
Uheldsmodel for bystrækninger

Civ. ing. Poul Greibe
Vejdirektoratet, Sikkerheds og Miljøafdelingen
Niels Juels Gade 13, 1059 København K,
Telefon: 33 93 33 38, Fax: 33 93 07 12, E-mail: pgr@vd.dk

Indledning

Dette paper beskriver de foreløbige resultater fra undersøgelsen om uheldsmodeller for vejstrækninger i byområde. Undersøgelsen udgør 2. del af projektet 'Uheldsmodeller for bygader'. 1. del af undersøgelsen, omfattede 3- og 4-benede bykryds og er afrapporteret i Vejdirektorats notat 22, 1995.

Formålet med denne 2. del af undersøgelsen er, at formulere uheldsmodeller der kan give et bud på det forventede antal uheld for bystrækninger. De hidtil opstillede uheldsmodeller for vejstrækninger har alene været baseret på data fra det overordnede vejnet som hovedsagelig er i landområde. Det har derfor været målet i dette projekt at basere modellerne på data fra kommuneveje i byområder.

Uhelds modeller kan dels bruges i forbindelse med udpegning af særligt uheldsbelastede steder, og dels som en del af et større modelkompleks til beskrivelse af konsekvenserne for uheld, støj, luftforurening mv. ved ændringer i trafiksystemet i byer.

I forbindelse med undersøgelsen er der således indsamlet og behandlet en stor mængde uheld- og strækning data for byveje. Ud fra disse data er det forsøgt at beskrive en sammenhæng mellem antallet af uheld på bystrækninger og vej- og trafikforhold. Dette er gjort dels ved at beregne uheldsrisikoen for forskellige typer af vejstrækninger og ved hjælp af uheldsmodeller.

Undersøgelsen forventes færdig og afrapporteret i løbet af efteråret 1998.

Dataindsamling

Som udgangspunkt var det idéen at få indsamlet relevante strækning data og tilhørende uheldsdata for et så stort byvejnet som muligt. Da ressourcerne desværre var begrænsede, koncentrerede interessen sig hurtigt om de kommuner, der allerede havde indsamlet brugbare vej- og trafikoplysninger. Heriblandt var bl.a. de kommuner der var involveret i denne undersøgelses 1. del. For disse kommuner var der allerede indsamlet en del trafiktællinger og vejgeometrioplysninger. Det var endvidere et krav til det benyttede vejnet, at det skulle være muligt at stedfæste uheld ud fra Vejnr og Vejkilometrering, hvilket i dag kun er muligt for ca. 35 % af alle kommunevejsuheld.

Strækningsdata

Ud over trafiktællinger består strækningsdata også af oplysninger om vejgeometri. Efter lidt research viste det sig at Gladsaxe, Esbjerg og Roskilde kommune alle havde lavet digitale videooptagelser af deres vejnet, de såkaldte VIMS-video registreringer på CD-rom. Dette gjorde registreringen af vejstrækningernes udformning og geometri mulig ved at gennemse de digitale billeder på en PC. På de digitale billeder findes ligeledes oplysninger om Vejnr. og Kilometrering, samt der er mulighed for at vurdere vejbredder ud fra en indbygget målestok i billedet. Det blev derfor besluttet at basere stræknings data fra bygader i Gladsaxe, Roskilde og Esbjerg kommuner.

Det registrerede vejnet i de respektive kommuner må nok hovedsageligt betragtes Trafikveje eller overordnede byveje og kan derfor ikke sige at være helt repræsentativt for bygader. Man må dog også sige, at det netop er på de overordnede bystrækninger hvor der sker flest uheld.

En sammenhængende vejstrækning er i dette projekt defineret som en strækning mellem to større vej-kryds, hvor vejgeometrien ikke ændrer sig væsentligt. Hvis vejgeometri eller trafiktal ændres væsentlig opdeles en strækning i to selvstændige strækninger. Ofte forekommer trafikspring dog kun i forbindelse med større vejkruds. Et større vejkruds er i princippet kryds med en samlet sidevejstrafik på større end 250 ÅDT for 3-benede kryds og 500 ÅDT for 4-benede kryds.

Trafikbelastningen er forsøgt opgjort for henholdsvis motorkøretøjer samlet, lastbiler samt cykler+knallerter. Alle tællinger er omregnet til årsdøgntrafik (ÅDT) for 1993 vha. af Vedirektoratets opregningsfaktorer (Rapport 24, 1995). Desværre findes der kun få cykel/knallert- og lastbiltællinger, således er der f.eks. kun på 39% af alle strækningerne er opgjort ÅDT for cykler+knallerter.

For hver vejstrækninger er følgende registreret:

Vejoplysninger:

- Kommunernr
- Vejbetyrelse
- Vej-nr
- Vejdel
- Fra-Km
- Til-Km
- Vejnavn
- Vejlængde

Trafikdata:

- ÅDT-bil (Årsdøgn trafik for alle motorkøretøjer)
- ÅDT-tung trafik (Årsdøgn trafik for tung trafik, ej opgivet for alle strækninger)
- ÅDT-cykler/knallerter (Årsdøgn trafik for cykler og knallerter, ej opgivet for alle strækninger)

Strækningsoplysninger:

- Skiltet hastighed (angiver den skiltede eller anbefalede hastighed)
- Ensrettet (ja/nej)
- Antal kørebaner (1/2/4)
- Kørebanebredde (fra kantsten til kantsten, eller kørebane kant)
- Hastighedsreducerende foranstaltninger (angiver om der på strækningen er etableret bump el.lign.)

- Antal overkørsler (fra private grunde, tankanlæg, parkeringspladser ol.)
- Antal sideveje (antal tilslutninger fra mindre sideveje)
- Cykelanlæg (angiver om der evt. er cykelfaciliteter: ingen/sti/bane)
- Fortov (ja/nej)
- Midterhelle (ja/nej)
- Parkeringsforhold (forbudt/afmærket/tilladt)
- Busstop (ja/nej)
- Omgivelser (beskriver de bebyggelsesmæssige omgivelser Center/Etage/Åben-lav/Spredt/Industri)

Uheldsdata

Uheldsdata består af alle politiregistrerede person- og materielskadeuheld over en 5-årig periode fra 1990-1994. Alle uheldsoplysninger stammer fra VIS (Vejsektorens Informations System), hvor der for hvert uheld er hentet oplysninger om antal dræbte, antal tilskadekomne, uheldsart, uheldssituation, vejudformning, implicerede elementer, uheldstekst samt oplysninger om stedfæstelse, dvs vejnr og kilometrering.

Uheldsdata og strækningsdata er koblet ud fra Vejnr og Kilometrering. Det viste sig nødvendigt at gennemlæse samtlige uheldstekster for at checke, om det er sandsynligt, at uheldet er sket der hvor det er stedfæstet. Desværre viste det sig at mange uheld var forkert stedfæstet, således at f.eks. et uheld, der var stedfæstet i et kryds, i virkeligheden var sket på selve strækningen eller omvendt. Dette skyldes, at kilometreringen mange steder ikke er præcist fastlagt i og omkring kryds. Stedfæstelsen for nogle uheld er derfor korrigeret ud fra de tilgængelige uheldsoplysninger.

Beskrivelse af data

Strækningsdata

I alt er der registreret 142,3 km bystrækninger som fordeler sig som vist i nedenstående tabel. Dette svarer til ca. 0,3 % af det samlede vejnet byområde i Danmark. Langt største delen af det registrerede vejnet er kommuneveje.

Vejbestyrelse (1996)	Kommune			Total
	Gladsaxe	Roskilde	Esbjerg	
Statsvej	1,4	3,9	4,2	9,5
Amtsvej	13,9	0,0	0,0	13,9
Kommunevej	40,1	31,0	47,8	118,9
I alt (km)	55,4	34,9	52,0	142,3

Tabel 1 Antal km registreret vejstrækning

Det registrerede vejnet er opdelt i 314 delstrækninger hvilket giver en gennemsnitlig strækningslængde på ca. 450 m.

Det samlede årlige trafikarbejde på det registrerede vejnet er 328 mio. vognkm, hvilket svarer til ca. 2% af det samlede årlige trafikarbejde i Danmark udført i byområde. Den gennemsnitlige ÅDT på vejnettet er 6500.

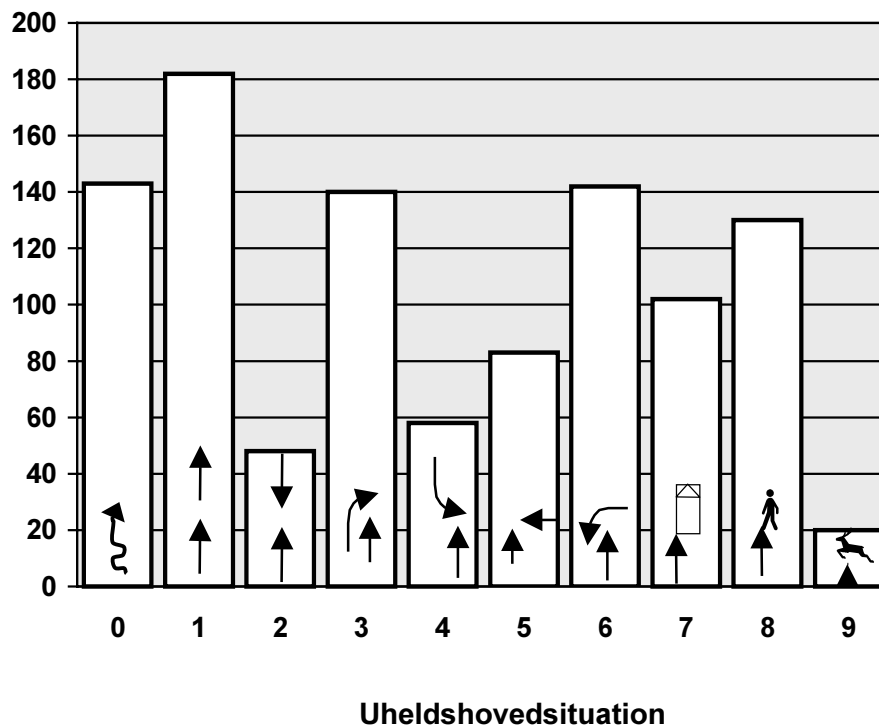
Uhedsdata

I alt indgår 1058 person- og materielskadeuheld i undersøgelsen fordelt med 523 personskadeuheld og 535 materielskadeuheld. Personskadeuheldene indeholder i alt 30 dræbte og 554 tilskadekomne. Antallet af person- og materielskadeuheld svarer til ca. 1,5 % af det samlede antal uheld i byområde i Danmark for samme periode.

40% af alle uheld, er med en cykel eller knallert som involveret part.

Strækningsuheldene fordeler sig på uheldshovedsituationer som vist på figur 1. For hver uheldshovedsituation er der vist et typisk kollisionsdiagram.

Antal person og materielskadeuheld



Figur 1. Antal person- og materielskadeuheld på de benyttede bystrækninger fordelt efter hovedsituation.

Over 40% af alle uheld på bystrækningerne kan karakteriseres som krydsningsuheld (hovedsituation 3,4,5 og 6). Ca. 17% er uheld med trafikanter i samme retning, typisk bagende kollisioner, mens over 14% er eneuheld.

Uhedsfrekvenser for bystrækninger

Nedenstående tabel viser vejlængde, trafikarbejde, uheldstætheder (uheld/km/år) samt uheldsfrekvenser (uheld/mio. vognkm) for bystrækningerne opdelt på de registrerede variable. Strækninger med høj tilladt hastighed, mange vognbaner, stor kørebanebredde, få overkørsler, få sideveje, beliggende i om-

råde med spredt bebyggelse har de laveste uheldsfrekvenser. Generelt gælder det, at resultater baseret på få km vejstrækning eller få antal uheld vil være behæftet med større usikkerhed.

				Person- og materielskadeuheld			Personskadeuheld		
		Vejlængde (km)	Traf. arb. (mio.v.km)	Antal (5år)	Tæthed	Frekvens	Antal (5år)	Tæthed	Frekvens
Tilladt hastighed	30-40 km/t	4,5	4,0	15	0,67	0,74	6	0,27	0,30
	50 km/t	97,5	185,5	767	1,57	0,83	383	0,79	0,41
	60 km/t	20,8	53,1	204	1,96	0,77	97	0,93	0,37
	70 km/t	13,2	47,8	54	0,82	0,23	29	0,44	0,12
	80 km/t	6,3	37,5	18	0,57	0,10	8	0,25	0,04
Ensrettet	Ja	3,3	5,8	15	0,91	0,52	5	0,30	0,17
	Nej	139,0	322,2	1043	1,50	0,65	518	0,75	0,32
Antal kørebaner	1	35,3	42,5	188	1,06	0,89	101	0,57	0,48
	2	97,2	233,9	805	1,66	0,69	389	0,80	0,33
	4	9,8	51,6	65	1,33	0,25	33	0,68	0,13
Kørebanebredde	5,0-6,0m	33,6	49,8	203	1,21	0,82	84	0,50	0,34
	6,5-7,5m	37,2	68,7	275	1,48	0,80	142	0,76	0,41
	8,0-8,5m	38,1	82,0	249	1,31	0,61	136	0,71	0,33
	9,0-15,0m	33,3	127,5	331	1,99	0,52	161	0,97	0,25
Hastighedsforanstaltning	Ja	16,3	16,8	81	1,00	0,96	33	0,41	0,39
	Nej	126,0	311,1	977	1,55	0,63	490	0,78	0,32
Overkørsler pr. km	0	27,4	83,3	130	0,95	0,31	66	0,48	0,16
	0-10	29,2	84,0	245	1,68	0,58	131	0,90	0,31
	10-20	35,0	82,0	320	1,83	0,78	151	0,86	0,37
	20-30	18,0	29,5	174	1,93	1,18	83	0,92	0,56
	30-40	12,7	24,6	102	1,60	0,83	52	0,82	0,42
	>40	20,0	24,6	87	0,87	0,71	40	0,40	0,33
Sideveje pr km	0	26,2	96,6	140	1,07	0,29	66	0,50	0,14
	0-5	47,2	102,0	285	1,21	0,56	145	0,61	0,28
	5-10	48,1	93,6	425	1,77	0,91	212	0,88	0,45
	>10	20,8	35,7	208	2,00	1,16	100	0,96	0,56
Cykelfaciliteter	Ingen	58,5	81,2	314	1,07	0,77	161	0,55	0,40
	Bane	17,2	31,0	106	1,23	0,68	38	0,44	0,25
	Sti	66,6	215,8	638	1,92	0,59	324	0,97	0,30
Fortov	Ja	124,6	282,6	1010	1,62	0,71	496	0,80	0,35
	Nej	17,6	45,4	48	0,54	0,21	27	0,31	0,12
Midterhelle	Ja	12,4	63,8	149	2,41	0,47	71	1,15	0,22
	Nej	129,9	264,1	909	1,40	0,69	452	0,70	0,34
P-forhold	Afmærket	14,8	38,2	240	3,25	1,26	127	1,72	0,66
	Forbudt	54,0	144,9	384	1,42	0,53	178	0,66	0,25
	Tilladt	73,5	144,8	434	1,18	0,60	218	0,59	0,30

(fortsættes)

Busstop	Ja	98,2	234,4	833	1,70	0,71	424	0,86	0,36
	Nej	44,0	93,5	225	1,02	0,48	99	0,45	0,21
Omgivelser	Center	4,7	10,2	85	3,65	1,66	39	1,67	0,76
	Etage	9,3	26,6	139	2,99	1,04	71	1,53	0,53
	Åben/lav	72,5	132,2	548	1,51	0,83	271	0,75	0,41
	Spredt	47,7	139,0	218	0,91	0,31	112	0,47	0,16
	Industri	8,0	19,9	68	1,69	0,68	30	0,75	0,30
Gennemsnit		142,2	328,0	1058	1,49	0,65	523	0,74	0,32

Tabel 2 Uheldsfrekvenser for det registrerede vejnet opdelt vejudformning

Den gennemsnitlige uheldsfrekvens for person og materielskadeuheld er som vist 0,65 for bystrækninger. Til sammenligning er uheldsfrekvensen for alm. 2 sporede landeveje i størrelsesordenen 0,3 og for motorveje 0,07.

Uheldsmodeller

Ved af hjælp af regressionanalyser lavet i statistik programmet SAS, er sammenhængen mellem uheldstæthed (antal uheld pr km pr år) og trafikdata / strækningsdata blevet belyst. Som grundmodel er nedenstående sammenhæng blevet brugt:

$$U = a \cdot N^p \quad (1)$$

hvor U er uheldstæthed (uheld pr km pr år)
 N er biltrafikken opgjort i ÅDT
 a, p er beregnede parametre

Denne model svarer til modellerne der anvendes ved sortpletudpegning på stats- og amtsveje.

Modellen i (1) giver for person og materielskadeuheld på bystrækninger følgende resultat:

$$U = 4,74 \cdot 10^{-4} \cdot N^{0,75} \quad (2)$$

Derudover er modellen afprøvet i et udvidet version hvor variable der beskriver geometriske forhold er indraget. Et eksempel på en sådan model er vist herunder. Den viste model er baseret på person og materielskadeuheld hvor strækninger med 80 km/t er ekskluderet.

$$U = 2,70 \cdot 10^{-4} \cdot ADT^{0,81} \cdot b_1 \cdot b_2 \cdot b_3 \cdot b_4 \cdot b_5 \cdot b_6$$

Resultaterne af de beregnede geometri parametre er vist i tabellen herunder. Kun de variable der var signifikante er medtaget. Enkelte niveauer hos variablene er slået sammen da de ellers ikke blev signifikante. Jo lavere værdi en parameter har, jo mere sikkert. Således siger parameter værdierne f.eks. at en strækning med 0 sideveje pr km er mere sikker end en strækning med 0-5 sideveje pr km. De beregnede værdier er henholdsvis 0,71 mod 0,77, eller omregnet, ca. 8% mere sikkert.

Parameter		Værdi
b ₁	Hastighed < 70 km/t	1,00
	70 km/t	0,41
b ₂	Kørebanebredde 5,0-6,0 m	0,81
	6,5-7,5 m	0,75
	8,0-8,5 m	0,66
	9,0-15,0 m	1,00
b ₃	Overkørsler pr km 0	0,75
	10-40	1,00
	>40	0,78
b ₄	Sideveje pr km 0	0,71
	0-5	0,77
	5-10	1,00
	>10	1,27
b ₅	P-forhold forbudt	1,19
	tilladt	1,00
	afmærket	1,73
b ₆	Bebyggelse center	2,25
	etage	1,43
	industri/åben-lav	1,48
	spredt	1,00

Table 3 Parameter values for model shown in (2)

As an example, will the bystrækningen with an ÅDT of 6500, allowed speed of 50 km/h, lane width of 6.5-7.5m, 10-40 crossings per km, 0-5 side roads per km, allowed parking, open-lav building, give:

$$U = 2,70 \cdot 10^{-4} \cdot 6500^{0,81} \cdot 1,00 \cdot 0,75 \cdot 1,00 \cdot 0,77 \cdot 1,00 \cdot 1,48 \approx 0,3 \text{ uheld pr år pr km}$$

Corresponding models are calculated for personal injury accidents alone, individual accident situations, and deaths and property damage.

It should be noted, that the above model has an explanatory power of 69% compared to the corresponding model without geometric variables which has an explanatory power of only 31%.

Not surprisingly it shows that many of the registered variables, which describe road geometry and traffic, are correlated. This means that the variables are not independent, but they to a certain degree describe the same conditions or state. For example, it shows that the variable which describes traffic (ÅDT-car) is correlated with, for example, the number of lanes and speed limit. Similarly, lane width is correlated with, for example, the availability of bicycle facilities. This means that the safety effect of a single variable cannot always be read from the calculated values, but it may be a product of several variables' correlation.

The following table shows which variables in the model work showed to have significant importance for different types of accidents.

Variabel	Alle uheld	Dræbte + tilskadekomne	Uheldshovedsituation									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	
ÅDT-bil	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Hastighed	x	x	x	x			x	x		x		x
Ensrettet												
Antal kørebaner			x	x			x					
Kørebanebredde	x	x					x	x	x			x
Hastighedsdæmpere			x									
Overkørsler pr km	x	x	x				x	x				
Sideveje pr km	x	x		x	x			x	x	x		x
Cykelfaciliteter		x	x					x	x			
Fortov				x						x		
Midterhelle								x				
P-forhold	x	x							x	x	x	x
Busstop								x	x			
Bebyggelse	x	x		x			x	x	x	x	x	x

Tabel 4 Angivelse af hvilke variable der har signifikant betydning for forskellige typer af uheld

I alle modellerne er den variabel der angiver biltrafikken klart den mest betydende. Faktisk udgør biltrafikken over 50% af den samlede forklaringsgrad i modellerne. På trods af at trafikvariablen dominerer meget, opnås dog signifikant bedre modeller ved at inddrage variable der beskriver vejgeometri mm. I de fleste modeller indgår trafikken variabelen med en potens i størrelsen ordenen 0,7-1,0.

Også variabelen der beskriver hastigheden, antallet af sideveje pr. km samt bebyggelse har for de fleste uheldshovedsituationer signifikant betydning. Her dog således at jo højere hastighed, jo mere sikkert, hvilket formentlig hænger sammen med at bystrækninger med f.eks. 60/70 km/t er forholdsvis "sikre" med få overkørsler, cykelsti mm. Generelt viser modellerne også, at jo flere sidevej pr. km, og jo tættere bebygget, jo flere uheld.

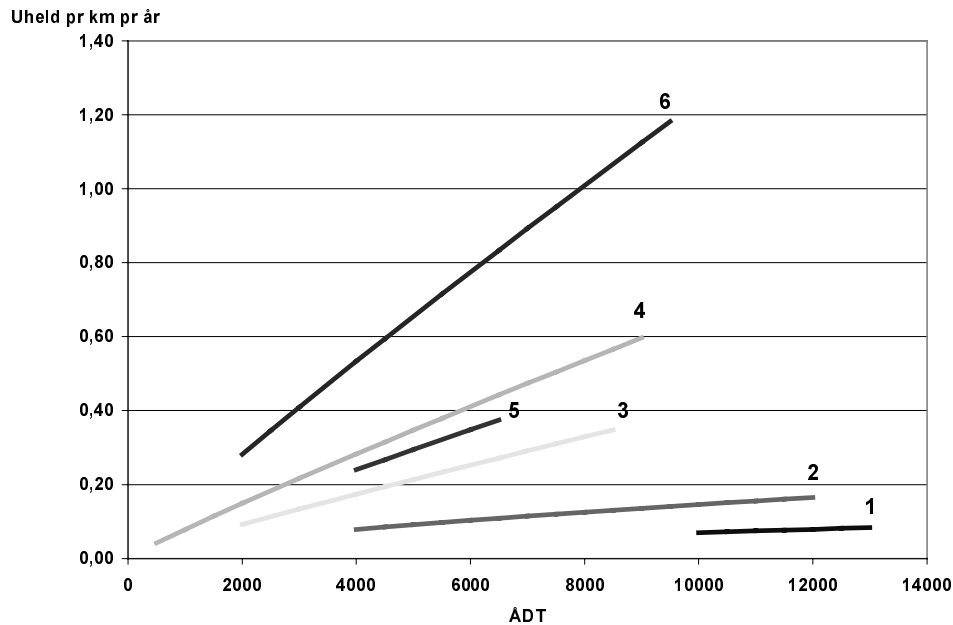
Strækningstyper

På basis af de indsamlede data, er der i det efterfølgende forsøgt, at definere en række strækningstyper for byområde. Strækningstyperne er defineret ud fra nogle få variable, de som viste sig at være mest betydende, nemlig antallet af sideveje pr km, bebyggelse og for 70 km/t veje, tilstedeværelsen af faciliteter for bløde trafikanter. Kun strækninger med 1- eller 2 kørespor er medtaget. 6 vejtyper er defineret som vist i nedenstående tabel.

Vejtype nr.	Karakteristika
1	70 km/t, med cykelsti/bane/fortov
2	70 km/t, uden cykelsti/bane/fortov
3	50-60 km/t, åben-lav, spredt, etage og industri bebyggelse, 0-10 sideveje pr km
4	50-60 km/t, åben-lav, spredt, etage og industri bebyggelse, >10 sideveje pr km
5	50-60 km/t, forretningsgade, centergade, 0-10 sideveje pr km
6	50-60 km/t, forretningsgade, centergade, >10 sideveje pr km

Tabel 4 Definition af vejtype

For hver vejtype er uheldsrisikoen bestemt vha. af en uheldsmodel og resultatet kan ses i figuren herunder.



Figur 2 Uheldstæthed som funktion af *ADT* for 6 vejtyper i byområde.

Det skal bemærkes at resultaterne er foreløbige, idet der stadig arbejdes på at få defineret et sæt anvendelighed og operationelt brugbare vejtyper for byområde i forbindelse med modelarbejdet.

Sammenfatning

Sammenhørende uheld, trafik og strækings oplysninger fra 142 km bygader er i denne undersøgelse blevet brugt til at belyse hvordan uheldsrisikoen afhænger af trafiktal og vejudformning. Dette er gjort dels ved at brug af uheldsfrekvenser og dels vha. uheldsmodeller. De foreløbige resultater viser, ikke overraskende, at den mest betydende faktor for sikkerheden er trafikmængden. Men ligeledes antallet af sideveje og overkørsler, parkeringsforhold og bebyggelse langs vejen har stor betydning for antallet af uheld. Andre variable der f.eks. beskriver tilstedeværelsen af hastighedsreducerende foranstaltninger og tilstedeværelsen af faciliteter for de bløde trafikanter, viste sig ikke at have særlig stor effekt for sikkerheden. Hertil skal dog siges, at uheldsrisikoen i denne undersøgelse fortrinsvis er baseret på motortrafikmængder, da det er ikke er lykkedes at få tilstrækkelige trafiktal for cyklister og fodgængere. Ligeledes viser det sig, at der er en vis korrelation mellem de registrerede variable, hvilket gør modelarbejdet væsentlig mere komplekst og, at den sikkerhedsmæssige effekt af enkelte variable ikke altid kan aflæses direkte af modellerne, men at de vil være et produkt af flere korrelerede variable.

Generelt opnås de bedste modeller når variable der beskriver vejgeometri inddrages i modelarbejdet. Derfor arbejdes der på at få defineret en simpel og operationel model, baseret på få variable, der kan beskrive det forventede antal uheld i byområde bedst muligt.