

Norges teknisk-naturvitenskapelig universitet
Institutt for bygg, anlegg og transport

Faglig kontakt under eksamen:

Eirin Ryeng

Tlf: 73 59 46 62 / 48 19 80 57

EKSAMEN I

TBA 4285 TRAFIKKREGULERING GK

Mandag 19.desember 2005

Tid: kl 09.00 – 13.00

Sensuren faller i uke 3

Hjelpemidler: Alle trykte og håndskrevne hjelpemidler tillatt. Alle kalkulatorer tillatt.

Oppgave 1 teller 30 %

Oppgave 2 teller 20 %

Oppgave 3 teller 25 %

Oppgave 4 teller 25 %

Oppgave 1

I vedlegg 1 er det oppgitt registrerte ankomster for trafikk i begge retninger i Strindveien i Trondheim i løpet av en femtenminutters periode.

- a. Test følgende hypotese: Ankomstene følger en poissonfordeling. Formel for poissonfordeling og χ^2 -fordelt variabel, samt tabell over χ^2 -fordelingen er vist i vedlegg 2.
- b. Hvilke forutsetninger ligger til grunn for en antagelse om poissonfordelte ankomster? Diskuter om disse forutsetningene er til stede i dette tilfellet.
- c. Gitt at ankomstene følger en poissonfordeling, hva er da
 - i) sannsynligheten for at det i løpet av ett minutt ankommer 10 kjøretøy?
 - ii) sannsynligheten for at det oppstår en tidsluke mellom to påfølgende kjøretøy som er to minutt eller lengre?
- d. ”Graden av kødannelse”, i én retning, defineres gjerne som prosentandel tidsluker kortere enn 5 sekunder. Gitt at retningsfordelingen i situasjonen ovenfor er 30 % / 70 %, hva blir da graden av kødannelse i hver av de to retningene?
- e. Anta at registreringene er representative for hele timen mellom kl 09.00 og 10.00. Benytt figurene i vedlegg 3 og beregn vegens årsdøgnstrafikk. Diskuter usikkerheten i resultatet.

Oppgave 2

- a. For et signalregulert kryss med gitt faseplan (se skisse av kryss og faseplan i vedlegg 4) og fartsgrense 50 km/t er følgende grønn- og mellomtider beregnet:

Virkelig grøntid i fase 1: 41 sek

Virkelig grøntid i fase 2: 12 sek

Virkelig grøntid i fase 3: 21 sek

Mellomtid mellom fase 1 og fase 2: 5 sek

Mellomtid mellom fase 2 og fase 3: 5 sek

Mellomtid mellom fase 3 og fase 1: 6 sek

Kontroller at fotgjengerne har tilstrekkelig tid til å krysse.

Beregn start og slutt for fotgjengernes grøntider i forhold til kjøretøysignalene.

Tegn et fasevekslingsskjema som viser start og slutt for alle lyssignaler (både for kjøretøyer og for fotgjengere).

Tømmetid som funksjon av tømningsslengde er vist i figur i vedlegg 5

- b. Det signalregulerte krysset vurderes erstattet av en rundkjøring. Krysset ligger like ved et lokalsenter med nærbutikk, eldrecenter, trygdekontor etc., og det er også en barneskole like i nærheten.

Med tanke på de mange myke trafikantene i området, hvordan vil du vurdere de to kryssløsningene opp mot hverandre?

Oppgave 3

Anta at vi har et vikepliktsregulert T-kryss med fartsgrense 50 km/t og med eget venstresvingefelt i primærvegen. Det er ingen stigninger av betydning i krysset, og tungtrafikkandelen er 10 %. I ettermiddagsrushet har vi følgende trafikkbelastning i krysset:

Primærveg fra vest, tilfart A: $M_A = 800$ kjt/t, herav 10 % høyresvingende
Primærveg fra øst, tilfart C: $M_C = 600$ kjt/t, herav 20 % venstresvingende
Sekundærveg fra sør, tilfart B: $M_B = 250$ kjt/t, herav 60 % høyresvingende

Som grunnlag for de beregninger du bes gjøre nedenfor, vises til tabeller og diagram i vedlegg 6, og beregningsskjemaet i vedlegg 7. Beregningsskjemaet kan fylles ut og legges inn i eksamensbesvarelsen som svar på oppgave a) nedenfor.

- a. Beregn kapasiteten for de vikepliktige trafikkstrømmene i krysset, i en situasjon der høyresvingende og venstresvingende trafikk fra tilfart B (BH og BV) har felles kjørefelt.
- b. Hva blir gjennomsnittsforsinkelsen for kjøretøyene fra tilfart B?
- c. Det vurderes det å utvide sidevegen slik at BH og BV får hvert sitt kjørefelt. Hva blir i så fall gjennomsnittsforsinkelsen for hver av disse to trafikkstrømmene?

Oppgave 4

- a. Beskriv hovedprinsippene for et enkeltstående kjøretøystyrt signalanlegg. I denne sammenheng bes du spesielt forklare bruken av følgende begreper (du kan godt bruke skisser hvis du finner det nyttig):
- i) Passeringsdetektor og nærvær-detektor
 - ii) Forlengelsestid og luketid
 - iii) Minimum og maksimum grønttid
 - iv) Hvilestilling
- b. Vi ser nå på en tilfart i et tidsstyrt signalregulert kryss. Forklar hvordan en ved studier av trafikkavviklingen i en slik tilfart, foretatt fra vegkanten, kan beregne observert gjennomsnittsforsinkelse per kjøretøy i denne tilfarten. Bruk gjerne et fingert talleksempel for å belyse anvendelsen av den metoden du har beskrevet.
- Kjenner du til andre metoder for å registrere denne gjennomsnittsforsinkelsen?
- c. Hvilke muligheter og metoder har vi for å prioritere busstrafikken i en signalregulert tilfart?

Vedlegg 1

Registrerte ankomster (begge retninger) i Strindveien v/Sintefs administrasjonsbygg i løpet av femten minutter i tidsrommet f.o.m. 09.20 t.o.m. 09.34 onsdag 7.desember 2005 (uke 49).

09:20:17	09:25:55	09:30:23
09:20:21	09:25:55	09:30:32
09:20:40	09:26:04	09:30:36
09:20:42	09:26:27	09:30:49
09:20:51	09:26:28	09:30:54
09:20:53	09:26:30	09:31:00
09:20:56	09:26:35	09:31:11
09:21:06	09:26:39	09:31:18
09:21:12	09:26:42	09:31:19
09:21:24	09:27:33	09:31:47
09:21:42	09:27:51	09:31:55
09:22:06	09:28:07	09:32:00
09:22:18	09:28:16	09:32:36
09:22:22	09:28:36	09:32:45
09:22:40	09:28:39	09:32:59
09:23:23	09:28:51	09:33:05
09:23:31	09:28:57	09:33:06
09:23:51	09:28:57	09:33:20
09:23:54	09:29:09	09:33:20
09:24:14	09:29:14	09:33:33
09:24:29	09:29:31	09:33:49
09:24:51	09:29:32	09:33:51
09:25:16	09:29:35	09:33:54
09:25:20	09:29:36	09:34:03
09:25:22	09:29:39	09:34:20
09:25:46	09:29:47	09:34:33
09:25:49	09:30:04	09:34:37
09:25:53	09:30:22	

Vedlegg 2

Formel for Poissonfordelingen

$$P(k, m) = \frac{m^k}{k!} e^{-m}$$

der k antall hendelser som inntreffer i et gitt tidsintervall
 m gjennomsnittlig antall hendelser som inntreffer i samme tidsintervall
 $P(m, k)$ sannsynlighet for at k hendelser inntreffer når gjennomsnittlig antall hendelser i tidsintervallet er m

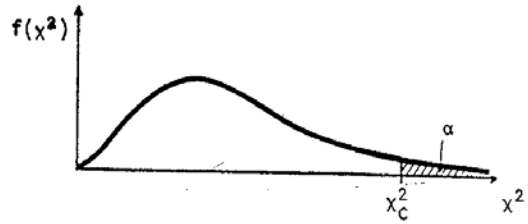
Formel for variabelen χ^2 som er χ^2 -fordelt:

$$\chi^2 = \sum_1^N \frac{(O_i - T_i)^2}{T_i}$$

der χ^2 er χ^2 -fordelt med $N-r-1$ frihetsgrader
 N er antall intervall vi har gruppert observasjonene i
 R er antall estimerte parametre
 O_i er observert frekvens i intervall i
 T_i er teoretisk frekvens i intervall i

Tabell over χ^2 -fordelingen er vist på neste side.

I tabellen under finnes χ^2 -verdier for ulike antall frihetsgrader (DF) og for forskjellige signifikansnivåer som vist på figuren.

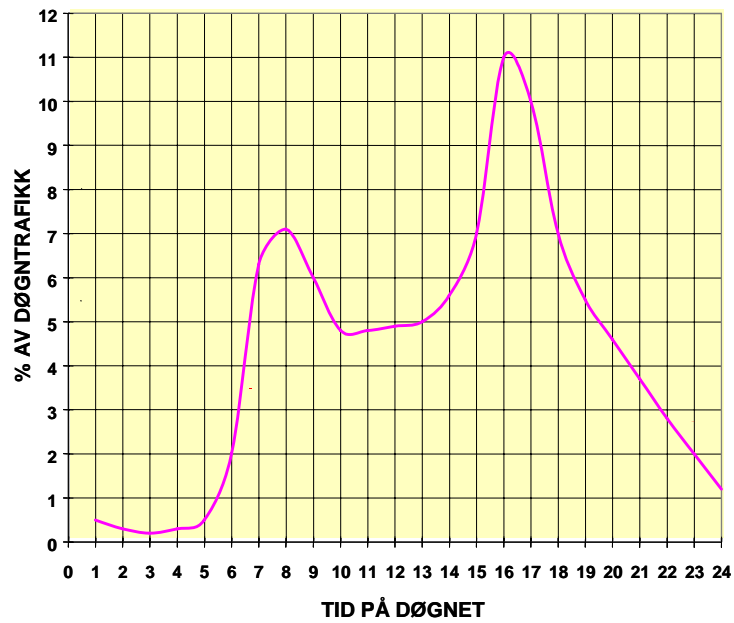


DF	α													
	0.995	0.99	0.975	0.95	0.90	0.75	0.50	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	
1	0.00393	0.0157	0.0082	0.003	0.0158	0.102	0.455	1.323	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88	
2	0.0100	0.0201	0.0506	0.103	0.211	0.575	1.386	2.77	4.61	5.99	7.38	9.21	10.60	
3	0.0717	0.115	0.216	0.352	0.584	1.213	2.37	4.11	6.25	7.81	9.35	11.34	12.84	
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	1.923	3.36	5.39	7.78	9.49	11.14	13.28	14.86	
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.610	2.67	4.35	6.63	9.24	11.07	12.83	15.09	16.75	
6	0.676	0.872	1.237	1.635	2.20	3.45	5.35	7.84	10.64	12.59	14.45	16.81	18.55	
7	0.989	1.239	1.690	2.17	2.83	4.25	6.35	9.04	12.02	14.07	16.01	18.48	20.3	
8	1.344	1.646	2.18	2.73	3.49	5.07	7.34	10.22	13.36	15.51	17.53	20.1	22.0	
9	1.735	2.09	2.70	3.33	4.17	5.90	8.34	11.39	14.68	16.92	19.02	21.7	23.6	
10	2.16	2.56	3.25	3.94	4.87	6.74	9.34	12.55	15.99	18.31	20.5	23.2	25.2	
11	2.60	3.05	3.82	4.57	5.58	7.58	10.34	13.70	17.28	19.68	21.9	24.7	26.8	
12	3.07	3.57	4.40	5.23	6.30	8.44	11.34	14.85	18.55	21.0	23.3	26.2	28.3	
13	3.57	4.11	5.01	5.89	7.04	9.30	12.34	15.98	19.81	22.4	24.7	27.7	29.8	
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	10.17	13.34	17.12	21.1	23.7	26.1	29.1	31.3	
15	4.60	5.23	6.26	7.26	8.55	11.04	14.34	18.25	22.3	25.0	27.5	30.6	32.8	
16	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	11.91	15.34	19.37	23.5	26.3	28.8	32.0	34.3	
17	5.70	6.41	7.56	8.67	10.09	12.79	16.34	20.5	24.8	27.6	30.2	33.4	35.7	
18	6.26	7.01	8.23	9.39	10.86	13.68	17.34	21.6	26.0	28.9	31.5	34.8	37.2	
19	6.84	7.63	8.91	10.12	11.65	14.56	18.34	22.7	27.2	30.1	32.9	36.2	38.6	
20	7.43	8.26	9.59	10.85	12.44	15.45	19.34	23.8	28.4	31.4	34.2	37.6	40.0	
21	8.03	8.90	10.28	11.59	13.24	16.34	20.3	24.9	29.6	32.7	35.5	38.9	41.4	
22	8.64	9.54	10.98	12.34	14.04	17.24	21.3	26.0	30.8	33.9	36.8	40.3	42.8	
23	9.26	10.20	11.69	13.09	14.85	18.14	22.3	27.1	32.0	35.2	38.1	41.6	44.2	
24	9.89	10.86	12.40	13.85	15.66	19.04	23.3	28.2	33.2	36.4	39.4	43.0	45.6	
25	10.52	11.52	13.12	14.61	16.47	19.94	24.3	29.3	34.4	37.7	40.6	44.3	46.9	
26	11.16	12.20	13.84	15.38	17.29	20.8	25.3	30.4	35.6	38.9	41.9	45.6	48.3	
27	11.81	12.88	14.57	16.15	18.11	21.7	26.3	31.5	36.7	40.1	43.2	47.0	49.6	
28	12.46	13.56	15.31	16.93	18.94	22.7	27.3	32.6	37.9	41.3	44.5	48.3	51.0	
29	13.12	14.26	16.05	17.71	19.77	23.6	28.3	33.7	39.1	42.6	45.7	49.6	52.3	
30	13.79	14.95	16.79	18.49	20.6	24.5	29.3	34.8	40.3	43.8	47.0	50.9	53.7	
40	20.7	22.2	24.4	26.5	29.1	33.7	39.3	45.6	51.8	55.8	59.3	63.7	66.8	
50	28.0	29.7	32.4	34.8	37.7	42.9	49.3	56.3	63.2	67.5	71.4	76.2	79.5	
60	35.5	37.5	40.5	43.2	46.5	52.3	59.3	67.0	74.4	79.1	83.3	88.4	92.0	
70	43.3	45.4	48.8	51.7	55.3	61.7	69.3	77.6	85.5	90.5	95.0	100.4	104.2	
80	51.2	53.5	57.2	60.4	64.3	71.1	79.3	88.1	96.6	101.9	106.6	112.3	116.3	
90	59.2	61.8	65.6	69.1	73.3	80.6	89.3	98.6	107.6	113.1	118.1	124.1	128.3	
100	67.3	70.1	74.2	77.9	82.4	90.1	99.3	109.1	118.5	124.3	129.6	135.5	140.2	
Z _α	-2.58	-2.33	-1.96	-1.64	-1.28	-0.674	0.000	0.674	1.282	1.645	1.960	2.33	2.58	

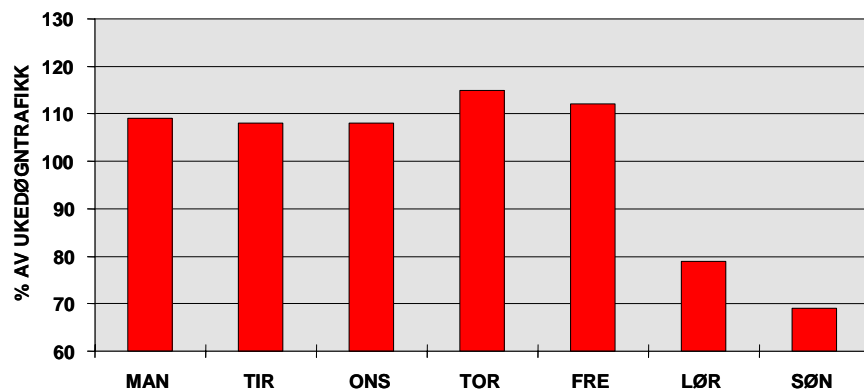
For $DF > 100$ beregnes $\chi^2 = \frac{1}{2}(Z_{\alpha} + \sqrt{2DF-1})^2$ hvor Z_{α} -verdiene er hentet fra den standardiserte normalfordeling.

Vedlegg 3

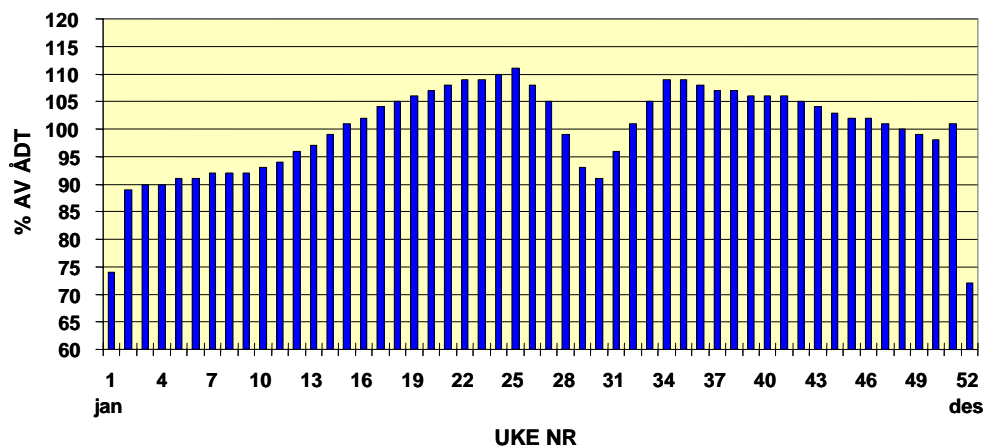
Døgnvariasjon



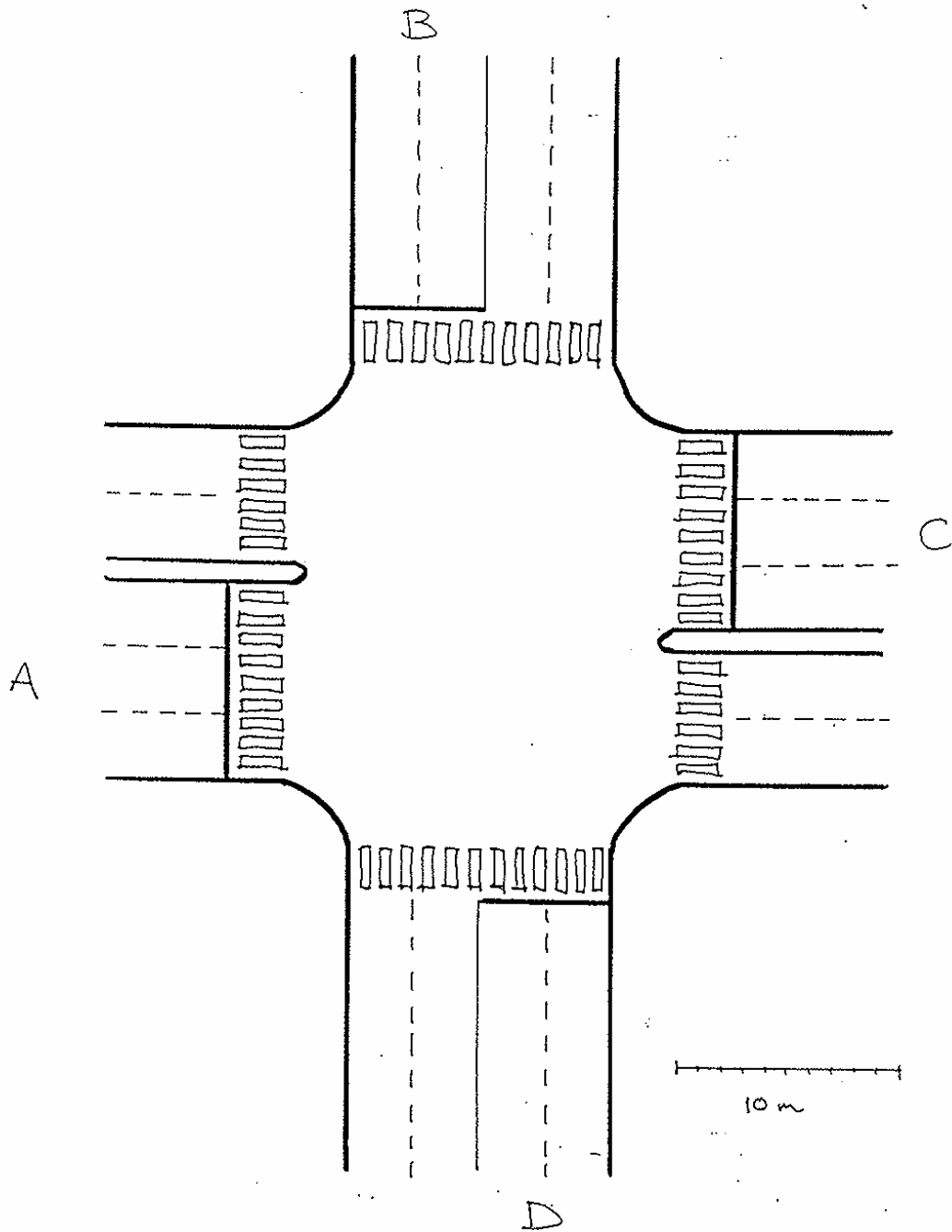
Ukevariasjon



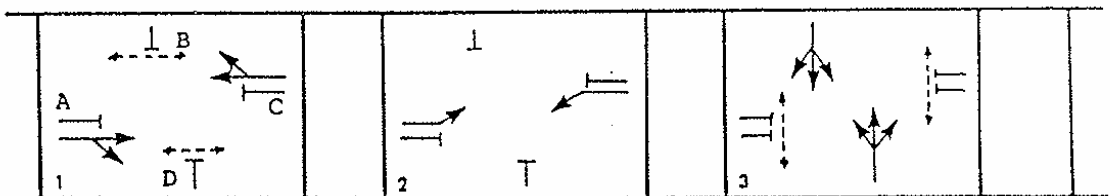
Årsvariasjon



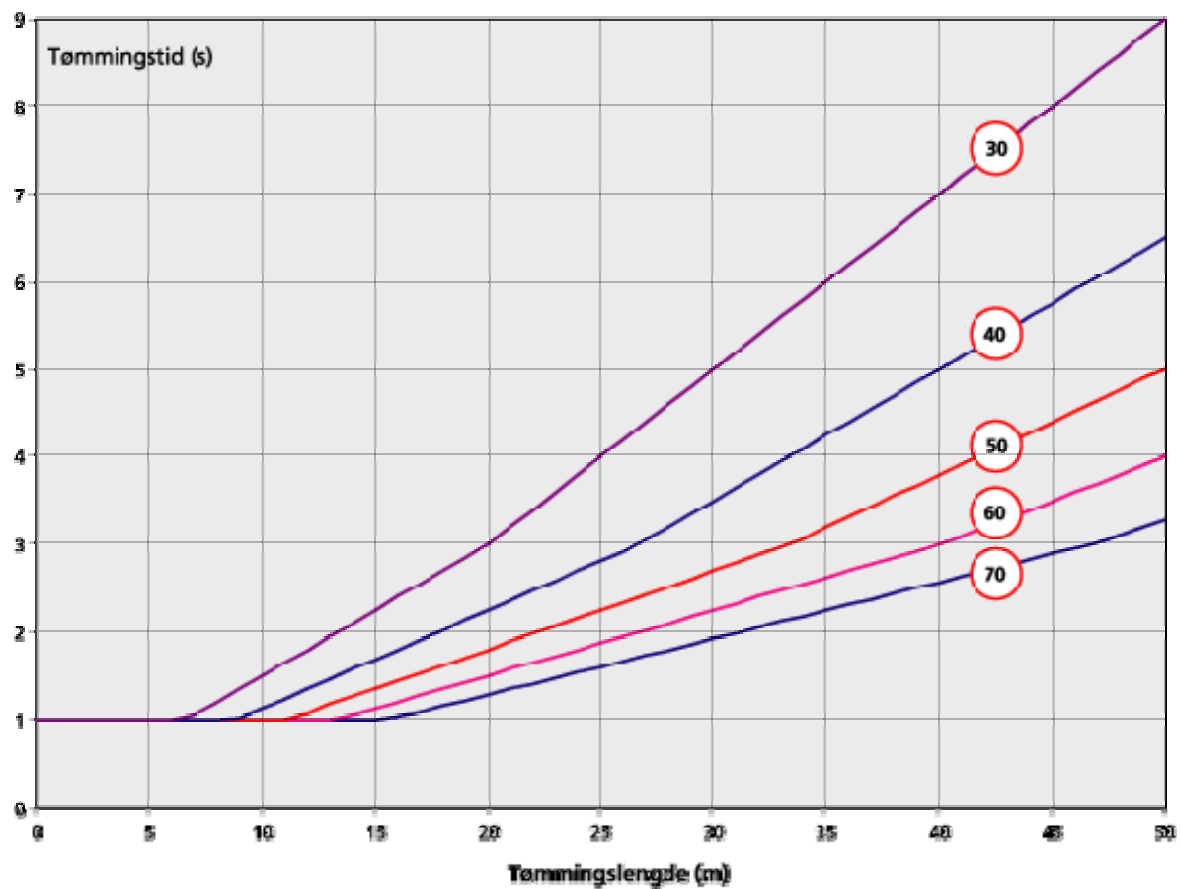
Vedlegg 4



Faseplan:



Vedlegg 5

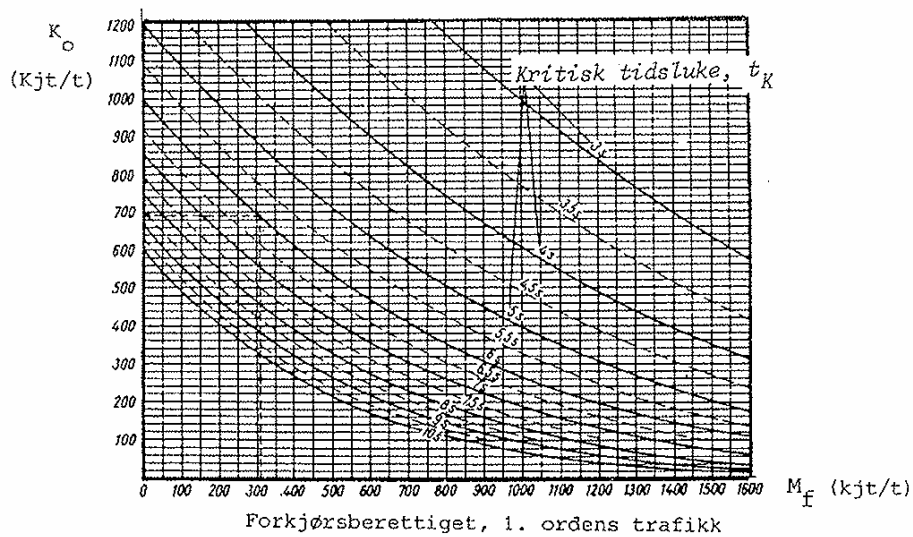


Vedlegg 6

BEVEGELSE - REGULERINGSFORM	TILLATT HASTIGHET (KM) PÅ HOVEDVEGEN				
	50	60	70	80	90
Venstresving av hovedveg	5.0	5.4	5.8	6.2	6.6
Høgresving inn på hovedveg					
- vikeplikt	5.0	5.4	5.8	6.2	6.6
- stopplikt	6.5	6.9	7.3	7.7	8.1
Kryssing av og venstresving inn på 2*-feltsveg					
- vikeplikt	5.5	5.9	6.3	6.7	7.1
- stopplikt	7.0	7.4	7.8	8.2	8.6
4-felts* hovedveg					
- vikeplikt	5.8	6.2	6.6	7.0	7.4
- stopplikt	7.3	7.7	8.1	8.5	8.9

* Separate svingefelt på hovedvegen skal ikke telles med.

Tabell 5.8: Kritisk tidsluke (10).



Figur 5.8: Basiskapasitet (10).

ANDEL TUNGTRAFIKK	HELNING				
	-40 ‰	-20 ‰	Flatt	+20 ‰	+40 ‰
0 ‰	1.37	1.22	1.10	0.92	0.79
5 ‰	1.33	1.18	1.05	0.87	0.72
10 ‰	1.32	1.15	1.00	0.83	0.66
15 ‰	1.30	1.10	0.95	0.79	0.61
20 ‰	1.28	1.08	0.92	0.75	0.57

Tabell 5.9: Korreksjonsfaktor for tunge kjøretøy i stigninger (+) og fall (-)

Vedlegg 7

KAPASITETSBEREGNING AV FORKJØRSREGULERTE KRYSS													F15		
SKJEMA C BEREGNINGSAK															
Rad nr	Skjema henv.	Tilfart A			Tilfart B			Tilfart C			Tilfart D				
		AV	AG	AH	BV	BG	BH	CV	CG	CH	DV	DG	DH		
1	Ordensklasse	A1,A2													
2	Trafikkmengde, M (kjt/t)	B													
3	Forkj.berettiget 1.ordens-trafikk M_p (kjt/t)	A1,A2													
4	Kritisk tids-luke t_K (sek)	A3													
5	Utgangskapasitet, K_0 (kjt/t)	A4 figur													
6	Korreksjonsfaktor k_1	A4 tabell													
7	Korrigert K_0 -verdi (kjt/t)	A4 rad 5,6													
8	Reduksjonsfaktor for kødannelse, P_K	A1,A2													
9	Kapasitet for trafikkstrømmen $K = K_0 \cdot P_K$ (kjt/t)	rad 7, rad 8													
10	Hjelpstørrelse $(1-M/K)$	rad 2, rad 9													
11	Inndeling i vikepliktige kjørefelt	B													
12	Trafikkmengde i feltet M (kjt/t)	rad 2													
13	Strømmenes andel av trafikken i feltet, a (%)	rad 2, rad 12													
14	Størrelsen a/K beregnes for hver strøm og summeres for hvert felt	rad 13, rad 9													
15	Feltkapasitet $K=100/\sum a/K$ (kjt/t)	rad 14													
16	Kapasitetsreserve $K-M$ (kjt/t)	rad 15, rad 12													
17	Trafikkhindringsgrad	A5, rad 16													
18	Gj.sn. forsinkelse $f = \frac{3600}{K-M}$ (sek/kjt)	A5, rad 16													
19	Totalforsinkelse $F = \frac{f \cdot M}{3600} = \frac{M}{K-M}$ (kjt-timer pr time)	A5, rad 18, rad 12, evt rad 12, rad 16													
20	Dimensjonerende kølengde, L_p (kjt)	A5													