



LUNDS
UNIVERSITET

Statistiska Institutionen

**BAKÅTVÄND ELLER FRAMÅTVÄND BILBARNSTOL
FÖR DEM MELLAN ETT OCH FEM ÅR**
- en kategoridataanalys med logistisk regression

Ylva Berg och Christina Brummer

Uppsats i statistik
10 poäng
Nivå 41-60 poäng
Februari 2006

Handledare: Björn Holmquist

ETT VARMT TACK TILL

Maria Krafft, Anders Hägg, Sigrun Malm, Helena Stigson, Anders Kullgren och alla andra på Folksams forskningsavdelning Trafik och Samhälle som alla har varit till stor hjälp vid insamlingen av data.

ABSTRACT

This paper aims to analyze how child restraint systems (CRS) in cars should be positioned to protect children at the ages 1 to 5. The study is performed in cooperation with the Swedish insurance company Folksam.

Data from Folksam's database on car crashes in the years 1999-2004 is being used in this study. Every child in the ages 1 to 5 was searched for in the database, which resulted in 184 observations.

To perform the analysis, categorical data analysis is suitable. The model used, is logistic regression. The model consists of three dichotomous variables; the explanatory variables being Type of CRS (rearward or forward) and Direction of collision (one direction affecting driver and child equally, or one direction affecting them differently). The response variable is Relative injury (the child was less injured than the driver or the child was equally or more injured than the driver). Putting the child's injury in comparison to the injury of the driver enables comparisons between different children, even though circumstances vary from case to case.

It turns out that both the explanatory variables have significant impact on the Relative injury of the child. Children positioned in rearward facing CRS are less injured in comparison to their drivers than children positioned in forward facing CRS. Consequently, it can be recommended that children between 1 and 5 should be put in a rearward facing CRS when seated in cars.

1 INLEDNING	5
1.1 BAKGRUND.....	5
1.2 SYFTE	5
1.2.1 Avgränsningar.....	5
1.3 TIDIGARE FORSKNING	6
2 DATA	7
2.1 URVAL.....	7
2.2 DATABEHANDLING	8
2.2.1 Andra tänkbara förklaringsvariabler.....	8
3 METOD	11
3.1 KATEGORIDATAANALYS	11
3.1.1 Logistisk regression	11
3.1.2 Parameterskattning.....	13
3.1.3 Signifikanstest	15
4 RESULTAT	17
4.1 BINOMIALFÖRDELNINGEN	17
4.2 REDOVISNING AV MATERIALET.....	17
4.3 BERÄKNINGAR OCH RESULTAT	19
4.3.1 Resultat av parameterskattning.....	19
4.3.2 Hypotestest.....	20
4.4 TOLKNING AV RESULTATEN.....	21
4.4.1 Typ av skydd.....	21
4.4.2 Krockriktning.....	21
5 SLUTDISKUSSION	22
5.1 VAD KOMMER STUDIEN FRAM TILL?	22
5.2 ANDRA METODER	23
6 SAMMANFATTNING	24
REFERENSER	25
APPENDIX	26
A SAS-KOMMANDON OCH SAS-UTSKRIFT	26
B ENKÄT.....	28

1 INLEDNING

1.1 BAKGRUND

I Sverige är det lag på att använda bilbälte när man åker bil. Bilbältet är dock en säkerhetsutrustning anpassad för vuxna och skyddar inte barn lika effektivt. Barns proportionsvis stora och tunga huvuden gör dem extra sårbara vid kollisioner. Dessutom är de kortare än vuxna vilket gör att ett vanligt bilbälte skär in på fel ställen över bäckenet (Isaksson-Hellman et al, 1997). Därför finns det också lagstadgat att barn under sju år ska skyddas av ytterligare säkerhetsutrustning som är bättre anpassad till barn.

Säkerhetsutrustning för barn i bil brukar oftast betyda någon form av bilbarnstol eller sittkudde för de lite äldre barnen. Riktigt små barn placeras ofta i så kallat babyskydd, en bilbarnstol anpassad för spädbarn. Babyskyddet placerar barnet bakvänt i bilen medan sittkudden placerar barnet framåtvänt. Bilbarnstolar är olika, vissa placerar barnet framåt andra bakåt. Sedan ett par decennier tillbaka visar forskning på att bakåtvända säkerhetsutrustningar för barn är att föredra framför framåtvända. Ändå har det varit svårt att övertyga konsumenter, framförallt utanför Skandinavien att använda just bakåtvända bilbarnstolar. I många länder sätts barn framåtvänt i bilen redan från ett års ålder. Även i Sverige finns nu indikationer på att användandet av bakåtvända bilbarnstolar minskar för barn under fyra år ("*Fara med barn...*", 2004) trots att exempelvis Vägverket rekommenderar att barn upp till ungefär fyra år ska sitta bakåtvända.

1.2 SYFTE

Syftet med undersökningen i denna uppsats är att förse Folksam med kompletterande kunskap kring bilbarnstolars säkerhet. I praktiken innebär detta att söka efter statistiskt hållbara belägg för att barn sitter säkrare i bakåtvända bilbarnstolar även efter ett års ålder.

För att uppnå detta har ett mer konkret syfte formulerats. Det lyder som följer: att utifrån Folksams register över bilolyckor ta reda på hur bilbarnstolens position påverkar säkerheten vid en kollision för barn mellan ett och fem år.

1.2.1 AVGRÄNSNINGAR

Studien begränsas till att studera krockar som finns i Folksam så kallade olycksdatabas. I den förkommer enbart ett urval av krockar som ägt rum av bilister försäkrade genom Folksam. Tidpunkten för krockarna är 1999 – 2004.

1.3 TIDIGARE FORSKNING

Som nämnts ovan har forskning bedrivits på området tidigare. En av de mest omfattande studierna över barnsäkerhet i bilar gjordes i slutet på 80-talet av forskaren Claes Tingvall i samarbete med olika aktörer. I den visas bland annat att medan de flesta framåtvända skyddsutrustningar för barn ger en effektivitet på ungefär 50% så ger bakåtvända bilbarnstolar en effektivitet på ungefär 90% (Tingvall, 1987).

Övrig forskning på området är till stor del initierad av privata aktörer såsom bilindustrin och försäkringsbolag. Folksam bedriver till exempel egen forskning på området. Även den forskningen visar att bakåtvända bilbarnstolar är att föredra framför framåtvända (Kamrén et al, 1993). Forskningsresultaten om bakåtvända bilbarnstolars överlägsenhet kommer både från studier som gjorts över verkliga olyckor (Carlsson, 1991 et al, Tingvall, 1987) och studier som gjorts genom så kallade simulerade krocktester (Turbell, 1974).

2 DATA

I denna del redovisas det urval som insamlingen av datamaterialet bygger på samt hur erhållna data har behandlats. Studiens variabler presenteras och avslutningsvis tas andra tänkbara variabler upp.

2.1 URVAL

Undersökningen utgår från Folksam:s register över bilolyckor mellan åren 1999-2004 som innehåller detaljerade uppgifter om cirka 7 800 kollisioner. Dessa kollisioner utgör drygt 15 % av samtliga bilolyckor som anmälts till Folksam. Detta register omfattar i grova drag nyare bilar.

I studien är samtliga – skadade eller oskadade – barn mellan ett och fem år som varit inblandade i någon av dessa olyckor av intresse. I registret finns det idag upplysningar om vilka som har skadats men det är alltså också av intresse att få veta vilka som *inte* blev skadade i bilen. För att ta reda på dessa uppgifter sände vi ut en enkät till försäkringstagare som ingår i registret. Vissa grupper utelämnas dock från utskicket. I 110 fall av de 7 800 olyckorna finns redan all information som behövs för studien. Antalet olyckor där det endast funnits en person i bilen uppgår till 4 500 stycken. Dessa fall är inte användbara eftersom det uppenbarligen inte har funnits några barn i bilen. Vidare är ytterligare 400 bilolyckor utelämnade där försäkringstagaren har avlidit efter olyckan och dödsorsaken inte varit relaterad till krocken. Svårare kollisioner med dödlig utgång har också uteslutits, även om det kan ha funnits oskadade barn med i bilen, av hänsyn till de inblandade. Kvar blir då ett urval på drygt 2 500 försäkringstagare som får enkäten (se appendix). Ett förhållandevis kort svarsdatum är satt på två veckor innan ett påminnelseutskick går ut, och vid detta tillfälle har endast en tredjedel svarat. Påminnelseenkäten får ett längre svarsdatum eftersom julhelgen kommer mellan. Svarsfrekvensen är relativt låg, bara 57,0 %. Av de inkomna svaren är det 92,5 % som inte har haft några barn mellan ett och fem år i bilen och som därför inte är användbara. I vissa bilar har det dock funnits mer än ett barn, vilket utökar antalet observationer. De svårare kollisionerna har gått igenom manuellt och efter en del efterforskning har endast en observation hittats. Det underlag som vi slutligen har att studera omfattar 184 individer.

2.2 DATABEHANDLING

En tabell utifrån inhämtad data har formaterats som följer:

Tabell 2.1

Krockriktning 1

	Relativ skada 1	Relativ skada 2
Bakåtvänd	X_{111}	X_{121}
Framåtvänd	X_{211}	X_{221}

Krockriktning 2

	Relativ skada 1	Relativ skada 2
Bakåtvänd	X_{112}	X_{122}
Framåtvänd	X_{212}	X_{222}

Vid val av beroende variabel har valet fallit på att använda en relativ skadeskala där barnets eventuella skada har jämförts med förarens. Anledningen till detta är för att slippa korrigera för faktorer som är unika för varje kollision. Kodningen av svaren förklaras nedan:

Relativ skada 1 = barnet är mindre skadat än föraren

Relativ skada 2 = barnet är lika (eller mer) skadat än föraren

I materialet finns endast en observation där barnet har varit mer skadat än föraren. Denna enda observation anser vi har en så liten inverkan i undersökningen att den med lätthet kan slås samman med kategorin ”lika skadad” utan att påverka resultatet i negativ riktning.

Variabeln ”relativ skada” delas upp i kategorier som baseras på en så kallad Abbreviated Injury Scale, AIS, som reviderades 1985 och som är en sexgradig internationell skala vilken mäter graden av dödlighet;

AIS 1 = mindre skada
AIS 2 = lindrig skada
AIS 3 = allvarlig skada
AIS 4 = svår skada
AIS 5 = kritisk skada
AIS 6 = maximal skada med dödlig utgång

Om föraren har haft en AIS som är högre än barnet har den observationen placerats i ”relativ skada 1”. Om barnet har samma AIS som föraren (eller högre) placeras den i ”relativ skada 2”. Samtliga förare i studien var bältade vid krocktillfället.

I den utsända enkäten finns fyra olika alternativ på barnsäkerhetsutrustning; babyskydd, bakåtvänd barnstol, framåtvänd barnstol samt bälteskudde. Babyskydd och bakåtvända barnstolar är sammanslagna i den ena kategorin och framåtvända barnstolar och bälteskuddar utgör den andra, detta baserat på att skyddsfaktorn i regel är den samma för de olika skydden i kategorierna (*”Fara med barn...”*, 2004). Kategorierna benämns som ”bakåtvänd” och ”framåtvänd”.

Vi har även tagit hänsyn till från vilken riktning krocken kom utifrån antagandet att krockvåldet kan ha påverkat skadan olika beroende på var man är placerad i bilen. Följande indelningar har använts:

Krockriktning 1: Ingens sida (när krocken kommit framifrån, bakifrån eller när både förare och barn har suttit på samma sida vid en sidokrock)

Krockriktning 2: Barnets eller förarens sida (om det är en sidokrock och personerna har suttit på olika sidor).

2.2.1 ANDRA TÄNKBARA FÖRKLARINGSVARIABLER

I studien antas att de bilbarnstolar som använts har varit fastsatta i bilen på ett ordentligt sätt. Möjligheten att kontrollera huruvida barnstolarna varit korrekt fastsatta utifrån våra data har varit mycket liten. Det finns dock grund för att påstå att det förekommer en hel del felanvändning av bilbarnstolar. Detta har uppmärksammats av regeringen som i december 2005 gav Vägverket i uppdrag att utreda möjligheten för Svensk Bilprovning AB att genomföra inspektioner av hur bilbarnstolar är monterade (Pressmeddelande, 20 december, 2005, Näringsdepartementet). Vidare visar studier att bakåtvända bilbarnstolar oftare än framåtvända är korrekt fastsatta i bilen (Kamrén et al, 1993).

Undersökningen i denna uppsats tar inte heller hänsyn till att bilbarnstolar produceras av olika tillverkare och därför kanske ger olika skydd. Några indikationer på att så skulle vara fallet finns emellertid inte (Tingvall 1987) varför det inte vållar några problem att utelämna variabeln om bilbarnstolens märke.

Ytterligare en tänkbar variabel är barnets position i bilen. På grund av vårt låga antal observationer har vi försökt hålla ner antalet förklaringsvariabler. Vi kan därför inte utesluta att detta skulle vara en intressant variabel att studera vid ett större dataunderlag.

3 METOD

I detta avsnitt går vi igenom den bakomliggande teorin som denna studie är baserad på och presenterar en kortare översikt av vad kategoridataanalys används till. Därefter kommer ett avsnitt där logistisk regression förklaras närmare och hur Maximum Likelihood-metoden används för att skatta parametrarna. Avslutningsvis redogörs det för olika metoder som kan användas för kontroll av parametrarna.

3.1 KATEGORIDATAANALYS

Kategoridata består av variabler som kan delas in i ett antal kategorier. Det finns främst två typer av mätskalor. Den ena är en ordningsvariabel där kategorierna exempelvis kan bestå av rumstemperatur och följer en viss ordningsskala (kategori ”kallt”, ”behagligt”, ”varmt”). Den andra går under namnet nominell variabel och är en indelning av gruppstillhörighet, exempelvis religionstillhörighet (kategori ”jude”, ”muslim”, ”kristen”, ”annat”). För nominella variabler är ordningen irrelevant och vid de statistiska analyserna ska ordningen inte ha någon inverkan.

3.1.1 LOGISTISK REGRESSION

Den vanligaste formen av kategoridata utgörs av dikotoma variabler, och den mest lämpliga metoden att använda då är en så kallad logistisk regression som även går under namnet logitmodellen (Agresti, 1996). Anta att vi har en binär beroende variabel som är observerad tillsammans med k antal förklarande variabler. För n utfall kommer vår data att bestå av n vektorer;

$$(y_v; x_{1v}, \dots, x_{kv}), v = 1, \dots, n$$

där de observerade värdena av den beroende(y_v) variabeln och de förklarande variablerna (x_{1v}, \dots, x_{kv}) är redovisade.

Den logistiska regressionen beskrivs då som följer:

$$Y_v = \begin{cases} 1 \text{ med sannolikheten } p_v \\ 0 \text{ med sannolikheten } 1 - p_v \end{cases}$$

där

$$(3.1) \quad p_v = \frac{\exp(\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{jv})}{1 + \exp(\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{jv})} \Leftrightarrow \ln \frac{p_v}{1 - p_v} = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{jv}$$

Ett mer välkänt uttryck kan man få om vi låter μ vara den logaritmerade kvoten mellan sannolikheten p_v och dess komplement och x vara den förklarande variabeln. Då får vi följande form av modellen:

$$(3.2) \quad \mu = \beta_0 + \beta_1 x$$

Namnet *logistisk regression* kommer alltså från det att den logistiska transformationen av sannolikheten $Y_v = 1$ är linjär. Det är dock bara den beroende variabeln som måste vara binär och diskret. För förklaringsvariablerna finns ingen begränsning och man kan blanda binära, polynoma eller kontinuerliga variabler i modellen. Logitmodellen har främst två egenskaper (Andersen, 1990):

- (a) Logitmodellen beror endast på huvudeffekten av den beroende variabeln och på interaktionen mellan den beroende och de förklarande variablerna.
- (b) Logitmodellen är två gånger summan av de icke-noll-interaktioner som involverar den beroende variabeln.

Egenskap (a) innebär att logitmodellen bortser från förklaringsvariablernas samspel sinsemellan. I händelse av ett stort antal förklaringsvariabler underlättar detta avsevärt sökandet efter den bästa modellen. Egenskap (b) kommer från definitionen av en log-linear modell som är

$$(3.3) \quad \ln \mu_{ijk} = \tau_0 + \tau_i^A + \tau_j^B + \tau_k^C + \tau_{ij}^{AB} + \tau_{ik}^{AC} + \tau_{jk}^{BC} + \tau_{ijk}^{ABC}$$

Då blir logitmodellen med A som beroende variabel

$$(3.4) \quad \ln (p_{1jk}/p_{2jk}) = (\tau_1^A - \tau_2^A) + (\tau_{1j}^{AB} - \tau_{2j}^{AB}) + (\tau_{1k}^{AC} - \tau_{2k}^{AC}) + (\tau_{1jk}^{ABC} - \tau_{2jk}^{ABC}) = \\ 2 [\tau_1^A + \tau_{1j}^{AB} + \tau_{1k}^{ABC}]$$

eftersom termer som inte innehåller A tas bort och

$$\tau_1^A + \tau_2^A = 0, \tau_{1j}^{AB} + \tau_{2j}^{AB} = 0, \text{ etcetra}$$

där $2 \tau_1^A$ motsvarar β_0 i den logistiska regressionen och $2\tau_{1j}^{AB}$ motsvarar β_1 , och så vidare.

3.1.2 PARAMETERSKATTNING

För att ta reda på parameterskattningarna kommer Maximum Likelihood-skattningen (ML-skattningen) väl till pass. Om vi antar att urvalet har en binomialfördelning kan parametervärdena räknas fram med hjälp av att sannolikheten att hamna i till exempel x_{111} (se avsnitt 2.2) är:

$$(3.5) \quad P(x_{111}) = \binom{n_1}{x_{111}} p_1^{x_{111}} (1 - p_1)^{x_{121}}$$

och för (3.6)

$$P(x_{111}, x_{211}, x_{112}, x_{212}) = \\ = \binom{n_1}{x_{111}} p_1^{x_{111}} (1 - p_1)^{x_{121}} \binom{n_2}{x_{211}} p_1^{x_{211}} (1 - p_2)^{x_{221}} \binom{n_3}{x_{112}} p_3^{x_{112}} (1 - p_3)^{x_{122}} \binom{n_4}{x_{212}} p_4^{x_{212}} (1 - p_4)^{x_{222}}$$

En likelihoodfunktion skulle kunna vara som följer (3.7);

$$L(\beta_0, \beta_1, \beta_2) = \left(\frac{e^{\beta_0}}{1+e^{\beta_0}}\right)^{x_{111}} \left(\frac{1}{1+e^{\beta_0}}\right)^{x_{121}} \left(\frac{e^{\beta_0+\beta_1}}{1+e^{\beta_0+\beta_1}}\right)^{x_{211}} \left(\frac{1}{1+e^{\beta_0+\beta_1}}\right)^{x_{221}} \left(\frac{e^{\beta_0+\beta_2}}{1+e^{\beta_0+\beta_2}}\right)^{x_{112}} \left(\frac{1}{1+e^{\beta_0+\beta_2}}\right)^{x_{122}} \left(\frac{e^{\beta_0+\beta_1+\beta_2}}{1+e^{\beta_0+\beta_1+\beta_2}}\right)^{x_{212}} \left(\frac{1}{1+e^{\beta_0+\beta_1+\beta_2}}\right)^{x_{222}}$$

där de olika sannolikheterna att hamna i respektive kategori är definierade enligt tabell 3.1.

Tabell 3.1

Krockriktning 1

	Relativ skada 1	Relativ skada 2	totalt
Bakåtvänd	$p_1 = \frac{e^{\beta_0}}{1+e^{\beta_0}}$	$1-p_1 = \frac{1}{1+e^{\beta_0}}$	n_1
Framåtvänd	$p_2 = \frac{e^{\beta_0+\beta_1}}{1+e^{\beta_0+\beta_1}}$	$1-p_2 = \frac{1}{1+e^{\beta_0+\beta_1}}$	n_2

Krockriktning 2

	Relativ skada 1	Relativ skada 2	totalt
Bakåtvänd	$p_3 = \frac{e^{\beta_0+\beta_2}}{1+e^{\beta_0+\beta_2}}$	$1-p_3 = \frac{1}{1+e^{\beta_0+\beta_2}}$	n_3
Framåtvänd	$p_4 = \frac{e^{\beta_0+\beta_1+\beta_2}}{1+e^{\beta_0+\beta_1+\beta_2}}$	$1-p_4 = \frac{1}{1+e^{\beta_0+\beta_1+\beta_2}}$	n_4

Loglikelihoodfunktionen, ℓ , blir då (3.8);

$$\ell = \ln L = -n_1 \ln(1+e^{\beta_0}) + x_{111}(\beta_0) - n_2 \ln(1+e^{\beta_0+\beta_1}) + x_{211}(\beta_0 + \beta_1) - n_3 \ln(1+e^{\beta_0+\beta_2}) + x_{112}(\beta_0 + \beta_2) - n_4 \ln(1+e^{\beta_0+\beta_1+\beta_2}) + x_{212}(\beta_0 + \beta_1 + \beta_2)$$

Funktionen maximeras genom att derivera uttrycket med avseende på respektive parameter och sätta dess derivator till 0;

(3.9)

$$0 = \frac{d\ell}{d\beta_0} = -\frac{n_1 e^{\beta_0}}{1 + e^{\beta_0}} + x_{111} - \frac{n_2 e^{\beta_0 + \beta_1}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1}} + x_{211} - \frac{n_3 e^{\beta_0 + \beta_2}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_2}} + x_{112} - \frac{n_4 e^{\beta_0 + \beta_1 + \beta_2}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 + \beta_2}} + x_{212}$$

$$0 = \frac{d\ell}{d\beta_1} = -\frac{n_2 e^{\beta_0 + \beta_1}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1}} + x_{211} - \frac{n_3 e^{\beta_0 + \beta_1 + \beta_2}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 + \beta_2}} + x_{212}$$

$$0 = \frac{d\ell}{d\beta_2} = -\frac{n_3 e^{\beta_0 + \beta_2}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_2}} + x_{112} - \frac{n_4 e^{\beta_0 + \beta_1 + \beta_2}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 + \beta_2}} + x_{212}$$

Genom iteration av detta ekvationssystem kan vi få fram skattningarna för respektive parameter.

3.1.3 SIGNIFIKANSTEST

För att kontrollera huruvida parametrarna signifikant skiljer sig från noll kan olika metoder användas (Agresti, 1996). En av metoderna är den så kallade log-likelihoodkvoten (LR-skattning). Den går ut på att man sätter in de skattade parametervärdena i likelihoodfunktionen och dividerar med samma funktion, där endast det skattade interceptet (β_0) används och de övriga parametrarna sätts till noll. Därefter logaritmeras kvoten och multipliceras med två enligt följande:

$$(3.10) \quad 2 \log \frac{L(\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2)}{L(\hat{\beta}_0, 0, 0)} \quad \text{som är approximativt } \chi^2(2).$$

Antalet frihetsgrader styrs av hur många förklaringsvariabler som ingår i modellen.

En annan vanlig metod är där man använder sig av osäkerheten, det vill säga variansen.

De skattade parametrarna är approximativt $N\left(\beta_1, \text{var}(\hat{\beta}_1)\right)$ respektive $N\left(\beta_2, \text{var}(\hat{\beta}_2)\right)$.

För att ta reda på om parametrarna är signifikant skilda från 0 kan man använda sig av ett Z-test. Om

$$(3.11) \quad z_{\alpha/2} \leq \left| \frac{\hat{\beta}_1}{\sqrt{\text{var}(\hat{\beta}_1)}} \right| \quad (\text{analogt för } \beta_2)$$

är $\hat{\beta}_1$ respektive $\hat{\beta}_2$ signifikant skilt från noll och en effekt kan påvisas. Med Z-testet används den standardiserade normalfördelningens tabell för att hitta ett ensidigt eller tvåsidigt P-värde. Ekvivalent med det tvåsidiga alternativet, är z^2 som är χ^2 fördelad med aktuella frihetsgrader. Denna typ av test, när man dividerar ett skattat värde med dess standardavvikelse och sedan kvadrerar detta, kallas för ett Waldtest. Waldtestet utgår från loglikelihoodfunktionens beteende vid ML-skattningen av parametrarna. Variansen för $\hat{\beta}_1$ och $\hat{\beta}_2$ beror på krökningen av loglikelihoodfunktionen där den har sitt maximum. Förstaderivatan talar om var extrempunkterna finns, det vill säga där derivatan är 0, och andraderivatan talar om huruvida det är ett maximum eller minimum.

Ett tredje sätt är det så kallade scoretestet som grundar sig på kurvans lutning vid nollpunkten. Derivatan i nollpunkten tenderar att vara större ju högre värde den skattade parametern har. Score statistikorna är den kvadrerade kvoten mellan detta värde och den skattade variansen som är χ^2 -fördelad med aktuellt antal frihetsgrader.

4 RESULTAT

I detta avsnitt redovisas det inhämtade materialet och resultaten av de beräkningar som presenterats i avsnitt 3. Därefter tolkas resultaten. Inledningsvis redogörs för vårt antagande om binomialfördelningen som är en förutsättning för den metod som används i studien.

4.1 BINOMIALFÖRDELNINGEN

Binomialfördelningen förekommer när ett antal oberoende försök genomförs där alla försök resulterar i att en händelse inträffar eller inte inträffar. I vart och ett av dessa försök, som ska ske under lika förutsättningar, ska finnas lika stor sannolikhet för händelsens inträffande.

Huruvida barnet är mindre skadat än föraren eller inte är i denna studie den händelse som kan inträffa eller inte inträffa. Binomialfördelningens första villkor är därmed uppfyllt. Villkoret om att sannolikheten för händelsens inträffande ska vara samma vid varje försök är dock svårare att hävda att våra data lever upp till. Det kan misstänkas att sannolikheterna *inte* är helt lika då våra data ömsom kommer från enkätsvar som försäkringstagare sânt in, ibland flera år efter olyckan, och ömsom från en databas för olyckor som bygger på uppgifter från försäkringshandläggare, i nära anslutning till olyckan. Däremot är våra samtliga data från ett relativt begränsat tidsintervall (1999 – 2004) vilket gör att förutsättningar som är beroende av *när* olyckan inträffade, såsom tidens aktuella trafik- och bilsäkerhet, är ganska stationära. Utifrån detta antar vi att binomialfördelningen föreligger.

4.2 REDOVISNING AV MATERIALET

I tabell 4.1 och diagram 4.2 redovisar det inkomna materialet. Totalt finns 184 observationer i studien.

Tabell 4.1

Krockriktning 1

	Relativ skada 1	Relativ skada 2	Andel mindre skadade	95 % KI* för andel mindre skadade
Bakåtvänd	55	13	81%	0,71 – 0,88
Framåtvänd	63	31	67%	0,57 – 0,75

*Konfidensintervall

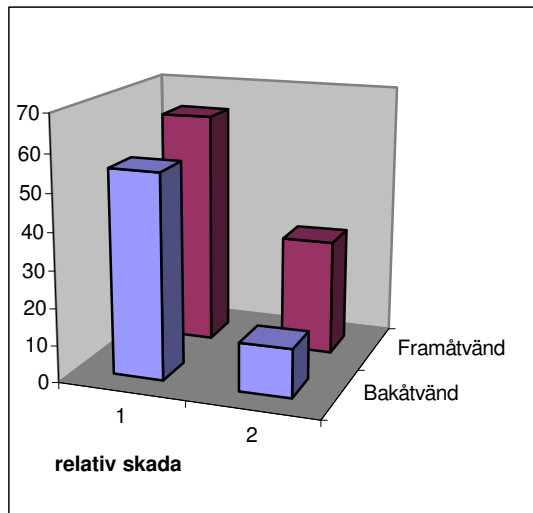
Krockriktning 2

	Relativ skada 1	Relativ skada 2	Andel mindre skadade	95 % KI* för andel mindre skadade
Bakåtvänd	6	6	50%	0,28 – 0,71
Framåtvänd	3	7	30%	0,15 – 0,54

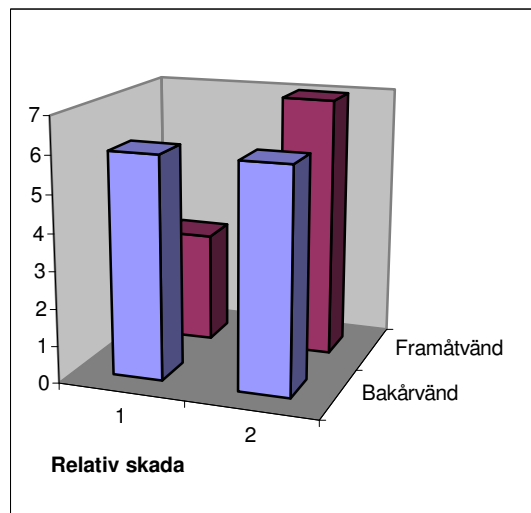
*Konfidensintervall

Diagram 4.2

Krockriktning 1



Krockriktning 2



Antalet observationer som sorterar under ”krockriktning 2” (där krockriktningen påverkar barn och förare olika) är inte särskilt många, enbart 24 stycken. Det visar sig dock att krockriktningen är en viktig variabel för studien.

4.3 BERÄKNINGAR OCH RESULTAT

Beräkningarna inleds med att formulera undersökningens hypoteser:

$$H_0: p_1 = p_2 \Leftrightarrow \beta_1 = 0$$

$$H_1: p_1 \neq p_2 \Leftrightarrow \beta_1 \neq 0$$

$$H_0: p_1 = p_3 \Leftrightarrow \beta_2 = 0$$

$$H_1: p_1 \neq p_3 \Leftrightarrow \beta_2 \neq 0$$

$$H_0: p_3 = p_4 \Leftrightarrow \beta_1 = 0$$

$$H_1: p_3 \neq p_4 \Leftrightarrow \beta_1 \neq 0$$

$$H_0: p_2 = p_4 \Leftrightarrow \beta_2 = 0$$

$$H_1: p_2 \neq p_4 \Leftrightarrow \beta_2 \neq 0$$

$$H_0: p_1 = p_2 = p_3 = p_4 \Leftrightarrow \beta_1 = 0 \text{ och } \beta_2 = 0$$

$$H_1: \text{ngn av } p_1, p_2, p_3 \text{ eller } p_4 \text{ skiljer sig från varandra} \Leftrightarrow \text{minst en av } \beta_1 \text{ eller } \beta_2 \neq 0$$

Den logistiska regressionsmodellen är:

$$(4.1) \quad \mu = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2$$

Uttrycket β_1 anger effekten av skyddet och β_2 anger effekten av krockriktningen. Om dessa effekter är lika med noll så har de ingen inverkan på den beroende variabeln. Enligt logitmodellens egenskaper (se avsnitt 3.1) ska vi inte söka efter några eventuella effekter av samspelet mellan krockriktning och skydd.

4.3.1 RESULTAT AV PARAMETERSKATTNING

Med iteration kan vi skatta våra parametrar (se avsnitt 3.2.1). För att genomföra dessa beräkningar används programvaran Statistical Analysis System, SAS, och vi får fram följande skattningar (se appendix för fullständig SAS-utskrift):

$$\beta_0 = 3,6984 \quad \beta_1 = -0,7505 \quad \beta_2 = -1,4940$$

Vår logistiska regressionsmodell ser då ut som följer:

$$(4.2) \quad \mu = 3,6984 - 0,7505x_1 - 1,4940x_2$$

Där μ är den logaritmerade kvoten mellan relativ skada 1 och 2 och x_1 är förklaringsvariabeln skydd och x_2 är förklaringsvariabeln krockriktning.

4.3.2 HYPOTESTEST

För att testa våra hypoteser beräknar SAS loglikelihoodkvoten, Waldtestet och scoretestet. Loglikelihoodkvoten beräknas enligt följande:

$$(4.3) \quad 2\log \frac{L(3,6984, -0,7505, -1,4940)}{L(3,6984, 0, 0)} \quad \text{som är approximativt } \chi^2 \text{-fördelad med 2}$$

frihetsgrader om såväl β_1 som β_2 är lika med noll.

Samtliga test visar att våra parametrar är skilda från noll (Likelihoodkvoten Pr = 0,0013, Wald Pr = 0,0023 och score Pr = 0,0011). Det betyder att $H_0: p_1 = p_2 = p_3 = p_4 \Leftrightarrow \beta_1 = 0$ och $\beta_2 = 0$ förkastas. Följande ANOVA illustrerar hur variablerna skydd och krockriktning enskilt inverkar på barns relativa skada:

Tabell 4.2

Variationsorsak	Frihetsgrader	χ^2	Pr > χ^2
Typ av skydd	1	4.62	0.0316
Krockriktning	1	9.54	0.0020

I tablån ovan framkommer att såväl skydd som krockriktning har betydelse för hur skadade barn blir vid en bilkollision. Därmed förkastas studiens samtliga H_0 till förmån för samtliga H_1 .

4.4 TOLKNING AV RESULTATEN

Hur variablerna påverkar den relativa skadan kan utläsas av tecknet på respektive koefficient (se den logistiska regressionsmodellen, ekvation 4.2). Våra dikotoma förklaringsvariabler antar värdena noll och ett enligt följande: bakåtvänd (0), framåtvänd (1) samt krockriktning 1 (0) och krockriktning 2 (1).

4.4.1 TYP AV SKYDD

Effekten av variabeln skydd är signifikant ($Pr = 0.0316$) skild från noll. Det betyder att den relativa skadan hos ett barn som sitter i en bakåtvänd bilbarnstol skiljer sig från den relativa skadan hos ett barn som sitter framåtvänd. Det finns ett negativt samband mellan kvoten μ och variabeln skydd, vilket anges av koefficientens tecken ($\beta_1 = -0,7505$). När x_1 antar värdet ett minskar alltså kvoten μ . Eftersom vi vill ha ett så högt värde som möjligt på denna kvot så är bakåtvänd bilbarnstol att föredra. Därmed har vi besvarat frågan om hur bilbarnstolens position påverkar säkerheten vid en kollision för barn mellan ett och fem år. Svaret är att det är säkrare med en bakåtvänd bilbarnstol.

4.4.2 KROCKRIKTNING

Krockriktningen visar även den på tydlig signifikans ($Pr = 0,0020$). Det betyder att krockens riktning har inverkan på barnets relativa skada. Eftersom parametern också här är negativ ($\beta_2 = -1,4940$) betyder det att kvoten μ minskar när x_2 antar värdet ett. Det innebär att om krocken kommer från sidan, antingen på förarens sida, eller på barnets sida, så blir barnet mer skadat än om krocken kommer från ett håll som påverkar föraren och barnet lika. Det är möjligt att titta på detta resultat närmare för att ta reda på exakt vilken typ av krockriktning som påverkar barnets skada. Vi nöjer oss dock med att konstatera att den relativa skadan påverkas av krockriktningen och att denna variabel därför är viktig att ha med i analysen.

5 SLUTDISKUSSION

I detta avslutande avsnitt resonerar vi kring studiens resultat. Dessutom funderar vi över vilka alternativa tillvägagångssätt vi hade kunnat ha med vårt givna syfte och vårt datamaterial.

5.1 VAD KOMMER STUDIEN FRAM TILL?

Den här studien visar att barn mellan ett och fem år blir mindre skadade i förhållande till sina förare om de sitter i bakåtvända bilbarnstolar istället för framåtvända. Resultatet är väntat, tidigare studier har pekat på samma sak. Det ska dock framhållas att denna studie inte tittar på hur spädbarn sitter i bilen. Då hade vårt resultat med all sannolikhet blivit ännu mer övertygande. Trots att delar av resultatet varit ganska väntade menar vi att det finns nya kunskaper och insikter att ta till sig från den här studien.

Vi antar att studien är mer tillförlitlig med variabeln ”relativ skada” eftersom vi därmed undgår att korrigera för varje kollisionens omständigheter. Detta tillvägagångssätt har även visat oss att barn ytterst sällan blir mer skadade än sina förare när en kollision inträffar. Enbart en observation i studien har inkommit där barnet blivit mer skadat än föraren. Det indikerar att barn generellt, i jämförelse med föraren, sitter ganska tryggt i bilar oavsett vilken typ av skydd som använts.

Intressant att studera är också vad vår studie *inte* kunnat komma fram till. Främst tänker vi på hur studien inte alls tagit hänsyn till om bilbarnstolarna varit korrekt fastsatta eller inte. Mot bakgrund av att felanvändningen verkar vara högre för framåtvända bilbarnstolar så är det mycket viktigt att framtida studier tar hänsyn till detta. Dessutom är det viktigt att uppgifter om felanvändning inte enbart kommer från föräldrar själva, eftersom föräldrar kan antas vara obenägna att erkänna att de satt fast sina barn fel eller så kanske föräldrar inte *vet* om de satt in barnstolen fel eller inte. Sådana uppgifter vore bättre att inhämta från en neutral part, exempelvis Svensk Bilprovning AB.

5.2 ANDRA METODER

Metoden i den här studien är anpassad efter variabler som alla är dikotoma. Det kan delvis tyckas märkligt eftersom vi har tillgång till mer ingående data om *hur* skadade barn och förare blivit. AIS-skalan delar in skador i sex nivåer och därför borde en utökad skala för ”relativ skada” kunna skapas. Då skulle vi få en ordningsskala för den beroende variabeln. Logitmodellen kan anpassas till sådana ordningsföljdsdata. Modellen generaliseras till en multikategoriell logitmodell. Utgångspunkten för sådana beräkningar är att det skapas en kvot mellan de beroende variabelernas ackumulerade sannolikheter och dess komplement (för mer information, se Agresti, 1996, kapitel 8.2).

Genom denna utökning av vår modell skulle studiens data kunna användas än mer, men det förutsätter att insamlade data tillåter en indelning i flera nivåer. Det visar sig att våra data i denna studie ännu inte fördelar sig tillräckligt väl över de olika nivåerna för att en sådan metod ska vara givande. Med en större mängd observationer finns dock möjlighet att genomföra en sådan analys och därmed få en ännu mer heltäckande bild av hur man skyddar barn i bilen på bästa sätt.

6 SAMMANFATTNING

Den här studien syftar till att ta reda på hur en bilbarnstol ska vara placerad i en bil för att barn mellan ett och fem år ska skyddas bäst. Studien är genomförd i samarbete med försäkringsbolaget Folksam.

Studien baseras på data hämtad från Folksams databas över olyckor inträffade 1999-2004. Ur denna databas har samtliga barn mellan ett och fem år eftersökts. Sammantaget ingår 184 observationer i studien.

För att studera förhållandet mellan bilbarnstolar och barns skada kan kategoridataanalys tillämpas. Modellen som används är logistisk regression. Tre dikotoma variabler ingår i modellen: förklaringsvariablerna Typ av bilbarnstol (framåtvänd eller bakåtvänd) och Krockriktning (en riktning som drabbar förare och barn lika mycket eller en riktning som drabbar en part mer) samt den beroende variabeln Relativ skada (barnet är mindre skadat än föraren eller barnet är lika eller mer skadat än föraren). Att ange barnets skada i relation till förarens är ett effektivt sätt att skapa jämförbarhet mellan olika barns skador trots att omständigheterna är unika för varje kollision.

Genom att analysera den logistiska regression konstateras att såväl krockriktning som typ av bilbarnstol har en signifikant inverkan på barnets relativa skada. Barn som sitter i bakåtvänd bilbarnstol blir mindre skadat i förhållande till sin förare än barn som sitter i framåtvänd bilbarnstol. Därmed kan det påstås att barn mellan ett och fem år som åker bil ska sitta i bakåtvänd bilbarnstol.

REFERENSER

Agresti A. *An introduction to categorical data analysis*. John Wiley & Sons, Inc, New York, 1996.

Andersen E. *The statistical analysis of categorical data*. Springer-Verlag. Berlin. 1990.

Tingvall C. *Children in cars – some aspects of the safety of children as car passengers in road traffic accidents*. Acta Paediatrica Scandinavica supplement 339 Stockholm. 1987.

Carlsson G, Norin H, Ysander L. *Rearward facing child seats – The safest car restraint for children?* Accident, analysis and prevention Vol 23, nos 2-3 1999:175-182.

Kamrén B, V Koch M, Kullgren A, Lie A, Tingvall C, Larsson S (SAAB Automobile, Trollhättan), Turbell T (Swedish National Road and Traffic Research Institute, Linköping). *The protective effect of rearward facing CRS. An overview of possibilities and problems associated with child restraints for children aged 0 – 3 years*. Folksam Research. Paper presented at the AAAM Conference on Child Occupant Protection, San Antonio 1993, SAE-SP986.

Turbell T. Child restraint systems. Frontal impact performance. VTI report no 36 A. Stockholm 1974.

Isaksson-Hellman I, Jakobsson L, Gustafsson C, Norin H. *Trends and Effects of Child Restraint Systems Based on Volvo's Swedish Accident Database*. Volvo Data Corp, Volvo Car Corp. 1997.

Broschyren "Fara med barn - Forskarnas fakta" Folksam. 2004.
http://www.folksam.se/resurser/pdf/Folksam_Fara_br_forsk.pdf

Pressmeddelande, *Besiktning av bilbarnstolar utreds*, 20 december 2005, Näringsdepartementet, <http://www.regeringen.se/sb/d/6114/a/55421>

APPENDIX

A SAS-KOMMANDON OCH SAS-UTSKRIFT

A.1 SAS-kommando. Beräknar bl.a. parametrarnas värde med logitmodellen samt redovisar konfidensintervallen.

```
data test;
input riktning skydd skada @@;
lines;
0 0 0
...
;
proc logistic data = test;
  model skada = skydd riktning;
output out = predict p=pi_hat lower=LCL upper=UCL;
proc print data=predict;
run;
```

A.2 SAS-utskrift.

The LOGISTIC Procedure

Model Information

Data Set	WORK.TEST
Response Variable	skada
Number of Response Levels	2
Number of Observations	184
Model	binary logit
Optimization Technique	Fisher's scoring

Response Profile

Ordered Value	skada	Total Frequency
1	0	127
2	1	57

Probability modeled is skada=0.

Model Convergence Status

Convergence criterion (GCONV=1E-8) satisfied.

Model Fit Statistics

Criterion	Intercept Only	Intercept and Covariates
AIC	229.765	220.421
SC	232.980	230.066
-2 Log L	227.765	214.421

Testing Global Null Hypothesis: BETA=0

Test	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq
Likelihood Ratio	13.3435	2	0.0013
Score	13.7175	2	0.0011
Wald	12.1715	2	0.0023

Analysis of Maximum Likelihood Estimates

Parameter	DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	1.4539	0.2934	24.5623	<.0001
skydd	1	-0.7505	0.3491	4.6211	0.0316
riktning	1	-1.4940	0.4836	9.5432	0.0020

Odds Ratio Estimates

Effect	Point Estimate	95% Wald Confidence Limits	
skydd	0.472	0.238	0.936
riktning	0.224	0.087	0.579

Association of Predicted Probabilities and Observed Responses

Percent Concordant	45.3	Somers' D	0.283
Percent Discordant	17.0	Gamma	0.454
Percent Tied	37.6	Tau-a	0.122
Pairs	7239	c	0.641

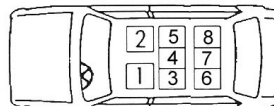
Obs	riktning	skydd	skada	_LEVEL_	pi_hat	LCL	UCL
1	0	0	0	0	0.81059	0.70660	0.88379
...							
68	0	0	1	0	0.81059	0.70660	0.88379
69	0	1	0	0	0.66893	0.57074	0.75433
...							
162	0	1	1	0	0.66893	0.57074	0.75433
163	1	0	0	0	0.48997	0.27886	0.70472
...							
174	1	0	1	0	0.48997	0.27886	0.70472
175	1	1	0	0	0.31203	0.14903	0.54017
...							
184	1	1	1	0	0.31203	0.14903	0.54017

B ENKÄT

Trafiksäkerhetsforskning

Registreringsnummer..... Skadedatum.....

Personer i fordonet



Personer i fordonet totalt.....st

	Man	Kvinna	Ålder	Endast för barn under 12 år födelseår mån		Skadad		Bältad	
				□	□	Ja	Nej	Ja	Nej
Person 1 -förare	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Person 2 -pass. fram	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Person 3 -pass. bak vänster	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Person 4 -pass. mitt bak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Person 5 -pass. bak höger	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Person -pass. annan plats	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Barnsäkerhetsutrustning (på platser där barn satt)

Person(2-8) enl nummer ovan	Babyskydd (upp till 9 mån)	Bakåtvänd bilbarnstol	Framåtvänd bilbarnstol	Bältes- kudde	Bilbarnstolens fabrikat
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Personskador

Person 1		Ja	Nej
-förare	Vårdad på sjukhus?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sjukskriven?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Personskador

.....
.....

Person 2		Ja	Nej
-passagerare fram	Vårdad på sjukhus?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sjukskriven?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Personskador

.....

.....

.....

Person 3		Ja	Nej
-passagerare vänster bak	Vårdad på sjukhus?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sjukskriven?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Personskador

.....

.....

.....

Person 4		Ja	Nej
-passagerare mitt bak	Vårdad på sjukhus?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sjukskriven?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Personskador

.....

.....

.....

Person 5		Ja	Nej
-passagerare höger bak	Vårdad på sjukhus?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sjukskriven?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Personskador

.....

.....

.....

Person.....		Ja	Nej
-passagerare annan plats	Vårdad på sjukhus?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Sjukskriven?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Personskador

.....

.....

.....