

Grunnleggende trafikkregulering

- begreper, definisjoner og sammenhenger



Arvid Aakre

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

arvid.aakre@ntnu.no

Innledning

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

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



Begreper og sammenhenger

- Vi skal definere en rekke begreper slik at vi får et felles begrepsapparat
- Videre skal vi se på sammenhenger mellom de ulike begrepene
- Vi skal også bli i stand til å gjøre grunnleggende beregninger for å se på kvaliteten av trafikkavviklingen
- Eksempler:
 - Sammenheng mellom fartsvalg og antall biler på veggen
 - Sammenheng mellom kø og forsinkelse
 - Hvor lang skal grønttidene være i et signalkryss?
 - Hvor stor er kapasiteten på denne veggen?

Trafikkvolum (M)

- **Trafikkvolum (M)** defineres som antall kjøretøy pr tidsenhet
- $M = n / T$ (der n er antall kjøretøy og T er tida)
- Vanlig benevnelse er $kj\ddot{t}/time$, men en kan selvfølgelig også bruke andre enheter
- Ved korte tidsintervaller bruker vi ofte begrepet trafikkintensitet i stedet for trafikkvolum

Mer om trafikkvolum

- På **tofeltsveger** ser vi på sum trafikk i begge retninger. I tillegg angir vi retningsfordeling (f.eks 60-40).
- På **flerfeltsveger** ser vi på hver retning for seg.
- I **kryss** ser vi på all trafikk INN mot krysset.
- 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.

Årsdøgntrafikk (ÅDT)

- o Årsdøgntrafikk er gjennomsnittlig døgntrafikk over året
 - o ÅDT = total trafikk i ett år / 365
- Andre begrep:
- o SDT - sommerdøgntrafikk (juni, juli og august)
 - o YDT - yrkesdøgntrafikk (man-fre)
 - o HDT - helgedøgntrafikk (lør-søn)
- 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

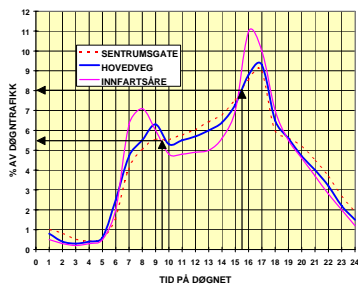
Trafikkvariasjon

- o Trafikkvariasjon er avhengig av tid på dagen, ukedag og tid på året.
- o Reisehensikt er viktig i denne sammenheng:
 - Arbeidsreiser
 - Varelevering
 - Innkjøpsreiser
 - Besøksreiser
 - Ferie og fritidsreiser osv.
- o På en enkelt veg er det imidlertid en blanding av mange ulike reisehensikter
- o Statens vegvesen har et omfattende telleopplegg med et stort antall registreringspunkt fordelt utover vegnettet

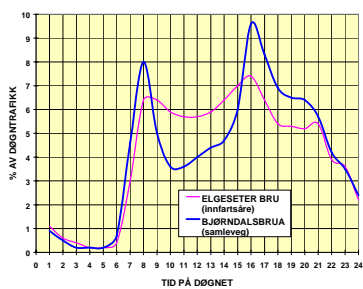
Inndeling i ulike vegtyper

- o M1 Samleveg med arbeidsreiser
- o M2 Arbeidsreiser og gjennomgangstrafikk
- o M3 Bygate
- o M4 Sterkt belastet hovedveg ved by
- o M5 Normalmønster for hovedveg
- o M6 Ferie/turistrute ved kysten
- o M7 Ferie/turistrute på fjellet

Døgnvariasjon, sentrumsgate

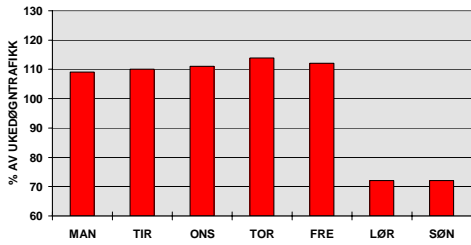


Døgnvariasjon, innfartsåre og samleveg



Variasjon over ulike dager i uka (M1)

M1 = SAMLEVEG MED ARBEIDSREISER

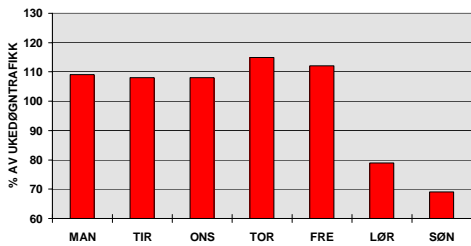


NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

Variasjon over ulike dager i uka (M2)

M2 = ARBEIDSREISER OG GJENNOMGANGSTRAFIKK

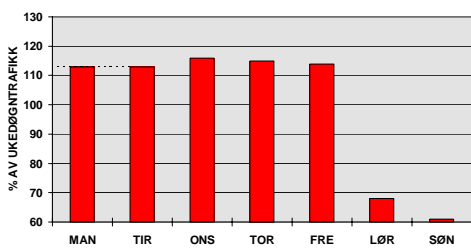


NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

Variasjon over ulike dager i uka (M3)

M3 = BYGATE

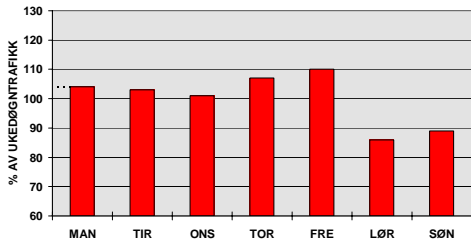


NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

Variasjon over ulike dager i uka (M4)

M4 = STERKT BELASTET HOVEDVEG VED BY

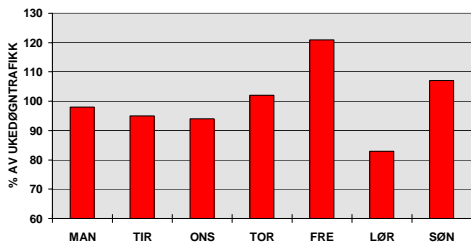


NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

Variasjon over ulike dager i uka (M5)

M5 = NORMALMØNSTER FOR HOVEDVEG

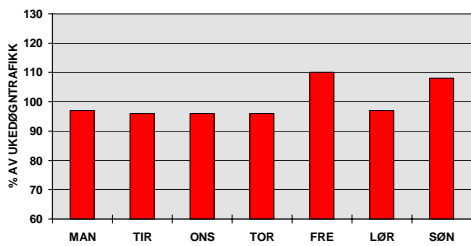


NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

Variasjon over ulike dager i uka (M6)

M6 = FERIE-/TURISTRUTE VED KYSTEN

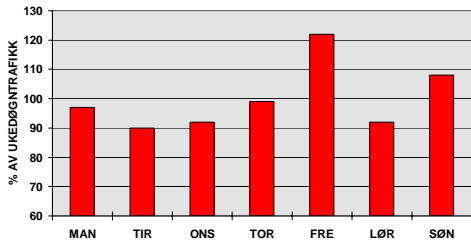


NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

Variasjon over ulike dager i uka (M7)

M7 = TURISTRUTE OVER HØYFJELLET

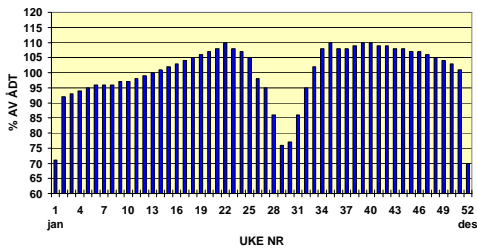


NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

Årsvariasjon (M1)

M1 - SAMLEVEG MED ARBEIDSREISER

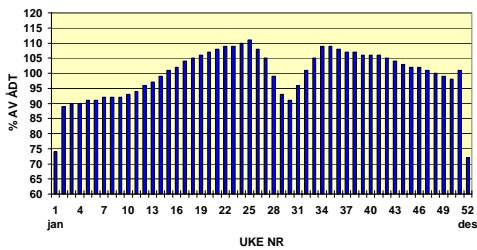


NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

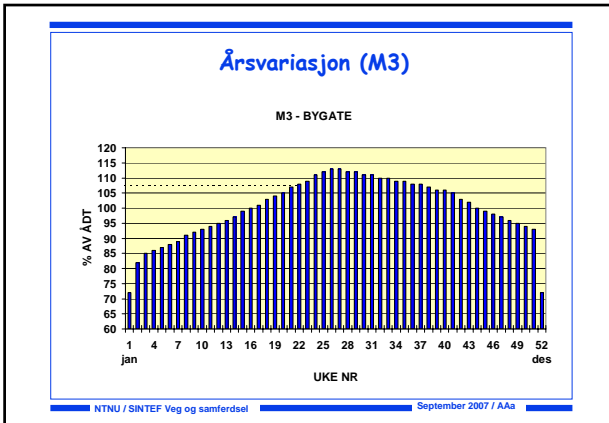
Årsvariasjon (M2)

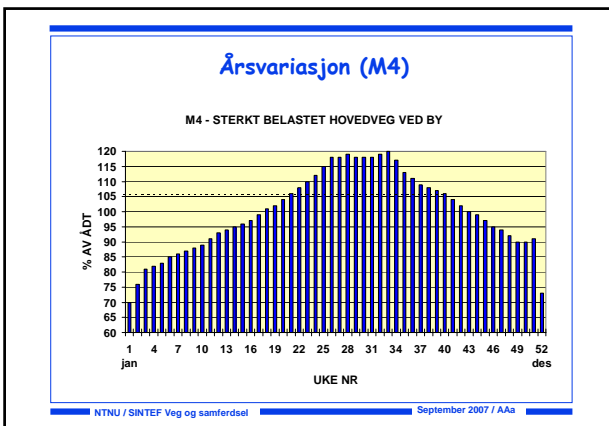
M2 - ARBEIDSREISER OG GJENNOMGANGSTRAFIKK

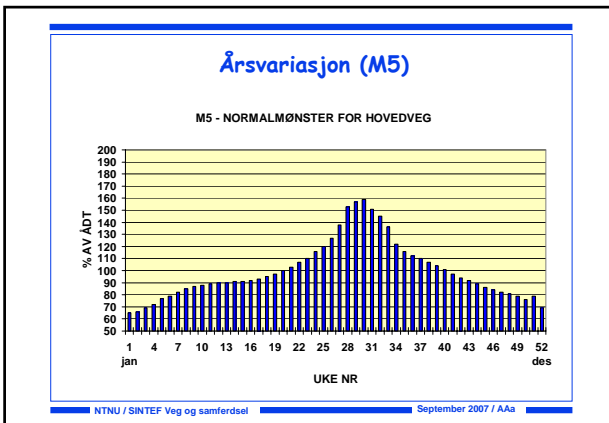


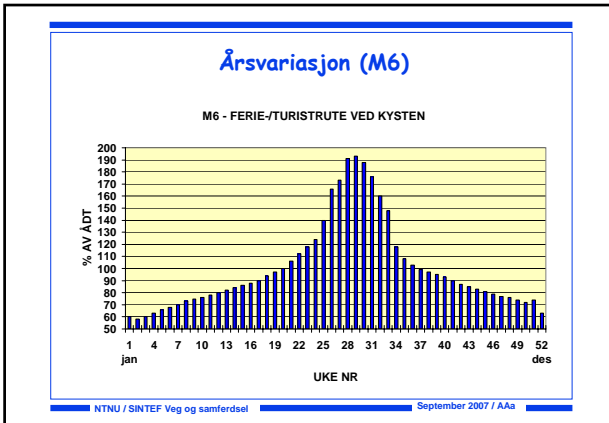
NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

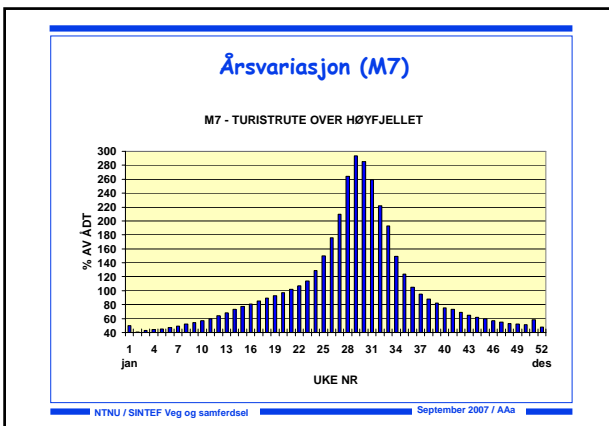
September 2007 / AAa











Formel for ÅDT og trafikkvariasjon

$M = \dot{A}DT * (a/100) * (b/100) * (c/100)$

- o a er prosentandel av trafikk i en periode (f.eks en time) i forhold til døgntrafikken
- o b er forholdet mellom trafikk denne ukedagen i forhold til gjennomsnittlig døgntrafikk over uken (angitt som prosentandel)
- o c er forholdet mellom gjennomsnittlig døgntrafikk over uken og årsdøgntrafikken $\dot{A}DT$ (angitt som prosentandel)

$\dot{A}DT = M * (100/a) * (100/b) * (100/c)$

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel September 2007 / AAa

Oppgaver

1. I en sentrumsgate er det registrert 1400 kjt i løpet av to timer fra 15-17 på en onsdag i uke 25. Beregn ÅDT for denne gata.
2. ÅDT på en turistrute over høyfjellet er angitt til 6000 kjt/døgn. Beregn trafikken på en fredag i uke 28.
3. ÅDT på en hovedveg er ca 15.000. Regn ut årets største og minste døgntrafikk.
4. På en tofeltsveg har vi registrert et trafikkvolum på 1000 kjt/t med 10 % tungtrafikk. Regn ut trafikken i personbiler pr time (pbe/t) dersom et tungt kjøretøy verdsettes til 2.5 pbe.

Hastighet (V)

- o Hastigheten uttrykker hvor langt du beveger deg pr tidsenhet
- o Vanlig benevnning er km/t eller m/s
- o Omregningsfaktoren mellom km/t og m/s er 3.6 (1 time = 3600 sek og 1 km = 1000 m)
- o $V \text{ [km/t]} = V \text{ [m/s]} * 3.6$
- o Eksempel:
 $72 \text{ km/t} = 72/3.6 = 20 \text{ m/s}$
 $30 \text{ m/s} = 30*3.6 = 108 \text{ km/t}$
 $6 \text{ km/t} = 6/3.6 = 1.67 \text{ m/s (vanlig ganghastighet)}$

Punkthastighet

- o Punkthastighet måles i et punkt eller over en kort strekning
- o Kan for eksempel registreres ved hjelp av induktive sløyfer i vegbanen eller en radar
- o Gjennomsnittlig punkthastighet kan bergenes ved å summere alle hastighetene og dele på antallet

$$V_p = (V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n) / n$$

Strekningshastighet

- Strekningshastighet måles over en noe lengre strekning
- For et enkelt kjøretøy kan vi beregne strekningshastigheten ved å måle tidsforbruket t over en viss avstand L :
- $V = L/t$ (fart = veg/tid)
- Gjennomsnittlig strekningshastighet (V_s) kan ikke beregnes på samme måte som gjennomsnittlig punktkastighet
- Vi må først finne gjennomsnittlig tidsforbruk T på strekningen og så beregne V_s :
- $T = (t_1+t_2+\dots+t_n)/n$ og $V_s = L / T$

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

Reisetid

- Reisetiden mellom A og B er omvendt proporsjonal med strekningshastigheten på denne strekningen
- $V_s = L/T$ (fart = avstand / tid)
- $T = L/V_s$ (tid = avstand / fart)
- $L = V_s * T$ (avstand = fart * tid)
- Eksempel:
Du kjører en strekning på 350 km med gjennomsnittlig strekningshastighet på 70 km/t.
Reisetiden blir da $350 / 70 = 5$ timer.

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

Eksempel

1. To biler kjører en strekning på 120 km.
Bil A kjører i 60 km/t hele veien.
Bil B kjører først i 40 km/t og øker til 80 km/t når han kommer halvveis. Hvem kommer først fram?
2. Hvor fort måtte B ha kjørt på siste halvdel for å komme fram samtidig med A?
3. Hvordan går det dersom B kjører like i like lang tid med hastighetene 40 km/t og 80 km/t.
4. Vi måler tidsforbruket for 5 biler på en strekning på 1 km.
Vi registrerer tidene 45, 46, 51, 48 og 50 sekunder. Hva er gjennomsnittlig strekningshastighet?

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

September 2007 / AAa

Tidsluker

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

Tetthet (D)

- Tetthet (D) defineres som antall biler pr km veg
- Vanlig enhet er kjt/km
- Gjennomsnittlig avstand (S) i meter mellom hvert kjøretøy (målt fra front til front) er omvendt proporsjonal med tettheten.
- $S = 1000 / D$ og $D = 1000 / S$
- Dersom vi skal se på den fysiske avstanden i meter fra fronten av din bil til bakenden av bilen foran, må vi også ta hensyn til kjøretøyets lengde.
- Vi kan også definere oppfyllingsgrad som summen av kjøretøyenes lengde delt på vgstrekningens lengde

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

- Oppgave:
Gå sammen to-tre personer og diskuter dere fram til rimelige verdier på M, V og D for en tofeltsveg med "relativt stor trafikk".

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

- Sammenheng mellom M, V og D:

$$M = V \cdot D$$

eller om du vil: $V = M / D$ og $D = M / V$

- Huskeregel - tenk på hvilke enheter som M, V og D måles i:
 $M [\text{kJt}/\text{t}] = V [\text{km}/\text{t}] \cdot D [\text{kJt}/\text{km}]$

Reisetid, kjøretid og forsinkelse

- Reisetid = Normal kjøretid + Forsinkelse
- Hva ligger egentlig i begrepet "Normal kjøretid"?
- Hvilken type informasjon ville du helst hatt om du fikk velge mellom:
- Reistid på strekningen fra A til B
- Forsinkelse på strekningen fra A til B
- Vi skiller mellom geometrisk forsinkelse, forsinkelse på grunn av regulering og forsinkelse på grunn av andre kjøretøy.

Oversikt over noen begreper og sammenhenger

	<i>Symbol</i>	<i>Enhet</i>	<i>Formel</i>
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	$T=L / V$

Oppgaver

1. På en 10 km lang vegstrekning er det registrert et trafikkvolum på 1200 kj/t. Vi antar en gjennomsnittlig strekningshastighet på 60 km/t. Regn ut:
 - Gjennomsnittlig tetthet på strekningen
 - Gjennomsnittlig tidsluke i sekunder mellom bilene
 - Gjennomsnittlig avstand i meter mellom bilene
 - Hvor lang tid vil en i gjennomsnitt bruke på denne vegstrekningen?
2. Anta at du bor 60 km fra arbeidsplassen din. På turen til arbeid bruker du 50 minutter. Regn ut:
 - Hvor lang tid kan du bruke hjemover igjen dersom du skal ha en strekningshastighet på 60 km/t på hele turen hjemmefra til arbeid om morgenen og hjem igjen på ettermiddagen?
 - Hvor stor er strekningshastigheten på vei til arbeid?
 - Hvor stor er strekningshastigheten på hjemvegen?
