

**NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET
Fakultet for bygg- og miljøteknikk
INSTITUTT FOR SAMFERDSELSTEKNIKK**

Faglig kontakt under eksamen:

Navn Arvid Aakre

Telefon 73 59 46 64 (direkte) / 73 59 46 50 (instituttet) / 926 19 418 (mobil)

Eksamen i emne SIB8005

TRAFIKKREGULERING GRUNNKURS

Torsdag 25.mai 2000

kl 09:00 - 14:00

Hjelpemidler: B1 – Typegodkjent kalkulator, med tomt minne, i henhold til liste utarbeidet av NTNU tillatt.

Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemidler tillatt.

Sensur faller i uke 24.

Oppgave 1, 2 og 3 har lik vekt.

Oppgave 1: Trafikkstrømsteori

- 1.1** Forklar forskjellen mellom de to hastighetsbegrepene gjennomsnittlig punkthastighet (snitthastighet) og gjennomsnittlig strekningshastighet.

Vi antar at alle biler på en strekning kjører med konstant hastighet, men at noen av bilene kjører fortere enn andre. Hvilket av hastighetsbegrepene vil da være størst og hvorfor er det slik?

Hvilket av hastighetsbegrepene brukes for å angi

- i. hastighet registrert i en vanlig radarkontroll
- ii. hastighet i klassiske volum-hastighet-tetthet relasjoner
- iii. hastighet i vanlig statistikk fra Statens vegvesen
- iv. hastighet på Internett-siden med trafikkinformasjon for Oslo-Gardermoen
- v. hastighet på speedometeret i en bil
- vi. hastighet som grunnlag for vurdering av tid i nytte-kostnadsanalyser

- 1.2** Tre biler A, B og C kjører samme strekning fra X til Y. A kjører med konstant hastighet $V_A=V$. Avstanden fra X til Y settes lik L, og A bruker tiden $T_A=T$ på strekningen.

- i. B starter samtidig med A og kjører med konstant hastighet V_{B1} lik 80% av V_A den første halvparten av strekningen regnet i meter. Hvor fort må han kjøre (V_{B2}) på den siste halvparten av strekningen for å komme fram samtidig med A? Hvor stor andel av tida har han kjørt når han setter opp hastigheten?
- ii. C starter også samtidig med A og kjører med konstant hastighet V_{C1} lik 80% av V_A en del av strekningen. Deretter øker han hastigheten til V_{C2} lik 120% av V_A . Hvor stor andel av strekningen (lengde og tid) har C kjørt når han øker hastigheten dersom han skal komme fram samtidig med A og B?
- iii. Tegn opp disse resultatene i et veg-tid diagram for bilene A, B og C. Bruk veg regnet fra 0 til L på y-aksen og tid regnet fra 0 til T på x-aksen. Forklar hvordan hastighetene kommer fram i veg-tid diagrammet.
- iv. Bruk dette veg-tid diagrammet til å finne en grafisk løsning (beregning kreves ikke) på følgende problemstilling:
Vi tenker oss at C i stedet kjørte fra Y til X, dvs at han starter fra Y samtidig med at A og B starter fra X. Vi regner også med at han først kjørte med hastighet lik 120% av V_A for deretter å redusee den til 80% av V_A .
Hvor og når ville han i så fall møte henholdsvis A og B? Svarene angis som andel av strekningen i avstand og tid regnet fra X.

- 1.3** Forklar sammenhengen mellom tetthet og gjennomsnittlig avstand mellom fronten av kjøretøy i en trafikkstrøm.

Skisser sammenhengen mellom:

- i. hastighet og tetthet
- ii. hastighet og gjennomsnittlig avstand mellom kjøretøyene
- iii. volum og tetthet
- iv. volum og gjennomsnittlig avstand mellom kjøretøyene

- 1.4** Ved avvikling på strekninger bruker vi begrepene volum, hastighet og tetthet som mål for antall, tidsforbruk og avstand. Hvilke begreper er det på tilsvarende måte naturlig å bruke for å beskrive avvikling i kryss?

Forklar sammenhengen mellom kølengde og forsinkelse for en vikepliktig tilfart i et kryss. Bruk gjerne en skisse.

Gitt en trafikkstrøm på 600 kjt/t og en gjennomsnittlig kølengde på 3 kjt. Hvor stor blir total forsinkelse for alle kjøretøy til sammen og gjennomsnittlig forsinkelse pr kjøretøy?

- 1.5** Forklar hva vi mener med kritisk tidsluke og følgetid. Angi rimelige verdier for disse størrelsene for svingebevegelsen "høyresving inn på hovedveg".

I tillegg til kritisk tidsluke og følgetid, hvilken annen størrelse er av avgjørende betydning for beregning av kapasitet til en vikepliktig trafikkstrøm. Skisser sammenhengen mellom kapasitet, kritisk tidsluke og denne størrelsen.

I forbindelse med avviklingsvurderinger i forkjørsregulerte kryss benytter vi blant annet begrepene:

- i. ordensklasser
- ii. korreksjon for kø i overordnede strømmer

Forklar disse begrepene.

Oppgave 2: Signalregulering

2.1 I håndbok 017 Veg- og gateutforming finnes det en tabell med oversikt over ulike forhold som har betydning for valg mellom signalregulering og rundkjøring. Tabellen er oppdelt i følgende fem tema; sikkerhet, avvikling, plassering/arealbehov, kostnader og andre forhold. Bruk egne erfaringer og det du har lært i kurset til å gjengi flest mulig argumenter fra denne tabellen.

2.2 Forklar oppbygging av og hensikt med mellomtider i et signalregulert kryss.

Kapasiteten for en signalregulert trafikkstrøm vil være avhengig av metningsvolum, grønttid og omløpstid. Sett opp et uttrykk for denne sammenhengen.

Optimal omløpstid er gitt ved formelen:
$$C_o = \frac{1.5 * L + 5}{1 - Y}$$

Forklar hva vi mener med minimum og optimal omløpstid. Hvorfor bør omløpstiden heller velges litt for lang enn litt for kort?

2.3 Forklar formelen

$$g_i = \frac{y_i}{Y} * (C - L) \text{ der } y = \frac{M_i}{S_i} \text{ og } Y = \sum y_i$$

Gitt et signalanlegg med to faser. De dimensjonerende strømmene i fase 1 og 2 er henholdsvis 800 og 500 kjt/t. Metningsvolumet settes til 1800 kjt/t (samme for begge strømmene). Tapptid settes til 5 sek pr omløp.

- i. Beregn omløpstid for krysset.
- ii. Beregn effektiv grønttid for fase 1 og fase 2.
- iii. Beregn kapasitet og belastningsgrad (forholdet mellom volum og kapasitet) for fase 1 og fase 2.
- iv. Hvordan tror du avviklingsforholdene i krysset vil bli? (Beregning kreves ikke.)

2.4 Beskriv hovedprinsippene for et enkeltstående kjøretøystyrt signalanlegg.

Forklar spesielt hva vi mener med:

- i. passeringsdetektor og nærværsdetektor
- ii. forlengelsestid og luketid
- iii. minimum og maksimum grønttid
- iv. hvilestilling

2.5 I kurset har dere brukt programpakken SIDRA. Gi en beskrivelse av mulighetene ved dette programmet.

Oppgave 3: Diverse

- 3.1** Gitt et kryss der det i gjennomsnitt har skjedd 4 ulykker pr år. Anta at ulykkene følger en Poissonfordeling (se formler nederst på sida).

Hva er sannsynligheten for at det skal skje mer enn 4 ulykker neste år?

Anta videre at ulykkene er jevnt fordelt over året. Hva er da sannsynligheten for at det ikke skal skje noen ulykker i løpet av et halvt år?

- 3.2** Hva forstår du med ulykkesfrekvens? Bruk dette til å sette opp formler for ulykkesfrekvens for kryss og strekninger.

Forklar også begrepene, ulykkestall, ulykkestetthet og alvorlighetsgrad.

- 3.3** I et "lukket vegnett" er det 10% tunge og 90% lette kjøretøy. I gjennomsnitt kjører et tungt kjøretøy dobbelt så langt som et lett kjøretøy. Vi ser på alle ulykker der to kjøretøy er innblandet. Det viser seg at tunge kjøretøy har vært innblandet i 15% av slike ulykker.

Bruk dine statistikkunnskaper sammen med opplysningene over til å vurdere ulykkesrisikoen for tunge kjøretøy i forhold til lette kjøretøy ved slike ulykker. Kan vi ut fra dette hevde at tunge kjøretøy er overrepresentert i dette ulykkesmaterialet?

- 3.4** Forklar hvordan vi kan bruke ulike variasjonskurver til å beregne ÅDT på bakgrunn av korttidsregistreringer.

- 3.5** I kurset har vi arbeidet en del med krysset Vestre Rosten / Ytre Ringveg som en del av Tonstadkrysset sør for Trondheim.

Gi en oppsummering av det viktigste du fant ut om krysset med hensyn til:

- i. trafikkavvikling
- ii. sikkerhet
- iii. kryssets funksjon i forhold til omkringliggende vegnett

Formler for bruk i oppgave 3.1:

Poissonfordeling:

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

k = antall hendelser pr tidsenhet
 m = gj.sn antall hendelser pr tidsenhet
 $(m = \lambda * t)$

Ekspensialfordeling:

$$P(h > t) = e^{-\lambda t}$$

h = tidsluke
 λ = intensitet
 t = tid