

EVU kurs Trafikkteknikk Oslo høsten 2007

Grunnleggende trafikkregulering

- begreper, definisjoner og sammenhenger



Arvid Aakre

NTNU / SINTEF Veg og samferdsel

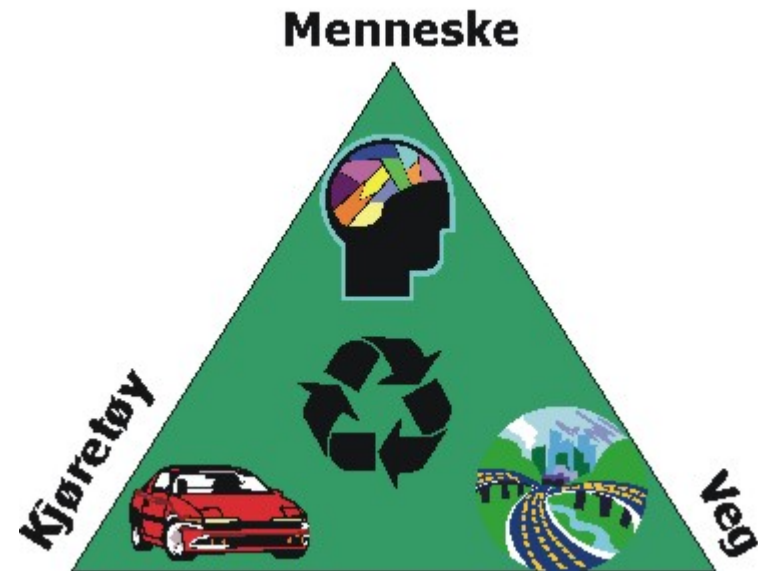
arvid.aakre@ntnu.no

Innledning

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

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



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 kvalitet av trafikkavviklingen
- Eksempler:
 - Sammenheng mellom fartsvalg og antall biler på vegen
 - Sammenheng mellom kø og forsinkelse
 - Hvor lang skal grøntidene være i et signalkryss?
 - Hvor stor er kapasiteten på denne vegen?

Trafikkvolum (M)

- Trafikkvolum (M) defineres som antall kjøretøy pr tidsenhet
- $M = n / T$ (der n er antall kjøretøy og T er tida)
- Vanlig benevning er kjt/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

- Andel tunge kjøretøy beregnes i prosent av totaltrafikken
- I praksis bruker vi ofte en lengdeklassifisering i stedet for vekt siden lengden er enklere å måle
- Dette fører til en del problemer i praktisk bruk og forståelse av andel tungtrafikk
- 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)

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

Andre begrep:

- SDT - sommerdøgntrafikk (juni, juli og august)
- YDT - yrkesdøgntrafikk (man-fre)
- HDT - helgedøgntrafikk (lør-søn)
- Det er stor variasjon i døgntrafikken (DT) fra døgn til døgn
- På et døgn kan vi i enkelte tilfelle ha en døgntrafikk som er opptil 3-4 ganger større enn ÅDT

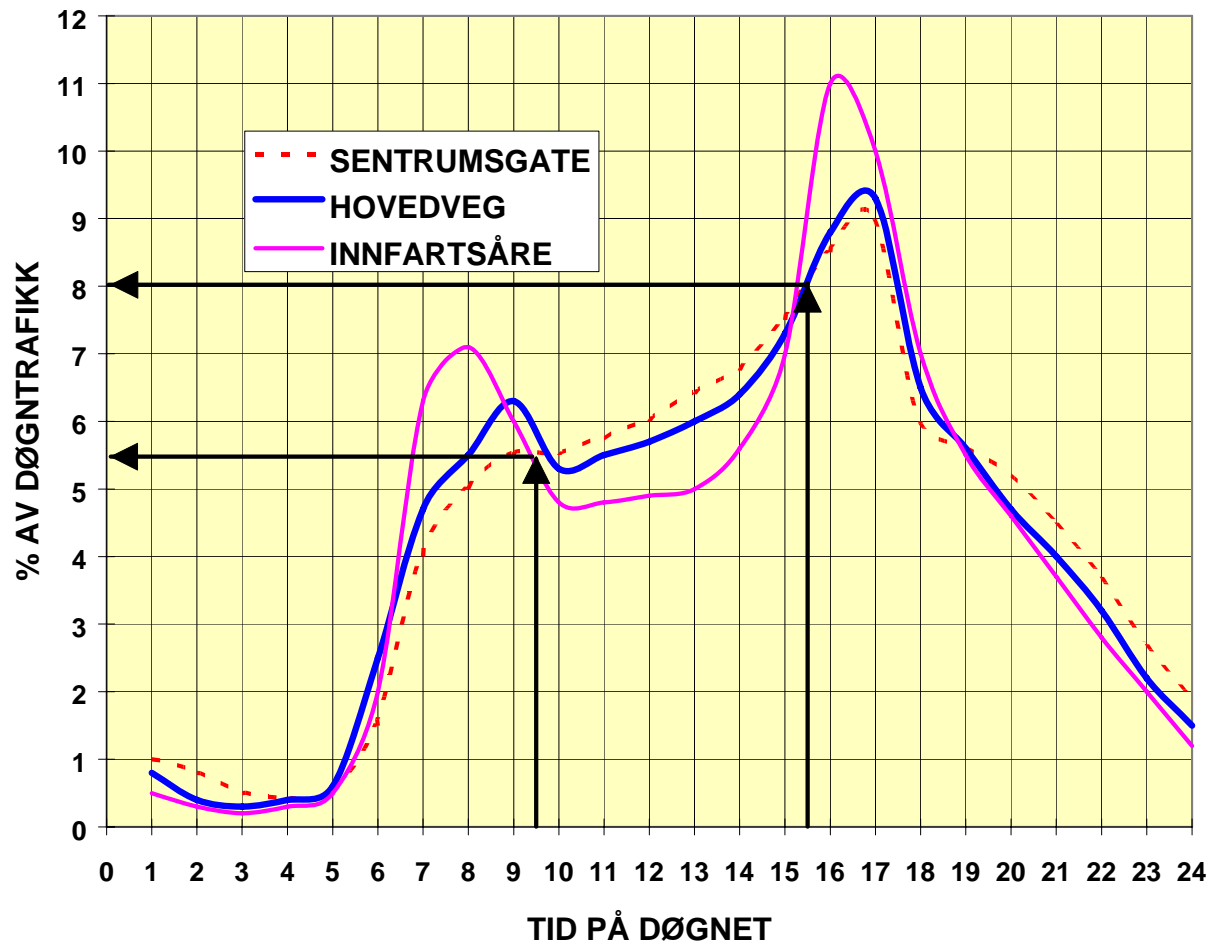
Trafikkvariasjon

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

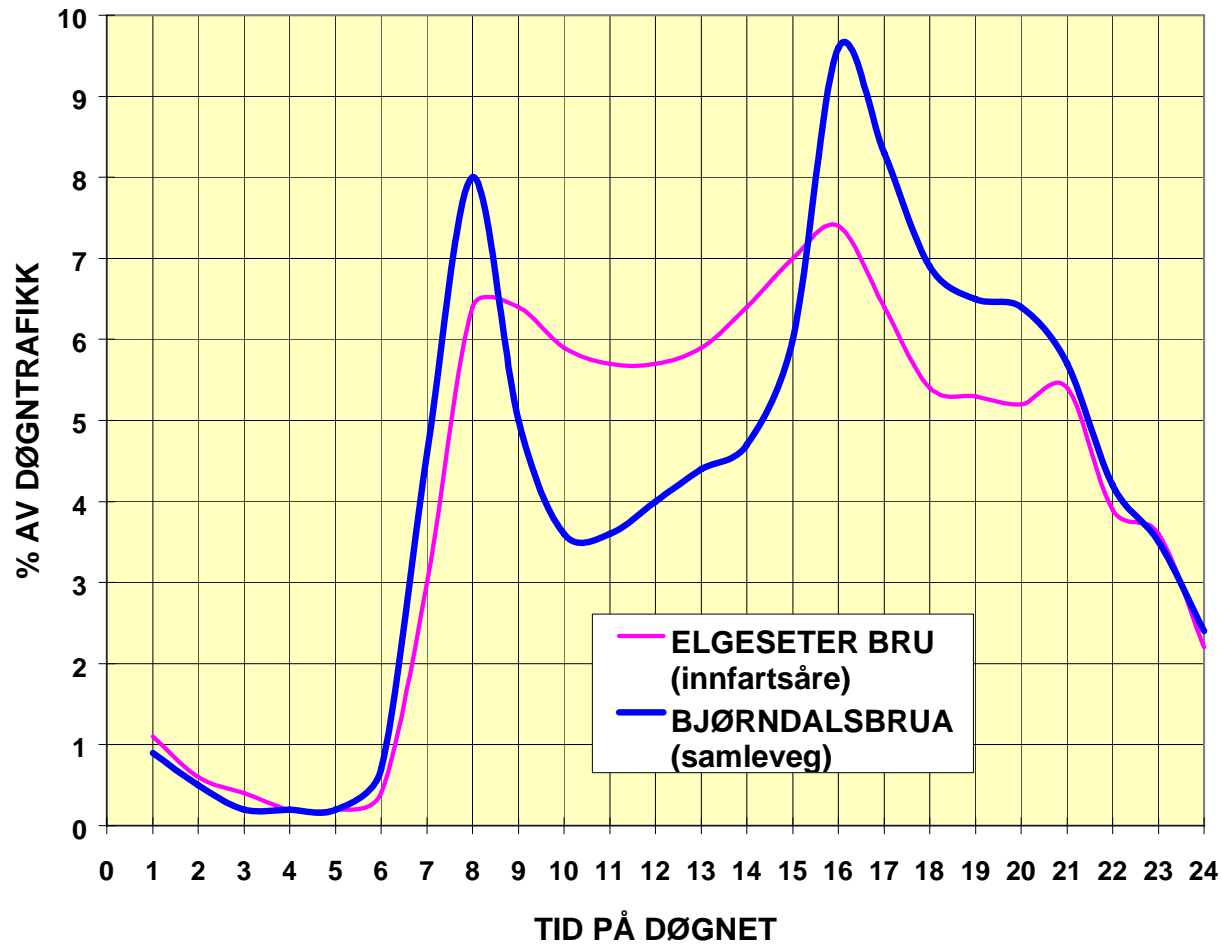
Inndeling i ulike vegtyper

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

Døgnvariasjon, sentrumsgate

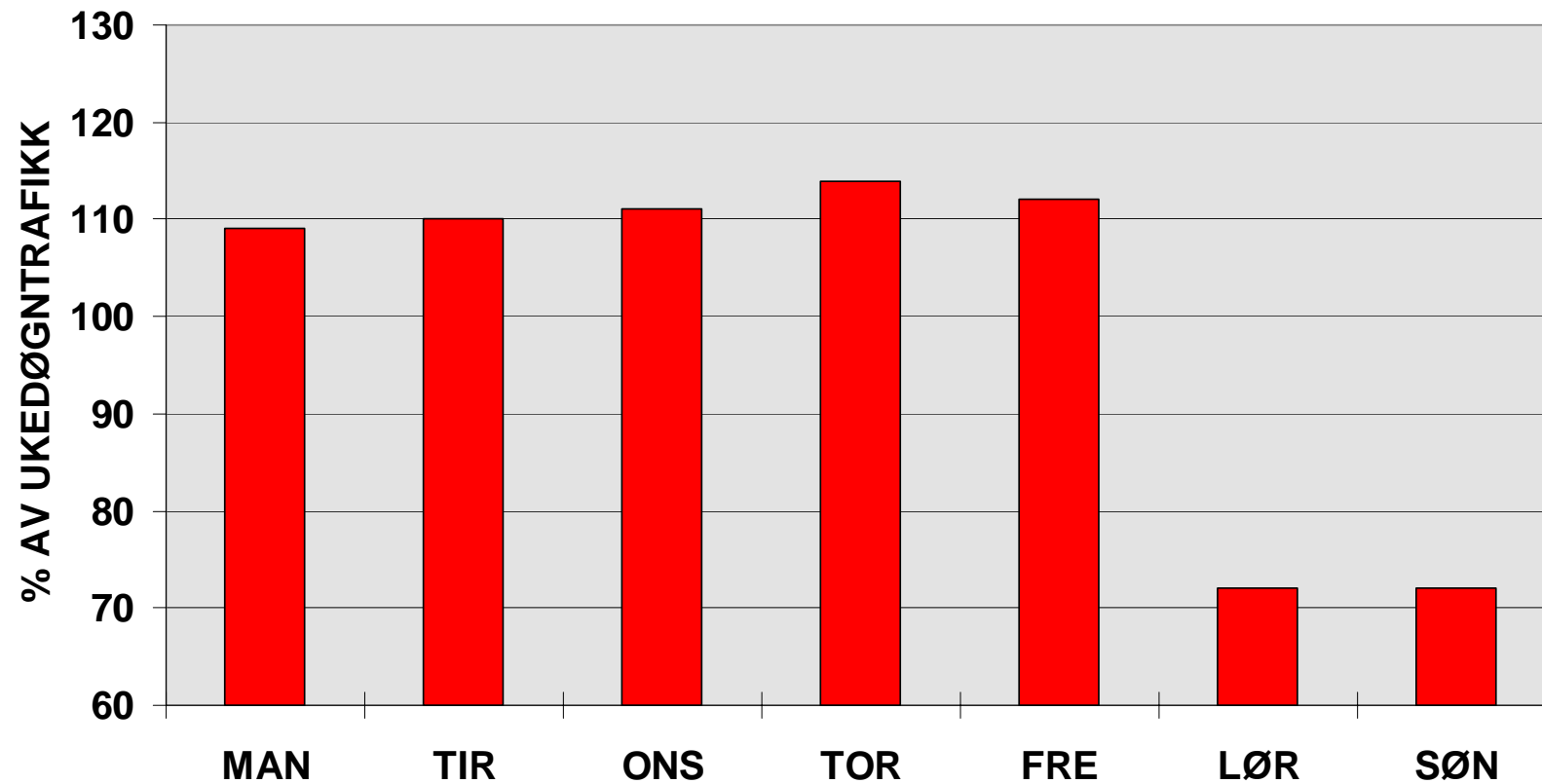


Døgvariasjon, innfartsåre og samleveg



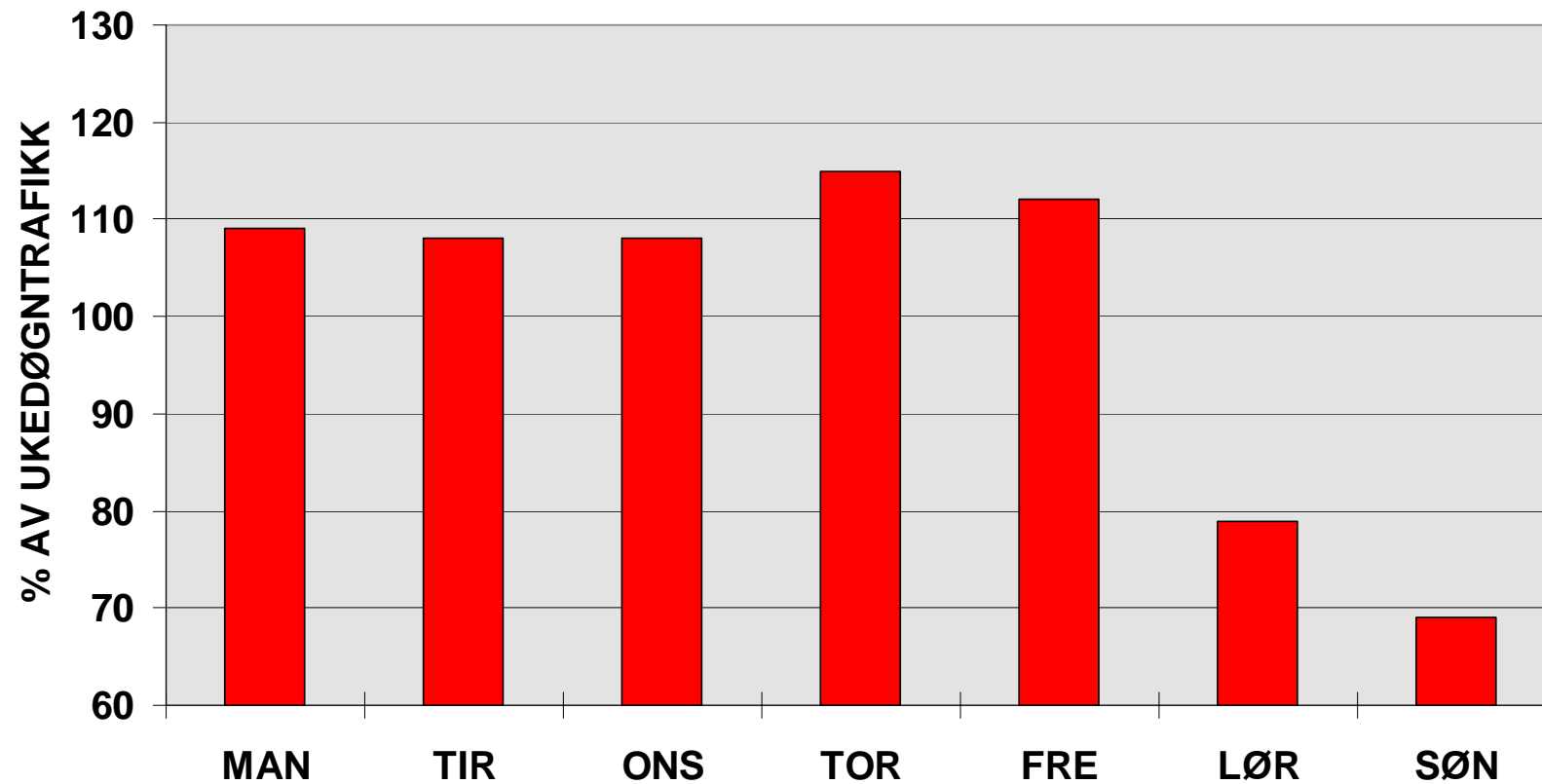
Variasjon over ulike dager i uka (M1)

M1 = SAMLEVEG MED ARBEIDSREISER



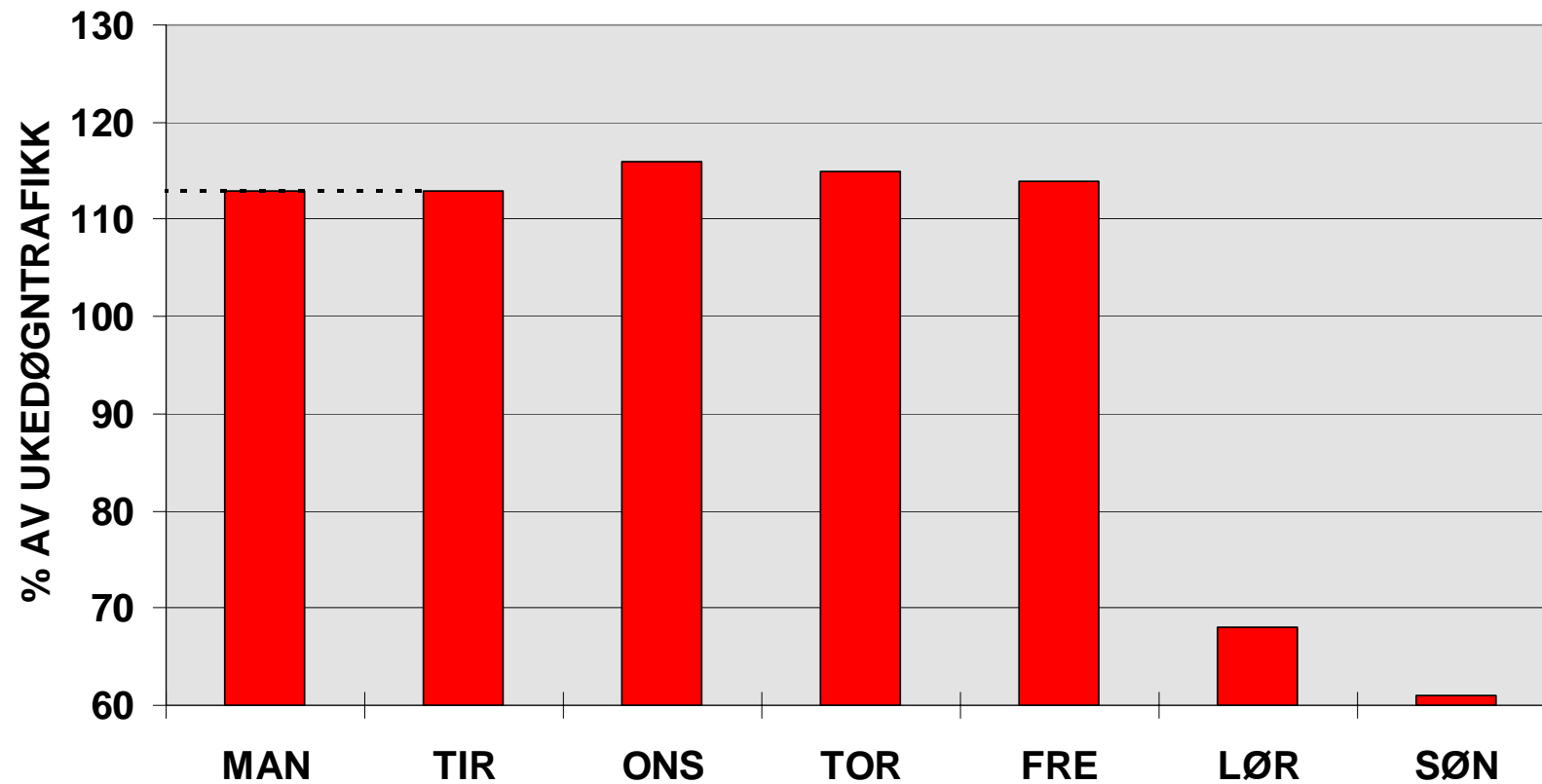
Variasjon over ulike dager i uka (M2)

M2 = ARBEIDSREISER OG GJENNOMGANGSTRAFIKK



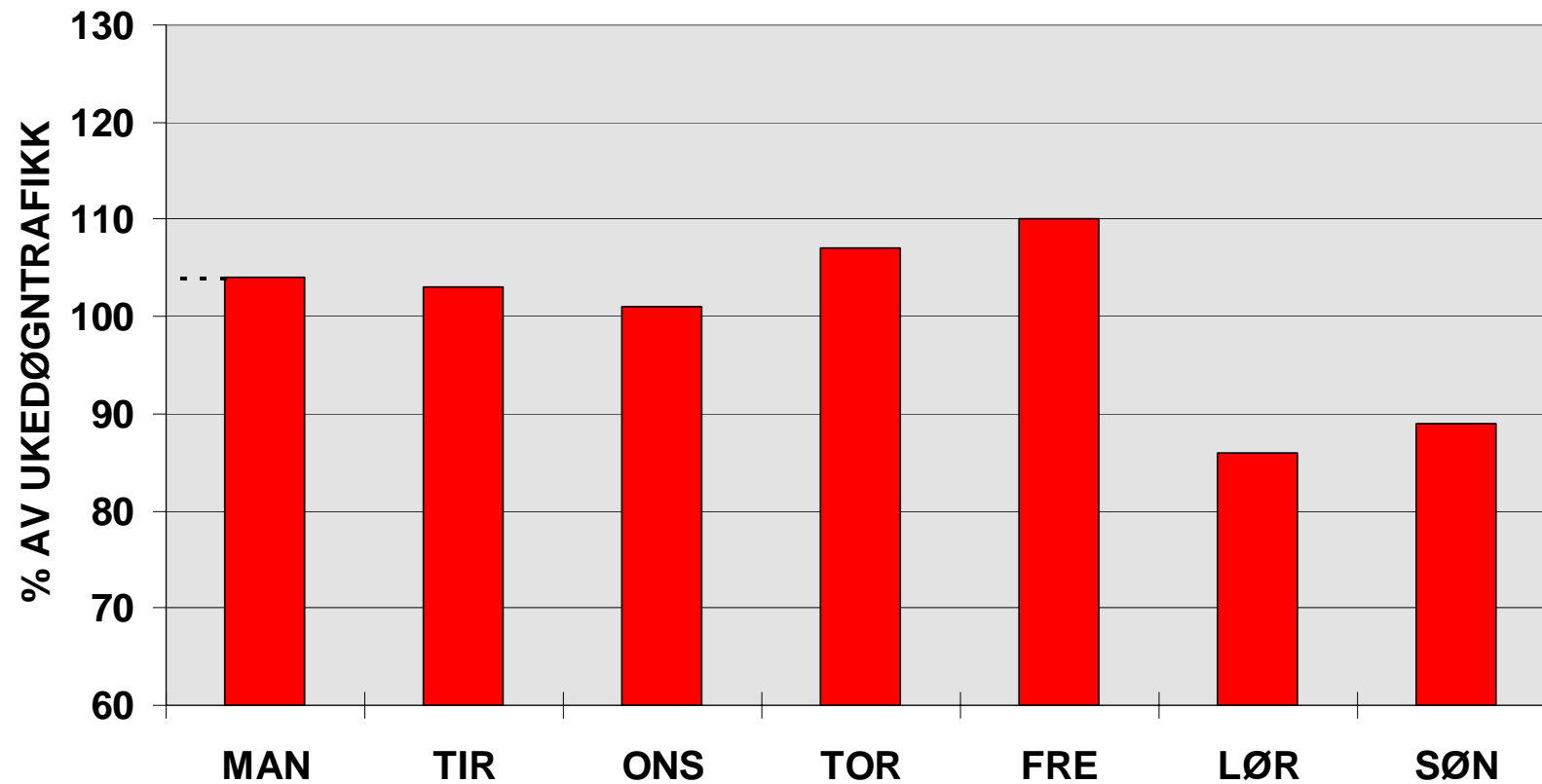
Variasjon over ulike dager i uka (M3)

M3 = BYGATE



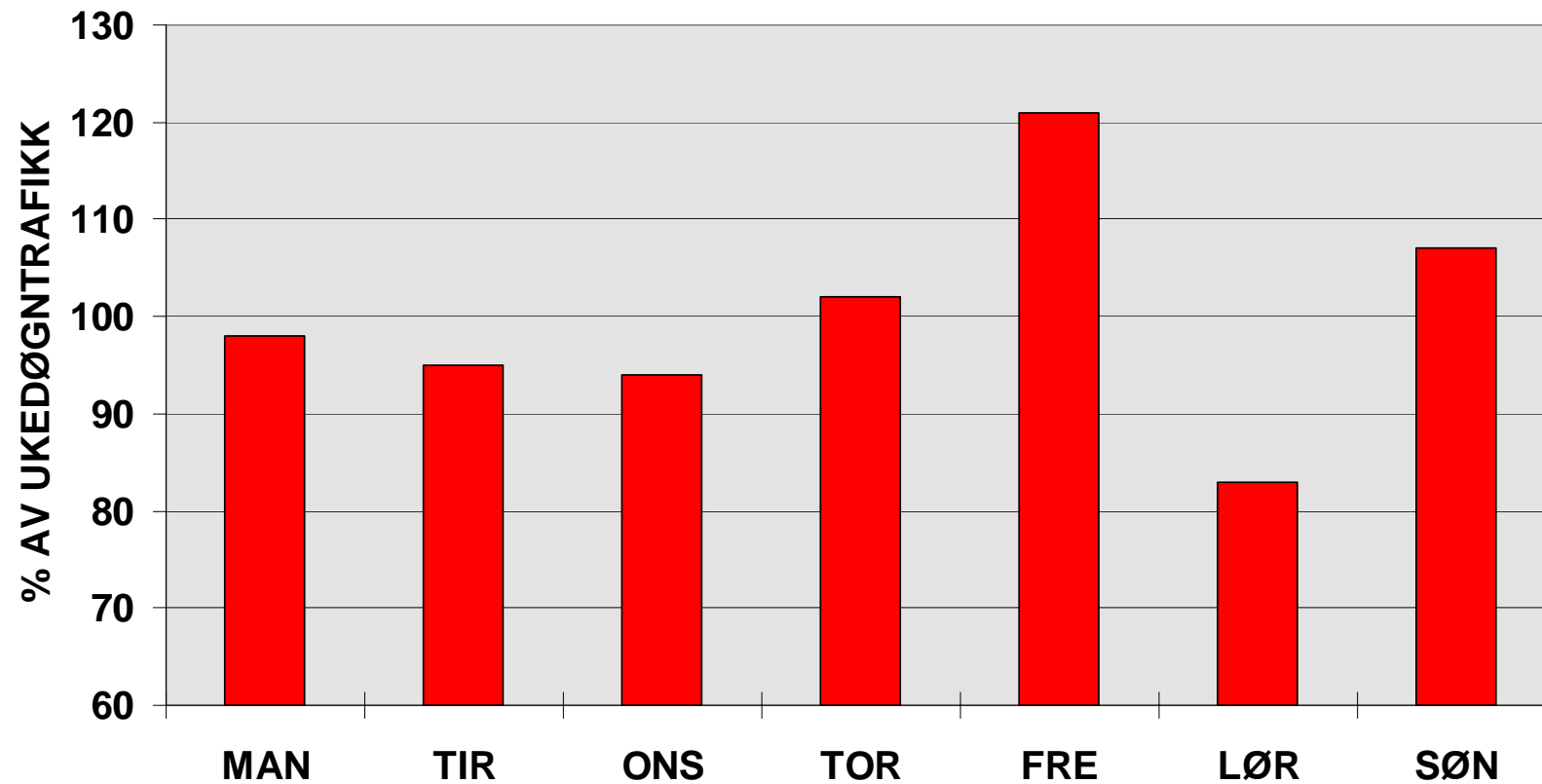
Variasjon over ulike dager i uka (M4)

M4 = STERKT BELASTET HOVEDVEG VED BY



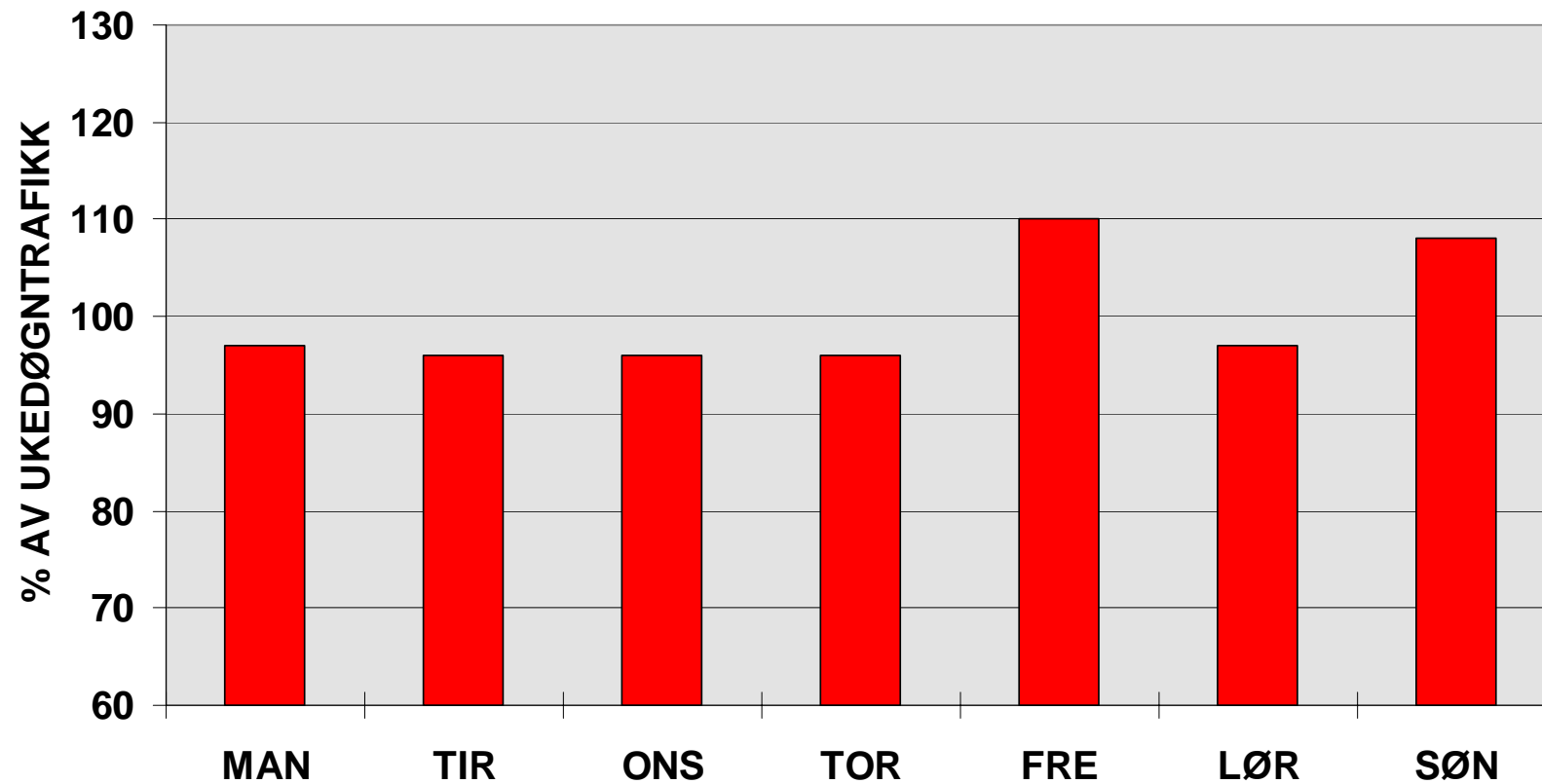
Variasjon over ulike dager i uka (M5)

M5 = NORMALMØNSTER FOR HOVEDVEG



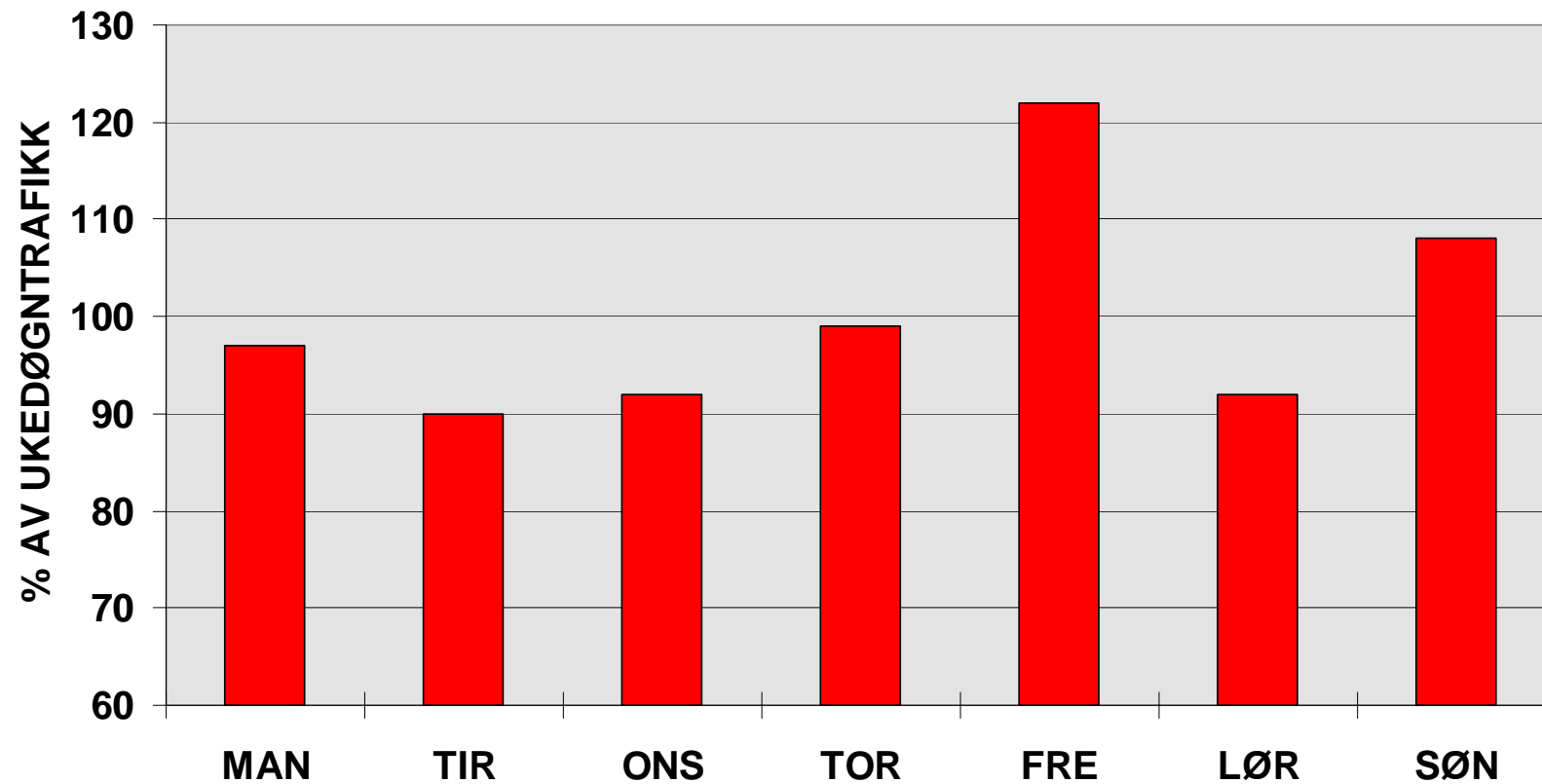
Variasjon over ulike dager i uka (M6)

M6 = FERIE-/TURISTRUTE VED KYSTEN



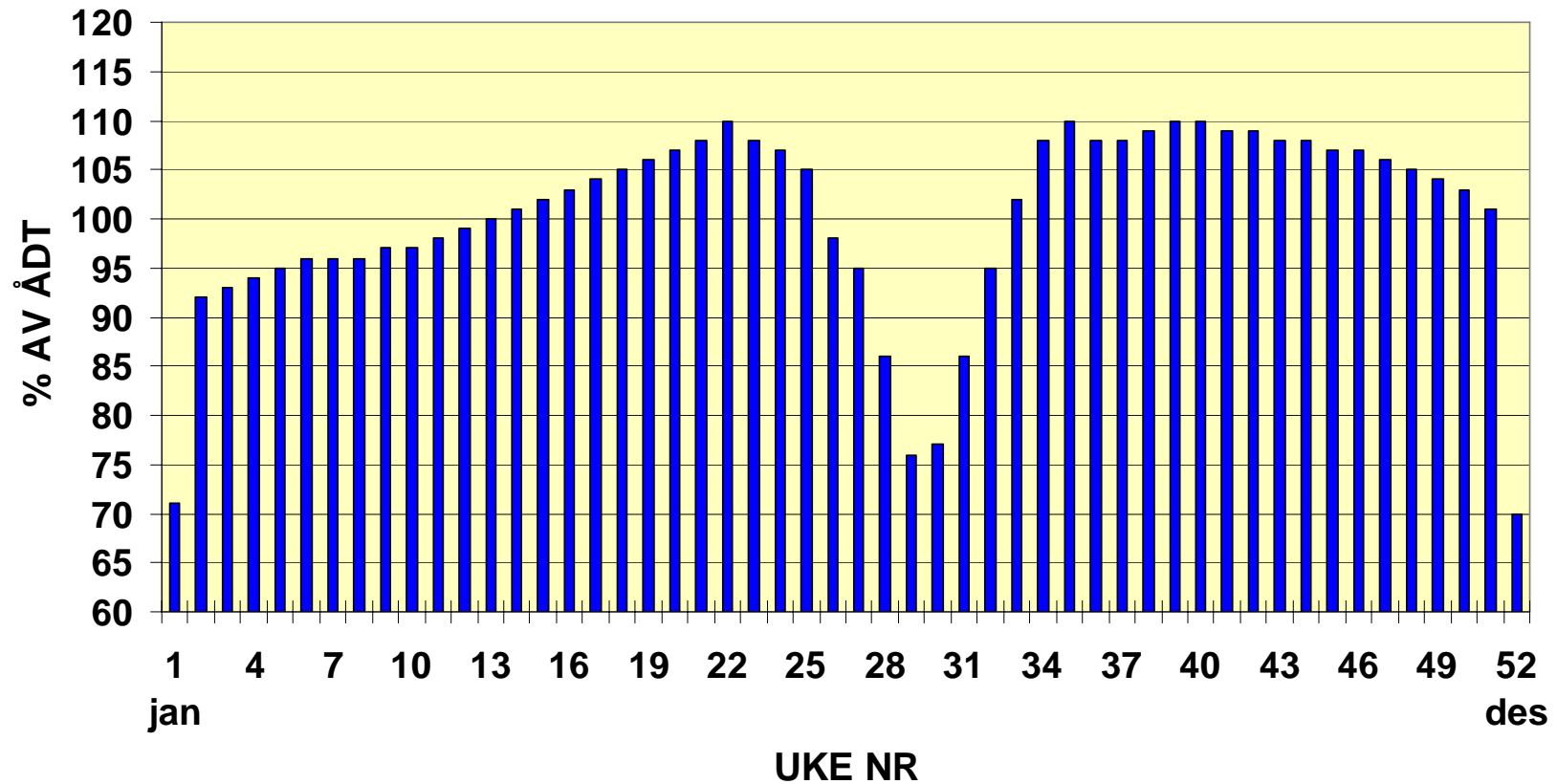
Variasjon over ulike dager i uka (M7)

M7 = TURISTRUTE OVER HØYFJELLET



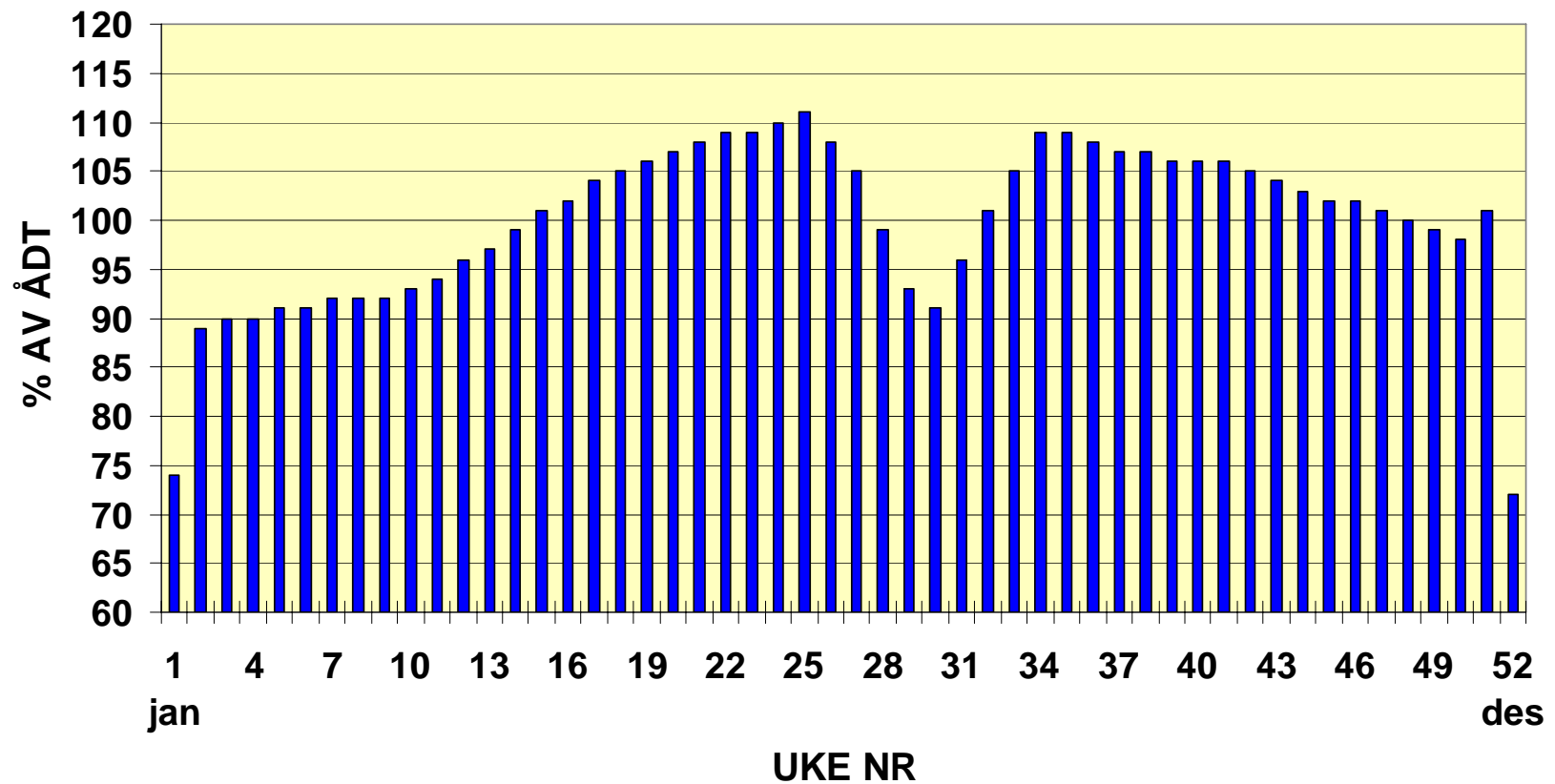
Årsvariasjon (M1)

M1 - SAMLEVEG MED ARBEIDSREISER



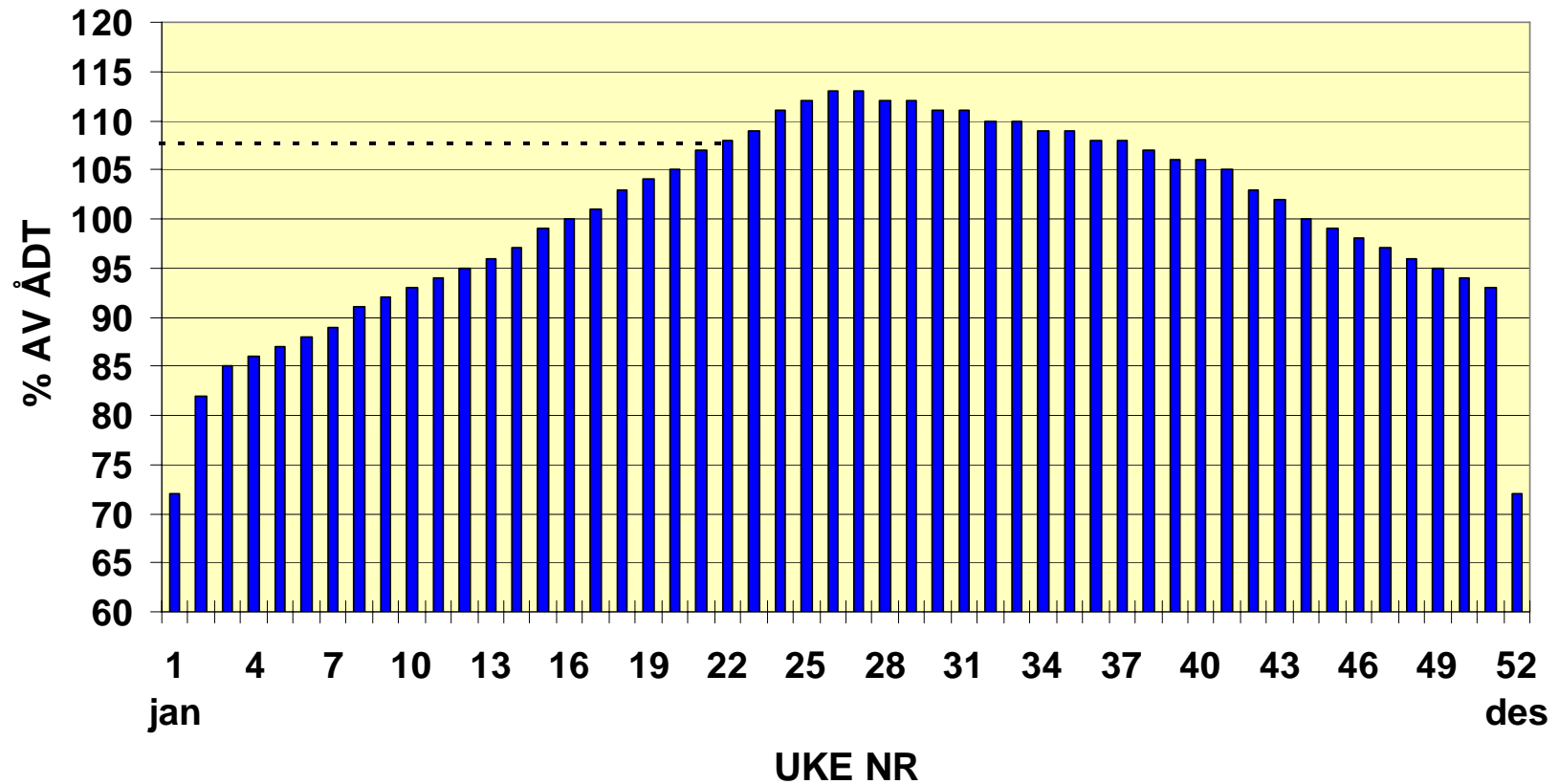
Årsvariasjon (M2)

M2 - ARBEIDSREISER OG GJENNOMGANGSTRAFIKK



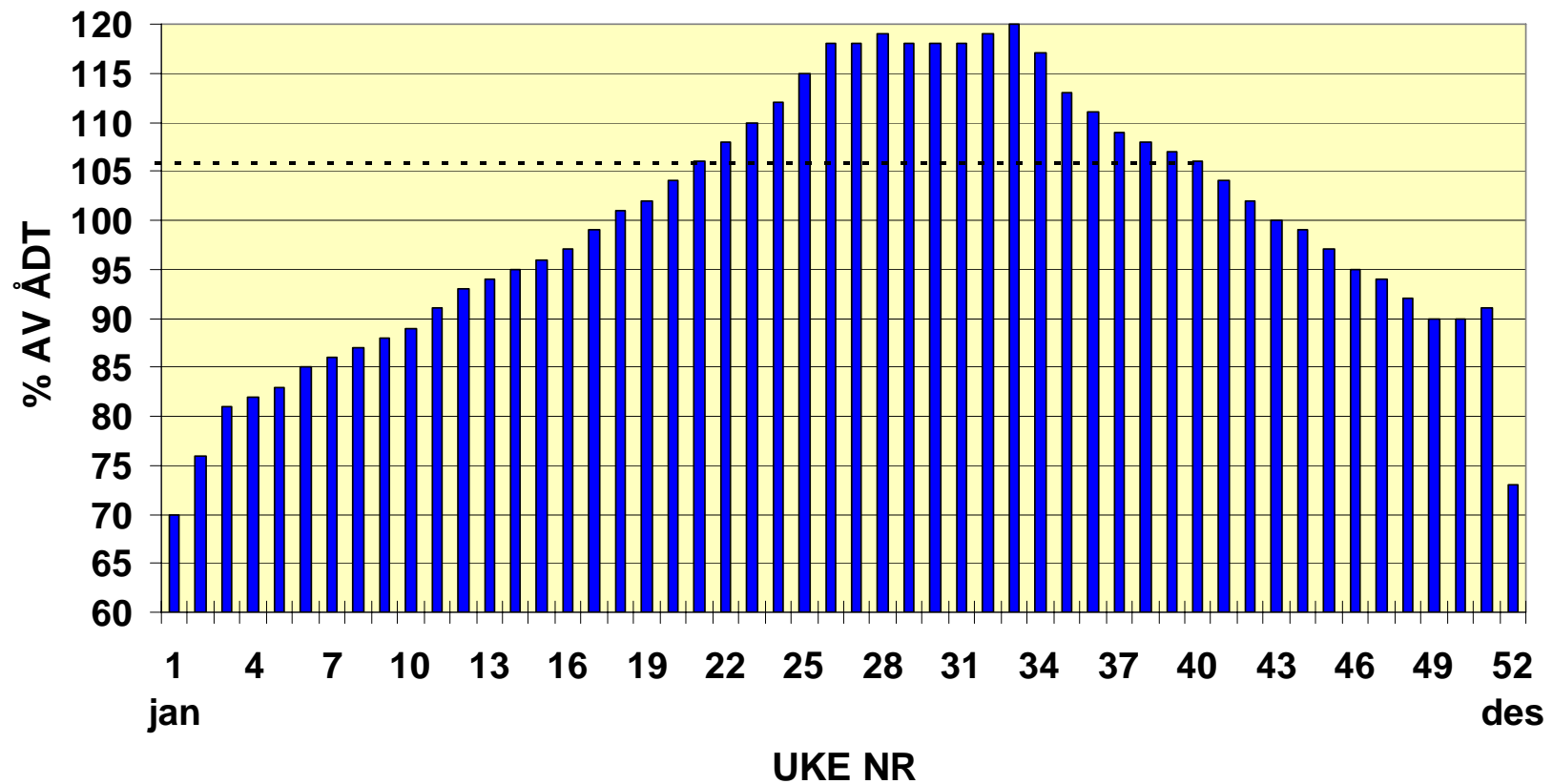
Årsvariasjon (M3)

M3 - BYGATE



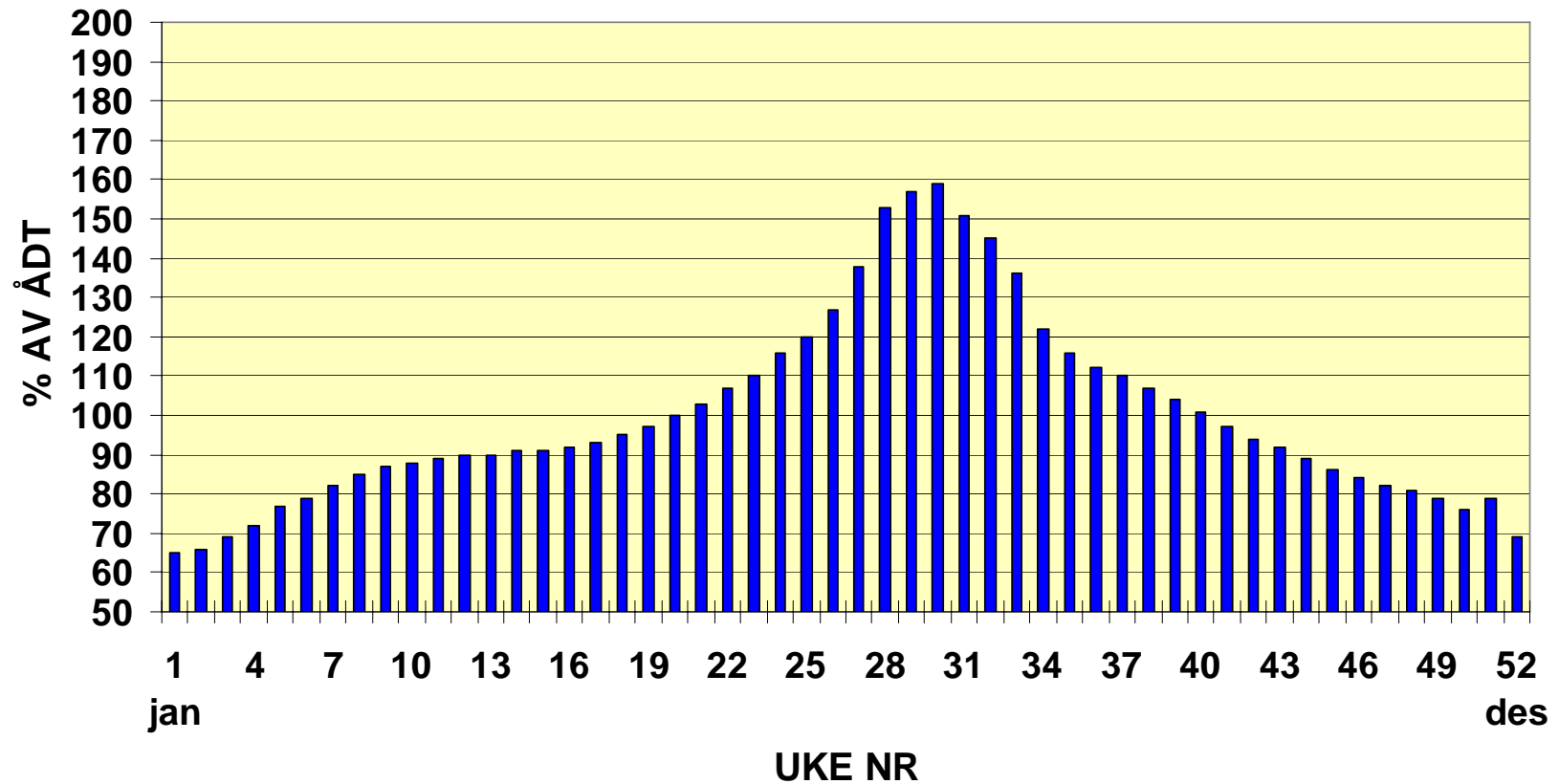
Årsvariasjon (M4)

M4 - STERKT BELASTET HOVEDVEG VED BY



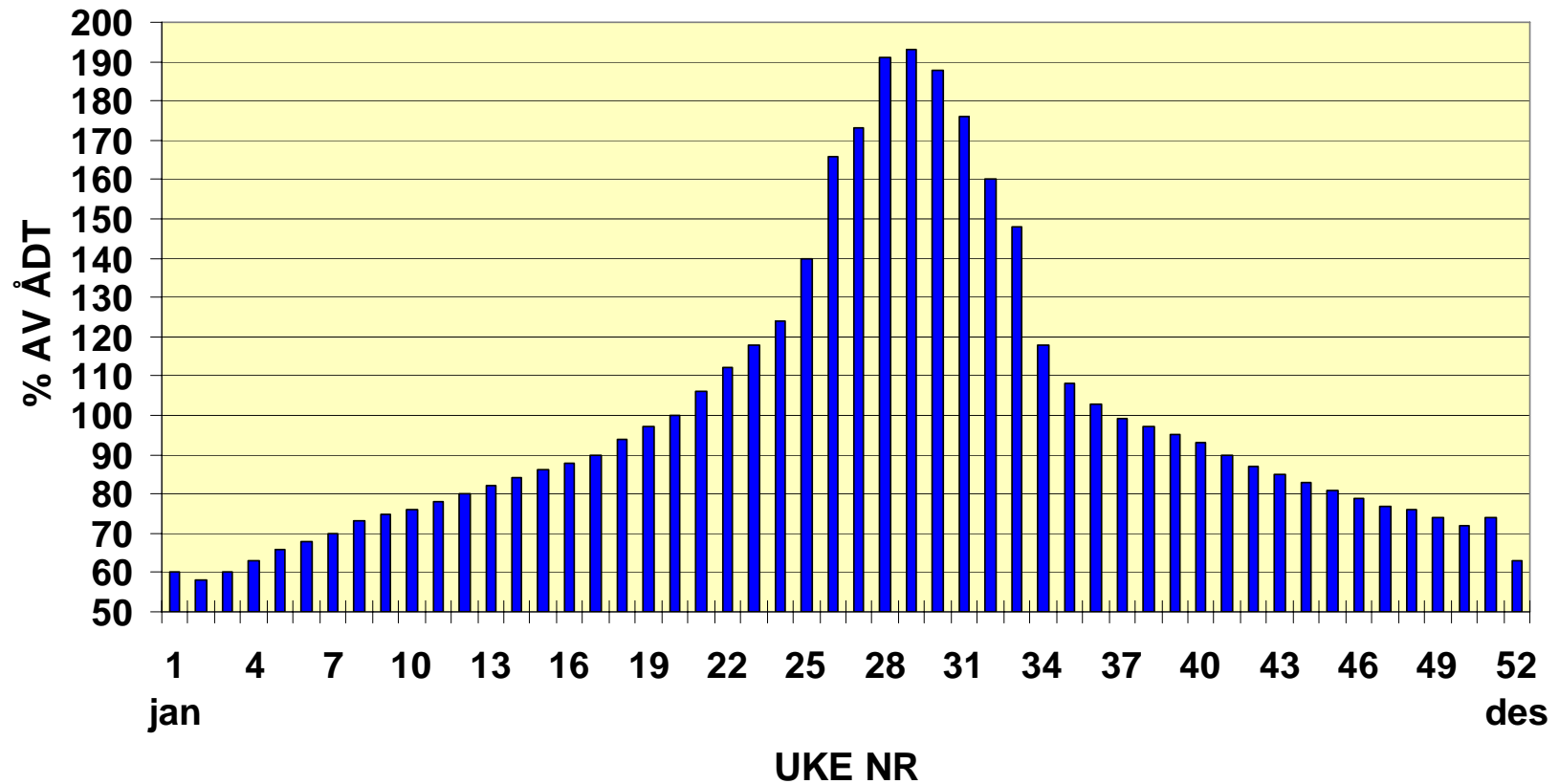
Årsvariasjon (M5)

M5 - NORMALMØNSTER FOR HOVEDVEG



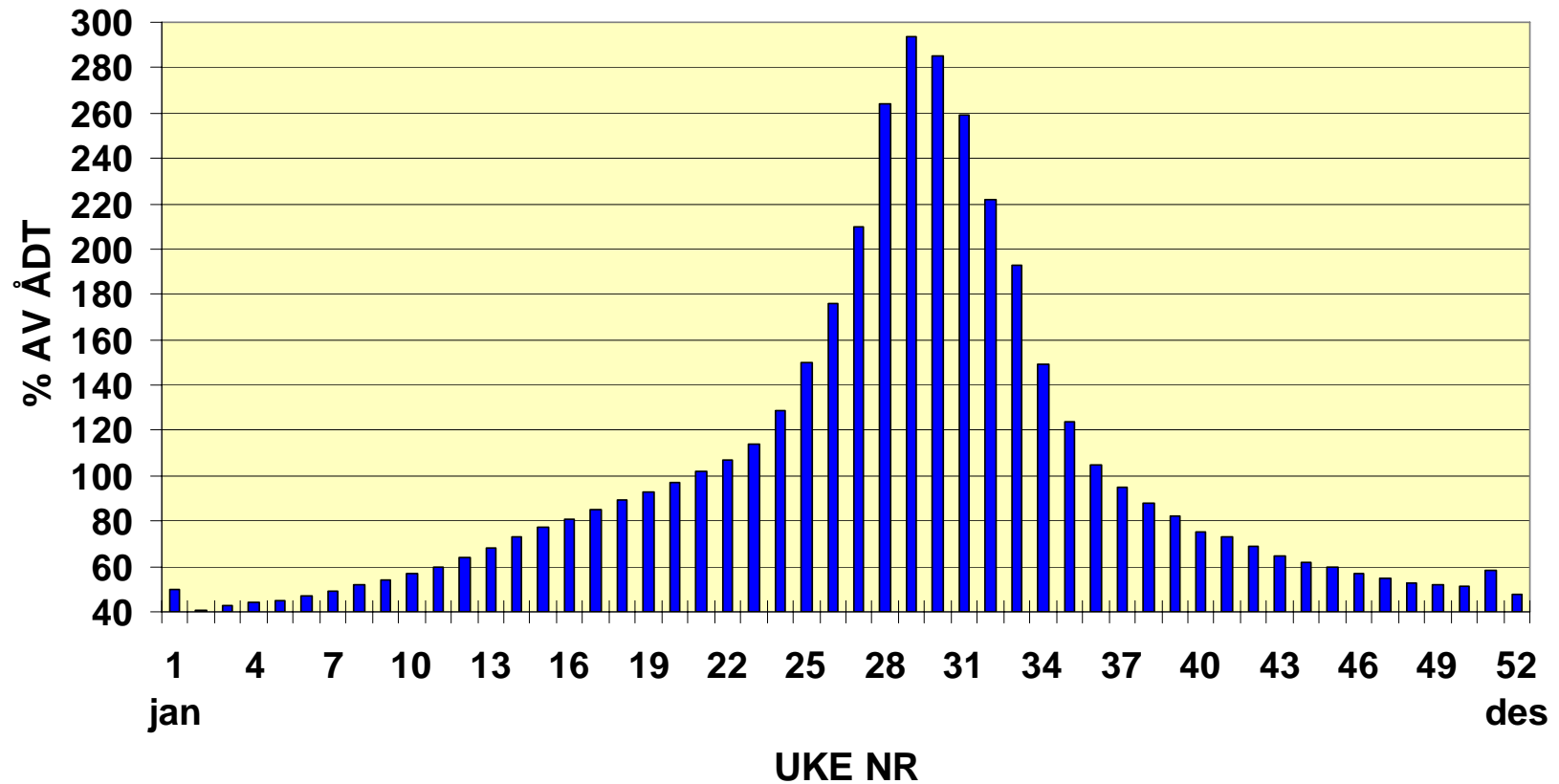
Årsvariasjon (M6)

M6 - FERIE-/TURISTRUTE VED KYSTEN



Årsvariasjon (M7)

M7 - TURISTRUTE OVER HØYFJELLET



Formel for ÅDT og trafikkvariasjon

$$M = \text{ÅDT} * (a/100) * (b/100) * (c/100)$$

- 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 ÅDT (angitt som prosentandel)

$$\text{ÅDT} = M * (100/a) * (100/b) * (100/c)$$

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 personbilenheter pr time (pbe/t) dersom et tungt kjøretøy verdsettes til 2.5 pbe.

Hastighet (V)

- Hastigheten uttrycker hvor langt du beveger deg pr tidsenhet
- Vanlig benevning er km/t eller m/s
- Omregningsfaktoren mellom km/t og m/s er 3.6 (1 time = 3600 sek og 1 km = 1000 m)
- $V [\text{km/t}] = V [\text{m/s}] * 3.6$
- 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

- Punkthastighet måles i et punkt eller over en kort strekning
- Kan for eksempel registreres ved hjelp av induktive sløyfer i vegbanen eller en radar
- Gjennomsnittlig punkthastighet kan berignes 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 tidsforbuket t over en viss avtand 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 $V_s = L / T$

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.

Eksempel

1. To biler kjører en strekning på 120 km.
Bil A kjører i 60 km/t hele vegen.
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?

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 kjt/t $\rightarrow TL = 3600/600 = 6$ sek
 $TL = 3$ sekunder $\rightarrow M = 3600/3 = 1200$ 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 vegstrekningens 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)

- o Sammenheng mellom M, V og D:

$$M = V * D$$

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

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

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 kjt/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?