

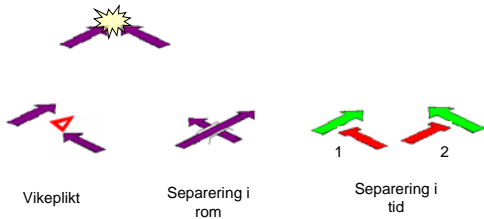
Signalregulering



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

Signalregulerte kryss

Separering av konflikter:



Hvorfor signalregulere?

- For å redusere/fjerne kryssingsulykker
- For å trygge gående (f.eks eldre, skolebarn)
- For å prioritere én type trafikk (vanligvis kollektivtrafikk)
- For å prioritere én eller flere trafikkstrømmer (hovedvei)
- For å styre påslippet av trafikk inn i et område
- For å sikre trafikkavviklingen i et byområde

Håndbok 048 og 142 (signalregulering)



NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

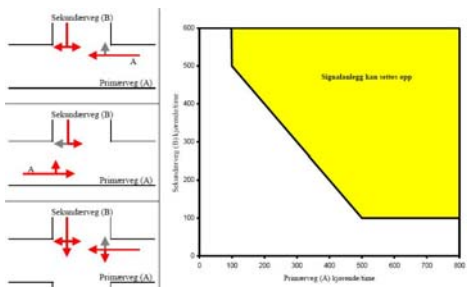
Håndbok 017 og 263 (utforming)



NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

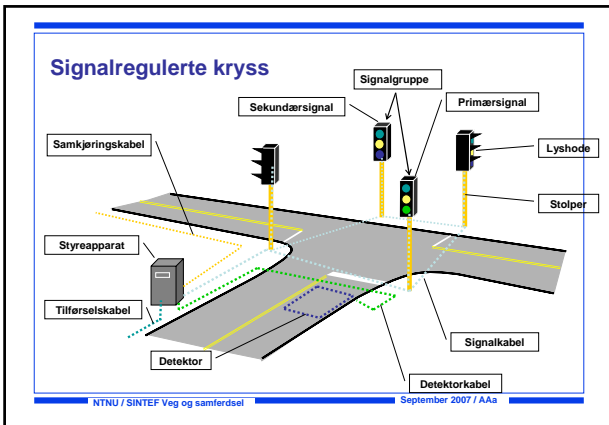
September 2007 / AAa

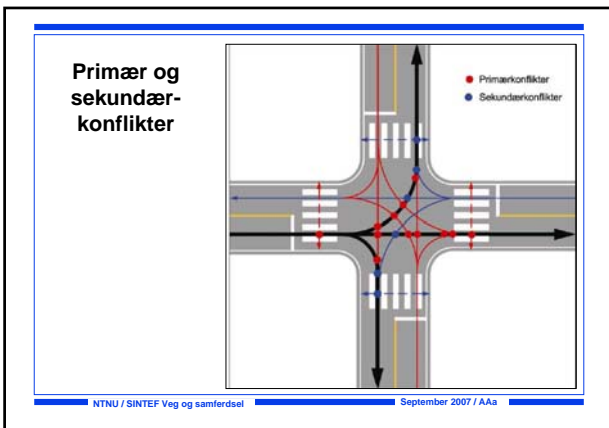
Når kan signalanlegg etableres?

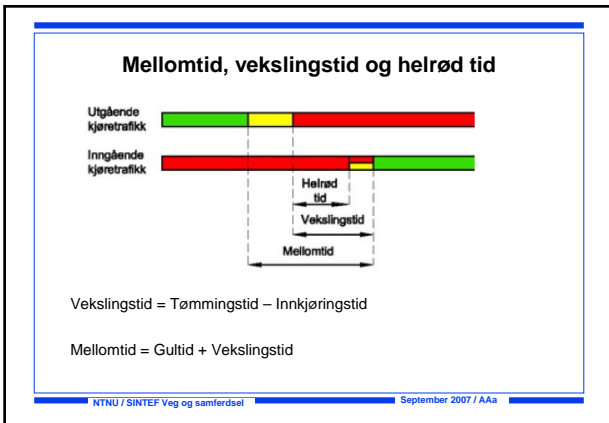


NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

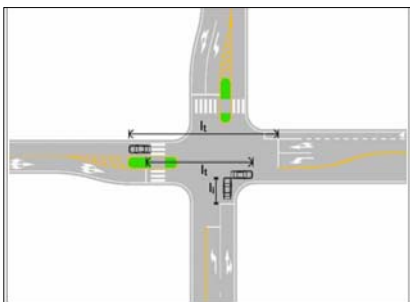
September 2007 / AAa



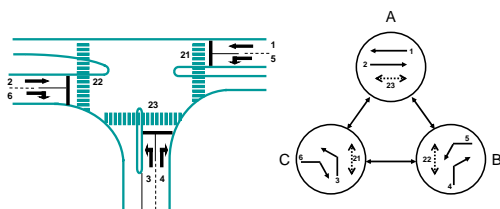




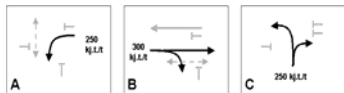
"Tømming" og "innkjøring"



Kjørefelt, faseplaner og signalgrupper



Signalregulerte kryss – forenklet kapasitetsberegning



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

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

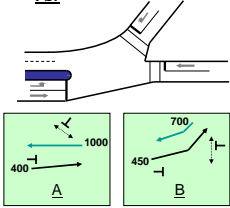
$$R = K - V = 1500 - 800 = 700 \text{ kj/t}$$

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

1. Tegn opp faser m/dim. volum (1 kjørefelt)
2. Sjekk fotgjengerfeltene! (1m fotgjengerfelt = 25 kj/t)
3. Summér dimensjonerende volum pr fase til dimensjonerende belastning
4. Krysskapasitet = 1800 minus 100 x antall fasekslinger
5. Reservekapasitet
6. Belastningsgrad

Signalregulerte kryss – forenklet kapasitetsberegning

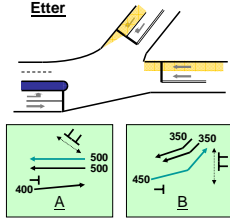
Før



Fase A: 1000 pbe/t
Fase B: 700 pbe/t
Volum: 1700 pbe/t
Kapasitet: 1800-2x100: 1600 pbe/t
 $B = 1700/1600 = 1,06$

Signalregulerte kryss – forenklet kapasitetsberegning

Etter



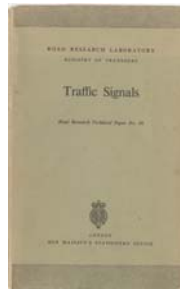
Fase A: 500 pbe/t
Fase B: 450 pbe/t
Volum: 950 pbe/t
Kapasitet: 1800-2x100: 1600 pbe/t
 $B = 950/1600 = 0,59$

Websters metode

Webster & Cobbe gjorde praktiske forsøk, simuleringer og utviklet teori og metoder som fortsatt er sentrale innenfor signalregulering

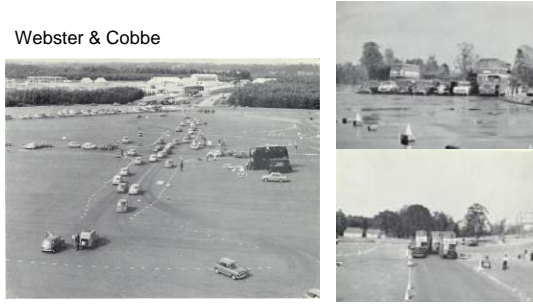
Boka "Traffic Signals" ble utgitt i 1966

Webster & Cobbe, Road Research Laboratory:
Road Research Technical Paper No. 56



Bilder fra praktiske forsøk i 1960-årene

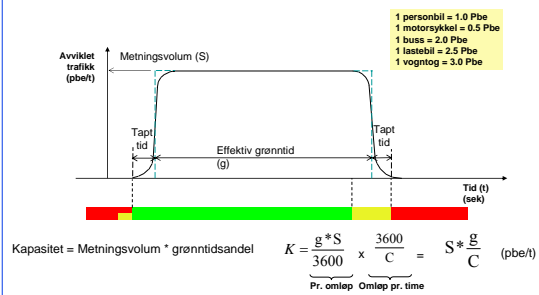
Webster & Cobbe



NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAA

Kapasitet og metningsvolum



NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAA

Websters metode

Inngangsdata:

- Trafikkvolum
- Kjørefelt og fordeling på svingebevegelser
- Geometri

Beregninger:

- Metningsvolum
- Omløpstid
- Grøntider
- Kapasitet
- Avviklingskvalitet

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAA

Metningsvolum

- Vi har metoder for å beregne metningsvolum ut fra geometri etc
- Men ofte bruker vi standardverdier basert på erfaring og lokalkunnskap:
 - Rett fram 1700 - 1900 pbe/h
 - Høyresving 1600 - 1800 pbe/h
 - Venstresving 1500 - 1700 pbe/h

Omløpstid og grøntider

- Relativ belastning (y) $y = \frac{M}{S}$ $Y = \sum y$
- Omløpstid (C) $C_{\min} = \frac{L}{1-Y}$ $C_{\text{opt}} = \frac{1,5 * L + 5}{1-Y}$
- Grøntid (g) $g = \frac{Y}{Y} * (C - L)$

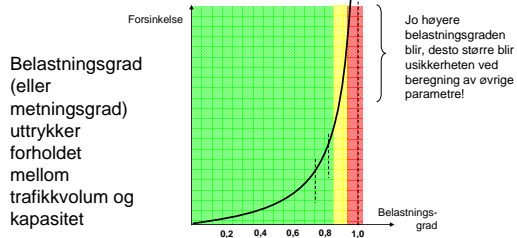
M = trafikkvolum, S = metningsvolum, L = tapt tid pr omløp

Kapasitet og metningsgrad

- **Kapasitet**
(metningsvolum multiplisert med grøntidsandel) $K = S * \frac{g}{C}$
- **Metningsgrad**
(forhold mellom trafikkvolum og kapasitet) $B = \frac{M}{K} = \frac{M * C}{S * g}$

M = trafikkvolum, S = metningsvolum, g = grøntid, C = omløpstid

Belastningsgrad (metningsgrad)



Sannsynlighet for stopp

$$P_s = \frac{1 - \frac{g}{C}}{1 - \frac{M}{S}} = \frac{r}{C - B * g}$$

M = trafikkvolum, S = metningsvolum, B = Metningsgrad (M/K)
g = grønttid, r = rødtid, C = omløpstid

Forsinkelse

Gjennomsnittlig forsinkelse (d) pr kjøretøy består av to deler:

- En uniform del d1 (ser bort fra trafikkvariasjon)
- En tilfeldig del d2 (tar hensyn til trafikkvariasjon)

$$d_1 = a * C = \frac{(1 - \frac{g}{C})^2 * C}{2 * (1 - \frac{M}{S})} = \frac{S * r^2}{2 * C * (S - M)} \quad d_2 = \frac{b}{M} = \frac{B^2}{2 * M * (1 - B)}$$

$$d = 0.9 * (a * C + \frac{b}{M}) = 0.9 * (d_1 + d_2)$$

M = trafikkvolum, S = metningsvolum, B = Metningsgrad (M/K)
g = grønttid, r = rødtid, C = omløpstid

Køengder

- **Gjennomsnittlig køengde**
(gjennomsnittlig kø over tid) $Q_{avg} = \frac{d * M}{3600} = d * m$

- **Gjennomsnittlig "max kø"**
(gjennomsnittlig kø ved begynnelsen av grønntida) $Q_{max,avg} = Q_{avg} + \frac{r}{2} * m = (d + \frac{r}{2}) * m$

M = trafikkvolum (kjt/t), m = trafikkintensitet (kjt/s)

d = gjennomsnittlig forsinkelse pr kjt, r = rødtid

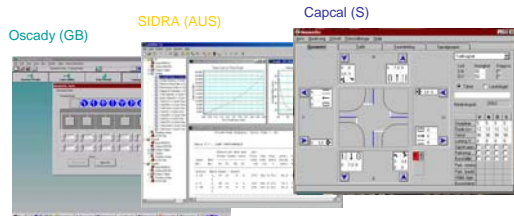
Avviklingskvalitet / servicenivå

LOS	Average delay [sec/veh]
A	<5
B	5 - 15
C	15 - 25
D	25 - 40
E	40 - 60
F	> 60

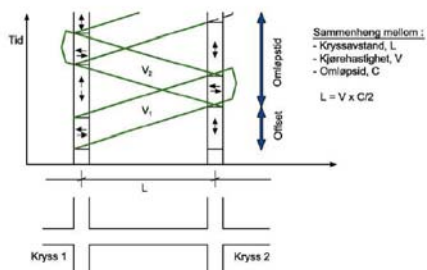
Dataverktøy for kapasitets og avviklingsberegninger i signalanlegg

- SIDRA
- Excel models
- OSCADY
- TRANSYT
- CAPCAL
- HCM - models

Dataverktøy for kapasitets og avviklingsberegninger i signalanlegg



Samkjøring av signalanlegg



Samkjøring av signalanlegg

Omløpsid	Hastighet			
	30 km/t	40 km/t	50 km/t	60 km/t
40 s	170 m	220 m	280 m	330 m
50 s	210 m	280 m	350 m	420 m
60 s	250 m	330 m	420 m	500 m
70 s	290 m	390 m	490 m	580 m
80 s	330 m	440 m	560 m	670 m
90 s	380 m	500 m	630 m	750 m
100 s	420 m	560 m	690 m	830 m

Figur 2-14: Forholdet mellom hastighet, omløpsid og kryssavstand.

Max 3 % stigning

For å unngå problemer med oppstarting og nedbremsing på glatt føre, bør tilfarten ikke ha større stigning eller fall enn 3% over en strekning fra stopplinjen og så langt tilbake i tilfarten som køen normalt vil strekke seg i rushperiodene.

Større stigningsgrader vil kreve særlig gode rutiner med hensyn til snøbrøyting og strøing.



Noen ulemper med signalregulering

- Påkjøring bakfra ulykker kan øke
- Kan oppstå alvorlige ulykker dersom noen gjør feil
- Unødvendig forsinkelse ved lav trafikk
- Betydelige kostnader og ressurser til drift og oppfølging



Kollektivtrafikk

Tilpasning av samkjøring

