



**CHALMERS**

# **Skillnader i skadeutfall i fordonskrocker mellan könen, med hänsyn till sätesposition**

Kandidatarbete inom mekanik och maritima vetenskaper

Alice Kunosson  
Elin Söderlund  
Donya Pourkomeylian  
Liam Mayor  
Matty Jatta  
Mohammad Nema

**INSTITUTIONEN FÖR MEKANIK OCH MARITIMA VETENSKAPER**

---

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, Sverige 2025  
[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)



Skillnader i skadeutfall i fordonskrockar mellan könen, med hänsyn  
till sätesposition

Kandidatarbete i mekanik och maritima vetenskaper

Alice Kunosson  
Elin Söderlund  
Donya Pourkomeylian  
Liam Mayor  
Matty Jatta  
Mohammad Nema

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper  
*Avdelningen för fordonssäkerhet*  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, Sverige 2025

Skillnader i skadefall i fordonskrockar mellan könen, med hänsyn till sätesposition

Alice Kunosson

Elin Söderlund

Donya Pourkomeylian

Liam Mayor

Matty Jatta

Mohammad Nema

©Alice Kunosson, Elin Söderlund, Donya Pourkomeylian, Liam Mayor, Matty Jatta, Mohammad Nema, 2025.

Handledare: Jobin John & Jordanka Kovaceva

Examinator: Mats Svensson

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper

Chalmers tekniska högskola

SE-412 96 Göteborg

Sverige

Telefon: + 46 (0)31-772 1000

Tryckeri /Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper  
Göteborg, Sverige 2025

## Abstract

This bachelor thesis examines how injury outcomes in traffic collisions differ between men and women, with particular attention to their seating position within the vehicle at the time of the crash. By using data from the Crash Investigation Sampling System (CISS) database, this study uses statistical modeling to determine whether being a driver, front-seat passenger or other passenger affects the injury risk. Research shows that drivers and front-seat passengers tend to experience more severe injuries than other passengers. However, different findings suggest that no seat position is more safe than the others and therefore highlight the importance of continuing to develop vehicle safety systems. Furthermore, this study emphasizes the existing limitations in safety systems, as they are primarily designed around the average male body. Ethical and social aspects are considered in relation to a socio-economic perspective and also a demographic representation in crash testing. The conclusion is that while certain person profiles, such as shorter women, who use seatbelts and driving at lower speeds often result in lower risk of injury, while heavier and taller men driving at higher speeds without the usage of seatbelts are at greater risk of injury. Future research should include data from more countries with different traffic rules and more years of data points for a better understanding and more applicable model.



## Författarnas tack

Denna rapport är resultatet av ett kandidatarbete genomfört vid Institutionen för Mekanik och Maritima Vetenskaper hos avdelningen för fordons säkerhet, under våren 2025. Vi vill rikta ett stort tack till våra handledare Jobin John och Jordanka Kovaceva, för deras vägledning och stöttning under denna tid.

Vi vill även tacka den andra projektgruppens medlemmar, Noel Alvreten, Sami Jansson Al-Ani, Agnes Boman, Leona Kristensson, Linus Wennblom och Abdul Rahman Zoubi - för ett gott samarbete och givande diskussioner under våra gemensamma handledningsmöten.

Slutligen vill vi uttrycka vår tacksamhet till våra familjer och vänner för deras tålamod, uppmuntran och stöd under denna period.

Alice Kunosson  
Elin Söderlund  
Donya Pourkomeylian  
Liam Mayor  
Matty Jatta  
Mohammad Nema  
Göteborg, Maj 2025



# Innehåll

<b>1</b>	<b>Introduktion</b>	<b>1</b>
1.1	Syfte . . . . .	1
1.2	Mål . . . . .	1
1.3	Avgränsningar . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>3</b>
2.1	Påverkande faktorer . . . . .	4
2.2	Förare . . . . .	6
2.3	Framsätesspassagerare . . . . .	7
2.4	Övriga passagerare . . . . .	8
2.5	Sociala- och etiska aspekter . . . . .	9
<b>3</b>	<b>Teori och Metod</b>	<b>11</b>
3.1	Litteraturgranskning . . . . .	11
3.2	Datainsamling . . . . .	11
3.3	Bayeiansk logistisk regressionsmodell . . . . .	12
3.4	Explorativ dataanalys . . . . .	13
3.5	Variabler . . . . .	13
3.6	Open Science Approach . . . . .	14
3.7	Modellutveckling och statistisk analys . . . . .	15
3.8	Flödesschema . . . . .	17
<b>4</b>	<b>Resultat</b>	<b>19</b>
4.1	Förare . . . . .	22
4.1.1	Resultat av EDA för förare . . . . .	22
4.1.2	Resultat av modeller för förare . . . . .	26
4.1.3	Resultat av HDI-diagram . . . . .	28
4.2	Framsätesspassagerare . . . . .	36
4.2.1	Resultat av EDA for framsätesspassagerare . . . . .	37
4.2.2	Resultat av HDI-diagram . . . . .	42
4.3	Övriga passagerare . . . . .	46
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>53</b>
5.1	Förare . . . . .	56
5.1.1	Diskussion av EDA för förare . . . . .	56
5.1.2	Diskussion av modellerna för förare . . . . .	58
5.1.3	Diskussion av spaghetti diagram för förare . . . . .	59

## Innehåll

---

5.2	Framsätesspassagerare . . . . .	61
5.3	Övriga passagerare . . . . .	64
5.4	Jämförelse mellan undergrupperna . . . . .	65
5.5	Felkällor . . . . .	66
<b>6</b>	<b>Slutsats</b>	<b>69</b>
6.1	Framtidens visioner . . . . .	70
<b>A</b>	<b>Bilaga A</b>	<b>I</b>
A.1	Källkod . . . . .	I
A.2	Förare . . . . .	I
A.3	Framsätesspassagerare . . . . .	III
A.4	Övriga passagerare . . . . .	V

# 1

## Introduktion

Trafik och fordonssäkerhet är ett omfattande och ständigt aktuellt forskningsområde, särskilt när det gäller att förstå skadebilden hos personer som transporteras i personbilar. Fordonsolyckor utgör en av de vanligare orsakerna till allvarliga skador globalt [1]. Därför är insikt om hur olika faktorer påverkar skadefallet avgörande för att utveckla säkrare fordon, effektivisera räddningsinsatser och utforma förebyggande åtgärder. Tidigare projekt har analyserat skadebilder vid olika typer av kollisioner, dock kvarstår kunskapsluckor, särskilt gällande hur skademönster har förändrats parallellt med den tekniska utvecklingen.

Teknologisk utveckling inom fordonssäkerhet har förändrat skadefallets karaktär, men forskningen har inte alltid hållit jämna steg med dessa förändringar. Det finns därför ett behov av att uppdatera kunskapsläget med data från de senaste åren för att säkerställa fortsatt relevans i säkerhetsutveckling och skadeprevention.

### 1.1 Syfte

Syftet med denna studie är att undersöka könsskillnader i skadefall vid bilolyckor genom att analysera data från Crash Investigation Sampling System (CISS) [2]. Statistiska metoder kommer användas för att identifiera frekvensen och allvarlighetsgraden vid olika skadefall mellan män och kvinnor i relation till vilken sätesposition de är placerade på i bilen.

### 1.2 Mål

Målet med denna studie är att bidra med ytterligare underlag till forskningen om trafikolyckor som i sin tur stödjer vidareutvecklingen av ökad säkerhet i fordon, t.ex. utvecklingen av inkluderande krocktestdockor. Resultaten kan bidra till mer inkluderande design för fordonssäkerhet och i slutändan förbättra trafiksäkerheten för alla passagerare.

Genom att identifiera potentiella brister i dagens säkerhetsdesign syftar denna studie till att bidra till mer inkluderande fordonssäkerhetsåtgärder, påverka beslutsfattande och höja medvetenheten om ojämlikheter i fordonssäkerhet som kan påverka förbättringar av fordonsdesign.

### 1.3 Avgränsningar

Studien baseras uteslutande av data från USA, vilket inte återspeglar globala förhållanden på ett helt korrekt sätt. Trots att USA har en stor population som bidrar med många givande datapunkter, är det viktigt att ha i åtanke att datan i viss mån enbart speglar amerikanska trafikförhållanden, regelverk och samhällsstrukturer, vilket kan begränsa generaliserbarheten till andra länder. Studien använder data från USA eftersom det amerikanska systemet som för statistik över trafiksäkerhet är tillgängligt för lekmän att använda, medan andra länder har stängda system. Detta medför att variationer i trafikförhållanden, fordonsregler och allmän vägtrafiksäkerhet mellan olika länder inte tas hänsyn till i denna studie. Faktorer som skillnader i vägstrukturer, förarbeteende, efterlevnad av trafiklagar, körkortstester och förekomsten av vissa typer av fordon kan påverka olycksmönster och skadeutfall avsevärt. Som en konsekvens kan resultaten av studien ha begränsad tillämpbarhet utanför USA:s kontext.

Datasetet från Crash Investigation Sampling System (CISS) täcker endast olyckor som inträffat mellan 2017 och 2023, vilket begränsar möjligheten att bedöma långsiktiga trender i fordonssäkerhet, olycksfallsfrekvens och skadornas allvarlighetsgrad [2]. Den begränsade mängden av år som undersöks från datasetet gör det svårt att utvärdera effekten av utvecklande säkerhetsteknologier, regelverksändringar och förändringar i körbeteende under längre perioder. Ett bredare dataset som sträcker sig över flera decennier skulle ge en mer heltäckande förståelse av trender och effektiviteten hos säkerhetsåtgärder.

I den del av databasen som används för denna studien kategoriseras skador som uppstår vid olyckor i breda regioner av kroppen, såsom huvud, bröst, ben och armar utan att ta hänsyn till mer exakta områden som exempelvis hjässa (huvudets översta del), nyckelben och knä. Denna generalisering kan dölja avgörande skillnader i skadornas allvarlighetsgrad, återhämtningstid och långsiktiga hälsoeffekter. Till exempel kan en benfraktur sträcka sig från ett sprucket smalben som bara behöver ett gips i några veckor till svårare knäskador som kräver omfattande rehabilitering. En mer detaljerad klassificering av skador skulle möjliggöra en djupare förståelse av deras påverkan och potentiella förbättringar i design för fordonssäkerhet och medicinsk respons.

# 2

## Bakgrund

Trafikolyckor orsakar miljontals skador och dödsfall varje år, därför är trafiksäkerhet en global fråga som kräver innovativa lösningar. Enligt Världshälsoorganisationen (WHO) rapporterades 1,19 miljoner trafikrelaterade dödsfall under 2021 [3]. Detta belyser det växande behovet av att förbättra fordonssäkerheten och minska riskerna för skador på alla passagerare i ett fordon. Dock har befintliga säkerhetsåtgärder inte tagit hänsyn till alla demografiska grupper på ett jämlikt sätt, särskilt när det gäller könsskillnader i skadeutfall.

Forskning har visat att krocktestdockor utformade enligt den genomsnittliga mannen (1,75 m och 78 kg) huvudsakligen används för att bedöma säkerheten vid olyckor, vilket leder till potentiella luckor i skyddet för kvinnor [4]. Enligt artikeln är krockdockor som ska representera kvinnor utformade efter kvinnor i den 5:e percentilen vad gäller längd och vikt (1,50 m och 49 kg). Dessa dockor är endast en nedskalad version av modellen utifrån den genomsnittliga mannen och är därmed inte baserade på kvinnors kroppsliga egenskaper och anatomi. Det är därför en dålig representation av den kvinnliga kroppen, eftersom faktorer som kroppens form och proportioner, styrkan i muskler och ledband, ryggradens kurvatur, kvinnokroppens reaktion vid en krock samt fördelningen av vikt och muskelmassa mellan olika kroppsdelar skiljer sig åt.

Det finns bevis för att anatomiska och biomekaniska skillnader påverkar skaderisken, där kvinnor är mer benägna att drabbas av vissa skador vid liknande krockförhållanden. Till exempel är risken för whiplash-skador 1,5 gånger högre och risken för lårbensfrakturer 10 gånger högre hos kvinnor på grund av skillnaderna i fördelning av muskelmassa i jämförelse med män [5]. Denna ojämlikhet har gett upphov till diskussioner om förbättringar av standarder för fordonssäkerhet och behovet av datadriven analys av krockstatistik.

En annan viktigt aspekt att ha i åtanke vid tolkning av resultaten är att USA har betydligt fler invånare än många andra länder. Med denna stora population innebär det också fler individer samt fordon i trafiken, vilket i sin tur ökar sannolikheten för olyckor [6]. Analysen som publicerades av Kopits et al., visar dessutom att kvoten av motorisering (fordon/population) och inkomstnivå är faktorer som kan påverka trafiksäkerheten. Deras analys av 88 länder visar att dödligheten i trafik har tendensen att öka i takt med ekonomiskt tillväxt, tills ett visst inkomstläge uppnås och då kan säkerheten börja förbättras.

I USA finns det flera trafikregler som skiljer sig från Sverige. En av dessa regler är att i USA är det tillåtet att fordon svänger till höger i korsningar vid trafikljus även om det lyser rött [7]. Det vill säga då sikten är klar, så behöver de inte vänta på att trafikljuset ska lysa grönt.

Trots att det har etablerats att airbags är väsentligt för att skydda personer som transporteras i fordon vid fordonsolyckor, har det funnits tillfällen där airbags även varit orsaken till vissa typer av skador. Vanliga typer av skador som kan ske vid utlösning av airbags är skador på överdelen av kroppen, som underarmsfrakturer [8]. Artikeln fann att airbagutlösning kan leda till 2-3 gånger högre risk för underarmsfraktur än om airbagen inte skulle utlösas. Dessutom löpte kvinnor högre risk för dessa typer av skador. Forskning visar att airbagutlösning kan orsaka allvarliga skador på övre kroppsdelar, speciellt hos förare som inte använder säkerhetsbälte [9]. Skadorna inkluderade även hjärt- och lungskador. De betonade även hur viktigt det är att fortsätta forskning inom utveckling av airbagteknologin.

Alkohol och droger är ett stort problem i dagens samhälle, som även har tagit sig in i trafiken. Enligt National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) var 30% av alla dödsfall relaterade till fordonstrafik kopplade till alkoholpåverkade förare, i USA under 2023 [10]. Dessa förare hade vad som kallas Blood Alcohol Concentration (BAC) på 0.08 g/dL eller högre, vilket resulterade i sammanlagt 12 429 dödsfall. NHTSA publicerade även under 2022 att 56% av de dödsfall, eller personer som skadades allvarligt hade testat positivt för alkohol eller någon typ av drog [11]. De vanligaste substanserna som noterades var cannabis (25%) och sedan alkohol (23%) som följdes av stimulant droger (11%) och till sist opioider (9%). Närvaron av två eller fler droger fanns i 18% av fallen där en allvarlig skada hade skett samt i 32% av dödsfallen.

Sömnbrist har en tydlig inverkan på individens reaktionsförmåga, vilket påverkar säkerheten i trafiken. Ett arbete publicerat av Leslie [12] visades det att personer med mild till måttligt sömnbrist presterade lika dåligt på reaktionstester som om deras BAC hade legat på 0.08 g/dL. Ett experiment som utfördes av Mahajan et al. [13], där 50 män utförde tre kör-simuleringar, varav 2 var med delvis sömnbrist ( $4.25 \pm 0.5$  timmar under 2 dagar) och en var med 7-8 timmars sömn varje natt i en vecka. Detta resulterade i att reaktionstiden adderat med den totala bromsningstiden hade ökat med 44% vid sömnbrist i jämförelse med när de var utvilade.

### 2.1 Påverkande faktorer

Tidigare arbeten som undersökt sambandet mellan högre Body Mass Index (BMI) och Traumatic Brain Injury (TBI) visade att dödligheten ökade i takt med högre hastigheter och minskade vid användningen av säkerhetssystem [14]. En ökad dödlighet, samt högre skadenivåer kunde observeras vid övervikt med nästan en dubblad risk för allvarliga skallskador efter en frontalkrock. Arbetets resultat visade att överviktiga passagerare löper större risk för allvarliga skallskador, men att mer forskning med datorbaserade modeller behövs för att bättre förstå sambandet

mellan BMI och hjärnskador vid kollisioner.

Det har undersökts hur fetma påverkar risken för dödsfall och allvarliga skador vid bilolyckor för personer i framsätet [15]. En modell och analys av kraschdata från åren 1993–2004 visade att överviktiga förare hade 97 % högre risk för död och 17 % högre risk för allvarlig skada jämfört med normalviktiga. Överviktiga passagerare i framsätet hade 32 % högre risk för död och 40 % högre risk för allvarliga skador. Överviktiga kvinnliga förare löpte störst risk, med 119 % högre risk för allvarliga skador. Arbetets slutsats var att krockdockor behöver anpassas med extra vikt för att kunna representera överviktiga personer, vilket kan hjälpa till att utveckla säkerhetssystemen i fordon. Lägre bältesanvändning bland överviktiga tros delvis bidra till den ökade risken, och beror troligtvis på begränsade möjligheter till anpassning av bältet (t.ex. bältesförlängare).

Ett annat tidigare arbete undersökte skillnader i skademönster och allvarlighetsgrad i frontalkollisioner där fordon med större, respektive mindre storlek på frontskadan jämfördes [16]. Arbetet visade inga stora skillnader i skademönster, förutom att förare i kollisioner där större delen av fordonets front skadats hade nästan fyra gånger högre risk för allvarlig huvudskada. Detta tyder på att skadans fördelning över bilens front kan vara en viktig faktor vid analys av frontalkrockar.

Dessutom har skaderisker vid påkörningar bakifrån analyserats, där personbilar och lätta lastbilar jämfördes. Detta visade att vissa faktorer såsom kurviga eller slutande vägar, avsaknad av säkerhetsbälte och att vara en person över 65 år ökar risken för allvarlig skada eller dödsfall [17]. Arbetet visade även att fordonet som blir påkört, särskilt om det är en personbil som träffas av en lätt lastbil, är särskilt utsatt.

Annan forskning som undersökt faktorer som påverkar bältesanvändning samt hur bältet påverkar skador vid trafikolyckor i Thailand, visade att bältesanvändningen var högre i personbilar än i pickupbilar och generellt lägre bland kvinnor och passagerare jämfört med förare [18]. Kön, ålder, utbildning, inkomst, fordonstyp, sittposition, bältestyp samt restid påverkar bältesanvändningen. Personer utan bälte hade 67,5 % högre risk för allvarliga skador och 1,54 gånger högre risk att dö i en olycka. Analysen i arbetet visade att 35 av 100 dödsfall i bilolyckor hade kunnat förhindras med korrekt bältesanvändning.

En oundviklig konsekvens med stigande ålder är benskörhet och svagare muskler, där äldre personer har en minskad förmåga att hantera fysiska påfrestningar [19]. Det finns även flera arbeten som visar att äldre personer löper högre risk för allvarliga skador eller till och med dödsfall vid trafikolyckor. Enligt en artikeln i *The Times* nämns det att efter 75 års ålder tredubblas denna risken [20].

I USA varierar åldern där tonåringar får ta körkort mellan stat till stat [21]. I delstater som exempelvis Kalifornien och New York är minimiåldern för "learner's permit", ett körkortstillstånd, 16 år, medan i delstater som exempelvis South Dakota

kan man vara så ung som 14 år. Flertalet stater använder sig av ett system som kallas "Graduated Driver Licensing" (GDL), som innebär att körkortet tas i flera steg. Först fås ett körkortstillstånd, sedan ett begränsat körkort med begränsningar som vilka tider på dygnet man får köra eller hur många passagerare man får ha med sig, och till sist ett komplett körkort.

## 2.2 Förare

Ett arbete av Zeng et al. [22], undersökte hur olika faktorer påverkar allvarligheten för skador vid tvåfordonsolyckor i Florida. Med hjälp av en Bayesian Higher-Order Logic-modell (HOL-modell) inkluderar deras analys både förare samt fordonsegenskaper för att öka förståelsen om hur skador uppstår mellan de inblandade förarna. Detta resulterade i att de två grupperna som löpte störst risk att skadas främst var kvinnor och äldre. Det framkom även att det oftast är föraren som orsakat olyckan som får lindrigare skador medan den andra föraren oftare skadas i större grad. Arbetet kunde även se att tyngre fordon, så som pick-ups och lastbilar, skyddar förarna bättre, men medför mer omfattande skador på den andra inblandade bilen. Vid analys av vilka kroppsdelar som utsätts för skador mest, drabbas föraren oftast av huvud-, bröst- och benskador. Bland dessa är huvudskador den allvarligaste, som främst förekommer vid höga hastigheter eller frontalkrockar [22].

Ungdomar är generellt mer risktagande än äldre personer [23]. Detta beror på att prefrontala cortex, som styr beslutsfattande, självreglering och uppmärksamhet, inte är färdigutvecklat först senare i 20-års åldern. Detta betyder att även om ungdomar lär sig det teoretiska och motoriken med att köra bil, saknar de ändå en viss kognitiv mognad för att köra fordon på ett säkert sätt, speciellt i svårare och distraherande situationer. Denna sena utveckling förhindrar därför ungdomars förmåga att fatta säkra beslut i trafiken [23]. Det finns olika forskning som visar att ålder och erfarenhet har viktiga effekter på risken för trafikolyckor. Undersökningar har visat att en förare i tonåren löper större risk att hamna i olyckor oftare än äldre förare, speciellt i jämförelse med förare över 25 år [24]. En del av ungdomars brist på konsekvenstänk kan också vara grunden till att yngre förare i åldersgrupperna 16-19 år använder bilbältet mer sällan i jämförelse med andra åldrar [25]. Enligt den amerikanska källan var det enbart 36 % av tonåringarna som bar bilbälte. Det visades även att vid jämförelse mellan män och kvinnor så var det de manliga tonåringarna som bar bilbältet mer sällan än kvinnorna. Utöver detta så löpte även männen en större risk att vara inblandade i trafikolyckor i jämförelse med de kvinnliga förarna.

I dagens samhälle är det färre äldre förare (65+) än yngre förare i trafiken [26]. Trots detta är det ändå en majoritet av äldre som inblandas i trafikolyckor som leder till allvarliga skador, eller till och med dödsfall. Enligt en undersökning publicerad Lotfi-pour et al., från 2013 så har allvarlighetsgraden på skador i fordonsolyckor ökat med stigande ålder [27]. Ett exempel från undersökningen är att förare vid åldrarna 75-84 år är i gruppen med högst dödlighet (4,9 st dödsfall av 100 000 personer), i jämförelse med åldersgruppen 25-64 år som hade 2,5 st. Enligt Storbritanniens Department for Transport ökar dödsfrekvensen avsevärt med stigande ålder; från 69

dödsfall bland förare i åldern 76–80 år till 203 dödsfall bland förare över 86 år [28].

Ett arbete gjort av Huelke et al. [29], analyserade 654 frontalkollisioner med airbagutlösning för att se hur längden på förare påverkar skador. Resultaten visade att de korta förarna ( $\leq 165\text{cm}$ ) hade 70 % inga eller lindriga skador (MAIS 0-1), medan 20 % drabbades av skador på MAIS=2 och att 7 % överlevde med skador på MAIS 3-5. För de långa förarna ( $\geq 168\text{cm}$ ) var andelen med lindriga eller inga skador högre med 74 %. Av de långa förarna som hade fått allvarliga skador (MAIS 3-5) var majoriteten av dessa fall inte relaterade till airbagutlösning. För både korta och långa förare var de vanligaste skadorna nedre extremiteter, huvudet och övre extremiteter. Arbetet visar att allvarliga skador oftast drabbar korta förare, vilket kan bero på att de korta förarna är positionerade närmare ratten och instrumentpanelen vid kollision.

## 2.3 Framsätesspassagerare

Ett arbete som undersökt data från National Highway Traffic Safety Administration's Crashworthiness Data System (NHTSA-CDS) visar att passagerare i framsätet löper en högre risk för dödsfall och allvarliga skador vid bilrockor jämfört med passagerare i baksätet [30]. Detta inkluderar även föraren då arbetet visar att alla som transporteras i den främre delen av fordonet löper en större risk för skador. Ett annat arbete som analyserats av kraschdata från 1993–2000 visade att risken för dödsfall var 39 % högre i framsätet än i baksätet, medan risken för dödsfall eller allvarlig skada var 33 % högre [31]. Det är en större andel av personer som transporteras i fordon som sitter i framsätet än i baksätet, men detta tar det tidigare arbetet hänsyn till och detta visade liknande resultat, där dödsrisken för framsätesspassagerare varit 26–36 % högre än för övriga passagerare.

Detta tidigare arbete har även undersökt hur användning av säkerhetsbälte påverkar risken i olika sätespositioner [31]. Från arbetet har det framkommit att obältade passagerare i framsätet löper en särskilt hög risk jämfört med övriga passagerare. Det finns dock vissa osäkerhetsfaktorer i analyserna, exempelvis saknades data om bältesanvändning för en del av studiepopulationen. Sammantaget tyder forskningen på att framsätesspassagerare generellt sett har en högre skaderisk vid kollisioner. Vidare visar ett annat arbete att om alla obältade förare och framsätesspassagerare skulle använt trepunktsbälte vid bilkraschen skulle dödstalet minska med  $(43 \pm 3) \%$  [32]. Detta styrker vikten av att använda sätesbälte vid färd i bil.

Äldre passagerare i framsätet löper en högre risk för allvarliga skador vid bilolyckor [33]. Skaderisken ökar icke-linjärt med åldern, utan någon specifik ålder som definierar en "äldre" passagerare då risken ökade kontinuerligt med ökande ålder. För kvinnor var skaderisken låg fram till ungefär 40 års ålder, där den därefter ökade snabbt, särskilt efter 60 år. För män ökade risken snabbt från 15 till 25 års ålder, men planade ut efter 30 år. För passagerare ökade risken likt för förare upp till 50 års ålder, men ökade sedan kraftigt för passagerare. Äldre passagerare är

mer benägna att drabbas av allvarliga huvud- och extremitetsskador, med en markant ökning av allvarliga bröstskador efter 60 års ålder på grund av ökad benskörhet.

Bland yngre framsättespassagerare är huvud- och nackskador vanligast [34]. Detta beror oftast på felaktigheter i användningen av säkerhetsfunktioner i fordonet. Vanliga misstag är att de inte använder säkerhetsbälte eller använder det på fel sätt, att det finns lösa föremål i bilen under färd, samt att ryggstödet är för mycket bakåtlutat. Allvarliga huvud- och nackskador (med MAIS  $\geq 2$ ) förekommer vid sidokollisioner även när säkerhetsbältet används korrekt, vilket kan kopplas till att äldre bilar saknar sidokrockkuddar. Faktorer som oberoende ökar risken för allvarliga skador (med MAIS  $\geq 2$ ) är att inte använda bälte, att köra påverkad av alkohol eller droger, att köra på natten, sidokollisioner, kollision med ett tyngre fordon och deformation av bilen.

### 2.4 Övriga passagerare

Den moderna bilen är försedd med avancerade säkerhetssystem som skyddar passagerare i alla säten [35]. Trots dessa tekniska framsteg har baksätet andra säkerhetsutmaningar och är inte alltid lika skyddat jämfört med framsätet. Enligt forskning från Folksam har nyare bilar blivit styvare för att klara kollisioner vid högre hastighet. Detta kan bidra till att baksätet blir farligare då kompensation med bättre bältesdämpning inte har utvecklats på samma sätt, särskilt för barn. Det innebär att belastningen vid en eventuell kollision blir kraftigare om den inte kompenseras med krockkudde, vilket ofta saknas i baksätet. De påvisar även att belastningen på barns huvud och nacke är dubbel så hög i moderna bilar vid krocktester. Dessutom är barn kortare, vilket innebär att de vid sidokrock skadas i större utsträckning av bilens dörrstruktur samt armstöd. Därför skulle sidokrockkuddar vara till ännu större nytta för barn än för vuxna passagerare. Barns risk i fordon är inget som vidare analyseras i denna studie då individer över 16 år endast inkluderas i dataseten. Idag är det endast 5% av bilar som har både kraftbegränsare och bältessträckare i baksätet [35]. År 2019 analyserades ett annat arbete från Insurance Institute for Highway Safety (IIHS) 117 frontalkollisioner där baksättespassagerare skadades allvarligt eller omkom [36]. Resultaten visar att bröstskador var den absolut vanligaste typen av skada, och att de oftast orsakades av säkerhetsbältet på grund av bristen på kraftdämpare, som exempelvis airbag.

Utöver detta planeras nya regler för att ytterligare öka säkerheten för övriga passagerare [28]. I USA kommer det från och med september 2027 krävas att alla nya bilar är utrustade med påminnesystem för bältesanvändning i baksätet. Denna teknologin har visat sig öka bältesanvändningen från 86% till 98%.

Durbin et al. [37] jämför skaderisker mellan framsättes- och övriga passagerare, baserat på data från National Automotive Sampling System Crashworthiness Data System (NASS-CDS) och Fatality Analysis Reporting System (FARS). Arbetet undersöker även säkerhetssystem för baksättespassagerare i personbilar från modellår 2000 och senare, baserat på data från åren 2007 till 2012. Syftet med arbetet är

att undersöka hur faktorer som passagerarens ålder, krockriktning och fordonets modellår påverkar risken för allvarliga skador ( $\text{AIS} \geq 3$ ) och dödsfall bland baksätesspassagerare. Resultatet visade att baksätesspassagerare utgjorde 12,3% av alla passagerare i olyckor under den perioden. Det redogörs att risken för allvarliga skador är låg (1,3%) för baksätesspassagerare. Dessutom har barn under 8 år lägre risk i baksätet jämfört med framsätet. Å andra sidan har barn mellan 9 och 12 år högre risk att omkomma i baksätet.

Vid frontala kollisioner i moderna bilar har en rapport analyserat skador hos 117 bältade baksätesspassagerare, där 37 personer hade  $\text{MAIS} \geq 3$  och 81 personer omkom, där datan baseras på NASS-CDS mellan 2004 och 2015 [38]. Resultatet visar att baksätesspassagerare utsätts för allvarligare skador jämfört med framsätesspassagerare i frontala kollisioner, där en majoritet av de undersökta hade  $\text{MAIS} \geq 3$ . Dessutom drabbades 22 personer, av de skadade, av allvarliga bröstskador, som oftast orsakas av säkerhetsbältet.

Hansson et al. [39], analyserar skador för baksätesspassagerare vid fordonsolyckor under perioden 1994-2010. Det visade att 16% av baksätesspassagerare drabbades av allvarliga livshotande skador ( $\text{MAIS} \geq 3$ ), där äldre passagerare (+50 år) var överrepresenterade. De framhävde också att typen av kollision hade stor inverkan på allvarlighetsgraden av skadan, där sidokollisioner var allvarligast.

## 2.5 Sociala- och etiska aspekter

Mycket av forskningen och utvecklingen av fordonssäkerhet har varit centrerat kring den genomsnittliga manliga kroppen [40]. Det har i sin tur skapat flera etiska och sociala utmaningar då forskningen inte erbjuder liknande skydd för alla kön och kroppstyper. Därför blir en central etisk fråga hur fordonsindustrin bidrar till bristande skydd som påverkar främst kvinnor, då deras anatomi skiljer sig från testdockorna.

En jämförelse mellan äldre bilar och moderna bilar i dagens samhälle visar att de äldre bilarna saknar många säkerhetsfunktioner som moderna bilar har. Detta leder till att äldre bilar ökar risken för skador markant. Då tendensen finns att personer med lägre socioekonomisk status kör dessa fordon med komprimerad mängd skydd, är det oftast de som löper störst risk att skada sig [41]. I länder där sjukvården är mer kostsam, kan bristande fordonssäkerhet leda till otroliga ekonomiska konsekvenser för de drabbade. Därför är det viktigt att upprätthålla balansen mellan priset för fordonet och säkerheten i fordonsutvecklingen. Trots att förbättrade säkerhetsfunktioner ofta resulterar i att kostnaderna ökar, så är det ändå viktigt att vid själva utvecklingen försöka eftersträva säkerhetslösningar som inte gör produkten allt för dyr, för att öka tillgängligheten för alla olika människor.

Denna studie baseras på CISS, vilket använder sig av anonymiserad krockdata från USA. Detta betyder att individens identitet inte kan spåras, men dock inte att datan är helt felfri. Exempelvis sker det en underrepresentation av demografiska grupper.

## 2. Bakgrund

---

Återigen är detta relevant med tanke på att dagens krockdockor i majoritet enbart speglar den genomsnittliga mannen. Detta betyder att säkerhetssystem som inte anpassas till olika kroppstyper kan leda till ökade skador vid fordonsolyckor [42].

# 3

## Teori och Metod

Detta kapitel beskriver teorin bakom analysen för studien, samt de övriga metoderna som används. Detta inkluderar metodiska delar som datainsamling, avgränsningar för analys, analysmetoder och utvärderingskriterier. Syftet är att ge en tydlig ram för hur forskningen genomfördes, vilket säkerställer transparens och reproducerbarhet.

### 3.1 Litteraturgranskning

En större undersökning av vetenskaplig litteratur och rapporter om fordonskrockar och fordonssäkerhet har genomförts. Detta för att kunna etablera en mer grundlig förståelse för vart forskningen är idag. Denna genomgång var väsentlig för att kunna identifiera diverse trender, utvecklingsmöjligheter och forskningsluckor, vilket säkerställer att denna studie är relevant med tidigare arbeten.

Till en början gav handledarna för denna studie ut relevanta litteraturkällor och rapporter. Dessa källor gav en strukturerad utgångspunkt och hjälpte till att definiera avgränsningarna för studien. Ytterligare källor hämtades från akademiska databaser online, som Scopus, Science Direct och PubMed. Dessutom bistod Chalmers universitetsbibliotek med vägledning i hur källor skulle väljas, samt källkritik av dessa, för att säkerställa ett brett och välgrundat perspektiv.

Litteraturstudien omfattade flera olika ämnen relevanta för fordonssäkerhet, såsom krockdynamik, skadebiomekanik och skadeförebyggande åtgärder, säkerhetsregleringar samt förbättringar inom design av fordonssäkerhet. Krockdata och statistiska analyser studerades för att ytterligare förbättra förståelsen av olycksmönster och deras konsekvenser för förbättringar av fordonssäkerhet.

### 3.2 Datainsamling

Kraschdata hämtades från Crash Investigation Sampling System (CISS), en öppen databas i USA som tillhandahåller offentliga kraschrapporter från 2017 till 2023. Denna databas var en värdefull källa för att analysera fordonssäkerhet och olycksmönster, eftersom den innehåller detaljerade uppgifter om bland annat orsaker till olyckor, olika skador och fordonstyper, samt mycket mer.

Dataset från andra regioner, som exempelvis Europa, har ofta begränsad tillgång, vilket i vissa fall kan försvåra användningen i forskning. Dock finns det undantag där vissa länder har öppna databaser för trafik- eller olycksstatistik. Denna studie har enbart fokuserat på amerikansk kraschdata, vilket leder till potentiella begränsningar i generaliserbarheten av arbetet för andra geografiska områden.

### 3.3 Bayeiansk logistisk regressionsmodell

För att kunna analysera hur olika faktorer påverkar skadeutfallet i trafikolyckor användes en Bayesiansk logistisk regressionsmodell. Denna modell är en statistisk metod som använder Bayes-sats för att kombinera tidigare kunskap med observerade data för att uppskatta sannolikhetsfördelningen för modellens parametrar, vilket ger en mer flexibel och osäkerhetsmedveten analys jämfört med klassisk regression [43]. Modellen användes då den är lämplig när den beroende variabeln, utfallet som undersöks, är kategorisk. Exempelvis som i denna studie, där den beroende variabeln står för om en individ drabbats av allvarlig skada eller inte. Den logistiska regressionsmodellen estimerar sannolikheten att ett visst utfall inträffar, beroende på ett antal andra variabler.

Logistisk regression användes för att kunna estimerar sannolikheten för ett visst utfall genom att modellera sambandet mellan de oberoende variablerna och den logaritmerade oddskvoten, som kallas för *log odds*. Detta kan beskrivas med ekvationen nedan samt omvandlas till oddskvoter enligt nedan:

$$\log\left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k \quad (3.1)$$

$$\text{oddskvot} = \left(\frac{\pi}{1-\pi}\right) = e^{\beta_0} \quad (3.2)$$

- $\pi$  är sannolikheten för att skadeutfallet är allvarligt
- $\beta_0$  är en konstant
- $\beta_i$  är regressionskoefficienterna för respektive oberoende variabel  $X_i$

$$\begin{aligned}
X_1 &= \frac{\text{WEIGHT} - \text{mean}(\text{WEIGHT})}{\text{std}(\text{WEIGHT})} \\
X_2 &= \frac{\text{HEIGHT} - \text{mean}(\text{HEIGHT})}{\text{std}(\text{HEIGHT})} \\
X_3 &= \frac{\text{AGE} - \text{mean}(\text{AGE})}{\text{std}(\text{AGE})} \\
X_4 &= \frac{\text{DVTOTAL} - \text{mean}(\text{DVTOTAL})}{\text{std}(\text{DVTOTAL})} \\
X_5 &= \begin{cases} 0 & \text{om personen är man} \\ 1 & \text{om personen är kvinna} \end{cases} \\
X_6 &= \begin{cases} 0 & \text{om personen inte bar något bälte} \\ 1 & \text{om personen bar bälte} \end{cases}
\end{aligned}$$

Variablerna  $X_1$  till  $X_4$  är standardiserade variabler. Med det menas att varje variabel beräknades genom att subtrahera medelvärdet från varje enskilt värde för att sedan divideras med standardavvikelsen för att få dem i intervallet  $[-1,1]$ .  $X_5$  och  $X_6$  är binära variabler, alltså att de kan anta två möjliga värden (antingen 0 eller 1).

### 3.4 Explorativ dataanalys

EDA genomfördes för att identifiera vanliga skademönster och fördelningar inom datasetet. Detta utfördes inledningsvis för att kunna visualisera datasetets innehåll och utöka kunskapen om variabler som sticker ut som intressanta för vidare analys. Öppna Python-bibliotek användes för databehandling, visualisering och statistisk analys. Specifikt användes pythonbiblioteket Polars för datamanipulation på grund av dess högpresterande kapabiliteter, medan pythonbiblioteket Vega-Altair underlättade interaktiv och deklarativ datavisualisering under programmeringsarbetet [44] [45]. Analysen fokuserade huvudsakligen på skadefrekvens, allvarlighetsgrad och könsbaserade skillnader i olycksutfall. Visualiseringarna uttrycktes främst som stapeldiagram.

### 3.5 Variabler

För att analysera datan, i de modeller som presenteras senare i rapporten, användes primärt ett antal variabler som var centrala för analyseringen av studiens syfte. Dessa variabler presenteras i *Tabell 3.1* tillsammans med deras definitioner samt en beskrivning. Variablerna inkluderar kön (SEX), åldersgrupp (AGE), vikt (WEIGHT), längd (HEIGHT), användning av säkerhetsbälte (BELTUSE) och krockhastighet (DVTOTAL). Vissa variabler är binärt kodade för att underlätta analysen, där 0 och 1 representerar olika tillstånd (t.ex. användning av säkerhetsbälte eller ej). För den explorativa dataanalysen (EDA) grupperades åldern i åldersintervall för att möjliggöra jämförelser mellan olika åldersgrupper. För modellerna är de kontinuerliga

variablerna så som ålder, vikt, längd och hastighet istället normaliserade till att vara i ett intervall mellan -1 och 1.

**Tabell 3.1:** Tabell över variabler som använts under modelleringen

Variabel	Kodning i modeller	Beskrivning
SEX	0 = Man , 1 = Kvinna	Kategoriserad variabel som separerat män och kvinnor med binära siffror
WEIGHT	Normaliserad	Information om individens vikt uttryckt i kg innan den normaliserats, efter normalisering är skalan från -1 till 1.
HEIGHT	Normaliserad	Information om individens längd uttryckt i cm innan den normaliserats, efter normalisering är skalan från -1 till 1.
BELTUSE	0 = inget bälte, 1 = vanligt trepunktsbälte	Binärt kodad variabel som definierar om personen haft trepunktsbälte på sig eller inte
AGE	Normaliserad	Vid användning i modeller är intervallet från -1 till 1 istället för de riktiga värdena uttryckt i år.
DVTOTAL	Normaliserad	Innehåller information om hur hög/låg hastighet fordonet framförts i vid krocken. Riktiga värden uttryckta i km/h men normaliserade till intervallet -1 till 1 i modeller.
MAIS	0 = score mellan 1-2, 1 = score är $\leq 3$	MAIS beskriver risken för att individer dör av den skada de drabbats av. Då individ drabbats av flera skador kommer den med högst allvarlighetsgrad att räknas med. Skalan går från 0-6 där 0 är "Ej skadad" och 6 är "Maximal skada som ej kan behandlas".
AIS	0 = score mellan 1-2, 1 = score är $\leq 3$	AIS beskriver risken för att individer dör av den skada de drabbats av beroende på kroppsdel som skadats. För denna studie gäller skada på huvudet. Skalan går från 1-6 där 1 är "Lindrig skada" och 6 är "Maximal skada som ej kan behandlas".

### 3.6 Open Science Approach

Studien följde en öppen vetenskaplig metod, där transparens främjades och samarbete inom forskningen. Öppen vetenskap definieras som "[...] forskning baserad på öppen och samarbetsinriktad arbete som betonar delning av kunskap, resultat och verktyg så tidigt och brett som möjligt-[46]. Genom att denna metodologi antogs, bidrar denna studie till pågående forskning om fordonssäkerhet och underlättar för

framtida arbete som bygger vidare på dessa resultat. Koden som programmerades och analysen dokumenterades och delades via GitLab i enlighet med principer för öppen vetenskap. Denna studie och dess källkod finns tillgänglig i ett version-hanterat arkiv uppladdad på Chalmers git-server.

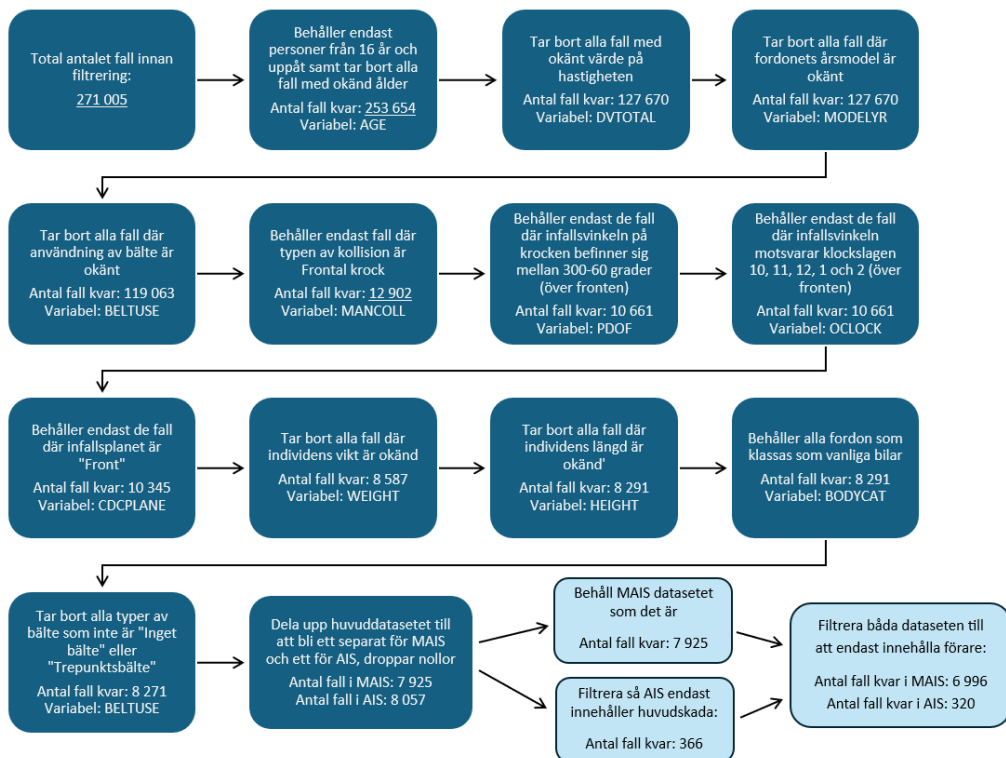
### 3.7 Modellutveckling och statistisk analys

Inledningsvis delades studien in i delgrupper för att kunna analysera tre olika sätessättningar i en bil. Det medförde att datan sorterades initialt så att varje delgrupp endast hanterade data kopplad till positionen som skulle undersökas. Ytterligare avgränsningar gjordes även där en mer specificerad typ av krasch valdes, ett specificerat intervall av ålder och en specificerad typ av skada. Utifrån den inledande explorativa analysen ansågs det viktigast att fokusera på frontalkrockar där ett specifikt område på bilens front valdes med hjälp av infallsvinklar för att öka garantin på frontalkrock. Variablerna för denna filtrering var MANCOLL, PDOF, OCLOCK och CDCPLANE. Då åldersgränsen för att ta körkort i USA ofta är 16 år valdes även att filtrera bort alla potentiella fall som hittades där individen var under denna åldern [21]. Detta gjordes för alla positioner i bilen även om bara föraren behöver vara över 16 år. Utöver de tidigare nämnda valdes också att fokusera på mer vanligt förekommande fordon som bil, pick-up och lätta lastbilar, medan tyngre fordon som buss, husbil och lastbil och även motorcyklar togs bort. För att filtrera ut dessa användes variabeln BODYCAT. Till sist filtrerades datan för AIS skador så att den endast innehöll fall där individen utsatts för skada på huvudet med hjälp av variabeln REGION.

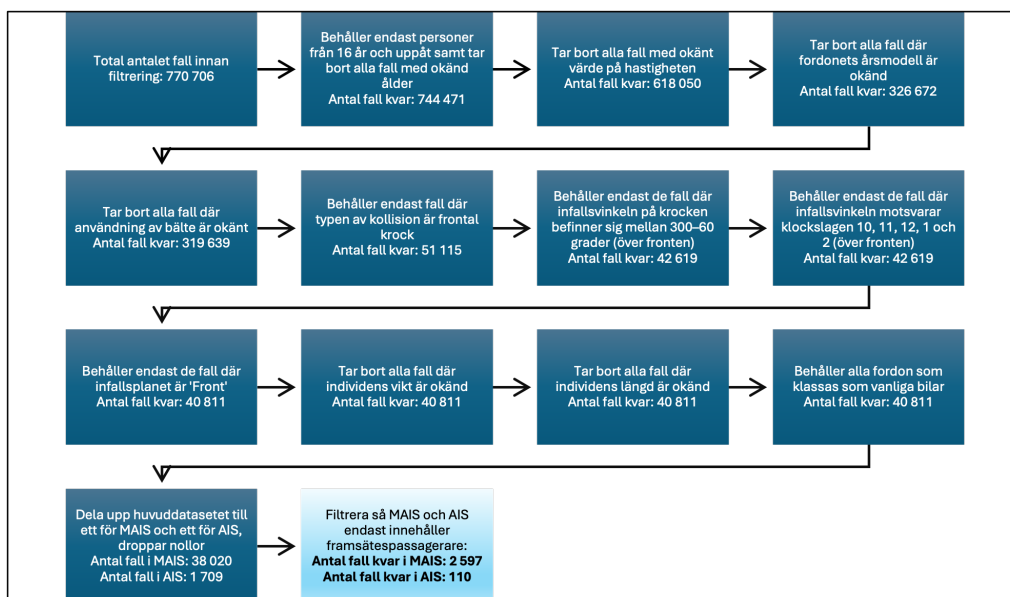
Den initiala modellutvecklingen genomfördes med en delmängd av datasetet (t.ex. ett år) för att iterativt förfinas metoden innan analysen utvidgades till hela datasetet. Statistiska tekniker tillämpades för att bedöma signifikanta skillnader i olycksutfall mellan manliga och kvinnliga passagerare. Dessa metoder inkluderade hypotesprövning för att utvärdera skadans allvarlighetsgrad och frekvens mellan könsgrupper.

Inledningsvis gjordes modeller där MAIS användes som den beroende variabeln för att kunna utvärdera ifall individer löpte hög risk att skadas allvarligt. För att strategiskt bygga en lämplig modell lades det stegvis till variabler, dvs första modellen innehöll den beroende svarsvariabeln för MAIS och en annan prediktorvariabel. Därefter lades resterande intressanta prediktorvariabler till och slutade i en modell med sex prediktorvariabler. I den senare delen av studien skapades en identisk modell där MAIS byttes ut mot AIS istället. De slutliga versionerna av modellerna skapades utifrån den EDA som gjorts tidigare under studien och inkluderade de variabler som presenterades tidigare avsnitt. I *Figur 3.1* nedan visas hur mängden data minskar med varje steg av filtreringen för datasetet för förare. Detta för att öka förståelsen för mängden data som denna studie gick miste om på grund av avsaknad information och andra krav utifrån vad denna studie undersökt. Flödesschemat visar antalet fall innan filtrering till önskad data och sen stegvis ordningen på filtreringsstegen och hur de påverkade mängden data som användes. Samma för de olika passagerarna, se *Figur 3.2* och *3.3*.

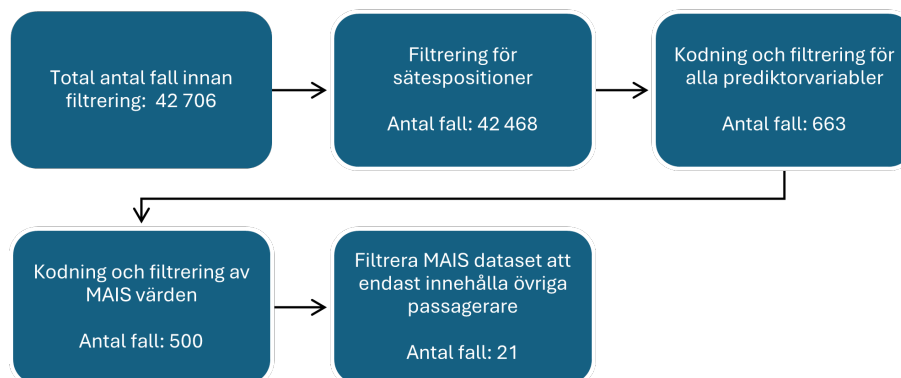
### 3. Teori och Metod



**Figur 3.1:** Flödesschema över de olika filtreringsstegen för datasetet anpassat till förare och hur stegen påverkar mängden data att jobba med.



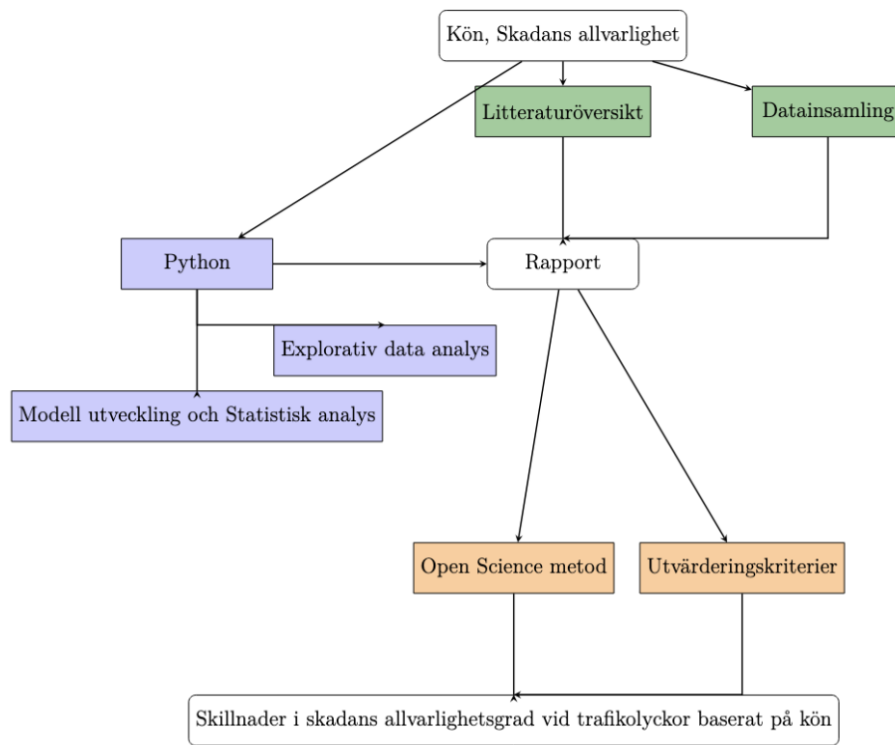
**Figur 3.2:** Flödesschema över de olika filtreringsstegen för datasetet anpassat till framsätesspassagerare och hur stegen påverkar mängden data att jobba med.



**Figur 3.3:** Flödesschema över de olika filtreringsstegen för datasetet anpassat till övriga passagerare och hur stegen påverkar mängden data att jobba med.

## 3.8 Flödesschema

I syfte att få en bättre förståelse för arbetsgången för denna studie skapades ett översiktligt flödesschema för att visualisera de olika komponenterna. Flödesschemat, se *Figur 3.4* beskrev de centrala stegen från litteraturöversikt och datainsamling, till explorativ analys, modellutveckling och statistisk utvärdering. Modellen tydliggjorde även hur den logistiska regressionsanalysen kopplades till det praktiska arbetet med kodningen i Python. Under hela studiens gång drevs studien genom ett *Open Science Approach*, där all kodning delades öppet via Chalmers git-server. Färgerna i figuren representerar de olika stegen i arbetsgången för studien där det gröna är de initiala stegen litteraturöversikt och datainsamling, det blåa är programmeringsarbetet. Dessa två delar har sedan kombinerats i rapporten och kontrollerats mot utvärderingskriterierna, samt laddats upp på servern för att bidra till framtida forskning, vilket visas i orange färg i figuren. Den vita färgen representerar de tre stora utgångspunkterna: startpunkt, rapportskrivning och officiellt avslut.



**Figur 3.4:** Flödesschema av studiens metodik.

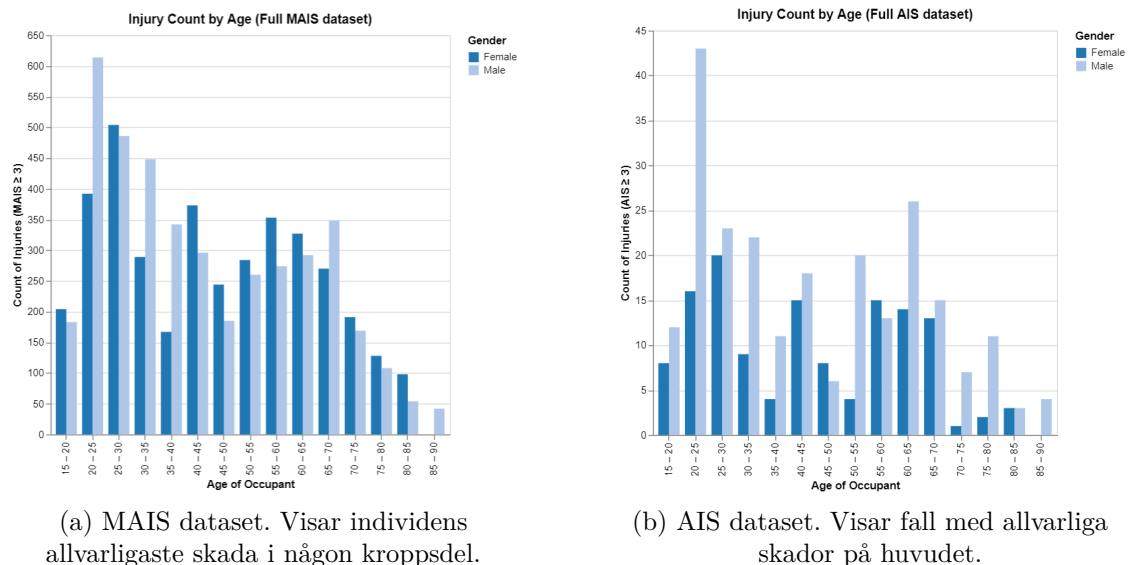
# 4

## Resultat

Denna studie har varit uppdelad i tre områden: förare, framsätesspassagerare och övriga passagerare. Resultaten kommer främst att presenteras utefter dessa områden. Ett övergripande resultat av EDA på hela datasetet innan sättespositionerna filtreras till separata dataset kan ses i *Figur 4.1, 4.2 och 4.3*. I dessa figurer presenteras totala antalet fall i datasetet i olika åldersgrupper, antalet skadade i de olika åldersgrupperna kombinerat med fördelningen av MAIS/AIS värden samt antal fall för respektive MAIS/AIS värde. För alla diagram som visas gäller att MAIS diagrammen (vänstra diagrammen i figurerna) visar resultaten då alla typer av skador är inkluderade men om individen drabbats av flera kommer endast den skadan med högst allvarlighetsgrad att räknas. AIS diagrammen (högra diagrammen i figurerna) visar resultaten då endast huvudskador är valda. Dataseten är fortfarande filtrerade enligt vad som visades under rubrik 3.6 och är därför för den specifika typen av krasch, alltså frontalkrock samt resterande filtrerade variabler. Med andra ord innehåller diagrammen samma individer men skiljer sig i om alla typer av skador tas med, vilket gör att den maximala skadan (MAIS) kan vara på vilken kroppsdel som helst eller om endast huvudskada tas med (AIS). Att ha i åtanke när resultaten presenteras är att MAIS datasetet som inkluderar skador på alla kroppsdelar har betydligt fler antal initialt än vad AIS datasetet har som endast observerar de fall med skador på huvudet.

Resultatet av antalet skadade per åldersgrupp visas i *Figur 4.1* nedan av totalt 7925 och 366 individer i MAIS- respektive AIS-datasetet. Åldersintervallen har grupperats om 5 år i taget och i båda diagrammen är det vanligast med skador i åldern 20-25. I staplarna är det varierat om det är män eller kvinnor som skadas oftare då MAIS-datasetet observeras bland de olika åldersgrupperna. För AIS-diagrammet är det endast i åldersintervallet 45-50 år och 55-60 år som diagrammet visar fler kvinnor än män. Kvinnorna visas som mörkblå färg och män som ljusare blå färg.

## 4. Resultat

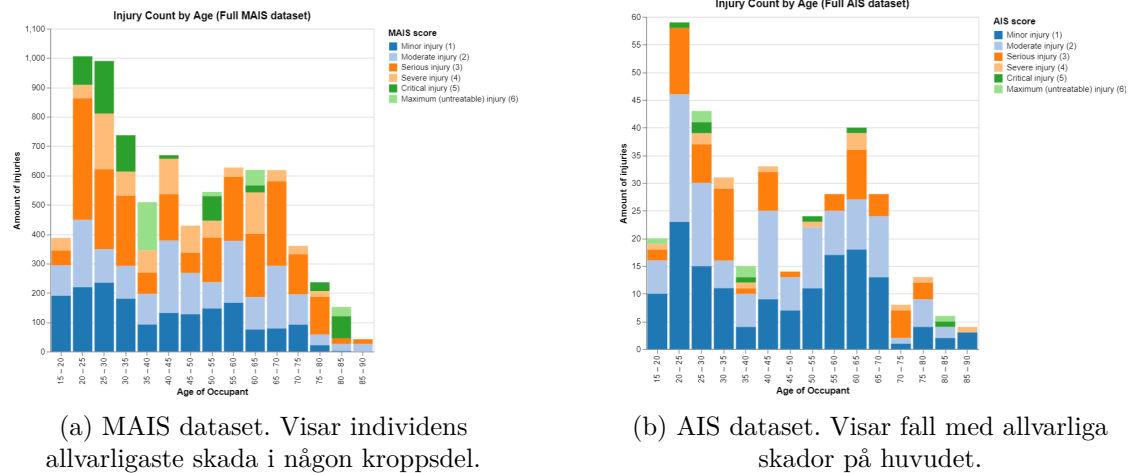


(a) MAIS dataset. Visar individens allvarligaste skada i någon kroppsdelen.

(b) AIS dataset. Visar fall med allvarliga skador på huvudet.

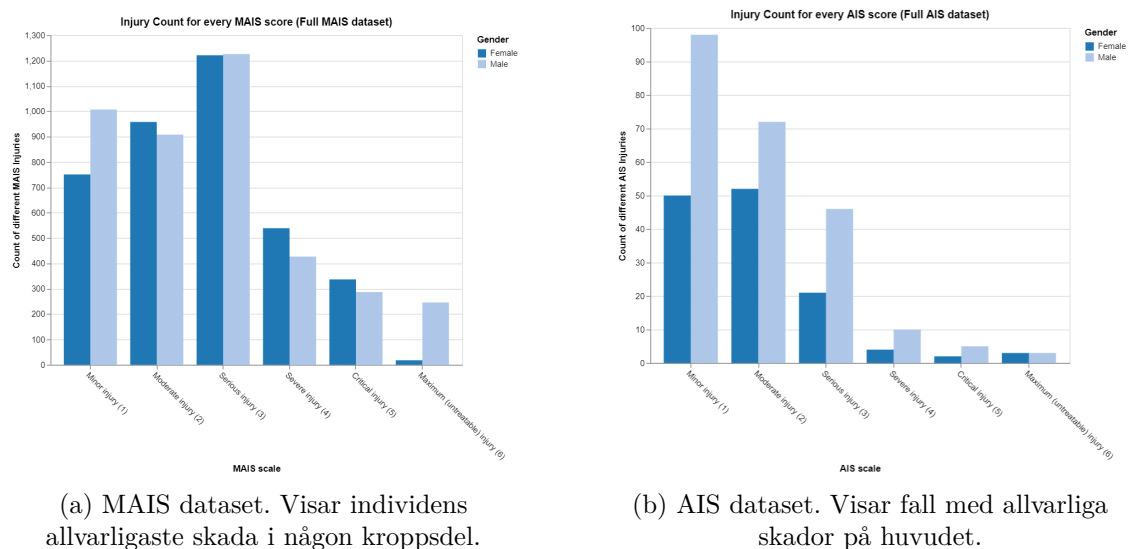
**Figur 4.1:** Stapeldiagram som visar antalet individer per åldersgruppering som drabbats av en allvarlig skada.

För att visualisera skillnaderna i frekvensen av olika allvarliga skador, inkluderades de olika värdena i MAIS- och AIS-skalorna i en plot över totala antalet skadade i åldersgrupperna, se *Figur 4.2*. Då diagrammets x- och y-axel är samma parametrar som i *Figur 4.1* är det fortfarande åldrarna 20-25 som har högst frekvens av skador. Istället för att jämförelsen är mellan män och kvinnor visas frekvensen av allvarlighetsgraden på skador i de olika staplarna som olika färger. De blåa områdena (värde 1 och 2) i botten av staplarna är lindriga skador med låg allvarlighetsgrad. De orangea områdena (värde 3 och 4) är allvarligare skador än i de blåa områdena. De gröna områdena (värde 5 och 6) överst i staplarna är av högst allvarlighetsgrad och representerar kritiska skador och skador som är såpass allvarliga att de ej går att behandla. I diagrammet för MAIS(a) förekommer det betydligt fler allvarliga skador (orange) och kritiska skador (grönt) än vad det gör i diagrammet för AIS(b) som istället har fler fall med de skador som har låg allvarlighetsgrad. Återigen är antalet fall i MAIS betydligt fler. Diagrammet för MAIS(a) styrker skillnaden på variablerna då MAIS visar att fler fall med allvarliga skador visas då de kan förekomma i hela kroppen medan AIS(b) diagrammet bara fokuserar på specifik allvarlighetsgrad mot huvudet.



**Figur 4.2:** Stapeldiagram som visar antalet individer per åldersgruppering som drabbats av någon skada på intervallet för MAIS eller AIS.

I *Figur 4.3* nedan visas frekvensen av de olika allvarlighetsgraderna i MAIS och AIS. Resultatet presenteras med ett stapeldiagram där y-axeln visar antalet och x-axeln visar de olika allvarlighetsgraderna. Jämförelsen görs mellan män och kvinnor där det i diagrammet för MAIS är ganska jämt mellan könen i de olika allvarlighetsgraderna förutom den sista där män har högre frekvens. I AIS-diagrammet (b) förekommer män mer frekvent i alla allvarlighetsgrader. Kvinnorna visas som mörkblå och män som ljusare blå. Båda diagrammen har flest fall bland de mer lindriga skadorna men MAIS-diagrammet (a) innehåller fler fall totalt och därmed fler allvarliga fall. Vilket återigen speglar skillnaden mellan de två variablerna, där MAIS visar skadan med högst allvarlighetsgrad i någon kroppsdel och AIS visar allvarlighetsgraden hos individens skada på huvudet.



**Figur 4.3:** Stapeldiagram som visar fördelningen av frekvensen för de olika parametrarna på skalorna för MAIS och AIS.

## 4.1 Förare

I detta avsnitt visas resultaten från analysen av skillnader i skaderisk mellan män och kvinnor placerade som förare beroende av ett utvalt antal parametrar. De två dataseten som använts kommer att visas bredvid varandra för att förtydliga skillnaden mellan variablerna för allvarlighetsgrad. I *Tabell 4.1* visas innehållet i de två dataseten för ytterligare förståelse om fördelningar i dem. MAIS räknar den allvarligaste skadan som en person fått och AIS räknar i denna studie allvarlighetsgraden vid en skada på huvudet. Tabellen visar att antalet män i datasetet för MAIS är fler än kvinnor, där antal män är 3805 stycken och kvinnorna är 3161 stycken. I datasetet för AIS är män fortfarande fler till antal, där männen är 221 stycken medan kvinnorna är 99 stycken. Åldersintervallet i de olika dataseten är ungefär samma där män är i åldrarna 16-87 år och kvinnor i åldern 16-84 år respektive 18-82 år. Intervallen för längd, vikt och hastighet är också ungefär samma över dataseten men mer exakta värden kan ses i *Tabell 4.1*. Sista kolumnen i tabellen visar andelen individer som använt bälte. Kvinnorna har till 80 % använt bälte i MAIS-datasetet och 79 % i AIS-datasetet medan andelen män som använt bälte är 70 % i MAIS-datasetet och 69 % i AIS-datasetet.

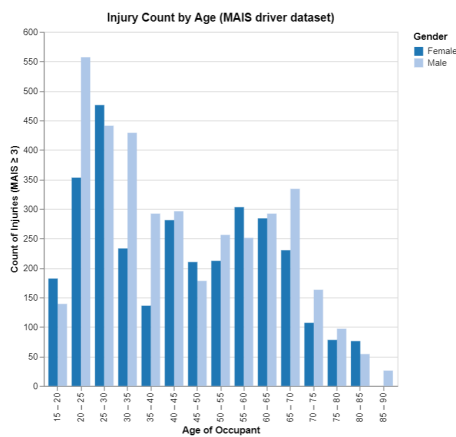
e

**Tabell 4.1:** Sammanfattande tabell över innehållet i de utvalda parametrarna för de två dataseten för förare.

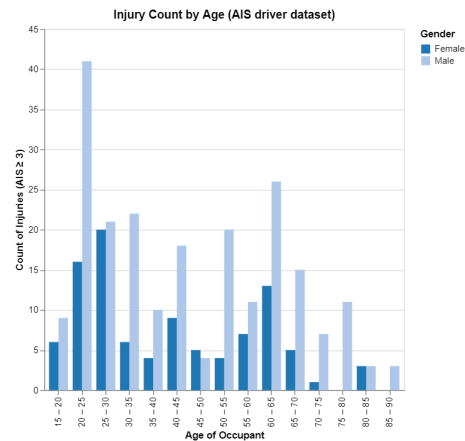
Dataset	Kön	Antal	Ålder	Längd[cm] (medel)	Vikt[kg] (medel)	Hastighet[km/h] (medel)	Bälte
MAIS	Man	3805	16-87	152-206 (177.6)	54-204 (91.1)	8-135 (53)	70%
AIS	Man	221	16-87	152-206 (178.5)	58-204 (90.3)	11-134 (51.9)	69%
MAIS	Kvinna	3161	16-84	149-188 (163.9)	45-164 (80.3)	11-97 (51.1)	80%
AIS	Kvinna	99	18-82	149-180 (164.5)	45-164 (80.8)	11-92 (53.1)	79%

### 4.1.1 Resultat av EDA för förare

**Ålder:** I *Figur 4.4* visas antalet allvarligt skadade ( $\text{MAIS}/\text{AIS} \geq 3$ ) beroende på vilket åldersintervall föraren tillhör. Jämförelse mellan män och kvinnor visualiseras med att kvinnor representeras av de mörkblåa områdena och män med ljusblå. I datasetet beroende av MAIS(a) är det vanligast att skadas i åldrarna 20-25 år bland män men 25-30 år för kvinnor och lägst i de äldre åldrarna för båda könen. I diagrammet för AIS(b) är det vanligare med män i alla staplarna men de är också fler till antal totalt. Antalet allvarligt skadade förare följer snarlik fördelning som för totala datasetet som visades i *Figur 4.1*. Resultatet visar att antalet allvarliga huvudskador är få jämfört med diagrammet då alla skador räknas in. Därmed kan det utläsas att andra kroppsdelar skadas mer frekvent än huvudet.



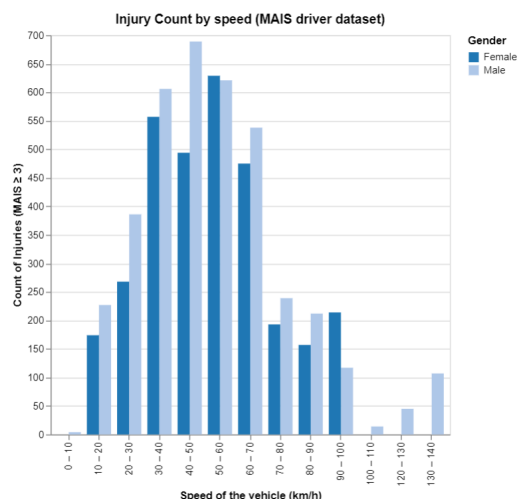
(a) MAIS dataset. Visar individens allvarligaste skada i någon kroppsdel.



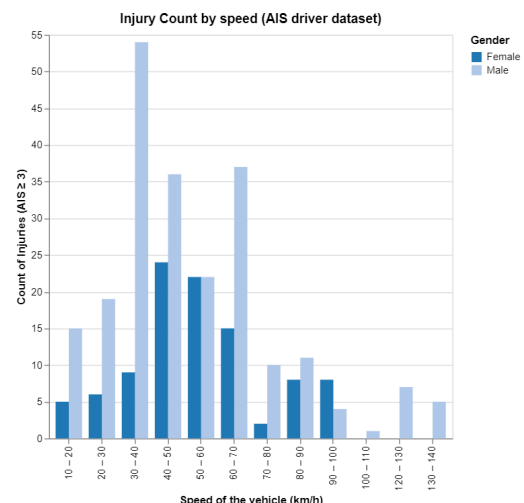
(b) AIS dataset. Visar fall med allvarliga skador på huvudet.

**Figur 4.4:** Stapeldiagram som visar antalet förare per åldersgruppering som drabbats av en allvarlig skada.

**Hastighet:** *Figur 4.5* nedan visar antalet förare som drabbas av en allvarlig skada beroende på hastigheten vid krock. Kvinnor visas som mörkblå och män som ljusare blå. MAIS(a) diagrammet visar antalet fall där förarens mest allvarliga skada i någon kroppsdel har haft ett högt värde i skalan (MAIS  $\geq 3$ ). AIS(b) diagrammet visar antalet förare som fått en allvarlig skada på huvudet. I diagrammet för MAIS(a) är hastighets intervallet 30 - 60 km/h vanligaste att drabbas av allvarlig skada i någon kroppsdel medan 40-70 km/h är vanligaste hastigheterna att få allvarlig skada på huvudet. I båda diagrammen minskar antalet fall signifikant från och med 70 km/h. Även här syns tydligt att totala antalet förare som skadas allvarligt i någon kroppsdel är betydligt fler än de som skadats allvarligt på huvudet.



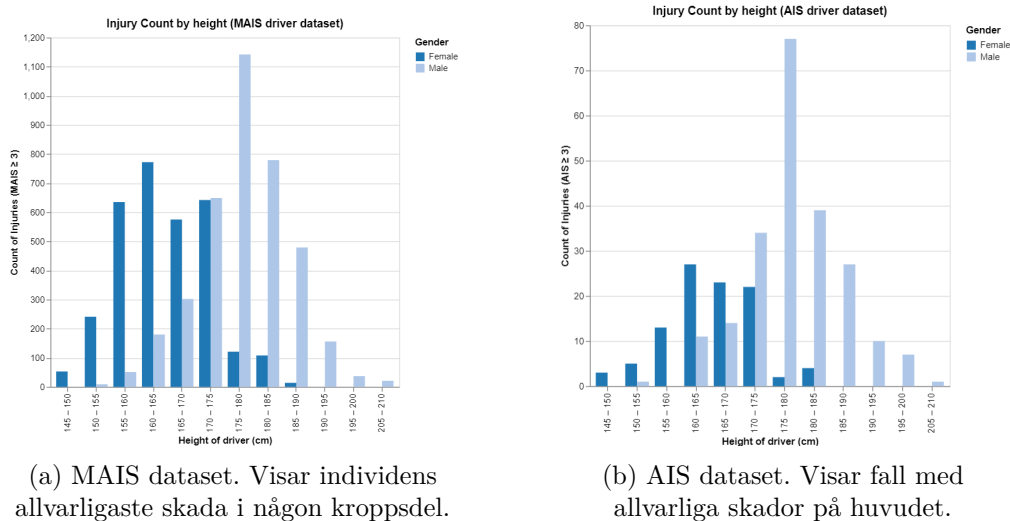
(a) MAIS dataset. Visar individens allvarligaste skada i någon kroppsdel.



(b) AIS dataset. Visar fall med allvarliga skador på huvudet.

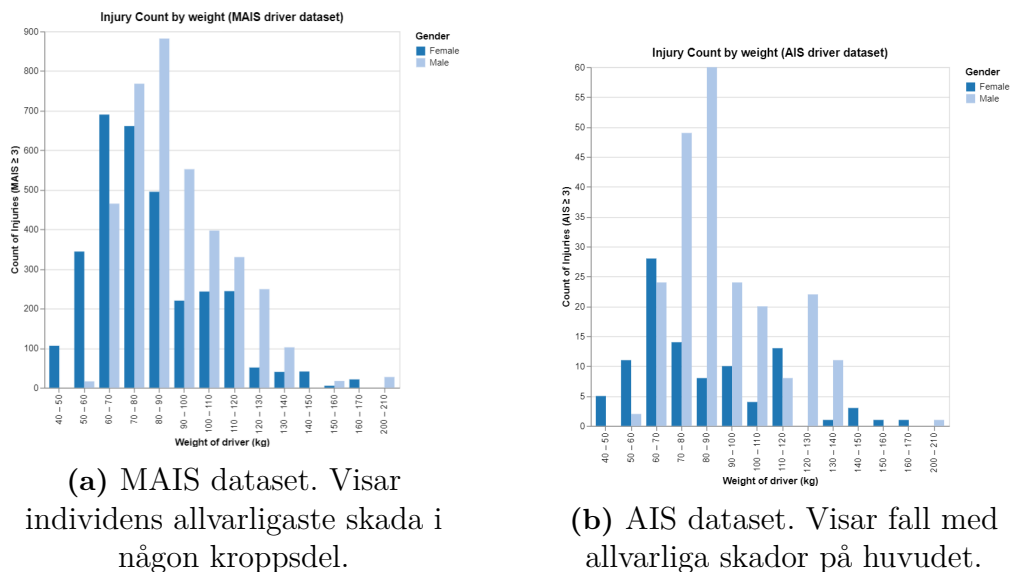
**Figur 4.5:** Stapeldiagram som visar antalet förare som drabbats av en allvarlig skada beroende på fordonets hastighet.

**Längd:** En ytterligare intressant variabel att visualisera är förarnas längd mot antalet skador, detta kan ses i *Figur 4.6*. I båda diagrammen visas tydligt att män generellt är längre än kvinnor. Jämförelsen visualiseras med att kvinnor representeras av de mörkblåa områdena och män med ljusblå. Kvinnor förekommer som majoritet i staplarna som är upp till 170cm. Från 170cm och uppåt är män i majoritet trots att kvinnor förekommer upp till 185-190cm. I båda diagrammen, både för allvarlig skada på någon kroppsdel MAIS(a) eller allvarlig skada på huvudet AIS(b), är det vanligast med skador vid längd mellan 175-180cm. Den stapeln innehåller mest män och de är från början fler i datasetet vilket speglas i dessa figurer. Kvinnor som har lägre medellängd skadas främst vid 160-165cm, som också är en av de vanligaste längderna hos kvinnor, vilket också resulterar i att fler skadas i den längden.



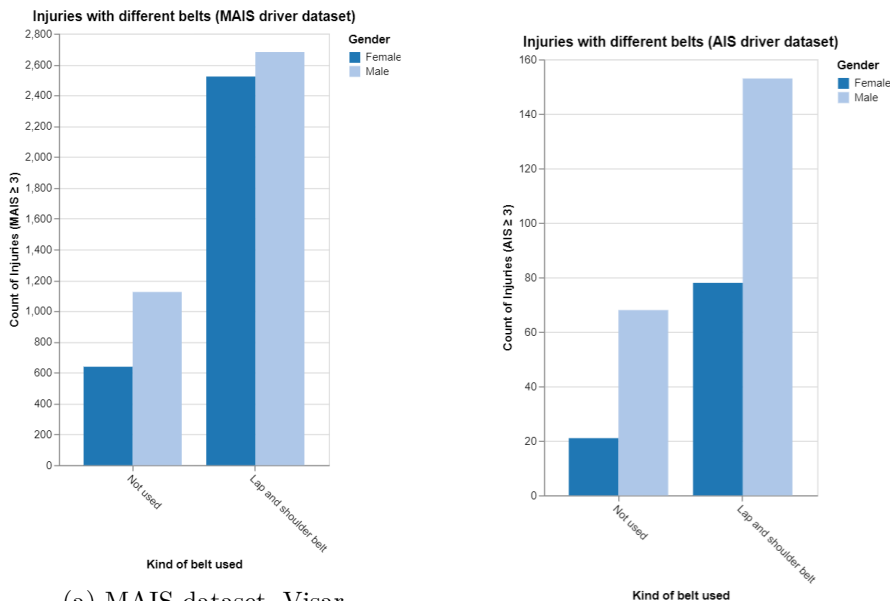
**Figur 4.6:** Stapeldiagram som visar antalet förare som drabbats av en allvarlig skada beroende på förarens längd.

**Vikt:** Vikt är också en intressant parameter för bedömning av risken för allvarlig skada och kan ses i *Figur 4.7*. Jämförelse mellan män och kvinnor visualiseras genom att kvinnor representeras av de mörkblåa områdena och män med ljusblå. Resultaten av diagrammen visar att viktfördelningen mellan män och kvinnor är utspridd men att män väger generellt mer än kvinnor. Båda diagrammen visar att det är flest män, förutom bland de lägsta vikterna, som oftare skadas allvarligt men de är återigen fler från början. Den vikt som har högst frekvens av skador är 80-90 kg. Även intervallet 60-70 kg och 70-80 kg har hög frekvens av skadefall. Även här visar MAIS(a) diagrammet förarens skada med högst allvarlighetsgrad och AIS(b) diagrammet visar allvarlighetsgraden på förarens skada på huvudet. I de övre vikterna för AIS(b) datasetet återfinns endast kvinnor som skadat huvudet allvarligt, vilket både kan vara ett resultat av att män inte förekommer i den vikten trots att de är fler eller att de inte skadas allvarligt i huvudet om de väger mer.



**Figur 4.7:** Stapeldiagram som visar antalet förare som drabbats av en allvarlig skada beroende på hur mycket föraren väger.

**Bältesanvändning:** För att avgöra huruvida användning av bälte har inverkan på allvarlighetsgraden av skadan skapades diagram för att visualisera användningen, se *Figur 4.8*. I dessa resultat jämförs det traditionella trepunktsbältet mot att inte använda bälte alls. Som i tidigare diagram visualiseras kvinnor som mörkblått och män som ljusblått. I båda dessa diagram är det vanligast att föraren använder bälte, men ett högt antal använder ej bälte. Figuren visar att män är mer benägna till att inte använda bälte trots att de är fler totalt. Läst ur diagrammen är det ca 20% av kvinnor och 30% av männen som inte använder bälte. Som i de tidigare figurerna visar MAIS(a) diagrammet förarens skada med högst allvarlighetsgrad och AIS(b) diagrammet visar allvarlighetsgraden på förarens skada på huvudet.



(a) MAIS dataset. Visar individens allvarligaste skada i någon kroppsdel.

(b) AIS dataset. Visar fall med allvarliga skador på huvudet.

**Figur 4.8:** Stapeldiagram som visar antalet förare som drabbats av en allvarlig skada beroende på om de använt trepunkts-bälte eller inte.

#### 4.1.2 Resultat av modeller för förare

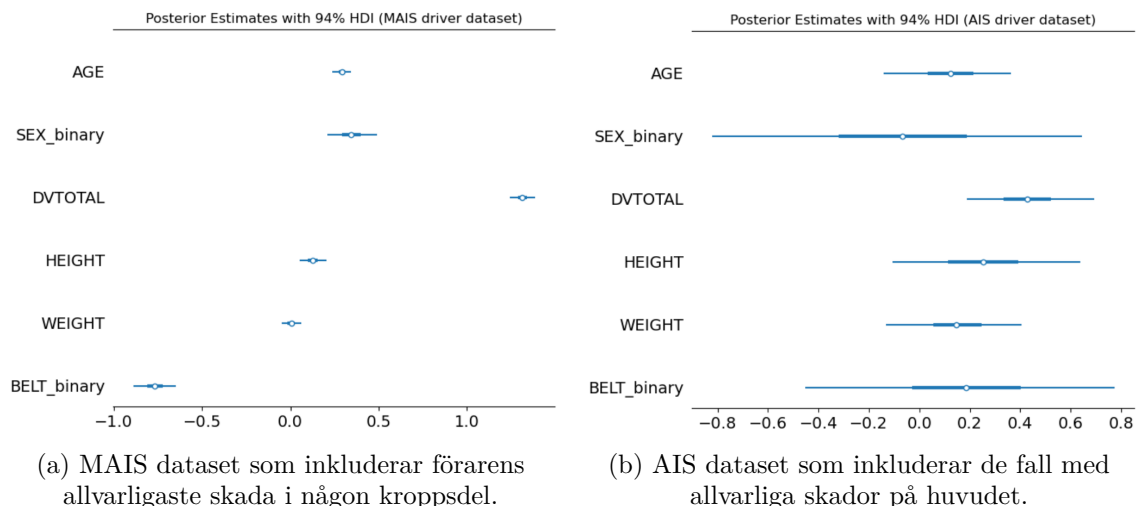
Resultatet av de modellerna som skapades för föraren gav varsin tabell med parametrar att analysera som visas i *Tabell 4.2*. De innehåller, för varje prediktorvariabel, ett medelvärde (mean), standardavvikelse (sd), högsta densitetsintervall vid 3% (HDI\_3%) och högsta densitetsintervall vid 97% (HDI\_97%). Värdena som visas i tabellerna uttrycks i oddskvoter vilket innebär att de bör tolkas på sådant sätt att när värdet är större än 1 ökar det risken för allvarlig skada och är det under 1 minskar det risken. För de två sista kolumnerna som täcker 94% av HDI intervallet får båda observeras samtidigt för specifik variabel. Om både HDI\_3% och HDI\_97% är positiva bidrar variabeln till en ökad risk och är båda negativa bidrar variabeln till minskad risk. Då intervallet inkluderar nollan innebär det att variabeln inte kan säga något i huruvida den ökar eller minskar risken för individen.

**Tabell 4.2:** Tabell över sammanfattningen av parametrar som fås av modellerna (uttryckt som oddskvoter)

(MAIS modell)	mean	sd	hdi_3%	hdi_97%
Intercept	1.999	1.070	1.761	2.270
AGE	1.338	1.028	1.269	1.412
SEX	1.409	1.079	1.230	1.632
DVTOTAL	3.725	1.039	3.466	3.995
HEIGHT	1.133	1.042	1.054	1.225
WEIGHT	1.004	1.029	0.953	1.063
BELTUSE	0.463	1.067	0.409	0.523
(AIS modell)	mean	sd	hdi_3%	hdi_97%
Intercept	0.263	1.365	0.147	0.469
AGE	1.131	1.145	0.867	1.439
SEX	0.933	1.474	0.439	1.904
DVTOTAL	1.534	1.147	1.208	2.002
HEIGHT	1.289	1.220	0.899	1.895
WEIGHT	1.162	1.155	0.875	1.499
BELTUSE	1.208	1.388	0.636	2.166

Resultaten som visas i *Tabell 4.2* visualiserades med plottar över högsta densitets intervallen vid 94 % (HDI 94 %) där alla prediktorvariabler visas som intervall beroende på de värden som visar deras respektive tabellvärden. Via diagrammen i *Figur 4.9* förtydligas de olika prediktorvariablernas spridning. MAIS(a) plotten beror av förarens skada med högst allvarlighetsgrad och AIS(b) diagrammet beror av allvarlighetsgraden på förarens skada på huvudet. För MAIS(a) är det variablerna för bältesanvändning och hastighet som sticker ut mest där bältesanvändning är starkt negativ (oddskvoter mycket mindre än 1 i 4.2) och hastighet är starkt positiv (oddskvoter mycket större än 1 i 4.2). Enligt hur dessa är kodade visar resultatet att användning av bälte minskar risken för att drabbas av en allvarlig skada och en ökad hastighet ökar risken. Även ålder, kön och längd bidrar med en minimalt ökad risk till att drabbas för allvarlig skada. Variabeln SEX här visar att vara kvinna (då kodningen för den variabeln för förare sätter "man" som 0 och "kvinna" som 1) ökar risken för allvarlig skada eftersom oddskvoten är positiv. Variabeln för ålder visar att en ålder strax över medelåldern i dataseten ökar risken och en längd över medellängden i datasetet ökar risken. Variabeln för vikt sprider sig ganska jämnt över nollan och innebär därmed att den inte har någon större påverkan på om föraren har ökad risk. För AIS(b) är det ingen av variablerna som sticker ut i att vara starkt negativ eller positiv. Istället sticker kön och bältesanvändning ut i att ha stor spridning där bältesanvändningen är mer positiv och kön är mer negativ. I övrigt ligger resterande parametrar strax över på den positiva sidan och bidrar därmed minimalt till ökad risk. Vikt, längd och ålder inkluderar nollan i denna modell och kan därmed inte säga något om risken för allvarlig skada eller ej.

## 4. Resultat



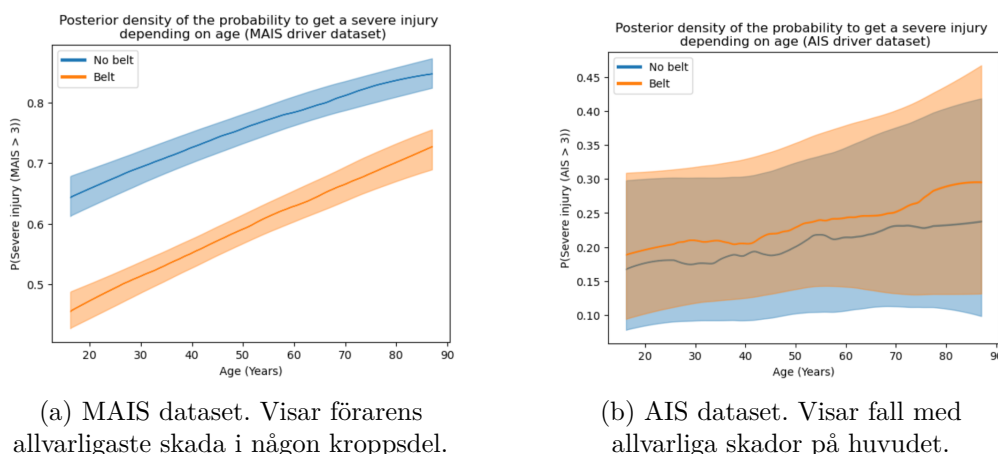
**Figur 4.9:** Figurerna visar HDI (Highest Density Interval) för de posteriora distributionerna/uppskattningarna för alla variabler i regressions modellerna.

### 4.1.3 Resultat av HDI-diagram

Utifrån de modeller vars resultat presenterades ovan skapades så kallade HDI diagram. De använder sig av HDI-värden för att skapa visualisering av sannolikheten att drabbas av allvarlig skada. För förare har det skapats flera HDI-plottar där x-axelns variabel skiljer sig för att kunna visa resultatet beroende av olika faktorer. På y-axeln visas sannolikheten och de olika färgerna i plottarna beskrivs av två olika typer av kategorier. För varje variabel på x-axeln finns en plot med jämförelsen av att använda bälte eller inte, en plot som jämför män och kvinnor som har använt bälte och en som jämför män och kvinnor som inte använt bälte. I Bilaga A kan fyra figurer ses där alla kategorier ("man-bälte", "man-inget bälte", "kvinna-bälte" och "kvinna-inget bälte") inkluderats i samma plot för både MAIS och AIS för de olika x-axel variablerna. Som i alla andra diagram presenterade för föraren är MAIS de skador som har högst allvarlighetsgrad per individ och AIS är allvarlighetsgraden hos individens skada på huvudet. Att ha i åtanke då HDI-diagrammen observeras är att y-axeln är anpassad för innehållet vilket innebär att axelns värden varierar beroende på vad som visualiseras.

**Ålder:** I *Figur 4.10* visas sannolikheten för allvarlig skada då bälte används eller inte, beroende på förarens ålder. Sannolikheten ökar i både fallet för MAIS och AIS ju äldre föraren är oavsett om bältet använts eller inte. Skillnaden är att i diagrammet för MAIS(a) är sannolikheten generellt högre för allvarlig skada än i AIS(b) diagrammet. Sannolikheten för allvarlig skada på huvudet, AIS(b) diagrammet har sitt högsta värde på ungefär samma sannolikhet som MAIS(a) diagrammet har som lägst. I AIS(b) diagrammet ökar dock användning av bälte risken för allvarlig skada på huvudet. De blåa områdena står för att inget bälte har använts och orangea områden står för att bältet har använts. De skuggade områdena innehåller alla fall som hamnar under dessa kategorier. Risken för allvarlig skada i någon kroppsdel

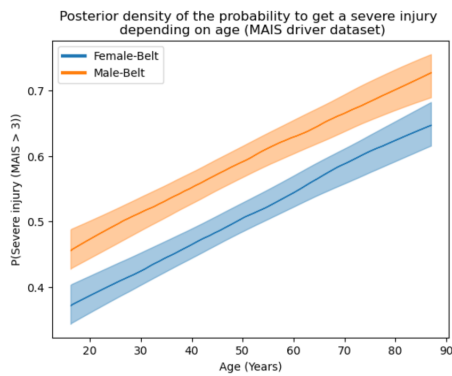
(MAIS(a)) med bälte är mellan 45-70 % och utan bälte är risken ca 65-90 %. I AIS diagrammet(b) visas användning av bälte vara mellan 18-27 % och utan bälte ca 18-23 %. Användning av bältet minskar markant risken för allvarlig skada i alla åldrar då MAIS(a) observeras.



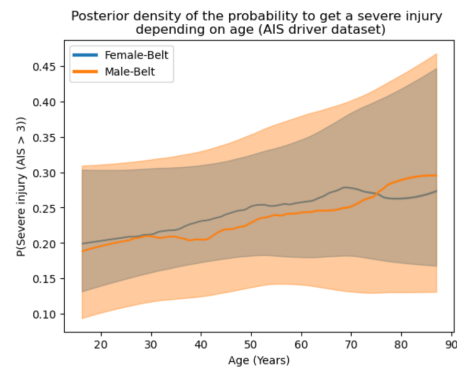
**Figur 4.10:** Figurerna visar sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada beroende på ålder och om bälte använts eller inte, oberoende av kön.

Ytterligare diagram som visar sannolikheten beroende på ålder visas i *Figur 4.11* nedan. Där har de olika kategorierna istället valts till att visa skillnaden i sannolikheten för allvarlig skada då bälte har använts. MAIS(a) visar att män med bälte löper större risk för allvarlig skada i någon kroppsdel i alla åldrar jämfört med kvinnorna. AIS(b) visar istället att användning av bälte har en något ökad risk med ökad ålder för skador på huvudet. I det vänstra diagrammet (MAIS(a)) visas att kvinnor generellt har lägre risk för allvarlig skada då bältet används. I högra diagrammet (AIS(b)) visas att spridningen på sannolikheten för män täcker hela området för kvinnor vilket innebär att de både har fler med högre sannolikhet och fler med lägre sannolikhet än kvinnorna. Kvinnor med bälte har en risk för allvarlig skada på 35-60 % medan män med bälte har en risk på 45-80 % i någon kroppsdel. För skador på huvudet (AIS(b)) är risken för att kvinnor eller män med bälte skadar huvudet ca 20-27 %.

## 4. Resultat



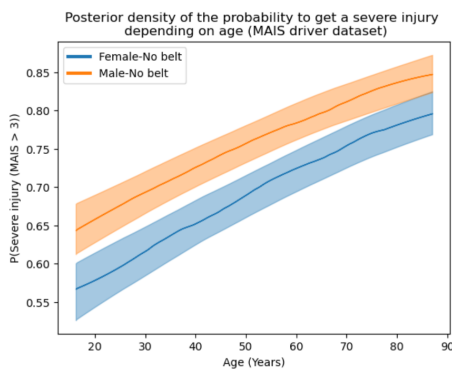
(a) MAIS dataset. Visar förarens allvarligaste skada i någon kroppsdel.



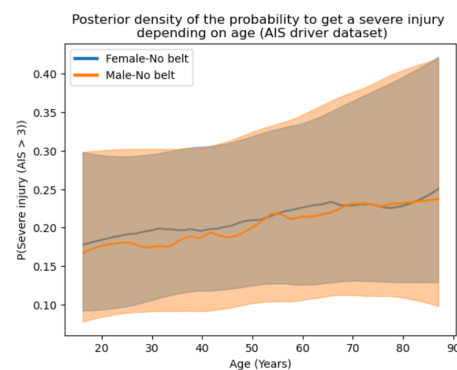
(b) AIS dataset. Visar fall med allvarliga skador på huvudet.

**Figur 4.11:** Figurerna visar sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada beroende på ålder, kön och att bältet har använts.

En visualisering över skillnaden i sannolikhet för allvarlig skada mellan män och kvinnor då inget bälte använts kan ses i *Figur 4.12* nedan. I diagrammet för MAIS(a) kan läsas att risken för allvarlig skada är ökat både för män och kvinnor jämfört med vad som gällde då bältet användes. Generellt är risken högre för alla åldrar då bältet inte används att skada någon kroppsdel allvarligt. Detta styrker att användning av bälte minskar risken för allvarlig skada. I dessa diagram är risken för att kvinnor utan bälte skadar någon kroppsdel (MAIS(a)) på 55-75 % och män utan bälte 65-85 %. För allvarlig skada på huvudet (AIS(B)) har båda könen utan bälte en risk mellan 17-23 % men män täcker fortfarande hela spannet av kvinnornas sannolikhet och har därmed både fall för högre sannolikhet och fall för lägre sannolikhet.



(a) MAIS dataset. Visar förarens allvarligaste skada i någon kroppsdel.

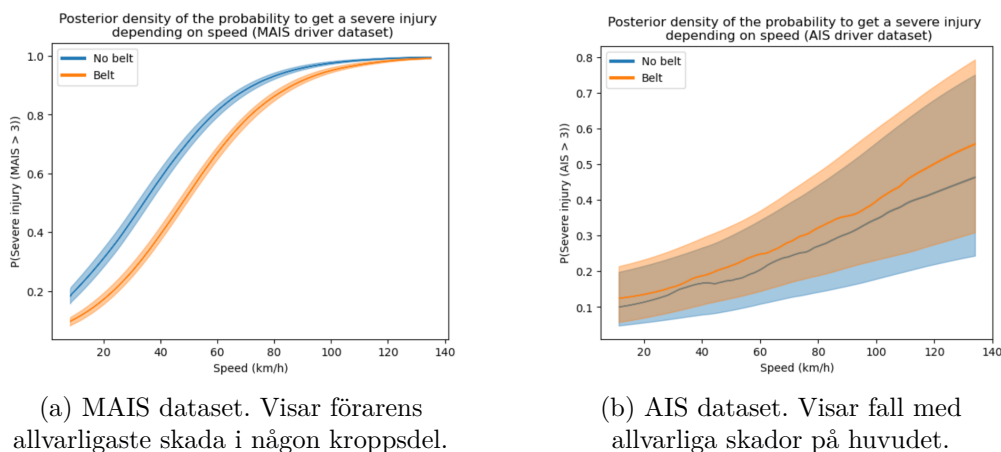


(b) AIS dataset. Visar fall med allvarliga skador på huvudet.

**Figur 4.12:** Figurerna visar sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada beroende på ålder och kön utan bälte.

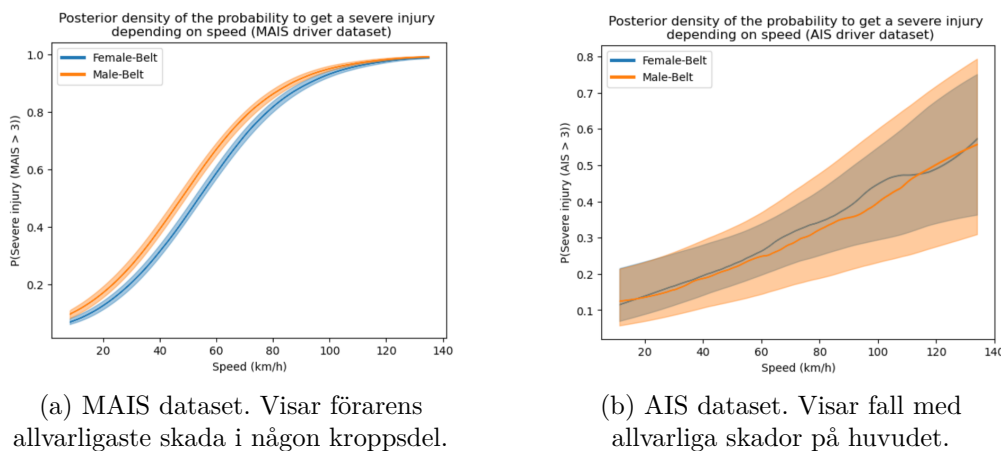
**Hastighet:** I *Figur 4.13* visas sannolikheten för allvarlig skada beroende på om bältet använts eller inte med avseende på hur hög hastigheten varit. Resultatet är att en ökad hastighet har stor inverkan på hur sannolikt det är att föraren riskerar allvarlig skada både i någon kroppsdel(MAIS(a)) och på huvudet(AIS(b)). Med ökad

hastighet ökar sannolikheten för skada i någon kroppsdel i samma takt tills hastigheten är runt 110 km/h och uppåt då kategorierna har nästintill samma sannolikhet. Alltså är sannolikheten mer spridd vid låga hastigheter och ju mer den ökar desto mer konvergerar risken oberoende av användning av bälte eller ej. Då risken utan bälte närmar sig 90% sannolikhet är risken med bälte endast uppe på ca 80%. I AIS diagrammet (b) ökar istället sannolikheten mer och mer ju högre hastighet som fordonet framförs i. Med andra ord ökar risken för allvarlig skada på huvudet då hastigheten ökar nästan oberoende av användningen av bälte eller ej.



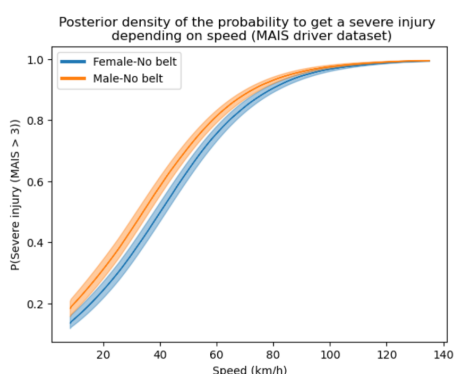
**Figur 4.13:** Figurerna visar sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada beroende på hastighet och bältesanvändning.

För situationen där bälte använts av både män och kvinnor visualiserades resultaten i *Figur 4.14*. Resultaten är liknande de i jämförelsen mellan bälte och inget bälte. Skillnaden är att spridningen av alla fall inte är lika stor på grund av att denna inte inkluderar de personer som inte använt bälte. Detta syns då de skuggade områdena inte täcker lika stor del av diagrammet.

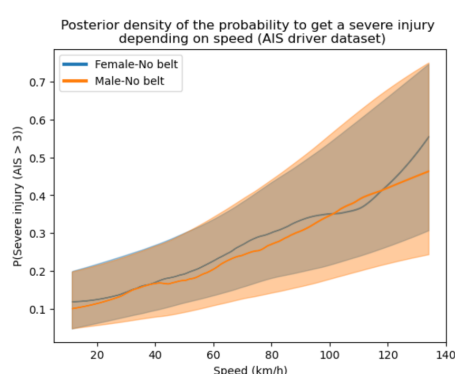


**Figur 4.14:** Figurerna visar sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada beroende på hastighet, kön och att bältet har använts.

Eftersom *Figur 4.14* inte skiljde sig särskilt mycket från *Figur 4.13* gjordes även en visualisering där bältet inte använts, se *Figur 4.15*. Figuren visar i diagrammet till vänster (MAIS(b)) att risken utan bälte ökar snabbare än om bältet användes. Istället för att de med bälte hade högsta värdet i intervallet runt 10% vid låg hastighet har de utan bälte vid låg hastighet högsta värdet vid ca 20%. Risken för att skada huvudet, högra diagrammet (AIS(b)), ser snarlik ut oberoende av användning av bälte eller inte.



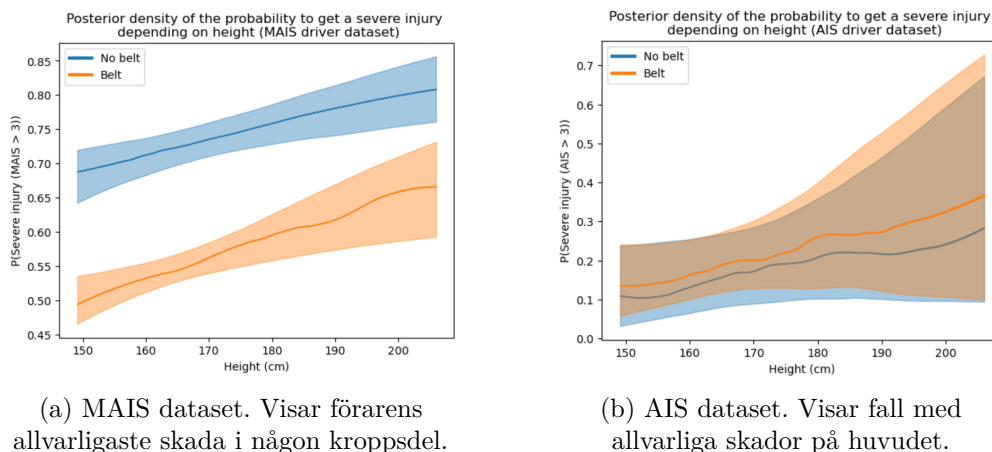
(a) MAIS dataset. Visar förarens allvarligaste skada i någon kroppsdel.



(b) AIS dataset. Visar fall med allvarliga skador på huvudet.

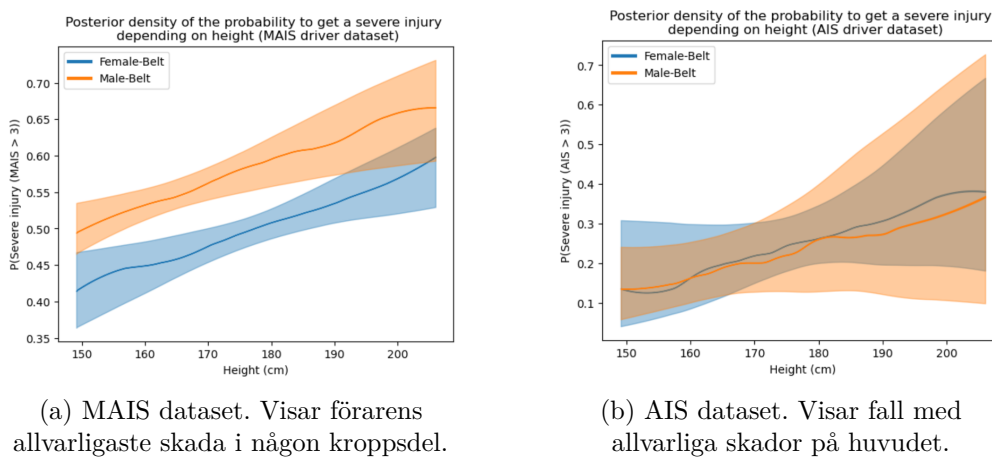
**Figur 4.15:** Figurerna visar sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada beroende på hastighet, kön och att bältet inte har använts.

**Längd:** I *Figur 4.16* visas sannolikheten för allvarlig skada för förare som använt bälte jämfört med förare utan bälte beroende hur lång föraren är. Resultatet är att ju längre föraren är, desto större är risken för att skadas allvarligt. För förare utan bälte är sannolikheten högre att skadas i någon kroppsdel, MAIS(a), medan sannolikheten att skada huvudet AIS(b) utan bälte är lägre då de jämförs med förare som har bälte. Även i detta fall är risken för att skada någon kroppsdel generellt högre än risken för att skada huvudet. För de utan bälte är risken att skada någon kroppsdel mellan 67-80% medan de med bälte ligger mellan ca 50-65%. Risken att skada huvudet beroende på hur lång föraren är ligger runt 10-25% oavsett om bältet använts eller inte och även om vissa fall med bälte och vissa fall utan bälte har avvikande värden för förare över 180 cm. Återigen är det större skillnad i MAIS datasetet(a) jämfört med AIS datasetet(b) där bälte inte har någon större betydelse.



**Figur 4.16:** Figurerna visar sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada beroende på förarens längd och bältesanvändning.

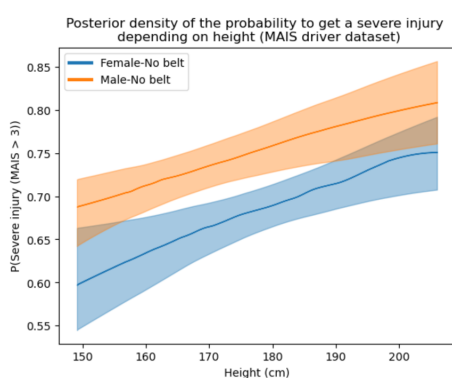
I *Figur 4.17* visas sannolikheten för allvarlig skada beroende på hur lång föraren är då män och kvinnor använt bälte. Sannolikheten för att skada någon kroppsdel allvarligt, MAIS(a), är högre för män med bälte samt ökar med längden på föraren. Generellt följer de två sannolikheterna varandra, men män med bälte i alla längder har 10 procentenheter högre risk än kvinnor med bälte. I det högra diagrammet (AIS(b)) syns att sannolikheterna för allvarlig skada på huvudet är nästintill samma för män och kvinnor i alla längder. Risken ligger på ca 15-30 % men det finns flera fall i båda kategorierna som gör att den generella sannolikheten, som visas som skuggad, kan vara uppemot 70 % för personer över 170 cm långa.



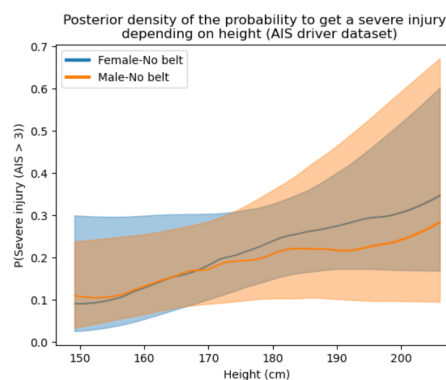
**Figur 4.17:** Figurerna visar sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada beroende på förarens längd, kön och att bälte har använts.

För att kunna jämföra sannolikheten för allvarlig skada mellan olika långa män och kvinnor undersöktes situationen då de inte använder bälte, se *Figur 4.18*. Det vänstra diagrammet representerar även här allvarliga skador i någon kroppsdel (MAIS(a)) och den högra visar allvarliga skador på huvudet (AIS(b)). För män utan bälte är

risken för allvarlig skada i någon kroppsdel hög även för korta män (ca 150–170cm) då den är 70 % och för långa män (över 180cm) 80 % medan för kvinnor utan bälte är den mellan 60-70 %. Även i dessa diagram ökar risken med längden på föraren. Korta kvinnor (ca 150–165) utan bälte har registrerats ha sannolikheter ner till ca 55 %. Detta innebär att män utan bälte som också är långa löper högst risk för allvarlig skada i någon kroppsdel (MAIS(a)). Vid analys av allvarliga skador på huvudet (AIS(b)) har kvinnor utan bälte något högre risk än män även om de följer snarlik form. Även där visas att med ökad längd ökar skaderisken.



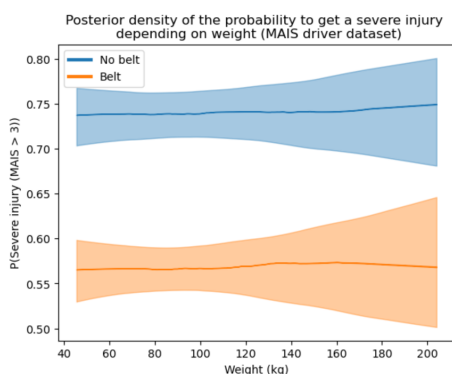
(a) MAIS dataset. Visar förarens allvarligaste skada i någon kroppsdel.



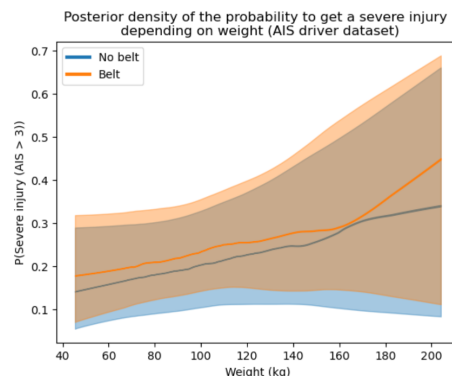
(b) AIS dataset. Visar fall med allvarliga skador på huvudet.

**Figur 4.18:** Figurerna visar sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada beroende på förarens längd, kön och att bälte inte har använts.

**Vikt:** I *Figur 4.19* visas sannolikheten för allvarlig skada vid användning av bälte eller inget bälte beroende på hur mycket föraren väger. Återigen är sannolikheten för skada mot huvudet AIS(b) ungefär samma oavsett om bältet använts eller inte. Risken är generellt ganska låg, men den ökar i takt med att förarens vikt ökar. Risken är ungefär 12-30 % för huvudskada i alla viktklasser. Större skillnader syns i diagrammet för MAIS(a), till vänster, där risken för att skada någon kroppsdel utan bälte håller sig hög oavsett vikten. Däremot kan det observeras att risken för allvarlig skada i någon kroppsdel då bälte har använts generellt är mycket lägre. Risken för de förare som inte använder bälte är runt 75 % oavsett vikt medan de med bälte är runt 55 %. Oavsett vikt minskar alltså risken för allvarlig skada i någon kroppsdel med ca 20 procentenheter bara av att använda bälte. I AIS diagrammet(b) kan en något ökad risk för allvarlig huvudskada observeras vid de som använt bälte och väger över 160 kg.



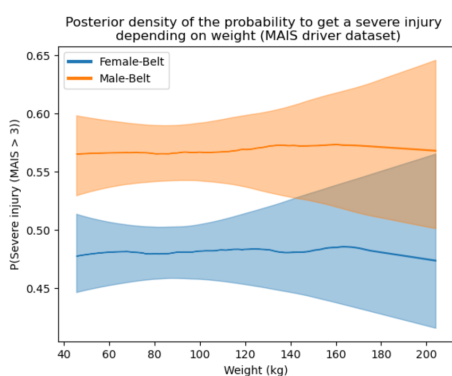
(a) MAIS dataset. Visar förarens allvarligaste skada i någon kroppsdel.



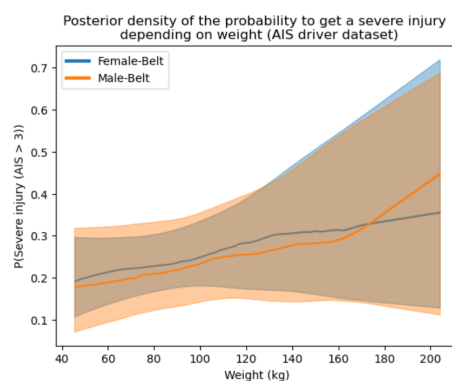
(b) AIS dataset. Visar fall med allvarliga skador på huvudet.

**Figur 4.19:** Figurerna visar sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada beroende på förarens vikt och om bälte använts eller inte.

För att undersöka hur sannolikheten för allvarlig skada skiljer sig mellan män och kvinnor beroende av hur mycket de väger gjordes diagram över bältesanvändningen. Den första figuren visar skillnaden mellan män och kvinnor som har använt bälte, se *Figur 4.20*. Den andra figuren visar när bältet inte använts, se *Figur 4.21*. Även i denna kombination av variabler visar diagrammet där risken för skada mot huvudet visas, AIS(b), att sannolikheten är lika stor för män och kvinnor oavsett vikt. Risken ökar dock fortfarande då förarens vikt ökar. Sannolikheten för att föraren skadar någon kroppsdel allvarligt, MAIS(a), minskar då vikten ökar för både män och kvinnor då bälte har använts. Män med bälte befinner sig på ungefär 10 procentenheter högre sannolikhet än kvinnor med bälte. Risken för att skada huvudet (AIS(b)) då bälte använts är mindre än risken att skada någon kroppsdel (MAIS(a)) allvarligt.



(a) MAIS dataset. Visar förarens allvarligaste skada i någon kroppsdel.

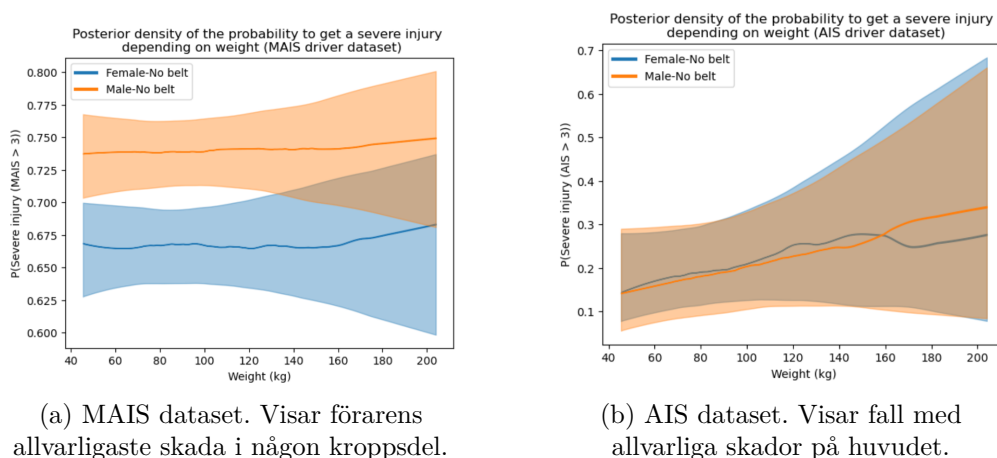


(b) AIS dataset. Visar fall med allvarliga skador på huvudet.

**Figur 4.20:** Figurerna visar sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada beroende på förarens vikt, kön och att bälte har använts.

Nedan visas skillnaden mellan män och kvinnor utan bälte, se *Figur 4.21*. För di-

agrammet som visar risken för allvarlig skada på huvudet, AIS(b), då bältet inte använts är snarlik den motsvarande figuren då bälte användes. Risken ökar med ökad vikt och befinner sig mellan 15-25 % för både män och kvinnor upp till 160 kg där män utan bälte får en aningen ökad risk och kvinnor minskad risk då bältet inte använts. Den figur som visar sannolikheten för att föraren skadar någon kroppsdel allvarligt, MAIS(a), skiljer sig mer då både män och kvinnor i alla vikter har högre sannolikhet för allvarlig skada. Män utan bälte har en risk på ca 74 % oavsett vikt medan kvinnor har 65 % risk. Dock har kvinnor utan bälte ett avbrott i trenden av att alla vikter har samma risk då den ökar något för de kvinnor som väger över 160 kg.



**Figur 4.21:** Figurerna visar sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada beroende på förarens vikt, kön och att bälte inte har använts.

## 4.2 Framsätesspassagerare

Denna del av studien fokuserar på analys av skador som drabbar individer som färdats i det främre passagerarsätet i personbilar. Syftet är att analysera könsskillnader i skadenivåer och identifiera eventuella ojämlikheter i skyddet. Datasetet som analyserats för passagerare fram, se *Tabell 4.3*, visar att könsfördelningen i MAIS-datasetet är ojämn med 1955 kvinnor och 642 män, medan AIS-datasetet består av 55 individer av vardera kön. Kvinnor har generellt sett lägre kroppslängd (151–178 cm, medel 166,3 cm) och vikt (45–168 kg, medel 83,4 kg) än män (160–191 cm, 52–136 kg, medel 88,3 kg). Kvinnor har även något högre medelhastighet vid olyckstillfället (52,5 km/h) än män (46,5 km/h), samt en betydligt högre bältesanvändning 60 % respektive 46 % i MAIS, och 78 % respektive 7 % i AIS. Analysen av framsätesspassagerare visar tydliga skillnader i skadeutfall mellan kvinnor och män beroende på ålder, hastighet, kroppsmått och bältesanvändning.

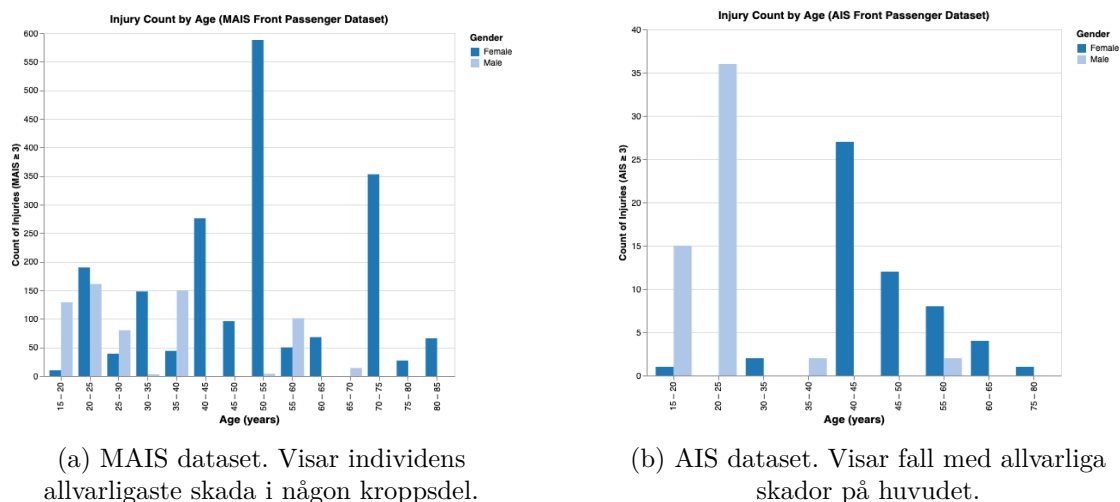
**Tabell 4.3:** Sammanfattande tabell över innehållet i de utvalda parametrarna för de två dataseten för framsätesspassagerare.

Dataset	Kön	Antal	Ålder	Längd[cm] (medel)	Vikt[kg] (medel)	Hastighet[km/h] (medel)	Bälte
MAIS	Man	642	16–69	160–191 (178.0)	52–136 (88.3)	12–124 (46.5)	46 %
MAIS	Kvinna	1955	17–80	151–178 (166.3)	45–168 (83.4)	8–95 (52.5)	60 %
AIS	Man	55	16–55	168–175 (168.4)	52–95 (55.9)	33–51 (45.2)	7 %
AIS	Kvinna	55	19–78	155–178 (172.6)	61–124 (99.5)	14–95 (58.7)	78 %

### 4.2.1 Resultat av EDA for framsätesspassagerare

För att undersöka könsskillnader i skadenivåer bland framsätesspassagerare genomfördes en explorativ dataanalys (EDA) av utvalda variabler i datasetet. Analysen fokuserar på skillnader mellan kvinnor och män i relation till ålder, krockhastighet, kroppslängd, vikt och bältesanvändning. Nedan presenteras resultaten i form av figurer uppdelade efter variabel och skadegrad MAIS respektive AIS.

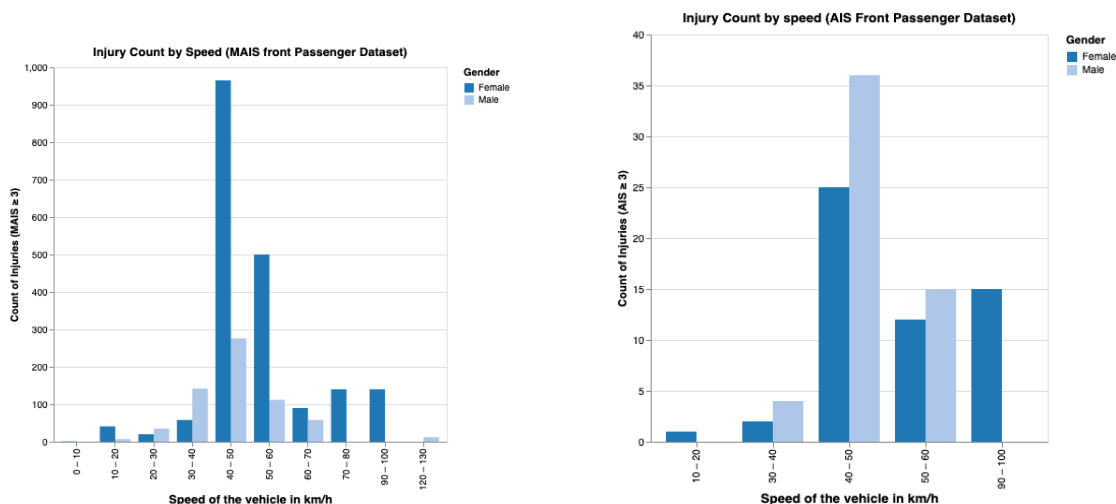
**Ålder:** *Figur 4.22* visar fördelningen av allvarliga skador ( $\text{MAIS/AIS} \geq 3$ ) bland framsätesspassagerare uppdelat på åldersintervall och kön. I MAIS-datasetet (a) ses en tydlig topp bland kvinnor i åldern 50–55 år, medan männen har högst skadefrekvens i intervallet 15–20 och 35–40 år. Få skador förekommer i de högre åldersintervallen för båda könen men även där dominerar kvinnor. I AIS-datasetet (b) är skadefallen färre totalt sett, men män är genomgående fler i åldersgrupper 15–25 och 35–40. Undantaget är åldersintervallet 40–45 år där kvinnor är i majoritet.



**Figur 4.22:** Stapeldiagram som visar antalet framsätesspassagerare per åldersgruppering som drabbats av en allvarlig skada.

**Hastighet:** *Figur 4.23* visar antalet allvarliga skador i relation till fordonets hastighetsförändring vid kollision, uppdelat efter kön. I MAIS-datasetet (a) är det tydligt att flest skador sker i hastighetsintervallet 40–50 km/h för båda könen, men framför allt bland kvinnor. Även i intervallet 50–60 km/h är kvinnor något fler än män. Män uppvisar fler skador än kvinnor i de lägre hastighetsintervallen (10–30 km/h), men i

mycket mindre omfattning. I AIS-datasetet (b) syns flest skador i intervallet 40–50 km/h, där män är något fler än kvinnor. I hastigheter över 50 km/h är könsfördelningen mer jämn, medan det i de lägsta hastighetsintervallen (under 30 km/h) förekommer få fall överlag.

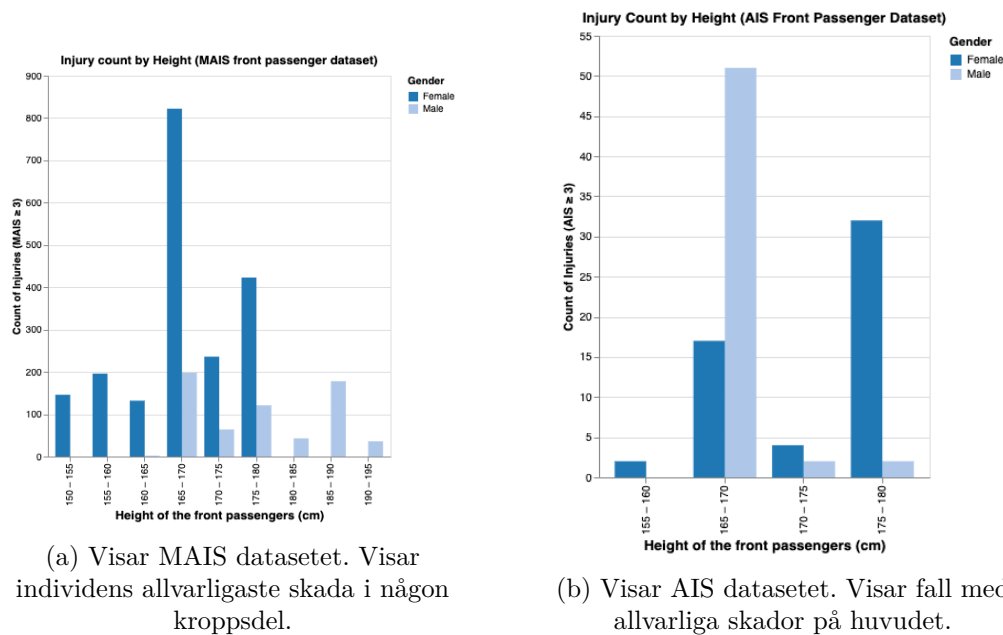


(a) Visar MAIS datasetet. Visar individens allvarligaste skada i någon kroppsdel.

(b) Visar AIS datasetet. Visar fall med allvarliga skador på huvudet.

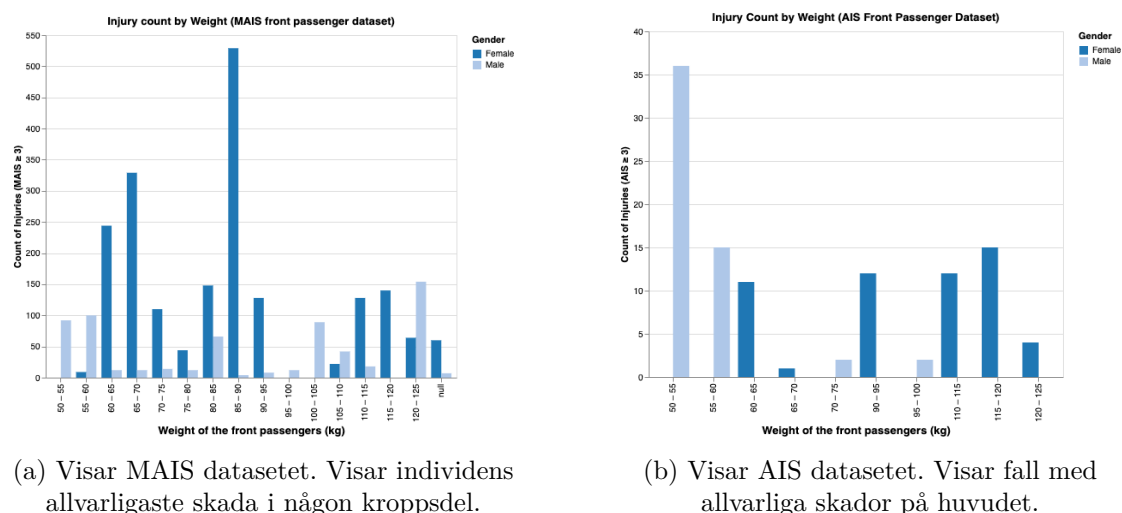
**Figur 4.23:** Stapeldiagram som visar antalet skador baserat på krockhastighet uppdelat på kön.

**Längd:** *Figur 4.24* visar hur förekomsten av allvarliga skador ( $\text{MAIS/AIS} \geq 3$ ) fördelar sig beroende på passagerarens kroppslängd. I MAIS-datasetet (a) uppvisar kvinnor flest skador i intervallet 165–170 cm, följt av 170–175 cm. Män är jämnt fördelade över 175–190 cm men i mindre antal än kvinnorna i de lägre intervallen. De allra kortaste (<160 cm) och längsta (>190 cm) längdintervallen är minst representerade. I AIS-datasetet (b) syns en tydlig topp bland män i intervallet 165–170 cm. Kvinnor är flest i 170–175 cm och förekommer knappt i de övriga grupperna. För både könen är skador ovanliga utanför intervallet 160–180 cm.



**Figur 4.24:** Stapeldiagram som visar hur kroppslängd fördelas bland skadade passagerare beroende på kön.

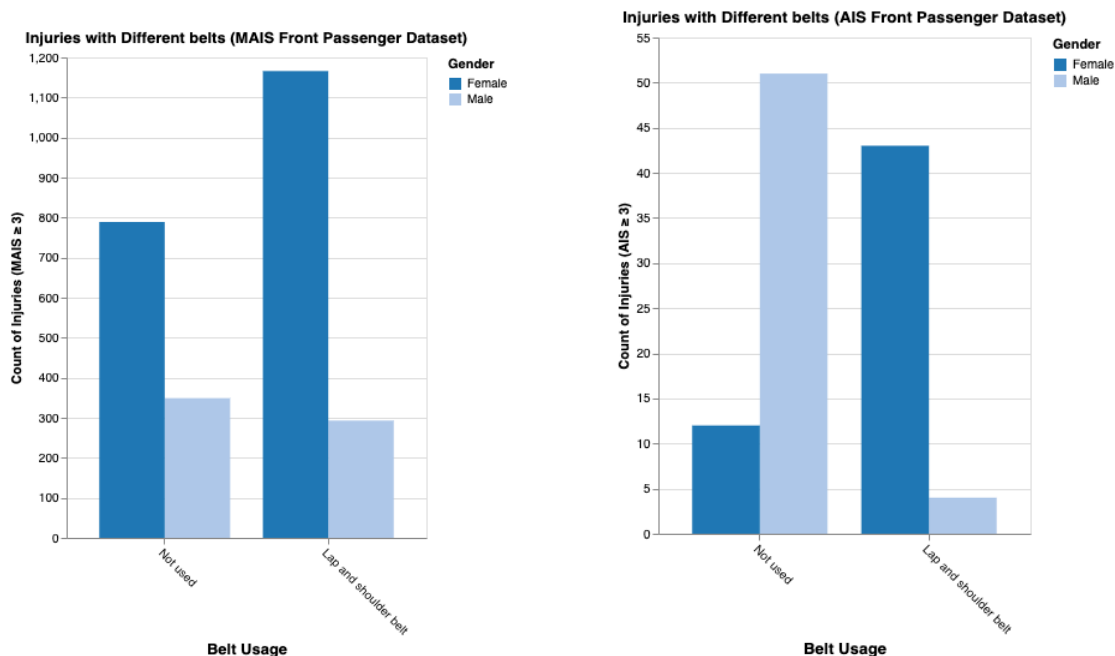
**Vikt:** *Figur 4.25* visar antalet allvarliga skador ( $\text{MAIS}/\text{AIS} \geq 3$ ) fördelat på kroppsvikt och kön. I MAIS-datasetet (a) är kvinnors skadefrekvens som högst i intervallet 80–85 kg, följt av 65–70 kg. Män är flest i de lägre viktklasserna, särskilt 60–65 kg. För båda könen förekommer färre skador i viktintervall över 100 kg. I AIS-datasetet (b) är män mest representerade i 50–55 kg och 55–60 kg, medan kvinnor har fler skador i högre viktklasser, framför allt 110–120 kg. Antalet skadefall bland kvinnor ökar tydligt med stigande vikt, medan männen minskar i motsvarande intervall.



**Figur 4.25:** Stapeldiagram som visar antalet skador uppdelat på kön och kroppsvikt.

**Bältesanvändning:** *Figur 4.26* visar könsuppdelningen av allvarligt skadade ( $\text{MAIS}/\text{AIS} \geq 3$ ) framsätesspassagerare i relation till bältesanvändning. I MAIS-datasetet (a) är

det tydligt att majoriteten av kvinnorna använde bälte vid olyckstillfället, medan andelen män utan bälte är betydligt högre. I AIS-datasetet (b) är skillnaden än mer påtaglig; nästan alla allvarligt skadade män saknade bälte, medan nästan samtliga kvinnor använde det. Skillnaden i fördelning mellan könen är markant i båda dataseten.



(a) Visar MAIS datasetet. Visar individens allvarligaste skada i någon kroppsdel.

(b) Visar AIS datasetet. Visar fall med allvarliga skador på huvudet.

**Figur 4.26:** Stapeldiagram som visar antalet framsätesspassagerare som drabbats av en allvarlig skada beroende på huruvida de använt trepunkts-bälte eller inte.

Resultaten i *Tabell 4.4* presenterar de skattade parametrarna som oddskvoter för båda modellerna. En oddskvot större än 1 indikerar ökad sannolikhet för allvarlig skada, medan en oddskvot mindre än 1 indikerar minskad sannolikhet. I MAIS-modellen visar variabeln BELTUSE en mycket låg oddskvot (0.096), vilket innebär att bältade individer har kraftigt minskad sannolikhet för svår skada – ett resultat som är både intuitivt och statistiskt robust. Även HEIGHT har ett värde under 1 (0.523), vilket tyder på att längre individer löper mindre risk. Tvärtom visar WEIGHT och DVTOTAL höga oddskvoter (över 2.2), vilket indikerar att högre kroppsvikt och större krockvåld är starkt förknippade med ökad skaderisk.

I AIS-modellen är det särskilt anmärkningsvärt att variabeln SEX har en mycket hög oddskvot (3.674) och extremt brett osäkerhetsintervall (upp till 27.337), vilket tyder på att kön har en kraftigt förstärkt och osäker effekt på sannolikheten för allvarliga huvudskador. Även BELTUSE har här en starkt skyddande effekt (oddskvot 2.323), dock i motsatt riktning eftersom värdet är över 1 – detta tyder troligen på att kodningen skiljer sig från MAIS-modellen. Variablerna AGE och WEIGHT har oddskvoter nära eller under 1, vilket antyder svag eller negativ effekt.

Sammantaget visar tabellen att viktiga variabler som SEX, DVTOTAL och BELTUSE har stora effekter på skaderiskerna, men också att dessa effekter kan skilja sig avsevärt beroende på vilket utfall som modelleras (MAIS vs. AIS) samt hur kodningen av variabler genomförts.

**Tabell 4.4:** Tabell över sammanfattningen av parametrar som fås av modellerna (uttryckt som oddskvoter)

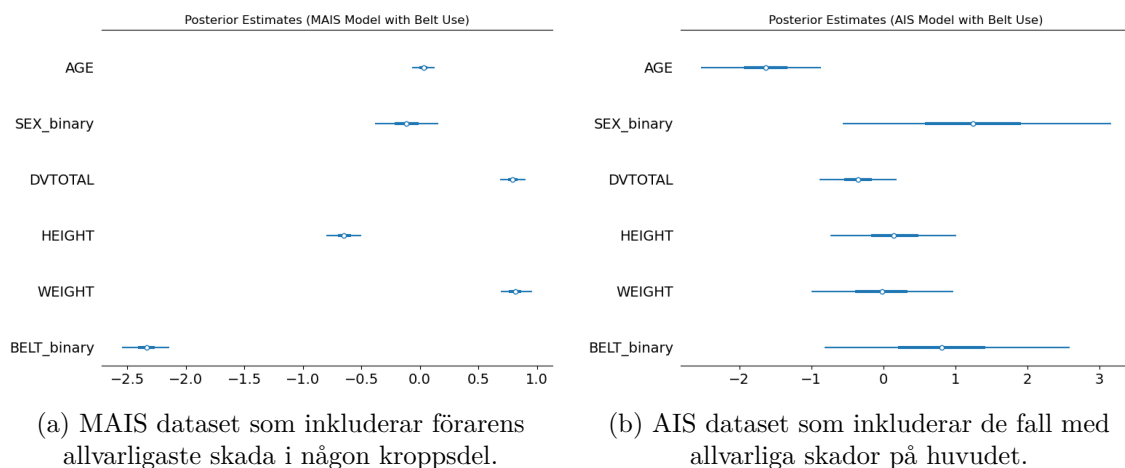
(MAIS-modell)	mean	sd	hdi_3%	hdi_97%
Intercept	5.419	4.487	6.3231	1.133
AGE	1.033	0.936	1.133	1.133
SEX	0.892	0.673	1.174	1.174
DVTOTAL	2.215	2.021	2.482	2.482
HEIGHT	0.523	0.458	0.608	0.608
WEIGHT	2.263	2.006	2.601	2.601
BELTUSE	0.096	0.079	0.119	0.119
(AIS-modell)	mean	sd	hdi_3%	hdi_97%
Intercept	0.339	0.098	1.134	1.134
AGE	0.189	0.081	0.493	0.493
SEX	3.674	0.510	27.337	27.337
DVTOTAL	0.687	0.393	1.139	1.139
HEIGHT	1.161	0.499	2.960	2.960
WEIGHT	0.997	0.369	2.731	2.731
BELTUSE	2.323	0.389	12.662	12.662

**Posteriora koefficientuppskattningar:** *Figur 4.27* visar de posteriora skattningarna för varje kovariat i respektive modell: (a) för MAIS-datasetet som inkluderar förarens allvarligaste skada i någon kroppsdel, och (b) för AIS-datasetet som fokuserar på allvarliga skador på huvudet. I MAIS-modellen (a) är flera variabler statistiskt signifikanta. SEX\_binary har en negativ effekt, vilket innebär att kvinnor (kodade som 0) har högre risk för allvarlig skada än män. Även BELT\_binary har en stark negativ effekt, vilket tydligt visar att användning av bilbälte reducerar sannolikheten för svår skada. Längd HEIGHT är negativt relaterad till skaderisk, medan vikt WEIGHT har en positiv relation tyngre personer har alltså något högre risk. Ålder AGE och krockkraft DVTOTAL visar också måttliga men tydliga effekter.

I AIS-modellen (b) är effekterna mer osäkra. Intervallen för flera variabler, inklusive SEX\_binary, HEIGHT och WEIGHT, överlappar noll, vilket tyder på att deras effekter på risken för allvarlig huvudskada är svagare eller mer osäkra. En stark positiv effekt ses däremot för DVTOTAL, vilket bekräftar att högre krockvåld ökar sannolikheten för svåra huvudskador. Effekten av bältesanvändning är fortfarande negativ, men med större osäkerhetsintervall jämfört med MAIS-modellen.

Resultatet indikerar att vissa variabler påverkar den totala skaderisken mer än den specifika risken för huvudskada, vilket är viktigt att beakta vid analys av trafiksä-

kerhet med könsperspektiv.

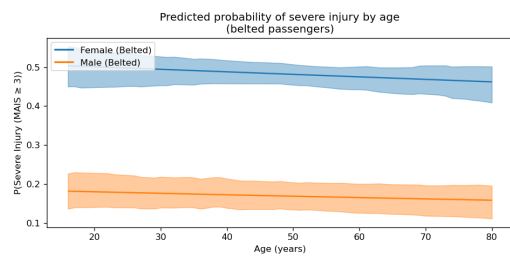


**Figur 4.27:** Figurerna visar HDI (Highest Density Interval) för de posteriora distributionerna/uppskattningarna för alla variabler i regressions modellerna.

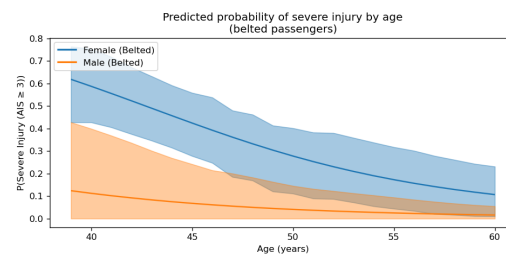
## 4.2.2 Resultat av HDI-diagram

HDI-diagram har konstruerats även för framsätesspassagerare för att visualisera resultatet från de statistiska modellerna. Diagrammen nedan visar en analys av flera olika faktorer där x-axelns variabel varierar mellan diagrammen. På y-axeln representeras sannolikheten för allvarlig skada, och färgerna i diagrammen åtskiljer könen. Den blå grafen visualiserar risken för kvinnor och den orangea grafen visualiserar risken för män.

**Ålder:** *Figur 4.28* visar könsuppdelningen av sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada vid olika åldrar för bältade framsätesspassagerare. I MAIS-datasetet (a) är skillnaden mellan könen tydlig: kvinnor har en markant högre sannolikhet för svår skada jämfört med män, oavsett ålder. Risknivån ligger stabilt runt 45–50 % för kvinnor och cirka 20 % för män, med en mycket svag nedgång med ökad ålder. I AIS-datasetet (b), som fokuserar på huvudskador, är ålderseffekten mer uttalad skaderisken minskar kontinuerligt för båda könen, särskilt efter 40 års ålder. Kvinnor uppvisar även här högre risknivåer än män, men könsskillnaden tenderar att minska i högre åldrar.



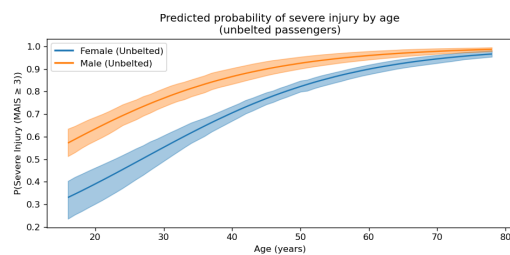
(a) Visar MAIS datasetet. Visar individens allvarligaste skada i någon kroppsdel.



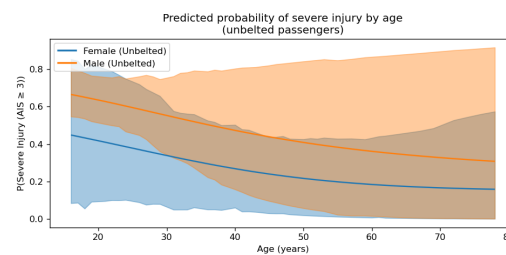
(b) Visar AIS datasetet. Visar fall med allvarliga skador på huvudet.

**Figur 4.28:** Sannolikheten för allvarlig skada ( $\text{MAIS}/\text{AIS} \geq 3$ ) beroende på ålder och kön, endast bältade passagerare.

Figur 4.29 visar könsuppdelningen av sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada vid olika åldrar för obältade framsätesspassagerare. I MAIS-datasetet (a) ses en tydligt stigande skaderisk med ökad ålder för båda könen, där män konsekvent har en högre sannolikhet än kvinnor. Skillnaden minskar dock i högre åldrar, där båda grupperna närmar sig en sannolikhet nära 100%. I AIS-datasetet (b), som fokuserar på huvudskador, minskar istället skaderisken med stigande ålder för både män och kvinnor. Här är könsskillnaderna mindre tydliga, och överlappande osäkerhetsintervall antyder att variationen mellan könen är mindre systematisk än i MAIS-modellen.



(a) Visar MAIS datasetet. Visar individens allvarligaste skada i någon kroppsdel.

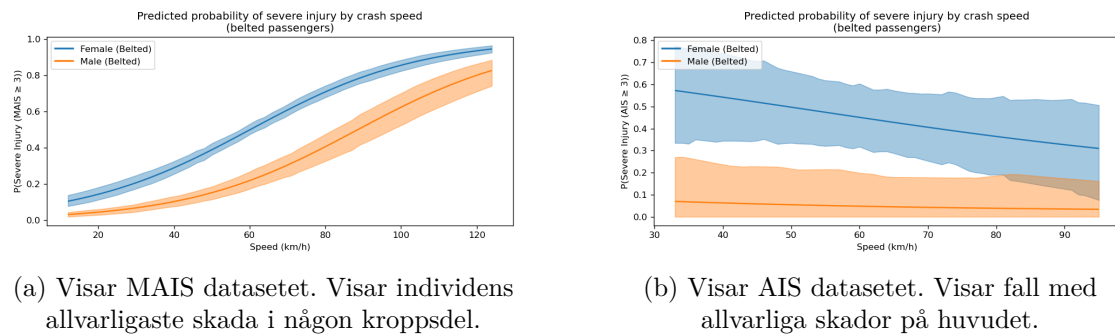


(b) Visar AIS datasetet. Visar fall med allvarliga skador på huvudet.

**Figur 4.29:** Sannolikheten för allvarlig skada ( $\text{MAIS}/\text{AIS} \geq 3$ ) beroende på ålder och kön, utan bälte.

**Hastighet:** Figur 4.30 visar hur sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada varierar med krockhastighet för bältade framsätesspassagerare, uppdelat på kön. I MAIS-datasetet (a) ses en tydlig och kraftigt stigande risk med ökande hastighet för både kvinnor och män. Kvinnor har konsekvent högre skaderisk än män i hela hastighetsintervallet, och skillnaden förstärks vid högre hastigheter där kvinnors risk närmar sig 100%. I AIS-datasetet (b), som fokuserar på huvudskador, ses istället ett motsatt mönster: skaderisken minskar med stigande hastighet för båda könen. Denna trend kan tyda på att huvudskador i vissa fall är vanligare vid lägre hastigheter, kanske på grund av andra typer av krockdynamik eller bältespåverkan. Även här ses högre risknivåer för kvinnor, men könsskillnaden är mindre dramatisk än i

## MAIS-modellen.

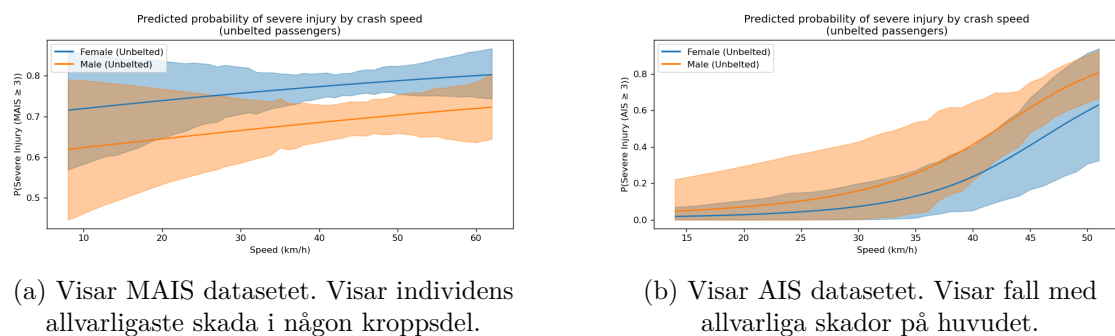


(a) Visar MAIS datasetet. Visar individens allvarligaste skada i någon kroppsdel.

(b) Visar AIS datasetet. Visar fall med allvarliga skador på huvudet.

**Figur 4.30:** Sannolikheten för allvarlig skada ( $\text{MAIS}/\text{AIS} \geq 3$ ) beroende på hastighet och kön, endast bältade passagerare.

Figur 4.31 visar sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada vid olika krockhastigheter för obältade framsätesspassagerare. I MAIS-datasetet (a) är könsskillnaden relativt liten, men kvinnor har generellt en något högre risk än män i hela hastighetsintervallet. Båda könen uppvisar hög risk redan vid låga hastigheter (70–80%), och risken är i stort sett konstant över olika hastigheter. I AIS-datasetet (b), som fokuserar på huvudskador, ses en kraftigt stigande skaderisk med ökad hastighet för både män och kvinnor. Här är dock könsskillnaden omvänd: män uppvisar betydligt högre sannolikhet för allvarliga huvudskador jämfört med kvinnor, särskilt vid högre hastigheter. Detta tyder på att riskbilden för obältade individer varierar kraftigt beroende på vilken typ av skada som studeras.



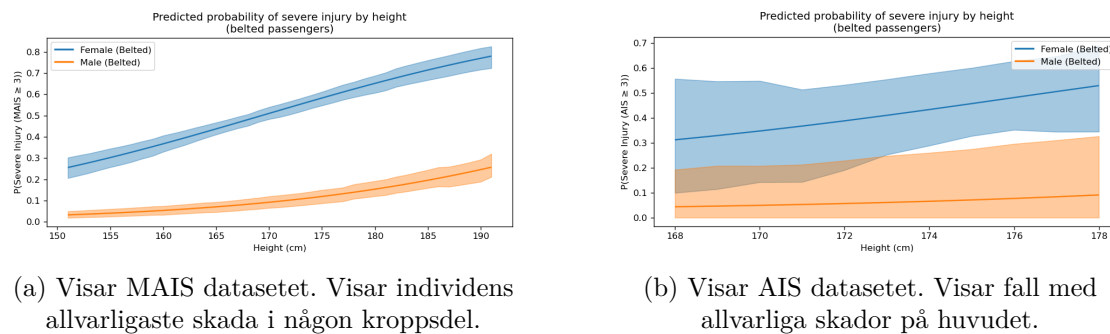
(a) Visar MAIS datasetet. Visar individens allvarligaste skada i någon kroppsdel.

(b) Visar AIS datasetet. Visar fall med allvarliga skador på huvudet.

**Figur 4.31:** Sannolikheten för allvarlig skada ( $\text{MAIS}/\text{AIS} \geq 3$ ) beroende på hastighet och kön, utan bälte.

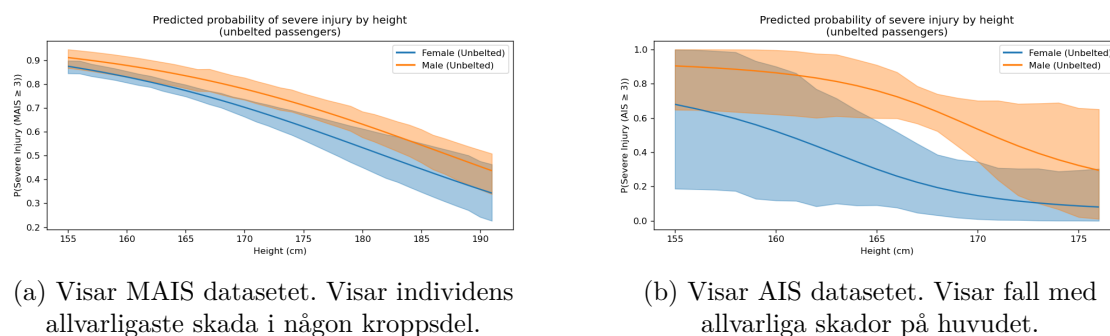
**Längd:** Figur 4.32 visar sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada vid olika krockhastigheter för obältade framsätesspassagerare. I MAIS-datasetet (a) är könsskillnaden relativt liten, men kvinnor har generellt en något högre risk än män i hela hastighetsintervallet. Båda könen uppvisar hög risk redan vid låga hastigheter (70–80%), och risken är i stort sett konstant över olika hastigheter. I AIS-datasetet (b), som fokuserar på huvudskador, ses en kraftigt stigande skaderisk med ökad hastighet för både män och kvinnor. Här är dock könsskillnaden omvänd: män uppvisar

betydligt högre sannolikhet för allvarliga huvudskador jämfört med kvinnor, särskilt vid högre hastigheter. Detta tyder på att riskbilden för obältade individer varierar kraftigt beroende på vilken typ av skada som studeras.



**Figur 4.32:** Sannolikheten för allvarlig skada ( $\text{MAIS}/\text{AIS} \geq 3$ ) beroende på kroppslängd och kön, endast bältade passagerare.

Figur 4.33 visar sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada i relation till kroppslängd för obältade framsätesspassagerare. I MAIS-datasetet (a) ses en tydlig negativ trend: risken för svår skada minskar med ökande längd för både kvinnor och män. Kvinnor uppvisar något lägre risk än män i hela längdintervallet, särskilt vid längre kroppslängd. I AIS-datasetet (b), som fokuserar på huvudskador, är könsskillnaden mer påtaglig. Män uppvisar klart högre risknivåer än kvinnor i samtliga längder, och risken sjunker successivt med ökande längd. Resultatet antyder att kortare individer, särskilt män, löper större risk för allvarliga skador i en olycka utan bälte, och att kroppslängd kan ha en skyddande roll – särskilt för kvinnor.

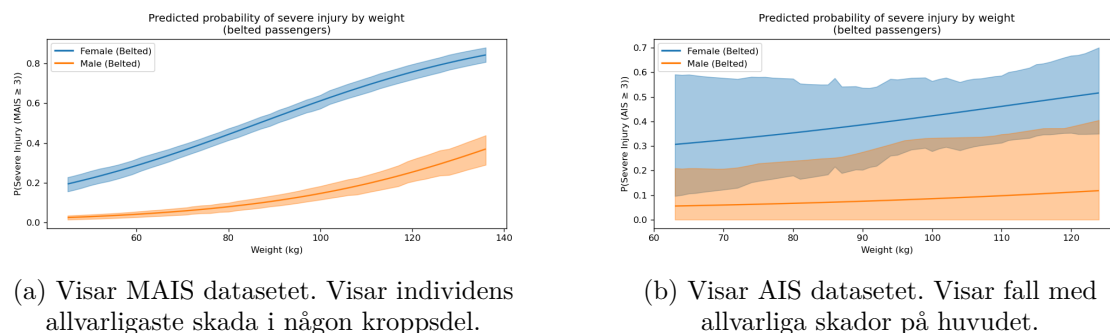


**Figur 4.33:** Sannolikheten för allvarlig skada ( $\text{MAIS}/\text{AIS} \geq 3$ ) beroende på kroppslängd och kön, utan bälte.

**Vikt:** Figur 4.34 visar hur sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada varierar med kroppsvikt för bältade framsätesspassagerare. I MAIS-datasetet (a) syns en tydlig ökning i skaderisk med stigande vikt för båda könen. Kvinnor uppvisar dock genomgående högre sannolikheter för svår skada än män, och könsskillnaden ökar med ökad vikt. Vid de högsta vikterna närmar sig kvinnors risk 80 %, medan männens risk ligger runt 40 %. I AIS-datasetet (b), som fokuserar på huvudskador,

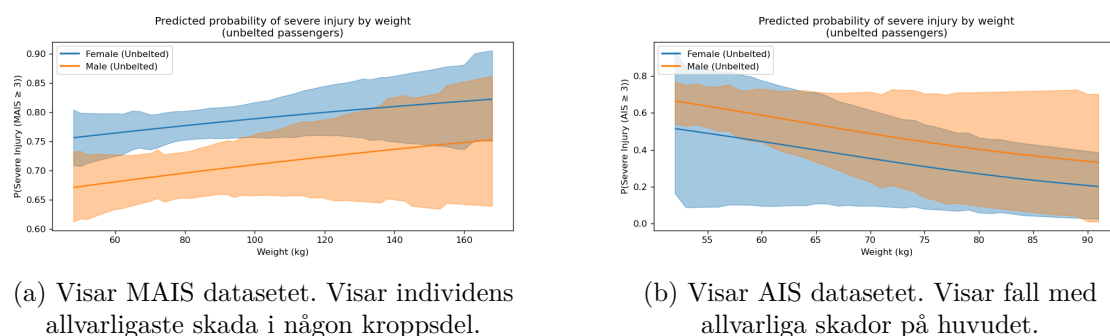
## 4. Resultat

är trenderna svagare men fortfarande närvarande: kvinnors risk ökar något med vikten, medan männens risk är generellt låg och relativt konstant. Skillnaden mellan könen är tydlig, vilket ytterligare pekar på att kroppsvikt och kön samverkar i hur skyddssystem påverkar skaderisk.



**Figur 4.34:** Sannolikheten för allvarlig skada ( $\text{MAIS}/\text{AIS} \geq 3$ ) beroende på kroppsvikt och kön, endast bältade passagerare.

Figur 4.35 visar hur sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada varierar med kroppsvikt för obältade framsätesspassagerare. I MAIS-datasetet (a) är skaderisken generellt hög för båda könen, men kvinnor har något högre sannolikheter än män över hela viktspannet. Risken ökar något med vikten för båda grupper, men nivåerna ligger redan högt från början (70–80%). I AIS-datasetet (b), som fokuserar på huvudskador, ses ett tydligt omvänt mönster: skaderisken minskar med ökad vikt, särskilt för kvinnor. Män uppvisar också en svagt negativ trend, men könsskillnaderna är mindre tydliga än i MAIS-datasetet. Dessa resultat antyder att kroppsvikt kan spela olika roller beroende på typ av skada, och att lägre vikt – särskilt hos kvinnor – är associerad med ökad sårbarhet vid huvudtrauma i trafikolyckor utan bälte.



**Figur 4.35:** Sannolikheten för allvarlig skada ( $\text{MAIS}/\text{AIS} \geq 3$ ) beroende på kroppsvikt och kön, utan bälte.

### 4.3 Övriga passagerare

Totalt 21 övriga passagerare för MAIS datasetet valdes ut från huvuddatasetet med alla passagerare inblandande i en frontalkrasch från 2017–2023. Dessa passagerare

var alla inblandade i frontalkrockar. Åldern av passagerarna varierade från 17 till 75 år (median 32 år), med en fördelning av 71 % kvinnor och 28,6 % män. Detta visas i *Tabell 4.5*. Totalt 137 skador uppstod bland passagerarna, vilket i genomsnitt är 6,5 skador per skadad passagerare. Av övriga passagerare var det 7 som fick 15 allvarliga skador (skador med  $AIS \geq 3$ ), varav 5 var kvinnor och 2 var män (se Bilaga A).

Ett AIS dataset för denna undergrupp av passagerare analyserades ej, då antalet övriga passagerare inblandande i en krasch med huvudskador var för lågt (totalt 7 fall). Därmed, alla resultat som presenteras under denna avdelning gäller endast för fall med det maximala AIS värdet för varje relevant passagerare.

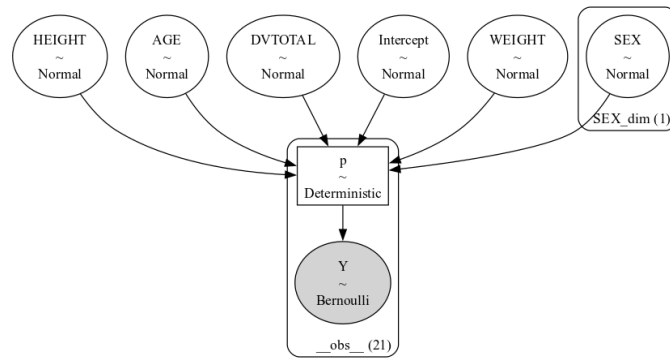
**Tabell 4.5:** Sammanfattande tabell över innehållet i de utvalda parametrarna för de MAIS datasetet för övriga passagerare.

Dataset	Kön	Antal	Ålder	Längd[cm]	Vikt[kg]	Hastighet[km/h]	Bälte
MAIS	Man	6	20–75	163–188	68–124	22–82	33 %
MAIS	Kvinna	15	17–69	152–175	48–98	12–51	67 %

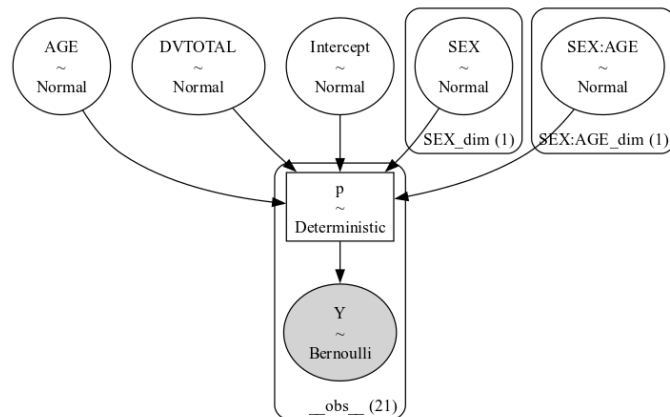
Alla multivariabla logistiska regressionsmodeller som utvecklades finns i *Tabell 4.6*. I denna tabell motsvarar varje rad en modell, dess fördelning av  $Y$  givet oberoende variabler och prestandan av modellen relativt andra modeller i tabellen. Varje modell innehöll prediktorvariablerna **SEX**. Modell 12 presterade bäst av alla modeller med ett *elpd\_loo* (expected log pointwise predictive density) värde av -8,65. Eftersom det är få antal kraschfall i MAIS datasetet för övriga passagerare inkluderades ytterligare en modell, vilket är modell 13. Modell 13 har en liknande fördelning till modell 12, förutom att variablerna **HEIGHT** och **WEIGHT** exkluderas. Dessutom har modellen en interaktion mellan variablerna **SEX** och **AGE**. *Figur 4.36* och *4.37* visar fördelningen av de slutliga modellerna.

**Tabell 4.6:** Modelljämförelse baserat på *elpd\_loo* från bäst till sämst prestanda

Modell	Fördelning	Prestanda [ <i>elpd_loo</i> ]
Model 12	$Y \sim SEX + AGE + HEIGHT + WEIGHT + DVTOTAL$	-8.652757
Model 16	$Y \sim SEX \times AGE + DVTOTAL + HEIGHT + WEIGHT$	-8.951374
Model 13	$Y \sim SEX \times AGE + DVTOTAL$	-9.643247
Model 6	$Y \sim SEX + AGE + DVTOTAL$	-9.737650
Model 11	$Y \sim SEX + AGE + DVTOTAL + WEIGHT$	-9.949488
Model 5	$Y \sim SEX + AGE + HEIGHT + WEIGHT$	-9.995519
Model 14	$Y \sim SEX \times DVTOTAL + AGE$	-10.332822
Model 15	$Y \sim SEX + AGE \times DVTOTAL$	-10.407482
Model 10	$Y \sim SEX + DVTOTAL + WEIGHT$	-10.736292
Model 4	$Y \sim SEX + AGE + WEIGHT$	-11.247640
Model 9	$Y \sim SEX + AGE + PARAIRBAG$	-11.695570
Model 2	$Y \sim SEX + AGE$	-11.984645
Model 7	$Y \sim SEX + AGE + BELTUSE$	-12.277610
Model 3	$Y \sim SEX + AGE + HEIGHT$	-12.373144
Model 8	$Y \sim SEX + AGE + MODELRY$	-12.390892
Model 1	$Y \sim SEX$	-14.938867

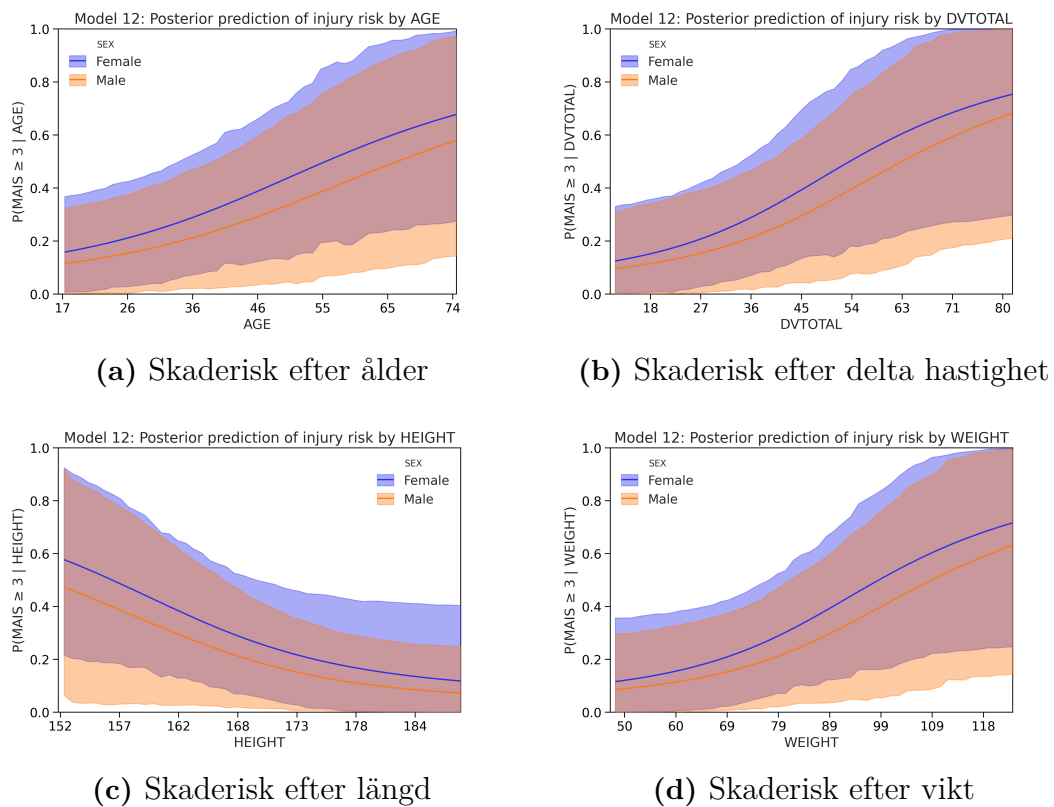


**Figur 4.36:** Diagram av fördelningen för modell 12



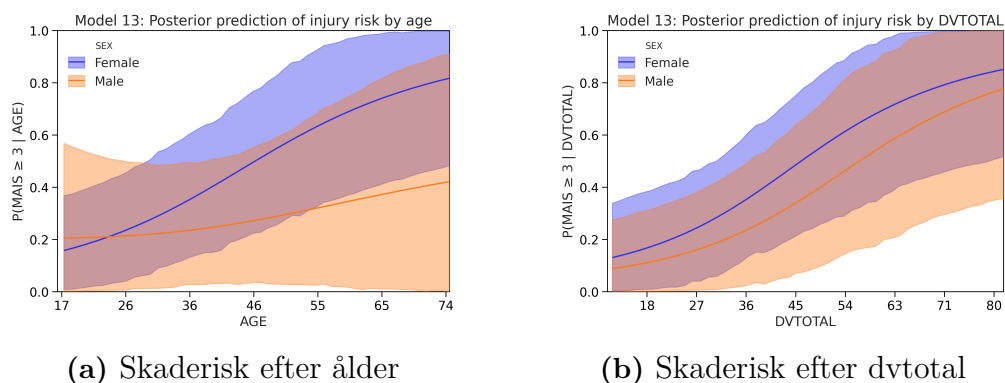
**Figur 4.37:** Diagram av fördelningen för modell 13

HDI-diagrammen som presenteras i *Figur 4.38* visar sambandet mellan de olika faktorerna och sannolikheten för att övriga passagerare ska drabbas av allvarliga skador ( $\text{MAIS} \geq 3$ ). Modell 12 visar att risken för allvarligare skada ökar för övriga passagerare när variablerna ålder, längd och vikt ökar. För längd som prediktorvariabel minskar sannolikheten att skadas allvarligt för längre individer. Den visar också att sannolikheten för kvinnor att skadas i positionen som övriga passagerare är i genomsnitt högre över alla variabler.



**Figur 4.38:** HDI-plottar uppdelad efter prediktorvariabler för modell 12

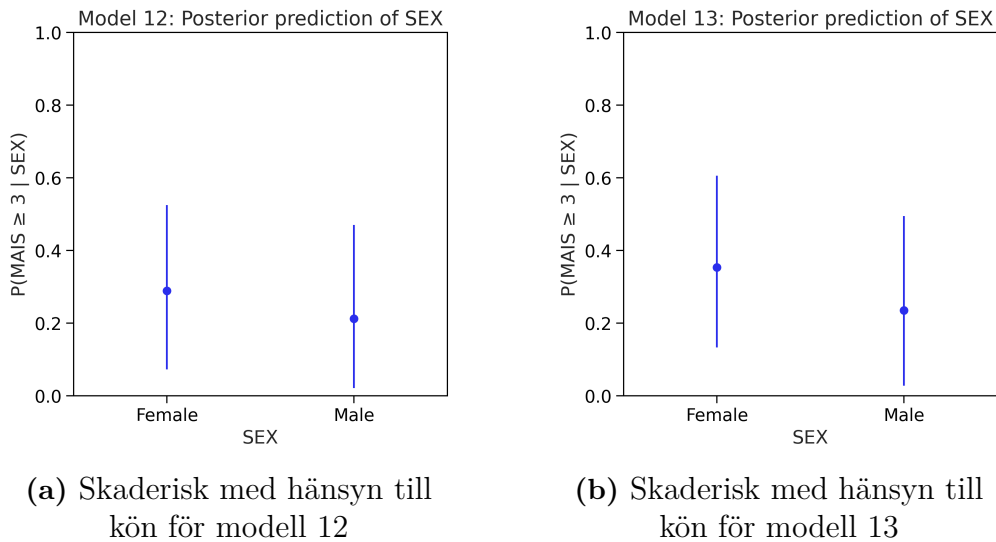
Figur 4.39 visar att risken för allvarliga skador ökar när ålder och hastighet ökar som det gör för modell 12. Vidare är skaderisken i genomsnitt högre för kvinnor än män för båda prediktorvariablerna. Däremot skiljer sig modell 13 från modell 12 för skaderisken efter ålder, där sannolikheten är högre för män vid yngre ålder.



**Figur 4.39:** HDI-plottar uppdelad efter prediktorvariabler för modell 13

Figur 4.40 visar sambandet mellan sannolikheten av en allvarlig skada och kön för både modell 12 och modell 13. Varje figur visar medelvärdet och standardavvikelsen

för män och kvinnor. För både *Figur 4.40a* och *Figur 4.40b* är sannolikheten i genomsnitt högre för kvinnor än män. Dock är sannolikheten högre för kvinnor i modell 13 jämfört med modell 12.



**Figur 4.40:** HDI-plottar uppdelad efter kön för modell 12 och 13

*Tabell 4.7* visar de posteriora fördelningarna för varje variabel i modellerna. I modell 12 inkluderar HDI-intervallen för varje variabel en oddskvot nära noll. I modell 13 är oddskvoten nära noll endast för variabeln **SEX** och interaktionen **SEX:AGE[Male]**. I modell 12 visar resultaten att oddsen är lägre för män (**SEX**) samt för längre individer (**HEIGHT**). Oddsen ökar däremot med högre ålder (**AGE**), ökad kroppsvikt (**WEIGHT**) samt högre delta-hastighet vid kollision (**DVTOTAL**). Trots att oddskvoten är nära noll i HDI för alla variabler i modell 12, bör mönstren ändå ses som potentiellt intressanta. Vidare visar resultaten från modell 13 att oddsen är lägre för män och är högre med högre ålder, samt högre delta-hastighet vid kollision.

**Tabell 4.7:** Sammanfattning av posteriora fördelningar  
(oddskvoter) för modellerna

<b>(Modell 12)</b>	<b>medelvärde</b>	<b>standardavvikelse</b>	<b>hdi_3%</b>	<b>hdi_97%</b>
Intercept	0.372	1.947	0.110	1.373
SEX[Male]	0.591	2.456	0.096	2.738
AGE	2.633	1.791	0.827	7.256
HEIGHT	0.394	1.898	0.118	1.303
WEIGHT	2.746	1.935	0.845	10.176
DVTOTAL	2.754	1.851	0.857	8.438
<b>(Modell 13)</b>	<b>medelvärde</b>	<b>standardavvikelse</b>	<b>hdi_3%</b>	<b>hdi_97%</b>
Intercept	0.518	1.842	0.155	1.543
SEX[Male]	0.499	2.261	0.097	2.173
AGE	3.644	1.860	1.130	11.439
DVTOTAL	3.281	1.808	1.102	10.318
SEX:AGE[Male]	0.426	2.565	0.080	2.712



# 5

## Diskussion

Flertalet aspekter behöver tas i hänsyn vid utvärdering av denna studien. Initialt kan det diskuteras huruvida datan som används representerar verkligheten eller inte. Då datan endast kommer från en amerikansk databas där alla fall har inträffat i USA kan resultatet av detta projekt skilja sig något mot om data från exempelvis Europa hade analyserats. USA:s trafik och lagar skiljer sig på flera olika sätt mot många andra länder, till exempel Europa och Sverige, där reglering av trafik hanteras annorlunda. I flera av USA:s delstater får man ta körkort för bil redan vid 16 års ålder, till skillnad mot många andra länder där åldern för att ta körkort är högre (oftast 18 år) [21]. Denna skillnad kan påverka hur skadeutbredningen ser ut eftersom yngre personer oftast saknar utvecklingen av den del av hjärnan som styr beslutsfattande [23]. En konsekvens av detta kan vara att frekvensen av krockar och skador presenteras som högre än vad det hade varit i länder där åldern för att ta körkort är högre.

En annan intressant punkt att beakta vid analys av resultaten i detta projekt är att USA har ett betydligt högre antal invånare än många andra länder, speciellt jämfört med Sverige. Det stora antalet invånare bidrar till att en större mängd fordon och individer befinner sig i trafiken, vilket leder till att risken för att möta individer i trafiken som tar större risker eller saknar kontroll av fordonet är mycket större. Ju fler som befinner sig i trafiken desto fler fordon och individer riskerar att inblandas i potentiella krockar, samt att det finns fler som kan orsaka en trafikolycka [6]. Detta innebär att analysen av resultaten från detta projekt förmodligen representerar andra länder, där frekvensen av fordon i trafiken är liknande USAs, bättre.

När det gäller trafikregler och mängden individer som upprätthåller dessa regler kommer det också skilja sig beroende på land/stad/delstat man befinner sig i. Genom att ha olika regler i trafiken kan det skilja sig i hur välutvecklade dessa är för att så många som möjligt skall förstå och följa dem. Till exempel får man i flera delstater i USA alltid svänga höger i en korsning oavsett om det är rött ljus eller inte vilket man inte får i Sverige [7]. En sådan skillnad kan göra att risken för att krocka med någon av att man missat upptäcka ett annat fordon ökar på grund av att reglerna inte begränsar den risken ytterligare. Även andra skillnader i trafikregler som innebär att risk för misstolkning av dem ökar beroende på hur landet hanterat/reglerat dem kan bidra till ökade krockfall.

Eftersom det tidigare noterats att större fordon skapar större skador på mindre fordon kan man också diskutera huruvida olika länder tenderar att ha majoriteten

stora eller små fordon [22]. Eftersom USA ibland kännetecknas av att ha fler stora fordon i trafiken kommer det även innebära att de mindre fordon som befinner sig i trafiken kring dessa större fordon löper större risk för att fara mer illa i en potentiell krock.

En annan aspekt att diskutera är sättet den tillgängliga datan filtreras för att passa denna studie. Efter inhämtning av datan noterades att många av fallen saknar datapunkter, det innebär att vissa fall kan sakna information om krockhastighet, individens vikt, individens ålder, användning av säkerhetsbälte och så vidare. Initialt hämtades endast de variabler från databasen som har information relaterat till det studien vill analysera. Det skapades alltså nya dataset där endast de fall som inkluderar de intressanta parametrarna togs med. Eftersom flera CSV filer kombinerades för att kunna hämta de relevanta variablerna genererades många rader i datasetet där kolumner ibland saknades. Dessa rader med avsaknad information i vissa parametrar ignorerades och ett nytt dataset med fall som inkluderar alla parametrar utan saknad information skapades. Genom att ignorera hela rader innebär det att många fall tappas, som skulle kunna inkludera viktig information i de parametrar som fanns kvar trots att någon var noll. Saknas till exempel information om vilken typ av bil som används så kommer även informationen vid den kraschen angående individens parametrar också att tas bort även om de kan ha bidragit till mer exakt information kring till exempel ålder, vikt och längd.

Vidare medförde även filtreringen som innebar att valet av typ av krasch, individ och skada, att ytterligare datapunkter förlorades men detta leder till att fokuset till större del kan läggas på den data man vill analysera. Som i detta projekt där endast frontalkrockar med skada på individens huvud analyserats i ett av dataseten. Frekvensen för risken att skadas i trafiken kan påverkas av detta då andra typer av skador möjligtvis är vanligare samt att andra typer av krockar kan ha högre frekvens kopplat till typen av skada som valts. Detta gjorde att ett annat dataset användes som inkluderade detta istället. Till exempel är en allvarlig skada på huvudet möjligtvis vanligare i en krock med infallsvinkel på sidan av bilen eller bakom bilen, vilket i detta projekt skulle ge en orättvis bild av hur frekvensen av huvudskador ser ut i trafiken i allmänhet.

Resultaten av stapeldiagrammen för hela datasetet innan indelning till de olika undergrupperna visas i *Figur 4.1*. I figuren kan det observeras att män förekommer oftare i många staplar och en anledning till detta skulle kunna vara att män oftare befinner sig i trafiken och därmed blir risken för att en man skadas allvarligt högre. Detta styrktes också när innehållet i datan presenterades och antalet män var fler än kvinnor initialt. Att skadorna också har högre frekvens i yngre åldrar kan vara kopplat till det faktum att hjärnans del som styr beslutsfattande inte är fullt utvecklad hos yngre vilket gör att yngre förare tenderar att ta högre risker [23]. Eftersom denna data täcker hela datasetet och inte bara förare får det också tas i beaktning att passagerare oftare är yngre. Till exempel föräldrar som kör sina barn eller yngre förare som har sina jämnåriga vänner som passagerare. Detta kan bidra till att antalet skadade i de yngre åldrarna kan öka då fler yngre passagerare får

plats i en och samma bil jämfört med föraren som endast kan vara en. När diagrammet tar hänsyn till de olika allvarlighetsgraderna istället för att jämföra män med kvinnor är antalet fall lika många i de olika staplarna men en ökad förståelse för vad datan visar skapas. Eftersom MAIS hanterar den allvarligaste skadan hos en individ och AIS i denna rapport hanterar allvarlighetsgraden vid en skada på huvudet kan resultaten i *Figur 4.2* även vara av intresse. Där visas att MAIS-diagrammet innehåller fler fall med allvarliga skador än vad AIS-diagrammet gör. Det är rimligt då MAIS endast ska ta hänsyn till den allvarligaste skadan hos varje individ och därmed kommer allvarlighetsgraden öka i de skador som räknas med i diagrammet. Eftersom mängden allvarliga skador är såpass mycket mer frekventa i MAIS än i AIS kan detta antas vara på grund av att de skador som återfinns i MAIS-diagrammet inte är skador på huvudet. Med andra ord är den ökade frekvensen av allvarliga skador i MAIS diagrammet på grund av att individen skadat en annan kroppsdel allvarligare än huvudet i flera fall, eller möjligtvis endast skadat andra kroppsdelar än huvudet. Mängden allvarligare huvudskador som visas i AIS-diagrammet i denna figur är alltså betydligt färre och fler av fallen är istället lindriga skador.

Trots att AIS och MAIS mäter olika aspekter av skador kan en jämförande analys av båda variablerna ge en djupare förståelse för skademönster och att skador på andra delar av kroppen än huvudet oftare leder till allvarligare skador. I MAIS-diagrammet visas endast skadan med högst allvarlighetsgrad, vilket innebär att om en individ exempelvis har en huvudskada, men samtidigt en mer allvarlig skada i rygg, knä eller annan kroppsdel, kommer det endast vara den sistnämnda som representeras i MAIS. Detta visas i *Figur 4.2*.

Skillnaden mellan MAIS och AIS blir ännu tydligare då resultaten från *Figur 4.3* analyseras. Andelen allvarliga skador är högre för både män och kvinnor i MAIS-diagrammet, medan de två lägsta allvarlighetsnivåerna är högst i AIS-diagrammet. Att de låga allvarlighetsgraderna (1 och 2) förekommer med högst frekvens i AIS-diagrammet tyder på att trots att det är många män och kvinnor som drabbats av skador på huvudet, är majoriteten av dem lindriga. Eftersom skadorna på huvudet främst är av lindrig allvarlighetsgrad kan inte de höga antalen allvarliga skadefall i MAIS-diagrammet vara huvudskador. Detta tyder på att majoriteten av allvarliga skador är skador på andra kroppsdelar än huvudet. De variabler som används i denna studie som beroende variabler bedömer en skadas allvarlighetsgrad utifrån hur stor risken är att individen dör av sina skador. En koppling kan dras till att om individer skadas i kroppsdelar som lättare blöder mycket, som till exempel thorax eller större skador på armar och ben, är risken större att man dör av att man förblöder. Skador på huvudet bidrar snarare till skador som individen får lära sig att leva med då skadan har skapat någon funktionsnedsättning av något slag. För att se vilken skada som klassas som högst allvarlighetsgrad sett till långvariga efterföljande problem behöver en annan typ av beroende variabel analyseras. Det är viktigt att beakta att huvudskador i samtliga diagram i denna studie kan framstå som mindre allvarliga, trots att de i praktiken kan ha betydande konsekvenser för individens långsiktiga hälsa och funktionsförmåga.

## 5.1 Förare

Datasetet vid analys av föraren har minskat ytterligare jämfört med det totala antalet fall för att fallen i någon av passagerarsätena nu inte inkluderas. Då majoriteten av datan innehöll förare är datasetet fortfarande av godtycklig mängd för att kunna dra rimliga antaganden och diskussioner kring resultat kopplat till verkligheten.

Genom att analysera resultaten i *Tabell 4.1* som förtydligar innehållet i dataseten noterades det att männen är fler i båda dataseten vilket kan bero på flera anledningar. Det skulle kunna vara för att män tar fler risker i trafiken än kvinnor och därmed förekommer oftare i data över skador i trafiken. Det kan också vara att män oftare befinner sig i trafiken som förare jämfört med kvinnor och därmed också kommer ha fler fall av olyckor. Om så är fallet är det rimligt att antalet skador är fler för män då risken för att krocka med en man eller att män krockar med varandra är högre om det är fler män än kvinnor i trafiken. Därför är det viktigt att ta med fler parametrar för att se om män och kvinnor på förarpositionen skiljer sig på andra sätt för att kunna avgöra om det är mängden män i trafiken som påverkar resultaten eller om det är ett högre risktagande som avgör. Eftersom diagrammen visar allvarliga skador kan man anta att kvinnor kör mer försiktigt/regelrätt eller inte befinner sig i trafiken lika ofta eftersom de förekommer mer sällan i diagrammen. Hade alla olycksfall analyserats, även de som medför lindriga skador, kan diagrammen ha sett annorlunda ut om det även innefattar fler kvinnor som skadas men inte lika allvarligt.

### 5.1.1 Diskussion av EDA för förare

**Ålder:** I första figuren i resultat för förare, *Figur 4.4*, visas skadefördelningen på allvarliga skador beroende på ålder. Figuren visade att yngre förare hade högst frekvens av allvarliga skador. Detta skulle kunna kopplas till att hjärnorna på yngre personer inte till en början är fullt utvecklade i den delen som styr beslutsfattande [23]. Det kan leda till att förare i dessa åldrar är mer benägna till att ta ökade risker i trafiken vilket medför ökad risk att hamna i olyckor och därmed också ta skada. Många i dessa åldrar har kanske inte heller så mycket konsekvenstänk då de mestadels kan ha sig själv i fokus och inte så mycket annat man är rädd om [25]. Man kan också se att antalet skador i åldrarna därefter avtar vilket både kan kopplas till ökad mognad och mindre risker [27]. Det kan också kopplas till att fler efter 25 års ålder färdas med andra än sig själv i bilen på grund av att man till exempel skaffat familj som kanske leder till att föraren kör mer försiktigt. Resultatet visar också en minskning vid ökad ålder vilket kan ha att göra med att man möjligtvis är mer medveten om riskerna med att vara i trafiken. Vidare syns att från 70 års ålder minskar antalet fall markant och förmodligen beror detta på att det inte är lika många i dessa åldrarna som kör bil. Både för att individer i högre frekvens går bort i dessa åldrar men också för att många tappar förmågan att kunna köra på grund av åldrandet. De olycksfall som sker bland den äldre generationen beror antagligen på den anledningen att deras kroppar inte längre är lämpliga att befinna sig i trafiken [19]. De kan både ha tappat fysisk och kognitiv förmåga att kunna göra säkra beslut

i trafiken. Att det ändå är olycksfall för dem kan bero på att de inte själva uppfattar att de inte längre kan framföra fordon på ett säkert sätt.

**Hastighet:** En annan variabel som är viktig för att bedöma vad som faktiskt utgör skillnaden i risken för allvarliga skador mellan män och kvinnor är hastigheten som fordon framförs i. Resultaten för detta visades i *Figur 4.5* där det också presenterades att män i allmänhet kör fortare än vad kvinnor gör. Detta kan kopplas till att det tidigare diskuterades om det var antalet män i trafiken som påverkade resultaten eller om det var att män tar högre risker som gör att resultaten visar det som de visar. Med hastigheten i åtanke kan det antas att män tar högre risker i trafiken då de förekommer oftare bland de allvarliga skadorna i högre hastigheter och endast män förekommer från 100 km/h och uppåt. Att hastigheterna 30-70 km/h är de vanligaste som förekommer trots att de är relativt låga kan bero på att det är vanliga hastighetsnivåer i trafiken. Det kan även bero på att om fordonet framförts i högre hastighet och föraren hunnit upptäcka att krock är på gång så hinner föraren också bromsa till olika grad vilket tar ner hastigheten vid krock. Det resonemanget skulle också kunna förklara varför det finns allvarliga skador bland förare i låga hastigheter hela vägen ner till 10-20 km/h. I MAIS figuren är det ingen större skillnad på antalet skadade män och kvinnor vid de olika hastigheterna, vilket tyder på att de huvudskador som visualiseras i AIS(b) diagrammet inte utgör majoriteten av skadade kroppsdelar som syns i MAIS(a) diagrammet. Återigen behöver antalet förare i MAIS datasetet tas hänsyn till då de är många fler än i AIS datasetet.

**Längd:** Nästa variabel som analyserades var förarens längd där resultaten visade att män oftare är längre än vad kvinnor är. Detta visades i *Figur 4.6* där de kvinnliga förarna förekom främst upp till längden 175 cm och förekom inte alls från 185 cm och uppåt. Eftersom det vanligaste intervallet av längd som drabbas av allvarliga skador i datasetet till stor del utgörs av män, kan det tolkas att genom att de drabbade är kring medellängden för män och de även befinner sig oftare i trafiken, samt tar mer risker kommer denna stapeln ha många fall med skador.

Eftersom diagrammen fördelar sig ganska jämnt runt medellängden för de olika könen säger dessa diagram inte så mycket om att längden skulle vara en bidragande faktor till att man skadas mer i trafiken. Diagrammen talar snarare om att medellängderna, som också förekommer i intervallen som har flest allvarligt skadade fall, kommer ha ökad risk för skador på grund av att flest människor är av dessa längder.

**Vikt:** Den sista variabeln av förarens egenskaper var vikt. Dessa resultat visades i *Figur 4.7* där den högsta frekvensen av allvarliga skador befann sig i intervallen 70-80 kg och 80-90 kg. I dessa intervall var det också majoriteten män vilket återigen kan tyda på att fler män befinner sig i trafiken och möjligtvis också tar fler risker. Eftersom resultaten visade att de allvarliga skadorna är främst mellan 60-90 kg kan man göra antagandet att det ser ut så för att det är runt medelvikten för män och kvinnor. Kvinnornas allvarliga skador har högst frekvens i 60-70 kg vilket visar att kvinnor generellt väger mindre än män trots att det finns olycksfall med kvinnor som väger mer än medelvikten för män samt män som väger mindre än medelvikten för kvinnor. Precis som längden talar diagrammet över viktfordelningen mer om att

medelvikten är flest till antal och kommer därmed också förekomma oftare i olyckor. Variabeln säger egentligen inte så mycket om att en ökad eller minskad vikt skulle bidra till en ökad risk för allvarliga skador i trafiken.

**Bältesanvändning:** För att vidare analysera huruvida män eller kvinnor skulle ta mer risker i trafiken används variabeln för användning av bälte vars resultat presenterades i *Figur 4.8*. Resultatet visade att män är mer benägna till att inte bära bälte. Detta kunde antas redan i *Tabell 4.1* där procenten för andelen som använder bälte var runt 80 % för kvinnor i båda dataseten medan männen låg på runt 70 %. Genom att kombinera denna informationen med vetskapen om att män också kör fortare kan man med mer säkerhet säga att de tar fler risker i trafiken än kvinnor. Det kommer leda till fler skador på sig själva och andra män då de fortfarande förekommer fler män i trafiken som förare. En annan aspekt att ha i åtanke är att det i denna figuren visar antal fall där ett standard trepunktsbälte har använts. Datan skulle möjligtvis sett annorlunda ut om alla typer av bälten räknades in, det skulle bero på hur vanligt det är att andra typer av bälten används i USA samt hur höga krav det finns på att bära bälte och av vilken sort bältet ska vara.

### 5.1.2 Diskussion av modellerna för förare

För att till en början kunna utvärdera modellerna och hur de olika prediktorvariablerna påverkar risken att skadas allvarligt får man kolla de parametrar som modellen ger kring varje variabel. Detta resultat presenterades i *Tabell 4.2*. Medelvärdet presenterar vart i förhållande till 0 variabel befinner sig. Ett positivt medelvärde tydde på att variabeln bidrog till en ökad risk för allvarlig skada och negativt värde bidrar till minskad risk. Beroende på hur variabeln är kodad kan detta tolkas mer specifikt. Mer man får ta hänsyn till är högsta densitetsintervallen som talar om var det nästan minsta värdet av en variabel befinner sig och var det nästan högsta värdet befinner sig. Detta kan utöver medelvärdet skapa en uppfattning om variabelns spridning. Om medelvärdet är negativt eller positivt men nära noll kan det innebära att en variabel inte har så stor påverkan på om individen kommer drabbas av allvarlig skada eller ej. Om nollan inkluderas i högsta densitets intervallet innebär det att en variabel inte innehåller data som påverkar den beroende variabeln. Skulle hela intervallet istället vara på positiva eller negativa sidan innebär det att variabeln mer eller mindre bidrar till ökad respektive minskad risk för att skadas allvarligt.

Genom att både analysera denna *Tabell 4.2* och kolla över de plottar som visualiserar dessa intervall i *Figur 4.9* visade resultaten att *dvttotal* som är hastigheten har hög sannolikhet att bidra till en ökad risk för allvarlig skada då hastigheten är ökad. Variabeln för bältesanvändning visades vara mycket negativ i diagrammet för MAIS vilket visar att användning av bälte minskar risken för allvarlig skada i någon kroppsdel. Dock var samma variabel spridd runt nollan i diagrammet för AIS som då innebär att användning av bälte inte har någon större påverkan på om föraren riskerar allvarlig skada på huvudet. Detta kan bero på att bältet till störst del försäkrar att själva kroppen sitter där den sitter medan huvudet fortfarande kan

röra sig i flera riktningar. Att huvudet kan röra sig mer ökar risken för att man stöter i t.ex. bilens interiör vid krock. Om krockkudden dessutom utlöser kan det i vissa fall ge skador på huvudet som skulle kunna bidra till fall i datasetet [8]. Dessa variabelbeteenden stämmer överens med vad som fanns i EDA vilket tyder på att prediktorerna överensstämmer med datan. Att ökad hastighet och avsaknad av bälte är förknippade med ökad risk för skada stämmer överens med tidigare forskning av trafikolyckor. Ett fynd som avviker från tidigare antaganden om att kvinnor löper större risk för allvarliga skador var att i både EDA och modellering uppvisade generellt män högre skadegrad än kvinnor. Återigen kan detta vara för att män oftare befinner sig i trafiken samt tar fler medvetna risker.

### 5.1.3 Diskussion av spaghetti diagram för förare

För att visualisera de resultat som modellernas parametrar och EDA diagrammen visade gjordes spaghetti plottar för att visualisera sannolikheten för olika kategoriserade grupper att drabbas av allvarlig skada. Dessa syns i bilderna från *Figur 4.10* till och med *Figur 4.21*. Utöver vad resultaten visade kring de olika variabelernas påverkan på sannolikheten kunde också en trend i hur de olika kategoriserade individerna låg i förhållande till varandra. Minst sannolikhet för allvarlig skada i någon kroppsdel hade kvinnor med bälten samt att personer som använder bälte generellt har större chans att undkomma allvarliga skador. När det gällde allvarliga skador på huvudet hade kvinnor en minimalt högre sannolikhet att drabbas jämfört med män men användning av bälte hade nästintill ingen betydelse. Detta stämmer ganska bra överens med vad man initialt tror med tanke på att fler kvinnor tycks drabbas av whiplash skador vilket är nära en huvudskada samt att män tros köra mer riskfylld än kvinnor [5] [25]. Att kvinnor generellt är lindrigare skadade i trafiken kan både bero på att fler kvinnor kör försiktigt och är noggrannare med regler vilket gör att de minskar riskerna för att drabbas allvarligt i olyckor. Det kan också bero på att de inte förekommer i trafiken som förare i samma utsträckning som män. Skulle det vara så att kvinnor kör mer försiktigt och regelrätt kanske krockdockors design efter en manlig anatomi blir svårare att analysera, angående huruvida de kan representera den verkliga risken kvinnor utsätts för eller inte.

**Hastighet:** De spaghetti plottar som har avsevärda skillnader i form jämfört med de andra är de tre som inkluderar hastigheten, se *Figur 4.13*, *4.14* och *4.15*. De bekräftar tidigare antaganden om hur en ökad hastighet påverkar skadebilden. De visar tydligt att sannolikheten för en skada med högre allvarlighetsgrad ökar markant för alla kategorier då hastigheten ökar. Detta kan tolkas som att oavsett vad det är för person som sitter i förarsätet kommer risken för en allvarlig skada att vara hög då hastigheten är hög. Med andra ord spelar det då inte längre någon roll hur gammal man är, hur lång man är eller vad man väger. Även användningen av bälte är nästintill oväsentlig då sannolikheten för allvarlig skada när bältet används är nästan lika hög som de fall där bältet inte använts. Ju högre hastigheten blir desto mindre betydelse har bältet för att förhindra en allvarlig skada, vilket syns i *Figur 4.13*. Att ökad hastighet ökar risken för allvarlig skada gäller även då endast

huvudskador undersöktes men de ökar inte lika kraftigt i sannolikhet då hastigheten ökar. Samt att män och kvinnors sannolikhet ökar lika fort vilket återigen tyder på att det inte är någon skillnad mellan män och kvinnors risk för skada på huvudet.

**Ålder:** Vid analys av huruvida ålder ökar/minskar risken för allvarlig skada gjordes observationer och analys av resultaten som visades i *Figur 4.10*, *4.11* och *4.12*. En ökad ålder visade sig öka risken för att drabbas av en allvarlig skada. Här var resultatet tydligt i att alla åldrar har en betydligt ökad risk då bältet inte används, se *Figur 4.10*. Eftersom hastigheten antas vara densamma och medelhög för alla i figurerna där ålder undersöks kan det antas att bältesanvändningen är mycket viktig vid hastigheter runt medelhastigheten och under. Risken för att skada någon kroppsdel allvarligt är högst för män som inte använder bälte bland alla åldrar men även högst i de fallen där bälte har använts. Återigen kan detta bero på att män förekommer oftare i dessa dataset och kanske hade diagrammen visat annorlunda om män och kvinnor var lika många. Observationerna som görs vid analys av diagrammet som visar risken för allvarlig huvudskada är att fler män har drabbats av det men risken är högre för kvinnor. Det innebär att procentuellt är risken högre för de kvinnor som kör bil men eftersom det är fler män i trafiken som förare kommer de också förekomma oftare i skador. Risken för huvudskada ökar med åldern och detta skulle kunna vara på grund av att äldre inte längre har samma muskelmassa som hjälper till att klara av en krock lindrigare samt att skelettet blir skörare med ålder [19].

**Längd:** Initialt antogs att personer som är längre än en medelperson har större risk för att bli skadad allvarligt, då de vid krock lättare skadar extremiteter så som att ben kläms på grund av minskad yta mellan säte och delen av bilen under ratten [29]. Genom att analysera individernas längd i *Figur 4.16*, *4.17* och *4.18* kan det utläsas att risken för att skada någon kroppsdel allvarligt är högre för förare som är längre oavsett om bältet används eller inte. Detta kan kopplas till att längre förare riskerar skada av extremiteter oftare då man sett att utlösning av airbag kan utgöra skador på underarmar till exempel samt att nedre extremiteter kläms mellan nedre delar av instrumentbräda och pedaler[8]. Att kvinnorna har lägre risk för allvarlig skada kan bero på att de generellt är kortare och därmed inte förekommer lika ofta bland de som skadas i de övre längderna. Att användning av bälte också verkar ha en ökad risk när längden ökar kan bero på att bältet inte är anpassat för längre människor och därmed inte skyddar lika bra som hos de kortare personerna. Även utan bälte verkar längre personer skadas mer allvarligt vilket återigen kan vara för att bilens yta inte är gjord för långa personer.

**Bältesanvändning:** Till sist visade *Figur 4.19*, *4.20* och *4.21* att användning av bälte minskade risken för att bli allvarligt skadad för alla vikter och att kvinnor även har mindre risk oavsett om de har bälte eller inte. Risken minskade också då vikten ökade, vilket kan vara för att det inte är så många personer som väger uppemot 150 och 200 kg. Därmed minskar risken för skada vid krock, samt att kvinnor inte förekommer som förare lika ofta. Även för de olika vikterna var risken för allvarlig huvudskada ungefär samma för män och kvinnor men att risken ökar då vikten ökar.

## 5.2 Framsätesspassagerare

Analysen av framsätesspassagerare visar tydliga könsskillnader i skador vid trafikolyckor. Som sammanställs i *Tabell 4.3* har kvinnor markant högre bältesanvändning, särskilt i AIS-datasetet (78 % jämfört med mäns 29 %) [31]. Samtidigt uppvisar kvinnor lägre skadegrad trots att de i genomsnitt utsatts för högre krockhastighet och har högre kroppsvikt. Detta antyder att bältesanvändningen spelar en avgörande roll i att minska skador, vilket också förstärks av modellresultaten.

Det är även viktigt att notera könsfördelningen i urvalet. Enligt *Tabell 4.3* består MAIS-datasetet av 1955 kvinnor och 642 män, medan AIS-datasetet är helt jämnt fördelat med 55 kvinnor och 55 män. Denna snedfördelning i MAIS antyder att kvinnor i större utsträckning färdas som framsätesspassagerare, vilket kan bero på sociokulturella faktorer såsom körvanor, könsroller i hushållet eller tillgång till fordon. Det är således viktigt att resultaten tolkas mot bakgrund av denna överrepresentation. Den ger å ena sidan ökad statistisk tillförlitlighet för kvinnors utfall, men kan även innebära att manliga skademönster underskattas.

Trots att kvinnor i genomsnitt utsatts för högre krockhastigheter och har något högre kroppsvikt, faktorer som typiskt sett korrelerar med större skaderisk, uppvisar de lägre skadegrad. Denna till synes motsägelsefulla observation betonas även i modellresultatet där bältesanvändning visar sig vara en av de mest signifikanta prediktionerna för lägre skador, särskilt för kvinnliga passagerare [32]. Det antyder att kvinnors konsekventa användning av bälte inte bara mildrar effekten av högre biomekanisk belastning, utan även fungerar som en skyddsfaktor trots mindre gynnsamma yttre villkor.

Den explorativa dataanalysen stödjer denna bild ytterligare. I *Figur 4.22* syns att kvinnor är överrepresenterade bland allvarligt skadade i åldern 50–55 år, medan mäns skadefrekvens är högst i 20–25-års åldern. *Figur 4.23* visar att flest skador bland kvinnor sker vid 40–50 km/h, ett hastighetsintervall som ofta förekommer i stadstrafik vilket kan kopplas till att kvinnor i högre utsträckning färdas i urbana miljöer. Även i *Figur 4.25* framgår att kvinnor har fler skador i tyngre viktintervall, vilket väcker frågor kring hur väl bältes- och airbagsystem fungerar för deras kroppsform. Detta kan spegla skillnader i exponeringsmönster, yngre män färdas ofta under mer riskfyllda förhållanden men kan även tyda på att dagens skyddssystem är mindre effektiva för kvinnor i denna åldersgrupp, trots högre bältesanvändning (se *Tabell 4.3*) [33].

**Ålder:** Baserat på *Figur 4.28–4.29* ses att skaderisken bland bältade passagerare minskar med stigande ålder för båda könen, särskilt bland män i AIS-modellen. Detta kan indikera en kombination av ökad försiktighet, minskad exponering och förbättrade körvanor hos äldre individer. Denna skyddseffekt bekräftas också i *Tabell 4.4*, där oddskvoten för ålder i AIS-modellen är 0.189, vilket tyder på att varje års ökning i ålder minskar sannolikheten för allvarlig huvudskada.

Bland obältade kvinnor ökar dock risken med åldern, vilket sannolikt kan kopplas till minskad fysiologisk robusthet med stigande ålder – exempelvis benskörhet, reducerad muskelmassa och ökad skörhet i bindväv. Dessa biologiska förändringar gör kroppen mer känslig för stötar även vid måttliga krafter [33]. Hos män ses däremot en hög skaderisk redan i 25-årsåldern i MAIS-modellen (se *Figur 4.29*), vilket kan kopplas till riskbeteenden och låg bältesanvändning i yngre åldrar [23]. Även om ålder i sig har en skyddande effekt i vissa modeller, är samspelet mellan ålder, kön och bältesanvändning centralt för att förstå skaderisk i trafiken.

**Hastighet:** Sambanden mellan krockhastighet och skaderisk visualiseras i *Figur 4.30–4.31*. Hos bältade passagerare ökar risken markant med hastigheten i MAIS-modellen, vilket är förväntat då högre hastighet medför större krockvåld. I AIS-modellen däremot är sambandet svagare, vilket kan bero på att skyddssystem som krockkuddar är särskilt utformade för att minska risken för allvarliga huvudskador vid varierande hastigheter.

För obältade passagerare ses tydliga könsskillnader: män uppvisar en brant riskökning redan vid 30–40 km/h, vilket indikerar att låg bältesanvändning kraftigt förhöjer risken även vid måttliga hastigheter. Denna tolkning stöds av *Tabell 4.3*, där andelen obältade är högre bland män, samt av de höga oddskvoterna för hastigheten i *Tabell 4.4* (2.215 i MAIS-modellen och 0.687 i AIS-modellen), vilket visar att krockvåld har starkare effekt på total skada än på huvudskada. Kvinnors kurva är jämnare och flackare, vilket kan förklaras av anatomiska skillnader, sittpositioner närmare ratten och en annan kroppsconfiguration vid krockförloppet. Dessa resultat visar att hastighetens effekt på skaderisk varierar med kön, bältesanvändning och skadeutfall.

**Längd:** Enligt *Figur 4.32–4.33* har längre kvinnor (>180 cm) en förhöjd risk för allvarlig skada trots användning av bilbälte. Detta kan förklaras av att skyddssystem som krockkuddar och bältesförankring ofta är optimerade för medelstora manliga kroppar, vilket gör att de inte fungerar optimalt för långa kvinnor. Positioneringen av airbagen och bältets dragning över bröstorg och axel kan leda till felaktig kraftfördelning vid en kollision.

Samtidigt visar AIS-resultaten att även korta kvinnor är särskilt utsatta, med högre sannolikhet för allvarliga huvudskador. Denna sårbarhet kan bero på att bältet tenderar att skära in över hals eller ansikte snarare än bröstorg, vilket förvärrar skador vid hastiga inbromsningar eller krockar. Resultaten i *Tabell 4.4* förstärker detta genom att visa att kroppslängd är negativt associerad med skaderisk i MAIS-modellen (oddskvot 0.523), vilket innebär att kortare individer i vissa fall är mer utsatta, särskilt när skyddssystemen inte anpassas efter variation i kroppsstorlek.

Sammantaget pekar detta på att både mycket korta och mycket långa kvinnor är underförsäkrade av dagens säkerhetssystem, och att kroppslängd är en central dimension att beakta vid utvärdering och design av fordonsbaserade skyddsåtgärder.

**Vikt:** Viktens påverkan på skaderisk visualiseras i *Figur 4.34–4.35*) Resultaten visar att kvinnor har en konsekvent högre sannolikhet för allvarlig skada än män i hela

viktspannet, trots att kvinnor i genomsnitt väger mindre än män enligt *Tabell 4.3*. Detta tyder på att skillnader i kroppssammansättning, viktfördelning, tyngdpunkt och mjukvävnadsstruktur kan påverka skadeutfallet [4]. Exempelvis kan lägre muskelmassa och högre andel fettvävnad minska kroppens förmåga att absorbera kraft, särskilt vid kollisioner med hög energi.

Obältade män visar däremot högst skaderisk vid lägre vikter, vilket antyder att kroppshållning och inre stabilitet spelar en viktig roll när externa skydd såsom bälte och krockkudde saknas. Det kan också tyda på att lättare män inte uppnår tillräcklig kontakt med bilens skyddssystem, vilket leder till mer okontrollerade rörelser vid kollision. I *Tabell 4.4* framgår att vikten är associerad med ökad skaderisk i MAIS-modellen (oddskvot 2.263), men effekten är mer osäker i AIS-modellen. Detta indikerar att kroppsvikt främst påverkar den totala skaderisken snarare än specifika skador på exempelvis huvudet. Sammantaget visar resultaten att vikt bör tolkas i samspel med kön, kroppskomposition och skyddsanvändning, eftersom dess påverkan varierar beroende på både biomekaniska faktorer och yttre säkerhetsutrustning.

Skadeutfall vid kollision påverkas av ett komplext samspel mellan biomekanik, fordonsteknik och individens beteende. Könrelaterade skillnader uppstår inte bara utifrån skillnader i kroppsuppbyggnad, utan även ur hur skyddssystem reagerar i olika krockscenarier. Dessa mönster förstärks ytterligare av könsskillnader i bältesanvändning, där exempelvis endast 7 % av männen i AIS-datasetet bar bälte (*Tabell 4.3*).

En mer detaljerad analys av kroppslängd och kroppsvikt återfinns i *Figur 4.24* respektive *Figur 4.25*. Vad gäller kroppsvikt är kvinnor överrepresenterade i de högre viktclasserna, särskilt över 90 kg. Trots detta uppvisar de generellt lägre skadegrad, vilket antyder att kroppsvikt i sig inte är en tillräcklig förklaringsfaktor för skadeutfall hos framsätesspassagerare. Spaghetti-diagrammen (*Figur 4.28–4.35*) ger en mer nyanserad inblick i hur kön samverkar med variabler som ålder, hastighet, längd, vikt och bältesanvändning för att påverka risken för allvarliga skador. Genom att särskilja effekterna av dessa faktorer både var för sig och i kombination framträder tydliga könsspecifika riskmönster som inte fångas av enklare fördelningsanalyser. Resultaten belyser därmed behovet av mer differentierade säkerhetsmodeller som beaktar variation i kroppskonstitution och skydds-beteende.

Resultaten av studien förstärker betydelsen av bältesanvändning som en avgörande skyddsfaktor, samtidigt som de illustrerar hur kön och kroppsliga egenskaper kan samverka med skyddssystemens effektivitet. Det väcker frågor om hur väl dagens fordonssystem är anpassade för olika kroppstyper och pekar på behovet av vidare forskning och designutveckling med ett mer inkluderande perspektiv.

En annan aspekt som bör lyftas är att skadebilden hos framsätesspassagerare som är yngre. Dessa personer drabbas oftare av huvud- och nackskador, som kan både bero på felaktig användning av säkerhetsbälte, bakåtlutat ryggstöd eller lösa föremål i bilen. Detta stämmer även med tidigare forskning som visat att dessa typer av skador är speciellt vanliga hos unga passagerare i framsätet [34]. Även att kor-

rekt bältesanvändning inte alltid räcker som skydd vid exempelvis sidokollisioner, speciellt i äldre bilar med sämre säkerhetsutrustning.

Avslutningsvis visar denna analys att det är möjligt att identifiera tydliga mönster i skadeutfall genom att kombinera olycksdata med köns- och kroppsliga faktorer. Framtida forskning bör dock inkludera data från fler länder, samt fler variabler, såsom detaljer om krockförloppet, för att skapa en mer heltäckande bild av skadeutfallens orsaker.

### 5.3 Övriga passagerare

**Datapunkter:** Resultatet för gruppen övriga passagerare visar att denna grupp är underrepresenterad i MAIS datan ( $n=21$ ) i jämförelse med exempelvis förare. Detta medför en begränsning för den statistiska tillförlitligheten och därmed möjligheten att dra välgrundade slutsatser. Som tidigare nämnt så beror detta på att datan är från åren 2017-2023 och inte innehåller tillräckligt många datapunkter för denna grupp. HDI-plottarna för övriga passagerare visade tydliga skillnader mellan könen och åldrarna. Detta kan i stor del bero på det få antalet datapunkter, vilket skapar brus.

En möjlig förklaring till det observerade skadeutfallet är att traditionellt har fokuset inom fordonsdesign lagts på förarna och framsätesspassagerare ur ett skyddsperspektiv, medan övriga passagerare är mer begränsat [36]. Exempelvis är krockkuddar inte alltid standard för baksätet. Detta kan innebära att övriga passagerare löper större risk att skadas vid kollisioner. Detta understryker behovet att fortsätta utvecklingen av fordonssäkerhet som prioriterar alla [28].

**Bilbälte:** *Tabell 4.5* visar att det är väldigt få män som använder bilbälte (enbart 33%), och att för kvinnorna var det 67%. Detta kan förklaras av att passagerare på andra platser än framsätet ofta färdas i fordon med flera personer, särskilt ungdomar, där bilen kan fungera som en social mötesplats, vilket kan influera bristen på säkerhetsbälte. I vissa fall kan fler personer sitta i baksätet än vad det finns utrymme för, och därmed använder de inte säkerhetsbälte. Det är tydligt från datasetet att kvinnor unga som 17 år och män 20 år ofta varit inblandade och skadats i kollisioner och som tidigare tenderar yngre att ha bristande konsekvenstänk och därmed kanske inte tänker just på säkerhetsbältet [23].

Vid jämförelse av modeller baserat på *elpd\_loo* i *Tabell 4.6* kan det observeras att modell 7, med BELTUSE inkluderat i fördelningen, har en av de sämsta prestationerna. Detta tyder på att säkerhetsbältesanvändning i övriga säten inte har en så stor påverkan på frontalkrascher i jämförelse med andra variabler. Därför inkluderas inte bältesanvändning som en variabel i de slutliga modellerna för övriga passagerare, trots att det görs för övriga undergrupper. Vidare inkluderades inte utlösning av krockkuddar och bilmodellens år som variabler på grund av samma anledning. För att kompensera för bristen på data utvecklades två modeller för denna undergrupp. Modell 12 valdes då den hade bäst prestanda, dock noterades det att datapunkter-

na delades betydligt mellan modellens attribut. Därför framställdes modell 13, som exkluderar variablerna längd och vikt, för att förstärka studiens resultat och slutledning. Detta framgår i *Tabell 4.7* som visar att oddskvoterna för HDI-intervallens lägre gräns för modell 12 ligger nära noll. Detta gäller även delvis för modell 13, däremot är HDI-intervallet bättre för variablerna ålder och delta hastighet.

**Ålder:** *Figur 4.38a* visar att åldersspannet för  $\text{MAIS} \geq 3$  för de övriga passagerarna för modell 12 ökar med åldern och håller sig relativt likafördelat mellan könen. Medan för modell 13 enligt *Figur 4.39a* skiljer sig fördelningen sig något, men i det stora hela ökar skaderisken med stigande ålder och risken är större för kvinnor. Det kan bero på flera olika anledningar, varav en är att äldre har, utöver en mer skör kropp, även en generellt sämre kroppshållning [19]. Ytterligare framgår det att skaderisken är högre för äldre, vilket överensstämmer även med tidigare forskning om att äldre skadas oftare i trafiken [20]. Utöver det tidigare nämnda om bristande säkerhetsskydd för övriga passagerare (frånvaro av airbag), är det inte ovanligt att äldre personer sitter på ett icke-optimalt sätt, vilket i sin tur kan leda till en felaktig bältesplacering. Skyddet blir då ännu mer bristande vid kollision.

Det kan observeras i både *Figur 4.40a* och *Figur 4.40b* att kvinnor i genomsnitt hade en högre sannolikhet för allvarligare skador, vilket även stämmer in med resultaten för de övriga undergrupperna.

## 5.4 Jämförelse mellan undergrupperna

När proportionerna för skador jämförs mellan de olika sätespositionerna finns det en viktigt aspekt att beakta. Det fanns markant fler datapunkter för förare än för framsätesspassagerare och övriga passagerare, vilket beror på att det alltid finns en förare i ett fordon, men inte alltid passagerare. Detta innebär att antalet förare som skadas i jämförelse med resterande blir högre, vilken kan skapa en viss proportionell obalans som får tas hänsyn till vid tolkning av resultat.

När det gäller frågan om vilken passagerarposition som är farligast att befinna sig i vis en fordonskrock, är svaret att alla positionerna medför risk för allvarliga skador. Det beror på övriga faktorer som exempelvis användning av säkerhetsbälte eller ålder på passagerarna. Dessa faktorer utgör tillsammans i hur stor utsträckning den potentiella skadan kan vara. Men som nämnt tidigare så saknar många fordon skyddsutrustningen för övriga passagerare som finns vid främre delen av fordonet.

Till sist visar studien att det finns viss variation i vilka grupper som skadas mest beroende på sätespositionen. Förare tenderar att oftare vara män medan passagerarna är kvinnor och barn, detta mönster kan därför i sin tur påverka skadeutfallet. Utöver kön och bältesanvändning bör även kollisionstypen vara i åtanke. Tidigare forskning har visat att frontalkollisioner mer ofta utsätter förare och framsätesspassagerare för risk, medan sidokollisioner utsätter baksätesspassagerare för större risk [39]. Detta förklarar varför vissa undergrupper i datan sticker ut, trots likartad bältesanvänd-

ning.

## 5.5 Felkällor

En av de största felkällorna för denna studie är själva datainsamlingen. Den data vi använt oss av (CISS) innehåller enbart data från USA, vilket innebär att resultaten endast speglar de och nödvändigtvis inte är representativ för andra delar av världen som exempelvis Europa och Asien, där körvanor och trafikregler skiljer sig mellan varandra. Något annat som är värt att nämna om datasetet är tidsperioden den sträcker sig mellan (2017 - 2023). Även om årtalen är relativt nya och aktuella så är det såpass få år som registrerats att långsiktiga trender inte hunnit fångats upp. I sin tur kan detta påverka analysens generaliserbarhet. En viktig avvikelser inom denna tidsram är Coronapandemin (2020-2021). Under dessa åren var det markant färre trafikanter och trafikmönstret var kraftigt förändrat. Det kan därför vara missvisande att jämföra dessa två åren med de andra.

Vid informationssökningen har vi även behövt filtrera en del data för att avgränsa vårt analysområde. Detta skulle kunna ha resulterat i att viss information, som eventuellt hade kunnat påverka resultatet, har sorterats bort. Dessa filtreringar kan leda till en förenklad, och därmed felaktig, bild av verkligheten.

Ytterligare en felkälla är den stora andelen okända värden i datasetet. När datan från CISS-filen sågs över, visade den att många rader innehöll ofullständig information. För förar-kategorin fanns dock ett relativt stort urval med fullständig information. Detta gör att man kan bygga en rimlig modell för förarna. För framsättes- och övriga passagerare, var storleken på datan dessvärre mer bristande. Denna begränsning resulterar i ett något osäkert resultat.

Utöver tidigare nämnda felkällor är det också relevant att ta upp att detta dataset saknar information om personerna i dessa undergrupper var påverkade av alkohol, droger eller sömnbrist vid tillfället av olyckan. Dessa faktorer kan i hög grad påverka både risken för olyckan ska ske men även hur stor allvarlighetsgraden blir, som nämnts tidigare i bakgrunden [10] [11] [12].

Det är även värt att ta upp att kvinnor är underrepresenterade i jämförelse med männen för förare. Som visas i *Tabell 4.1* är det betydligt fler män än kvinnor som är förare. Detta kan kopplas till det som tidigare nämnts om samhällets könsroller, att männen är de som kör medan kvinnorna sitter bredvid. Jämförs datan för förare med *Tabell 4.3* som representerar framsättespassagerare, kan det observeras en betydligt jämnare andel män och kvinnor. Detta kan påverka modellens förmåga att rättvist bedöma skaderiskerna.

För undergruppen framsättespassagerare uppstod ett tekniskt problem under analysarbetet som fördröjde modelleringen avsevärt. Ett fel i filtreringen av observationer med  $MAIS > 3$ , ledde till att modellen tränades på ett felaktigt dataintervall. Detta ledde till att både påverka urvalet och resulterade i en mycket lång körtid. I detta

fall tog det över en timme att felsöka och korrigera problemet. Felet berodde på att filtreringssteget inte tillämpades korrekt i analysflödet (se Figur 3.2), vilket ledde till att dataunderlaget för framsätesspassagerare inte överensstämde med de värden som anges i Tabell 4.3. Efter felsökning ska filtreringen korrigerats och resultaten i den slutgiltiga analysen baseras nu på korrekt data. Arbetet och ändringarna kommer dokumenteras i Chalmers git-server.

Till sist är det även viktigt att nämna att det är betydligt färre datapunkter för övriga passagerare än resterande undergrupper. För övriga passagerare var det 21 personer som användes för MAIS, medan för framsätesspassagerare var det 1466 och för förare var det 6966 personer. Den begränsade datamängden gör det därför svårt att kunna dra slutsatser med god tillförlitlighet och implementering av detta resultat till framtida forskning. Tidigare nämndes även att det inte var möjligt att inkludera säkerhetsbältesanvändning i modelleringen för övriga passagerare, då HDI-plotterna blev alltför brusiga och därmed oläsliga. Detta utgör en betydande felkälla i analysen, eftersom det inte är känt hur många av dessa datapunkter som använt säkerhetsbälte eller inte. Då säkerhetsbälte är en såpass viktig skyddsåtgärd vid fordonssäkerhet är detta en viktig begränsning. Följaktligen kan resultaten inte diskuteras med säkerhet då det inte går att veta om skadorna hade kunnat förhindrats eller reducerats genom korrekt användning av säkerhetsbälte.



# 6

## Slutsats

Studien visar att det finns tydliga skillnader i skaderisk mellan förarna, framsätesspassagerare samt övriga passagerare. Generellt visar resultatet att baksätesspassagerare skadar sig mindre än passagerarna i framsätet, trots att det oftast finns ett mer omfattande skydd fram på bilen. En annan observation är att kollisioner vid höga hastigheter påverkar markant risken för allvarliga skador, oavsett var man är positionerad i fordonet. Därför markerar studien vikten av att utvecklingen behöver förbättra säkerhetssystemet för samtliga positioner i bilen, eller åtminstone förbättra den för övriga passagerare.

Slutsatsen för föraren finns det tydliga profiler för vem som löper störst, respektive minst, risk för allvarliga skador vid kollision baserat på resultatet från spagettiplotterna. Föraren som löper minst risk är den kortare kvinnan, som väger generellt mindre, använder bilbälte och kör i lägre hastigheter. Medan den som löper störst risk är tunga, längre män som kör i höga hastigheter och inte använder bilbälte. Alltså spelar både förarens fysiska attribut och beteendemönster stor betydelse för skadeutfallet. För frampassagerare är de som löper lägst risk även här kortare kvinnor som använder bilbälte och färdas i lägre hastigheter, medan de som har störst risk för att skadas är de tyngre männen som inte har bilbälte och färdas i högre hastigheter. Till sist för övriga passagerare kan det observeras att sannolikheten för allvarligare skada ökar i takt med att variabler som ålder, längd och vikt ökar, enligt *Figur 4.36*.

Vidare visar studien tydliga könsskillnader i skaderisk både för de tre undergrupperna, där kvinnor generellt löper mindre risk för allvarliga skador än män. Detta kan ses genom användningen av säkerhetsbälte som tydligt visar att risken för allvarliga skador minskar markant med bältesanvändning.

Ålder spelar även en viktig roll i skadeutfallet. Yngre individer tenderar att löpa större risk att skadas mer allvarligt, vilket kan kopplas till att de har högre benägenhet för risktagande. För äldre personer är risken även större, främst på grund av kroppens minskade fysiologiska robusthet men även deras nedsatta kognitiva förmåga [26].

Det är även värt att nämna att denna studie baseras på data från USA, vilket innebär att resultaten inte nödvändigtvis kan appliceras till övriga delar av världen. För att få en mer inkluderande och aktuell helhetsbild bör framtida forskning inkludera fler geografiska områden och även använda datapunkter för fler år.

I avsnitt 3.7 nämndes det att denna studie har flertalet uppfyllnadskriterier som skulle försöka att nås. Modellen har visat god förmåga att kunna fånga upp olyckstrender och genom att kunna identifiera mönster från den observerade datan bekräftar den därför tidigare forskning. Dessvärre finns det några kriterier som tyvärr inte lyckades uppfyllas helt. Ett av kriterierna var att modellens pålitlighet skulle kunna användas även utanför USA. Detta går inte att göra till fullo då datan både är begränsad till ett kortare tidsintervall och amerikanska trafikregler. Som tidigare nämnts hade det därför behövts en bredare datainsamling.

### 6.1 Framtidens visioner

Fordonssäkerhet utvecklas i en accelererande hastighet, men den är långt ifrån perfekt. För att minska skillnaderna i skaderisk mellan förare och de olika typerna av passagerare, behöver synen för trafiksäkerhet vidgas. Baksätesspassagerares skydd behöver förbättras genom att inkludera teknik som airbags, funktioner som idag oftast saknas. Dessutom behöver framtidens fordon utformas med hänsyn till varierade kroppstyper och åldrar, vilket betyder att man behöver göra en granskning av dagens krocktest-standarder för att skapa en mer inkluderande säkerhetsutrustning. Utöver de variabler som inkluderats i denna studie bör framtida analyser även beakta andra faktorer som kan ha betydande inverkan på skadeutfall, såsom påverkan av alkohol eller droger, sömnbrist, distraktion genom mobilanvändning, samt olika väderförhållanden. Dessa aspekter är särskilt relevanta i dagens trafikmiljö och kan bidra till en mer heltäckande förståelse av olycksrisker och skademönster.

För att utvecklingen ska ske så effektivt som möjligt krävs mer representativ och detaljerad data för att möjliggöra mer precis modellering av skaderisker. För att detta ska vara möjligt krävs ökad data för faktorer som exempelvis: kön, ålder, bältesanvändning, fordonstyp och olyckans karaktär. För att kunna uppfatta dessa samband mellan variablerna kan framtidens modeller behöva avancera sig utöver traditionella regressionsanalyser och använda mer avancerade tekniker som maskininlärning, exempelvis gradient boosting och neurala nätverk [47]. Dessa typer av modeller kan hantera icke-linjära relationer och icke-balanserade datamängder, vilket är gynnsamt för framtida forskning inom området.

# Referenslista

- [1] K. Wang och Z Li. “Global, regional, and national burdens of road injuries from 1990 to 2021: Findings from the 2021 Global Burden of Disease Study”. I: (2025). Hämtad: 5-Maj-2025. URL: [https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0020138325000816?utm\\_](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0020138325000816?utm_).
- [2] National Highway Traffic Safety Administration. “Crash Investigation Sampling System (CISS) File Downloads”. I: (u.å.). [Hämtad: 2-May-2025]. URL: <https://www.nhtsa.gov/file-downloads?p=nhtsa/downloads/CISS/>.
- [3] World Health Organization. *Global Status Report on Road Safety 2023*. <https://www.who.int/teams/social-determinants-of-health/safety-and-mobility/global-status-report-on-road-safety-2023>. Hämtad: 13-Mar-2025. 2023.
- [4] Gendered Innovations Project. *Inclusive Crash Test Dummies: Rethinking Standards and Reference Models*. <https://genderedinnovations.stanford.edu/case-studies/crash.html#tabs-2>. Hämtad: 11-Feb-2025. 2023.
- [5] Corina Klug m.fl. “How much does the injury risk between average female and average male anthropometry differ? – A simulation study with open source tools for virtual crash safety assessments”. I: *Accident Analysis and Prevention* 193 (dec. 2023). Hämtad: 1-Mar-2025, s. 107328. ISSN: 00014575. DOI: 10.1016/j.aap.2023.107328. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457523003755>.
- [6] Elizabeth Kopits och Maureen Cropper. “Traffic fatalities and economic growth”. I: *Accident Analysis Prevention* 37.1 (2005). Hämtad: 11-Maj-2025, s. 169–178. DOI: 10.1016/j.aap.2004.04.006. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001457504000685>.
- [7] Wikipedia contributors. *Turn on red*. [https://en.wikipedia.org/wiki/Turn\\_on\\_red](https://en.wikipedia.org/wiki/Turn_on_red). Hämtad: 11-Maj-2025. 2025.
- [8] Theresa Atkinson. *An Analysis of Recent Accidents Involving Upper Extremity Fractures Associated with Airbag Deployment*. Tekn. rapport 2002-01-0022. Hämtad: 12-Maj-2025. SAE International, 2002. URL: <https://www.sae.org/publications/technical-papers/content/2002-01-0022/>.
- [9] David C. Viano och Chantal Parenteau. “Injury risks in frontal crashes for restrained occupants using air bags”. I: *Journal of Trauma* 58.3 (2005). Hämtad: 12-Maj-2025, s. 459–469. DOI: 10.1097/01.ta.0000155824.10511.5a. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15765323/>.
- [10] National Highway Traffic Safety Administration. *Drunk Driving*. Hämtad 13 maj 2025. 2024. URL: <https://www.nhtsa.gov/risky-driving/drunk-driving>.

- [11] UC Davis Health. *New study highlights role of drug and alcohol use in serious crashes*. Hämtad 13 maj 2025. Dec. 2022. URL: <https://health.ucdavis.edu/news/headlines/new-study-highlights-role-of-drug-and-alcohol-use-in-serious-crashes/2022/12>.
- [12] M. Leslie. *Sleep Impacts Reaction Time as Much as Alcohol*. Hämtad: 13-Maj-2025. 1999. URL: <https://news.stanford.edu/stories/1999/09/sleep-impacts-reaction-time-as-much-as-alcohol>.
- [13] Kirti Mahajan och Nagendra R. Velaga. “Effects of Partial Sleep Deprivation on Braking Response of Drivers in Hazard Scenarios”. I: *Accident Analysis Prevention* 142 (2020). Hämtad 13 maj 2025, s. 105545. DOI: 10.1016/j.aap.2020.105545. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32380239/>.
- [14] Fernanda Tagliaferri m.fl. “Traumatic brain injury after frontal crashes: Relationship with body mass index”. I: *Journal of Trauma - Injury, Infection and Critical Care* 66.3 (mars 2009). Hämtad: 9-Maj-2025, s. 727–729. ISSN: 00225282. DOI: 10.1097/TA.0b013e31815edefd. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19276745/>.
- [15] David C. Viano, Chantal S. Parenteau och Mark L. Edwards. “Crash injury risks for obese occupants using a matched-pair analysis”. I: *Traffic Injury Prevention* 9.1 (jan. 2008). Hämtad: 26-Mar-2025, s. 59–64. ISSN: 15389588. DOI: 10.1080/15389580701737645. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18338296/>.
- [16] Carol Conroy m.fl. “The influence of vehicle damage on injury severity of drivers in head-on motor vehicle crashes”. I: *Accident Analysis and Prevention* 40.4 (juli 2008). Hämtad: 8-Apr-2025, s. 1589–1594. ISSN: 00014575. DOI: 10.1016/j.aap.2008.04.006. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18606294/>.
- [17] Rong Zou m.fl. “Analyzing driver injury severity in two-vehicle rear-end crashes considering leading-following configurations based on passenger car and light truck involvement”. I: *Accident Analysis and Prevention* 193 (dec. 2023). Hämtad: 12-Maj-2025, s. 107298. ISSN: 00014575. DOI: 10.1016/j.aap.2023.107298. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001457523003457>.
- [18] Nuttapong Boontob m.fl. “Effect of seat belt use on road accidents in Thailand”. I: *Transportation Research Record* 2038 (jan. 2007). Hämtad: 27-Feb-2025, s. 84–92. ISSN: 03611981. DOI: 10.3141/2038-11. URL: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3141/2038-11>.
- [19] Alfonso J. Cruz-Jentoft m.fl. “Osteoporosis and Sarcopenia Increase Frailty Syndrome in the Elderly”. I: *Frontiers in Endocrinology* 10 (2019). Hämtad: 3-Maj-2025, s. 255. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6491670/>.
- [20] The Times. “Drivers’ risk of dying in crash triples over the age of 75”. I: *The Times* (2024). Hämtad: 11-Maj-2025. URL: [https://www.thetimes.com/uk/transport/article/older-drivers-risk-death-crash-triples-over-75-zjj32k9bg?utm\\_](https://www.thetimes.com/uk/transport/article/older-drivers-risk-death-crash-triples-over-75-zjj32k9bg?utm_).

- [21] Insurify. *Driving Ages by State: How Old Do You Have To Be To Drive?* <https://insurify.com/car-insurance/knowledge/driving-ages-by-state/>. Hämtad: 11-Maj-2025. 2025.
- [22] Zeng Q, Wen H, Huang H. *The interactive effect on injury severity of driver-vehicle units in two-vehicle crashes*. Hämtad: 13-Mar-2025. 2016. URL: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022437516303280?pes=vor&utm\\_source=scopus&getft\\_integrator=scopus](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022437516303280?pes=vor&utm_source=scopus&getft_integrator=scopus).
- [23] D. P. Keating och B. L. Halpern-Felsher. "Adolescent Drivers: A Developmental Perspective on Risk, Proficiency, and Safety". I: (2008). Hämtad: 26-Apr-2025. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S074937970800531X>.
- [24] A. T. McCartt m. fl. "Effects of age and experience on young driver crashes: Review of recent literature". I: *Traffic Injury Prevention* (2009). Hämtad: 4-Mar-2025. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19452361/>.
- [25] A. T. McCartt och V. S. Northrup. "Factors related to seat belt use among fatally injured teenage drivers". I: (2004). Hämtad: 4-Maj-2025. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14992844/>.
- [26] M. S. Lantz. "The impaired older adult driver: When is it time to stop?" I: (2007). Hämtad: 6-Maj-2025. URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-34250654580&origin=scopusAI>.
- [27] S. Lotfipour m. fl. "Fatality and injury severity of older adult motor vehicle collisions in orange county, california, 1998-2007". I: (2013). Hämtad: 7-Mar-2025. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3583287/>.
- [28] The Sun. "Urgent car warning as seatbelt alarm law is enforced across the US – what it means for you". I: *The Sun* (2024). Accessed: 2025-05-03. URL: [https://www.the-sun.com/motors/13121036/rear-seat-seatbelt-alarm-federal-law/?utm\\_](https://www.the-sun.com/motors/13121036/rear-seat-seatbelt-alarm-federal-law/?utm_).
- [29] Donald F. Huelke. "Driver Stature Injuries and Airbag Deployments—Analysis of UMTRI Crash Investigations". I: *Annual Proceedings of the Association for the Advancement of Automotive Medicine* 42 (1998). Hämtad: 12-Maj-2025, s. 233–243. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3400208/>.
- [30] Kathleen M. Smith och Peter Cummings. "Passenger seating position and the risk of passenger death or injury in traffic crashes". I: *Accident Analysis Prevention* 36.2 (mars 2004). Hämtad: 24-Feb-2025, s. 257–260. ISSN: 0001-4575. DOI: 10.1016/S0001-4575(03)00002-2.
- [31] Leonard Evans och Michael C. Frick. "Seating position in cars and fatality risk". I: *American Journal of Public Health* 78.11 (jan. 1988). Hämtad: 17-Feb-2025, s. 1456–1458. ISSN: 00900036. DOI: 10.2105/AJPH.78.11.1456.
- [32] Leonard Evans. "The effectiveness of safety belts in preventing fatalities". I: *Accident Analysis & Prevention* 18.3 (juni 1986). Hämtad: 25-Mar-2025, s. 229–241. ISSN: 0001-4575. DOI: 10.1016/0001-4575(86)90007-2.
- [33] Craig D. Newgard. "Defining the older crash victim: The relationship between age and serious injury in motor vehicle crashes". I: *Accident Analysis Prevention* 40.4 (juli 2008). Hämtad: 18-Mar-2025, s. 1498–1505. ISSN: 00014575. DOI: 10.1016/j.aap.2008.03.010.

- [34] Jan Mario Breen m. fl. “Young adults in motor vehicle collisions in Norway: user safety errors observed in majority of cases with severe or fatal injuries”. I: *Forensic Science, Medicine, and Pathology* 18.4 (dec. 2022). Hämtad: 27-Mar-2025, s. 456–469. ISSN: 1547769X. DOI: 10.1007/S12024-022-00541-X/TABLES/3. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12024-022-00541-x>.
- [35] Folksam. “Bilsäkerhet och forskning”. I: *Folksam* (2023). Hämtad: 8-Mar-2025. URL: <https://www.folksam.se/forsakringar/bilforsakring/trafikforskning/bilsakerhet>.
- [36] Insurance Institute for Highway Safety. “Rear-seat occupant protection hasn’t kept pace with the front”. I: (2019). Hämtad: 11-Maj-2025. URL: <https://www.iihs.org/news/detail/rear-seat-occupant-protection-hasnt-kept-pace-with-the-front>.
- [37] Dennis R. Durbin m. fl. “Rear seat safety: Variation in protection by occupant, crash and vehicle characteristics”. I: *ccident Analysis Prevention* (2015). Hämtad: 13-Apr-2025. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25912100/>.
- [38] Jack R. Funk, Joseph M. Cormier och Christopher E. Bain. “Fatal and serious injuries to rear seat occupants in frontal crashes: Factors associated with injury severity and patterns”. I: *Accident Analysis & Prevention* 131 (2019). Hämtad: 26-Apr-2025, s. 50–57. DOI: 10.1016/j.aap.2019.06.027. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31381452/>.
- [39] Ingrid Hansson m. fl. “The influence of impact direction on the risk of injury to car occupants in frontal and side collisions”. I: *Journal of Transport & Health* 5 (2017). Hämtad: 23-Apr-2025, s. 77–85. DOI: 10.1016/j.jth.2016.11.001. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221414051630175X>.
- [40] Vanella. J. “The Vehicle Safety Standard Bias: How Male-Based Crash Testing Leaves Female Drivers in the Backseat”. I: (2022). Hämtad: 5-Maj-2025. URL: [https://policy-perspectives.org/2022/11/07/the-vehicle-safety-standard-bias-how-male-based-crash-testing-leaves-female-drivers-in-the-backseat/?utm\\_](https://policy-perspectives.org/2022/11/07/the-vehicle-safety-standard-bias-how-male-based-crash-testing-leaves-female-drivers-in-the-backseat/?utm_).
- [41] Children’s Hospital of Philadelphia. “Study finds younger and older drivers more likely to drive older, less safe vehicles”. I: (2020). Hämtad: 7-Apr-2025. URL: [https://phys.org/news/2020-08-younger-older-drivers-safe-vehicles.html?utm\\_](https://phys.org/news/2020-08-younger-older-drivers-safe-vehicles.html?utm_).
- [42] Hannah E. Frye m. fl. “Policy Memo: Motor Vehicle Crash Testing Regulations for More Inclusive Populations”. I: (2022). Hämtad: 30-Mar-2025. URL: [https://sites.wustl.edu/prosper/policy-memo-crash-testing-inclusive/?utm\\_](https://sites.wustl.edu/prosper/policy-memo-crash-testing-inclusive/?utm_).
- [43] *Bayesian linear regression - Wikipedia*. Hämtad: 5-Maj-2025. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Bayesian\\_linear\\_regression](https://en.wikipedia.org/wiki/Bayesian_linear_regression).
- [44] Polars. *Polars — DataFrames for the new era*. <https://pola.rs/>. Hämtad: 11-Maj-2025. 2025.
- [45] Altair Developers. *Altair: Declarative Visualization in Python*. <https://altair-viz.github.io/>. Hämtad: 11-Maj-2025. 2025.

- [46] European Research Executive Agency. *Open Science*. European Commission, Online. Hämtad: 11-Mar-2025. URL: [https://rea.ec.europa.eu/open-science\\_en](https://rea.ec.europa.eu/open-science_en).
- [47] K. D. Corbett m. fl. "Bridging the Gap Between ISO 26262 and Machine Learning: A Survey of Techniques for Developing Confidence in Machine Learning Systems". I: (2020). Hämtad: 13-Maj-2025. URL: <https://saemobilus.sae.org/articles/bridging-gap-iso-26262-machine-learning-a-survey-techniques-developing-confidence-machine-learning-systems-2020-01-0738>.



# A

## Bilaga A

### A.1 Källkod

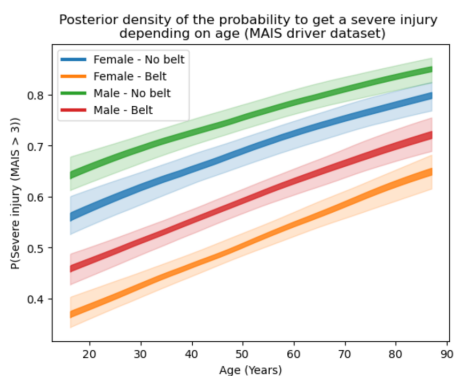
All källkod som utvecklades för denna studie kan hittas på Chalmers Gitlab förvaring:

[git.chalmers.se/m2/vehicle-safety/bachelors-thesis/2025-project-nass-ciss-analysis](https://git.chalmers.se/m2/vehicle-safety/bachelors-thesis/2025-project-nass-ciss-analysis)

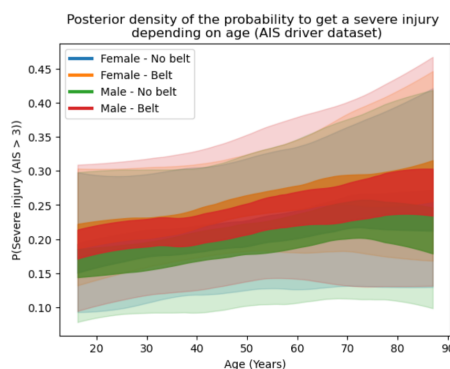
### A.2 Förare

Alla kategorier i spaghetti plot för ålder både MAIS och AIS. De blåa fälten representerar kvinnor utan bälte, de gula fälten representerar kvinnor med bälte, de gröna fälten representerar män utan bälte och de röda fälten representerar män med bälte.

**För ålder:**



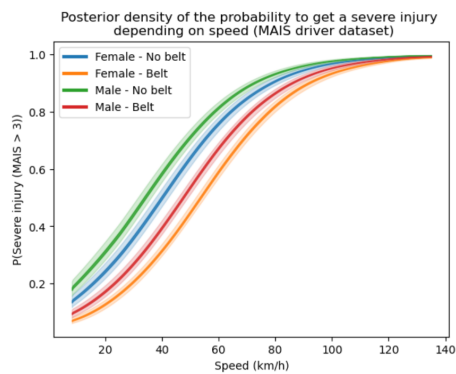
(a) MAIS dataset. Visar förarens allvarigaste skada i någon kroppsdel.



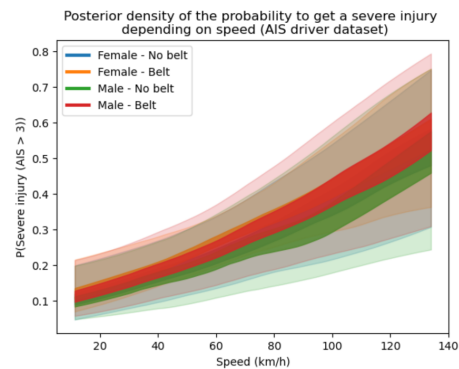
(b) AIS dataset. Visar fall med allvarliga skador på huvudet.

**Figur A.1:** Figurerna visar sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada beroende på ålder och vilken av de fyra kategorierna individen tillhör.

**För hastighet:**



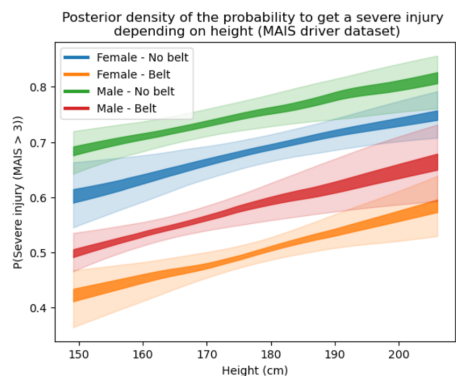
(a) MAIS dataset. Visar förarens allvarligaste skada i någon kroppsdel.



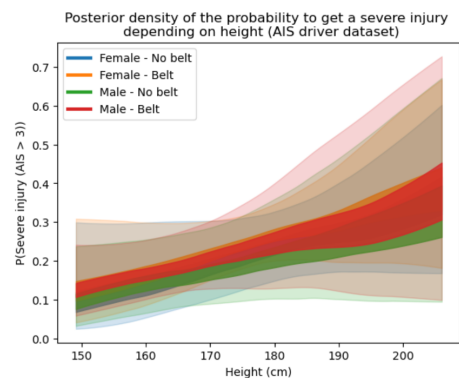
(b) AIS dataset. Visar fall med allvarliga skador på huvudet.

**Figur A.2:** Figurerna visar sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada beroende på hastighet och vilken av de fyra kategorierna individen tillhör.

### För längd:



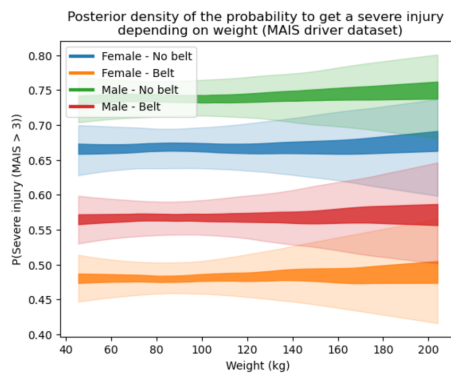
(a) MAIS dataset. Visar förarens allvarligaste skada i någon kroppsdel.



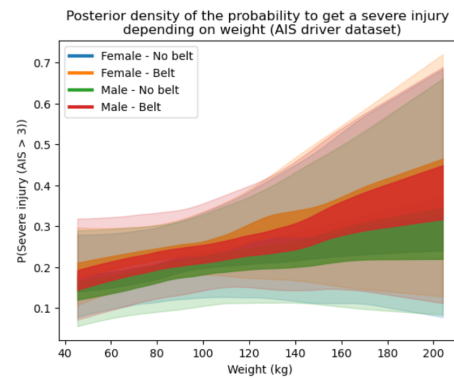
(b) AIS dataset. Visar fall med allvarliga skador på huvudet.

**Figur A.3:** Figurerna visar sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada beroende på individens längd och vilken av de fyra kategorierna individen tillhör.

### För vikt:



(a) MAIS dataset. Visar förarens allvarligaste skada i någon kroppsdel.



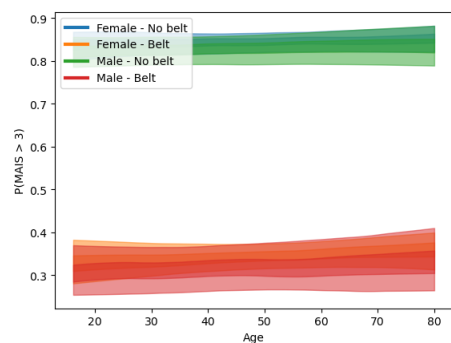
(b) AIS dataset. Visar fall med allvarliga skador på huvudet.

**Figur A.4:** Figurerna visar sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada beroende på individens vikt och vilken av de fyra kategorierna individen tillhör.

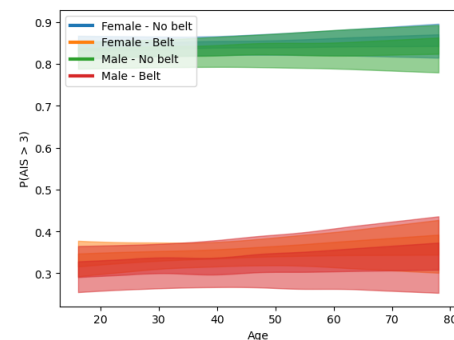
### A.3 Framsätesspassagerare

Alla kategorier i spaghetti plot för ålder, hastighet, längd och vikt för både MAIS och AIS.

**För ålder:**



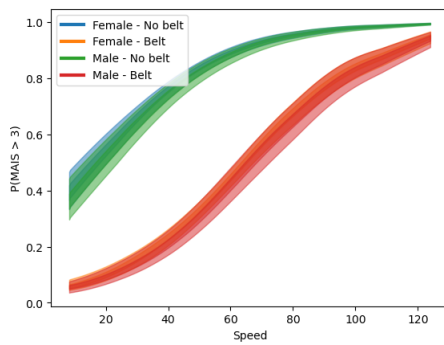
(a) MAIS dataset. Visar förarens allvarligaste skada i någon kroppsdel.



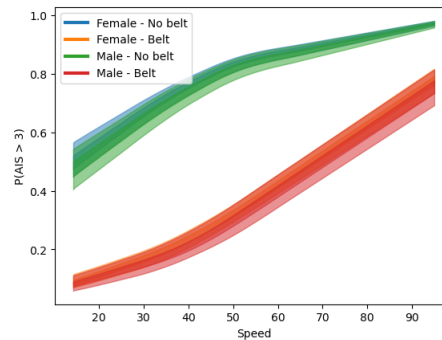
(b) AIS dataset. Visar fall med allvarliga skador på huvudet.

**Figur A.5:** Figurerna visar sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada beroende på ålder och vilken av de fyra kategorierna individen tillhör.

**För hastighet:**



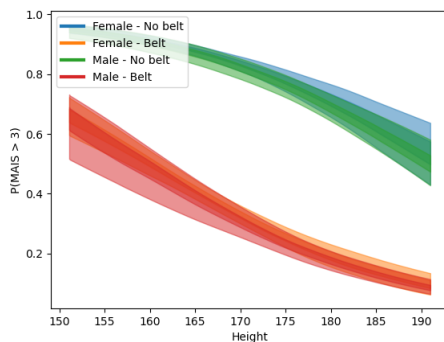
(a) MAIS dataset. Visar förarens allvarligaste skada i någon kroppsdel.



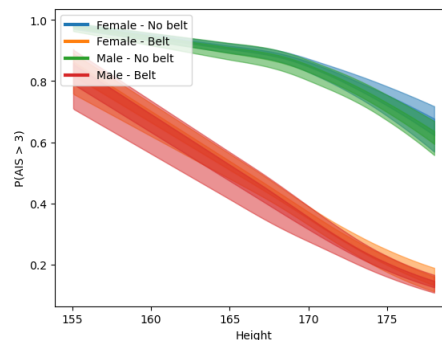
(b) AIS dataset. Visar fall med allvarliga skador på huvudet.

**Figur A.6:** Figurerna visar sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada beroende på hastighet och vilken av de fyra kategorierna individen tillhör.

För längd:



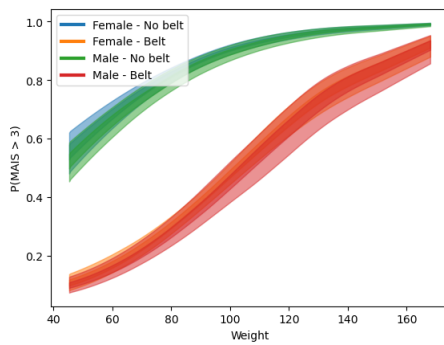
(a) MAIS dataset. Visar förarens allvarligaste skada i någon kroppsdel.



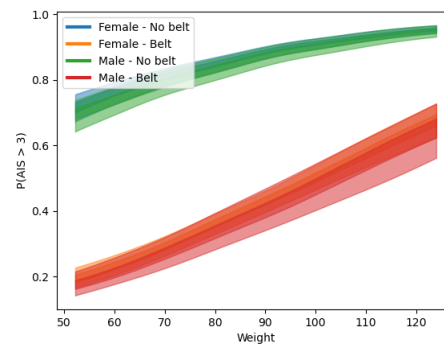
(b) AIS dataset. Visar fall med allvarliga skador på huvudet.

**Figur A.7:** Figurerna visar sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada beroende på individens längd och vilken av de fyra kategorierna individen tillhör.

För vikt:



(a) MAIS dataset. Visar förarens allvarigaste skada i någon kroppsdel.

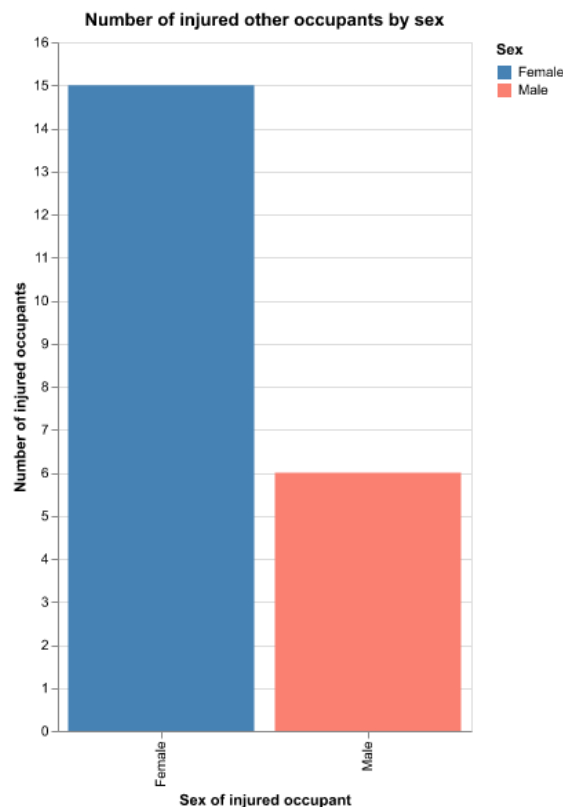


(b) AIS dataset. Visar fall med allvarliga skador på huvudet.

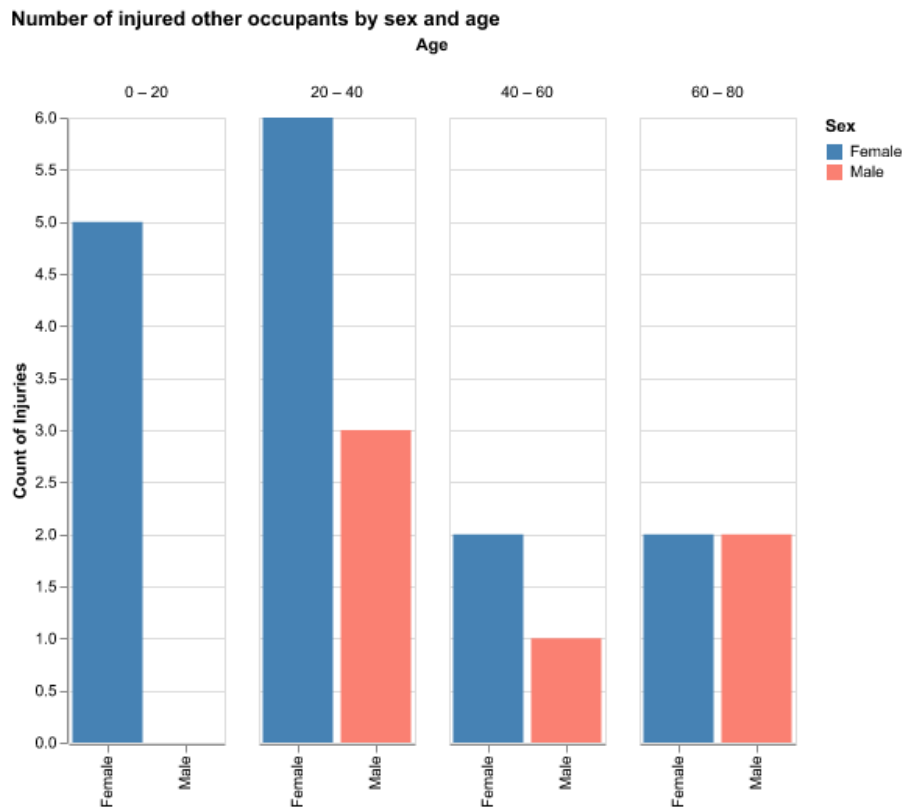
**Figur A.8:** Figurerna visar sannolikheten för att drabbas av en allvarlig skada beroende på individens vikt och vilken av de fyra kategorierna individen tillhör.

## A.4 Övriga passagerare

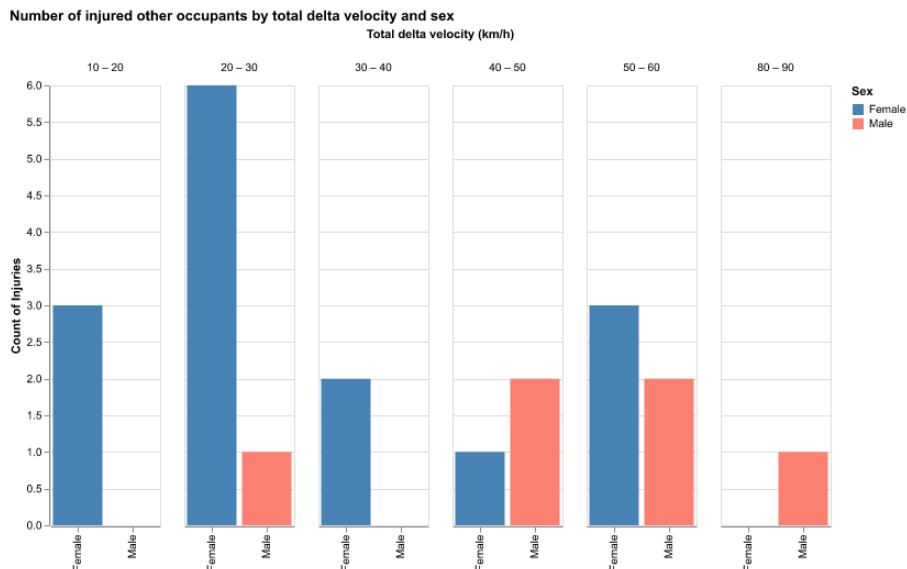
Alla relevanta plottar från den explorativa dataanalysen för MAIS datasetet, där blå färg representerar män och rosa representerar kvinnor.



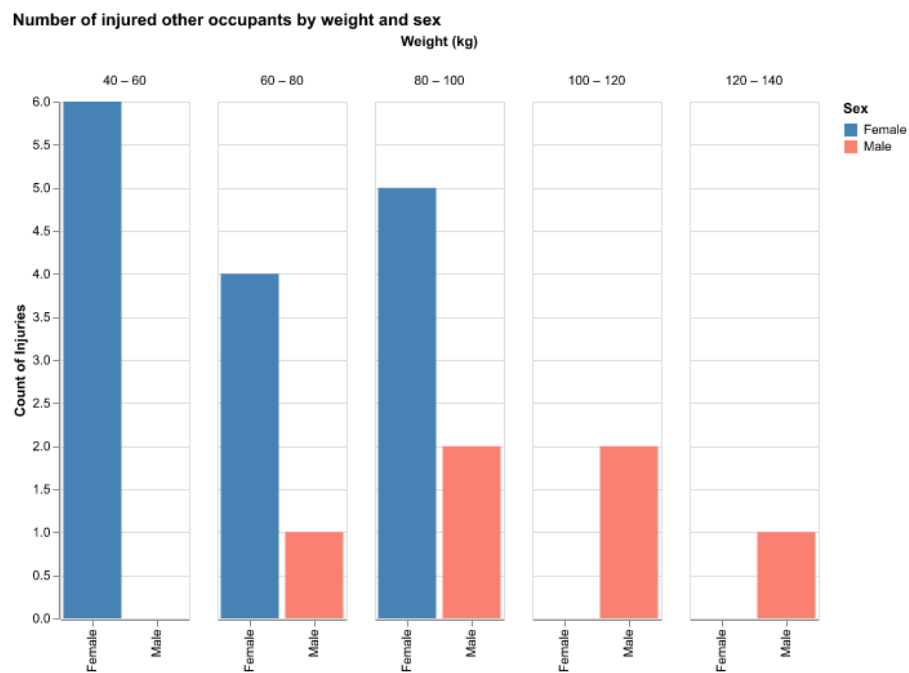
**Figur A.9:** Antal skadade andra passagerare efter kön



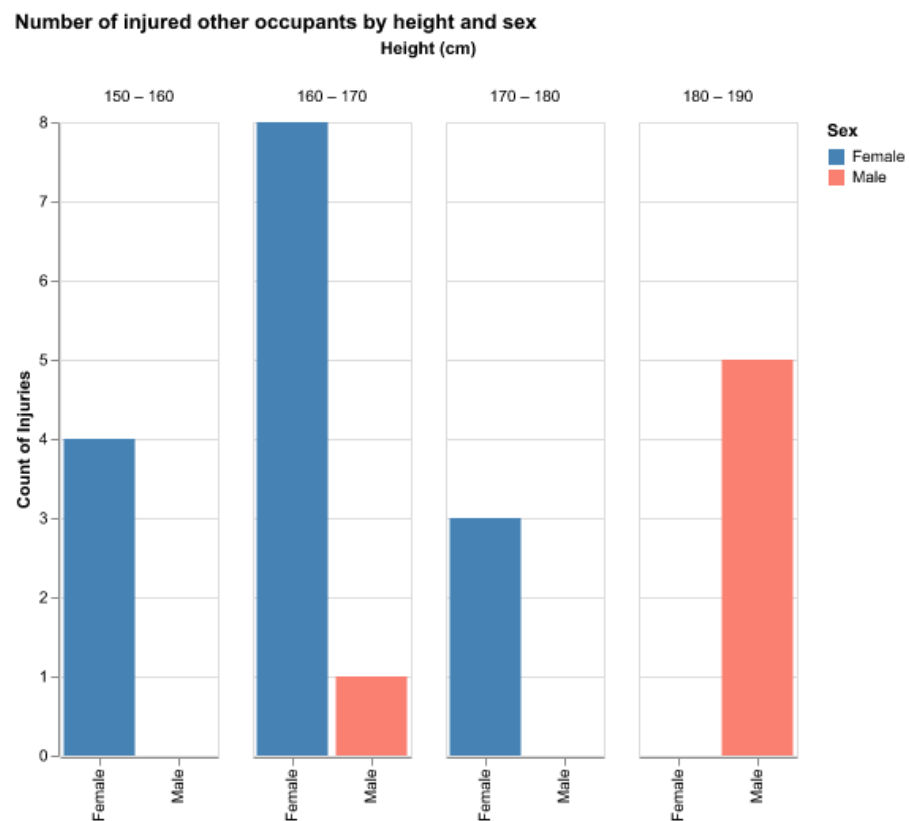
**Figur A.10:** Antal skadade andra passagerare efter ålder och kön



**Figur A.11:** Antal skadade andra passagerare efter total deltahastighet och kön



Figur A.12: Antal skadade andra passagerare efter vikt och kön



Figur A.13: Antal skadade andra passagerare efter längd och kön

**INSTITUTIONEN FÖR MEKANIK OCH MARITIMA VETENSKAPER**  
**CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA**  
Göteborg, Sverige 2025  
[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)



**CHALMERS**