

Trafikkavvikling og effektivitet

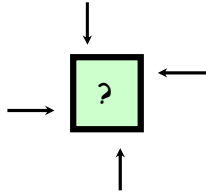


Arvid Aakre
NTNU / SINTEF Veg og samferdsel
arvid.aakre@ntnu.no

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!



Kryssavvikling - regler og konsekvenser

- På en eller annen måte tildeler vi prioritet til de ulike trafikstrømmene
- 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

Avviklingskvalitet

- I et trafikksystem vil det oppstå konflikter mellom ulike trafikanter og trafikstrømmer
- 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

Trafikkavvikling og trafikantatferd

- Effektivitet
- Sikkerhet
- Regelverk
- Fleksibilitet



Er det motsetninger mellom disse begrepene?

Effektivitet og sikkerhet

- Kan vi bedre effektiviteten uten at dette går ut over sikkerheten?
- Kan vi bedre sikkerheten uten at dette går ut over effektiviteten?
- Kan vi bedre både effektivitet og sikkerhet på en gang?

Jeg mener at svaret overraskende ofte er **JA** på alle disse spørsmålene.

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

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

Kapasitet i kryss

- o Kapasitet for svingebeveglse
- 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 svingebeveglser.

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

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. Vi kan altså ha dårlig avviklingskvalitet selv om trafikkbelastningen er lavere enn kapasitetsgrensa.
- o Mange ingeniører er altfor glad i begrepet belastningsgrad (forhold mellom volum og kapasitet)

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

"Manøvreringsfrihet" og avviklingskvalitet

- o Du har stor manøvreringsfrihet og god avviklingskvalitet
 - når du selv kan bestemme egen hastighet
 - når du har liten konflikt med andre kjøretøy
 - når du har gode muligheter til forbi kjøring
- o Du har liten manøvreringsfrihet og dårlig avviklingskvalitet
 - når du kjører i saktegående kø med små muligheter til å bestemme egen hastighet
 - når du har små muligheter til forbi kjøring, feltskifte osv på grunn av annen trafikk

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

Servicenivå (avviklingskvalitet)

- o Fra Highway Capacity Manual kjenner vi begrepet servicenivå ("Level of service" - LOS) for å beskrive avviklingskvalitet.
- o Vi definerer avviklingskvaliteten gjennom 6 servicenivå A-F

A	Ved liten trafikk har du stor manøvreringsfrihet og du kan i praksis "gjøre som du vil". Lav tetthet og uhindret trafkk.
B	...
C	...
D	...
E	Når trafikken nærmer seg kapasitetsgrensen er du "låst" i en køsituasjon og du har liten manøvreringsfrihet.
F	Overbelastning med ustabil avvikling. Store forsinkelser.

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

Servicenivå (avviklingskvalitet)



Servicenivå A

Servicenivå B

Servicenivå C



Servicenivå D



Servicenivå E



Servicenivå F

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

Parametre for vurdering av avviklingskvalitet

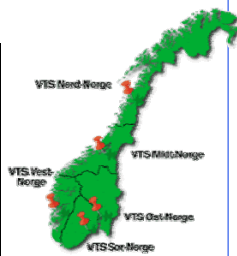
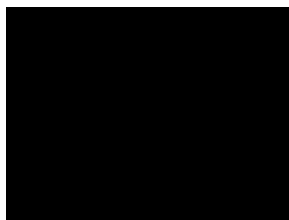
- o Forsinkelse (pr kjøt og totalt for en strøm)
- o Reisetid
- o Volum
- o Hastighet
- o Tetthet
- o Tidsluker
- o Kølengde
- o Køhastighet
- o Kapasitet
- o Kapasitetsreserve
- o Belastningsgrad
- o Servicenivå (avviklingskvalitet)
- o Andel (eller antall) stopp

Det er generelt stor variasjon i disse parametrene!
Det er derfor viktig at vi ikke bare ser på gjennomsnittsverdier!

Informasjon til trafikantene om avviklingskvalitet

- o Det er generelt et problem at trafikantene bare ser et lite utsnitt av trafikksituasjonen rundt sitt eget kjøretøy
- o Reisetid og/eller forsinkelse?
- o Hvordan skal vi informere trafikantene?
Vi bør videreutvikle et "folkelig" og standardisert begrepsapparat i retning av:
 - lite trafikk og god flyt
 - noen køer, men god flyt
 - lange køer med redusert hastighet
 - saktegående kø
 - delvis stillestående kø med store forsinkelser

Vegtrafikksentralene har en viktig funksjon



Hvordan kan vi forbedre avviklingskvaliteten?

Generelt: Øke kapasitet/effektivitet og/eller redusere etterspørsel

- Utbygging av anlegg
- Effektivisering
- Regulering
- Opplæring
- Ny teknologi
- Kollektivtrafikk
- Avgifter
- Andre tiltak for å redusere etterspørsel

Trafikantene er en stor (og alt for lite utnyttet) ressurs!

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

Noen begreper og sammenhenger

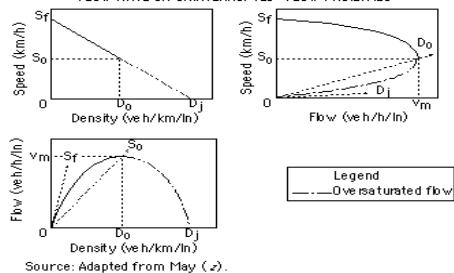
	Symbol	Enhet	Formel
Volum	M	kjt/time	$M = n / T$
Hastighet	V	km/time	$V = L / T$
Tetthet	D	kjt/km	$D = n / L$
Gjennomsnittlig tidsluke	TL	sekunder	$TL = 3600/M$
Gjennomsnittlig avstand	S	meter	$S = 1000/D$
Gjennomsnittlig reisetid	T	Timer	$T = L / V$

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

Volum (M), Hastighet (V) og Tetthet (D)

EXHIBIT 7-2. GENERALIZED RELATIONSHIPS AMONG SPEED, DENSITY, AND FLOW RATE ON UNINTERRUPTED-FLOW FACILITIES



Source: Adapted from May (2).

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

Stabil og ustabil trafikkavvikling

- Som trafikingeniører kjenner vi godt de grunnleggende sammenhengene mellom volum, hastighet og tetthet ($M=V \cdot D$)
- Av flere grunner er de fleste teoretiske modeller basert på stabil trafikkavvikling med relativt enkle og lovbestemte sammenhenger
- Det er utført for lite forskning rundt trafikkavvikling i det ustabile området, dvs etter "sammenbrudd"
- Det ligger et stort potensiale i å gjenopprette stabile avviklingsforhold så fort som mulig
- Den største "proppen" finnes ofte der trafikken begynner å flyte igjen og ikke der trafikken bryter sammen!
- Trafikantene har ikke nok kunnskap om hvordan de kan bidra til effektiv trafikkavvikling

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

"Flaskehalsene" er viktig

- Det er særlig viktig å bedre effektiviteten i flaskehals der kapasiteten i utgangspunktet er lav
- Dvs vi må bedre "de svakeste ledd" i kjeden
- ... men hvor er egentlig flaskehalsene?
- Flaskehalsene er ofte "dynamiske" i forhold til tid og rom
- Kjøring før, gjennom og etter flaskehals er en "kunst"
- Slik kjøring må vektlegges sterkere i føreropplæring og informasjonskampanjer



NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

Trafikantene har stort potensiale

- Vi har i samarbeid med Statens vegvesen gjort praktiske forsøk med avvikling i signalanlegg
- Vi har instruert trafikantene til ulike kjøremåter
- De foreløpige resultatene viser at det er et stort potensiale for mer effektiv avvikling gjennom opplæring/instruksjon
- Vanligvis er det tidsluker mellom kjøretøyene på ca 2 sekunder ved oppstart på grønt lys, dvs metningsvolum på ca 1800 kjt/time
- Etter ulik instruksjon fikk vi fram variasjoner fra ca 1000 til 3600 kjt/time for ett kjørefelt.

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

Kan vi fordele prioritet på en bedre måte?

- Bør prioritet være absolutt mellom to strømmer? (dvs 100/0, hvorfor ikke 50/50 eller kanskje 80/20?)
- Må "vikeplikt" automatisk gi andre "forkjørsrett"?
- Kan vi tenke oss at prioritet fordeles etter trafikkforholdene? (selv uten signalregulering, hva med en "trafikkstyrt rundkjøring"?)
- Ny teknologi gir nye muligheter for regulering
- Mange av dagens kryssløsninger er lite effektive
- I framtida vil vi i større grad få en sammenblanding mellom ulike kryssstyper

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

"Postulater" for effektiv og sikker avvikling

- Vi må generelt oppfordre til samhandling for å gjøre det totale trafikksystemet best mulig
- Trafikantene må vise gjensidig tilpasning og spille på lag slik at de gjør hverandre gode
- Trafikantene må vise fleksibilitet, respekt, ansvar og omtanke for andre trafikanter (må huske på at vi er forskjellige)
- Mindre konkurranse, egosime og fokusering på egen gevinst
- Generelt bør vi oppfordre til mer fornuft og færre regler

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

Generelt om effektiv avvikling

- Det er viktigere å harmonisere hastighetene enn å redusere gjennomsnittshastigheten (?)
- Det er viktigere å harmonisere avstand mellom kjøretøy enn å øke gjennomsnittsavstanden (?)
- Ved stor trafikk bør det anbefales en "to-sekunders-regel". Det vil sannsynligvis føre til bedre effektivitet, bedre sikkerhet og mindre forbikjøring (?)
- Vi bør legge ned mer ressurser for å finne gode løsninger for valg av krysstype, fordeling av prioritet og løsning av konflikter.
- Vi bør oppfordre til fornuftige, fleksible og robuste løsninger som oppfordrer til ansvarlig atferd, i stedet for å lage dårlige løsninger som krever et omfattende og detaljert regelverk.

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

Eksempel høyreregel

- o Regelen er ikke logisk!
- o Regelen tolkes ulikt i ulike kryss. Særlig er regelen et problem i T-kryss eller ved ulik standard på vegarmene
- o Vi får ofte lokale tilpasninger som noen vet om
- o Noen stoler på regelen og kommer for fort inn i konfliktområdet. Andre blir unødig forsiktige, og ofte stopper begge opp.
- o Dette skaper både usikkerhet, dårlig avvikling og dårlig sikkerhet

Høyreregelen bør etter min oppfatning fjernes fra trafikreglene så snart som mulig.

Forbikjøring og "kødannere"

- o Det er naturlig at trafikanter har forskjellig oppfatning om ønsket hastighet, og da blir det ofte køer
- o Ved å danne en kø blir det ofte "tomrom" foran køen. Dette tomrommet er sløsing med kapasitet. Generelt bør alle slike tomrom "fylles opp" for å fordele trafikken best mulig.
- o I dag er forbikjøring "negativt", de som kjører forbi for å fylle opp tomrom blir av og til sett på som "snikere"
- o Vi bør legge mer ansvar på kødannerne. Det bør være positivt å slippe forbi og negativt å lage kø.
- o Politiet bør legge mer vekt på de som "lager til" situasjonene og noe mindre vekt på "de som kjører fort"

Eksempel fletting

- o Gjensidig tilpasning der alle har ansvar
- o Ingen forkjørsrett, 50/50 prioritet
- o Løsningen er så enkel, opplagt og logisk at du kan forklare små barn dette prinsippet på noen sekunder ...
- o ... men likevel var mange fagfolk usikre da regelen ble innført !
- o Enkel fletting er nå stort sett en allment akseptert løsning som fungerer bra
- o ... men også fletteprinsippet kan, bør og vil bli videreutviklet (man kan f.eks flette 2:1, 3:1 osv)

Eksempel feltskifte

- o Etter trafikkreglene har alle som foretar et feltskifte vikeplikt
- o Slike regler om absolutt vikeplikt ved feltskifte bidrar ikke til flyt og samhandling!
- o Dette har de fleste trafikanter skjønt, og folk tilpasser seg en mer fornuftig konfliktløsning enn regelverket tilsier
- o Trafikkreglene med sin svart/hvitt tankegang er ofte en bremsekloss for et effektivt og sikkert trafikksystem
- o Regelverket kan ofte bidra til en egoistisk og aggressiv kjørestil

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

Eksempel rundkjøring

- o Rundkjøringer er kanskje vår sikreste og mest effektive kryssløsning
- o Rundkjøringer fungerer godt på tross av og ikke på grunn av regelverket
- o Tilsvarende kan en si om utforming, oppmerking og kjøremåte i rundkjøringer
- o Regelverket er på enkelte områder med på å ødelegge fleksibiliteten i rundkjøringer
- o Et godt eksempel på dette er vikeplikt ved "feltskifte", noe som hindrer logisk og effektiv utnyttelse av rundkjøringa

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

Ett forslag til forbedring

- o Alle trafikanter bør få et større ansvar for hele trafikkmiljøet rundt eget kjøretøy
- o Trafikantene har best oversikt over det som skjer foran egen bil. De bør derfor tillegges størst ansvar for denne delen av trafikkbildet
- o Det vil for eksempel si at du bør avpasse egen kjøring og slippe inn en bil som tydelig gir signal om feltskifte til ditt kjørefelt selv om du etter dagens regler har "forkjøringsrett"
- o I en rundkjøring vil dette i praksis føre til fletting både inne i rundkjøringa og ved utkjøring
- o Dette er ikke dramatiske endringer, men bare en tilpasning til "sunn fornuft" (mange trafikanter har allerede skjønt det...)

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

Hvorfor er regelverket en bremsekloss?

- Trafikkreglene er "firkantet", og dette gir liten fleksibilitet
- Regelverket er mer opptatt av å fordele skyld når det oppstår problemer enn å finne gode løsninger for å unngå problemene
- Forsikringselskap og ansvarsfordeling ved uhell er en av de største utfordringene
- Det er svært arbeidskrevende å endre regelverk
- ... og ikke minst Ola Nordmann's iverende skepsis til nye løsninger jfr. mange erfaringer fra skisporten: V-stil, skøyting, jaktstart, Gundermetode, glassfiberski, sprintavelser, nye treningsmetoder etc etc.

Min oppsummering

- Det er mye å hente på å gjøre regelverket mindre firkantet og mer fleksibelt. Dagens regelverk kan bidra til en egoistisk og aggressiv kjørestil
- Trafikksystemet må være logisk, det bør bli færre regler og mer fornuft
- Trafikantene er flinkere og mer tilpasningsdyktige enn vi tror
- Trafikantene bør få større ansvar for hele trafikkbildet og gjennom samhandling gjøre hverandre gode
- Trafikantene må i større grad læres opp til effektiv trafikkavvikling der det er behov for det
- Effektiv og sikker avvikling er to sider av samme sak
