

Denne artikkel er publisert i det elektroniske tidsskrift
Udvalgte artikler fra Trafikdage på Aalborg Universitet
(Selected Proceedings from the Annual Transport Conference
at Aalborg University)

ISSN 1903-1092

www.trafikdage.dk/artikelarkiv

Modtaget: 12.09.2013

Fagfællebedømt: 17.03.2014



Er det mulig at flertallet av førere er sikrere enn gjennomsnittsføreren?

Rune Elvik (re@toi.no)

Transportøkonomisk institutt og Aalborg Universitet

Abstrakt

Bakgrunn: Det er utført flere studier der et flertall av bilførere uttaler at de er sikrere enn gjennomsnittsføreren. Det har vært hevdet at dette umulig kan være tilfellet og viser at mange førere overvurderer sin sikkerhet.

Formål: Formålet med denne artikkelen er å vise at det matematisk er fullt mulig at et flertall av førere er sikrere enn gjennomsnittsføreren.

Metode: Flere datasett som oppgir hvordan ulykker er fordelt i en gruppe av bilførere i to perioder er benyttet. Denne typen data gjør det mulig å bruke opplysninger om hvordan ulykkene fordelte seg mellom førere i den første perioden til å beregne et langsiktig, forventet ulykkestall per fører i den andre perioden. Empirisk Bayes metode er benyttet til disse beregningene.

Resultater: Beregning av langsiktig, forventet ulykkestall med empirisk Bayes metode gir i det store og hele meget presise resultater. Dette gjør det mulig å si hvordan førere fordeler seg etter langsiktig, forventet ulykkestall. I alle datasett som er undersøkt har flertallet av førere et lavere forventet ulykkestall per fører enn gjennomsnittet for alle førere. Andelen førere som er sikrere enn gjennomsnittet varierer fra noe over 60 prosent til etter oppunder 90 prosent.

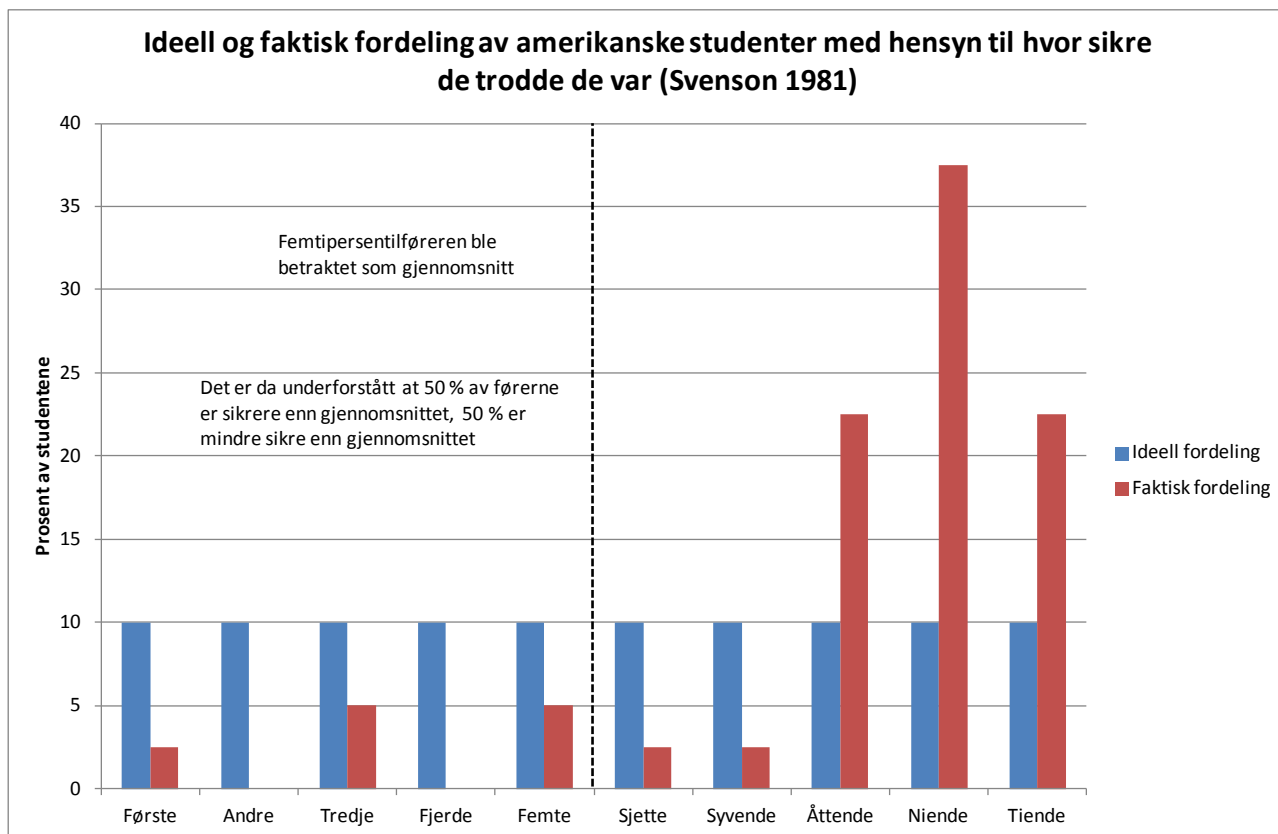
Diskusjon: Blant vanlige bilførere vil det normalt være slik at flertallet av førere er sikrere enn gjennomsnittsføreren. Dette innebærer ikke at alle førere som sier at de er sikrere enn gjennomsnittsføreren har rett et slikt utsagn, men det betyr at mange av dem kan ha rett i det. Det er bemerkelsesverdig at ingen av de studier som har spurt førere om hvor sikre de tror de er, har innhentet ulykkesdata for de samme førere for å bedømme hvor korrekte førernes oppfatning av egen sikkerhet er.

Annen artikkel: Denne artikkelen overlapper i betydelig grad med en artikkel publisert i Accident Analysis and Prevention (Rune Elvik: Can it be true that most drivers are safer than the average driver? Accident Analysis and Prevention, 59, 301-308, 2013).

1 Bakgrunn

I 1981 publisert den svenske trafikksikkerhetsforskeren Ola Svenson en artikkel med tittelen: "Are we all less risky and more skillful than our fellow drivers?" (Svenson 1981). I artikkelen presenterte han resultatene av en undersøkelse han hadde gjort blant psykologistudenter i USA og Sverige. Han hadde bedt studentene om å plassere seg på en skala for hvor dyktige de trodde de var sammenlignet med en gjennomsnittlig bilfører og hvor sikre de trodde de var sammenlignet med en gjennomsnittlig bilfører.

Skalaen var konstruert slik at studentene skulle plassere seg i den tiendedel (desil) av befolkningen de mente de tilhørte. Siden det, per definisjon, er slik at 10 prosent tilhører hver tiendedel, burde, ideelt sett, 10 prosent av studentene ha plassert seg i første tiendedel, 10 prosent i andre tiendedel, og så videre. Tiendedelene var rangordnet. De som plasserte seg i den øverste tiendedelen ga dermed uttrykk for at de mente at de tilhørte de 10 prosent sikreste førerne. Figur 1 viser hvordan de amerikanske studentene plasserte seg med hensyn til hvor sikre de trodde de var som bilførere.



Figur 1: Svarfordeling blant amerikanske studenter med hensyn til hvor sikre de trodde de var som bilførere. Kilde: Svenson 1981

Svenson definerte femtipersentilføreren (medianføreren) som en gjennomsnittlig sikker fører. 87,5 prosent av de amerikanske studentene og 77,1 prosent av de svenske studentene oppga at de var sikrere enn medianføreren. Svenson tolket dette som et uttrykk for en overdrevent optimistisk oppfatning om egen sikkerhet.

Tilsvarende undersøkelser er senere gjort en rekke ganger (for eksempel Svenson, Fischhoff og MacGregor 1985, DeJoy 1989, Holland 1993, Harré og Sibley 2007). Undersøkelsene finner uten unntak at et klart flertall av bilførere betrakter seg som sikrere enn gjennomsnittsføreren, uansett om gjennomsnittet gjelder alle førere eller kun førere i ens egen aldersgruppe. Flere har bemerket at dette umulig kan være tilfellet. I en normalfordeling ligger halvparten under gjennomsnitt, halvparten over. Således skriver Svenson, Fischhoff og MacGregor (1985, 119): "Of course, it is no more possible for most people to be safer than average than it is for most people to have above average intelligence".

Hvis man antar at ulykker er normalfordelte, vil det per definisjon ikke være mulig at mer enn halvparten av førerne er sikrere enn gjennomsnittsføreren. Men ulykkestall blant bilførere er ikke normalfordelte. De er skjevt fordelt. I løpet av en periode på 1-3 år vil det typisk være slik at flertallet av førere ikke er innblandet i noen ulykker. Noen få førere er innblandet i 1 ulykke, og ytterst få er innblandet i mer enn 1 ulykke. En førers registrerte ulykkestall i en bestemt periode er imidlertid i stor grad et resultat av tilfeldig variasjon og gir derfor ikke noe godt anslag på førerens langsiktige forventede ulykkestall. Man kan likevel benytte

kunnskap om hvordan ulykker fordeler seg i en gruppe av førere til å beregne det langsiktige forventede ulykkestall for førere som i en gitt periode var innblandet i 0, 1, 2, osv ulykker. Hvordan dette kan gjøres, er forklart i avsnitt 4 i artikkelen.

2 Formål

Formålet med denne artikkelen er å vise at det matematisk er fullt mulig, endog vanlig, at flertallet av førere i en nærmere definert populasjon av førere har et lavere langsiktig forventet ulykkestall enn gjennomsnittet for den populasjon førerne tilhører.

3 Typiske fordelinger av ulykker blant bilførere

Det er gjort en rekke undersøkelser av hvordan ulykkestall fordeler seg i en gruppe av førere. Analysene som presenteres i denne artikkelen bygger på følgende undersøkelser:

Forbes (1939) – nær 30.000 bilførere i Connecticut i USA. Ulykkesdata for til sammen 6 år

Cresswell og Frogggatt (1963) – nærmere 1.000 bussførere (yrkesførere) i Nord-Irland. Ulykkesdata for til sammen 4 år

Burg (1970) – 7.800 bilførere i California, USA. Ulykkesdata for til sammen 6 år

Weber (1972) – 148.000 bilførere i California, USA. Ulykkesdata for til sammen 3 år

Hauer og Persaud (1983) – 2.500.000 bilførere i North Carolina, USA. Ulykkesdata for til sammen 4 år

Hauer med flere (1991) – 66.000 unge førere i Ontario, Canada. Ulykkesdata for til sammen 4 år

Sagberg (2000) – 25.600 unge førere i Norge. Ulykkesdata for til sammen 2 år

Det eldste av disse datasettene er et klassisk datasett i trafikksikkerhetsforskningen og vil derfor bli beskrevet litt nærmere. Forbes (1939) var en av de første som undersøkte hvordan ulykker fordelte seg mellom bilførere. Han hadde opplysninger om nærmere 30.000 bilførere i staten Connecticut i USA for periodene 1931-33 og 1934-36. Tabell 1 viser fordelingen av ulykker per fører i disse to periodene.

Tabell 1: Ulykker per fører blant bilførere i Connecticut i periodene 1931-33 og 1934-36

Antall ulykker per fører 1931-33	Antall førere med 0, 1, osv ulykker 1931-33	Registrert antall ulykker per fører 1934-36	Beregnet forventet ulykkestall per fører 1934-36 (#)	Beregnet forventet ulykkestall per fører 1934-36 (\$)
0	26259	0,101	0,110	0,099
1	2874	0,199	0,239	0,216
2	357	0,300	0,368	0,333
3	31	0,484	0,497	0,449
4	10	0,700	0,626	0,566
Sum	29531			
Gjennomsnitt	0,126	0,114	0,126	0,114
Varians	0,145			
(#) Beregnet på grunnlag av førernes ulykkestall i perioden 1931-33				
(\$) Korrigert på grunnlag av endringer i førernes gjennomsnittlige ulykkestall fra 1931-33 til 1934-36 (0,114/0,126)				

Tabell 1 inneholder to kolonner som viser beregnet forventet ulykkestall per fører i perioden 1934-36. I neste avsnitt forklares hvordan denne beregningen er gjort.

4 Beregning av bilføreres langsiktige forventede ulykkestall

Forbes (1939) var ikke bare en av de første som viste hvordan ulykker var fordelt blant en gruppe av bilførere. Han var også den første som påviste regresjonseffekt i ulykkestall. Med regresjonseffekt menes at unormalt høye eller lave ulykkestall i en bestemt periode vil bli etterfulgt av mer normale tall i en

tilsvarende senere periode. Tabell 1 illustrerer regresjonseffekten i ulykkestall for de førere Forbes studerte.

Tabell 1 viser at førere som de første tre årene ikke var innblandet i ulykker i gjennomsnitt hadde ca 0,1 ulykker de neste tre årene. Førere som var innblandet i en ulykke de første tre årene hadde i gjennomsnitt ca 0,2 ulykker de neste tre årene. Førere som var innblandet i fire ulykker de første tre årene gikk ned til 0,7 ulykker de neste årene.

Hva skjedde? Ble førerne som ikke var innblandet i ulykker den første perioden mye dårligere til å kjøre bil den andre perioden? Og omvendt: forbedret de ulykkesutsatte førerne sine ferdigheter vesentlig fra første til andre periode? Selvsagt har ingen av disse "forklaringene" noe for seg. Det som først og fremst forklarer endringene i ulykkestall er regresjon mot gjennomsnittet. Førernes ulykkestall i perioden 1931-33 var i stor grad et resultat av tilfeldig variasjon. Utslagene av tilfeldig variasjon elimineres i den andre perioden. Førernes ulykkestall nærmer seg da gjennomsnittet for alle førere. Det gjennomsnittlige antall ulykker per fører i perioden 1934-36 for førere som hadde 0, 1, 2, 3 eller 4 ulykker i perioden 1931-33 er et godt anslag på førernes langsiktige forventede ulykkestall per treårs periode.

Tabell 1 inneholder to kolonner med tittelen beregnet forventet ulykkestall 1934-36. Disse viser et beregnet antall ulykker for perioden 1934-36 for førere som i perioden 1931-33 hadde 0, 1, 2, 3 eller 4 ulykker. Ulykkestallet er beregnet med empirisk Bayes metode (Hauer 1986) ved hjelp av følgende formel:

$$E(m|x) = x + \left[\frac{E(x)}{\text{Var}(x)} \right] \cdot (E(x) - x) \quad (1)$$

Her er $E(m|x)$ forventet ulykkestall (m) gitt at det registrerte ulykkestallet er x ($X = 0, 1, 2, \dots, N$). $E(x)$ er gjennomsnittlig ulykkestall i en gruppe av førere. Gjennomsnittlig ulykkestall i perioden 1931-33 for førerne i Tabell 1 var 0,126. $\text{Var}(x)$ er variansen i antall ulykker. I Tabell 1 er variansen 0,145. Ved å sette inn verdier i formel 1, kan man for eksempel beregne et forventet ulykkestall for førere som i perioden 1931-33 hadde 0 ulykker:

$$\text{Forventet ulykkestall} = 0 + [(0,126/0,145) \cdot (0,126 - 0)] = 0 + (0,869 \cdot 0,126) = 0,110.$$

Det beregnede forventede ulykkestall ligger nær det faktiske gjennomsnittlige ulykkestall i perioden 1934-36 (0,101). Det samme gjelder førere som i perioden 1931-33 hadde 1, 2, 3 eller 4 ulykker. Dette eksemplet viser at man kan predikere en førers langsiktige, forventede ulykkestall ved hjelp av empirisk Bayes metode.

Prediksjonene i kolonnen lengst til høyre i Tabell 1 er korrigert for endringen i gjennomsnittlig ulykkestall per fører fra 1931-33 til 1934-36 (0,114/0,126), men er ellers identiske med prediksjonene som kun bygger på opplysninger om perioden 1931-33.

5 Hvor gode er beregninger av bilføreres langsiktige forventede ulykkestall?

Kan man stole på beregninger av føreres langsiktige forventede ulykkestall som vist i Tabell 1? For å svare på dette spørsmålet, er tilsvarende beregninger foretatt i flere datasett. Resultatene av disse beregningene fremgår av Tabell 2.

Resultatene i tabell 2 viser at beregningene av førernes langsiktige forventede ulykkestall i det store og hele er meget presis. Spesielt i de største utvalgene er beregningene forbausende nøyaktige. For førere i North Carolina med 0 ulykker i første periode, var beregnet forventet ulykkestall per fører 0,111. Observert forventet ulykkestall per fører var 0,117.

Tabell 2: Beregning av føreres langsiktige forventede ulykkestall i ulike datasett

Antall ulykker per fører i første periode	Antall førere med 0, 1, osv ulykker i første periode	Antall ulykker per fører i andre periode	Beregnet forventet ulykkestall per fører i andre periode (1)	Beregnet forventet ulykkestall per fører i andre periode (2)
Ulster Transport Authority bussførere (største gruppe) (Cresswell and Froggatt 1963)				
0	224	0.768	1.044	0.810
1	226	0.951	1.235	0.958
2	150	1.073	1.427	1.107
3	68	1.250	1.618	1.255
4+	40	1.900	1.925	1.493
Sum/gjennomsnitt	708	1.001	1.291	1.001
Belfast Corporation Transport trolley bussførere (Cresswell and Froggatt 1963)				
0	40	1.400	1.391	1.299
1	52	1.962	1.786	1.668
2	62	1.806	2.181	2.037
3	36	2.222	2.576	2.406
4	24	3.500	2.971	2.775
5+	30	3.000	3.773	3.523
Sum/gjennomsnitt	244	2.148	2.299	2.148
Data fra California driver record study (Burg 1970)				
0	6285	0.230	0.201	0.214
1	1248	0.356	0.387	0.411
2	248	0.500	0.572	0.608
3	51	0.627	0.758	0.806
4	8	0.500	0.944	1.003
5	1	5.000	1.129	1.200
Sum/gjennomsnitt	7841	0.262	0.247	0.262
Data fra California driver record study (Weber 1972)				
0	129660	0.057	0.055	N.A.
1	16305	0.099	0.106	N.A.
2	1967	0.133	0.157	N.A.
3	212	0.184	0.208	N.A.
4+	38	0.421	0.273	N.A.
Sum/gjennomsnitt	148182	0.072	0.072	N.A.

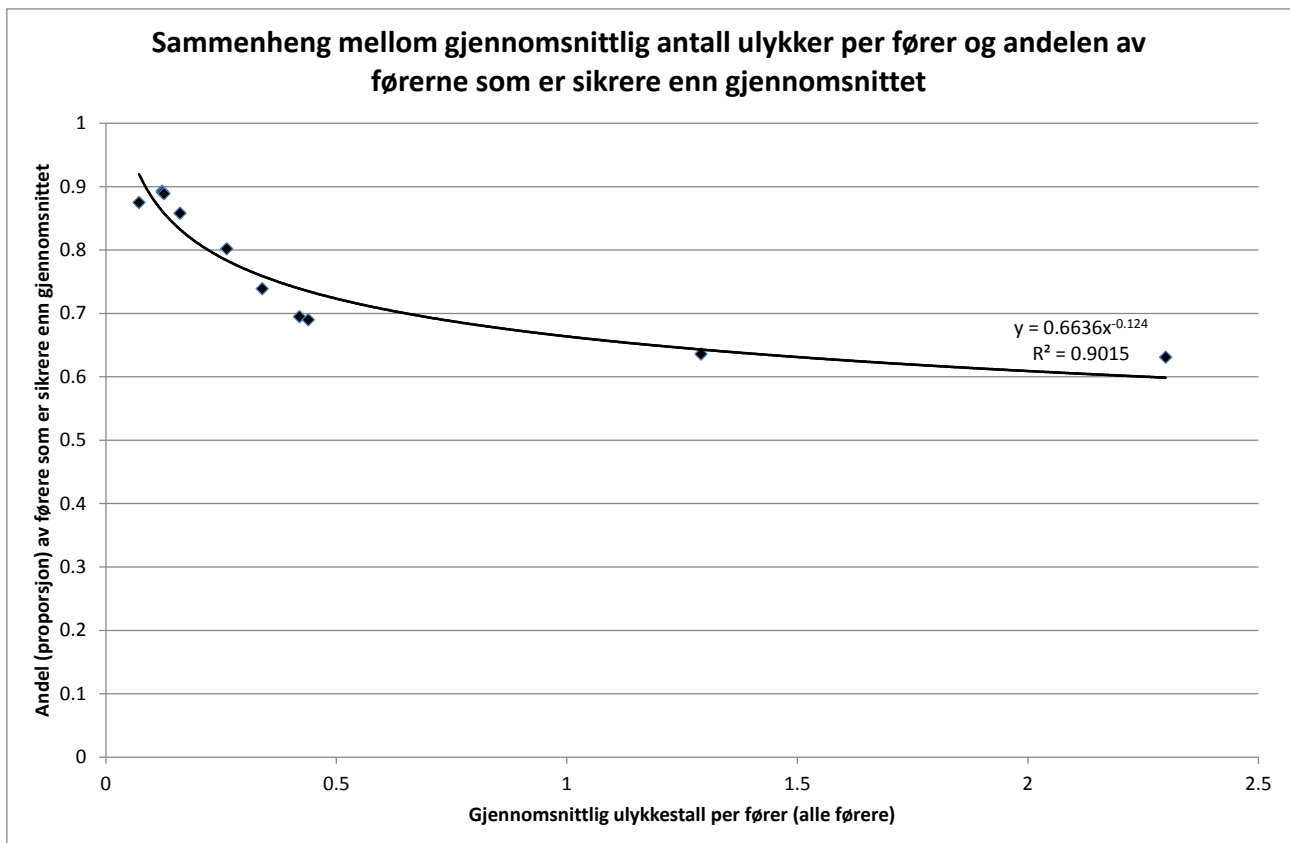
Tabell 2: Beregning av føreres langsiktige forventede ulykkestall i ulike datasett

Antall ulykker per fører i første periode	Antall førere med 0, osv ulykker i første periode	Antall ulykker per fører i andre periode	Beregnet forventet ulykkestall per fører i andre periode (1)	Beregnet forventet ulykkestall per fører i andre periode (2)
Data fra North Carolina driver record (Hauer and Persaud 1983)				
0	2234577	0.117	0.104	0.111
1	235080	0.216	0.250	0.267
2	27919	0.348	0.396	0.422
3	3953	0.499	0.540	0.577
4	584	0.703	0.688	0.733
5	99	0.848	0.834	0.888
6	18	0.944	0.979	1.044
Sum/gjennomsnitt	2502230	0.130	0.122	0.130
Data fra Ontario driver record – menn 26-30 år (Hauer et al. 1989)				
0	56656	0.133	0.144	0.131
1	8243	0.199	0.248	0.226
2	963	0.416	0.352	0.320
3	109	0.376	0.455	0.415
4+	26	1.038	0.577	0.527
Sum/gjennomsnitt	65997	0.146	0.161	0.146
Data fra norsk studie av unge førere –18-19 år (Sagberg 2000)				
0	22881	0.092	0.102	0.088
1	2482	0.192	0.275	0.237
2	260	0.312	0.449	0.387
3	30	0.933	0.623	0.536
4+	13	1.769	1.036	0.892
Sum/gjennomsnitt	25666	0.106	0.123	0.106
(1) Beregningen bygger kun på antall ulykker i første periode				
(2) Beregningen korrigerer for endring i gjennomsnittlig antall ulykker per fører fra første til andre periode				
N.A. = ikke aktuelt (periodene hadde ulik lengde)				

På grunnlag av beregningene i tabell 2, kan fordelingen av førere etter forventet ulykkestall beregnes.

6 Fordeling av bilførere etter langsiktig forventet ulykkestall

Figur 2 viser andelen av førere som er sikrere enn gjennomsnittsføreren i 11 datasett, der gjennomsnittlig ulykkestall for alle førere sett under ett varierer mellom 0,12 og 2,19. I tillegg til de datasett som er presentert i tabellene 1 og 2 inngår tre datasett fra en norsk undersøkelse om fase 2 i føreropplæringen (Glad 1988). Andelen av førere som er sikrere enn gjennomsnittsføreren varierer mellom ca 60 prosent og ca 90 prosent. Det er en svak tendens til at andelen som er sikrere enn gjennomsnittsføreren synker når gjennomsnittlig antall ulykker for alle førere sett under øker.



Figur 2: Andel av førerne som er sikrere enn gjennomsnittsføreren i 11 datasett

7 Hvor mye sikrere enn gjennomsnittsføreren er flertallet av førere?

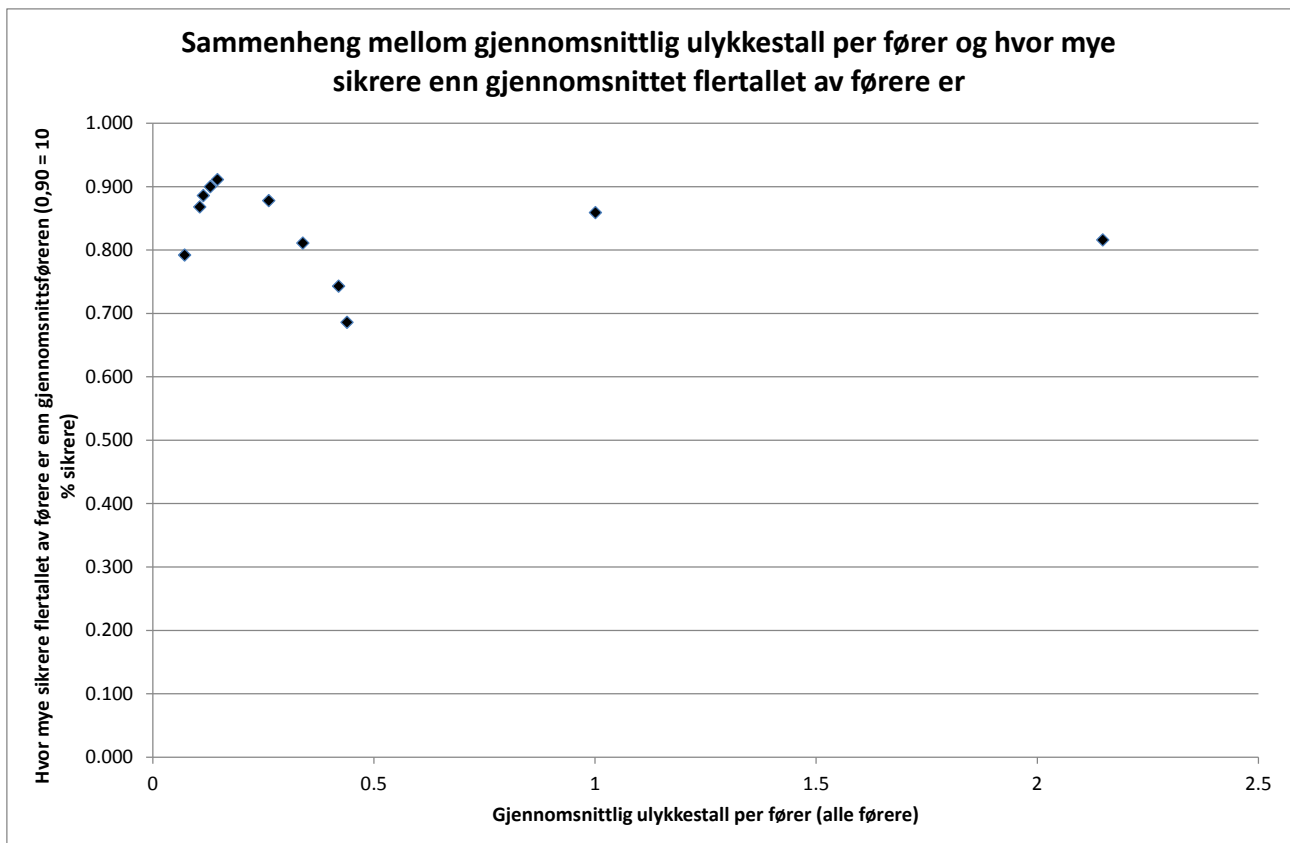
Hvor mye sikrere enn gjennomsnittsføreren er vanligvis flertallet av førere? Figur 3 belyser dette spørsmålet. Figur 3 viser at flertallet av førere i de fleste datasett er 10-20 prosent sikrere enn gjennomsnittet for alle førere.

8 Drøfting av resultatene

Er det tenkelig at flertallet av førere er sikrere enn gjennomsnittsføreren? Eller er dette en matematisk umulighet?

De datasett som er gjennomgått i denne artikkelen viser uten unntak at flertallet av førere har et lavere langsiktig forventet ulykkestall per fører per tidsenhet enn gjennomsnittet for alle førere i den gruppen de tilhører. I denne forstand er flertallet av førere sikrere enn gjennomsnittsføreren.

Noen vil spørre: Hva er en gjennomsnittsfører? Hvordan definerer du en slik fører? Det kan selvsagt gjøres på mange måter. Man kan for eksempel definere en gjennomsnittsfører som en fører som er like gammel som gjennomsnittet for alle førere, som årlig kjører like langt som gjennomsnittet for alle førere, som har hatt førerkort like lenge som gjennomsnittet for alle førere, og så videre og så videre. En slik definisjon kan presiseres så langt man vil ved å tilføye kjennetegn ved føreren: gjennomsnittlig inntekt, "gjennomsnittlig" bil, og så videre. Definisjonen blir likevel til slutt absurd. Hva er gjennomsnittlig bosted? Gjennomsnittlig kjønn?



Figur 3: Hvor mye sikrere enn gjennomsnittsføreren flertallet av førere er i 11 datasett

Når problemstillingen er om flertallet av førere er sikrere enn gjennomsnittsføreren, kan man definere en gjennomsnittsfører som en fører som har et langsiktig forventet ulykkestall per tidsenhet som er lik gjennomsnittet for alle førere i et bestemt geografisk område (for eksempel et land). Det er, for å studere egenskaper ved fordelingen av ulykker mellom førere, unødvendig å spesifisere individuelle kjennetegn ved førerne.

En førers sikkerhet er her definert som forventet antall ulykker per fører per tidsenhet. Denne definisjonen av sikkerhet er i samsvar med den definisjon av trafiksikkerhet Ezra Hauer tar til orde for (Hauer 1997). Tradisjonelt har man imidlertid ofte definert føreres sikkerhet som deres ulykkesrisiko, det vil si antall ulykker førerne er innblandet i per million kjøretøykilometer. Dette er imidlertid et vanskelig tolkbart mål på sikkerhet. Hovedgrunnen til det, er at sammenhengen mellom årlig kjørelengde og risiko for å bli innblandet i ulykker er sterkt ikke-lineær. Elvik, Erke og Christensen (2009) kommenterer dette slik:

“There are two problems in using accident rates, as defined above, in order to control for the effects of differences in exposure on the number of accidents. The first problem arises from the fact that accident rate is not independent of exposure, but tends to decline as exposure increases. This tendency is most clearly evident in driver accident rates, as shown in recent studies. Thus in the study of Hakamies-Blomqvist et al. (2002), accident rates for drivers aged 26-40 years were:

- 72.4 accidents per million km of driving for drivers whose mean annual driving distance was 1272 km;
- 14.7 accidents per million km of driving for drivers whose mean annual driving distance was 8497 km;
- 5.8 accidents per million km of driving for drivers whose mean annual driving distance was 25536 km.

These accident rates cannot be interpreted as estimates of the probability of accidents. The probability of becoming involved in an accident is not even positively related to the accident rates. The mean annual expected number of accidents can be estimated to 0.092 for low-mileage drivers, 0.125 for middle-mileage drivers and 0.148 for high-mileage drivers (estimated by multiplying accident rate by annual mileage). If the assumption is made that accidents occur according to the Poisson probability law, the probability of becoming involved in at least one accident during a year can be estimated to:

- *0.088 for drivers who drive a mean annual distance of 1272 km;*
- *0.117 for drivers who drive a mean annual distance of 8497 km;*
- *0.138 for drivers who drive a mean annual distance of 25536 km.*

In other words: as exposure increases, so does the probability of becoming involved in an accident, but each additional kilometre driven becomes safer."

Siden risiko er sterkt ikke-lineær brukes tradisjonelle risikotall mindre og mindre som mål på sikkerhet.

Et bemerkelsesverdig trekk ved undersøkelser der et flertall av førere har uttalt at de er sikrere enn gjennomsnittsføreren, er at ingen av disse undersøkelsene har innhentet ulykkesdata for å undersøke hvor riktig førernes vurdering av egen sikkerhet er. Man har i stedet valgt å avfeie førernes vurdering av egen sikkerhet som grunnløs og overdrevent optimistisk. En slik tolkning beror på mangelfull kunnskap om hvordan ulykker vanligvis er fordelt i en populasjon av førere. Ulykker blant førere er typisk meget skjevt fordelt og i alle de grupper som er studert i denne artikkelen er et klart flertall av førerne sikrere enn gjennomsnittsføreren. Dette understreker betydningen av at alle skalaer eller spørsmål som har til formål å måle føreres oppfatning om egen sikkerhet verifiseres ved hjelp av ulykkestall for de samme førere.

10 Konklusjoner

Det har vært hevdet at det er matematisk umulig at et flertall av førere kan være sikrere enn gjennomsnittsføreren i den gruppen de tilhører. Denne påstanden er grunnløs og ikke korrekt. Det er tvert om slik at 60-90 prosent av førerne vanligvis er sikrere enn gjennomsnittet, i den forstand at deres langsiktige, forventede ulykkestall per tidsenhet per fører er lavere enn gjennomsnittet for alle førere i den gruppen de tilhører. Denne tendensen synes å gjøre seg gjeldende både blant vanlige bilførere og blant yrkesførere.

Referanser

Alvarez, F. J., Fierro, I. 2008. Older drivers, medical condition, medical impairment and crash risk. *Accident Analysis and Prevention*, 40, 55-60.

Burg, A. 1970. The stability of driving record over time. *Accident Analysis and Prevention*, 2, 57-65.

Cresswell, W. L., Froggatt, P. 1963. The causation of bus driver accidents. An epidemiological study. Published for the Nuffield Provincial Hospital Trust by Oxford University Press. London.

DeJoy, D. M. 1989. The optimism bias and traffic accident risk perception. *Accident Analysis and Prevention*, 21, 333-340.

Elvik, R., Erke, A., Christensen, P. 2009. Elementary units of exposure. *Transportation Research Record*, 2103, 25-31.

- Forbes, T. W. 1939. The normal automobile driver as a traffic problem. *Journal of General Psychology*, 20, 471-474.
- Glad, A. 1988. Fase 2 i føreropplæringen. Effekt på ulykkesrisikoen. Rapport 0015. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Hakamies-Blomqvist, L., Raitanen, T., O'Neil, D. 2002. Driver ageing does not cause higher accident rates per km. *Transportation Research Part F*, 5, 271-274.
- Harré, N., Sibley, C. G. 2007. Explicit and implicit self-enhancement biases in drivers and their relationship to driving violations and crash-risk optimism. *Accident Analysis and Prevention*, 39, 1155-1161.
- Hauer, E. 1986. On the estimation of the expected number of accidents. *Accident Analysis and Prevention*, 18, 1-12.
- Hauer, E. 1997. *Observational before-after studies in road safety*. Oxford, Pergamon Press (Elsevier Science).
- Hauer, E., Persaud, B. 1983. Common bias in before-and-after accident comparisons and its elimination. *Transportation Research Record*, 905, 164-174.
- Holland, C. A. 1993. Self-bias in older drivers' judgments of accident likelihood. *Accident Analysis and Prevention*, 25, 431-441.
- Sagberg, F. 2000. Evaluering av 16-årsgrense for øvelseskjøring med personbil. Ulykkesrisiko etter førerprøven. Rapport 498. Oslo, Transportøkonomisk institutt.
- Svenson, O. 1981. Are we all less risky and more skillful than our fellow drivers? *Acta Psychologica*, 47, 143-148.
- Svenson, O., Fischhoff, B., MacGregor, D. 1985. Perceived driving safety and seatbelt usage. *Accident Analysis and Prevention*, 17, 119-133.
- Weber, D. C. 1972. An analysis of the California driver record study in the context of a classical accident model. *Accident Analysis and Prevention*, 4, 109-116.