



Motorcykelsäkerhet – en litteraturstudie och meta-analys

Pål Ulleberg

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.

Förord

Forskare dr. polit. Pål Ulleberg har genomfört projektet och har skrivit rapporten. Avdelningsledare Marika Kolbenstvedt har kvalitetssäkrat rapporten och hjälpt till med svensk översättning.

Meta-analys har använts för att väga samman data om en åtgärds effekter från olika undersökningar. Meta-analyserna bygger i stor grad på en uppdatering av tidigare meta-analyser presenterad i Trafiksäkerhetshandboken (Elvik, Vaa och Mysen, 1997). Forskare Svenn Fjeld Olsen har utfört en meta-analys av effekter av bruk av halvljus på dagtid.

Uppdragsgivare och finansiär för litteraturstudiet har varit Trafiksäkerhetsenheten vid Vägverket. En tack riktas till er för att ni velat finansiera denna studie. En tack riktas också till Trude Rømming för att hon har ordnat med rapportens layout.

Oslo, november 2003
Transportøkonomisk institutt

Sønneve Ølnes
Konstituert instituttschef

Marika Kolbenstvedt
Avdelningsledare

Innhold

Sammandrag

Summary

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Inledning | 1 |
| 1.1 | Hög personskaderisk for motorcyklister och mopedister | 1 |
| 1.2 | Skadornas omfattning | 2 |
| 1.3 | Olika typer motorcykelolyckor | 3 |
| 1.4 | Ålder, erfaringhet og olycksrisk | 4 |
| 1.5 | Implikationer for åtgärder | 5 |
| 1.6 | Kriterier for undersøkingar som ingår i meta-analyser | 6 |
| 2 | Åtgärder riktade mot föraren | 7 |
| 2.1 | Upplärning | 7 |
| 2.2 | Graderat körkort | 10 |
| 2.3 | Skyddskläder | 12 |
| 2.3.1 | Verkan på skadegrad | 12 |
| 2.3.2 | Nya sorters skyddskläder | 13 |
| 2.3.3 | Utbredning av bruk av skyddskläder | 14 |
| 2.4 | Hjälm | 15 |
| 2.4.1 | Effekt av påbud | 16 |
| 2.4.2 | Förbättringspotential for skadereduktion | 17 |
| 2.4.3 | Kan bruk av hjälm öka antal olyckor? | 17 |
| 3 | Utrustning på motorcykel | 19 |
| 3.1 | Bromsar | 19 |
| 3.2 | Reglering av motorstyrka | 20 |
| 3.3 | Åtgärder for att öka mopeders og motorcyklars synbarhet | 22 |
| 3.3.1 | Ytterligere åtgärder for att öka synbarhet | 23 |
| 3.4 | Benskydd | 24 |
| 3.5 | Airbag for motorcyklar | 25 |
| 4 | Egenskaper i vägmiljön | 28 |
| 4.1 | Vägfällor | 28 |
| 4.2 | Kurvor | 29 |
| 4.3 | Vägräcken og utformning av vägens sidoområde | 30 |
| 5 | Slutsats og oppsummering | 33 |
| 5.1 | Åtgärder riktade mot föraren | 33 |
| 5.2 | Åtgärder riktade mot motorcykeln | 34 |
| 5.3 | Åtgärder riktade mot vägmiljön | 35 |
| 6 | Referencer | 37 |
| | Bilaga | 51 |

Sammendrag:

Motorcykelsäkerhet – en litteraturstudie och meta-analys

Inledning

Även om risken för att bli involverad i en trafikolycka inte är större för motorsyklister än för andra trafikanter, har motorsyklister mycket hög personskaderisk om olyckan först är ute. Med tanke på den höga personskaderisken som motorcyklister har, tycks det mest förnuftigt att vikt lägga på åtgärder som förebygger olyckor. Det är emellertid svårt att föreställa sig att alla motorcykelolyckor kan förhindras. En behöver därför också åtgärder som kan reducera skadegraden när olyckan först är ute.

Båda dessa två huvudtyper åtgärder kan riktas mot föraren, motorcykeln och vägmiljön. I rapporten genomgås effekten av olika åtgärder riktade mot att förebygga och reducera skadegrad vid olyckor. Meta-analys används för att väga samman data om en åtgärds effekter från olika undersökningar. I meta-analyserna används bara undersökningar som har mätt effekter på *reella* motorcykelolyckor, antingen i form av antal olyckor eller skadereduktion. Det har inte gjorts meta-analyser av undersökningar baserade på laboratoriestudier eller computersimuleringar. Resultat från flera sådana undersökningar beskrivs ändå i rapporten, men blir inte statistiskt sammanvägda med meta-analys.

Åtgärder riktade mot föraren

Man finner inte något belegg för att frivilligt vald utbildning efter att man har tagit körkort haft någon effekt på olycksrisk, tvärtom kan frivilligt vald utbildning öka olycksrisken. Det är ovisst varför detta sker. Man kan tänka sig att förarna känner sig mer kompetenta efter genomförd upplärning, samtidigt som de har lärt irrelevanta färdigheter eller inte reellt sett har fått ett ökat färdighetsnivå efter kursen. Å andra sidan tycks obligatorisk upplärning innan man skaffar körkort verka olycksreducerande. Det kan med andra ord inte uteslutas att vissa typer upplärning kan verka olycksreducerande.

Man har kritiserat utbildningskurserna för att lägga mest vikt på färdighetsträning och lite vikt på motiverande faktorer, det vill säga den motivation som ligger bakom medvetet risktagande i trafiken. Ett moment i detta sammanhang är att det inte nödvändigtvis är körfärdigheterna i sig som förorsakar olyckor, men hur man väljer att använda sina färdigheter. Vidare kritiseras upplärningen för att fokusera lite på hur man kan uppfatta farliga situationer för att undvika att olyckor inträffar.

Förbud mot att unga förare kör tung motorcykel ser inte ut att ha någon säkerhetsvinst. Undersökningar tyder på att antal olyckor reduceras kraftigt för den typ motorcykel man förbuds köra, men nedgången uppvägs av en ökning i antal olyckor med lätta motorcyklar.

Studier visar att bruk av skyddskläder verkar skadereducerande för hand-, fot-, arm- och benskador (33-50 % skadereduktion). I dag är en rad nya typer skyddskläder tillgängliga på marknaden. Det finns grund att tro att dessa kan reducera skadegraden ytterligare, även om inte effekten av alla nyutvecklingar är kända. Omfånget av bruk av skyddskläder är inte känt. De undersökningar som har gjorts, tyder på att det finns en stort förbättringspotential när det gäller att öka användarfrekvensen av sådan utrustning. Åtgärder riktade mot att öka omfånget av skyddsutrustning kan därmed antas ha ett stort potential för skadereduktion. Det är inte känt om bruk av skyddskläder kan bidra till att förare känner sig tryggare än utan skyddskläder, och om detta resulterar i ökat risktagande.

Det är föga tvivel om att bruk av hjälm verkar skadereducerande. Nyare studier tyder på att skadegraden kan reduceras ytterligare genom förbättrad hjälmdesign. Inte minst finns lovande resultat när det gäller hjälmar med rörligt ytterskal. Dessutom är det grund att tro att riktig bruk av hjälm och att kassera gamla hjälmar vill ha en skadereducerande effekt. Det finns inte forskningsmässigt belägg för att hävda att förare som använder hjälm tar större risker än förare som inte använder hjälm.

Åtgärder riktade mot motorcykeln

Till trots för att det inte finns några reella olyckstudier när det gäller effekt av ABS-bromsar, är det mycket som talar för att denna åtgärden vill ha en olycks- och skadereducerande effekt, även om åtgärden skulle vara föremål för beteendeanpassning. Detta beror först och främst på att konsekvenserna av att blockera bromsar är långt allvarigare för MC än för bil. Dessutom är det grund att tro att ABS-bromsar vill reducera ångslan för att låsa bromsarna, och därmed kan föraren bromsa upp kraftigare än hon/han annars ville ha gjort.

Studier finner inte något samband mellan motoreffekt och olycksrisk. På detta grundlag kan det konkluderas med att det knappast vill ge någon säkerhetsvinst att förbuda de största tunga motorsyklarna eller reglera användningen av dessa strängare än i dag. Motorcykelns "image" kan vara en variabel av större betydelse för olycksinvolvering än motorcykelns motoreffekt. Mycket tyder på att föraren och förarbeteendet är huvudorsaken till olyckor, inte motorstorleken på MC. Ett annat moment som har varit lite i fokus, är risken vid att köra en motorcykel man är lite känd med. Studier tyder på att detta har en negativ effekt på olycksrisk.

Tänt halvljus tycks bidra till ökad synlighet och verkar olycksreducerande för kollisionsolyckor. Dessutom är det närliggande att tro att ytterligare åtgärder (fluorescerande plagg, bruk av extra ljus eller helljus på dagtid) för att öka motorcyklars synlighet vill förstärka den olycksreducerande effekten. Emellertid behövs mer forskning omkring effekten av sådana tilläggsåtgärder.

När det gäller passiv säkerhet på motorcykeln finns det inte några reella olycksstudier av den skadereducerande effekt av varken benskydd eller airbag,

eftersom sådana skydd inte finns kommersiellt tillgängliga. Kollisionstester indikerar att benskydd kan skydda benen vid kollision, men ökar risken för skador i huvud, bröst och nacke. Airbag tycks ha bäst effekt när motorcykeln kör in i sidan på bil. Då hindrar den att föraren slår huvudet i biltaket, något som kan förorsaka mycket allvarliga nack- och huvudskador. Emellertid kan den öka risken för skador i huvud när förare kastas av cykeln. Vidare är det osäkert om airbag kan förorsaka nackskador under själva uppblåsningsprocessen.

Åtgärder riktade mot vägmiljön

Djupstudier tyder på att ”vägfällor” spelar liten roll när det gäller motorcykelolyckor, men eftersom det finns få studier är det behov för ytterligare forskning på området för att kunna fastslå hvilken betydelse detta har för olyckor. Flera typer vägfällor är enkla att reparera och förebygga, och det rekommenderas därför att fjärna dessa, i den grad det er möjligt .

Sammanstöt med vägräcken kan resultera i allvarliga skador för motorcyklister. Det existerar i dag flera sätt att förbättra existerande räcken på. Detta beror huvudsakligt på att sådana räcken tillåter motorcyklister att glida längs räckets yta utan att träffa skarpa föremål eller hörnor som koncentrerar kollisionskraften. Det är än så länge inte möjligt att beräkna hur stor reduktion i skadegrad man kan förvänta som följd av förbättring av existerande vägräcken, men att förbättring vill reducera skadegraden är det liten tvivel om. En rekommendation är att prioritera förbättring av vägräcken på speciellt olycksutsatta ställen (”black spots”), särskilt i skarpa kurvor. Samtidigt är det viktig att man inte glömmer förbättring av *vägens sidoområde* där det inte är räcken. Det säger sig själv att det är en fördel att undvika att träffa föremål i vägens sidoområde, om man först glider ut av vägbanan.

Summary:

Motorcycle safety- a literature review and meta-analysis

Introduction

Although the risk of being involved in a traffic accident is the same for motorcyclists as compared to other road users, the risk of a motorcyclist being injured in an accident is much higher. On basis of the high injury risk for motorcyclists, it seems most relevant to focus on countermeasures to prevent crashes. It is, however, unrealistic to assume that all motorcycle accidents can be avoided. As a consequence, countermeasures aimed at reducing injury severity are also needed.

Both these two main types of countermeasures include measures aimed at the rider, the motorcycle and the road environment. Different countermeasures of these types are reviewed in the report. Meta-analysis is applied to statistically summarize the results of studies evaluating the effects of different countermeasures. The meta-analyses are based upon studies estimating the effect of the countermeasure on real motorcycle accidents, either by studying the effect on accidents or injury severity. Results based on collision tests or computer simulations are not included in the meta-analysis. Such studies are nevertheless described in the report.

Countermeasures aimed at the rider

There is no evidence to show that voluntary motorcycle training programs, meaning programs completed voluntarily by riders who possess a rider's licence, reduces crash risk. On the contrary, such programs seem to increase the crash risk. One possible explanation is that riders feel more competent after completing the course, without actually having improved their skills. Another reason may be that they have improved riding skills that are irrelevant concerning accident prevention. On the other hand, compulsory training through licensing programs seems to result in a weak, but consistent reduction of crashes. This means that the accident preventive effect of training programs cannot be completely ruled out. It should be noted that both the content and the manner the compulsory programs were carried out are poorly described in the different studies. A challenge for future research is to identify characteristics of training programs associated with a decrease in future accident risk.

Several researchers have criticised motorcycle training programs for merely focusing on rider skill training, and ignoring motivational factors (i.e. the motivation causing deliberate risk taking on the road). Accident involvement is

not necessary the result of poor riding skills, a more relevant issue is what the rider chooses to do with his skills. Training programs are further criticised for not focusing on hazard perception training in order to avoid accidents.

Combining power restriction of motorcycles with age limitations (graduated licensing) does not seem to have any effect on safety. Although the number of accidents with powerful motorcycles decreases after power restrictions are introduced, this positive effect is outnumbered by an increase in accidents with light motorcycles.

Studies demonstrate that the use of protective clothing reduces the severity of injuries on hands, feet, legs and arms (a 33-50 % reduction in injury severity). Today there are several new developments of protective clothing available for motorcyclists. Even though the protective effects of these remain to be estimated on basis of actual motorcycle accidents, there is reason to believe that the use of these kinds of protective clothing will result in a further reduction of injury severity. The proportion of riders and passengers wearing protective clothing while riding is, however, unknown. Studies indicate that there is a large potential for increasing the wearing rate of protective clothing among motorcyclists. Measures aimed at increasing the wearing rate of protective clothing can therefore be expected to have a potential for injury reduction. It is not known whether wearing protective clothing can cause the rider to feel safer while riding, and thus be more likely to take more chances while riding. A challenge for future research is to determine whether this type of behavioural adoption will occur or not.

There is no doubt that wearing a helmet reduces the severity of head injuries. New developments of motorcycle helmet design suggest that the severity of head injuries can be further reduced. Wearing the helmet properly and discarding old helmets can also be expected to reduce the severity of head injuries. There is no evidence for claiming that motorcyclists who wear a helmet take more risk while riding than motorcyclists who do not wear a helmet.

Countermeasures aimed at the motorcycle

There are no studies based on real accidents estimating the preventive effect of ABS-brakes on motorcycles. It is nevertheless expected that ABS-brakes on motorcycles will both prevent accidents and reduce injury severity, even though this measure could result in some kind of behavioural adoption from the rider. This assumption is primarily based upon the fact that locking the brakes has far more serious consequences for a motorcycle as compared to a car. There is also reason to believe that ABS-brakes will reduce motorcyclists' fear of locking the brakes. As a result, motorcyclists can be expected to brake harder than he or she otherwise would have done and thus reduce the motorcycle's stopping distance. Still, it remains to be tested how introducing ABS-brakes on a motorcycle will affect the behaviour of the rider.

There is no evidence for a relationship between accident risk and motorcycle engine size/effect. On this basis, it is concluded that banning or restricting the use of the most powerful motorcycles will probably not any effect upon safety. The "image" of the motorcycle (especially the "super sport image") seems to be of

more relevance concerning accident involvement. Another factor is being unfamiliar or inexperienced with the motorcycle in question. Studies indicate that this increases the accident risk.

Studies demonstrates that the use of daytime running lights reduces the number of accidents which involve a collision with another vehicle. It is expected that additional measures improve motorcycle conspicuity (e.g. fluorescents clothing, additional beams or the use of high beam in daylight) can result in a further reduction in daytime collision accidents. There is, however, a need for further studies in order to estimate the effects of such additional measures.

Leg protectors and motorcycle airbag include measures of passive safety on the motorcycle. These measures are not commercially available at the moment, and there are thus no studies which have estimated the injury reducing effect of such devices based on real motorcycle accidents. Collision tests indicate that leg protectors may reduce the severity of leg injuries, but increase the risk of head, chest and neck injuries. Tests demonstrate that an airbag can be effective, especially in cases where the motorcycle collides into the side of a car. The airbag may, however, increase the risk of head injures in some cases. It is uncertain whether the airbag can cause neck injuries while inflating.

Countermeasures aimed at the road environment

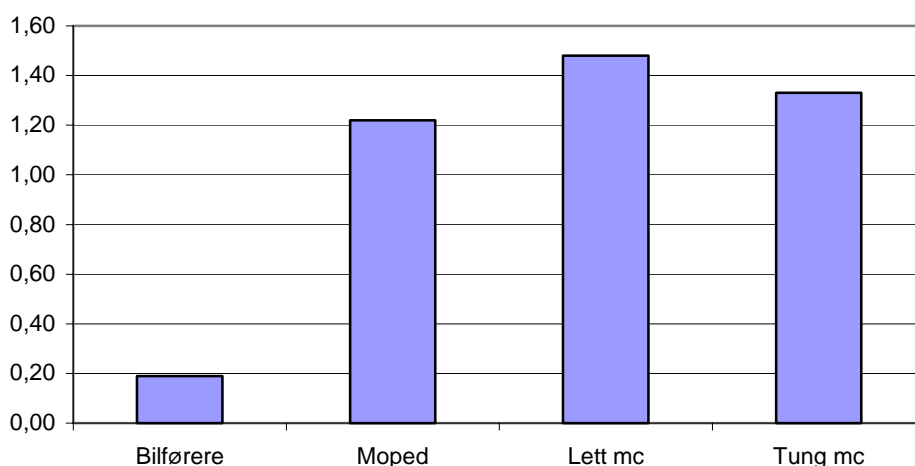
In-depth studies of motorcycle accidents suggest that “road traps” (e.g. slippery surfaces, gravel) are of minor importance pertaining to motorcycle accidents. There are, however, only a few in-depth studies estimating the contribution of such factors to motorcycle accidents, suggesting that the importance of “road trap” cannot be ruled out. Most of such “traps” are relatively simple to repair and prevent, and it is therefore recommended that measures aimed at eliminating such traps should be given priority.

Impact with crash barriers/safety fences can result in serious injures for motorcyclists. There are today several means for improving the safety performance of existing barriers/fences in order to make them more friendly for motorcyclists. In particular, crash barriers which allows the rider to slide along the surface of the barrier without hitting any objects that concentrate the collision energy seem to lessen the risk of injury. Although it at the moment is not possible to estimate how large the reduction in injury severity will be when crash barriers are modified, it is no doubt that this measure will result in some reduction of injury severity. It is recommended that effort made to improve barriers/fences located on sharp curves or on motorcycle accident black spots should be given priority. It is also important to focus on the road side area on locations where there are no fences/barriers, particularly by removing objects in the road side area which the motorcyclists may hit in run-off-road accidents.

1 Inledning

1.1 Hög personskaderisk för motorcyklister och mopedister

Även om risken för att bli involverad i en trafikolycka inte är större för motorsyklister än för andra trafikanter, har motorsyklister mycket hög personskaderisk om olyckan först är ute (Bjørnskau, 2000, Motorcycle Council of NSW, 2000). Figur 1 visar personskaderisken för förare och passagerare på moped, motorcykel och i personbil i Norge 1998, angiven som antal skadade personer pr million personkm, beräknad på basis av polisrapporterade olyckor med personskada (Bjørnskau 2000)¹. Figuren visar att mopedister och motorsyklister har 6-8 gånger så hög skaderisk pr personkilometer som bilister när alla åldersgrupper ses under ett. Internationelle studier bekräftar denna tendens (Taylor & Lockwood, 1990, Noordzij m fl, 2001).



Figur 1: Skadade personer pr million personkilometer på moped, lätt motorcykel, tung motorcykel och personbil i Norge 2000. (Kilde: Bjørnskau 2000)

Även om personskaderisken tycks vara ungefär lika hög för motorsyklister och mopedister, är skadegraden långt mer allvarlig för förare och passagerare på motorcyklar. Tabell 1 visar att det i Sverige var ungefär lika många personer som skadade sig i olycka på motorcykel och moped i 2001, men att motorcyklarna var stod för de flesta dödsolyckorna. Tabell 1 visar också klara könsskillnader för personskador i olyckor med tvåhjulringar. Hela 85 % av de som skadades i motorcykelolyckor var män. Tillsvarande andel för mopedister var 77 %. När det

¹ Det har inte lyckats hitta svenska tal för antal skadade personer pr million personkm. Troligen gäller mönster för MC-olyckor för Sverige som i Norge. Detta eftersom båda land har relativt likt klimat och delvis geografi, samtidigt som båda land är mycket lika det gäller andra mått på personskador i vägtrafiken (IRTAD, 2002).

gäller dödsolyckorna är könsskillnaderna ännu klarare. Det är inte orimligt att relativt få kvinnor involveras i motorcykelolyckor eftersom bara 11 % av motorcyklarna i den svenska trafiken i 1997 hade kvinnliga ägare (SIKA, 1997).

Tabell 1: Antal skadade och dödade motorsyklar och mopeder i Sverige 2001 efter kön.

| | Motorcyklar | | | | Moped | |
|---------|-----------------------------|----------------------------------|---------------------|--------------------------|---|---------------------------------|
| | Antal skadade/dödade förare | Antal skadade/dödade passagerare | Antal dödade förare | Antal dödade passagerare | Antal skadade/dödade förare och passagerare | Antal dödade förare/passagerare |
| Män | 784 | 28 | 34 | 1 | 826 | 8 |
| Kvinnor | 74 | 67 | 1 | 2 | 243 | 1 |
| Summa | 861 | 97 | 35 | 3 | 1 075 | 9 |

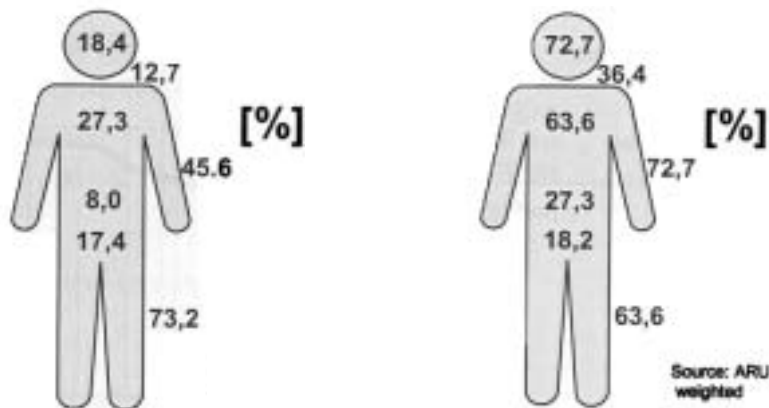
(Källa SIKA, 2002)

1.2 Skadornas omfattning

Studier tyder på att ungefär 90 % av alla motorcykelolyckor resulterar i en personskada. I överkant av 50 % av dessa är lättare skador (Hurt m fl, 1981, Motorcycle Council of NSW, 2000). Det är gjort flera djupstudier av motorcykelolyckor och skadegrad (Hurt m fl, 1981, EECV, 1993, Haworth m fl, 1997, Otte m fl, 1998). Dessa visar en del gemensamma tendenser som är uppsummerade nedanför:

- Bena är den del av kroppen som oftast skadas i olyckorna. 60 –80 % av alla skadade har skador i benen
- Armarna skadas i 20- 45 % av alla olyckorna
- Huvud skadas i 20-35 % av alla olyckorna
- Nacke skadas i 10 –15 % av alla olyckorna
- Bröst skadas i 15-30 % av alla olyckorna
- Underliv/mage skadas i 15-20 % av alla olyckorna
- Ryggskador är sällsynta, och inträffar i under 5 % av fallen
- Passagerare på motorcykel har samme skadegrad som förare.

När det gäller dödliga och allvarliga skador är det särskilt huvud, bröst och nacke som skadas. Detta exemplifieras i figur 2, som visar skador på olika ställen på kroppen för 338 tyska motorsyklar, av vilka 11 var dödsolyckor (Otte m fl, 1998). Alla motorcyklisterna i undersökningen använde hjälm.



a) Skadade områden, alla olyckor

b) skadade områden i dödsolyckor

Figur 2: Skador på olika delar av kroppen vid motorcykelolyckor. Resultat från djupanalys av 338 motorcykelolyckor i Hannover. Kilde: Otte m fl 1998.

Eftersom huvudskador medför de allvarligaste skadorna och benen skadas i de flesta olyckor, konkluderade Noordzij m fl (2001) med att åtgärder för att skydda förare och passagerare på motorcykel först och främst bör skydda huvud och ben. Även om armar också skadas ofta, är som regel inte sådana skador lika allvarliga som benskadorna.

1.3 Olika typer motorcykelolyckor

Både svenska (Lövsund, 1982, Nilsson, 2002), europeiska, australiensiska och nordamerikanska olycksdata (EEVC, 1993, Otte m fl 1998, Hurt, 1981; Shankar, 2001, Haworth m fl, 1997) visar grovt sett samma tendens när det gäller motorcykelolyckors fördelning mellan singelolyckor och krockar. Ungefär 30-50 % av olyckorna med motorcykel är så kallade singelolyckor, medan 70-50 % av olyckorna är en kollision med annat fordon². Vidare indikerar studier att genomsnittshastigheten vid olyckor ligger mellan 48 och 55 km/t. (Hurt m fl, 1981, Otte m fl, 1998)

Singelolyckor utgjorde ungefär hälften av svenska dödsolyckor med motorcykel i år 2000 (Nilsson, 2002). Singelolyckorna karakteriseras genom att:

- De oftast inträffar på landsväg (Nilsson, 2002)
- De ofta inträffar i kurvor. För hög hastighet på väg in i kurvan antas vara den viktigaste orsak (Hurt m fl 1981, Brendicke, 1993, citerad i Noordzij, 2001, Statens vegvesen, 2000)
- Inte ändamålsenlig/felaktig bromsning antas också vara en viktig orsak till singelolyckor, vanligen genom att bakhjulet blockeras (Hurt, 1981, Haworth m fl 1997)
- Skaderisken ökar kraftigt om förare/passagerer träffar ett föremål, exempelvis en stolpe i vägräcket (Koch och Brendicke, 1989, Brailly, 1998, båda citerad i Noordzij m fl 2001).

² Svenska tal tyder på att singelolyckor utgör ungefär 50 % av alla motorcykelolyckor med personskada, medan kollisionsolyckor utgör de resterande 50 % (Nilsson, 2002).

Kännetecken vid olyckor där motorcykeln krockar med andra fordon, är:

- Kollision med personbil är vanligast, och inträffar gärna när bilen är i färd med att svänga av mot vänster i en vägkorsning (Hurt m fl, 1981, Lövsund, 1982, Glad, 1999, Nilsson, 2002)
- Vanligen är det föraren av det andra fordonet som inte överhåller sin väjningsplikt (Glad, 1999). En vanlig förklaring är att föraren av det andra fordonet uppger att han/hon inte såg motorcykeln eller felbedömde hastighet och avstånd.
- Skadegraden är långt mindre när motorcyklist/passager kastas över annat fordon och landar i vägbanan än om de träffar annat fordon (EECV, 1993, Otte m fl, 1998). I över 90 % av fallen kastas motorcyklisten in i det andra fordonet.

1.4 Ålder, erfarenhet och olycksrisk

Studier som undersöker risk efter ålder visar att de yngsta och således mest oerfarna motorcykelförarna har störst olycksrisk³. Baserat på djupstudier av 900 motorcykelolyckor i Californien, fann Hurt m fl (1981) att hälften av olyckorna drabbade förare som hade haft körkort mindre än ett år. Likaledes har Taylor & Maycock (1990) konkluderat med att erfarenhet spelar en nyckelroll i förhållande till olycksrisk. På grundlag av en undersökning genomförd bland 10 000 brittiska motorcykelförare fann de att olycksrisken sjunker med antal körda kilometer pr år. Två studier av motorcykelolyckor i New Zealand gav samma resultat. Kontrollerat för antal körda kilometer, fann Hull (1981) att MC-förare med mindre än sex månaders erfarenhet hade långt högre risk än andra.

Mullin m fl (1998) estimerade att en MC-förare som har kört över 10 000 km har hälften så hög risk som en som har kört mindre. Mullin m fl fann också att olycksrisken avtog med ålder, något som är naturligt i och med att de yngsta gärna har minst erfarenhet. Exempelvis hade åldersgruppen 25 år och äldre hälften så hög olycksrisk som åldersgruppen 15-19 år.

En tysk undersökning (Koch och Hagstotz, 1990) visade att erfarenhet tycks reducera olycksrisken för singelolyckor, men inte för olyckor där motorcykeln krockar med annat fordon. För krockolyckor ökar olycksrisken med antal körda kilometer. En förklaring kan vara att en stor andel av krockolyckorna inte är motorcyklistens fel. En stor del av denna sortens olyckor orsakas av att förare av annat fordon inte rättar sig efter väjningsplikten (Glad, 1999).

Andra har fokuserat på att den höga olycksrisken för de yngsta (och därmed de mest oerfarna) förarna inte beror på att de saknar erfarenhet, men snarare på att de i större grad tar risker i trafiken. I en prospektiv undersökning av över 4 000

³ Det har heller inte lyckats att hitta svenska studier när det gäller erfarenhet och risk för motorcykelolycka. Officiell statistik visar att åldersgruppen 25-34 år står för den största andelen av olyckorna, hela 30 % av olyckorna i 2001 (se tabell B-1, bilaga 1). Det är emellertid inte grundlag för att påstå att olycksrisken är högre för denna åldersgruppen. En stor andel av ägarna till motorcyklar i trafik tillhör denna åldersgruppen, och antas således vara mest exponerade i trafiken (se figur B-1, bilaga 1).

brittiska motorcyklister fann Rutter och Quine (1996) att yngre förare var långt mindre säkerhetsorienterade än andra förare. Säkerhetsorientering blev mätt genom uppfattningar om att bryta trafikregler, ta hänsyn till andra, använda säkerhetsutrustning och liknande. Dessa uppfattningarna förespådde även rapporterat riskbeteende och olycksinvolvering, mätt 12 månader senare, och detta i långt starkare grad än bristande erfarenhet.

Det är med andra ord svårt att avgöra om det är bristande erfarenhet eller riskpreferenser som förklarar unga förares höga olyckskvot. Det ligger nära till hands att tro att den höga olyckskvoten bland de minst erfarna förarna kan bero på en kombination av bristande erfarenhet och riskpreferenser.

1.5 Implikationer för åtgärder

Denna relativt korta genomgång av karakteristika vid motorcykelolyckor ger flera indikationer på olika åtgärder som kan sättas ut i livet. Med tanke på den höga personskaderisken som motorcyklister har, tycks det mest förnuftigt att viktlägga åtgärder som förebygger olyckor. Det är emellertid svårt att föreställa sig att alla motorcykelolyckor kan förhindras. En behöver därför också åtgärder som kan reducera skadegraden när olyckan först är ute. Båda dessa två huvudtyper åtgärder kan riktas mot föraren, motorcykeln och vägmiljön.

I rapporten genomgås följande åtgärder:

Åtgärder riktade mot föraren

- Upplärning (förebygga olyckor)
- Graderad körkort (förebygga olyckor)
- Skyddskläder (reducera skadegrad)
- hjälm (reducera skadegrad)

Åtgärder riktade mot motorcykeln

- Förbättra bromssystem (förebygga olyckor och reducera skadegrad)
- Begränsa motorcyklars effekt och graderade körkort (förebygga olyckor)
- Åtgärder riktade mot att öka motorcykelars synbarhet (förebygga olyckor)
- Benskydd (reducera skadegrad)
- Airbag (reducera skadegrad)

Åtgärder riktade mot vägmiljön

- Ta bort ”vägfällor” (förebygga olyckor)
- Väggeometri (förebygga olyckor)
- Förbättra vägräcken (reducera skadegrad).

1.6 Kriterier för undersökningar som ingår i meta-analyser

I rapporten används meta-analys för att väga samman data om en åtgärds effekter från olika undersökningar. Med meta-analys menas en statistisk sammanställning och uppsummering av resultat från olika undersökningar om den samma åtgärden, presenterad i form av ett viktat genomsnitt. Kort sagt innebär metoden att man först viktar den enskilda undersökningens resultat i förhållande till den urvalstorlek undersökningen bygger på. Därefter beräknas genomsnittlig effekt av alla undersökningarna. En närmare beskrivning av framgångssättet vid meta-analys av trafiksäkerhetsåtgärder finns i Elvik (1994) och Elvik m fl (1997).

Meta-analyserna används bara på undersökningar som har mätt effekter på *reella* motorcykelolyckor, antingen i form av antal olyckor eller skadereduktion. Det är inte gjort meta-analyser av undersökningar baserade på laboriestudier eller computersimuleringar. Orsaken till detta är att även om tester i laborier eller på testbanor ger positiva resultat av säkerhetsåtgärder, är det inte givet att åtgärderna vill ha samma positiva effekt i praktiken. Et exempel är studier där man har studerat effekten på krockdockor (”crash dummies”). Sådana dockor ger en indikation på skadeutbredelsen vid olyckor, men är ändå inte fullgoda när det gäller att beskriva den reella skadereducerande effekt. Resultaten från flera sådana undersökningar beskrivs ändå i rapporten, men blir inte statistiskt sammanvägda med meta-analys.

Ofta finner man att införandet av trafiksäkerhetsåtgärder inte har den förväntade effekt på olyckor eller skadegrad, några gånger kan till och med antal olyckor öka efter införande av åtgärden. Exempel på åtgärder som inte ger den säkerhetsvinst man förväntar, är ABS-bromsar för personbil (Sagberg m fl, 1997, Biehl m fl, 1987, Broughton och Baughan, 2002) och kurs i halkkörning för förare av personbil (Glad, 1988, Christensen och Glad, 1996). När det gäller sistnämnda, har förare ökad olycksrisk efter kursen, jämfört med den de hade innan.

En förklaring på detta fenomen är så kallad beteendeanpassning⁴ som kort sagt går ut på att folk tar i bruk säkerhetsåtgärder på andra sätt än för att öka säkerheten. Beteendeanpassning i anknytning till en säkerhetsåtgärd förekommer i huvudsak på två sätt; antingen kör man mer riskfyllt som en följd av åtgärden, eller så reducerar man uppmärksamhet eller koncentration. Fenomenet har varit föremål för stor uppmärksamhet inom internationell trafiksäkerhetsforskning, och man har med tiden genomfört en rad empiriska undersökningar (se Amundsen och Bjørnshau, 2002, för en översikt).

⁴ Begreppet beteendeanpassning stammar från Gerald Wildes teori (Wilde, 1982) om riskkompensation, Många forskare föredrar att använda det mer neutrala uttrycket ”beteendeanpassning” (”behavioural adaptation”) eftersom begreppet ”riskkompensation” kan antyda att det är en önskan om att upprätthålla en viss risk som är motivationen bakom anpassningen (OECD 1990, Grayson 1996).

2 Åtgärder riktade mot föraren

2.1 Upplärning

Som nämnt inledningsvis ger studier klara indikationer på att kort erfarenhet som motorcykelförare är förbundet med ökad olycksrisk. Formell upplärning och körkortsprov för moped- och motorcykelförare tar sikte på att reducera förarnas olycksrisk genom att ge dem kunskaper om och färdigheter i säker körning. Upplärningsåtgärder riktade mot moped- och motorcykelförare, kan delas i följande grupper:

- Frivillig upplärning. Med detta menas frivilligt deltagande på kurs för förare som redan har körkort.
- Obligatorisk upplärning. Med detta menas upplärning som ålägges den enskilde innan man förvärvar sig körkort.
- Körkortsprov. Detta omfattar införande av krav om godkänt körkortsprov för att få körkort för moped eller MC när det tidigare inte har varit något krav till detta.

Det är genomfört många undersökningar av effekten av olika typer förarupplärning och införande av körkortsprov. Studierna är upplistade nedanför, och den viktade genomsnittseffekten på olyckor framgår av tabell 2.

Frivillig upplärning

Kraus, Riggins och Franti 1975 (USA)
Raymond och Tatum 1977 (Storbritannien)
Russam 1979 (Japan)
Satten 1980 (USA)
Hurt, Ouellet och Thom 1981 (USA)
Jonah, Dawson och Bragg 1981, 1982 (Canada)
Mortimer 1984 (USA)
Adams, Collingwood och Job 1985 (Australien)
Mortimer 1988 (USA)
Steffens, Gawatz och Willmes 1988 (Tyskland)
McDavid, Lohrmann och Lohrmann 1989 (Canada)
Wallar 1992 (USA)

Obligatorisk upplärning

Andersson, Ford och Peck 1980
Engel och Krosgård Thomsen 1989 (Danmark)
Ingebrigtsen 1990 (Norge)
Wood & Bowen 1987 (Australien)
Kloeden; Moore; Mclean 1994 (Australien)
Billheimer, 1998 (USA)

Körkortsprov

Jonah, Dawson och Bragg 1981 (Canada,)
Daltrey och Thompson 1987 (Australien)

Tabell 2: Meta-analys av verkningar av formell upplärning och körkortsprov för moped- och motorcykelförare på antal olyckor (alla olyckstyper). Skadegrad ospecificerad

| | Antal studier | Procent ändring i antal olyckor | |
|--|---------------|---------------------------------|--------------------|
| | | Bästa anslag | Osäkerhet i effekt |
| Frivilligt vald upplärning (olyckor pr förare) | 8 | +18 | (+1; +37) |
| Frivilligt vald upplärning (olyckor pr kört km) | 8 | +44 | (+33; +56) |
| Obligatorisk upplärning (olyckor pr förare) | 6 | -6 | (-9; -2) |
| Körkortsprov för moped- och motorcykelförare (olyckor pr förare) | 2 | -13 | (-14; -1) |

Kilde: TØI rapport 681/2003

Resultat från tabell 2 kan uppsummeras på detta sätt:

- Frivilligt vald formell upplärning reducerar inte antal olyckor bland moped- och motorcykelförare. De som har genomgått formell upplärning har tvärtom flera olyckor än de som inte har genomgått sådan upplärning. Detta gäller i särskilt grad om man ser på olyckor pr kört kilometer.
- Obligatorisk upplärning innan man får körkort för MC eller moped ser däremot ut att ha en positiv effekt på olyckor. Emellertid visar bara tre av de sex studierna en olycksreducerande effekt. Två av dessa baseras på olyckstill för över 40 000 MC förare, och är av den grund tillagt störst vikt när effekten beräknas.
- Bara två undersökningar föreligger om körkortsprov. En kanadisk undersökning (Jonah, Dawson och Bragg 1981) visade att de som bestod ett frivilligt körkortsprov hade något flera olyckor än de som inte bestod detta provet. En australiensisk undersökning (Daltrey och Thompson 1987) fann däremot att införande av obligatoriskt körkortsprov, kombinerat med upplärning, medförde färre olyckor pr förare. Den australiensiska undersökningen väger tyngst i genomsnittresultatet i tabell 2.

Resultat av meta-analys tyder på att den upplärning eller de prov föraren genomgår *innan* han/hon får körkort verkar olycksreducerande, medan upplärning *efter* att föraren har fått körkort (det vill säga frivillig upplärning) har motsatt effekt. Det finns flera möjliga förklaringar på detta resultatet.

En möjlig förklaring är att upplärning och/eller körkortsprov *innan* motorcyklisten släpps ut på egen hand i trafiken, ger en viss införning i de basalfärdigheter som krävs för att köra motorcykel, och således verkar olycksreducerande. Däremot kan ytterligare upplärning en stund efter att man har haft körkort ge förarna en överdriven tro på att de kan behärska motorcykeln i svåra situationer. Med andra ord kan en form för beteendeanpassning förekomma, i detta fall genom att förarna kör mer riskfullt efter att ha genomgått kurs. Sådana effekter antas förklara varför

unga bilförarens olycksrisk ökar efter att de har genomgått kurs i halkkörning (Glad, 1988, Glad och Christensen, 1996). En brittisk undersökning (Thompson, 1994) ger stöd för antagandet om att tro på egna färdigheter ökar efter genomförd utbildning. Hela 85 % av de som hade genomfört ett färdighetsträningsskolor för motorcykel kände sig mycket eller ganska kompetenta efter kursen. Detta var emellertid ett obligatorisk kurs, således ett kurs man genomförde innan man fick körkort.

Även om många undersökningar om frivillig utbildning ger få uppgifter om vad utbildningen gick ut på, tycks färdighetsträning vara huvudelementet i de flesta erbjudanden. Billheimer (1998) påpekar att man vet lite om de färdigheter som det övas på. Man finner inte något belägg för att de färdigheter det övas på har någon betydelse för motorcykelolyckor. Även om de skulle ha det, är det ändå inte någon garanti för att färdigheterna blir bättre efter ett genomfört kurs. I värsta fall kan man riskera att förarna känner sig mer kompetenta efter genomförd utbildning, samtidigt som de har lärt irrelevanta färdigheter eller inte reellt sett har fått ett ökat färdighetsnivå efter kursen. I ett sådant fall verkar knappast utbildning olycksreducerande.

Billheimer kritiserar vidare utbildningen för att fokusera på teknisk hantering av motorcykeln och lite på hur man kan *uppfatta* farliga situationer för att undvika att olyckor inträffar. För bilförare, har man funnet att förare med god förmåga när det gäller att uppfatta och förutse farliga situationer är mindre olycksutsatta än andra (se Haworth m fl, 2000 för en genomgång). Studier tyder på att bilförare kan träna upp denna förmågan. Emellertid är det osäkert om tränande på att uppfatta faror vill ha en positiv verkan på motorcyklister. Motorcyklister måste inte bara identifiera faror, men de måste i större grad än bilister företa riktiga handlingar (exempelvis undvika att panikbromsa) för att undvika olyckor. Än så länge är det gjort få studier av samspelet mellan uppfattande av faror och olycksinvolvering bland motorcyklister. En grundlig genomgång av detta tema och förslag till vidare forskning presenteras i Haworth m fl (2000).

Andra har kritiserat kurserna för att lägga mest vikt på färdighetsträning och lite vikt på motiverande faktorer, det vill säga den motivation som ligger bakom medvetet risktagande i trafiken (Chesham m fl, 1993; Simpson och Mayhew, 1990, Rutter och Quine, 1996, Tomlins, 1998). Ett moment i detta samband är att det inte nödvändigtvis är körfärdigheterna i sig som förorsakar olyckor, men hur man väljer att använda sina färdigheter. Då preferenser för risktagande tycks kunna förutsäga motorcyklisters olycksinvolvering (Rutter och Quine, 1996), är det närliggande att tro att åtgärder som exempelvis motiverar föraren till att hålla hastighetsgränser vill verka olycksreducerande.

Till trots för att meta-analys tyder på att olycksrisken inte reduceras vid frivilligt vald utbildning kan man ändå inte utesluta att kurserna har en säkerhetsvinst. En moment de flesta studierna inte tar hänsyn till, är olyckornas *skadegrad*. Ett undantag är Mortimer (1988), som fann en tendens till att de som hade genomgått kurs hade lika många olyckor, men mindre allvarliga skador. Detta berodde sannolikt på att de som hade genomgått kurs var duktigare till att använda säkerhetsutrustning. Skillnaden var inte statistiskt signifikant.

När det gäller den ökade risken pr körd kilometer efter frivilligt vald utbildning, visar undersökningar (Raymond och Tatum 1977, Satten 1980) att motorsyklister

med sådan upplärning *kör mindre* än motorcyklister utan sådan upplärning. Förare som kör lite, har högre risk pr körd kilometer än förare som kör mycket. En del av förklaringen på skillnaden i olycksrisk pr kört kilometer mellan förare med frivillig upplärning och förare utan detta, kan därför vara att förare med frivillig upplärning kör mindre än de andra.

En annan faktor flera studier inte kontrollerar för, är *självselektion* till kurs. Det kan inte uteslutas att det först och främst är de med högst olycksrisk som deltar på kurs, till exempel yngre förare eller förare som tidigare har upplevt olyckor eller nästan-olyckor. Studier som kontrollerar för sådana självselektionseffekter konkluderar med att frivillig upplärning antingen inte har någon effekt eller bidrar till ökad olycksrisk (se Billheimer, 1998 för en översikt).

2.2 Graderat körkort

Hastigheten vid en motorcykelolycka har stor betydelse för skadeomfånget. En sätt att reglera hastighet och motorprestation på motorcyklar för att reducera både olycksrisk och skadeomfång vid olyckor, är indelning av motorcyklar i olika klasser på grundlag av motorprestation, kombinerat med olika krav till förare av olika typer mopeder och motorcyklar. En vanlig regel är till exempel att bara personer som har erfarenhet med att köra mopeder eller mindre motorcyklar ges körkort för de största motorcyklarna⁵. Det är också vanligt att sätta gränser för motorvolym för olika typer motorcyklar.

I Storbritannien fick förare med nytt körkort («learner permit») förbud mot att köra motorcyklar över 125 ccm i 1982 (Broughton 1987). Tidigare var gränsen 250 ccm. En före/efterundersökning visade de ändringar i antal personskadeolyckor för olika grupper av förare och motorcyklar som framgår av tabell 3. Antal olyckor gick kraftigt ned i den åldersgrupp förbudet omfattade och för den typ motorcykel det blev förbudet att köra. Denna nedgången blev emellertid mer än uppvägd av en ökning i antal olyckor med lätta motorcyklar. Totalt gick därför inte olyckstalet ned för nya förare. För erfarna förare var det i samma period en nedgång på omkring 10% i antal personskadeolyckor.

⁵ I Sverige får man köra tung motorcykel med obegränsad effekt (= motorcykel som har högre effekt än 25 kW och ett effekt/viktförhållande som överstiger 0,16 kW/kg) om man har haft behörigheten A under minst två år, eller fyllt 21 år och godkänts i ett körprov för sådan motorcykel.

Tabell 3: Verknningar av förbud mot att köra tung motorcykel för unga förare. Procent ändring av antal olyckor (Broughton 1987).

| Grupp | Motorcykelstorlek | Procent ändring av antal olyckor | |
|---------------------------|-------------------|----------------------------------|--------------------|
| | | Bästa anslag | Osäkerhet i verkan |
| Åtgärdsgrupp (nya förare) | Under 125 ccm | +24 | (+21; +29) |
| | Över 125 ccm | -79 | (-80; -77) |
| | Alla storlekar | +2 | (-1; +5) |
| Kontrollgrupp (erfarna) | Under 125 ccm | +7 | (+2; +12) |
| | Över 125 ccm | -16 | (-18; -14) |
| | Alla storlekar | -10 | (-13; -8) |

Tabell 4 visar meta-analys av effekter av förbud för unga förare att köra tung motorcykel. Tabellen bygger på data från tre undersökningar:

Troup, Torpey och Wood 1984 (Australien)

Broughton 1987 (Storbritannien)

Koch 1991 (Tyskland)

Tabell 4: Meta-analys av verknningar av förbud mot att köra tung motorcykel för unga förare. (Procent ändring av antal olyckor).

| Förbud mot att nya förare kör tung motorcykel (alla olyckor) | | | |
|--|------------------------|-----|------------|
| Ospecificerat (alla) | Olyckor med tung mc | -74 | (-77; -71) |
| Ospecificera (alla) | Olyckor med lätt mc | +17 | (+8; +26) |
| Ospecificerat (alla) | Alla motorcykelolyckor | +14 | (+8; +20) |

Kilde: TØI Trafikksikkerhetshåndbok 1997

Den tyska undersökningen av Koch (1991) visade att ett graderat körkort för nya förare inte medförde färre olyckor. Detta fyndet samsvarar med resultaten från Broughton (1987) - övergången till lättare motorcyklar bland nya förare var så stor att den mer än uppvägde vinsten vid att färre körde tunga motorcyklar. Förbud mot att köra tung motorcykel för unga förare kan på bakgrund av detta inte sägas ha förbättrat nya förarens säkerhet. En australiensisk undersökning (Troup, Torpey och Wood 1984) visade emellertid att förbud mot att nya förare kör tunga motorcyklar reducerade antal olyckor med tunga motorcyklar. I denna undersökning blev möjligheten för en olycksökning för lätta motorcyklar som följd av förbudet inte undersökt. Det kan därför inte läggas så stor vikt vid resultaten av denna undersökning som av den brittiska undersökningen.

New Zealand har också förbud mot att nya förare kör tunga motorcyklar. En undersökning från New Zealand (Langley, Mullin, Jackson och Norton, 2000) visade att unga förare som körde med större motorcyklar än tillåtet (över 250 ccm) inte hade någon högre olycksrisk än unga MC-förare som körde med lätta motorcyklar.

2.3 Skyddskläder

Som nämnt inledningsvis tyder studier på att 90% av alla motorcykelolyckor resulterar i personskada. Ett sätt att begränsa skadorna när olyckan först är ute, är att använda skyddskläder⁶. Skyddskläder för motorcyklister omfattar huvudsakligen handskar, stövlar, byxor, jacka. I senare tid har bland annat rygg-, bröst-, armbåge-, skulder- och knäskydd av absorberande material blivit en del av skyddskläderna. I särskild grad gäller detta ryggskydd. De viktigaste fördelarna vid att använda skyddskläder är uppsummerade nedanför:

- Hindra bränn- och skrubbsår när förare halkar på vägbanan efter att ha fallit av cykeln
- Reducera omfång på brott och mjukdelsskador
- Hindra inflammation i sår och i öppna brott (försakat av smuts från vägen)
- Kan förebygga olyckor om skyddskläder bidrar till ökad synbarhet
- Kan förebygga olyckor genom att föraren håller sig varm och torr och därmed bättre skickad både fysiskt och psykiskt till att färdas i trafiken. Skyddskläder kan bidra till att uppmärksamheten upprätthålls, hindra trötthet och ge kortare reaktionstid (Robertson & Porter, 1987).

2.3.1 Verkan på skadegrad

Det är funnet fyra undersökningar som ger tal för vilken effekt skyddskläder har på skadegraden vid motorcykelolyckor:

Aldman, Cacciola, Gustafsson, Nygren och Wersäll 1981 (Sverige)

Hurt, Ouellet och Thom 1981 (USA)

Danner, Langwieder, Polauke och Sporer 1984 (Tyskland)

Aldman, Kajzer, Gustafsson, Nygren och Tingvall 1985 (Sverige)

På grundlag av dessa undersökningar har bästa anslag för effekten av skyddskläder på motorcyklisters sannolikhet för att bli skadade vid olycka beräknats, se tabell 5. Studierna bekräftar den skadereducerande effekt skyddskläder avses ha. Bruk av skyddskläder medför att sannolikheten för att pådra sig de aktuella typer skada vid en olycka reduceras med 33-50%. Detta gäller både bruk av handskar, stövlar och kläder. Störst är verkningen för handskar.

⁶ Skyddskläder kan också användas olycksförebyggande om detta bidrar till ökad synlighet.

Tabell 5: Meta-analys av verkningar av skyddskläder för motorcyklister på antal skador. Procent ändring av antal skador

| | Procent ändring av antal skador | | |
|----------------------------------|---------------------------------|--------------|----------------------|
| | Typ skada som påverkas | Bästa anslag | Osäkerhet i verkning |
| Handskar | Handskador | -50 | (-63; -33) |
| Stövlar | Fotskador | -33 | (-45; -17) |
| Jacka eller byxa av skinn | Arm- eller bensskador | -33 | (-50; -10) |

Kilde: TØI Trafikksikkerhetshåndbok 1997

2.3.2 Nya sorters skyddskläder

Under det sista decennium har en rad nya typer skyddskläder blivit kommersiellt tillgängliga. Det har inte lyckats att identifiera studier som ger tal för skadereduktion av nyare typer skyddskläder, som rygg-, bröst-, armbåge-, skulder- och knäskydd. En kort beskrivning av de senaste nyutvecklingarna skall ändå ges här. I särskilt grad har material som skyddar ryggen blivit en del av standard skyddsutrustning. De flesta MC-plagg har i dag inbyggda ryggskydd av plast eller läder, men dessa ger mycket begränsat skydd och kan förmodligen i några fall förvärra skadorna. Detta beror på att skenan är smal, tunn och hård och därmed inte i tillfredsställande grad absorberar energi. Det största problemet är att skenan kan förskjuta sig under fall och i värsta fall skära in i ryggen.

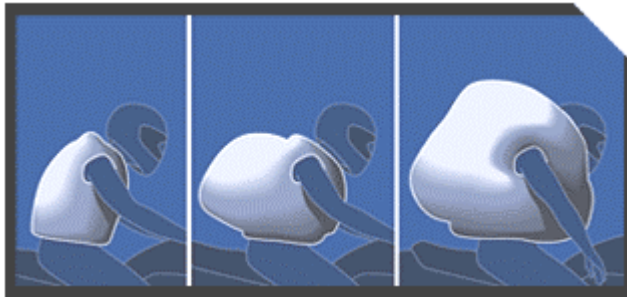
Däremot tycks lösa ryggskydd (oftast ett päronformat band/bräde med elastiskt bälte runt magen) skydda ryggen bättre. Dessa är tjockare och lagade av mer energiabsorberande material (ofta en kombination av karbon och kevlar) och är tjockare än innebyggda ryggskenor. Det har inte lyckats hitta studier som visar att lösa ryggskydd reducerar skadegrad för förare utsatt för olyckor, men det är liten tvivel om att material lagat av karbon och kevlar både absorberar energi effektivt och hindrar penetrering. Denna sorts material används också vid skydd av bröst/överkropp, armbågar och knän (illustrerade i figur 4).



Figur 4: Rygg-, skulder- och armbågsskydd.

Et annat sätt att skydda rygg/nacke på, är genom självupplåsande jackor/västar. Dessa blåses upp om föraren kastas av motorcykeln, därmed blir föraren en slags

”Michelin-mann” innan hon/han träffar backen (figur 4). Det finns flera sådana på marknaden i dag. Även om tester tyder på att dessa verkar stötabsoberande (Hit-air, 2002), finns inte studier som visar om dessa skydd har en skadereducerande effekt i reella olyckor .



Figur 3: Självupplåsand väst för motorcyklister. Dainese's D-Air Jacket. Illustration hämtad från. www.popsi.com.

2.3.3 Utbredning av bruk av skyddskläder

Det är föga tvivel om att skyddskläder verkar skadereducerande, med det är inte känt i vilken grad skyddskläder används av motorcyklister och passagerare. Om användningsfrekvensen är låg, bör man försöka genomföra åtgärder som kan ändra detta. Enskilda studier ger indikationer på hur mycket skyddskläder används bland motorcyklister och passagerare. En tysk undersökning visade att 55 % av motorcykelförarna använde skinnställ, handskar och stövlar, medan tillsvarende tal för passagerare var 31 % (Haas, 1996, citerad i Noordzij m fl 2001). En nyligen genomförd djupstudie av 50 norska motorcykelolyckor visade att bristande bruk av skyddskläder; skinnjacka, jeans och tygsko, var vanligt bland dem som blev skadade. Undersökningen konkluderade att fullvärdig säkerhetsutrustning i många fall ville reducerat skadegraden väsentligt (Statens vegvesen, 2000).

Även om ovanför nämnda undersökning inte ger något bra estimat på bruk av skyddskläder, ger den grund för att anta att ökad användning av skyddskläder vill vara en positiv åtgärd för att reducera skadegraden vid olyckor. En australiensisk cost-benefit kalkyl (Torpey, Ogden, Cameron & Vulcan, 1991) konkluderade med att om påbud om MC-beklädnings blev infört för förare och passagerare, ville detta vara samhällsekonomiskt lönsamt även om beklädnings bara gav en 2.5 % reduktion i skadegrad (således ett långt lägre estimat än beräknat i meta-analysen i tabell 4). Beräkningarna var baserade på polisrapporterade skador i Australien och gjorda ut i från en förutsättning om att 50 % av passagerare på motorcykel använder skyddskläder, medan de flesta förare gör det.

En invändning mot bruk av skyddskläder är att detta i värsta fall kan få föraren till att känna sig tryggare, och därmed kanske kompensera för den ökade säkerheten genom högre hastighet och mer risktagande. Därmed kan det tänkas att ökad bruk av skyddskläder kan medföra en ökning i antal olyckor, även om skadegraden i en del av dessa reduceras. Det är än så länge ingen studier som undersöker om sådana effekter äger rum, men studier av skadereducerande åtgärder riktade mot bilförare kan ge en indikation. I en nyligen genomförd litteraturstudie av beteendeanpassning inom transport konkluderar Amundsen och Bjørnskau (2003) med att

beteendeanpassning inte tycks inträffa vid införande av skadereducerande åtgärder (för exempel bilbälte och airbag), men i större grad inträffar när åtgärder riktade mot att förhindra olyckor införs (exempelvis ABS-bromsar). Konklusionen är baserad på kunskap om effekter av trafiksäkerhetsåtgärder för personbilar, men ger ändå en indikation på att bruk av skyddskläder för MC-förare inte nödvändigtvis vill resultera i beteendeanpassning genom ökad hastighet och risktagande.

Kort uppsummerat visar studier att bruk av skyddskläder verkar skadereducerande för hand-, fot-, arm- och benskador (33-50 % skadereducerande). I dag är en rad nya typer skyddskläder tillgängliga på marknaden. Det finns grund att tro att dessa kan reducera skadegraden ytterligare, även om inte effekten av alla nyutvecklingar är kända. Omfånget av bruk av skyddskläder är inte känt. De undersökningar som är gjorda, tyder på att det finns ett stort förbättringspotential när det gäller att öka användarfrekvensen av sådan utrustning. Åtgärder riktade mot att öka omfånget av skyddsutrustning kan därmed antas ha ett stort potential för skadereduktion.

Det är grund till att påminna om att skyddskläder har begränsad verkan. Energiabsorberande material vill inte skydda föraren i lika stor grad vid höga hastigheter och kraftiga sammanstöt. Vidare vill det bara i begränsad grad skydda mot brott förorsakat av kraftiga böjningar (till exempel när föraren fångas mellan motorcykeln och annat fordon) och penetrering av spetsiga föremål. Ett annat moment är att det är inte känt om bruk av skyddskläder kan bidra till att förare känner sig tryggare än utan skyddskläder, och om detta resulterar i ökat risktagande. En utmaning för vidare forskning är att avslöja om beteendeanpassning av denna typen vill inträffa eller inte.

2.4 Hjälm

Olyckor med huvudskador resulterar lätt i allvarligt eller dödligt utfall för motorcyklist eller passagerare. Hjälms effekten på skadegraden vid moped- och motorcykelolyckor har undersökts av flera. Resultaten som läggs fram här, bygger på följande undersökningar:

- | | |
|--|--|
| Cairns och Holbourn 1943 (Storbritannien) | Bachulis, Sangster, Gorrell och Long 1988 (USA) |
| Chandler och Thompson 1957 (Storbritannien) | Evans och Frick 1988 (USA) |
| Jamieson och D'Arcy 1973 (Australia) | May och Morabito 1989 (USA) |
| Richardson 1974 (USA) | Wilson 1989 (USA) |
| Kraus, Riggins och Franti 1975 (USA) | Kelly, Sanson, Strange och Orsay 1991 (USA) |
| Hoffman 1977 (Belgia) | Murdock och Waxman 1991 (USA) |
| Dare, Owens och Krane 1978 (USA) | Romano och McLoughlin 1991 (USA) |
| McSwain och Lummis 1980 (USA) | Offner, Rivara och Maier 1992 (USA) |
| National Highway Traffic Safety Administration 1980 (USA) | Shankar, Ramzy, Soderstrom, Dischinger och Clark 1992 (USA) |
| Andrews 1981 (USA) | Weiss 1992 (USA) |
| Carr, Brandt och Swanson 1981 (USA) | Rutledge och Stutts 1993 (USA) |
| Hurt, Ouellet och Thom 1981 (USA) | Gabella, Reiner, Hoffman, Cook och Stallones 1995 (USA) |
| Luna, Copass, Oreskovich och Carrico 1981 (USA) | Kraus, Peek, Shen och Williams 1995 (USA) |

De flesta undersökningarna har utförts vid sjukhus eller andra hälsoinstitutioner, där skadade mopedister eller motorcyklister har behandlats. En svaghet vid undersökningar utförda vid hälsoinstitutioner, är att oskadade motorcyklister, det vill säga de som helt undgår att bli skadade eftersom de använder hjälm, som regel inte kommer med. Dessutom har många av undersökningarna i liten grad kontrollerat för andra faktorer, i tillägg till hjälm, som påverkar skadegraden vid olyckor. Resultaten är därför osäkra. Tabell 6 visar bästa anslag på effekter av att använda hjälm på skadegraden vid olyckor.

Hjälm reducerar antal huvudskador bland mopedister och motorcyklister med ca 45%. Verkningen är störst för de mest allvarliga skadorna. En tendens är att de som använder hjälm också pådrar sig färre andra skador, men denna tendensen är inte statistiskt pålitlig. När alla skador ses under ett, reducerar hjälm talet på skador med ca 25%.

Tabell 6: Meta-analys av verkningar av hjälm för mopedister och motorcyklister på sannolikheten för personskada. Individuella verkningar

| Skadegrad i olyckan | Typer skador som påverkas | Procent ändring av antal skadade | |
|------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------|
| | | Bästa anslag | Osäkerhet i verkning |
| Dödlig skada (3%) | Huvudskada | -44 | (-55; -32) |
| Allvarligt skada (17%) | Huvudskada | -49 | (-58; -39) |
| Lätt skada (80%) | Huvudskada | -33 | (-41; -25) |
| Alla skador (100%) | Huvudskada | -44 | (-22; -41) |
| Alla skadegrader | Andra skador än huvud | -8 | (-22; +8) |
| Alla skadegrader | Alla typer av skador | -25 | (-30; -20) |

Kilde: TØI Trafikksikkerhetshåndbok 1997

2.4.1 Effekt av påbud

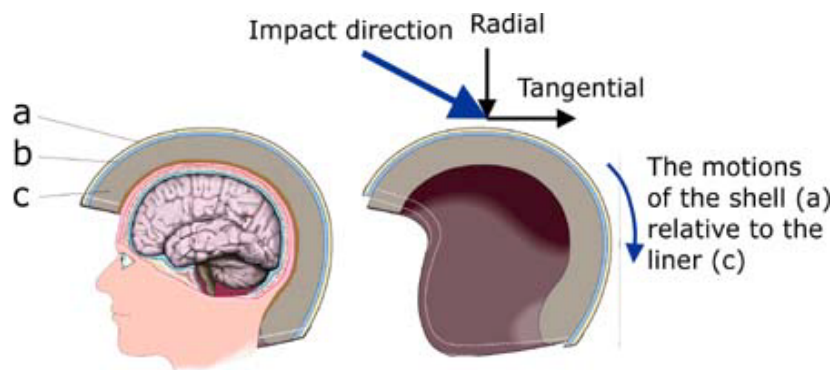
Det föreligger en del undersökningar om verkningen på antalet skadade mopedister och motorcyklister av att införa eller upphäva påbud om bruk av hjälm. Dessa är inte presenterade här, men en genomgång av Elvik m fl, (1997) visar att införande av påbud om bruk av hjälm reducerar antal skadade mopedister och motorcyklister med ca 20-30%. Upphävning av sådant påbud har visat sig medföra en ökning på ca 30% i antal dödade, och en något mindre ökning, på ca 5-10%, i antal skadade mopedister och motorcyklister.

När där gäller användarfrekvens, är det mycket som talar för att ett påbud är effektivt. Så länge bruk av hjälm är frivilligt, visar erfarenhet att långt från alla mopedister och motorcyklister väljer att använda hjälm. I 1976, då bruk av hjälm var frivilligt i Norge, använde ungefär 55% av mopedisterna och motorcyklisterna hjälm (Fosser 1995). Tillsvarande erfarenheter har gjorts i en rad delstater i USA. Undersökningar gjorda i land som har hjälmpåbud, tyder på en användarfrekvensen på över 95 % (Noordzij m fl, 2001).

2.4.2 Förbättringspotential för skadereduktion

Även om nästan alla MC-förare och passagerare använder hjälm (i land som har hjälmpåbud), är det inte alltid hjälmen används optimalt. I många fall är inte hjälmen riktigt påsatt, till exempel är hakbandet inte fäst. Det har inte lyckats hitta studier som visar hur stor andel av motorcyklister som fäster hakbandet. Hjälmens ålder har emellertid studerats i några studier. I en australiensisk djupstudie av motorcykelolyckor fann Haworth m fl (1997) att 15 % av hjälmarna som användes var äldre än 5 år. Det rekommenderas att hjälm byts ut om den är äldre än 5 år, då detta reducerar hjälmens skyddseffekt. Vidare bör hjälmar som skadats av slag eller stöt kasseras.

Även om den skadereducerande effekten av korrekt påsatt hjälm är väldokumenterad, har många påpekat att bättre hjälm bara reducerar huvudskador (Corner, Withney, O'Rourke och Morgan, 1987, Hopes & Chinn, 1989, citerad i Noordzij, 2001, Otte m flera, 1999). Halldin, Gilchrist och Mills (2001) påpekar att de flesta MC hjälmar är bristfälligt konstruerade. Hjälmen skyddar mot direkta slag mot huvudet, men inte mot rotationskraften som hjärnan utsätts för vid sammanstöt med vägbanan eller objekt. Detta kan lätt resultera i allvarliga hjärnskador. Med detta utgångspunkt har en ny sorts hjälm utvecklats av svenska och brittiska forskare, MIPS (Multi-directional Injury Protection System). Denna är uppbyggd av flera skikt där det yttersta är rörligt och därmed absorberar mycket av rotationsenergin. Experimentella studier tyder på att detta kan reducera krafterna huvudet (och hjärnan) blir utsatta för med upptill 50 % (Halldin m fl 2001). I särskild grad antas hjälmen att vara effektiv när föraren träffar vägbanan med huvudet först .



Figur 3: Vänster: Illustration av MIPS hjälm med tre lag. a) hjälmskalet, b) ett lågfriktion lag och c) energiabsorberande interiör. Höger: Illustration av hur stöt förorsakar förskjutning mellan det yttre skalet och interiör. Illustration hämtad från Halldin m fl (2001).

2.4.3 Kan bruk av hjälm öka antal olyckor?

En del hävdar att bruk av hjälm reducerar synfält och hörsel och därmed gör det svårare för föraren att upptäcka faror, något som kan öka antalet olyckor. Emellertid ger studier lite stöd för detta antagande. McKnight och McKnight (1995)

fann att förare med hjälm kompenserade för inskränkning av synfältet genom att röra huvudet mer och att hjälmen inte reducerade hörseln nämnvärdigt.

Några (Adams, 1983, Asogwa, 1980) menar att hitta stöd för att bruk av hjälm medför flera dödsolyckor, något som förklarades genom att beteendeanpassning ägde rum - föraren får falsk trygghetskänsla och tar därmed större risker under körning. Emellertid har reanalys av dessa studierna gett motsatt konklusion; bruk av hjälm reducerar dödsolyckor (se Grayson, 1996 för en översikt). Således är det inga studier som tyder på en negativ effekt på olyckor av hjälmbruk.

3 Utrustning på motorcykel

3.1 Bromsar

De flesta moderna motorcyklar är i dag utrustade med hydrauliska skivbromsar, som har relativt god effekt när det gäller stoppsträcka. Effekten förutsätter att föraren bromsar korrekt, något som i praktiken är en av de mest krävande handlingar en motorcyklist skall utföra. Detta beror på bland annat på att bromsarna för fram- och bakhjul på de flesta motorcykelmodeller betjänas separat, och den optimala fördelning mellan bromskraft på framhjul och bakhjul är 70-80 % respektive 30-20 %. Vidare är konsekvenserna av att blockera bromsarna långt allvarigare än för personbil. Blockering av bromsarna kan lätt resultera i att man mister kontroll över motorcykeln. Blockeras framhjulet välter cykel lätt, medan blockering av bakhjulet resulterar i att motorcykeln glider i sidled.

Djupstudier bekräftar bromsarnas betydelse för olyckor med motorcykel. En australiensisk studie anslåg att olämplig bromsning var medverkande orsak till 20 % av alla olyckorna i datamaterialet. När det gäller singelolyckor, antogs olämplig bromsning vara orsak till 40 % av olyckorna. Motsvarande tal för olyckor med hög hastighet var 60 % (Haworth m fl 1997). Mycket tyder på att rädsla för att blockera bromsarna kan vara lika farligt som att blockera bromsarna på en motorcykel. På grundlag av djupstudier av 900 motorcykelolyckor, konkluderade Hurt m fl (1981) med att många olyckor berodde på att motorcyklisterna inte bromsade kraftigt nog eller bara använde bakbromsen av ängslan för att blockera bromsarna. Detta ökade naturlig nog stopplängden.

Flera förbättringar av motorcyklars bromssystem har utvecklats. Ett exempel är integrerade bromssystem, som ger en optimal fördelning mellan bromskraft på framhjul (70-80 %) och bakhjul (30-20 %). Detta systemet hindrar inte blockering av bromsarna och därmed låses hjulen. Blockering av bromsarna kan emellertid undvikas med bromsar av ABS typen (anti-locking braking system), som i likhet med ABS-bromsar för bil hindrar hjulen i att låsa sig. ABS-bromsar för motorcyklar har varit kommersiellt tillgänglig sedan 1988, men det är bara de dyraste modellerna som har denna utrustning i dag.

Laboratorie- och bantester visar att ABS-bromsar har en positiv effekt under kraftig uppbromsning, både genom att hindra låsning av hjul och genom att bromslängden reduceras sammanliknat med MC utan ABS (Touichiro m fl, 1991). Det är inte funnet några reella olyckstudier som visar om ABS-bromsar reducerar olycksrisk, något som nog beror på att relativt få motorcyklar har denna utrustningen i dag. Sporer och Kramlich (2001) har på grundlag av en djupstudie av över 600 krockolyckor mellan motorcykel och bil gjort teoretiske beräkningar av ABS-bromsars potentiellt olycksreducerande effekt. I 2/3 av olyckorna försökte motorcyklisten att bromsa ned innan kollision. Vid 19 % av dessa välte motorcykeln innan sammanstöt med bil. Författarna konkluderade med att ABS

ville hindrat vält i de flesta fallen (93 %). Detta ville reducerat både antal olyckor (pga bättre möjlighet till att stoppa/styra undan) och skadegraden eftersom det är fördelaktigt att sitta upprest vid kollision (föraren kastas över och inte in i bilen). Vidare konkluderade Sporer och Kramlich med att antal singelolyckor där föraren välter innan han/hon lämnar vägbanan eller träffar et föremål kunde ha reducerats kraftigt genom bruk av ABS. De anslog att 10 % av alla tyska MC-olyckor kunde ha undvikits om alla motorcyklar utrustades med ABS. Dessutom kunde skadegraden blivit reducerad i många olyckor. Ut i från detta ville införande av ABS på alla motorcyklar kunna ha en positiv verkan på 50 % av alla MC- olyckor .

Det är viktig att påminna om att detta bara är teoretiska betraktningar från Sporer och Kramlich sin sida. Författarna har inte tagit hänsyn till att beteendeanpassning kan förekomma, exempelvis om MC-förarna kör med mindre säkerhetsmarginaler efter införande av ABS, något som flera studier av bilförare tyder på (Sagberg m fl, 1997, Biehl m fl, 1987, Broughton och Baughan, 2002). Således vet man inte om den förväntade reduktionen av motorcykelolyckor som följd av ABS-bromsar faktisk vill äga rum. Ett annat moment är att aktivering av ABS-bromsar skapar vibrationer i framgaffel (wobbling), något som kan förorsaka att föraren mister kontroll över motorcykeln. Detta problemet har man försökt lösa genom att stabilisera motorcykelns framgaffel. ABS-bromsar löser emellertid inte problemet med att bromsa i en sväng. När man bromsar vill motorcykeln automatisk rätta upp sig, något som gör att man kommer ut av kurs och lätt kör ut av vägen (vänstersväng) eller över i motsatt körbana (högersväng).

Till trots för att det inte finns några reella olyckstudier av ABS-bromsars, är det mycket som talar för att denna åtgärden vill ha en olycks- och skadereducerande effekt, även om åtgärden skulle vara föremål för beteendeanpassning. Detta beror först och främst på att konsekvenserna av att blockera bromsar har långt allvarigare konsekvenser för MC än för bil. Dessutom vill ABS-bromsar troligtvis reducera ångslan för att låsa bromsarna, och därmed kan föraren bromsa upp kraftigare än hon/han annars ville ha gjort. Emellertid återstår att se hur ABS-bromsar påverkar föraren i praktiken.

3.2 Reglering av motorstyrka

Det har gjorts en rad undersökningar om samband mellan motorvolym på mopeder och motorcyklar och olycksrisk med dessa fordonen. Bland sådana undersökningar är:

Kraus, Riggins och Franti 1975 (USA)
Nordisk Traficksäkerhetsråd 1975 (Sverige)
Hurt, Ouellet och Thom 1981 (USA)
Lekander 1983 (Sverige)
Kallberg 1986 (Finland)
Carstensen 1987 (Danmark)
Koch 1987 (Tyskland)
Broughton 1988 (Storbritannien)
Ingebrigtsen 1989 (Norge)

Mayhew och Simpson 1989 (Canada)
Ingebrigtsen 1990 (Norge)
Taylor och Lockwood 1990 (Storbritannien)
Rogerson, Lambert och Allan 1992
(Australia)
Hayworth, Smitj, Brumen och Pronk 1997
(Australia)
Nilsson 2002 (Sverige)

Resultat från dessa undersökningar varierar ganska mycket. Det finns en tendens till att man i väl kontrollerade undersökningar hittar märkbart svagare samband mellan motorvolym och olycksrisk än i dåligt kontrollerade undersökningar. Med gott kontrollerade undersökningar menas undersökningar som tar hänsyn till flest möjliga av de andra faktorer som, i tillägg till motorvolym, påverkar olycksrisken. Den bäst kontrollerade undersökningen är Ingebrigtsen (1990). I denna undersökning kontrolleras det för kön, ålder, erfarenhet, motorcykelmärke, årsmodell, årlig körsträcka och ett mål på riskvillighet. Kontrollerat för dessa faktorer, var sambandet mellan motor-volym på tunga motorcyklar och relativ olycksrisk som angivet i tabell 7:

Tabell 7: Meta-analys av effekt av motorvolym på tunga motorcyklar på relativ olycksrisk

| Motorcykelvolym | Ökning av risk | |
|-----------------|----------------|------------------|
| | Bästa anslag | Osäkerhet i risk |
| 101-425 ccm | 1,00 | (0,85; 1,18) |
| 426-625 ccm | 1,03 | (0,83; 1,28) |
| 626-825 ccm | 1,04 | (0,86; 1,25) |
| 826- ccm | 1,05 | (0,88; 1,26) |

Kilde: TØI rapport 681/2003

På grundlag av dessa tal kan det konkluderas med att *det knappast finns någon säkerhetsvinst att hämta genom att förbuda de största tunga motorsyklarna eller reglera användningen av dessa strängare än i dag*. Schultz (1998) stödjer denna konklusion och hävdar att föraren och förarbeteendet är huvudorsaken till olyckor, inte motorstorleken på MC.

Motorcykelns ”image” kan vara en variabel av större betydelse för olycksinvolvering än motorcykelns motoreffekt. En norsk undersökning tyder på att racingaktiga motorcyklar (särskilt så kallade supersportcyklar) är upptill tre gånger så olycksutsatte som andra typer (MC Rådet, 1999). Detta till trots för att dessa motorcyklar har de bästa bromsarna och säkraste köregenskaperna. En förklaring på detta fyndet är att förare med hög riskvillighet gärna köper denna sorts motorcyklar.

Et annat moment som har varit lite i fokus, är risken vid att köra med en motorcykel man är ovan med. Studier tyder på att detta har en negativ effekt på olycksrisk. Hurt m fl (1981) fann att mer än hälften av motorcyklisterna som var inblandade i en olycka hade mindre än fem månaders erfarenhet på motorcykeln de körde, även om de i genomsnitt hade tre års körerfarenhet. I en australisk case-control studie fann också Haworth m fl (1997) att förare som antingen hade lånat motorcykel eller förare som körde utan körkort hade högre olycksrisk än andra. Denna tendens förekom också vid kontroll för förarens ålder. I en norsk undersökning av 50 MC olyckor i 1997/98, var hälften av motorsyklarna antingen lånade, hyrda eller stulna (Statens vegvesen, 2000). Samtidigt hade 72 % av de olycksinvolverade förarna mindre än sex månaders erfarenhet på olycksmotorcykeln.

Et annat sätt att minska hastighet på motorcyklar för att reducera både olycksrisk och skadeomfång vid olyckor, är intelligent hastighetanpassning. Införande av ISA (intelligent hastighetanpassning) utprövas nu som känt på personbilar i Sverige. Emellertid anses inte detta som en relevant åtgärd för motorcyklar, då det kan vara farligt att inte ha full kontroll över hastigheten. Om man till exempel tappar hastigheten i en sväng, kan detta resultera i att man kör av vägen eller i att man hamnar i motsatt körbanan.

3.3 Åtgärder för att öka mopeder och motorcyklars synbarhet

Krockar mellan motorcykel och bil antas utgöra mellan 50 – 70 % av alla motorcykelolyckor. I Sverige anslås sådana olyckor utgöra hälften av alla dödsolyckor (Nilsson, 2002). Studier visar att motorcyklisten vanligtvis är oskyldig part i sådana olyckor (Ceracarelli m flera, 1992, Glad, 1999, Williams & Hoffman, 1979, Thomsom, 1980). En rad undersökningar tyder på att dålig synbarhet är en medverkande faktor till många olyckor där moped eller motorcykel är inblandade (Janoff, Cassel, Fertner och Smierciak 1970, Williams och Hoffman 1979, Hurt m fl, 1981, Thomson 1980, Dahlstedt 1986, Olson 1989, Wulf, Hancock och Rahimi 1989). I en djupstudie av ett stort antal australiensiska MC-olyckor, konkluderade Williams och Hoffmann (1979) med att 21 % av alla olyckorna där motorcykel kolliderade med bil sannolikt berodde på att bilföraren inte såg motorcykeln. Detta utgjorde 16 % av alla olyckor med personskada. I en norsk studie konkluderade Glad (1999) med att krock med bil utgjorde ungefär hälften av norska dödsolyckor med motorcykel, och att många av dessa berodde på att bilisten inte rättade sig efter väjningsplikten. En närliggande förklaring på detta är att bilisten inte hade sett motorcyklisten.

Mopeder och motorcyklars synbarhet kan ökas på flera sätt. Ett av dessa är att använda ljus på dagtid (i tillägg till på andra tider på dygnet). Flera experiment stödjer konklusionen om att ljus på dagtid bättrar motorcyklisters synbarhet (Wulf m fl 1989, Hole och Tyrell, 1995, Hole m fl, 1996). Det föreligger en rad undersökningar om verkningen på olyckorna av att använda ljus om dagen på moped och motorcykel. Resultat som läggs fram här, bygger på följande undersökningar:

Individuell verknad (case-control studier)

Vaughan, Pettigrew och Lukin 1977
(Australien)
Hurt, Ouellet och Thom 1981 (USA)
Haworth, Smith, Brumen och Pronk 1997
(Australien)

Aggregerad verknad (olyckor efter påbjud)

Janoff, Cassel, Fertner, Smierciak 1970 (USA)
Robertson 1976 (USA)
Lalani och Hällan 1978 (Storbritannien)
Wallar och Griffin 1981 (USA)
Muller 1982, 1983, 1984, 1985 (USA)
Zador 1985 (USA)
Radin, Umar, Mackay och Hills 1995 (Malaysia)
Biljeveld 1997 (Österrike och Danmark)
Yuan 2000 (Singapore)

Tabell 8: Meta-analys av verkningar av ljus på dagtid för motorcyklar på procent ändring av antal olyckor i dagsljus.

| | Procent ändring av antal olyckor i dagsljus | |
|--------------------|---|--------------------|
| | Bästa anslag | Osäkerhet i effekt |
| Individuell verkan | - 42 | (-68, +4) |
| Aggregerad verkan | -7 | (-9, -5) |

Kilde: TØI rapport 681/2003

Tabell 8 skiljer mellan individuell och aggregerad verkan. Skillnaden mellan de två effekterna är att individuell verkan baseras på studier som jämför olycksrisk för motorcyklister som har tänt halvljus på dagtid med motorcyklister som inte har gjort det. Bara tre studier har ett sådant design, och effekten är därför något osäker, även om bästa anslag är en 42 % reduktion av olyckor. Den aggregerade effekten har beräknats på aggregerade olyckstal efter att tänt halvljus på dagtid påbjöds, jämfört med olyckstal innan påbudet kom. Bästa anslag visar en olyckreduktion på 7 % för olyckor i dagsljus, och denna är statistiskt säker. Orsaken till att det har skilts mellan de två typer effekter, är att man inte vet hur många motorcyklister som har tänt halvljus efter påbud.

3.3.1 Ytterligare åtgärder för att öka synbarhet

På grundlag av tabell 8 kan man konkludera med att bruk av ljus ser ut att förebygga olyckor. Emellertid är detta påbudet i alla nordiska land, och ytterligare åtgärder för att öka motorcyklisters synbarhet är således av intresse. *Extra ljus* och *fluorescerande utrustning* på motorcykeln (kåpa, tejp, hjälm eller plagg) är exempel på åtgärder som är utprovade. Flera studier visar att båda dessa åtgärder ger ökad synbarhet (Watts 1980, Donne, Fulton och Stroud 1985, Dahlstedt 1986, Fulton, Kirkby och Stroud 1980). Emellertid fann Berg och Burks (1997) att varken det att använda fluorescerande tejp eller extra varningsljus i tillägg till halvljus gav bättre synbarhet sammanliknat med det att bara använda halvljus. Försökspersonerna tyckte även att motorcyklar med fluorescerande tejp var lättast att upptäcka, tätt efterföljt av motorcyklar med två extra ljus. Resultaten är med andra ord något oklara på detta området.

En annan åtgärd är att använda tända *helljus* i stället för tända halvljus på dagtid. Ett argument mot denna åtgärd är att mötande trafikanter kan bli bländade av MC-ljuset. Experiment utförda av Glad (2001) tyder på att bruk av helljus på dagtid inte har någon bländningseffekt på mötande trafikanter. Emellertid kan tänt helljus på dagtid ge bländningseffekter i skymningen eller vid mycket molnigt väder. Det rekommenderas att inte använda helljus under sådana förhållanden. En nackdel med tänt helljus på dagtid är att detta kan reducera effekten av andra åtgärder för att göra föraren mer synbar, sådana som fluorescerande material på cykel eller förare. Detta eftersom föraren och motorcykeln befinner sig helt intill ljuset. Det är än så länge osäkert om bruk av helljus på dagtid vill öka synbarheten.

Utifrån teoretiska beräkningar menar Glad (2001) att det är möjligt att uppnå 15-20 % reduktion av antal skadade och dödade motorcyklister om bilister ser motorcyklisten och överhåller sin väjningsplikt. Man måste emellertid ha klart för sig att fysiska åtgärder för att göra motorcyklar synbara har sin begränsning när det gäller att förebygga olyckor. Flera (Thomson, 1980, Dahlstedt, 1986, Rumar, 1990, Glad, 1999) har påpekat att orsaken till att bilister inte ser motorcyklister kan ha med andra ting än synbarheten att göra. Förklaringen kan ligga i att bilföraren omedvetet är mest *inställd* på att se efter bilar, och därmed primärt söker efter information om bilar när väg en skall kryssas. Därmed överses motorcyklar lätt (också kallat "looked but failed to see"). På denna bakgrund har Glad (1999) föreslagit att åtgärder för att öka motorcyklisters synbarhet också bör rikta sig mot att påverka bilförare till att bli mer inställda på att se efter andra fordon än bilar.

3.4 Benskydd

Benen den del av kroppen som oftast skadas i motorcykelolyckor. I särskilt grad gäller detta när motorcykel krockar med annat fordon. I de flesta fallen där motorcykeln blir påkörd på sidan, drabbas naturligt nog benet (Otte m fl, 1998). Det har gjorts flera försök på att montera benskydd avsedda att hindra att benen kläms mot bilen. Dessa inkluderar allt från relativt primitiva stålbågar till skydd av mer energiabsorberande material som integreras i motorcykelns kåpa. Gemensamt för dessa skydd är att de sticker ut från sidan på motorcykeln framför förarens ben och därmed fungerar som ett skyddslag vid sammanstöt. Mycket av arbetet med utvecklande och test av benskydd har utförts vid Transport Research Laboratory (TRL) i England.

Till trots för en god del forskning på området, är den skadereducerande effekt av sådana skydd omdiskuterad. För de mer primitiva stålbågarna är ingen skadereducerande effekter registrerade (Craig, Sleet & Wood, 1983). De mer avancerade benskydd TRL har utvecklat, har evaluerats på grundlag av kollisionstester i laboratorier och computersimuleringar. Preliminära resultat av kollisionstester gav upplyftande resultat. Benskydden verkade skadereducerande i upptill 61 % av testerna, medan skadegraden ökade i 11 % (Chinn, 1984, Chinn & Hopes, 1985; Chinn, Hopes & Finnis, 1989).

Å andra sidan indikerar mer omfattande krocktester med en annan sorts krockdockor att TRL's benskydd tvärtom kan förvärra vissa typer skador (IMMA, 1992). Detta gäller i särskilt grad huvud- och bröstskador. Krocktester visade att när kastades av motorcykeln, vill han/hon med stor sannolikhet landa med huvudet först i vägbanan. Vidare gav testerna intryck av att benskydd, särskilt knäskador, förvärrades i en del fall. Nyare studier som värderar risken vid benskydd i förhållande till nyttan stödjer samma konklusion. TRL's benskydd kan säkert skydda benen vid kollision, men ökar risken för skador i huvud, bröst och nacke (Kebshull, Zellner, Van Auken och Rogers, 1998). Författarna konkluderade med att benskydd inte bör monteras på motorcyklar.

Enskilda forskare har pekat på att de negativa effekterna av benskydd kan undvikas om airbag monteras på motorcykeln (airbag för motorcyklar beskrivs i avsnitt 3.4). Tester utförda av Spornier, Langwieder och Polauke (1990, citerade i

Noordzij m fl 2001) tyder på att en kombination av dessa två element kan ha en särskilt positiv effekt vid krock med bil. Benskydd reducerar skador på benen, medan airbag absorberar rörelseenergi och hindrar att förare kastas av cykeln. Därmed kan man undvika problemet med att föraren träffar marken med huvudet först som följd av benskydd.

Några reella olycksstudier av den skadereducerande effekt av benskydd har inte genomförts, eftersom sådana skydd inte finns kommersiellt tillgängliga. Det är på sin plats att nämna att enskilda studier tyder på att innebygd kåpa på motorcykel i en viss grad kan reducera benskadorna. I en studie av 258 olyckor där motorcykeln hade krockat med bil, fann Otte (1994, citerad i Noordzij, m fl, 2001) att skadegraden för ben var något mindre för förare av motorcyklar med innebygd kåpa än utan.

3.5 Airbag för motorcyklar

50-70 % av alla motorcykelolyckor gäller krock med annat fordon. Vid sådana sammanstöt kastas föraren av motorcykeln med ungefär samma hastighet som motorcykeln hade innan kollisionen. När MC-föraren träffar fordonet efter sammanstöt, blir skadegraden hög. Speciellt huvud- och bröstskador kännetecknar de allvarligaste skadorna förbundna med denna sorts kollision. Airbagar för motorcyklar är utvecklade med sikte på att reducera hastigheten förare kastas av motorcykeln med vid front- eller sidokollision med annat fordon. De skall också reducera skador genom att hindra att MC-föraren kastas in i annat fordon.

Även om forskning på airbag för motorcyklar började så tidigt som på 1970-talet, finns inte airbag för motorcyklar kommersiellt tillgängliga ännu. En orsak är att utveckling av airbag för motorcyklar bjuder på långt större utmaningar än vad som är tillfälle för airbag i personbilar. Bland annat sitter inte föraren fastspänd mot något ryggstöd på motorcykeln. Detta gör att föraren vid sammanstöt lätt förflyttas i en annan riktning än motorcykeln. Vidare innebär olika motorcykeldesign stor variation i sittställning; med överkroppen fram och bena bak på sportcyklar, upprest på touringcyklar och med bena fram och överkroppen bak på costume-cyklar⁷. En implikation av detta är att airbagkonceptet högst sannolikt måste skraddarsys och utprovas i förhållande till den enskilda motorcykeln (Rogers och Zellner, 2001).

Den skadereducerande effekt av airbag har studerats kollisionstester och computersimuleringar. Två relativt omfattande studier av nyare data har testat airbag på existerande motorcyklar efter ISO DIS 13232 standard⁸. Båda studierna undersökte effekt av airbag på touringcyklar, det vill säga motorcyklar som kännetecknas av stor massa, lågt tyngdpunkt och att föraren har en upprest

⁷ Olika vikt och storlek på MC-föraren är också problematiskt när det gäller hur kraftig airbagen skal vara, men detta problemet finns också närvarande för personbilar.

⁸ ISO DIS 13232 är en standard för kollisionstester med motorcyklar. Denna innebär kollision med sida, front och hörn på både stillastående och bil i rörelse. Testerna utförs för motorcykel med och utan säkerhetsutsyr, och resultaten av testerna sammanliknas. Införda i 1996

körställning. Airbagprototyperna är (naturligt nog) fästade på motorcykeln framför föraren (se figur 6 och 7).

Chinn m fl (1996) utvecklade en airbag som monterades på bensintanken på en Norton Commander touring. Dessutom var motorcykeln utrustad med TRL benskydd. De olika krocktesterna blev utförda i en hastighet på 48 km/t. Krocktesterna indikerade att airbagen bidrog till en kraftig reduktion av den hastighet föraren kastas framåt med vid kollision. Testerna tyder på att 77-100 % av förarens rörelseenergi blev absorberad av airbagen, något som också reducerade skadegraden vid kollision. Testerna visade en liten, men ofarlig ökning i belastning på nacke. Airbagsystemet var särskilt effektivt för 90° sidokollision i 48 km/h. Sannolikheten för en fatal huvudskada som resultat av att slå huvudet i biltaket, reducerades från 10% till noll. Detta illustreras i figur 6.



Figur 5: Sidokollision i 48 km/t utan airbag (till höger) och med airbag (till vänster). Illustration hämtat från Chinn mf.l. (1996).

En annan airbagprototyp är utvecklad av Iijima, Hosono, Ota och Yamamoto (1998). De utvecklade en airbag för montering på motorcyklar med bensintank under sätet⁹, i detta fall en Honda Gold Wing 1500 (illustrerat i figur 7). Iijima m fl (1998) sammanliknade motorcyklar med och utan airbag på nio olika typer sammanstöt med bil i en hastighet på 55 km/t. Motorcyklar med airbag reducerade skadegraden för huvud- och nackskador i fyra av nio fall. I särskild grad berodde detta på att airbagen hindrade föraren i att slå huvudet i biltaket vid sidokollisioner. Emellertid visade airbag liten eller ingen effekt i tre av testerna och ökade skadegraden i två testsituationer. I sistnämnda fall förorsakade airbag att föraren lättare slog saltomortal efter att ha blivit kastad av cykeln, och därmed landade i vägbanan med huvudet först.

I försöket genomfördes också tre tilläggstester; effekten av att ha en framåtböjd ställning (något som innebar kontakt mellan förare och airbag medan den fortsatt blåste sig opp), front- och sidokollision med bil vid högre hastighet (80 km/t), och effekten av att köra med passagerare. Varken att köra framåtböjd eller att ha passagerare resulterade i någon ökning i skadegrad av betydelse. Emellertid tydde testerna på att effekten airbag reducerades vid hög hastighet.

⁹ Fördelen med detta patentet er att airbag inte behöver tas bort vid bensinfyllning.



Figur 4: Honda Goldwing 1500 med utlöst airbag.

Testerna utförda av Iijima m fl var inte fullt så upplyftande som de som blev utförd av Chinn m fl (1996). En förklaring kan vara att Iijima m fl använde högre hastighet vid kollisionstesterna, 55 km/t sammanliknat med 48 km/t, vilket utlöser större rörelseenergi. Vidare använde man en tyngre motorcykel, 370 kg vs 225 kg.

I en nyare genomgång av forskning omkring airbag för motorcyklar, konkluderade Rogers och Zellner (2001) med att det än så länge inte gjorts tillräckligt mycket forskning för att kunna hävda att airbag verkar skadereducerande. Bland annat kritiserar de Chinn m fl, (1996) för bristfälligt utförda tester. I tillägg till att airbag kan förvärra huvudskador i enskilda tillfälle, så som Iijima m fl fann, pekar Rogers och Zellner på att airbagen lätt kommer i kontakt med hjälm under uppblåsning, något som representerar ett särskilt faromoment. Ramet, Bouquet, Boulleuge och Bermond (1994) utförde krocktester med lik istället för krockdockor, och konkluderade med att airbag är särskilt farlig om föraren sitter framåtböjd på motorcykel (som på sportsmodeller). Delar av airbagen fastnade under hakbandet på hjälmen eller mellan hjälm och nacke/skulder medan den blåstes upp, och förorsakade att huvudet blev pressat bakåt. Detta resulterade i allvarliga nackskador eller att nacken bröts.

4 Egenskaper i vägmiljön

4.1 Vägfällor

En utbredd uppfattning inom motorcykelmiljön är det att det är egenskaper vid vägarna ("vägfällor") som skapar olyckor. En dåligt underhållen vägbana kan ha grov, långsgående hyvlad asfalt, hål i vägen eller spår som ger långsgående kanter. Dessutom kan störande element på och i vägbanan, till exempel löv, grus, vägmärkning, "asfalttejp", spårvägsskenor, avloppslock och dieselolja, göra denna slirig och hal, och därmed öka risken för att välta. Dessa förhållanden kan medföra att föraren mister kontroll över motorcykeln

At sådana elementer ger dåligt väggrep är det liten tvivel om. För motorcyklister ger våt vägmärkning och asfalttejp ("tar lines") nästan lika dåligt väggrep som is vid hastighet över 60 km/t (Brendicke, Forke & Gajewski, 1995, citerad i Noordzij, 2001). Vidare ökar motorcykelns bromslängd kraftigt när våt vägmärkning eller asfalttejp passeras under uppbromsning (Schweers & Brendicke, 1993, citerade i Noordzij, 2001). De samma effekter uppstår vid körning på dieselolja, något som innebär en särskilt utmaning eftersom sådana oljefläckar är mycket svåra att få syn på i vägbanan.

Det är svårt att anslå hur stor andel av motorcykelolyckorna som helt eller delvis kan antas vara förorsakade av sådana element i vägmiljön. Som nämnt inledningsvis tyder djupstudier av motorcykelolyckor på att från en tredjedel till hälften av alla MC-olyckor är singelolyckor, där majoriteten medför välut innan föraren lämnar vägbanan. Detta betyder inte nödvändigtvis att vägmiljön har förorsakat olyckan.

En del studier har försökt att anslå i vilken grad vägmiljön bidrar till motorcykelolyckor. På grundlag av 900 motorcykelolyckor i California beräknade Hurt m fl (1981) att brister i vägmiljön, väder eller våt vägbana bara var orsak till 2 % av alla olyckorna. Att våt vägbana inte tycks ha någon betydelse för motorcykelolyckor bekräftas i en australisk djupstudie av motorcykelolyckor, där bara 9 % av olyckorna inträffade när vägbanan var våt (Haworth m fl, 1997).

En djupstudie baserad på 50 motorcykelolyckor i Vestfold län (fylke) i Norge gav uppgifter som inte i nämnvärd grad har behandlats i andra undersökningar. Nästan samtliga olyckor inträffade på torr asfaltväg, och ingen av olyckorna antogs bero på så kallade "vägfällor". Intressant nog menade många av MC-förarna som var inblandade i olyckorna att vägtekniska förhållanden var orsak till olyckorna. Särskilt påpekade de att kurvorna var för snävt konstruerade. Detta till trots för att de flesta medgav att ha kört med för stor hastighet. Olyckskommissionen var emellertid av motsatt åsikt – hade förarna hållit sig innanför hastighetsgränserna skulle inte olyckorna inträffat.

Även om det råder osäkerhet om i vilken grad brister i vägmiljön bidrar till motorcykelolyckor, är inte det ett skäl för att låta bli att reparera vägfällor för motorcyklister. Det är relativt enkelt att ta bort grus, löv och asfalt från vägbanan, och det är närliggande att tro att det är mest ändamålsenligt att prioritera sådant arbete i kurvor. En sätt att raskt kunna ta bort sådant från vägbanan, är att etablera en anmälningsstjänst där motorcyklister och andra trafikanter kan ge vägmyndigheterna besked om vägfällor. Lite svårare är det att ta bort vägmärkning och asfalttejp, men möjliga åtgärder är att ersätta detta med alternativa material som ger mer friktion. Dieselolja är svår att upptäcka, och kan därför vara svårt att ta bort från vägbanan. Det bästa sättet att undvika dieselsöl, är bättre säkring av dieseltankar på lastbilar. En sätt att hindra läckage från dieseltankar är att installera mekanismer som hindrar överfyllning av dieseltankar och/eller en själv-stängande mekanism för tanklock (innebygd lock). Sistnämnda är mycket enkelt att installera.

4.2 Kurvor

En stor andel singelolyckor med motorcykel händer i kurvor, och hög hastighet antas vara en medverka de faktor (Hurt m fl, 1981, Brendicke, 1993, citerad i Noordzij, 2001, Statens vegvesen, 2000). Sålunda är det närliggande att tro att åtgärder som medför att motorcyklister reducerar hastigheten innan de kör in i kurvor vill ha en olycksreducerande effekt. En åtgärd är upplärning i körteknik, men effekten av detta är som tidigare nämnt osäker. Ett alternativ är att påverka motivationen som ligger bakom medvetet risktagande. Ett exempel är att få föraren att välja lägre hastighet genom att påverka förarens hållningar och uppfattningar, men verkningar av sådana åtgärder är också osäker.

En annan möjlighet är att påverka föraren så att han/hon omedvetet väljer lägre körhastighet innan man kör in i en kurva. Kurvor kan exempelvis utformas så att de upplevs som snävare än de egentligen är, och så att detta uppfattas innan man kommer till kurvan. En grundlig genomgång av egenskaper vid kurvor som påverkar förarens perception av kurvans radie finns i Sagberg (2002). Det finns få studier omkring karakteristika vid kurvor och olycksrisk, men mycket tyder på att så kallade övergångskurvor¹⁰ kan medföra att kurvor upplevs som mindre snäva än de egentligen er. Studier tyder på att övergångskurvor kan medföra att föraren undervärderar kurvans snävhet och därmed får förarna till att välja för hög hastighet in i kurvan. En studie från USA tyder på att olyckor med personskada för bilister ökar med 21 % efter införande av övergångskurvor (Tom, 1995).

¹⁰ Vägens mittlinje genom en kurva består av en cirkelbåge, det vill säga kurvans minsta radie. Vanligtvis vill det vara övergångar mellan denna cirkelbågen och nästa vägsegment (som kan vara en rätt vägsträckning eller en ny kurva), och denna övergången kallas en övergångskurva.

4.3 Vägräcken och utformning av vägens sidoområde

Även om vägräcken inte antas utgöra någon olycksrisk av betydelse för motorcyklister, är det liten tvekan om att sammanstöt med vägräcken kan resultera i allvarliga skador när olyckan först är ute. Ett citat från den europeiska motorcykelorganisationen FEMA (Federation of European Motorcyclists Associations) är illustrerande för hur motorcyklister uppfattar vägräcken:

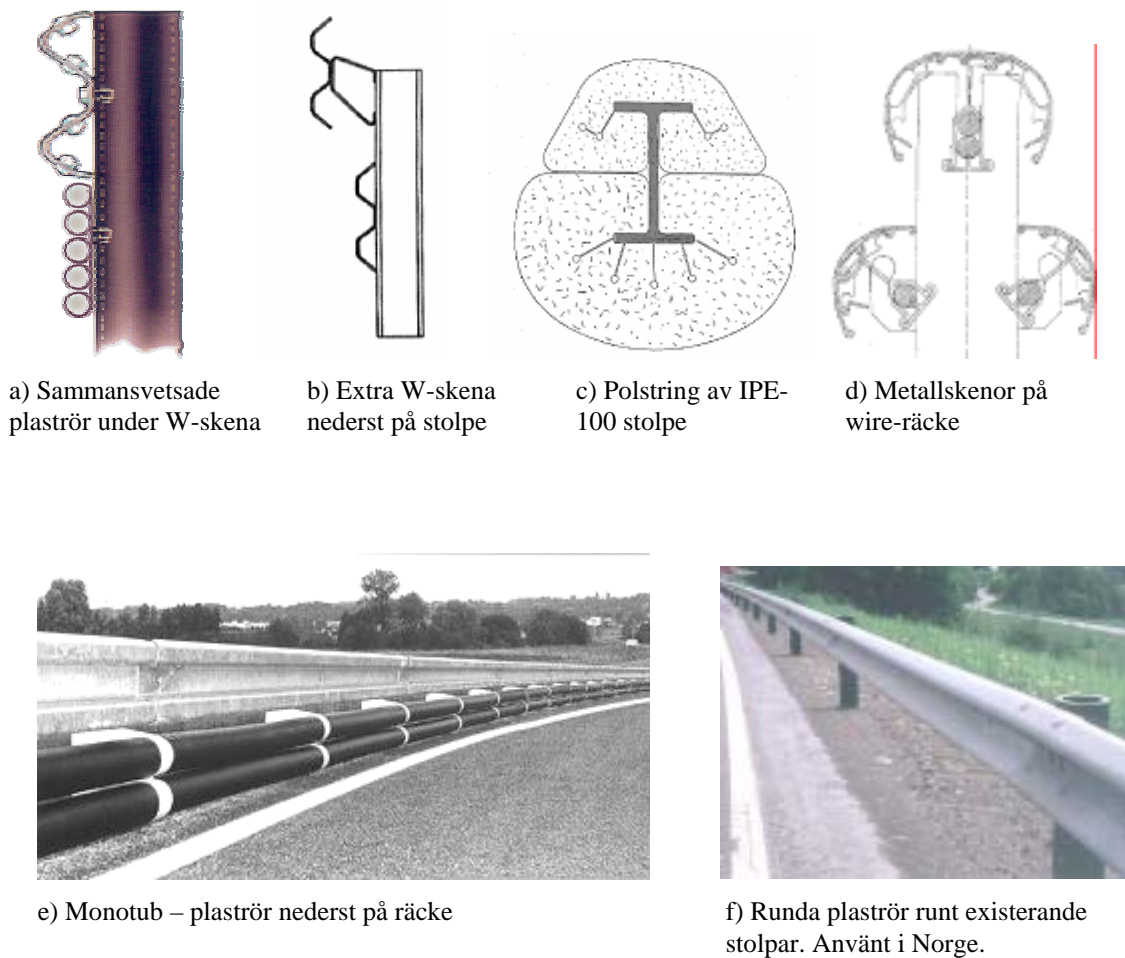
“The very construction of certain crash barriers in common use, with their exposed, sharpened metal posts, the height and profile of their guard-rails, their proximity to the carriageway, and even in some instances, their use of steel ropes as the means of arresting a vehicle, could not be more damaging to a motorcyclist coming into contact with them than if they had been designed with that objective in mind” (s. 2, FEMA, 2000)

Motorcyklisters ängslan för vägräcken är inte ogrundad. Baserat på franska motorcykelolyckor, har Brailly (1998, citerad i Noordzij m fl 2001) visat att risken för att förolyckas vid kollision med räcken är fem gånger högre än vid andra motorcykelolyckor. På grundlag av analys av olyckor i California fann Quillet (1982) att 30 % av olyckor där motorcyklist träffade vägräcken resulterade i allvarlig skada eller död. Tyska undersökningar tyder på enda högre skadegrad. Koch & Brendicke (1989) beräknade att 66 % av tyska motorcyklister som krockade med vägräcken dödades eller skadades allvarligt. Sådana olyckor utgör ungefär 15 % av tyska dödsolyckor. Nilsson (2002) har räknat ut att sammanstöt med vägräcken representerar ungefär 5-10 % av svenska dödsolyckor med motorcyklister.

Huvudproblemet med vägräcken är att när MC-föraren och eventuellt passagerare ramlar av motorcykeln och glider längs backen, träffar föraren ofta *stolparna* i räcknet. Dessa är ofta hårda och skarpa, och ger lätt allvarliga skador eftersom de koncentrerar kollisionskraften. Så kallade IPE-100 stolpar (se figur 8) räknas som särskilt farliga på grund av skarpa kanter. Vidare innebär hackiga och/eller skarpa kanter och ytor på räckenas skenor, betongelement eller wire en säkerhetsrisk. Räcken som är för lågt placerade i förhållande till vägbanan kan också vara problematiskt, då man lätt kan bli kastad upp i luften när man glider ut av vägbanan, något som förvärrar skadegraden vid en olycka.

Först i senare år har problemet med vägräcken och motorcyklister tagits på allvar från vägmyndigheternas sida. Det existerar i dag flera sätt att förbättra existerande räcken på. Läsare som är intresserade i en grundlig genomgång av hur vägräcken kan göras mer MC-vänliga hänvisas till FEMA (2000) och Duncan, Corben, Trudesson och Tingvall (2000). Sistnämnda publikation innehåller också förslag till ett forskningsprogram om vägräcken och effekt på skadegrad för motorcyklister.

Några exempel på förbättring av existerande vägräcken presenteras i figur 8. Exempel a), b) och e) har till avsikt att hindra sammanstöt med stolpar, samtidigt som de tillåter att förare/passagerare kan glida bortåt räcknet utan att träffa skarpa föremål. Exempel c) och f) visar polstring av stolpar. Exempel d) visar att wiren på (de populära) wire-räckena kan iklädas aluminiumprofiler, så att wirens taggiga yta reduceras. Aluminiumprofilerna skyddar emellertid inte motorcyklister mot sammanstöt med stolparna. Alternativ är antingen att polstra stolparna, eller ersätta existerande stolpar med knäckbara stolpar.



Figur 7: Sex exempel på förbättring av existerande vägräcken. Illustration a) –e) hämtat från FEMA (2000). Illustration f) hämtad från <http://www.nmcu.org>

Det finns relativt få studier av olika typer räcken skadereducerande effekt. En litteraturgenomgång av Duncan m fl (2000) konkluderade med att barriärer med genomgående, glatt yta orienterad parallellt med körriktningen (så som exempel a), b) och e) i figur 8) representerar mindre fara än traditionella räcken. Detta beror huvudsaklig på att sådana räcken tillåter motorcyklister att glida längs räckets yta utan att träffa skapa föremål eller hörnor som koncentrerar kollisionskraften. Barriärer ägnade att absorbera energi (antingen lagade av energiabsorberande material eller som ger lite efter vid kollision) antas också reducera skadegraden betydligt.

Det är idag inte möjligt att beräkna hur stor reduktion i skadegrad man kan förvänta som följd av förbättrande av existerande vägräcken. I Frankrike beräknas att vägräcken kräver 60 dödsfall bland motorcyklister pr år, och ett minimumslag är att förbättring av samtliga räcken ville sparat minimum 30 liv (FEMA, 2000). Detta ville bli mycket kostbart, och franska vägmyndigheter önskar därför prioritera speciellt olycksutsatta ställen ("black spots"), särskilt i skarpa kurvor.

Samtidigt är det viktigt att man inte glömmer förbättring av vägens sidoområde där det inte fins räcken. Hälften av alla dödsolyckor med motorcykel i Sverige är

så kallade singelolyckor, det vill säga att förare välter eller kör utför vägbanan utan att krocka med andra fordon (Nilsson, 2002). Det säger sig självt att det är en fördel att undvika att träffa föremål i vägens sidoområde, om man först glider ut av vägbanan. Sådana föremål kan vara lyktstolpar, sten, träd och liknande (se Ljungblad, 2000 för en genomgång).

5 Slutsats och uppsummering

Resultaten från litteraturstudiet och behov för ny kunskap är uppsummerade i texten och i tabell 9.

5.1 Åtgärder riktade mot föraren

Man finner inte något belägg för att *frivilligt vald utbildning* efter att man har tagit körkort haft någon effekt på olycksrisk, tvärtom kan frivilligt vald utbildning öka olycksrisken. Det är ovisst varför detta sker. Man kan tänka sig att förarna känner sig mer kompetenta efter genomförd upplärning, samtidigt som de har lärt irrelevanta färdigheter eller inte reellt sett har fått ett ökat färdighetsnivå efter kursen. I ett sådant fall tycks knappast upplärning innan man skaffar körkort verka olycksreducerande. Å andra sidan tycks *obligatorisk upplärning* innan man skaffar körkort verka olycksreducerande. Det kan med andra ord inte uteslutas att vissa typer upplärning kan verka olycksreducerande. Det är grund till att påminna om att innehållet i de olika upplärningskurserna och hur dessa blev genomförda är bristfälligt omtalat i de olika undersökningarna. En utmaning för vidare forskning är att identifiera karakteristika vid olika upplärningsåtgärder som har samband med effekt på olyckor .

Man har kritiserat utbildningskurserna för att lägga mest vikt på *färdighetsträning* och lite vikt på *motiverande faktorer*, det vill säga den motivation som ligger bakom medvetet risktagande i trafiken. Ett moment i detta sammanhang är att det inte nödvändigtvis är körfärdigheterna i sig som förorsakar olyckor, men hur man väljer att använda sina färdigheter. Då preferenser för risktagning tycks kunna förutsäga motorcyclisters olycksinvolvering, är det närliggande att tro att åtgärder som exempelvis motiverar föraren till att hålla hastighetsgränser vill verka olycksreducerande. Vidare kritiserar upplärningen för att fokusera lite på hur man kan *uppfatta farliga situationer* för att undvika att olyckor inträffar.

Förbud mot att unga förare kör tung motorcykel ser inte ut att ha någon säkerhetsvinst. Undersökningar tyder på att antal olyckor reduceras kraftigt för den typ motorcykel man förbuds köra, men nedgången uppvägs av en ökning i antal olyckor med lätta motorcyklar.

Studier visar att bruk av *skyddskläder* verkar skadereducerande för hand-, fot-, arm- och benskador (33-50 % skadereduktion). I dag är en rad nya typer skyddskläder tillgängliga på marknaden. Det finns grund att tro att dessa kan reducera skadegraden ytterligare, även om inte effekten av alla nyutvecklingar är känd. Omfånget av bruk av skyddskläder är inte känt. De undersökningar som har gjorts, tyder på att det finns ett stort förbättringspotential när det gäller att öka användarfrekvensen av sådan utrustning. Åtgärder riktade mot att öka omfånget av skyddsutrustning kan därmed antas ha ett stort potential för skadereduktion. Det är inte känt om bruk av skyddskläder kan bidra till att förare känner sig tryggare än utan skyddskläder, och om detta resulterar i ökat risktagande. En

utmaning för vidare forskning är att avslöja om beteendeanpassning vill inträffa eller inte.

Det är föga tvivel om att bruk av *hjäl*m verkar skadereducerande. Nyare studier tyder på att skadegraden kan reduceras ytterligare genom förbättrad hjälmdesign. Inte minst finns lovande resultat när det gäller hjälmar med rörligt ytterskal. Dessutom är det grund att tro att riktig bruk av hjälm och att kassera gamla hjälmar vill ha en skadereducerande effekt. Det finns inte forskningsmässigt belägg för att hävda att förare som använder hjälm tar större risker än förare som inte använder hjälm.

5.2 Åtgärder riktade mot motorcykeln

Till trots för att det inte finns några reella olyckstudier när det gäller effekt av *ABS-bromsar*, är det mycket som talar för att denna åtgärd vill ha en olycks- och skadereducerande effekt, även om åtgärden skulle vara föremål för beteendeanpassning. Detta beror först och främst på att konsekvenserna av att blockera bromsar är långt allvarigare för MC än för bil. Dessutom är det grund att tro att *ABS-bromsar* vill reducera ängslan för att låsa bromsarna, och därmed kan föraren bromsa upp kraftigare än hon/han annars ville ha gjort. Emellertid återstår att se hur *ABS-bromsar* påverkar föraren i praktiken.

Studier finner inte något samband mellan *motoreffekt och olycksrisk*. På detta grundlag kan det konkluderas med att det knappast vill ge någon säkerhetsvinst att förbuda de största tunga motorsyklarna eller reglera användningen av dessa strängare än i dag. Motorcykelns ”image” kan vara en variabel av större betydelse för olycksinvolvering än motorcykelns motoreffekt. Mycket tyder på att föraren och förarbeteendet är huvudorsaken till olyckor, inte motorstorleken på MC. Ett annat moment som har varit lite i fokus, är risken vid att köra en motorcykel man är lite känd med. Studier tyder på att detta har en negativ effekt på olycksrisk.

Tänt halvljus tycks bidra till ökad synlighet och verkar olycksreducerande för kollisionsolyckor. Dessutom är det närliggande att tro att ytterligare åtgärder (*fluorescerande plagg*, bruk av *extra ljus* eller *helljus* på dagtid) för att öka motorcyklars synlighet vill förstärka den olycksreducerande effekten. Emellertid behövs mer forskning omkring effekten av sådana tilläggsåtgärder.

När det gäller passiv säkerhet på motorcykeln finns det inte några reella olycksstudier av den skadereducerande effekt av varken *benskydd* eller *airbag*, eftersom sådana skydd inte finns kommersiellt tillgängliga. Kollisionstester indikerar att *benskydd* kan skydda benen vid kollision, men ökar risken för skador i huvud, bröst och nacke. *Airbag* tycks ha bäst effekt när motorcykeln kör in i sidan på bil. Då hindrar den att föraren slår huvudet i biltaket, något som kan förorsaka mycket allvarliga nacke- och huvudskador. Emellertid kan den öka risken för skador i huvud när förare kastas av cykeln. Vidare är det osäkert om *airbag* kan förorsaka nackskador under själva upplåsningssprocessen.

5.3 Åtgärder riktade mot vägmiljön

Djupstudier tyder på att ”vägfällor” spelar liten roll när det gäller motorcykelolyckor, men eftersom det finns få studier är det behov för ytterligare forskning på området för att kunna fastslå hvilken betydelse detta har för olyckor. Flera typer vägfällor är enkla att reparera och förebygga, och det rekommenderas därför att fjärna dessa, i den grad det er möjligt.

Sammanstöt med *vägräcken* kan resultera i allvarliga skador för motorcyklister. Det existerar i dag flera sätt att förbättra existerande räcken på. Detta beror huvudsakligt på att sådana räcken tillåter motorcyklister att glida längs räckets yta utan att träffa skarpa föremål eller hörnor som koncentrerar kollisionskraften. Det är än så länge inte möjligt att beräkna hur stor reduktion i skadegrad man kan förvänta som följd av förbättring av existerande vägräcken, men att förbättring vill reducera skadegraden är det liten tvivel om. En rekommendation är att prioritera förbättring av vägräcken på speciellt olycksutsatta ställen (”black spots”), särskilt i skarpa kurvor. Samtidigt är det viktig att man inte glömmet förbättring av *vägens sidoområde* där det inte är räcken. Det säger sig själv att det är en fördel att undvika att träffa föremål i vägens sidoområde, om man först glider ut av vägbanan.

Tabell 9 Resultat från litteraturstudiet och behov för ny kunskap

| Åtgärd | Antagen effekt | Undersökt effekt på olyckor? | Resultat av olycksstudier eller testar | Behov för kunskap |
|------------------|---|------------------------------|---|---|
| Upplärning | Olycksreduktion Bättring av färdigheter vill medföra färre olyckor | Ja | Obligatorisk upplärning kan reducera olycksrisk Frivilliga kurs kan öka olycksrisk | Innehåll i kurs – vad kännetecknar kurs som har god effekt? Effekt av att vikt lägga andra moment, som motivation och uppfattning av farliga situationer |
| Graderat körkort | Olycksreduktion, bättring av färdigheter för körkort för tung MC ges | Ja | Kraftigt nedgång i antal olyckor med tung motorcykel, men effekten mer än uppvägd av en ökning i antal olyckor med lätt motorcykel | Se kommentarer för ”Restriktion på cykelens styrka” |
| Synlighet | Olycksreduktion, lättare att se motorcykel, vill medföra färre kollisionsolyckor med andra fordon | Ja | Bruk av ljus på dagtid ger reducerad olycksrisk Osäkert om fluorescerande plagg, bruk av extra ljus eller helljus på dagtid ökar synlighet | Effekt av fluorescerande plagg och extra ljus, också om effekt av åtgärder riktad mot att göra bilister mer inställda på att se efter motorcyklister |
| Skydds-kläder | Reduktion av skadegrad | Ja | Skyddskläder verkar skadereducerande för hand-, fot-, arm- och bensador | Nyutvecklade skyddskläder behöver testas ut Omfång av bruk av skyddskläder och uppmaning till bruk Införande av påbud av skyddskläder? |

| Åtgärd | Antagen effekt | Undersøkt effekt på olykker? | Resultat av olycksstudier eller testar | Behov for kunnskap |
|------------------------------|---|------------------------------|---|---|
| Hjälms | Reduksjon av skadegrad | Ja | Bruk av hjelms har vist skadereduksjon. Nyutvikling av hjelms kan ge ytterligere skadereduksjon | Verkan av bättere typer hjelms Undersøke om hjelms anvendes riktig |
| ABS-bromsar | Olycksreduksjon Reduksjon av skadegrad | Nei | Laboratorie- og bantester har vist at ABS-bromsar har en positiv effekt | Behov for olycksstudier ABS-bromsar i forhold til betendeanpassning |
| Restriksjon på sykels styrke | Olycksreduksjon Reduksjon av skadegrad | Ja | Inte samband mellom motorcykels effekt og olycksriske | Betydelse av motorcykels "image" for olycksinvolvering Risken ved at køre med en motorcykel man er lite kend med |
| Benskydd på MC | Reduksjon av skadegrad | Nei | Kollisjonstester indikerer at benskydd kan skydde benen ved kollisjon, men øker risken for skader i hude, brøst og nakke | Nyutviklede benskydd behøver testes ut |
| Airbag på MC | Reduksjon av skadegrad | Nei | Kollisjonstester indikerer at airbag har bätst effekt nær motorcykeln kør in i sidan på bil Kan verka mot sin avsikt i situationer där förare kastas av sykeln (föraren lättare landar på hude) Osäkert om airbag kan förorsaka nackskader | Behov for ytterligere forskning på området |
| Reparera "vägfällor" | Olycksreduksjon | Delvis | Djupstudier tyder på at "vägfällor" spelar en liten roll när det gäller motorcykelolykker Men många "vägfällor" är lättare å reparera | Få studier, behov for ytterligere forskning på området for at kunna fastslå hvilken betydelse detta har for olykker |
| Utarbeide vägräcken | Reduksjon av skadegrad | Delvis | Undersøkingar tyder på at risken for alvorlig skade eller død ved kollisjon med räcken är många gånger högre än ved andre motorcykelolykker | Få studier om den skadereducerende verkan av ulike typer "motorcykelvenlige räcken" |

Kilde: TØI rapport 681/2003

6 Referencer

- Adams, A., Collingwood, V. och Job, R. F. S. (1985)
Evaluation of the 1982 Australia Post motorcycle training scheme. Research Note RN 3/85. Sydney, Traffic Authority of New South Wales, Traffic Accident Research Unit.
- Adams, J. G. U. (1983)
Public safety legalisation and the risk compensation hypothesis: the example of motorcycle helmet legalisation. *Environment and Planning C 1* s. 193-203.
- Aldman, B., Cacciola, I., Gustafsson, H., Nygren, Å. och Wersäll, J. (1981)
The Protective Effect Of Different Kinds Of Protective Clothing Worn By Motorcyclists. *Journal of Traffic Medicine*, 9, 57-58.
- Aldman, B., Kajzer, J., Gustafsson, H., Nygren, Å. och Tingvall, C. (1985)
The Protective Effect of a Specially Designed Suit for Motorcyclists. *Proceedings (1095-1100) of the Tenth International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles, held at Oxford, England, July 1-4, 1985*. Washington DC, US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration.
- Amundsen, A. H. och Bjørnskau, T. (2003).
Utrygghet og risikokompensasjon i transportsystemet. En kunnskapsoversikt for RISIT-programmet. TØI rapport 622, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Andersson-J, Ford-J.L och Peck-R.C (1980)
Improved motorcyclist licensing and testing project. Volume I. CA: California State Department of Motor Vehicles, National Highway Traffic Safety Administration, USA.
- Andrews, J. C. (1981)
Motorcycle helmets - last chance for life. *Journal of Traffic Medicine*, 9, 22-25.
- Asogwa, S. E. (1980) The crash helmet legalisation in Nigeria: a before and after study. *Accident Analysis and Prevention*, 24, s. 149-155.
- Bachulis, B. L., Sangster, W., Gorrell, G. W., Long, W. B. (1988) Patterns of injury in helmeted and nonhelmeted motorcyclists. *The American Journal of Surgery*, 155, 708-711.
- Berg, H.Y. och Bruks, A. (1997)
Att synas eller inte synas, det är frågan – Vad är bäst, varselljus eller fluorescerande teip? Nationalföreningen för Trafiksäkerhetens Främjande (NTF) och Sveriges motorcyklisters Centralorganisation (SMC).

- Biehl, B., Aschenbrenner, M. og Wurm, G. (1987)
Einfluss der Risikokompensation auf die Wirkung von Verkehrssicherheitsmassnahmen am Beispiel ABS. Symposium Unfallforschung '87. *Unfall- und sicherheitsforschung Strassenverkehr*, 63, 65-70.
- Bijleveld, F.D. (1997).
Effects of daytime running light in the European Union, SWOV Institute for Road Safety Research, R-97-9.
- Billheimer, J.W. (1998)
Evaluation of California Motorcyclist Safety program. *Transportation Research Record* 1640, 100-109.
- Bjørnskau, T. (2000)
Risiko i veitrafikken i Norge 1997/1998. Rapport no. 483, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Broughton, J. og Baughan, C. J. (2002)
The effectiveness of antilock braking systems in reducing accidents in Great Britain. *Accident Analysis and Prevention* 34: 347-355.
- Broughton, J. (1987)
The effect on motorcycling of the 1981 Transport Act. TRRL Research Report 106. Crowthorne, Berkshire, Transport and Road Research Laboratory.
- Broughton, J. (1988)
The relation between motorcycle size and accident risk. TRRL Research Report 169. Crowthorne, Berkshire, Transport and Road Research Laboratory.
- Cairns, H. og Holbourn, H. (1943)
Head injuries in motorcyclists with special reference to crash helmets. *British Medical Journal*, May 15, 591-598.
- Carr, W. P., Brandt, D. og Swanson, K. (1981)
Injury patterns and helmet effectiveness among hospitalized motorcyclists. *Minnesota Medicine*, 64, 521-527.
- Carstensen, G. (1987)
Motorcykelstørrelse og uheldsrisiko - analyse af tre uheldsmaterialer. RFT-notat 1/1987. København, Rådet for Trafiksikkerhedsforskning, 1987.
- Cercarelli, L R, Arnold, P K, Rosman, D L, Sleet, D og Thornett, M L. (1992)
Travel exposure and choice of comparison crashes for examining motorcycle conspicuity by analysis of crash data. *Accident Analysis and Prevention*, 24, pp 363-368.
- Chandler, K. N. og Thompson, J. K. L. (1957)
The effectiveness of present-day crash helmets for motorcyclists. *Operations Research Society Quarterly*, 8, 63-71.

- Chesham, D.J., Rutter, D.R. & Quine, L. (1993).
Motorcycling safety research: A review of the social and behavioural literature.
Social Science and Medicine, 37, 419-429.
- Chinn, B. P. (1984)
Leg protection for motorcycles. I *Proceedings of the International IRCOBI Conference on the Biomechanics of Impacts*, Delft.
- Chinn, B.P. och Hopes, P. (1985)
Leg protection for riders of motorcycles. I *Proceedings of the 10th International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles*, Oxford.
- Chinn, B.P., Hopes, P. och Finns, M (1989)
Leg protection and its effects on rider trajectory. I *Proceedings of the 12th International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles*, Göteborg.
- Chinn, B.P., Okello, J.A McDonough, P. och Grose, G.. (1996)
Development and testing of a purpose built motorcycle airbag restraint system. I *Proceedings of 15th International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles*, Melbourne, side 1167-88.
- Christensen, P. & Glad, A. (1996)
Obligatorisk glattkjøring for førere av tunge biler. Effekt på ulykkesrisikoen.
Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI-rapport 334.
- Corner, J.P., Withney, C. W., O'Rourke, N. och Morgan D. E. (1987).
Motorcycle and bicycle protective helmets (CR 55). Canberra, Federal Office of Road Safety.
- Craig, G.R., Sleet, R. och Wood, S.R. (1982)
Lower limb injuries in motorcycle accidents. *Injury*, 15, 87-92.
- Dahlstedt, S. (1986)
A comparison of some daylight motorcycle visibility treatments. Linköping, Väg- och Trafikinstitutet. VTI-rapport 302A. Linköping, Statens väg- och trafikinstitut.
- Daltrey, R. och Thompson, B. (1987)
Evaluation of motorcycle rider training and licensing schemes: Time series analysis. Research Note RN/87/8. Melbourne, Research and Investigations Branch, Road Traffic Authority – Victoria.
- Danner, M., Langwieder, K., Polauke, J. och Spörner, A. (1984)
Schutzkleidung für motorisierte Zweiradfahrer. Bericht zum Forschungsprojekt 7806/7. Bergisch-Gladbach, Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt).

- Dare, C. E., Owens, J. C. og Krane, S. W. (1978)
Impact of motorcycle helmet usage in Colorado. Report DOT HS-803 680.
Washington DC, US Department of Transportation, National Highway Traffic
Safety Administration.
- Donne, G L og Fulton, E J. (1985)
The evaluation of aids to the daytime conspicuity of motorcycles. Crowthorne,
Transport and Road Research Laboratory. TRRL laboratory report 1137.
- Donne, G L, Fulton, E J. og Stroud, P.G. (1985)
Motorcycle conspicuity in daylight. Oxford, Transport and Road Research
Laboratory.
- Duncan, C. Corben, B. Trudesson, N. og Tingvall, C. (2000)
Motorcycle and Safety Barrier Crash-Testing: Feasibility Study. Accident
Research Centre, Monash University. Report no CR 201.
- EEVC (1993)
Report on motorcycle safety. Report for the ad-hoc group of European
Experimental Vehicles Committee EECV, Brussel.
- Elvik, R. (1994).
Metaanalyse av effektmålinger av trafikksikkerhetstiltak. TØI rapport 232,
Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Elvik, R., Borger, A. M. og Vaa, T. (1997)
Trafikksikkerhetshåndbok. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Engel, U., Krosgård og Thomsen, L. (1989)
Færdselsundervisning og propaganda – en færdselssikkerhedsfremmende
foranstaltning? *Dansk Vejtidskrift*, 12, 295-297.
- Evans, L. og Frick, M. C. (1988)
Helmet effectiveness in preventing motorcycle driver and passenger fatalities.
Accident Analysis and Prevention, 20, 447-458.
- FEMA (2000)
Final Report of the Motorcyclists and Crash Barrier Project.
http://www.nmcu.org/forskning/fema_cbp.
- Fosser, S. (1995)
Bilbelte- og hjelmebruk fra 1973 til 1993. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
TØI-rapport 0996
- Fulton, F J, Kirkby, C og Stroud, P G. 1980
Daytime motorcycle conspicuity. Crowthorne, Transport and Road Research
Laboratory. TRRL Supplementary Report 625.

- Gabella, B., Reiner, K. L., Hoffman, R. E., Cook, M. och Stallones, L. (1995)
Relationship of helmet use and head injuries among motorcycle crash victims in El Paso county, Colorado, 1989-1990. *Accident Analysis and Prevention*, 27, 363-369.
- Glad, A. (1988)
Fase 2 i føreropplæringen. Effekt på ulykkesrisikoen. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI-rapport 15.
- Glad, A. (1999)
Motorsyklers/mopeders synlighet, Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI-rapport 420.
- Glad, A. (2001)
Blendingeffekter av fjernlys på motorsykler i dagslys. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI-rapport 521.
- Grayson, G. B. (1996)
Behavioural adaption: a review of the literature. TRL report 254, Transportation Research Laboratory, UK.
- Halldin PH, Gilchrist A och Mills NJ. (2001)
Rotational protection in motorcycle helmets. *International Journal for Crashworthiness*, 6 (1), 2001.
- Haworth, N, Symmons, M. och Kowadlo, N. (2000)
Hazard perception by inexperienced motorcyclists. Monash University Accident Research Centre, Melbourne, Rep. No. 179.
- Haworth, N., Smith, R., Brumen, I. och Pronk, N. (1997).
Case control study of motorcycle crashes. Monash University Accident Research Centre, Melbourne, CR 174.
- Hit-Air (2002)
<http://www.hit-air.com/>
- Hoffman, G. R. (1977)
The effectiveness of the helmet for the motorcyclist (machine under 50cc) and the importance of alcoholemia in traffic accidents. *Journal of Traffic Medicine*, 5, 36-37.
- Hole, G. J. och Tyrrell, L. (1995)
The influence of perceptual 'set' on the detection of motorcyclists using daytime headlights. *Ergonomics*, 38, p1326-1341.
- Hole, G. J., Tyrrell, L. och Langham, M. (1996)
Some factors affecting motorcyclists` conspicuity. *Ergonomics*, 39, p 946-965.

- Hull, M. (1981)
Age, driving experience and engine capacity and their effect on motorcycle accidents. Traffic Research Circular, 17, Traffic Research Section, Ministry of Transport, Wellington, New Zealand.
- Hurt, H. H., Ouellet, J. V. och Thom, D. R. (1981)
Motorcycle Accident Cause Factors and Identification of Countermeasures. Final Report, Volume 1, Technical Report. Report DOT-HS-805 862. Washington DC, US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration.
- Iijima, S., Hosono, S., Ota, A. och Yamamoto, T. (1998)
Exploratory study of an airbag concept for a large touring machine. I *Proceedings of the 16th ESV Conference*, Windsor, s 2260-2278.
- IMMA (1992)
Leg protectors: do they work? *Proceedings of the International Seminar on Leg protectors*, Chantilly, France. International Motorcycle manufacturers Association IMMA, Paris.
- Ingebrigtsen, S. (1989)
Motorsykler, mopeder och ulykker. TØI-rapport 30. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Ingebrigtsen, S. (1990)
Risikofaktorer ved ferdsel med moped och motorsykel. TØI-rapport 66. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- IRTAD, International Road Traffic and accident database (2002).
<http://www.bast.de/htdocs/fachthemen/irtad/english/weng1.html>
- Jamieson, K. G. och D'Arcy, K. (1973)
Crash helmets reduce head injuries. *The Medical Journal of Australia*, 2, 806-809.
- Janoff, M. S., Cassel, A., Fertner, K. S. och Smierciak, E. S. (1970)
Daytime Motorcycle Headlight and Taillight Operation. Report DOT HS-800 321. Washington DC, US Department of Transportation, National Highway Safety Bureau.
- Jonah, B. A., Dawson, N. E. och Bragg, B. W. E. (1981)
Predicting accident involvement with the motorcycle operator skill test. *Accident Analysis and Prevention*, 13, 307-318.
- Jonah, B. A., Dawson, N. E., Bragg, B. W. E. (1982)
Are formally trained motorcyclists safer? *Accident Analysis and Prevention*, 14, 247-255.
- Kallberg, V-P. (1986)
Motorcykelolyckor i Finland. VTT-rapport 423. Esbo, Statens tekniska forskningscentral.

- Kelly, P., Sanson, T., Strange, G., Orsay, E. (1991)
A prospective study of the impact of helmet usage on motorcycle trauma. *Annals of Emergency Medicine*, 20, 852-855.
- Kenbhull, S.A., Zellner, J.W., Van Auken, M. och Rogers N.M. (1998)
Injury risk/benefit analysis of motorcyclist protective devices using computer simulation and ISO 13232. In *Proceedings of the 16th ESV Conference*, Windsor, s 2357-2373.
- Kloeden, C.N, Moore, V.M. och Mclean, A.J. (1994)
Evaluation of the pre-licence training program for motorcyclists in South Australia. Report. 1994/09. (5/94).
- Koch, H. (1991)
Der einfluss des Stufenführerscheins auf das Unfallgeschehen 18- und 19jähriger Motorradfahranfänger. *Zeitschrift für Verkehrsicherheit*, 37, 66-70.
- Koch, H. och Brendicke, R. (1989)
Motorcycle accidents with guardrails. Road Safety in Europe, International Conference, 1988, Göteborg. VTI rapport 343, Statens Väg och Trafikinstitut, Linköping.
- Koch, H. och Hagstotz, W. (1990)
Influencing factors on accidents of motorcyclists: Empiric investigations of the suppositions and prerequisites of a graduated driving licensing model. In *“The Human Element”*, *Proceedings of the International Motorcycle Safety Conference*, Irvine.
- Koch, H. (1987)
The correlation between and the influence of age, riding experience and engine performance on the involvement of motorcycle beginners in accidents. Results of multivariate evaluations of a survey. Bochum, Institute for Two-Wheeled Safety.
- Kraus, J. F., Peek, C., Shen, H. och Williams, A. (1995)
Motorcycle crashes: injuries, rider, crash and vehicle characteristics associated with helmet use. *Journal of Traffic Medicine*, 23, 29-35.
- Kraus, J. F., Riggins, R. S. och Franti, C. E. (1975)
Some epidemiologic features of motorcycle collision injuries. I. Introduction, methods and factors associated with incidence. *American Journal of Epidemiology*, 102, 74-98.
- Lalani, N. och Holden, E. J. (1978)
The Greater London «Ride Bright» campaign - its effect on motorcyclist conspicuity and casualties. *Traffic Engineering and Control*, 19, 404-407.
- Langley, J., Mullin, B., Jackson, R. och Norton, R. (2000)
Motorcycle engine risk of moderate to fatal injury from a motorcycle crash. *Accident Analysis and Prevention*, 32, 659-663.

- Lekander, T. (1983)
Motorcykelstatistik. I Lövsund, P. (ed), *Motorcykelsäkerhet - Ett seminarium*, 4-8. VTI-rapport 253. Linköping, Statens väg- och trafikinstitut.
- Ljungblad, L. (2000)
Vägens sidområde och sidoräcken. VTI rapport 453. Linköping, Statens väg- och trafikinstitut.
- Lövsund, P. (1982)
Motorcykelsäkerhet – en problemintervenering. VTI-rapport 239. Linköping, Statens väg- och trafikinstitut.
- Luna, G. K., Copass, M. K., Oreskovich, M. R. och Carrico, C. J. (1981)
The role of helmets in reducing head injuries from motorcycle accidents: a political or medical issue? *The Western Journal of Medicine*, 135, 89-92.
- May, C. och Morabito, D. (1989)
Motorcycle helmet use, incidence of head injury, and cost of hospitalization. *Journal of Emergency Nursing*, 15, 389-392, 1989.
- Mayhew, D. R. och Simpson, H. M. (1989)
Motorcycle engine size and traffic safety. Traffic Injury Research Foundation of Canada, Ottawa, Ontario.
- MC Rådet (1999).
SSB undersøkelse av motorsykelulykkene i 1997. <http://www.nmcu.org>
- McDavid, J. C., Lohrmann, B. A. och Lohrmann, G. (1989)
Does Motorcycle Training Reduce Accidents? Evidence from a Longitudinal Quasi-Experimental Study. *Journal of Safety Research*, 20, 61-72.
- McKnight, J. A. och McKnight, S. A. (1995)
The effects of motorcycle helmets upon seeing and hearing. *Accident Analysis and Prevention*, 27, 493-501.
- McSwain, N. E. och Lummis, M. (1980)
Impact of repeal of motorcycle helmet law. *Surgery, Gynecology and Obstetrics*, 151, 215-224.
- Mortimer, R. G. (1984)
Evaluation of the motorcycle rider course. *Accident Analysis and Prevention*, 16, 63-71.
- Mortimer, R. G. (1988)
Further Evaluation of the Motorcycle Rider Course. *Journal of Safety Research*, 19, 187-196.
- Motorcycle Council of NSW (2000)
Motorcycle crashes. *Motorcycle Council of New South Wales*, Australia.
<http://roadsafety.mighty.com.au/a/38.html>

- Muller, A. (1982)
An Evaluation of the Effectiveness of Motorcycle Daytime Headlight Laws. *American Journal of Public Health*, 72, 1136-1141.
- Muller, A. (1983)
How Effective Are Daytime Motorcycle Headlight Laws? A Response to Zador's Criticism. *American Journal of Public Health*, 73, 809-810.
- Muller, A. (1984)
Daytime headlight operation and motorcyclist fatalities. *Accident Analysis and Prevention*, 16, 1-18.
- Muller, A. (1985)
Motorcycle Headlight-Use Laws: A Contrasting View. *American Journal of Public Health*, 75, 547-549.
- Mullin, B., Jackson, R., Langeley, J. och Norton, R. (1998)
Increasing age and experience: Protective against motorcycle injuries? *Proceedings of Road Safety Research, Policy and Education Conference*, Wellington, New Zealand, 137-138.
- Murdock, M. A. och Waxman, K. (1991)
Helmet use improves outcomes after motorcycle accidents. *The Western Journal of Medicine*, 155, 370-372.
- Nairn, R.J. (1993)
Motorcycle safety literature review: 1987 to 1991. (CR 117). Canberra, Federal Office of Road Safety.
- National Transportation Safety Board (1979)
Safety effectiveness evaluation of the National Highway Traffic Safety Administration's Rulemaking process. Volume 2: Case history of Federal Motor Vehicle Safety Standard 208: Occupant Crash Protection. Report NTSB-SEE-79-5. Washington DC, US Department of Transportation. National Transportation Safety Board.
- Nilsson, G. (2002)
Motorcykler och vägräcken. VTI notat 38-2002. Linköping, Statens väg- och trafikinstitut.
- Noordzji, P.C., Forke, E., Brendicke, R. och Chinn, B.P. (2001)
Integration of needs of moped and motorcycle riders into safety measures. SWOV Institute for Road Safety Research, the Netherlands.
- Nordisk Trafikksikkerhetsråd (1975).
Motorcyklar och mopeder - trafiksäkerhet och konstruktion. NTR-rapport 13. Stockholm, Nordisk Trafikksikkerhetsråd, 1975.
- OECD Scientific Expert Group (1990)
Behavioural adaptations to changes in the road transport system. Paris, OECD.

- Offner, P. J., Rivara, F. P. och Maier, R. V. (1992)
The impact of motorcycle helmet use. *The Journal of Trauma*, 32, 636-642.
- Olson, P.L. (1989)
Motorcycle conspicuity revisited. *Human Factors*, 31, 141-146.
- Otte, D., Chinn, B., Doyle, D., Sturrock, K. & Shuller, E. (1998).
Database COST 327. Accident Description and Analysis of Motorcycle Safety Helmets. Hannover, Accident Research Unit.
- Otte D., Chinn B., Doyle D., Mäkitupa S., Sturrock K. och Schuller E. (1999).
Contribution to Final Report of COST 327 Project, University of Hannover.
- Quellet, J. V. (1982)
Environmental hazards in motorcycle accidents. *Proceedings from 26th American Association for Automobile Medical Annual Conference*, Ottawa, s 117-129.
- Radin Umar, R. S., Mackay, G. M. och Hills, B. L. (1995)
Preliminary Analysis of Motorcycle Accidents: Short-Term Ompects of the Running Headlights Campaign and Regulation in Malaysia. *Journal of Traffic Medicine*, 23, 17-28.
- Ramet, M., Bouquet, R., Boulleque, M. och Bermond, F. (1994)
The effect of airbag inflation on the cinematic and the lesions of a motorcyclist. *14th International Technical Conference on Enhanced Vehicle Safety*, München.
- Raymond, S. och Tatum, S. (1977)
An evaluation of the effectiveness of the RAC/ACU motor cycle training scheme - final report. University of Salford, Department of Civil Engineering, Road Safety Research Unit.
- Richardson, H. A. (1974)
A motorcycle safety helmet study. NHTSA Staff Report PB-231 318. Washington DC, US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration.
- Robertson, L. S. (1976)
An instance of effective legal regulation: motorcyclist helmet and daytime headlamp laws. *Law and Society, Spring 1976*, 467-477.
- Robertson, S. & Porter, J.M. (1987)
Motorcycle ergonomics: an exploratory study. *Contemporary Ergonomics*.
- Robinson, B. J., Riley, B. S. (1991)
Improving HGV Safety - Front Underrun Guards and Anti-Lock Braking Systems. *Proceedings of 13th International Technical Conference on Experimental Safety Vehicles*, 1275-1284, November 4-7, 1991, Paris, France.

- Rogers, N.M och Zellner, J.W (1998)
An overall evaluation of UKDS motorcyclist leg protectors based on ISO 13232. In *Proceedings of the 16th ESV Conference* , Windsor, s 2247-2259.
- Rogers, N.M och Zellner, J.W (2001)
Factors and status of motorcycle airbag feasibility research. In *Proceedings of the 17th ESV Conference*. Amsterdam, 2001.
- Rogerson, P., Lambert, J. och Allen, P. (1992)
Motorcycle accident involvement by power to weight ratio for novice and experienced drivers. Report GR 92 - 11. Vic Roads, Kew, Victoria, Australia.
- Romano, P. S. och McLoughlin, E. (1991)
Helmet use and fatal motorcycle injuries in California, 1987-1988. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 6, 21-37.
- Rumar, K. (1990)
The basic driver error: late detection. *Ergonomics*, 33, 1281-1290.
- Russam, K. (1979)
Motorcycle training and licensing in Japan. TRRL Laboratory Report 916. Crowthorne, Berkshire, Transport and Road Research Laboratory.
- Rutledge, R. och Stutts, J. (1993)
The association of helmet use with the outcome of motorcycle crash injury when controlling for crash/injury severity. *Accident Analysis and Prevention*, 25, 347-353.
- Rutter, D.R. och Quine, L. (1996)
Age and experience in motorcycle safety. *Accident Analysis and Prevention*, 28, 15-22.
- Sagberg, F. (2002)
Påvirkning av bilførere gjennom utformingen av vegsystemet. Del II: Vegutforming og kjørehastighet. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Sagberg, F. Fosser, S. och Sætermo, I.A. (1997)
An investigation of behavioural adaptation to airbags and antilock brakes among taxi drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 29, 293-302.

- Satten, R. S. (1980)
Analysis and Evaluation of the Motorcycle Rider Course in Thirteen Northern Illinois Counties. *Proceedings of International Motorcycle Safety Conference*, Volume 1, 145-163. Linthicum, Md, Motorcycle Safety Foundation.
- Schultz, U. (1998)
Riding style, engine power and accident involvement of motorcyclists. *Proceedings of the 2nd international Motorcycle Conference in Munich*. Forchungshefte Zweiradsicherheit No. 8. Intitut für Zweiradsicherheit, Essen.
- Shankar, B. S., Ramzy, A. I., Soderstrom, C. A., Dischinger, P. C. och Clark, C. C. (1992)
Helmet use, patterns of injury, medical outcome, and costs among motorcycle drivers in Maryland. *Accident Analysis and Prevention*, 24, 385-396.
- Shankar, U. (2001)
Recent Trends in Fatal Motorcycle Crashes. National Centre for Statistics and Analysis, National Highway Traffic Safety Administration, Washington.
- SIKA (1997).
SIKA Kommunikationer nr 3, 1997. Statens institut för kommunikationsanalys, Stockholm.
- SIKA (2002)
<http://www.sika-institute.se/databas/data/>
- Simpson, H & Mayhew, D.R. (1990)
The promotion of motorcycle safety: training, education and awareness. *Health Education Research*, 5, 257-264.
- Sporner, A och Kramlich, T (2001)
Motorcycle braking and its influence on severity of injury. *Proceedings of 17th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles*, Amsterdam, 2001.
- Statens vegvesen (2000)
Motorsykkellulykker I Vestfold 1998 og 1999. Rapport fra ulykkesanalysegruppa for motorsykkellulykker i Vestfold. Statens vegvesen., Vestfold, Norge.
- Steffens, U., Gawatz, R. och Willmes, G. (1988)
Wirksamkeit von Mofakursen. Unfall- und Sicherheitsforschung Strassenverkehr, Heft 67. Bergisch Gladbach, Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt).
- Taylor, M och Lockwood, C.R. (1990)
Factors affecting the accident liability of motorcyclists – an analysis of survey data. Transport Research Laboratory, TRL, report no. 270, Crowthorne.
- Thompson, M. (1994)
Evaluation of compulsory basic training for motorcyclists. TRL, report PR063.

- Thomson, G A. (1980)
The role frontal motorcycle conspicuity has in road accidents. Accident Analysis and Prevention 12, pp165-178.
- Tom, G.K.J (1995)
Accidents on Spiral Transition Curves. *ITE Journal, September*, 49-53.
- Tomlins R.B. (1998)
Rider training in Europe- the views and needs of the rider. Proceedings fra den 2nd *International Motorcycle Conference i München*. Forschungshefte Zweiradsicherheit No 8. Intitute für Zweiradsicherheit, Essen.
- Torpey, S., Ogden, K., Cameron, M., & Vulcan, P. (1991)
Indicative benefit cost analysis for road trauma countermeasures. Interim report for discussion. Monash Accident Research Centre, Melbourne.
- Touichiro, H., Tatsuhiko, T., Masaie, K. och Thiem, M (1991)
Braking effectiveness of an electronically controlled prototype ABS on road surfaces with different mu levels. *Proceedings of the 1991 International Motorcycle Conference*, s 301-25.
- Troup, G. A., Torpey, S. E. och Wood, H. T. (1984)
Engine capacity restrictions for novice motorcyclists - the Victorian experience. *ARRB Proceedings, Volume 12, Part 7*, 1-12.
- Vaughan, R. G., Pettigrew, K. och Lukin, J. (1977)
Motorcycle crashes: A two level study. Sydney, NSW, Traffic Accident Research Unit, Department of Motor Transport.
- Waller, F. L. (1992)
An analysis of the impact of the Texas Department of Public Safety motorcycle operator training program upon motorcycle related traffic accidents. An applied research project submitted to the Department of Political Science, Southwest Texas State University, in partual fulfillment for the requirements for the degree of Master of Public Administration.
- Waller, P. F. och Griffin, L. I. (1981)
The impact of a motorcycle lights-on law: an update. Report HSRC A71. Chapel Hill, NC, University of North Carolina, Highway Safety Research Center.
- Watts, G R. (1980)
The evaluation of conspicuity aids for cyclists and motorcyclists. Great Britain. I Osborne, D J och Levis, J A (eds): *Human Factors in Transport Research*, Academic Press, 203-211.
- Weiss, A. A. (1992)
The effects of helmet use on the severity of head injuries in motorcycle accidents. *Journal of the American Statistical Association*, 87, 48-56.

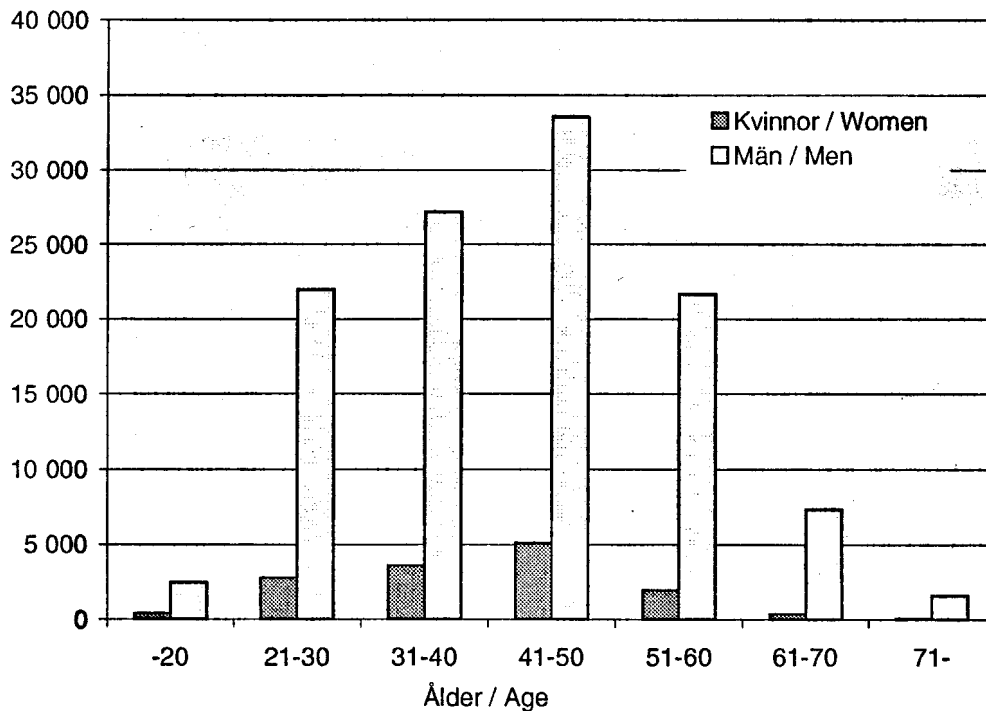
- Wilde, G.J.S (1982)
The Theory of Risk Homeostasis, Implications for Safety and Health. *Risk Analysis* 2, 209-225.
- Williams, M J och Hoffmann, E R. (1979) *Motorcycle conspicuity and traffic accidents. Accident Analysis & Prevention*, 11, 209-224.
- Wilson, D. (1989)
The Effectiveness of Motorcycle Helmets in Preventing Fatalities. Report DOT HS 807 416. Washington DC, US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration.
- Wood, T. och Bowen, R. (1987)
Evaluation of the Revised Motorcycle Learner Permit Scheme, July 1983 to December 1985 - Technical Report. Research note. 1987/05.
- Wulf, G, Hancock, P A och Rahimi, M. (1989)
Motorcycle conspicuity: An evaluation and synthesis of influential factors. *Journal of Safety Research*, 20, 53-176.
- Yuan, W. (2000)
The effects on accidents of the compulsory use of daytime running lights in Singapore. Nanyang Business School, Nanyang Technological University, Singapore.
- Zador, P. L. (1985)
Motorcycle Headlight-Use Laws and Fatal Motorcycle Crashes in the US, 1975-83. *American Journal of Public Health*, 75, 543-546.
- Zellmer, H. (1993).
Investigations of the performance of motorcycle helmets under impact conditions. 37th *Stapp Car Conference Proceedings P-269*. Warrendale, PA:SAE International. 933113, side 59-67.

Bilaga

Tabell B-1. Antal skadade och dödade motorsyklar och mopeder i Sverige 2001 efter efter åldersgrupp.

| | Summa | 0-14 | 15 | 16-17 | 18-19 | 20-24 | 25-34 | 35-44 | 45-54 | 55-64 | 65+ | Okänd |
|---|-------|------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|
| Motorcykelförare | | | | | | | | | | | | |
| Summa | 861 | 9 | 31 | 35 | 18 | 133 | 259 | 166 | 142 | 54 | 13 | 1 |
| Prosent | 100 | 1 | 4 | 4 | 2 | 15 | 30 | 19 | 16 | 6 | 2 | 0 |
| Motorcykelpassagerare | | | | | | | | | | | | |
| Summa | 97 | 11 | 10 | 11 | 2 | 21 | 12 | 10 | 15 | 5 | 0 | 0 |
| Mopedister (førere och passagerer) | | | | | | | | | | | | |
| Summa | 1 075 | 108 | 469 | 197 | 35 | 41 | 55 | 60 | 52 | 31 | 21 | 6 |
| Prosent | 100 | 10 | 44 | 18 | 3 | 4 | 5 | 6 | 5 | 3 | 2 | 1 |

(SIKA, 2002)



Figur B-1. Motorcyklar i trafik i Sverige 1997 efter ägarens ålder (SIKA, 1997).

