

EVU kurs Vegplanlegging  
Bergen mars 2010

## Trafikkavvikling i veg- og gatekryss



**Arvid Aakre**  
NTNU / SINTEF Veg og transport  
[arvid.aakre@ntnu.no](mailto:arvid.aakre@ntnu.no)

NTNU / SINTEF Veg og transport

Mars 2010 / AAa

---

---

---

---

---

---

---

---

## Innledning til trafikkregulering og avvikling

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

NTNU / SINTEF Veg og transport

Mars 2010 / AAa

---

---

---

---

---

---

---

---

## Hva gjør dette vanskelig?

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



NTNU / SINTEF Veg og transport

Mars 2010 / AAa

---

---

---

---

---

---

---

---

### Kryssavvikling - regler og konsekvenser

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

NTNU / SINTEF Veg og transport

Mars 2010 / AAa

---

---

---

---

---

---

---

---

### Avviklingskvalitet

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

NTNU / SINTEF Veg og transport

Mars 2010 / AAa

---

---

---

---

---

---

---

---

### Årsdøgntrafikk (ÅDT)

- o Årsdøgntrafikk er gjennomsnittlig døgntrafikk over året
- o  $\text{ÅDT} = \text{total trafikk i ett år} / 365$
- 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)

NTNU / SINTEF Veg og transport

Mars 2010 / AAa

---

---

---

---

---

---

---

---

### 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 benevnning er kjt/time, men en kan selvfølgelig også bruke andre enheter
- o Ved korte tidsintervaller bruker vi ofte begrepet trafikkintensitet i stedet for trafikkvolum

---

---

---

---

---

---

---

---

### 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	Dette omregningstallet kan gjerne gjøres avhengig av stigning osv.
1 MC = 0.5 pbe	
1 buss = 2.0 pbe	
1 lastebil = 2.5 pbe	
1 vogntog = 3.0 pbe	

---

---

---

---

---

---

---

---

### 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 hvordan denne fordeler seg på ulike 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.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Kapasitet og avviklingskvalitet påvirkes av

- o Trafikkvolum og retningsfordeling
- o Fordeling på kjøretøytyper
- o Stigning
- o Kurvatur / geometri / vegoverflate
- o Bredder av kjørefelt og skulder
- o Trafikantatferd og trafikkregler
- o Lokale forhold
- o Hendelser, værforhold etc

---

---

---

---

---

---

---

---

## Parametre for vurdering av avviklingskvalitet

- o Forsinkelse (pr kjt 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!

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Tidsluker

- o **Tidsluker** er et mål i tid for avstanden mellom kjøretøy.
- o Vi måler tidsavstanden fra front til front (dvs kjøretøyene er i denne sammenheng punkter uten lengde)
- o **Gjennomsnittlig tidsluke**, er dermed omvendt proporsjonal med trafikkvolumet:
- o  $TL = 3600 / M$  og  $M = 3600 / TL$   
(1 time =  $60 \cdot 60 = 3600$  sekunder)
- o Eksempel:  
 $600 \text{ kjt/t} \rightarrow TL = 3600/600 = 6 \text{ sek}$   
 $TL = 2 \text{ sekunder} \rightarrow M = 3600/2 = 1800 \text{ kjt/t}$   
 $TL = 3 \text{ sekunder} \rightarrow M = 3600/3 = 1200 \text{ kjt/t}$   
 $TL = 4 \text{ sekunder} \rightarrow M = 3600/4 = 900 \text{ kjt/t}$   
 $TL = 5 \text{ sekunder} \rightarrow M = 3600/5 = 720 \text{ kjt/t}$   
 $TL = 6 \text{ sekunder} \rightarrow M = 3600/6 = 600 \text{ kjt/t}$

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Kritisk tidsluke og følgetid

- o **Kritisk tidsluke**
  - Kritisk tidsluke er minste tidsluke som "gjennomsnittstrafikanten" vil akseptere for å kjøre inn i eller krysse den forkjørsberettigete trafikken
  - "Gjennomsnittstrafikanten" finnes ikke, og det er i praksis store individuelle variasjoner i kritisk tidsluke
- o **Følgetid**
  - Dersom flere vikepliktige kjøretøy benytter samme tidsluke i den forkjørsberettigete trafikken, så vil de påfølgende bilene benytte en kortere kritisk tidsluke enn bil nr 1
  - Følgetid kan defineres som "kritisk tidsluke for bil 2, 3 osv" når de benytter samme tidsluke i forkjørsberettiget trafikk
  - Følgetid er typisk ca 60% av kritisk tidsluke

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

#### 4 ulike hovedmetoder for avvikling i kryss

- **Modeller basert på tidslukebetraktninger**
  - matematiske modeller
  - teoretisk oppbygging
  - ser på tidsluker i forkjørsberettiget strøm og sammenligner med trafikantenes krav til tidsluke
  - tar utgangspunkt i trafikanten og beskriver en realistisk konfliktløsning
- **Modeller basert på erfaringsmateriale og observasjoner**
  - dette er typisk modeller som er basert på regresjonsanalyse
  - gjennom observasjoner av virkelig trafikkavvikling blir det samlet inn data for kapasitet, trafikk, geometri osv i mange ulike kryss
  - ut fra dette kan det utvikles en regresjonsmodell som finner sammenheng mellom kapasitet og ulike forklaringsvariable
  - modellene må nødvendigvis bygge på "gammelt" datamateriale
  - behøver ikke å ha en logisk oppbygging ut fra trafikantatferd

NTNU / SINTEF Veg og transport

Mars 2010 / AAa

---

---

---

---

---

---

---

---

#### 4 ulike hovedmetoder for avvikling i kryss

- **Modeller basert på køteori**
  - Matematiske/statistiske modeller
  - Har en del fellestrekk med tidslukemodeller
  - Benytter køteori med ankomster, betjeningstider, betjeningssteder osv
  - teoretisk oppbygging
- **Simuleringsmodeller**
  - Dette er vanligvis modeller på mikronivå som gir en detaljert beskrivelse av hvert enkelt kjøretøy
  - Slike modeller krever mange inngangsdata som kan være vanskelig å framskaffe
  - En kjøring vil gi resultater for en tilfeldig dag
  - Vi må gjøre mange kjøringer for å redusere usikkerheten i beregningene
  - Riktig bruk av en simuleringsmodell krever mye av brukeren
  - Mulighet for animasjon som kan være en fin måte å framstille resultater på
  - Men er resultatene så gode som de ser ut til å være?

NTNU / SINTEF Veg og transport

Mars 2010 / AAa

---

---

---

---

---

---

---

---

#### Modeller for 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

NTNU / SINTEF Veg og transport

Mars 2010 / AAa

---

---

---

---

---

---

---

---

### Håndbok 127 Kapasitet i kryss

- Dagens norske metoder er beskrevet i Statens vegvesen håndbok 127 Kapasitet i kryss
- Håndboken er utarbeidet av SINTEF i 1985
- HB 127 er relativt gammel og absolutt moden for revisjon (forventes å starte opp i 2009)
- HB127 er basert på manuelle metoder
- Men det finnes også ulike program og regnearkmodeller som er tilpasset HB127



---

---

---

---

---

---

---

---

### 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

---

---

---

---

---

---

---

---

### 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
- Dette fungerer dårlig for moderne rundkjøringer
- I de senere år har vi derfor i større grad basert oss på tidslukemodeller også for rundkjøringer (jfr SIDRA)

---

---

---

---

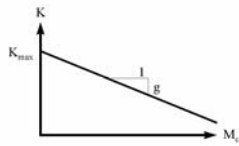
---

---

---

---

### Forenklet metode som kan benyttes for både forkjøerskryss og rundkjøringer



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

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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Forenklet metode

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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Kapasitet av kjørefelt

- Dersom to eller flere svingebevegelser med kapasitet  $K_1, K_2, K_3$  deler ett kjørefelt, så kan kapasiteten for kjørefeltet ( $K_{felt}$ ) beregnes som:

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

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

---

---

---

---

---

---

---

---

### 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

---

---

---

---

---

---

---

---

### Kapasitet og avvikling i signalregulerte kryss

- Viktige forhold rundt signalregulering finnes i håndbok 048 og 142



---

---

---

---

---

---

---

---

### Fordeler ved signalregulering

- Redusere kryssingsulykker
- Trygghet for fotgjengere og syklister
- Prioritere en eller flere trafikkstrømmer (f.eks hovedveg)
- Prioritere en eller flere typer trafikk (f.eks kollektivtrafikk)
- Regulere/begrense trafikken inn på en veg eller inn mot et område for å opprettholde god avvikling og unngå sammenbrudd i trafikken (tilfartskontroll)

---

---

---

---

---

---

---

---

### Ulemper med signalregulering

- Påkjøring bakfra ulykker
- Fare for alvorlige ulykker ved rødlyskjøring
- Reguleringen må tilpasses trafikken
- Relativt store vedlikeholdskostnader
- Unødige forsinkelser ved liten trafikk

---

---

---

---

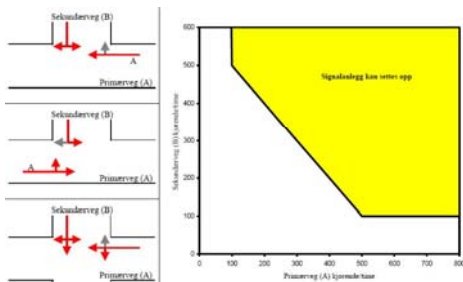
---

---

---

---

### Kriterier for signalregulering



---

---

---

---

---

---

---

---

### Primær og sekundær-konflikter

- Primær-konflikter skal avvikles i ulike faser
- Sekundær-konflikter kan (under visse omstendigheter) avvikles i samme fase
- Vurderes ut fra sikkerhet og avvikling

NTNU / SINTEF Veg og transport Mars 2010 / AAa

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Metningsvolum og kapasitet

- **Metningsvolum**  
Teoretisk avviklingsintensitet når det er grønt signal. Typisk verdi er ca 1800 kjt/time pr kjørefelt eller om du vil 2 sek pr bil.
- **Kapasitet**  
Antall kjøretøy som teoretisk kan passere stopplinja i en trafikkstrøm i løpet av en gitt tid. Dersom det var kontinuerlig grønt signal så ville kapasiteten blitt lik metningsvolumet. Men trafikkstrømmen vil bare ha grønt signal i en del av omløpstida og kapasiteten blir derfor:

$$\text{Kapasitet} = \text{Metningsvolum} * \frac{\text{Grøntid}}{\text{Omløpstid}} \quad K = S * \frac{g}{C}$$

NTNU / SINTEF Veg og transport Mars 2010 / AAa

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Hovedprinsipp for signalregulering

- Omløpstida (c) kan deles opp i effektiv grøntid (g) og effektiv rødtid (r)
- Trafikk ankommer i hele omløpstida med intensitet q (kjt/sek)
- Trafikken avvikles i grøntida med intensitet s (kjt/sek)
- I løpet av omløpstida ankommer (q\*c) kjøretøy
- I løpet av grøntida er det mulig å avvikle (s\*g) kjøretøy
- For å unngå overbelastning må (q\*c) være mindre enn (s\*g)
- Belastningsgraden (x) kan da defineres som

$$x = \frac{q * c}{s * g}$$

NTNU / SINTEF Veg og transport Mars 2010 / AAa

---

---

---

---

---

---

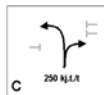
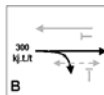
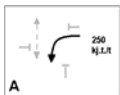
---

---

---

---

### Forenklet kapasitetsberegning



1. Tegn opp faser m/dimensjonerende trafikkvolum (1 kjørefelt)
2. Sjekk fotgjengerfeltene (1m fotgj.felt = 25 kJ/t)

$V = 250 + 300 + 250 = 800 \text{ kJ/t}$

$K = 1800 - 100 \times 3 = 1500 \text{ kJ/t}$

$R = K - V = 1500 - 800 = 700 \text{ kJ/t}$

$B = V/K = 800 / 1500 = 0,53$

3. Forenklet total belastning i krysset (V) er lik summen av dim. volum fra hver fase

4. Forenklet krysskapasitet (K) er lik 1800 minus (100 x antall faser)

5. Reservekapasitet (R) er lik differansen mellom K og V ( $R=K-V$ )

6. Belastningsgrad (B) er lik forholdet mellom V og K ( $B=V/K$ )

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Kryssløsninger og reguleringsform i by

- o Signalregulering
- o Rundkjøringer
- o Forkjørsryss
- o Høyregulerte kryss

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Signalregulering i by

- o Mulighet for å styre trafikk og prioritere enkelte trafikantgrupper (særlig kollektivtrafikk)
- o Samordne signalanlegg i et gatenett
- o Kjøretøystyrt samkjøring - adaptiv signalregulering
- o Konfliktløsningen må dimensjoneres for "worst case" som i en del tilfeller vil gi unødvendige ventetider
- o Relativt høye driftskostnader
- o Signalregulering vil fortsatt være en av de beste kryssløsningene i by både for biltrafikk, kollektivtrafikk, fotgjengere og syklist

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Rundkjøringer i by

- Kanskje den beste kryssløsningen også i bystrøk
- Brukes generelt for lite i gater
- Liksom i andre krysstyper er det viktig med et lavt fartsnivå særlig med hensyn til fotgjengere og syklister
- I vegkryss brukes først og fremst avbøyning til å få ned fartsnivået, i gatekryss er det flere muligheter
- Minirundkjøringer er ofte et godt alternativ i bystrøk
- Av hensyn til myke trafikanter bør det vurderes å innføre rundkjøringer med stopplikt - ikke bare vanlig vikeplikt
- Delvis signalregulering av rundkjøringer kan være aktuelt i deler av døgnet

NTNU / SINTEF Veg og transport

Mars 2010 / AAa

---

---

---

---

---

---

---

---

## Hvorfor signalregulere en rundkjøring? (1)

- Enkelte rundkjøringer har i perioder en dårlig balanse mellom de ulike tilfartene;  
  
Prioritet blir da fordelt på en urettferdig og noe tilfeldig måte, enkelte tilfarter kan få for stor prioritet og skape dårlig avvikling for andre tilfarter
- Kan også brukes til å løse konflikter mellom fotgjengere/syklister og biltrafikk;
  - Vikeplikten for fotgjengerfelt kan føre til at fotgjengerne får "for stor prioritet"
  - Bedre markering av fotgjengerfelt

NTNU / SINTEF Veg og transport

Mars 2010 / AAa

---

---

---

---

---

---

---

---

## Hvorfor signalregulere en rundkjøring ? (2)

- Prioritering av kollektivtrafikk
- Prioritering av hovedveg
- Styring av trafikk
- Samkjøring i forhold til andre signalregulerte kryss
- Unngå tilbakeblokkering til andre kryss

NTNU / SINTEF Veg og transport

Mars 2010 / AAa

---

---

---

---

---

---

---

---

## Generelt om signalregulerte rundkjøringer

- Reguleringen kan omfatte en eller flere tilfarter etter behov
- Full signalregulering av alle tilfarter og sirkulerende trafikk er ikke særlig aktuelt for norske rundkjøringer
- Tilfartsregulering av en eller flere tilfarter er derimot meget aktuelt
- Reguleringen bør kun benyttes i de perioder som det er behov for en slik regulering ("part time signals")
- Vi bør la rundkjøringen fungere etter vanlige prinsipper når det ikke er behov for å styre trafikken

NTNU / SINTEF Veg og transport

Mars 2010 / AAa

---

---

---

---

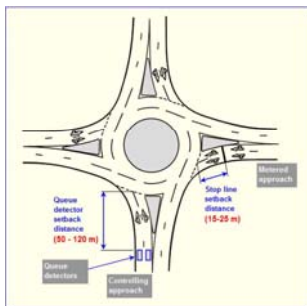
---

---

---

---

## Eksempel fra Australian Traffic Signal Guide



NB! Venstretrafikk

- **Metered approach** med signaler for tilfartskontroll
- **Controlling approach** med detektorer for å registrere evt kø (neste tilfart)

NTNU / SINTEF Veg og transport

Mars 2010 / AAa

---

---

---

---

---

---

---

---

## Forkjørskruss i by

- Stor variasjon i prioritet mellom de ulike svingebevegelsene
- Noen strømmer gis veldig høy prioritet
- Andre strømmer gis veldig lav prioritet (særlig gjelder dette kryssende trafikk fra sideveg og venstresving inn på hovedveg)
- Disse strømmene har ofte et for komplisert trafikkbilde og en bør unngå denne krysstypen eller disse svingebevegelsene
- Forkjørskruss der en begrenser valgmulighetene til for eksempel "høyre inn - høyre av" er en mulighet

NTNU / SINTEF Veg og transport

Mars 2010 / AAa

---

---

---

---

---

---

---

---

### Høyregulererte kryss i by

- I T-kryss er det stor variasjon i hvordan en oppfatter og praktiserer vikeplikten
- Særlig i X-kryss er det stor fare for "låsing", og løsningen har dårlig kapasitet særlig i kombinasjon med fotgjenger- og sykkeltrafikk
- Høyregulererte kryss bør vanligvis ikke benyttes i bystrøk
- Venstreregel (dvs rundkjøring) er et langt bedre alternativ

---

---

---

---

---

---

---

---

### Kryssløsninger i by - anbefalinger

- Signalregulering har mange fordeler og vil fortsatt være en vanlig løsning
- Rundkjøringer er en god løsning også i bystrøk, og det er gode grunner til å anbefale flere rundkjøringer
- Rundkjøringer kan i enkelte tilfeller fungere bedre med stopplikt eller delvis signalregulering på tilfartene
- Ved forkjørs-kryss bør en som regel begrense antall svingebevegelser (f.eks unngå venstresving)
- Høyregulererte kryss bør som regel ikke velges

---

---

---

---

---

---

---

---

### Oppsummering / sluttkommentar

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

---

---

---

---

---

---

---

---