

NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET
Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi
Institutt for Bygg, anlegg og transport
Faggruppe Veg og samferdsel
Arvid Aakre

Eksamen i TRAFIKKREGULERING

Svar på beregningsoppgaver fra og med år 2000

- Eksamen 25.05.2000
- Eksamen 22.05.2001
- Eksamen 13.05.2002
- Eksamen 12.05.2003
- Eksamen 15.12.2004
- Eksamen 19.12.2005
- Eksamen 06.12.2006

NTNU Bygg, anlegg og transport
Faggruppe Veg og samferdsel
SIB 8005 Trafikkregulering
Arvid Aakre

Noen tallsvar fra eksamen 25.05.2000:

1.2 i)	$TB1=5/8*T$, $TB2=3/8*T$, $VB2=4/3*V$
1.2 ii)	$TC1=TC2=1/2*T$, $LC1=2/5*L$
1.2 iv)	$TAC=6/11*T$, $LAC=6/11*L$ $TBC=3/5*T$, $LBC=12/25*L$
1.4	$M=600$ kjt/t, $k\phi=3$ kjt $\rightarrow f=18$ sek/kjt
2.3	$Co=45$ sek, $g1=25$ sek, $g2=15$ sek, $K1=1000$ kjt/t, $K2=600$ kjt/t, $M/K1=80\%$, $M/K2=83\%$
3.1	$P(X>4)=0.371$ $P(\text{ingen uklykker p\aa } 1/2 \text{ \aa r})= 0.135$
3.3	$P(\text{lett-lett})=0.669$, $P(\text{lett-tung})=P(\text{tung-lett})=0.149$, $P(\text{tung-tung})=0.033$

Noen tallsvar fra eksamen 22.05.2001:

1.5	<p>a) $M=1600$ kjt/t, $V=40$ km/t, $D=40$ kjt/km b) $M=1600$ kjt/t, $V=64$ km/t, $D=25$ kjt/km c) $M=1800$ kjt/t, $V=60$ km/t, $D=30$ kjt/km d) $M=1200$ kjt/t, $V=80$ eller 20 km/t, $D=15$ eller 60 kjt/km (to løsninger)</p>
2.1	<p>a) $C_{min}=46$ sek, $C_{opt}=79$ sek b) $C_{opt}=102$ sek</p>
2.2	<p>$g_A=40$sek, $g_B=27$ sek $K_A=889$ kjt/t, $K_B=600$ kjt/t $(M/K)_A=(M/K)_B=0,67$</p>
2.3	<p>A og B har samme belastningsgrad, men B får større gjennomsnittlig forsinkelse enn A ettersom B har lengre effektiv rødtid (kan gjerne forklares noe mer inngående)</p>
2.4	<p>a) $P(X_A90=15)=0.102$, $P(X_B90=10)=0.125$ b) $P(X_A30 \geq 30)=0.875$, $P(X_B30 \geq 3)=0.647$</p>
2.5	<p>$P(\text{tilfeldig kjt i A kolliderer med kjt i B})=0.105$ $P(\text{tilfeldig kjt i B kolliderer med kjt i A})=0.154$</p> <p>På 90 sek kommer gjennomsnittlig 15 kjt i A og 10 kjt i B $P(\text{Ingen av de 15 i A kolliderer})=(0.895)^{15}=0.189$ $P(\text{Ingen av de 10 i B kolliderer})=(0.846)^{10}=0.189$ $P(\text{ingen kollisjon i krysset})=0.036=3.6\%$ (det lønner seg tydeligvis å ta hensyn til den kryssende strømmen...)</p>
3.3	<p>$P(\text{lett-lett})=0.669$, $P(\text{lett-tung})=P(\text{tung-lett})=0.149$, $P(\text{tung-tung})=0.033$</p>

Noen tallsvar fra eksamen 13.05.2002:

1.4	$M_{\max}=2250$ kjt/t ($V=45$ km/t, $D=50$ kjt/km) OK $M_{\max}=2270$ kjt/t ($V=50.5$ km/t, $D=45$ kjt/km) egentlig er dette kapasiteten $M=2250$ kjt/t -> Avstand front-front 1.6 sek som tilsvarer 20 meter
1.5	Detektoren er gjennomsnittlig belagt i 50% av tida ($((6m+4m)/20m=0.5)$) M [kjt/t], V [km/t] og D [kjt/km] ved gjennomsnittlig avstand 10 m: 0, 0, 100 20 m: 2250, 45, 50 40 m: 1813, 72.5, 25 1 sek: ingen løsning 2 sek: to løsninger 1800, 72.8, 24.7 og 1800, 24.9, 72,3 4 sek: to løsninger 900, 88.8, 10.1 og 900, 10.1, 88.7
2.1	$C_{\min}=120$ sek
2.2	$g=55$ sek, $g/C=0.37$, $K=660$ kjt/t, $M/K=0.91$ +10%: $M/K=1.0$ +15%: $M/K=1.05$
2.3	$L_{\max}=15.8$ kjt, $fgj=45$ sek/kjt $M=600$ kjt/t, $k\phi=3$ kjt $\rightarrow f=18$ sek/kjt
2.5	Kjøreetid 30 sek: $L=60$ sek, $g=45$ sek, $K=540$ kjt/t (dvs overbelastning) Max kjøreetid (T): $M/S = g/C$ der $C=2T+2g$ --> $T < g/2$ for å unngå overbelastning
3.1	$P(U>4)=0.371$ $P(\text{ingen ulykker på 4 mnd})=0.264$
3.2	95% sikker -> $B=1.96$, $S=10$ km/t, $d=1$ km/t --> $N=384$ $P(X>75)=0.50$, $(P(X>90)=0.933$ --> $P(75<X<90)=0.433$

3.5

Feil vinkel ved oppsetting:

Det er egentlig hastighetskomponenten mot radaren som måles, og denne må korrigeres med tanke på bilens kjøreretning i forhold til radarstrålen. Vinkelen mellom kjørespor og radarstråle kaller vi alfa. Enkel figurbetragtning gir:

$$V_{\text{komponent mot radar}} = V_{\text{bilens hastighet}} \cdot \cos(\text{alfa})$$

Logikken i radaren beregner bilens virkelige hastighet ut fra at alfa er 45 grader.

Dersom vinkelen i virkeligheten er mindre enn 45 grader, så vil det være en større komponent som går mot radaren, og radaren beregner for stor hastighet, og omvendt dersom vinkelen er større enn 45 grader.

Vi kan sette opp følgende generelle sammenheng:

$$\text{Målt hastighet på radar} = \text{Virkelig hastighet} \cdot (\cos(\text{alfa}) / \cos(45))$$

alfa 40 grader --> Radaren måler en hastighet som er 108.3 % av virkelig hastighet

alfa 50 grader --> Radaren måler en hastighet som er 90.9 % av virkelig hastighet

Skyggevirkning:

Kjøretøy i nærmeste felt vil skygge for radarstrålen i en viss andel av tida. På grunn av vinkelen vil et kjøretøy skygge noe mer enn lengden av kjøretøyet skulle tilsi.

Videre må det også være en viss minste avstand mellom kjøretøy for at radaren skal avslutte et kjøretøy og starte måling på neste.

Eksempel: Vi antar en ”effektiv billengde for skyggevirkning” på 10 meter.

Dersom tettheten i dette feltet er 10 kjt/km, vil det si at det er 100 meter mellom fronten av påfølgende kjøretøy. Skyggevirkningen merkes da i gjennomsnitt i $10/100=10\%$ av tida. Det vil si at i 10% av tida er radaren ikke i stand til å gjøre målinger i feltet lengst bort fra radaren. Da er det naturlig å anta at en mister 10% av trafikken i feltet, og en bør bruke det som utgangspunkt for en evt korreksjon.

OPPGAVE 1: TRAFIKKSTRØMSTEORI OG STATISTIKK (2003-05-12)

a)	Vp km/t	M kjt/t	Vp*M	Vp km/t
høyre	70	600	42000	
midtre	80	750	60000	
venstre	90	900	81000	
total		2250	183000	81,3333

	Vs km/t	S km	t timer	t sek	M kjt/t	M*t	tmiddel sek	S m	Vs m/s	Vs km/t
høyre	68	1	0,015	52,941	600	31764,71				
midtre	78	1	0,013	46,154	750	34615,38				
venstre	88	1	0,011	40,909	900	36818,18				
total					2250	103198,27	45,866	1000	21,803	78,490

b)	M kjt/t	Vs km/t	D kjt/km	Vs kontr km/t
høyre	600	68	8,824	
midtre	750	78	9,615	
venstre	900	88	10,227	
total	2250		28,666	78,490 ok

c)	M kjt/t	tl sek/kjt	D kjt/km	Sp m/kjt	Kontroll
høyre	600	6,0	8,824	113,333	113,333
midtre	750	4,8	9,615	104,000	104,000
venstre	900	4,0	10,227	97,778	97,778
total	2250	1,6	28,666	34,884	

d)	Vp km/t	M kjt/t	TAndel	Lette	Tunge	VPTandel	VPL	VPT	Lette*VPL	Tunge*VPT	VP kontr
høyre	70	600	20	480,0	120,0	0,9	71,429	64,286	34285,7	7714,3	70 ok
midtre	80	750	5	712,5	37,5	0,9	80,402	72,362	57286,4	2713,6	80 ok
venstre	90	900	0	900,0	0,0	0,9	90,000	81,000	81000,0	0,0	90 ok
total		2250		2092,5	157,5		82,472	66,209	172572,1	10427,9	

e)	V km/t	SV km/t	Sanns
Høyre felt	VPL	71,429	9
	VPT	64,286	9
			0,786

Finne $P(VL > 64,286)$ når $VL \sim N(71,429, 9.0)$

f) Feltskifte krever 3 sekunder i feltet du kjører inn i 3 sek
 Antar tidslukene er eksponensialfordelte med gjennomsnitt som beregnet
 Finne $P(TL > 3.0)$ når TL er eksp med gj.snitt over eller parameter 1/gj.snitt

	tl sek	1 felt	2 felt
høyre	6,0		
midtre	4,8	0,5353	
venstre	4,0	0,4724	0,2528
total			

g) Gj.sn 2 kjt/min, Poissonfordeling, Finne sanns for $P(X \geq 3)$

	tunge kjt/t	snitt kjt/min	k kjt/min	X=k sanns	X=<k	X>=k	X<=k	X>=k	
Høyre felt	Tunge	120,0	2	0	0,1353	0,1353	1	0,1353	1,0000
		120,0	2	1	0,2707	0,4060	0,8647	0,4060	0,8647
		120,0	2	2	0,2707	0,6767	0,5940	0,6767	0,5940
		120,0	2	3	0,1804	0,8571	0,3233	0,8571	0,3233
		120,0	2	4	0,0902	0,9473	0,1429	0,9473	0,1429

h)	Gammel situasjon		Antatt ny situasjon		Antakelsene kan absolutt diskuteres
	Vp km/t	M kjt/t	Vp km/t	M kjt/t	
høyre	70	600	0	0	
midtre	80	750	50	1150	2/3 til midtre
venstre	90	900	60	1100	1/3 til venstre
total		2250	ca 55	2250	

Relativt store avviklingsproblemer med en del tilbakeblokkering, men det blir neppe helt krise

OPPGAVE 3: SIGNALREGULERING (2003-05-12)

a) - d) Standard beregninger

fase	M kjt/t	S kjt/t	y=M/S	L sek	Omløpstider			Grøntider			K kjt/t	Metningsgrad M/K	
					Cmin sek	Copt sek	C sek	Sum g sek	g sek	avrundet g sek			
1	900	1800	0,500							47,40	47	995	0,904
2	300	1800	0,167							15,80	16	339	0,885
3	300	1800	0,167							15,80	16	339	0,885
			0,833		6	36	84	85	79	79,00	79		

e) - f) Beregning av max kølengde (Lmax) og gjennomsnittlig forsinkelse (f)

	g ->	47	R->	38	C->	85			
	M kjt/t	m_min kjt/min	m_sek kjt/sek	Lmax kjt	X kjt-sek/omløp	F kjt/omløp	N sek/kjt	f	
opp	900	15,00	0,250	9,50		361	21,25	16,99	
ned	900	15,00	0,250	9,50	38				

g) Prioritering av busser:

fase	M kjt/t	S kjt/t	y=M/S	L sek	Omløpstider			Grøntider			K kjt/t	Metningsgrad M/K	
					Cmin sek	Copt sek	C sek	Sum g sek	g sek	avrundet g sek			
1	900	1800	0,500								49	1038	0,867
2	300	1800	0,167								15	318	0,944
3	300	1800	0,167								15	318	0,944
			0,833		6	36	84	85	79		79		

h) Vrimlefase 15 sek Ny tapt tid **21 sek**

fase	M kjt/t	S kjt/t	y=M/S	L sek	Omløpstider			Grøntider			K kjt/t	Metningsgrad M/K	
					Cmin sek	Copt sek	C sek	Sum g sek	g sek	avrundet g sek			
1	900	1800	0,500							119,40	119	974	0,924
2	300	1800	0,167							39,80	40	327	0,917
3	300	1800	0,167							39,80	40	327	0,917
			0,833		21	126	219	220	199	199,00	199		

Eksamen TBA4285 Trafikkregulering GK 15.12.2004

OPPGAVE 1: TRAFIKKAVVIKLING

Tunnel lengde		m	2000		
			Lette	Tunge	Total
	Antall kjøretøy	kjt/t	600	120	720
	Gj.sn punkthastighet	km/t	80	75,8	79,3
1.1	Str.hast lavere	%	5	8	
	Gj.sn str.hast	km/t	76,00	69,74	74,88
	Tetthet	kjt/km	7,89	1,72	9,62
	Kjøretøy i tunnelen	kjt	15,79	3,44	19,23
1.2	Avstand tid	m	126,7	581,1	104,0
	Avstand meter	sek	6,0	30,0	5,0
1.3	Tidsforbruk i tunnelen	sek	94,7	103,2	96,2
	Gj.sn. str.hast	km/t			74,88

Eksamen TBA4285 Trafikkregulering GK 15.12.2004

OPPGAVE 3: SIGNALREGULERING

			Agh	Cg	Cv	Bvh			
	Trafikkvolum	M	kjt/t	500	800	300	600		
	Metningsvolum	S	kjt/t	1800	1800	1800	1800		
3.1	Fase			1	1+2	2	3		
	Antall faser		faser						3
	Kryssbelastning	B	kjt/t						1400
	Krysskapasitet	$K=1800-n*100$	kjt/t						1500
	Belastningsgrad	B/K	%						93,3
3.2	Tapt tid	L	sek	3		3	3	9	
	Relativ belastning	$y=M/S$		0,278	0,444	0,167	0,333	0,778	
	Min omløpstid	$C_{min} = L/(1-Y)$	sek						40,5
	Optimal omløpstid	$C_{opt} = (1.5*I+5)/(1-Y)$	sek						83,3
	Velger omløpstid	C (avrundet opp til 5 sek)	sek						85
3.3	Grønntider	$g=y/Y*(C-L)$	sek	(27+16+3)					79
	Kapasitet	$K=(g/C)*S$	kjt/t	27	46	16	33		1673
	Metningsgrad	$B=M/K$	%	572	974	339	699		
				87,4	82,1	88,5	85,9		
3.4	Omløpstid	C	sek		85				
	Eff grønntid	g	sek		46				
	Eff rødtid	R	sek		39				
	Køoppbygging	$m=M/3600$	kjt/sek		0,222				
	Max kø	$L_{max}=m*R$	kjt		8,67				
	Køavvikling	$b=(S-M)/3600$	kjt/sek		0,2778				
	Tid for køavvikling	$t_{ko}=L_{max}/b$	sek		31,2				
	Total forsinkelse pr omløp	$F=0.5*(R+tko)*L_{max}$	sek/omløp		304,2				
	Antall kjt pr omløp	$M_{omløp}=m*C$	kjt/omløp		18,9				
	Gj.sn forsinkelse pr kjt	$f = F/M_{omløp}$	sek/kjt						16,1

Eksamen TBA4285 Trafikkregulering GK 15.12.2004

OPPGAVE 4: STATISTIKK

				Sannsynlighet
Total trafikk	M	kjt/min	10	
Svinger til venstre	Mv	kjt/min	3	
Sanns for venstresving	pv			0,3
4.1 Binomialfordeling				
a) Sanns for 2 av 10	$P(X=2)$		2	0,233
b) Sanns for <3 av 10	$P(X \leq 2)$		2	0,383
4.2 Poissonfordeling				
a) Sanns for 2 av 10	$P(X=2)$		2	0,224
b) Sanns for <3 av 10	$P(X \leq 2)$		2	0,423
4.3 Eksponensialfordeling				
Gj.sn tidsluke venstre	tgj	sek	20,0	
	$\lambda = 1/tgj$	sek ⁻¹	0,05	
a) Sanns for tidsluke >tgj	$P(T > tgj)$		20,0	0,368
b) Tidsluke med 50% sanns	$P(T > t^*) = 0,50$		13,85	0,500
4.4 Normalfordeling				
Gjennomsnitt	V_s	km/t	70,0	
Standardavvik	S	km/t	8,0	
	$P(X < 70)$		70,0	0,5
Sanns for nøyaktig 70	$P(X=70)$			0,0
Sanns for $>V_s + 2S$	$P(X > V_s + 2S)$		86,0	0,023
Sanns for $<V_s - 2S$	$P(X < V_s - 2S)$		54,0	0,023
Sanns for $V_s \pm 2S$	$P(V_s - 2S < X < V_s + 2S)$			0,954

NTNU Bygg, anlegg og transport
Faggruppe Veg og samferdsel
TBA 4285 Trafikkregulering
Arvid Aakre

Noen tallsvar fra eksamen 19.12.2005:

Oppgave 3:

- 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.

Det vises her til beregningene på skjemaet i Vedlegg 3.1. Noen kommentarer:

Rad 2: Viktig at halve AH tas med som MF for BH og BV, samt at CV ikke tas med i MF for BV (korrigerer for dette i radene 10 og 8).

Rad 7: Diagramavlesning kan gi noe avvikende verdier. Trekker ikke for mindre avvik.

Rad 10: Viktig at $(1 - M/K)$ for CV beregnes ut fra tallene i rad 2 og 9, og at denne faktoren benyttes som reduksjonsfaktor for BV

Rad): Denne raden vil inneholde svarene på spørsmål a), som er henholdsvis 500 kjt/t for CV, 530 kjt/t for BH og 177 kjt/t for BV

- b) Hva blir gjennomsnittsforsinkelsen for kjøretøyene fra tilfart B?

Beregning gjennomføres som vist i radene 12, 13, 14, 15 og 16. Spesielt viktig at de to a/K -verdien og summen av dem beregnes riktig i rad 14

Svaret på spørsmål b) står i rad 18, og er 78, 3 sek/kjt.

Merk at det gjennomsnittsforsinkelse og ikke totalforsinkelsen (kjt-timer per time) det er bedt om. Det er heller ikke bedt om beregning av trafikkhindringsgrad eller kølengder i oppgaven. Eventuelle beregninger av disse størrelsene er ikke vurdert / sjekket.

- 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?

Viser til beregning av dette i den høyre hovedkolonnen i vedlegg 3.1.

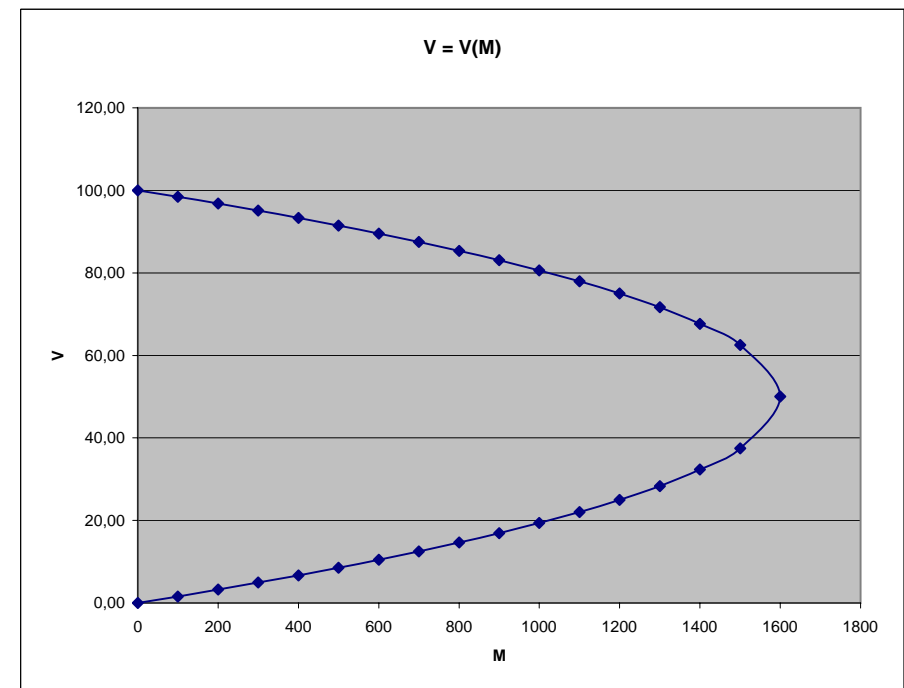
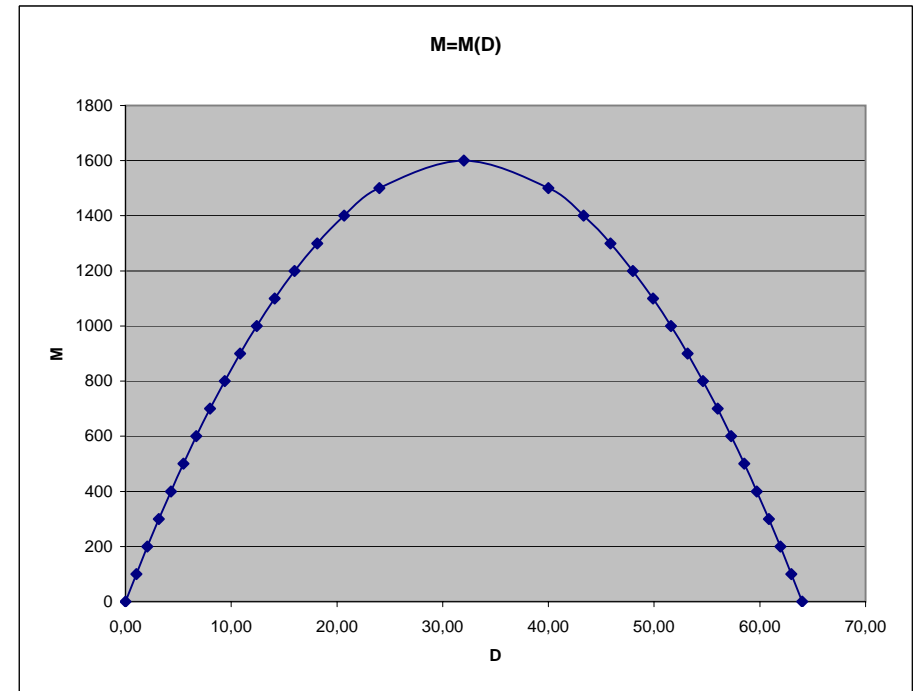
Svarene på spørsmål c) står i rad 18 og er 9,5 sek/kjt for BH og 46,8 sek/kjt for BV.

OPPGAVE 1 (2006-12-06)

	M	V	D	Vf	Dj
Max	1600	50	32	100	64

a	b
Dj/Vf	-Dj
0,64	-64

M_inn	M	V	D	$h=3600/M = 1000/D$	M_ber
0	0	100,00	0,00	0,00	0
100	100	98,41	1,02	36,00	100
200	200	96,77	2,07	18,00	200
300	300	95,07	3,16	12,00	300
400	400	93,30	4,29	9,00	400
500	500	91,46	5,47	7,20	500
600	600	89,53	6,70	6,00	600
700	700	87,50	8,00	5,14	700
800	800	85,36	9,37	4,50	800
900	900	83,07	10,83	4,00	900
1000	1000	80,62	12,40	3,60	1000
1100	1100	77,95	14,11	3,27	1100
1200	1200	75,00	16,00	3,00	1200
1300	1300	71,65	18,14	2,77	1300
1400	1400	67,68	20,69	2,57	1400
1500	1500	62,50	24,00	2,40	1500
1600	1600	50,00	32,00	2,25	1600
1700	1500	37,50	40,00	2,40	1500
1800	1400	32,32	43,31	2,57	1400
1900	1300	28,35	45,86	2,77	1300
2000	1200	25,00	48,00	3,00	1200
2100	1100	22,05	49,89	3,27	1100
2200	1000	19,38	51,60	3,60	1000
2300	900	16,93	53,17	4,00	900
2400	800	14,64	54,63	4,50	800
2500	700	12,50	56,00	5,14	700
2600	600	10,47	57,30	6,00	600
2700	500	8,54	58,53	7,20	500
2800	400	6,70	59,71	9,00	400
2900	300	4,93	60,84	12,00	300
3000	200	3,23	61,93	18,00	200
3100	100	1,59	62,98	36,00	100
3200	0	0,00	64,00	0,00	0
3300	-100	-1,54	64,98	0,00	-100
3400	-200	-3,03	65,94	0,00	-200
3500	-300	-4,49	66,87	0,00	-300
3600	-400	-5,90	67,78	0,00	-400



1.1 a $V = V_f - (V_f/D_j) * D$
 $D = D_j - (D_j/V_f) * V$

b $M = V * D = (V_f * D) - (V_f/D_j) * D^2$

c $M = V * D = (D_j * V) - (D_j/V_f) * V^2$

1.2

l	m	6			
vf	km/t	100,00			
			A	B	C
M	kjt/t	400	800	1200	
a	V	km/t	93,30	85,36	75,00
b	D	kjt/km	4,29	9,37	16,00
c	s	m	233,25	106,69	62,5
		f-f	227,25	100,69	56,5
d	h	sek	9,00	4,50	3,00
		f-f	8,77	4,25	2,71
e	t_fri	sek	36,0	36,0	36,0
	t	sek	38,6	42,2	48,0
	f=t-t_fri	sek	2,6	6,2	12,0

1.3

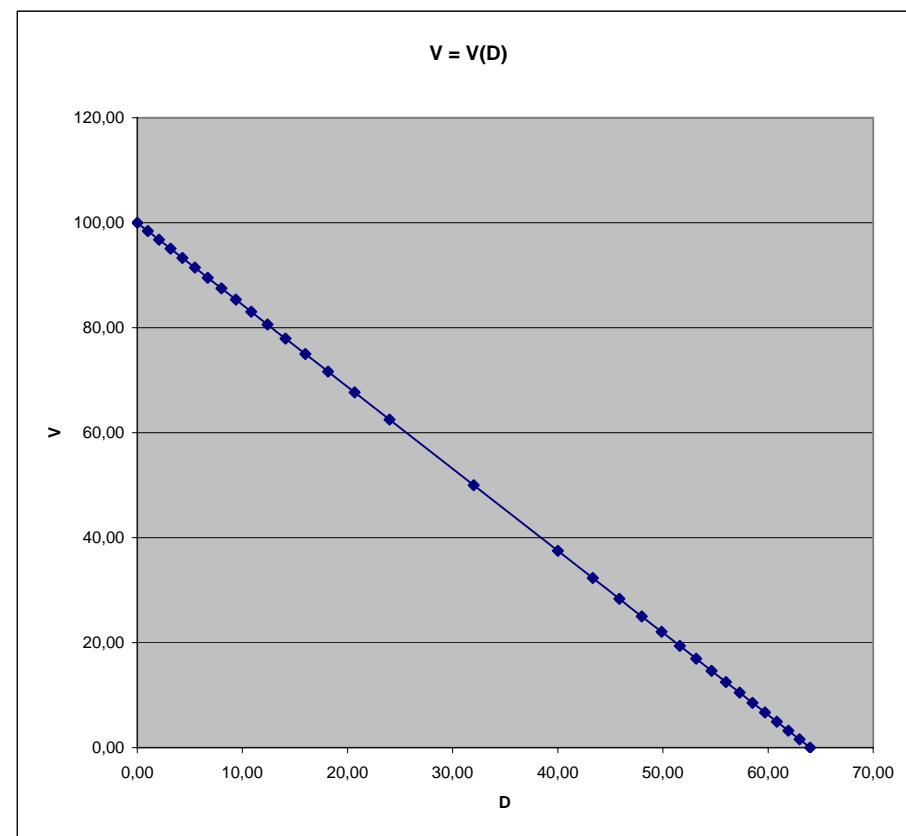
			A+B	C
M	kjt/t	MA+MB	1200	1200
V	km/t	M/D	87,849	75,00
D	kjt/km	DA+DB	13,66	16,00

Strekning C har bare ett felt
Srekning (A+B) har to felt
Samme volum
Noe lavere hastighet
Noe høyere tetthet
Men M=V*D er lik for begge

2.gradslign.

2.gradslign.

2.gradslign.



87,85

Alternativt: $V = (\text{Sum } (V * D)) / (\text{Sum } D)$

Volum og tetthet kan adderes sammen for (A+B)

V beregnes enklest som M/d

Alternativt: $V = (\text{Sum } (V \cdot D)) / (\text{Sum } D)$

1.4 Enkel vurdering av avviklingskvalitet

		%	A	B	C
a	M	0	400	800	1200
	K		1600	1600	1600
	M/K		0,25	0,5	0,75
	LOS		A-B	C	D

b	M	25	500	1000	1500
	K		1600	1600	1600
	M/K		0,3125	0,625	0,9375
	LOS		B	C-D	E

c	M	50	600	1200	1800
	K		1600	1600	1600
	M/K		0,375	0,75	1,125
	LOS	Egentlig	B-C	D	F
	LOS	Tilbakeblokkering	F	F	F

Kommentar:

OK avvikling, selv om det begynner å gå noe tregere på C

Praktisk talt full kapasitetsutnyttelse på C, fare for tilbakeblokkering, men brukbart på A og B

Egentlig brukbart på A og B, men overbelastning på C fører til tilbakeblokkering
Dermed blir det også dårlig avvikling på A og B når køene bygger seg opp fra innsnevring

OPPGAVE 2 (2006-12-06)

2.1 SIDRA
Se egen presentasjon og www.sidrasolutions.com

		Lette	Tunge	Totalt
M	kjt/t	480	120	600
m	kjt/min	8	2	10
X		8	2	10
P(X=x)		0,140	0,271	0,125

2.2.a P (10 totalt) 0,125

2.2.b P (8 lette og 2 tunge) 0,038

2.2c Sanns for tidsluke mellom 2 tunge på over 1 minutt

To muligheter: Bruke poisson eller eksponensialfordeling

1) Poisson: P (tidsluke over 1 minutt) = P (0 ank i løpet av 1 minutt)

m	2
X	0
P(X=x)	0,135 OK1

2) Eksponensial: P(h>t) når intensiteten er lambda

intensitet (lambda) 2 kjt/min

t 1 min

P(h>t) 0,135 OK2

	Rett fram	Høyre		
K	g	h		
	400	600		
	ag	ah	ag+ah	K_felt
a	1,000	0,000	1,000	400
b	0,667	0,333	1,000	450
c	0,333	0,667	1,000	514
d	0,000	1,000	1,000	600

	Tilfart	M	kjt/t	kjt/min	kjt/sek	Gj.sn tl
2.4	Sirkulerende trafikk	Mf	400	6,7	0,1111	9,0 sek
			900	15,0	0,2500	4,0 sek

Kritisk tidsluke	tkr		4,0 sek
Følgetid	tf	(vanlig å anta 60 % av kritisk tidsluke)	60 2,4 sek

Sannsynlighet for tidsluke større enn tkr	0,368
Sannsynlighet for tidsluke større enn tf	0,549

Kapasitet	K	kjt/t	734
-----------	---	-------	---

Formel

$$K_0 = M_C * \frac{e^{-(mc*tc)}}{(1 - e^{-(mc*tf)})}$$

Metningsgrad	rho	M/K	0,545
--------------	-----	-----	---

Gj. forsinkelse	f	3600/(K-M)	10,8
-----------------	---	------------	--

OPPGAVE 3 (2006-12-06)

Trafikkmengder:
[kjt/t]

DH	DG	DV
50	150	50

AV	200
AG	600
AH	300

100	CH
400	CG
300	CV

50	150	100
BV	BG	BH

3.1a Signalvekslingsplan:

Fase 1		Fase 2		Fase 3	
G1	L1	G2	L2	G3	L3
AG		AV		BG	
AH				BH	
CG		CV		DG	
CH				DH	

BV og DV OK i mellomtid

Dim. trafikk	M	kjt/t	900	300	250
--------------	---	-------	-----	-----	-----

FORENKLET METODE

Antall faser			3		
Sum din trafikk	B	kjt/t	1450		
"Krysskapasitet"	K	kjt/t	1500		
Metningsgrad	B/K		0,967	Nær kapasitetsgrensen, men dette er mulig	

3.1b WEBSTERS METODE

Dim trafikk	M		900	300	250
Metningsvolum	S	kjt/t	1800	1800	1800

Rel belastning	y		0,500	0,167	0,139
Total rel belastning			0,806		

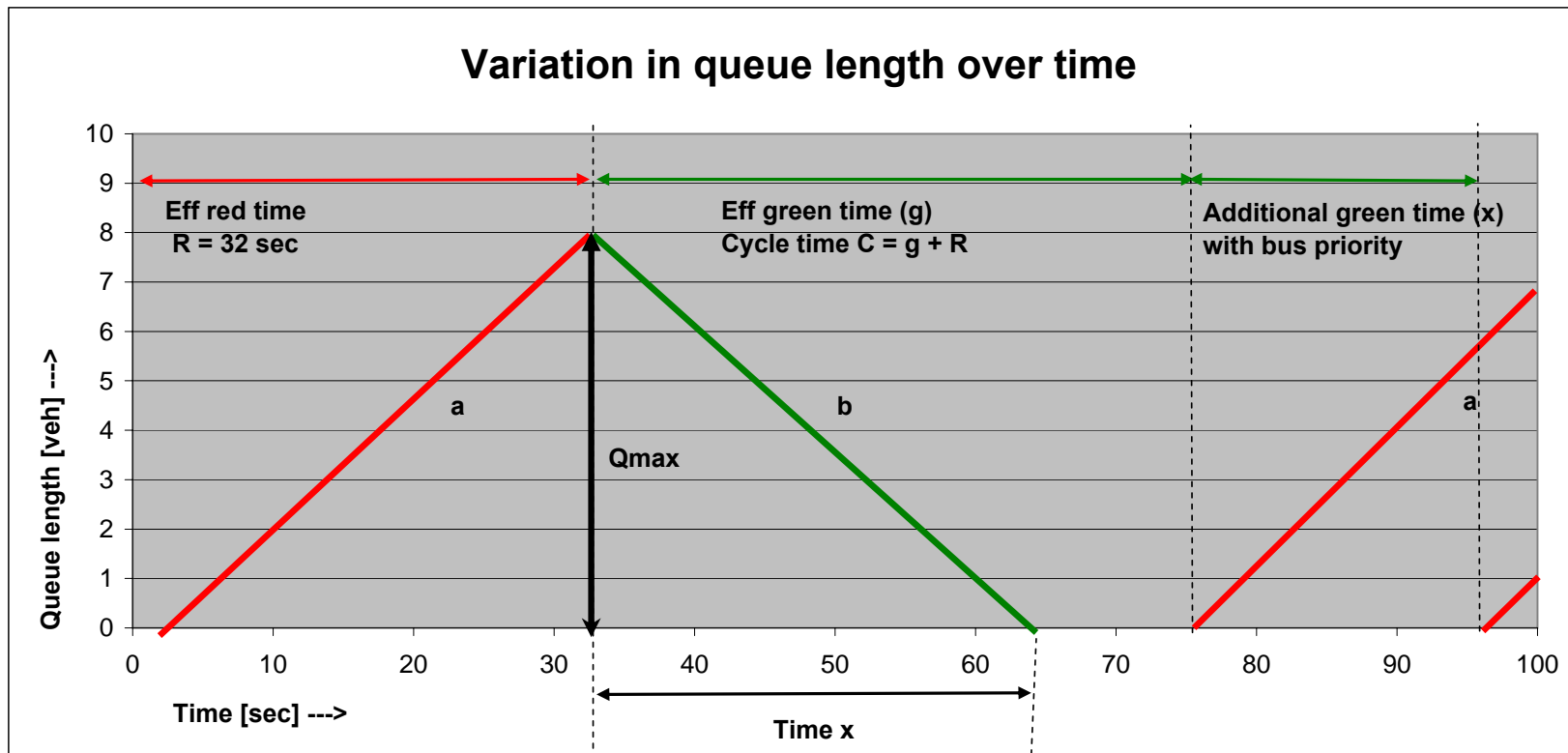
Tapt tid	I	sek	2	2	2
Total tapt tid	L	sek	6		

Min omløpstid	Cmin	sek	30,9
Opt omløpstid	Copt	sek	72,0

	Valgt omløpstid	C	sek	75,0				$C=g_1+g_2+g_3+L$
3.2	Total grønn tid	Sum g	sek	69,0				$Sum\ g = C-L$
	Effektive grønn tider fase	g	sek	42,8	14,3	11,9		$g=y/Y*(C-L)$
	g/C forhold			0,571	0,190	0,159		
	Kapasitet	K	kjt/t	1028	343	286		
	Kapasitetsverdiene over gjelder for			AGH CGH	AV CV	BGH DGH		
	Volumene for disse kjørefeltene er		kjt/t	900 500	200 300	250 200		Hust at volumet er ulikt for AGH og CGH osv
	Metningsgrad for hvert kjørefelt	rho		0,876 0,486	0,584 0,876	0,876 0,700		dermed blir det 6 metningsgrader som skaql beregnes Det forventes ingen beregning for BV og DV dersom de ikke har egen fase
3.3a	Ny metningsgrad			0,750				Ser på strømmen AGH
	Ny kapasitet			1200				
	Nytt g/C forhold			0,667				$g_{ny} / C_{ny} = K_{ny} / S$ (pga $K = S * (g/C)$)
	Tillegg grønn tid (=tillegg omløpstid)			21,5				Beregne x slik at $(g_{gml+x}) / (C_{gml+x}) = (g_{ny}/C_{ny})$
	Ny effektiv grønn tid			64,3	14,3	11,9		
	Ny omløpstid			96,5				
	Ny kapasitet			1200	266	222		
3.3b	Ny metningsgrad for ulike kjørefelt			AGH CGH	AV CV	BGH DGH		
				0,750 0,417	0,751 1,127	1,127 0,901		Svar uten beregning kan også godkjennes men en bør kommentere forskjellen mellom ulike kjørefelt som avvikes i samme fase

Som vi ser så vil alle de andre fasene få redusert kapasitetde andre fasene ha overbelastning pga at $M/S > g/C$ for disse fasene
Det oppstår overbelastning i feltene CV og BGH, mens det fortsatt er "akseptable" forhold i AV og DGH
Grønn tida g er holdt konstant, mens C øker, dvs at g/C blir mindre enn før og kapasiteten reduseres

3.5a Forenklet graf som viser variasjon i kølengde over omløpstida med og uten bussprioritering:



3.5b Forenklet metode:

				Uten pri	Med pri	
Omløpstid	C	sec		75,0	96,5	
Effektiv grøntid	g	sec		42,8	64,3	
Effektiv rødtid	R	sec		32,2	32,2	$C = g + R$
Intensitet køoppygging	a	veh/sec	$q/3600$	0,250	0,250	

Intensitetet køavvikling	b	veh/sec	$(s-q)/3600$	0,250	0,250	
Max kø ved slutten av rødtida	Qmax	veh	$a \cdot R$	8,04	8,04	
Tid X der køen er avviklet	x	sec	Q_{max}/b	32,2	32,2	
Total forsinkelse for alle kjøretøy i 1 omløp	D	sec	$0.5 \cdot (R+x) \cdot Q_{max}$	258,8	258,8	$D = \int Q(t)dt$ (areal av trekant)
Antall kjøretøy som ankommer i 1 omløp	N	veh	$a \cdot C$	18,75	24,13	
Gjennomsnittlig forsinkelse pr kjøretøy	d	sec/veh	D/N	13,8	10,7	

Mer fullstendig beregning med Websters forsinkelsesformel:

			g	sek	42,8	64,3	
			C	sek	75,0	96,5	
			q	kjt/s	0,250	0,250	
			s	kjt/s	0,500	0,500	
			rho		0,876	0,750	
Green / cycle time	g/c		g/c		0,571	0,667	
			1-g/c		0,429	0,333	
Flow / sat.flow	q/s		q/s		0,500	0,500	
			1-q/s		0,500	0,500	
Degree of saturation	rho		q/K		0,876	0,750	
			1-rho		0,124	0,250	
Part 1 (uniform delay)	d1	sec	$(1-g/C)^2 \cdot C / (2 \cdot (1-q))$		13,8	10,7	(som ved forenklet beregning over)
Part 2 (random delay)	d2	sec	$\rho^2 / (2 \cdot q \cdot (1-\rho))$		12,3	4,5	(tillegg for trafikkvariasjon)
Part 3 (correction)	d3	sec	$-0.1 \cdot (d1+d2)$		-2,6	-1,5	(justering)
Gjennomsnittlig forsinkelse i flg Webster	d	sec	d1+d2+d3		23,5	13,7	

Den forenklete metoden er kun basert på uniform delay (alle omløp er like)
 Volum vil variere fra omløp til omløp, og dette vil øke forsinkelsen
 Derfor er dette random tillegg forholdsvis større når metningsgraden er høy
 Websters formel tar hensyn til disse trafikkvariasjonene