) for hver økning i gjennomsnittsfarten på 10 km/t. | Syklister som ble skadd i bytrafikk. Statistisk kontrollert for bl.a. syklistenes alder, tid på døgnet, vegtype, kryss og generelle vegegenskaper. |
| NYC DOT, 2011 (USA) | Andelen som kjørte over fartsgrensen, var 57% lavere (29% vs. 13%) på veier med beskyttede sykkelfelt enn på veier med blandet trafikk. | Med-uten studie uten kontroll for andre faktorer. |
| Petritsch et al., 2006 (USA) | Sykkelveier har større ulykkesreducerende effekt jo høyere fartsgrensen. Sykkelveiene i studien er «sidepath» som er utformet som sykkelfelt men som ikke er forbeholdt syklister. | Ulykkesrisiko på sykkelveg vs. veg som funksjon av vegegenskaper; lite datamateriale (21 strekninger) |
| Wang & Nihan, 2004 (USA) | Ved fartsgrenser på 40 eller 50 mph (64/80 km/t) er risikoen for alvorlige skader høyere enn ved fartsgrensen på 30 mph (48 km/t). Dette gjelder kryss uten lysregulering. | Med-uten studie. |

Flere av studiene viser at høyere fart medfører større risiko for alvorlige skader i sykkelulykker. Dette kan være forklaringen på at (separat) sykkelinfrastruktur har større effekt ved høyere fart. I tillegg kan sykkelinfrastruktur bidra til å redusere farten, noe som i seg selv også kan forventes å ha en ulykkes- og skadereduserende effekt.

Gateparkering

Gateparkering øker risikoen for sykkelulykker, i hovedsak i forbindelse med åpne bildører.

Gateparkering kan øke risikoen for sykkelulykker ved at syklister kan kjøre inn i åpne bildører, kolliderer med bilførere eller -passasjerer som går på vegen eller i sykkelfeltet for å komme til eller fra bilen. I tillegg holder syklister ofte større avstand fra parkerende biler enn de ville holdt fra vegkanten dersom det ikke hadde vært parkerende biler. Teschke et al. (2014, Canada) viser at hovedveier uten gateparkering har 35% (statistisk signifikant) færre sykkelulykker med personskaade enn hovedveier med gateparkering. Dette gjelder veier uten sykkelfelt eller -veg. På hovedveier med sykkelfelt er forskjellen mindre (-11%).

Trikkeskinner

Trikkeskinner på vegen øker risikoen for sykkelulykker, i hovedsak som følge av at sykkelhjul setter seg fast i skinnene.

Sykeltrafikk på veger med trikkeskinner medfører risiko for at sykkelhjul kan sette seg fast i trikkeskinnene, noe som kan føre til skader som ellers ikke hadde oppstått (Deunk et al., 2014). Dette gjelder særlig om vinteren når det er snø på vegene og det er vanskelig å se om og ev. hvor det er trikkeskinner.

Teschke et al. (2012) viser at risikoen for personskadeulykker med sykkel er tre ganger så høy (1,8; 5,1) på veger med trikkeskinner som på ellers sammenlignbare veger uten trikkeskinner. Cripton et al. (2015, Canada) har ikke funnet signifikante forskjeller i alvorlighetsgraden mellom sykkelulykker på veger med trikkeskinner og på veger uten trikkeskinner.

Vegbelysning

Vegbelysning kan redusere sykkelulykker ved at syklister blir lettere å oppdage og ved at syklistene får bedre siktforhold. Det ble funnet store reduksjoner av antall sykkelulykker i mørke på belyste veger, men hvorvidt ulykkene blir mindre alvorlige, spriker mellom studiene.

Sykling i mørke medfører som regel høyere risiko enn sykling i dagslys og mørke er en av de mest vanlige medvirkende faktorer i sykkelulykker (Ekström & Linder, 2017, Sverige). Faktorer som bidrar til den høye risikoen i mørke, er bl.a. at syklister som sykler i mørke, oftere er påvirket av alkohol enn syklister i dagslys, men også mørket i seg selv bidrar til den høye risikoen (Twisk & Reurings, 2013). I mørke er syklister vanskeligere å oppdage for andre trafikanter og det er vanskeligere for syklister å oppdage f.eks. andre trafikanter, hindre, hull og ujevnheter i vegen (Fotios & Castleton, 2015).

Tabell 9 viser en oversikt over studier som har undersøkt sammenhengen mellom vegbelysning og sykkelulykker/skadegraden i sykkelulykker i mørke. Resultatene lar seg ikke oppsummere med metaanalyse. Tre av studiene har funnet store reduksjoner av både ulykker og alvorlige skader. Selv om studiene har kontrollert for en rekke andre faktorer kan resultatene være påvirket av forskjeller mellom syklister i mørke og i dagslys, dvs. at effektene kan være overestimert. Studien til Vavatsoulas et al. (2013) har ikke funnet noen signifikant forskjell i andelen syklister med alvorlige (vs. lette) skader i mørke med vs. uten belysning. Denne studien har kontrollert for et stort antall andre faktorer, bl.a. syklistenes alder og kjønn, motparten i ulykken, alkohol og hjelmbruk, fartsgrense og områdetype.

Tabell 9: Virkning på vegbelysning på sykkelulykker og skadegrad i sykkelulykker; oversikt over studier.

| | Resultater | Metode |
|------------------------------------|--|--|
| Bil et al., 2010 (Tsjekia) | Risiko for å bli drept i ulykke er omtrent halvert på belyst veg i mørke sammenlignet med ubelyst veg i mørke | Multivariat studie av skadde syklister; kontrollert for ulykkestype, syklistens alder/kjønn, alkohol |
| Romanov et al., 2012 (Canada) | Risiko for alvorlige (istedenfor lettere) skader ved ulykker i mørke: -43% (-69; +5) | Multivariat studie av skadde syklister; kontrollert for alder og fartsgrense |
| Wanvik, 2009 (Nederland) | Personskadeulykke med sykkel i mørke: -47% (-50; -44) Dødsulykke med sykkel i mørke: -58% (-67; -47) | Før-etter med ulykker i dagslys som kontroll |
| Vavatsoulas et al., 2013 (Danmark) | Ingen signifikant forskjell i andelen syklister med alvorlige (vs. lette) skader i mørke med vs. uten belysning (ingen effekt oppgitt) | Multivariat studie med kontroll for et stort antall variabler |

Synlighet

Lite synlig infrastruktur kan bidra til sykkelulykker.

En studie av eneulykker med sykkel viser at vegelementer som er lite synlige har bidratt til ulykkene hvor syklisten syklet på noe eller syklet av vegen (Schepers & den Brinker, 2011).

Regulering av vikeplikt

Både vikeplikt og forkjøringsrett for syklister kan ha sikkerhetsmessige fordeler og ulemper. Uklare vikepliktsregler kan skape forvirring og bidra til konflikter og ulykker.

Det er ikke mulig å trekke noen generelle konklusjoner om hvorvidt sykkelanlegg bør være vikeplikts- eller forkjøringsregulert, men det finnes noen faktorer som i ulike studier har vist seg å være relevante. En generell tendens er at sykkelløsninger hvor syklister har vikeplikt, ofte har bedre sikkerhetseffekt enn løsninger hvor syklistene har forkjøringsrett. Dette er motsatt til effekten på framkommeligheten for syklister (jf. avsnitt 3.3.4 og 3.3.5). Både vikeplikt og forkjøringsrett for syklister kan imidlertid ha fordeler og ulemper som er knyttet til at ikke alle trafikantene alltid overholder vikeplikten.

Når syklister har **vikeplikt**, er det likevel ofte mange syklister som oppfører seg som om de hadde forkjøringsrett, samtidig som førere av motorkjøretøy ikke forventer å måtte ta hensyn til syklister. Resultatet kan være mange konflikter og ulykker.

Når syklister har **forkjøringsrett**, vil trolig de fleste syklistene sykle som om bilistene ville respektere vikeplikten, samtidig som bilistene ikke alltid er klare over at de har vikeplikt. Også dette kan ha konflikter og ulykker som følge.

En svensk studie (Ekström & Linder, 2017) viser at uklarhet og forvirring rundt vikepliktsregler bidrar til omtrent halvparten av kollisjonene mellom en sykkel og et motorkjøretøy. I Norge er det mange, både syklister og førere av motorkjøretøy, som bare i liten grad kjenner vikepliktsreglene. Vikepliktsreglene er ofte kompliserte og uklare (Fyhri et al., 2012) og uklare vikesituasjoner bidrar til en stor andel av konfliktene mellom syklister og motorkjøretøy (Bjørnskau et al., 2012).

Lover om minste forbikjøringsavstand

Effekten av lover om minste forbikjøringsavstand på sykkelulykker er ukjent.

Det er ikke funnet noen evaluering av lover om minste forbikjøringsavstand. Slike lover følges som regel i liten grad opp med politikontroll.

3.3.2 Separate sykkelanlegg

Virkingen av separate sykkelanlegg på sykkelulykker avhenger av de konkrete sykkelanleggene. Separate sykkelanlegg kan indirekte påvirke risikoen for sykkelulykker ved at separate anlegg tiltrekker flere syklister (Safety in Numbers). Hvorvidt sykkelulykker på separate sykkelanlegg er mer eller mindre alvorlige enn i blandet trafikk, varierer mellom studiene.

Effekten av separering mellom sykkel- og annen trafikk på antall sykkelulykker avhenger av utformingen av de separate sykkelanleggene og virkingen på antall syklister. Effekten av ulike typer separate sykkelanlegg er beskrevet i de følgende avsnittene.

Separat sykkelinfrastruktur kan føre til at antall sykklister øker, enten totalt sett (fordi det blir flere som sykler) eller kun på vegene med separate sykkelanlegg (fordi en del sykklister endrer rutevalg). F.eks. viser studien til Jensen (2007) at antall sykklister økte med 20% på veger hvor det ble anlagt sykkelfelt, mens antall motorkjøretøy gikk ned med 5%. I studien til Lusk et al. (2011) var det 2,5 ganger så mange sykklister på veger med sykkelveg som på veger uten sykkelveg. En økning av antall sykklister kan i seg selv redusere risikoen for syklistene («Safety in Numbers»; de Goede et al., 2014).

Det er funnet to studier som har undersøkt den generelle sammenhengen mellom bruk av separate sykkelanlegg og skadegraden i ulykker. Resultatene spriker. Cripton et al. (2015, Canada) fant ingen forskjell i skadegraden mellom ulykker på separate sykkelanlegg og ulykker på hovedveger i blandet trafikk. Resultatene er basert på ulykker med sykklister som ble behandlet på skadelegevakt etter en ulykke. Det er kontrollert for en rekke andre faktorer som tid på døgnet, motorkjøretøy som kollisjonspartner, syklistens alder og kjønn, samt om det var trikkeskinner på vegen. Derimot fant en studie ved skadelegevakten i Oslo (Melhuus et al., 2015) at det er en større andel med alvorlige skader blant sykklister som ble skadd på en bilveg med blandet trafikk (5,5%) enn blant sykklister som ble skadd i et sykkelfelt (2,4%). Veger i boligområder inngår ikke i kategorien blandet trafikk og det foreligger ikke informasjon om fartsgrensene. Det er ikke kontrollert for andre faktorer som syklistegenskaper eller kjøretil.

3.3.3 Sykkelfelt

Sykkelfelt og ulykker

Sammenlignet med blandet trafikk reduserer sykkelfelt risikoen for sykkelulykker, især i kryss hvor det ble funnet omtrent en halvering av ulykkestisikoen. Det absolutte antall sykkelulykker kan øke på grunn av økende antall sykklister.

Det er funnet syv studier som har undersøkt virkningen av sykkelfelt (sammenlignet med blandet trafikk) på antall ulykker. Alle studiene har enten statistisk kontrollert for antall sykklister (i før-etter studier) eller er med-uten studier som sammenligner veger med vs. uten sykkelfelt som har omtrent like mye sykkeltrafikk:

- Turner et al., 2009 (New Zealand)
- Turner et al., 2011 (New Zealand)
- Teschke et al., 2012 (Canada)
- Hamann & Peek-Asa, 2013 (USA)
- Abdel-Aty et al., 2014 (USA)
- Park et al., 2015 (USA)
- Pulugurtha & Thakur, 2015 (USA)

Resultatene fra disse studiene antas å ikke være påvirket av at forskjeller i sykkeltrafikken på veger med og uten sykkelfelt. Med-uten studiene har ikke statistisk kontrollert for sykkeltrafikk, men det er kontrollert for en rekke andre variabler og man kan anta at det ikke har funnet sted noen flytting av sykkeltrafikk fra veger uten sykkelfelt til veger med sykkelfelt. Dessuten er det ingen store forskjeller i virkningene som ble funnet i før-etter studiene med statistisk kontroll for sykkeltrafikk og i med-uten studier. Resultatene er oppsummert i tabell 10.

Tabell 10: Virkninger av sykkelfelt (istedenfor blandet trafikk) på antall ulykker (kun studier med kontroll for antall syklister).

| Ulykker | Ulykkessted | Skadegrad | Virkning på ulykker | |
|---------------|-----------------|--------------|---------------------|------------|
| | | | Beste anslag | Usikkerhet |
| Sykkelulykker | Strekning/kryss | Uspesifisert | -53 | (-66; -36) |
| Alle ulykker | Strekning/kryss | Personskade | -22 | (-29; -14) |
| | Strekning | Personskade | -5 | (-27; +25) |

Tabell 10 viser at sykkelfelt omtrent halverer antall sykkelulykker i forhold til blandet trafikk, både på strekninger og i kryss. For det totale antall ulykker ble det funnet en reduksjon på 22%. Denne skyldes trolig i hovedsak ulykkesreduksjoner i kryss da effekten på strekninger er mindre og ikke statistisk signifikant.

Det er funnet flere studier som også har kontrollert for antall syklister, men som det ikke var mulig å inkludere i resultatene i tabell 10:

- Prato et al. (2014, Danmark): Veger med sykkelfelt har færre sykkelulykker enn veger uten sykkelfelt, men flere enn veger med sykkelveg.
- Vavatsoulas et al. (2013, Danmark): Veger med sykkelfelt har færre alvorlige sykkelulykker (-61% dødsulykker; -4% alvorlige personskadeulykker) og flere mindre alvorlige sykkelulykker (+10%) enn veger uten sykkelfelt. I denne studien er det også kontrollert for en rekke andre infrastrukturvariabler.
- Poulos et al. (2015; Australia): Syklister som sykler i sykkelfelt, har 10% færre ulykker enn syklister som sykler i blandet trafikk. Her er det syklister som benytter ulike typer infrastruktur som er sammenlignet. Det er kontrollert for årlig sykkellengde, men ikke for syklistegenskaper.
- Hamann & Peek-Asa (2013, USA): Veger med enten sykkelfelt eller sharrows (det er ikke skilt mellom de to tiltakene) har 60% færre ulykker (-91; +78) enn veger med blandet trafikk. Det er statistisk kontrollert for antall syklister, trafikkmengde og vegbredde. Sharrows er oppmerkede piler og sykkelsymboler i vegbanen som viser at syklister skal/kan sykle midt i vegbanen.
- Buckley & Wilke (2000, New Zealand): Risikoen for sykkelulykker går ned etter installering av sykkelfelt, men det er ikke kontrollert for forstyrrende variabler.

Studier som har undersøkt virkninger av sykkelfelt i før-etter studier uten kontroll for antall syklister, har i gjennomsnitt funnet mindre gunstige effekter. Sammenlagte effekter er beregnet basert på de følgende studiene:

- Nilsson, 2003 (Sverige)
- Jensen, 2007 (Danmark)
- NYC DOT, 2011 (USA)
- Chen et al., 2013 (USA)
- Hamann & Peek-Asa, 2013 (USA)

Sammenlagt viser disse studiene at antall sykkelulykker øker med 57% (+29; +90) og at det totale antall ulykker øker med 7% (+2; +13). Forklaringen på ulykkesøkningene er trolig i hovedsak manglende kontroll for antall syklister. Eksempelvis økte sykkeltrafikken i studien til Nilsson (2003) med 56% i rushtiden og med 10% utenfor rushtiden. Studiene som ikke har kontrollert for verken sykkeltrafikk eller regresjonseffekter, har sammenlagt funnet en nedgang av antall sykkelulykker på 6% (-45; +60) og en nedgang av det totale antall ulykker på 33% (-47; -16).

Sykkelfelt og forbikjøringsavstand

Sykkelfelt kan føre til at biler holder mindre avstand under forbikjøringer enn i blandet trafikk, især når sykkelfeltet er smalt. Forklaringen er at syklister holder større avstand fra kantlinjen, samtidig som biler i mindre grad endrer sideplasseringen under forbikjøringer.

Virkingen av sykkelfelt på forbikjøringsavstand er undersøkt i en rekke empiriske studier. De fleste studiene viser at gjennomsnittlig forbikjøringsavstand er **mindre** på vegger med sykkelfelt enn på sammenlignbare vegger uten sykkelfelt (Hunter et al., 2005, USA; Fowler & Koorey, 2006, New Zealand; Nilsson, 2003, Sverige; Owens, 2005, Storbritannia; Parkin & Meyers, 2010, Storbritannia; Schramm & Rakotonirainy, 2009, Australia). Studiene til Nilsson (2003) og Parkin & Meyers (2010) tyder på at dette i hovedsak gjelder vegger med smale sykkelfelt. Nilsson (2003) fant ingen endring av forbikjøringsavstand på vegger med sykkelfelt på minst 1 meter bredde.

Forklaringen på redusert forbikjøringsavstand er at syklister holder større avstand fra vegkanten, samtidig som bilistene i mindre grad endrer sideplasseringen under forbikjøringer (Fowler & Koorey, 2006; Nilsson, 2003).

Det er ikke funnet studier som viser at sykkelfelt øker den gjennomsnittlige forbikjøringsavstanden, men i studien til Love et al. (2012, USA) var det færre motorkjøretøy som holder under 3 ft. (91 cm) avstand til syklister i sykkelfelt enn i blandet trafikk.

Sykkelfelt og syklisterenes sideplassering

De fleste studier som har undersøkt virkingen av sykkelfelt på syklisterenes sideplassering viser at syklister på vegger med sykkelfelt holder større avstand fra kantlinjen enn på vegger uten sykkelfelt. Dette gjelder især når sykkelfeltet er brede og når det er parkerende biler langs vegen. Mens syklister blir forbikjørt av biler reduseres som regel avstanden til kantlinjen.

De enkelte resultatene som ble funnet i empiriske studier er som følgende:

- **Større avstand fra vegkanten:** Syklister syklet lenger fra vegkanten etter at sykkelfelt ble installert på en veg (med uendret total vegbredde) i studien til Hunter et al. (2005, USA). Syklister holdt også større avstand fra parkerende biler på vegger med sykkelfelt enn på vegger uten sykkelfelt i studien til Duthie et al. (2010, USA). Dette er en multivariat studie med kontroll for en rekke andre variabler. Hunter og Stewart (1999, USA) viste i en studie med videoobservasjoner at syklister på en veg med sykkelfelt og gateparkering holdt større avstand til kantlinjen der det var parkerende biler enn der det ikke var parkerende biler, og at avstanden til kantlinjen avhenger av hvor langt de parkerende bilene står fra kantlinjen. Dette viser at syklister generelt foretrekker å holde størst mulig avstand fra parkerende biler. Likevel viste studien at syklister reduserte avstanden til kantlinjen når de ble forbikjørt av biler, uavhengig av om det var parkerende biler eller ikke. Dette tyder på at forbikjøringer medfører mer utrygghet for syklister enn parkerende biler.

- **Mindre avstand til vegkanten i smale sykkelfelt:** Hvorvidt syklister sykler i større avstand fra kantlinjen på vegger med sykkelfelt avhenger ifølge Hunter et al. (1999, USA) av sykkelfeltbredden. På smale sykkelfelt (<1,6 meter) syklet syklister nærmere vegkanten enn på en veg uten sykkelfelt (men med bredt kjørefelt), mens syklister holdt større avstand fra vegkanten i bredere sykkelfelt. Avstanden fra vegkanten var i denne studien avhengig av den totale kjørefeltbredden, inkl. ev. sykkelfelt, og uavhengig av om det fantes sykkelfelt eller ikke. Resultatene er basert på en multivariat analyse av målt sideplassering med kontroll for en rekke andre faktorer.

Sykkelfelt og motorkjøretøyenes sideplassering

På vegger med sykkelfelt kjører motorkjøretøy med større avstand fra kantlinjen, med mindre variasjon i sideplasseringen og i mindre grad i kjørefeltet ved siden av.

Studier som har undersøkt hvordan sykkelfelt påvirker motorkjøretøyenes sideplassering viser følgende:

- **Større avstand fra kantlinjen:** Hunter et al. (2005, USA) viste i en studie med videoobservasjoner (uten kontrollgruppe) at motorkjøretøy holdt større avstand fra kantlinjen og kjørte sjeldnere i kjørefeltet ved siden av etter at det ble installert sykkelfelt. Hallett et al. (2006, USA) viser i en studie med videoobservasjoner at færre motorkjøretøy kjører i kjørefeltet ved siden av på vegger med sykkelfelt enn på vegger med bredt kjørefelt men uten sykkelfelt.
- **Mindre variasjon i sideplassering:** Duthie et al. (2010, USA) viser i en multivariat studie med kontroll for en rekke andre variabler at det er mindre variasjon i motorkjøretøyenes sideplassering på vegger med sykkelfelt enn på vegger uten sykkelfelt. Studiene til Fowler & Koorey (2006) og Nilsson (2003) tyder også på at motorkjøretøy i mindre grad endrer sideplasseringen under forbikjøringer.

Motorkjøretøy i sykkelfelt

Motorkjøretøy i sykkelfelt kan skape problemer for syklister. Det er flest busser som ikke respekterer sykkelfeltlinjen.

Motorkjøretøy som parkerer i sykkelfelt kan redusere framkommeligheten for syklister og gjøre det utrygt å bruke sykkelfelt. Konflikter mellom syklister og annen trafikk kan oppstå når syklister skifter fra sykkelfelt til kjørefelt eller fortau for å unngå kjøretøy som blokkerer sykkelfeltet. Når andre kjøretøy kjører i sykkelfelt kan dette føre til konflikter og gjøre det utrygt for syklister, samt redusere framkommeligheten.

I Oslo har omtrent en tredjedel av syklister opplevd at biler står parkert i sykkelfelt (36%), at biler kjører i sykkelfelt (29%), at fotgjengere går i sykkelfelt (41%) eller at syklister sykler mot kjøreretningen (29%) (Haugberg, 2009, sitert etter Bjørnskau et al., 2012). En eldre studie fra Tyskland viser at busser i mye større grad enn biler kjører over sykkelfeltlinjen (Angenendt, 1991). Hvorvidt motorkjøretøy kjører i sykkelfelt avhenger av utformingen, bl.a. sykkelfeltbredde, kuver og bussholdeplasser.

Sykkelfelt og motorkjøretøyenes fart

Sykkelfelt kan føre til lavere fart blant motorkjøretøy, avhengig av utformingen.

Sykkelfelt kan føre til lavere fart blant motorkjøretøy, noe som kan øke sikkerheten for syklistene. Virkningen av sykkelfelt på motorkjøretøyenes fart avhenger av en rekke faktorer som bl.a. trafikkmengde, antall syklister, vegbredden og sykkelfeltbredden. På smale veier med mange syklister i sykkelfeltet kan farten blant motorkjøretøy gå ned, mens dette på veier med høy trafikkmengde og brede kjørefelt ikke er tilfelle (Nilsson, 2003).

NYC DOT (2011, USA) viste at veier med «beskyttede sykkelfelt» (sykkelfelt med oppmerket sperrefelt og delvis også gateparkering mellom sykkelfelt og kjørefelt) hadde lavere fart (-12%) enn veier uten slike sykkelfelt. Andelen som kjørte over fartsgrensen var 57% lavere (29% vs. 13%). Vegene er enveisregulerte bygater med flere kjørefelt. Sykkelfeltene førte til at bilene fikk betydelig mindre plass på vegen (smalere / færre kjørefelt).

Sykkelfelt og fortaussykling

På veier med sykkelfelt er det ofte færre som sykler på fortauet.

Sykling på fortau er ulovlig i mange land (ikke i Norge) og kan medføre en rekke problemer (se avsnitt 3.1 og 3.3.5). Nilsson (2003) viser i en spørreundersøkelse at det er færre som sykler på fortauet på veier med sykkelfelt enn på veier uten sykkelfelt. Sadek et al. (2007, USA) viser i en studie med videoobservasjoner at andelen som sykler på fortauet gikk betydelig ned fra 70% til under 30% etter at det ble installert grønne sykkelfelt på veier i områder rundt planskilte kryss. Samtidig ble andelen syklister som syklet i vegbanen redusert til 13% (fra 30% uten sykkelfelt). NYC DOT (2011, USA) viste at andelen som syklet på fortauet gikk ned fra 7,6% til 2,3% etter at det ble installert «beskyttede» sykkelfelt (sykkelfelt med oppmerket sperrefelt og delvis også gateparkering mellom sykkelfelt og kjørefelt) på høyt trafikkerte bygater i New York.

Furth og Dulaski (2010, USA) viste at fortaussykling ikke ble redusert etter installering av såkalt «lane-within-a-lane» (felt-i-felt; se avsnitt 3.3.8), selv om dette var hovedformålet med tiltaket. Forfatterne konkluderer at tiltaket ikke var tilstrekkelig for å gjøre sykling i vegbanen tryggere.

Sykling mot kjøreretningen i sykkelfelt

I sykkelfelt er det flere som sykler mot kjøreretningen enn på veier med blandet trafikk.

Sykling mot kjøreretningen i sykkelfelt er ulovlig og kan føre til konflikter og økt ulykkesrisiko. Konflikter både med andre syklister og med motorkjøretøy kan bl.a. oppstå i møte med syklister som sykler med kjøreretningen. I tillegg kan konflikter oppstå i kryss hvor andre trafikanter ikke regner med (og derfor ikke ser etter) syklister fra feil retning. Selv om det er ulovlig å sykle mot kjøreretningen i sykkelfelt, gjelder det i Norge likevel at kjøretøy fra f.eks. sidegater har vikeplikt for syklister i sykkelfelt også når disse sykler i feil retning.

Flere studier har undersøkt andeler syklister som sykler mot kjøreretningen i sykkelfelt i Norge. Resultatene er som følgende:

- Sykkeltellinger som er gjort av TØI i Oslo mellom mai 2014 og januar 2016 på Ullevålsveien viser at 0,7% av syklistene som benyttet sykkelfelt, syklet mot kjøreretningen. Av disse var en tredjedel bysyklister, selv om disse kun utgjør en svært liten andel av alle syklistene.
- En studie i tre sykkelfelt i Trondheim viste at andelen som syklet mot kjøreretningen var 3% (COWI, 2015).

- Sykkeltellinger i sykkelfelt langs høytrafikkerte gater utenfor sentrum i Oslo av Bjørnskau et al. (2016) viser at 0,4% av alle som benytter sykkelfeltet sykler mot kjøreretningen. Av alle syklister som sykler mot kjøreretningen benyttet 87% fortauet og 3,5% benyttet sykkelfeltet (de øvrige skiftet mellom sykkelfelt/portau eller sykkelfelt/kjørebane).

Etter at det ble installert grønne sykkelfelt på veger i området til planskilte kryss observert Sadek et al. (2007, USA) at det var ca. en tredjedel av alle syklister som syklet mot kjøreretningen som benyttet sykkelfeltet, dvs. at andelen er langt høyere enn det som ble observert i sykkelfelt i Norge. Uten sykkelfelt benyttet nesten alle som syklet mot kjøreretningen fortauet.

Sykkelfelt og overholdelse av vikeplikten

Oppmerkede sykkelfelt gjennom kryss kan forbedre overholdelsen av vikeplikten overfor syklister, men resultatene spriker mellom studiene.

I kryss kan det oppstå forvirring rundt vikeplikten mellom syklister i sykkelfelt og kjørende fra hovedvegen som skal svinge, eller kjørende fra sidevegen som Sadek (2007, USA) viste i intervjuer. Den samme studien fant likevel ikke noen effekt av sykkelfeltene på andelen motorkjøretøy som overholdt vikeplikten overfor syklister. Hunter et al. (2000, USA) viste i en studie med videoobservasjoner at overholdelsen av vikeplikten for syklister økte etter at **blå sykkelfelt** ble installert i 10 konfliktbelastede kryssområdet. Studien viste også at syklister følte seg tryggere og i mindre grad kikket etter biler enn før sykkelfelt ble installert. I tillegg til blått sykkelfelt ble det satt opp skilt som viser motorkjøretøyene at de har vikeplikt for syklister. I studien til Brady et al. (2010, USA) derimot var resultatene uklare, overholdelsen av vikeplikten økt i ett kryss og gikk ned i et annet kryss. I denne studien ble grønne sykkelfelt installert på en hovedveg ved ramper hvor trafikk til og fra rampene har vikeplikt for syklister. Studien viste også at syklisterenes atferd ble mer forutsigbart og at det ble flere bilister som brukte blinklys før de svingte.

Sykkelfelt og gateparkering

Gateparkering ved siden av sykkelfelt gjør det utrygt for syklister og medfører økt risiko for dørulykker.

Parkerende biler ved siden av sykkelfelt medfører økt risiko for dørulykker, især hvis det er for lite plass mellom parkerende biler og syklister. I Norge er minimumskravet for avstand mellom parkerende biler og sykkelfelt ikke tilstrekkelig for å sikre at åpne bilfører ikke kan treffe syklister i sykkelfelt.

Dørulykker er i gjennomsnitt mer alvorlige enn andre ulykker (Boufous et al., 2012; Duthie et al., 2010; Mead et al., 2014). En studie fra Taiwan (Pai, 2011) viser at sykkel-motorkjøretøy kollisjoner på veger med sykkelfelt oftere er dørulykker enn på veg uten sykkelfelt. Det er ikke oppgitt informasjon om utformingen av veger, sykkelfeltene, gateparkering eller andre vegegenskaper, men det er kontrollert for syklist- og bilistegenskaper, om vegen ligger i tett- eller spredtbygd strøk og lysforhold. Resultatene av studien til Tesche et al. (2014, Canada) viser at forskjellen mellom antall sykkelulykker på hovedveger med og uten gateparkering er større på veger med blandet trafikk enn på veger med sykkelfelt. Dette tyder på at sykkelfelt kan redusere risikoen for dørulykker.

Syklister foretrekker å holde mest mulig avstand fra parkerende biler (Duthie et al., 2010; Hunter et al., 1999). En studie fra Østerrike viser at sykkelanlegg ved siden av parkerende biler oppleves som utrygt av 82% av syklisterne (Graser et al., 2014). Dermed er parkerende biler i denne studien den faktoren som skaper størst utrygghet blant syklister.

Tiltak som kan redusere syklisternes utrygghet og risikoen for døryllykker er sykkelfelt som er brede nok og som har god nok avstand til gateparkering for at syklister kan holde avstand fra parkerende biler samtidig som forbikjørende biler ikke kommer for nærme. Furth et al. (2010) viser at smalere parkeringsplasser kan gi mer plass til syklister fordi biler som regel parkerer lengre fra kantsteinen på brede parkeringsplasser enn på smale parkeringsplasser. Dette gjelder uavhengig av kjørefeltbredden. Sykkelfelt av typen «felt-i-felt» (Furth & Dulaski, 2010; se avsnitt sykkelfelt og syklisternes sideplassering) har også vist seg å øke avstanden mellom parkerende biler og syklister.

Sykkelfeltbredde

Sykkelfelt bør ha tilstrekkelig bredde for å sikre tilstrekkelig avstand under forbikjøring og til parkerende biler.

Sammenhengene som ble funnet mellom sykkelfelt og syklisternes og motorkjøretøyenes sideplassering viser at for smale sykkelfelt kan ha uheldige effekter i form av redusert forbikjøringsavstand og for lite avstand mellom syklister og parkerende biler.

Ut fra resultater fra eksperimenter med syklister anbefaler Lee et al. (2015) at sykkelfelt bør være minst 2 meter brede for å sikre at alle syklister har tilstrekkelig med plass.

Videoobservasjoner av i syklister sykkelfelt på høytrafikkerte gater utenfor sentrum i Oslo (Bjørnskau et al., 2016) viser at en betydelig større andel forbisyklinger foregår i sykkelfeltet når dette er 2 meter bredt (ca. halvparten) enn når det er 1,55 meter bredt. I sykkelfelt på 1,55 meter bredde foregår flere forbisyklinger i kjørefeltet jo høyere fart syklisterne har (nesten ingen i ett av sykkelfeltene med høyest fart og størst andel jobbsyklister). Intervjuer som er gjort i forbindelse med den samme studien viser at syklister føler seg tryggere i brede sykkelfelt (2 meter istedenfor ca. 1,55 meter) og i røde sykkelfelt enn i smale / ikke røde sykkelfelt.

Sykkelfelt bør likevel heller ikke være for brede. Dette anbefaler sykkelhåndbøker fra flere land for å unngå at sykkelfelt (mis-)brukes som ekstra kjørefelt, til gateparkering eller til varelevering (Høye et al. 2015).

Park et al. (2015) fant ingen systematisk sammenheng mellom sykkelfeltbredde og virkning av sykkelfelt på ulykker. Dette kan imidlertid skyldes små ulykkestall (delt opp etter sykkelfeltbredde har alle effektene store konfidensintervall).

Fargede sykkelfelt

Virkinger av fargede sykkelfelt på strekninger er ukjent, men syklisterne føler seg tryggere.

Fargede sykkelfelt på strekninger kan tenkes å påvirke ulykker og konflikter, bl.a. ved at motorkjøretøy i mindre grad kjører over sykkelfeltlinjen. Det er imidlertid ikke funnet studier av hvordan fargede sykkelfelt påvirker ulykker, konflikter eller atferd på strekninger. Studier av fargede sykkelfelt i kryss er beskrevet i avsnitt 3.3.10. Fargede sykkelfelt på strekninger har vist seg å være populære hos syklister som føler seg tryggere i fargede sykkelfelt ifølge Bjørnskau et al. (2016).

3.3.4 Sykkelveg

Sykkelveg og ulykker

De fleste studier tyder på at ensrettede sykkelveger reduserer risikoen for sykkelulykker i forhold til blandet trafikk, i hovedsak på strekninger. I kryss har sykkelveger mindre gunstig effekt, i hovedsak fordi bilister ofte overser syklister på sykkelveg i kryss. Det totale antall sykkelulykker på veger med sykkelveg kan øke som følge av økt antall syklister. I tillegg har syklister som benytter sykkelveger, i gjennomsnitt høyere ulykkesrisiko enn syklister som sykler i blandet trafikk, uavhengig av om de bruker sykkelveg eller ikke.

Virkingen av sykkelveg på antall ulykker er undersøkt i en rekke studier. Resultatene er ikke oppsummert med metaanalyse. Studiene er svært heterogene, både når det gjelder den metodiske tilnærmingen og resultatene, og er vanskelige å sammenligne. I tillegg har flere av studiene ikke oppgitt usikkerheten i virkingen. Tabell 11 viser en oversikt over resultatene fra de enkelte studiene. De fleste studier har sammenlignet ulykker på veger med vs. uten sykkelveg, enten med multivariat kontroll for andre faktorer, som case crossover (kontrollstrekningene er tilfeldig valgte strekninger med sykkelulykker) eller med kontrollstrekninger som er valgt slik at de mest mulig ligner på forsøksstrekningene (matched kontrollstrekninger). Noen studier har sammenlignet syklister som hadde ulykker på strekninger med vs. uten sykkelveg. Siden sykkelveger kan føre til økt sykkeltrafikk er det skilt mellom studier med og uten kontroll for antall syklister.

Tabell 11: Studier av virkningen av sykkelveg (vs. blandet trafikk) på antall sykkelulykker.

| Sykkelveg | Virkning på sykkelulykker | Ulykker/skader | Metode |
|--|--|---|--|
| Studier som har kontrollert for antall syklist | | | |
| Aultman-Hall & Kaltenecker, 1999 (Canada) | Uspesifisert «off-road path» vs. blandet trafikk | Str./kryss: +80% (+70; +90) | Personskader (alle typer ulykker) |
| Cripton et al., 2015 (Canada) | Sykkelveg / -felt vs. blandet trafikk | Str./kryss: Omtrent uendret skadegrad | Skadegrad i sykkelulykker |
| Harris et al., 2013 (Canada) | Dobbeltrippet sykkelveg vs. blandet trafikk | Strekninger: -95% (-98; -41) Kryss: Uoppgitt (ns) | Personskader (alle typer ulykker) |
| Lusk et al., 2011 (Canada) | Dobbeltrippet sykkelveg vs. blandet trafikk | Str./kryss: -28% (-40; -15) | Personskader (alle typer ulykker) |
| Poulos et al., 2015 (Australia) | Sykkelveg (ens-/dobbeltrippet) vs. blandet trafikk | Str./kryss: +20% | Sykkelulykker |
| Prato et al., 2014 (Danmark) | Ensrettet sykkelveg vs. blandet trafikk | Str./kryss: Reduksjon (sign.; ingen effekt oppgitt) | Ulykker motorkjøretøy-sykel |
| Rodgers, 1997 (USA) | Uspesifisert «off-road path» vs. blandet trafikk | Str./kryss: -40% (-62; -5) | Alle skadegrader, alle typer ulykker |
| Studier som IKKE har kontrollert for antall syklist | | | |
| Agerholm et al., 2008 (Danmark) | Ensrettet sykkelveg vs. blandet trafikk | Str./kryss: +21% (-7; +58) Kryss: +18% (-14; +62) Strekninger: +17% (-30; +97) | Personskadeulykker i offisiell ulykkesstatistikk |
| Jensen, 2007 (Danmark) | Ensrettet sykkelveg vs. blandet trafikk | Str./kryss: +10% (-4; +26) Kryss: +24% (+5; +46) Strekninger: -13% (+32; +11) | Alle skadegrader, alle typer ulykker |

¹ÅDT: Årsdøgntrafikk; RTM: Regression to the mean (statistisk regresjonseffekt)

Resultatene av studiene som er oppsummert i tabell 11 spriker mye, det er funnet både flere, like mange og færre ulykker på veger med sykkelveg enn på veger med blandet trafikk (eller sykkelfelt). Når man ser på sammenhengen mellom resultat og metodiske aspekter ved studiene (blant dem med kontroll for antall syklist) ser man følgende:

- Alle tre studiene som fant **ulykkesøkninger** har sammenlignet ulykkesinnblandingen mellom *syklister* på sykkelveg vs. i blandet trafikk, mens de fleste av de øvrige studiene har sammenlignet *ulykker* på sykkelveger vs. i blandet trafikk/i sykkelfelt. Den eneste andre studien som også er basert på syklisters ulykkesinnblanding har kontrollert for en rekke syklistegenskaper og funnet en ulykkesreduksjon på 40%. Ulykkesøkningene kan følgelig være et resultat av generelle forskjeller mellom syklister som sykler på sykkelveg vs. i blandet trafikk. Andre studier viste at syklister som ofte sykler på GS-veger har høyere ulykkesrisiko også når de ikke sykler på GS-veg og at mindre erfarne syklister har flere ulykker enn mer erfarne syklister, samt at mindre erfarne syklister foretrekker separate sykkelanlegg framfor blandet trafikk. Disse funnene støtter hypotesen om at syklister som benytter sykkelveger i utgangspunktet har høyere risiko enn syklister som sykler i blandet trafikk, uten at dette skyldes sykkelvegene.
- Studiene som fant **ulykkesreduksjoner** (unntatt den ene som er basert på syklisters ulykkesinnblanding som er nevnt ovenfor) har sammenlignet antall sykkelulykker på veger med vs. uten sykkelveg. Studiene har kontrollert for trafikkmengde og vegegenskaper, men ikke for syklistegenskaper. Dersom det hadde vært systematiske forskjeller mellom syklister på veger med vs. uten sykkelveg skulle man forvente at disse studiene også hadde funnet ulykkesøkninger. Dette taler imot hypotesen om at syklister som benytter sykkelveger i utgangspunktet har høyere risiko enn syklister som sykler i blandet trafikk.

Kort sagt kan ulykkesøkningene muligens forklares med manglende kontroll for syklistegenskaper, mens andre studier uten kontroll for syklistegenskaper har funnet ulykkesreduksjoner. De eneste to studiene som har kontrollert for syklistegenskaper fant henholdsvis en ulykkesreduksjon på 40% og uendret skadegrad i sykkelulykker. Den mest sannsynlige konklusjonen er at sykkelveger reduserer ulykkesinnblandingen.

To studier som har oppgitt effekter både for strekninger og kryss, hvorav den ene ikke har kontrollert for sykkeltrafikk, tyder på at sykkelveger har mindre gunstige virkninger i kryss enn på strekninger. Forklaringen er trolig i hovedsak at bilister ofte overser syklister på sykkelveg i kryss. I Sverige viser data fra forsikringsselskaper at bilister i over halvparten av alle kollisjonene mellom en bil og en sykkel på sykkelveg i kryss ikke hadde sett syklisten (Isaksson-Hellman & Werneke, 2017). At bilister overser syklister kan skyldes siktthindringer eller vanskelige siktforhold, men også at bilister ikke ser etter syklister fordi de ikke er klare over at de krysser en sykkelveg.

Dobbelrettet vs. ensrettet sykkelveg

Sykkelveger med tovegs-sykling har i to studier (begge med kontroll for antall syklister) vist seg å ha nesten dobbelt så mange sykkelulykker i kryss som ensrettede sykkelveger. Dobbelrettede sykkelveger har også flere konflikter i kryss og risikoen er størst for syklister som sykler på venstre side av vegen (på «feil» side, sett fra kryssende bilisters perspektiv). Kryssløsninger som bedrer sikkerheten for syklister, medfører ofte dårligere framkommelighet.

Det er funnet flere studier fra Belgia og Nederland som har sammenlignet ulykker mellom sykkelveger med tovegs sykling og ensrettede sykkelveger. Alle studiene fant flere sykkelulykker på dobbelrettede sykkelveger enn på ensrettede sykkelveger:

- Vandenbulcke et al. (2014, Belgia) viser at det er nesten dobbelt så mange ulykker (+87%) på sykkelveger i kryss når sykkelvegen har tovegssykling enn når sykkelvegen er ensrettet. Resultatet er basert på en multivariat analyse som har kontrollert for både ÅDT og antall syklist, samt en del andre infrastrukturvariabler.
- Schepers et al. (2011, Nederland) viser at dobbeltrettet sykkelveg har 75% flere ulykker (-1; +203) i vikepliktsregulerte kryss enn ensrettet sykkelveg. Resultatet gjelder sykkelulykker hvor syklisten hadde forkjørsrett. Studien er basert på en multivariat analyse som har kontrollert for både ÅDT og antall syklist.
- Schepers & Voorham (2010, Nederland) viser at syklist som sykler mot kjøreretningen på ensrettet sykkelveg har 4-6 ganger så høy ulykkesrisiko i kryss som syklist som sykler med kjøreretningen.

Pedler og Davies (2000; Storbritannia) viser også at syklist som sykler på en dobbeltrettet sykkelveg har *flere* konflikter med motorkjøretøy enn syklist som sykler i blandet trafikk. Det finnes mange konfliktmuligheter på dobbeltrettede sykkelveger som kan forklare de store risikoforskjellene mellom ens- og dobbeltrettede sykkelveger (jf. Høye et al., 2015; Methorst et al., 2017; Nosal & Miranda-Moreno, 2012):

- Mellom syklist i motsatte kjøreretninger, især når sykkelvegen er smal, uoversiktlig, eller har krappe kurver
- Mellom syklist og kryssende motorkjøretøy; i tillegg til at sykkelveg uansett medfører et potensial for konflikter som følge av at bilister ikke ser (etter) syklist, er det økt konfliktpotensial mellom motorkjøretøy og syklist som, fra bilistens perspektiv, kommer fra «feil» retning
- Mellom syklist og fotgjengere, især når sykkelvegen ligger rett inntil et fortau, når sykkelveg og/eller fortau er smale og når fotgjengere ikke forventer syklist fra "feil" retning.

Konfliktpotensialet ved kryss er størst for syklist som sykler i «feil» retning (på venstre siden av vegen). Sakshaug et al. (2010) viser at syklist som sykler i «feil» retning i større grad blir oversett av bilister, har flere konflikter og at bilister i mindre grad overholder vikeplikten. En studie fra Canada (Zangenehpour et al., 2015) viser med hjelp av videoobservasjoner at det er flere konflikter mellom syklist på en dobbeltrettet sykkelveg og motorkjøretøy når sykkelvegen er på venstre side av en envegsregulert gate enn når sykkelveg er på høyre side, noe som også viser at konfliktene i stor grad skyldes at bilistene ikke ser i «feil» retning.

Hypotesen om at konfliktnivået i kryss kunne reduseres dersom alle sykkelveger hadde vært dobbeltrettet fordi bilister da vil venne seg til at syklist kan komme fra begge retninger, avvises av Methorst et al. (2017). I Nederland er allerede 72% av sykkelvegene dobbeltrettet uten at dette reduserer konflikter og ulykker i kryss. Forklaringen er at kryss blir mer uoversiktlige, at det er mer krevende for bilister å se etter syklist fra to retninger, samt at konflikter og ulykker mellom møtende syklist kommer i tillegg til andre konflikter og ulykker.

Sykkelveg vs. sykkelfelt

Sykkelfelt har trolig bedre sikkerhet enn dobbeltrettet sykkelveg, især i kryss. Forskjellen mellom ensrettet sykkelveg og sykkelfelt er trolig mindre. Dette er basert på studier som direkte har sammenlignet sykkelveger og sykkelfelt, samt studiene som har undersøkt effekten av sykkelveger eller sykkelfelt i forhold til blandet trafikk.

Det er funnet flere studier som har sammenlignet effekten av sykkelveger vs. sykkelfelt på antall sykkelulykker. Resultatene er ikke direkte sammenlignbare da studiene har undersøkt ulike typer sykkelveg:

- **Sykkelfelt har flere sykkelulykker enn (ensrettede) sykkelveger** (54% [-34; +257]) i studien til Schepers et al. (2011, Nederland). De aller fleste sykkelvegene i denne studien er ensrettet og har gode siktforhold, i tillegg til at over halvparten er kombinert med fartshumper. Resultatet gjelder ulykker i kryss hvor syklisten hadde forkjøringsrett. Det er kontrollert for både antall syklister og ÅDT.
- **Både sykkelfelt og ensrettet sykkelveg reduserer antall sykkelulykker** i forhold til blandet trafikk, men kun effekten av sykkelveg er statistisk signifikant i studien til Kaplan og Prato (2015, Danmark). For begge tiltakene er effektene større på mer alvorlige ulykker enn på mindre alvorlige ulykker og større i suburbane strøk enn i sentrale områder.
- **Sykkelfelt medfører en større reduksjon av antall sykkelulykker enn dobbeltrettet sykkelveg** i forhold til blandet trafikk i studien til Nosal og Miranda-Moreno (2012; Canada).
- **Syklister på sykkelveg har 40% flere ulykker enn syklister i sykkelfelt** i studien til Poulos et al. (2015, Australia). Det er kontrollert for sykkellengde, men ikke for syklistegenskaper. Ulykkesøkningen kan følgelig (teoretisk) skyldes manglende kontroll for syklistegenskaper.

Studier som har undersøkt virkninger av sykkelfelt (vs. blandet trafikk) har funnet store reduksjoner av antall sykkelulykker (se avsnitt 3.3.3), mens studier av virkninger av sykkelveger (vs. blandet trafikk) har gitt blandede resultater.

Alt i alt tyder resultatene på at sykkelfelt, totalt sett, har bedre sikkerhet enn dobbeltrettede sykkelveger, især i kryss, mens forskjellen mellom sykkelfelt og ensrettet sykkelveg trolig er mindre.

Sykkelveg og gateparkering

Sykkelveger som ligger tett inntil parkerende biler har stort potensial for konflikter.

Separate sykkelanlegg oppleves generelt som trygge av de fleste syklister ifølge Graser et al. (2014). Unntaket er sykkelanlegg ved siden av parkerende biler. Dette oppleves som utrygt av 82% av alle syklister som deltok i en spørreundersøkelse og er dermed den faktoren som skaper størst utrygghet blant syklister. I Østerrike hvor undersøkelsen ble gjennomført, er ensrettede sykkelveger en vanlig sykkelløsning og slike sykkelveger er ofte lagt mellom fortau og parkerende biler. Inngangsdører og garasjeinnkjørsler oppleves som utrygge av 32% i studien av Graser et al. (2014). Høye et al. (2015) viser en rekke eksempler på sykkelveger som ligger tett inntil parkerende biler (sykkelveg mellom parkerende biler og fortau) som viser at det kan være et stort konfliktpotensial.

Sykkelveg og fotgjengere

Sykkelveger hvor sykkel- og fotgjengertrafikk ikke er effektivt separert, kan ha stort potensial for sykkel-fotgjenger konflikter.

Sykkelveger har potensiale for konflikter mellom syklister og fotgjengere dersom sykkelvegen ligger tett inntil et fortau og dersom det er lite plass og på steder hvor fotgjengere må krysse sykkelvegen i forbindelse med kryssing av vegen eller for å komme til f.eks. en bussholdeplass. Monsere et al. (2011, USA) fant at 40% av syklistene som benyttet en sykkelveg mellom parkerende biler og fortau hadde opplevd nesten-kollisjoner med fotgjengere som krysset sykkelvegen, og videoobservasjoner viste at konflikter oppsto i 10% av alle situasjonene hvor en syklist syklet på sykkelvegen mens en fotgjenger befant seg i nærheten av en fotgjengerovergang.

3.3.5 Gang- og sykkelveg / Fortau

GS-veg, fortau og ulykker

Risikoen for sykkelulykker er omtrent doblet på GS-veger, både i forhold til blandet trafikk og i forhold til sykkelveg/-felt. På fortau er risikoen for sykkelulykker enda høyere enn på GS-veg. En mulig forklaring er at det er flere konfliktmuligheter, både syklistene imellom og mellom trafikantgrupper, både på strekninger og i kryss. En annen mulig forklaring er at syklister som benytter GS-veg/fortau i utgangspunktet har høyere ulykkesrisiko enn andre syklister, uavhengig av hvor de sykler.

Virkingen av GS-veger og fortau på antall sykkelulykker er undersøkt i en rekke studier som er oppsummert i tabell 12. Resultatene lar seg ikke oppsummert med metaanalyse.

Tabell 12: Studier av virkningen av GS-veg på antall sykkelulykker.

| | GS-veg/fortau | Virkning på sykkelulykker | Ulykker/skader | Metode |
|--|--|--|-------------------------------------|---|
| Studier som har kontrollert for antall syklisters/sykkellengde | | | | |
| Aultman-Hall & Adams, 1998 (Canada) | Fortau vs. annet | Fortau: Flere ulykker | Sykelulykker | Syklister på fortau vs. annet; <i>ikke kontr.</i> for syklistegenskaper |
| Aultman-Hall & Hall, 1998; Aultman-Hall & Kaltenecker, 1999 (Canada) | Fortau vs. blandet trafikk | Fortau: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Personskader +300-540% (sign.) ▪ Kollisjoner: -10% (ns) / +100% (sign.) | Sykelulykker med personskade | Ulykkesrisiko på fortau vs. i blandet trafikk (selvrapportert ulykker og sykkellengde); <i>ikke kontr.</i> for syklistegenskaper |
| Cripton et al., 2015 (Canada) | GS-veg/fortau vs. blandet trafikk | GS-veg/fortau: Mer alvorlige skader (ns) | Skadegrad i sykkelulykker | Multivar.; <i>kontr.</i> for bl.a. syklistegenskaper og ulykketype |
| De Rome et al., 2013 (Australia) | GS-veg vs. sykkelfelt | GS-veg: +104% (+25; +234) | Sykelulykker | Skadedata fra sykehus, eksponering fra sykkeltellinger; <i>ikke kontr.</i> for syklistegenskaper |
| Moritz, 1998 (USA) | GS-veg/fortau vs. hovedveg med sykkelfelt/-veg | GS-veg: +111% Fortau: +2376% | Alle typer ulykker | Syklister som sykler på GS-veg/fortau vs. på hovedveg med sykkelfelt/-veg (selvrapporterte ulykker og sykkellengde); <i>ikke kontr.</i> for syklistegenskaper |
| Poulos et al., 2015 (Australia) | GS-veg/fortau vs. blandet trafikk/sykkelfelt | GS-veg: +90% / +120% Fortau: +460% / + 550% | Sykelulykker | Selvrapporterte ulykker og eksponering; <i>ikke kontr.</i> for syklistegenskaper |
| Senturia et al., 1997 (USA) | Fortau vs. blandet trafikk | Fortau: +510% (+80; +1950) | Sykelulykker med personskade | Med-uten (skadde på sykehus vs. syklist i samme alder, 7-18 år); <i>kontr.</i> for bl.a. fart og reiselengde |
| Studier som ikke har kontrollert for antall syklisters/sykkellengde | | | | |
| Carlin et al., 1998 (Australia) | Fortau vs. blandet trafikk | Fortau: Mer fortaussykling - flere ulykker (ns) | Sykelulykker med personskade (barn) | Med-uten (skadde på sykehus vs. syklist i samme alder, 9-14 år) |
| Jensen, 2006A (Danmark) | GS-veg (uspes. førsituasjon) | GS-veg: -62% (-89; +31) | Alle typer ulykker | Før-etter med kontrollgruppe; <i>ikke kontr.</i> for ÅDT eller regresjonseffekt |

Studiene som er oppsummert i tabell 12 har det til felles at alle har funnet flere og/eller mer alvorlige sykkelulykker på GS-veger og på fortau enn i blandet trafikk eller på sykkelveger/-felt. Eneste unntaket er studien til Jensen (2006) som ikke har kontrollert for antall syklister. På fortau har flere studier funnet enda høyere ulykkesrisiko enn på GS-veg. Studiene har imidlertid ikke kontrollert for syklistegenskaper. Aultman-Hall & Adams (1998) og Carlin et al. (1998) viser at syklister som av og til eller ofte sykler på fortau, har høyere ulykkesrisiko enn andre syklister, også når de ikke sykler på fortau. Høyere risiko for sykkelulykker på fortau enn ellers kan følgelig tolkes slik at det ikke (bare) er sykling på fortauet som medfører høyere risiko, men at syklister som sykler på fortau har høyere risiko enn andre syklister.

GS-veg og konflikter

GS-veger har mange muligheter for konflikter, både syklister imellom og mellom trafikantgruppene.

På GS-veger kan prinsipielt de samme konfliktene oppstå som på dobbeltrettede sykkelveger (se ovenfor), både syklister imellom og mellom syklister og motorkjøretøy. I tillegg kan det være konflikter mellom syklister og fotgjengere og det kan være et større konfliktpotensial mellom syklister når det ikke er oppmerket noen midtlinje som indikerer på hvilken side syklister skal sykle. Jordan og Leso (2000, USA) viser at en oppmerket midtlinje og piler som viser kjøreretning på GS-veger reduserer andelen syklister som sykler på feil side, noe som kan redusere antall konflikter.

Hatfield og Prabhakharan (2016; Australia) har observert situasjoner på GS-veger hvor syklister kjører forbi fotgjengere. Resultatene viser at over 80% av syklister kjører over 10 km/t. Selv om de fleste overholder vikeplikten for fotgjengere er det mange som sykler forbi med for lite avstand, i for høy fart, på «feil» side, eller uten å varsle. I en eldre studie fra Storbritannia (Trevelyan & Morgan, 1993) med videoobservasjoner ble de fleste konflikter mellom syklister og fotgjengere på fortau løst ved at syklister unnamanøvrerte.

3.3.6 Sykkelekspressveg

Sykkelanlegg som er utformet i tråd med prinsippene for sykkelekspressveg har potensiale for å ha lavere risiko for sykkelulykker enn andre sykkelanlegg.

Det er ikke funnet studier som har undersøkt virkningen av sykkelekspressveg på antall ulykker. Tiltaket har flere kjennetegn som gjør at man kan forvente at syklisteres sikkerhet forbedres (Sørensen & Amundsen, 2016; Boufous et al., 2012):

- Færrest mulig kryss og konfliktpunkter reduserer risikoen for kryssulykker.
- Separering av syklister og andre trafikantgrupper reduserer risikoen for ulykker på strekningen
- Økt krav til utforming som godt og jevnt belegget reduserer risikoen for ulykker.
- Økt drifts- og vedlikeholdsstandard både sommer og vinter reduserer risikoen for ulykker
- En fartsvennlig linjeføring reduserer risikoen for alvorlige skader (sykkelulykker i kurver er i gjennomsnitt mer alvorlige enn på rette strekninger).

Virkingen på ulykkene vil avhenge av ulike faktorer, bl.a.:

- Hvilke typer sykkelløsninger som benyttes: I utgangspunktet er sykkelekspressveg en dobbelttettet sykkelveg i egen trasé med færrest mulig plankryss, men også sykkelfelt kan benyttes. Det var ikke mulig å beregne en sammenlagt effekt av dobbelttettede sykkelveger. Potensielle sikkerhetsproblemer som for lite plass ved møtende trafikk/forbisykling burde være forholdsvis små ved en utforming i tråd med prinsippene for sykkelekspressveg.
- Hvordan plankryss er utformet: Virkninger av ulike typer tilrettelegging for syklister i kryss er beskrevet nedenfor. Generelt sett er løsninger som gir god framkommelighet for syklister ofte mindre sikre enn løsninger som gir dårlig framkommelighet. Ved en «ideell» sykkelekspressveg vil løsningene være både sikre og framkommelighetsorientert. Eksempler kan være planskilte løsninger, sykkelvennlig utformede rundkjøringer eller signalregulering med separate sykkelfaser og grønn bølge.
- Hvordan syklistenes fart blir påvirket: Formålet med sykkelekspressveger er at syklister kan holde gjennomgående høy fart. Høy fart medfører, hvis alt annet er likt, økt risiko for alvorlige ulykker, men prinsippet med sykkelekspressveg er at vegen skal være så trygg at økt fart ikke fører til økt ulykkesrisiko (omtrent på samme måte som motorveger også gjør det mulig å holde høy fart ved lav ulykkesrisiko).
- Hvordan antall syklister blir påvirket: Flere syklister medfører normalt lavere ulykkesrisiko for hver enkel syklist. Når sykkeltrafikken nærmer seg (eller overskrider) vegens kapasitet kan ulykkesrisikoen likevel tenkes å øke på grunn av økte konflikter mellom syklister, især når det er heterogene syklistgrupper som benytter vegen og når det er mye møtende sykkeltrafikk.

3.3.7 Sykkelgate

Virkingen av sykkelgate på sykkelulykker er ukjent. Prinsipielt kan sykkelgater tenkes å bedre sikkerheten på strekninger.

Det er ikke funnet studier av hvordan sykkelgater påvirker ulykkesinnblandingen blant syklister. Følgende kjennetegn ved sykkelgater kan tenkes å bedre sikkerheten for syklister:

- Separering fra motorkjøretøy og fotgjengere reduserer konfliktpotensialet med disse trafikantgruppene på strekninger
- Sykkelgater er som regel forholdsvis brede, noe som reduserer konfliktpotensial syklister imellom og som også kan redusere risikoen for dørulykker dersom det er gateparkering og syklister sykler med nok avstand fra de parkerende bilene.

En studie som er gjennomført i Oslo med hjelp av videoobservasjoner og spørreundersøkelser viser imidlertid at en sykkelgate kan medføre stort konfliktpotensial mellom syklister og fotgjengere (Bjørnskau et al., 2017). I den undersøkte gaten oppsto problemene i hovedsak fordi syklister oppfattet gaten som en sykkelgate (hvor fotgjengere må ta hensyn til syklister) mens fotgjengerne tilsynelatende oppfattet gaten som en gågate (hvor syklister må ta hensyn til fotgjengerne).

3.3.8 Tilrettelegging for syklister i blandet trafikk

I blandet trafikk kan ulykker og konflikter med syklister reduseres med hjelp av bl.a. utvidet vegskulder (på veger uten gateparkering), sharrows (oppmerkede piler og sykkelsymboler) og fartsreduserende tiltak for motorkjøretøy. Midtstilt kjørefelt med ekstra-brede vegskuldre har vist seg å skape forvirring og ikke å fungere etter hensikten.

I blandet trafikk finnes det per definisjon ingen spesielle anlegg for syklende. Syklende benytter det samme kjørefeltet som motorkjøretøy (eller vegskulderen) og må rette seg etter trafikreglene for motorkjøretøy. Blandet trafikk er i Norge mest aktuell på veger med lite trafikk, små andeler tunge kjøretøy og lav fart. Det finnes ulike muligheter for å tilrettelegge for sykling i blandet trafikk som er beskrevet i det følgende.

Utvidet vegskulder: Vegskulderen kan utvides for å gi mer plass for syklende (og ev. gående). Dette er mest aktuelt på veger uten gateparkering eller fortau, men det er også mulig å benytte et utvidet høyre kjørefelt (som da ikke lenger vil være et kjørefelt) til gateparkering og sykling. Det er ikke funnet studier av virkningen på ulykker.

Sharrows: Sharrows er oppmerkede pilsymboler på vegen som indikerer at kjørefeltet skal benyttes av både kjørende og syklende (Sharrows = share + arrows). Virkninger av sharrows på antall ulykker er undersøkt i flere studier. Resultatene lar seg oppsummere som følgende:

- **Færre sykkelulykker på strekninger:** Teschke et al. (2014, Canada) viser at hovedveger med enten sharrows i vanlig kjørefelt eller sykkeltrafikk i kollektivfelt har færre sykkelulykker med personskaide enn sammenlignbare andre hovedveger (veger med gateparkering: -29% (-79; +145); veger uten gateparkering: -40% (-79; +72)). Studien er en case crossover studie (ulykkessteder er sammenlignet med tilfeldig valgte kontrollstrekninger).
- **Færre sykkelulykker i kryss:** Hamann & Peek-Asa (2013, USA) viser at veger med enten sykkelfelt eller sharrows (det er ikke skilt mellom de to tiltakene) har 60% færre ulykker (-91; +78) enn veger med blandet trafikk. Det er statistisk kontrollert for antall syklister, trafikkmengde og vegbredde. Effekten er omtrent like stor når sykkelfelt/sharrows er kombinert med et skilt «Share the road» (-63% (-97; +332)). For et skilt «Share the road» alene ble det funnet en reduksjon av antall sykkelulykker i kryss på 38% (-85; +156). De store konfidensintervallene skyldes få ulykker.
- **Syklister holder større avstand fra vegkanten/parkerende biler:** Både Brady et al. (2011, USA) og Hunter et al. (2011, USA) viser at syklister holder større avstand til kantlinjen/parkerende biler på veger med sharrows enn på vegen uten sharrows. Begge studier er før-etter studier uten kontrollgrupper (videoobservasjoner).
- **Større forbikjøringsavstand:** Både Brady et al. (2011, USA) og Hunter et al. (2011, USA) viser at motorkjøretøy holder større avstand til syklister under forbikjøringer på veger med sharrows enn på vegen uten sharrows. Begge studier er før-etter studier uten kontrollgrupper (videoobservasjoner).
- **Ingen endring av andelen motorkjøretøy med for lite forbikjøringsavstand:** Love et al. (2012, USA) finner noen større andeler motorkjøretøy som kjører forbi syklister med en avstand på under 90 cm på veger med sharrows (23%) enn på veger uten sharrows (17%). Resultatene baseres på målinger av forbikjøringsavstanden på jobbreiser med sykkel. Sharrows er oppmerkede piler og sykkelsymboler.

Felt-i-felt: Dette er et slags sykkelfelt i midten av et vanlig kjørefelt som er enten farget eller merket med stiplede kantlinjer på begge sidene og som har oppmerkede sykkelsymboler og piler (såkalt «lane-within-a-lane»; Furth & Dulaski, 2010, USA; se figur 5). Tiltaket kan betraktes som variant av sykkelfelt eller som en «forsterket» variant av sharrows. Furth og Dulaski (2010) viste at langt flere syklister enn før syklet i midten av kjørefeltet (17% før og 92% etter at felt-i-felt ble installert).



Figur 5: Felt-i-felt, eksempler (Furth & Dulaski, 2010).

Midtstilt kjørefelt med ekstra-brede vegskuldre: En litteraturstudie over virkninger av såkalte to-minus-en veger (Erke & Sørensen, 2008) tyder på at tiltaket som regel ikke fungerer etter hensikten, dvs. at det verken fører til lavere fart eller til økt trygghet for syklister. Tvert imot oppstår det ofte forvirring rundt syklistenes og bilistenes tilskete plassering i vegbanen. Konflikter kan oppstå især ved motende biltrafikk. Studier av virkninger på ulykker er ikke funnet. En dansk studie viser at antall klager på vegene har gått ned etter etableringen av to-minus-en veger på spesielt konfliktbelastede strekninger. I de tilfellene hvor det ble gjort endringer etter etableringen var dette flere fartsreducerende tiltak (Vejdirektoratet, 2015).

Sykkelruter gjennom boligområder: Såkalte bicycle-boulevards (sidegater med fartsreducerende tiltak for motorkjøretøy og forbedringer for syklister) har i studien til Minikel (2012, USA) 67% færre sykkelulykker (-75; -58) enn ellers sammenlignbare hovedveger med blandet trafikk. Det er kontrollert for både antall syklister og trafikkmengde. Derimot viser Cripton et al. (2015, USA) at sykkelulykker er noe mer alvorlige i blandet trafikk på lokale veger enn i blandet trafikk på hovedveger, men uten at forskjellene er signifikante. Studien er basert på syklister som ble behandlet på skadelegevakt etter ulykker. Det er kontrollert for en rekke andre faktorer som tid på døgnet, motorkjøretøy som kollisjonspartner, syklistens alder og kjønn, samt trikkeskinner.

Til sammen tyder de to studiene på at det er færre men mer alvorlige sykkelulykker i sidegater enn på hovedveger. Resultatene kan ikke nødvendigvis generaliseres. Hvorvidt ulykkesrisikoen er lavere i boligater eller på lokale veger avhenger av mange faktorer, bl.a. trafikkmengden, kryssutforming, gateparkering, motorkjøretøyenes fart og tilretteleggingen for syklister, både på de mindre vegene og på hovedvegene.

3.3.9 Sykling mot kjøreretningen i enveiskjørte gater

Sykling mot kjøreretningen i enveiskjørte gater har vist seg å redusere antall sykkelulykker og å redusere fortaussykling.

Virkingen av sykling mot kjøreretningen i enveiskjørte gater på ulykker er undersøkt av Vandenbulcke et al. (2014, Belgia). Resultatene viser at antall sykkelulykker er halvert (statistisk signifikant). Det er kontrollert for en rekke andre infrastrukturvariabler og trafikkmengde, men ikke for antall syklister. Det er imidlertid lite trolig at tiltaket reduserer antall syklister. Også andre studier tyder på at antall sykkelulykker går ned, men uten at dette kan tallfestes (Alrutz et al., 2002, Tyskland; Dupriez, 2009, Belgia; Patterson & Buckby, 2013, Australia).

Antall konflikter er ifølge MVA Consultancy (2010, Storbritannia) uendret. Bjørnskau et al. (2012, Norge) viser at nesten alle konflikter som forekommer i enveiskjørte gater med sykkelfelt mot kjøreretningen skjer som følge av at sykkelfeltene var blokkert av parkerte biler, containere osv. som tvang syklister ut i vegbanen. Studien viser også at sykling mot enveiskjøring medfører en reduksjon av antall syklister på fortauet, færre konflikter med fotgjengere og ikke flere konflikter med motorkjøretøy.

Alrutz et al. (2002, Tyskland) viser i tillegg at sykling mot enveiskjøring reduserer andelen syklister på fortau (60% av syklister mot kjøreretningen før, 20% etter at sykling mot kjøreretningen ble tillatt) og dermed antall sykkel-fotgjenger ulykker på fortau. Hvorvidt det er like mange eller flere som sykler mot kjøreretningen varierer mellom studiene. Ifølge Alrutz et al. (2002) er andelen uendret, mens andelen ifølge MVA Consultancy (2010) øker.

3.3.10 Kollektivfelt

Kollektivfelt har ikke vist seg å ha noen effekt på det totale antall sykkelulykker.

Det er funnet én studie som har undersøkt virkingen av å installere et kollektivfelt på ulykkesrisikoen for syklister (Newcombe & Wilson, 2011; New Zealand). Totalt sett ble det ikke funnet noen effekt på ulykkesrisikoen for syklister, men resultatene tyder på at sykkelulykker går ned på strekninger, men øker i kryss.

En norsk studie viser at det i Norge er mange syklister som ikke vet at det er lov å sykle i kollektivfelt og at det bare ca. en tredel som velger å sykle i kollektivfeltet fremfor på fortauet (Sørensen, 2012). Forklaringen er at mange syklister føler seg utrygge, selv om sykling i kollektivfelt gir god framkommelighet og ikke ser ikke ut til å medføre økt ulykkesrisiko. Mulige tiltak i kollektivfelt er økt bredde, skilting og oppmerking som viser at det er lov å sykle i feltet, forbedret drift, samt supplerende opplærings- og informasjonstiltak.

3.3.11 Kryssløsninger

Farget sykkelfelt

Farget sykkelfelt i kryss har i noen studier vist seg å redusere antall sykkelulykker men dette kan ikke nødvendigvis generaliseres. Andelen motorkjøretøy som overholder vikeplikten for syklister øker i én studie og konflikter mellom syklister og motorkjøretøy kan reduseres. Det ble imidlertid også funnet mindre forsiktig atferd blant syklister.

Fargede sykkelfelt er som regel grønne i USA, blå i Danmark og røde i Norge, Tyskland og Nederland (Mead et al., 2014). Farget oppmerking av sykkelfelt kan brukes både i signalregulerte og i vikepliktsregulerte kryss og anbefales i sykkelhåndbøker i mange land (Sørensen, 2009). Formålet er å gjøre kjøremønsteret tydeligere slik at de enkelte trafikantgruppene lettere kan tilpasse atferd og forventinger. Virkingen på antall sykkelulykker i kryss er undersøkt av:

Jensen, 2007 (Danmark)
König, 2006 (Sverige)
Jensen, 2008 (Danmark)
Schepers et al., 2011 (Nederland)

Sammenlagt viser resultatene at antall sykkelulykker er redusert med 18% (-30; -4). Resultatene spriker imidlertid mellom studiene. Mens Jensen (2007) fant en reduksjon av antall sykkelulykker på 21%, fant König (2006) og Schepers et al. (2011) en økning på omtrent 30% med stor usikkerhet. Jensen (2008) fant ingen signifikant effekt på det totale antall ulykker (+2% (-15; +22)). Med unntak for Schepers et al. (2011) har studiene ikke kontrollert for verken sykkeltrafikk eller regresjonseffekter. Det er følgelig ikke uten videre mulig å generalisere resultatene.

En amerikansk studie av ulike former for farget oppmerking av sykkelfelt på flerfeltstveger i kryss (Monsere et al., 2015) viser at slike tiltak kan redusere konflikter mellom syklister og motorkjøretøy da det er tydeligere hvor syklister skal sykle og hvor bilistene må forvente syklister.

Studien til Jensen (2008) tyder på at det totale antall ulykker (sykkel- og andre ulykker) går ned i kryss med kun ett blått sykkelfelt, men øker i kryss med flere blå sykkelfelt, jo mer desto flere blå sykkelfelt. En mulig forklaring på ulykkesøkningene som ble funnet i to av studiene for sykkelulykker og av Jensen (2008) i kryss med flere fargede sykkelfelt kan være at fargede sykkelfelt øker den opplevde tryggheten for syklister, noe som kan føre til at syklister i mindre grad ser etter biler. En slik effekt ble funnet i studien til Hunter et al. (2000) hvor syklistene i mindre grad snudde seg og så etter biler etter at det ble installert blå oppmerking i et midtstilt sykkelfelt. Bjørnskau et al. (2016) viser også at syklister føler seg tryggere i fargede sykkelfelt. König (2006, Sverige) viser derimot at høyresvingende motorkjøretøy i større grad overholdt vikeplikten for syklister med farget sykkelfelt i kryss, noe som taler imot argumentet at farget sykkelfelt i kryss fører til negative sikkerhetseffekter som følge av atferdstilpasning.

Andre oppmerkingstiltak som harlekinmønster og oppmerkede sykkelsymboler er undersøkt i Danmark av Jensen og Nielsen (1999), Jensen (2002), Andersen et al. (2004) og Berggrein og Bach (2007). Studiene fant reduksjoner av antall sykkelulykker på mellom 5% og 45% men ingen av resultatene er statistisk signifikant og den metodiske kvaliteten til studiene er forholdsvis svak (f.eks. er det ikke eller kun i liten grad kontrollert for andre faktorer eller regresjonseffekter).

Framtrukket stopplinje for syklister i signalregulerte kryss

Framtrukket stopplinje kan redusere ulykker og konflikter i forbindelse med at signalet skifter fra rødt til grønt, men resultatene er usikre.

Framtrukket stopplinje har teoretisk potensiale for å forhindre ulykker og konflikter i forbindelse med at signalet skifter fra rødt til grønt. Tiltaket er undersøkt i flere eldre studier:

Nielsen, 1993 (Danmark)
Wheeler et al., 1993 (Storbritannia)
Jensen & Nielsen, 1999 (Danmark)
Jensen 2002 (Danmark)

Sammenlagt har studiene funnet en reduksjon av antall sykkelulykker på 18% (-46; +25). Studien er imidlertid enkle før- og etterstudier uten kontroll for verken biltrafikk, sykkeltrafikk eller regresjonseffekter. Ulykkesreduksjonene kan derfor være overestimert og kan ikke nødvendigvis generaliseres.

En studie fra New Zealand (Newman, 2002) har også funnet reduserte antall sykkelulykker, men ikke oppgitt noen effekt. Studien til Newman (2002) viser videre at syklister føler seg tryggere med framtrukket stopplinje og at også bilistene mener at tiltaket bedrer sikkerheten for syklister. I kryss med venstresvingfelt fant Newman (2002) at en del syklister ikke benytter sykkelfelter fram til krysset, men sykler på høyre side av venstresvingende kjøretøy for å unngå konflikter med disse (det er venstretrafikk i New Zealand).

Sykelboks i signalregulerte kryss

Sykelboks kan redusere antall sykkelulykker ved at syklister blir mer synlige og forbedrer atferd og vet at bilistene i større grad respekterer vikeplikten for syklister. Mange bilister respekterer imidlertid ikke sykelboksen. Det er ikke funnet studier av virkningen på ulykker.

Sykelboks anbefales i sykkelhåndbøker og lignende i bl.a. Norge, Danmark, Sverige, Nederland, Belgia, Tyskland, Storbritannia, USA, Canada og Australia. Sykelboks skal forbedre sikkerheten for syklister ved å gjøre dem mer synlige og ved å redusere konflikter mellom syklister og især høyresvingende kjøretøy. I tillegg kan tiltaket ha en fartsdempende effekt for motorkjøretøy (Sørensen, 2009). Sykelboks kan brukes på veger med eller uten sykkelfelt. På veger med sykkelfelt og høyresvingfelt kan de kombineres med midtstilt sykkelfelt (mellom rett-fram og høyresvingfelt) fram til sykelboksen.

Det er ikke funnet studier som har undersøkt virkningen av sykelboks på antall ulykker men flere studier som har undersøkt virkningen på syklister og bilisters atferd og konflikter. Resultatene lar seg sammenfatte som følgende:

- ***Syklister er mer synlige:*** Sykelboks gjør at syklister blir mer synlige (Dill et al., 2012, USA).
- ***Syklister forbedrer atferd:*** Det er flere syklister som sjekker om det kommer kjøretøy bakfra og som skal svinge til høyre (Farley, 2014, USA), færre av dem som skal rett fram som benytter høyresvingfeltet istedenfor rett-fram feltet (Newman, 2002, New Zealand) og færre som kjører over stopplinjen og venter i fotgjengerovergangen (Dill et al., 2012, USA). Når det gjelder trykksfølelsen er resultatene blandet. De fleste syklister føler seg tryggere, men en del føler seg utrygge med ventende biler bak (Newman, 2002, New Zealand).
- ***Ikke alle syklister benytter sykelboks:*** I studien til Atkins Service (2005, England) var det kun omtrent en fjerdedel av syklister som benyttet sykelboksen etter hensikten. Sykelboksen i denne studien var ofte installert på forholdsvis smale veger uten sykkelfelt.
- ***Mange bilister respekterer ikke sykelboks:*** Flere studier fant relativt store andeler av bilistene som kjører over sykelboksen (Løskorn et al., 2013, USA; Anderson & Lund, 2009, Danmark; Hunter, 2000, USA). Forklaringen er trolig at bilister ikke liker å ha syklister foran seg i kryss (Hunter, 2000, USA; Newman, 2002, New Zealand). I studien til Atkins Service (2005; England) var det spesielt motorsykler som ofte ventet i sykelboksen ved rødt lys.
- ***Bilister respekterer i større grad vikeplikt for syklister:*** Til tross for manglende respekt for sykelboks viser Dill et al. (2012, USA) at flere motorkjøretøy overholder vikeplikten overfor syklister.

- **Like mange eller færre konflikter:** Ingen endring av antall konflikter ble funnet av Hunter (2000, USA) og Farley, 2014, USA). To studier fant en reduksjon av antall konflikter/ulykker (Newman, 2002, New Zealand; Dill et al., 2012, USA).

Midtstilt sykkelfelt i signalregulerte kryss

Midtstilt sykkelfelt har vist seg å redusere konflikter og ulykker, i hovedsak mellom syklister som skal rett fram og høyresvingende kjøretøy.

Midtstilt sykkelfelt i signalregulerte kryss er et oppmerket felt til venstre for høyresvingfelt for motorkjøretøy og har som formål å forhindre konflikter mellom syklister som skal rett fram og høyresvingende kjøretøy. I tillegg kan midtstilt sykkelfelt gjøre syklister mer synlige for møtende kjøretøy som skal svinge til venstre. Midtstilt sykkelfelt kan være kombinert med sykkelboks. Tiltaket anbefales både i Danmark, Nederland, Tyskland, Storbritannia, Nord-Amerika og Australia (Sørensen, 2009), samt i Norge (Statens vegvesen, 2013).

Reduserte antall konflikter i kryss med midtstilt sykkelfelt ble funnet av Hunter et al. (2000, 2008, USA) og Sørensen (2010, Norge). Ryley (1996) viste at det er færre konflikter mellom syklister og biler i kryss med midtstilt sykkelfelt fram til sykkelboks enn i kryss med vanlig sykkelfelt fram til sykkelboks. I studien til Hunter økte andelen bilister som overholdt vikeplikten for syklister og som brukte blinklys. Før antall ulykker ble det funnet en reduksjon i studien til Celis (1999, Danmark) og Nielsen (1995, Danmark), men uten at det er mulig å tallfeste resultatene.

Filterfelt i signalregulerte kryss

Det er ikke mulig å trekke entydige konklusjoner om virkningen av filterfelt på ulykker eller konflikter.

Filterfelt i signalregulerte kryss (som kalles «sykkelshunts» i Danmark) har i hovedsak som formål å forbedre framkommeligheten for høyresvingende syklister. En ulempe kan være økende konfliktpotensial mellom syklister og fotgjengere. Sykkelshunt er blitt evaluert av Andersen et al. (2004, Danmark), men uten at det er mulig å trekke noen entydige konklusjoner om effekten på ulykker eller konflikter.

Tilbaketrukket sykkelveg

Tilbaketrukket sykkelveg kan både øke og redusere konflikter, avhengig av utformingen og reguleringen av vikeplikten. Når sykkelvegen er forskjørsregulert har tilbaketrukket sykkelveg vist seg å øke antall ulykker, men når sykkelvegen er vikepliktsregulert kan tilbaketrukket sykkelveg redusere antall ulykker.

Tilbaketrukket sykkelveg kan benyttes både i signalregulerte og i vikepliktsregulerte kryss. Formålet er å redusere konflikter mellom syklister og høyresvingende kjøretøy ved at motorkjøretøy som skal svinge inn eller ut av sidevegen kan dele inn svingbevegelsen i to etapper. I tillegg kan syklistene bli nødt til å senke farten i svingene (avhengig av utformingen). Tilbaketrukket sykkelveg kan imidlertid også skape konflikter ved at bilistene i mindre grad overholder vikeplikten for syklistene, enten fordi syklistene blir mindre synlige eller fordi utformingen «antyder» at syklistene har vikeplikt.

Effektene vil i stor grad avhenge av den konkrete utformingen og siktforholdene. Andersen et al. (2004, Danmark) fant ingen klar effekt av tiltaket. Schepers et al. (2011, Nederland) fant en signifikant reduksjon av antall sykkel-motorkjøretøy ulykker (-45%) når sykkelvegen var trukket tilbake med 2-5 meter, men ingen signifikante effekter for sykkelveger som var trukket tilbake med mindre enn to eller over fem meter. Pedler og Davies (2000, Storbritannia) viser at det er færre konflikter når syklistene har vikeplikt og når sykkelvegen er tilbaketrasket. Det er mao. løsningene som gir dårligst framkommelighet for syklisten som gir best sikkerhet. Resultatet er basert på videoobservasjoner av syklister i kryss med og uten sykkelveg.

En dansk studie viser at antall ulykker på dobbeltrettede sykkelveger i kryss øker med økende avstand mellom sykkelveg og den parallelle vegen i krysset dersom sykkelstien er forskjørsregulert (Buch & Jensen, 2013). Når sykkelvegen derimot er vikepliktsregulert, synker antall ulykker med økende avstand.

Framtrukket sykkelveg

Det er ikke funnet studier som har undersøkt virkningen av framtrukket sykkelveg på ulykker, konflikter eller atferd.

Framtrukket sykkelveg har motsatt formål til tilbaketrasket sykkelveg. Ved å trekke en sykkelveg (som på strekningen ikke er rett ved siden av kjørebanelen) inntil kjørebanelen før krysset skal syklister bli mer synlige for bilistene og syklister og bilister skal bli mer oppmerksomme på hverandre. Denne utformingen anbefales blant annet i svenske, nederlandske og nordamerikanske sykkelhåndbøker. Det er ikke funnet studier som har undersøkt virkningen på ulykker, konflikter eller atferd.

Avkortet sykkelveg

Det er ikke mulig å trekke noen entydige konklusjoner om virkningen av avkortet sykkelveg på ulykker eller konflikter.

Avkortet sykkelveg er en (ensrettet) sykkelveg som avsluttes før krysset. Formålet er at bilister og syklister blir mer oppmerksomme på hverandre og at syklistene ikke skal oppleve en (falsk) trygghet gjennom separering fra motorkjøretøy helt fram til krysset (Pfeifer, 1999; Agerholm et al., 2008). Sykkeltrafikken fortsetter gjennom krysset enten i blandet trafikk eller i et sykkelfelt. Tiltaket anbefales i sykkelhåndbøkene til Danmark, Sverige, Nederland, Belgia, Tyskland, Storbritannia, USA, Canada og Australia (Sørensen, 2009).

Tiltaket er undersøkt to danske studier som begge har sammenlignet avkortet sykkelveg med fremført sykkelveg (dvs. at sykkelvegen forsetter helt fram til krysset). Resultatene spriker og er ikke oppsummert med metaanalyse:

- Pfeifer (1999) fant en stor og signifikant reduksjon av antall sykkelulykker (-59% (-71; -41)). Studien har sammenlignet sykkelulykker i kryss med vs. uten avkortet sykkelveg. Kryssende er sammenlignbare mht. relevante andre faktorer som bl.a. utformingen, trafikkmengde og antall syklister.
- Jensen & Nielsen (1999) fant ingen endring av det totale antall sykkelulykker (-4% (-35; +42)) og en ikke-signifikant økning av antall sykkelulykker med en syklist på tilfarten med tiltak: (+18% (-60; +1620)). I motsetning til Pfeifer (1999) har Jensen & Nielsen (1999) ikke kontrollert for verken antall syklister eller regresjonseffekter.

Overkjørsel

Overkjørsel har vist seg å redusere antall sykkelulykker. Forklaringen er trolig i hovedsak at motorkjøretøy reduserer farten.

Overkjørsel er en sykkelveg som føres i form av et opphøyet sykkelfelt over sidevegen og fungerer dermed som en fartshump for kjøretøy på sidevegen. Formålet er å senke farten for trafikk på sidevegen. To studier som har undersøkt virkningen på ulykker fant store og signifikante reduksjoner av antall kollisjoner mellom sykkel og motorkjøretøy (Gårder et al., 1998, Sverige; Schepers et al., 2011, Nederland). Den sammenlagte effekten er en reduksjon av antall sykkel-motorkjøretøy kollisjoner på 47% (-64; -22). Leden et al. (2000, Sverige) fant en reduksjon av antall sykkelulykker på 20% som forklares i hovedsak med safety in numbers (flere syklister). Studien viste også at motorkjøretøy reduserte farten, mens syklistene økte farten.

Planskilte anlegg

Broer og tunneler reduserer ifølge Daniels et al. (2009) antall personskader blant syklister med 44%. Også Buch (2014) viser at planskilte kryss for syklister er sikrere enn kryss i plan, men uten at det er oppgitt effekttall.

Løsninger i rundkjøringer

Rundkjøringer har i gjennomsnitt flere sykkelulykker enn andre typer plankryss. Den mest typiske ulykken er en ulykke mellom en sykkel i rundkjøring og en bil som kjører inn i rundkjøringen. Faktorer som påvirker ulykkesrisikoen for syklister er:

- *Høyere fart - flere sykkelulykker*
- *Flere kjørefelt - flere sykkelulykker*
- *Rette vinkler mellom armene og sirkulasjonsareal - potensielt færre sykkelulykker*
- *Flere syklister - færre sykkelulykker (lavere risiko)*
- *Sykkelfelt i rundkjøringen (vs. blandet trafikk) - flere sykkelulykker*
- *Sykkelveg i rundkjøringen - potensielt færre sykkelulykker, men avhengig av regulering og utforming (generelt gjelder at dårligere framkommelighet på sykkelveg medfører bedre sikkerhet)*

Tiltak for å bedre sikkerheten for syklister i rundkjøringer med blandet trafikk kan være fartsreducerende tiltak og tiltak som «tvinger» syklistene i midten av kjørefeltet i rundkjøringen og reduserer situasjoner hvor biler og syklister kjører parallelt.

Rundkjøringer vs. X-/T-kryss: Rundkjøringer har i gjennomsnitt flere sykkelulykker enn andre typer plankryss. Virkningen av å bygge om plankryss til rundkjøringer er undersøkt av:

de Brabander Vereeck, 2007 (Belgia)

Daniels et al., 2008 (Belgia)

Daniels et al., 2009 (Belgia)

Harris et al., 2013 (Canada)

Jensen, 2013 (Danmark)

Vandenbulcke et al., 2014 (Belgia)

Studiene viser følgende:

- Sammenlagt for alle typer kryss og alle typer sykkelanlegg i rundkjøringer ble det funnet en ikke-signifikant økning av antall sykkelulykker etter ombygging til rundkjøring på 7% (-7; +23).
- Rundkjøringer har **flere sykkelulykker enn tidligere signalregulerte kryss** (+27% [-8; +74]). Vandenbulcke et al. (2014) fant over dobbelt så mange sykkelulykker (+123%) i sykkelfelt i rundkjøringer enn i sykkelfelt i lysregulerte kryss (med kontroll for ÅDT og andre infrastrukturvariabler), men uten at det er mulig å inkludere resultatet i den sammenlagte beregningen.
- Virkningen av rundkjøringer **i tidligere vikepliktsregulerte kryss spriker** mye mellom studiene og mellom områder i og utenfor tettbygd strøk. Daniels et al. (2008) fant en ikke-signifikant økning av antall sykkelulykker på 27% utenfor tettbygd strøk og en ikke-signifikant reduksjon på 11% i tettbygd strøk. Harris et al. (2013) fant at små rundkjøringer på lokalveger har omtrent åtte ganger så mange sykkelulykker enn andre kryss på de samme vegene.
- Rundkjøringer med **blandet trafikk eller sykkelveg** har totalt sett ingen signifikant effekt på antall sykkelulykker, mens rundkjøringer med **sykkelfelt** øker antall sykkelulykker med signifikante 93% (+38; +169) (Daniels et al., 2009).

Fart i rundkjøringer: Det er flere sykkelulykker i rundkjøringer med et høyt fartsnivå (Hels & Orozova- Bekkevold; 2007, Danmark). En stor andel av ulykkene mellom syklister og motorkjøretøy skyldes at motorkjøretøyet ikke overholdt vikeplikten for syklisten, ofte fordi føreren ikke så syklisten (looked-but-failed-to see; Hels & Orozova- Bekkevold; 2007, Danmark). Fartsdempende tiltak som fartshumper har derfor potensiale for å redusere sykkelulykker i rundkjøringer (Campbell et al., 2006).

Antall kjørefelt i rundkjøringen: Rundkjøringer med flere kjørefelt har flere sykkelulykker enn rundkjøringer med kun ett kjørefelt (Arnold et al., 2013, USA; Brüde & Larsson, 2000, Sverige; Daniels et al., 2009, Belgia; Jurisich et al., 2006, Australia; Persaud et al., 2001, USA; Reynolds et al., 2010). Arnold et al. (2013, USA) viser at de fleste syklister sykler ytterst i det ytterste kjørefeltet i rundkjøringen, dvs. i en posisjon hvor det er stor risiko for å bli oversett.

Rundkjøringer med tangentielle armer vs. rette vinkler: De fleste rundkjøringer i bl.a. Norge, Sverige, Storbritannia og Australia har «tangentielle» armer, dvs. at det er store vinkler mellom armene inn i rundkjøringen og sirkulasjonsarealet. I andre land som f.eks. Tyskland er det som regel mer eller mindre rette vinkler. Rundkjøringer med rette vinkler mellom armene inn i rundkjøringen og sirkulasjonsarealet har som regel lavere risiko for sykkelulykker enn rundkjøringer med tangentielle armer, lavere fart og lavere risiko for at syklister blir oversett av bilister (Cumming, 2012; Reid & Adams, 2010; Schramm et al., 2014). Forklaringen er trolig at slike rundkjøringer har en større fartsdempende effekt for motorkjøretøy.

Størrelsen på midtøya: Brüde & Larsson (2000, Sverige) viser at det er færre sykkelulykker i rundkjøringer med en midtøy på minst 10 meter i diameter enn i rundkjøringer med mindre midtøy, men forskjellen er liten.

Safety in Numbers: Antall sykkelulykker i rundkjøringer øker med økende antall syklister, men økningen er mindre enn proporsjonalt. Dvs. at risikoen for hver enkel syklist er lavere jo flere syklister som sykler i rundkjøringen (Safety in Numbers; Daniels et al. 2010, Belgia).

Blandet trafikk i rundkjøringen (ved sykkelfelt i tilfartene): De mest vanlige ulykker og konflikter mellom syklister og motorkjøretøy i rundkjøringer med blandet trafikk skjer mellom en sykkel i rundkjøring og en bil som kjører inn i rundkjøringen (Arnold et al., 2013; Campbell et al., 2006; Cumming, 2012; Sakshaug et al., 2010; Schramm et al., 2014). I studien til Campbell et al. (2006) utgjorde slike ulykker 68% av alle sykkelulykker i flerfelts rundkjøringer. Ifølge Cumming (2012) skjer mange slike ulykker fordi bilister ikke så syklisten, noe som forklares med at mange syklister sykler ytterst i rundkjøringen. Syklister synes best når de bruker midten av kjørefeltet i rundkjøringen, mest fordi bilistene er mest oppmerksomme på hva som skjer i midten av kjørefeltet.

Den nest-mest vanlige typen konflikter og ulykker skjer mellom syklister i rundkjøringen og biler som kjører ut av rundkjøringen mens syklisten befinner seg til høyre for bilen (Sakshaug et al., 2010).

To studier viser at rundkjøringer med blandet trafikk har gunstigere (mindre ugunstige) effekter enn rundkjøringer med sykkelfelt eller -veg. Daniels et al. (2009) viser at antall sykkelulykker i kryss som ble ombygd til rundkjøringer med blandet trafikk gikk ned med 7% (ikke statistisk signifikant), mens antall sykkelulykker økte i rundkjøringer med separate sykkelløsninger. Jensen (2013) fant en ulykkesøkning på 45% (ikke-signifikant) i kryss som ble ombygd til rundkjøringer med blandet trafikk. Sykkelulykker økte mer i kryss som ble ombygd til rundkjøringer med sykkelfelt eller forkjørsregulert sykkelveg.

Antall alvorlige konflikter mellom biler og syklister er ifølge Sakshaug et al. (2010) høyere enn i rundkjøringer med separate sykkelveger. Dette til tross for at overholdelsen av vikeplikten er høy (mellom 74% og 96%).

Cumming (2012) forslår å utforme rundkjøringer med sykkelfelt i tilfartene slik at sykkelfeltene opphører før rundkjøringen slik at bilister og syklister må benytte samme kjørefelt. I tillegg forslås oppmerkede sykkelsymboler i midten av kjørefeltet i rundkjøringen. Dermed antas at flere syklister vil sykle i midten av kjørefeltet i rundkjøringen, noe som forventes å redusere faren for at bilister som kjører inn i rundkjøringen overser syklister i rundkjøringen. I tillegg kan en slik utforming redusere parallell kjøring og dermed konflikter og ulykker mellom syklister i rundkjøringen og motorkjøretøy som kjører ut av rundkjøringen.

Eget sykkelfelt gjennom rundkjøringen: Sykkelfelt i rundkjøringer har i en flere studier vist seg å medføre større risiko og flere konflikter med motorkjøretøy for syklister enn rundkjøringer uten tilrettelegging for syklister (Cumming, 2012; Daniels et al., 2010; Fyhri et al., 2016; Schnull et al., 1993; Schramm et al., 2014; Vandenbuckle et al., 2014). Daniels et al. (2009, Belgia) fant en signifikant økning av antall sykkelulykker (+93%) i rundkjøringer med sykkelfelt (istedenfor andre typer plankryss), men ingen signifikante effekter i rundkjøringer med blandet trafikk eller sykkelveg. Økningen er enda større når det er en fysisk barriere mellom sykkelfelt og kjørefeltet i rundkjøringen. Jensen (2013) viser at både sykkelfelt og på sykkelveger som er skilt fra vegbanen med kantstein, øker antall sykkelulykker, med mellom 18% og 246%.

Forklaringen på den negative effekten av sykkelfelt i rundkjøringer er trolig at bilister i liten grad er oppmerksomme på syklister på utsiden av sirkulasjonsarealet (se avsnitt over om blandet trafikk i rundkjøringen). Studier har også vist at syklister føler seg tryggere i sykkelfelt enn i midten av kjørefeltet (Arnold et al., 2013), noe som kan tenkes å gjøre dem mindre forsiktige.

Rundkjøringer med sykkelveg: Sykkelveger og gang- og sykkelveger bygges som regel i en viss avstand fra rundkjøringen. I Norge skal avstanden være på minst 5 meter og syklister har som regel vikeplikt for trafikk som kjører inn i rundkjøringen (som regel er det oppmerkede gangfelt og bilister har kun vikeplikt for gående i gangfelt).

Flere studier viser at rundkjøringer med separat sykkelveg har færre sykkelulykker enn rundkjøringer med blandet trafikk:

- Brüde & Larsson (1999, Sverige): Rundkjøringer hvor de fleste syklister benytter en sykkelveg, har færre sykkelulykker enn rundkjøringer hvor de fleste sykler i vegbanen.
- Daniels et al. (2011, Belgia): Rundkjøringer med sykkelveg har 42% færre sykkelulykker enn rundkjøringer uten sykkelveg.
- Daniels et al. (2009, Belgia): Det er kun liten forskjell i virkningen av rundkjøringer med sykkelveg og rundkjøringer med blandet trafikk (istedenfor andre typer plankryss) og begge effektene er ikke-signifikante.
- Dijkstra (2005) fant en ulykkesreducerende effekt kun for sykkelveger hvor syklistene har vikeplikt, men ingen effekt når bilistene har vikeplikt.
- Jensen (2013): Rundkjøringer med separat sykkelveg hvor syklistene har vikeplikt, reduserer antall sykkelulykker med 81% (signifikant).
- Sakshaug et al. (2010) viser at antall alvorlige konflikter mellom biler og syklister er lavere i rundkjøringer med separat sykkelveg enn i rundkjøringer med blandet trafikk.

Selv om det ble funnet færre ulykker og konflikter i rundkjøringer med sykkelveg (når syklistene har vikeplikt) enn i rundkjøringer med blandet trafikk, finnes potensiale for konflikter og ulykker i kryssene mellom sykkelveg og tilfartene til rundkjøringen, især når sykkelvegen er dobbeltrettet. Her er det ofte stor usikkerhet rundt vikepliktsreglene og det er mange som ikke overholder vikeplikten (van Minnen & Braimaister, 1994, Nederland; Sakshaug et al., 2010, Sverige).

Når sykkelvegen er forkjørsregulert er det større potensiale for konflikter og ulykker enn når sykkelvegen ikke er forkjørsregulert (Dijkstra, 2005, Nederland). De fleste konflikter oppstår mellom motorkjøretøy og syklister som sykler i «feil» retning (mot sirkulasjonsretningen) og kjøretøy på veg inn eller ut av rundkjøringen (Sakshaug et al., 2010, Sverige).

3.3.12 Tiltak i tunneler

Det er ikke funnet empiriske studier som har undersøkt virkninger på ulykker av tiltak for syklister i tunneler.

Ett mulig tiltak mot sykkelulykker i tunnel er å tilrettelegge for sykling utenfor tunnelen. Dette vil redusere sykling i tunnel (forutsatt at omkjøringsmuligheten er skiltet på en forståelig og troverdig måte) og dermed også sykkelulykker i tunnelen. Den totale virkningen (i og utenfor tunnel) vil avhenge av ulykkesrisikoen på omkjøringsvegen.

Det er også forslått et varslingsystem som aktiveres av syklister før disse sykler inn i tunnelen og som varsler førere av motorkjøretøy om at det sykler i tunnelen. En evaluering (Statens vegvesen, 2017) viser at de fleste syklistene bruker knappen, føler seg tryggere og mener at bilistene tar med hensyn. Blant bilistene sier omtrent to tredjedeler at de har lagt merke til varslingsystemet og alle sier at varslingen gjør at de er mer oppmerksomme på syklister. Faktiske effekter på atferd eller ulykker er ikke evaluert.

3.4 Virkning på framkommelighet

Utformingen av sykkelanlegg og andre tiltak for syklister har stor betydning for syklistenes framkommelighet. Virkningene av enkelte tiltak på framkommeligheten, både for syklister og andre trafikantgrupper er oppsummert i en litteraturstudie av Høye et al. (2015).

Effektene av **strekningstiltakene** er oppsummert i følgende:

- **Sykkelfelt:** Framkommeligheten for syklister er bedre enn ved øvrige løsninger. Syklister i sykkelfelt unngår å bli forsinket av bilkøer i blandet trafikk, har i mindre grad vikeplikt for trafikk fra kryssende veger enn på sykkelveg, har bedre muligheter for å kjøre forbi andre syklister enn på sykkelveg og blir ikke forsinket av fotgjengere som på GS-veg.
- **Sykkelveg, ensrettet:** Syklister på ensrettet sykkelveg har bedre framkommelighet enn på dobbeltrettet sykkelveg eller GS-veg hvor forsinkelser på grunn av fotgjengere eller møtende syklister kan forekomme og hvor det kan være vanskeligere å sykle forbi andre syklister. I kryss avhenger effekten på framkommeligheten av om sykkelvegen er forkjørsregulert. Framkommeligheten er som regel dårligere enn i sykkelfelt.
- **Sykkelveg, dobbeltrettet:** Dobbeltrettet sykkelveg har omtrent samme framkommelighet som ensrettet sykkelveg, men det er som regel vikeplikt for kryssende trafikk og det kan være vanskeligere å sykle forbi andre syklister.
- **GS-veg:** GS-veg er løsningen med den dårligste framkommeligheten for syklister, med mindre det er kun svært lite fotgjenger- og møtende sykkeltrafikk.
- **Sykelekspressveg:** Sykelekspressveg er per definisjon utformet slik at syklistene har best mulig framkommelighet.
- **Sykkelgate:** Sykkelgate kan i utgangspunktet ha god framkommelighet for syklister men dette vil avhenge av den konkrete utformingen (f.eks. gateparkering, fotgjengertrafikk) og tilretteleggingen i kryss.
- **Tilrettelegging for sykler i blandet trafikk:** Dette kan prinsipielt gi syklistene like god eller bedre framkommelighet enn blandet trafikk uten tilrettelegging. Blandet trafikk kan ha like god eller bedre framkommelighet enn sykkelfelt (unntatt ved bilkøer som kan forsinke syklister).
- **Sykling mot kjøreretning i enveiskjørte gater:** Dette tiltaket gir syklistene betydelig bedre framkommelighet i områder med mange enveiskjørte gater.

Effektene av **krysstiltakene** lar seg noe forenklet oppsummere slik at løsningene som gir syklistene best sikkerhet har dårligst effekt på framkommeligheten. Dette gjelder f.eks. løsninger hvor syklistene har vikeplikt for kryssende trafikk, tilbaketrukket sykkelveg og sykkelveg istedenfor blandet trafikk i rundkjøringer. Det finnes imidlertid også løsninger som gir både god sikkerhet og framkommelighet som midtstilt sykkelfelt og sykkelboks, samt overkjørsel for forkjørsregulert sykkelveg.

3.5 Virkning på miljøforhold

Forbedret infrastruktur for syklister kan påvirke miljøet ved å øke andelen som sykler istedenfor å kjøre bil, noe som medfører reduserte utslipp og støy fra motorkjøretøy (Hesjevoll & Ingebrigtsen, 2016). Løsninger som har størst potensiale for å tiltrekke seg flere syklister er løsninger som gir både økt trygghet og god framkommelighet. På disse kriteriene er det især ensrettet sykkelveg og sykkelfelt som kommer godt ut, samt tilrettelegging for sykling i blandet trafikk på lite trafikkerte gater med lav fart. Sykkelekspressveger har også potensiale for å tiltrekke flere syklister (Sørensen & Amundsen, 2016). Elsyklister vil ha størst nytte av løsninger som gir god framkommelighet.

3.6 Kostnader

På grunnlag av ulike eldre kilder (Statens vegvesen, 2007; Sælensminde, 2004; Vejdirektoratet, 2000) er typiske kostnader til sykkelveger og GS-veger anslått til omtrent 8 mill. kr. per kilometer og typiske kostnader til oppmerking av sykkelfelt er anslått til omtrent 1 mill. kr. per kilometer. I tillegg til anleggskostnad kan det regnes med en årlig vedlikeholdskostnad på ca. 38.000 kr per km veg til gang- og sykkelveger. Kostnadene varierer en del fra sted til sted avhengig av lokale forhold og standard på sykkelanlegget.

Kostnadene for sykkelekspressveg er i tiltak.no anslått til mellom 0,5 og 3,0 mill. kr. per kilometer ved oppgradering av eksisterende infrastruktur og til mellom 10 og 30 mill. kr. for nybygg.

3.7 Nytte-kostnadsvurderinger

Den samfunnsøkonomiske nytten av et sammenhengende gang- og sykkelvegnet i norske byer er trolig minst 4-5 gange større enn kostnadene ifølge Sælensminde (2004). I dette estimat inngår anleggskostnader, vedlikeholdskostnader og såkalt skattekostnadsfaktor samt nytte i form av reduserte trafikkulykker, reisetid, utrygghet og eksterne kostnad ved motorisert transport, samt helsemessige virkninger. Herby & Friis (2013) viser at sykkelekspressveger potensielt har stor samfunnsøkonomisk nytte, bl.a. i form av helsegevinster, reduserte køer og reduserte klimaeffekter av motorisert trafikk, men at nytte-kostnadsforholdet varierer mye mellom ulike prosjekter.

Økt fysisk aktivitet (fra inaktiv til moderat aktiv) øker både livskvaliteten og levetiden, i gjennomsnitt med åtte kvalitetsjusterte leveår. Ut fra sammenhengen mellom fysisk aktivitet og økt levetid, samt verdsettingen av denne (0,5 mill. kr. per kvalitetsjustert leveår) estimerer Statens vegvesen (2012) den samfunnsøkonomiske nytten av en dobling av sykkeltrafikken i et tettsted med 10.000 innbyggere til 48 mill. kr. per år.

4 Drift av sykkel- og gangarealer

Dette kapitlet er en langversjon av kapittel 2.7 i Trafikksikkerhetshåndboken som omhandler vinterdrift av gang- og sykkelarealer.

4.1 Problem og formål

Ferdselsarealer for gående og syklende skal ifølge Statens vegvesens håndbok R610 (2012) være «farbart og attraktivt for fotgjengere og syklister slik at de foretrekker å ferdes der framfor i kjørebanelen».

Snø/is, grus, sand, løv på vegen, ujevne overflater, samt sprekker og hull i vegen kan føre til problemer for syklister og fotgjengere. Bl.a. øker risikoen for å skli og falle, framkommeligheten kan være dårlig og det kan føre til utrygghet. Vinteren medfører ofte at vegene er dekket av snø og is. Snøforholdene kan påvirke syklisters og fotgjengeres ulykkesrisiko på mange ulike måter:

- På glatte veger er det større risiko for å skli og falle
- Motorkjøretøy og sykler får lengre bremsveg
- Når veger er dekket av snø og is er farten som regel lavere
- Snø og is påvirker hvor syklister sykler og hvor fotgjengerne går, f.eks. kan snø i sykkelfelt eller sykkelveg føre til at mange sykler enten i vegbanen eller på fortauet, mens ufremkommelig eller glatt fortau kan føre til at mange går på sykkelveger eller i sykkelfelt.
- Om vinteren er det andre typer syklister enn om sommeren (se nedenfor).

Drift av gang- og sykkelarealer har som formål å redusere risikoen for ulykker på glatt føre eller som følge av ujevnheter, hull, forurensing mv. Samtidig skal det sikres at slike trafikkområder er attraktive å ferdes på, også om vinteren, slik at terskelen for å gå og sykle året rundt reduseres.

Fotgjengerulykker på glatt underlag

Fotgjengere har høyere risiko for fallulykker på snø-/isdekket veg enn på bar veg. Dette gjelder især eldre fotgjengere. Risikoøkningen på glatt veg er større når det er små andeler av vegene som er glatte enn når det er store andeler som er glatte.

Offisiell statistikk over vegtrafikkulykker er begrenset til ulykker der minst et kjøretøy er innblandet. Eneulykker (dvs. fallulykker) med fotgjengere er derfor ikke representert i offisiell ulykkesstatistikk. Ifølge offisiell ulykkesstatistikk fra Norge (2005-2014) er 19% av alle drepte fotgjengerne (N=222) drept på snø-/isdekket veg, og kun én (0,5%) er drept på en veg som av andre årsaker er glatt. Blant D/HS fotgjengerne er de respektive andelene 15% og 1,7%. Dette omfatter kun fotgjengere som er drept/skadd i kollisjoner med kjøretøy.

Flere studier fra Norge og Sverige som er basert på sykehusdata, viser at betydelige andeler av alle skadde fotgjengerne blir skadd om vinteren (Borger, 1991; Larsson, 2009; Öberg, 2011). Rolfsman et al. (2012) viser at omtrent to tredjedeler av fallulykkene skjer på glatt veg (snø, is eller sand/grus på vegen). Hvis man antar at det er under to tredjedeler av all fotgjengertrafikk som skjer på glatt veg, betyr dette at risikoen for fallulykker er høyere på glatt veg enn ellers. Studien er basert på data fra en spørreundersøkelse som er koblet til sykehusdata. En studie av fotgjengerulykker ved skadelegevakten i Oslo viser at andelen moderate eller alvorlige (istedenfor lette) skader blant fotgjengere er høyere om vinteren (29,1%) enn om sommeren (17,7%) (Oslo Universitetssykehus, 2017).

Risikoen for å falle er ifølge en svensk undersøkelse (Möller et al., 1991) mellom fem og ti ganger så høy på snø/is som på bart føre. På underkjølt regn er risikoøkningen betydelig større. På dager med underkjølt regn var det 30 ganger så mange fotgjengerulykker enn på andre vinterdager, samtidig som antall fotgjengere trolig var langt lavere.

Beynon et al. (2011, Storbritannia) viser at antall fotgjengere som blir skadd i fallulykker på snø/is øker eksponentielt med synkende temperatur. Det er spesielt eldre fotgjengere som har økt risiko på snø-/isdekket veg. Risikoen for å bli skadd som fotgjenger i en fallulykke (målt som antall skader per 1000 innbyggere) øker sterkt med økende alder (Beynon et al., 2011).

En annen svensk studie (Öberg et al., 1996) viser at risikoen for fotgjenger- og sykkelulykker på snø/is øker mer når det kun er en liten del av vegene som er dekket av snø/is enn når mesteparten av vegen er dekket av snø/is. En mulig forklaring er at man i mindre grad forventer at det er glatt når det er lite snø eller is og derfor er mindre forsiktig, noe som gjør at man lettere faller når man kommer på glatt underlag. En lignende effekt ble funnet for ulykker med motorkjøretøy.

I tillegg til snø og is har også rester av strøsand på vegene vist seg å øke antall skader blant både fotgjengere og syklister (Thulin & Niska, 2009; Öberg, 2011).

Sykkelykker på glatt veg

Syklister har høyere ulykkestisiko på glatt veg enn på bar veg. Dette gjelder især eldre syklister. Hvorvidt sykkelulykker også er mer alvorlige på glatt veg varierer mellom studiene. Det er større andeler av ulykkene som skjer på glatt veg blant eneulykkene enn blant kollisjonene. I tillegg til snø og is kan også rester av strøsand utgjøre en risiko for syklister.

Hvilke andeler av alle sykkelulykkene som skjer på glatt veg, varierer mye mellom ulike studier. Forskjellene kan skyldes forskjeller mellom ulike land, men også type datakilde og rapporteringsgraden av ulykkene. Av alle syklistene som ble skadd i ulykker i Norge i 2005-2014, ble de fleste ifølge offentlig ulykkestatistikk skadd på tørr, bar veg (78%), 19% ble skadd på våt, bar veg og 2,5% ble skadd på glatt veg (snø/is). I eneulykkene er andelen på glatt veg 3,7%. Eneulykkene er imidlertid sterkt underrepresentert. I dødsulykkene med sykkel i Norge i 2005-2014 var det 3% som skjedde på glatt veg (snø/is) og 11% som skjedde i månedene desember til mars. At det kun er forholdsvis små andeler som er skadd eller drept på glatt veg og om vinteren, har sammenheng med at det er langt færre som sykler om vinteren enn resten av året.

I en spørreundersøkelse blant 3275 syklister i Norge i 2015, hvorav 889 hadde en ulykke i løpet av de siste fem årene, skjedde ifølge syklistene 33% av eneulykkene og 9% av flerpartsulykkene på glatt veg (Høye & Hesjevoll, 2016). Glatt veg er fordelt til nesten like deler på snø/is og sand/grus. 69% av alle ulykkene var eneulykker.

En svensk studie viser at faktorer som er relatert til drift og vedlikehold, bidrar til nesten halvparten av sykkelulykkene som er eneulykker med alvorlig personskade (Niska & Eriksson, 2014). Faktorer som er relatert til drift og vedlikehold omfatter (med andelen av eneulykkene hvor de enkelte faktorene har bidratt i parentes):

- Glatt underlag (snø, is): 20% (77% av eneulykkene i januar og februar, 70% i desember)
- Glatt underlag (grus): 10% (22% i mars, 16% i april)
- Ujevnt underlag, hull/sprekker i vegen: 8%
- Glatt (annet): 4%
- Gjenstand på vegen påkjørt: 3%
- For høy asfaltkant: 3%
- Glatt (løv): 2%.

Flere studier viser at syklister har høyere ulykkesrisiko på snø- og isdekket veg enn på tørr bar veg. Risikoen for å bli drept på våt veg eller snø-/isdekket veg er ifølge Vavatsoulas et al. (2013, Danmark) 48% høyere for syklister enn på tør veg. Det er ikke skilt mellom våt veg og veg som er dekket av snø/is. Det er kontrollert for en rekke forskjeller mellom syklistene, bl.a. alder, hjelmbruk og promille. Rolfsman et al. (2012) viser at en stor andel av eneulykkene (63%) med sykkel skjer på glatt veg (snø, is eller sand/grus på vegen). Det er ikke kontrollert for hvor mye som sykles på glatt veg, men man kan anta at det er under 63% av all sykkeltrafikk som skjer på glatt veg og at risikoen for eneulykker følgelig må være høyere på glatt veg enn ellers. Studien er basert på data fra en spørreundersøkelse som er koblet til sykehusdata.

En eldre svensk studie (Öberg, 1996) viser at risikøkningen på snø/is (i forhold til bar veg om vinteren) er betydelig større for eldre syklister (8,2 ganger så høy risiko på snø/is som på bar veg) enn for andre syklister (1,6 ganger så høy risiko).

Hvorvidt sykkelulykker er mer alvorlige på glatt veg varierer mellom ulike studier og datakilder. Offisiell ulykkesstatistikk fra Norge (2005-2014) viser at andelen av alle skadde syklistene som er D/HS, er omtrent lik på tørr, bar veg (12,2%) og på glatt veg (12,9%). En studie blant jobbsyklister i Canada (Doherty et al., 2000) viser at det er flere eneulykker med sykkel under ugunstige føreforhold, men sykkelulykkene er ikke mer alvorlige om vinteren eller under ugunstige føreforhold.

Derimot tyder data som er samlet inn på skadelegevakten i Oslo i 2014 (Melhuus et al., 2015), på at sykkelulykker i gjennomsnitt er mer alvorlige på veger som er dekket av snø, is, grus, singel eller løv enn på bar veg. Resultatene viser at andelen skadde syklister som ble alvorlig eller meget alvorlig skadd er:

- 8,7% på snø eller is
- 4,6% på løs grus eller singel
- 4,0% på løv
- 3,2% på tørr asfalt
- 2,8% på våt asfalt.

Resultatene er basert på syklister (over 12 år) som ble skadd i trafikkulykker og behandlet på Oslo skadelegevakt i 2014. Undersøkelsen viser videre at det i august 2014 var 13 ganger så mange skader som i januar, noe som kan forklares med at det er langt flere som sykler i august enn i januar. Andelen som ble alvorlig eller meget alvorlig skadd, varierer mye mellom månedene men det er ikke noen tendens til høyere andeler alvorlige skader i vintermånedene.

Det er ikke bare snø og is men også rester av strøsand på vegene som medfører økt risiko for syklister. To svenske studier viser at antall skader øker blant både syklister og fotgjengere, samt at skadegraden i sykkelulykker øker, når det er rester av strøsand på vegen, selv om vegen ikke lenger er dekket av snø og is (Thulin & Niska, 2009; Öberg, 2011).

Syklister om vinteren

Om vinteren er det langt færre som sykler enn om sommeren. De som sykler om vinteren er oftere menn, bruker oftere hjelm og lys, sykler fortere og er i gjennomsnitt mer sikkerhetsorienterte enn de som ikke sykler om vinteren.

Om vinteren er det betydelig færre som sykler enn om sommeren. Den norske nasjonale reisevaneundersøkelsen viser at andelen sykkelreiser av alle reiser er høyest i juni-august (6,5-6,9%) og lavest i desember-februar (1,5-2,0%) (TØI, 2014). En undersøkelse fra Trondheim viste at det i juli (måneden med flest syklister) er omtrent 11 ganger så mange syklister på vegene enn i januar og februar (månedene med færrest syklister) (Statens vegvesen Region midt, 2010). Sykkeltellinger som er gjort av TØI på Ullevålsveien i Oslo viser at det i juni og august er mellom fem og ti ganger så mange syklister som i januar.

Faktorer som kan gjøre det mindre attraktivt å sykle om vinteren, er bl.a. (Spencer et al., 2013):

- Vær (temperatur, regn, snø, vind)
- Lysforhold
- Vegforhold (glatt veg, dårlig framkommelighet / utrygghet på grunn av snø og is i vegkanten/sykkelfeltet)
- Bekymringer om bilister som mister kontroll.

Det er kun faktorer som er relatert til vegforhold som kan påvirkes av vinterdrift, mens de øvrige faktorene ikke eller kun i liten grad kan påvirkes. Ifølge Spencer et al. (2013) er temperatur, lys og nedbør de viktigste faktorene som påvirker om syklister sykler om vinteren eller ikke. Resultatene er imidlertid basert på intervjuer med kun 24 syklister i Vermont (USA).

En norsk studie viser at det er en del forskjeller mellom syklister som sykler om vinteren og syklister som ikke gjør det (Høye & Hesjevoll, 2016). Resultatene fra en spørreundersøkelse blant 3272 syklister i Norge viser at de som sykler regelmessig om vinteren (i forhold til dem som ikke gjør det):

- Ofte er menn (63% vs. 51%)
- Ofte sier at de alltid bruker hjelm (78% vs. 70%)
- Ofte sier at de alltid har lys på sykkel når de sykler i mørke (83% vs. 67%)
- Har en mer fartsorientert sykkelstil
- Har en mer sikkerhetsorientert sykkelstil.

Sykkelulykker og ujevnheter/hull i vegen

Ujevnheter og hull i vegen kan bidra til sykkelulykker.

Ujevnheter og hull i vegen kan øke ulykkesrisikoen for syklister på ulike måter:

- Syklister kan skli, miste balansen eller bråstoppe og gå over styret
- Syklister (eller andre trafikanter) kan unnamanøvrere for å unngå ujevnheter/hullene og komme i konflikt med andre kjøretøy
- Ved mange ujevnheter hull kan farten bli lavere, noe som, hvis alt annet er lik, kan forventes å føre til mindre alvorlige ulykker

- Ujevnheter/hull kan tiltrekke mye oppmerksomhet og dermed ha en distraherende effekt.

Blant dødsulykkene med syklist i Norge i 2005-2014 var det 7% hvor det er dokumentert at hull, ujevnheter, grus mv. i vegbanen har bidratt til ulykken.

Sykkelykker og sikthindre

Sikthindre kan bidra til sykkelykker og er et større sikkerhetsproblem for syklist enn for andre trafikanter.

Sikthindre kan føre til ulykker og konflikter når endringer av vegforholdene eller linjeføringen er skjult eller når syklist er skjult for andre trafikanter (eller omvendt). Blant dødsulykkene med syklist i Norge i 2005-2014 var det 18% hvor sikthindre i form av vegetasjon har bidratt til ulykken. Totalt sett var det 34% av dødsulykkene med sykkel hvor sikthindre har bidratt, mot kun 7% av andre dødsulykker. Dette tyder på at sikthindre er et større problem for syklist enn for andre trafikanter.

4.2 Beskrivelse av tiltaket

Drift av gang- og sykkelanlegg omfatter:

- **Vinterdrift:** Snøbrøyting, bortkjøring av snø, strøing med sand eller salt
- **Drift for øvrig:** Fjerning av sand, grus, løv mv. rydding av vegetasjon, lapping av hull og ujevnheter.

For å hindre snø og is på gang- og sykkelanlegg kan også oppvarming benyttes. Dette er ikke strengt tatt et driftstiltak, men er likevel omtalt i dette kapitlet da formålet er det samme som for vinterdriftstiltakene.

4.3 Virkning på ulykkene

4.3.1 Vinterdrift

Vinterdrift av gang- og sykkelarealer kan redusere ulykkesrisikoen for syklist og fotgjengere ved at føreforholdene blir bedre, især når arealene blir mindre glatte. Feiing og salting samt varmsanding kan være egnede metoder for vinterdrift. Brøyting kan også være en egnet metode, men kan føre til at vegene blir glattere istedenfor mindre glatte. Oppvarming er trolig den mest effektive metoden. Om vinteren og under vanskelige føreforhold er det færre syklist og fotgjengere, samt et spesielt utvalg av syklist og fotgjengere som fortsetter å sykle/gå.

Virksomheter av vinterdrift på ulykker med fotgjengere og syklist avhenger i stor grad av hvilke resultater (dvs. hvilke føreforhold) som oppnås. Resultatene avhenger av metoden som brukes i kombinasjon med værforholdene. Sammenhengene som ble funnet mellom føreforhold og ulykker (glattere veg medfører større ulykkesrisiko) tyder på at jo bedre føreforholdene er om vinteren, desto lavere vil ulykkesrisikoen være for fotgjengere og syklist. Siden det er resultatet, og ikke mengden eller metoden vinterdrift, som er avgjørende for ulykkesrisikoen, kan økt vinterdrift eller en bestemt metode ikke uten videre forventes å føre til redusert ulykkesrisiko under alle forholdene.

Resultater fra empiriske studier av hvordan ulike metoder for vinterdriften påvirker føreforholdene lar seg sammenfatte som følgende:

- **Feiing og salting** istedenfor brøyting og strøing med sand økte andelen bart føre fra 12 til 17% i studien til Bergström (2003, Sverige). Niska og Blomqvist (2016, Sverige) viser at feiing og salting er en egnet metode for å holde sykkelveger snø- og isfrie. Fordelen med metoden er at den gir god friksjon og framkommelighet for syklistene og at det ikke brukes sand som blir liggende på vegen. Metoden er imidlertid ikke egnet når det har dannet seg et islag på vegen. I slike tilfeller kan det være bedre å gå over til sanding.
- **Varmsanding** gir bedre og mer langvarige effekter, samt lavere sandforbruk, enn vanlig sanding, især på veger med tykk isdekke. Tiltaket er mest egnet for veger med blandet trafikk (Niska, 2013, Sverige).
- **Brøyting** kan fjerne snø og dermed bedre framkommeligheten, samt forhindre at vegen senere blir glatt som følge av tining og frysing. Brøyting kan imidlertid også gjøre vegen glattere ved at snøen komprimeres, især når den etterpå tiner og fryser igjen (Möller et al., 1991, Sverige).
- **Oppvarming** er trolig det mest effektive tiltak for helt å fjerne snø og is (Hagen, 1990, Norge). Andelen bart føre er omtrent 85% på oppvarmede arealer, mens andelen var mellom 20 og 25% på arealer med normal vinterdrift i studien til Öberg et al. (1991, Sverige).

Føreforholdene påvirker også hvor mye som sykles og går, samt hvilke grupper av fotgjengere og syklister som går og sykler. Om vinteren sykles det generelt langt mindre enn om sommeren, noe som bidrar til at det skjer langt færre sykkelulykker om vinteren enn om sommeren. Syklistene som sykler om vinteren, er i gjennomsnitt mer erfarne, mer sikkerhetsbevisste, bruker oftere lys og hjelm, og er mer opptatt av å komme effektivt fram enn syklister som bare sykler om sommeren. Disse syklistene kan derfor tenkes å ha lavere ulykkesrisiko enn syklister som kun sykler om sommeren. På den andre siden kan lite sykkeltrafikk i seg selv føre til at risikoen for den enkelte syklist øker («Safety in Numbers»).

Antall fotgjengere går i mindre grad ned om vinteren enn antall syklister. Når det er vanskelige føreforhold er det især eldre, dvs. den mest risikoutsatte gruppen, som slutter å gå. Totalt sett kan dette bidra til at risikoen for en gjennomsnittlig fotgjenger er lavere om vinteren, selv om risikoen for hver enkel fotgjenger øker.

4.3.2 Drift for øvrig

Drift av gang- og sykkelanlegg for øvrig kan redusere ulykkesrisikoen ved at ujevnheter, hull og sikthindre fjernes.

Det er ikke funnet empiriske studier av hvordan drift av gang- og sykkelanlegg for øvrig påvirker ulykker med syklister eller fotgjengere. Siden både sand, grus, løv og annen forurensing, hull og ujevnheter i vegen, samt vegetasjon som hindrer sikten, har vist seg å bidra til ulykker, kan driftstiltak som reduserer slike problemer forventes å redusere ulykker med fotgjengere og syklister.

4.4 Virkning på framkommelighet

Snø og is på gang- og sykkelarealer reduserer syklistenes og fotgjengernes framkommelighet. Mange velger å holde seg inne eller bruker bil i stedet for å gå på snø- og isføre. Dette gjelder spesielt spesifikke grupper som eldre, personer som bruker rullestol eller som går med barnevogn. I en norsk studie blant personer over 67 år i Oslo (Ragnøy, 1985) svarte 72% at de gikk sjeldnere ut om vinteren enn om sommeren, som regel på grunn av glatte fortau. 45% av de spurte ønsket å gå ut oftere om vinteren enn de faktisk gjorde.

Når syklisters framkommelighet på sykkelfelt/sykkelveg er redusert på grunn av snø og is er det ofte mulig å sykle i vegbanen istedenfor. Dette oppleves imidlertid av mange som utrygt (Spencer et al., 2013). For å nå målet om at flere skal sykle, også om vinteren, er det trolig en forutsetning at sykkelinfrastrukturen oppleves som både trygt og framkommelig året rundt (Bergström & Magnusson, 2002; Niska & Blomqvist, 2015).

En ulempe med bruk av salt på sykkelveger/sykkelfelt er at dette fører til rustskader på sykler (Cupina, 2015). Dette kan være en barriere mot sykling om vinteren. Forsøk i Sverige har imidlertid vist at syklistenes holdninger mot salting ble bedre etter innføringen av «sopsalt» metoden (feiling og salting, Niska & Blomqvist, 2015).

4.5 Virkning på miljøforhold

Det er ikke funnet noen undersøkelser som dokumenterer virkningen på miljøforhold av bedre vinterdrift av gangarealer. Strøsand må feies vekk om våren. Dette kan forbigående forårsake lokale støvproblemer. Salt kan utgjøre et problem for både vann og planter.

4.6 Kostnader

Det er ikke funnet aktuelle kostnadstall for vinterdrift av gangarealer og sykkelveger.

4.7 Nytte-kostnadsvurderinger

Det foreligger ikke nytte-kostnadsanalyser av vinterdrift av gangarealer og sykkelveger. Vanlig brøyting synes ikke å redusere antall fallulykker blant fotgjengere. Oppvarming av fortau kan være et alternativ. I snørike vintre, når det må brøytes og strøs ofte, er det ikke nødvendigvis dyrere å ha oppvarmede fortau enn å brøyte og strø. En omdisponering av ressurser fra brøyting og strøing til oppvarming kan gi en gunstig effekt på skadetallene. Hva som er den optimale blanding av omfanget av oppvarming av fortau og andre typer vinterdrift er imidlertid ukjent. Variasjonen i gangtrafikkmengde er viktig i en slik diskusjon.

5 Sykler, sykkelutstyr, sykkelklær og barnetransport på sykkel

Dette kapitlet er en lagversjon av kapittel 4.25 i Trafikksikkerhetshåndboken.

5.1 Problem og formål

Ifølge den nasjonale reisevaneundersøkelsen har omtrent 75% av den norske befolkningen tilgang til sykkel og denne andelen har vært omtrent uendret siden 1992 (Hjorthol et al., 2014). Andelen av alle daglige reisene som gjøres med sykkel har heller ikke endret seg i stor grad over tid; andelen var 7% i 1992, 4% i 2001 og 2009, og 5% i 2014 (Hjorthol et al., 2014). Det er et mål om at sykkeltrafikken i byer og tettsteder minst skal dobles, slik at sykkelandelen i byene skal være på 10-20% (Statens vegvesen, 2012). Det årlige antall solgte sykler i Norge har økt fra ca. 360.000 i 2012 til ca. 410.000 i 2014 og ca. 400.000 i 2015 (Statens vegvesen, 2015). Før dette har sykkelsalget vært relativt stabilt over tid ifølge Sportsbransjen (2014). Salget av elsykler derimot har økt med i gjennomsnitt 80% per år fra 2012 (ca. 3250 solgte elsykler) til 2016 (ca. 36000 solgte elsykler), ifølge norsk elbilforening.

Hvorvidt faktorer ved sykkel, sykkelutstyr eller sykkelklær bidrar til sykkelulykker framgår ikke av offisiell ulykkesstatistikk. I dybdeanalyser av dødsulykker med sykkel er det kun et fåtall ulykker hvor egenskaper ved sykkelen er dokumentert. I studien til Statens vegvesen (2014) av dødsulykkene med sykkel i Norge i 2005-2012 ble detaljert informasjon om syklene kun samlet inn for 20% av syklene. For 45% av syklene foreligger ikke noe informasjon. Blant syklene som ble undersøkt etter ulykken, var 13% i generelt dårlig stand og 23% hadde dårlige bremseser.

Type sykkel

Type sykkel kan ha sammenheng med ulykkesinnblanding både som følge av ulike sykkelegenskaper og av forskjeller mellom syklistene.

Ulike typer sykkel har ulike kjøre- og bremseegenskaper som henger sammen med bl.a. sykkelgeometrien, type bremseser, antall gir, styre, hjulstørrelse og dekk. Ulike typer sykler brukes i tillegg av ulike typer syklister. Ulykkesinnblanding og -risikoen kan derfor være forskjellig mellom ulike typer sykkel. Ulike typer sykkel er i mer detalj beskrevet i kapitlet om virkninger på ulykker (avsnitt 5.3.1).

En type sykkel som har fått relativt stor utbredelse i løpet av de siste årene, er **elsykler**. Disse har andre kjøreegenskaper enn andre sykler og tiltrekker andre typer syklister enn vanlige sykler. Elsykkel er ikke en egen kategori i offisiell ulykkesstatistikk og det var ingen elsykler i dødsulykkene med sykkel som er analysert av Statens vegvesen (2014).

Syklisters synlighet

At syklister blir oversett av andre trafikanter er en typisk medvirkende faktor i mange sykkelulykker. Syklistenes synlighet avhenger ikke bare av syklistenes bekleddning og bruk av refleks og lys, men også bl.a. av syklistenes atferd, vegutformingen og andre trafikanters forventninger. I mørke er både ulykkes- og skaderisikoen for syklister høyere enn i dagslys, noe som kan forklares med at syklister lettere blir oversett i mørke, men også med andre faktorer som bl.a. at flere trafikanter er beruset når det er mørkt.

Syklister blir ofte oversett av andre trafikanter og dette er en faktor som bidrar til mange sykkelulykker. Tiltak som har som formål å gjøre syklister mer synlige, er lys og refleks på sykkel samt sykkelklær i synlige farger og/eller med refleks. Slike tiltak skal gjøre det lettere å oppdage og å gjenkjenne syklister, også i situasjoner hvor bilister ikke regner med noen syklister, og slik at feilvurderinger av farten reduseres.

Faktorer som påvirker syklisters synlighet: Det finnes mange ulike faktorer som kan påvirke hvor synlige syklister er i trafikken, dvs. hvorvidt andre trafikanter oppdager syklister. Slike faktorer er bl.a.:

- **Syklisters bruk av lys og refleks:** Syklister er mindre enn de fleste andre trafikanter og ofte ikke utstyrt med verken synlige klær, refleks eller lys (Bjørnskau et al., 2012). En spørreundersøkelse blant syklister og bilførere i Norge (Fyhri et al., 2012) viser at et av de største problemene som syklister skaper for bilister, er at de ofte ikke bruker lys ved sykling i mørket. Det finnes en del forskjeller mellom syklister som bruker vs. ikke bruker lys og refleks. De som bruker lys og/eller refleks bruker oftere også hjelm og er generelt mer sikkerhetsorienterte, men også ofte mer fartsorientert enn andre (Høyve & Hesjevoll, 2016).
- **Syklisters atferd:** Syklisters atferd kan bidra til at bilister overser syklister, f.eks. når syklister uventet skifter fra fortau til vegbanen, når de sykler i feil kjøreretning (Bjørnskau et al., 2012) eller når de sykler ytterst i kjørefeltet i rundkjøringer (jf. avsnitt 3.3.11 om sykkelløsninger i rundkjøringer).
- **Bilisters atferd og forventninger:** Bilisters oppmerksomhet er ofte rettet mot annen biltrafikk (Bjørnskau et al., 2012) og bilister ser ofte ikke i den retningen hvor det er eller kan være syklister (f.eks. høyresvingende kjøretøy). Når bilister ikke forventer syklister, kan dette føre til at de overser syklister selv om de burde ha oppdaget den («looked but failed to see»; Herslund & Jørgensen, 2003).
- **Veg:** Utformingen av vegene og sykkelinfrastrukturen har ofte mye å si for hvor lett syklister blir sett eller oversett. Dette ble for eksempel vist for rundkjøringer av Cumming (2012) og for signalregulerte kryss i studier av framtrukket sykkelveg og sykkelboks (jf. avsnitt 3.3.11; kapittel 1.1 i TSH).

Sykelulykker hvor syklister er blitt oversett: I en finsk studie av kollisjoner mellom syklister og motorkjøretøy hadde bilføreren oppdaget syklisten før ulykken skjedde i kun 11% av tilfellene, mens 68% av syklistene hadde sett motorkjøretøyet (Räsänen & Summala, 1998). Også andre studier har vist at en stor andel av ulykkene med syklister skjer som følge av at en bilfører ikke har sett syklisten (Wood et al., 2009; Kwan & Mapstone, 2004; Herslund & Jørgensen, 2003).

Typiske ulykker mellom en syklist og en bil hvor årsaken kan være at syklisten er blitt oversett eller feilvurdert, er kollisjoner mellom:

- En syklist som skal rett fram og en møtende bil som skal svinge til venstre
- En syklist og en bil i kryssende kjøreretninger hvor syklisten har forkjørersrett
- En syklist som skal rett fram og en bil som kommer bakfra og som skal svinge til høyre (Bjørnskau et al., 2012; Pai et al., 2009).

En annen situasjon hvor bilister ofte overser syklister, er i rundkjøringer hvor biler som kjører inn i rundkjøringen, overser syklister som befinner seg i rundkjøringen (Hels & Orozova-Bekkevold, 2007).

Sykkelulykker i ulike lysforhold i Norge: Tabell 13 viser antall drepte og skadde syklister i dagslys, tussmørke og i mørke med og uten vegbelysning i Norge i 2010-2014:

- Antall drepte er hentet fra Statens vegvesens UAG-rapporter. Det kan forutsettes at antall drepte er fullstendig representert i statistikken, dvs. at det ikke er noe underrapportering. Antall drepte syklister i UAG-rapportene er noe høyere enn det som framgår av offisiell ulykkesstatistikk, noe som kan skyldes ulike filterkriterier for ulykker med motorkjøretøy og at noen ulykker med motorkjøretøy innblandet ikke ble identifisert i offisiell ulykkesstatistikk.
- Antall hardt skadde og antall lett skadde er basert på offisiell ulykkesstatistikk og korrigert for underrapportering. Underrapporteringen av ulike skadegrader i eneulykker og kollisjoner er estimert i kapittel 2 i denne rapporten, basert på en sammenligning av skadetall i Oslo kommune i 2014 fra skadelegevakten i Oslo (Melhuus et al., 2015) og offisiell ulykkesstatistikk (jf. avsnitt 2.2). Siden lysforholdene på ulykkestidspunktet ikke er oppgitt i rapporten av skadelegevakten, foreligger ingen estimerte rapporteringsgrader for ulykker i mørke vs. i dagslys. I kollisjoner er den estimerte rapporteringsgraden 29% for lett skadde og 100% for hardt skadde.

Tabell 13: Drepte og skadde syklister i kollisjoner med motorkjøretøy under ulike lysforhold, gjennomsnittlige antall per år (2010-2014), korrigert for underrapportering (antatt rapporteringsgrad er 29% for lett skadde og 100% for drepte og hardt skadde).

| | Årlige antall (2010-2014) | | | | Andel D+HS | Andel drepte |
|----------------------------|---------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | D ¹ | HS | LS | Alle | | |
| Dagslys | 5,2 | 36,6 | 1104,8 | 1248,3 | 3,3 % | 0,4 % |
| Tussmørke | 0,4 | 0,8 | 34,5 | 37,2 | 3,2 % | 1,1 % |
| Mørkt med vegbelysning | 0,2 | 3,6 | 106,9 | 120,0 | 3,2 % | 0,2 % |
| Mørkt uten vegbelysning | 0,2 | 0,4 | 11,0 | 13,1 | 4,6 % | 1,5 % |
| SUM mørke/tussmørke | 0,8 | 4,8 | 152,4 | 158,0 | 3,5 % | 0,5 % |

¹ Drepte syklister i ulykker som ikke er fotgjenger- eller utforkjøringsulykker, gjennomsnittlig antall per år i 2009-2013 (UAG).

Tabell 13 viser at sykkelulykker i mørke uten vegbelysning er mest alvorlige (har høyest andel drepte og D/HS), mens det kun er en forholdsvis liten forskjell mellom ulykker i mørke vs. i dagslys. Forskjellene mellom andelene D/HS og andelene drepte under ulike lysforhold kan være påvirket av andre faktorer enn lysforholdene som f.eks. andelen berusede trafikanter (både syklister og andre er oftere beruset når det er mørkt) eller fart (motorkjøretøy kan tenkes å ha høyere fart på ubelyste veger enn på belyste fordi belyste veger oftere er i tettbygd strøk hvor det er både lavere fartsgrenser og flere kryss).

Hvilken andel av alle drepte eller skadde syklister i mørke som brukte lys, hadde refleks på sykkelen eller synlige klær, framgår ikke av offisiell ulykkesstatistikk.

Ulykkes- og skaderisiko for syklister i mørke: Flere empiriske studier viser at syklister har minst dobbelt så høy risiko for å bli D/HS i mørke som i dagslys (Bil et al., 2010, Tsjekkia; Boufous et al., 2012, Australia; Kim et al., 2007, USA). Dette gjelder både eneulykker og kollisjoner med andre kjøretøy og både på belyste og på ubelyste veger. Risikøkningen er størst i mørke uten vegbelysning og trolig større for mer alvorlige skader enn for mindre alvorlige skader. I studien til Boufous et al. (2012) er risikoen for å bli hardt skadd (vs. lettere skadd) 40% høyere i mørke på belyst veg enn i dagslys og 92% høyere i mørke på ubelyst veg enn i dagslys. Det er statistisk kontrollert for en rekke andre faktorer (bl.a. alder, hjelmbruk og fartsgrense, men ikke promille).

I motsetning til andre studier har Vavatsoulas et al. (2013, Danmark) funnet en *reduksjon* av risikoen for å bli drept på 13% og en reduksjon av risikoen for å bli alvorlig skadd på 10% i mørke (med eller uten belysning), sammenlignet med dagslys. Det er kontrollert for et stort antall andre faktorer (bl.a. syklistens alder, kjønn, alkohol og hjelmbruk, fartsgrense og områdetyper).

Den høye risikoen i mørke som ble funnet i de fleste studiene, skyldes delvis at syklister er lette å overse i mørke, især uten lys (Statens vegvesen, 2009), og delvis andre faktorer. Bl.a. er det oftere glatt på vegene når det er mørkt enn når det er dagslys og syklister som sykler i mørke er oftere påvirket av alkohol og/eller trøtete enn syklister på dagtid (Reurings, 2010). En rapport fra Oslo skadelegevakt (Melhuus et al., 2015) viser at nesten alle skadde syklister som var påvirket av alkohol, ble skadd i ulykker om natten og at kun 12% av disse brukte hjelm.

Ulykker med syklister i mørke: Blant dødsulykkene med syklister i Norge i 2005-2012 som skjedde i skumring eller mørke, har syklistenes manglende synlighet vært en medvirkende faktor i 37% av ulykkene (Statens vegvesen, 2014A). Dette gjelder alle dødsulykker med syklister i mørke, inkludert eneulykker (31% av dødsulykkene i mørke). Hvis man forutsetter at manglende synlighet ikke er relevant i eneulykker, er andelen av alle kollisjoner i mørke hvor manglende synlighet har vært medvirkende faktor, 53%. I Tyskland var tekniske feil på sykkellys medvirkende faktor i 7% av dødsulykkene med sykkel i skumring eller mørke i 2011 (ECF, 2012). En nederlandsk studie viser at 30% av syklistene som har en ulykke i mørke, mener at ulykken kunne ha vært unngått hvis de hadde syklet med lys på sykkelkelen (Schoon, 1996).

Selvurdert synlighet: Flere studier har vist at syklister ofte tror at de er mye mer synlige for andre trafikanter enn hva andre trafikanter synes. I studien til Wood et al. (2009) trodde for eksempel syklister at de var synlige for bilister på omtrent dobbelt så stor avstand som bilister sier at de kan oppdage syklistene (Wood et al., 2009). Dette kan være en av faktorene som bidrar til at mange syklister sykler uten lys, refleks eller synlige klær, selv om de mener at det er viktig å gjøre seg synlig (Hagel et al., 2007).

Synlighet og vurdering av fart: Studier av motorsyklister har vist at det er vanskelig for bilførere å vurdere farten på kjøretøy med svake kontraster og at synlige farger på klærne reduserer risikoen for at andre trafikanter undervurderer motorsykkelenes fart (Horswill & Plooy, 2008; Olson et al., 1981), noe som er en medvirkende faktor i mange motorsykkelykker. Det kan tenkes at den samme effekten også finnes for syklister. Det er især de følgende situasjoner hvor undervurdering av syklistenes fart kan være en faktor som bidrar til at mange bilførere ikke overholder vikeplikten for syklister: Kryssende trafikk (bilist har vikeplikt for syklist), møtende trafikk (syklist skal rett fram, møtende bil skal svinge til venstre), og når en syklist kommer bakfra mot en bil som står og venter på å kunne svinge til høyre.

Bremser

Feil på bremsene kan medføre økt ulykkesrisiko.

Bremser er en vesentlig del av sykkelen. Dårlige bremser medfører økt bremselengde og kan føre til en betydelig økning av ulykkesrisikoen.

Passasjerer på sykkel

Sykling med passasjer gjør sykkelen tyngre og vanskeligere å manøvrere, noe som kan øke ulykkesrisikoen.

Sykler er normalt ikke tilrettelagt for å sykle med passasjer. Å sykle med passasjer, f.eks. på bagasjebrettet eller på stanga mellom styre og sete, gjør sykkelen tyngre og vanskeligere å bremse, samtidig som sykkelen blir vanskeligere å manøvrere. Syklisten kan også få dårligere sikt framover. Når passasjerer beveger seg kan dette gjøre sykkelen ustabil. I tillegg kan passasjerer falle av sykkelen eller få en fot i klem mellom eikene. Dette tyder på at sykling med passasjer er mer risikofyllt enn å sykle alene. Det er ukjent hvor mye som sykles med passasjer i Norge. I analysen av dødsulykkene med sykkel som er analysert av Statens vegvesen (2014), er ingen sykkelpassasjerer omtalt. Hvordan passasjerer påvirket ulykkesrisikoen er beskrevet i avsnitt 5.3.8.

Barntransport på sykkel

Det foreligger ikke informasjon om hvorvidt barn som ble skadd eller drept på sykkel har syklet selv eller vært passasjer med en voksen.

Barn kan transporteres på ulike måter på sykkelen (se neste avsnitt). Blant alle skadde og drepte syklister i Norge i 2007-2016 var det ifølge offisiell ulykkesstatistikk årlig i gjennomsnitt 1,1 to- til fireåringer og 4,3 fem- og seksåringer (til sammen 1,1% av alle drepte eller skadde syklister). Det er ikke registrert hvor mange av disse barn som syklet på en egen sykkel eller var passasjer på en voksnes sykkel eller i sykkeltilhenger.

5.2 Beskrivelse av tiltaket

Type sykkel

Sykler må ifølge «Forskrift om krav til sykkel» (Samferdselsdepartementet, 2015) være bygd, innrettet, utstyrt og vedlikeholdt slik at de tåler de påkjenninger som den vanligvis utsettes for og kan nyttes uten å volde unødige fare eller ulempe. Det finnes mange forskjellige typer sykler:

- **Hybridsykler** har som regel 28-tommers hjul, middelsbrede dekk, rett styre og forholdsvis mange gir (f.eks. 21 eller 27); noen har dempegaffel. Sittestillingen varierer mellom oppreist og foroverlent.
- **Terrengsykler** har brede dekk, rett styre og forholdsvis mange gir, de fleste har dempegaffel, noen har i tillegg fjæring bak og noen har klikkpedaler. Terrengsykler kan ha 26-, 27,5- eller 29-tommers hjul (tidligere hadde de aller fleste 26-tommers hjul). Sitteposisjonen er som regel lett foroverlent.
- **Landeveissykler** har som regel bukkehornstyre og stiv gaffel, forholdsvis mange gir, en relativt sterkt foroverlent sitteposisjon og de fleste har klikkpedaler. En foroverlent sittestilling på landeveissykkel er vurdert som medvirkende årsak i to av 71 dødsulykker med syklister i Norge (Statens vegvesen, 2014A).

- **Klassiske sykler** har som regel lett bøyd styre, ingen eller få gir, ofte navbrems (ingen av hybrid-, terreng- eller landeveissykler har navbrems) og sitteposisjonen er som regel oppreist.
- **Elsykler** (se nedenfor).
- **Bysykler** (se nedenfor).

I tillegg finnes en rekke spesielle sykkeltyper som bl.a. barnesykler, cyclocross, liggesykler, foldbare sykler, lastesykler, tandemsykler og etthjulssykler. Slike sykler er svært lite utbredt, men lastesykler har i de siste årene fått økt utbredelse, især som elsykkel.

Elsykler

Elsykler som selges i Norge er såkalte pedelecs, dvs. vanlige sykler som er utstyrt med en elektrisk motor. Motoren kan gi framdrift når syklisten trækker i pedalene med en maksimal effekt på 250 W opptil 25 km/t (motoren slår seg av når sykkelen kjører fortere enn 25 km/t). Motoren kan være montert i navet bak, i midten (krankmotor) eller i navet foran. Motor foran gir minst trekraft, krankmotor gir best balanse på sykkelen. Balansen er også avhengig av hvor batteriet er plassert (som regel på rammen eller bagasjebrettet).

Såkalte e-bikes, dvs. sykler hvor syklisten ikke behøver å trække for at motoren skal gi framdrift og som delvis kan kjøre betydelig fortere enn 25 km/t, anses i norsk lov ikke som sykler.

Elsykler kan få høyere fart enn de fleste vanlige sykler, især i oppoverbakker, også med utrente syklistere. Elsykler er i tillegg betydelig tyngre enn vanlige sykler og har andre kjøreegenskaper, avhengig av plasseringen av batteri og motor. Bremseegenskapene kan kreve noe tilvenning (Lawinger & Bastian, 2013; Tyskland). Syklistere som bruker elsykkel kan tenkes å være forskjellige fra syklistere på vanlige sykler, men dette er ikke systematisk undersøkt i Norge. F.eks. kan man tenke seg at flere elsyklistere benytter sykkelen til og fra jobb.

Formelt sett er elsykler i Norge sykler og ikke motorkjøretøy og følgelig gjelder de samme trafikkreglene som for syklistere og elsykler kan benytte den samme infrastrukturen som syklistere.

Hvem bruker elsykkel? Det finnes en rekke forskjeller mellom brukere av elsykler og vanlige sykler:

- **Alder:** Flere studier viser at elsykler er mest utbredt blant eldre syklistere (Clark & Nilsson, 2014, Sverige; Fietsberaad, 2013, Nederland; Helbo & Jensen, 2015, Danmark).
- **Alternativ til...:** Clark & Nilsson (2014, Sverige) viser at elsykler i hovedsak erstatter bil- og sykkelreiser, men i noen grad også kollektivreiser. Hiselius & Svensson (2014, Sverige) viser at de fleste som kjøper elsykkel, er menn med god tilgang til bil, og at reiser med elsykkel for de fleste erstatter reiser med bil (dette er imidlertid i motsetning til andre europeiske studier).
- **Reiselengde:** Elsykler benyttes i større grad enn andre sykler på lengre strekninger, i områder med mange stigninger og utenfor sentrum (Clark & Nilsson, 2014, Sverige).

Bysykler

Bysykler er sykler som kan lånes fra stativer som er satt opp på ulike plasser i byer. Slike sykler er som regel utstyrt med lys. Det praktisk talt ingen som bruker hjelm på slike sykler.

Sykkellys og sykkelreflektorer

Ifølge «Forskrift om krav til sykkel» (Samferdselsdepartementet, 2015) er følgende lys- og refleksutstyr påbudt på sykkelen:

- Det skal være rød refleks bak.
- På begge sidene av pedalene skal det være hvit eller gul refleks.
- Ved sykling i mørke eller skumring på vanlig veg eller område skal sykkelen ha lykt med gult eller hvitt lys og/eller flerfunksjonslykt som kan gi blinkende eller fast hvitt lys foran. Bak skal sykkelen ha lykt med rødt eller rødt blinkende lys. Dette gjelder også ved sykling på fortau og på gang- eller sykkelveg.
- Lykten foran skal gi tilstrekkelig lys uten å virke blendende. Lykten bak skal kunne sees tydelig i en avstand på 300 m. Lykt som gir blinkende lys skal blinke med minst 120 blink per minutt. Lyktene skal være festet på sykkelen.

Sykkellys kan være dynamodrevet, men de fleste sykler i Norge har batterilyk.

Felgedynamodrevet lys kan fungere dårlig i vått vær eller snø og de fleste dynamodrevne lys lyser ikke når sykkelen står. Nav- og magnetdynamo er mer vær-uavhengige og noen dynamo lys kan lyse en stund når sykkelen står. Batterilyk finnes i mange varianter. Slike lys er ikke vær-uavhengige og lyser også når sykkelen står. Mange batterilyk har en blinkefunksjon. Elykler kan ha lys som er direkte koblet til sykkelens batteri. Omtrent en tredjedel av modellene som selges i Norge har dette som standard. På andre elykler kan lyset ettermonteres, på noen (men ikke på alle) direkte koblet til batteriet.

Kun svært få sykler selges i Norge med fastmontert lys. I 2015 var det fastmontert lys på 36% av elsykkelmodellene, 17% av klassiske sykkelmodeller og på maksimalt 3% av hybridsykkelmodeller (Høye & Hesjevoll, 2016). Terreng-, og landeveissykler selges normalt ikke med fastmontert lys.

Løpende tilstandsundersøkelser av befolkningens kunnskap, atferd og holdninger til trafikksikkerhet i Norge viser at selvrapportert bruk av sykkellys ved sykling i mørke har vært forholdsvis uendret over tid fram til 2011. I 2016 har det vært noen flere som sier at de alltid eller som oftest sykler med lys i mørke (80%) enn i årene før (64-70%) og det har vært færre som sier at de aldri eller sjelden bruker lys i mørke (13%) enn i årene før (27-29%) (Hesjevoll & Fyhri, 2017). I en nyere norsk studie (Høye & Hesjevoll, 2016) var andelen som sa at de alltid eller ofte bruker lys når de sykler i mørke, noe høyere (89%). Blant dem som ble observert i mørke på forskjellige steder i Oslo og Trondheim i sen høst/vinter var andelen med sykkellys foran og bak 58%, mens 19% hadde kun enten front- eller baklys (Høye & Hesjevoll, 2016). Andelen uten lys var 24% og blant disse var det nesten ingen som hadde på refleksvest eller gul jakke. Det er stor variasjon i lysbruken mellom ulike steder.

Blant de innblandede syklistene i dødsulykker i Norge i 2005-2012 hvor det ble undersøkt om sykkelen hadde refleks og/eller lys, hadde 80% minst en refleks på sykkelen og 65% hadde ett eller flere lys på sykkelen (Statens vegvesen, 2014A). Dette gjelder alle innblandede sykler, uavhengig av lysforholdene.

Sammenhenger med andre faktorer: Resultatene fra spørreundersøkelsen som er gjort av Høye og Hesjevoll (2016) viser at det er flere som sykler med lys blant dem som har batterilykt på sykkelen, er eldre, er menn, sykler mange kilometer per år, sykler regelmessig, sykler om vinteren, bruker i hovedsak elsykkel (fulgt av racersykkel, terrengsykkel og hybridsykkel; andelen er lavest blant dem med klassisk sykkel), sykler alltid med hjelm, sykler alltid eller ofte med sykkel- eller treningsbukse, sykler alltid/ofte med refleksest/gul jakke, og ikke sykler på fortauet. Sykkelformål (trening og/eller transport), antall år med sykkel erfaring og bilfører kort har ikke sammenheng med bruk av sykkellys. Observasjoner av syklister i mørke sen høst/vinter (Høye & Hesjevoll, 2016) viser at andelen som har lovlig front- og baklys er høyere blant dem med gul jakke, refleks, hjelm og sykkelbukse enn blant dem uten slikt utstyr, blant dem som ikke sykler på fortauet og blant menn. Sykkeltypene som oftest har på lys er (i synkende rekkefølge) bysykkel, elsykkel, hybrid- og terrengsykkel og racersykkel (hvorav de to sistnevnte praktisk talt aldri selges med fastmontert lys). Klassiske sykler (som ofte selges med fastmontert lys) er sykkeltypen med lavest lysbruk. Resultatene viser videre at det er flere som sykler med lys i morgen- og ettermiddagsrushtid (enn på andre tidspunkter), når vegen er våt eller dekket av snø eller is (enn når vegen er tørr og bar), i kaldere temperaturer og i sentrumsområder.

En sammenheng mellom bruk av sykkellys / synlige klær og andre typer risikoatferd ble også funnet av Teschke et al. (2012, Canada). Studien viser at syklister som har lys på sykkelen i mørke, omtrent tre ganger så ofte bruker hjelm og at de omtrent dobbelt så ofte er menn.

Synlige sykkelklær

Klær med refleks, fluorescerende eller andre synlige farger omfatter bl.a. refleksester, neongule sykkeljakker/-vester, og vanlige klær med synlige farger og/eller refleks. Fluorescerende farger er farger som reflekterer en større andel av dagslyset enn andre typer farger. Slike farger er mer mettet og langt bedre synlig enn vanlige farger.

Innovative tiltak på dette området er bl.a. vest, jakker og hjelmer med blink- og/eller stopplys som viser når syklisten bremses eller skal svinge (Sørensen, 2013). Det er imidlertid ikke dokumentert erfaringer med slike tiltak som kan gi en indikasjon på mulige virkninger på ulykker.

Bruken av refleks og synlige klær blant syklister er forholdsvis lite undersøkt og bruksandelene er svært forskjellige mellom ulike studier. I en norsk studie (Høye & Hesjevoll, 2016) var det 27% av syklister som ble observert i mørke på forskjellige steder i Oslo og Trondheim i sen høst/vinter, som brukte refleksest/gul jakke. Det er imidlertid stor variasjon mellom de ulike stedene. Bruken av refleksest/gul jakke henger sammen med de samme variablene som bruk av sykkellys (se forrige avsnitt), men forskjellene er gjennomgående større for refleksest/gul jakke enn for sykkellys. En studie fra Canada (Teschke et al., 2012) viser at det er flest som bruker synlige klær i dårlig vær (regn, snø, tåke), samt blant eldre syklister, blant dem som sykler med lys og blant dem som sykler mye. I motsetning til den norske studien hvor det er flere menn enn kvinner som bruker synlige klær, er andelen som bruker synlige klær omtrent lik blant menn og kvinner i en Australsk studie (Thornley et al., 2008).

Bremser

Ifølge «Forskrift om krav til sykkel» (Samferdselsdepartementet, 2015) må sykler ha minst to separate bremser som virker uavhengig av hverandre, den ene på framhjulet og den andre på bakhjulet. Sykkelen skal kunne stanses på en sikker, hurtig og effektiv måte. Betjeningsinnretningene (håndtak, pedaler) skal virke uavhengig av hverandre og må kunne brukes med begge hendene på styret.

Det finnes mange forskjellige typer sykkelbremser. De mest vanlige typer sykkelbremser er navbrems (som regel på bakhjulet, kombinert med felgebremse på framhjulet), felgebremse (mest vanlig er V-bremse, kantileverbremse og landeveisbremse) og skivebremse. Bremseeffekten er i stor grad avhengig av bl.a. syklistenes vekt og dyktighet, samt sykklens støtdemping, geometri, hjulstørrelse mv. (Beck, 2004). Bremseeffekten og faktorer som påvirker bremseeffekten er nærmere beskrevet under virkning på ulykkene. Elsykler kan prinsipielt ha de samme typer bremser som andre sykler. Mest vanlig er skivebremse, hydraulisk felgebremse og V-bremse.

Dekk

Sykkeldekk kan ha veldig ulike kjøreegenskaper, både avhengig av hjulstørrelsen, dekkbredde, dekkmønster, lufttrykk og gummiblanding. Brede dekk har generelt bedre veggrep enn smale dekk. Hvorvidt et grovt dekkmønster gir bedre veggrep enn et mindre grovt mønster avhenger av underlaget. Piggdekk gir bedre veggrep på is enn alle typer piggfrie dekk, men det finnes også forskjeller mellom ulike typer piggdekk som avhenger av både gummiblanding og dekkmønster i tillegg til antall og plasseringen av piggene (Hjort & Niska, 2015).

Andre typer sykkelutstyr

Andre typer sikkerhetsutstyr for sykler er bl.a.:

- **Signalklokke:** Ifølge «Forskrift om krav til sykkel» (Samferdselsdepartementet, 2015) skal alle sykler ha signalklokke. Annet varselapparat er forbudt.
- **Avstandspinne/sikkerhetsvimpel:** Avstandspinne er en oransje pinne med refleks som kan monteres på bagasjebrettet og som står ut ca. 30 cm til den venstre siden. Slike pinner er i dag lite brukt (det er ikke funnet avstandspinner i de største norske nettbutikker for sykkelutstyr). På barnesykler og barnetilhengere brukes ofte en såkalt sikkerhetsvimpel.
- **Spesiallys/lykter:** Ulike spesiallys som kan gjøre den syklende mer synlig er bl.a. kjørellys, blinklys, stoppllys, lys i hjul eller på pedale, samt lys som lager markering av sykkelfelt eller sikkerhetssone (virtuelt sykkelfelt; Sørensen, 2013).
- **Sykkelcomputer:** Kan vise distanse, fart, hvor fort man trækker pedale, pulsfrekvens, hvor mange kalorier man forbrenner, hvor høyt man er over havet, hvor man befinner seg på kartet, når det er på tide å smøre kjedet mv.

Barntransport på sykkel

Barn kan transporteres på sykkel på ulike måter:

- På et **barnesete** som er festet på seterør eller -stang eller bagasjebrettet slik at barnet sitter bak den voksne; egnet for barn fra ca. ett år og opp til ca. 20 kg. Barn opp til ca. 10-15 kg kan alternativt sitte i et barnesete som er montert på styrerøret foran den voksne, men da får sykkelen dårligere stabilitet. Noen sykler har et ekstra-langt bakdel hvor man kan feste to barneseter etter hverandre.

- I **barnetilhenger** som finnes for ett eller to barn. Barnetilhengere kan brukes for alle barn som ikke overstiger tilhengerens vektgrense (vektgrensene varierer en del mellom ulike modeller, de største modellene for to barn har en tillatt maksimallast på 45 kg), men anbefales ikke av fysioterapeuter for barn som ikke kan sitte selvstendig.
- På en **påhengssykkel** som kan brukes med barn fra omtrent 4 til 8 år. Påhengssykler har et eget bakhjul og festes på sykkelens seterør eller -stang.
- Med **lastesykkel** som har sitteplass for barn i en slags boks foran på sykkelen. Nyere lastesykler er ofte elsykler.

Figur 6 viser eksempler på de ulike transportmåtene.



Figur 6: Ulike muligheter for å transportere barn på sykkel (bilder øverst: www.radofum.de (v.), www.fahrrad-anhaenger.de (h.); nederst: www.br.de (v.), www.e-lastenrad.de (h.)).

Mer informasjon om barnesete og tilhengere finnes på www.tryggtrafikk.no. Påhengssykler er lite utbredt i Norge. Lastesykler er også lite utbredt, men har begynt å få økt utbredelse som elsykler.

Ifølge «Forskrift om bruk av kjøretøy» (Samferdselsdepartementet, 2012) er følgende personbefordring tillatt på vanlig sykkel dersom de tillatte vekter ikke overskrides og befordringen skjer på en trygg måte:

- To barn under 6 år eller ett barn under 10 år på sykkel. Dersom sykkelen er påmontert tilhenger, kan det bare transporteres ett barn under 10 år på sykkelen.
- To barn under 6 år eller en person i tilhenger til sykkel.

5.3 Virkning på ulykkene

5.3.1 Type sykkel

Landeveis-, terreng-, hybrid- og klassiske sykler

Landeveis- og terrengsykler har i noen studier vist seg å ha flere ulykker, mens klassiske, billige og gamle sykler har vist seg å ha færre ulykker enn gjennomsnittet. Forskjellene skyldes trolig i hovedsak forskjeller i farten. Landeveissykler har spesielt høy risiko for å miste kontroll på glatt eller ujevn veg.

Bjørnskau (2005) fant ingen signifikante forskjeller i ulykkesinnblandingen mellom ulike sykkeltyper men en tendens til at klassiske sykler og sykler med dempegaffel eller navbrems har noen færre ulykker enn andre typer sykkel og at nye sykler, dyre sykler og sykler med klikkpedaler har flere ulykker enn andre. Det er kontrollert for en rekke andre variabler (bl.a. sykkelmengden, kjønn, alder, sykkelpris, bremsetype, klikkpedaler og dempegaffel). Det er også kontrollert for kjørestilen (sikker vs. risikofylt), men denne variabelen fanger trolig ikke opp alle forskjeller i kjøremåten. At klassiske, billige og gamle sykler samt sykler med navbrems har færrest ulykker kan ha sammenheng med gjennomsnittsfarten.

Resultater fra andre studier som har sammenlignet ulykkesinnblandingen av ulike sykkeltyper, spriker. Ifølge TinTin et al. (2013) har landeveissykler omtrent 50% flere ulykker (både eneulykker og kollisjoner) enn andre typer sykler. Ifølge Palmer et al. (2014) har terrengsykler over dobbelt så mange personskadeulykker enn andre sykler (landveis og touring). Ifølge Rodgers (1997) har både landveis- og terrengsykler flere ulykker enn andre sykler (landeveissykler: +91% [+24; +196]; terrengsykler: +77% [+26; +124]). Alle tre studiene har kontrollert for en rekke andre faktorer, bl.a. syklistenes alder, kjønn og sykkellengde. Landeveissykler har i undersøkelsen til Schepers og Wolt (2012) vist seg å ha over dobbelt så stor risiko for ulykker hvor syklisten mister kontroll på glatt eller ujevn veg som andre sykler, noe som forklares med de smale og glatte dekkene på landeveissykler. Landeveissykler hadde 70% lavere risiko for ulykker som følge av feil bremsing. Det er kontrollert for en rekke andre faktorer, bl.a. hvor mye sykkel brukes, fart i ulykken og vegegenskaper.

Resultater av kollisjonsforsøk med sykler som er gjort av VTI (Niska & Wenäll, 2017) viser at det er forskjeller i skaderisikoen mellom ulike typer sykkel når sykkelkroppen får bråstopp eller når framhjulet for skrens. Hvordan syklisten faller og treffer bakken avhenger i stor grad av hvordan syklisten sitter på sykkelkroppen. Sitter syklisten helt rett, vil hen lettere gå over styret, mens når hen sitter bare litt skjevt er det større sjanse for at fallet skjer mer eller mindre sidevegs. Likevel ble det funnet noen generelle forskjeller mellom ulike typer sykler:

- Med sykler med åpen ramme og oppreist sittestilling (klassisk «damesykkel») treffer syklisten bakken som regel med hofta og skulder først.
- Med sykkel med lukket ramme og lett foroverbøyd sittestilling («herresykkel»/»pendlersykkel») treffer syklisten oftere bakken med hodet først, særlig i høyere fart.
- Elsykler medfører mindre risiko enn andre sykler for at syklisten går over styret og treffer bakken med hodet først.
- Liggesykler medførte forholdsvis «snille» fall i lav fart, men kunne føre til at syklisten blir slengt over styret ved høyere fart slik at syklistens hode treffer bakken med minst like stor fart som ved fall fra andre sykler.

Elsykler

Eldre elsyklister har høyere ulykkesrisiko og større risiko for alvorlige skader enn andre syklister. Yngre syklister derimot har ikke høyere risiko på elsykkel. Dette er imidlertid kun undersøkt i få studier. Faktorer som kan påvirke risikoene på elsykkel (vs. andre sykler) er bl.a. høyere fart og syklistens erfaring.

De følgende studiene har empirisk undersøkt ulykkesrisikoen blant elsyklister:

- Fietsberaad, 2013 (Nederland)
- Schepers et al., 2014B (Nederland)
- bfu, 2015 (Sveits)
- Poos et al., 2017 (Nederland)

Fietsberaad (2013, Nederland) viser at risikoen for å bli skadd i en sykkelulykke er omtrent lik for elsykler og andre sykler i aldersgruppen 40-60 år, men betydelig høyere med elsykkel blant dem over 60 år. Blant dem over 75 år er risikoen med elsykkel 2,2 ganger så høy som med en annen sykkel for kvinner og ca. 40% høyere for menn. Totalt sett er risikoen 30% høyere med elsykkel enn med vanlig sykkel for syklister over 40 år. Studien viser videre at eldre elsyklister oftere er innblandet i eneulykker enn andre syklister.

Schepers et al. (2014B) viser at elsyklister, alle aldersgruppene sett under ett, har nesten dobbelt så høy ulykkesrisiko som andre syklister (+92 [+48; +148]), når man kontrollerer for syklistenes alder, kjønn og sykkelmengde. Skadegraden har derimot ikke vist seg å være signifikant forskjellig i ulykker med elsykkel og vanlig sykkel. Syklistene som ble behandlet på legevakten har 15% større risiko for å bli innlagt på sykehus med elsykkel enn med vanlig sykkel, men forskjellen er ikke statistisk signifikant (-18; +62).

bfu (2015, Sveits) viser at det er en større andel D/HS på elsykkel (33%) enn på andre sykler (27%). Dette kan ha sammenheng med den høyere alderen enn på andre sykler og med høyere fart.

Poos et al. (2017) viser at elsyklister som er skadd i ulykker, i gjennomsnitt har mer alvorlige skader enn andre syklister, især hodeskader (praktisk talt ingen av syklistene i denne studien hadde brukt hjelm).

Faktorer som kan bidra til den høyere ulykkesrisiko for elsyklister er (Clark & Nilsson, 2014; Lawinger & Bastian, 2013):

- Større andel eldre syklister
- Høyere fart, større fartsforskjeller i forhold til andre syklister og fotgjengere
- Kjøre- og bremseegenskaper som krever tilvenning
- Feilaktige forventninger blant andre trafikanter (især når det gjelder fart).

Skaderisiko: Skaderisikoen blant elsyklister er undersøkt med hjelp av kollisjonsforsøk av Niska og Wenäll (2017; se avsnitt over). Resultatene viser at elsykler medfører lavere risiko enn andre sykler for å gå over styret og å treffe bakken med hodet først når sykkelstellet får bråstopp eller når framhjulet sklir.

Syklistenes alder: Blant elsyklistene som er skadd i ulykker er det langt flere eldre, og især flere eldre kvinner, enn blant andre syklister (Schepers & Wolt, 2012). Helbo og Jensen (2015) viser at alle elsyklistene som ble drept i ulykker i Danmark i 2010-2012, var 63 år eller eldre (de fleste over 80 år). I ingen av dødsulykkene hadde faktorer ved elsykkelen, vegen eller øvrige ytre forhold bidratt til ulykken. I Norge har det i 2014-2016 vært fem elsyklister som ble drept i ulykker og disse var alle i alderen 58-87 år. Heller ikke i disse ulykkene hadde faktorer ved vegen eller øvrige ytre forhold bidratt til ulykken. En nederlandsk studie viser at bruken av vanlige sykler i gjennomsnitt går ned med økende alder, men at bruken av elsykler øker med økende alder blant menn og at den i mindre grad går ned enn bruken av vanlige sykler blant kvinner (Fietsberaad, 2013). Forskjellen i eksponeringen kan likevel ikke forklare de store forskjellene i antall ulykker, dvs. at eldre syklister har langt høyere risiko på elsykkel enn på vanlig sykkel.

Fart: Elsykler kan få framdrift med hjelp av motoren opptil 25 km/t og dermed akselerere og kjøre fortere enn mange andre sykler (syklister), især i motbakker. At elsykler har høyere fart enn en gjennomsnittlig annen sykkel, ble funnet i flere studier (Baptista et al., 2015, Portugal; Helbo & Jensen, 2015, Danmark; Langford et al., 2015, USA). Dette gjelder især i bakker; på rette strekninger er det kun små forskjeller (Baptista et al., 2015). I en norsk studie kjørte elsyklene i gjennomsnitt 1,3 km/t fortere enn andre sykler, i bratte oppoverbakker øker forskjellen til rundt 3 km/t (Flügel et al., 2016). Langford et al. (2015) viser at elsyklister kun hadde høyere fart på vegen; på GS-veg hadde elsyklister lavere fart enn andre sykler.

Elsyklister kan også tenkes å sykle for fort i forhold til personlige forutsetninger som erfaring og fysisk form oftere enn andre syklister (Schepers et al., 2014B). Dette fordi elsyklister i gjennomsnitt er betydelig eldre og ofte uerfarne som syklist, samtidig som elsykler er både tyngre og fortere.

Analyser av dødsulykkene med elsykkel i Norge viser at det i to av de fem ulykkene trolig var en medvirkende faktor at elsykkelenes motor fortsatt ga framdrift, selv om syklisten ikke lenger ønsket dette, mens høy fart i nedoverbakke bidro til tre av ulykken (basert på UAG-rapporter ifølge Aftenposten¹). I alle fem ulykkene hadde syklisten mistet kontroll over sykkelen og i tre av ulykkene var elsykkelen bare noen få dager eller uker gammel, dvs. at syklisten trolig kun hadde svært lite erfaring med sykkelen.

Syklistatferd: Dozza og Werneke (2014) viser i en «naturalistic cycling» studie at elsyklister:

- Har flere interaksjoner med syklister og fotgjengere enn andre syklister, noe som (i kombinasjon med høyere fart) kan øke konfliktpotensialet
- Har trolig en større risikooøkning ved bruk av f.eks. mobiltelefon (pga. høyere fart)
- Foretrekker bredere sykkelveger (trolig også pga. høyere fart).

Data fra et bysykkelprogram med både elsykler og vanlige sykler viser at elsyklister og andre syklister begge begår omtrent like mange trafikklovbrudd som sykling mot kjøreretning, sykling mot rødt lys og manglende respekt for stoppsignal (Langford et al., 2015, USA).

¹ <https://www.aftenposten.no/norge/i/dVayX/Hoy-alder-og-helt-ny-elsykkel-kan-vare-en-dodelig-kombinasjon> (31.07.2017)

Bysykler

Resultater av studier som har sammenlignet ulykkesrisikoen mellom bysykler og andre sykler, spriker og er kun i liten grad generaliserbare. Bysyklister bruker kun i veldig liten grad hjelm og har vist seg å ha en mer risikofylt atferd enn andre syklister. Derimot brukes bysykler i større grad enn andre i sentrumsområder med lav fart og en mindre andel motorisert trafikk, noe som kan bidra til mindre alvorlige ulykker.

Det er funnet flere studier som har sammenlignet ulykkesinnblandingen og skader i sykkelulykker mellom brukere av bysykler og andre syklister. Alle resultatene gjelder ulike typer ulykker, skader og skadegrader. Resultatene kan derfor ikke oppsummeres med metaanalyse. Tabell 14 viser en oversikt over resultatene fra de enkelte studiene.

Tabell 14: Virkninger av bysykler (vs. private sykler) på risikoen for sykkelulykker / skader i sykkelulykker; oversikt over resultater fra enkelte studier.

| | Ulykker/skader | Virkning | Metode | Kommentar |
|--|------------------------------|--|--|--|
| Fishman & Schepers, 2016 (USA) | Alle skader | -30 % (-38; -20) | Byer etter vs. før implementering av bysykkelprogram med kontrollgruppe (reanalyse av data fra Graves et al., 2014) | Det er ikke skilt mellom ulykker med bysykler vs. andre sykler og det er ikke tatt hensyn til verken hvor mye det sykles eller syklistegenskaper. |
| Fishman & Schepers, 2016 (Frankrike/England) | Alvorlige skader | -60 % (-71; -44) | Ulykker med bysykler vs. andre sykler; kontrollert for sykkelengde | Det er ikke kontrollert for syklistegenskaper. |
| | Drepte | -48 % (-74; +4) | | |
| Fuller et al., 2013 (Canada) | Kollisjoner | +53 % (-23; +202) | Selvrapporterte sykkelulykker; multivar. analyse; kontroll for alder, kjønn, inntekt, områdeegenskaper og antall dager som sykles (ikke total sykkelengde) | Det er ikke kontrollert for sykkelengde (kun for antall sykkel dager); dersom bysyklister sykler kortere strekninger enn andre vil ulykkesøkningene være underestimert. |
| | Nesten-kollisjoner | +37 % (-6; +198) | | |
| Graves et al., 2014 (USA) | Hodeskader | +30 % (+13; +50) | Byer etter vs. før implementering av bysykkelprogram | Det er ikke brukt kontrollgruppe i beregning av effektene (men i kontrollbyene var andelen hodeskader omtrent uendret over tid). Analysen baseres på andelen med hodeskader. Det totale antall hodeskader har gått ned, men andre skader har gått enda mer ned (se resultatene fra Fishman & Schepers, 2016, som er basert på både hode- og andre skader). |
| Wall et al., 2016 (USA) | Alvorlige (vs. lette) skader | -10% (-79%; +292%) | Multivariat analyse av sykkel-skader | Det er kontrollert for mange andre variabler (bl.a. syklistenes alder, kjønn og fart, kollisjonspartner og sykkelinfrastruktur Det er ikke kontrollert for fortaussykling. |
| Woodcock et al., 2014 (England) | Personskader | Redusert (ingen effekter oppgitt) | Ulykker med bysykler vs. private sykler i forhold til estimert eksponering | Beregningene av risikoen (især av eksponeringen) bygger på en rekke mer eller mindre hypotetiske forutsetninger; det er ikke kontrollert for syklistegenskaper. |

Som tabell 14 viser spriker resultatene fra de enkelte studiene og alle studiene har metodiske svakheter som gjør det vanskelig å generalisere resultatene.

Forklaringer på **reduksjonene** av syklistskader som er funnet i flere av studiene, kan være:

- Bysykler har i gjennomsnitt betydelig lavere fart enn andre sykler
- Motorkjøretøy kan ta mer hensyn til bysyklistere da disse oppleves som mer uerfarne
- Bysykler brukes trolig i områder med mindre motorisert trafikk og lavere fart og oftere på fortau
- Flere syklistere reduserer ulykkesrisikoen for hver enkel syklist (Safety in Numbers)
- Upålitelige og overestimerte eksponeringstall.

Økningen av andelen hodeskader som ble funnet av Graves et al. (2014, USA) kan forklares med lavere hjelmbruk blant bysyklistene. Det totale antall hodeskader hadde imidlertid gått ned blant syklistene i denne studien, sammenlignet med utviklingen av antall syklistskader i byer uten bysykkelprogram (Salomon et al., 2014; Fishman, 2016).

Økningen av antall kollisjoner som ble funnet av Fuller et al. (2013) er ikke signifikant, men siden det ikke er kontrollert for sykkellengden kan det tenkes at man hadde funnet en større økning dersom man hadde kontrollert for sykkellengden (istedenfor bare for antall sykkeldager), hvis man forutsetter at private syklistere i gjennomsnitt sykler flere kilometer per dag enn bysyklistere.

Brukere av bysykler: Brukere av bysykler er på flere måter forskjellige fra andre syklistere. Forskjeller som ble funnet i empiriske studier er:

- **Lavere fart:** Bysykler sykles som regel i lavere fart enn andre sykler. Fishman (2016) har oppsummert studier fra flere land som viser at bysykler typisk sykler i 10-15 km/t (gjennomsnitt 13,5 km/t), mens private sykler typisk sykler i mellom 15-25 km/t.
- **Mer sykling mot kjøretretningen i sykkelfelt og mer fortaussykling:** Observasjoner som er gjort av TØI i trafikken i Oslo viser at bysykler er sterkt overrepresentert blant syklistere som sykler mot kjøretretningen i sykkelfelt (Høye & Hesjevoll, 2016). Det er også mange bysykler som sykles på fortauet. Dette tyder på at en del brukere av bysykler har et mer risikofylt atferd enn andre syklistere. Syklistere som sykler på fortau, har i andre studier vist seg å ha generelt høyere ulykkesrisiko enn andre syklistere (også når de ikke sykler på fortau; se avsnitt 3.3.5).
- **Færre som bruker hjelm:** Bysykler leies som regel ut uten hjelm og flere studier viser at det er betydelig færre som bruker hjelm på bysykler enn på andre sykler (Fishman et al., 2013, USA; Kraemer et al., 2012, USA). I en studien til Basch et al. (2015, USA) var andelen brukere av bysykler som brukte hjelm 11%; andelen blant andre syklistere er ikke oppgitt. Studiene til Fischer et al. (2012) og Goodman et al. (2013) viser at andelen som bruker hjelm er omtrent fire ganger så stor blant syklistere med private sykler enn blant brukere av bysykler. Observasjoner i trafikken i Oslo viser at det er praktisk talt ingen brukere av bysykler som bruker hjelm.
- **Flere høyt utdannede med jobb og flere menn:** En rekke studier som er oppsummert av Fishman (2016) viser at brukere av bysykler i gjennomsnitt har høyere utdanning og høyere inntekt og at de oftere er hvite. Studiene viser også at det er flere menn enn kvinner som bruker bysykler, men at kvinner er overrepresentert blant bysykkelbrukerne i forhold til andre syklistere.
- **Områdetyper:** Bysykler brukes trolig mest i sentrumsområder da det er slike områder hvor bysykkelstativene som regel settes opp.

Virkning på totale antall drepte og skadde: Virkningen av bysykkelprogrammer på det totale antall drepte og skadde i trafikken vil ikke bare avhenge av risikoen som er knyttet til bruken av bysykler (vs. andre sykler), men også av hvilke transportformer brukere av bysykler ellers hadde benyttet. Flere studier viser at de fleste brukere av bysykler ellers hadde reist kollektivt (Fischer, 2016; Fishman et al., 2013, USA).

Andre sykkeltyper

For andre typer sykler som liggesykler eller tandem er det ikke funnet studier av ulykkesinnblandingen. Dette skyldes den lille utbredelsen av slike sykler. Liggesykler hvor syklisten sitter lavt og i en tilbaketrent posisjon har den fordelen at man kan bremse hardt uten å gå over styret. Ulempen er at slike sykler har dårlig stabilitet, er lave og dermed vanskelige å oppdage i trafikken og i tillegg vanskelige å manøvrere (Wood, 1999).

5.3.2 Sykkellys

Virkinger av sykkellys på ulykkesinnblanding er vanskelig å undersøke empirisk da lysbruken henger sammen med mange andre faktorer som også påvirker ulykkesinnblandingen. Resultatene fra empiriske studier spriker, men alt i alt tyder resultatene på at sykkellys reduserer innblandingen i kollisjoner, mer i mørke enn i dagslys og mer når syklisten ikke i tillegg har på en gul jakke eller refleksevest.

Sykkellys og ulykkesinnblanding

Sykkellys kan påvirke ulykkesinnblandingen blant syklister i hovedsak ved at syklister med lys er lettere å oppdage av andre trafikanter. I tillegg kan lys gjøre at syklister lettere kan oppdage f.eks. hull eller ujevnheter i vegbanen, hindre og fotgjengere. Det er funnet ni empiriske studier av virkningen av lysutstyr på antall ulykker som ikke lar seg oppsummere med metaanalyse. Tabell 15 viser en oversikt over studiene og resultatene.

Tabell 15: Studer av virkningen av sykkellys på ulykkesrisiko for syklister (alfabetisk rekkefølge).

| | Ulykkestype | Sykkellys: Effekt (med KI) | Datakilder | Kommentar |
|---|---|--|---|--|
| Biegler et al., 2012 (Australia) | Ulykker i mørke, alvorlig (vs. lett) skadd; sykehusdata | Foran/bak: -66% (-84; -28) | Skadde syklister på sykehus Lys selvrapp. | Kontroll for syklistegenskaper: Nei Usikker effekt: Ulykkesreduksjonen kan være overestimert pga. manglende kontroll for andre syklistegenskaper / atferd |
| Hagel et al., 2014 (Canada) | Kollisjoner i mørke (vs. eneul.); sykehusdata Kollisjoner i dagslys (vs. eneul.); sykehusdata | Foran: 111% (-5; +369) Bak: 154% (+6; +509) Foran: 111% (-17; +436) Bak: 44% (-36; +224) | Skadde syklister på sykehus Lys selvrapp. («brukte ved ulykken») | Kontroll for syklistegenskaper: Alder, kjønn, fart og jobbsykling Mulig forklaring på ulykkesøkning: Syklister som bruker lys sykler oftere enn andre på vegger med mye biltrafikk |
| Hollingworth et al., 2015 (Storbritannia) | Alle ulykker m. personskaide; selvrapp. | Foran/bak: +63% (+35; +97) | Syklister generelt Lys selvrapp. («brukte ved ulykken») | Kontroll for syklistegenskaper: Synlige klær, hjelm, alder, kjønn, erfaring, jobbsykling og sykkelvaner Mulig forklaring på ulykkesøkning: Syklister som bruker lys sykler oftere enn andre på vegger med mye biltrafikk Mulig at lysbruken ikke gjelder for ulykkessituasjonen (ulykkene skjedde i løpet av de siste fem årene, mens spørsmålet om lysbruken er uspesifisert i tid) |
| Høye & Hesjevoll, 2016 (Norge) | Kollisjoner i mørke (vs. eneul. i mørke); selvrapp. Kollisjoner i mørke (vs. ingen kollisjon i mørke); selvrapp. | Foran+bak: +130% (-50; +956) Foran+bak: +28% (-21; +104) | Syklister generelt Lys selvrapp. | Kontroll for syklistegenskaper: Vs. eneul.: Nei; vs. ingen kollisjon i mørke: Sykkellengde, sykling om vinteren, atferd, alder, kjønn, sykkel erfaring, bruk av gul jakke og hjelm Mulig forklaring på ulykkesøkning: Manglende kontroll for sykling i mørke, sykling på trafikkerte vegger, under vanskelige vær- og føreforhold og mens det er få andre syklister på vegen (total årlig sykkellengde er kontrollert for); lysbruken kan være overrapportert; usikkert om selvrappert lysbruk (uspesifisert i tid) gjelder på ulykkestidspunkt |
| Madsen et al., 2013 (Danmark) | Alle ulykker; selvrapp. Ul. på dagtid; selvrapp. Ul. i skumring; selvrapp. Ul. i mørke; selvrapp. | Foran+bak: -19% (-39; +8) Foran+bak: -18% (-43; +18) Foran+bak: -51% (-83; +33) Foran+bak: ±0% (-44; +79) | Syklister som deltar i eksperiment (halvparten fikk permanent kjørellys) Lys: eksperimentell | Kontroll for syklistegenskaper: Ja, eksperimentell studie, halvparten av nesten 4000 syklister fikk installert permanent kjørellys Mulig forklaring på manglende effekt i mørke: De fleste syklister i Danmark bruker lys i mørke uansett Ulogiske resultater: Hvis man antar at bruken av sykkellys ikke påvirker eneulykker, måtte virkningen på antall kollisjoner i dagslys være urealistisk stor (omtrent -50%), mens antall kollisjoner i mørke måtte være på over 100% (noe som ikke er mulig). |

Tabell 15 (forts.).

| | Ulykkestype | Sykkellys: Effekt (med KI) | Datakilder | Kommentar |
|-------------------------------------|--|--|---|---|
| Martínez-Ruiz et al., 2013 (Spania) | Syklist skyldig i kollisjon; politirapp. Eneulykke; politirapp. | Feilfritt: -61% (-44; -8) Feilfritt: +35% (-41; +213) | Syklist i ulykker (ulykkesrapporter) Lys: Ulykkesrapp. | Kontroll for syklistegenskaper: Alder, kjønn, alkohol, hjelmbruk, sykkeltid uten pause, proff og passasjer Ulogisk resultat: Stor effekt på kollisjoner både i mørke og i dagslys; uklart hva dette kan skyldes (det er bl.a. uklart om lysutstyret ble undersøkt på alle syklene, eller i hovedsak på dem som hadde kollisjoner i mørke) |
| Thornley et al., 2008 (New Zealand) | Ulykker i mørke m. personskade; selvrapp. | Foran: +20% (-21; +82) Bak: -37% (-57; -8) | Syklist generelt Lys: Selvrapp. «bruker alltid» | Kontroll for syklistegenskaper: Synlige klær, erfaring, fart, alder, kjønn, utdanning, BMI Mulig forklaring på ulykkesøkning i mørke: Sammenhengen mellom bruk av front- og baklys da både bruk av front- og baklys inngår i modellen; usikkert om selvrappert lysbruk (uspesifisert i tid) gjelder på ulykkestidspunkt |
| Tin Tin et al., 2013 (New Zealand) | Alle ulykker; politirapp. Kollisjoner; politirapp. | Foran+bak: -26% (-41; -7) Foran+bak: -12% (-49; +52) | Syklist generelt (som sykler i mørke) Lys: Selvrapp. «bruker alltid» | Kontroll for syklistegenskaper: Synlige klær, erfaring, fart, alder, kjønn, utdanning, BMI; prospektiv studie hvor resultater fra spørreundersøkelser er koblet til registerdata fra bl.a. sykehus og politirapporter Mulig forklaring på at effekten er større på eneulykker enn på kollisjoner: Få kollisjoner i datamaterialet (tilfeldig effekt) |
| Washington et al., 2012 (Australia) | Ulykker i mørke; selvrapp. | Foran/bak: (ikke sign.) | Syklist generelt Lys: Selvrapp. | Kontroll for syklistegenskaper: Nei Mulig forklaring på manglende effekt: Modellspesifikasjonene; de fleste syklist som sykler uten lys sykler ikke om natten |

De fleste studier har kontrollert for et stort antall andre faktorer som kan ha sammenheng med ulykkesinnblanding (eksponering, demografiske variabler mv.) og flere har også kontrollert for bruk av bl.a. hjelm og synlige klær. Likevel har alle studiene særegenheter som gjør det umulig å trekke konklusjoner om hvordan sykkellys påvirker ulykkesinnblandingen eller å oppsummere resultatene med metaanalyse. Typiske metodiske problemer som gjør det vanskelig å tolke resultatene som effekt av lysbruk på ulykkesinnblandingen er:

- Flere studier har spurt syklister etter lysbruken generelt uten at dette er nærmere spesifisert i tid. I disse studiene er det usikkert hvorvidt den selvrapporterte lysbruken gjelder på ulykkestidspunktet. Når resultatene viser at lysbruk henger sammen med flere ulykker kan dette skyldes at lysbruken er overrapportert eller at syklister som hadde en ulykke i mørke uten lys begynte å bruke lys etterpå.
- Selv om man spør etter lysbruken da ulykken skjedde, kan de som ikke brukte lys, likevel være fristet til å påstå at de brukte lys.
- Det er vanskelig å kontrollere for eksponering. Selv om det er kontrollert for sykkellengden totalt, kan likevel syklister som sier at de alltid sykler med lys i mørke i større grad sykle i mørke, under vanskelige lys-, vær- og føreforhold, eller på trafikkerte veger. Hvis resultatene viser at lysbruk henger sammen med flere ulykker kan dette skyldes at syklistene som bruker lys i større grad sykler under forhold som generelt sett medfører høyere ulykkesrisiko, dvs. at de hadde hatt enda flere ulykker dersom de ikke alltid hadde brukt lys i mørke.
- Syklister som sykler med lys, bruker oftere enn andre hjelm og synlige klær og kan også tenkes å ha en mer «sikker» atferd i trafikken. Uten kontroll for slike faktorer vil man følgelig overestimere virkningen av sykkellys.

De to metodisk sett beste studiene er studiene til Madsen et al. (2013) som er en eksperimentell studie og studien til TinTin et al. (2013) som er en prospektiv studie. Begge studiene unngår i stor grad de metodiske problemene som er beskrevet ovenfor. Svakheter er likevel:

- I studien til Madsen et al. (2013) var det ikke mulig å inkludere kun syklister som normalt ikke bruker lys i studien. Resultatene for ulykker i mørke (hvor mange av deltakerne uansett bruker lys) kan derfor kun vise tilleggseffekten av å ha et ekstra sykkellys, istedenfor effekten av å sykle med vs. uten lys. I tillegg var frontlyktene som ble brukt i den eksperimentelle studien, montert på gaffelen i en avstand på opptil 40 cm over bakken «thus reducing the visibility of the lights in comparison to most traditional battery operated bicycle lights» (Madsen et al., 2013, s. 821). I tussmørke ble det i studien til Madsen et al. (2013) funnet en mye større effekt på det totale antall ulykker enn i dagslys (-51%). Ut fra fordelingen av kollisjoner og eneulykker måtte virkningen på antall kollisjoner i skumringen teoretisk være på nesten 100% mens antall eneulykker må være redusert med minst 20%. Disse antakelsene virker urimelige og virkningen i skumring (og i mørke) antas derfor å være mindre enn -50%.
- Studien til TinTin et al. (2013) er basert på et forholdsvis lite antall kollisjoner. En generell svakhet ved prospektive studier er at det er vanskelig å få pålitelig informasjon om bruken av sykkellys på ulykkestidspunktet. Dette gjelder både ved bruk av registerdata om ulykker og når man benytter data om selvrapporterte ulykker.

Et generelt problem med både eksperimentelle og prospektive studier er at det krever veldig mange deltakere for å få tilstrekkelig mange ulykker i datamaterialet.

Ut fra resultatene som ble funnet i de empiriske studiene, samt resultatene fra studier av virkningen på oppdagelsesavstand, har Høye og Hesjevoll (2016) anslått at virkningen av sykkellys er som vist i tabell 16. Det er forutsatt at virkningen er

- Større i mørke enn i dagslys
- Større når syklisten ikke har på spesielt synlige klær
- Null i eneulykker.

Tabell 16: Antatte virkninger av sykkellys (foran og bak) på ulykkesinnblanding.

| Ulykkestype | Lysforhold | Gul jakke | Antatt virkning |
|-------------|------------|-----------|-----------------|
| Kollisjoner | Dagslys | Nei | -10% |
| | | Ja | ±0% |
| | Mørke | Nei | -30% |
| | | Ja | -20% |
| Eneulykker | Alle | Alle | ±0% |

Sykkellys og oppdagelsesavstand

Sykler med lys kan oppdages på nesten dobbelt så stor avstand i mørke som sykler uten lys.

Kwan og Mapstone (2006) har gjort en litteraturstudie av sammenhengen mellom sykkellys og oppdagelsesavstand. De fleste studier viser at sykkellys øker oppdagelsesavstanden i mørke. I gjennomsnitt er økningen på 87% (sammenlignet med ingen sykkellys, uavhengig av om det er reflektorer på sykkelen eller ikke). Dette er et uvektet gjennomsnitt av åtte resultater.

Hagel et al. (2007) viste at den faktoren som har mest betydning for hvordan andre trafikanter vurderer syklisters synlighet i dagslys er jakkefargen, mens sykkellys på dagtid har liten betydning. De fleste syklistene i studien hadde jakker i andre farger enn hvit, gult, oransje eller rødt.

5.3.3 Sykkelreflektorer

Sykkelreflektorer kan gjøre det lettere for andre trafikanter å oppdage syklist i mørke, men sykkelreflektorer har ingen eller liten tilleggseffekt på sykler med lys. Under vanskelige siktforhold (regn, snø, tåke) har sykkelreflektorer liten eller ingen effekt.

Sammenhengen mellom reflektorer på sykkelen og ulykkesinnblanding ble undersøkt av Hagel et al. (2014; Canada). Resultatene tyder på at syklist som har reflektorer på sykkelen, med større sannsynlighet enn andre er innblandet i kollisjoner istedenfor i eneulykker, men som forklart ovenfor betyr ikke dette at reflektorer på sykkelen øker innblanding i kollisjoner. I tillegg er resultatene svært usikre.

Kwan og Mapstone (2006) har i en litteraturstudie funnet flere studier som viste at reflekterende materialer på sykler og syklister kan føre til en flerdobling av oppdagelsesavstanden i mørke. De fleste studier har undersøkt reflekterende materialer og synlige farger på syklistenes klær. Reflektorer på sykkel har også vist seg å øke oppdagelsesavstanden, men dette ser ikke ut til å gjelde når sykkel i tillegg har på lys. Studier som har sammenlignet sykkellys med sykkelreflektorer viste at sykkellys fører til en økning av oppdagelsesavstanden på opp til 66% sammenlignet med reflektorer alene. En nederlandsk studie (Toet et al., 2008) viser at sykkelreflektorer er omtrent like godt synlige som sykkellys fra en avstand på 15 meter, men fra en avstand på 100 meter er en reflektor omtrent like godt synlig som sykkellys fra en avstand på 700 meter. Hvor synlige reflektorer er, er i større grad enn for sykkellys påvirket av synsforholdene (f.eks. er reflektorer lite synlige i regn eller tåke). Studiene som er oppsummert av Kwan og Mapstone (2006) er gjennomført under kontrollerte forhold og ikke nødvendigvis representative for ekte trafikk.

I en studie som ble gjennomført i dagslys i ekte trafikk i Canada, viser Hagel et al., (2007) at verken sykkellys eller reflektorer på sykkel (bak og på pedalene) bidro til syklisters synlighet. Det eneste som bidro signifikant til synligheten var fargen på klærne på overkroppen (gul, oransje, rødt eller hvit).

Alt i alt tyder resultatene på at sykkelreflektorer kan gjøre det lettere for andre trafikanter å oppdage syklister i mørke, men at sykkelreflektorer har ingen eller liten tilleggseffekt på sykler med lys. Studiene av hvordan reflektorer på sykkel påvirker oppdagelsesavstanden er gjennomført under kontrollerte forhold og resultatene sier derfor trolig lite om hvordan sykkelreflektorer påvirker oppdagelsesavstand og gjenkjennelse av syklister i ekte trafikk. Her kan reflektorer f.eks. være tilsølt eller skjult bak sykkelvesker og lignende og dermed tenkes å ha enda mindre effekt enn i de kontrollerte studiene.

5.3.4 Synlige sykkelklær

Synlige sykkelklær har vist seg å redusere antall kollisjoner i mørke. De to metodisk beste studiene viser sammenlagt en reduksjon på 33%. Synlige sykkelklær reduserer oppdagelsesavstanden og dette gjelder særlig klær eller reflekskonstellasjoner med «biomotion». Virkningen på både ulykker og oppdagelsesavstand er omtrent like stor i dagslys som i mørke.

Synlige sykkelklær og ulykkesinnblanding

Synlige sykkelklær kan redusere ulykkesrisikoen for syklister ved at syklister er lettere å oppdage av andre trafikanter. I tillegg kan farten til syklistene være lettere å vurdere. En oversikt over studier som har forsøkt å tallfeste virkningen er vist i tabell 17.

Tabell 17: Studer av virkningen av fluorescerende farger og andre lyse farger (alle studier er basert på selvrappert bruk av synlige sykkelklær).

| Tiltak | Ulykkestype | Effekt (med KI) | Studie | Kommentar | |
|---|---|---|--|---|---|
| Chen & Shen, 2016 (USA) | Sykelklær med refleks | Sykelulykker (alle) alvorlighetsgrad (politirapp.) | Færre drepte / hardt skadde (sign.) | Multivariat analyse av sammenheng mellom bystruktur og syklistskader | Kontrollert for Syklistegenskaper: Alder (flere bystrukturvariabler i modellen), eksponering ikke relevant (avhengig variabel er skadegrad) Svakhet: Ikke kontrollert for andre syklistegenskaper/atferd |
| Hollingworth et al., 2015 (Storbritannia) | Fluorescerende sykkelklær (alltid vs. ikke alltid) | Sykelulykker med personskade (selvrapp.) | -6% (-18; +8) | Spørreundersøkelse, syklister generelt | Kontrollert for syklistegenskaper: Sykkellys, hjelm, alder, kjønn, erfaring, jobbsykling, sykkelvaner Mulig forklaring på liten effekt: Alle typer ulykker inkl. eneulykker |
| Høye & Hesjevoll, 2016 (Norge) | Fluorescerende sykkelklær (alltid/ofte vs. ikke alltid/ofte) | Kollisjoner i mørke (selvrapp.) Kollisjoner (alle) (selvrapp.) | A: -13 (-58; +80) B: +73% (-18; +264) A: -2% (-32; +41) B: -12% (-27; +7) | Spørreundersøkelse Metode A: Oddsforhold (kollisjoner vs. eneul.); Metode B: Log. regresjon (kollisjoner vs. ingen kollisjoner) | Kontrollert for syklistegenskaper: A: Indirekte (sammenlignet med innblanding i eneulykker); B: Sykkellengde, sykling om vinteren, atferd, alder, kjønn, sykkel erfaring, bruk av gul jakke, hjelm Inkonsistente resultater: Forholdet mellom virkning i dagslys og i mørke er motsatt med to forskjellige metoder (A og B). |
| Lahrman et al., 2014 (Danmark) | Fluorescerende gul sykkeljakke | Sykelulykker (kollisjoner) med personskade (selvrapp.) | -48% (-71; -7) | Eksperimentell studie | Kontrollert for syklistegenskaper: Ja (eksperiment) |
| Thornley et al., 2008 (New Zealand) | Fluorescerende sykkelklær - alltid vs. ikke alltid - alltid vs. aldri | Sykelulykker med personskade (selvrapp.) | -27% (-43; -7) -77% (-91; -41) | Spørreundersøkelse | Kontrollert for syklistegenskaper: Alder, kjønn, hjelmbruk, sykkel erfaring, fart mv. |
| Tin Tin et al., 2013 (New Zealand) | Fluores. sykkelklær (alltid vs. aldri) Refleks (alltid vs. aldri) | Sykelulykker (kollisjoner) med personskade (politirapp.) | -19% (-51; +34) -12% (-51; +58) | Spørreundersøkelse | Kontrollert for syklistegenskaper: Sykkellys, erfaring, fart, alder, kjønn, utdanning og BMI |
| Washington et al., 2012 (Australia) | Fluorescerende / synlige klær / refleks | Sykelulykker i mørke, uspes. skadegrad (selvrapp.) | Ikke sign. (effekt ikke oppgitt) | Spørreundersøkelse: syklister generelt | Kontrollert for syklistegenskaper: Nei |

Tabell 17 viser at de fleste studiene har funnet store og signifikante reduksjoner av antall sykkelulykker, både i dagslys og i mørke. Også studiene som hadde funnet økt ulykkesinnblanding for syklister som sykler med lys i mørke, har funnet færre ulykker blant syklister med synlige klær. Dette til tross for at studier av synlige sykkelklær prinsipielt har de samme metodiske utfordringene som studier av virkningen av sykkellys (se avsnitt 5.3.2). Synlige sykkelklær har, på samme måte som bruk av sykkellys, sammenheng med en rekke andre faktorer som også påvirker ulykkesinnblandingen. En forskjell er muligens at eksponeringen er mindre vanskelig å kontrollere for da synlige sykkelklær i større grad også brukes i dagslys og i noe mindre grad er knyttet til spesifikke situasjoner.

TinTin et al. (2013) har funnet ulykkesreduksjoner både for sykkellys og synlige klær. Høye & Hesjevoll (2016) har funnet svært inkonsistente resultater når man sammenligner effektene som ble funnet med ulike metoder i mørke og i dagslys.

Thornley et al. (2008), Tin Tin et al. (2013) og Hollingworth et al. (2015) har gjennomført spørreundersøkelser som alle har kontrollert for et stort antall andre faktorer (bl.a. lysbruk og hjelmbruk, syklistenes alder, kjønn, sykkelerfaring og gjennomsnittsfart). Studien til Lahrman et al. (2014) er et eksperiment hvor halvparten av 6800 syklister fikk utdelt en neongul sykkeljakke. Resultatene kan følgelig ikke forklares med andre forskjeller mellom syklister med og uten synlig bekledning. Det sammenlagte resultatet av studiene fra TinTin et al. (2008) og Lahrman et al. (2013) som begge har undersøkt virkningen på antall kollisjoner med sykkel, er en reduksjon av antall ulykker på 33% (-54; -2).

Resultatene fra Lahrman et al. (2014) viser at en neongul jakke har omtrent like stor effekt i dagslys som i mørke, større effekt på kollisjoner med motorkjøretøy (-48%) enn på kollisjoner med fotgjengere (-25% [-59; +36]) og at virkningen er størst blant syklistene som sier at de bruker jakken ofte enn blant dem som brukte jakken i mindre grad. Det ble ikke funnet noen forskjell mellom syklister som har høy og lav generell risikovillighet. Videre viser resultatene at de fleste ulykker med syklister i forsøksgruppen (som hadde fått utdelt jakke) skjedde mens de ikke hadde på jakken.

Biomotion-refleks

En rekke studier har vist at tiltak som øker synligheten er mest effektive for fotgjengere og syklister når bevegelsesmønsteret blir gjort synlig («biomotion»), f.eks. ved bruk av refleksbånd rundt ankler, handledd, armer og ben (Wood et al., 2012). Både for fotgjengere og for syklister har en rekke studier vist at oppdagelses- og gjenkjennelsesavstanden med refleksvest er mellom to og fem ganger så stor som med svarte klær, mens oppdagelses- og gjenkjennelsesavstanden med refleks med biomotion (i tillegg til refleksvest) er mellom seks og ni ganger så stor (Balk et al., 2008; Luoma et al., 1998; Tyrrell et al., 2009; Wood et al., 2005, 2012). Refleks med biomotion hadde i disse studiene mellom to og tre ganger så stor oppdagelses-/gjenkjennelsesavstand som refleksvest. At refleks med biomotion er like effektiv i omgivelser med mye visuell distraksjon som i roligere områder ble vist i feltforsøk av Tyrrell et al. (2009). Kun i én studie (Moberly et al., 2002) ble det ikke funnet noen signifikant forskjell i oppdagelsesavstanden mellom refleksvest og refleks med biomotion.

Andre effekter av sykkelbekledning i fluorescerende farger

Det er gjort mange studier som har undersøkt virkningen av refleks og fluorescerende farger for syklister på *oppdagelsesavstand, gjenkjenning og reaksjonstid*. I en litteraturgjennomgang har Kwan og Mapstone (2006) funnet 37 slike studier. Disse viser at fluorescerende farger på syklisters klær forbedrer oppdagelsesavstand, gjenkjenning og reaksjonstid i dagslys. For jakker i fluorescerende farger ble det i dagslys funnet en reduksjon av reaksjonstiden på 25%. For jakker med refleks ble det funnet en dobling av oppdagelsesavstanden, dvs. en omtrent like stor effekt som for sykkellys. Hagel et al. (2007) viste i feltforsøk som ble gjort i ekte trafikk i dagslys, at det er kun fargen på klærne på overkroppen (gul, oransje og rød) som påvirker hvor synlige syklister er i trafikken. Farger på bukse og hjelm, sykkellys og refleks på sykkelen hadde ingen effekt.

Watts (1984) og Walker et al. (2014) viste at *forbikjøringsavstanden* øker når biler kjører forbi syklister med refleks på jakken. I studien til Walker et al. (2014) var imidlertid forskjellene mellom syklister med ulike typer bekledning forholdsvis små.

Ut fra resultatene for MC-klær med refleks eller fluorescerende farger (Høye, 2016) kan man tenke seg at sykkelklær i fluorescerende farger eller med refleks også kan gjøre det lettere for bilister å *vurdere farten* på syklister, noe som ville redusere faren for at bilister ikke overholder vikeplikt overfor syklister i situasjoner hvor syklisten er fortere enn bilisten regner med (f.eks. når bilen skal svinge til venstre mens en syklist i motsatt kjørefelt kjører fort i en nedoverbakke).

5.3.5 Bremses

Feil på bremses medfører en stor økning av ulykkesrisikoen, men det er trolig kun en liten andel av sykkelulykkene hvor feil på bremsene har bidratt til ulykken. Sykler med kraftigere bremses har ikke nødvendigvis færre ulykker enn sykler med svakere bremses.

Det er ikke funnet noen oversikt over hvor mange sykkelulykker som er relatert til bremsene. I omtrent 20% av eneulykkene i Norge har syklisten bråbremset og «gått på hodet» (Bjørnskau, 2005).

En nederlandsk studie viser at 6% av alle eneulykker med sykkel skjer som følge av at syklisten mister kontroll over sykkelen pga. feil bremsing eller en feil på bremsene (Schepers & Wolt, 2012). Slike ulykker skjer oftere med syklister som sykler lite enn med syklister som sykler mye. En svensk studie viste at 72% av sykkelulykkene var eneulykker og at tekniske feil på sykkelen var medvirkende faktor i 3,5% av eneulykkene (Thulin & Niska, 2009). Feilene omfatter imidlertid ikke bare bremses men også at kjeden hoppet av, punktering og løst styre, sadel eller hjul. Kraftig bremsing bidro til 4,8% av eneulykkene. Objekter som kom inn i sykkelhjul som gav bråbrems (klær, bag, greiner, eike, dynamo, fot med mer) bidro til 5,6 % av eneulykkene.

En spansk studie (Martínez-Ruiz et al., 2013) tyder på at feilfrie bremses på sykkelen reduserer ulykkesrisikoen med over 80% (-86% for kollisjoner og -91% for eneulykker). Studien har imidlertid noen metodiske svakheter og effekten er trolig overestimert.

Bjørnskau (2005) viste at det er en tendens til at:

- Sykler med skivebrems har flere ulykker enn sykler med V-brems (som er en type felgbrems)
- Sykler med V-brems har flere ulykker enn sykler med navbrems.

Dette gjelder når man kontrollerer for en rekke andre faktorer (bl.a. sykkeltype, sykkelmengde og syklistegenskaper). Resultatene kan neppe forklares forskjeller i bremseeffekten. Navnbremser har lengre stopplengde enn felgebremser (Fosser, 1986) og skivebremser har bedre og jevnere bremseeffekt enn både nav- og felgebremser, spesielt i regn og vintervær. Unntaket er at V-bremser kan ha bedre bremseeffekt på tørr veg enn skivebremser (Beck, 2004). Ulempene med alle typer felgebremser er at bremseeffekten er avhengig av at felgene er rene, tørre og rette, at bremseklossene må skiftes eller justeres oftere enn med skivebremser. I tillegg sliter bremsene ned felgene, slik at disse etter en tid må skiftes ut. Skivebremser kan teoretisk lettere blokkere enn andre typer bremser, men Statens vegvesen (2014) har ikke funnet holdepunkter for at de faktisk gjør det. Ved panikkbremsing kan alle typer bremser blokkere (med mindre bremseeffekten er veldig dårlig).

Bremsing på forhjulet gir kortere stopplengde enn bremsing på bakhjulet. Bremseeffekten på bakhjulet er omtrent 76% av bremseeffekten på forhjulet (Beck, 2004). Blokkerende bremser gjør det vanskelig å opprettholde stabiliteten, spesielt hvis det er forhjulet som blokkerer. For å redusere faren for blokkerende bremser forslår Lie & Sung (2010) å bruke bremser med ulik bremseeffekt på for- og bakhjul (svakere på bakhjulet som blokkerer lettere enn forhjulet) eller blokkeringsfrie bremser. Blokkeringsfrie bremser for sykler er beskrevet av Tavakoli (2008) og Winck et al. (2010), men finnes ikke på markedet i dag.

5.3.6 Dekk

Sykkeldekk påvirker kjøreegenskaper og bremselengden og kan dermed ha betydning for ulykkesinnblandingen. På isete veg har piggdekk bedre veggrep enn andre dekk.

Ulike sykkeldekk har ulike kjøreegenskaper på ulike underlag, noe som kan påvirke bremselengden og risikoen for å få sladd. Smale glatte dekk på racersykler medfører høyere risiko for å miste kontroll over sykkelen, især på ujevne underlag, grus eller snø.

Piggdekk gir betydelig bedre veggrep på is. Selv om det er forskjeller mellom ulike typer piggdekk er alle typer piggdekk bedre på is enn dekk uten pigger, dvs. at det er mulig å bremse kraftigere og å oppnå kortere (i gjennomsnitt omtrent halvert) bremseveg (Hjort & Niska, 2015). Et større antall pigger medfører likevel ikke nødvendigvis bedre veggrep og kortere bremseveg.

5.3.7 Andre typer sykkelutstyr

Det er ikke funnet studier av hvordan andre typer sykkelutstyr påvirker ulykker, konflikter eller atferd.

Blant andre typer sykkelutstyr er det kun avstandspinner (som ikke lenger brukes i dag) som er empirisk undersøkt. Eldre studier viste at avstandspinner øker passeringsavstanden med ca. 5-10% (Oranen, 1975; Watts 1984; Angenendt & Hauser 1989). Det er ikke funnet studier som har undersøkt virkningen av vimplene som brukes ofte på barnetilhengere og barnesykler på ulykker konflikter eller atferd (f.eks. passeringsavstand). Det er heller ikke funnet studier av hvordan andre typer sykkelutstyr som signalklokke, spesiallys og sykkelcomputer påvirker ulykker, konflikter eller atferd.

5.3.8 Passasjerer på sykkel

Passasjerer på sykkelen medfører omtrent en dobling av ulykkesrisikoen.

En studie av sykkelulykker i Spania viste at syklister som hadde en passasjer på sykkelen, hadde omtrent dobbelt så høyt risiko for å bli innblandet i en personskadeulykker som syklister som syklet alene på sykkelen (+96% [-48; +159]; Martinez-Ruiz et al., 2013).

Personer som sitter på bagasjebrettet på en sykkel, som regel barn, kan pådra seg alvorlige skader på foten når den kommer i klem mellom eikene (Suri, 2007). Både solide sko og eikebeskyttelse kan redusere risikoen for slike skader (Griffith & MacKellar, 1988).

5.3.9 Barnetransport på sykkel

Hvordan barnetransport på sykkel påvirker ulykkesinnblandingen er ikke undersøkt empirisk. Barneseter på sykkelen kan gjøre sykkelen ustabil. Barnetilhengere gjør ikke sykkelen ustabil man kan bli oversett av andre trafikanter. Alle typer barnetransport medfører lengre bremsesveg pga. økt vekt.

Det er ikke funnet hverken studier eller ulykkesstatistikk som kan gi en indikasjon på ulykkesinnblandingen av sykler med barnesete, barnetilhenger eller påhengssykler.

Barneseter kan gjøre sykkelen ustabil pga. det høye tyngdepunktet, noe som øker faren for velt, især når personen som sykler er lett. I en studie med dummyer (dukker som brukes i kollisjonsforsøk) har Miyamoto og Inoue (2010) undersøkt virkningen av høy seterygg, belte og hjelm på skadegraden når den stående sykkelen velter (virkningen av sikkerhetsutstyret når sykkelen velter i fart er ikke undersøkt). Resultatene viser at bruk av både hjelm, belte og høy seterygg gir den beste beskyttelsen mot skader, især mot alvorlige hodeskader:

- Hjelm reduserer skadeomfanget uavhengig av hvilket annet sikkerhetsutstyr som brukes
- Belte reduserer skadeomfanget, unntatt på et sete med lav rygg hvor belte kan føre til økt skadeomfang
- Høy seterygg reduserer skadeomfanget, unntatt når verken hjelm eller belte blir brukt; økt skadeomfang ved bruk uten belte og hjelm kan trolig forklare med at barnet sitter noe høyere i et sete med høy rygg.

I tillegg til høy seterygg og belte bør barneseter ha fotbeskyttelse som forhindrer at barnas føtter hindres i å komme i klem med sykkelhjulet og eikene (Kiss et al., 2010).

Barnetilhengere er trolig den tryggeste transportmåten fordi slike tilhengere har et veldig lavt tyngdepunkt og er dermed vanskelige å velte. Mange tilhengere er i tillegg konstruert slik at barn i noen grad er beskyttet mot sidene ved en eventuell velt eller kollisjon (Murray & Ryan-Krause, 2009, USA). Ulempen med tilhengere er at de er lave og kan være lette å overse i trafikken. Andelen skader som oppstår som følge av fall, er følgelig lavere enn for barn i barnesete (72% i barnesete vs. 50% i tilhenger). Øvrige skader oppstår i kollisjoner (9% i barnesete vs. 33% i tilhengere) og i kontakt med sykkelen eller hengerens hjul (Powell & Tanz, 2000, USA).

Tilhenger bør være utstyrt med sikkerhetsbelte og både belte og hjelm bør brukes ifølge Murray & Ryan-Krause (2009). Mange tilhengere er også utstyrt med en vimpel på stang for å være synlige. Refleks er påbudt, og ved bruk i mørke og dårlig sikt skal hengeren ha baklys. Gode bremses på egen sykkel er ekstra viktig med en henger på slep. Det er ikke funnet studier som har undersøkt virkningen av belte, vimpel og refleks på ulykkesinnblandingen.

For *påhengssykkel* og *lastesykkel* er det ikke funnet studier av ulykkesinnblandingen eller skaderisikoen.

Både barnesete, -tilhenger, påhengssykkel og lastesykkel øker bremselengden, noe som kan gi økt risiko for ulykkesinnblanding (gitt at farten er lik som med en sykkel uten barnesete / -tilhenger).

5.4 Virkning på framkommelighet

Sykling kan påvirke framkommeligheten på mange ulike måter, f.eks. kan sykler gi bedre framkommelighet enn bil i bytrafikken, mens sykler er mindre egnet på lange transportreiser. Slike effekter er imidlertid ikke gjenstand for dette kapitlet. Virkninger av enkelte aspekter av sykler som er omtalt i dette kapitlet, er følgende:

Type sykkel: Hvilken fart man kan oppnå med sykkel avhenger i stor grad av syklisten, syklistenes bekledning (vindmotstand), ev. bagasje på sykkelen, stigning på veien og vindforholdene. Hvis alt annet er likt, er det lettest å oppnå høy fart med racersykkel og generelt med lette sykler som har smale glatte dekk med høyt lufttrykk og en foroverlent sittestilling. Racersykler og de fleste andre sykler kan kjøres fortere enn elsykler (motoren gir framdrift opptil 25 km/t, men det er mulig å få høyere fart med muskelkraft), men under mange forhold (især i oppoverbakke, med motvind, stor bepakning og utrente syklister) vil elsykler kunne oppnå høyere fart.

Sykkellys: Batterilykter påvirker ikke hvor fort man kan sykle, men dynamolykter fører til at det blir tyngre å trå. Dette problemet er imidlertid begrenset med nye moderne sykkellykter basert dioder og induksjon. I mørke på ubelyst veg kan man sykle fortere med en kraftig frontlykt.

Bremser: Feil på bremseser kan redusere framkommeligheten betydelig (dersom syklisten velger farten i henhold til bremsemulighetene).

Dekk: Framkommeligheten med sykkel er best når dekkene er tilpasset underlaget. Generelt gir smale glatte dekk med høyt lufttrykk høyest fart på asfalt. Bredere dekk med større profil er bedre på bl.a. ujevn underlag, grusveg og snødekket veg. Piggdekk er gir best framkommelighet på isete veg.

Barnetransport: Transport av barn på sykkelen eller i sykkelhenger kan gi redusert sykkelfart (med mindre sykkelen er en elsykkel), men kan ellers øke mobiliteten på reiser med barn.

5.5 Virkning på miljøforhold

Bruk av sykkel er mer miljøvennlig enn øvrige transportformer, unntatt gåing.

Elsykler: Elsykler kan påvirke miljøet gjennom en endring av reisemiddelvalg og gjennom forbruk av batterier og strøm. Elsykler kan ha:

- Positive miljøeffekter hvis bilreiser erstattes med elsykkelreiser; i dette tilfelle vil trolig også eventuelle negative effekter av batterier og strømforbruk oppveies av at det kjøres mindre bil.

- En mulig negativ miljøeffekt hvis elsykkelreiser erstatter reiser med vanlig sykler, da vanlige sykler ikke bruker batterier (miljøeffektene av batteriene og strømforbruket avhenger av hvordan batteriene produseres og deponeres og hvordan strømmen produseres).
- Ukjente miljøeffekter hvis elsykkelreiser erstatter reiser med kollektivtransport.

Sykkellys: Bruk av moderne sykkellykter basert på induksjon reduserer forbruket av batterier, noe som kan tenkes å medføre en liten, men positiv miljøeffekt.

5.6 Kostnader

Type sykkel: Priser for ulike sykkeltyper er i stor grad avhengig av kvalitet og utstyrsnivå. De billigste syklene koster rundt 800 kr., de mest vanlige syklene koster opptil 7000 kr. og noen sykler koster flere titusen kr. Elsykler er i gjennomsnitt dyrere enn de fleste andre syklene, de fleste koster fra omtrent 9000 kr. og opptil til flere titusen kr.

Sykkellys: Det er stor variasjon i prisen på sykkellykter. Sykkellykter kan koste alt mellom 50 og 5.000 kr., de mest vanlige batterilyktene koster noen hundre kr. Sykkellykt til elsykkel som er koblet til sykkelens batteri, koster ca. 1000 kr.

Bremser: Sikkerhetsutstyr som bremses og gir inngår vanligvis som en del av den samlede kjøpspris for sykkelen.

Barnetransport: Kostnadene for barneseter ligger typisk mellom 400 og 2.000 kr., mens tilhengere for barn koster typisk mellom 1.000 og 20.000 kr. Påhengssykler koster ca. 1600 kr. Lastesykler (elsykler) koster mellom 22.000-55.000 kr..

5.7 Nytte-kostnadsvurderinger

Det er ikke mulig å foreta gode vurderinger av nytte-kostnadsverdien av syklers sikkerhetsutstyr, ettersom virkningene på ulykkene er veldig usikre.

6 Sykkelhjelm og sykkelhjelpåbud

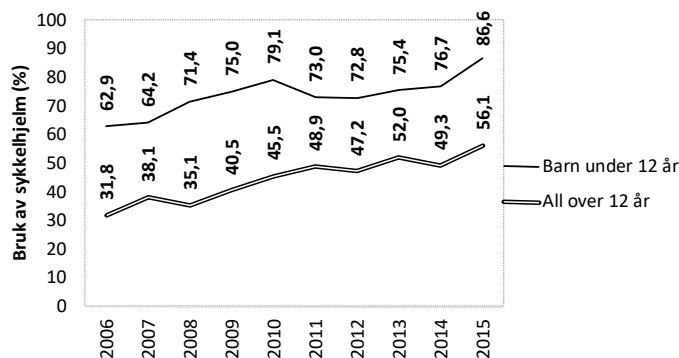
Dette kapitlet er en langversjon av kapittel 4.10 i Trafikksikkerhetshåndboken.

6.1 Problem og formål

Sykkelhjelm, samt påbud om bruk av sykkelhjelm, har til formål å beskytte syklister mot hodeskader og redusere alvorligheten av slike skader. Hodeskader, især alvorlig hjerneskade (traumatic brain injury, TBI), er blant de mest typiske skadene blant syklistene som er drept i trafikkulykker (Joseph et al., 2016; Ekström & Linder, 2017). En analyse av 71 dødsulykker i Norge i 2005-2012 hvor en syklist ble drept (Statens vegvesen, 2014), viser at 65% av syklistene ikke hadde brukt hjelm. Blant disse kunne 54% antakelig ha overlevd med hjelm. Det betyr at omtrent 35% av alle drepte syklistene muligens kunne ha overlevd dersom de hadde brukt hjelm. Data som er samlet inn på skadelegevakt i Oslo i 2014 viser at andelen syklister som hadde hodeskade som alvorligste skade, var 27% blant dem uten hjelm og 17% blant dem som hadde brukt hjelm.

Det teoretiske potensiale for å redusere skader er størst i eneulykker hvor syklisten faller eller går over styret (Hynd et al., 2011). I kollisjoner med motorkjøretøy er potensialet mindre da syklister i slike ulykker ofte får alvorlige skader på andre kroppsdeler enn hodet og fordi effekten av hjelmen er begrenset i kollisjoner med store farts- og energiforskjeller eller når syklister bli overkjørt (Robinson, 2007).

Figur 7 viser andelen syklister i trafikken som brukte hjelm i 2006-2015 i Norge. Målet for hjelmb Bruken i Norge er 90% for barn under 12 år og 60% for alle over 12 år (Statens vegvesen, 2015).



Figur 7: Andelen syklister som bruker hjelm i Norge (Statens vegvesen, 2015).

Figur 7 viser at hjelmb Bruken i Norge har økt over tid og at den er betydelig høyere blant barn enn blant voksne. Resultatene for voksne syklister i figur 7 stemmer godt overens med resultatene fra en studie i 2015-2016 med observasjoner av syklister i Oslo og Trondheim, hjelmb Bruken blant (voksne) syklister er anslått til ca. 60% (Høye & Hesjevoll, 2016). Andelen med hjelm er i denne studien høyest i rushtrafikken (73%) og i dårlig vær (67%) og lavest om kvelden (40%). I helger og om natten ble det ikke gjort observasjoner. I en spørreundersøkelse blant syklister som er gjort i forbindelse med den samme studien, er

andelen som sier at de alltid sykler med hjelm, høyere (84%), men utvalget er trolig ikke representativt.

En annen norsk studie viser også at hjelmbruken er høyere blant barn enn blant voksne og i tillegg at hjelmbruken er lavest blant ungdom (Nygaard, 2010). I 2010 var andelen som brukte hjelm 79% blant barn (under 12 år), 22% blant ungdom (12-17 år) og 53% blant voksne. Også i studien til Olivier & Terlich (2016, Australia) er hjelmbruken betydelig høyere blant barn enn blant voksne, men forskjellen krymper når man kontrollerer for andre variabler. At hjelmbruken er høyere blant barn enn blant voksne gjelder ikke nødvendigvis også i andre land. I studien til Harada et al. (2015, USA) var hjelmbruken blant barn og voksne henholdsvis 21% og 27%. I studien til Sethi et al. (2015, USA) var hjelmbruken blant barn og voksne henholdsvis 30% og 40%. I studien til Bambach et al. (2013, Australia) er hjelmbruken blant barn/unge (under 20 år) og voksne henholdsvis 51% og 85%. Her er det nesten ingen forskjell mellom barn (0-12 år: 53% med hjelm) og unge (13-19 år: 50% med hjelm).

En rekke land har påbudt bruk av sykkelhjelmer, enten blant barn eller blant alle syklister. I Norge er det ikke påbudt å bruke sykkelhjelmer. Hjelmbruken øker som regel når påbud om hjelmbruk innføres (jf. avsnitt 6.3.3). I New Zealand hvor bruk av sykkelhjelmer er påbudt, er den selvrapporterte hjelmbruken 98,6% (Thornley et al., 2008, New Zealand). I Australia hvor det også er påbudt å bruke sykkelhjelmer, er andelen med hjelm 91% i studien til Bahrololoom et al. (2016) og 79% i studien til Dinh et al. (2015). I USA derimot hvor hjelmbruken i mange delstater ikke er påbudt, er selvrapportert hjelmbruk lavere. Her er det ifølge NHTSA (2012) kun 28% som sier at de alltid bruker sykkelhjelmer og 39% som sier at de nesten alltid eller som regel bruker sykkelhjelmer. I studien til Bergenstal et al. (2012, USA) er hjelmbruken blant barn kun 8% selv om hjelmbruken i denne delstaten (West Virginia) ifølge www.helmets.org er obligatorisk.

6.2 Beskrivelse av tiltaket

6.2.1 Sykkelhjelmer

Sykkelhjelmer består i hovedsak av et støtabsorberende materiale, et ytre skall og et system med hakestropp for å feste hjelmen. Noen hjelmer har i tillegg myke innlegg (såkalt Multi-Directional Impact Protection, MIPS) som skal dempe rotasjonsbevegelser i sammenstøt. De fleste sykkelhjelmer har relativt store luftehull. Mange hjelmer har en skjerm for å beskytte mot sol, regn og snø. Sykkelhjelmer må være merket med CE og EN 1078 som er det europeiske direktivets standard for hjelmer som er godkjente for sykling og skating (www.TryggTrafikk.no).

For å gi optimal beskyttelse må sykkelhjelmen ha god passform, være godt festet og sitte rett på hodet. Skyves hjelmen for langt bak i nakken, kan ansiktet og pannen miste beskyttelsen, dvs. de områdene som er mest utsatt for skader i ulykker. Sykkelhjelmer er i hovedsak lagd for å beskytte mot skader fra slag mot hodet (f.eks. skallebrudd) og i mindre grad for å beskytte mot hjerneskadene som ofte oppstår som følge av rotasjon og akselerasjon (Kurt et al., 2016).

Det finnes spesielle hjelmer til terrengsykling som går lenger ned i nakken enn andre hjelmer og som kan ha en ansiktsbeskyttelse (omtrent som hjelmer for ishockeyspillere). Hjelmer til landeveissykling er prinsipielt som vanlige sykkelhjelmer men lettere og med bedre lufting. Barnehjelmer er som vanlige sykkelhjelmer.

Tidligere var det mest vanlig med såkalte «hard shell» hjelmer som hadde et hardt ytre skall og kun små luftehull. Slike hjelmer beskyttet bedre enn dagens hjelmer mot inntrenging av gjenstander. I Australia måtte hjelmer fram til 1990 bli testet for inntrenging og alle offisielt godkjente hjelmer var derfor «hard shell» hjelmer. I 1990 ble kravene fjernet slik at såkalte «soft shell» hjelmer (dvs. den samme type hjelm som dagens mest vanlige hjelmer) ble mer utbredt. Begrepet «soft shell» er misvisende da hjelmene ikke er myke.

6.2.2 Sykkelhjelpåbud

En oversikt over land med påbud om sykkelhjelm er vist i tabell 18.

Tabell 18: Land med påbud om sykkelhjelmbruk.

| Land | Hele landet / delstater | Målgruppe | Innført |
|----------------------|---|-------------|---------|
| Australia | Victoria | Alle | 1990 |
| | New South Wales, Tasmania, South Australia, Queensland | Alle | 1991 |
| | Northern Territory, Western Australia, Australian Capital Territory | Alle | 1992 |
| Canada | New Brunswick | Alle | 1995 |
| | Ontario | Under 18 år | 1995 |
| | British Columbia | Alle | 1996 |
| | Nova Scotia | Alle | 1997 |
| | Alberta | Under 18 år | 2002 |
| | Prince Edward Island | Alle | 2003 |
| | Manitoba | Under 18 år | 2013 |
| | Newfoundland, Labrador | Alle | 2015 |
| Finland ¹ | Hele landet | Alle | 2003 |
| Frankrike | Hele landet | Under 12 år | 2017 |
| New Zealand | Hele landet | Alle | 1994 |
| Spania ² | Hele landet | Alle | 2004 |
| Sverige | Hele landet | Under 15 år | 2005 |
| USA ³ | Ca. halvparten av delstatene | Varierer | 1987+ |
| Østerrike | Hele landet | Under 12 år | 2011 |

¹ Bruk av sykkelhjelm er påbudt, men det finnes ingen sanksjoner for ikke-bruk av hjelm; Finland er derfor i analysene behandlet som et land uten sykkelhjelpåbud.

² Påbudet gjelder kun på landeveger unntatt i oppoverbakker og veldig varmt vær og for profesjonelle syklister.

³ Det finnes mange sykkelhjelmlover i USA som varierer mellom delstatene og innenfor delstatene. En liste over alle lovene som blir kontinuerlig oppdatert, finnes her: <http://www.helmets.org/mandator.htm>.

Andelen i befolkningen i Norge som mener at bruk av sykkelhjelm burde være påbudt, har økt fra 75% i 2000 til 84% i 2016 (Hesjevoll & Fyhri, 2017). Dette gjelder svarkategoriene «Helt enig» eller «Delvis enig». Andelen av svarene «Helt enig» er omtrent uendret over tid på rundt 60%. Resultatene er basert på en spørreundersøkelse i befolkningen generelt, dvs. ikke spesifikt blant syklister. En amerikansk studie viser at det er flere som støtter hjelpåbud for barn (83%) enn for voksne (63%) (NTSA, 2012).

Virkningene av tiltak for å stimulere til økt bruk av sykkelhjelmer, spesielt påbud om bruk av sykkelhjelmer, er sterkt omdiskutert. Mens det ikke er uenighet om at hjelmpåbud øker hjelmbruken, finnes en del andre spørsmål som det er stor uenighet om:

- **Fører hjelmpåbud til at færre sykler?** Dersom hjelmpåbud fører til at færre sykler, kan helseeffekten av et påbud totalt sett være negativ. Dette fordi sykling i seg selv har store positive helseeffekter. I tillegg kan ulykkesrisikoen for den enkelte syklist øke som følge av Safety-in-Numbers effekten dersom færre sykler (Jacobsen, 2003).
- **Reduserer hjelmbruken hodeskader?** Dersom effekten av hjelmbruken på hodeskader som ble funnet i mange empiriske studier, er overestimert (slik som det påstås av bl.a. Robinson, 2007), kan hjelmpåbud heller ikke ha den tilsktede effekten på hodeskader.
- **Fører (tvungen) hjelmbruk til økt risikoatferd?** Dersom syklister som bruker hjelmer som følge av påbudet, viser mer risikoatferd (risikokompensasjon), kan dette oppveie den skadereduserende effekten av hjelmbruken (Hillman, 1993).
- **Påvirker hjelmpåbud hjelmbruken kun selektivt i spesifikke grupper syklister?** Dersom man antar at hjelmpåbud selektivt avskrekker syklister som i utgangspunktet har lav (eller høy) risiko, kan dette bidra til økende (eller synkende) skaderisiko blant de gjenstående syklister, uten at dette kan forklares med hjelmeffekten (Fyhri et al., 2012).
- **Fører hjelmpåbud til økt feilbruk av sykkelhjelmer?** Dersom syklister som kun på grunn av påbudet bruker hjelmer, kan man anta at disse er mindre nøye med at hjelmen skal sitte godt og være ordentlig festet, noe som kan redusere hjelmenes effekt på hodeskader (Robinson, 2006).

6.3 Virkning på ulykkene

Virkingen av sykkelhjelmer og sykkelhjelmpåbud på skadegraden i ulykker er tidligere undersøkt i flere metaanalyser:

Thompson et al. (1999)
Attewell et al. (2001)
Macpherson & Spinks (2008)
Elvik (2013)
Churches (2013)
Olivier & Creighton (2016)

I analysene som er beskrevet i dette kapitlet, inngår alle enkeltstudiene som ligger til grunn for disse metaanalysene (med unntak for noen studier hvor det ikke var mulig å rekonstruere hvordan forfatterne av metaanalysen har kommet fram til resultatene). I tillegg er det gjort et eget litteratursøk hvor det er funnet en del studier, både nyere og eldre, som ikke inngår i noen av de tidligere metaanalysene.

6.3.1 Sykkelhjelmer og skader

Det er funnet 53 studier fra 1989-2017 som har undersøkt effekten av sykkelhjelmbruk på skadegraden i ulykker, som er basert på informasjon om sykkel-skader fra sykehus eller politirapporterte ulykker og som lar seg oppsummere med hjelp av metaanalyse:

- Thompson et al., 1989 (USA)
Thompson et al., 1990 (USA)
Spaite et al., 1991 (USA)
McDermott et al., 1993 (Australia)
Maimaris et al., 1994 (Storbritannia)
Thomas et al., 1994 (Australia)
Li et al., 1995 (USA/Canada)
Finvers et al., 1996 (Canada)
Thompson et al., 1996 (USA)
Rivara et al., 1997 (USA)
Jacobson et al., 1998 (Australia)
Linn et al., 1998 (Canada)
Shafi et al., 1998 (USA)
Borglund et al., 1999 (USA)
Hausotter, 2000 (Tyskland)
Hansen et al., 2003 (Norge)
Heng et al., 2006 (Singapore)
Airaksinen et al., 2010 (Finland)
Dinh et al., 2010 (Australia)
Sze et al., 2011 (Hong Kong)
Amoros et al., 2011 (Frankrike)
Bergental et al., 2012 (USA)
Boufous et al., 2012 (Australia)
Crocker et al., 2012 (USA)
Juhra et al., 2012 (Tyskland)
Persaud et al., 2012 (Canada)
Wagner et al., 2012 (USA)
Bambach et al., 2013 (Australia)
Dinh et al., 2013 (Australia)
McIntosh et al., 2013 (Australia)
Rizzi et al., 2013 (Sverige)
Webman et al., 2013 (USA)
Hooten & Murad, 2014 (USA)
Lindsay & Brussoni, 2014 (Canada)
Malczyk et al., 2014 (Tyskland)
Orsi et al., 2014 (Tyskland)
Otte & Wiese, 2014 (Tyskland)
Zibung et al., 2014 (Sverige)
Dinh et al., 2015 (Australia)
Gulack et al., 2015 (USA)
Harada et al., 2015 (USA)
Kaushik et al., 2015 (USA)
Olofsson et al., 2015 (Sverige)
Sethi et al., 2015 (USA)
Bahrololoom et al., 2016 (Australia)
Olivier & Terlich, 2016 (Australia)
Phillips et al., 2016 (USA)
Stier et al., 2016 (Tyskland)
Wall et al., 2016 (USA)
Helak et al., 2017 (USA)
Høye, 2017 (Norge)²
Joseph et al., 2017 (USA)
Kuo et al., 2017 (Taiwan)

Av de 53 studiene er mange også inkludert i andre metaanalyser av sykkelhjelmer:

² Denne rapporten. Beskrivelse av data og resultater se Vedlegg A.

- 39 studier er også inkludert i metaanalysen til Olivier & Creighton (2016); dvs. at alle studiene fra metaanalysen til Olivier & Creighton (2016), med ett unntak, er inkludert i metaanalysen³. For studier som er inkludert i metaanalysen til Olivier og Creighton (2016) og som ikke har rapportert tilstrekkelig informasjon for å beregne effekter og statistiske vektorer er effektene benyttet som er oppgitt av Olivier & Creighton (2016).
- 16 studier er også inkludert i metaanalysen til Elvik (2014)
- 12 studier er også inkludert i metaanalysen til Attewell et al. (2001)⁴.

Sykehusdata: De aller fleste studiene er basert på sykehusrapporterte skader, noen studier er basert på data fra legevakt og kun to av studiene er basert på politirapporterte sykkelulykker (Boufous et al., 2012; Olivier & Terlich, 2016). Hvorvidt datakilden kan ha påvirket resultatene, er undersøkt i metaanalysen (se nedenfor).

Deltakerne i studiene: De fleste skadde syklistene er menn. De fleste studiene har ikke oppgitt hvilket kjønn syklistene har. Blant studiene som har oppgitt dette, er andelen menn mellom 59% og 89%, gjennomsnittet er 79%. Siden ingen av studiene har oppgitt resultater delt opp etter kjønn, er det ikke mulig å undersøke om sykkelhjelmeffekten er forskjellig mellom kvinner og menn.

Hjelmbruk: De fleste studiene opplyser ikke eksplisitt om hvor informasjonen om hjelmbruken kommer fra. Trolig er hjelmbruken i de fleste studiene selvrapportert. Det kan med andre ord forekomme en viss overrapportering. Hvilke typer hjelm de skadde syklistene har brukt, er opplyst i noen få studie og effekten av type hjelm er undersøkt i metaanalyse (se nedenfor).

Studiedesign: De aller fleste studiene har undersøkt effekten av hjelmbruken på antall hodeskader, noen studier i tillegg effekten på andre typer skader (bl.a. nakke, ansikt, armer og ben). Kun svært få har undersøkt effekten på skaderisikoen totalt sett eller på risikoen for å bli drept. Det mest vanlige opplegget er at antall syklister med vs. uten hodeskader er sammenlignet mellom syklister med vs. uten hjelm. I tillegg har en del studier kontrollert for andre faktorer som bl.a. syklistenes alder, fartsgrensen eller om syklisten har vært beruset. Hvorvidt kontroll for andre faktorer kan ha påvirket resultatene er undersøkt i metaanalysen (se nedenfor).

Skadegrader og typer skade

Bruk av sykkelhjelmer har vist seg å redusere antall syklister med hodeskade med 49% og antall syklister med alvorlig hodeskade med 60%. Effektene på hjerneskader og skallebrudd er nesten like store. Nakkeskader har vist seg å øke, men effekten er ikke statistisk signifikant og forsvinner dersom man velger syklister med skader nedenfor nakkeregionen (istedenfor alle syklister uten nakkeskader) som kontrollgruppe. Skader på armer og ben øker tilsynelatende med sykkelhjelmer, men dette skyldes omfordelingen av skadene på kroppsregionene som følge av hjelmbruk.

³ Unntaket er studien til Cooke et al. (1993). Studien er basert på kun én omkommen syklist som hadde brukt hjelm og antallene omkomne/ikke omkomne med/uten hjelm stemmer ikke overens mellom den originale publikasjonen og antallene som er oppgitt av Olivier & Creighton (2016).

⁴ Tre av studiene i metaanalysen til Attewell et al. (2001) er ikke inkludert, to fordi de er basert på selvrapporterte skader og én fordi det er ikke lyktes å få tak i den originale publikasjonen.

Skadegrad og type skade inngår som grupperingsvariabler i alle analysene, dvs. at det i alle resultatene er skilt mellom effektene på ulike typer skader og skadegrader. Tabell 19 viser resultatene for ulike typer skader etter skadegrad.

Skadegrad betegner skadenes alvorlighet.

- **Drept:** Det er kun svært få studie som har oppgitt resultater for drepte eller dødelige skader. Som tabell 19 viser er effektene på å bli drept eller for å få dødelige hodeskader større enn de tilsvarende effektene på alle alvorlige (hode-)skadene. Resultatene for drepte inngår i alle videre analysene likevel i resultatene for alvorlige skader. Det er kun få drepte syklister som inngår i resultatene og de statistiske vektene er følgelig relativt små. Resultatene for alle alvorlig skadde endrer seg kun i svært liten grad (under ett prosentpoeng) dersom man utelater resultatene som kun gjelder drepte. I tillegg er «alvorlig skadde» uansett en noe heterogen kategori (se neste punkt).
- **Alvorlig skade:** Dette er resultater som gjelder alvorlige eller dødelige skader (se punkt over). For skader på enkelte kroppsdelar er det som regel AIS3+ skader som er betegnet som «alvorlige». I mange studier er det imidlertid ikke definert hva som menes med alvorlig skadde og det kan følgelig være ulike definisjoner som er brukt for alvorlig skadde. Definisjonen av det totale skadeområdet som alvorlig (hvorvidt en syklist er alvorlig skadd), varierer mellom studiene: Sykehusinnlagt vs. ikke innlagt (basert på legevaktdata), skadegrad over vs. under en viss ISS-kode (tre studier som skiller mellom over vs. under henholdsvis ISS 8, ISS 10 og ISS 15), uspesifisert «serious injury» vs. «minor injury» og døde vs. overlevde.
- **Uspesifisert skadegrad:** Alle resultatene i denne gruppen gjelder ulike skadegrader. Som regel er de aller fleste skadene lettere skader. Siden de aller fleste studiene er basert på sykehus- eller legevaktdata, er «lettere» skader som regel likevel alvorlig nok for å føre til henholdsvis sykehusinnleggelse eller besøk av legevakt.

Type skader betyr her skader etter kroppsregion. Det er skilt mellom de følgende typer skader:

- **Alle skader:** Resultater som gjelder alle skader er basert på analyser av effekten av sykkelhjelm på antall alvorlig skadde eller drepte syklister med vs. uten hjelm i forhold til antall mindre alvorlig skadde (eller ikke drepte) syklister.
- **Hodeskade:** De fleste resultater for hodeskader gjelder alle typer hodeskader sett under ett. Slike studier har som regel sammenlignet andelen med hodeskader mellom skadde syklister med vs. uten hjelm.
- **Hjernesker (TBI):** Dette er skader som i studiene er betegnet som «Brain injury» eller «Traumatic Brain Injury, TBI». Her er det ikke skilt mellom ulike skadegrader fordi studiene har ikke definert skadene eller skadegraden etter kriterier som er konsistente mellom studiene. Skader som er betegnet som hjernerystelse inngår ikke i denne kategorien (se neste punkt).
- **Hjernerystelse:** Dette er også en form for hjernesker, men det forutsettes at disse er lettere enn TBI og resultatene inngår derfor ikke i kategorien «hjernesker (TBI)»
- **Brudd i hodeskallen:** Dette kan forekomme sammen med andre typer hodeskader. Kontrollgruppen er syklister skader på andre kroppsdelar eller med hodeskader uten brudd i hodeskallen.
- **Bevisstløshet:** Syklister som mistet bevisstheten i ulykken. Dette kan forekomme i kombinasjon med hodeskader.

- **Ansiktsskade:** Ansiktsskader inngår ikke i kategorien hodeskader (selv om syklister med hodeskader også kan ha ansiktsskader). De fleste resultater gjelder alle typer ansiktsskader. To studier har oppgitt resultater for mange spesifikke typer ansiktsskader (brudd på spesifikke ben i ansiktet). Sistnevnte er her kombinert til å gjelde brudd i ansiktet generelt og disse resultatene er vist under «alvorlig skade».
- **Nakke:** De fleste resultatene gjelder uspesifisert skadegrad og ett resultat gjelder alvorlige nakkeskader (ISS9+).

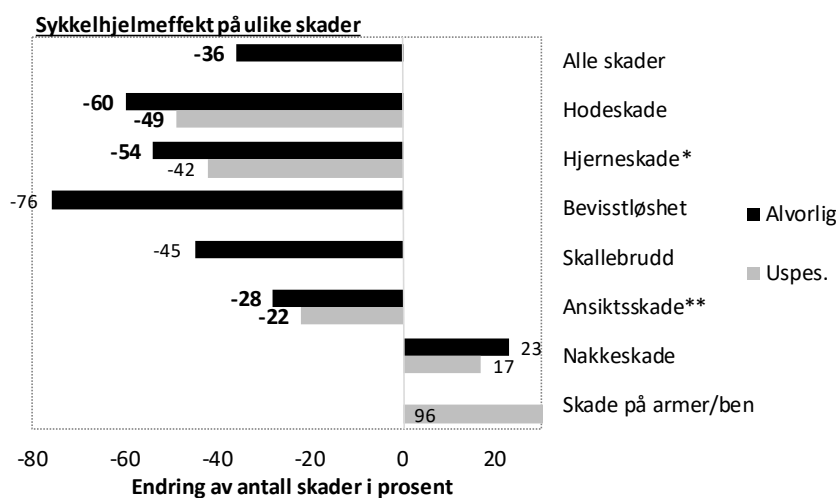
Tabell 19: Resultater fra metaanalyse for ulike skader og skadegrader.

| | Alvorlig skade | | | | | Uspesifisert skadegrad | | | | |
|--------------------------------|----------------|----|-------|-------------|------------|------------------------|-----|-------|-------------|-------------|
| | Cochrans Q | df | p | Endring (%) | Usikkerhet | Cochrans Q | df | p | Endring (%) | Usikkerhet |
| Alle skader | 85,8 | 15 | 0,000 | -36 | (-46; -25) | | | | | |
| Hodeskade - drept | 0,0 | 0* | | -70 | (-85; -40) | | | | | |
| Hodeskade | 68,2 | 25 | 0,000 | -60 | (-67; -53) | 197,6 | 39 | 0,000 | -49 | (-55; -43) |
| Hjerneskode¹ | 47,8 | 11 | 0,000 | -54 | (-64; -42) | 16,0 | 3 | 0,001 | -42 | (-78; +54) |
| Bevisstløshet | 0,0 | 0* | | -76 | (-95; +15) | | | | | |
| Skallebrudd | 0,0 | 0* | | -45 | (-73; +12) | | | | | |
| Ansikt² | 2,2 | 3 | 0,530 | -28 | (-38; -15) | 36,6 | 15 | 0,002 | -22 | (-34; -7) |
| Nakke | 0,0 | 0* | | +23 | (-8; +64) | 9,0 | 10* | 0,536 | +17 | (-2; +39) |
| Armer/ben | | | | | | 17,4 | 5 | 0,004 | +96 | (+56; +146) |

* Fixed effects modell (øvrige resultater er beregnet med random effects modell).

¹ Alvorlig skade: TBI; Uspes. skadegrad: Hjernerystelse.

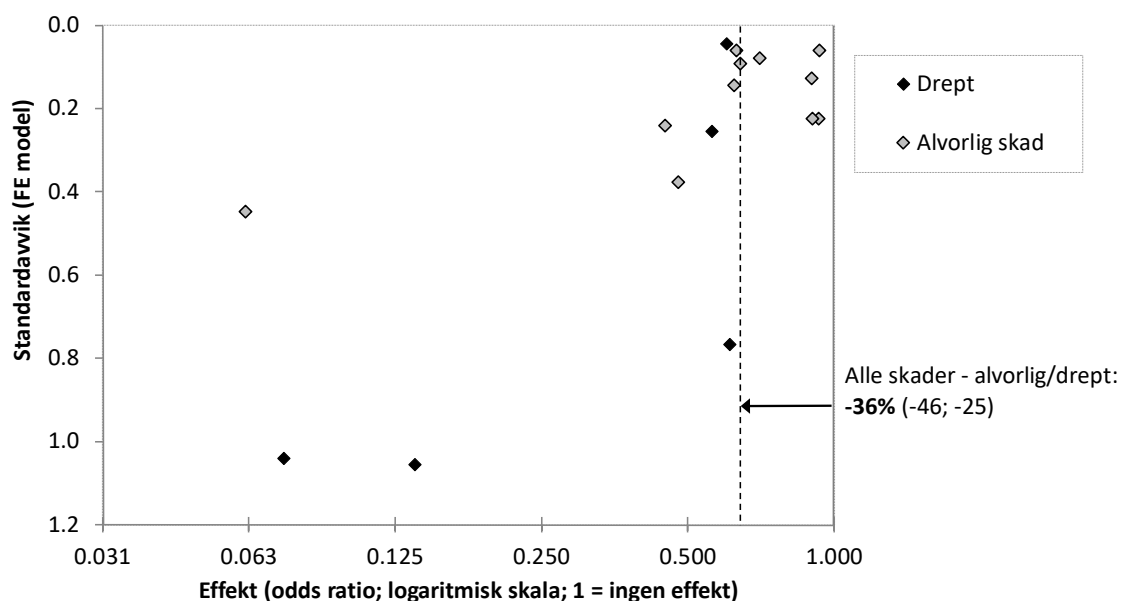
² Alvorlig skade: Brudd i ansiktet.



Figur 8: Resultater av metaanalyse av sykkelhjelmeffekten for ulike skader og skadegrader (statistisk signifikante effekter i fet skrift); *Hjerneskode-alvorlig: TBI, Hjerneskode-uspesifisert: Hjernerystelse; **Ansiktsskade-alvorlig: Brudd i ansiktet.

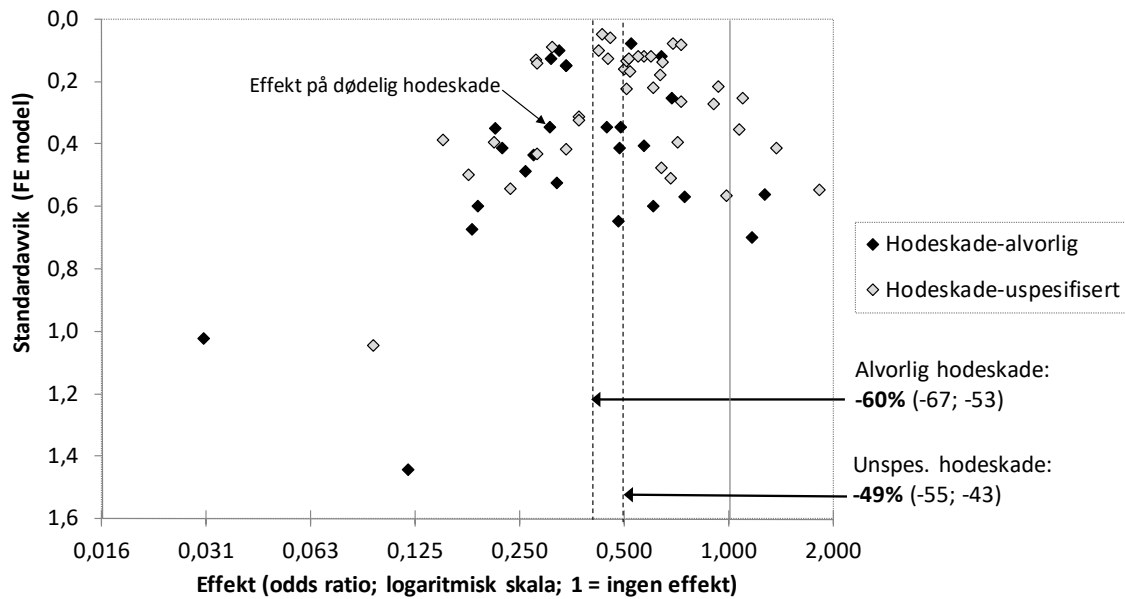
Skadegrad: Alle resultatene viser at sykkelhjelmeffekten har større effekt på alvorlige skader enn på skader med uspesifisert skadegrad. Antall drepte er også lavere blant dem med sykkelhjelmeffekt enn blant dem uten, men forskjellen mellom effektene på alvorlige og dødelige hodeskader er forholdsvis små.

Alle skader: Det ble funnet en stor og statistisk signifikant reduksjon av det totale antall alvorlige skader. Figur 9 viser fordelingen av resultatene fra de enkelte studiene. Fordelingen er ikke symmetrisk, heller ikke når man ser bort fra de tre resultatene som viser langt større effekter enn de øvrige resultatene. I en trim&fill analyse for alle alvorlige skader (inkludert dødelige) ble det beregnet tre nye effektestimater. Den nye sammenlagte effekten er noe mindre (-29% [-40; -15]) enn den opprinnelige, men fortsatt statistisk signifikant. Dette kunne tyde på at resultatene kan være påvirket av publikasjonsskjevhet. De fleste studier som har undersøkt effekten på alle skader, har imidlertid også rapportert effekter på hodeskader og det er trolig denne effekten som blir ansett som mest relevant og dermed avgjørende for hvorvidt studien publiseres. En alternativ forklaring på den usymmetriske fordelingen er at det er systematisk variasjon i resultatene som følge av ulike datakilder/skadegrader, især at to av effektene for antall drepte er både større og har større standardavvik (er basert på færre syklister) enn de effektene som gjelder alvorlig skadde.



Figur 9: Fordelingen av resultatene for alle typer skader fra de enkelte studiene (funnel-plot).

Hodeskader: Det ble funnet store og signifikante reduksjoner av antall hodeskader (tabell 19). Sykkelhjelmeffekten er større på hodeskader enn på andre typer skader. Figur 10 viser fordelingen av resultatene fra de enkelte studiene. Det ene resultatet for dødelige hodeskader befinner seg nesten i midten av fordelingen. Fordelingene av resultatene for alvorlige og uspesifiserte hodeskader ser ut til å være omtrent symmetriske (med unntak for tre resultater med store standardavvik og stor effekt). Asymmetri i fordelingen kan tyde på at resultatene er påvirket av publikasjonsskjevhet. I en trim&fill analyse ble det kun beregnet ett nytt effektestimater for alvorlig hodeskade. Den nye sammenlagte effekten for alvorlig hodeskade er omtrent uendret (-60% [-66; -52]). For hodeskader med uspesifisert skadegrad er det ikke beregnet nye effektestimater i trim&fill analysen. Dermed er det ingenting som tilsier at resultatene for hodeskader er påvirket av publikasjonsskjevhet.



Figur 10: Fordelingen av resultatene for hodeskader fra de enkelte studiene (funnel-plot).

Hjernesker: For alvorlige hjernesker (TBI) ble det funnet en statistisk signifikant reduksjon som er nesten like stor som effekten på alvorlige hodeskader (-54%; tabell 19). En trim&fill analyse produserer ingen nye effektestimater. Dette tyder ikke på at resultatene er påvirket av publikasjonsskjevhet. Også for hjernerystelse ble det funnet en relativt stor reduksjon, men denne er basert på få studier og ikke statistisk signifikant.

I teorien kan sykkelhjelm (og andre hjelmer) øke risikoen for hjernesker fordi hjelmbruk kan medføre økt rotasjon i hjernen i sammenstøt (Curnow, 2003). Det finnes imidlertid flere studier som viser at rotasjonsskader i hjernen er både veldig sjelden og ikke overrepresentert blant skadde syklister som hadde brukt hjelm i ulykken (Olivier et al., 2014; Hagel & Pless, 2006). Blant motorsyklister ble det i en metaanalyse også funnet en stor reduksjon av antall hjernesker (-47%), men uten at denne er statistisk signifikant (Høye, 2016). To litteraturstudier som har undersøkt sammenhengen mellom hjelmbruk og hjerneksker (TBI og hjernerystelse) under ulike aktiviteter, viser at hjelmbruk som regel har kun liten eller ingen effekt på hjernesker, selv om hjelm beskytter mot bl.a. brudd (Sone et al., 2016; Schneider et al., 2016). I disse studiene inngår imidlertid i hovedsak andre aktiviteter enn sykling (bl.a. skiing, snowboarding, fotball, hockey og boksing).

Ansiktsskader: For brudd i ansiktet ble det funnet en statistisk signifikant reduksjon på 28%, mens det for ansiktsskader generelt ble funnet en statistisk signifikant reduksjon på 22% (tabell 19). I en trim&fill analyse er det beregnet ett nytt effektestimater. Dette kunne tyde på at resultatene er påvirket av publikasjonsskjevhet, men den nye sammenlagte effekten er nesten uendret (-21% [-33; -6]).

For brudd i underkjeven fant Stier et al. (2016) en stor økning (+298% [+20; +1116]), men denne er basert på relativt få syklister. Joseph et al. (2016) fant ingen signifikant effekt (-13% [-30; +8]) og den sammenlagte effekten på underkjevebrudd er en ikke-signifikant reduksjon på 9% (-16; +13).

Nakkeskader: For nakkeskader, både alvorlige og uspesifiserte, ble det funnet ikke-signifikante økninger (tabell 19). Nakkeskader kan oppstå som følge av direkte slag på hjelmen som medfører kraftige nakkebevegelser med store vinkler (Whyte et al., 2015). Nakkeskader kan også oppstå som følge av rotasjon som oppstår i kontakt mellom hjelm og bakken (Amoros et al., 2011).

I de fleste studiene som er oppsummert i tabell 19 er effektene på nakkeskader beregnet ut fra forholdet mellom antall syklister med vs. uten nakkeskader blant syklister med vs. uten hjelm. Blant syklister uten nakkeskader er det mange som har hodeskader, slik at utvalget av syklister uten nakkeskader kan være skjev på grunn av sykkelhelmeffekten på hodeskader. Når man beregner effekten av sykkelhjelmeffekten på nakkeskader med skader nedenfor hode/nakke (i de fleste tilfellene betyr dette skader på armer og ben) som kontrollgruppe, finner man ingen effekt av sykkelhjelmeffekten på nakkeskader: ± 0 [-46; +87] for nakkeskader med uspesifisert skadegrad og +3% [-25; +40] for alvorlige nakkeskader. Dette tyder på at økningen av antall nakkeskader som er vist i tabell 19 er overestimert.

To studier som har undersøkt virkningen av sykkelhjelmeffekten med hjelp av dummier i laboratorieforsøk viser både for barn og voksne at sykkelhjelmeffekten reduserer nakkeskader (McNally & Rosenberg, 2013; McNally & Whitehead, 2013).

For motorsyklister viser en metaanalyse at hjelmbruken *reduserer* antall nakkeskader (-14%, ikke statistisk signifikant; Høye, 2016). En eldre studie hadde funnet en stor økning av antall nakkeskader blant motorsyklister som følge av hjelmbruk, men det ble senere vist at dette berodde på metodiske feil (jf. Høye, 2016).

Skader på armer og ben: Det ble funnet nesten en dobling av antall skader på armer og ben (tabell 19). Zibung et al. (2014) forklarer effekten med at syklister som bruker hjelm, i gjennomsnitt er innblandet i mer alvorlige ulykker. Forklaringen kan imidlertid også være at syklister som bruker hjelm som er innblandet i ulykker, i større grad enn syklister uten hjelm er innblandet i kollisjoner med motorkjøretøy og at slike kollisjoner medfører større risiko for skader på armer og ben enn eneulykker (Harada et al., 2015). Dette betyr ikke at syklister med hjelm har større risiko for kollisjoner, men at andelen kollisjoner av alle ulykkene med syklister som bruker hjelm, er større enn blant syklister som ikke bruker hjelm. Den tilsynelatende økningen av antall skader på armer og ben kan følgelig forklares med at andelen med skader på armer og ben er større blant dem med hjelm enn blant dem uten hjelm. Med andre ord er andelen med skader på armer og ben større blant dem med hjelm fordi det er færre som får hodeskader, ikke flere som får skader på armer og ben. Hvis hjelmen halverer antall hodeskader, vil dette føre til at oddsforholdet for andre enn hodeskader viser at hjelmbruken øker slike skader med 150% (dette er samme regnestykket som også er beskrevet i avsnittet «Metodiske aspekter – sykehus- vs. andre data» og tabell 21).

Metodiske aspekter – kontroll for forstyrrende variabler

Potensielt forstyrrende variabler som har sammenheng med hjelmbruk og som kan påvirke hjelmeffekten, har ikke vist seg å påvirke estimerte hjelmeffekter i empiriske studier. Derfor er det i de videre analysene ikke systematisk skilt mellom studier med vs. uten kontroll for forstyrrende variabler. Der det foreligger resultater både med og uten kontroll for forstyrrende variabler, er resultatene med kontroll brukt i metaanalysene.

De aller fleste studiene har undersøkt effekten av sykkelhjelmeffekten på en spesifikk type skade (f.eks. hodeskader) og sammenlignet andelen skadde syklister med skaden mellom syklister med vs. uten hjelm. En del studier har kontrollert for potensielt forstyrrende variabler med hjelp av multivariate regresjonsmodeller:

- **Syklistenes alder:** De aller fleste studiene som har kontrollert for syklistenes alder har også kontrollert for syklistenes kjønn. De fleste studiene som har kontrollert for alderen, har benyttet aldersgrupper (dummyvariabler) som prediktorer.
- **Alkohol:** Noen studier har kontrollert for hvorvidt syklistene har vært påvirket av alkohol. Resultater fra studier som er basert kun på syklister som har eller ikke har vært påvirket av alkohol, er klassifisert som med kontroll for alkoholpåvirkning.
- **Fart:** Studier som har kontrollert for fart, har kontrollert enten for hvilken fart syklisten hadde eller (de fleste) hvilken fartsgrense vegen hadde. Som regel inngår da fartsgrupper/fartsgrensegrupper som dummyvariabler i modellen.
- **Kollisjoner med motorkjøretøy:** Studier som har kontrollert for kollisjoner med motorkjøretøy har enten brukt en dummyvariabel for hvorvidt et motorkjøretøy var innblandet i ulykken, eller flere dummyvariabler for ulike ulykkestyper. Noen studier har oppgitt resultater for eneulykker og kollisjoner hver for seg. Disse resultatene er klassifisert som med kontroll for kollisjoner med motorkjøretøy.

Resultater med og uten kontroll for forstyrrende variabler er vist i figur 11 og tabell 20. Det er kun vist resultater hvor det foreligger resultater for den samme typen skaden med samme skadegrad både med og uten kontroll. For de fleste resultatene er kun studier lagt til grunn som har oppgitt resultater både med og uten kontroll (merket med 2), men for hodeskader vises også resultater fra alle studiene (1) og kun fra studier som har oppgitt resultater både med og uten kontroll for promillesykling.

Tabell 20: Resultater fra metaanalyse for ulike skader med og uten kontroll for forstyrrende variabler.

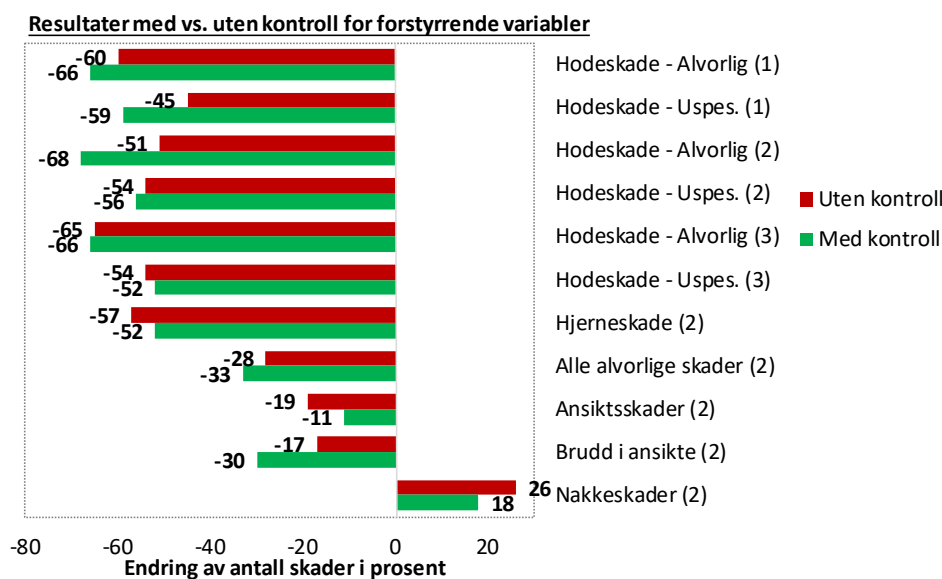
| | | Uten kontroll | | | | | Med kontroll | | | | |
|--------------------------|----------|---------------|----|-------|--------|------------|--------------|----|-------|--------|------------|
| | | Cochrans | | Beste | | | Cochrans | | | Beste | |
| | | Q | df | p | anslag | Usikkerhet | Q | df | p | anslag | Usikkerhet |
| Hodeskade ¹ | Alvorlig | 48,2 | 25 | 0,004 | -60 | (-66; -53) | 28,9 | 9 | 0,001 | -66 | (-74; -55) |
| | Uspes. | 183,4 | 37 | 0,000 | -45 | (-51; -38) | 130,8 | 17 | 0,000 | -59 | (-66; -51) |
| Hodeskade ² | Alvorlig | 2,4 | 9 | 0,984 | -51 | (-66; -29) | 4,5 | 8* | 0,814 | -68 | (-73; -63) |
| | Uspes. | 128,9 | 15 | 0,000 | -54 | (-62; -44) | 101,4 | 15 | 0,000 | -56 | (-63; -47) |
| Hodeskade ³ | Alvorlig | 0,0 | 0* | | -65 | (-72; -57) | 0,0 | 0* | | -66 | (-75; -55) |
| | Uspes. | 7,7 | 4 | 0,104 | -54 | (-64; -43) | 8,3 | 4 | 0,082 | -52 | (-64; -38) |
| Hjerneskade ² | Uspes. | 14,9 | 2 | 0,001 | -57 | (-65; -48) | 0,7 | 1 | 0,415 | -52 | (-55; -48) |
| Alle skader ² | Alvorlig | 7,0 | 5 | 0,222 | -28 | (-36; -19) | 12,2 | 5 | 0,032 | -33 | (-41; -25) |
| Ansikt ² | Uspes. | 53,1 | 4 | 0,000 | -19 | (-45; +21) | 21,0 | 4 | 0,000 | -11 | (-34; +19) |
| | Brudd | 0,1 | 1* | 0,799 | -17 | (-27; -5) | 0,3 | 1* | 0,582 | -30 | (-41; -17) |
| Nakke ² | Uspes. | 0,0 | 0* | | +26 | (+3; +54) | 0,0 | 0* | | +18 | (-6; +48) |

* Fixed effects modell (øvrige resultater er beregnet med random effects modell).

1 Resultater fra alle studiene.

2 Kun studier som har oppgitt effekter for de samme skadene med og uten kontroll for forstyrrende variabler.

3 Kun studier som har oppgitt effekter for de samme skadene med og uten kontroll for promillesykling.



Figur 11: Resultater fra metaanalyse for ulike skader med og uten kontroll for forstyrrende variabler; (1): resultater fra alle studiene; (2): resultater fra studier som har oppgitt effekter for de samme skadene med og uten kontroll for forstyrrende variabler; (3): resultater fra studier som har oppgitt effekter for de samme skadene med og uten kontroll for promillesykling.

Med få unntak viser resultatene at studier *med* kontroll for forstyrrende variabler i gjennomsnitt har funnet *større* effekter av sykkelhjelm. Dette er motsatt til forventningen da metodisk svakere studier som regel finner større effekter enn metodisk mer solide studier. I sykkelhjelmstudier kan man f.eks. forvente at syklister som ikke bruker hjelm, i gjennomsnitt har mer alvorlige ulykker, uansett hjelmbruk. Dermed ville manglende kontroll for syklistegenskaper føre til at man kan finne for store effekter da generelle forskjeller mellom syklistene med og uten hjelm «ser ut som» forskjeller som skyldes hjelmbruken uten at de faktisk gjør det. Siden de fleste resultatene er basert på studier som har oppgitt resultater både med og uten kontroll, kan sammenligningene anses som «matched» vs. at forskjellene mellom resultatene ikke kan forklares med at studier med kontroll generelt er forskjellige fra studier uten kontroll for forstyrrende variabler.

En studie fra Australia (Olivier & Terlich, 2016) har med statistiske metoder (propensity score matching) undersøkt hvorvidt faktorer som henger sammen med hjelmbruk påvirker resultatene av studier av sykkelhjelm. Resultatene viser at en rekke faktorer som antas å påvirke hjelmeffekten, henger sammen med hjelmbruken (f.eks. promillesykling, syklistenes alder, fartsgrense), men at den estimerte effekten av sykkelhjelm likevel ikke er påvirket av slike faktorer. Dette bekrefter funnen fra analysen beskrevet over, at potensielt forstyrrende variabler ikke ser ut til å føre til at sykkelhelmeffekten blir systematisk overestimert.

Metodiske aspekter – sykehus- vs. andre data

Estimerte sykkelhelmeffekter blir ikke systematisk overestimert (snarere underestimert) når analysen baseres kun på skadde syklister istedenfor alle ulykkesinnblandede syklister. Dette viser både beregninger med et hypotetisk datasett og en sammenligning mellom resultater fra metaanalyse som er basert på ulykkesinnblandede vs. skadde syklister.

Det argumenteres ofte at studier som er basert på sykehusdata, ikke gir valide resultater fordi syklister som bruker hjelm, er underrepresentert (Olivier & Radun, 2017). Syklister med hjelm vil i en del ulykker ikke få skader som fører til sykehusinnleggelse, mens syklister uten hjelm i de samme ulykkene får (hode-)skader som fører til sykehusinnleggelse. Tabell 21 viser en hypotetisk fordeling av syklister med og uten hjelm i ulykker som har potensial for hode- og andre skader og hvordan den beregnede effekten av sykkelhjelmeffekt påvirkes når man kun legger til grunn syklister som er innlagt på sykehus. Under skadepotensial er den hypotetiske fordelingen av typer skader ført opp som kan oppstå i ulykker dersom syklister ikke bruker hjelm. Det er forutsatt at denne er lik for syklister med og uten hjelm (noe som i praksis ikke nødvendigvis stemmer). Under «Skader blant alle» er fordelingen av skadene ført opp som oppstår dersom hjelmen forhindrer halvparten av hodeskadene. Her er det 12,5 syklister helt uten skader. Disse ville ellers hatt kun hodeskader og inngår i beregningen av sykkelhjelmeffekten som «ingen hodeskade». Når man derimot kun ser på skader på sykehus, faller disse 12,5 syklister bort og inngår dermed heller ikke i beregningen av sykkelhjelmeffekten.

Tabell 21: Hypotetisk datamateriale for beregning av sykkelhjelmeffekt blant alle ulykkesinnblende og blant sykehusinnlagte syklister.

| | Skadepotensial | | Skader blant alle | | Skader på sykehus | |
|--|----------------|------------|-------------------|------------|-------------------|------------|
| | Med hjelm | Uten hjelm | Med hjelm | Uten hjelm | Med hjelm | Uten hjelm |
| Kun hodeskade | 25,0 | 25,0 | 12,5 | 25,0 | 12,5 | 25,0 |
| Hode & andre skader | 25,0 | 25,0 | 12,5 | 25,0 | 12,5 | 25,0 |
| Kun andre skader | 50,0 | 50,0 | 62,5 | 50,0 | 62,5 | 50,0 |
| Ingen skader | | | 12,5 | | | |
| Totalt antall | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 87,5 | 100,0 |
| Beregnet sykkelhjelmeffekt (OR) | | | 0,33 | | 0,40 | |

Som tabell 21 viser er den beregnede effekten av sykkelhjelmeffekt *mindre* når den er basert på *sykehusinnlagte* (-60%) syklister enn på alle ulykkesinnblandede syklister (-67%). Dette til tross for at begge effektene er basert på (hypotetiske) data hvor den samme effekten av sykkelhjelmeffekt er lagt til grunn. Dette tyder ikke på at sykehusbaserte studier systematisk har overestimert sykkelhjelmeffekten som følge av et selektivt utvalg.

I det følgende er det undersøkt hvorvidt ulike datakilder har påvirket de estimerte sykkelhjelmeffektene i metaanalyse:

- **Skader på sykehus/traumesenter:** Data som er basert på syklister som er innlagt på sykehus. Traumesenter er sykehus som er tilrettelagt for behandling av traumepasienter⁵, men behandler også skadde med mindre alvorlige skader. I studier som er basert på sykehusdata er også de mindre alvorlig skadde syklister skadd alvorlig nok for å bli innlagt på sykehus.

⁵ Traume er ifølge Wikipedia «any injury that has the potential to cause prolonged disability or death» (https://en.wikipedia.org/wiki/Major_trauma) og har ingenting med psykiske traumer å gjøre.

- **Legevakt/politirapporterte skader:** Syklister i studier som er basert på data fra legevakt eller politirapporterte ulykker har i gjennomsnitt lavere skadegrad enn syklister i studier som er basert på sykehusdata. De minst alvorlig skadde i slike studier er ikke innlagt på sykehus. Legevakt og politirapporterte data er her slått sammen da kun to studier er basert på politirapporterte ulykker og fordi forskjellen trolig kun er liten. De aller fleste sykkelulykker med mindre personskader er sterkt underrepresentert i politiets ulykkesstatistikk og man kan derfor forvente at det er kun få syklister i politirapporterte ulykker er så lett skadd at de ikke ville oppsøke legevakt.

Tabell 22 viser de estimerte sykkelhjelmeffektene på hodeskader og alle alvorlige skader (uten drepte) som er funnet i studier som er basert på de ulike datakildene.

Tabell 22: Resultater fra metaanalyse alle alvorlige skader etter type datakilde.

| | Sykehusdata | | | | | Legevaktdata/politirapporterte data | | | | |
|----------------------|---------------|----|-------|-----------------|------------|-------------------------------------|----|-------|-----------------|------------|
| | Cochrans Q | df | p | Beste anslag | Usikkerhet | Cochrans Q | df | p | Beste anslag | Usikkerhet |
| Hodeskade - Alvorlig | 45,3 | 17 | 0,000 | -61 | (-69; -50) | 22,0 | 6 | 0,001 | -59 | (-71; -42) |
| Hodeskade - Uspes. | 80,8 | 19 | 0,000 | -42 | (-52; -29) | 95,0 | 19 | 0,000 | -53 | (-59; -46) |
| Hjerneskode (TBI) | 5,7 | 6 | 0,455 | -53 | (-57; -48) | 40,7 | 4 | 0,000 | -62 | (-82; -23) |
| Alle skader | 31,9 | 3 | 0,000 | -59 | (-81; -11) | 32,8 | 6 | 0,000 | -28 | (-40; -14) |

Det er ingen klar tendens til at sykkelhjelmeffekter som er basert på sykehusdata, er større enn effekter som er basert på legevaktdata eller politirapporterte ulykker. For uspesifiserte hodeskader er effekten som er basert på legevakt-/politidata større enn effekten som er basert på sykehusdata. For alle skader sett under ett derimot er effekten som er basert på sykehusdata større enn effekten som er basert på legevakt-/politidata. Alt i alt bekrefter resultatene ikke hypotesen om at bruk av sykehusdata fører til at sykkelhjelmeffekten blir systematisk overestimert.

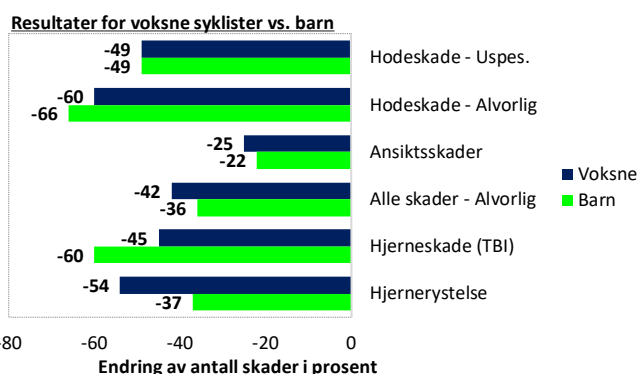
Voksne vs. barn

Resultatene fra metaanalyse tyder ikke på at sykkelhjelmeffekten er forskjellig mellom voksne og barn. Effekten på alvorlige hodeskader og TBI er noe større for barn, men for andre skader er forskjellene omvendt og de fleste forskjellene for enkelte skader kan skyldes at resultatene er basert på få studier.

Sykkelhjelmeffekten kan tenkes å være forskjellig mellom voksne og barn, bl.a. fordi de fleste barn i mindre grad enn voksne sykler i blandet trafikk og fordi barn har andre fysiologiske og motoriske forutsetninger i ulykker. Tabell 23 og figur 12 viser effekter av sykkelhjelme på hodeskader blant voksne og barn. Aldersgruppene som inngår i kategorien barn, varierer mellom studiene.

Tabell 23: Resultater av metaanalyse, estimerte sykkelhjelmeffekter for ulike skader for voksne og barn.

| | Voksne syklister | | | | | Barn | | | | |
|------------------------|------------------|----|-------|--------------|------------|------------|----|-------|--------------|-------------|
| | Cochrans Q | df | p | Beste anslag | Usikkerhet | Cochrans Q | df | p | Beste anslag | Usikkerhet |
| Alle skadde – alvorlig | 61,0 | 10 | 0,000 | -42 | (-57; -23) | 7,7 | 4 | 0,104 | -36 | (-43; -29) |
| Hodeskader-alvorlig | 58,1 | 20 | 0,000 | -60 | (-67; -51) | 3,2 | 4 | 0,529 | -66 | (-72; -60) |
| Hodeskader-uspes. | 146,4 | 28 | 0,000 | -49 | (-57; -41) | 41,1 | 10 | 0,000 | -49 | (-57; -40) |
| Hjerneskade (TBI) | 33,8 | 4 | 0,000 | -45 | (-63; -16) | 0,2 | 2 | 0,892 | -60 | (-69; -49) |
| Hjernerystelse | 0,0 | 0 | | -54 | (-78; -6) | 14,9 | 2 | 0,001 | -37 | (-84; +155) |
| Ansiktsskade | 33,7 | 12 | 0,001 | -25 | (-41; -6) | 2,8 | 3 | 0,422 | -22 | (-32; -12) |
| Nakkeskade | 4,8 | 8 | 0,780 | +21 | (+4; +42) | 0,1 | 2 | 0,937 | -51 | (-79; +16) |



Figur 12: Resultater fra metaanalyse for ulike skader blant voksne syklister og barn (sortert etter antall effektestimater, resultater med flest effektestimater øverst).

Tabellen og figuren viser noen forskjeller mellom voksne syklister og barn, men forskjellene er usystematiske dvs. at noen resultater tyder på at sykkelhjelmeffekten er større blant voksne mens andre tyder på at effekten er større blant barn. Resultatene som er basert på flest effektestimater (antall effektestimater som inngår i de sammenlagte effektene er df pluss én) viser ingen eller kun små forskjell mellom effektene blant voksne og barn. For de to viktigste skadene, alvorlig hodeskade og TBI, tyder resultatene på at sykkelhjelmeffekten er noe større blant barn enn blant voksne. For hjernerystelse derimot er forskjellen omvendt. Alt i alt konkluderes derfor med at sykkelhjelm har omtrent like stor effekt blant barn og voksne. Forskjellene som er vist i tabellen og figuren over skyldes trolig i hovedsak metodiske forskjeller mellom de enkelte studiene.

Hjelpåbud / hjelmbruk

Sykkelhjelm har en tendens til å være mer effektiv i å forhindre hode- og hjerneskader når hjelmbruken er påbudt og/eller høy enn når hjelmbruken er frivillig og lav. Forskjellene er imidlertid relativt små og det ble ikke funnet noen sammenheng mellom hjelmbruk eller hjelpåbud og effekten på alle, ansikts- og nakkeskader.

De fleste studiene har oppgitt informasjon om andelen av alle syklister som hadde brukt hjelm. Resultatene er delt inn i tre grupper etter hjelmbruken blant alle syklister i studien (sammenlagt hjelmbruk for syklister med og uten hjelm). For å oppnå omtrent likt antall resultater i de tre gruppene, er resultatene delt inn som følgende etter hjelmbruken:

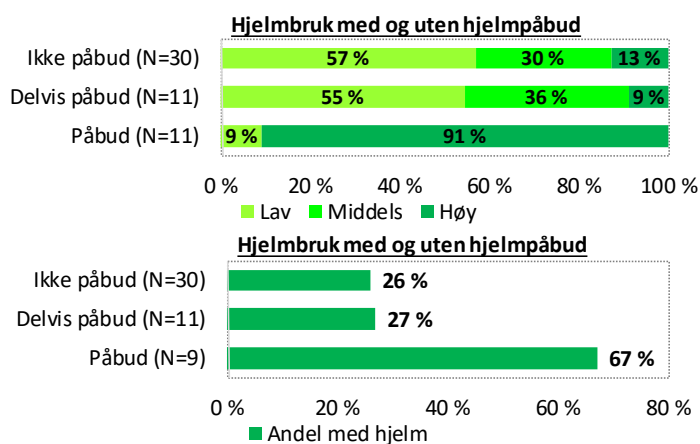
- **Lav:** 0-24,9%
- **Middels:** 25-49,9%
- **Høy:** 50-100%.

I gjennomsnitt er hjelmbruken høyere i studiene hvor hjelmbruken er påbudt enn hvor den ikke er det. Kun i tre studier fra Australia og New Zealand er hjelmbruken over 80% (Dinh et al., 2010; Boufous et al., 2012; Thornley et al., 2008).

En lignende inndeling av resultatene får man når man grupperer etter hjelmpåbud:

- **Uten hjelmpåbud:** Hjelmbruken er ikke obligatorisk for syklistene i studien
- **Delvis hjelmpåbud:** Hjelmbruken er obligatorisk for en del av syklistene i studien (f.eks. bare for barn mens resultatene gjelder både voksne og barn eller når et hjelmpåbud ble innført i løpet av studieperioden)
- **Med hjelmpåbud:** Hjelmbruken er obligatorisk for alle syklistene i studien.

Sammenhengen mellom hjelmpåbud og hjelmbruk er vist i figur 13. Figuren viser både andelen av studiene som er klassifisert som «lav», «middels» og «høy» hjelmbruk og gjennomsnittlige andeler av syklistene i studiene som brukte hjelme. Hjelmbruken er i gjennomsnitt betydelig høyere med hjelmpåbud enn uten, mens det ikke er store forskjeller mellom ingen påbud og delvis påbud.



Figur 13: Sykkelhjelmbruk når hjelmbruk er ikke påbudt, delvis påbudt og påbudt; fordeling av lav, middels og høy hjelmbruk (øverst) og gjennomsnittlige andelene med sykkelhjelme (nederst); N i figuren gjelder antall studier, andelen er beregnet som uvektede gjennomsnitt over studiene.

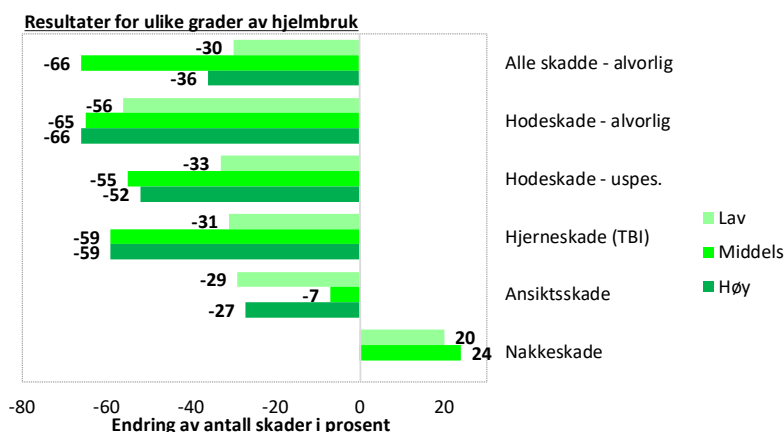
Tabell 24 og figur 14 viser resultatene fra metaanalyser ved lav, middels og høy hjelmbruk, tabell 25 og figur 15 viser resultatene fra metaanalyser med og uten hjelmpåbud.

Tabell 24: Resultater av metaanalyse, estimerte sykkelhjelmeffekter for ulike grader av hjelmbruk.

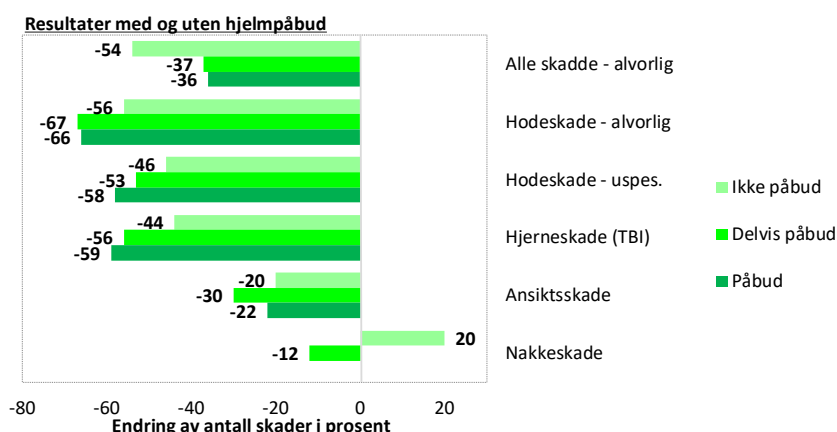
| | Lav hjelmbruk (< 25%) | | | | | Middels hjelmbruk (25-50%) | | | | | Høy hjelmbruk (> 50%) | | | | |
|------------------------|-----------------------|----|-------|------------|------------|----------------------------|----|-------|------------|------------|-----------------------|----|-------|------------|------------|
| | Cochrans | | Beste | | | Cochrans | | Beste | | | Cochrans | | Beste | | |
| | Q | df | p | anslag | Usikkerhet | Q | df | p | anslag | Usikkerhet | Q | df | p | anslag | Usikkerhet |
| Alle skadde - alvorlig | 38,8 | 5 | 0,000 | -30 | (-44; -11) | 31,3 | 4 | 0,000 | -66 | (-86; -18) | 0,0 | 2 | 0,980 | -36 | (-37; -34) |
| Hodeskade - alvorlig | 39,7 | 12 | 0,000 | -56 | (-67; -42) | 13,5 | 5 | 0,019 | -65 | (-78; -44) | 5,9 | 6 | 0,439 | -66 | (-72; -59) |
| Hodeskade - Uspes. | 49,7 | 13 | 0,000 | -33 | (-45; -18) | 83,4 | 9 | 0,000 | -55 | (-67; -39) | 30,6 | 14 | 0,006 | -52 | (-58; -46) |
| Hjerneskode (TBI) | 24,4 | 3 | 0,000 | -31 | (-66; +40) | 4,0 | 2 | 0,132 | -59 | (-72; -41) | 0,0 | 0 | | -59 | (-68; -47) |
| Ansiktsskade | 6,0 | 7 | 0,538 | -29 | (-37; -20) | 12,5 | 4 | 0,014 | -7 | (-37; +39) | 7,1 | 3 | 0,069 | -27 | (-52; +10) |
| Nakkeskade | 5,2 | 5 | 0,387 | +20 | (-5; +51) | 2,9 | 4 | 0,582 | +24 | (-4; +61) | | | | | |

Tabell 25: Resultater av metaanalyse, estimerte sykkelhjelmeffekter ved påbudt/ikke påbudt hjelmbruk.

| | Ikke påbud | | | | | Delvis påbud | | | | | Påbud | | | | |
|------------------------|------------|----|-------|------------|------------|--------------|----|-------|------------|------------|----------|----|-------|------------|----------------|
| | Cochrans | | Beste | | | Cochrans | | Beste | | | Cochrans | | Beste | | |
| | Q | df | p | anslag | Usikkerhet | Q | df | p | anslag | Usikkerhet | Q | df | p | anslag | Usikkerhet |
| Alle skadde - alvorlig | 47,6 | 8 | 0,000 | -54 | (-72; -25) | 37,3 | 4 | 0,000 | -31 | (-43; -16) | 0,0 | 1 | 0,853 | -36 | (-45; -26) |
| Hodeskade - alvorlig | 43,1 | 14 | 0,000 | -56 | (-66; -43) | 4,6 | 5 | 0,460 | -67 | (-70; -64) | 2,4 | 4 | 0,658 | -66 | (-72; -59) |
| Hodeskade - Uspes. | 155,5 | 25 | 0,000 | -46 | (-54; -36) | 10,4 | 5 | 0,064 | -53 | (-61; -44) | 15,8 | 7 | 0,027 | -58 | (-68; -46) |
| Hjerneskode (TBI) | 30,7 | 4 | 0,000 | -44 | (-66; -6) | 0,2 | 1 | 0,660 | -56 | (-65; -45) | 0,0 | 0 | | -59 | (-68; -47) |
| Ansiktsskade | 27,8 | 11 | 0,004 | -20 | (-33; -3) | 0,6 | 1 | 0,421 | -30 | (-54; +4) | 7,8 | 2 | 0,020 | -22 | (-66; +77) |
| Nakkeskade | 5,2 | 6 | 0,515 | +20 | (+6; +35) | 2,9 | 3 | 0,411 | -12 | (-51; +59) | 0,0 | 0 | | +10 | (-100; +73680) |



Figur 14: Resultater fra metaanalyse for ulike skader med lav (<25%), middels (25-50%) og høy (>50%) hjelmbruk.



Figur 15: Resultater fra metaanalyse for ulike skader uten hjelmpåbud, med delvis hjelmpåbud og med hjelmpåbud for alle syklistene i studien.

For hode- og hjernesker er det en tendens til at sykkelhelmeffekten øker med økende hjelmbruk og at effekten er større når hjelmbruk er påbudt enn uten påbud. Forskjellene er imidlertid relativt små, især for hodeskader som er basert på langt flere effektestimater enn de øvrige resultatene. For alle, ansikts- og nakkeskader finnes ingen slike sammenhenger.

Ulykkestyper

Sykelhjelme har trolig større effekt i eneulykker enn i kollisjoner. Dette viser teoretiske vurderinger, ulykkesstatistikk og resultatene fra én studie som har oppgitt effekter for både eneulykker og kollisjoner. Øvrige resultater er mer usikre da det kun er svært få studier som har undersøkt sykkelhelmeffekten spesifikt i kollisjoner og ingen flere som har undersøkt effekten spesifikt i eneulykker.

Praktisk talt alle resultatene som inngår i metaanalysene gjelder alle ulykkestypene. Det er kun svært få studier som har rapportert resultater for spesifikke ulykkestyper.

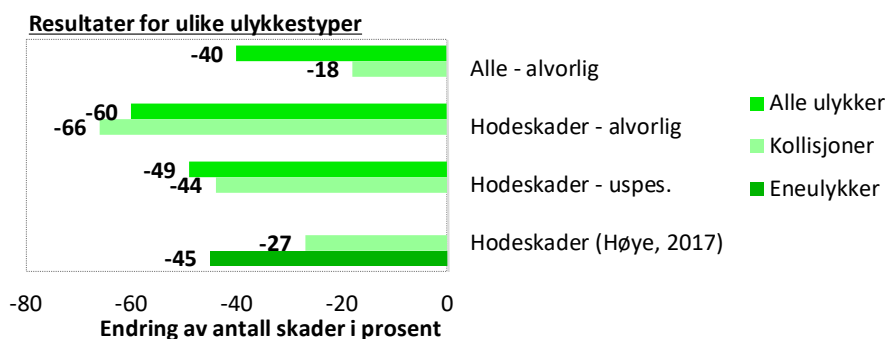
Eneulykker vs. kollisjoner: Ut fra ulykkesanalyser og teoretiske vurderinger har sykkelhjelmer størst skadereducerende potensial i eneulykker og mindre potensial i kollisjoner med motorkjøretøy (Hynd et al., 2009). Forklaringen er at syklister i kollisjoner har større risiko for alvorlige skader på andre kroppsdeler, især for alvorlige skader på overkroppen som følge av kontakt med motorkjøretøy, samt at sykkelhjelmer har begrenset potensiale for å forhindre alvorlige hodeskader i sammenstøt med store farts- og energiforskjeller eller når syklister f.eks. bli overkjørt av et motorkjøretøy.

Kun én av de empiriske studiene har oppgitt resultater både for kollisjoner og for eneulykker (Høye, 2017, denne rapporten; resultatene er beskrevet i Vedlegg A). Som forventet viser resultatene en større effekt i eneulykker (-45% [-57; -31]) enn i kollisjoner (-27% [-57; +22]).

Tabell 26 og figur 16 viser sammenlagte effekter av sykkelhjelmer i alle ulykker og i kollisjoner som er beregnet med metaanalyse. Resultatene for kollisjoner er basert på studiene til Bahrololoom et al. (2016, Australia), Helak et al. (2017, USA), Høye (2017, Norge), Olivier & Terlich (2016, Australia) og Wall et al. (2016, USA).

Tabell 26: Resultater av metaanalyse, estimerte sykkelhjelmeffekter for ulike skader for voksne og barn.

| | Alle ulykker | | | | | Kollisjoner | | | | |
|----------------|--------------|----|-------|--------------|------------|-------------|----|-------|--------------|------------|
| | Cochrans Q | df | p | Beste anslag | Usikkerhet | Cochrans Q | df | p | Beste anslag | Usikkerhet |
| All - KSI | 47,7 | 11 | 0,000 | -39 | (-48; -28) | 2,3 | 1 | 0,129 | -27 | (-50; +8) |
| All - Unspes. | 0,0 | 0 | | -55 | (-72; -28) | 0,0 | 0 | | -7 | (-17; +5) |
| Head - KSI | 66,1 | 24 | 0,000 | -60 | (-67; -52) | 0,0 | 0 | | -66 | (-75; -55) |
| Head - Unspes. | 194,4 | 36 | 0,000 | -49 | (-55; -43) | 1,5 | 1 | 0,225 | -44 | (-59; -22) |



Figur 16: Resultater fra metaanalyse for ulike skader i alle ulykker og i kollisjoner, samt resultatene fra Høye (2017).

De fleste resultatene tyder på at sykkelhjelmer har større effekt i alle ulykker enn i kollisjoner. Siden alle ulykker omfatter både eneulykker og kollisjoner, bekrefter resultatene hypotesen om at sykkelhjelmer er mer effektiv i eneulykker enn i kollisjoner. For hodeskadene er forskjellene imidlertid små og for alvorlige hodeskader er forskjellen motsatt til forventet. Resultatene for kollisjoner er imidlertid basert på svært få studier og resultatene kan følgelig ikke uten videre generaliseres.

Ulykker i kryss vs. på strekninger: En studie er funnet som har undersøkt virkningen i kryss vs. på strekninger (Moore et al., 2011). I kryss viser resultatene at sykkelhjelmer reduserer det totale antall D/HS syklister med 35% (-50; -16). På strekninger er det ikke funnet noen signifikant effekt. Studien er ikke inkludert i metaanalysen fordi effekten på strekningsulykker ikke er oppgitt.

Ulykker ved høy vs. lav fart: Basert på de empiriske studiene som er funnet og som inngår i metaanalysen, er det ikke mulig å undersøke sammenhengen mellom fart og sykkelhjelmeffekt. McNally og Rosenberg (2013) og McNally og Whitehead (2013) viser i laboratorieforsøk med dummier at hjelm har større beskyttende effekt i ulykker når syklisten har høy fart enn ved lavere fart. Dvs. at dersom bruk av sykkelhjelmer fører til høyere fart vil dette ikke nødvendigvis føre til flere hodeskader.

Type hjelm

Godkjente hjelmer har vist seg å beskytte bedre mot hode- og ansiktsskader enn ikke godkjente hjelmer. I tillegg må hjelmer passe (ikke være for store), sitte korrekt og være korrekt festet for å beskytte hodet. Forskjeller i effekten mellom ulike typer hjelmer er undersøkt i noen empiriske studier, men uten at det er mulig å oppsummere eller generalisere resultatene da det mangler definisjoner av de undersøkte hjelmtypene.

Ulike typer sykkelhjelmer kan tenkes å ha forskjellig effekt på hodeskader. Det er funnet tre empiriske studier som har sammenlignet skader mellom ulike typer hjelm (Thomas et al., 1994; Thompson et al., 1996; Hansen et al., 2003). Dessverre har ingen av studiene definert hjelmtypene og resultatene er derfor ikke oppsummert med metaanalyse.

Én studie er funnet som har oppgitt effekter for godkjente og ikke godkjente hjelmer (McDermott et al., 1993). Resultatene viser at godkjente hjelmer, sammenlignet med ikke godkjente hjelmer, har større effekter på både hode- og ansiktsskader:

- Større effekt på hodeskader (uspesifisert): -50% vs. -6%
- Større effekt på hodeskader (alvorlig): -43% vs. -39%
- Større effekt på ansiktsskader (uspesifisert): -37% vs. -28%.

Alle effektene har imidlertid store konfidensintervaller og er dermed usikre. I tillegg gjelder resultatene hjelmer som var i bruk da studien ble gjennomført og ikke dagens hjelmer.

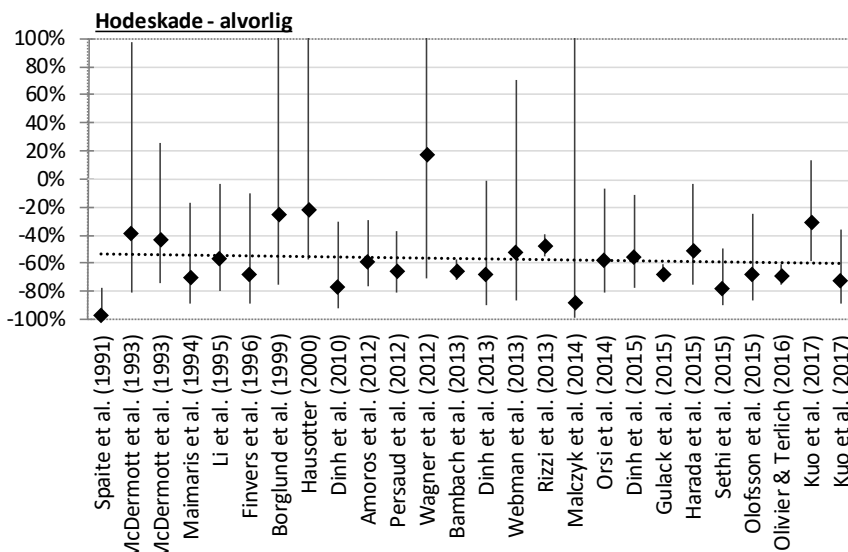
En vesentlig aspekt ved sykkelhjelmer er at de må passe syklistens hode, i tillegg til at de må sitte korrekt og være godt nok festet (tryggtrafikk.no; Hynd et al., 2011). Rivara et al. (1999; USA) viser for barn at bruk av for stor sykkelhjelmer medfører en økning av risikoen for hodeskader med 96% (-10; +275) sammenlignet med hjelmer som ikke er for store. Syklister som mister hjelmen i ulykken, har 225% høyere risiko (+82; +475) enn syklister med hjelm som ikke mister hjelmen.

I metaanalysene av sykkelhjelmeffekten har ingen av studiene kontrollert for hvorvidt hjelmene passet og ble brukt korrekt. Siden hjelmer som ikke passer, sitter korrekt og er festet korrekt ikke beskytter like godt som passende hjelmer som er brukt korrekt, kan passende hjelmer som er brukt korrekt, ha større effekt enn resultatene viser (Bromell & Geddis, 2017).

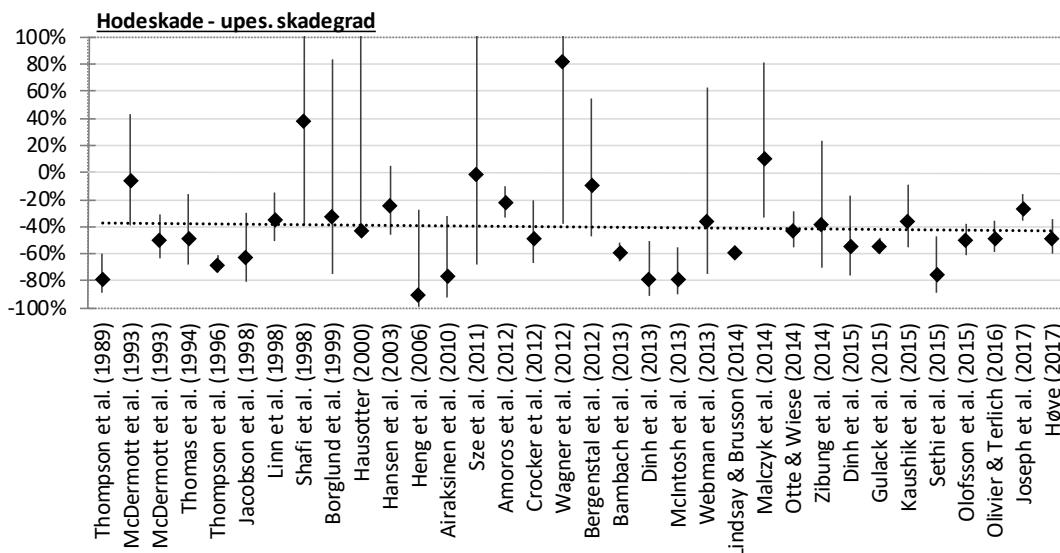
Endringer over tid

Effekter av sykkelhjelmer på hodeskader som ble funnet i empiriske studier, er omtrent uendret over tid (studier fra 1989-2017). Effekten på hjernesknader (TBI) og på alle alvorlige skader sett under ett, kan ha gått noe ned over tid, men dette er usikkert da trenden forsvinner dersom man tar bort de eldste effektene.

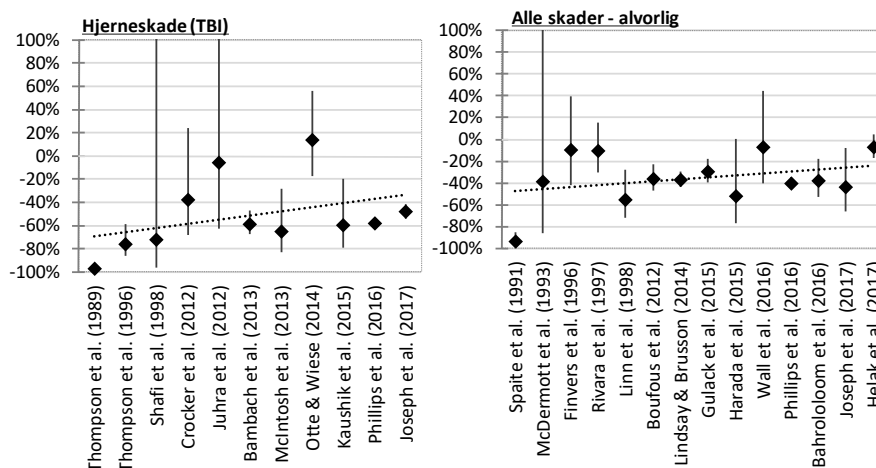
Normene sykkelhjelmer må godkjennes etter, har endret seg over tid (Hynd et al., 2011). Effekten av sykkelhjelmer kan derfor også tenkes å ha endret seg over tid. F.eks. ble sykkelhjelmet av den type som er mest vanlige i dag (lette hjelmer med store luftehull), lovlig i Australia omtrent på samme tid som hjelmpåbudene ble innført i 1990-1992. Tidligere har bare hjelmer som også beskyttet mot inntrenging av spisse gjenstander (solide og tunge hjelmer med svært lite eller ingen lufting), vært godkjent. Figur 17, figur 18 og figur 19 viser effektene på hodeskader (alvorlige og uspesifiserte), hjerneskader (TBI) og alle alvorlige skader (uspesifisert kroppsregion) som ble funnet i ulike studier, sortert etter studiens publiseringsår. Trendlinjene i figurene kan ikke brukes for å beregne en sammenheng mellom år og effekt fordi trendlinjene er uvektede og fordi det fra noen år finnes flere studier mens det fra andre år ikke finnes noen studier.



Figur 17: Effektene av sykkelhjelmer på alvorlige hodeskader som ble funnet i ulike studier, sortert etter studienes publiseringsår.



Figur 18: Effektene av sykkelhjelmer på hodeskader med uspesifisert skadegrad som ble funnet i ulike studier, sortert etter studienes publiseringsår.



Figur 19: Effektene av sykkelhjelmer på hjerneskode (TBI) og på alle alvorlige skader som ble funnet i ulike studier, sortert etter studienes publiseringsår.

Resultatene for hodeskader viser at de estimerte sykkelhjelmeffektene er omtrent uendret over tid. For hjernesker (TBI) og alle skadene tyder resultatene på at de estimerte effektene er blitt mindre over tid. Her kan trendlinjene imidlertid være misvisende da det kun foreligger noen få studier fra 1998 eller tidligere, mens de fleste studiene er fra 2012 eller senere. Dersom man utelater de to eldste studiene av hjernesker (TBI) og den eldste studien som gjelder alle alvorlige skader, blir trendlinjene i begge figurene vannrette, dvs. at de estimerte effektene ikke har endret seg over tid.

Promillesykling

Sykelhjelmeffekten har vist seg å være større blant syklister som er påvirket av alkohol enn blant edru syklister. Forklaringen er at syklister som ikke bruker hjelmer, langt oftere er påvirket av alkohol og dermed også oftere innblandet i eneulykker hvor sykkelhjelmer har større effekt enn i kollisjoner. Likevel tyder de fleste resultatene fra empiriske studier ikke på at den estimerte sykkelhjelmeffekten blir mindre når man kontrollerer for alkohol.

Sykelhjelmeffekt blant alkoholpåvirkede vs. edru syklister: To empiriske studier har sammenlignet effekten av sykkelhjelmer mellom alkoholpåvirkede og edru syklister. Begge viser at effekten er større blant alkoholpåvirkede syklister. I studien til Vavatsoulas et al. (2013, Danmark) er effekten av sykkelhjelmer på risikoen for å bli drept:

- -10% blant edru syklister
- -71% blant syklister som er påvirket av alkohol.

I studien til Crocker et al. (2012, USA) er effekten av sykkelhjelmer på hodeskader (uspesifisert skadegrad):

- -41% (-64; -3) blant edru syklister
- -49% (-67; -21) blant alle syklister hvorav 23% var alkoholpåvirket (en effekt kun for alkoholpåvirkede syklister er ikke oppgitt da ingen av disse hadde både brukt hjelmer og ingen hodeskader); siden effekten er større enn effekten kun på edru syklister, må effekten på alkoholpåvirkede syklister være større.

Forklaringen på den større effekten av sykkelhjelmer blant alkoholpåvirkede syklister kan være at disse oftere enn andre er innblandet i eneulykker (Harada et al., 2015). Sykkelhjelmer har vist seg å ha større effekt i eneulykker enn i kollisjoner (se ovenfor).

Sykkelhjelmeffekten med vs. uten kontroll for alkoholpåvirkning: Ut fra sammenhengen mellom alkoholpåvirkning og sykkelhjelmbruk kunne man forvente at syklister med hjelm i mindre grad enn andre er innblandet i eneulykker og dermed sjeldnere har anledning til å få hodeskader enn syklister som ikke bruker hjelm. Med kontroll for alkoholpåvirkning kunne man følgelig forvente at den estimerte effekten av sykkelhjelm i empiriske studier er mindre enn uten kontroll for alkoholpåvirkning.

Tabell 27 viser resultatene av metaanalyse for ulike skader med og uten kontroll for alkoholpåvirkning. Resultatene er basert på studier som har oppgitt effekter for de samme skadene både med og uten kontroll for alkohol. Alle resultatene med kontroll for alkohol er også kontroller for syklistenes alder og kjønn og de fleste i tillegg for ulykkestype (kollisjon vs. eneulykke).

Tabell 27: Resultater av metaanalyse, estimerte sykkelhjelmeffekter med og uten kontroll for alkohol.

| | | Ikke kontrollert for alkohol | | | | | Kontrollert for alkohol | | | | |
|-------------|----------|------------------------------|----|-------|--------|------------|-------------------------|----|-------|--------|------------|
| | | Cochrans | | Beste | | | Cochrans | | Beste | | |
| | | Q | df | p | anslag | Usikkerhet | Q | df | p | anslag | Usikkerhet |
| Alle skader | Alvorlig | 0,0 | 0 | | -17 | (-44; +23) | 0,0 | 0 | | -7 | (-40; +44) |
| Hodeskader | Alvorlig | 0,0 | 0 | | -65 | (-72; -57) | 0,0 | 0 | | -66 | (-75; -55) |
| Hodeskader | Uspes. | 7,7 | 4 | 0,104 | -54 | (-64; -43) | 8,3 | 4 | 0,082 | -52 | (-64; -38) |

For hodeskader er resultatene nesten identiske med og uten kontroll for alkohol. Kun for alle typer alvorlige skader (ingen av resultatene gjelder drepte syklister) er den estimerte sykkelhjelmeffekten med kontroll for alkohol mindre enn uten kontroll for alkohol. De to resultatene for alle skader er imidlertid ikke statistisk signifikante og godt innenfor hverandres konfidensintervaller. I en tysk studie (Orsi et al., 2014) ble det uten kontroll for alkoholpåvirkning funnet en reduksjon av alvorlige hodeskader med 58% (-81; -6) og ingen statistisk signifikant effekt med kontroll for alkoholpåvirkning. Effekten med kontroll for alkohol er ikke rapportert og det er følgelig ukjent om effekten faktisk er mindre enn uten kontroll for alkohol og det er heller ikke mulig å inkludere resultatene i metaanalysen.

6.3.2 Sykkelhjelm og ulykkesinnblanding

Ulykkesrisiko

Resultater fra flere empiriske studier tyder på at syklister som bruker hjelm, har flere ulykker enn syklister som ikke bruker hjelm, men dette skyldes trolig manglende kontroll for forskjeller i sykkelomfang. Syklister som bruker hjelm, sykler mer og viser i langt mindre grad risikoatferd, noe som tilsier at ulykkesrisikoen burde være lavere.

Sykkelhjelm påvirker trolig ikke direkte ulykkesrisikoen, men bruk av sykkelhjelm har sammenheng med en del andre variabler som påvirker ulykkesrisikoen.

Sammenhengen mellom hjelmbruk og ulykkesinnblanding er vanskelig å undersøke empirisk da det som regel ikke er mulig å måle eksponeringen på en pålitelig måte. Flere studier viser at syklister som bruker hjelm, i gjennomsnitt har *flere ulykker* enn syklister som ikke bruker hjelm (Bjørnskau et al., 2005, Norge; Fuller et al., 2013, Canada; Høye & Hesjevoll, 2016, Norge; Thornley et al., 2008, New Zealand). Alle studiene er basert på data fra spørreundersøkelser og alle har tatt hensyn til hvor mye som sykles og syklistegenskaper som bl.a. alder og kjønn. Studien til Fuller et al. (2013) gjelder kun kollisjoner. Porter et al. (2016, USA) viser at transportsyklister med hjelm nesten tre ganger så ofte er innblandet i ulykker som transportsyklister uten hjelm, men i denne studien er det ikke kontrollert for eksponering.

Robinson (2007) siterer flere eldre australske studier som viser at syklister med hjelm i *mindre* grad enn andre er innblandet i kollisjoner. Dette forklares med at syklister med hjelm i større grad sykler i områder uten biltrafikk, samt at de i større grad bruker refleksvest og lys ved sykling i mørke. Nyere studier viser også at syklister med hjelm oftere bruker refleksvest og lys, men til forskjell fra de eldre studiene viser nyere studier at syklister med hjelm i større grad sykler i blandet trafikk, se avsnitt nedenfor.

Elvik et al. (2009) har analysert norske reisevane- og ulykkesdata fra 1992-1996 og viser at grupper av syklister (delt opp etter alder og kjønn) med større andel hjelmbruk har betydelig lavere risiko for å bli innblandet i ulykker. I grupper av syklister hvor under 20% bruker hjelm, er ulykkesrisikoen i gjennomsnitt omtrent dobbelt så høy som i grupper hvor over halvparten bruker hjelm.

Til tross for at de fleste studiene tilsynelatende viser at hjelmbruk henger sammen med høyere ulykkesrisiko, er det likevel mulig at syklister med hjelm har like høy eller lavere ulykkesrisiko enn syklister uten hjelm. Dette fordi ingen av studiene har målt nøyaktig hvor mange kilometer per år syklister sykler. F.eks. har Fuller et al. (2013) kontrollert for antall dager som sykles, ikke hvor mange kilometer per dag. Både studiene av sammenhengen mellom hjelmbruk og ulykkesinnblanding og andre studier (Roberts, 2000) viser at syklister som bruker hjelm, i gjennomsnitt sykler mer (totalt og per dag) enn syklister uten hjelm. Dersom forskjellen i eksponeringen ikke eller kun delvis fanges opp i spørreundersøkelsen, vil den relative ulykkesrisikoen for syklister med hjelm være overestimert. Dette er en lignende problemstilling som i studier av sykkellys. Flere studier viser tilsynelatende at syklister som sykler med lys i mørke, har flere mørkeulykker enn syklister uten lys, selv om de viser langt mer «sikker» atferd, samt at lys øker oppdagelsesavstanden i mørke. Også dette skyldes trolig manglende kontroll for sykkelomfang (jf. kapittel 5.3.2).

Type ulykker

Syklister som bruker hjelm, viser langt mindre risikoatferd som bl.a. promillesykling, og sykler i større grad i blandet trafikk. Dette tilsier at syklister som bruker hjelm, trolig i større grad er innblandet i kollisjoner (istedenfor i eneulykker) enn syklister som ikke bruker hjelm.

Det er ikke funnet empiriske studier fra andre land som har direkte sammenlignet syklisternes innblanding i kollisjoner og eneulykker mellom syklister med og uten hjelm. Data fra skadelegevakten i Oslo (2014) viser at andelen syklister som hadde vært innblandet i en kollisjon, var omtrent lik blant skadde syklister som hadde brukt hjelm (17%) som blant dem som ikke hadde brukt hjelm (15%).

Både denne og andre studiene viser imidlertid at syklister med hjelm langt sjeldnere er påvirket av alkohol og at alkoholpåvirkning medfører en større andel eneulykker (Melhuus et al., 2015, Norge; Harada et al., 2015). Flere studier viser også at syklister med hjelm i større grad sykler i blandet trafikk, dvs. at de i større grad utsetter seg for potensialet for å kollidere med motorkjøretøy enn syklister uten hjelm (se avsnitt om syklistatferd nedenfor). Dette tilsier at syklistene med hjelm i mindre grad bør være innblandet i eneulykker (vs. kollisjoner) enn syklister uten hjelm.

Ulykkenes alvorlighetsgrad

Resultater fra flere studier tyder på at syklister som bruker hjelm, i gjennomsnitt har mindre alvorlige ulykker enn syklister som ikke bruker hjelm. Forklaringen er at syklister med hjelm generelt viser mindre risikoatferd enn syklister som sykler uten hjelm.

Flere studier har sammenlignet skadegraden i ulykker mellom syklister med og uten hjelm for å finne ut om det er forskjeller i ulykkenes alvorlighet. En eldre amerikansk studie (Spaite et al., 1991) viser at syklister som har blitt skadd i kollisjoner med motorkjøretøy og som *ikke* har fått alvorlige hodeskader, i gjennomsnitt har høyere skadegrad dersom de ikke hadde brukt hjelm (32% med ISS > 15) enn dersom de hadde brukt hjelm (4% med ISS > 15). Siden ingen av syklistene i utvalget hadde alvorlige hodeskader, tyder resultatet på at syklister som *bruker hjelm*, i gjennomsnitt har *mindre alvorlige ulykker* enn syklister som bruker hjelm. Også data fra skadelegevakt i Oslo som ble samlet inn i 2014 viser at syklister uten hodeskader som hadde brukt hjelm, i mindre grad er alvorlig skadd (3,6%) enn syklister uten hodeskader som ikke hadde brukt hjelm (5,5%). Forskjellen er imidlertid ikke statistisk signifikant.

Bambach et al. (2013, Australia) viser at det er en sammenheng mellom ikke-bruk av sykkelhjelmer og annen risikoatferd (bl.a. promillesykling eller sykling mot rødt) blant syklister som har vært innblandet i en kollisjon med et motorkjøretøy. Syklister uten hjelm hadde oftere syklet i områder med en generelt lavere risiko, men som følge av risikoatferden var skadegraden i ulykkene likevel høyere enn blant dem med hjelm.

Thornley et al. (2013, New Zealand) viser at syklister som sier at de alltid bruker hjelm, har flere ulykker men færre dager ikke på jobb. Dette tyder også på at skadegraden i ulykker er mindre blant syklister som bruker hjelm. Her er imidlertid ikke syklister med hodeskader tatt ut av datamaterialet og ingen av effektene er statistisk signifikant.

Syklistegenskaper og -atferd

Hjelmbruken er omtrent like blant kvinner og menn i Norge, og noe høyere blant kvinner enn blant menn i andre land. I Norge er hjelmbruken betydelig høyere blant barn enn blant voksne og har liten sammenheng med alderen blant voksne syklister. I andre land er hjelmbruken derimot høyere blant voksne enn blant barn og øker med økende alder blant voksne syklister. Syklister som bruker hjelm sykler i gjennomsnitt mer og oftere i blandet trafikk enn syklister som ikke bruker hjelm og viser i langt mindre grad risikoatferd som bl.a. promillesykling.

Kvinner og menn: Studier fra andre land viser at hjelmbruken er noe høyere blant kvinner enn blant menn (Bambach et al., 2013, Australia; Teschke et al., 2012, Canada). I studien til Høye og Hesjevoll (2016, Norge) er det kun en svært liten forskjell i hjelmbruken mellom kvinner og menn. Andelen som sier at de alltid eller nesten alltid bruker hjelm, er 83% blant kvinnene og 85% blant mennene.

Alder: I Norge er andelen som bruker hjelm, betydelig høyere blant barn enn blant voksne (jf. avsnitt 6.1). I studiene av sykkelhelmeffekten som er oppsummert i metaanalyse, er den gjennomsnittlige andelen som bruker hjelm derimot høyere blant voksne (61%) enn blant barn (22%).

Blant voksne syklister i Norge viser Høye & Hesjevoll (2016) at det er en tendens til at andelen som sier at de alltid eller nesten alltid sykler med hjelm, øker med økende alder, men forskjellen er forholdsvis liten mellom aldersgruppene (fra 80% blant dem i alderen 18-20 år til 89% blant dem over 70 år). Også studier fra andre land viser at hjelmbruken øker med økende alder blant voksne syklister (Bambach et al., 2013, Australia; Olivier & Terlich, 2016, Australia; Teschke et al., 2012, Canada).

Sykkelmengde: Syklister som bruker hjelm, sykler i gjennomsnitt mer enn syklister som ikke bruker hjelm (Høye & Hesjevoll, 2016, Norge; Rodgers, 2000, USA). Dette kan bl.a. ha sammenheng med at de som bruker hjelm, i større grad er jobbpendlere (dvs. at de sykler den samme strekningen hver eller nesten hver dag) eller sykler for å trene (dvs. at de ofte sykler langt når de først sykler).

Sykling i blandet trafikk: Eldre australske studier viste at syklister med hjelm i *mindre* grad syklet i blandet trafikk enn syklister som ikke bruker hjelm (DiGuisseppi et al., 1989, USA; Robinson, 2007). Dette ble brukt som argument bl.a. av Robinson (2007) for å hevde at evalueringer overestimerer den skadereduserende effekten av sykkelhjelmer. Nyere studier både fra Australia (Bambach et al., 2013; Olivier & Terlich, 2016) og Norge (Høye & Hesjevoll, 2016) viser derimot at syklister som bruker hjelm, i *større* grad enn andre sykler i blandet trafikk og i mindre grad på fortau. I studien til Bambach et al. (2013; Australia) var hjelmbruken blant syklister som ikke syklet på fortau, 80% mens den var 53% blant dem som syklet på fortau. Studiene til Bambach et al. (2013) og Olivier og Terlich (2016) viser også at syklister med hjelm oftere sykler på veger med høyere fartsgrenser enn syklister uten hjelm.

Alkohol: Syklister som ikke bruker hjelm, er oftere enn andre påvirket av alkohol. Andelene som bruker hjelm blant edru vs. alkoholpåvirkede syklister var som følgende i ulike studier. Tabell 28 viser andelene av syklister med promille som ble funnet blant dem uten vs. med hjelm i ulike studier.

Tabell 28: Andelene av syklister med promille som ble funnet blant dem med vs. uten hjelm i ulike studier.

| Studie | Andel med promille | |
|--|--------------------|-----------|
| | Uten hjelm | Med hjelm |
| Andersson og Bunketorp, 2002 (Sverige) | 13% | 2% |
| Bambach et al., 2013 (Australia) | 76% | 41% |
| Crocker et al., 2010 (USA) | 44,2% | 2,6% |
| Harada et al., 2015 (USA) | 22,2% | 4,7 % |
| Olivier & Terlich, 2016 (Australia) | 7,2% | 1,7% |
| Orsi et al., 2014 (Tyskland) | 20% | 15% |
| Melhuus et al., 2015 (Norge) | 18% | 2% |
| Teschke et al., 2012 (Canada) | 17,5% | 7,5% |
| Vavatsoulas et al., 2013 (Danmark) | 55,4% | 36,4% |

«Sikker» atferd: Flere studier viser at syklister som bruker hjelm, også på andre områder viser med «sikker» atferd enn syklister som ikke bruker hjelm. I tillegg til mindre promillesykling et dette bl.a.:

- **Bruk av lys i mørke og bruk av refleksvest:** Syklister med hjelm bruker i større grad lys når de sykler i mørke og refleksvest (Høye & Hesjevoll, 2016, Norge; McGuire & Smith, 2000, Storbritannia; Teschke et al., 2012, Canada).
- **Sykling mot kjøreretning:** Syklister med hjelm sykler sjeldnere mot kjøreretningen (Webman et al., 2013, USA).
- **Ansvar for ulykker:** Syklister som bruker hjelm, er i mindre grad enn andre ansvarlige for ulykkene de er innblandet i (Martinez-Ruiz et al., 2013, Spania). I kollisjoner er sjansen 34% lavere (-41; -26) for at syklisten er ansvarlig for kollisjonen.
- **Sykling mot rødt:** Syklister som bruker hjelm, sykler i mindre grad mot rødt (Bambach et al., 2013, Australia; Olivier & Terlich, 2016, Australia)
- **Trafikklovbrudd generelt:** Syklister som bruker hjelm, har 37% lavere sjanse for å begå trafikklovbrudd enn syklister som ikke bruker hjelm (Lardelli-Claret et al., 2003, Spania). Mellom sykling i for høy fart og hjelmbruken ble det derimot ikke funnet noen sammenheng.
- **Bruk av elektronisk utstyr:** Syklister med hjelm bruker i mindre grad elektronisk utstyr mens de sykler (f.eks. for å høre på musikk) (Porter et al., 2016, USA).
- **Bruk av sykkelfelt/sykkelveg:** Syklister med hjelm bruker i større grad sykkelfelt eller sykkelveg der disse finnes (Porter et al., 2016, USA; Webman et al., 2013, USA).
- **Tekniske feil på sykkelen:** Syklister med hjelm har færre tekniske feil på sykkelen («equipment failure») enn syklister uten hjelm (0,8% vs. 2,2%; Bambach et al. (2013; Australia).
- **Høy fart:** Syklister som pleier å sykle med hjelm, oppga oftere enn andre at de liker å sykle fort (Bjørnskau, 2005), mens det i en nyere norsk studie nesten ikke er noen forskjell i den selvrapporterte hjelmbruken mellom syklister som sier at de ofte sykler fort (Høye & Hesjevoll, 2016).

Engstelige syklister: I studien til Porter et al. (2016, Canada) tyder resultatene på at fritidssyklister som bruker hjelm, generelt er mer engstelige enn fritidssyklister som ikke bruker hjelm. For transportsyklister ble det ikke funnet noen sammenheng mellom hjelmbruk og å være engstelig.

Atferdstilpasning

Teoretisk kan bruk av sykkelhjelme føre til atferdstilpasning, bl.a. at syklister med hjelm sykler fortere. De fleste empiriske studiene støtter imidlertid ikke denne hypotesen. Tvert imot viser mange studier at syklister som bruker hjelm, viser mindre risikoatferd enn syklister som ikke bruker hjelm.

En hypotese som ofte er diskutert i forbindelse med påbud om sykkelhjelme, er at hjelmbruk kan føre til mer risikofylt atferd. Enkelte undersøkelser (Cameron et al., 1994; Robinson, 1996, 2006) tyder på at syklisters risiko (ulykker per kilometer) øker når hjelm blir påbudt. Dette er et ofte brukt argument mot innføringen av sykkelhjelmpåbud (Robinson, 2007).

Hypotesen om atferdstilpasning støttes av en studie som i laboratorieforsøk viser at risikoatferd kan øke med bruk av hjelm, selv om hjelmen ikke har noen sikkerhetseffekt i denne situasjonen (Gamble & Walker, 2016). Hjelmen ble i denne studien brukt istedenfor skyggelue for å skjerme øynene for lys i en oppgave foran en dataskjerm. Siden studien er gjennomført i et laboratorieforsøk og i en situasjon som ikke har noe med sykling å gjøre, kan resultatene ikke uten videre overføres til effekten av hjelm på syklister i ekte trafikk.

En annen studie som viser at hjelmbruk kan føre til atferdstilpasning (høyere fart) blant menn, er studien til Messiah et al. (2012, Frankrike). Deltakerne i studien var syklister som ikke hadde brukt hjelm før studien. Halvparten begynte å syklet med hjelm. Kvinnene syklet omtrent like fort med og uten hjelm (hhv. 16,5 og 16,1 km/t), men blant mennene syklet de med hjelm fortere (19,1 km/t) enn de uten hjelm (16,8 km/t).

En rekke andre studier har på ulike måter undersøkt sammenhengen mellom sykkelhjelmbruk og risikoatferd og ingen av resultatene støtter hypotesen om atferdstilpasning:

- Fyhri et al. (2012, Norge) viser i en spørreundersøkelse at syklister som bruker hjelm, i gjennomsnitt sykler fortere og også bruker mer annet utstyr enn andre syklister. Resultatene tolkes slik at hjelmbruken ofte er en del av «utstyrspakken» blant syklister som liker å kjøre fort. Resultatene tyder ikke på at det å sykle fort, er en følge av hjelmbruken, men heller på at hjelmbruken er noe som følger med det å like å sykle fort.
- I en spørreundersøkelse blant syklister i Oslo i 2015/2016 ble det ikke funnet forskjeller i andelene som sier at de liker å sykle fort mellom dem som bruker hjelm og dem som ikke bruker hjelm (Høye & Hesjevoll, 2016).
- Fyhri og Phillips (2013, Norge) og Phillips et al. (2011, Norge) viser at syklister som normalt ikke bruker hjelm, verken sykler fortere eller viser tegn på redusert mental belastning (stress) når de begynner å bruke hjelm i en forsøkssituasjon (på en virkelig veg i virkelig trafikk).
- Bambach et al. (2013, Australia) viser at syklister som bruker hjelm, i gjennomsnitt viser mindre risikoatferd (bl.a. promillesykling eller sykling mot rødt) enn syklister som ikke bruker hjelm. Dette tyder ikke på at hjelmbruk fører til mer risikoatferd.
- Walker (1991, Australia, NSW) observerte syklister før og etter innføringen av hjelmpåbud og fant ingen tegn på at syklistene viste mer ulovlig eller risikoatferd.
- Lardelli-Claret et al. (2003, Spania) viser at syklister med hjelm har 37% lavere sjanse for å begå trafikklovbrudd enn syklister som ikke bruker hjelm. Mellom sykling i for høy fart og hjelmbruken ble det derimot ikke funnet noen sammenheng.

Det finnes også en del studier som viser at syklister som bruker hjelm, generelt viser mindre risikoatferd enn syklister som ikke bruker hjelm (se avsnitt 6.3.2 under Syklistegenskaper og -atferd).

Andre trafikanters atferd

Hvorvidt syklister bruker hjelm har trolig liten eller ingen effekt på andre trafikanters atferd i interaksjon med syklister.

Walker (2007) viser at bilister i gjennomsnitt holder noe mindre avstand til syklister under forbikjøringer når syklisten bruker hjelm enn når syklisten ikke bruker hjelm. Avstanden er i gjennomsnitt på omtrent 5 cm, uavhengig av hvor langt fra kantsteinen syklisten sykler. En mulig forklaring er at bilister tror at syklister med hjelm er gjør færre uventede manøvrer enn syklister uten hjelm. Hypotesen er basert på studien til Basford et al. (2002) som viser at bilister tror at syklister med hjelm generelt er mer erfarne og «seriøse» enn syklister uten hjelm. En annen mulig forklaring er risikokompensasjon, dvs. at bilister mener at skadepotensialet er mindre for syklister med hjelm og at det derfor er mer forsvarlig å kjøre forbi med (for) lite avstand.

Olivier og Walter (2013) har reanalysert dataene fra studien til Walker (2007) og ikke funnet noen sammenheng mellom syklistenes hjelmbruk og andelen biler som holder under én meter avstand under forbikjøringer. Forklaringen på at resultatene er forskjellige fra den originale studien er at forskjellene som ble funnet i studien til Walker (2007) er overvurdert som følge av et stort antall observasjoner. Dvs. at selv om den gjennomsnittlige forbikjøringsvstanden er noe mindre for syklister med hjelm, har hjelmbruken ingen merkbar effekt på andelen som kjører forbi med uforsvarlig lite avstand.

Walker et al. (2014) gjorde en lignende studie som Walker (2007) og fant heller ingen effekt av syklistens utseende (inkl. bruk vs. ikke-bruk av hjelm) på bilisters forbikjøringsavstand.

6.3.3 Hjelmpåbud for syklister

Effekter på skader

Hjelmpåbud for alle syklister har vist seg å redusere hodeskader med 20% blant alle syklister og med 24% blant barn. Hjelmpåbud for barn har vist seg å redusere hodeskader blant barn med 18%, dvs. at hjelmpåbud for alle er mer effektivt for barn enn hjelmpåbud som kun gjelder for barn. Hjelmpåbud har større effekt på mer alvorlige hodeskader enn på alle hodeskader sett under sett. Effektene kan være noe overestimerte på grunn av manglende kontroll for trend i noen av studiene, men forskjellen i resultatene med og uten kontroll for trend er forholdsvis små.

Det er funnet 20 studier som har undersøkt effekten av hjelmpåbud for syklister og som det er mulig å inkludere i en metaanalyse:

- King & Fraine, 1994 (Australia, Queensland)
- Carr et al., 1995 (Australia, Victoria)
- Robinson, 1996 (Australia, New South Wales)
- Shafi et al., 1998 (USA, New York)
- Povey, Frith, & Graham, 1999 (New Zealand)
- Hendrie et al., 1999 (Australia, Western Australia)
- Macpherson et al., 2002 (Canada, 4 provinser)
- Grant & Rutner, 2004 (USA, alle stater)
- Lee et al., 2005 (USA, California)
- Ji et al., 2006 (USA, California, San Diego)
- Wesson et al., 2008 (Canada, Ontario)
- Walter et al., 2011 (Australia, New South Wales)
- Castle et al., 2012 (USA, California)
- Karkhaneh et al., 2013 (Canada, Alberta)
- Meehan et al., 2013 (USA, alle stater)
- Dennis et al., 2013 (Canada)
- Bonander et al., 2014 (Sverige)
- Lindsay & Brussoni, 2014 (Canada)
- Teschke et al., 2014 (Canada, 11 delstater)
- Kett et al., 2016 (USA, Washington, Seattle)

Tabell 29 viser en oversikt over resultatene. Det er skilt mellom hjelmpåbud for alle vs. kun for barn og mellom effekten på alle syklister, barn og voksne syklister. «Barn» omfatter ulike aldersklasser under 18 år.

Tabell 29: Effekter av hjelmpåbud på hodeskader og antall drepte blant syklister, sammenlagte effekter.

| | Hjelmpåbud for <i>alle</i> | | | | | Hjelmpåbud for <i>barn</i> | | | | |
|------------------------------|----------------------------|----|---------|------------|------------|----------------------------|----|---------|------------|------------|
| | Cochrans Q | df | Beste p | anslag | Usikkerhet | Cochrans Q | df | Beste p | anslag | Usikkerhet |
| Hodeskade - alle | | | | | | | | | | |
| Alle syklister | 12,41 | 5 | 0,030 | -20 | (-27; -13) | 0,00 | 0 | | -11 | (-20; -1) |
| Barn | 3,55 | 3 | 0,315 | -24 | (-30; -18) | 38,03 | 7 | 0,000 | -18 | (-25; -10) |
| Voksne syklister | 0,24 | 1 | 0,628 | -30 | (-42; -15) | 0,00 | 0 | | -13 | (-25; +1) |
| Hodeskade - alvorlige | | | | | | | | | | |
| Alle syklister | 16,60 | 3 | 0,001 | -35 | (-60; +6) | | | | | |
| Barn | | | | | | 7,56 | 1 | 0,006 | -17 | (-46; +29) |
| Drept | | | | | | | | | | |
| Barn | | | | | | 0,89 | 2 | 0,642 | -15 | (-22; -7) |

Publikasjonsskjevhet: Det foreligger for få resultater for å teste for publikasjonsskjevhet når man deler opp resultatene etter type hjelmpåbud og syklisterens alder (som i tabell 29). Når man beregner en sammenlagt effekt for alle hodeskader (syklister i alle aldre og hjelmpåbud for alle og for barn slått sammen), viser resultatet en reduksjon på 19% (konfidensintervall [-23; -15]; test for heterogenitet: Cochrans Q = 77,02, df = 21, p = 0,000). I en trim&fill analyse er det ikke beregnet noen nye effektestimater. Dette tyder ikke på at resultatene er påvirket av publikasjonsskjevhet.

Hjelmpåbud for alle vs. kun for unge: De fleste resultatene viser at hjelmpåbud medfører statistisk signifikante reduksjoner av antall hodeskader og antall drepte syklister. Hjelmpåbud for alle syklister har større effekt enn hjelmpåbud kun for barn. Hjelmpåbud for alle har noe større effekt på voksne syklister enn på barn, men begge effektene ligger innenfor hverandres konfidensintervaller. Også hjelmpåbud kun for barn har vist seg å redusere hodeskader blant voksne, men denne effekten er ikke statistisk signifikant.

Skadegrader: Hjelmpåbudet for alle syklister har vist seg å ha større effekt på alvorlige hodeskader enn på alle hodeskader blant alle syklister. Hjelmpåbud for barn har omtrent samme effekt på alle og alvorlige hodeskader blant unge syklister. I motsetning til effektene på alle hodeskader, er effektene på alvorlige hodeskader ikke statistisk signifikante, til tross for at de er større. Dette kan skyldes at resultatene for alvorlige hodeskader er basert på langt færre syklister enn resultatene for alle hodeskader.

Tre studier har rapportert resultater både for alvorlige og for alle hodeskader (Karkhaneh et al., 2013; Kett et al., 2016; King & Fraine, 1994). Tabell 30 viser sammenlagte resultater for alle og alvorlige hodeskader basert på disse tre studiene. Det ble funnet betydelig større effekter på alvorlige hodeskader enn på alle hodeskader.

Tabell 30: Effekter av hjelmpåbud på alvorlige vs. alle hodeskader blant syklister, sammenlagte effekter basert på studier som har oppgitt resultater både for alle og for alvorlige hodeskader.

| Tiltak | Alle hodeskader | | Alvorlige hodeskader | |
|---|-----------------|------------|----------------------|------------|
| | Effekt | Usikkerhet | Effekt | Usikkerhet |
| Hjelmpåbud for alle - Hodeskader blant alle syklister | -20 | (-36; 0) | -55 | (-78; -8) |
| Hjelmpåbud for barn - Hodeskader blant barn | -6 | (-10; -1) | -33 | (-44; -20) |

Tidsperspektiv: Grant og Rutner (2004) har undersøkt kort- og langsiktige effekter av sykkelhjelmpåbud for barn i USA (alle delstatene). Resultatene viser at den langsiktige effekten er betydelig større (-16% drepte blant barn som hadde syklet) enn den kortsiktige effekten (-8%).

Egeninteresser og lobbygrupper: I mange land, især i Australia, er det stor uenighet om effekten av sykkelhjelpåbud på hodeskader og hvorvidt sykkelhjelpåbud har ført til at færre sykler. De fleste publikasjonene, især om effekter av sykkelhjelpåbud på sykkelomfang, kan ikke anses som nøytrale og objektive. Tvert imot ser de aller fleste studiene ut til å ha som formål å vise at hjelpåbud reduserer/ikke reduserer hodeskader eller at hjelpåbud er/ikke er en barriere mot sykling. Det finnes også flere konkrete eksempler på useriøs informasjonsformidling. Ett slikt eksempel er at websiden <https://www.cycle-helmets.com/> (anti-hjelpåbud) har en ukommentert link til en studie som er trukket tilbake på grunn av metodiske feil (Voukelatos & Rissel, 2010). Konklusjonen i studien er at hjelpåbud ikke har noen effekt på hodeskader, dvs. at den er i tråd med websidens formål. Ett annet eksempel er oversiktsartikkelen til Robinson (2007) som hevder at «alle studier av sykkelhjelpåbud viser at sykkelbruken har gått vesentlig ned», selv om det finnes flere studier som har funnet uendret eller til og med økt sykkelbruk (jf. avsnitt om sykkelomfang). Olivier et al. (2014) lister opp flere studier som har kommet fram til feilaktige konklusjoner om at hjelpåbud ikke virker eller virker mot sin hensikt som følge av metodiske svakheter eller feil. Også studier som konkluderer med at hjelpåbudet virker etter hensikten, kan være forutinntatte. Eksempelvis viser Walter et al. (2011) at det hadde vært uforvarlig å oppheve hjelpåbudet i Australia, men denne studien er ifølge Rissel (2012) påvirket av flere metodiske svakheter og konklusjonen derfor feil (denne påstanden blir imidlertid avvist av Walter et al., 2013).

Kontroll for trend: De fleste studiene har undersøkt effekten av hjelpåbud over tid, dvs. at andelen syklister med hodeskader (eller andelen drepte syklister) er sammenlignet før og etter at et påbud ble innført. Dersom bruken av sykkelhjelmer øker over tid uavhengig av innføringen av et påbud om å bruke sykkelhjelmer, vil effekten av påbudet være overestimert med mindre det er kontrollert for den generelle endringen av hjelmbruken (Robinson, 2001). Tabell 31 viser sammenlagte effekter av sykkelhjelpåbud med og uten kontroll for trend, kun basert på studier som har rapportert resultater både med og uten kontroll for trend (Kett et al., 2016, USA; Lee et al., 2005, USA; Macpherson et al., 2002, Canada). Resultatene i tabell 29 er basert på resultatene med kontroll for trend der slike foreligger.

Tabell 31: Effekter av hjelpåbud på alvorlige vs. alle hodeskader blant syklister, sammenlagte effekter.

| Tiltak | Med kontroll for trend | | Uten kontroll for trend | |
|--|------------------------|------------|-------------------------|------------|
| | Effekt | Usikkerhet | Effekt | Usikkerhet |
| Alle studier | | | | |
| Hjelpåbud for alle – Alle hodeskader blant alle syklister | -16 | (-35; +8) | -20 | (-28; -12) |
| Hjelpåbud for alle – Alvorlige hodeskader blant alle syklister | -31 | (-69; +56) | -34 | (-59; +5) |
| Hjelpåbud for barn – Alle hodeskader blant alle barn | -20 | (-27; -13) | -19 | (-27; -10) |
| Hjelpåbud for barn – Drepte barn | -14 | (-22; -4) | -18 | (-27; -6) |
| Studier med vs. uten kontroll for trend | | | | |
| Hjelpåbud for alle – Alle hodeskader blant alle syklister | -4 | (-54; +99) | -2 | (-45; +72) |
| Hjelpåbud for alle – Alvorlige hodeskader blant alle syklister | -31 | (-69; +56) | -27 | (-61; +34) |
| Hjelpåbud for barn – Alle hodeskader blant alle barn | -27 | (-38; -14) | -30 | (-46; -9) |

Tabell 31 viser at det ble funnet omtrent like store effekter med og uten kontroll for trend i studiene som har oppgitt resultater både med og uten kontroll for trend. Når man ser på resultatene fra alle studiene, er de fleste effektene noe mindre med enn uten kontroll for trend, men forskjellene er forholdsvis små. To av studiene har oppgitt resultater med kontroll for trend og ingen resultater uten kontroll for trend, resultatene med kontroll for trend er derfor ikke identiske mellom resultatene fra alle studiene og studiene med vs. uten kontroll for trend i tabell 31. Alt i alt tyder resultatene på at manglende kontroll for trend kan føre til at effekten av hjelmpåbud blir noe overestimert. Generelle endringer over tid kan imidlertid ikke forklare hele effekten som ble funnet av sykkelhjelmpåbud.

Antall syklist: Dersom hjelmpåbud fører til at færre sykler uten at dette er kontrollert i empiriske studier, vil effekten av påbudet være overestimert (effekten av hjelmpåbud på sykkelomfang er nærmere diskutert nedenfor). I studier som har sammenlignet andelen hodeskader med andelen andre typer skader før og etter innføringen av påbudet (de fleste studiene) er denne problemstillingen ikke relevant, med mindre de syklistene som slutter som følge av påbudet, i utgangspunktet har høyere eller lavere risiko for å få hodeskader (vs. andre skader) i en ulykke.

Dersom hjelmpåbud fører til mindre sykling, kan dette føre til at ulykkesrisikoen for den enkelte syklist øker som følge av Safety-in-Numbers (SiN) effekten (Robinson, 2006). Dette vil imidlertid påvirke alle syklistene, uavhengig av hjelmbruken. Ifølge Robinson (2006) vil en slik effekt motvirke den ønskede effekten av hjelmpåbud. Likevel ville en generell økning av ulykkesrisikoen med hjelmpåbud føre til at effektene av påbudet i empiriske studier vil være underestimert. SiN kan følgelig ikke brukes som argument for at effektene som ble funnet av hjelmpåbud i empiriske studier er overestimert.

Individuelt vs. geografisk nivå: Studiene av sykkelhjelmpåbud har enten sammenlignet hodeskader mellom syklistene med vs. uten påbud (individuelt nivå) eller mellom områder eller delstater med vs. uten påbud (geografisk nivå). Tabell 32 viser resultatene fra studier som er gjort på et individuelt vs. geografisk nivå. Alle effektene fra studier som er basert på et geografisk nivå er kun basert på ett resultat. Resultatene viser ingen systematiske forskjeller mellom resultatene fra studier på et individuelt vs. geografisk nivå. Forskjellene kan trolig i hovedsak forklares med at mange av resultatene er basert på svært få studier.

Tabell 32: Effekter av hjelmpåbud på alvorlige vs. alle hodeskader blant syklistene, sammenlagte effekter.

| Tiltak | Individuelt nivå | | Geografisk nivå | |
|--|------------------|------------|-----------------|------------|
| | Effekt | Usikkerhet | Effekt | Usikkerhet |
| Hjelmpåbud for alle – Alle hodeskader blant alle syklistene | -20 | (-28; -12) | -18 | (-38; +8) |
| Hjelmpåbud for alle – Alvorlige hodeskader blant alle syklistene | -48 | (-66; -20) | +16 | (-18; +64) |
| Hjelmpåbud for alle – Alle hodeskader blant barn | -25 | (-29; -21) | -5 | (-33; +35) |
| Hjelmpåbud for alle – Alle hodeskader blant voksne | -28 | (-42; -11) | -36 | (-59; 0) |
| Hjelmpåbud for barn – Alle hodeskader blant barn | -21 | (-31; -9) | -13 | (-19; -7) |

Korrekt bruk av hjelm: Ifølge Robinson (2006) kan et sykkelhjelmpåbud føre til at en større andel av syklistene bruker hjelmer som ikke passer eller som ikke er festet godt nok, noe som kan redusere effekten av hjelmbruken for den enkelte syklist. Dette vil likevel ikke føre til en økning av antall hodeskader.

Sykkelomfang

Resultatene fra empiriske studier tyder på at innføringen av et sykkelhjelpåbud kan føre til en nedgang av andelen som sykler, men at denne nedgangen ikke nødvendigvis er verken stor eller langvarig. Ifølge noen studier har sykkelhjelpåbud ført til at færre sykler, mens andre studier fant ingen endring eller at flere sykler. I Australia har nedgangen som ble observert umiddelbart etter innføringen av påbudet, vært kortvarig. Endringer i sykkelomfang kan være påvirket av mange andre faktorer som i de fleste studiene ikke er kontrollert for. Blant alle faktorene som påvirker valget av sykkel som transportmiddel spiller hjelpåbud kun en relativt liten rolle, mens bl.a. sykkelinfrastruktur som oppleves som trygd og som gir god framkommelighet, er langt viktigere.

Australia: Flere studier som har undersøkt effekten av innføringen av sykkelhjelpåbud i Australia, har funnet en **nedgang** av antall syklister eller sykkelreiser og disse studiene blir mye sitert som argument mot innføring av sykkelhjelpåbud. Eksempelvis har innføringen av sykkelhjelpåbud i New South Wales i 1991 ifølge Robinson (1996) ført til en stor nedgang av antall syklister, både blant voksne og blant barn. Ifølge Haworth et al. (2010) gikk andelen sykkelreiser blant alle jobbreiser ned fra 1,6% til 1,1% etter innføringen av hjelpåbudet i Queensland. En annen studie fra Australia derimot fant en nedgang i sykkelbruken etter innføringen av hjelpåbudet i Victoria kun blant barn (-36%), mens det blant voksne ble funnet en **økning** på 44% (Cameron et al., 1994).

Resultatene som viser en nedgang av sykkelomfanget etter innføringen av hjelpåbudet, kan ikke generaliseres. Resultatene har trolig sammenheng med en generell trend til mindre sykling på denne tiden og det er følgelig ikke sikkert at nedgangen skyldtes hjelpåbudet. Dessuten var effekten kun kortvarig. I senere år (etter 2000) har både antall syklister, antall solgte sykler og andelen sykkelreiser av alle reiser økt betydelig i Australia (Haworth et al., 2010; Olivier et al., 2014). Olivier et al. (2014) siterer flere andre studier fra Australia og andre land som, i motsetning til de oven nevnte, ikke har funnet noen endringer i sykkelomfanget etter innføringen av hjelpåbud. Walker (1991, Australia) fant en økning av antall syklister som ble observert før og etter innføringen av påbudet. Dette var en liten studie og resultatene kan være påvirket av forskjeller i været, men resultatene støtter uansett ikke hypotesen om at færre syklet.

Dersom hjelpåbudet i Australia hadde blitt opphevet, har Rissel og Wen (2011) estimert at 22% av befolkningen hadde syklet mer enn i dag, især personer som i dag sykler av og til. Blant dem som sykler enten mye eller aldri, ville en opphevelse av påbudet ikke ha noen stor effekt. Ifølge Olivier et al. (2014) er resultatet basert på en feil tolkning av dataene. En riktigere tolkning ville være at de aller fleste ikke ville sykle mer. I tillegg er det i studien til Rissel og Wen (2011) ikke spurt om andre faktorer som kan avskrekke fra å sykle. Det er følgelig mulig at de som sa at de ville sykle mer uten hjelpåbud, fortsatt ikke ville sykle på grunn av andre faktorer. I studien til Cycling promotion Fund (2011) er hjelpåbudet listet opp som nr. 10 blant grunnene til ikke å sykle for personer som hadde syklet i løpet av den siste måneden og som nr. 13 for personer som ikke hadde syklet i løpet av den siste måneden.

Canada: To canadiske studier fant **ingen endring** i sykkelomfanget, verken blant barn etter innføring av et hjelpåbud for barn i Ontario (Macpherson et al., 2001) eller blant barn og voksne etter innføringen av et hjelpåbud for alle syklister i Alberta og Prince Edward Island (Dennis et al., 2010).

New Zealand: Hjelmpåbudet for alle syklister i New Zealand ble innført i 1994. Fra 1989 til 1997 har antall sykkeltimer gått ned med 22% ifølge reisevaneundersøkelser (Schuffham et al., 2000). Fra 1989–1990 til 2006–2009 har det gjennomsnittlige antall sykkeltimer per person gått ned med 51% ifølge en senere spørreundersøkelse (Clarke, 2012). Hvorvidt endringene er en direkte effekt av innføringen av sykkelhjelmpåbudet eller av andre faktorer, er ikke kjent.

USA: Resultatene fra Grant og Rutner (2004) tyder ikke på noen endringer i reisevanene til barn (opptil 16 år) etter innføringen av sykkelhjelmpåbud for barn. Dette baseres på en studie av antall barn som ble drept i trafikken i alle delstatene før og etter innføringen av sykkelhjelmpåbud. En spørreundersøkelse blant high-school studenter i fem byer i ulike delstater i USA viser at andelen som sier at de har syklet i løpet av det siste året, er omtrent 5% lavere i byer med sykkelhjelmpåbud enn i byten uten (Kraemer, 2016). Det er kontrollert for generelle forskjeller mellom byene med vs. uten påbud.

Helseeffekter av sykling generelt: Noen studier har forsøkt å tallfeste den totale helseeffekten av hjelmpåbud, dvs. den samlede effekten av effekten på hodeskader og på helseeffekter som følge av effekten på sykkelomfang. Resultatene fra slike studier avhenger av beregningsforutsetningene og som vist i dette kapitlet finnes mange studier med motsetningsfulle resultater. Konklusjonene er følgelig ikke nødvendigvis helt objektive. En eldre men mye sitert britisk studie (Hillman, 1993) har anslått at de positive helseeffektene av sykling (treningseffekten) er omtrent 20 ganger større enn de negative (skaderisiko). Dette skal gjelde uten hjelm og resultatet benyttes i en rekke andre studier for å argumentere for at sykling er så sunt at en reduksjon av antall syklister som følge av et hjelmpåbud ikke trenger å være stor for å oppveie ev. positive effekter som følger av økt hjelmbruk (Clarke, 2012; De Jong, 2012; Robinson, 1996). De Jong, 2012 (Australia) har anslått at reduserte hodeskader som følge av hjelmpåbud ikke vil oppveie de negative helseeffektene av mindre sykling (treningseffekt), med mindre skaderisikoen uten hjelm er «ekstremt høy». Studien er imidlertid basert på forutsetninger som ikke nødvendigvis er objektive og generaliserbare. Newbold (2012) har reanalysert dataene og viser at hjelmpåbud under forutsetninger som gjelder i USA, totalt sett har positive helseeffekter. Et av problemene med slike beregninger er at det ikke er tatt hensyn til hvor mye syklister med og uten hjelm sykler. Det er heller ikke tatt hensyn til hvilke andre transportformer syklister som ville slutte å sykle med hjelmpåbud, ville bruke. Syklister som (på frivillig basis) bruker hjelm, sykler i gjennomsnitt mer enn de som ikke bruker hjelm. Syklister som bare sykler veldig lite uten hjelmpåbud og som ville slutte å sykle med hjelmpåbud, ville trolig ikke ha noen store negative helseeffekter av å slutte å sykle (Hagel et al., 2006). Hvis slike syklister ville gå istedenfor å sykle, kunne helseeffekten til og med være positiv.

Sykkelhjelmpåbud og bruk av sykkelhjelm

Innføring av sykkelhjelmpåbud har i mange studier vist seg å øke hjelmbruken blant syklister. Økningen er størst når hjelmbruken i utgangspunktet er lav og når det finnes sanksjoner for ikke-bruk av hjelm. Effekten på hjelmbruken blant barn er større når påbudet gjelder alle syklister enn når det kun gjelder barn.

Et stort antall studier viser at andelen syklister som bruker hjelm, øker etter innføringen av et påbud. I en oversikt over 12 studier viser Karkhaneh et al. (2006) at andelen av syklistene som bruker hjelm med påbud (i forhold til før innføringen av påbudet) i gjennomsnitt er:

- 1,9 ganger så høy (+36 prosentpoeng) blant alle syklistene når påbudet gjelder alle syklister
- 4,6 ganger så høy (+32 prosentpoeng) blant barn når påbudet kun gjelder barn.

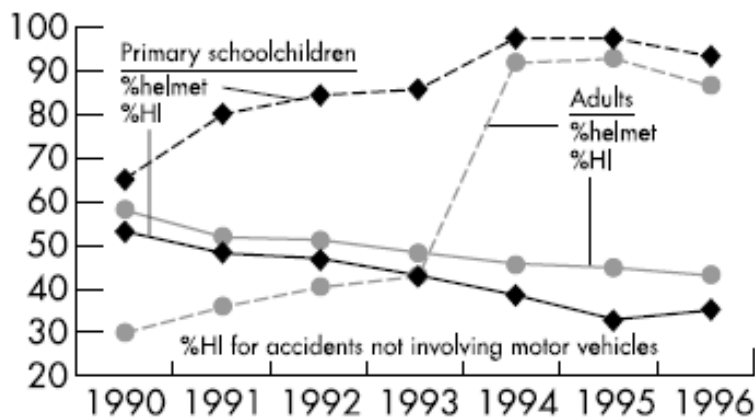
I studiene som inngår i oversikten var hjelmbruken før innføringen av påbudet i gjennomsnitt lavere blant barn (24%) enn blant alle syklistene (42%; andelene er uvektede gjennomsnitt over de enkelte studiene). Denne og andre studier (Dennis et al., 2010, Canada; King & Fraire, 1994, Australia) viser at økningen av hjelmbruken er større:

- Når hjelmbruken i utgangspunktet er lav enn når den er høy
- Når hjelmbruk er påbudt for alle syklister enn når det kun er påbudt for barn (dette gjelder hjelmbruken blant barn)
- Når syklister som ikke bruket hjelm blir bøtelagt enn når det ikke finnes sanksjoner for ikke-bruk av hjelm.

Sammenhengen mellom hjelmbruk og andelen hodeskader

Resultatene fra empiriske studier som har undersøkt sammenhengen mellom hjelmbruk og andelen skadde syklister med hodeskader, spriker. Forklaringen er trolig metodiske egenskaper ved studiene, især utvalget av syklister.

Robinson (2001) har undersøkt effekten av sykkelhjelpåbudet i New Zealand (påbudet gjelder siden 1994) på hjelmbruken og andelen hodeskader blant barn og voksne (figur 20). For barn viser figuren en nesten jevn økning av hjelmbruken over tid (med en liten «knekk» i 1994 når påbudet ble innført) og en omtrent like jevn nedgang av andelen skadde syklister som har hodeskader. For voksne syklister viser figuren en stor økning av hjelmbruken etter innføringen av påbudet, mens andelen hodeskader fortsetter den (relativt svake men jevne) nedgangen fra før 1994. Resultatene tyder ifølge Robinson (2001) ikke på at nedgangen av andelen hodeskader kan forklares av innføringen av hjelmpåbudet. Likevel viser figuren at økende hjelmbruk henger sammen med synkende andel hodeskader.



Figur 20: Endringer av hjelmbruken og andelen skadde syklister med hodeskader i New Zealand før og etter innføring av sykkelhjelpåbud i 1994 (Robinson, 2001; figur fra Jacobsen, 2003).

En annen studie fra New Zealand har ikke funnet noen sammenheng mellom andelen syklister som bruker hjelm og andelen skadde syklister som har hodeskader før innføringen av hjelmpåbudet (Scuffham & Langley, 1997). Forklaringen kan imidlertid være at utvalget at syklister er skjevt da resultatene er basert på syklister som er innlagt på sykehus.

En studie fra Australia fant en tydelig sammenheng mellom andelen syklister som bruker hjelm før og etter innføringen av påbudet og andelen med hodeskader (Cameron et al., 1994). Cameron et al. (1992) viste imidlertid at andelen med hodeskader etter innføringen av hjelmpåbudet var høyere enn man ville ha forventet ut fra sammenhengen mellom hjelmbruk og hodeskader før innføringen av påbudet. Mao. tyder resultatene på at

hjelmenes er blitt mindre effektive etter innføringen av påbudet. En mulig forklaring kan være økt feilbruk (bruk av hjelmer som ikke sitter godt eller som ikke er festet godt nok).

6.4 Virkning på framkommelighet

Det er ikke dokumentert noen virkning på framkommelighet av å bruke sykkelhjelmer, eller av et påbud om bruk av sykkelhjelmer. Hvorvidt påbud av sykkelhjelmer fører til at færre sykler, spriker mellom studiene. Påbud om bruk av sykkelhjelmer kan redusere andelen som sykler, men denne effekten er ikke nødvendigvis stor eller langvarig. Det finnes mange andre faktorer som har større effekt på sykkelomfang enn hjelmpåbud.

6.5 Virkning på miljøforhold

Sykling er en miljøvennlig transportform. Dersom tiltak for økt bruk av sykkelhjelmer medfører at syklister går over til mindre miljøvennlige transportformer, vil dette isolert sett være ugunstig for miljøet. Faktiske virkninger er ikke dokumentert.

6.6 Kostnader

Sykelhjelmer kan koste mellom 200 og flere tusen kroner. Vanlige priser for sykkelhjelmer i Norge er omkring 500-1000 kr. i 2017.

6.7 Nyttekostnadsvurderinger

Forholdet mellom nytte og kostnader ved innføringen av et sykkelhjelmpåbud er i stor grad avhengig av syklistenes risiko for å få hodeskader, sykkelhjelmb Bruken og sykkelomfang uten påbud, samt effekten av påbudet på sykkelhjelmb Bruken og sykkelomfang. Kostnadene vil i hovedsak være knyttet til administrative prosedyrer og ev. kontroll og sanksjoner for ikke-bruk av hjelmer, samt kostnadene for anskaffelse av hjelmer (for syklister som uten påbud ikke ville ha brukt hjelmer). Nyttens vil være knyttet til reduserte hodeskader, mens en negativ nyttekomponent kan være knyttet til reduserte helseeffekter av sykkelbruk, samt ev. miljøeffekter dersom noen bruker mindre miljøvennlige transportformer enn sykkel.

En eldre studie fra Australia (Hendrie et al., 1999) viser at sykkelhjelmpåbudet i Western Australia har større nytte enn kostnader. Det er imidlertid kun reduserte hodeskader som inngår i nyttekomponenten. Hvor mye større nytten er enn kostnadene avhenger i stor grad av hvilke kostnader for anskaffelse av sykkelhjelmer man legger til grunn.

En studie fra New Zealand (Taylor & Scuffham, 2002) viser at forholdet mellom nytte og kostnader for påbud av sykkelhjelmer er som følgende:

- 2,6 for barn (5-12 år)
- 0,80 for barn (13-18 år)
- 0,70 for voksne (over 18 år).

Det er dessverre ikke oppgitt hvilke prosentvise effekter på hjelmb Bruken og hodeskader som er lagt til grunn.

7 Referanser

- Aarts, L. T., Commandeur, J. J. F., Welsh, R., Niesen, S., Lerner, M., Thomas, P., . . . Davidse, R. J. (2016). Study on Serious Road Traffic Injuries in the EU. SWOV, Loughborough University, BAST. European Commission Contract no.: MOVE/C4/SER/2015- 162/SI2.714669.
- Abdel-Aty, M., Lee, C., Park, J., Wang, J., Abuzwidah, M., & Al-Arifi, S. (2014). Validation and Application of Highway Safety Manual (Part D) in Florida. Florida Department of Transportation.
- Agerholm, N., Caspersen, S., Lahrmann, H.S. (2008). Traffic safety on bicycle paths. Aalborg University, Denmark.
- Airaksinen, N., Lühthje, P., & Nurmi-Lühthje, I. (2010). Cyclist Injuries Treated in Emergency Department (ED): Consequences and Costs in South-eastern Finland in an Area of 100 000 Inhabitants. *Annals of Advances in Automotive Medicine*, 54, 267-274.
- Alrutz, D., Angenendt, W., Draeger, W., & Gündel, D. (2002). Verkehrssicherheit in Einbahnstraßen mit gegengerichtetem Radverkehr. *Straßenverkehrstechnik*, 6/2002.
- Amoros, E., Chiron, M., Martin, J.-L., & Laumon, B. (2011). Bicycle helmet wearing and the risk of head, face, and neck injury: a French case-control study based on a road trauma registry. *Injury Prevention*.
- Andersen, T., Nielsen, M. A., & Olesen, S. (2004). Cyklister i kryds. *Dansk Vejtidsrift*, Oktober 2004, 18-19.
- Andersson, A.-L., & Bunketorp, O. (2002). Cycling and alcohol. *Injury*, 33(6), 467-471.
- Angenendt, W. & Hausen, C. (1989). Zur Sicherheitswirkung von Fahrradkellen. *Forschungsberichte der Bundesanstalt für Strassenwesen 197*. Bundesanstalt für Strassenwesen (BAST), Bergisch Gladbach.
- Angenendt, W. (1991). Sicherheitsverbesserungen in Geschäftsstrassen mit Durchgangsverkehr. *Forschungsberichte der Bundesanstalt für Strassenwesen*, 244. Bundesanstalt für Strassenwesen, Bergisch-Gladbach.
- Arnold, L. S., Flannery, A., Ledbetter, L., Bills, T., Jones, M. G., Ragland, D. R., & Spautz, L. (2013). Identifying Factors that Determine Bicyclist and Pedestrian-Involved Collision Rates and Bicyclist and Pedestrian Demand at Multi-Lane Roundabouts. *Safe Transportation Research & Education Center*, University of California.
- Atkins Services. (2005). Advanced Stop Line Variations, Research Study. Report No. 503 1271. Transport for London, London.
- Attewell, R. G., Glase, K., & McFadden, M. (2001). Bicycle helmet efficacy: a meta-analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 33(3), 345-352.
- Aultman-Hall, L., & Adams, M. F. (1998). Sidewalk Bicycling Safety Issues. *Transportation Research Record*, 1636, 71-76.
- Aultman-Hall, L., & Hall, F. L. (1998). Ottawa-Carleton commuter cyclist on-and off-road incident rates. *Accident Analysis & Prevention*, 30(1), 29-43.
- Aultman-Hall, L., & Kaltenecker, M. G. (1999). Toronto bicycle commuter safety rates. *Accident Analysis & Prevention*, 31(6), 675-686.

- Bahrololoom, S., Moridpour, S., & Tay, R. (2016). Factors affecting bicycle fatal and serious injury crashes in Victoria, Australia. Paper presented at the The 38th Australasian Transport Research Forum.
- Balk, S. A., Tyrrell, R. A., Brooks, J. O., & Carpenter, T. L. (2008). Highlighting human form and motion information enhances the conspicuity of pedestrians at night. *Perception*, 37, 1276–1284.
- Bambach, M. R., Mitchell, R. J., Grzebieta, R. H., & Olivier, J. (2013). The effectiveness of helmets in bicycle collisions with motor vehicles: A case–control study. *Accident Analysis & Prevention*, 53, 78–88.
- Baptista, P., Pina, A., Duarte, G., Rolim, C., Pereira, G., Silva, C., & Farias, T. (2015). From on-road trial evaluation of electric and conventional bicycles to comparison with other urban transport modes: Case study in the city of Lisbon, Portugal. *Energy Conversion and Management*, 92, 10–18.
- Basch, C. H., Ethan, D., Zybert, P., Afzaal, S., Spillane, M., & Basch, C. E. (2015). Public bike sharing in New York City: helmet use behavior patterns at 25 Citi Bike™ stations. *Journal of community health*, 40(3), 530–533.
- Beck, B., Stevenson, M., Newstead, S., Cameron, P., Judson, R., Edwards, E. R., . . . Gabbe, B. (2016). Cycling crash characteristics: An in-depth crash investigation study. *Accident Analysis & Prevention*, 96(Supplement C), 219–227.
- Beck, R. F. (2004). Mountain bicycle acceleration and braking factors. Proceedings of the Canadian Multidisciplinary Road Safety Conference XIV; June 27–30, 2004; Ottawa, Ontario:
- Bergenstal, J., Davis, S. M., Sikora, R., Paulson, D., & Whiteman, C. (2012). Pediatric bicycle injury prevention and the effect of helmet use: the West Virginia experience. *West Virginia Medical Journal*, 108(3), 78–81.
- Berggrein, B., & Bach, U. (2007). Uheldsevaluering af cykelsymboler og harlekinmønster. *Dansk Vejtidsrift*, April 2007, 40–41.
- Bergström, A. & Magnusson, R. (2002). Potential of transferring car trips to bicycle during winter. *Transportation Research – Part A*, vol. 37 (2003) 649–666.
- Bergström, A. (2003). More Effective Winter Maintenance Method for Cycleways. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1824, Highway Maintenance Safety, Support, and Services, Maintenance, Paper No. 03-2061. Transportation Research Board. Washington.
- Beynon, C., Wyke, S., Jarman, I., Robinson, M., Mason, J., Murphy, K., . . . Perkins, C. (2011). The cost of emergency hospital admissions for falls on snow and ice in England during winter 2009/10: a cross sectional analysis. *Environmental Health*, 10(1), 1–7.
- bfu. (2015). Status 2015: Statistik der Nichtberufsunfälle und des Sicherheitsniveaus in der Schweiz. bfu - Beratungsstelle für Unfallverhütung.
- Biegler, P., Newstead, S., Johnson, M., Taylor, J., Mitra, B., & Bullen, S. (2012). Monash Alfred Cyclist Crash Study (MACCS). Report No. 311. MONASH University Accident Research Centre: Victoria, Australia.
- Bíl, M., Bílová, M., & Müller, I. (2010). Critical factors in fatal collisions of adult cyclists with automobiles. *Accident Analysis & Prevention*, 42(6), 1632–1636.
- Bjørnskau, T. (2005). Sykkelulykker. TØI Rapport 793/2005. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Bjørnskau, T. (2007). Spillet om gangfeltet - 6 år etter. *Samferdsel* (4), 22–23.
- Bjørnskau, T. (2008). Risiko i trafikken 2005–2007. TØI Rapport 986/2008. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Bjørnskau, T. (2011). Risiko i vegtrafikken 2009–2011. TØI-Rapport 1164/2011. Oslo: Transportøkonomisk institutt.

- Bjørnskau, T., Fyhri, A. & Sørensen, M.W.J. (2012). Sykling mot enveiskjøring. Effekter av å tillate toveis sykling i enveisregulerte gater i Oslo. TØI-Rapport 1237/2012. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Bjørnskau, T. (2015). Risiko i vegtrafikken 2013-2014. TØI-Rapport 1448/2015. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Bjørnskau, T., Sørensen, M.W.J., Amundsen A.H. (2012). Samspillet mellom syklister og bilister. Hva er problemene og kan de løses med informasjon? TØI-rapport 1230/2012. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Bjørnskau, T., Sundfør, H.B. & Sørensen, M.W.J. (2016). Evaluering av "Shared space"-områder i Norge. TØI Rapport 1511/2016. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Bjørnskau, T., Hagen, O.H., Johansson, O.J. (2017). Sykling i gågater. Trafikkomfang, samhandling og konflikter mellom syklister og fotgjengere i Torggata og Brugata i Oslo. TØI-rapport 1581/2017. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Bonander, C., Nilson, F., & Andersson, R. (2014). The effect of the Swedish bicycle helmet law for children: An interrupted time series study. *Journal of Safety Research*, 51, 15-22.
- Borger, A. (1991). Underrapportering av trafikkulykker. TØI-notat 975. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Borglund, S. T., Hayes, J. S., & Eckes, J. M. (1999). Florida's bicycle helmet law and a bicycle safety educational program: Did they help? *Journal of Emergency Nursing*, 25(6), 496-500.
- Boufous, S., de Rome, L., Senserrick, T., & Ivers, R. (2012). Risk factors for severe injury in cyclists involved in traffic crashes in Victoria, Australia. *Accident Analysis & Prevention*, 49, 404-409.
- Boufous, S., de Rome, L., Senserrick, T., & Ivers, R. Q. (2013). Single-versus multi-vehicle bicycle road crashes in Victoria, Australia. *Injury Prevention*, 19(5), 358-362.
- Brady, J., Loskorn, J., & Mills, A. (2011). Effects of shared lane markings on bicyclist and motorist behavior. Institute of Transportation Engineers. *ITE Journal*, 81(8), 33.
- Brady, J., Mills, A., Loskorn, J., Duthie, J., Machemehl, R., Beaudet, A., . . . Fialkoff, J. (2010). Effects of Colored Lane Markings on Bicyclist and Motorist Behavior at Conflict Areas. The City of Austin Bicycle Team.
- Bromell, R. J., & Geddis, D. C. (2017). Child cyclists: A study of factors affecting their safety. *Journal of Pediatric and Child Health*, 53, 145-148.
- Brüde, U. & J. Larsson. (1999). Trafiksäkerhet i cirkulationsplatser avseende motorfordon. VII meddelande 865. Väg- och Transportforskningsinstitutet, Linköping.
- Buch, T.S. (2014). Trafiksikkerhed i kryds med dobbeltrettede cykelstier. Trafikdage på Aalborg Universitet, www.trafikdage.dk/artikelarkiv.
- Buch, T.S. & Jensen, S.U. (2013). Trafiksikkerhed i kryds med dobbeltrettede cykelstier. Trafitec rapport.
- Buckley, A., & Wilke, A. (2000). Cycle Lane Performance: Road Safety Effects. Paper presented at the New Zealand Cycling Symposium.
- Cameron, M.H., Vulcan, A.P., Finch, C.F. & Newstead, S.V. (1994). Mandatory bicycle helmet use following a decade of helmet promotion in Victoria, Australia - an evaluation. *Accident Analysis and Prevention*, 26, 325-337.
- Campbell, D., Jurisich, I., & Dunn, R. (2006). Improved Multi-lane Roundabout Designs for Cyclists. Land Transport New Zealand Research Report 287.
- Carlin, J. B., Taylor, P., & Nolan, T. (1998). School based bicycle safety education and bicycle injuries in children: a case-control study. *Injury Prevention*, 4, 22-27.

- Carr, D. J., Cameron, M. H., & Skalova, M. (1995). Evaluation of the bicycle helmet wearing law in Victoria during its first four years (Vol. 76): Monash University, Accident Research Centre.
- Castle, S. L., Burke, R. V., Arbogast, H., & Upperman, J. S. (2012). Bicycle Helmet Legislation and Injury Patterns in Trauma Patients Under Age 181. *Journal of Surgical Research*, 173(2), 327-331.
- Celis, P. (1999). Sikkerhed for cyklister i kryds. Afgangsprøje ved Aalborg Universitet, Institut for samfundsudvikling og Planlægning, Aalborg.
- Chen, L., Chen, C., Srinivasan, R., McKnight, C. E., Ewing, R., & Roe, M. (2012). Evaluating the Safety Effects of Bicycle Lanes in New York City. *American Journal of Public Health*, 102(6), 1120-1127.
- Chen, P., & Shen, Q. (2016). Built environment effects on cyclist injury severity in automobile-involved bicycle crashes. *Accident Analysis & Prevention*, 86, 239-246.
- Churches, T. (2013). The benefits of reproducible research: a public health example. <https://github.com/timchurches/meta-analyses/blob/master/benefits-of-reproducible-research/benefits-of-reproducible-research.md> (last accessed 30.10.2017).
- Clark, A., & Nilsson, A. (2014). Trafiksäkerhetsaspekter av ökad användning av elcyklar i Sverige. Rapport 2014:50. Lund: Trivector Traffic.
- Clarke, C. F. (2012). Evaluation of New Zealand's bicycle helmet law. *The New Zealand Medical Journal (Online)*, 125(1349).
- COWI. (2015). Evaluering av sykkelfelt. Rapport. Trondheim: COWI.
- Cripton, P. A., Shen, H., Brubacher, J. R., Chipman, M., Friedman, S. M., Harris, M. A., . . . Teschke, K. (2015). Severity of urban cycling injuries and the relationship with personal, trip, route and crash characteristics: analyses using four severity metrics. *BMJ Open*, 5(1).
- Crocker, P., King, B., Cooper, H., & Milling, T. J. (2012). Self-reported Alcohol Use Is an Independent Risk Factor for Head and Brain Injury among Cyclists but Does Not Confound Helmets' Protective Effect. *The Journal of Emergency Medicine*, 43(2), 244-250.
- Crocker, P., Zad, O., Milling, T., & Lawson, K. A. (2010). Alcohol, bicycling, and head and brain injury: a study of impaired cyclists' riding patterns R1. *The American Journal of Emergency Medicine*, 28(1), 68-72.
- Cumming, B. (2012). A bicycle friendly roundabout: Designing to direct cyclists to ride where drivers look. Paper presented at the Proceedings of the fourth Australian Cycling Conference.
- Cupina, E. (2015). Analysis and improvement recommendations for winter maintenance on bike paths. Masters Thesis 2015:142. Gothenburg: Department of Civil and Environmental Engineering. Chalmers University of Technology.
- Curnow, W. J. (2003). The efficacy of bicycle helmets against brain injury. *Accident Analysis & Prevention*, 35(2), 287-292.
- Cycling promotion Fund (2011). Riding a bike for transport. 2011 Survey findings. Cycling Promotion Fund and Heart Foundation.
- Daniels, S., Brijs, T., Nuyts, E., & Wets, G. (2009). Injury crashes with bicyclists at roundabouts: influence of some location characteristics and the design of cycle facilities. *Journal of Safety Research*, 40(2), 141-8.
- Daniels, S., Brijs, T., Nuyts, E., & Wets, G. (2011). Extended prediction models for crashes at roundabouts. *Safety Science*, 49(2), 198-207.

- Daniels, S., Nuyts, E., & Wets, G. (2008). The effects of roundabouts on traffic safety for bicyclists: An observational study. *Accident Analysis & Prevention*, 40(2), 518-526.
- Davis, A. (2010). *Value for Money: An Economic Assessment of Investment in Walking and Cycling*. Government Office for the South West. Department of Health.
- De Brabander, B., & Vereeck, L. (2007). Safety effects of roundabouts in Flanders: Signal type, speed limits and vulnerable road users. *Accident Analysis & Prevention*, 39(3), 591-599.
- De Goede, M., Fyhri, A., Laureshyn, A., & Bjørnskau, T. (2014). Exploring the mechanisms behind the safety in numbers effect: a behavioural analysis of interactions between cyclists and car drivers in Norway and Denmark Conference paper. Paper presented at the International Cycling Safety Conference.
- De Hartog, J. J., Boogaard, H., Nijland, H. & Hoek, G. (2010). Do the health benefits of cycling outweigh the risks? *Environmental health perspectives*, 1109-1116.
- De Jong, P. (2012). The health impact of mandatory bicycle helmet laws. *Risk Analysis*, 32(5), 782-790.
- De Rome, L., Boufous, S., Georgeson, T., Senserrick, T., Richardson, D., & Ivers, R. (2013). Bicycle Crashes in Different Riding Environments in the Australian Capital Territory. *Traffic Injury Prevention*, 15(1), 81-88.
- Deenihan, G. & Caulfield, B. (2014). Estimating the health economic benefits of cycling. *Journal of Transport & Health*, 1(2), 141-149.
- Dennis, J., Potter, B., Ramsay, T., & Zarychanski, R. (2010). The effects of provincial bicycle helmet legislation on helmet use and bicycle ridership in Canada. *Injury Prevention*, 16(4), 219-224.
- Dennis, J., Ramsay, T., Turgeon, A. F., & Zarychanski, R. (2013). Helmet legislation and admissions to hospital for cycling related head injuries in Canadian provinces and territories: interrupted time series analysis. *BMJ : British Medical Journal*, 346.
- Deunk, J., Harmsen, A. M., Schonhuth, C. P., & Bloemers, F. W. (2014). Injuries Due to Wedging of Bicycle Wheels in On-road Tram Tracks. *Archives of Trauma Research*, 3(4), 1-3.
- DfT. (2014). *Reported Road Casualties Great Britain: 2013 Annual Report – Focus on Pedal Cyclists*. London: Department for Transport.
- DiGuiseppe, C. G., Rivara, F. P., & Koepsell, T. D. (1989). Bicycle helmet use by children. Evaluation of a community-wide helmet campaign. *JAMA*, 262, 2256-2261.
- Dijkstra, A. (2005). *Rotondes met vrijliggende fietspaden ook veilig voor fietsers*. R-2004-14. SWOV, Leidschendam.
- Dill, J., Monsere, C. M., & McNeil, N. (2012). Evaluation of bike boxes at signalized intersections. *Accident Analysis & Prevention*, 44(1), 126-134.
- Dinh, M. M., Curtis, K., & Ivers, R. (2013). The effectiveness of helmets in reducing head injuries and hospital treatment costs: A multicentre study. *Med J Aust*, 198, 415-417.
- Dinh, M. M., Kastelein, C., Hopkins, R., Royle, T. J., Bein, K. J., Chalkley, D. R., & Ivers, R. (2015). Mechanisms, injuries and helmet use in cyclists presenting to an inner city emergency department. *Emergency Medicine Australasia*, 27(4), 323-327.
- Dinh, M. M., Roncal, S., Green, T. C., Leonard, E., Stack, A., Byrne, C., & Petchell, J. (2010). Trends in head injuries and helmet use in cyclists at an inner-city major trauma centre, 1991–2010. *Medical journal of Australia*, 193(10), 619-620.
- Doherty, S. T., Aultman-Hall, L., & Swaynos, J. (2000). Commuter cyclist accident patterns in Toronto and Ottawa. *Journal of Transportation Engineering*, 126(1), 21-26.

- Doom, R., & Derweduwen, P. (2005). Optimalisatie van de verkeersongevallen-statistieken. Research contracts CP/02/392, CP/F1/391 (final report) for BRSI,CDO and Belgian Science Policy.
- Dozza, M., & Werneke, J. (2014). Introducing naturalistic cycling data: What factors influence bicyclists' safety in the real world? *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 24, 83-91.
- Dupriez, B. (2009). Contraflow cycling in Belgium and the Brussels Region. *Velo-City* 2009.
- Duthie, J., Brady, J. F., Mills, A. F., & Machemehl, R. B. (2010). Effects of on-street bicycle facility configuration on bicyclist and motorist behavior. *Transportation Research Record*, 2190, 37-44.
- ECF (2012). Requirements on Lighting (Light Intensity) and Reflectors of Bicycles. European Cyclists Federation. <https://www.anec.eu/attachments/ANEC-R&T-2012-TRAF-002.pdf> (last accessed 30.10.2017).
- Ekström, C., & Linder, A. (2017). Fatally injured cyclists in Sweden 2005–2015. VTI notat 5A-2017. Linköping: VTI.
- Elvik, R. (2009). The non-linearity of risk and the promotion of environmentally sustainable transport. *Accident Analysis & Prevention*, 41(4), 849-855.
- Elvik, R. (2013). Corrigendum to: "Publication bias and time-trend bias in meta-analysis of bicycle helmet efficacy: A re-analysis of Attewell, Glase and McFadden, 2001" [*Accid. Anal. Prev.* 43 (2011) 1245–1251]. *Accident Analysis & Prevention*, 60, 245-253.
- Elvik, R. (2017). Exploring factors influencing the strength of the safety-in-numbers effect. *Accident Analysis and Prevention*, 1000, 75-84.
- Elvik, R., & Bjørnskau, T. (2017). Safety-in-numbers: A systematic review and meta-analysis of evidence. *Safety Science*, 92(Supplement C), 274-282.
- Elvik, R., & Sundfør, H. B. (2017). How can cyclist injuries be included in health impact economic assessments? *Journal of Transport & Health*, 6, 29-39.
- Elvik, R., Høy, A., Vaa, T., & Sørensen, M. (2009). *The handbook of road safety measures*. Bingley, UK: Emerald.
- Elvik, R., Mysen, A. B., & Vaa, T. (1997). *Trafikksikkerhetshåndboken*. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Erke, A., & Sørensen, M. (2008). Inntrukken kantlinje utenfor tettbygd strøk: Tiltak for syklistar og gående? TØI Rapport 961/2008. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Farley, W. R. (2014). *An Analysis of Bicycle-Vehicle Interactions at Signalized Intersections with Bicycle Boxes*. Dissertations and Theses. Paper 1618. http://pdxscholar.library.pdx.edu/open_access_etds/1618.
- Fietsberaad. (2013). Feiten over de elektrische fiets. Utrecht: Fietsberaadpublicatie 24. fietsers op rotondes met fietspaden; Een studie naar de meest geschikte
- Finvers, K. A., Strother, R. T., & Mohtadi, N. (1996). The effect of bicycling helmets in preventing significant bicycle-related injuries in children. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 6(2), 102-107.
- Fischer, C. M., Sanchez, C. E., Pittman, M., Milzman, D., Volz, K. A., Huang, H., & Sanchez, L. (2012). Prevalence of bicycle helmet use by users of public bike share programs. *Annals of Emergency Medicine*, 60(2), 228-231.
- Fishman, E., & Schepers, P. (2016). Global bike share: What the data tells us about road safety. *Journal of Safety Research*, 56, 41-45.
- Fishman, E., Washington, S., & Haworth, N. (2013). Bike Share: A Synthesis of the Literature. *Transport Reviews*, 33(2), 148-165.

- Flügel, S., Fyhri, A., Hulleberg, N., Weber, C., & Ævarsson, G. (2016). Så fort sykler folk i Oslo. Samferdsel, <https://samferdsel.toi.no/sykel/sa-fort-sykler-folk-i-oslo-article33490-1430.html>.
- Fosser, S. (1986). Bremsforsøk med barnesykler. TØI-notat 767. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Fotios, S. & Castleton, H.F. (2015). Lighting for cycling in the UK - A review. *Lighting Res. Technol.* 2015; 0: 1–15
- Fowler, M., & Koorey, G. (2006). The Effects of the Pages Road Cycle Lane on Cyclist Safety and Traffic Flow Operations.
- Fuller, D., Gauvin, L., Morency, P., Kestens, Y., & Drouin, L. (2013). The impact of implementing a public bicycle share program on the likelihood of collisions and near misses in Montreal, Canada. *Preventive Medicine*, 57(6), 920-924.
- Furth, P. G., & Dulaski, D. M. (2010). More Than Sharrows: Lane-Within-A-Lane Bicycle Priority Treatments in Three US Cities. Paper presented at the Transportation Research Board 2011 annual meeting, Washington, DC.
- Furth, P. G., Dulaski, D. M., Bergenthal, D., & Brown, S. (2010). More Than Sharrows: Lane-Within-A-Lane Bicycle Priority Treatments in Three US Cities. Paper presented at the Transportation Research Board 2011 annual meeting, Washington, DC.
- Fyhri, A., & Phillips, R. O. (2013). Emotional reactions to cycle helmet use. *Accident Analysis & Prevention*, 50, 59-63.
- Fyhri, A., Bjørnskau, T., & Sørensen, M. W. J. (2012). Krig og fred - En spørreundersøkelse om samspill og konflikter mellom biler og sykler. TØI-Rapport 1246/2012. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Fyhri, A., Bjørnskau, T., Laureshyn, A., Sundfør, H. B., & Ingebrigtsen, R. (2016). Safety in Numbers - uncovering the mechanisms of interplay in urban transport. TØI-rapport 1466/2016. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Gamble, T., & Walker, I. (2016). Wearing a bicycle helmet can increase risk taking and sensation seeking in adults. *Psychological science*, 27(2), 289-294.
- Gårder, P., Leden, L., & Pulkkinen, U. (1998). Measuring the Safety Effect of Raised Bicycle Crossings Using a New Research Methodology. *Transportation Research Record*, 1636, 64-70.
- Goodman, A., Green, J., & Woodcock, J. (2013). The role of bicycle sharing systems in normalising the image of cycling: An observational study of London cyclists. *Journal of Transport Health*, 1(1), 5-8.
- Gotschi, T. (2011). Costs and benefits of bicycling investments in Portland, Oregon. *Journal of Physical Activity and Health*, 8(s1), S49-S58.
- Grant, D., & Rutner, S. M. (2004). The effect of bicycle helmet legislation on bicycling fatalities. *Journal of policy analysis and Management*, 23(3), 595-611.
- Graser, A., Aleksa, M., Straub, M., Saleh, P., Wittmann, S., & Lenz, G. (2014). Safety of urban cycling: A study on perceived and actual dangers. Paper presented at the Transport Research Arena (TRA) 5th Conference: Transport Solutions from Research to Deployment.
- Graves, J. M., Pless, B., Moore, L., Nathens, A. B., Hunte, G., & Rivara, F. P. (2014). Public Bicycle Share Programs and Head Injuries. *American Journal of Public Health*, 104(8), e106-e111.
- Griffith, D. M., & MacKellar, A. (1988). Bicycle-spoke and "doubling" injuries. *Med J Aust*, 149(11-12), 618-619.
- Gulack, B. C., Englum, B. R., Rialon, K. L., Talbot, L. J., Keenan, J. E., Rice, H. E., . . . Adibe, O. O. (2015). Inequalities in the use of helmets by race and payer status among pediatric cyclists. *Surgery*, 158(2), 556-561.

- Hagel, B. E., & Barry Pless, I. (2006). A critical examination of arguments against bicycle helmet use and legislation. *Accident Analysis & Prevention*, 38(2), 277-278.
- Hagel, B.E., Macpherson, A., Rivara, F.P., & Pless, B. (2006). Arguments against helmet legislation are flawed. *BMJ*, 332(7543), 725-726.
- Hagel, B. E., Lamy, A., Rizkallah, J. W., Belton, K. L., Jhangri, G. S., Cherry, N., & Rowe, B. H. (2007). The prevalence and reliability of visibility aid and other risk factor data for uninjured cyclists and pedestrians in Edmonton, Alberta, Canada. *Accident Analysis & Prevention*, 39(2), 284-289.
- Hagel, B. E., Romanow, N. T. R., Morgunov, N., Embree, T., Couperthwaite, A. B., Voaklander, D., & Rowe, B. H. (2014). The relationship between visibility aid use and motor vehicle related injuries among bicyclists presenting to emergency departments. *Accident Analysis & Prevention*, 65, 85-96.
- Hallett, I., Luskin, D., & Machemehl, R. (2007). Evaluation of On-Street Bicycle Facilities Added to Existing Roadways. Report FHWA/TXDOT-06/0-5157-1. Center for Transportation Research, The University of Texas at Austin, TX.
- Hamann, C., & Peek-Asa, C. (2013). On-road bicycle facilities and bicycle crashes in Iowa, 2007–2010. *Accident Analysis & Prevention*, 56, 103-109.
- Hansen, K. S. d., Engesæter, L. B., & Viste, A. (2003). Protective Effect of Different Types of Bicycle Helmets. *Traffic Injury Prevention*, 4(4), 285-290.
- Harada, M. Y., Gangi, A., Ko, A., Liou, D. Z., Barmparas, G., Li, T., . . . Ley, E. J. (2015). Bicycle trauma and alcohol intoxication. *International Journal of Surgery*, 24, Part A, 14-19.
- Harris, M. A., Reynolds, C. C. O., Winters, M., Crompton, P. A., Shen, H., Chipman, M. L., . . . Teschke, K. (2013). Comparing the Effects of Infrastructure on Bicycling Injury at Intersections and Non-Intersections Using a Case-Crossover Design. *Injury Prevention*, 19(5), 303-310.
- Hatfield, J., & Prabhakaran, P. (2016). An investigation of behaviour and attitudes relevant to the user safety of pedestrian/cyclist shared paths. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 40, 35-47.
- Haugberg, Tonje (2009). Kartlegging av sykkelvaner i Oslo og omkringliggende kommuner. Opinion gjennomført for Statens vegvesen. april 2009.
- Hausotter, W., 2000. Fahrradunfälle mit und ohne Fahrradhelm. *Versicherungsmedizin* 52, 28–32.
- Haworth, N., & Schramm, A. (2014). The safety of bicycles being overtaken by cars: what do we know and what do we need to know? Paper presented at the Proceedings of the 2014 Australasian Road Safety Research, Policing & Education Conference.
- Haworth, N., Schramm, A., King, M., & Steinhardt, D. (2010). Bicycle Helmet Research CARRS-Q Monograph 5, Brisbane, Australia, QUT, CARRS-L.
- Heesch, K. C., Garrard, J., & Sahlqvist, S. (2011). Incidence, severity and correlates of bicycling injuries in a sample of cyclists in Queensland, Australia. *Accident Analysis & Prevention*, 43(6), 2085-2092.
- Helak, K., Jehle, D., McNabb, D., Battisti, A., Sanford, S., & Lark, M. C. (2017). Factors influencing injury severity of bicyclists involved in crashes with motor vehicles: bike lanes, alcohol, lighting, speed, and helmet use. *Southern Medical Journal*, 110(7), 441-444.
- Helbo, J., & Jensen, S. U. (2014). Viden om elcykler. Trafitec.
- Hels, T., & Orozova-Bekkevold, I. (2007). The effect of roundabout design features on cyclist accident rate. *Accident Analysis & Prevention*, 39(2), 300-307.

- Hendrie, D., Legge, M., Rosman, D., Kirov, C., & Ryan, T. (1999). An economic evaluation of the mandatory bicycle helmet legislation in Western Australia. 1999 Insurance Commission of Western Australia Conference on Road Safety (Perth ed., Vol. 1, pp. 29). Perth: Insurance Commission of Western Australia.
- Heng, K. W. J., Lee, A. H. P., Zhu, S., Tham, K. Y., & Seow, E. (2006). Helmet use and bicycle-related trauma in patients presenting to an acute hospital in Singapore. *Singapore Medical Journal*, 47(5), 367-372.
- Herby, J., & Friis, A. (2013). Samfunnsøkonomiske analyser af cykelsuperstierne. Proceedings from the Annual Transport Conference at Aalborg University.
- Herslund, M.-B., & Jørgensen, N. O. (2003). Looked-but-failed-to-see-errors in traffic. *Accident Analysis & Prevention*, 35(6), 885-891.
- Hesjevoll, I. S., & Fyhri, A. (2017). Trafikksikkerhetstilstanden 2016 - Befolkningens kunnskaper, atferd og holdninger. TØI-rapport 1573/2017. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Hesjevoll, I. S., & Ingebrigtsen, R. (2016). Bygg, så sykler de kanskje: En litteraturstudie av betydningen av separering, sammenheng og trygghet for sykling. TØI-rapport 1499/2016. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Hillman, M. (1992). *Cycling: Towards health and safety. A Report for the British Medical Association*. Oxford, UK: Oxford University Press
- Hiselius, L. W., & Svensson, Å. (2014). Could the increased use of ebikes (pedelecs) in Sweden contribute to a more sustainable transport system. Paper presented at the The 9th International Conference on Environmental Engineering. Vilnius Gediminas Technical University Press.
- Hjort, M., & Niska, A. (2015). Kan dubbdäck på cykeln minska singelolyckorna? Friktionstester av cykeldäck i VTI:s stationära däckprovingsanläggning. VTI rapport 862. Linköping: VTI.
- Hjorthol, R., Engebretsen, Ø., & Uteng, T. P. (2014). Den nasjonale reisevaneundersøkelsen 2013/14 - nøkkelrapport. TØI-Rapport 1383/2014. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Hollingworth, M. A., Harper, A. J. L., & Hamer, M. (2015). Risk factors for cycling accident related injury: The UK Cycling for Health Survey. *Journal of Transport & Health*, 2(2), 189-194.
- Hooten, K. G., & Murad, G. J. (2014). Helmet use and cervical spine injury: a review of motorcycle, moped, and bicycle accidents at a level 1 trauma center. *Journal of Neurotrauma*, 31(15), 1329-1333.
- Horswill, M. S., & Plooy, A. M. (2008). Reducing contrast makes speeds in a video-based driving simulator harder to discriminate as well as making them appear slower. *Perception*, 37, 1269-1275.
- Høy, A. & Hesjevoll, I. S. (2016). Synlige syklist - Bruk av sykkellys i Norge og effekt på ulykker. TØI-rapport 1478/2016. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Høy, A. (2016). Temaanalyse av dødsulykker på motorsykkel 2005-2014. TØI-Rapport 1510/2016. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Høy, A., Sørensen, M.W.J. & De Jong, T. (2015). Separate sykkelanlegg i by. Effekter på sikkerhet, framkommelighet, trygghetsfølelse og transportmiddelvalg. TØI-rapport 1447/2016. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Hunter, W. W., & Stewart, J. R. (1999). *An Evaluation of Bike Lanes Adjacent to Motor Vehicle Parking*. Tallahassee: Florida Department of Transportation.
- Hunter, W. W., Srinivasan, R., & Martell, C. A. (2008). *Evaluation of a Green Bike Lane Weaving Area in St. Petersburg, Florida*. Florida Department of Transportation.

- Hunter, W. W., Srinivasan, R., Thomas, L., Martell, C. A., & Seiderman, C. B. (2011). Evaluation of shared lane markings in Cambridge, Massachusetts. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2247(1), 72-80.
- Hunter, W., Feaganes, J., & Srinivasan, R. (2005). Conversions of Wide Curb Lanes: The Effect on Bicycle and Motor Vehicle Interactions. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1939, 37-44.
- Hunter, W., Harkey, D., Stewart, J., & Birk, M. (2000). Evaluation of blue bike-lane treatment in Portland, Oregon. *Transportation Research Record*(1705), 107-115.
- Hynd, D., Cuerden, R. W., Reid, S., & Adams, S. (2011). The potential for cycle helmets to prevent injury - A review of the evidence. *TRL published project reports*, 2011(PPR446), 1-118.
- Hynd, D., Cuerden, R., Ried, S., Adams, S. (2009). The potential for cycle helmets to prevent injury: a review of the evidence. *Transport Research Laboratory (UK) Published Project Report 446*.
- Isaksson-Hellman, I., & Werneke, J. (2017). Detailed description of bicycle and passenger car collisions based on insurance claims. *Safety Science*, 92, 330-337.
- Jacobson, G. A., Blizzard, L., & Dwyer, T. (1998). Bicycle injuries: road trauma is not the only concern. *Australian and New Zealand journal of public health*, 22(4), 451-455.
- Jensen, S. (2007). Bicycle tracks and lanes: a before-and-after study bicycle tracks and lanes: a before-after study. *Transportation Research Record*, TRB, National Research Council, Washington, DC.
- Jensen, S. (2013). Safety effects of converting intersections to roundabouts. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*(2389), 22-29.
- Jensen, S. U. (2002). Mere sikker på cykel i Randers. Notat 5. Danmarks Transport Forskning.
- Jensen, S. U. (2006). Svendborg sikker cykelby. Lyngby, Danmark: Trafitec.
- Jensen, S. U., & Nielsen, M. A. (1999). Sikkerhedseffekter af nye vejudformninger for cyklister. Notat nr. 63, Vejdirektoratet.
- Jensen, S.U. (2008). Safety effects of blue cycle crossings: A before-after study. *Accident Analysis and Prevention* 40, 742-750.
- Ji, M., Gilchick, R. A., & Bender, S. J. (2006). Trends in helmet use and head injuries in San Diego County: The effect of bicycle helmet legislation. *Accident Analysis & Prevention*, 38(1), 128-134.
- Johnson, M., Charlton, J., Oxley, J., & Newstead, S. (2010). Naturalistic cycling study: identifying risk factors for on-road commuter cyclists. Paper presented at the *Annals of Advances in Automotive Medicine/Annual Scientific Conference*.
- Johnson, M., Chong, D., Carroll, J., Katz, R., Oxley, J., & Charlton, J. (2014). Naturalistic cycling study: identifying risk factors for cyclists in the Australian Capital Territory.
- Johnson, M., Newstead, S., Oxley, J., & Charlton, J. (2013). Cyclists and open vehicle doors: Crash characteristics and risk factors. *Safety Science*, 59, 135-140.
- Jordan, G., & Leso, L. (2000). Power of the Line: Shared-Use Path Conflict Reduction. *Transportation Research Record*, 1705, 16-19.
- Joseph, B., Azim, A., Haider, A. A., Kulvatunyou, N., O'Keeffe, T., Hassan, A., . . . Rhee, P. (2016). Bicycle helmets work when it matters the most. *The American Journal of Surgery*.
- Juhra, C., Wieskötter, B., Chu, K., Trost, L., Weiss, U., Messerschmidt, M., . . . Raschke, M. (2012). Bicycle accidents – Do we only see the tip of the iceberg?: A prospective multi-centre study in a large German city combining medical and police data. *Injury*, 43(12), 2026-2034.

- Kaplan, S., & Prato, C. G. (2013). Cyclist–Motorist Crash Patterns in Denmark: A Latent Class Clustering Approach. *Traffic Injury Prevention*, 14(7), 725-733.
- Kaplan, S., & Giacomo Prato, C. (2015). A Spatial Analysis of Land Use and Network Effects on Frequency and Severity of Cyclist–Motorist Crashes in the Copenhagen Region. *Traffic Injury Prevention*, 1-8.
- Karkhaneh, M., Kalenga, J.-C., Hagel, B. E., & Rowe, B. (2006). Effectiveness of bicycle helmet legislation to increase helmet use: a systematic review. *Injury Prevention*, 12(2), 76-82.
- Karkhaneh, M., Rowe, B. H., Saunders, L. D., Voaklander, D. C., & Hagel, B. E. (2013). Trends in head injuries associated with mandatory bicycle helmet legislation targeting children and adolescents. *Accident Analysis & Prevention*, 59, 206-212.
- Kaushik, R., Krisch, I. M., Schroeder, D. R., Flick, R., & Nemergut, M. E. (2015). Pediatric bicycle-related head injuries: a population-based study in a county without a helmet law. *Injury Epidemiology*, 2(1), 1.
- Kett, P., Rivara, F., Gomez, A., Kirk, A. P., & Yantsides, C. (2016). The effect of an all-ages bicycle helmet law on bicycle-related trauma. *Journal of community health*, 41(6), 1160-1166.
- Kim, J.-K., Kim, S., Ulfarsson, G. F., & Porrello, L. A. (2007). Bicyclist injury severities in bicycle–motor vehicle accidents. *Accident Analysis & Prevention*, 39(2), 238-251.
- King, M., & Fraine, G. (1994). Bicycle helmet legislation and enforcement in Queensland 1991 to 1993: effects on helmet wearing and crashes. *Australian Pedestrian and Bicyclist Safety and Travel Workshop, 1994, Melbourne, Victoria, Australia*.
- Kiss, K., Póto, Z., Pintér, A., & Sárközy, S. (2010). Bicycle injuries in children: An analysis based on demographic density. *Accident Analysis & Prevention*, 42(6), 1566-1569.
- König, S. (2006). Evaluation of the effect of rebuilt bicycle paths at intersections on arterial streets in Lund Thesis 146, Lund University, Department of Technology and Society, Lund.
- Kraemer, J. D. (2016). Helmet Laws, Helmet Use, and Bicycle Ridership. *Journal of Adolescent Health*, 59(3), 338-344.
- Kraemer, J. D., Roffenbender, J. S., & Anderko, L. (2012). Helmet Wearing Among Users of a Public Bicycle-Sharing Program in the District of Columbia and Comparable Riders on Personal Bicycles. *American Journal of Public Health*, 102(8), e23-e25.
- Kuo, C.-Y., Chiou, H.-Y., Lin, J.-W., Tsai, S.-H., Lin, M.-R., Chiang, Y.-H., . . . Chiu, W.-T. (2017). Characteristics and clinical outcomes of head-injured cyclists with and without helmets in urban and rural areas of Taiwan: A 15-year study. *Traffic Injury Prevention*, 18(2), 193-198.
- Kurt, M., Laksari, K., Kuo, C., Grant, G. A., & Camarillo, D. B. (2016). Modeling and optimization of airbag helmets for preventing head injuries in bicycling. *Annals of biomedical engineering*, 1-13.
- Kwan, I., & Mapstone, J. (2006). Interventions for increasing pedestrian and cyclist visibility for the prevention of death and injuries. *Cochrane Database of Systematic Reviews 2006, Issue 4. Art. No.: CD003438*.
- Lahrmann, H., Madsen, J. C. O., Madsen, T. K. O., Olesen, A. V., Hansen, S., Thedchanamoorthy, S., & Bloch, A.-G. (2014). Projekt Cykeljakken (0925-7535). Aalborg Universitet. Trafikforskningsgruppen, Institut for Byggeri og Anlæg.
- Langford, B. C., Chen, J., & Cherry, C. R. (2015). Risky riding: Naturalistic methods comparing safety behavior from conventional bicycle riders and electric bike riders. *Accident Analysis & Prevention*, 82, 220-226.
- Lardelli-Claret, P., Dios, J. d., Jimenez-Moleon, J., Garcia-Martin, M., Bueno-Cavanillas, A., & Galvez-Vargas, R. (2003). Risk compensation theory and voluntary helmet use by cyclists in Spain. *Injury Prevention*, 9(2), 128-132.

- Larsson, J. (2009) Fotgängares trafiksäkerhetsproblem. Skadeutfall enligt polisrapportering och sjukvård. VTI report 671, Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI), Linköping.
- Lawinger, T., & Bastian, T. (2013). Neue Formen der Zweiradmobilität. Eine empirische Tiefenanalyse von Pedelec-Unfällen in Baden-Württemberg. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 59(2), 99-106.
- Leden, L., Gårder, P., & Pulkkinen, U. (2000). An expert judgment model applied to estimating the safety effect of a bicycle facility. *Accident Analysis & Prevention*, 32(4), 589-599.
- Lee, B. H.-Y., Schofer, J. L., & Koppelman, F. S. (2005). Bicycle safety helmet legislation and bicycle-related non-fatal injuries in California. *Accident Analysis & Prevention*, 37(1), 93-102.
- Lee, C., Shin, H. C., Kang, S., & Lee, J.-B. (2015). Measurement of desirable minimum one-way bike lane width. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 1-9.
- Li, G., Baker, S. P., Fowler, C., & DiScala, C. (1995). Factors related to the presence of head injury in bicycle-related pediatric trauma patients. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 38(6), 871-875.
- Lie, D., & Sung, C.-K. (2010). Synchronous brake analysis for a bicycle. *Mechanism and Machine Theory*, 45(4), 543-554.
- Lindsay, G., Macmillan, A. & Woodward, A. (2011). Moving urban trips from cars to bicycles: impact on health and emissions. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 35, 54-60.
- Lindsay, H., & Brussoni, M. (2014). Injuries and helmet use related to non-motorized wheeled activities among pediatric patients. *Chronic diseases and injuries in Canada*, 34(2-3).
- Linn, S., Smith, D., & Sheps, S. (1998). Epidemiology of bicycle injury, head injury, and helmet use among children in British Columbia: a five year descriptive study. *Canadian Hospitals Injury, Reporting and Prevention Program (CHIRPP). Injury Prevention*, 4(2), 122-125.
- Loskorn, J., Mills, A. F., Brady, J. F., Duthie, J., & Machemehl, R. B. (2013). Effects of Bicycle Boxes on Bicyclist and Motorist Behavior at Intersections in Austin, Texas. *Journal of Transportation Engineering*, 139(10), 1039-1046.
- Love, D. C., Breaud, A., Burns, S., Margulies, J., Romano, M., & Lawrence, R. (2012). Is the three-foot bicycle passing law working in Baltimore, Maryland? *Accident Analysis & Prevention*, 48, 451-456.
- Luoma, J., & Penttinen, M. (1998). Effects of experience with retroreflectors on recognition of nighttime pedestrians: comparison of driver performance in Finland and Michigan. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 1(1), 47-58.
- Lusk, A. C., Furth, P. G., Morency, P., Miranda-Moreno, L. F., Willett, W. C., & Dennerlein, J. T. (2011). Risk of injury for bicycling on cycle tracks versus in the street. *Injury Prevention*.
- Macpherson, A. K., To, T. M., Macarthur, C., Chipman, M. L., Wright, J. G., & Parkin, P. C. (2002). Impact of mandatory helmet legislation on bicycle-related head injuries in children: a population-based study. *Pediatrics*, 110(5), e60-e60.
- Macpherson, A., & Spinks, A. (2008). Bicycle helmet legislation for the uptake of helmet use and prevention of head injuries (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews*.
- Macpherson, A., Parkin, P., & To, T. (2001). Mandatory helmet legislation and children's exposure to cycling. *Injury Prevention*, 7(3), 228-230.

- Madsen, J. C. O., Andersen, T., & Lahrmann, H. S. (2013). Safety effects of permanent running lights for bicycles: A controlled experiment. *Accident Analysis & Prevention*, 50(0), 820-829.
- Maimaris, C., Summer, C., Browning, C., & Palmer, C. (1994). Injury patterns in cyclists attending an accident and emergency department: a comparison of helmet wearers and non-wearers. *Bmj*, 308(6943), 1537-1540.
- Malczyk, A., Bauer, K., Juhra, C., & Schick, S. (2014). Head Injuries in Bicyclists and Associated Crash Characteristics. Paper presented at the IRCOBI Conference Proceedings.
- Marshall, W. E., & Garrick, N. W. (2011). Does street network design affect traffic safety? *Accident Analysis & Prevention*, 43, 769-781.
- Martínez-Ruiz, V., Lardelli-Claret, P., Jiménez-Mejías, E., Amezcua-Prieto, C., Jiménez-Moleón, J. J., & Luna del Castillo, J. d. D. (2013). Risk factors for causing road crashes involving cyclists: An application of a quasi-induced exposure method. *Accident Analysis & Prevention*, 51(0), 228-237.
- Martínez-Ruiz, V., Lardelli-Claret, P., Jiménez-Mejías, E., Amezcua-Prieto, C., Jiménez-Moleón, J. J., & Luna del Castillo, J. d. D. (2013). Risk factors for causing road crashes involving cyclists: An application of a quasi-induced exposure method. *Accident Analysis & Prevention*, 51, 228-237.
- McDermott, F., Lane, J., Brazenor, G., & Debney, E. (1993). The effectiveness of bicyclist helmets: a study of 1710 casualties. *Journal of Trauma*, 34(6), 834-844.
- McGuire, L., Smith, N. (2000). Cycling safety: Injury prevention in Oxford cyclists. *Injury Prevention*, 6(4), 285-287.
- McIntosh, A., Curtis, K., Rankin, T., Cox, M., Pang, T., McCrory, P., & Finch, C. (2013). Associations between helmet use and brain injuries amongst injured pedal- and motor-cyclists: A case series analysis of trauma centre presentations. *Journal of the Australasian College of Road Safety*, 24(2), 11-20.
- McNally, D.S. & Rosenberg, N.M. (2013). MADYMO simulation of children in cycle accidents: A novel approach in risk assessment. *Accident Analysis and Prevention*, 59, 469-478.
- Mead, J., McGrane, A., Zegeer, C., & Thomas, L. (2014). Evaluation of Bicycle-Related Roadway Measures: A Summary of Available Research. www.pedbikeinfor.org For Federal Highway Administration
- Meehan Iii, W. P., Lee, L. K., Fischer, C. M., & Mannix, R. C. (2013). Bicycle Helmet Laws Are Associated with a Lower Fatality Rate from Bicycle-Motor Vehicle Collisions. *The Journal of Pediatrics*, 163(3), 726-729.
- Melhuus, K., Siverts, H., Enger, M., & Schmidt, M. (2015). Smaken av asfalt. Sykkelskader i Oslo 2014. Oslo Skadelegevakt. Oslo universitetssykehus, Helsedirektoratet, Statens vegvesen.
- Messiah, A., Constant, A., Contrand, B., Felonneau, M.-L., & Lagarde, E. (2012). Risk Compensation: A Male Phenomenon? Results From a Controlled Intervention Trial Promoting Helmet Use Among Cyclists. *American Journal of Public Health*, 102(S2), S204-S206.
- Methorst, R., Schepers, P., Kamminga, J., Zeegers, T., & Fishman, E. (2017). Can cycling safety be improved by opening all unidirectional cycle paths for cycle traffic in both directions? A theoretical examination of available literature and data. *Accident Analysis & Prevention*, 105, 38-43.
- Minikel, E. (2012). Cyclist safety on bicycle boulevards and parallel arterial routes in Berkeley, California. *Accident Analysis & Prevention*, 45, 241-247.
- Minnen, J. van & Braimaister, L.G. (1994). De voorrangregeling voor

- Miyamoto, S., & Inoue, S. (2010). Reality and risk of contact-type head injuries related to bicycle-mounted child seats. *Journal of Safety Research*, 41(6), 501-505.
- Moberly, N. J., & Langham, M. P. (2002). Pedestrian conspicuity at night: failure to observe a biological motion advantage in a high-clutter environment. *Applied Cognitive Psychology*, 164, 477-485.
- Möller, S., Wallman, C-G. & Gregersen, N. P. (1991). Vinterväghållning i tätort - trafik-sikkerhet och framkomlighet. TFB och VTI forskning/research 2, 1991. Transportforskningsberedningen, Stockholm.
- Monsere, C. M., Foster, N., Dill, J., & McNeil, N. (2015). User Behavior and Perceptions at Intersections with Turning and Mixing Zones on Protected Bike Lanes. Paper presented at the Transportation Research Board 94th Annual Meeting.
- Monsere, C. M., McNeil, N., & Dill, J. (2011). Evaluation of Innovative Bicycle Facilities. Final report. Portland State University.
- Moore, D. N., Schneider Iv, W. H., Savolainen, P. T., & Farzaneh, M. (2011). Mixed logit analysis of bicyclist injury severity resulting from motor vehicle crashes at intersection and non-intersection locations. *Accident Analysis & Prevention*, 43(3), 621-630.
- Moritz, W. E. (1998). Adult bicyclists in the United States: characteristics and riding experience in 1996. *Transportation Research Record*, 1636, 1-7.
- Murray, J., & Ryan-Krause, P. (2009). Bicycle Attachments for Children: Bicycle Seats, Trail-a-bikes, and Trailers. *Journal of Pediatric Health Care*, 23(1), 62-65.
- MVA Consultancy (2010). Especially Authorised Signing Trial 'No Entry Except Cycles' Signing Review. Report for Transport for London, Cycling England, Department for Transport.
- Newbold, S. C. (2012). Examining the Health-Risk Tradeoffs of Mandatory Bicycle Helmet Laws. *Risk Analysis*, 32(5), 791-798.
- Newcombe, D., & Wilson, D. (2011). Cycle and motorcycle crash trends on Auckland city bus lane routes. IPENZ Transportation Group Conference Auckland March, 2011.
- Newman, A. (2002). Marking of Advanced Cycle Lanes and Advanced Stop Boxes at Signalized Intersections. Report. Christchurch City Council, City Streets Unit, Christchurch, NZ.
- NHTSA. (2012). 2012 National Survey of Bicyclist and Pedestrian Attitudes and Behavior Volume 2: Findings Report. US DOT, National Highway Traffic Safety Administration.
- Nielsen, M. A. (1995). Cykelbane på venstreside af højresvingsbane, *Dansk Vejtidskrift*, 4, 26-28.
- Nielsen, M. Aa. (1993). Cyklisternes sikkerhed forbedret. *Dansk Vejtidskrift*, nr 1, 9-10.
- Nilsson, A. (2003). Utvärdering av cykelfälts effekter på cyklisters säkerhet och cykelns konkurrenskraft mot bil. Doktoraavhandling, Bulletin 217, Lunds Universitet, Lund Tekniska Högskola, Institutionen för Teknik och samhälle, Lund.
- Niska, A. & Wenäll, J. (2017). Cykelfaktorer som påverkar huvudskador. Simulerade omkullkörningar med cykel i VTI:s krocksäkerhetslaboratorium. VTI Rapport 931. Linköping, VTI.
- Niska, A. (2013). Varmsandning på gång- och cykelvägar. Utvärdering i Umeå av för- och nackdelar med metoden. VTI rapport 796. Linköping: VTI.
- Niska, A., & Blomqvist, G. (2015). Sopsaltning i Karlstad – utmaningar och möjligheter. VTI notat 25-2015. Linköping: VTI.
- Niska, A., & Blomqvist, G. (2016). Sopsaltning av cykelvägar. Utvärdering av försök i Stockholm vintern 2014/15. VTI notat 29-2015. Linköping: VTI.

- Niska, A., & Eriksson, J. (2014). Statistik över cyklisters olyckor. Faktaunderlag till gemensam strategi för säker cykling. VTI rapport 801. Linköping: VTI.
- Nosal, T., & Miranda-Moreno, L. F. (2012). Cycle Tracks, Bicycle Lanes, and On-street Cycling in Montreal, Canada: A Preliminary Comparison of the Cyclist Injury Risk. Transportation Research Board 91st Annual Meeting, Washington DC.
- NYC DOT. (2011). Columbus Avenue Parking-Protected Bicycle Path Preliminary Assessment: New York City Department of Transportation, Presentatino to Community Board, Oct. 11, 2011.
- Nygaard, L. M. (2010). Tilstandsundersøkelse kap 2/2010 – Bruk av sykkelhjel. Notat datert 14.10.2010. Oslo, Statens vegvesen, Vegdirektoratet.
- Öberg et al. (1996) Fotgängares och cyklisters singelolyckor. VTI meddelande 799, Statens väg- och transportforskningsinstitut. Linköping.
- Öberg, G. (2011) Skadade fotgängare. Fokus på drift och underhåll vid analys av sjukvårdsregistrerade skadade i STRADA. VTI rapport 705, Statens väg- och transportforskningsinstitut, Linköping
- Öberg, G., Gustafson, K. & Axelson, L. (1991) Effektivare halkbekämpning med mindre salt. MINSALT-projekts huvudrapport. VTI rapport 369. Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI), Linköping.
- Olivier, J., & Creighton, P. (2016). Bicycle injuries and helmet use: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Epidemiology*.
- Olivier, J., & Radun, I. (2017). Bicycle helmet effectiveness is not overstated. *Traffic Injury Prevention*, 1-6.
- Olivier, J., & Terlich, F. (2016). The Use of Propensity Score Stratification and Synthetic Data to Address Allocation Bias when Assessing Bicycle Helmet Effectiveness. Paper presented at the 2016 IRCOBI Conference Proceedings–International Research Council on the Biomechanics of Injury.
- Olivier, J., & Walter, S. R. (2013). Bicycle helmet wearing is not associated with close motor vehicle passing: a re-analysis of Walker, 2007. *PloS one*, 8(9), e75424.
- Olivier, J., Wang, J. J., Scott, W., & Grzebieta, R. (2014). Anti-helmet arguments: lies, damned lies and flawed statistics. *Journal of Australasian College of Road Safety*, 25(4), 10-23.
- Olofsson, E., Bunketorp, O., & Andersson, A.-L. (2015). Helmet use and injuries in children's bicycle crashes in the Gothenburg region. *Safety Science*.
- Olson, P., Hallstead-Nussloch, R., & Sivak, M. (1981). The effect of improvements in motorcycle/motorcyclist conspicuity on driver behavior. *Human Factors*, 23(2), 237–248.
- Oranen, L. (1975). Investigations into light traffic I. Reports from Liikenneturva 16. Liikenneturva, Central Organization for Traffic Safety, Helsinki.
- Orsi, C., Ferraro, O. E., Montomoli, C., Otte, D., & Morandi, A. (2014). Alcohol consumption, helmet use and head trauma in cycling collisions in Germany. *Accident Analysis & Prevention*, 65, 97-104.
- Oslo Universitetssykehus (2017). Snøen som falt i fjor. Fotgjengerskader i Oslo 2016, Oslo skadelegevakt. Rapport nr. IS-0617. Oslo Universitetssykehus, Helsedirektoratet, Statens vegvesen.
- Otte, D., & Wiese, B. (2014). Influences on the risk of injury of bicyclists' heads and benefits of bicycle helmets in terms of injury avoidance and reduction of injury severity. *SAE International journal of transportation safety*, 2(2014-01-0517), 257-267.
- Otte, D., Jänsch, M., & Haasper, C. (2012). Injury protection and accident causation parameters for vulnerable road users based on German In-Depth Accident Study GIDAS. *Accident Analysis & Prevention*, 44(1), 149-153.

- Owens, P. (2005). The Effect of Cycle Lanes on Cyclists' Road Space. Warrington Cycle Campaign. <http://homepage.ntlworld.com/pete.meg/wcc/report/cycle-lanes.pdf>.
- Pai, C.-W. (2009). Motorcyclist injury severity in angle crashes at T-junctions: Identifying significant factors and analysing what made motorists fail to yield to motorcycles. *Safety Science*, 47(8), 1097-1106.
- Pai, C.-W. (2011). Overtaking, rear-end, and door crashes involving bicycles: An empirical investigation. *Accident Analysis & Prevention*, 43(3), 1228-1235.
- Palmer, A. J., Si, L., Gordon, J. M., Saul, T., Curry, B. A., Otahal, P., & Hitchens, P. L. (2014). Accident rates amongst regular bicycle riders in Tasmania, Australia. *Accident Analysis & Prevention*, 72, 376-381.
- Park, J., Abdel-Aty, M., Lee, J., & Lee, C. (2015). Developing crash modification functions to assess safety effects of adding bike lanes for urban arterials with different roadway and socio-economic characteristics. *Accident Analysis & Prevention*, 74, 179-191.
- Parkin, J., & Meyers, C. (2010). The effect of cycle lanes on the proximity between motor traffic and cycle traffic. *Accident Analysis & Prevention*, 42(1), 159-165.
- Patterson, F., & Buckby, G. (2013). Against the flow: the evidence for contra-flow cycling. Paper presented at the Australian Cycling Conference.
- Pedler, A., & Davies, D. G. (2000). Cycle track crossings of minor roads. TRL Limited.
- Persaud, B., Retting, R. A., Garder, P., & Lord, D. (2001). Safety effects of roundabout conversions in the United States. *Transportation Research Record*, 1751, 1-8.
- Persaud, N., Coleman, E., Zwolakowski, D., Lauwers, B., & Cass, D. (2012). Nonuse of bicycle helmets and risk of fatal head injury: a proportional mortality, case-control study. *CMAJ*, 184(17), E921-E923.
- Petritsch, T. A., Landis, B. W., Huang, H. F., & Challa, S. (2006). Sidepath Safety Model: Bicycle Sidepath Design Factors Affecting Crash Rates. *Transportation Research Record*, 1982, 194-201.
- Pfeifer, J. P. C. (1999). Sikkerhed for cyklister i kryds. Aalborg Universitet, Institut for Samfundsudvikling og Planlægning.
- Phillips, J. L., Overton, T. L., Campbell-Furtick, M., Nolen, H. P., Gandhi, R. R., Duane, T. M., & Shaf, S. (2016). Bicycle helmet use trends and related risk of mortality and traumatic brain injury among pediatric trauma. *Journal of epidemiology and public health reviews*, 1(1), e103-e103.
- Phillips, R. O., Fyhri, A., & Sagberg, F. (2011). Risk compensation and bicycle helmets. *Risk Analysis*, 31(8), 1187-1195.
- Poos, J., Lefarth, T. L., Harbers, J. S., Wendt, K. W., Moumni, M. E., & Reininga, I. H. F. (2017). E-bikers raken vaker ernstig gewond na fietsongeval. *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde*, <https://www.ntvg.nl/artikelen/e-bikers-raken-vaker-ernstig-gewond-na-fietsongeval>.
- Porter, A. K., Salvo, D., & Kohl Iii, H. W. (2016). Correlates of Helmet Use Among Recreation and Transportation Bicyclists. *American Journal of Preventive Medicine*, 51(6), 999-1006.
- Poulos, R. G., Hatfield, J., Rissel, C., Flack, L. K., Murphy, S., Grzebieta, R., & McIntosh, A. S. (2015). An exposure based study of crash and injury rates in a cohort of transport and recreational cyclists in New South Wales, Australia. *Accident Analysis & Prevention*, 78, 29-38.
- Povey, L.J., Frith, W.J. & Graham, P.G. (1999). Cycle helmet effectiveness in New Zealand. *Accident Analysis and Prevention*, 31, 763-770.

- Powell, E. C., & Tanz, R. R. (2000). Tykes and bikes: injuries associated with bicycle-towed child trailers and bicycle-mounted child seats. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 154(4), 351-353.
- Prato, C. G., Kaplan, S., Rasmussen, T. K., & Hels, T. (2014). Infrastructure and spatial effects on the frequency of cyclist-motorist collisions in the Copenhagen region. *Proceedings from the Annual Transport Conference at Aalborg University*.
- Pulugurtha, S. S., & Thakur, V. (2015). Evaluating the effectiveness of on-street bicycle lane and assessing risk to bicyclists in Charlotte, North Carolina. *Accident Analysis & Prevention*, 76, 34-41.
- Ragnøy, A. (1985) Gangtrafikk på vinterføre i Oslo. Kan vintervedlikeholdet hjelpe? Rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Räsänen, M., & Summala, H. (1998). Attention and expectation problems in bicycle-car collisions: an in-depth study. *Accident Analysis & Prevention*, 30(5), 657-666.
- Reid, S., & Adams, S. (2010). Infrastructure and cyclist safety. *Transport Research Laboratory*.
- Reurings, M. C. B. (2010). Hoe gevaarlijk is fietsen in het donker? R-2010-32. Leidschendam: SWOV.
- Reynolds, C., Harris, M. A., Teschke, K., Crompton, P. A., & Winters, M. (2009). The impact of transportation infrastructure on bicycling injuries and crashes: a review of the literature. *Environmental Health*, 8(1), 47.
- Rissel, C. (2012). The impact of compulsory cycle helmet legislation on cyclist head injuries in New South Wales, Australia: A rejoinder. *Accident Analysis & Prevention*, 45, 107-109.
- Rissel, C., & Ming Wen, L. (2011). The possible effect on frequency of cycling if mandatory bicycle helmet legislation was repealed in Sydney, Australia: a cross sectional survey. *Health Promotion Journal of Australia*, 22(3), 178-183.
- Rivara, F. P., Thompson, D. C., & Thompson, R. S. (1997). Epidemiology of bicycle injuries and risk factors for serious injury. *Injury Prevention*, 3(2), 110-114.
- Rivara, F., Astley, S., Clarren, S., Thompson, D. C., & Thompson, R. S. (1999). 225%. *Injury Prevention*, 5, 194-197.
- Rizzi, M., et al. (2013). Cyclist injuries leading to permanent medical impairment in Sweden and the effect of bicycle helmets. *International Research Council on the Biomechanics of Injury Conference*.
- Roberts, D. J., Ouellet, J.-F., Sutherland, F. R., Kirkpatrick, A. W., Lall, R. N., & Ball, C. G. (2013). Severe street and mountain bicycling injuries in adults: a comparison of the incidence, risk factors and injury patterns over 14 years. *Canadian Journal of Surgery*, 56(3), E32.
- Robinson, D. L. (1996). Head injuries and bicycle helmet laws. *Accident Analysis and Prevention*, 28, 463-475.
- Robinson, D. L. (2001). Changes in head injury with the New Zealand bicycle helmet law. *Accident Analysis & Prevention*, 33(5), 687-691.
- Robinson, D. L. (2006). No clear evidence from countries that have enforced the wearing of helmets. *BMJ: British Medical Journal*, 332(7543), 722.
- Robinson, D. L. (2007). Bicycle helmet legislation: Can we reach a consensus? *Accident Analysis & Prevention*, 39(1), 86-93.
- Rodgers, G. B. (1997). Factors associated with the crash risk of adult bicyclists. *Journal of Safety Research*, 28(4), 233-241.
- Rodgers, G. B. (1997). Factors associated with the crash risk of adult bicyclists. *Journal of Safety Research*, 28(4), 233-241.
- Rodgers, G. B. (2000). Bicycle and Bicycle Helmet Use Patterns in the United States in 1998. *Journal of Safety Research*, 31(3), 149-158.

- Rojas-Rueda, D., de Nazelle, A., Tainio, M. & Nieuwenhuijsen, M. J. (2011). The health risks and benefits of cycling in urban environments compared with car use: health impact assessment study. *British Medical Journal*, 343, d4521.
- Rolfman, E., Bylund, P.-O., & Saveman, B.-I. (2012). Single injury incidents among pedestrians and bicyclists in northern Sweden – safety and preventive issues. *Safety Science Monitor*, 16(1).
- Romanow, N. T., Couperthwaite, A. B., McCormack, G. R., Nettel-Aguirre, A., Rowe, B. H., & Hagel, B. E. (2012). Environmental determinants of bicycling injuries in Alberta, Canada. *Journal of environmental and public health*, 2012.
- Sadek, A. W., Dickason, A., & Kaplan, J. (2007). Effectiveness of Green, High-Visibility Bike Lane and Crossing Treatment. 86th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C.
- Sælensminde, K. (2004). Cost–benefit analyses of walking and cycling track networks taking into account insecurity, health effects and external costs of motorized traffic. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38(8), 593-606.
- Sakshaug, L., Laureshyn, A., Svensson, Å., & Hydén, C. (2010). Cyclists in roundabouts—Different design solutions. *Accident Analysis & Prevention*, 42(4), 1338-1351.
- Salomon, A., Kimbrough, G., & Bershteyn, A. (2014). The safety of public bicycle share programs in North America. *American Journal of Public Health*, 104(11), e5.
- Samferdselsdepartementet (2012). Forskrift om bruk av kjøretøy. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1990-01-25-92> (last accessed 21. nov. 2017).
- Samferdselsdepartementet (2015). Forskrift om krav til sykkel. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1990-02-19-119> (last accessed 21. nov. 2017).
- Schepers, J. P. (2012). Does more cycling also reduce the risk of single-bicycle crashes? *Injury Prevention*, 18, 240-245.
- Schepers, J. P., & Voorham, J. (2010). Oversteekongevallen met fietsers. Het effect van infrastructuurkenmerken op voorrangskruispunten. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaars DVS, Delft.
- Schepers, J. P., Kroeze, P. A., Sweers, W., & Wüst, J. C. (2011). Road factors and bicycle–motor vehicle crashes at unsignalized priority intersections. *Accident Analysis & Prevention*, 43(3), 853-861.
- Schepers, P., & den Brinker, B. (2011). What do cyclists need to see to avoid single-bicycle crashes? *Ergonomics*, 54(4), 315-327.
- Schepers, J. P. (2012). Does more cycling also reduce the risk of single-bicycle crashes? *Injury Prevention*, 18, 240-245.
- Schepers, P., & Wolt, K. K. (2012). Single-bicycle crash types and characteristics. *Cycling Research International*, 2, 119-135.
- Schepers, P., Agerholm, N., Amoros, E., Benington, R., Bjørnskau, T., Dhondt, S., . . . Niska, A. (2014A). An international review of the frequency of single-bicycle crashes (SBCs) and their relation to bicycle modal share. *Injury Prevention*, injuryprev-2013-040964.
- Schepers, J. P., Fishman, E., den Hertog, P., Wolt, K. K., & Schwab, A. L. (2014B). The safety of electrically assisted bicycles compared to classic bicycles. *Accident Analysis & Prevention*, 73, 174-180.
- Schneider, D. K., et al. (2016). Current state of concussion prevention strategies: a systematic review and meta-analysis of prospective, controlled studies. *British journal of sports medicine: bjsports-2015-095645*.

- Schnull, R, Lange, J, Fabian, I, Kollé, M, Schette, F, Alrutz, D, Fechtel, H W, Stellmacjer-Hein, J, Bruckner, T & Meyhofer, H (1993) —Sicherung von Radfahrern an städtischen Knotenpunkten [Safeguarding bicyclists in Urban Intersections], Bicycle Research Report No 37, European Cyclists' Federation.
- Schoon, C. C. (1996). Influence of the bicycle quality on accidents. An accident analysis based on a written survey (Invloed kwaliteit fiets op ongevallen. Een ongevalanalyse aan de hand van een schriftelijke enquête). SWOV.
- Schramm, A. J., & Rakotonirainy, A. (2009). The effect of road lane width on cyclist safety in urban areas. Paper presented at the Proceedings of the 2009 Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference: Smarter, Safer Directions.
- Schramm, A. J., Rakotonirainy, A., & Haworth, N. L. (2010). The role of traffic violations in police-reported bicycle crashes in Queensland. *Journal of the Australasian College of Road Safety*, 21(3), 61-67.
- Schramm, A., Haworth, N., Dool, D.V.D., Murphy, J., Qu, Xiaobo. & McDonald, M. (2014). Roundabout design and cycling safety. 3rd International Cycling Safety Conference (ICSC2014). Gothenburg, Sweden, 18-19.11.2014. Pp. 1-15.
- Scuffham, P. A., & Langley, J. D. (1997). Trends in cycle injury in new zealand under voluntary helmet use. *Accident Analysis & Prevention*, 29(1), 1-9.
- Senturia, Y. D., Morehead, T., LeBailly, S., & et al. (1997). Bicycle-riding circumstances and injuries in school-aged children: A case-control study. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 151(5), 485-489.
- Sethi, M., Heidenberg, J., Wall, S. P., Ayoung-Chee, P., Slaughter, D., Levine, D. A., . . . Frangos, S. G. (2015). Bicycle helmets are highly protective against traumatic brain injury within a dense urban setting. *Injury*, 46(12), 2483-2490.
- Shafi, S., Gilbert, J. C., Loghmanee, F., Allen, J. E., Caty, M. G., Glick, P. L., . . . Azizkhan, R. G. (1998). Impact of bicycle helmet safety legislation on children admitted to a regional pediatric trauma center. *Journal of Pediatric Surgery*, 33(2), 317-321.
- Sone, J. Y., Kondziolka, D., Huang, J. H., & Samadani, U. (2016). Helmet efficacy against concussion and traumatic brain injury: a review. *Journal of neurosurgery*, 1-14.
- Sørensen, M.W.J. & Amundsen, A.H. (2016). Ekspressveg for sykkel. Tiltakskatalog for transport og miljø. <https://www.tiltak.no/b-endre-transportmiddelfordeling/b-3-tilrettelegging-sykkel/b-3-7/> (last accessed 30.10.2017).
- Sørensen, M.W.J. (2009). Kryssløsninger i by - internasjonale anbefalinger for å sikre miljøvennlig bytransport. TØI-Rapport 1004/2009. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Sørensen, M.W.J. (2010). Midtstilt sykkel felt i Oslo - Effekt på syklisters sikkerhet, trygghet og atferd. TØI-Rapport 1095/2010. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Sørensen, M.W.J. (2013). ITS for sykkel. Tiltakskatalog for miljø og transport. <https://www.tiltak.no/b-endre-transportmiddelfordeling/b-3-tilrettelegging-sykkel/b-3-6/> (last accessed 30.10. 2017).
- Spaite, D., Murphy, M., Criss, E., Valenzuela, T., & Meislin, H. (1991). A prospective analysis of injury severity among helmeted and nonhelmeted bicyclists involved in collisions with motor vehicles. *Journal of Trauma*, 31(11), 1510-1516.
- Spencer, P., Watts, R., Vivanco, L., & Flynn, B. (2013). The effect of environmental factors on bicycle commuters in Vermont: influences of a northern climate. *Journal of Transport Geography*, 31, 11-17.
- Statens vegvesen (2007). Nasjonal transportplan 2010-2019 – Nasjonal sykkelstrategi – attraktivt å sykle for alle – Grunnlagsdokument for NTP 2010-2019 Vegdirektoratet, Staten vegvesen, Oslo.
- Statens vegvesen (2009). Temaanalyse av sykkelulykker. Rapport. Veg og trafikkavdelingen.

- Statens vegvesen (2012). Nasjonal sykkelstrategi – Sats på sykkel! VD Rapport nr. 7. Statens vegvesen, Vegdirektorat.
- Statens vegvesen (2013). Sykkelhåndboka. Statens vegvesen, Håndbok V122.
- Statens vegvesen (2014A). Temaanalyse av sykkelulykker. Statens vegvesens rapporter nr. 294.
- Statens vegvesen (2014B). Statens vegvesen, Håndbok N100.
- Statens vegvesen (2015). Nasjonalt sykkelregnskap 2015. https://www.vegvesen.no/_attachment/1491144/binary/1127897?fast_title=Nasjonalt+sykkelregnskap+2015.pdf (last accessed 30.10.2017).
- Statens vegvesen (2017). Rapport om signalvarslingssystem for syklist i tunnel på Senja.
- Statens vegvesen Region midt (2010). Tilleggsutredning miljøpakke Trondheim: Sykkeltransport.
- Stier, R., Otte, D., Müller, C., Petri, M., Gaulke, R., Krettek, C., & Brand, S. (2016). Effectiveness of bicycle safety helmets in preventing facial injuries in road accidents. *Archives of Trauma Research*, 5(3).
- Suri, M. P., Naik, N. R., & Raibagkar, S. C. (2007). Heel flap injuries in spoke wheel accidents. *Injury, International Journal of the Care of the Injured*, 38, 619-624.
- Sze, N., Tsui, K., Wong, S., & So, F. (2011). Bicycle-related crashes in hong kong: Is it possible to reduce mortality and severe injury in the metropolitan area? *Hong Kong Journal of Emergency Medicine*.
- Sørensen, M.W.J. (2012). Sykling i kollektivfelt - en brukbar løsning? TØI-rapport 1240/2012. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Tavakoli, A. (2008). Bicycle anti-lock braking system. *Cycling Technologies*.
- Taylor, M., & Scuffham, P. (2002). New Zealand bicycle helmet law—do the costs outweigh the benefits? *Injury Prevention*, 8, 317-320.
- Teschke, K., Brubacher, J. R., Friedman, S. M., Crompton, P. A., Harris, M. A., Reynolds, C. C., . . . Chipman, M. (2012). Personal and trip characteristics associated with safety equipment use by injured adult bicyclists: a cross-sectional study. *BMC public health*, 12(1), 765.
- Teschke, K., Frendo, T., Shen, H., Harris, M. A., Reynolds, C. C., Crompton, P. A., . . . Hunte, G. (2014). Bicycling crash circumstances vary by route type: a cross-sectional analysis. *BMC public health*, 14(1), 1205.
- Teschke, K., Harris, M. A., Reynolds, C. C., Winters, M., Babul, S., Chipman, M., . . . Crompton, P. A. (2012). Route infrastructure and the risk of injuries to bicyclists: a case-crossover study. *American Journal of Public Health*, 102(12), 2336-2343.
- Theofilatos, A., Graham, D., & Yannis, G. (2012). Factors Affecting Accident Severity Inside and Outside Urban Areas in Greece. *Traffic Injury Prevention*, 13(5), 458-467.
- Thomas, S., Acton, C., Nixon, J., Battistutta, D., Pitt, W. R., & Clark, R. (1994). Effectiveness of bicycle helmets in preventing head injury in children: case-control study. *Bmj*, 308(6922), 173-176.
- Thompson, D. C., Thompson, R. S., Rivara, F. P., & Wolf, M. E. (1990). A case-control study of the effectiveness of bicycle safety helmets in preventing facial injury. *American Journal of Public Health*, 80(12), 1471-1474.
- Thompson, R. S., Rivara, F. P., & Thompson, D. C. (1989). A Case-Control Study of the Effectiveness of Bicycle Safety Helmets. *New England Journal of Medicine*, 320(21), 1361-1367.
- Thompson, D. C., Rivara, F. P., & Thompson, R. S. (1996). Effectiveness of bicycle safety helmets in preventing head injuries: a case-control study. *JAMA*, 276(24), 1968-1973.

- Thompson, D. C., Rivara, F. P., & Thompson, R. S. (1999). Helmets for preventing head and facial injuries in bicyclists (Review). *Cochrane Database of Systematic Reviews*.
- Thornley, S. J., Woodward, A., Langley, J. D., Ameratunga, S. N., & Rodgers, A. (2008). Conspicuity and bicycle crashes: preliminary findings of the Taupo Bicycle Study. *Injury Prevention, 14*, 11-18.
- Thulin, H., & Niska, A. (2009). Tema cykel - skadade cyklister. Analys baserad på sjukvårdsregistrerade skadade i STRADA. VTI rapport 644. Linköping: VTI.
- Tin Tin, S., Woodward, A., & Ameratunga, S. (2013). Incidence, risk, and protective factors of bicycle crashes: Findings from a prospective cohort study in New Zealand. *Preventive Medicine, 57*(3), 152-161.
- Toet, A., Beintema, J., de Vries, S. C., van der Leden, N., & Alferdinck, J. W. A. M. (2008). Verglijking van fietsverlichtingsvormen. TNO-DV 2008 C238. http://www.fietsberaad.nl/library/repository/bestanden/Eindrapport_Fietsverlichting.pdf
- Trevelyan, P., & Morgan, J. M. (1993). Cycling in pedestrian areas. Report PR51, Transport Research Laboratory, Crowthorne, UK.
- Turner, S., Hughes, T., & Allatt, T. (2009). Cycle safety - reducing the crash risk. Beca Infrastructure Ltd.
- Turner, S., Wood, G., Hughes, T., & Singh, R. (2011). Safety performance functions for bicycle crashes in New Zealand and Australia. *Transportation Research Record, 2236*, 66-73.
- Twisk, D. A. M., & Reurings, M. (2013). An epidemiological study of the risk of cycling in the dark: The role of visual perception, conspicuity and alcohol use. *Accident Analysis & Prevention, 60*, 134-140.
- Tyrrell, R. A., Wood, J. M., Chaparro, A., Carberry, T. P., Chu, B.-S., & Marszalek, R. P. (2009). Seeing pedestrians at night: Visual clutter does not mask biological motion. *Accident Analysis & Prevention, 41*(3), 506-512.
- TØI (2014). Reisevaneundersøkelsen 2013/14: Sykkelreiser. Faktaark. https://www.toi.no/getfile.php/1340010/mmarkiv/Bilder/7020-TOI_faktaark_sykkelreiser-7k.pdf
- Vandenbulcke, G., Thomas, I., & Int Panis, L. (2014). Predicting cycling accident risk in Brussels: A spatial case-control approach. *Accident Analysis & Prevention, 62*, 341-357.
- Vavatsoulas, K., Kaplan, S., & Prato, C. G. (2013). The risk factors associated with bicycle crash severity: Evidence from Denmark. 13th WCTR, July 15-18, 2013 – Rio de Janeiro, Brazil.
- Vejdirektoratet (2000). Idékatalog for cykeltrafik, Vejdirektoratet, København.
- Vejdirektoratet (2005). 2 minus 1 veje – Erfaringsopsamling. Rapport nr 543.
- Voukelatos, A., & Rissel, C. (2010 - RETRACTED). The effects of bicycle helmet legislation on cycling-related injury: The ratio of head to arm injuries over time. *Journal of the Australasian College of Road Safety* (retracted).
- Wagner, J., Rai, A., Ituarte, F., Tillou, A., Cryer, H., & Hiatt, J. R. (2012). Two-wheel vehicular trauma: an age-based analysis. *The American Surgeon, 78*(10), 1066-1070.
- Walker, I. (2007). Drivers overtaking bicyclists: Objective data on the effects of riding position, helmet use, vehicle type and apparent gender. *Accident Analysis & Prevention, 39*(2), 417-425.

- Walker, I., Garrard, I., & Jowitt, F. (2014). The influence of a bicycle commuter's appearance on drivers' overtaking proximities: An on-road test of bicyclist stereotypes, high-visibility clothing and safety aids in the United Kingdom. *Accident Analysis & Prevention*, 64, 69-77.
- Walker, M. (1991). *Law Compliance Among Cyclists in New South Wales*, April 1991. Roads and Traffic Authority, Rosebery, NSW.
- Wall, S. P., Lee, D. C., Frangos, S. G., Sethi, M., Heyer, J. H., Ayoun-Chee, P., & DiMaggio, C. J. (2016). The Effect of Sharrows, Painted Bicycle Lanes and Physically Protected Paths on the Severity of Bicycle Injuries Caused by Motor Vehicles. *Safety*, 2(4), 26.
- Walter, S. R., Olivier, J., Churches, T., & Grzebieta, R. (2013). The impact of compulsory helmet legislation on cyclist head injuries in New South Wales, Australia: A response. *Accident Analysis & Prevention*, 52, 204-209.
- Wang, Y., & Nihan, N. L. (2004). Estimating the risk of collisions between bicycles and motor vehicles at signalized intersections. *Accident Analysis & Prevention*, 36(3), 313-321.
- Wanvik, P. O. (2009). Effects of road lighting: An analysis based on Dutch accident statistics 1987–2006 *Accident Analysis & Prevention*, 41(1), 123-128.
- Washington, S., Haworth, N., & Schramm, A. (2012). Relationships Between Self-Reported Bicycling Injuries and Perceived Risk of Cyclists in Queensland, Australia. *Transportation Research Record*, 2314, 57-65.
- Watts, G. R. (1984A). Evaluation of conspicuity aids for pedal cyclists. TRRL Laboratory Report 1103. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Webman, R., Dultz, L. A., Simon, R. J., Todd, S. R., Slaughter, D., Jacko, S., . . . Levine, D. A. (2013). Helmet use is associated with safer bicycling behaviors and reduced hospital resource use following injury. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 75(5), 877-881.
- Wesson, D. E., Stephens, D., Lam, K., Parsons, D., Spence, L., & Parkin, P. C. (2008). Trends in pediatric and adult bicycling deaths before and after passage of a bicycle helmet law. *Pediatrics*, 122(3), 605-610.
- Wheeler, A.H., Leicester, M.A. & Underwood, G. (1993). Advanced stop-lines for cyclists. *Traffic Engineering & Control*, 34, 54-60.
- Whyte, T., Gibson, T., Brown, J., Milthorpe, B., & Eager, D. (2015). Mechanisms of head and neck injuries sustained by helmeted motorcyclists in NSW, Australia. Paper presented at the 24th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV).
- Winck, R., Marek, K., & Ngoo, C. (2010). Active Anti-lock Brake System for Low Powered Vehicles Using Cable-Type Brakes. SAE Technical Paper 2010-01-0076.
- Wood, J. M., Tyrrell, R. A., & Carberry, T. P. (2005). Limitations in Drivers' Ability to Recognize Pedestrians at Night. *Human Factors*, 47, 644-653.
- Wood, J. M., Tyrrell, R. A., Marszalek, R., Lacherez, P., Carberry, T., & Chu, B. S. (2012). Using reflective clothing to enhance the conspicuity of bicyclists at night. *Accident Analysis & Prevention*, 45, 726-730.
- Wood, J., Chaparro, A., & Hickson, L. (2009). Interaction between visual status, driver age and distracters on daytime driving performance. *Vision Research*, 49(17), 2225-2231.
- Wood, K. (1999). *Bicycle crashes in New Zealand*. Masters Thesis, Lincoln University, New Zealand.
- Woodcock, J., Tainio, M., Cheshire, J., O'Brien, O., & Goodman, A. (2014). Health effects of the London bicycle sharing system: health impact modelling study.

- Zangenehpour, S., Strauss, J., Miranda-Moreno, L. F., & Saunier, N. (2015). Are Intersections With Cycle Tracks Safer? A Control-Case Study Based On Automated Surrogate Safety Analysis Using Video Data. TRB 94th Annual Meeting Compendium of Papers.
- Zibung, E., Riddez, L., & Nordenvall, C. (2015). Helmet use in bicycle trauma patients: a population-based study. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, 41, 517–521.

Vedlegg A

Effekt av sykkelhjelmbruk på hodeskader blant skadde syklister er undersøkt ved hjelp av data som er samlet inn på skadelegevakten i Oslo i 2014 (Melhuus et al., 2015). Deskriptiv statistikk er vist i tabell V-A.1.

Tabell V-A.1: Skadde syklister på skadelegevakt i Oslo, 2014 (Melhuus, 2015), deskriptiv statistikk.

| | Alle | | Med hjelm | | Uten hjelm | |
|--------------------------|------|------|-----------|------|------------|------|
| | N | % | N | % | N | % |
| Alle | 2174 | | 1308 | | 839 | |
| <u>Hodeskade</u> | | | | | | |
| Hodeskade | 442 | 21 % | 218 | 17 % | 224 | 27 % |
| Ikke hodeskade | 1705 | 79 % | 1090 | 83 % | 615 | 73 % |
| <u>Kjønn</u> | | | | | | |
| Kvinner | 738 | 34 % | 425 | 32 % | 313 | 37 % |
| Menn | 1409 | 66 % | 883 | 68 % | 526 | 63 % |
| <u>Alder</u> | | | | | | |
| Voksne (18+) | 1836 | 86 % | 1088 | 83 % | 748 | 89 % |
| Barn (0-17) | 311 | 14 % | 220 | 17 % | 91 | 11 % |
| <u>Alkohol</u> | | | | | | |
| Påvirket av alkohol | 178 | 8 % | 26 | 2 % | 152 | 18 % |
| Ikke påvirket av alkohol | 1953 | 92 % | 1278 | 98 % | 675 | 82 % |

For å estimere effekten av sykkelhjelmbruk på hodeskader er det beregnet logistiske regresjonsmodeller med hodeskade (ja vs. nei) som avhengig variabel og hjelmbruk (ja vs. nei) som prediktorvariabel. Det er også beregnet en effekt med statistisk kontroll for syklistenes alder, kjønn og alkoholpåvirkning. Resultatene er vist i tabell V-A.2.

Tabell V-A.1: Estimerte effekter på hodeskader blant skadde syklister på skadelegevakt i Oslo i 2014, resultater fra logistisk regresjon (statistisk signifikante effekter i fet skrift).

| Modell | OR | p | Prosent endring av hodeskader | |
|---|--------------|-------|-------------------------------|--------------------|
| | | | Effekt | Konfidensintervall |
| <u>Alle ulykker (alle syklister) - uten kontroll for andre variabler</u> | | | | |
| Hjelmbruk (vs. ikke hjelm) | 0.549 | 0.000 | -45 | (-56; -32) |
| <u>Alle ulykker (alle syklister) - med kontroll for andre variabler</u> | | | | |
| Hjelmbruk (vs. ikke hjelm) | 0.598 | 0.000 | -40 | (-53; -25) |
| Mann (vs. kvinne) | 0.992 | 0.945 | -1 | (-21; +25) |
| Barn (0-12 år vs. eldre) | 5.176 | 0.000 | +418 | (+215; +752) |
| Ungdom (13-17 år vs. eldre) | 2.110 | 0.000 | +111 | (+54; +190) |
| Eldre (65+ år vs. yngre) | 1.197 | 0.519 | +20 | (-31; +106) |
| Kollisjon (vs. eneulykke) | 1.229 | 0.163 | +23 | (-8; +64) |
| Alkoholpåvirket (vs. ikke alkoholpåvirket) | 2.178 | 0.000 | +118 | (+53; +211) |
| <u>Eneulykker (alle syklister) - uten kontroll for andre variabler</u> | | | | |
| Hjelmbruk (vs. ikke hjelm) | 0.727 | 0.230 | -27 | (-57; 22) |
| <u>Kollisjoner (alle syklister) - uten kontroll for andre variabler</u> | | | | |
| Hjelmbruk (vs. ikke hjelm) | 0.547 | 0.000 | -45 | (-57; -31) |
| <u>Barn (0-17 år; alle ulykker) - uten kontroll for andre variabler</u> | | | | |
| Hjelmbruk (vs. ikke hjelm) | 0.604 | 0.020 | -40 | (-61; -7) |
| <u>Voksne (alle ulykker) - uten kontroll for andre variabler</u> | | | | |
| Hjelmbruk (vs. ikke hjelm) | 0.515 | 0.000 | -49 | (-60; -34) |

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.

TØI er partner i CIENS Forskningscenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se 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
www.toi.no