

Brug af uheldsmodeller i byområder

af

Civilingeniør Poul Greibe

Atkins Danmark

poul.greibe@atkinsglobal.com

Forskningsassistent Marlene Rishøj Kjær

Danmarks TransportForskning

mrk@dtf.dk

Danmarks TransportForskning

Knuth-Winterfeldts Allé

Bygning 116 vest

2800 Kgs. Lyngby

Tlf +45 4525 6500

www.dtf.dk

Baggrund

Hovedformålet med projektet er at demonstrere praktisk brug af uheldsmodeller til bygader, som blev udviklet i Vejdirektoratets regi i sen 90'erne. Projektets sekundære formål var, at undersøge hvorvidt og godt disse uheldsmodeller passer til et andet vejnet end det oprindelige, der ydermere har et nyere sæt data. Projektet er under afslutning, og ventes offentliggjort i efteråret 2002. Uheldsmodellerne er nærmere beskrevet i Håndbog i trafiksikkerhedsberegninger [Rapport 220, Vejdirektoratet 2001].

Uheldsmodellerne er baseret på oplysninger om kryds og strækninger fra en række kommuner. Modellerne beregner det forventede antal uheld i kryds og på strækninger i byområder med baggrund i parametrene; uheld, trafikmængder, omgivelser og vejgeometri. Uheldsmodellerne kan bl.a. bruges i forbindelse med udpegning af særligt uheldsbelastede steder, dvs. til sortpletudpegning, eller til at prædiktere antallet af uheld ved ændringer af trafiksystemet i byer.

Uheldsmodellen for strækninger er af formen:

$$UHT = a \cdot N^p$$

Hvor	UHT	er uheldstætheden på strækningen (uheld pr år pr km)
	N	er trafikmængden på strækningen målt i årsdøgntrafiktal (ÅDT)
	a og p	er konstanter

og uheldsmodellen for kryds er af følgende form:

$$UHT = a_1 \cdot N_{pri}^{p1} \cdot N_{sek}^{p2}$$

Hvor	UHT	er uheldstætheden (uheld pr år)
	N _{pri}	er trafikmængden ind i krydset fra den primære retning (målt i ÅDT)
	N _{sek}	er trafikmængden ind i krydset fra den sekundære retning (målt i ÅDT)
	a ₁ , p ₁ , p ₂	er konstanter

Konstanterne a , p , a_1 , p_1 og p_2 er forskellige parametresæt, der refererer til hver af de 4 krydstyper og de 6 strækningstyper. Konstanterne er dannet ud fra regressionsanalyser på det oprindelige vejnet.

Alle strækninger og kryds er inddelt i kategorier. Tabel 1 viser de nærmere specifikationer for strækningerne. Strækningerne er klassificeret i seks typer afhængig af randbebyggelse, antal sideveje samt den tilladte hastighed på strækningen.

Krydsene er inddelt i 4 typer; 3- og 4-ben samt med og uden signalregulering.

Strækningstype	Bebyggelse	Sideveje pr km	Tilladt hastighed (km/t)
AD	Center/ forretningsgade	-	50-60
E	Etage/ åben-lav/ industri	0-10	50-60
F	Etage/ åben-lav/ industri	0-10	70
G	Etage/ åben-lav/ industri	>10	50-70
H	Spredt	-	50-60
I	Spredt	-	70

Tabel 1. Strækningstypernes karakteristika.

Testområderne

Det anvendte testvejnet består af kryds og strækninger beliggende i byzonen i de tre kommuner Frederikshavn, Holbæk og Kalundborg. Det totale vejnet består af 130 km fordelt på i alt 438 strækninger og 206 kryds, Se Tabel 2.

Type	Fr.havn	Holbæk	Kalundborg	Hele nettet
A-D (km)	1,4	1,3	1,5	4,1
E (km)	57,4	22,4	19,3	99,1
F (km)	0	0,4	0	0,4
H (km)	11,8	7,9	4,0	23,7
I (km)	0,5	1,3	1,0	2,8
Alle strækninger (km)	71,1	33,3	25,8	130,3
T-kryds ej signal	50	31	19	100
T-kryds signal	7	5	1	13
F-kryds ej signal	39	15	9	63
F-kryds signal	11	13	6	30
Alle kryds (stk.)	107	64	35	206

Tabel 2. Testvejnettet fordelt på typer og kommuner.

Størstedelen af strækningerne er af vejtype E, der dækker over vejstrækninger hvor randbebyggelserne er etagebyggeri, åben-lav eller industriel karakter, antallet af sideveje pr. km. overstiger ikke 10 og hvor den skilte hastighed er 50-60 km/t. Ca. halvdelen af krydsene er T-kryds uden signalregulering.

For alle kryds og strækninger er indsamlet oplysninger om ÅDT og politiregistrerede uheld i perioden 1996-2000. Uheldene er stedfæstet ud fra oplysninger om vejnummer og vha. uheldsteksten.

Observerede og beregnede antal uheld.

For testvejnettet er der i den femårige periode 1996-2000 sket 622 uheld. Stedfæstelsen af uheldene viser, at uheldene fordeler sig ligeligt mellem strækninger og kryds. Sammenkøres disse oplysninger med uheldsmodellernes estimater, ses af Tabel 3, at modellerne beregner 34% flere uheld end der observeres. Det var på forhånd forventet, at modellerne ville beregne ca. 30-40% for mange uheld, da antallet af uheld på byveje er faldet, siden modellerne blev udarbejdet.

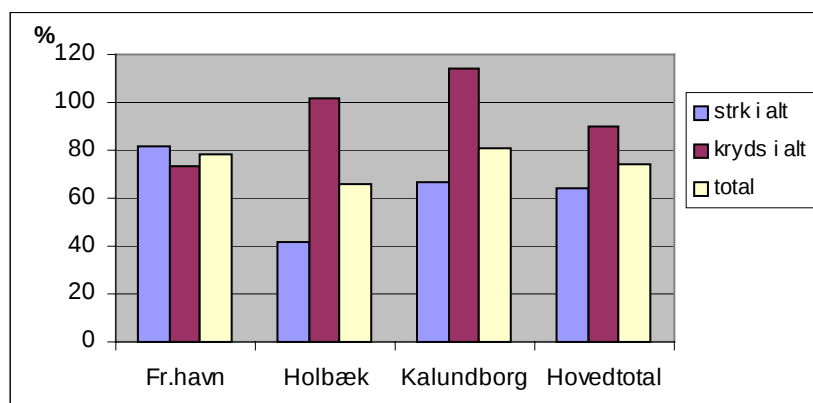
Type	Data	Fr.havn	Holbæk	Kalundborg	Total
A-D	Beregnete	21	17	17	55
	Observerede	24	12	25	61
E	Beregnete	163	122	89	374
	Observerede	135	52	53	240
F	Beregnete	0	4	0	4
	Observerede	0	0	0	0
H	Beregnete	23	28	18	69
	Observerede	11	7	5	23
I	Beregnete	0	1	1	2
	Observerede	0	0	0	0
Alle strækninger	Beregnete	207	172	125	504
Alle strækninger	Observerede	170	71	83	324
T-kryds ej signal	Beregnete	54	34	19	107
	Observerede	39	19	23	81
T-kryds Signal	Beregnete	21	12	1	34
	Observerede	12	21	2	35
F-kryds ej signal	Beregnete	50	24	13	87
	Observerede	44	30	15	89
F-kryds Signal	Beregnete	36	49	19	104
	Observerede	23	50	20	93
Alle kryds	Beregnete	161	118	53	332
Alle kryds	Observerede	118	120	60	298
Beregnete samlet vejnet		368	290	178	835
Observerede samlet vejnet		288	191	143	622

Tabel 3. Oversigt for antallet af observerede og beregnede uheld på testvejnettet i perioden 1996-2000.

Som det fremgår af Tabel 3 er der i testnettet store variationer mellem de beregnede og observerede uheldstal både inden for de enkelte strækings- og krydskategorier men også indenfor de tre kommuner.

Det viser sig, at uheldsmodellen for kryds "rammer" mere rigtigt end uheldsmodellen for strækninger, da dækningsgraden¹ for krydsuheld ligger på 90%, hvimod dækningsgraden for strækingsuheld ligger på 64%.

Figur 1 illustrerer, hvorledes dækningsgraderne fordeler sig for henholdsvis strækninger, kryds og samlet på de tre kommuner og testnettet samlet. Sammenlignes kommunerne ses det, at Frederikshavn kommune har det mest homogene resultat, idet både strækninger og kryds har en dækningsgrad på ca. 80%.



Figur 1. Dækningsgraderne for uheld i de tre kommuner og samlet.

En nærmere undersøgelse af forholdet mellem det beregnede antal uheld og det observerede, er lavet ved at beregne fordelingen af residualerne (observeret-beregnet) og deviansbidraget.

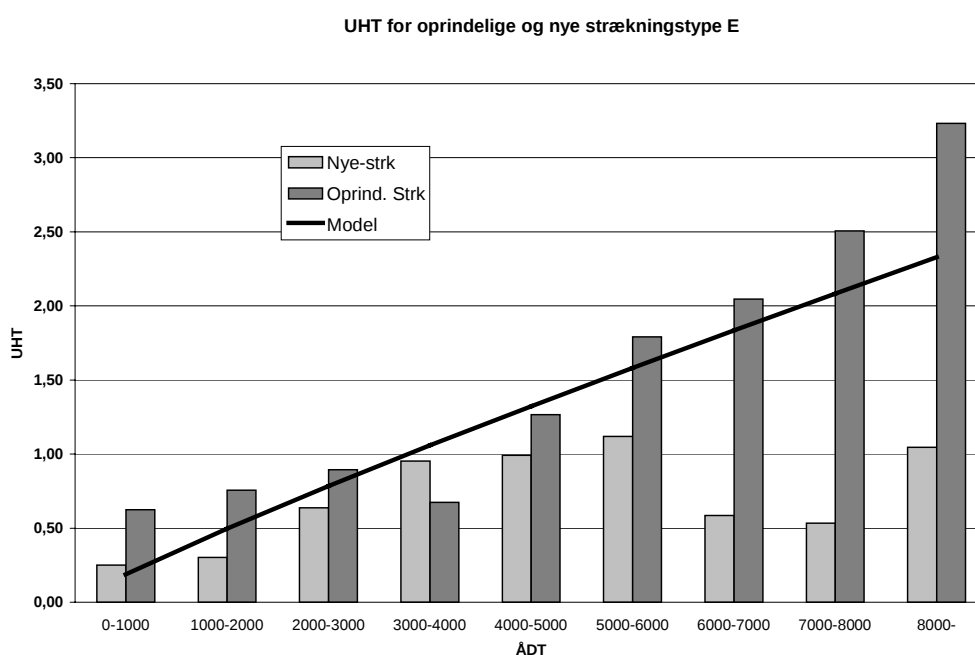
Det viser sig, at middelværdien for residualerne for de fleste kryds- og strækningstyper er negative hvilket betyder, som før nævnt, at modellerne beregner flere uheld end der er observeret. Ses på spredningen af residualerne, er den i samme størrelsesorden, som hvis residualerne beregnes for det oprindelige vejnet. Modellerne passer altså "lige så godt" for testvejnettet som for det oprinde-

¹ Dækningsgrad er defineret som det procentuelle forhold mellem det beregnede antal uheld og det observerede antal uheld. 100% betyder fuld overensstemmelse. >100% betyder, at der er sket flere uheld i vejnettet, end modellen har beregnet. <100% betyder, at uheldsmodellen har beregnet flere uheld end der er observeret.

lige net, blot er ses for det samlede testvejnet en generel niveauforskel, idet uheldsrisikoen er mindre end beregnet.

Det gennemsnitlige årsdøgntrafiktal (ÅDT) på teststrækningerne er væsentligt lavere end på de oprindelige strækninger. Dette har ført til en undersøgelse² om recessionen i ÅDT influerer væsentligt på modellens overestimering af uheld. Den gennemsnitlige uheldstæthed (UHT) for både test- og oprindelige strækninger af typen E er beregnet og opdelt i forskellige ÅDT niveauer.

Figur 2 viser den gennemsnitlige UHT for de oprindelige og test strækninger i forskellige ÅDT niveauer. Til sammenligning vises modellen baseret på de oprindelige strækninger.



Figur 2. UHT for nye strækninger (testvejnettet) og de oprindelige strækninger af vejtypen E.

For alle ÅDT-grupper ligger UHT for de nye strækninger under de oprindelige, især for strækninger med høj ÅDT. Som det ses vil modellen for disse grupper beregne et meget højere antal uheld. Langt størstedelen af de nye strækninger har dog en ÅDT mellem 0-2000, og her passer modellen bedre, men estimerer stadig for mange uheld. Selvom der er forskel i ÅDT på de nye og oprindelige strækninger, kan forskellen ikke forklare, hvorfor modellen estimerer for mange uheld. Tilsyneladende er UHT faldet for alle ÅDT grupper.

² Disse beregninger er kun foretaget for strækninger af typen E (Ntest= 99 km, Nmodel= 66,3 km) , da datagrundlaget for de resterende vej- og krydstyper ikke er stort nok.

Det var som før nævnt på forhånd forventet, at modellerne ville beregne ca. 30-40% for mange uheld. Resultaterne for testvejnettet har vist, at der er store forskelle på kryds og strækninger og ikke mindst på de forskellige kommuner. I gennemsnit beregner uheldsmodellerne 55% for mange uheld på strækningerne og 11% for mange uheld i krydsene. Bortset fra disse niveauforskydninger har de beregnede uheldstal for testvejnettets den samme eller en mindre spredning, end hvad der fandtes ved udviklingen af modellens kryds og strækninger.

Estimering af nye parametre

Datamateriale for testnettet muliggør en ny estimering af konstanterne i modellen. Det antages, at eksponeringsdelen i uheldsmodellerne, dvs. ÅDT variabelen og de tilhørende p-parametre ikke har ændret sig, og a-parameteren re-estimeres. Det er kun muligt at fortage denne handling for strækningstype AD, E og H, da de som de eneste i testkommunerne har tilstrækkelig antal observationer. Parametrene for a bliver da som vist i tabel 4.

Type	Ny a-parameter	"Gammel" a-parameter
A-D	$1,77 \cdot 10^{-3}$	$1,60 \cdot 10^{-3}$
E	$4,71 \cdot 10^{-4}$	$7,41 \cdot 10^{-4}$
H	$1,65 \cdot 10^{-4}$	$4,96 \cdot 10^{-4}$
T-kryds u. signal	$7,97 \cdot 10^{-6}$	$1,04 \cdot 10^{-5}$
T-kryds signal	$1,40 \cdot 10^{-5}$	$1,34 \cdot 10^{-5}$
F-kryds u. signal	$7,25 \cdot 10^{-4}$	$7,12 \cdot 10^{-4}$
F-kryds signal	$9,65 \cdot 10^{-5}$	$1,08 \cdot 10^{-4}$

Tabel 4. Nye a-parametre for udvalgte strækninger og kryds.

Det skal bemærkes, at der for alle de benævnte strækninger og T-kryds uden signal er signifikant forskel på de tre kommuner, og derfor kan testkommunerne ikke anses som værende homogene. Dette betyder, at de viste værdier i tabel 4 er middelværdier og skal behandles med forbehold.

Det ses af de nye estimerede a-parametre, at vejtyperne er meget forskellige fra de "gamle" a-værdier, særligt vejtype E og H passer dårligt, hvor sidstnævnte er 67% lavere end den oprindelige a-parametre. For krydsene derimod er det særligt T-kryds uden signal, der skiller sig ud. Her er forskellen 23% lavere, men også F-kryds med signal's a-parameter er 11% lavere.

Diskussion af uheldstallene

Der kan være flere forskellige forhold, som kan være med til at forklare de forskelle, som optræder mellem de beregnede og observerede uheldstal. Det kan eksempelvis være:

1. Uheldsmodellerne er baseret på trafik- og uheldsdata fra perioden 1988-1996. I perioden 1988-2000 er antallet af uheld faldet på byveje samtidig med, at trafikken er steget en smule. Det betyder, at modellerne skønsmæssigt vil beregne ca. 30-40% for mange uheld i forhold til situationen i dag.
2. Kommunerne på landsbasis svinger mellem at have 2 og 6 uheld per 1000 indbyggere. Hvis denne forskel i risiko kan antages at være gældende for det generelle uheldsrisiko i kommunerne, er det sandsynligt, at uheldsmodeller som er baseret på udvalgte homogene kommuner, passer mindre godt i andre kommuner.
3. Uheldsrapporteringen i de forskellige politikredse varierer meget, især for andelen af indrapporteret uheld (uheld med personskade, med materialskade og ekstra uheld). Det kan betyde, at uheldsstatistikken giver et skævt billede af den reelle risiko i kommunerne, og dermed vil modellerne passe mere eller mindre godt.
4. Brug af uheldsmodellerne forudsætter en opdeling af vejnettet i strækninger og kryds. Denne opdeling er langt fra entydig, når det handler om byveje, hvor små kryds ofte betragtes som en del af strækningen. Selvom der er klare definitioner på hvordan vejnettet skal opdeles, kan det i praksis være svært og dermed kan der opstå en skæv fordeling mellem risiko i kryds og på strækninger.

De vigtigste forskelle skønnes at kunne forklares ud fra punkt 1 og 2.

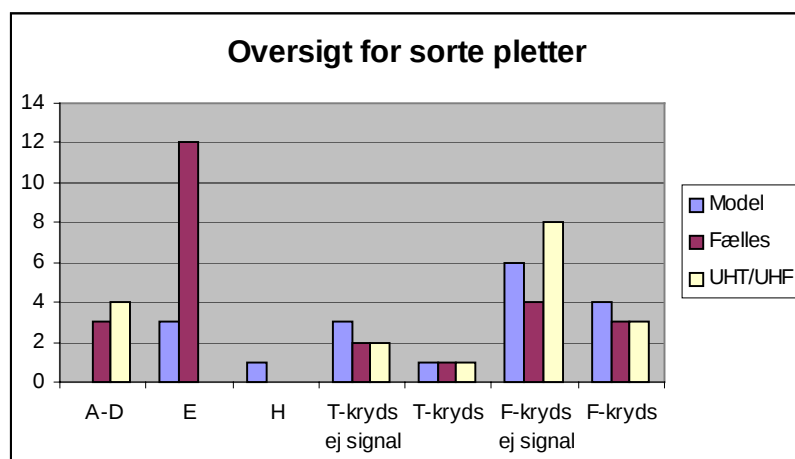
Udpegning af sorte pletter

Uheldsmodellerne kan benyttes i arbejdet med at udpege sorte pletter. Uheldsmodellerne kan udpege kryds og strækninger, hvor der sker flere uheld end man kan forvente. De udpegede kryds eller strækninger underkastes herefter en nærmere analyse.

En sort plet-udpegning vha. uheldsmodellerne er afprøvet på testvejnettet, og til sammenligning er den traditionelle udpegningsmetode (uheldstæthed/-frekvensmetoden) ligeledes anvendt på vejnettet.

Forskellen på de to metoder er, at modellerne udpeger de kryds og strækninger, hvor der sker flere uheld end forventet i forhold til samme typer af kryds eller strækninger, hvorimod tæthed-/frekvensmetoden udpeger de kryds og strækninger, der er mest uheldsbelastede (Dette er målt som de steder med den højeste uheldsfrekvens i enheden uheld pr. mio. biler og med højeste uheldtæthed, dvs uheld per år). Ved tætheds-/frekvensmetoden antages desuden, at antallet af uheld afhænger lineært af trafikmængden, hvor modellerne tillader en ikke-lineær sammenhæng. En anden vigtig forskel er, uheldsmodellerne kan udpege et sorte pletter på tværs af alle kryds- og strækningstyper, hvorimod uheldstætheds-/frekvensmetoden udpeger strækninger og kryds hver for sig, hvorved en sammenligning mellem kryds og strækninger ikke er mulig.

Uheldsmodellerne udpeger 33 sorte pletter på testvejnettet, og ved en udpegning med brug af uheldstætheds-/frekvensmetoden af samme antal sorte pletter, finder man, at uheldstætheds-/frekvensmetoden udpeger 76% af uheldsmodellerne sorte pletter. Begge metoder har således meget stort sammenfald af kryds og strækninger. Figur 3 viser sammenfaldet mellem disse.



Figur 3. Fordelingen af sorte pletter fordelt på strækningstype og krydstype og efter udpegningsmetode samt de sorte pletter, som begge metoder udpeger.

Uheldsmodellerne har endvidere den fordel, at man kan vurdere graden af en plets "sorthed", og derved få prioriteret de sorte pletter; kryds og strækninger i mellem. Dette gøres ved at beregne på hvilket udpegningsniveau den sorte plet er fundet. Alle 33 sorte pletter er udpeget på mindst 97,5% niveau. Enkelte pletter vil også blive udpeget på en højere niveau. Jo højere niveau jo større sorthed.

Ser man nærmere på pletter med en høj sorthed, finder man at halvdelen af uheldsmodellernes sorte pletter har et udpegningsniveau på 99,5%. Det viser sig dog, at langt hovedparten af de sorteste pletter ligeledes identificeres af uheldstætheds-/frekvensmetoden.

Opsamling og konklusion

Formålet er at demonstrere praktisk brug af modellerne til bygader, samt at teste hvorledes og hvor godt de passer til det vejnet, der er i testkommunerne med uheldsdata fra den femårig periode 1996-2000.

De tre testkommuner er valgt, da de allerede havde indsamlet en stor del af de nødvendige data til brug for projektet.

Det var på forhånd forventet, at de beregnede uheldstal som fremkom vha. uheldsmodellerne ville være ca. 30-40% højere end de observerede i testkommunerne, idet modellerne er baseret på et ældre sæt uheldsdata. Uheldsudviklingen har nemlig været faldende i de senere år samtidig med, at trafikken er svagt stigende.

Det undersøgte vejnet består af 130 km vejstrækninger og 206 kryds. Samlet set blev der for strækningerne observeret 504 uheld mod 324 beregnet, og for kryds blev der observeret 332 uheld mod 298 beregnet. For hele vejnettet beregner modellerne altså 34% for mange uheld i forhold til hvad der er observeret. Det dækker dog over store forskelle mellem de forskellige stræknings- og krydstyper og ikke mindst de tre testkommuner.

Generelt passer de beregnede uheldstal for krydsene (samlet set) ganske godt, mens de beregnede uheldstal for strækningerne generelt er for høje, med store variationer afhængig af strækningstypen. Holbæk kommune adskiller sig endvidere ved generelt at have meget få observerede uheld i forhold til de beregnede, samlet set observeres kun ca. 50%, hvilket også hænger sammen med at Holbæk har en signifikant lavere uheldsrisiko sammenlignet med Kalundborg og Frederikshavn.

Modellerne blev oprindeligt baseret på data fra en række kommuner med et vejnet, der tilsammen havde et homogent uheldsrisiko. Resultaterne fra denne undersøgelse viser, at der tilsyneladende kan være stor forskel på det generelle risikoniveau blandt kommuner, og at uheldsmodellerne derfor vil beregne uheldstal, der passer mere eller mindre godt, da de ikke tager hensyn til dette forhold. Holbæk kommune er et godt eksempel herpå.

En nærmere analyse af modellernes beregnede uheldstal set i forhold til de observerede viser, at modellerne "rammer mere ved siden af" på vejnettet i testkommunerne end på det vejnet, som modellerne er baseret på. Det skyldes dog primært, at der er tale om generelle niveauforskelle, mens spredningen i "hvor godt modellen rammer" er i størrelsesorden af, hvad man kunne forvente. For F-kryds uden signal vil modellen f.eks. for testkommunerne i over 60% af tilfældene beregne et uheldstal, der rammer ± 1 uheld ved siden af. Andelen af kryds, hvor modellen rammer "meget ved siden" af, er mindre end ventet.

På basis af strækninger og kryds i testkommunerne er der forsøgsvis estimeret nye a-parametre til uheldsmodellerne, idet p-parametrene er fastholdt. Forskellen imellem de nye og gamle a-parametre illustrerer således den generelle forskel i uheldsrisiko mellem testkommunerne anno 1996-2000 og de oprindelige modelkommuner med ældre uheldsdata. Ved beregninger af fremtidige uheldstal for kryds og strækninger bør det overvejes at bruge disse nye a-parametre til uheldsmodellerne idet de er baseret på nyere data. Da det samtidig viste sig, at der var stor forskel på de 3 testkommuner bør a-parametrene dog bruges med forsigtighed.

På vejnettet i de tre testkommuner er der udpeget sorte pletter vha. af uheldsmodellerne. I alt 33 sorte pletter blev fundet, 19 på strækninger og 14 i kryds. Forsøgsvis er der ligeledes udpeget 33 sorte pletter vha. tætheds-/frekvensmetoden. Blandt de 33 pletter, som modellerne udpeger, genfindes 25 pletter, når man bruger tætheds-/frekvensmetoden. Der er således rimelig overensstemmelse mellem de to metoder på vejnettet i testkommunerne.

De mest alvorlige sorte pletter, der udpeget af uheldsmodellerne, genfindes ligeledes i stor stil ved tætheds-/frekvensmetoden.

Referencer

Brug af uheldsmodeller - test i tre kommuner
Marlene Rishøj Kjær og Poul Greibe
Danmark TransportForskning
(ventes offentliggjort efterår 2002)

Håndbog i trafiksikkerhedsberegninger
Rapport 220, Vejdirektoratet, 2001

Uheldsmodel for bygader. Del 1: Model for 3- og 4-benede kryds
Notat 22, Vejdirektoratet, 1995

Uheldsmodel for bygader. Del 2: Model for strækninger
Notat 59, Vejdirektoratet, 1998