

Sikkerhedseffekter af rundkørsler

- Systematisk litteraturstudie
- Før-efter uheldsevaluering af 332 ombygninger i Danmark



Definition af rundkørsel

Dette er ikke en rundkørsel !!!



Overordnede effekter

Type af uheld og personskade	Sikkerhedseffekter	
	Litteraturstudie	Før-efter uheldsevaluering
Døduheld	-65 %	-88 %
Personskadeuheld	-60 %	-47 %
Materielskade og ekstraueheld	-25 %	-16 %
Alle uheld	-44 %	-27 %
Dræbte	-87 %	-87 %
Alvorlige skader	-75 %	-58 %
Lette skader	-66 %	-59 %
Alle personskader	-72 %	-60 %

Overordnede sikkerhedseffekter af ombygninger af kryds til rundkørsler fundet ved meta-analyser i litteraturstudie samt før-efter uheldsevaluering af 332 ombygninger i Danmark.

Før-efter uheldsevaluering – sikkerhedseffekter (taget højde for generelle udviklinger i trafiksikkerhed og regressionseffekter)

Type af uheld og personskade	Før	Forventet	Efter	Effekt	Signifikant?	Homogen?
Personskadeuheld	738	371	195	-47%	Ja	Nej
Materielskadeuheld	820	515	366	-29%	Ja	Nej
Ekstrauheld	171	165	207	+25%	Ja	Ja
Alle uheld	1.729	1.051	768	-27%	Ja	Nej
Alle uheld ekskl. ekstrauheld	1.558	886	561	-37%	Ja	Nej
Dræbte	54	23	3	-87%	Ja	Ja
Alvorlige skader	435	211	88	-58%	Ja	Nej
Lette skader	622	304	126	-59%	Ja	Nej
Alle personskader	1.111	538	217	-60%	Ja	Nej

Systematisk variation fx som følge af:

- **Lokalisering (by- og vejstruktur)**
- **Uheldssammensætning (især i førperiode)**
- **Krydsdesign**
- **Rundkørselsdesign**

Hastighedsbegrænsning

Hastighedsbegrænsning	Sikkerhedseffekter	
	Uheld	Personskader
30-50 km/t	+1 %	-1 %
60 km/t	-14 %	-55 %
70 km/t	-33 %	-63 %
80 km/t	-43 %	-81 %
90-130 km/t	-67 %	-81 %

Sikkerhedseffekter af ombygninger af kryds til rundkørsler opdelt efter højeste hastighedsbegrænsning på veje hen til rundkørsel i Danmark.

Total trafikmængde – før vigepligtskryds

Zone	Type af rundkørsel	Indkørende HDT i 2009 (biler pr. døgn)	Uheld			Personskader		
			Forventet	Efter	Effekt	Forventet	Efter	Effekt
By	Mini	422-4.999	26	26	+1%	11	12	+4%
		5.000-9.937	28	40	+41%	17	17	+1%
	1-sporet	867-4.999	57	44	-22%	18	12	-34%
		5.000-9.999	79	66	-17%	39	25	-36%
		10.000-14.999	47	38	-18%	18	13	-27%
	Flersporet	6.682-14.999	7	1	-86%	4	0	-100%
Land	1-sporet	867-4.999	48	16	-67%	42	3	-93%
		5.000-9.999	179	79	-56%	124	24	-81%
		10.000-14.999	109	67	-38%	44	12	-73%
		15.000-24.884	45	34	-24%	29	4	-86%
	Flersporet	6.682-14.999	16	12	-26%	5	0	-100%
		15.000-23.091	24	23	-5%	10	3	-69%

Trafikmængde, hoved- og sidevej (vigepligtskryds)

Zone	Andel af indkørende fra hovedvej	Under 10.000 indkørende			Over 10.000 indkørende		
		Forventet	Efter	Effekt	Forventet	Efter	Effekt
By	50-59%	13	1	-92%	-	-	-
	60-69%	31	19	-39%	2	1	-56%
	70-79%	64	55	-14%	28	29	+5%
	80-89%	50	55	+10%	11	6	-45%
	90-99%	37	47	+26%	7	2	-73%
Land	50-59%	30	15	-50%	21	10	-52%
	60-69%	27	15	-44%	8	11	+31%
	70-79%	59	28	-53%	101	76	-25%
	80-89%	63	21	-67%	49	20	-59%
	90-99%	49	16	-67%	13	19	+47%

Uheldssammensætning

Type af uheld	Sikkerhedseffekter	
	Uheld	Personskader
Eneuheld	+200 %	+266 %
Højresvingsuheld	+228 %	+198 %
Venstresvings-/tværkollision	-88 %	-92 %
Andre uheld	+31 %	+48 %
Uheld i dagslys	-37 %	-63 %
Uheld i mørke/tusmørke	+1 %	-53 %
Sprituheld	+102 %	-15 %
Uheld ej spirituspåvirket	-36 %	-64 %

Sikkerhedseffekter af ombygninger af kryds til rundkørsler opdelt på typer af uheld i Danmark.

Venstresvingsuheld og tværkollisioner (andel af uheld før ombygning):

Andel	Før	Forventet	Efter	Effekt	Signifikant?	Homogen?
0-39%	109	79	80	+1%	Nej	Ja
40-59%	143	91	76	-16%	Nej	Nej
60-79%	532	326	242	-26%	Ja	Ja
80-100%	945	556	346	-38%	Ja	Nej

Trafikantgrupper

Type af uheld og personskade	Fodgænger	Cykel	Knallert/mc	Bil
Personskadeuheld	-36%	+31%	+30%	-54%
Materielskadeuheld	-30%	+108%	+78%	-30%
Ekstrauheld	-100%	+143%	+38%	+20%
Alle uheld	-39%	”+65%”	”+46%”	”-31%”
Alle uheld ekskl. ekstrauheld	-34%	”+59%”	+47%	”-40%”
Dræbte	-100%	-49%	-62%	-100%
Alvorlige skader	+2%	+10%	+25%	-86%
Lette skader	-6%	+80%	+50%	”-83%”
Alle personskader	-15%	+40%	+30%	”-85%”

Sikkerhedseffekter af ombygninger af kryds til rundkørsler opdelt på trafikantgrupper i Danmark (effekter i gråt er signifikante – anførelstegn er inhomogene).

Cykeluheld (andel af uheld før ombygning):

Andel	Før	Forventet	Efter	Effekt	Signifikant?	Homogen?
0-14%	1.295	788	503	-36%	Ja	Nej
15-29%	257	155	134	-13%	Nej	Nej
30-49%	116	70	64	-9%	Nej	Ja
50-100%	61	38	43	+12%	Nej	Ja

Reguleringsform

Regulering i kryds	Sikkerhedseffekter	
	Uheld	Personskader
Vigepligtsreguleret højre, ubetinget, stoptavler	-30 %	-63 %
Signalreguleret	-18 %	-50 %

Sikkerhedseffekter af ombygninger af kryds til rundkørsler opdelt efter typen af regulering af kryds i Danmark.

Reguleringsform og antal vejben

Hastigheds- begrænsning	Vigepligtsregulerede kryds	
	3-ben	4-ben
30-50 km/t	+35% (+37%)	-15% (-19%)
60-70 km/t	-32% (-53%)	-20% (-67%)
80-130 km/t	-46% (-83%)	-51% (-84%)

Hastigheds- begrænsning	Signalregulerede kryds	Forsatte kryds
	3 og 4 benede	2-3 kryds
30-50 km/t	+18% (+70%)	-5% (-34%)
60-70 km/t	-2% (-44%)	-26% (-54%)
80-130 km/t	-36% (-75%)	-4% (-85%)

Cykelfacilitet på veje hen til kryds

Cykelfacilitet på veje op til vigepligtsregulerede kryds		Cykeluheld			Uheld uden cyklister			Alle uheld		
		Forv.	Efter	Effekt	Forv.	Efter	Effekt	Forv.	Efter	Effekt
By	Ingen facilitet	20	50	+144%	117	67	-43%	138	117	-15%
	Med dobbeltrettet sti	5	2	-58%	16	10	-38%	21	12	-42%
	Med anden facilitet	30	48	+61%	139	118	+15%	169	166	-2%
Land	Ingen facilitet	3	6	+115%	216	98	-55%	219	104	-53%
	Med dobbeltrettet sti	3	0	-100%	52	27	-48%	55	27	-51%
	Med anden facilitet	14	6	-57%	150	102	-32%	164	108	-34%

Type af rundkørsel

Type	Antal vejgrene	Højeste hastighedsbegrænsning	Uheld			Personskader		
			Forventet	Efter	Effekt	Forventet	Efter	Effekt
Mini	3	30-50 km/t	24	31	+27%	12	10	-20%
	4	30-50 km/t	63	77	+23%	29	29	-1%
	I alt		87	108	+24%	42	39	-6%
1-sporet	3	30-50 km/t	37	54	+44%	14	22	+56%
		60-70 km/t	46	30	-35%	19	11	-41%
		80-130 km/t	73	28	-61%	42	6	-86%
		I alt	156	112	-28%	75	39	-48%
	4-7	30-50 km/t	163	135	-17%	57	54	-5%
		60-70 km/t	115	100	-13%	65	25	-62%
		80-130 km/t	403	205	-49%	250	44	-82%
		I alt	682	440	-35%	372	123	-67%
	I alt		838	552	-34%	447	162	-64%

Type af rundkørsel

Type	Antal vejgrene	Højeste hastighedsbegrænsning	Uheld			Personskader			
			Forventet	Efter	Effekt	Forventet	Efter	Effekt	
Flersporet	3	30-50 km/t	2	3	+29%	0	1	++	
		60-70 km/t	4	2	-49%	3	0	-100%	
		80-130 km/t	11	21	+93%	3	7	+137%	
		I alt	17	26	+52%	6	8	+34%	
	4-5	30-50 km/t	7	1	-86%	4	0	-100%	
		60-70 km/t	12	12	+3%	6	4	-35%	
		80-130 km/t	59	43	-27%	22	1	-95%	
		I alt	78	56	-28%	33	5	-85%	
	I alt			95	82	-13%	39	13	-66%
	Signal	4	80-130 km/t	32	26	-18%	11	3	-74%

Rundkørselsdesign

Midterøens højde på midten



Midterøens højde på midten - uheld

Type af rundkørsel	Midterøens højde på midten	N	Før	Forventet	Efter	Effekt	Signifikant?	Homogen?
1-sporet	0-0,4 meter	31	130	82	55	-33%	Ja	Nej
	0,5-0,9 meter	52	282	185	149	-20%	Ja	Ja
	1,0-1,4 meter	44	245	147	118	-20%	Tendens	Ja
	1,5-1,9 meter	25	167	95	59	-38%	Ja	Nej
	2,0-2,4 meter	30	208	130	67	-48%	Ja	Nej
	2,5-10,0 meter	49	332	199	104	-48%	Ja	Nej
Flersporet	0,5-0,9 meter	5	31	19	16	-15%	Nej	Ja
	1,0-1,4 meter	4	34	21	17	-20%	Nej	Ja
	1,5-1,9 meter	3	40	23	21	-7%	Nej	Nej
	2,0-2,4 meter	2	14	8	7	-15%	Nej	Ja
	2,5-10,0 meter	2	40	24	21	-11%	Nej	Ja

Midterøens højde på midten - uheld

Overordnet uheldssituation	Midterøens højde på midten					
	0,5-1,4 m			2,0-10,0 m		
	Forventet	Efter	Effekt	Forventet	Efter	Effekt
Eneuheld	35	98	+180%	24	100	+323%
Højresvingsuheld	29	100	+248%	20	28	+38%
Venstresvingsuheld/tværkollision	236	36	-85%	261	5	-98%
Andre uheld	32	33	+4%	24	38	+57%

Uheld med følgende trafikarter involveret	Midterøens højde på midten					
	0,5-1,4 m			2,0-10,0 m		
	Forventet	Efter	Effekt	Forventet	Efter	Effekt
Fodgænger	10	4	-61%	1	1	+21%
Cykel	36	89	+146%	20	11	-44%
Knallert, motorcykel	34	37	+7%	19	28	+47%
Personbil, varebil, lastbil, bus	316	242	-23%	324	154	-53%

Midterøens højde på midten



Midterøens udseende	Midterøens højde på midten					
	0,5-1,4 m			2,0-10,0 m		
	Forventet	Efter	Effekt	Forventet	Efter	Effekt
Buske og/eller træer	212	173	-19%	200	126	-37%
Græs	104	79	-24%	100	36	-64%
Udsmykket, kunst	15	15	-2%	29	9	-69%

Midterøens højde på midten og stabilitet i højde (beplantning)	Sikkerhedseffekt					
	1. år	2. år	3-5. år	6-9. år	Kort sigt 1-2. år	Lang sigt 3-9. år
Stabil højde	-14%	-25%	-30%	-33%	-20%	-32%
... heraf 0-1,4 m høj	+4%	-14%	-16%	-28%	-5%	-21%
... heraf 1,5-10 m høj	-42%	-42%	-50%	-40%	-42%	-45%
Voksende højde	-14%	-32%	-32%	-32%	-23%	-32%
... heraf 0-1,4 m høj	+1%	-17%	-25%	-28%	-8%	-26%
... heraf 1,5-10 m høj	-27%	-45%	-37%	-36%	-36%	-37%
Total	-14%	-29%	-31%	-33%	-22%	-32%

Cykelfacilitet i rundkørsel

Type af cykelfacilitet, vigepligt ved ind- og udkørsel af rundkørsel	Cykeluheld			Uheld uden cyklister		
	Forventet	Efter	Effekt	Forventet	Efter	Effekt
Ingen facilitet, bil viger	14	20	+45%	144	82	-43%
Cykelbane, bil viger	35	75	+113%	273	167	-39%
Farvet cykelbane, bil viger	11	38	+246%	61	51	-17%
Cykelsti, bil viger	15	18	+18%	129	63	-51%
Cykelsti med blå cykelfelter, bil viger	5	10	+82%	24	23	-2%
Cykelsti, cykel viger	15	3	-81%	259	170	-34%
To-plan	-	-	-	33	22	-34%
Total	96	164	+71%	924	578	-37%

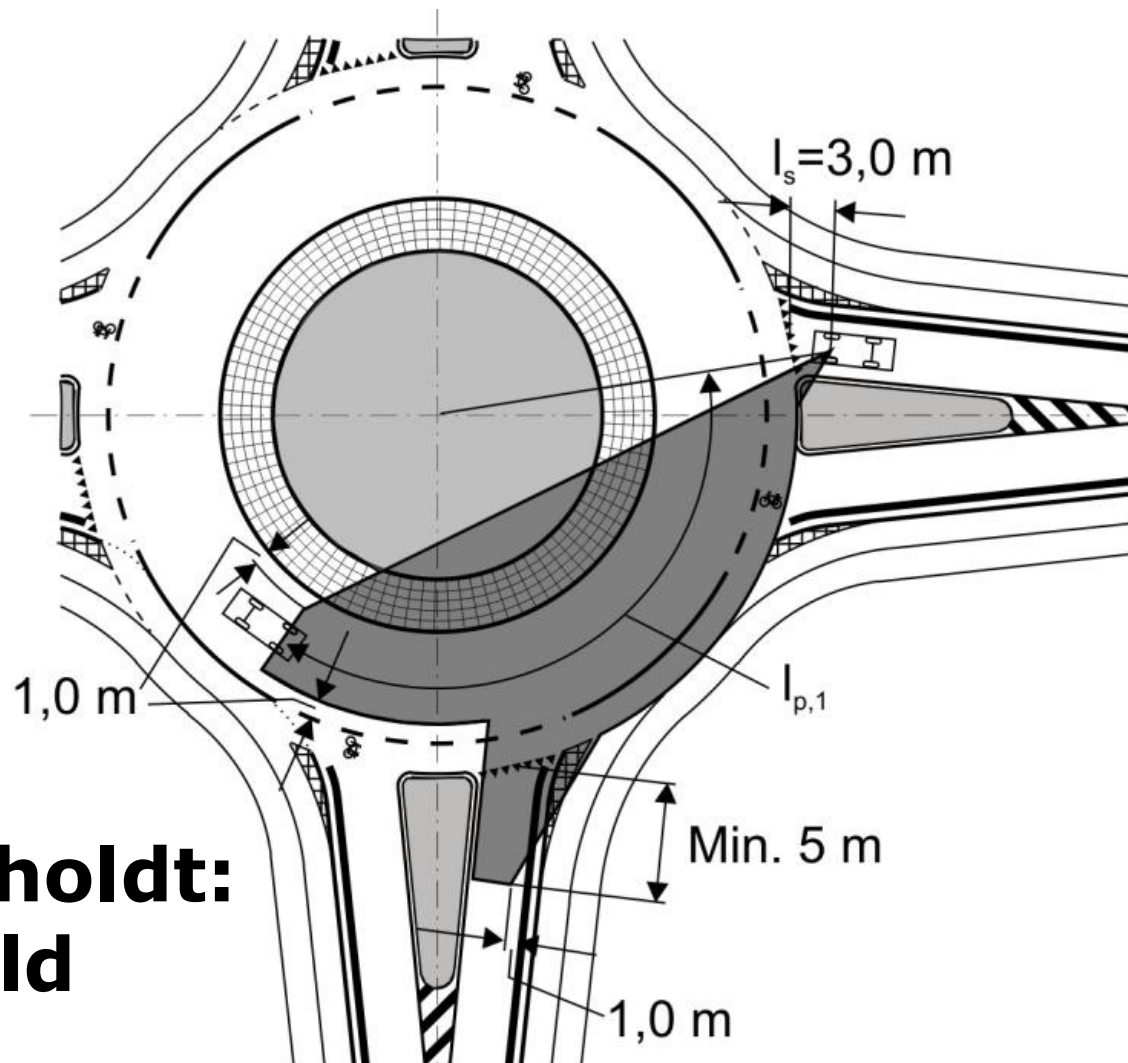
Tabel 80. Sikkerhedseffekter på uheld med og uden cyklister involveret af ombygninger fra kryds til rundkørsler opdelt på type af cykelfacilitet i rundkørsel. Note: Signalreguleret rundkørsel er udeladt.

Cykelfacilitet og midterøens højde

Type af cykelfacilitet, vigepligt ved ind- og udkørsel af rundkørsel	Midterø 0,5-1,4 m høj			Midterø 2,0-10,0 m høj		
	Forventet	Efter	Effekt	Forventet	Efter	Effekt
Ingen facilitet, bil viger	2	1	-49%	1	1	-2%
Cykelbane, bil viger	12	52	+332%	8	5	-38%
Farvet cykelbane, bil viger	4	15	+257%	-	-	-
Cykelsti, bil viger	9	13	+37%	5	2	-59%
Cykelsti med blå cykelfelter, bil viger	2	6	+298%	0	2	++
Cykelsti, cykel viger	7	2	-72%	6	1	-83%

Table 83. *Sikkerhedseffekter på cykeluheld af ombygninger fra kryds til 1-sporede rundkørsler opdelt efter type af cykelfacilitet og højde af midterø på midten.*

Oversigt før Rundkørsel



**Hvis ikke overholdt:
77% flere uheld**

Oversigt før rundkørsel



Gennemsnitlig oversigt før rundkørsel	Minirundkørsler			Flersporede rundkørsler		
	Forventet	Efter	Effekt	Forventet	Efter	Effekt
5,0-15,0 m	25	26	+4%	-	-	-
15,1-30,0 m	26	39	+50%	2	0	-100%
30,1-50,0 m	23	31	+36%	10	7	-31%
50,1-75,0 m	13	12	-8%	60	46	-23%
75,1-100,0 m	-	-	-	23	29	+25%

Gennemsnitlig oversigt før rundkørsel		1-sporet rundkørsel, 0-1,4 m høj			1-sporet rundkørsel, 1,5-10 m høj		
		Forventet	Efter	Effekt	Forventet	Efter	Effekt
Byzone	5,0-15,0 m	32	19	-40%	-	-	-
	15,1-30,0 m	48	62	+28%	32	37	+16%
	30,1-50,0 m	96	91	-5%	25	18	-28%
	50,1-75,0 m	19	17	-9%	28	16	-44%
	75,1-100,0 m	27	17	-37%	6	2	-67%
Landzone	5,0-15,0 m	5	4	-18%	-	-	-
	15,1-30,0 m	8	7	-13%	16	3	-81%
	30,1-50,0 m	49	35	-28%	64	33	-49%
	50,1-75,0 m	49	22	-55%	101	53	-47%
	75,1-100,0 m	82	48	-41%	152	68	-55%

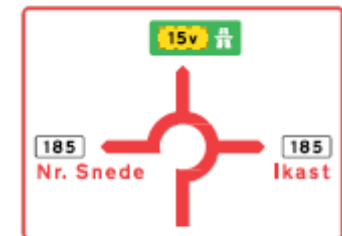
Forvarsling og vejvisning



A16



B11



G14

Forekomst af forvarsling og vejvisning på vejgrene		Minirundkørsler			1-sporede rundkørsler		
		Forventet	Efter	Effekt	Forventet	Efter	Effekt
Byzone	På ingen vejgrene	15	21	+42%	22	38	+70%
	På 25-49% af vejgrene	6	5	-11%	35	42	+18%
	På 50-75% af vejgrene	8	12	+53%	48	42	-13%
	På alle vejgrene	44	56	+27%	194	150	-23%
Landzone	På 50-75% af vejgrene	-	-	-	51	32	-37%
	På alle vejgrene	-	-	-	474	241	-49%

Forvarsling og vejvisning

Gennemsnitligt antal forvarslinger og vejvisninger pr. tilfart		Minirundkørsler			1-sporede rundkørsler		
		Forventet	Efter	Effekt	Forventet	Efter	Effekt
Byzone	0 pr. tilfart	15	21	+42%	22	38	+70%
	0,25-0,75 pr. tilfart	10	9	-9%	67	73	+10%
	1 pr. tilfart	26	20	-24%	107	99	-7%
	1,25-2 pr. tilfart	16	27	+65%	101	62	-39%
	2,3-7 pr. tilfart	5	17	+236%	3	0	-100%
Landzone	0,25-0,75 pr. tilfart	-	-	-	10	8	-24%
	1 pr. tilfart	-	-	-	103	56	-45%
	1,25-2 pr. tilfart	-	-	-	324	171	-47%
	2,3-7 pr. tilfart	-	-	-	88	38	-57%

Forvarsling og vejvisning

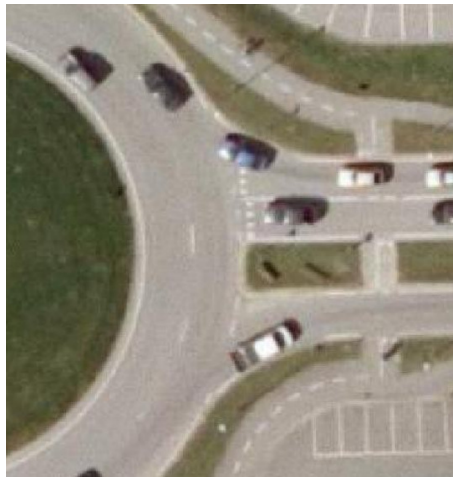
Afstand vigelinje-afmærkning (gennemsnit tilfarer med afm.)		Minirundkørsler			1-sporede rundkørsler		
		Forventet	Efter	Effekt	Forventet	Efter	Effekt
By	20-50 m	22	13	-41%	16	25	+57%
	51-100 m	35	58	+63%	93	86	-8%
	101-150 m	0	2	++	114	93	-19%
	151-200 m	-	-	-	28	19	-31%
	201-250 m	-	-	-	27	11	-59%
Land	20-50 m	-	-	-	1	0	-100%
	51-100 m	-	-	-	6	3	-53%
	101-150 m	-	-	-	61	23	-62%
	151-200 m	-	-	-	140	79	-44%
	201-250 m	-	-	-	257	144	-44%
	251-340 m	-	-	-	59	20	-66%

Type af sekundærhelle

Ingen helle



Parallelhelle



Trekantshelle



Trompethelle



Type af sekundærhelle	Uheld			Personskader		
	Forventet	Efter	Effekt	Forventet	Efter	Effekt
Ingen	41	39	-4%	16	13	-21%
Parallel	121	146	+21%	55	40	-27%
Trekant	452	303	-33%	249	79	-68%
Trompet	103	56	-46%	58	11	-81%
Blandet	334	224	-33%	161	74	-54%

Type af sekundærhelle - byzone

Zone, type af rundkørsel og sekundærhelle			Uheld			Personskader		
			Forventet	Efter	Effekt	Forventet	Efter	Effekt
By	Mini	Ingen	32	23	-27%	12	10	-17%
		Parallel	7	23	+215%	5	12	+157%
		Trekant	26	36	+39%	12	10	-19%
		Blandet	22	26	+18%	13	7	-45%
	1-sporet	Ingen	9	16	+75%	4	3	-32%
		Parallel	36	56	+55%	16	21	+31%
		Trekant	123	97	-21%	56	36	-36%
		Trompet	9	12	+38%	6	3	-47%
		Blandet	136	98	-28%	46	39	-15%
	Flersporet	Parallel	16	12	-24%	8	1	-87%
		Trekant	5	1	-82%	4	0	-100%
		Blandet	12	12	+3%	6	4	-35%
	Signal	Parallel	32	26	-18%	11	3	-74%

Type af sekundærhelle - landzone

Zone, type af rundkørsel og sekundærhelle			Uheld			Personskader		
			Forventet	Efter	Effekt	Forventet	Efter	Effekt
Land	1-sporet	Parallel	11	4	-64%	6	1	-84%
		Trekant	281	151	-46%	173	28	-84%
		Trompet	93	44	-53%	52	8	-84%
		Blandet	140	74	-47%	88	23	-74%
	Flersporet	Parallel	19	25	+33%	8	2	-76%
		Trekant	17	18	+7%	3	5	+60%
		Trompet	2	0	-100%	0	0	-100%
		Blandet	25	14	-44%	9	1	-89%

Type af flersporet rundkørsel

Type 1



Type 2



Type 3



Type 4



Flersporede rundkørsler	Uheld			Personskader		
	Forventet	Efter	Effekt	Forventet	Efter	Effekt
Type 1, to spor hele vejen rundt	13	12	-9%	7	4	-40%
Type 2, spærreflade	30	33	+9%	13	7	-47%
Type 3, bredt overkørselsareal	47	35	-26%	16	2	-87%
Type 4, sekundærhelle tæt på	4	2	-49%	3	0	-100%

Systematisk variation fx som følge af:

- ✓ **Lokalisering**
- ✓ **Uheldssammensætning**
- ✓ **Krydsdesign**
- ✓ **Rundkørselsdesign**

- **Uheldsmodeller for rundkørsler**
 - 346 rundkørsler
 - State-of-the-art metodik
 - For Cykelpuljen, publiceres 2012/2013
- **Detail-før-efter-evaluering af ombygninger af kryds til rundkørsler**
 - Model for sikkerhedseffekt
 - Trafikmængdens betydning
 - Rundkørselsgeometriens betydning
 - Betydning af afmærkning og oversigtsforhold
 - Fokus enueheld, spritueheld og mørkeueheld
 - Fokus cykelfaciliteter og cykelueheld
 - Vejregelgruppe Trafiksikkerhed, publiceres forår 2013