

EVU kurs Veg- og gateplanlegging
Tønsberg mai 2008

Trafikkavvikling i kryss



Arvid Aakre
NTNU / SINTEF Veg og samferdsel
arvid.aakre@ntnu.no

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

Mai 2008 / AAa

Innledning til trafikkregulering og avvikling

- o Gjennom trafikkregulering kan vi styre og regulere trafikkstrømmer
- o Hvorfor blir det kø og forsinkelse ?
- o Hvordan er trafikkavviklingen?
- o Hvordan kjører vi i forhold til andre kjøretøy rundt oss?
- o Begreper og sammenhenger
- o En del matematiske modeller og metoder
- o Skal likevel legge vekt på praktisk forståelse

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

Mai 2008 / AAa

Hva gjør dette vanskelig?

- o I trafikken er det et samspill mellom
 - kjøretøy
 - veg
 - mennesket
- o Hvert enkelt kjøretøy styres av en fører som gjør egne valg
- o Det er særlig føreren som gjør det komplisert å lage en realistisk modell for trafikkavvikling



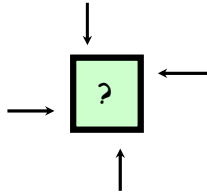
NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

Mai 2008 / AAa

Avvikling og konfliktløsning i kryss

Hva er et vegkryss?

- Et vegkryss er et sted hvor tre eller flere vegar møtes
- Dette vil føre til konflikter mellom de ulike strømmene
- Vi må skille konfliktene i tid og/eller rom
- Vi har stor frihet når det gjelder å definere regler for hvordan dette skal gjøres!



NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

Mai 2008 / AAa

Kryssavvikling - regler og konsekvenser

- På en eller annen måte tildeler vi prioritet til de ulike trafikkstrømmene
- Prioriteten avgjør fordeling av forsinkelse
- Dersom noen gis svært høy prioritet, går dette på bekostning av andre strømmer
- Strømmene med lavest prioritet begrenser som regel kryssets kapasitet

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

Mai 2008 / AAa

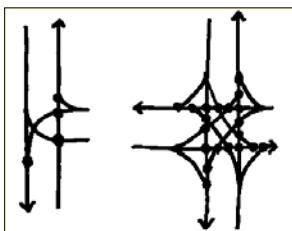
Avviklingskvalitet

- I et trafikksystem vil det oppstå konflikter mellom ulike trafikanter og trafikkstrømmer
- Konfliktene løses gjennom regulering, regelverk, utforming og ikke minst trafikantenes atferd
- Uansett vil konfliktene av og til føre til kø og forsinkelse i ulike deler av trafikksystemet
- Trafikantene vil subjektivt oppfatte avviklingskvaliteten som mer eller mindre god
- Vi har en rekke modeller og metoder for beregning og vurdering av avviklingskvalitet

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

Mai 2008 / AAa

Konfliktpunkter i T- og X-kryss



- o Konfliktområdet bør ikke gjøres for stort
- o Færrest mulig konflikter
- o Noen konflikter er mer alvorlig enn andre - det er særlig disse vi bør unngå

Årsdøgntrafikk (ÅDT)

- o Årsdøgntrafikk er gjennomsnittlig døgntrafikk over året
- o ÅDT = total trafikk i ett år / 365
- o Det er stor variasjon i døgntrafikken (DT) fra dagn til dagn
- o På et dagn kan vi i enkelte tilfelle ha en døgntrafikk som er opptil 3-4 ganger større enn ÅDT
- o Det er stor variasjon i trafikken fra time til time
- o Årsdøgntrafikk er IKKE egnet til å beskrive eller beregne avvikling og kapasitet i kryss
- o For avviklingsvurderinger MÅ vi benytte kortere tidsperioder (typisk timetrafikk)

Trafikkvolum (M)

- o Trafikkvolum (M) defineres som antall kjøretøy pr tidsenhet
- o $M = n / T$ (der n er antall kjøretøy og T er tida)
- o Vanlig benevning er kjt/time, men en kan selvfølgelig også bruke andre enheter
- o Ved korte tidsintervaller bruker vi ofte begrepet trafikkintensitet i stedet for trafikkvolum

Mer om trafikkvolum

- o På tofeltsveger ser vi på sum trafikk i begge retninger. I tillegg angir vi retningsfordeling (f.eks 60-40).
- o På flerfeltsveger ser vi ofte på hver retning for seg.
- o I kryss ser vi på all trafikk INN mot krysset.
- o Dersom vi også hadde tatt med trafikken UT av krysset, så hadde hver bil blitt tatt med to ganger.

Tunge kjøretøy og personbilenheter

- o Andel tunge kjøretøy beregnes i prosent av totaltrafikken
- o I praksis bruker vi ofte en lengdeklassifisering i stedet for vekt siden lengden er enklere å måle
- o Dette fører til en del problemer i praktisk bruk og forståelse av andel tungtrafikk
- o Vi kan regne om ulike kjøretøytyper til personbilenheter (pbe), for eksempel slik:
1 personbil = 1.0 pbe
1 MC = 0.5 pbe
1 buss = 2.0 pbe
1 lastebil = 2.5 pbe
1 vogntog = 3.0 pbe

Dette omregningstallet kan gjerne gjøres avhengig av stigning osv.

Kapasitet

- o Kapasitet innen trafikkteknikk kan defineres som:
"Det maksimale antall kjøretøy som med rimelighet kan forventes å passere et punkt eller en strekning i løpet av et gitt tidsrom under de rådende veg-, trafikk- og reguleringsforhold."
- o Selv om det finnes en slik kapasitetsgrense, så vil ikke kapasiteten være "naturgitt" eller konstant
- o Kapasitet vil være en "dynamisk størrelse" både i tid og rom
- o ... og heldigvis har vi store muligheter til å påvirke kapasiteten

Kapasitet i kryss

- o Kapasitet for svingebevegelse
- o Kapasitet for kjørefelt
- o Kapasitet for tilfart
- o Kapasitet for hele krysset

NB!

Husk at kapasitet i kryss er avhengig av aktuell trafikkbelastning og fordeling på svingebevegelser.

Kapasitet og avviklingskvalitet

- o Dersom trafikkbelastningen er større enn kapasiteten, vil dette føre til overbelastning. Dette fører igjen til kø, forsinkelse og dårlig avviklingskvalitet.
- o Men redusert avviklingskvalitet er ikke nødvendigvis koblet til overbelastning.
- o Selv om vi ligger godt under kapasitetsgrensa så vil det oppstå konflikter mellom kjøretøy.
- o Vi kan altså ha relativt dårlig avviklingskvalitet selv om trafikkbelastningen er lavere enn kapasitetsgrensa.

Parametre for vurdering av avviklingskvalitet

- o Forsinkelse (pr kjøt og totalt for en strøm)
- o Reisetid
- o Volum
- o Hastighet
- o Tetthet
- o Tidsluker
- o Kølengde
- o Køhastighet
- o Kapasitet
- o Kapasitetsreserve
- o Belastningsgrad
- o Servicenivå (avviklingskvalitet)
- o Andel (eller antall) stopp

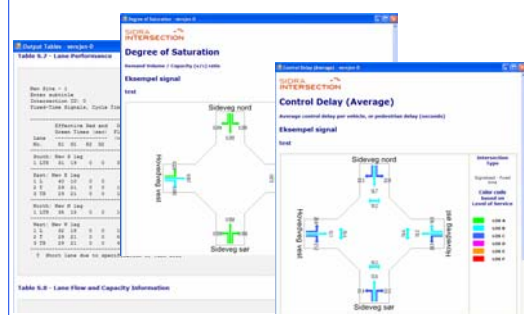
Det er generelt stor variasjon i disse parametrene!

Det er derfor viktig at vi ikke bare ser på gjennomsnittsverdier!

Modeller for avvikling i kryss

- Det finnes en rekke modeller for vurdering av avvikling i kryss
- SIDRA (og CAPCAL) er de beregningsmodellene som brukes mest i Norge
- Vi har også en del simuleringsmodeller som gir en detaljert beskrivelse av hvert enkelt kjøretøy (for eksempel AIMSUN, VISSIM og CORSIM)
- Simuleringsmodellene krever mye av brukeren, det anbefales å benytte SIDRA for avviklingsvurderinger i kryss

Eksempel på resultater fra SIDRA



Håndbok 127 "Kapasitet i kryss"

- Dagens norske metoder for Forkjøerskryss og Rundkjøringer er beskrevet i Statens vegvesen håndbok 127 Kapasitet i kryss
- Håndboken er utarbeidet av SINTEF i 1985 (Johannessen / Aakre)
- Håndbok 127 er relativt gammel og absolutt moden for revisjon
- Det finnes regnearkmodeller som er et godt alternativ til de manuelle metodene i H127

Forkjørsregulerte kryss i HB 127

- Basert på tyske metoder og tilpasset til norske forhold
- Ser på tidsluker i forkjørsberettiget strøm
- Sammenligne med trafikantenes krav til tidsluker
- Kritisk tidsluke kan defineres som den tidsluke gjennomsnittstrafikanten vil akseptere for å kjøre inn i eller krysse en forkjørsberettiget strøm
- Følgetid tilsvarer kritisk tidsluke for etterfølgende kjøretøy når disse benytter samme tidsluke i hovedstrømmen
- Følgetid er vanligvis ca 60% av kritisk tidsluke

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

Mai 2008 / AAa

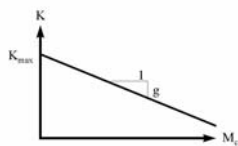
Rundkjøringer i HB 127

- Tradisjonelt har vi i Norge vært inspirert av engelske metoder for kapasitet i rundkjøringer
- Håndbok 127 bygger på empiriske kapasitetsmodeller fra TRL i England
- I de seinere år har vi i større grad basert oss på tidslukemodeller også for rundkjøringer (jfr SIDRA)

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

Mai 2008 / AAa

Forenklet metode for både forkjørskryss og rundkjøringer



$$K = K_{\max} - g * M_c$$

- Lineær sammenheng mellom
 - Kapasitet for vikepliktig strøm (K)
 - Forkjørsberettiget trafikk (M_c)
- Maxverdien (K_{\max}) og gradienten (g) bestemmes ut fra
 - Geometri
 - Type svingebevegelse
 - Stigning
 - Siktforhold
 - Lokale forhold
 - Trafikantatferd

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

Mai 2008 / AAa

Kritisk tidsluke i forenklet metode

| Kritisk tidsluke | Følgetid | Maks kapasitet | Gradient |
|------------------|----------------|------------------|----------|
| t _{kr} | t _f | K _{max} | g |
| sek | sek | kjt/t | - |
| 3.0 | 1.8 | 1600 | 0.60 |
| 3.5 | 2.1 | 1400 | 0.60 |
| 4.0 | 2.4 | 1200 | 0.60 |
| 4.5 | 2.7 | 1100 | 0.60 |
| 5.0 | 3.0 | 1000 | 0.56 |
| 5.5 | 3.3 | 900 | 0.52 |
| 6.0 | 3.6 | 800 | 0.48 |
| 6.5 | 3.9 | 700 | 0.44 |
| 7.0 | 4.2 | 600 | 0.40 |
| 7.5 | 4.5 | 500 | 0.36 |
| 8.0 | 4.8 | 450 | 0.32 |

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

Mai 2008 / AAa

Forenklet metode

- Med utgangspunkt i kritisk tidsluke finner du max kapasitet (K_{max}) og gradient (g)
- Max kapasitet er trafikken som kan avvikles når det ikke er forkjørsberettiget trafikk (det er ingen som du skal vike for)
- Det er rimelig å anta at kapasiteten avtar etter hvert som den forkjørsberettigete trafikken øker (du må vike for flere)
- Gradienten sier noe om hvor mye kapasiteten avtar for hvert ekstra forkjørsberettiget kjøretøy

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

Mai 2008 / AAa

Kapasitet av kjørefelt

- Dersom to eller flere svingebevegelser med kapasitet K₁, K₂, K₃ deler ett kjørefelt, så kan kapasiteten for kjørefeltet (K_{felt}) beregnes som:

$$\frac{M_{\text{felt}}}{K_{\text{felt}}} = \frac{M_1}{K_1} + \frac{M_2}{K_2} + \frac{M_3}{K_3}$$

$$M_{\text{felt}} = M_1 + M_2 + M_3$$

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

Mai 2008 / AAa

Beregning av belastningsgrad og forsinkelse

- Belastningsgrad B er forholdet mellom trafikkvolum og kapasitet

$$B = \frac{M}{K} * 100\%$$

- Gjennomsnittlig forsinkelse pr kjøretøy, f (sek/kjt) beregnes som

$$f = \frac{3600}{K - M}$$

- Der K = kapasitet og M = Trafikkvolum i det vikepliktige kjørefeltet

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

Mai 2008 / AAa

Kapasitet i signalanlegg

- Når det er grønt lys, så er det typisk 2 sekunder mellom hvert kjøretøy
- Det tilsvarer $3600/2 = 1800$ kjt/time pr kjørefelt (vi kaller dette for metningsvolum)
- Kapasiteten kan da uttrykkes som:

$$\text{Kapasitet} = 1800 * \frac{\text{grønntid}}{\text{omløpstid}}$$

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

Mai 2008 / AAa

Oppsummering

- Avvikling i kryss er en komplisert prosess
- I denne presentasjonen har vi vist en svært forenklet metode for beregning av kapasitet og forsinkelse
- Det anbefales å gjøre mer detaljerte analyser med mer avanserte modeller (for eksempel SIDRA) når en har mistanke om at det vil oppstå avviklingsproblemer

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

Mai 2008 / AAa
