

## Øving 1 kryss: Trafikksikkerhet og avvikling i kryss - Løsningskommentarer

### Oppgave 1: Trafikksikkerhet

#### 1.1 Beregning av ulykkesfrekvens

Uf ul/10 <sup>6</sup> kjt	U ulykker	ÅDT kjt/døgn	n år
<b>0.52</b>	16	14000	6

#### 1.2 Forventning ut fra erfaringsverdier

Tabell over ulykkesfrekvenser finnes i presentasjonen "Utforming og sikkerhet i plankryss"  
 Utdrag fra denne tabellen for vikeplikt, 60 km/t, X-kryss

Sidevegs trafikk %	Ulykkes frekvens
0-15	0.12
15-30	0.19
Over 30	0.28

	sideveg	hovedveg	andel av toaltrafikk
Sidevegstrafikk i vårt kryss	4000	10000	28.6

Sidevegstrafikken ligger i øvre del av området 15-30%

Vi kan for eksempel anslå en forventet ulykkesfrekvens til å ligge i området 0.23  
 (det er ingen klar "fasit" her, men det virker rimelig å legge seg i overkant av 0.19)

Basert på denne ulykkesfrekvensen kan en forvente

U ulykker	Uf ul/10 <sup>6</sup> kjt	ÅDT kjt/døgn	n år
<b>7.1</b>	0.23	14000	6

Eller du kunne multiplisert det observerte antall med forholdet mellom ulykkesfrekvensene

Uf_obs	U_obs	Uf_forv	U_forv
0.52	16	0.23	<b>7.1</b>

### 1.3 Er krysset spesielt ulykkesutsatt?

Dere har egentlig ikke lært noen metode for dette, men vi tok likevel med spørsmålet for å få dere til å tenke over problemstillingen.

Vi har observert 16 ulykker, mens vi kunne forvente 7.1

16 er såpass mye større enn 7.1 at det virker rimelig å anta at krysset er spesielt utsatt

Men egentlig burde vi gjennomført en statistisk test for å kontrollere at dette er statistisk signifikant og at dette ikke bare skyldes tilfeldige variasjoner

Hvis vi for eksempel hadde observert 8 ulykker, så har vi ikke grunnlag for å si at krysset er spesielt ulykkesutsatt. Selv om 8 er større enn 7.1 så skyldes dette mest sannsynlig tilfeldige variasjoner i ulykestallet.

Men hva om vi observerer 9, 10, 11, 12 osv ulykker?

Et sted går det en grense for når vi med rimelig sikkerhet kan påstå at krysset er spesielt utsatt.

Denne grenseverdien kan beregnes som

$$U_{gr} = U_{forventet} + 1.65 * (\text{kvadrattrot av } U_{forventet})$$

Dersom antall ulykker ligger høyere enn denne verdien kan vi med over 90% sannsynlighet påstå at krysset er spesielt ulykkesutsatt.

I vårt tilfelle får vi

U_forv	U_gr
7.1	<b>11.4</b>

Det bør altså være 12 eller flere ulykker før vi kan være rimelig sikre på at krysset er spesielt ulykkesutsatt. I vårt tilfelle har vi observert 16 ulykker.

Ut fra "sunn fornuft" startet vi med at 16 ulykker er såpass mye mer enn 7.1 at det virker rimelig å anta at krysset er spesielt ulykkesutsatt. Dette viser seg altså å stemme med en mer teoretisk og statistisk vurdering.

### 1.4 Effekt av å bygge om krysset til rundkjøring

I flg tabell er forventet ulykkesfrekvens for en firearmet rundkjøring lik 0.05 (med god utforming kan vi sannsynligvis komme enda litt lavere)

U ulykker	Uf ul/10 <sup>6</sup> kjt	ÅDT kjt/døgn	n år
<b>1.5</b>	0.05	14000	6

Dersom vi antar  $U_f=0.05$  kunne vi altså forvente 1.5 ulykke i denne 6-års perioden

Vi kunne altså spart over 90 % av ulykkene

Det ser vi også direkte av ulykkesfrekvensene;  $U_{f\_obs\_x\text{-kryss}} = 0.52$  og  $U_{f\_forv\_runkj} = 0.05$

I tillegg til at vi sparer antall ulykker vil vi også få en betydelig nedgang i alvorlighetsgrad

I X-krysset hadde vi 1 dødsulykke, 1 MAS og 2 AS, som gir en alvorlighetsgrad på 25%

I en rundkjøring oppstår det sjelden alvorlige skader, men vi bør være spesielt oppmerksom på sikkerhet for gang- og sykkeltrafikk.

## Oppgave 2: Trafikkavvikling

### 2.1 Rundkjøring

1 kjørefelt i hver tilfart

t <sub>kr</sub>	3.5 sek	gir i følge tabell	Max_kap	K_max	1400
			Min_Kap	K_min	30
			Gradient	g	0.6

På grunn av lik utforming og trafikk så blir tilfart A og C like, og tilfart B og D blir også like

	Venstre	Rett fram	Høyre	Total M	Må vike for MF	Kapasitet K	Bel.grad M/K	Gj. fors f
	kjt/t	kjt/t	kjt/t	kjt/t	kjt/t	kjt/t	prosent	sek/kjt
A	200	600	200	1000	500	<b>1100</b>	<b>90.9</b>	<b>36.0</b>
C	200	600	200	1000	500	<b>1100</b>	<b>90.9</b>	<b>36.0</b>
B	200	100	200	500	1000	<b>800</b>	<b>62.5</b>	<b>12.0</b>
D	200	100	200	500	1000	<b>800</b>	<b>62.5</b>	<b>12.0</b>

Her har vi ikke tatt hensyn til den trafikken som svinger ut i samme tilfart som du kjører inn. Det vil si at du stoler på at de gir tegn og at de kjører ut av rundkjøringa uten å påvirke deg. Det er sannsynligvis ikke riktig, utkjørende trafikk vil i praksis påvirke deg. Det er vanlig å anta at utkjørende trafikk påvirker deg med vekt 50%

Dersom vi antar at all utkjørende trafikk påvirker deg, så kan vi sette opp følgende alternativ løsning

	Venstre	Rett fram	Høyre	Total M	Må vike for MF	Kapasitet K	Bel.grad M/K	Gj. fors f
	kjt/t	kjt/t	kjt/t	kjt/t	kjt/t	kjt/t	prosent	sek/kjt
A	200	600	200	1000	1000	800	125.0	9999.0
C	200	600	200	1000	1000	800	125.0	9999.0
B	200	100	200	500	1250	650	76.9	24.0
D	200	100	200	500	1250	650	76.9	24.0

Vi ser da at vi får overbelastning på hovedvegen og noe økt belastning på sidevegen. Men dette er nok en "worst case". Det er kanskje særlig høyresving fra forrige tilfart som påvirker deg. "Møtende trafikk" på hovedvegen vil neppe påvirke deg i så stor grad.

- d) Dersom trafikken i tilfart A øker med 10% så vil denne få 100% belastning med samme kapasitet. Men dette vil også få følger for avviklingen på de andre tilfartene som må vike for flere. I tabellen under har vi gjort en alternativ beregning med 10% økning i trafikken i tilfart A:

	Venstre	Rett fram	Høyre	Total M	Må vike for MF	Kapasitet K	Bel.grad M/K	Gj. fors f
	kjt/t	kjt/t	kjt/t	kjt/t	kjt/t	kjt/t	prosent	sek/kjt
A	220	660	220	1100	500	<b>1100</b>	<b>100.0</b>	<b>9999.0</b>
C	200	600	200	1000	520	<b>1088</b>	<b>91.9</b>	<b>40.9</b>
B	200	100	200	500	1080	<b>752</b>	<b>66.5</b>	<b>14.3</b>
D	200	100	200	500	1000	<b>800</b>	<b>62.5</b>	<b>12.0</b>

Dette kan sammenlignes med den øverste tabellen der vi ikke tar hensyn til "utkjørende trafikk". Som vi ser så får vi en liten økning i belastningsgrad for C og B når trafikken i A øker. Men det får ikke betydning for tilfart D siden denne tilfarten ikke viker for trafikken i A.

## 2.2 Forkjørregulert X-kryss

Vi beregner for 4 svingebevegelser (siden to og to er like på grunn av symmetri):

		t <sub>kr</sub> sek	K <sub>max</sub> kjt/t	K <sub>min</sub> kjt/t	g
Venstresving av hovedveg	AV og CV	4.5	1100	30	0.60
Høyresving fra sideveg inn på hovedveg	BH og DH	4.0	1000	30	0.56
Kryssing av hovedveg	BG og DG	5.5	900	30	0.52
Venstresving fra sideveg inn på hovedveg	BV og DV	6.0	800	30	0.48

	Volum M kjt/t	Må vike for MF kjt/t	Max_kap K <sub>max</sub> kjt/t	Gradient g	Kapasitet K kjt/t	Bel.grad M/K prosent	Gj. fors f sek/kjt
AV CV	200	800	1100	0.60	<b>620</b>	<b>32.3</b>	<b>8.6</b>
BH DH	200	600	1000	0.56	<b>664</b>	<b>30.1</b>	<b>7.8</b>
BG DG	100	2000	900	0.52	<b>30</b>	<b>333.3</b>	<b>9999.0</b>
BV DV	200	2300	800	0.48	<b>30</b>	<b>666.7</b>	<b>9999.0</b>

Vi ser at det blir overbelastning for "kryssing av hovedveg" og "venstresving inn på hovedveg"

Dette er logisk siden de må vike for all trafikken på hovedvegen

På hovedvegen er det totalt 2000 kjt/t, dvs at gjennomsnittlig tidsluke her er 3600/2000 = 1.8 sek

Selv om trafikken varierer en del, så er det ikke enkelt å finne lange nok luker på 5-6 sekunder !

Forsinkelsen i dette regnearket på 9999.0 sek/kjt må leses som "svært stor forsinkelse"

I oppgave a) spurte vi om betydningen av at K<sub>min</sub> settes lik 30 kjt/t

Dette får bare betydning når kapasiteten egentlig ble beregnet til mindre enn 30 kjt/t ved stor forkjørberettiget trafikk (altså det er svært mange du må vike for)

I vårt tilfelle gjelder dette BG (DG) og BV (DV)

Her ville kapasiteten etter formelen blitt negativ, men den kan jo ikke bli mindre enn null.

Men det er også urealistisk at den blir null, det er alltid noen som vil presse seg ut eller at noen hjelper de ut slik at det er en minste kapasitet.

Vi har satt denne minimumsverdien til 30 kjt/t som betyr at det minst vil komme ut et kjøretøy for hvert andre minutt. Men dersom trafikken er større enn dette, vil vi få voksende kø, og svært store forsinkelser. Heldigvis vil trafikken i en virkelig situasjon avta etter en tid slik at køen bygger seg ned igjen.

I tabellen over har vi beregnet avviklingen dersom alle svingebevegelser har eget kjørefelt.

Dette er svar på spm c) og d)

I oppgave b) ble det spurt om kapasitet for kjørefeltet dersom høyresving (BH) og rett fram (BG)

deler ett kjørefelt. Dette ble det ikke så mye tid til på forelesning, men i presentasjonen

"Trafikkavvikling i kryss" finner du følgende formel

$$\frac{M_{\text{felt}}}{K_{\text{felt}}} = \frac{M_1}{K_1} + \frac{M_2}{K_2} + \frac{M_3}{K_3} \quad \text{som kunne vært benyttet}$$

Her har vi:

	M kjt/t	K kjt/t	M/K prosent	f sek/kjt
BH	200	664		
BG	100	30		
Felt	300	<b>83</b>	<b>363.5</b>	<b>9999.0</b>

Dette gir en kapasitet på kjørefeltet på 83 kjt/t og kraftig overbelastning for kjørefeltet

Strømmen BH som i utgangspunktet hadde det bra, må nå vente sammen med den

overbelastede strømmen BG, og dermed blir det håpløst også for BH.

Dersom vi hadde to kjørefelt i denne tilfarten ville det vært bedre å samle BV og BG som begge har stor overbelastning og la BH ha sitt eget felt med god avvikling