

Sammendrag:

Alternative forståelser av risiko og eksponering

TØI rapport 1449/2015
Forfattere: Torkel Bjørnskau, Rikke Ingebrigtsen
Oslo 2015 52 sider

Rapporten drøfter ulike måter å forstå risiko og eksponering på, med utgangspunkt i hvordan risiko vanligvis beregnes i trafikksikkerhetsforskningen. Både det sannsynlighetsteoretiske grunnlaget og ulike eksponeringsmål blir presentert og diskutert. I rapporten argumenteres det for at selv om hendelser som kan føre til ulykke er det teoretisk beste eksponeringsmålet, risikerer man i noen tilfeller å kontrollere vekk viktige risikofaktorer som skaper ulykker med et slikt eksponeringsmål. Vi foreslår at man bør velge eksponeringsmål som fanger opp trafikkdeltakelse, men som samtidig ikke er veldig sterkt korrelert med ulykker. På tilsvarende måte argumenteres det også for at når man skal sammenligne risiko mellom grupper skal man være varsom med å kontrollere for risikofaktorer som påvirker disse forskjellene. Rapporten viser beregninger av risiko med tid og avstand som eksponeringsmål og konkluderer med at det tradisjonelle målet på eksponering – avstand – i mange sammenhenger er et foretrukket eksponeringsmål i risikoberegninger, særlig om man ønsker å beregne effekter av å overføre trafikk mellom transportmidler.

Bakgrunn og formål

Bakgrunnen for oppdraget var at Statens vegvesen ønsket en vurdering av om det kunne være andre måter å forstå risiko og eksponering på enn det man vanligvis benytter i trafikksikkerhetsforskningen, som kunne være fruktbart for å forstå og beregne risiko for fotgjengere og syklistene.

Et viktig grunnlag for denne problemstillingen er det politiske målet om at all framtidig trafikkvekst i byene skal skje gjennom mer sykling, gåing og bruk av kollektive transportmidler. Det er følgelig av stor interesse å få kunnskap om hva dette vil kunne føre til av skader for syklistene og gående. Det er derfor viktig å gå gjennom kunnskapen om risiko og eksponering både teoretisk og for disse trafikantgruppene for å kunne si noe om skadekonsekvensene av å overføre trafikk fra bil til sykling og gåing.

Rapporten drøfter ulike sider ved risikobegrepet og ulike eksponeringsmål som har vært foreslått og anvendt. I tillegg presenteres eksempler på beregninger av risiko med ulike ulykkes- og eksponeringsmål, og et regneeksempel på hvilke konsekvenser det vil ha både når det gjelder antall skader og når det gjelder mer generelle folkehelseeffekter av å overføre trafikk fra bil til sykkel i Oslo.

Risikoberegninger og ulykkesmodellering i trafikk

Det sies at de fleste ulykker skjer i hjemmet. Det er trolig riktig, men det betyr naturligvis ikke at hjemmet er det farligste stedet vi oppholder oss. Dette viser

hvorfor det er utilstrekkelig å bare undersøke omfanget av ulykker når vi skal vurdere hvor farlig en aktivitet eller et opphold er.

I trafikksikkerhetsforskningen brukes som regel ”risiko” som sannsynlighet for en ulykke, skade eller død ved en gitt aktivitet eller ”eksponering”. Vanlige risikomål i trafikksikkerhetsforskningen er for eksempel antall ulykker eller antall skadde dividert på tilbakelagt distanse. For å estimere sannsynligheter kan man beregne empirisk sannsynlighet. Den empiriske sannsynligheten for hendelsen A beregnes som antall utfall av type A dividert på totalt antall utfall. Direkte oversatt til trafikksikkerhetsfeltet blir sannsynligheten for en ulykke *antall ulykker* delt på *antall mulige ulykker*. Antall ulykker er (i prinsippet) mulig å telle, men hvordan kan man telle antall mulige ulykker? Her støter man på utfordringer både når det gjelder å definere hva som er en mulig ulykke og hvordan samle inn gode data. Som et mål på antall mulige ulykker er det derfor vanlig å bruke et eksponeringsmål som sier noe om hvor utsatt/eksponert man er for situasjoner eller hendelser som kan føre til ulykker.

Et alternativ til å beregne slike risikostørrelser er å modellere ulykker som et utfall der en rekke risikofaktorer inngår som forklaringsvariabler i tillegg til ett eller flere eksponeringsmål i en modell. Slik modellering er etter hvert svært mye brukt, og fordelene er at man kan estimere effekter av en rekke forhold samtidig og kontrollert for hverandre. I stedet for å beregne risikotall for menn og kvinner i ulike aldersgrupper, vil man i en slik type modellering inkludere kjønn og alder som forklaringsvariabler og få ut estimater på hvordan de påvirker sannsynligheten for ulykke. Det er likevel mange metodeutfordringer involvert i slik modellering, både når det gjelder valg av modell og variabler og i tolkningen av estimatene.

Fordelen med å benytte risikoestimering, dvs. å beregne risiko for ulike grupper av trafikanter, veier, kjøretøy osv. er at slike estimater er enkle å forstå og etterprøve, og de gir i mange tilfeller en intuitiv og direkte tolkning. Man kan for eksempel finne at motorsyklister statistisk sett har ti ganger så høy risiko som bilister, målt i antall drepte per kjørt kilometer. Det kan tolkes som at det er «ti ganger så farlig» å kjøre motorsykel som å kjøre bil.

Valg av eksponeringsmål

Det er en stor diskusjon i trafikksikkerhetsforskningen om hvilke(t) eksponeringsmål som bør velges i beregninger av risiko. Allerede mange tidlig bidra var opptatt av at eksponeringsmålene skulle være mest mulig i overensstemmelse med det sannsynlighetsteoretiske grunnlaget, dvs. at eksponering skulle fange opp «mulige ulykker». I praksis har dette ofte vært vanskelig å bruke, og indikasjoner på trafikk, som for eksempel antall kjøretøy, årsdøgntrafikk, kjøretøykilometer og personkilometer er ofte de eksponeringsmålene som foretrekkes.

I de senere år har det vært knyttet meget store forhåpninger til å få bedre eksponeringsdata gjennom å utnytte såkalte «big data» basert på automatisk registrering av reiseaktivitet. Det er særlig mulighetene for å logge reiser ved hjelp av folks smarttelefoner som kan ha et stort potensial. Slik logging kan både skje automatisk ved bruk av telefonens posisjonsangivelser (Google) og ved hjelp av skreddersydde mobilapper som også differensierer mellom type aktivitet (gange, sykling, motorisert transport). En ulempe er at slike applikasjoner i utgangspunktet kun registrerer avstand, tid og posisjon – ikke kjennetegn ved trafikant. Det kan også

være utfordringer knyttet til å avgjøre hva slags transportmiddel som benyttes. Foreløpig er «big data» i liten grad tatt i bruk for å beregne eksponeringsdata i risikoberegninger.

Hva brukes?

Elvik (2015b) har oppsummert en rekke studier der ulike eksponeringsmål har vært benyttet og identifiserer tre hovedtyper av eksponering:

- Aktivitetsbasert (kilometer, ÅDT)
- Hendelsesbasert (potensielle konflikter, vikesituasjoner, møtesituasjoner)
- Atferdsbasert (tid tilbrakt i trafikk)

Ofte er imidlertid denne typen data ikke tilgjengelig, og man er nødt til å benytte grovere estimater på trafikkomfang, slik som antall innbyggere og antall førerkort. Særlig i internasjonale sammenligninger er ofte slike grovere estimater på eksponering de eneste man har sammenlignbare data for.

Hva bør brukes?

Ut fra grunnlaget i sannsynlighetsteori er det nokså klart at det er antall «tilfeller» eller «hendelser» som kan ha en ulykke som utfall, som er det mest korrekte eksponeringsmålet for å beregne risiko. Det vil i praksis si ulike former for hendelsesbasert eksponering, for eksempel antall ganger en fotgjenger går over et gangfelt eller antall ganger en bilist møter en annen på en tofeltsvei.

Men selv om et slikt eksponeringsmål er mest korrekt rent teoretisk, er det ikke opplagt at det er mest fruktbart. Dersom man for eksempel skal beregne risiko på to veistrekninger der den ene (A) har mye trafikk i begge retninger (mange møter), og den andre (B) i større grad har trafikk i én retning eller alternerer mellom retninger (få møter), er det mange flere «tilfeller» eller «opportunities for accidents» på strekning A. Om vi beregner risiko som ulykker per million møter, kan de to strekningene komme ut med samme risiko. Om vi derimot beregner risiko som ulykker i forhold til ÅDT, vil strekning A trolig ha høyere risiko.

Hvilken beregningsmåte bør vi da velge? Det er ikke opplagt. Det kan argumenteres for at når vi benytter antall møter, så «kontrollerer» vi for en risikofaktor som bidrar helt avgjørende for hvorfor strekning A har flere ulykker enn strekning B. På ett vis kan det derfor virke rimeligere å konkludere med at risikoen er høyere på strekning A *fordi* trafikksammensetningen gir flere møter som kan føre til ulykker. Når vi benytter antall møter som eksponeringsmål kan vi få som resultat at strekningen med flest møter har lavest risiko, selv om det skjer flere ulykker der.

En del forskere har argumentert for at tid bør benyttes, enten som supplement eller i stedet for ulike avstandsmål som kjøretøykilometer og personkilometer, som er de som vanligvis foretrekkes. Det er åpenbart at om man skal sammenligne veldig ulike aktiviteter, for eksempel risiko i trafikk med risiko på helt andre områder, så er tid ofte det eneste mulige eksponeringsmålet. Om vi skal sammenligne risiko i trafikk, der det er et reelt valg mellom transportmidler, vil imidlertid avstand være det mest relevante eksponeringsmålet for den enkelte. Dette er også det mest relevante eksponeringsmålet om man skal vurdere konsekvensene av å flytte trafikk mellom transportmidler. Det kan også argumenteres for at avstand er nærmere det sannsynlighetsteoretiske grunnlaget enn tid er; tiden kan løpe uten at det skjer noen bevegelse eller hendelse som kan ha ulykke som utfall.

Valg av ulykkesdata

De fleste risikoberegninger i trafikk er basert på offisielle ulykkestall. Den offisielle norske statistikken over veitrafikkulykker dekker trafikkulykker med personskade som har skjedd på offentlig eller privat vei, gate eller plass som er åpen for alminnelig trafikk. Grunnlaget for statistikken er rapporter om veitrafikkulykker som politiet fyller ut. Alle trafikkulykker som medfører personskade (som ikke er ubetydelig) skal rapporteres til politiet. For at en ulykke skal registreres som en trafikkulykke, må minst ett kjøretøy ha vært involvert. At en fotgjenger faller på fortauet og blir skadet regnes derfor ikke som en trafikkulykke. Eneulykker på sykkel regnes derimot som trafikkulykker.

Det er imidlertid godt dokumentert at langt fra alle trafikkskader blir rapportert til politiet. Denne «underrapporteringen» av trafikkskader varierer mellom typer av ulykker og typer av trafikanter, men sykkelulykker (eneulykker) blir i langt mindre grad rapportert til politiet enn andre trafikkulykker. Dermed blir risikoen for sykkel som regel underestimert når man benytter offisielle skadetall i beregningene.

I tillegg til offisielle ulykkesdata benyttes derfor om mulig sykehusbaserte skadetall – som fanger opp flere skader, ikke minste sykkelskader. Slike data er imidlertid i liten grad tilgjengelig i Norge, i motsetning til i Sverige der man har samordnet politi- og sykehusrapporterte skader. I noen sammenhenger benyttes også forsikringsmeldte skader og egenrapporterte ulykker og skader (spørreskjema).

Ulykker inntreffer relativt sjelden og såkalte nesten-ulykker eller konflikter, dvs. møtesituasjoner der én eller flere må bråbremse e.l. har derfor vært mye benyttet som en «proxy» for ulykker i beregninger av risiko.

Kontinuum fra eksponering til utfall

Forholdet mellom eksponering og ulykker kan ses som et kontinuum av «hendelser» og «utfall», der hendelser på ett nivå kan ses som utfall på et neste. Nesten-ulykker, eller konflikter, kan ses som mulig utfall av vikesituasjoner, og ulykker kan ses som mulig utfall av konflikter; noen ganger klarer man akkurat å stanse i tide, andre ganger ikke.

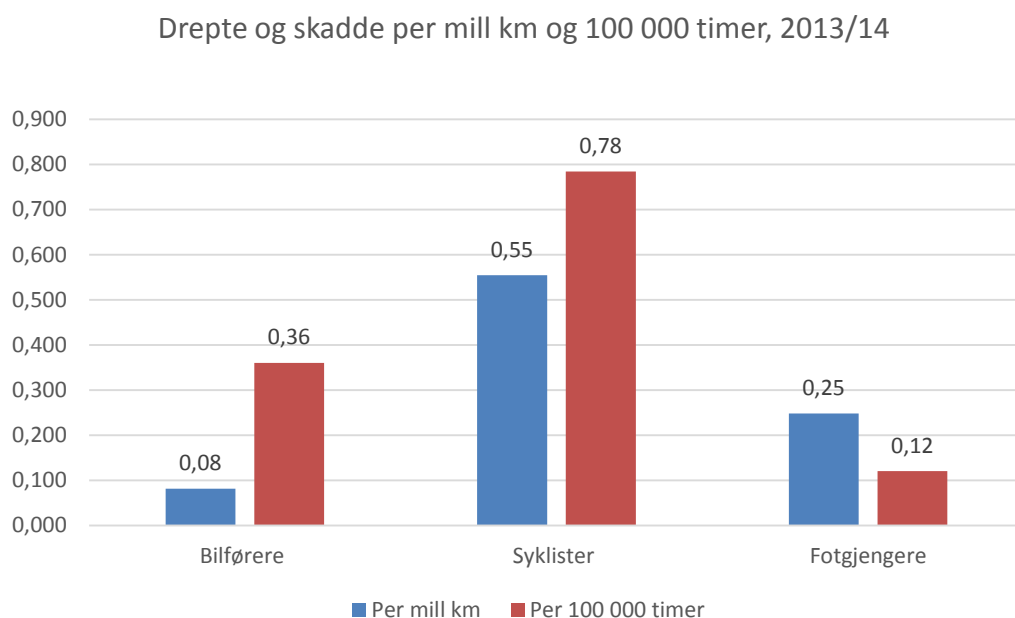
De fleste kandidater til eksponering kan forstås som «utfall» av en foregående «hendelse». En befolkning kan for eksempel ha to typer innbyggere, de som deltar i trafikk og de som ikke gjør det. Trafikk kan ses på som hendelser som kan ha som utfall at man møter andre eller ikke. Møter kan ha som utfall at man kolliderer eller ikke. Kollisjoner kan ha som utfall at man blir skadet eller ikke, en personskade kan føre til at man overlever eller ikke.

Beregninger av risiko basert på ytterpunktene på denne skalaen blir nokså meningsløse, for eksempel er ikke folketall nødvendigvis noen god indikasjon på hvor utsatt man er for å bli rammet av en trafikkulykke. På den annen side kan vi beregne risiko med mål som ligger svært nær hverandres, slik som antall ulykker per konflikt. Antall konflikter er en god indikasjon på hvor utsatt man er for ulykker, men antall ulykker dividert på antall konflikter blir et temmelig uinteressant risikoestimat. Når vi benytter antall konflikter som eksponering, har vi på sett og vis kontrollert for alle risikofaktorene som skaper forskjeller mellom to kryss.

Vi må derfor være noe pragmatiske når vi skal finne gode eksponeringsmål i trafikk. De må fange trafikkdeltakelse, men samtidig ikke være helt korrelert med og en proxy for ulykke. Det betyr også at for at risikoberegninger overhodet skal gi mening, må man ikke kontrollere bort alle faktorer.

Tradisjonelle og alternative risikoberegninger

Basert på offisielle skadetall fra Statistisk sentralbyrå (SSB) og eksponeringstall fra den landsomfattende reisevaneundersøkelsen (RVU) i Norge i 2013/14 har vi beregnet tradisjonelle risikotall per millioner personkilometer og alternative risikotall med tid som eksponeringsmål. Resultatene er vist i figur S.1.



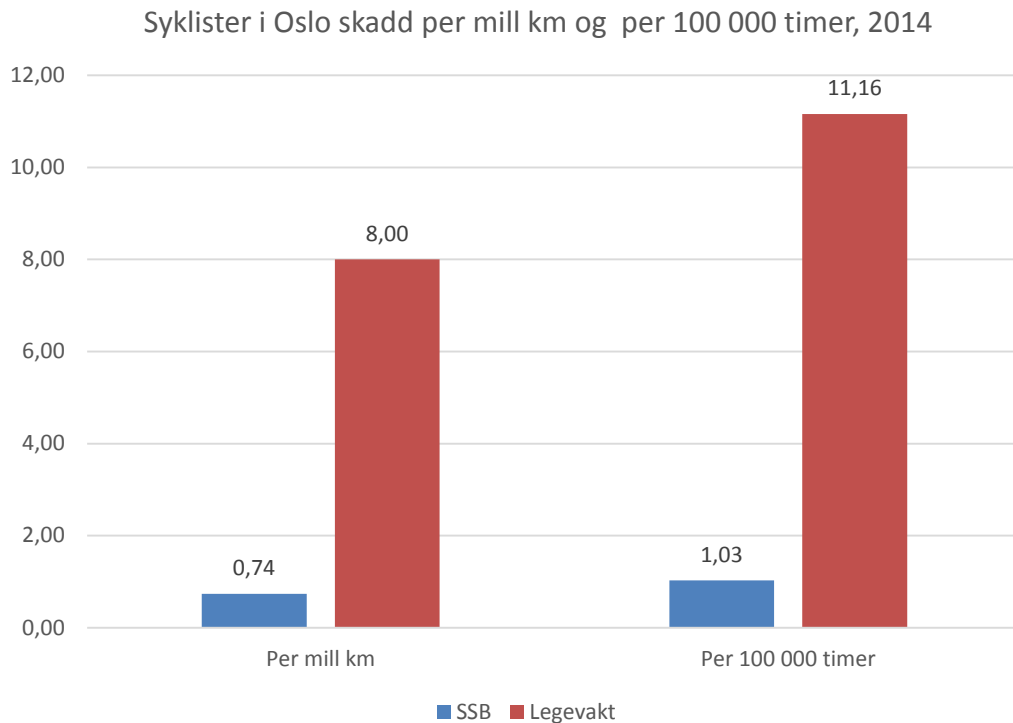
Figur S1. Antall drepte eller skadde per million personkilometer og per 100 000 timer i trafikk. Skadetall er gjennomsnitt av 2013 og 2014 hentet fra SSB. Eksponeringsdata er hentet fra RVU 2013/2014.

Når kilometer benyttes som eksponeringsmål har bilførere svært mye lavere risiko enn syklister og fotgjengere. Syklister har da om lag sju ganger så høy risiko, mens fotgjengere har ca. tre ganger så høy risiko som bilførere. Når vi benytter tid tilbakelagt i trafikken blir bildet et annet. Syklister har fremdeles høyere risiko enn bilførere, ca. dobbelt så høy, mens fotgjengere har lavere risiko enn bilister når tid benyttes som eksponeringsmål. Forklaringen er naturligvis at bilførere tilbakelegger mye større avstander per time (ca. 45 km) enn hva fotgjengere gjør (ca. 5 km).

Slike beregninger basert på offisielle skadetall blir imidlertid litt misvisende når en sammenligner mellom trafikantgrupper fordi underrapporteringen av ulykker er svært forskjellig. Eneulykker på sykkel, som er de vanligste ulykkestypen for syklister, kommer bare unntaksvis med i den offisielle statistikken.

Oslo universitetssykehus/Oslo legevakt (OUS) har imidlertid registrert systematisk alle skader blant syklister som kom til behandling i 2014. Beregninger av risiko for

syklister basert på disse data og på offisielle ulykkesdata SSB-data fra Oslo, er vist i figur S2.



Figur S2. Antall skadde syklister i trafikkulykker i Oslo per million personkilometer og per 100 000 timer i trafikk. Skadetall fra 2014 hentet fra SSB og OUS. Eksponeringsdata er hentet fra RVU 2013/2014.

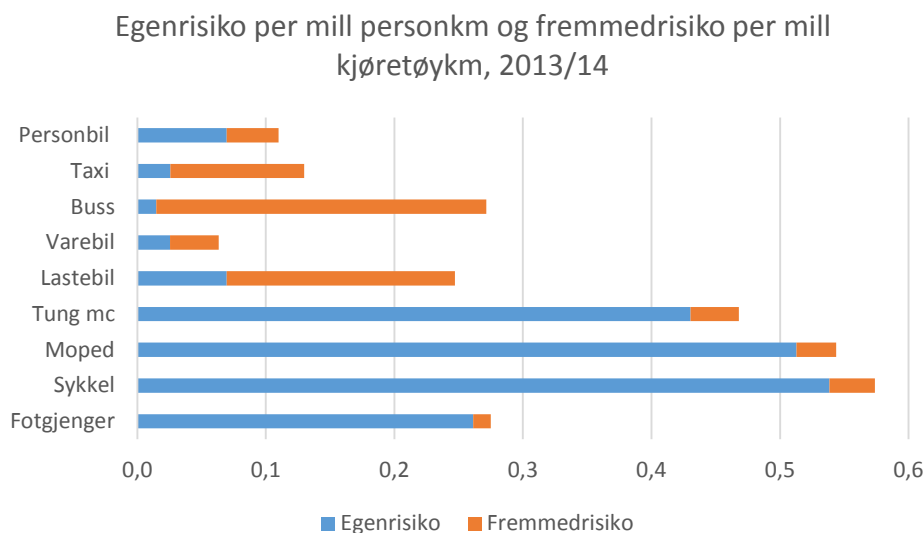
Når vi benytter sykehusregistrerte syklistskader blir skaderisikoen omtrent ti ganger så høy som når vi benytter offisielle skadetall fra SSB.

Risikoen per kilometer for bilførere er beregnet til 0,08 i figur S.1. Et vanlig anslag på underrapportering av skader på bilførere er 50 %, så for å sammenligne sykehusbaserte risikotall for syklister med tilsvarende tall for bilister, kan vi anslå den «reelle» risikoen for bilister til å være $0,08 \times 2$, dvs. 0,16. Det betyr at risikoen for å bli skadet blant syklister i Oslo, er om lag 50 ganger så høy som for bilister målt per personkilometer ($8/0,16$), og 16 ganger så høy målt per tidsenhet i trafikk ($11,16/0,72$).

Egenrisiko, fremmedrisiko og totalrisiko

Foran har vi vist beregninger av forskjellige trafikantgruppers risiko for å bli skadet i trafikken. Dette kan betegnes som «egenrisiko». Men mange transportmidler påfører andre trafikanter risiko som ikke fanges opp i egenrisikoen. I hvilken grad andre trafikanter skades på grunn av en trafikantgruppes aktivitet kan betegnes som «fremmedrisiko». For å få et bilde av hvor farlig ulike trafikantgrupper er, bør vi ha informasjon både om egenrisiko og fremmedrisiko som samlet sett kan betegnes som «totalrisikoen» til en trafikantgruppe. Det er ikke alltid opplagt hva som bør inngå i fremmedrisikoen og heller ikke opplagt hva som er det mest korrekte

eksponeringsmålet. I figur S3 er egenrisiko beregnet som antall skadde per personkilometer og fremmedrisikoen som antall skadde (andre) per kjøretøykilometer.



Figur S3. Egenrisiko og fremmedrisiko målt som antall drepte eller skadde per millioner personkilometer (egenrisiko) og per millioner kjøretøykilometer (fremmedrisiko). Skadetall fra SSB 2013 og 2014 og eksponeringstall fra RVU 2013/14 og fra TØIs statistikk over transportytelser i Norge. Gjennomsnitt 2013/2014.

Det er særlig tunge kjøretøy og kjøretøy som i stor grad kjører i byområder som har størst fremmedrisiko, noe som er naturlig både fordi store kjøretøy har stor masse og dermed utgjør en fare for mange andre trafikanter, og fordi myke trafikanter som er mest sårbare, i størst grad beveger seg i byområder.

Konsekvenser av å overføre trafikk fra bil til sykkel

Det er et mål at trafikkveksten i byene skal skje gjennom mer sykling, gåing og bruk av kollektive transportmidler. Med såpass store forskjeller i risiko mellom sykkel (og gange) og bil, betyr dette at en slik politikk vil kunne føre til mange flere trafikkskader.

Vi har gjennomført en beregning av effekten på trafikkskader og på generell folkehelse av at 1000 bilister i Oslo går over til bruke sykkel. Beregningene tar hensyn til den såkalte «safety in numbers»-effekten, dvs. at ulykkene normalt ikke øker proporsjonalt med en trafikkøkning. Vi har også tatt hensyn til underreporteringen av skader på syklister og brukt skadetall fra OUS, samt et anslag på 50 % underreportering av skader blant bilister. Vi har også tatt hensyn til at færre biler fører til at syklistene påføres noe mindre risiko fra biltrafikken. Endelig har vi forsøksvis tatt hensyn til folkehelseeffekten av økt mosjon på grunn av økt sykling.

Beregningene av skadekonsekvenser viser at en slik overføring fra bil til sykkel vil gi en forventet årlig økning på 10 skadetilfeller. Men helsegevinstene av den økte mosjonen som dette innebærer er mye større enn skadekonsekvensene om man benytter etablerte økonomiske verdsettinger av helse og skader. Våre beregninger gir

en nyttekostnadsbrøk på 6, noe som indikerer at helsegevinsten av økt sykling er seks ganger så høy som tapene knyttet til syklistskadene.

Disse beregningene er usikre og basert på en rekke forutsetninger som kan diskuteres. Men de viser tydelig at en overføring til sykkel samlet sett har er gunstige helseeffekter, noe som er i tråd med tidligere norske og utenlandske beregninger.

Konklusjon

Drøftingen av eksponering og risiko viser at det ikke er helt opplagt hva som er mest korrekt å benytte av ulike eksponerings- og risikomål. Vi har argumentert for at i en viss forstand er det et kontinuum fra eksponering til ulykker og at man bør velge et eksponeringsmål som er rimelig dekkende for den aktiviteten man ønsker å vurdere risikoen i, men samtidig bør eksponeringsmålet ikke være ensbetydende med utfallet.

Et viktig utgangspunkt for dette prosjektet er målsettingen om at økt trafikk i byer og tettsteder i fremtiden skal skje gjennom mer gåing, sykling og bruk av kollektivtransport. Utgangspunktet for at folk reiser er som regel at det er en avstand som må tilbakelegges, man må for eksempel komme seg fra hjemmet til arbeidsplassen. I et slikt perspektiv blir tid et lite meningsfullt eksponeringsmål; man kan ikke bytte ut en bilreise på 20 minutter med en sykkelreise på 20 minutter. Det skal sies at man på sikt vil kunne gjøre tilpasninger slik at man ikke vil sykle like langt i fremtiden som man i dag kjører bil, gitt en overgang fra bil til sykkel. Man vil trolig i større grad handle i nærrområder, bosette seg nærmere arbeidsplassen osv. Likevel, når problemstillingen er å erstatte bil med andre transportmidler, er det visse reiser som må erstattes, og dermed er avstand et mer treffende eksponeringsmål enn tid.

En viktig innsikt når det gjelder risiko for gående og syklende i trafikk er at risikoen for å bli skadet bør vurderes opp mot gevinsten av økt mosjon. Dette er etter hvert blitt en meget stor diskusjon i trafikksikkerhetsforskningen, og de fleste studier viser at den gunstige mosjonseffekten mer enn oppveier de negative effektene av sykling. Våre beregninger viser også en slik gunstig effekt, også når vi benytter sykehusrapporterte skadetall.

Det kanskje viktigste bidraget til å gi en mer fruktbar forståelse av risiko og eksponering for gående og syklende fra dette prosjektet er muligens dokumentasjonen av at det absolutt største ulykkesproblemet for syklistene (og trolig for fotgjengere) ikke er kollisjoner med motorkjøretøy, men eneulykker. Når 70-80 % av sykkelskadene skjer uten at det er noen bil til stede, blir naturlig nok oppmerksomheten rettet mot infrastruktur, og vedlikehold av sykkelveier og –felt. At et av de aller viktigste sikkerhetstiltakene for syklistene er å fjerne sand og grus fra veibanen om våren, er neppe noe man tidligere regnet med. Trolig er også fotgjengeres skader på samme måte i de aller fleste tilfeller fallulykker uten at motorkjøretøy er involvert. Konsekvensen av slike innsikter for trafikksikkerhetsarbeidet er at tiltak knyttet til utforming og vedlikehold av infrastruktur som sykkelanlegg, fortau, gang- og sykkelveier blir enda viktigere enn det de oppfattes som i dag.

For fotgjengere og syklistene er det dermed ikke endringer i forståelsen av eksponering som vil være mest fruktbart og utslagsgivende for trafikksikkerhetsarbeidet; det er endringer i rapporteringen av skader med bedre forståelse av hvilke risikofaktorer som forekommer hyppigst og som skaper flest ulykker og skader.