

# TRVMB Kapacitet och framkomlighetseffekter

Trafikverkets metodbeskrivning för beräkning av kapacitet och framkomlighetseffekter i vägtrafikanläggningar

TRV 2013:64343



Titel: TRVMB Kapacitet och framkomlighetseffekter  
Trafikverkets metodbeskrivning för beräkning av kapacitet och framkomlighetseffekter i vägtrafikanläggningar  
Dokument ID: TRV 2013:64343  
Utgivningsdatum: April 2014  
Utgivare: Trafikverket  
Kontaktperson: Freddie Westman  
Produktion: Grafisk form  
Tryck: Ineko  
Distributör: Trafikverket

# Innehåll

Beslut

Kapitel 1

Kapitel 2 Motorvägar och trafikplatser

Kapitel 3 Landsvägar

Kapitel 4 Signalreglerade korsningar

Kapitel 5 Ej signalreglerade korsningar

Kapitel 6 Cirkulationsplatser



Ärendenummer  
TRV 2014/16906  
Ert ärendenummer  
[Motpartens ärendelD]

Sidor  
1(2)

## BESLUT

Beslutat av  
Kalander Lennart,  
cSpl  
Dokumentdatum  
2014-03-15



# Beslut om Trafikverkets Metodbeskrivning för beräkning av kapacitet och framkomlighetseffekter i vägtrafikanläggningar

– Verksgemensamt beslut

## Beslut

TRVMB Metodbeskrivning för beräkning av kapacitet och framkomlighetseffekter i vägtrafikanläggningar är ett trafikverksdokument som innehåller Trafikverkets tekniska råd för dimensionering och utformning av vägtrafikanläggningar med hänsyn till kapacitet och framkomlighetseffekter.

TRVMB Metodbeskrivning för beräkning av kapacitet och framkomlighetseffekter i vägtrafikanläggningar är av dokumenttypen råd och är en del av Trafikverkets Anläggningsstyrning.

Dokumentet ska vid projektering av vägar användas tillsammans med TRVK Vägars och gators utformning (2012:179) och TRVÖK Vägars och gators utformning (2012:181)

TRVMB Metodbeskrivning för beräkning av kapacitet och framkomlighetseffekter i vägtrafikanläggningar ska användas från och med den 1 april 2014.

Dispenser från detta regelverk hanteras enligt Trafikverkets rutin TDOK 2012:90 Dispens från tekniska krav.

Dokumentet kommer att finnas tillgängligt på Trafikverkets hemsida.

## Bakgrund

Dokumentet ersätter Handbok för beräkning av kapacitet, kölängd, fördröjning i vägtrafikanläggningar (TV 131) Statens Vägverk 1977. Metoderna har uppdaterats tekniskt. Materialet har anpassats till Trafikverkets regelpyramid.

## Samråd och sakgranskning

Metodbeskrivningen är utarbetad i Metcap-projektet av KTH och VTI. En referensgrupp med representanter för kommuner, konsulter och Trafikverkets olika delar har deltagit i arbetet.

Metodbeskrivningen har redovisats i nätverk Planering.

## Riskhantering

Inga risker har identifierats.

## Konsekvensbeskrivning

Införandet innebär bättre effektberäkningar och -bedömningar.

Ärendenummer  
TRV 2014/16906  
Ert ärendenummer  
[Motpartens ärendeID]

Sidor  
2(2)

## BESLUT

Beslutat av  
Kalander Lennart,  
cSpl  
Dokumentdatum  
2014-03-15



### **Kommunikation och implementering**

Samhälle är ansvariga för kommunikation och implementering.

### **Uppföljning**

Uppföljning och kontroll sker via redovisade kapacitetsberäkningar i åtgärdsvalsstudier och vägplaner.

Kalander Lennart, cSpl

# Innehållsförteckning

## Kapitel 1

<b>1</b>	<b>Inledning.....</b>	<b>2</b>
1.1	Syfte.....	2
1.2	Omfattning.....	2
1.3	Noggrannhet .....	3
1.4	Dokumentation .....	3
1.5	Överbelastning.....	4
1.6	Alternativa beräkningsmetoder.....	4
1.7	Definitioner.....	4
1.8	Litteraturreferenser .....	8

# 1 Inledning

## 1.1 Syfte

TRVMB Kapacitet och framkomlighetseffekter innehåller beräkningsmetoder för kapacitet, belastningsgrad, kölängd, fördröjning och andel stopp för stopp/väjnings- och högerreglerad korsning, signalreglerad korsning, landsvägsträcka och för motorvägar inklusive trafikplatser. Metoderna kan användas för att verifiera övergripande krav i TRVÖK Övergripande krav för gators och vägars utformning (Trafikverket 2012:181) och krav i TRVK Krav för gators och vägars utformning (Trafikverket 2012:179). Metoderna kan också användas vid detaljutformning av vägtrafikanläggningar och för jämförelse av framkomlighetseffekter för olika alternativ.

För de mera beräkningsintensiva metoderna finns enkla excelberäkningshjälpmedel i rapporten **Kalkylhjälpmedel för kapacitetsanalys (TRV2013/92033)**.

Metoderna för stopp/väjningsreglerad korsning, cirkulationsplats och signalreglering finns i datoriserad version i Capcal (Capcal 4.0 Användarhandledning Trivector2013:87 Lund). Capcal innehåller också en datorisering av beräkning av samhällsekonomiska effekter på årsnivå.

Metoden för motorvägssträckor med trafikplatser finns även den i datoriserad version i Calmar (TRV2013/92726)

## 1.2 Omfattning

Metodbeskrivningen omfattar för vägsträckor utöver kapacitet och belastningsgrad följande framkomlighetseffekter:

- Frifordons hastighet
- Hastighets – flödessamband
- Färdtid och medelhastighet

och för korsningar:

- Interaktionsfördröjning
- Geometrisk fördröjning
- Andel stoppade fordon
- Kölängd

Metodbeskrivningen omfattar följande anläggningstyper:

Kapitel 2 Motorvägar och trafikplatser:

- MV: Motorvägar med 2, 4 eller 6 körfält (dvs 1, 2 eller 3 per riktning)
- Fyrfältiga vägar
- Av- och påfartsramper
- Växlingssträckor

Kapitel 3 Landsvägar:

- Tvåfältig väg
- MML, Mötesfri motortrafikled
- MLV, Mötesfri landsväg

#### Kapitel 4 Signalreglerade korsningar

- Tre- och fyrvägskorsningar
- Skyttelsignaler

#### Kapitel 5 Stopp-, väjnings- och högerreglerade korsningar

- Tre- och fyrvägskorsningar med stopp- eller väjningsplikt för underordnade tillfarter.
- Korsningar med högerregel

#### Kapitel 6 Cirkulationsplatser

- Tre- och fyrvägskorsningar med ett cirkulerande körfält
- Tre- och fyrvägskorsningar med två cirkulerande körfält

## 1.3 Noggrannhet

Syftet vid framtagning av metoderna har varit att anpassa dessa till ändringar av trafiklagstiftningen samt att öka deras noggrannhet jämfört med föregångaren TV 131 (Statens Vägverk 1977) där så varit möjligt med hänsyn till tillgängligt kunskapsunderlag och resurser. Skälet härtill är de stora ekonomiska följder som felaktig dimensionering och styrning av vägtrafikanläggningar kan leda till.

Resultaten avser i de flesta fall medelvärden av förväntad kapacitet och trafikeffekter vid vald utformning och förutsättningar. Trafikprocessen påverkas i hög grad av variationer i trafikefterfrågan, resändamål, trafikantbeteende, väderlek, ljusförhållanden mm, vilket leder till resultat med hög varians och stora konfidensintervall. Det krävs därför omfattande trafikmätningar för att konstatera behov av kalibrering för en viss tillämpning.

## 1.4 Dokumentation

Metoderna är beskrivna så transparent som möjligt för att användaren ska kunna följa och förstå varje steg i beräkningsgången. Härigenom skapas också förutsättningar för att kunna genomföra stegvisa kalkyler och på bästa möjliga sätt anpassa den studerade utformningen under processens gång för att erhålla önskad kapacitet och trafikkvalitet.

För de mera komplexa anläggningstyperna har dokumentationen kompletterats med kommentarer på vänstersidan av uppslaget. För att ytterligare underlätta tillämpningen innefattar också dokumentationen blanketter och beräkningsexempel med kommentarer. Detta innebär att

Metoderna för analys av plankorsningar är mycket beräkningsintensiva. För plankorsningar kan kalkylark (MS Excel) som ger stöd för beräkningen av ingående parametrar och effekter. Beräkningar kan också genomföras med stöd av särskilda dataprogram som CAPCAL och CALMAR.. Information om dessa kalkylhjälpmedel återfinns via Trafikverkets hemsida i rapporten **Kalkylhjälpmedel för kapacitetsanalys (TRV/2013:92033)**.



## 1.5 Överbelastning

Beräkningsmetoderna avser primärt förhållanden utan överbelastning. För överbelastning används en övergång till deterministisk metod enligt *Effektsamband för transportsystemet Steg 3 och 4 Bygga om och bygga nytt* avsnitt 4.2.2.1 Överbelastning (Trafikverket 2014). Beräkningen genomförs med antagande om 1 timmes överbelastning med trafikflöde 0 före och efter den överbelastade timmen för ej planskilda korsningar. Metodiken beskrivs närmare i respektive korsningskapitel och i Capcal (Capcal 4.0 Användarhandledning Trivector2013:87).

## 1.6 Alternativa beräkningsmetoder

För plankorsningar och trafikplatser med komplex eller udda utformning, påverkan av trafikstyrning eller köbildning i angränsande trafikaneläggningar kan de deterministiska kalkylerna kompletteras eller ersättas med trafiksimulering. Metodbeskrivningar för simulering har dokumenterats i rapporten **TV2013/79994 Handbok för kapacitetsanalys med hjälp av simulering** som är tillgänglig via Trafikverkets hemsida.

## 1.7 Definitioner

Termerna nedan är anpassade för allmän tillämpning i metodbeskrivningarna. Specifika termer för olika anläggningstyper redovisas vid behov i resp. kapitel för dessa.

### *Allmänt*

Term	Beteckning	Definition
Tillgänglighet		Funktionsmål i transportpolitiken för resor och transporter. Anm: Tillgängligheten beror främst på restid, reskostnader, barriärer (för barn, äldre, handikappade), tillförlitlighet. Eng: <i>Accessibility</i>
Framkomlighet		Samlingsbegrepp för kvalitetsmått som beskriver tidsförbrukningen för förflyttningar.
Trafikmiljö		Trafikmiljöparametrarna landsbygd och tätort avser definitionen: Tätort har trafikplatstäthet $\geq 0,5$ trafikplatser/km och landsbygd har trafikplatstäthet $< 0,5$ trafikplatser/km).

### *Trafik*

Trafik		Upprepade transporter av gående, cyklar, bilar
Trafikström		Trafik genom anläggning i en viss relation

<b>Överordnad Trafikström</b>	<b><i>ö.o.</i></b>	Trafikström som har företräde gentemot underordnade trafikströmmar
<b>Underordnad Trafikström</b>	<b><i>u.o.</i></b>	Trafikström som har väjnings- eller stopplikt gentemot överordnade trafikströmmar.
<b>Trafikelement</b>		Objekt eller gående som utnyttjar en trafikanläggning
<b>Fordon</b>	<b><i>f</i></b>	Index för hjulburet trafikelement.
<b>Gående</b>	<b><i>gå</i></b>	Index för gångtrafik
<b>Cykel</b>	<b><i>cy</i></b>	Index för cykel
<b>Fordonsklass</b>		Trafiken uppdelas i P, Lbn och Lps enligt Trafikverkets trafikmätningssystem.
<b>Personbil</b>	<b><i>P</i></b>	Typfordon P (innefattar personbilar och andra fordonstyper med samma chassistorlek) definierat av axelavstånd enligt Trafikverkets mätssystem
<b>Lastbil utan släp</b>	<b><i>LBn</i></b>	Typfordon LBn (lastbil, buss) definierat av axelavstånd enligt Trafikverkets mätssystem
<b>Lastbil med påhängsvagn/släp</b>	<b><i>Lps</i></b>	Typfordon Lps definierat av axelavstånd enligt Trafikverkets mätssystem
<b>Tunga fordon</b>	<b><i>lb</i></b>	Index för tunga fordon (LBn + Lps)
<b>Vänstersväng</b>	<b><i>v.sv.</i></b>	Index för vänstersvängande färdriktning
<b>Högersväng</b>	<b><i>h.sv.</i></b>	Index för högersvängande färdriktning
<b>Rakt fram</b>	<b><i>r.fr.</i></b>	Index för raktframgående färdriktning
<b>Trafikflöde</b>	<b><i>q</i></b>	I ett snitt per tidsenhet passerande antal trafikelement (t ex fordon)
<b>Överordnat flöde</b>	<b><i>qö</i></b>	Trafikflödet i överordnad ström
<b>Personbilsenhet</b>	<b><i>Pe</i></b>	
<b>Personbilekvivalent</b>	<b><i>P<sub>ekv</sub></i></b>	Omräkningsfaktor för olika fordonstyper mht deras inverkan på framkomligheten jämfört med en personbil. ( <b><i>P<sub>ekv</sub></i></b> för personbil = 1,0)
<b>Trafikflöde (pe)</b>	<b><i>q<sub>pe</sub></i></b>	Trafikflöde omräknat till ekvivalent antal personbilsenheter <b><i>Pe</i></b>
<b>Maxkvartfaktor</b>	<b><i>MKF</i></b>	Faktor för omräkning av trafikflöde baserat på högsta flödet under en 15 minuters period till trafikflöde representerande maxtimme. ( <b><i>MKV</i></b> = Maxtimme/(4*Maxkvart)).
<b>Kapacitet</b>	<b><i>K</i></b>	Det största stationära flöde som kan passera ett snitt under rådande, mättade förhållanden (fordon/h)
<b>Belastningsgrad</b>	<b><i>B</i></b>	Kvot mellan aktuellt trafikflöde och kapacitet

<b>Täthet</b>	$K$	Kvot mellan antal fordon som befinner sig på en vägsträcka och dennas längd
<b>Sidofriktion</b>		Samlingsbegrepp för händelser utmed körbanan som påverkar biltrafikens framkomlighet (t ex trafikolyckor, angöring, gångtrafik, tomtmarkutfarter)
<b>Färdtid</b>	$t_f$	Tidsåtgång för en färd på en angiven sträcka (exklusive avsiktliga uppehåll).
<b>Hastighet</b>	$V$	Ett trafikelements (fordon, gående, cykel) hastighet i ett visst ögonblick/vägsnitt
<b>Medelhastighet, Tid</b>	$\bar{V}_t$	Det genomsnittliga värdet av punkthastigheterna hos alla fordon som passerar ett visst <i>snitt</i> under ett givet tidsintervall.
<b>Medelhastighet, sträcka</b>	$\bar{V}_s$	Det genomsnittliga värdet av punkthastigheterna hos alla fordon som vid ett visst <i>ögonblick</i> befinner sig på en given vägsträcka.
<b>Medelfärdhastighet</b>	$\bar{V}$	Kvoten mellan tillryggalagd sträcka och färdtid
<b>Frifordons hastighet</b>	$v_{fri}$	Ett fordons hastighet under rådande förhållanden utan påverkan av framförvarande fordon
<b>Väntetid</b>	$d_q$	Tid mellan ett fordons ankomst till en kö och dess ankomst till köposition 1 (först i kön).
<b>Betjäningstid</b>	$b$	Tid mellan ett fordons ankomst till köposition 1 och dess passage av denna.
<b>Interaktionsfördröjning</b>	$d_i$	Ökning av färdtid för passage av trafikanläggningen pga konflikter med andra fordonsströmmar $(d_i = d_q + b)$
<b>Geometrisk fördröjning</b>	$d_g$	Ökning av färdtid pga trafikanläggningens geometri i förhållande till en rak väg. (synonym: fördröjning under körning)
<b>Andel stopp</b>	$p_s$	Andel av en fordonsström som tvingas stanna före passage av en korsning
<b>Kö längd</b>	$L_{kö}$	Den fillängd som bildas av stillastående fordon i kö
<b>Skyddad trafikavveckling</b>		Avveckling av en fordonsström utan sekundärkonflikt med överordnade trafikströmmar
<b>Oskyddad trafikavveckling</b>		Avveckling av en fordonsström med sekundärkonflikter (t ex med mötande fordonstrafik, korsande gångtrafik)
<b>Tidsavstånd</b>	$H$	Tid mellan två på varandra följande fordons passage av ett snitt i en fordonsström

Term	Beteckning	Definition
<b>Kritiskt tidsavstånd</b>	$\alpha_{crit}$	Tidsavstånd mellan två överordnade fordon som accepteras av 50% och förkastas av 50% av fordonen i en underordnad trafikström
<b>Följtid</b>	$B$ (sek)	Tidsavstånd mellan successiva fordon vid utfart från kö i underordnad tillfart i samma tidsavstånd på den överordnade vägen.
<b>Betjäningstid</b>	$B$	Den tid som det tar för ett fordon som väntar vid stopp- eller väjningslinje att bli betjänad

### **Anläggning, geometri, utformning**

<b>Vägtrafikanläggning</b>		Fysisk anläggning avsedd för vägtrafik (Anm: T ex en korsning, trafikplats, länk)
<b>Anläggning för obruten trafikström</b>		Trafikanläggning utan fasta orsaker till trafikavbrott (t ex plankorsningar utan företräde för anläggningen)
<b>Anläggning för bruten trafikström</b>		Trafikanläggning där trafikanordningar som trafiksignaler, väjnings- eller stoppskyltar skapar trafikavbrott
<b>Trafikplats</b>		Vägar i skilda plan förbundna med ramper där minst en av vägarna är fri från korsande eller svängande fordonstrafik
<b>Trafiksystem</b>		Begränsat område som innehåller ett nätverk med trafikplatser, korsningar och väglänkar. (Anm: Kan vara enstaka trafikanläggning eller flera samverkande)
<b>Segment</b>		Ett segment beskriver en homogen sträcka (hastighetsbegränsning, typsektion, flöde etc.)
<b>Siktklass</b>		Beskrivning av siktförhållanden/linjeföring (1-4)
<b>Deltillfart</b>		Det eller de körfält i en tillfart som utnyttjas gemensamt av en eller flera fordonsströmmar
<b>Lutning</b>		Lutning i färdriktningen (uppåt +%; nedåt -%)
<b>Tillfart/ Frånfart</b>		Del av trafikanläggning som betjänar trafik till resp från denna
<b>Deltillfart</b>		Körfält som utnyttjas gemensamt av en eller flera fordonsströmmar

## 1.8 Litteraturreferenser

Nedan redovisas allmänna litteraturreferenser som utnyttjats vid framtagning av metodbeskrivningarna. I vissa anläggnings specifika kapitlen tillkommer ytterligare referenser.

Författare, org.	Titel, utgivare
Akcelik, R.	<i>SIDRA Signalised and unsignalised Intersection Design &amp; Research Aid</i> . ARRB Transport Research Australia 1996
Al-Mudhaffar, A.	<i>Impacts of Traffic Signal Control Strategies</i> . KTH TRITA-TEC-PHD 06-005 Stockholm 2006
Bergman, A.	<i>Analytiska trafikmodeller för cirkulationsplatser med obebakade övergångsställen</i> . Stockholm 2010.
Bång, K.L.	<i>Optimal Control of Isolated Traffic Signals</i> . Transportation Research Board. TRR 597 Washington D.C. 1976
Bång, K.L.	<i>Capacity of signalized intersections</i> . Swedish capacity manual. Transportation Research Record 667, TRB, Washington D.C. 1979
Bång, K.L. Carlsson, A Palgunadi	<i>Development of Speed Relationships for Indonesian Rural Roads using Empirical Data and Simulation</i> . Transportation Research Record 1484, TRB, Washington D.C July 1995
Bång, K.L. Lindberg, G Harahap, G	<i>Development of Life-cycle-cost based Guidelines Replacing the Level of Service Concept in Capacity Analysis</i> . Transportation Research Record 1572. Washington D.C 1997.
Bång, K.L., Pezo. Silvano, A. Andersson, J	<i>Kapacitetsanalys av cirkulationsplatser - Inverkan av GC-trafik och cirkulerande flöde</i> . KTH TSC-RR 13-002 Stockholm, 2012
Carlsson, A. Cedersund, H	<i>Makromodeller för på- och avfarter</i> TPMA, KTH, CTR 2000
Carlson, A. Wiklund, M. Olstam, J. Tapani, A	<i>Metod för beräkning av fördröjningar på vägvagnsnitt utan omkörningsmöjlighet</i> , VTI Notat 2-2013, Linköping, VTI, 2013
Carlsson, A	<i>Revidering av kap 3 i Effekt 2000 (effektkatalogen)</i> . Linköping: VTI 2007
FSV	<i>Handbuch für die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen</i> Fassung 2010. Forschungsgesellschaft für Strassen und Verkehrswesen, Köln
Hagring, O.	<i>Beräkning av framkomlighetsmått i korsningar utan trafiksignaler</i> . LTH Avdelning Trafikteknik, Bulletin 196 Lund 2001

Hagring, O.	<i>Trafiksignalreglerade korsningar. Förslag till modell för beräkning av framkomlighet.</i> LTH Avdelning Trafikteknik, Bulletin 204 Lund 2001
Hagring, O	<i>Beräkning av framkomlighetsmått i korsningar utan trafiksignaler.</i> Bulletin 196. Lunds Tekniska Högskola, Lund 2001
Hagring, O.	<i>Capcal 3.2 - Model description of intersections without signal control.</i> Lund: Trivector 2004
Hagring, O. Allström, A. Linderholm, L.	<i>Capcal 3.2 - Model description of Roundabouts (Preliminary report).</i> Trivector Traffic. Lund 2005
Hagring, O. Allström, A.	<i>Capcal 3.3. Model description of intersections with signal control</i> Trivector AB Lund 2010
Hagring, O. Allström, A.	<i>Capcal 3.3. Model description of intersections with signal control</i> Trivector AB Lund 2010
Linse, L.	<i>Capcal 4.0 Användarhandledning</i> Trivector 2013:87, Lund
May, A.D.	<i>Traffic Flow Fundamentals</i> Prentice-Hall, Englewood Cliffs, U.S.A 1990
Olstam, J; Hagring, O Allström, A	<i>Beräkningsmanual Capcal 3.3.</i> Lund: Trivector Traffic. 2010.
Olstam, J. Carlsson, A. Yahya, M.	<i>Hastighetsflödessamband för svenska typvägar. Förslag till reviderade samband baserat på TMS-mätningar från 2009-2011</i> VTI Rapport 784, VTI 2013
Shane, W.R Roess, R.P.	<i>Traffic Engineering</i> Prentice-Hall, Englewood Cliffs, U.S.A 1990
Strömgren, P.	<i>Analysis of the Weaknesses in Present Freeway Capacity Models for Sweden.</i> 6 <sup>th</sup> International Symposium on Highway Capacity (ISHC), KTH, Stockholm 2012
Strömgren P.	<i>Manual CALMAR 1.0.0.</i> Trafikverket TRV2013/92726
Tanner J.C.	<i>The capacity of an uncontrolled intersection.</i> Biometrika 54 (3-4). 1967
Trafikverket	<i>Vägar och gators utformning (VGU)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Begrepp och grundvärden.</i> Publ 2012:199</li> <li>• <i>Övergripande krav Vägars och gators utformning,</i> Publ 2012:181</li> <li>• <i>Krav för Vägars och gators utformning,</i> Publ. 2012:179</li> <li>• <i>Råd för Vägars och gators utformning,</i> Publ. 2012:180</li> </ul>
Trafikverket	<i>Effektsamband för transportsystemet. Steg 3 och 4 Bygga om eller bygga nytt</i> Uppdatering April 2014



TRB	<i>HCM 2010 Highway Capacity Manual.</i> TRB, Washington D.C. U.S.A 2010
Vejdirektoratet	<i>Kapacitet og serviceniveau.</i> Vejdirektoratet København 2010
Vägverket	<i>Kapacitetsutredning. Litteraturstudier och analys</i> Statens Vägverk TV118 1973
Vägverket	<i>Beräkning av kapacitet, kölängd och fördröjning i</i> <i>vägtrafikanläggningar TV131 1977.</i>
Vägverket	<i>HANDBOK Ny signalväxling</i> Sept 1999
Vägverket	<i>Vägar och gators utformning.</i> Vägverket och Svenska Kommunförbundet. Publikation 2004:80
Webster, F.	<i>Traffic signal settings.</i> HMSO London. RRL Technical paper 39 1958

# Innehållsförteckning

## Kapitel 2 Motorvägar och trafikplatser

<b>2</b>	<b>Motorvägar och trafikplatser .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1</b>	<b>Inledning.....</b>	<b>2</b>
<b>2.2</b>	<b>Sträcka.....</b>	<b>2</b>
2.2.1	Beräkningsgång .....	2
2.2.2	Kapacitet och hastighet-flödesamband.....	4
2.2.3	Kapacitet och hastighet-flödesamband mht fordonsfördelning.....	13
2.2.1	Basvärde mättnadsdensitet .....	14
2.2.2	Körfältsfördelning .....	14
<b>2.3</b>	<b>Påfart .....</b>	<b>16</b>
<b>2.4</b>	<b>Avfart.....</b>	<b>18</b>
<b>2.5</b>	<b>Växlingssträcka.....</b>	<b>19</b>
<b>2.6</b>	<b>Hjälpmedel för systemanalys.....</b>	<b>22</b>
2.6.1	Begränsningar .....	25

## 2 Motorvägar och trafikplatser

### 2.1 Inledning

Detta kapitel behandlar motorväg, såväl landsbygds- som stadsmotorväg. Kapitlet behandlar också andra vägtyper med fyra eller fler körfält. Ingående delar är länk, påfarter samt växlingssträckor. Metodbeskrivningen omfattar beräkning av kapacitet, belastningsgrad, och körfältsfördelning samt för länk också reshastighet för personbilar (inkl. släp), lastbilar utan släp och lastbilar med släp. För 4-fältig länk beräknas också körfältsfördelning. Reshastighetsberäkningen avser förhållanden utan överbelastning. För överbelastade situationer anges samma schablonmetod som i Trafikverkets effektkatalog (version 2014).

För kapacitet anges två metoder, med och utan hänsyn till fordonsfördelning. Metoden utan hänsyn till fordonstypsfordelning är identisk med Trafikverkets effektkatalog (version 2014). Metod väljs med hänsyn till tillgänglig information.

Med datorprogrammet Calmar, se **TRV2013/92726 – Användarhandledning för Calmar**, kan utöver detta även reshastigheter och restidsförluster i överbelastade situationer beräknas.

*Termer och beteckningar* är dokumenterade i kapitel 1 avsnitt 1.7 och *litteraturreferenser* i avsnitt 1.8.

### 2.2 Sträcka

#### 2.2.1 Beräkningsgång

**Beräkning av kapacitet, belastningsgrad och reshastighet för motorvägssträcka omfattar följande steg:**

***Steg 1:*** Indata är aktuellt trafikflöde uppdelat på personbilar (inkl. med släp), lastbilar utan släp (inkl. bussar) och lastbilar med släp samt hastighetsgräns, antal körfält i aktuell riktning, trafikmiljö och siktclass.

Trafikflödesdata (trafikflöde och fordonssammansättning) kan korrigeras för maxkvart ( $MKF = \text{timflöde}/4 \cdot 15$ , se avsnitt 1.7) i den mån data finns tillgängligt.

Sträckans trafikmiljö definieras av genomsnittligt trafikplatsavstånd:

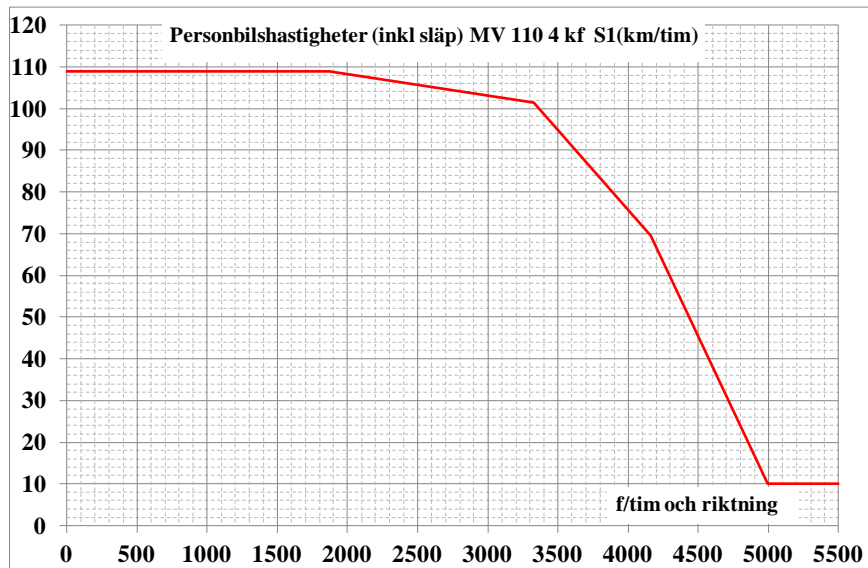
- Tätort har trafikplatstäthet  $\geq 0,5$  trafikplatser/km
- Landsbygd har trafikplatstäthet  $< 0,5$  trafikplatser/km

Sträckans siktklass definieras av andel väglängd över 500 m, absolut vinkeländring i radianer/km, absolut höjdändring i m/km, längsta stigning i m och medellutning i % och max lutning i %.

**Tabell 1 Siktklasser**

Sikt klass	Väglängd % Sikt > 500 m	Linjeföring				Max lut. %
		horisontal (abs/rad)/km	vertikal (abs/rad)/km	Längsta stigning		
				m	Med lut. %	
1	60	0-0,5	0-10	2160	0,8	2,1
2	35-60	0,3-1	5-30	2200	2	3,3

**Steg 2: Hastighetsgräns, trafikmiljö, antal körfält och siktklass ger kapacitet och hastighet-flödesamband, utan hänsyn till fordonstypsfördelning se avsnitt 2.2.2 och med hänsyn till fordonstypsfördelning även 2.2.3.**



**Figur 1 Exempel på hastighet-flödesamband.**

**Steg 3: Aktuellt flöde och kapacitet ger belastningsgrad och medelreshastigheter**

Beräkningsmetoden omfattar typfall enligt tabell 2.

**Tabell 2** Typfall för motorväg

Hastighet (km/h)	Landsbygd		Tätort	
	6 kf	4kf	6 kf	4 kf
120		X		
110	X	X		
100	X	X	X	X
90	X	X	X	X
80			X	X
70			X	X

## 2.2.2 Kapacitet och hastighet-flödesamband

Hastighet-flödesamband för de olika vägtyperna m.h.t. trafikmiljö, antal körfält och siktklass – ges i nedanstående tabeller.

Brytpunkt 0 är frifordonshastigheter och brytpunkt 3 är hastigheter vid kapacitetsgränsen. Brytpunkt 1 är det trafikflöde över vilket flödet påverkar hastigheterna. Efter brytpunkt 2 ökar flödeseffekten. Reshastigheterna antas ändras linjärt mellan brytpunkterna 1, 2 och 3.

Brytpunkt 4 representerar trafikflöde  $1,2 \cdot$ kapacitetsvärdet med en antagen medelhastighet av 10 km/h från och med denna belastningsgrad. Denna schablon används i samhällsekonomiska beräkningar.

Kapacitetsvärdet anges i fordon/h. Det motsvarar normal fördelning på fordonstyper. Eventuell inverkan av fordonstyper antas vara liten. För hänsyn till fordonstypsfordelning, se 3.2.2. utom i branta backar.

### *MV Landsbygd 4 körfält siktklass I*

90 MV 2Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	LBn	LBns
Brytpunkt 0	0	94,0	86,0	83,0
Brytpunkt 1	1 944	94,0	86,0	83,0
Brytpunkt 2	3 456	89,1	81,3	78,4
Brytpunkt 3	4 320	61,2	61,2	61,2
Brytpunkt 4	5 184	10,0	10,0	10,0

100 MV 2Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	LBn	LBns
Brytpunkt 0	0	103,0	90,0	84,5
Brytpunkt 1	1 944	103,0	90,0	84,5
Brytpunkt 2	3 456	96,8	84,6	79,5
Brytpunkt 3	4 320	66,5	66,5	66,5
Brytpunkt 4	5 184	10,0	10,0	10,0

110 MV 2Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	LBn	LBns
Brytpunkt 0	0	109,0	92,0	85,5
Brytpunkt 1	1 944	109,0	92,0	85,5
Brytpunkt 2	3 456	101,5	85,9	79,9
Brytpunkt 3	4 320	69,5	69,5	69,5
Brytpunkt 4	5 184	10,0	10,0	10,0

120 MV 2Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	LBn	LBns
Brytpunkt 0	0	116,0	95,0	86,0
Brytpunkt 1	1 944	116,0	95,0	86,0
Brytpunkt 2	3 456	107,0	88,4	80,8
Brytpunkt 3	4 320	73,0	73,0	73,0
Brytpunkt 4	5 184	10,0	10,0	10,0

***MV Landsbygd 4 körfält siktclass II***

90 MV 2Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	LBn	LBns
Brytpunkt 0	0	93,5	85,5	80,5
Brytpunkt 1	1 809	93,5	85,5	80,5
Brytpunkt 2	3 216	88,6	80,8	76,3
Brytpunkt 3	4 020	60,7	60,7	60,7
Brytpunkt 4	4 824	10,0	10,0	10,0



100 MV 2Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	LBn	Lps
Brytpunkt 0	0	102,5	89,0	82,0
Brytpunkt 1	1 809	102,5	89,0	82,0
Brytpunkt 2	3 216	96,3	83,7	77,5
Brytpunkt 3	4 020	66,0	66,0	66,0
Brytpunkt 4	4 824	10,0	10,0	10,0

110 MV 2Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	LBn	Lps
Brytpunkt 0	0	108,0	91,0	83,0
Brytpunkt 1	1 809	108,0	91,0	83,0
Brytpunkt 2	3 216	100,6	85,1	78,1
Brytpunkt 3	4 020	69,0	69,0	69,0
Brytpunkt 4	4 824	10,0	10,0	10,0

120 MV 2Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	LBn	Lps
Brytpunkt 0	0	115,0	94,0	83,5
Brytpunkt 1	1 809	115,0	94,0	83,5
Brytpunkt 2	3 216	106,0	87,5	79,0
Brytpunkt 3	4 020	72,3	72,3	72,3
Brytpunkt 4	4 824	10,0	10,0	10,0

***MV Tätort 4 körfält***

70 MV 2Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	LBn	Lps
Brytpunkt 0	0	77,0	74,5	73,0
Brytpunkt 1	1 863	77,0	74,5	73,0
Brytpunkt 2	3 321	73,8	71,4	70,0
Brytpunkt 3	4 050	52,7	52,7	52,7
Brytpunkt 4	4 860	10,0	10,0	10,0

80 MV 2Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	LBn	Lps
Brytpunkt 0	0	85,0	80,0	78,0
Brytpunkt 1	1 955	85,0	80,0	78,0
Brytpunkt 2	3 443	81,4	76,8	74,9
Brytpunkt 3	4 250	57,0	57,0	57,0
Brytpunkt 4	5 100	10,0	10,0	10,0

90 MV 2Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	LBn	Lps
Brytpunkt 0	0	91,5	84,5	82,0
Brytpunkt 1	1 962	91,5	84,5	82,0
Brytpunkt 2	3 488	87,1	80,1	77,6
Brytpunkt 3	4 360	60,0	60,0	60,0
Brytpunkt 4	5 232	10,0	10,0	10,0

100 MV 2Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	LBn	Lps
Brytpunkt 0	0	100,5	88,5	83,5
Brytpunkt 1	1 962	100,5	88,5	83,5
Brytpunkt 2	3 523	94,9	83,2	78,4
Brytpunkt 3	4 460	65,3	65,3	65,3
Brytpunkt 4	5 352	10,0	10,0	10,0

***MV Landsbygd 6 körfält siktclass I***

90 MV 3Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	LBn	Lps
Brytpunkt 0	0	94,0	86,0	83,0
Brytpunkt 1	2 900	94,0	86,0	83,0
Brytpunkt 2	4 756	89,1	81,3	78,4
Brytpunkt 3	5 800	61,2	61,2	61,2
Brytpunkt 4	6 960	10,0	10,0	10,0

100 MV 3Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	LBn	Lps
Brytpunkt 0	0	103,0	90,0	84,5
Brytpunkt 1	2 900	103,0	90,0	84,5
Brytpunkt 2	4 756	96,8	84,6	79,5
Brytpunkt 3	5 800	66,5	66,5	66,5
Brytpunkt 4	6 960	10,0	10,0	10,0

110 MV 3Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	LBn	Lps
Brytpunkt 0	0	109,0	92,0	85,5
Brytpunkt 1	2 900	109,0	92,0	85,5
Brytpunkt 2	4 756	101,5	85,9	79,9
Brytpunkt 3	5 800	69,5	69,5	69,5
Brytpunkt 4	6 960	10,0	10,0	10,0

### MV Landsbygd 6 körfält siktclass II

90 MV 3Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	LBn	Lps
Brytpunkt 0	0	93,5	85,5	80,5
Brytpunkt 1	2 700	93,5	85,5	80,5
Brytpunkt 2	4 428	88,6	80,8	76,3
Brytpunkt 3	5 400	60,7	60,7	60,7
Brytpunkt 4	6 480	10,0	10,0	10,0

100 MV 3Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	LBn	Lps
Brytpunkt 0	0	102,5	89,0	82,0
Brytpunkt 1	2 700	102,5	89,0	82,0
Brytpunkt 2	4 428	96,3	83,7	77,5
Brytpunkt 3	5 400	66,0	66,0	66,0
Brytpunkt 4	6 480	10,0	10,0	10,0

110 MV 3Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	LBn	Lps
Brytpunkt 0	0	108,0	91,0	83,0
Brytpunkt 1	2 700	108,0	91,0	83,0
Brytpunkt 2	4 428	100,6	85,1	78,1
Brytpunkt 3	5 400	69,0	69,0	69,0
Brytpunkt 4	6 480	10,0	10,0	10,0

***MV Tätort 6 körfält***

70 MV 3Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	LBn	Lps
Brytpunkt 0	0	77,0	74,5	73,0
Brytpunkt 1	2 856	77,0	74,5	73,0
Brytpunkt 2	4 704	73,8	71,4	70,0
Brytpunkt 3	5 600	52,7	52,7	52,7
Brytpunkt 4	6 720	10,0	10,0	10,0

80 MV 3Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	LBn	Lps
Brytpunkt 0	0	85,0	80,0	78,0
Brytpunkt 1	2 958	85,0	80,0	78,0
Brytpunkt 2	4 814	81,4	76,8	74,9
Brytpunkt 3	5 800	57,0	57,0	57,0
Brytpunkt 4	6 960	10,0	10,0	10,0

90 MV 3Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	LBn	Lps
Brytpunkt 0	0	91,5	84,5	82,0
Brytpunkt 1	2 950	91,5	84,5	82,0
Brytpunkt 2	4 838	87,1	80,1	77,6
Brytpunkt 3	5 900	60,0	60,0	60,0
Brytpunkt 4	7 080	10,0	10,0	10,0

100 MV 3Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	LBn	Lps
Brytpunkt 0	0	100,5	88,5	83,5
Brytpunkt 1	2 940	100,5	88,5	83,5
Brytpunkt 2	4 860	94,9	83,2	78,4
Brytpunkt 3	6 000	65,3	65,3	65,3
Brytpunkt 4	7 200	10,0	10,0	10,0

#### ÖVRIGA VÄGTYPEN

##### *4F Landsbygd 4 körfält siktklass I, TPL-Täthet <0,5 tpl/km*

110 4F/2+2 2Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	Lb	Lbs
Brytpunkt 0	0	107,0	90,0	84,0
Brytpunkt 1	1 872	107,0	90,0	84,0
Brytpunkt 2	3 328	99,7	84,2	78,6
Brytpunkt 3	4 160	68,5	68,5	68,5
Brytpunkt 4	4 992	10,0	10,0	10,0
100 4F/2+2 2Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	Lb	Lbs
Brytpunkt 0	0	101,0	89,0	83,0
Brytpunkt 1	1 872	101,0	89,0	83,0
Brytpunkt 2	3 328	95,0	83,6	78,1
Brytpunkt 3	4 160	65,5	65,5	65,5
Brytpunkt 4	4 992	10,0	10,0	10,0

90 4F/2+2 2Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	Lb	Lbs
Brytpunkt 0	0	92,0	86,0	81,5
Brytpunkt 1	1 872	92,0	86,0	81,5
Brytpunkt 2	3 328	87,2	81,1	77,0
Brytpunkt 3	4 160	60,2	60,2	60,2
Brytpunkt 4	4 992	10,0	10,0	10,0

**4F Landsbygd 4 körfält siktklass II, TPL-Täthet < 0,5 tpl/km**

110 4F/2+2 2Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	Lb	Lbs
Brytpunkt 0	0	106,0	89,0	81,5
Brytpunkt 1	1 809	106,0	89,0	81,5
Brytpunkt 2	3 216	98,8	83,3	76,8
Brytpunkt 3	4 020	68,0	68,0	68,0
Brytpunkt 4	4 824	10,0	10,0	10,0

100 4F/2+2 2Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	Lb	Lbs
Brytpunkt 0	0	100,5	88,0	80,5
Brytpunkt 1	1 809	100,5	88,0	80,5
Brytpunkt 2	3 216	94,5	82,7	76,2
Brytpunkt 3	4 020	65,0	65,0	65,0
Brytpunkt 4	4 824	10,0	10,0	10,0

90 4F/2+2 2Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	Lb	Lbs
Brytpunkt 0	0	91,5	85,5	79,5
Brytpunkt 1	1 809	91,5	85,5	79,5
Brytpunkt 2	3 216	86,7	80,6	75,3
Brytpunkt 3	4 020	59,7	59,7	59,7
Brytpunkt 4	4 824	10,0	10,0	10,0

**4F Tätort 4 körfält siktklass II, TPL-Täthet ≥ 0,5 tpl/km**

90 4F 2Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	Lb	Lbs
Brytpunkt 0	0	90,0	83,0	80,5
Brytpunkt 1	1 890	90,0	83,0	80,5
Brytpunkt 2	3 360	85,7	78,8	76,3
Brytpunkt 3	4 200	59,4	59,4	59,4
Brytpunkt 4	5 040	10,0	10,0	10,0



80 4F 2Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	Lb	Lbs
Brytpunkt 0	0	83,5	79,0	77,0
Brytpunkt 1	1 886	83,5	79,0	77,0
Brytpunkt 2	3 321	80,0	75,8	73,9
Brytpunkt 3	4 100	56,4	56,4	56,4
Brytpunkt 4	4 920	10,0	10,0	10,0

70 4F 2Kf	Flöde f/h	Reshastighet km/h		
Alla typsekt		Pb	Lb	Lbs
Brytpunkt 0	0	75,0	73,0	72,0
Brytpunkt 1	1 794	75,0	73,0	72,0
Brytpunkt 2	3 198	72,0	70,1	69,0
Brytpunkt 3	3 900	52,0	52,0	52,0
Brytpunkt 4	4 680	10,0	10,0	10,0

## 2.2.3 Kapacitet och hastighet-flödesamband mht fordonsfördelning

Beräkningsmetoden enligt 2.2.1 ovan modifieras på följande sätt för att ta hänsyn till påverkan av fordonsfördelning på kapacitet och hastighet-flödesamband.

**Steg 1:** Aktuell fordonssammansättning ger en faktor för omräkning till fordonsekvivalenter  $F_{pe}$  enligt:

$$F_{pe} = \frac{a}{1 + p_{LBn} \cdot (P_{ekv, LBn} - 1) + p_{Lps} \cdot (P_{ekv, Lps} - 1)} \quad [1]$$

där:

$F_{pe}$  = Faktor för omräkning av trafikflödet till personbilsenheter

$p_{LBn}$  = Andel lastbilar utan släp och buss

$p_{Lps}$  = Andel lastbilar med släp

$P_{ekv, LBn}$  = Personbilssekvivalent för lastbilar utan släp och buss enligt tabell nedan

$P_{ekv, Lps}$  = Personbilssekvivalenten för lastbilar med släp enligt tabell nedan

$a = 0,975$  för siktklass 1 och  $0,94$  för siktklass 2

**Tabell 3** Värderna för  $p_{ekv, LBn}$  och  $p_{ekv, Lps}$  beroende på lutning

Lutning (%)	$P_{ekv, LBn}$	$P_{ekv, Lps}$
< 3	1,3	1,7
3-4	2,0	2,6
> 4	2,6	3,4

**Steg 2:** Brytpunkter  $q$  utöver brytpunkt 0 enligt 2.2.2 justeras till  $q_{rev}$  enligt följande princip:

$$q_{rev} = \frac{q}{F_{pe}} \quad [2]$$

där:

$q_{rev}$  = kapacitet (f/h) eller brytpunktsflöde (f/h) se avsnitt 2.2.2

$q$  = flöde enligt brytpunktstabell (f/h) se avsnitt 2.2.2

## 2.2.1 Basvärde mätnadsdensitet

Mätnadsdensitet är den densitet som uppstår precis när fordonen har stannat i en kö. Basvärdet för mätnadsdensitet,  $k_j$ , är 134,5 (f/km/kf). Värdet används i Calmar.

## 2.2.2 Körfältsfördelning

Körfältsfördelningen mellan höger och vänster körfält för en länk (samband finns endast för 2 körfält) beräknas enligt följande samband:

$$q_h = \alpha_1 \cdot (1 - e^{-\alpha_2 \cdot Q_{tot}}) \quad [3]$$

där:

$q_h$  = Flöde i höger körfält (f/h)

$\alpha_1$  = Konstant

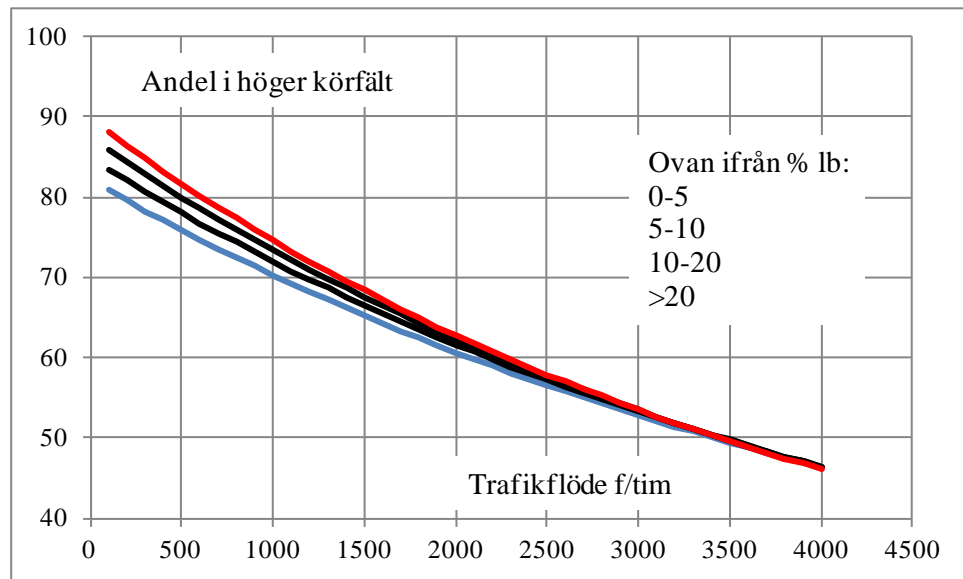
$\alpha_2$  = Konstant

$Q_{tot}$  = Totalt flöde (fordon/h)

**Tabell 4** Värderna för  $\alpha_1$  och  $\alpha_2$  beroende på andel tunga fordon (LBn + Lps)

Andel tunga fordon	$\alpha_1$ -värde	$\alpha_2$ -värde
0- 5 %	2 566	0,00032
5-10 %	2 497	0,00034
10-15 %	2 429	0,00036
15-20 %	2 360	0,00038

Metoden ger följande procent trafik i höger körfält, se Figur 2.



**Figur 2 Körfältsfördelning i förhållande till andel tunga fordon**

## 2.3 Påfart

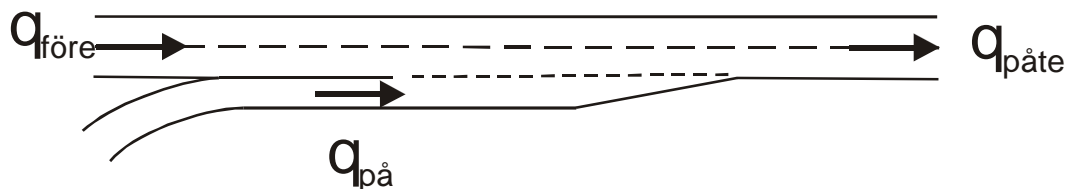
Kapacitet och belastningsgrad för påfart är i första hand beroende av trafiken i det körfält som påfarten ansluter till. Påfartens kapacitet bestäms huvudsakligen av körfältsfördelning och förekomsten av tillräckligt stora tidsluckor i fordonsströmmen för detta körfält. Kapaciteten ger information om vilka flödesnivåer som maximalt kan strömma igenom nerströms en påfart. Kompletterande information ges av trafikens fördelning mellan höger och vänster körfält nedströms rampen, varigenom belastningen i höger körfält kan kontrolleras så att den inte blir för hög.

Om avståndet mellan på- och avfartsramp är mindre än 500 m ska kontroll även göras för växlingssträcka, se avsnitt 2.5.

Modellen förutsätter att vid hög belastningsgrad bör accelerationssträckan vara mellan 150 och 300 m.

Kapacitet och belastningsgrad bestäms i följande steg:

**Steg 1:** Indata är trafikflöde på motorvägen före påfarten  $q_{\text{före}}$  (f/tim) och på påfarten/rampen  $q_{\text{på}}$  (f/tim), se Figur 3.



**Figur 3** Ingående flöden på segment med parallell påfart.

För trafikflödet gäller att hänsyn bör tas till maxkvart på samma sätt som för sträcka.

**Steg 2:** Bestäm anläggningens kapacitet  $K_{\text{på}} = \text{Kapacitet efter påfarten (f/h)}$

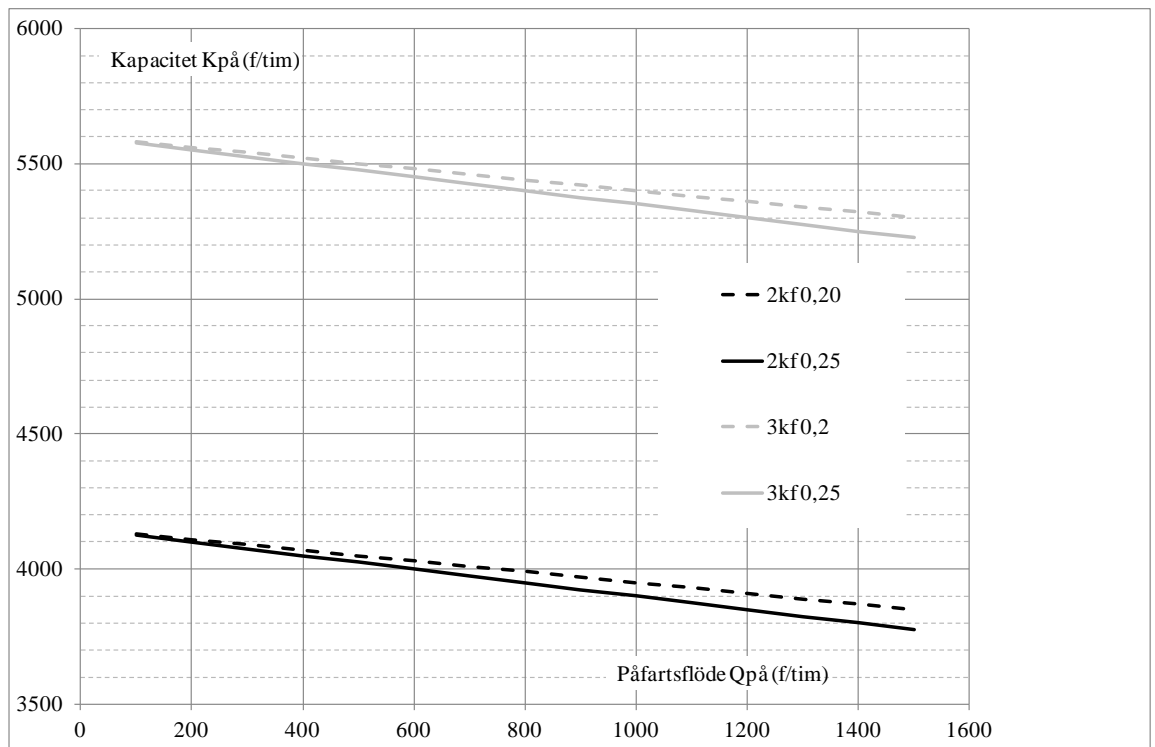
$$K_{\text{på}} = q_c - a \cdot q_{\text{på}} \quad [4]$$

där:

$q_{\text{påte}} = \text{Kapacitet efter påfarten (f/h)}$

$q_c = 4150 \text{ f/t}$  vid 2 körfält på huvudvägen och  $5600$  vid 3 körfält

$\alpha = 0,25$  om trafikplatstäthet  $> 0,33$  trafikplatser/km  
 $0,20$  om trafikplatstäthet  $0,2-0,33$  trafikplatser/km



**Figur 4 Kapacitet som funktion av påfartsflöde för 2 kf och 3 kf vid olika trafikplatstäthet.**

**Steg 3:** Bestäm belastningsgrad som  $q_{p\dot{a}te}/K_{p\dot{a}}$



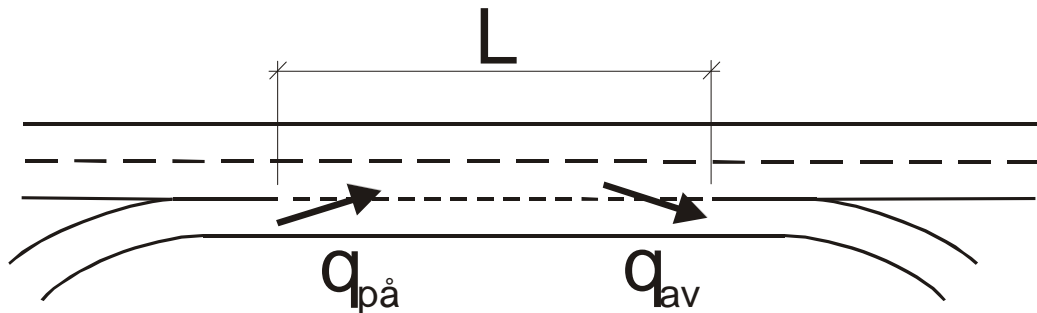
## 2.4      **Avfart**

Beräkningsmetod saknas för avfart. Normalt är sekundärvägs korsning vid avfartens slut flaskhalsen.

## 2.5 Växlingssträcka

Beräkning av kapacitet och belastningsgrad sker i följande steg:

**Steg 1:** Indata är inkommande trafikflöden och växlingssträckans utformning.



**Figur 5** Ingående flöden på segment med växlingssträcka samt definition av längd för växlingssträckan.

där:

$q_{PÅ}$  = Flödet i påfarten (f/h)

$q_{AV}$  = Flödet i avfarten (f/h)

$L$  = Längd på växlingssträckan mellan spärrlinjerna (m)

### *Geometrisk utformning av växlingssträcka*

Den geometriska utformningen ges av längden på växlingssträckan mellan de heldragna linjerna.

**Steg 2:** Kapacitet i växlingssträckan  $K_V$  (f/h) bestäms beroende på typ av växlingssträcka som 1 kf+1 växlande kf med längd 250 till 1250:

$$K_V = 2200 - 0,00375 \cdot \left( \frac{q_{AV}}{q_{PÅ} + 1} \right)^{0,1} \cdot (0,43 \cdot q_{AV} + 1,87 \cdot q_{PÅ}) \cdot \left( 1 + (q_{AV}^{1,4} \cdot q_{PÅ})^{0,3} \right) + 4,62 \cdot (L - 250)^{0,875} \quad [5]$$

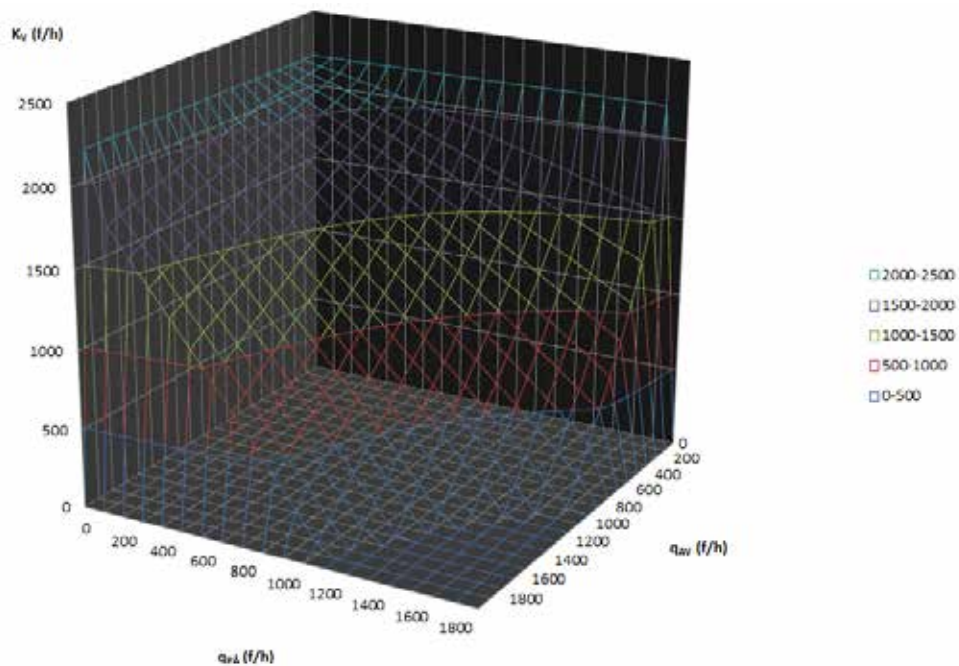
där:

$K_V$  = Kapacitet i växlingssträckan (f/h)

$q_{PÅ}$  = Flödet i påfarten (f/h)

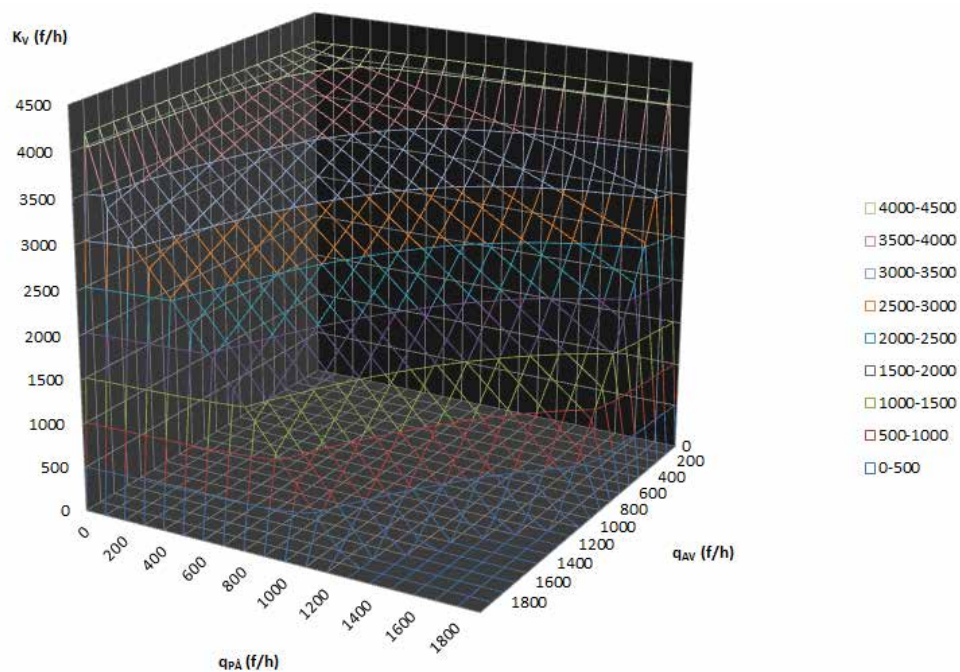
$q_{AV}$  = Flödet i avfarten (f/h)

$L$  = Längd på växlingssträckan mellan spärrlinjerna (m)



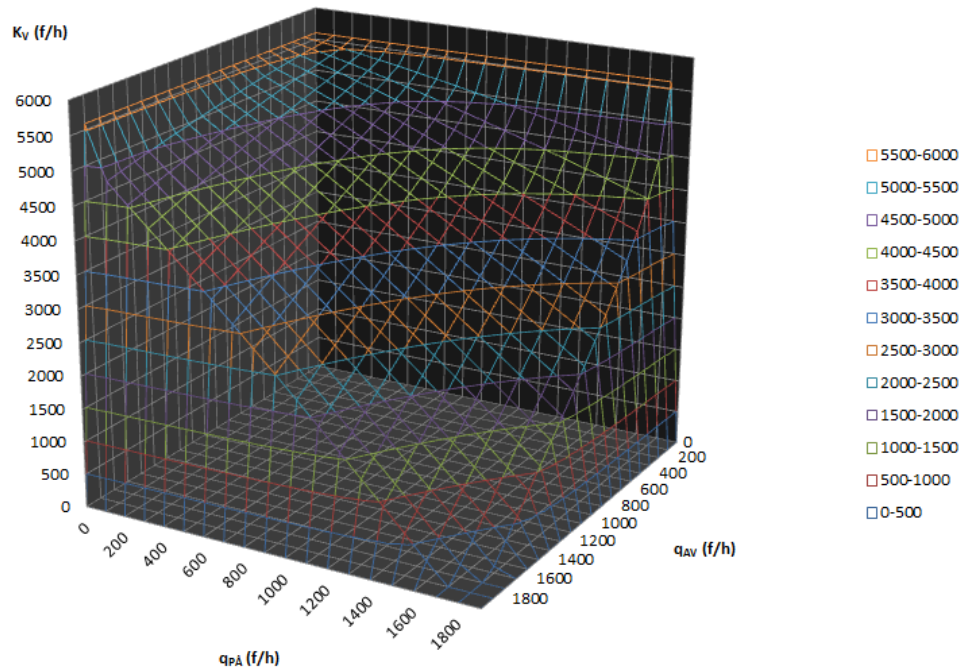
**Figur 6 1 kf+1 växlande kf med längd 250 till 1250:**

$$K_V = 4150 - 0,0065 \cdot \left( \frac{q_{AV}}{q_{pA}+1} \right)^{0,1} \cdot (0,43 \cdot q_{AV} + 1,87 \cdot q_{pA}) \cdot \left( 1 + (q_{AV}^{1,4} \cdot q_{pA})^{0,3} \right) + 3,44 \cdot (L - 250)^{0,875} \quad [6]$$



**Figur 7 2 kf+1 växlande kf med längd 250 till 1250**

$$K_V = 5600 - 0,0065 \cdot \left( \frac{q_{AV}}{q_{P\lambda} + 1} \right)^{0,1} \cdot (0,43 \cdot q_{AV} + 1,87 \cdot q_{P\lambda}) \cdot \left( 1 + (q_{AV}^{1,4} \cdot q_{P\lambda})^{0,3} \right) + 2,67 \cdot (L - 250)^{0,875} \quad [7]$$



**Figur 8 3 kf+1 växlande kf med längd 250 till 1000**

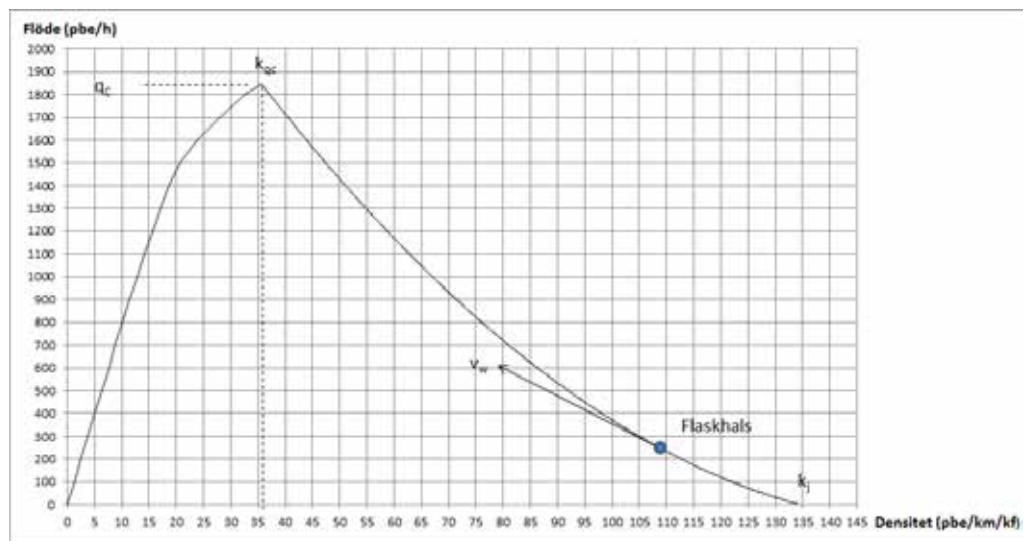
Vid längd över 1250 m för 2-3 kf i växlingssträckan och över 1000 m för 4 kf i växlingssträckan sker kapacitetsberäkning enligt metoden för motorvägslänk.

## 2.6 Hjälpmedel för systemanalys

Ett verktyg för systemanalys av komplexa motorvägssystem kallat CALMAR finns för systemanalys. Se TRV2013/92726 – Användarhandledning för Calmar.

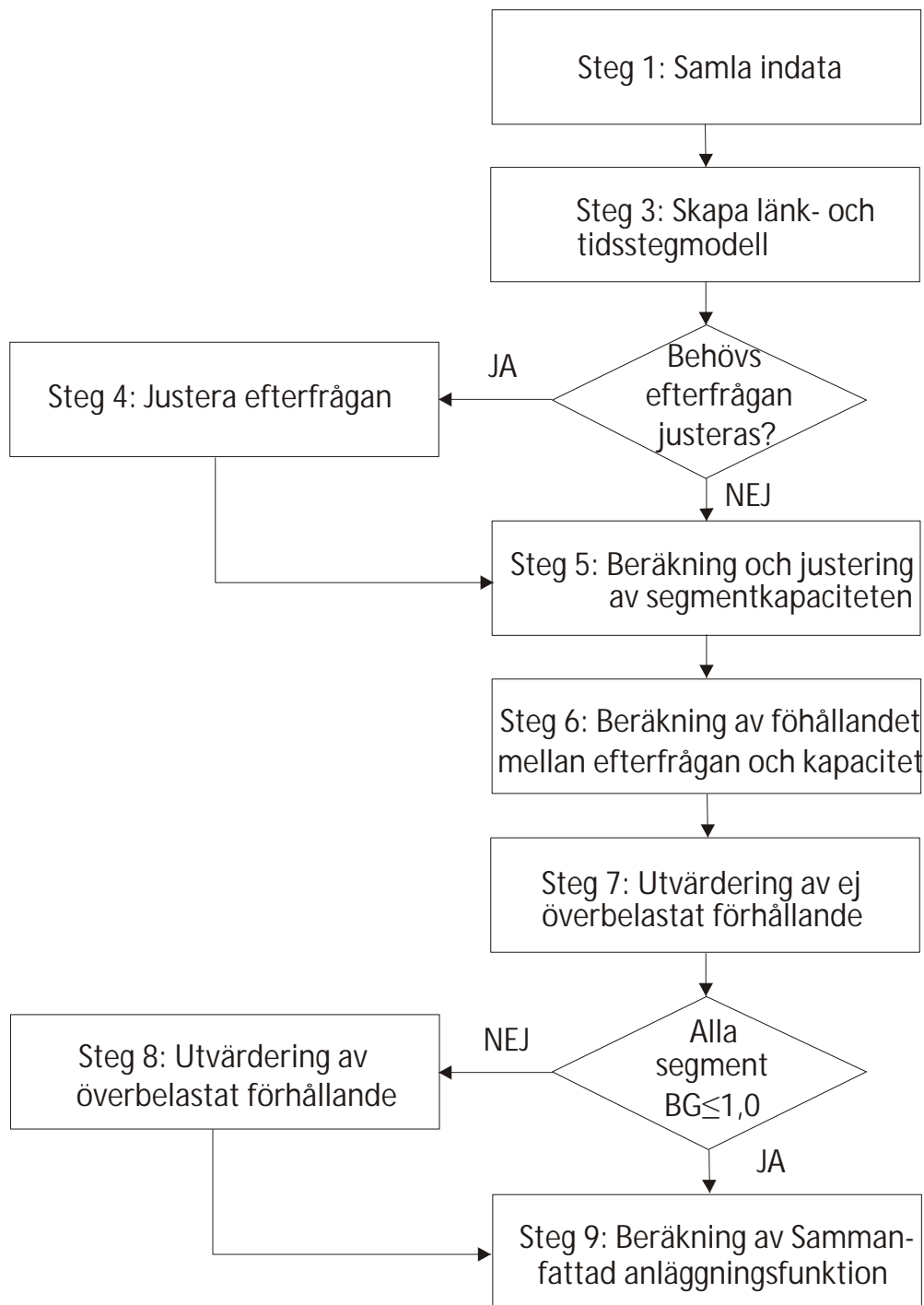
I storstädernas vägnät ingår ofta motorvägssystem med korta avstånd mellan ofta ganska komplexa trafikplatser. De enskilda väglänkarna och trafikplatserna påverkar då varandra vid överbelastningar genom växande köer. Detta beaktas inte med de metoder som beskrivits i tidigare avsnitt i detta kapitel.

I CALMAR hanteras samma vägtyper som ovan genom implementering av modellerna för dessa. Metoden använder sig av en flödes/densitet-kurva för att beskriva hastigheten på chockvågen i ett motorvägsavsnitt, denna kan vara under uppbyggnad eller avveckling. De fyra viktigaste parametrarna för kurvan är, kapaciteten ( $q_c$ ), densitet vid kapaciteten ( $k_{qc}$ ), våghastigheten ( $V_w$ ) samt mättnadsdensiteten ( $k_j$ ), se Figur 9 nedan.



Figur 9 Fundamentaldiagram och dess ingående komponenter för beräkning av köuppbyggnad och köavveckling.

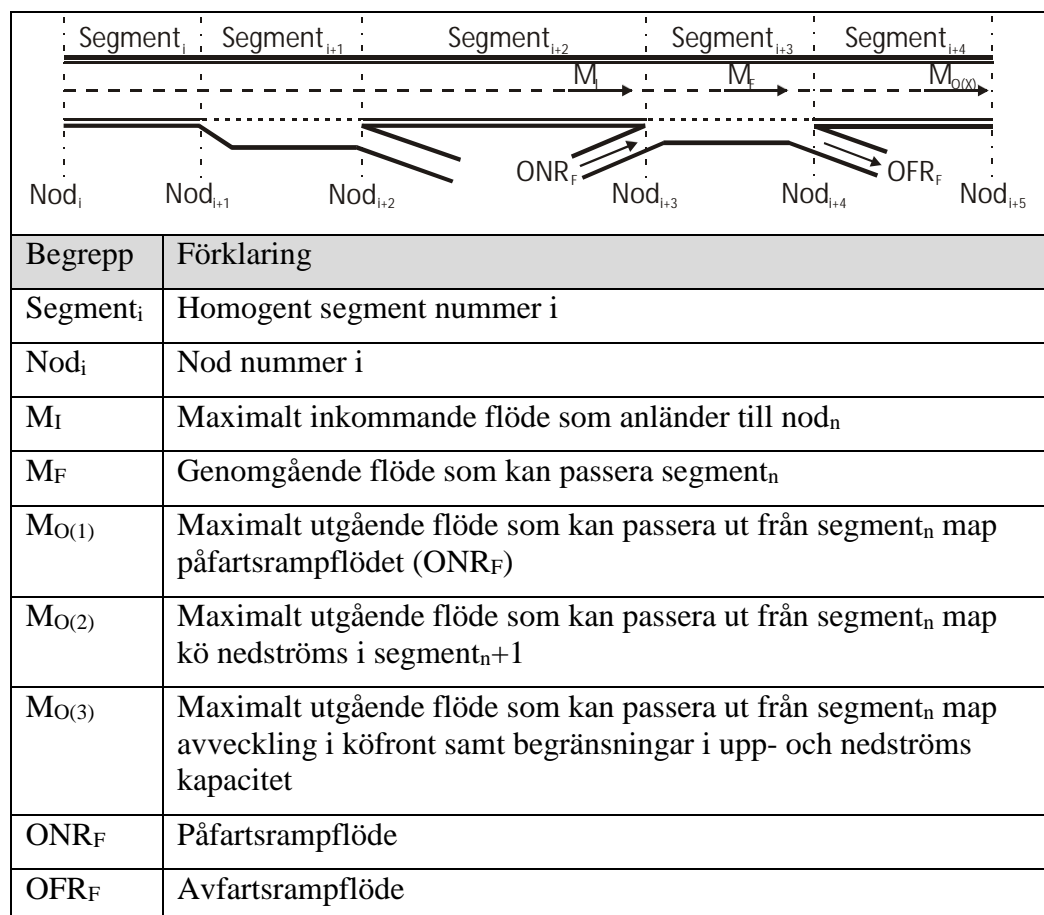
Systemet i Calmar följer en metod enligt Figur 10:



**Figur 10** Blockschema för metodiken i CALMAR.

Den mest fundamentala delen av Calmar är beräkningen av överbelastade segment. Det första steget är att beräkna efterfrågan och antal fordon som kan befinna sig på ett segment.

Efter detta beräknas genomgående inkommande flöde ( $M_I$ ). Metodiken innehåller 6 olika randvillkor, genomgående inkommande flöde är det maximala antalet fordon som kan ankomma en nod, om genomgående utflöde ( $M_{O(1)}$ ) är begränsat pga. påfartsflöde ( $ONR_F$ ), om genomgående utflöde ( $M_{O(2)}$ ) är begränsat pga. kö i nedströms segment, om genomgående utflöde ( $M_{O(3)}$ ) är begränsat pga. avveckling i köfront, begränsningar i uppströms kapacitet samt begränsningar i nedströms kapacitet, se Figur 11.



**Figur 11** Beskrivning av segment och nod samt in- och utflöden för de olika typerna av segment.

## 2.6.1 Begränsningar

Begränsningarna i modellerna härrör till avsaknad av empiriskt material. I vissa fall har etablerade teoretiska samband använts och i något fall har anpassning och uppdatering av gamla samband från projektet TPMA skett.

Begränsningarna i modellen för länk härrör sig till tillgången på empiriskt material enligt följande:

Ingen hänsyn till körfältsbredd, vägrensbredd och avstånd till sidohinder har funnits i det empiriska material som är underlag till sambanden.

Begränsningarna i modellen för påfartsramp härrör sig till tillgången på empiriskt material enligt följande:

Ingen hänsyn till körfältsbredd, vägrensbredd, avstånd till sidohinder och längd på parallellkörfältet har funnits i det empiriska material som är underlag till sambanden. Fördelningen av kö mellan påfartsramp och genomgående körfält har ej kalibrerats.

Begränsningarna i modellen för avfartsramp härrör sig till tillgången på empiriskt material enligt följande:

Ingen hänsyn till körfältsbredd, vägrensbredd, avstånd till sidohinder och längd på parallellkörfältet har funnits i det empiriska material som är underlag till sambanden.

Begränsningarna i modellen för växlingssträcka härrör sig till tillgången på empiriskt material enligt följande:

- Ingen hänsyn till hastighetsbegränsning
- Geometriska parametrar begränsar sig till växlingssträckans längd mellan spärrlinjerna
- Minsta beräkningsbara växlingssträcka är 250 m

Fördelningen av kö mellan påfartsramp och genomgående körfält vid växlingssträcka har ej kalibrerats.





# Innehållsförteckning

## Kapitel 3 Landsvägar

<b>3</b>	<b>Landsvägar</b> .....	<b>2</b>
<b>3.1</b>	<b>Inledning</b> .....	<b>2</b>
3.1.1	Termer och beteckningar .....	3
<b>3.2</b>	<b>Beräkningsgång</b> .....	<b>4</b>
3.2.1	Indata .....	6
3.2.2	Bestämning av siktklass .....	7
3.2.3	Frifordons hastighet – brytpunkt 0 .....	9
3.2.4	Kapacitet – brytpunkt 4 .....	13
3.2.5	Brytpunkt (1) för frifordonsflöde .....	15
3.2.6	Hastighet vid kapacitet .....	19
3.2.7	Hastighet innan sammanbrott – brytpunkt 4 .....	23
3.2.8	Kalibreringskonstanten $\beta$ för hastighet-flödessambandets krökning ..	27
3.2.9	Kalibreringskonstanten $c_2$ för ojämn riktningsfördelning på tvåfältsväg .....	31
3.2.10	Reshastighet .....	35
3.2.11	Korrigeringsfaktor för total lastbilsandel skild från 12 %.....	39
<b>3.3</b>	<b>Alternativa analysmetoder</b> .....	<b>41</b>
<b>3.4</b>	<b>Kalkylhjälpmedel ("computational engines")</b> .....	<b>42</b>
<b>3.5</b>	<b>Beräkningsblankett</b> .....	<b>43</b>
<b>3.6</b>	<b>Beräkningsexempel 1 – tvåfältig landsväg</b> .....	<b>45</b>
<b>3.7</b>	<b>Beräkningsexempel 2 – MLV</b> .....	<b>47</b>
<b>3.8</b>	<b>Beräkningsexempel 3 – MLV</b> .....	<b>49</b>

## 3 Landsvägar

### 3.1 Inledning

Kapitlet omfattar beräkning av kapacitet, belastningsgrad och reshastighet för personbilar (inkl. släp), lastbilar utan släp och lastbilar med släp för:

- tvåfältig landsväg (tvåfält),
- mötesfri motortrafikled (MML) med varierande andel omkörningsfält mellan 40 – 85 %,
- mötesfri landsväg (MLV) med varierande andel omkörningsfält mellan 15 – 85 %,

med hastighetsgräns 70 km/h eller högre.

Med ömkörbar längd avses andel sträcka i en riktning som är två körfält inkluderat inledningssträckor och exkluderat avslutningssträckor.

För MML med 100 % tvåfält, som innebär två genomgående körfält genom trafikplats, behandlas vägen som en fyrfältsväg (**4 F**) med motsvarande hastighetsgräns, hastighet och kapacitet, se Kapitel 2. Vid enbart ett genomgående körfält i trafikplats erhålls max 85 % omkörningsfält och övergången två till ett ger en väsentlig lägre kapacitet.

Reshastighetsberäkningen avser förhållanden utan överbelastning. För överbelastade situationer anges samma schablonmetod som i Trafikverkets effektsamband (version april 2014).

De geometri- och regleringsdata som ingår är andel ömkörbarlängd (för mötesseparerad väg), hastighetsbegränsning och siktklass. Trafikflödesberoende data som behövs är trafikflöde, riktningfördelning och andel tunga fordon. För tvåfältsvägar ingår vägbredd som indata medan för MML och MLV antas att:

- MLV 15-30 % har en standardvägbredd på 8-12 m
- MML/MLV 40 % har en standardvägbredd på 13-14 m
- MML/MLV 60 % har en standardvägbredd på 13-17 m
- MML/MLV 85 % har en standardvägbredd på 16-18 m,

Beräkningsmetoden är en uppdatering av beräkningsmetoden i *Effektsamband för transportsystemet Bygg om eller bygg nytt* (Trafikverket, 2014 April; Carlsson, 2007). För varje delmoment finns kommentarer på vänster sida och beräkningsstegen på högersida. Dokumentet bör således läsas och skrivas ut dubbelsidigt för bästa läsbarhet.

**Definitioner** omfattande allmänna termer och deras beteckningar är dokumenterade i kapitel 1 avsnitt 1.7.

**Litteraturreferenser** inkluderande de som avser landsvägar är dokumenterade i kapitel 1 avsnitt 1.8

### 3.1.1 Termer och beteckningar

(se kapitel 1.7 för allmänna termer och beteckningar)

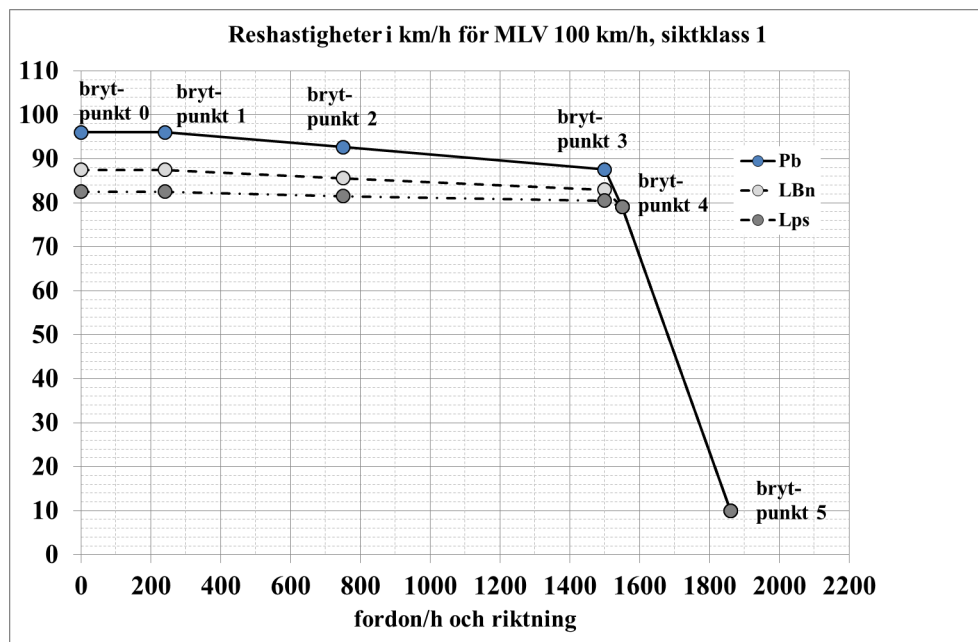
Term	Beteckning	Definition
<b>Fordon</b>		Fordon består av P, LBNn och Lps enligt TrV K <sub>Vägutformning</sub> .
<b>Personbil</b>	<b><i>P</i></b>	Typfordon P enligt TrV K <sub>Vägutformning</sub> . Hastigheten för P innefattar i detta kapitel P + Ps med högst 5 % Ps (Personbil m släp).
<b>Vägtyp</b>	<b><i>MML</i></b>	Mötesfri motortrafikled
”	<b><i>MLV</i></b>	Mötesfri landsväg
”	<b><i>Tvåfält</i></b>	Landsväg med ett körfält i vardera riktningen
<b>Siktklass</b>		Siktförhållanden/linjeföring (1-4)
<b>Brytpunkt för frifordonsflöde</b>	<b><i>q<sub>0</sub></i></b>	Flödesnivå under vilken det råder frifordonsförhållanden, dvs. ingen fördröjning på grund av andra fordon.
<b>Frifordons hastighet</b>	<b><i>v<sub>fri,q<sub>0</sub></sub></i></b>	Ett fordons hastighet vid $q < q_0$ eller tidsavstånd $> 3600/q_0$ )
<b>Andel omkörbar längd</b>	<b><i>α</i></b>	Summan av samtliga tvåfältsavsnitts längd dividerad med vägsträckans totala längd (avser mötesfri landsväg (MLV) och mötesfri motortrafikled (MML))

## 3.2 Beräkningsgång

Samband mellan hastighet och trafikflöde för en vägtyp definieras i metoden av ett hastighet-flödessamband. Detta samband beskriver hur reshastighet för personbilar (inkl med släp), lastbilar utan släp och lastbilar med släp beror av trafikflödet i aktuell riktning.

Hastighets-flödessambandet definieras av ett antal brytpunkter normalt 5 (se exempel i Figur 1):

- den första och andra definierar i vilket flödesintervallflödeseffekten kan försummas, dvs. att frifordons hastigheter antas
- mellanliggande brytpunkt för ökad flödeseffekt, för MLV och MML benämnt som före sammanbrott
- de två sista definierar kapacitetsflöde och hastighet vid kapacitet samt för schablonberäkningar av överbelastning det flöde  $- 1.2 \cdot$  kapacitetsvärdet - över vilket hastigheten antas vara 10 km/h



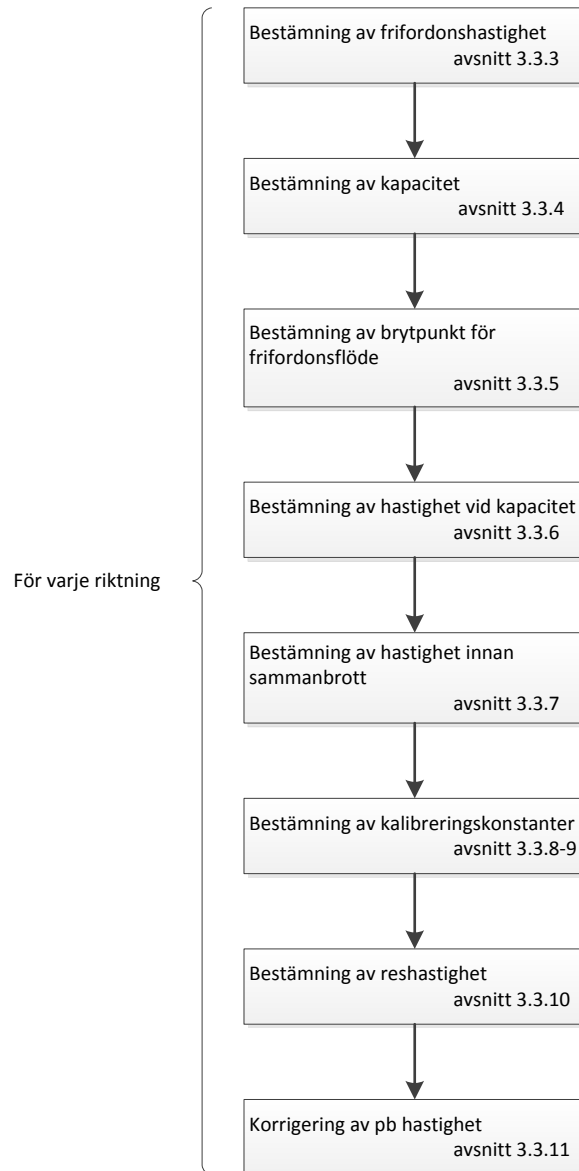
**Figur 1 Brytpunktsintervall för hastighet-flödessamband**

I *Effektsamband för transportsystemet* (Trafikverket, 2014 April) anges dels kontinuerliga samband mellan brytpunkterna till kapacitetsvärdet dels styckvis linjära samband även över kapacitetsgränsen. De senare är implementerade i EVA-metoden. Samtliga styckvis linjära samband finns i *Effektsamband...* i kapitel 4 Tillgänglighet (Trafikverket 2014).

Beräkning kan ske enligt beräkningsgången i Figur . Beräkningen sammanställs lämpligen på en beräkningsblankett, se avsnitt 3.5. Till denna

metodbeskrivning finns även tre stycken beräkningsexempel: ett för tvåfältsväg (se avsnitt 3.6) och två för MLV (se avsnitt 3.7 och avsnitt 3.8).

Alternativt kan beräkning ske direkt i de hastighet-flödessamband som finns i effektkatalogen och då med styckvis linjära samband.



**Figur 2** Översikt över beräkningsgången för landsvägar

### 3.2.1 Indata

För beräkning av kapacitet och reshastighet för en mötesfri motortrafikled (MML) eller landsväg (MLV) krävs indata för:

- Hastighetsbegränsning (km/h)
- Siktclass (1 eller 2)
- Andel av sträckan som tillåter omkörning (omkörbar längd / total längd)
- Trafikflöden (fordon/h) per riktning eller totalt i kombination med
  - \* Riktningfördelning
  - \* Andel lastbilar uppdelat på LBn och Lps (%)

För beräkning av kapacitet och reshastighet för en tvåfältig landsväg krävs indata för:

- Hastighetsbegränsning (km/h)
- Vägbredd (m)
- Siktclass (1, 2, 3 eller 4)
- Trafikflöden (fordon/h) per riktning eller totalt i kombination med
  - \* Riktningfördelning
  - \* Andel lastbilar uppdelat på LBn och Lps (%)

### 3.2.2 Bestämning av siktklass

Den aktuella vägens siktklass bestäms med ledning av Tabell 1. I första hand bedöms siktklass utifrån andelen väglängd med sikt över 500 m. Om data för detta saknas kan vägens siktklass uppskattas från linjeföringen med hjälp av linjeföringsmått *plan* (absolutvinkeländring i radianer/km) och *profil* (absolut höjdskillnad i m/km). Observera att om både det vertikala och det horisontella linjeföringsmåttet ligger nära den övre gränsen bör nästa sämre siktklass väljas. Även genomsnittlig och maximal lutning på enskilda lutande sträckor bör kontrolleras. Det skall vidare påpekas att det finns en tydlig skillnad i vertikalstandard mellan siktklass 2 och 3. Siktklass 2 har stigningar på längst ca 1 000 m i intervallet 2-3 %, medan siktklass 3 har stigningar med längd 1,5-2,0 km i intervallet 2-3 %.

**Tabell 1 Linjeförings- och siktdata för siktklass 1-4**  
(Avrundade värden baserade på (Trafikverket, 2014 April))

Sikt-klass	Andel väglängd med sikt >500 m	Linjeföring		Längsta stigning		Max lutning %
		Horisontellt abs(rad)/km	Vertikalt abs(m)/km	Längd m	Medel-lutning %	
1	> 60 %	0-0,5	0-10	2 200	0,8	2,1
2	35-60 %	0,3-1,0	5-30	2 300	2,0	3,5
3	15-35 %	0,7-1,3	>20	2 400	3,2	4,0
4	0-15 %	>1,3	>20	2 800	3,4	>50



**Kommentarer**

För bestämning av frifordons hastighet behövs uppgifter om

- Vägtyp (MML, MLV, tvåfältsväg)
- Hastighetsgräns (km/h)
- Vägbredd (m) (tvåfältsväg)
- Siktclass (1-4)

- :1 Frifordons hastigheterna är huvudsakligen baserade på empiri från 2009-2011 samt tidigare empiriska mätningar som använts för revidering av *Effektsamband för transportsystemet* (Trafikverket, 2014 April).
- :2 Det är ingen skillnad i frifordons hastighet för MML och MLV med hastighetsgräns 110 km/h.
- :3 Tvåfältsvägar delas in i tre breddklasser (bred, normal och smal) med undantag för 70 km/h som även har en extra smal breddklass (<5,6 m).
- :4 Breda vägar med 70 och 80 km/h har lägre frifordons hastighet än normala och smala vägar med samma hastighetsgräns. Detta är baserat på empiri och beror på att kombinationen av bred väg och låg hastighetsgräns endast används under speciella omständigheter (ex tätortsnära infarter eller lokal hastighetsbegränsning i samband med korsning m.m.) och inte förekommer som längre vägsträckor.
- :5 Notera att lägsta hastighetsgränsen för MML är 100 km/h och för MLV 80 km/h.
- :6 Reduktionerna i frifordons hastighet som funktion av siktclass är baserade på (Carlsson, 2007).
- :7 Siktclass 4 finns ej för breda 70 och 80 vägar.

### 3.2.3 Frifordons hastighet – brytpunkt 0

Frifordons hastigheten bestäms enligt

$$v_{fri} = v_{fri}^{bas} - \sum_{i=2}^m v_{red}^i, \text{ där} \quad (1)$$

$v_{fri}^{bas}$  är frifordons hastighet [km/h] för siktklass 1 och hämtas från Tabell 2.

$m$  är aktuell siktklass

$v_{red}^2$  är reduktion [km/h] för siktklass 2 och hämtas från Tabell 3

$v_{red}^3$  är reduktion [km/h] för siktklass 3 och hämtas från Tabell 4

$v_{red}^4$  är reduktion [km/h] för siktklass 4 och hämtas från Tabell 5

**Tabell 2 Frifordons hastighet, basvärde**

Vägartyp	Hast. Begr km/h	Vägbredd m	Frifordons hastighet		
			P	LBn	Lps
MML	110		103	90	84
MML	100		99	89	83
MLV	110		103	90	84
MLV	100		96	87,5	82,5
MLV	90		91,5	86	81
MLV	80		80	78	76,5
Tvåfält	110	>10m	102	90,5	83
Tvåfält	110	8-10m	100	90,5	83
Tvåfält	110	<8m	99	88	83
Tvåfält	100	>10m	100	90,5	83
Tvåfält	100	8-10m	99	90,5	83
Tvåfält	100	<8m	98	88	83
Tvåfält	90	>10m	91,5	86	82
Tvåfält	90	8-10m	91,5	86	82
Tvåfält	90	<8m	90	85	81
Tvåfält	80	>10m	82,5	81	81
Tvåfält	80	8-10m	86	83,5	82
Tvåfält	80	<8m	84,5	82,5	81
Tvåfält	70	>10m	71	70	70
Tvåfält	70	8-10m	76	74	74
Tvåfält	70	5,6-8	76	74	74
Tvåfält	70	<5,6m	75	73,5	72

**Kommentarer:**

- :1 Sambanden kan också användas med frifordons hastighet från mätning i aktuellt fall.

**Tabell 3 Reduktion av frifordons hastighet vid siktklass 2**

Vägartyp	Hast. Begr km/h	Vägbredd m	Siktklass 2 reduktion		
			P	LBn	Lps
MML/MLV	110		-1	-1	-2,5
Tvåfält	110		-1	-1	-2
Alla	100		-1	-1	-2
Alla	90		-0,5	-0,5	-2
MLV	80		-0,5	-0,5	-1,5
Tvåfält	80		-0,5	-0,5	-2
Tvåfält	70		-0,5	-0,5	-2

**Tabell 4 Ytterligare reduktion av frifordons hastighet vid siktklass 3**

Vägartyp	Hast. Begr km/h	Vägbredd m	Siktklass 3 reduktion		
			P	LBn	Lps
Tvåfält	100		-1	-1	-1
Tvåfält	<=90		-1,5	-1,5	-1

**Tabell 5 Ytterligare reduktion av frifordons hastighet vid siktklass 4**

Vägartyp	Hast. Begr km/h	Vägbredd m	Siktklass 4 reduktion		
			P	LBn	Lps
Tvåfält	80	8-10m	-4	-4	-4
Tvåfält	80	<8m	-3,5	-3,5	-4
Tvåfält	70	5,6-10m	-4	-4	-4
Tvåfält	70	<5,6m	-3,5	-3,5	-4

**Kommentarer**

För bestämning av vägsträckans kapacitet behövs uppgifter om

- Vägtyp (MML, MLV, tvåfältsväg)
- Hastighetsgräns (km/h)
- Vägbredd (m)
- Siktclass (1-4)

- :1 Kapacitetsvärdena är huvudsakligen baserade på tidigare modellutveckling och empiri redovisade i *Effektsamband för transportsystemet* (Trafikverket, 2014 April) samt Carlsson (2007).
- :2 Kapaciteten för MML och MLV bestäms helt av övergången från två till ett körfält. Även vid 85 % tvåfält blir kapaciteten 1 550 fordon/h då det någonstans längs med vägsträckan måste finnas en övergång från två till ett körfält. Vid 100 % tvåfält så är kapaciteten högre och vägsträckan ska beräknas enligt metoder för motorvägar och flerfältsvägar, se *Effektsamband ...* (Trafikverket, 2014 April).
- :3 Kapaciteten för tvåfältsvägar är framförallt beroende på vägbredd och siktclass.

### 3.2.4 Kapacitet – brytpunkt 4

För **MML** och **MLV** bestäms kapaciteten helt av övergångarna från två till ett körfält. Empiriska data visar att kapaciteten för **MML** och **MLV** är

$$K = 1\,550 \text{ fordon/h}$$

För **tvåfältsväg** bestäms kapaciteten  $q_{kap}$  enligt

$$K = K^{bas} - \sum_{i=2}^m K^i, \text{ där} \quad (2)$$

$K^{bas}$  är kapacitet [fordon/h] för siktklass 1 och hämtas från Tabell 6

$m$  är aktuell siktklass

$K^2$  är reduktion [fordon/h] för siktklass 2 och hämtas från Tabell 6

$K^3$  är reduktion [fordon/h] för siktklass 3 och hämtas från Tabell 6

$K^4$  är reduktion [fordon/h] för siktklass 4 och hämtas från Tabell 6

**Tabell 6 Kapacitet, basvärde**

Vägartyp	Hast. Begr km/h	Vägbredd M	Kapacitet fordon/h/riktning
Tvåfält	70-110	>10m	1950
Tvåfält	80-110	<10m	1800
Tvåfält	70	5,6-10	1800
Tvåfält	70	<5,6	1750

**Tabell 7 Reduktion av kapacitet vid siktklass 2**

Vägartyp	Hast. Begr km/h	Vägbredd m	Siktklass 2 Reduktion
Tvåfält	70-110	Alla	-100

**Tabell 8 Ytterligare reduktion av kapacitet vid siktklass 3**

Vägartyp	Hast. Begr km/h	Vägbredd m	Siktklass 3 Reduktion
Tvåfält	70-110	>10m	-100
Tvåfält	70-110	<10m	-50

**Tabell 9 Ytterligare reduktion av kapacitet vid siktklass 4**

Vägartyp	Hast. Begr km/h	Vägbredd m	Siktklass 4 Reduktion
Tvåfält	70-80	<10m	-50

- Kommentarer** För bestämning av brytpunkten för frifordonsflöde behövs uppgifter om
- Vägtyp (MML, MLV, tvåfältsväg)
  - Andel omkörbar längd / tvåfält (endast MML/MLV)
  - Hastighetsgräns
  - Vägbredd (m)
  - Siktclass (1-4)
- :1 Andelen omkörbar längd beräknas genom att addera längden på samtliga tvåfältsavsnitt och sedan dividera detta med vägsträckans totala längd. I längden på tvåfältsavsnitten ingår inledning men ej avslutningen av tvåfältssträcka.  
Exempel: En vägsträcka är 8 km lång och har 3 tvåfältsavsnitt som är 1,2, 1,3 och 1,1 km. Andelen omkörbar längd blir då  $\frac{1,2+1,3+1,1}{8} = \frac{3,4}{8} = 0,425$ .
- :2 För MML/MLV bestäms frifordonsförhållandena i huvudsak av andelen omkörbar längd.
- 3 För MML/MLV blir högsta flödet för oförändrad frifordons hastighet 1 500 f/h (dvs. vid  $\alpha = 1$ ), vilket utgör maxflöde innan sammanbrott.

### 3.2.5 Brytpunkt (1) för frifordonsflöde

För MML och MLV bestäms brytpunkten för frifordonsflöde  $q_0$  enligt

$$q_0 = K \cdot B_s \cdot \alpha^2 = 1500 \cdot \alpha^2, \text{ där} \quad (3)$$

$\alpha$  är andelen omkörbar längd

$K$  är kapaciteten [fordon/h] enligt avsnitt 3.2.4.

$B_s$  är belastningsgrad vid sammanbrott, enligt  $B_s = 1500/K$

För **tvåfältsväg** bestäms brytpunkten för frifordonsflöde  $q_0$  enligt

$$q_0 = q_0^{bas} - \sum_{i=2}^m q_0^i, \text{ där} \quad (4)$$

$q_0^{bas}$  är friflödeshöjningspunkt [fordon/h] för siktclass 1 och hämtas från Tabell 10

$m$  är aktuell siktclass

$q_0^2$  är reduktion [fordon/h] för siktclass 2 och hämtas från Tabell 11

$q_0^3$  är reduktion [fordon/h] för siktclass 3 och hämtas från Tabell 12

$q_0^4$  är reduktion [fordon/h] för siktclass 4 och hämtas från Tabell 13

För **tvåfältsväg** sätts belastningsgrad vid sammanbrott  $B_s = 1$ .



**Tabell 10** Friflödesbrytpunkt, basvärde

Vägartyp	Hast. Begr km/h	Vägbredd m	Frifordonsflöde f/h
Tvåfält	80-110	>10m	300
Tvåfält	70	>10m	400
Tvåfält	70-110	8-10m	150
Tvåfält	70-110	<8m	100

**Tabell 11** Reduktion av friflödesbrytpunkt vid siktklass 2

Vägartyp	Hast. Begr km/h	Vägbredd m	Siktklass 2 reduktion
Tvåfält	80-110	>10m	-50
Tvåfält	70	>10m	-75

**Tabell 12** Ytterligare reduktion av friflödesbrytpunkt vid siktklass 3

Vägartyp	Hast. Begr km/h	Vägbredd m	Siktklass 3 reduktion
Tvåfält	80-110	>10m	-100
Tvåfält	70	>10m	-125
Tvåfält	70-110	8-10m	-75
Tvåfält	70-110	<8m	-25

**Tabell 13** Ytterligare reduktion av friflödesbrytpunkt vid siktklass 4

Vägartyp	Hast. Begr km/h	Vägbredd m	Siktklass 4 reduktion
Tvåfält	70-80	8-10m	-45
Tvåfält	70-80	<8m	-45



**Kommentarer** För bestämning av hastigheten vid kapacitetsflöde behövs uppgifter om

- Vägtyp (MML, MLV, tvåfältsväg)
- Hastighetsgräns (km/h)
- Vägbredd (m)
- Siktclass (1-4)

- :1 För MML/MLV är hastigheten vid kapacitet 79 km. För MLV 80 km/h med frifordonshastighet för tunga fordon under 79 km/h (se tabell 2) korrigeras dock denna alltid till hastigheten innan sammanbrottenligt avsnitt 3.2.7. För MLV 90 km/h är hastigheten för Lps innan sammanbrott lägre än 79 km/h vid andel omkörbar längd under 25 % vid siktclass 1. Vid siktclass 2 har Lps alltid en hastighet under 79 km/h för timflöden över brytpunkten. Se vidare under 3.2.7 där hastigheten vid kapacitet korrigeras med avseende på detta.
- :2 För tvåfältsvägar är hastigheten vid kapacitet baserad på antaganden om densiteten vid kapacitetsflöde. Densiteten vid kapacitetsflöde antas vara ca 25,5-26,5 fordon/km för 100-110 km/h, 26-27 fordon/km för 90 km/h, 27-28 fordon/km för 80 km/h samt 28-29 fordon/km för 70 km/h.

### 3.2.6 Hastighet vid kapacitet

Hastigheten vid kapacitetsflöde,  $v_{kap}$ , bestäms enligt

$$v_{kap} = v_{kap}^{bas} - \sum_{i=2}^m v_{kap}^i, \text{ där} \quad (5)$$

$v_{kap}^{bas}$  är kapacitetshastighet [km/h] för siktklass 1 och hämtas från Tabell 14

$m$  är aktuell siktklass

$v_{kap}^2$  är reduktion [km/h] för siktklass 2 och hämtas från Tabell 15

$v_{kap}^3$  är reduktion [km/h] för siktklass 3 och hämtas från Tabell 16

$v_{kap}^4$  är reduktion [km/h] för siktklass 4 och hämtas från Tabell 17

**Tabell 14 Hastighet vid kapacitetsflöde, basvärde**

Vägartyp	Hast. Begr km/h	Vägbredd m	Basvärde km/h
MML/MLV			79
Tvåfält	110	>10m	74
Tvåfält	110	8-10m	70,5
Tvåfält	110	<8m	69,5
Tvåfält	100	>10m	73,5
Tvåfält	100	8-10m	70
Tvåfält	100	<8m	69,0
Tvåfält	90	>10m	72,5
Tvåfält	90	8-10m	69
Tvåfält	90	<8m	68
Tvåfält	80	>10m	70
Tvåfält	80	8-10m	66
Tvåfält	80	<8m	65,5
Tvåfält	70	>10m	68
Tvåfält	70	8-10m	63
Tvåfält	70	5,6-8	63
Tvåfält	70	<5,6m	61

**Tabell 15 Reduktion av hastighet vid kapacitetsflöde vid siktklass 2**

Vägartyp	Hast, Begr km/h	Vägbredd m	Siktklass 2 Reduktion
Tvåfält	70-110	>10m	-2
Tvåfält	70-110	<10m	-3,5

**Tabell 16 Ytterligare reduktion av hastighet vid kapacitetsflöde vid siktklass 3**

Vägartyp	Hast, Begr km/h	Vägbredd m	Siktklass 3 Reduktion
Tvåfält	70-100	>10m	-3
Tvåfält	80-100	<10m	-2
Tvåfält	70	5,6-10	-2
Tvåfält	70	<5,6	-1,5

**Tabell 17 Ytterligare reduktion av hastighet vid kapacitetsflöde vid siktklass 4**

Vägartyp	Hast, Begr km/h	Vägbredd m	Siktklass 4 Reduktion
Tvåfält	70-80		-2



- Kommentarer** För bestämning av hastigheten innan sammanbrott behövs uppgifter om
- Vägtyp (MML, MLV, tvåfältsväg)
  - Hastighetsgräns (km/h)
  - Andelen omkörbar längd
- :1 Hastigheten innan sammanbrott beräknas endast för MML/MLV
- :2 Hastighetsreduktion baseras dels på empiri dels på analytiska beräkningar av andelen upphinnande och fördröjningar på 1+1 sträckor, se (Carlsson, Wiklund, Olstam, & Tapani, 2013).
- :3 Parametern  $\alpha$  representerar hastighetsreduktionen vid 0 % andel omkörbar längd. Det vill säga reduktionen från frifordonshastighet till förväntat hastighet på det långsammaste fordonet i trafikströmmen (rimligen ett fordon av typen Lps).
- :4 Observera att för Lps blir hastighetsreduktionen negativ för  $\alpha > 0,8$  för hastighetsgräns 110 och 100 km/h (för siktclass 2 gäller  $\alpha > 0,7$ ). För MLV 90 km/h blir hastighetsreduktionen negativ vid  $\alpha > 0,75$ . Det är därför reduktionen sätts till max av noll och det beräknade värdet.

### 3.2.7 Hastighet innan sammanbrott – brytpunkt 4

För MML och MLV behöver även hastighet innan sammanbrott

$v_s = v(B_s \cdot K)$  bestämmas för respektive fordonstyp  $i$  enligt

$$v_s^i = v_{fri}^i - v_{red}^i(B_s \cdot K), \text{ där} \quad (6)$$

$$v_{red}^i(B_s \cdot K) = \begin{cases} a \cdot e^{-b \cdot \alpha^c} & \text{P och LBn} \\ \max(0, a - b \cdot \alpha) & \text{Lps} \end{cases}, \quad (7)$$

där

$\alpha$  är andelen omkörbarlängd

$a$  är en parameter som beskriver hastighetsreduktionen vid  $\alpha = 0$  och hämtas från Tabell 18

$b$  &  $c$  är kalibreringsparametrar som beror på vägtyp, hastighetsgräns och fordonstyp enligt Tabell 18.

Om längden på tvåfälsavsnitten skiljer sig från standardlängden  $L_{normal}$  måste hastighetsreduktionen  $v_{red}^i$  justeras när  $\alpha \leq 0,45$  enligt

$$v_{red}^i(B_s \cdot K) = \begin{cases} v_{red}^P(B_s \cdot K) + 0,5 \cdot \frac{(\bar{L}_d - L_{normal})}{100} & \text{P} \\ v_{red}^{LBn}(B_s \cdot K) + 0,2 \cdot \frac{(\bar{L}_d - L_{normal})}{100} & \text{LBn} \end{cases}, \quad (8)$$

där

$\bar{L}_d$  är genomsnittlig längd på tvåfälsavsnitten

$L_{normal} = \max(800, 400 + \alpha \cdot 2500)$

Vid **80 km/h** sätts dock  $v_{red}(B_s \cdot K)$  för **LBn** och **Lps** till

$$v_{red}^i(B_s K) = \begin{cases} \max(0, v_{red}(B_s K)^P - v_{fri}^P + v_{fri}^{LBn}) & \text{för LBn} \\ \max(0, v_{red}(B_s K)^P - v_{fri}^P + v_{fri}^{Lps}) & \text{för Lps} \end{cases} \quad (9)$$

Vid siktclass **2** och **100** och **110 km/h** korrigeras dock hastighetsreduktion för **Lps** enligt

$$v_{red}(B_s * K)^{Lps} = \max(0, v_{red}(B_s * K)^{Lps} - 0,5) \quad (10)$$



**Kommentarer**

- :5 Observera att  $a$  och  $b$  har en annan användning och innebörd för Lps jämfört med P och LBn i ekvation (7) och Tabell 18.

Om  $v_s^i$  understiger  $v_{kap}$  så bör  $v_{kap}$  korrigeras. Uppdatera  $v_{kap}$  enligt

$$v_{kap} = \min \begin{pmatrix} v_{kap}, \\ v_{fri}^P - v_{red}^P(B_s \cdot K), \\ v_{fri}^{LBn} - v_{red}^{LBn}(B_s \cdot K), \\ v_{fri}^{Lps} - v_{red}^{Lps}(B_s \cdot K) \end{pmatrix} \quad (11)$$

För tvåfältsväg är  $B_s = 1$  vilket ger  $v_s^i = v_{kap} \forall i$ .

**Tabell 18 Kalibreringskonstanter för beräkning av hastighetsreduktion vid belastningsgrad innan sammanbrott på MML och MLV**

Vägtyp	Hast. gräns km/h	P			LBn			Lps	
		A	b	c	a	b	c	a	B
MML	110	23,0	4,55	2,0	10	3,55	1,8	4	5
MML	100	20,0	4,55	2,0	10	3,55	1,8	4	5
MLV	110	23,0	4,55	2,0	10	3,55	1,8	4	5
MLV	100	17,5	4,55	2,0	9	3,55	1,8	4	5
MLV	90	13,5	3,65	2,0	8	2,90	1,8	3	4
MLV	80	12,5	5,80	1,9					

**Kommentarer**

För bestämning av kalibreringskonstanten  $\beta$  behövs uppgifter om

- Vägtyp (MML, MLV, tvåfältsväg)
- Hastighetsgräns (km/h)
- Andelen omkörbar längd (enbart MML/MLV)

- :1 Hastighetsflödessambanden för MML/MLV har på grund av de begränsade omkörningsmöjligheterna en konkav form för andel omkörbar längd upp till ca 30-35%. Vid 30-40% andel omkörbar längd övergår sambandet till ett konvext samband. Detta gör att två olika funktionsformer behövs för att beskriva krökningsparametern  $\beta$  en för låga värden på  $\alpha$  (andel omkörbar längd) och ett för höga.
- :2 För höga andelar på andel omkörbar längd behöver  $\beta$  begränsas uppåt för P
- :3 För låga andelar på andel omkörbar längd behöver  $\beta$  begränsas nedåt för LBn och Lps
- :4 För tvåfältsvägar är alltid hastighetsflödessambandet konkavt på grund av de begränsade omkörningsmöjligheterna som leder till fördröjningar och reducerad reshastighet. Vid låga flöden med fåtal fordon i kö väger varje nytt köande fordon i trafiken högre än vid höga flöden då det redan finns stor andel fordon i kö. Detta ger ett konkavt samband.
- :4 Notera att vid hastighetsgräns 90 km/h blir sambandet för LBn mer konkavt med minskande  $\alpha$ . Vid 80 km/h gäller detta för både LBn och Lps (starkt konkavt). Detta beror på mindre skillnad mellan frifordons hastighet och kapacitetshastighet än vid högre hastighetsgränser
- :5 Vid höga värden på  $\alpha$  måste  $\beta$  begränsas uppåt för personbilar, detta för att undvika orealistiska resultat.
- :6 Vid låga värden på  $\alpha$  måste  $\beta$  begränsas nedåt för lastbilar och lastbilar med släp, för att undvika orealistiska resultat.

### 3.2.8 Kalibreringskonstanten $\beta$ för hastighet-flödessambandets krökning

Hastighet-flödessambandets krökning bestäms i huvudsak av kalibreringskonstanten  $\beta$ . För **MML** och **MLV** beror  $\beta$  på andelen omkörbar längd  $\alpha$  enligt

$$\beta^P = \begin{cases} a + b \cdot \alpha^c & \alpha \leq 0,3 \\ a + b \cdot 0,3^c + d \cdot \sqrt{\alpha - 0,3} & \alpha > 0,3 \end{cases} \quad \text{för } \mathbf{90 - 110 \text{ km/h}} \quad (12)$$

$$\beta^P = \begin{cases} a + b \cdot \alpha^c & \alpha \leq 0,4 \\ a + b \cdot 0,4^c + d \cdot \sqrt{\alpha - 0,4} & \alpha > 0,4 \end{cases} \quad \text{för } \mathbf{80 \text{ km/h}} \quad (13)$$

$$\beta^{LBn} = \begin{cases} a + b \cdot (0,4 - \alpha)^c & \alpha \leq 0,4 \\ \beta^{Lps} + 0,7 \cdot (\beta^P - \beta^{Lps}) & \alpha > 0,4 \end{cases} \quad (14)$$

$$\beta^{Lps} = \begin{cases} a + b \cdot (0,4 - \alpha)^c & \alpha \leq 0,4 \\ a & \alpha > 0,4 \end{cases} \quad (15)$$

För personbilar begränsas dock  $\beta$  till maximalt 1,5, dvs.

$$\beta^P = \min(\beta^P, 1,5)$$

För lastbilar (LBn och Lps) begränsas  $\beta$  till minimalt 0,25, dvs.,

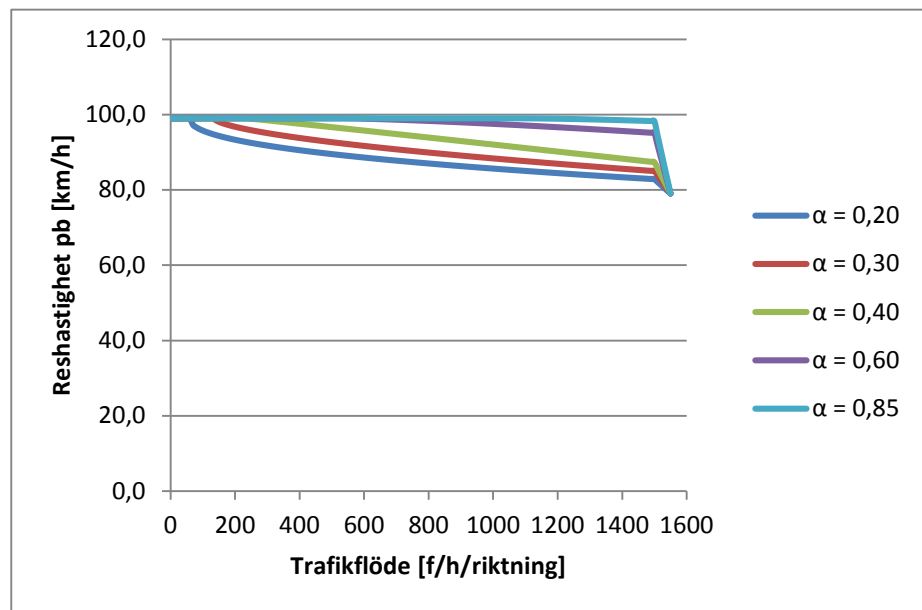
$$\beta^{LBn} = \max(\beta^{LBn}, 0,25) \text{ och } \beta^{Lps} = \max(\beta^{Lps}, 0,25)$$

Parametern  $\alpha$  är andelen omkörbar längd ( $0,15 \leq \alpha \leq 0,85$ ), Parametrarna  $a, b, c$  och  $d$  hämtas från Tabell 19 för **P**, Tabell 21 för **Lps**, och Tabell 20 för **LBn**. För visualisering av hur  $\alpha$  och  $\beta$  påverkar reshastigheten se kommentar :7.

För **tvåfältsvägar** beror  $\beta$  enbart på hastighetsgräns och hämtas från Tabell 22.

**Kommentarer**

- :7 Nedanstående figur visar inverkan av andelen tvåfält,  $\alpha$ , på reshastighet för P för en MML med 100 km/h i hastighetsbegränsning. Observera övergången från konkavt samband (vid låga värden på  $\alpha$ ) till ett konvext samband (vid höga värden på  $\alpha$ ).



Tabell 19 Kalibreringskonstanter för beräkning av  $\beta^P$  på MML och MLV

Vägtyp	Hastgräns km/h	P			
		a	b	c	d
MML	110	0,25	1,15	1,2	1,83
MML	100	0,25	1,9	1,4	1,32
MLV	110	0,25	1,15	1,2	1,83
MLV	100	0,25	1,9	1,4	1,32
MLV	90	0,3	2,2	1,6	1,26
MLV	80	0,3	1,65	1,3	0,9

Tabell 20 Kalibreringskonstanter för beräkning av  $\beta^{LBn}$  på MML och MLV

Vägtyp	Hastgräns km/h	LBn		
		a	b	c
MML	110	1,05	0,25	0,5
MML	100	0,95	0,45	0,5
MLV	110	1,05	0,25	0,5
MLV	100	0,95	0,45	0,5
MLV	90	1	-0,4	1
MLV	80	1	-7,9	1,6

Tabell 21 Kalibreringskonstanter för beräkning av  $\beta^{Lps}$  på MML och MLV

Vägtyp	Hastgräns km/h	Lps		
		a	b	c
MML	110	0,8	0,25	0,5
MML	100	0,8	0,25	0,5
MLV	110	0,8	0,25	0,5
MLV	100	0,8	0,25	0,5
MLV	90	0,8	0,2	0,5
MLV	80	1	-7,9	1,6

Tabell 22 Värden på  $\beta$  för tvåfältsvägar

Vägtyp	Hastgräns km/h	$\beta$		
		P	LBn	Lps
Tvåfält	110	0,6	0,8	0,9
Tvåfält	100	0,6	0,8	0,9
Tvåfält	90	0,65	0,8	0,9
Tvåfält	80	0,75	0,85	0,85
Tvåfält	70	0,8	0,85	0,85

**Kommentarer**

För bestämning av kalibreringskonstanten  $c_2$  behövs uppgifter om

- Hastighetsgräns (km/h)
- Vägbredd (m)
- Siktclass (1-4)

- :1 Kalibreringskonstanten  $c_2$  används för att korrigera reshastigheten på grund av den förändring i omkörningsmöjlighet som en ojämn riktningsfördelning ger, det vill säga en riktningsfördelning som inte är 50/50. Vid större flöde i den aktuella riktningen jämfört med den motsatta riktningen ökar omkörningsmöjligheterna i den aktuella riktningen på grund av längre luckor i den mötande trafikströmmen. På samma sätt minskar omkörningsmöjligheterna på grund av kortare luckor för den minst belastade riktningen.
- :2 På MML/MLV behöver ingen justering för ojämn riktningsfördelning göras då den motriktade trafikströmmen inte påverkar omkörningsmöjligheten för den aktuella riktningen.

### 3.2.9 Kalibreringskonstanten $c_2$ för ojämn riktningsfördelning på tvåfältsväg

Kalibreringskonstanten  $c_2$  styr minskning eller ökning i reshastighet på grund av ojämn riktningsfördelning och beräknas för **P** enligt

$$c_2^{pb} = c_2^{bas} + \sum_{i=2}^m c_2^i, \text{ där} \quad (16)$$

$c_2^{bas}$  är konstantens värde för siktklass 1 och hämtas från Tabell 23.

$m$  är aktuell siktklass

$c_2^2$  är reduktion för siktklass 2 och hämtas från Tabell 24.

$c_2^3$  är reduktion för siktklass 3 och hämtas från Tabell 25.

$c_2^4$  är reduktion för siktklass 4 och hämtas från Tabell 26.

För **Lps** är konstanten  $c_2 = 0$  och för **LBn** beräknas  $c_2$  som

$$c_2^{LBn} = c_2^P \cdot \gamma, \text{ där} \quad (17)$$

$\gamma$  hämtas från Tabell 27 och gäller för samtliga siktklasser inom varje vägbredd/hastighetsgräns.

**Tabell 23 Konstanten  $c_2$ , basvärde för P**

Vägtyp	Hast. Begr km/h	Vägbredd m	Basvärde P
Tvåfält	100-110	>10m	-0,7
Tvåfält	100-110	8-10m	-1,2
Tvåfält	100-110	<8m	-1
Tvåfält	90	>10m	-0,7
Tvåfält	90	8-10m	-1,1
Tvåfält	90	<8m	-1
Tvåfält	70-80	>10m	-0,25
Tvåfält	70-80	8-10m	-0,8
Tvåfält	70-80	<8m	-0,75
Tvåfält	70	<5,6m	-0,7



**Tabell 24 Ökning av konstanten  $c_2$  vid siktklass 2**

Vägartyp	Hast. Begr km/h	Vägbredd m	Siktklass 2 reduktion P
Tvåfält	70-110	>10m	0,05
Tvåfält	70-110	≤10m	0,1

**Tabell 25 Ökning av konstanten  $c_2$  vid siktklass 3**

Vägartyp	Hast. Begr km/h	Vägbredd m	Siktklass 3 reduktion P
Tvåfält	70-100	>10m	0,05
Tvåfält	70-100	≤10m	0,1

**Tabell 26 Ökning av konstanten  $c_2$  vid siktklass 4**

Vägartyp	Hast. Begr km/h	Vägbredd m	Siktklass 4 reduktion P
Tvåfält	70-80	≤10m	0,35

**Tabell 27 Konstanten  $\gamma$  för beräkning av  $c_2$  för LBn**

Vägartyp	Hast. Begr km/h	Vägbredd m	Del av P LBn
Tvåfält	110	>10m	1,45
Tvåfält	110	8-10m	1,35
Tvåfält	110	<8m	1,35
Tvåfält	100	>10m	1,4
Tvåfält	100	8-10m	1,3
Tvåfält	100	<8m	1,3
Tvåfält	90	>10m	1,35
Tvåfält	90	8-10m	1,2
Tvåfält	90	<8m	1,2
Tvåfält	80	>10m	0
Tvåfält	80	8-10m	1,05
Tvåfält	80	<8m	1,05
Tvåfält	70	>10m	0
Tvåfält	70	8-10m	0
Tvåfält	70	5,6-8	0
Tvåfält	70	<5,6m	1



**Kommentarer**

För bestämning av reshastighet behövs uppgifter om

- Frifordons hastighet per fordonstyp (km/h) enligt avsnitt 3.2.3
- Trafikflödet (f/h) per riktning
- Friflödesbrytpunkt (f/h) enligt avsnitt 3.2.5
- Krökningsparametern  $\beta$  per fordonstyp enligt avsnitt 3.2.8
- Kapacitet (f/h) enligt avsnitt 3.2.4
- Belastningsgrad innan sammanbrott enligt avsnitt 3.2.5
- Kalibreringskonstanten  $c_2$  för ojämn riktningsfördelning enligt avsnitt 3.2.9

- :1 För tvåfältsvägar är reshastigheten uppdelad i frifordonsförhållanden (flöde upp till friflödesbrytpunkten) då reshastigheten är lika med frifordons hastigheten samt flödesförhållanden upp till kapacitetsflöde. Modellen inkluderar ingen modellering av överbelastning, dvs. efterfrågat flöde större än kapaciteten.
- :2 För MML/MLV är reshastigheten uppdelad i tre delar: frifordonsförhållanden (flödet upp till friflödesbrytpunkten) då reshastigheten är lika med frifordons hastigheten; flödesförhållanden upp till belastningsgrad innan sammanbrott (1500 f/h); samt själva sammanbrottet (dvs. från belastningsgrad innan sammanbrott (1500 f/h) till kapacitetsflöde (1550 f/h)). Modellen inkluderar ingen modellering av överbelastning, dvs. efterfrågat flöde större än kapaciteten.
- :3 Parametern  $c_1^i$  beräknas så att ett flöde  $q_d = B_s \cdot K$  ger hastigheten  $v^i(q_d) = v_s$ .
- :4 Lps är den begränsande fordonstypen då denna har lägst hastighetsgräns samt vanligen sämst accelerationsmöjligheter. Vid vissa kombinationer av flöden och riktningsfördelningar på tvåfältsväg predikterar modellen något lägre reshastigheter för P och LBN än Lps. Detta händer rimligen inte i verkligheten utan reshastigheten för P är rimligen aldrig lägre än för LBN och Lps.
- :5 I de fall en genomsnittlig reshastighet för hela trafikströmmen önskas beräknas denna genom harmonisk medelvärdesbildning av reshastigheten för respektive fordonstyp med hjälp av fördelningen av fordonstyper.

### 3.2.10 Reshastighet

Genomsnittlig reshastighet beräknas per fordonstyp och riktning enligt

$$v^i(q_d) = \begin{cases} v_{fri}^i & q_d < q_0 \\ v_{fri}^i - c_1^i(q_d - q_0)^{\beta^i} \cdot \left(1 + c_2^i \left(\frac{q_d}{q_{tot}} - 0,5\right)\right) & q_0 < q_d < B_s K, \\ v_s - (q_d - B_s K) \cdot \frac{(v_s - v_{kap})}{(K - B_s K)} & B_s K < q_d \leq K \end{cases} \quad (18)$$

där

$v_{fri}^i$  är frifordons hastigheten [km/h] för fordonstyp  $i$  enligt avsnitt 3.2.3

$q_d$  är flödet [fordon/h] i aktuell riktning

$q_{tot}$  är totala flödet [fordon/h] i båda riktningarna

$q_0$  är friflödesbrytpunkten [fordon/h] enligt avsnitt 3.2.5

$\beta^i$  är krökningsparametern för fordonstyp  $i$  enligt avsnitt 3.2.8.

$c_1^i$  är en fordonstypsberoende konstant som beräknas som

$$c_1^i = \frac{v_{fri}^i - v_s^i}{(B_s K - q_0)^{\beta^i}}, \text{ där} \quad (19)$$

$v_s^i$  är hastigheten innan sammanbrott enligt avsnitt 3.3.7 för **MML** och **MLV** och lika med  $v_{kap}$  för **tvåfältsväg** (enligt avsnitt 3.2.7)

$B_s$  är belastningsgraden innan sammanbrott enligt avsnitt 3.2.5 för **MML** och **MLV** och lika med 1 för **tvåfältsväg**

$K$  är kapaciteten [fordon/h] enligt avsnitt 3.2.4.

$c_2^i$  är en kalibreringskonstant för ojämn riktningfördelning på **tvåfältsväg** enligt avsnitt 3.2.9.

Reshastighet enligt ekvation (18) gäller vid en konstant total lastbilsandel på 12 %. Om den totala lastbilsandelen skiljer sig från 12 % måste reshastigheten för **P**,  $v^{pb}$ , korrigeras enligt avsnitt 3.2.11.

Kontrollera reshastigheten för **P** och **LBn**, om dessa ligger under reshastigheten för **Lps** sätt dessa till Lps-hastigheten, dvs.

$$v^P = \max(v^P, v^{LBn}, v^{Lps}) \text{ och } v^{LBn} = \max(v^{LBn}, v^{Lps}) \quad (20)$$

Genomsnittlig reshastighet för hela fordonsströmmen beräknas genom harmonisk medelvärdesbildning enligt

$$v(q) = \frac{1}{\frac{p_P}{v^P(q)} + \frac{p_{LBn}}{v^{LBn}(q)} + \frac{p_{Lps}}{v^{Lps}(q)}}, \text{ där} \quad (21)$$

$p_P, p_{LBn}, p_{Lps}$  är andel av respektive fordonstyp med  $p_P + p_{LBn} + p_{Lps} = 1$   
 $v^P, v^{LBn}, v^{Lps}$  är reshastigheten för respektive fordonstyp



**Kommentarer**

För bestämning av korrigeringsfaktor för total lastbilsandel skild från 12 % behövs uppgifter om

- Frifordons hastighet per fordonstyp (km/h) enligt avsnitt 3.2.3
- Reshastighet för P (km/h) vid aktuellt flöde enligt avsnitt 3.2.10
- Trafikflödet (f/h) per riktning
- Andelen P, LBn och Lps per riktning
- Vägtyp (MML, MLV, tvåfältsväg)
- Hastighetsgräns
- Vägbredd (m)
- Siktclass (1-4)

:1 För MML/MLV finns ingen korrigeringsmetod för lastbilsandel skild ifrån 12 %. Metoden gäller således endast för tvåfältsvägar.

### 3.2.11 Korrigerings för total lastbilsandel skild från 12 %

Reshastighet enligt ekvation (18), avsnitt 3.2.10 gäller vid en konstant total lastbilsandel på 12 %. När aktuell andel skiljer sig från 12 % skall en justering av reshastighet för **P** göras. För närvarande finns endast korrigeringsmodell för **tvåfältsvägar**, för **MML** och **MLV** gäller ej nedanstående modell. Reshastigheten för **P** på **tvåfältsvägar** korrigeras enligt

$$v^P(q_d) = \min \left( v_{fri}^P, \max \left( v^{LBn}, \frac{3600}{\Delta T_P + \frac{3600}{v^P(q_d)}} \right) \right), \text{ där} \quad (22)$$

$v_{fri}^P$  är frifordons-hastigheten för P enligt avsnitt 3.2.3.

$v^P(q_d)$  är reshastigheten för personbilar vid aktuellt flöde  $q_d$  enligt avsnitt 3.2.10

$\Delta T_P$  är restidsförändringen för personbilar beräknad enligt

$$\Delta T_P(q_d) = k_1 \cdot [1 - e^{-k_2 \cdot q_d}] \cdot 100 \cdot (p_{LBn} + p_{Lps} - 0,12), \text{ där} \quad (23)$$

$q_d$  är totala flödet [fordon/h] i aktuell riktning

$p_{LBn}$  är andelen lastbilar och bussar utan släp

$p_{Lps}$  är andelen lastbilar med släp

$k_2$  är en kalibreringskonstant satt till  $k_2 = 0,0024$

$k_1$  är en kalibreringskonstant som beräknas som

$$k_1 = k_1^{bas} + \sum_{i=2}^m k_1^i, \text{ där} \quad (24)$$

$k_1^{bas}$  är konstantens värde för siktklass 1 och hämtas från Tabell 28

$m$  är aktuell siktklass

$k_1^2$  är reduktion för siktklass 2 och hämtas från Tabell 29

$k_1^3$  är reduktion för siktklass 3 och hämtas från Tabell 30

$k_1^4$  är reduktion för siktklass 4 och hämtas från Tabell 31



**Tabell 28 Konstanten  $k_1$ , basvärde**

Vägtyp	Hast. Begr km/h	Vägbredd m	Basvärde
Tvåfält	90-110	>10m	0,1
Tvåfält	90-110	≤10m	0,17
Tvåfält	80	>10m	0,05
Tvåfält	80	≤10m	0,085

**Tabell 29 Ökning av konstanten  $k_1$  vid siktklass 2**

Vägtyp	Hast. Begr km/h	Vägbredd m	Siktklass 2 reduktion
Tvåfält	90-110	>10m	0,03
Tvåfält	90-110	≤10m	0,05
Tvåfält	80	>10m	0,015
Tvåfält	80	≤10m	0,025

**Tabell 30 Ökning av konstanten  $k_1$  vid siktklass 3**

Vägtyp	Hast. Begr km/h	Vägbredd m	Siktklass 3 reduktion
Tvåfält	90-110	>10m	0,04
Tvåfält	90-110	≤10m	0,06
Tvåfält	80	>10m	0,02
Tvåfält	80	≤10m	0,03

**Tabell 31 Ökning av konstanten  $k_1$  vid siktklass 4**

Vägtyp	Hast. Begr km/h	Vägbredd m	Siktklass 4 reduktion
Tvåfält	90-110	>10m	0,02
Tvåfält	90-110	≤10m	0,04
Tvåfält	80	>10m	0,01
Tvåfält	80	≤10m	0,02

## 3.3 Alternativa analysmetoder

För de fall där dessa beräkningsmetoder ej är tillämpliga är vanligen den bästa alternativa beräkningsmetoden simulering, se rapporten **Kapacitetsanalys med hjälp av simuleringsverktyg** som är tillgänglig via Trafikverkets hemsida.

Exempel på fall där de analytiska metoderna ej är tillämpliga är:

### Alla vägtyper

- Trafikefterfrågan överskrider kapaciteten för den aktuella utformningen.

### MML och MLV

- Andelen omkörbar längd,  $\alpha$ , ligger utanför intervallet 0,15 - 0,85. Vid 100 % tvåfält (innebärande två genomgående körfält vid korsningar eller i trafikplats) betraktas vägen som 4F och ska beräknas enligt framkomlighetsberäkning för motorvägar i kapitel 2 "Motorvägar och trafikplatser".
- Lastbilsandelen avviker mycket från 12 %. Modell för ändrad andel  $L_{Bn}+L_{ps}$  (andel  $L_{Bn}+L_{ps}$  skild från 12 %) är ej framtagen. Detta måste göras med en analytisk modell eftersom standardavvikelsen i hastighet för alla fordon ändras och därmed upphinnandefrekvensen på enfältig vägriktning. Effekten är störst vid låga andelar av tvåfält, men där är i allmänhet totala trafikflödet lågt (ÅDT 3-4 000).

### Tvåfält

- Extrema riktningsfördelningar. Tvåfältsmodellen är ej validerad för extrema riktningsfördelningar ( $<0,35$ ;  $>0,65$ ). Riktningsfördelningar utanför detta förekommer i princip endast på turistvägar vid helger.

## 3.4 Kalkylhjälpmedel ("computational engines")

Till detta kapitel finns två enklare kalkylhjälpmedel (ett för tvåfältsvägar och ett för MML/MLV) som använts för att konstruera de tillämpningsexempel som redovisas i avsnitt 3.6 – 3.8. Beräkningarna är genomförda i MS Excel och är tillgängliga via Trafikverkets hemsida i rapporten **TRV 2013/92033 - Kalkylhjälpmedel för kapacitetsanalys.**

## 3.5 Beräkningsblankett

Tabell 32 Beräkningsblankett för tvåfältiga landsvägar, MLV och MML.

Indata						Sikt- klass	Frifordons- hastighet $v_{fri}$ (km/h)	Kapa- citet $q_{kap}$ (f/h)	Friflödes- brytpunkt $q_0$ (f/h)	Kapacitets- hastighet $v_{kap}$ (km/h)	Hastighet innan samman- brott	$\beta$	$c_2$	$c_1$	Reshast korr P $\Delta T_b$ (s)	Res- hastighet $v$ (km/h)	
Riktning	Hastig- hets- gräns	Väg- bredd	Fordons- typ	Fordonsströ m													
				Andel	q (f/h)												
Beräkningsmoment						3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	3.11	3.10	
A			P														
			LBn														
			Lps														
			Alla														
B			P														
			LBn														
			Lps														
			Alla														
Kolumn	2	3	4	5	6	7	7	8	9	10	10	11	12	13	14	15	

**Kommentarer**

- Kolumn :7 Då vägen är platt, bred och går igenom ett öppet landskap bedöms den vara av siktklass 1.
- :8 Frifordons hastighet hämtas från tabell för tvåfältsväg, 90 km/h bredare än 10 m. Ingen siktklass korrigering behövs.
- :9 Kapaciteten hämtas från tabell för tvåfältsväg, 90 km/h bredare än 10 m. Ingen siktklass korrigering behövs.
- :10 Friflödesbrytpunkt hämtas från tabell för tvåfältsväg, 90 km/h bredare än 10 m. Ingen siktklass korrigering behövs.
- :11 Kapacitetshastigheten hämtas från tabell för tvåfältsväg, 90 km/h bredare än 10 m. Ingen siktklass korrigering behövs.
- :12 Hastighet innan sammanbrott räknas ej för tvåfältsväg.
- :13 Krökningsparametern  $\beta$  hämtas från tabell för tvåfältsväg, 90 km/h bredare än 10 m.
- :14 Parametern  $c_2$  för ojämn riktningsfördelning hämtas från tabell för tvåfältsväg, 90 km/h bredare än 10 m. Ingen siktklass korrigering behövs. Dock egentligen ointressant i detta fall då riktningsfördelningen är 50/50.
- :15 Parametern  $c_1$  beräknas som  $c_1^i = \frac{v_{fri}^i - v_s}{(B_s * K - q_0)^{\beta^i}}$ . Exempel för P är  $c_1^P = \frac{v_{fri}^P - v_{kap}}{(K - q_0)^{\beta^P}} = \frac{91,5 - 72,5}{(1950 - 300)^{0,68}} = 0,15395$
- :16 Reshastighetskorrektur för personbilar måste göras då lastbilsandelen är 10,36 % istället för standardvärdet på 12%. Restidstilläget för P beräknas som  $\Delta T_P(q_{tot}) = k_1 \cdot [1 - e^{-k_2 \cdot q_{tot}}] \cdot 100 \cdot (p_{LBn} + p_{Lps} - 0,12) = 10 \cdot [1 - e^{-0,0012 \cdot 483 \cdot 2}] \cdot (0,1036 - 0,12) = 0,113$
- :17 Då flödet är högre än frifordonsbrytpunkten beräknas reshastigheten per fordonstyp enligt  $v_{fri}^i - c_1^i (q_d - q_0)^{\beta^i} \cdot \left(1 + c_2^i \left(\frac{q_d}{q_{tot}} - 0,5\right)\right)$ .  
Exempel för P  $91,5 - 0,1540(483 - 300)^{0,65} \cdot (1 - 0,7(0,5 - 0,5)) = 86,95$  km/h. Efter korrigering av LBn-andel fås  $v^P(483) = \frac{3600}{\Delta T_P + \frac{3600}{v^P(q_d)}} = \frac{3600}{-0,12 + \frac{3600}{86,95}} = 87,2$  km/h.

## 3.6 Beräkningsexempel 1 – tvåfältig landsväg

Exemplet baseras på en 8 km lång vägsträcka av E22 mellan Fjälkinge och Gualöv enligt beskrivningen i (Carlsson & Tapani, 2005). Sträckan är 13 meter bred och har hastighetsbegränsning 90 km/h. Beräkningen är gjord för ett genomsnittligt flöde på 483 fordon/h/riktning och en riktningfördelning på 50/50. Total lastbilsandel är 10,36 % varav 60 % antas vara LBn och 40 % Lps.

**Tabell 33 Sammanställd beräkning för exempel 1**

Indata						Sikt- klass	Frifordons- hastighet $V_{fri}$ (km/h)	Kapa- citet $Q_{kap}$ (f/h)	Friflödes- brytpunkt $q_0$ (f/h)	Kapacitets- hastighet $V_{kap}$ (km/h)	Hastighet innan samman- brott	$\beta$	$C_2$	$C_1$	Reshast korr P $\Delta T_b$ (s)	Res- hastighet $v$ (km/h)
Riktning	Hastig- hets- gräns	Väg- bredd/ typ	Fordons- typ	Fordonsström												
				Andel	$q$ (f/h)											
Beräkningsmoment						3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	3.11	3.10
Öst	90	13	P	0,9	433		91,5			72,5		0,65	-0,700	0,1540	-0,113	87,2
			LBn	0,06	30		86			72,5		0,80	-0,945	0,0360		83,7
			Lps	0,04	20		82			72,5		0,90	0,000	0,0121		80,7
			Alla	1	483	1	90,7	1950	300	72,5						86,7
Väst	90	13	P	0,9	433		91,5			72,5		0,65	-0,700	0,1540	-0,113	87,2
			LBn	0,06	30		86			72,5		0,80	-0,945	0,0360		83,7
			Lps	0,04	20		82			72,5		0,90	0,000	0,0121		80,7
			Alla	1	483	1	90,7	1950	300	72,5						86,7
Kolumn	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

**Kommentarer**

- Kolumn :7 Då vägen är platt, bred och går igenom ett öppet landskap bedöms den vara av siktklass 1.
- :8 Frifordons hastighet hämtas från tabell för MLV, 90 km/h. Ingen siktklass korrigering behövs.
- :9 Kapaciteten är 1550 f/h för MLV.
- :10 Friflödesbrytpunkt beräknas som  $q_0 = K \cdot B_s \cdot \alpha^2 = 1500 \cdot \alpha^2$ .  
Exempel för östlig riktning  $q_0 = 1500 \cdot 0,275^2 = 113$  f/h.
- :11 Kapacitetshastigheten hämtas från tabell för MLV och 90 km/h.
- :12 Hastighet innan sammanbrott beräknas genom att beräkna reduktionen i reshastighet  $v_{red}(B_s \cdot K) = \begin{cases} a \cdot e^{-b \cdot \alpha^c} & \text{P och LBn} \\ \max(0, a + b \cdot \alpha) & \text{Lps} \end{cases}$ . Exempel för P  $v_{red}(B_s \cdot K) = 13,5 \cdot e^{-3,65 \cdot 0,275^{2,0}} = 10,24$  km/h
- Det kan noteras att längden på tvåfältsavsnitten är i stort sett enligt modellen. I östlig riktning 1 100 m vid 27,5 % omkörbar längd. I västlig riktning 1 000 m vid 25 % omkörbar längd. Någon korrektion för avvikande längd på tvåfältsavsnitt har därför ej genomförts.
- :13 Krökningsparametern  $\beta$  beräknas enligt avsnitt 3.2.8. Exempel för P östlig riktning:  $\beta^P = a + b \cdot \alpha^c = 0,3 + 2,2 \cdot 0,275^{1,6} = 0,579$ .
- :14 Parametern  $c_2$  används ej för MLV.
- :15 Parametern  $c_1$  beräknas som  $c_1^i = \frac{v_{fri}^i - v_s}{(B_s \cdot K - q_0)^{\beta^i}}$ . Exempel för P östlig riktning:  $c_1^P = \frac{v_{fri}^P - v_s}{(1500 - q_0)^{\beta^P}} = \frac{10,24}{(1500 - 113)^{0,579}} = 0,156$
- :16 Reshastighetskorrektion för personbilar finns ej för MLV
- :17 Då flödet är högre än frifordonsbrytpunkten beräknas reshastigheten per fordonstyp enligt  $v_{fri}^i - c_1^i (q_d - q_0)^{\beta^i} \cdot \left(1 + c_2^i \left(\frac{q_d}{q_{tot}} - 0,5\right)\right)$ .  
Exempel för P östlig riktning:  $91,5 - 0,156(483 - 113)^{0,579} \cdot (1 - 0(0,5 - 0,5)) = 86,7$  km/h.

## 3.7 Beräkningsexempel 2 – MLV

Exemplet baseras på en 8 km lång vägsträcka av E22 mellan Fjälkinge och Gualöv enligt beskrivningen i (Carlsson & Tapani, 2005). Den föreslagna MLV designen har 2 omkörningssträckor per riktning på totalt 2,2 km i östlig riktning och 2,0 km i västlig riktning. Beräkningen är gjort för ett genomsnittligt flöde på 483 fordon/h/riktning och en riktningfördelning på 50/50. Total lastbilsandel är 10,36 % varav 60 % antas vara LBn och 40 % Lps.

**Tabell 34 Sammanställd beräkning för exempel 2**

Indata						Sikt- klass	Frifordons- hastighet $V_{fri}$ (km/h)	Kapa- citet $Q_{kap}$ (f/h)	Friflödes- brytpunkt $Q_0$ (f/h)	Kapacitets- hastighet $V_{kap}$ (km/h)	Hastighet innan samman- brott	$\beta$	$c_2$	$c_1$	Reshast korr P $\Delta T_b$ (s)	Res- hastighet $v$ (km/h)
Riktning	Hastig- hets- gräns	Väg- bredd/ typ	Fordons- typ	Fordonsströ- m												
				Andel	$q$ (f/h)											
Beräkningsmoment						3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	3.11	3.10
Öst	90	MLV 27,5%	P	0,9	433		91,5			79,0	81,3	0,579		0,1555		86,7
			LBn	0,06	30		86			79,0	80,0	0,950		0,0062		84,3
			Lps	0,04	20		81			79,0	79,1	0,871		0,0035		80,3
			Alla	1	483	1	90,7	1550	113	79,0						86,3
Väst	90	MLV 25%	P	0,9	433		91,5			79,0	80,8	0,539		0,2154		86,1
			LBn	0,06	30		86			79,0	79,7	0,940		0,0069		84,1
			Lps	0,04	20		81			79,0	79,0	0,877		0,0035		80,4
			Alla	1	483	1	90,7	1550	94	79,0						85,7
Kolumn	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17



**Kommentarer**

- Kolumn :7 Då vägen är platt, bred och går igenom ett öppet landskap bedöms den vara av siktklass 1.
- :8 Frifordons hastighet hämtas från tabell för MLV, 90 km/h. Ingen siktklass korrigering behövs.
- :9 Kapaciteten är 1550 f/h för MLV.
- :10 Friflödesbrytpunkt beräknas som  $q_0 = K \cdot B_s \cdot \alpha^2 = 1500 \cdot \alpha^2$ .  
Exempel för östlig riktning  $q_0 = 1500 \cdot 0,425^2 = 271$  f/h.
- :11 Kapacitetshastigheten hämtas från tabell för MLV och 90 km/h.
- :12 Hastighet innan sammanbrott beräknas genom att beräkna reduktionen i reshastighet  $v_{red}(B_s \cdot K) = \begin{cases} a \cdot e^{-b \cdot \alpha^c} & \text{P och LBN} \\ a + b \cdot \alpha & \text{Lps} \end{cases}$ . Exempel för P  
 $v_{red}(B_s \cdot K) = 13,5 \cdot e^{-3,65 \cdot 0,425^{2,0}} = 6,98$  km/h
- Eftersom längden på tvåfälssträckorna ligger på 1 100-1 000 m bör hastigheten innan sammanbrott justeras. Normal längd enligt modell är 1 462-1 338 m. Detta innebär en ökning av hastigheten vid 1 500 f/h med 1,6/1,7 km/h för P och 0,6/0,7 km/h för LBN.
- :13 Krökningsparametern  $\beta$  beräknas enligt avsnitt 3.2.8. Exempel för P östlig riktning:  $\beta^P = a + b \cdot 0,3^c + d \cdot \sqrt{\alpha - 0,3} = 0,3 + 2,2 \cdot 0,3^{1,6} + 1,26 \cdot \sqrt{0,425 - 0,3} = 1,066$ .
- :14 Parametern  $c_2$  används ej för MLV.
- :15 Parametern  $c_1$  beräknas som  $c_1^i = \frac{v_{fri}^i - v_s}{(B_s \cdot K - q_0)^{\beta^i}}$ . Exempel för P östlig riktning:  $c_1^P = \frac{v_{fri}^P - v_s}{(1500 - q_0)^{\beta^P}} = \frac{6,98}{(1500 - 271)^{1,066}} = 0,0035$
- :16 Reshastighetskorrektur för personbilar finns ej för MLV
- :17 Då flödet är högre än frifordonsbrytpunkten beräknas reshastigheten per fordonstyp enligt  $v_{fri}^i - c_1^i (q_d - q_0)^{\beta^i} \cdot \left(1 + c_2^i \left(\frac{q_d}{q_{tot}} - 0,5\right)\right)$ .  
Exempel för P östlig riktning:  $91,5 - 0,0035(483 - 271)^{1,066} \cdot (1 - 0(0,5 - 0,5)) = 90,44$  km/h.

## 3.8 Beräkningsexempel 3 – MLV

Exemplet baseras på en 8 km lång vägsträcka av E22 mellan Fjälkinge och Gualöv enligt beskrivningen i (Carlsson & Tapani, 2005). Den föreslagna MLV designen har 3 omkörningssträckor per riktning på totalt 3,4 km i östlig riktning och 3,0 km i västlig riktning. Beräkningen är gjort för ett genomsnittligt flöde på 483 fordon/h/riktning och en riktningfördelning på 50/50. Total lastbilsandel är 10,36 % varav 60 % antas vara LBn och 40 % Lps.

**Tabell 35 Sammanställd beräkning för exempel 3**

Indata						Sikt- klass	Frifordons- hastighet $v_{fri}$ (km/h)	Kapa- citet $q_{kap}$ (f/h)	Friflödes- brytpunkt $q_0$ (f/h)	Kapacitets- hastighet $v_{kap}$ (km/h)	Hastighet innan samman- brott	$\beta$	$c_2$	$c_1$	Reshast korr P $\Delta T_b$ (s)	Res- hastighet $v$ (km/h)
Riktning	Hastig- hets- gräns	Väg- bredd/ typ	Fordons- typ	Fordonsström												
						Andel	$q$ (f/h)									
Beräkningsmoment						3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	3.11	3.10
Öst	90	MLV 42,5%	P	0,9	433		91,5			79,0	86,3	1,066		0,0036		90,7
			LBn	0,06	30		86			79,0	82,4	0,986		0,0039		85,4
			Lps	0,04	20		81			79,0	79,7	0,800		0,0044		80,7
			Alla	1	483	1	90,7	1550	271	79,0						
Väst	90	MLV 37,5%	P	0,9	433		91,5			79,0	85,1	0,966		0,0080		90,1
			LBn	0,06	30		86			79,0	81,8	0,990		0,0041		85,1
			Lps	0,04	20		81			79,0	79,5	0,832		0,0039		80,6
			Alla	1	483	1	90,7	1550	211	79,0						
Kolumn	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17



# Innehåll

## Kapitel 4 Signalreglerade korsningar

4	Signalreglerade korsningar	3
4.1	Inledning	3
4.1.1	Läsanvisning	3
4.1.2	Signalbegrepp	5
4.2	Omfattning	9
4.3	Metod	11
4.4	Översikt av beräkningsgången	13
4.5	Indata	15
4.5.1	Utformning och hastighetsgräns	15
4.5.2	Trafikflöden	15
4.5.3	Signalreglering	17
4.6	Säkerhetstid, minsta gröntid och förlusttid	19
4.6.1	Säkerhetstid	19
4.6.2	Minsta gröntid	21
4.6.3	Förlusttid	21
4.7	Tidsättning omgång 1	23
4.7.1	Beräkningsmetod	23
4.7.2	Bestämning av körfältstyp	27
4.7.3	Andel svängande fordon	29
4.7.4	Basvärden för mättnadsflöden	29
4.7.5	Korrektionsfaktorer	43
4.7.6	Inverkan av korta körfält	47
4.7.7	Dimensionerande mättnadsflöden per körfält	53
4.7.8	Trafikens fördelning på körfält	55
4.7.9	Kritisk belastningskvot och gröntidsandel	57
4.7.10	Beräkning av tidsättning	63
4.8	Tidsättning omgång 2	67
4.8.1	Kontroller	67
4.8.2	Andel svängande fordon	69
4.8.3	Basvärden för mättnadsflöden	69
4.8.4	Korrektionsfaktorer	91
4.8.5	Dimensionerande mättnadsflöden	91
4.8.6	Trafikens fördelning på körfält	91
4.8.7	Kritisk belastningskvot och gröntidsandel	91
4.8.8	Beräkning av tidsättning (omgång 2)	93
4.9	Kapacitet	95
4.9.1	Tillfarter	95
4.9.2	Frånfarter	95
4.10	Framkomlighetseffekter	97
4.10.1	Körlängd	97
4.10.2	Andel stoppade och fördröjda fordon	101
4.10.3	Fördröjning	103
4.10.4	Trafikeffekter av överbelastning	107
4.11	Skyttelsignaler	111
4.12	Alternativa metoder	114
4.13	Beräkningsexempel	115

4.13.1	Beräkningsexempel 1 .....	117
4.13.2	Beräkningsexempel 2 .....	133
4.13.3	Beräkningsexempel 3 .....	145
4.13.4	Beräkningsexempel 4: .....	155
4.14	Blanketter .....	167
4.15	Termer och beteckningar avseende signalreglering .....	177

## 4 Signalreglerade korsningar

### 4.1 Inledning

#### 4.1.1 Läsanvisning

Detta kapitel behandlar beräkning av kapacitet, fördröjning, andel stopp och kölängd för signalreglerade tre- och fyrvägs korsningar samt för skyttelsignaler. Metoderna avser i första hand tidstyrda, oberoende signalanläggningar, men kan med hjälp av korrektionsfaktorer för effekter av trafikstyrning och signalsamordning också ge approximativa resultat för dessa styrsätt.

Metoden behandlar också överbelastning enligt principerna i Trafikverkets effektkatalog Bygga Nytt och Bygga om (version april 2013). Förutsättning för överbelastning är att överbelastningen varar en timme med trafikflöde 0 efter denna timme.

Metoden är implementerad i datorversionen Capcal 4.0 , (se Capcal 4.0 Användarhandledning Trivector2013:87).

Metodbeskrivningen har dokumenterats med kommentarer på vänstersidan och huvudtexten på högersidan. Dokumentet bör således läsas och skrivas ut dubbelsidigt för bästa läsbarhet.

**Definitioner** i form av allmänna termer och beteckningar är dokumenterade i kapitel 1 avsnitt 1.7.

**Termer och beteckningar avseende signalreglering** återfinns i avsnitt 4.15

**Litteraturreferenser** inkluderande de som avser signalreglerade korsningar är dokumenterade i kapitel 1 avsnitt 1.8.

### Kommentarer avsnitt 4.1.2

Trafiksignaler och deras funktion beskrivs närmare i VGU (Trafikverket 2012), här ges endast en kort introduktion. Mht **styrsätt** indelas trafiksignalanläggningar i följande typer:

- **Oberoende** där signalanläggningen arbetar ensam, endast beroende av trafikförhållandena i den egna korsningen.
- **Samordnad** där hänsyn även tas till närliggande korsningar för att skapa ”gröna vågor”. Såväl oberoende som samordnade signaler kan vara:
  - **Tidstyrda** med växlingar efter ett förbestämt schema med fast omloppstid, och
  - **Trafikstyrda** där signalväxlingarna bestäms i realtid efter detekterad trafik vilket gör att omloppstid och gröntidsfördelning varierar.

Normalt är trafiksignalerna antingen **oberoende trafikstyrda** eller **samordnade tidstyrda** där två eller flera trafikstyrda signalanläggningar samordnas. **Adaptiv** trafikstyrning med särskild logik för s.k. självoptimerande signalstyrning har också installerats på enstaka ställen i Sverige. I princip alla har alla trafiksignalanläggningar i Sverige **signalgruppstyrning** med möjlighet till separat växling för olika fordons- och gångtrafikströmmar. Kapacitetsberäkningar enligt denna metodbeskrivning och dess datorversion Capcal liksom i många andra beräkningsprogram arbetar med **fasstyrning** där ett antal signalgrupper för fordonsströmmar som inte har primärkonflikt växlar samtidigt. Signalgruppstyrning medger stor anpassning till variationer i trafikefterfrågan och ger därför lägre signifikant lägre fördröjning vid låga trafikbelastningar. Vid högre belastningsgrader utjämnas skillnaden mellan signalgrupps- och fasstyrning, vilket gör att resultaten från beräkningsmetoder baserade på sistnämnda styrsätt normalt kan användas. En mera detaljerad analys av signalgruppstyrning kräver trafiksimulering med modeller anpassade till den tillämpade logiken för trafikstyrning

Trafiksignaler kan visa cirkulärt sken för färd i alla tillåtna riktningar eller vara pilsignaler för färd i en viss riktning. Pilsignaler kan vara 3-skenssignaler, 2-skens undantagssignaler (extrasignaler) eller 1-skens markeringssignaler(extrasignaler)



Visas en pilsignal måste alla sekundärkonflikter vara reglerade, dvs. en pilsignal får inte visa grönt mot en sekundärkonflikt t.ex. ett parallellt övergångsställe. Detta kan begränsa möjligheterna till undantagssignaler. Ett körfält kan normalt endast regleras av en signal, men om ett körfält endast tillåter färd i en riktning kan en 2-skens undantagssignal användas. Det finns ett antal begränsningar för hur signalbilder får visas beroende på körfältsindelningen, några av de viktigaste är:

- Det måste finnas minst lika många körfält i frånfarten som tillfarten c:a 15 meter bortom korsningen
- Om (två-skens) undantagssignal används måste strömmen ha eget körfält

#### **Huvudsignal och två-skens undantagssignal**

- En separatreglerad ström måste ha egna körfält
- Vänstersvängar måste/bör separatregleras (med tre-skens pilsignal) om:
  - Hastighetsgränsen är 60 km/h
  - Om mötande vänstersväng är separatreglerad
  - Om det är fler än två mötande körfält
  - Pilsignal (separatreglering) får inte ha sekundärkonflikt
  - Dubbla svängande körfält får inte ha sekundärkonflikt

Dessutom ska man komma ihåg att långa övergångsställen ger långa säkerhetstider, att eftergrönt alltid är tillåtet samt att förgrönt ska så långt möjligt undvikas och måste visas med markeringspil.

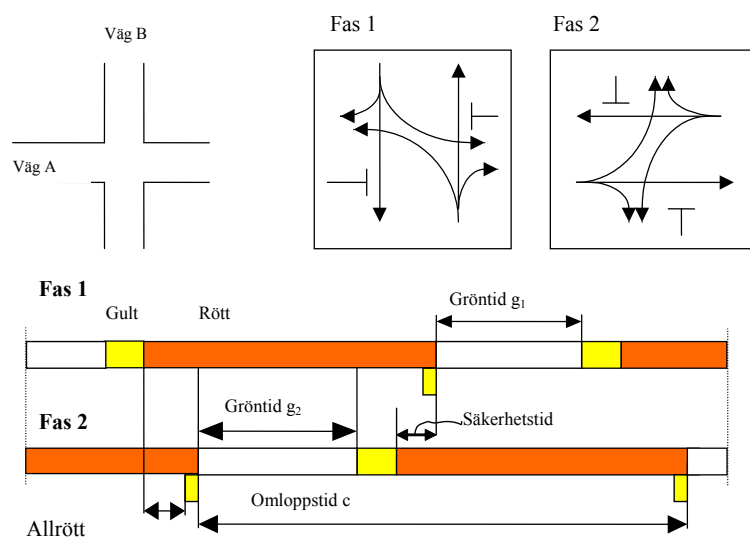
## 4.1.2 Signalbegrepp

(Se också avsnitt 4.15 Termer och beteckningar avseende signalreglering)

**Signalgrupp** - Den ”minsta” del av signalen som kan styras individuellt, alla signallyktor som tillhör en signalgrupp växlar samtidigt

**Fas** - Den del av omloppstiden då flera icke-konflikterande signalgrupper utan primärkonflikt har grönt samtidigt

**Omloppstid** - Tiden mellan två på varandra följande växlingar till grönt ljus i samma signalgrupp.



**Figur 1 Signalfaser och omloppstid**

**Primärkonflikt** – Konflikter mellan raktframgående trafikströmmar från korsande tillfarter. Måste alltid regleras av signalen genom tidsseparering.

**Sekundärkonflikt** – Konflikter mellan svängande och mötande fordonsströmmar eller mellan svängande fordon, cyklister och gående. Regleras med vjning genom övriga trafikregler eller regleras av signalerna med hjälp av separata faser.

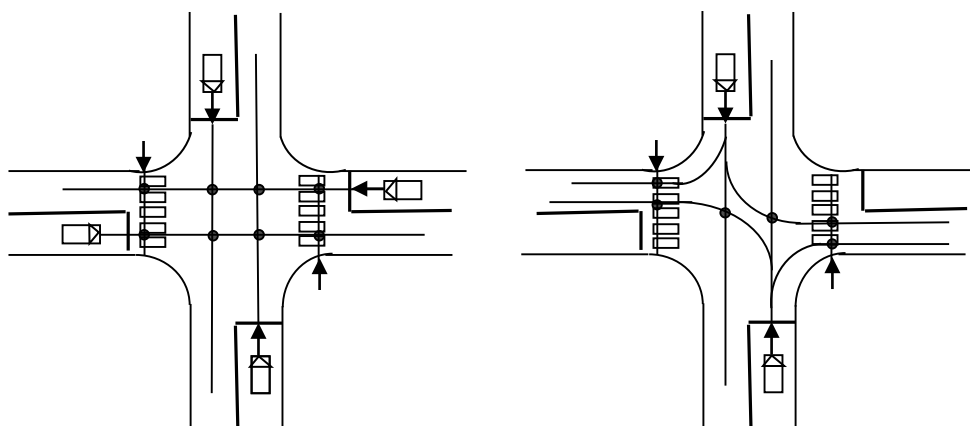
**Blandfas** - Fasbild där två motriktade tillfarter har grönt ljus samtidigt utan separatreglering av sekundärkonflikter

**Skyddad trafikavveckling** – Avvecklingen av en fordonsström utan sekundärkonflikter med överordnade trafikströmmar

**Oskyddad trafikavveckling** – Avveckling av en fordonsström med sekundärkonflikter (t.ex. konflikt med mötande fordonstrafik, korsande gångtrafik).



## **Kommentarer**



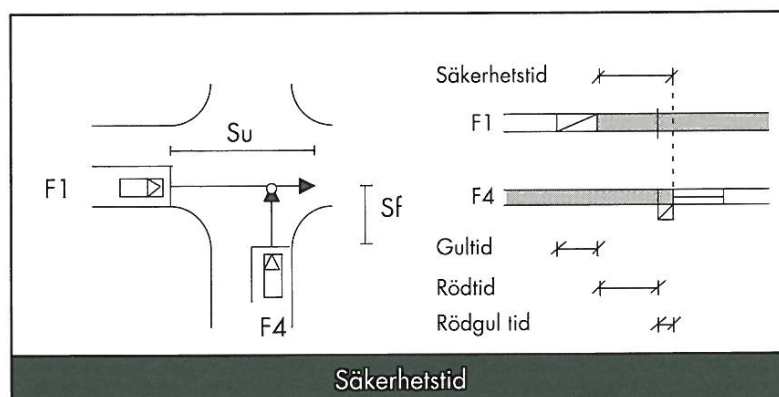
**Figur 2 Primär- och sekundärkonflikter i en blandfasreglerad korsning**

**Eftergrönt** - Fasbild där en av två motriktade tillfarter bibehåller grönt ljus efter det för tillfarterna gemensamma gröna ljuset.

**Förgrönt** - Fasbild där en av två motriktade tillfarter visas grönt ljus före det för tillfarterna gemensamma gröna ljuset. Ska undvikas.

**Minsta gröntid** – Kortaste tid som grönt måste visas. Normalt 6 sek för en fordonsgrupp och beroende på övergångställets längd för en gånggrupp.

**Säkerhetstid** - Den tid som av säkerhetsskäl behövs för att en utrymmande trafikant ska hinna passera konfliktpunkten innan en framryckande når denna, med andra ord tiden mellan att en signalgrupp blir röd och nästa kan bli grön.



**Figur 3 Säkerhetstid och rödtid**

(Handbok *Ny signalväxling* Vägverket 1999)

**Rödtid** - Säkerhetstid minus rödgul tid, normalt det som anges i konfliktmatris vid projektering av trafiksignaler

**Gultid** - Är i Sverige 3 sek för cykelsignaler, 4 sek för fordon om tillåten hastighet är 50 km/h eller under samt 5 sek om tillåten hastighet är över 50 km/h

**Fråntid** - Grön tid som mäts individuellt i signalgruppen utan att någon annan grupp kan hänga på den efter att signalgruppen fått stopporder. Kan vara fast eller trafikstyrd.

**Kommentarer avsnitt 4.2**

Metoderna är primärt avsedda att användas för nybyggnad eller ombyggnad av signalanläggning samt för bestämning och kontroll av tidsättning för befintlig anläggning.

Om inget annat anges är flödet och kapaciteten angivna på 60-minutersnivå.

## 4.2 Omfattning

Metodbeskrivningen omfattar beräkning av mättnadsflöden och signaltidsättning, samt härpå grundad estimering av kapacitet, fördröjning, andel stoppade fordon och kölängd för varje körfält i korsningarnas tillfarter.

Följande typer av indata behövs för beräkningarna:

### ***Utformning***

Antal körfält och körfältsindelning (se kommentarer avsnitt 4.3)

Längd och bredd av körfält och övergångsställen

Kurvradier

Förekomst och bredd av mittrefuger och trafikdelare

Förekomst, längd och bredd av övergångsställen

### ***Trafikbelastning***

Trafikflöde (fordons-, gång- och cykeltrafik)

Riktningfördelning

Andel tunga fordon (LBn: 2-4 axlig lastbil och buss; Lps: lastbil med påhängsvagn eller släpvagn)

### ***Trafikreglering***

Signalanläggningens styrsätt

Fasindelning

Hastighetsbegränsning

Tillåten riktningfördelning för trafiken i varje körfält

Reserverade körfält

Parkerings- och stoppförbud

Busshållplatser

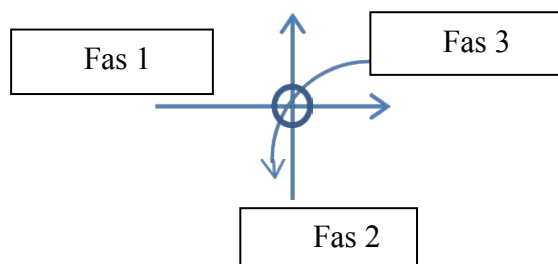
Signaltidsättningen baseras på kriteriet minimering av korsningens medelfördröjning. Detta medför att konflikterande fordonsströmmar som dimensionerar korsningen normalt får samma belastningsgrad (flöde/kapacitet).

### Kommentarer avsnitt 4.3

Innan det går att beräkna kapacitet och framkomlighetseffekter av en trafiksignalanläggning måste den utformas principiellt. Ofta gäller det att hitta en fungerande signallösning inom befintligt gatuutrymme, men ibland finns möjlighet att omdisponera körfältsindelningen eller att bygga om gatan/vägen för att anpassa kapaciteten efter ändrade behov.

Principutformningen kan väljas med följande arbetsgång:

- Identifiera (möjligt) antal körfält i alla till- och frånfarter
- Identifiera trafikströmmar som är nödvändiga att separatreglera mht trafiksäkerhet eller andra skäl
- Rita upp en körfältsindelning och markera tillåtna körriktningar mht
  - egna körfält för svängande trafikströmmar som separatregleras
  - egna körfält för svängande trafik som kan hindra raktframgående fordon och ha nytta av undantagssignal
  - övriga körfält
- Rita in övergångsställen och trafikdelare (mittrefuger)
- Skissa upp fasbilder. Se kommentarer avsnitt 4.5.3 för typiska fall.
- Bedöm korsningen kapacitet överslagsmässigt för att identifiera eventuella brister. I exemplet nedan med tre trafikströmmar vars passage av konfliktpunkten sker i olika faser bör den sammanlagda trafikbelastningen i konfliktpunkten inte överstiga 1500 fordon/h, körfält



- Fördela om/lägg till/ta bort körfält enligt resultaten från kapacitetsberäkningen och/eller ändra fasindelningen tills en lämplig lösning funnits
- Gör en detaljerad kapacitets- och effektberäkning
- Kontrollera att frånfarternas kapacitet inte överskrider vilket kan ske om
  - den totala trafikbelastningen i utfarten överskrider dennas kapacitet
  - något körfält i frånfarten har begränsad längd (< 50m)

## 4.3 Metod

Kapaciteten hos en tillfart är i första hand beroende av antalet körfält, körfältens utnyttjande för olika färdriktningar, körfältens mättnadsflöden samt gröntidsandel. Mättnadsflödet bestäms separat för varje körfält beroende på dettas utformning och grad av konflikt med andra fordons-, gång- och cykeltrafikströmmar som avvecklas i samma signalfas. För detta ändamål behövs kännedom om trafikens fördelning mellan olika körfält som betjänar samma trafikström, samt gröntidens längd. Eftersom dessa faktorer ännu inte är kända måste beräkningarna göras i flera omgångar.

I momentet **Tidsättning omgång 1** (avsnitt 4.7) sker beräkning av trafikens fördelning mellan körfält som trafikeras av fordon med samma färdriktning med antagande om att dessa körfält har samma mättnadsflöde. Mättnadsflöden och belastningsgrader beräknas sedan för antagen omloppstid och gröntidsfördelning mht korsningens storlek, varefter en korrigerad tidsättning beräknas. Denna dimensioneras av den mest belastade konfliktpunkten = max summa belastningsgrad, ett värde som används för beräkning av optimal omloppstid mht kriteriet att minimera korsningens samlade medelfördröjning. Metodiken är i det flesta fall tillräcklig om syftet endast är att göra en **överslagsmässig beräkning**.

I **Tidsättning omgång 2** (avsnitt 4.8) utnyttjas de resulterande mättnadsflödena från *omgång 1* för att korrigera trafikens fördelning på körfält. Sedan beräknas nya mättnadsflöden och belastningsgrader med utnyttjande av den resulterande tidsättningen från omgång 1. Dimensionerande konfliktpunkt mellan trafikströmmar från de olika signalfaserna identifieras och omloppstid och gröntidsfördelning beräknas på nytt. Om så önskas kan beräkningarna fortsätta med flera omgångar (s.k. iterationer) tills önskad konvergens avseende mättnadsflöden och tidsättning erhållits. Beräkningen avslutas med bestämning av kapacitet och belastningsgrad för varje körfält (avsnitt 4.9).

Tidsättningsberäkningarna enligt metodbeskrivningarna i avsnitt 4.7. Och 4.8 förutsätter att belastningsgraden  $\leq 0,95$  för trafikströmmarna som ingår i den mest belastade konfliktpunkten. Vid högre belastningsgrad utnyttjas fast tidsättning med gröntidsfördelning erhållen enligt 4.7 resp. 4.8 och omloppstid lika med maximal omloppstid vid överbelastning för aktuellt korsningstypfall enligt tabell 4.

I **Framkomlighetseffekter** (avsnitt 4.10) beräknas kölängd, andel stoppade fordon och medelfördröjning på basis av resultaten från omgång 2. Observera att resultaten avseende fördröjning och kölängd är behäftade med stor osäkerhet vid hög belastningsgrad ( $> 0,85$ ). Trafikeffekter vid överbelastning ( $> 0,95$ ) beräknas enligt avsnitt 4.10.4. med samma antaganden som för övriga korsningstyper om 1 timmes överbelastning och trafikflöde = 0 därefter.

**Kommentarer avsnitt 4.4**

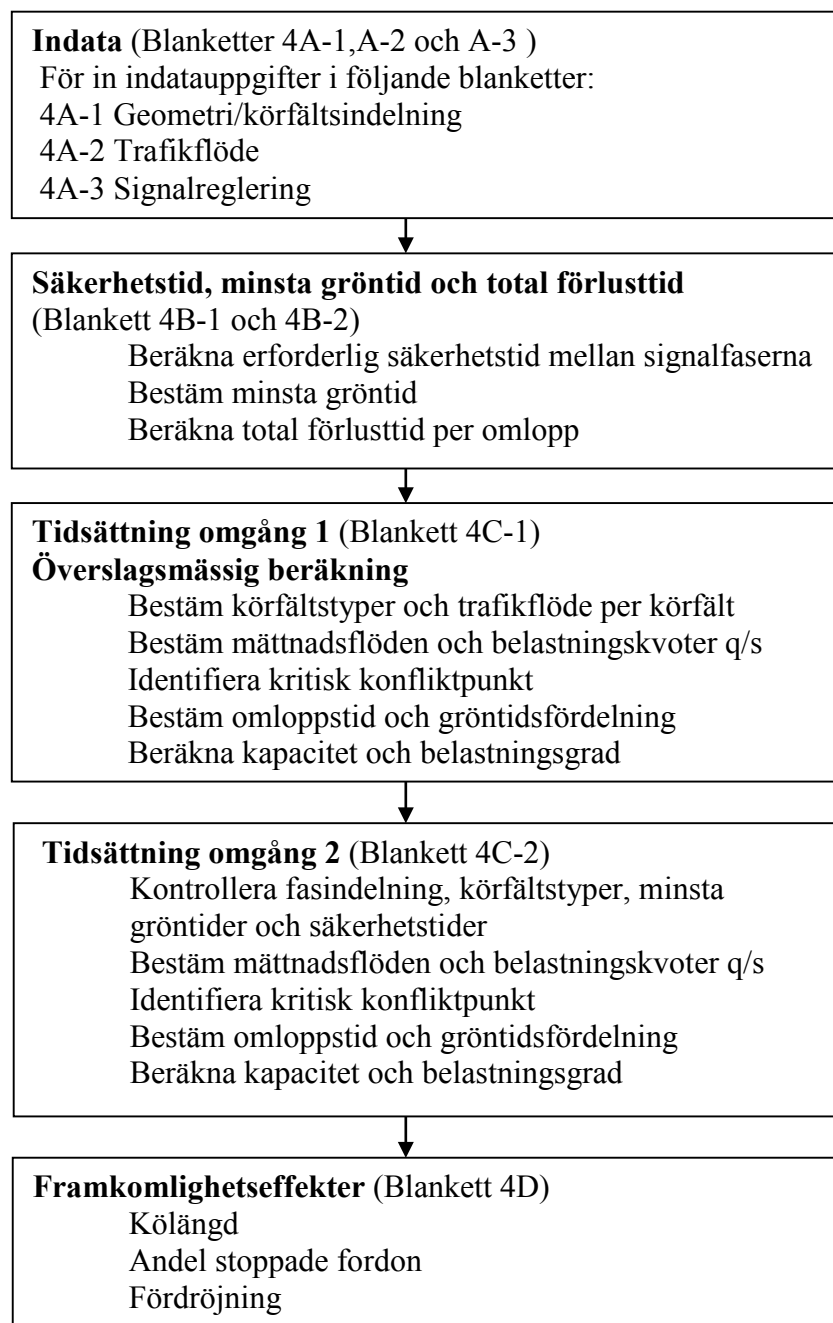
Beräkning av kapacitet och framkomlighetseffekter utförs separat per körfält mht dettas utformning, trafikbelastning, fördelning på svängande riktningar och typ av sekundärkonflikt med mötande fordonsströmmar och/eller korsande gång och cykeltrafik på tvärgatan.

Signalanläggningens funktion och fasindelning har stor betydelse, speciellt när det gäller eventuell förekomst av separatreglerade svängande trafikrörelser som kan kräva såväl separata körfält som längre omloppstid. Se avsnitt 4.3 ovan och vägledande kommentar avseende val av fasindelning mm.

Störst skillnad mellan resulterande tidsättning från den första och andra beräkningsomgången uppstår för starkt belastade korsningar med ojämnt fördelad trafikbelastning. För tvåfaskorsningar med jämn gröntidsfördelning och omloppstid mellan 40 – 70 sek behövs som regel inte en andra beräkningsomgång.

## 4.4 Översikt av beräkningsgången

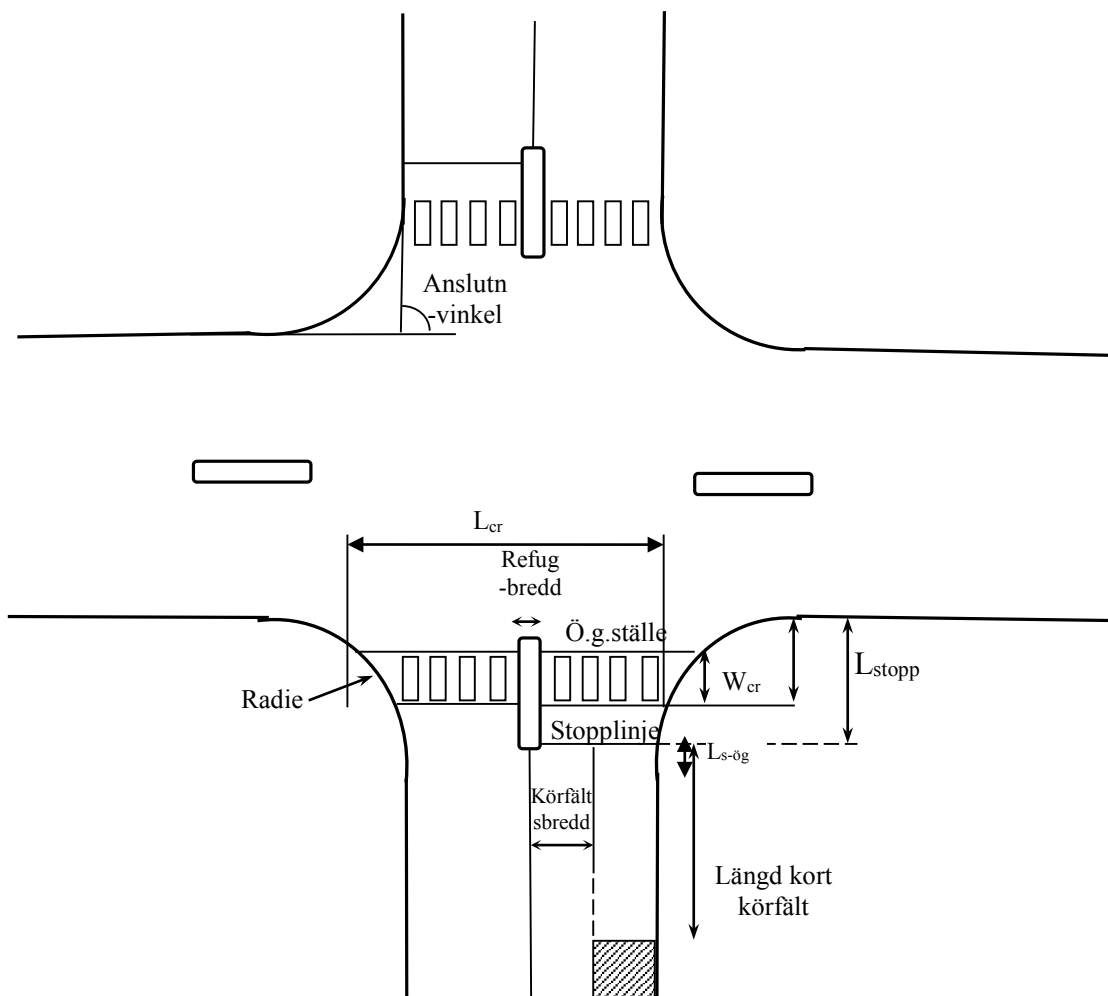
Beräkningsgången som illustreras i blockschemat nedan kan genomföras manuellt med stöd av beräkningsexemplen i avsnitt 4.13 och blanketterna i avsnitt 4.14. Exemplen finns också redovisade i form av MS Excelfiler med detaljerade beskrivningar av varje beräkningsmoment i rapporten **Kalkylhjälpmedel för kapacitetsanalys (TRV2013/92033)**



Figur 4. Översikt av beräkningsgången

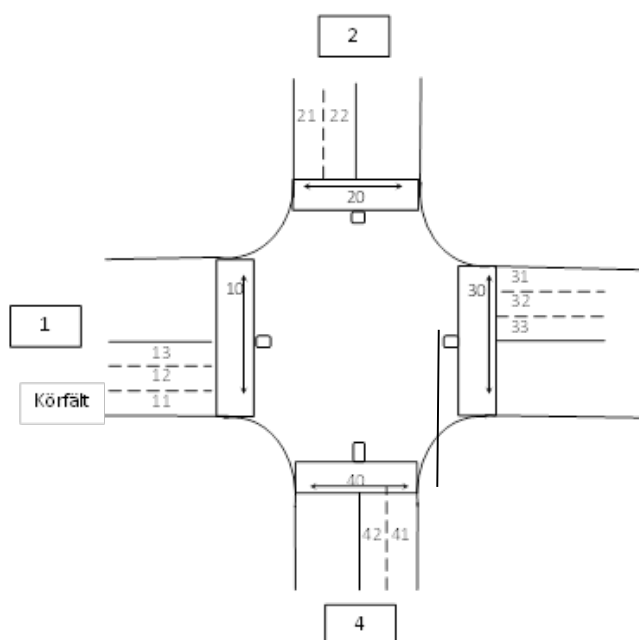


**Kommentarer avsnitt 4.5.1**

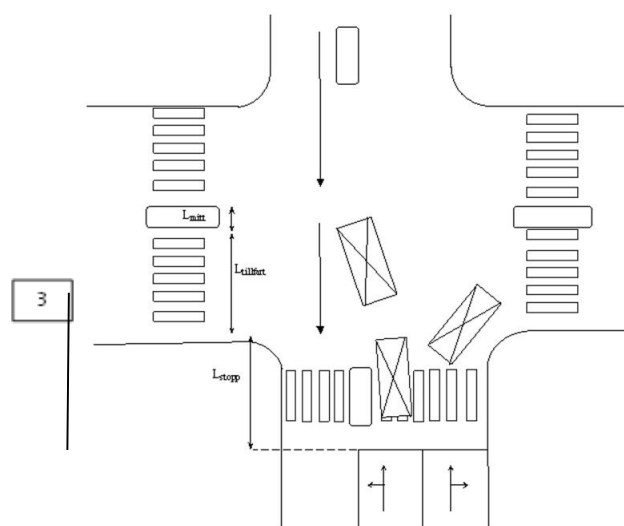


**Figur 5 Illustration av måttsättning körfältsnumrering och köutrymme**

*Illustration av numrering*



*Köutrymme efter växling till rött*



## 4.5 Indata

### 4.5.1 Utformning och hastighetsgräns

Följande indata som behövs för beräkningarna förs in på blankett 4A-1:

- Skalenlig, måttfatt skiss av korsningen med angivande av gatunamn, vädersträck, körfält och dessas färdriktning, övergångsställen, mittrefuger/mittremsa mm (se figur kommentarsida och tillämpning i beräkningsexemplen).
- Numrering av körfält och övergångsställen (se figur 5).  
Om körfältsmarkeringar saknas i en tillfart som är mellan 5,5 och 8 m bred så indelas denna i två ”implicita” körfält med lika bredd.
- Alla relevanta måttuppgifter, lutning mm som behövs för bestämning av säkerhetstider och kapacitet förs in i tabellen under skissen.
- I samma tabell registreras också om en vänstersvägande personbil vid oskyddad avveckling kan köa inne i korsningen utan att blockera raktframgående fordon i samma körfält under gröntiden. Vidare registreras antal höger- resp. vänstersvägande personbilar som kan köa inne i korsningen och avvecklas efter växling till rött.
- Skyltad hastighetsbegränsning i alla tillfarter

### 4.5.2 Trafikflöden

Följande trafikdatauppgifter för motorfordons-, cykel- och gångtrafik för den studerade trafiksituationen (t ex högtrafik morgon, middag eller kväll) förs in på blankett 4A-2:

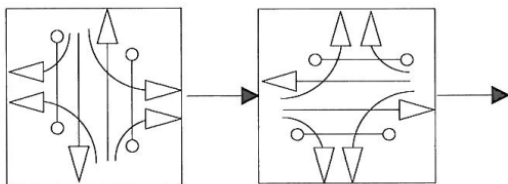
- Motorfordonsflöde med uppdelning på körriktning (höger, rakt fram, vänster) för varje tillfart (fordon/h)
- Andel tunga fordon (LBn + Lps) för varje tillfart
- Cykeltrafikflöde i blandtrafik per tillfart (cyklar/h)
- Gångtrafikflöden (dubbelriktade) på varje gångpassage (fotgängare/h)
- Cykeltrafikflöde (dubbelriktat) på varje GC-passage (adderas till gångtrafikflödet enl. ovan)

Förekomst av cyklar i blandtrafik i en tillfart beaktas vid beräkningen av säkerhetstider enligt avsnitt 4.6.1. Om cykeltrafiken är omfattande kan omräkning till personbilsenheter göras ( $P_{ekv} = 0,3$ ) och cykeltrafiken adderas till biltrafikflödet.

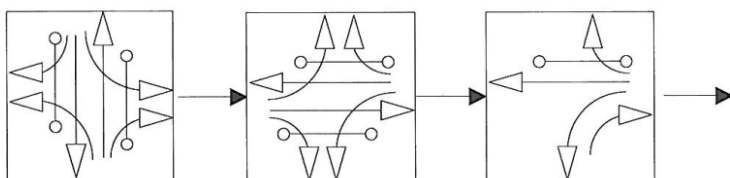
**Kommentarer avsnitt 4.5.3**

Några vanligt förekommande regleringsformer/indelningar av fasbilder visas nedan, många andra fasindelningar förekommer men dessa är de vanligaste i ”normala” korsningar.

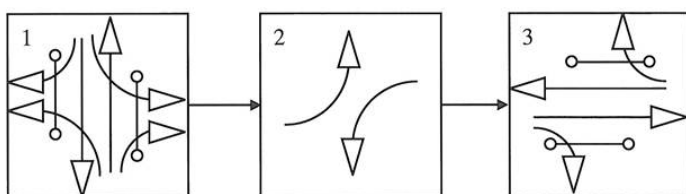
Den enklaste regleringsformen är så kallad ”**tvåfasreglering**” med en **blandfas** per riktning.



Om trafikflödet i ena riktningen är avsevärt större och/eller antalet vänstersvängande är stort kan den riktningen ges ”**eftergrönt**”. För att visa att mötande trafik stoppats kan en markeringssignal användas, och om separat högerkörfält finns i sidogatan kan undantagssignal för högersväng användas.



När hastigheterna är högre, antalet körfält större eller av andra skäl kan någon eller några rörelser **separatregleras**. Det vanligaste fallet är en så kallad ”trefasreglering” där primärvägens vänstersvängar tilldelas egna körfält och regleras med en pilsignal separerad i tid från övriga strömmar. Separatreglering ger i allmänhet högre säkerhet men kan ge större fördröjningar än blandfasreglering eftersom antalet faser och därmed sammanhängande behov av säkerhetstid ger större gröntidsförlust per omlopp.



Regleringsform/fasindelning i trafiksignaler varierar från plats till plats beroende på trafikströmmar, antal körfält, korsningsgeometri, tillåten hastighet mm.

**Generellt ger en reglering med så få fasbilder och så få separatreglerade trafikströmmar som möjligt högst kapacitet och lägst medelfördröjning.**

Eftergrönt och/eller avkortad gångfas kan användas för att förbättra framkomligheten för högt belastade svängande strömmar. Av säkerhetsskäl kan vissa trafikströmmar behöva separatregleras, och om de svängande flödena är stora kan också framkomligheten i vissa fall förbättras.

Regleringsform och fasindelning hänger samman med den geometriska utformningen av korsningen. En viss geometrisk utformning förutsätter en viss regleringsform och vice versa, därför bör fasindelningen beaktas redan när den principiella korsningsutformningen bestäms.

## 4.5.3 Signalreglering

Blankett 4A-3 används för att registrera följande indatauppgifter som rör signalregleringen:

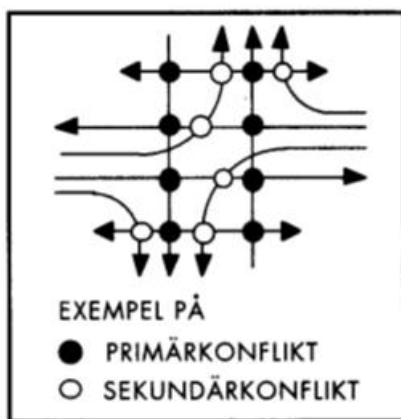
### Styrsätt

Beräkningen utförs som om signalanläggningen var tidstyrd. Resultaten avseende fördröjning, kölängd och antal stopp korrigeras sedan mht annat styrsätt (trafikstyrning, samordnad styrning).

### Fasindelning

#### *Huvudprincip:*

Primärkonflikter regleras alltid genom tidsseparering i olika signalfaser. Sekundärkonflikter tidssepareras om så behövs mht trafiksäkerhet eller kapacitetsproblem för svängande fordonstrafik med mötande fordonstrafik eller korsande gång- och/eller cykeltrafik.



**Figur 6** Illustration av primär- och sekundärkonflikter

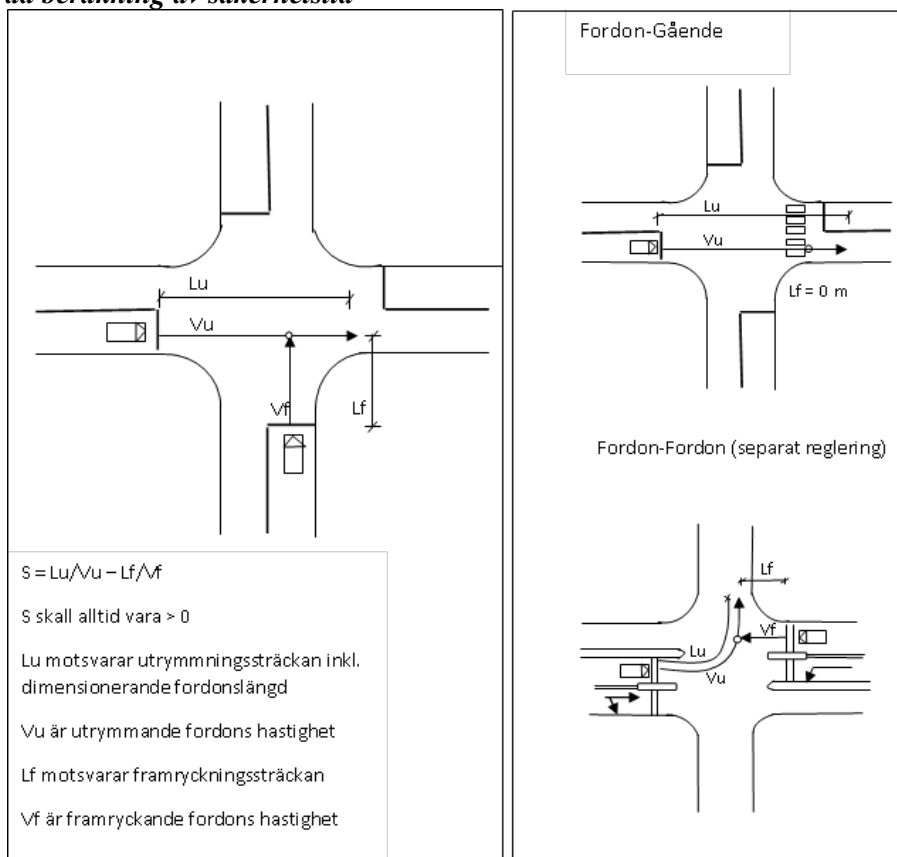
Se kommentarsidan när separatreglering av vänstersvängande trafikströmmar krävs mht *trafiksäkerhet*.

Separatreglering mht *framkomlighet* kan behövas vid:

- konflikt mellan mötande trafik och vänstersvängande fordonsflöde > 200 fordon/h, körfält.
- konflikt mellan svängande fordonstrafik och stora gångtrafikflöden

I tveksamma fall bör jämförande beräkningar utföras med resp. utan separatreglering av belastade sekundärkonflikter.

## Kommentarer avsnitt 4.6.1

*Detaljerad beräkning av säkerhetstid*

Figur 7 Illustration av princip för beräkning av säkerhetstid

**Utrymnings- och framryckningssträckor**

De högsta tillåtna framrycknings- och utrymningshastigheterna anges i huvudtexten, men ofta är en lägre utrymningshastighet lämplig. Säkerhetstiden för gående bör anpassas så att gående vid lämplig gånghastighet (högst 1,4 m/s) hinner passera hela gatan då mittrefug saknas och den längsta delsträckan vid förekomst av mittrefug (er).

Säkerhetstiden för ett övergångsställe är oftast betydligt längre än för motsvarande fordonssignaler. För att denna säkerhetstid inte ska bli dimensionerande för korsningen vill man ofta att övergångsstället ska växla till rött något före fordonssignalerna. En förekommande lösning är att låta övergångsstället växla till rött efter mintid, så kallad avkortad gångfas, vilket dock kan medföra onödigt långa rödtider för gående. En i dag vanligt förekommande lösning är att ge fordonssignalerna några sekunders trafikstyrd fråntid som kommer att mätas efter att fordonssignalerna och övergångsställena fått stopporder, fordonssignalerna håller då kvar grönt några sekunder efter övergångsstället om det finns fordon i tillfarten.

I Excel-versionen av beräkningsexemplen beräknas utrymnings- och framryckningssträckorna automatisk med stöd av korsningens utformning. Beräkning av säkerhetstid sker sedan på sida 6B-1. Se TRV hemsida **Kalkylhjälpmedel för kapacitetsanalys (TRV2013/92033)**.

## 4.6 Säkerhetstid, minsta gröntid och förlusttid

I detta avsnitt behandlas metodik för bestämningen av säkerhetstid, minsta gröntid och total förlusttid per signalomlopp. Vid *överslagsmässiga beräkningar* kan schablonvärden för förlusttiden enligt tabellen på kommentarsidan användas.

### 4.6.1 Säkerhetstid

Säkerhetstiden (helrött + rödgult) beräknas med stöd av blankett 4B-1 och utförs normalt för alla tidsseparerade primärkonflikter markerade med X enligt tabellen nedan. Konflikter markerade med (X) är normalt inte dimensionerande. Om cyklar inte förekommer, t.ex. för att det finns särskild cykelbana som regleras med en egen signalgrupp, räknas ej konflikt med cykel.

**Tabell 1: Kombinationer av konflikter som ska beaktas vid säkerhetstidsberäkning** (Handbok Ny signalväxling Vägverket Sept. 1999)

Framryckande	Utrymmande		
	Gående	Cykel	Bil
Gående		(X)	X
Cykel			X
Bil	X	X	X

Säkerhetstiden ( $t_s$ ) för konflikter mellan motorfordon beräknas som skillnaden mellan utrymningstiden till konfliktpunkten för ett fordon som passerar stopplinjen vid växling till rött ( $t_u$ ) och framryckningstiden ( $t_f$ ) för ett motorfordon som passerar stopplinjen vid gröntidens start för påföljande signalfas, se figur 6 på kommentarsidan och beräkningsexempel 1:

$$t_s = t_u - t_f = (L_u + L_f)/v_u - L_f/v_f$$

där:  $t_s$  = säkerhetstid för konflikt mellan motorfordon

$L_u$  = utrymningssträcka inkl. dimensionerande fordonslängd

$v_u$  = utrymningshastighet

$L_f$  = framryckningssträcka

$v_f$  = framryckningshastighet

$L_f$  = fordonslängd

Utrymnings- och framryckningssträcka mäts på ritning eller skiss (blankett 4A-1) till kritiska konfliktpunkter, se vidstående figurer. Den dimensionerande fordonslängden antas vara 6 m om andelen tung trafik i tillfarten inte är stor. För fordon utgår man från stopplinjen och för gående från kantstenen. Framryckningssträcka för gående är alltid 0. Säkerhetstiden för konflikt mellan motorfordon och gående  $t_{sg}$  blir då  $t_{sg} = (L_u + L_f)/v_u$

Resultaterande säkerhetstider efter varje fas förs in på blankett 4A-3.

### Kommentarer avsnitt 4.6.2

:1 **Utrymningssträckan** för gående mäts mellan kantsten och refug där gående kan stå, om sådan saknas från kantsten till kantsten. De högsta tillåtna framrycknings- och utrymningshastigheterna anges i tabellen nedan, men ofta är en lägre utrymningshastighet lämplig.

**Tabell 2 Utrymnings- och framryckningshastigheter för fordon**

$V_u$ och $V_f$ m/s)	Högsta tillåtna hastighet (km/h)
8	30
10	40
12	50
14	60
15	70

**För cykel räknar man med 5 m/s (18 km/h) och moped 8 m/s (28 km/h). För gående räknar man med en utrymningshastighet på 1,4 m/s (5 km/h).**

Om det inte finns fordon i tillfarten vid växling till rött blir övergångsställets säkerhetstid dimensionerande. Dimensionerande säkerhetstider ges ofta av konflikten mellan utrymmande övergångsställe och framryckande fordon i närliggande tillfart.

:2 I korsningar där även sekundärkonflikter tidsseparerats ökar kapaciteten teoretiskt med ökande omloppstid. Detta sammanhänger med att växlingstidsförlusterna per omlopp har konstant längd och således gröntidens andel av omloppet ökar vid ökande omloppstid. I praktiken ökar dock sällan kapaciteten med omloppstiden över en viss gräns, bl.a. beroende på att korsningens magasinsutrymnen som regel har begränsad längd. Trafikflödet minskar då mot slutet av gröntiden vilket kan medföra lägre kapacitet än vid kortare omloppstid. Omloppstiden begränsas också med hänsyn till acceptabel maximal fördröjning för fordonstrafikanter och gående.

### Kommentarer avsnitt 4.6.3

För **överslagsmässiga beräkningar** kan följande schablonvärden för total förlusttid per omlopp användas:

Fasindelning	Tvåfas = Blandfaser	Trefas = Separatreglering av vsv trafik i ena gatan (se 4.5.3)	Fyrfas Separatreglering av vsv trafik i bägge gatorna
Total förlusttid (sek)	8	12	17

## 4.6.2 Minsta gröntid

Beräkningarna utförs med stöd av blankett 4B-2.

**1:** Den kortast tillåtna tiden för grönt ljus för huvudsignalfaser som bara betjänar biltrafik är **6 sek** (gäller ej för extrafaser, t ex eftergrönt). Vid beräkning av tidsättning i avsnitt 4.7.10 och 4.8.10 inkluderar  $g_{min}$  även körbar gultid ( $gg$ ), vilket ger  $g_{min} = 6 + gg$  sek. Gultiden är 4 sek om tillåten hastighet är max 50 km/h och 5 sek om tillåten hastighet är 60 km/h eller 70 km/h. Större delen av gultiden ( $gg = gult - 1$ ) förutsätts i denna metodbeskrivning användas för trafikavveckling på samma sätt som gröntiden.

**2:** För faser som bara betjänar gångtrafik bestäms mingröntiden  $g_{gmin}$  så att en gående hinner över hela övergångsstället med en gånghastighet av högst 1,4 m/sek  $g_{gmin} = \frac{\text{övergångsställets längd}}{1,4}$

**3:** För faser som betjänar både bil- och gångtrafik bestäms den minsta gröntiden för fordonssignalerna ( $g_{min}$ ) som mingröntid för det längsta övergångsstället plus skillnaden mellan säkerhetstiden för gående och säkerhetstiden för fordonstrafik.

$$g_{min} = g_{gmin} + t_{sg} - t_s \quad \text{där}$$

$g_{min}$  = Minsta gröntid för fordonstrafik inklusive körbar del av gultiden  $\geq g_{gmin} + gg$  sek

$t_{sg}$  = Erforderlig säkerhetstid för konflikt fordon - fotgängare

$t_s$  = Erforderlig säkerhetstid för konflikt fordon - fordon

se avsnitt 4.6.3 ang. förlusttid nedan. Resultatet för varje fas förs in på indatablankett 4A-3.

## 4.6.3 Förlusttid

Förlusttiden ( $F$ ) är summan av de tidsperioder under ett signalomlopp som inte kan utnyttjas för fordonsavveckling i någon tillfart. Den sammanlagda förlusttiden per omlopp  $F$  med  $j$  antal faser beräknas som  $F = \sum_j (t_{s,j} + gultid - gg)$ . Här antas  $gultid - gg = 1$  sek.

Om korsningen innehåller allgåfas skall även denna inkluderas i  $F$ . Säkerhetstiderna mellan berörda faser liksom den sammanlagda förlusttiden per omlopp  $F$  förs in på blankett 4A-3. Värdet på  $F$  förs också in på blanketterna 4C-1 och 4C-2. Se också avsnitt 4.7.10 angående korrigering av  $F$  om beräknad gröntid för en fas understiger  $g_{min}$  enligt ovan.



**Kommentarer 4.7.1**

Se kommentarer avsnitt 4.7.9 angående metodik om en detillfart har grönt i två huvudfaser

## 4.7 Tidsättning omgång 1

### 4.7.1 Beräkningsmetod

#### A: Generell metod för tidsättning

Beräkning av tidsättning i omgång 1 och 2 omfattar följande huvudmoment:

- Bestäm körfältstyp och andel svängande fordon per körfält
- Bestäm mättnadsflöde ( $s$ ), trafikflöde ( $q$ ) och belastningskvot ( $q/s$ ) per körfält
- Identifiera kritisk konfliktpunkt mellan dimensionerande körfält från varje fas
- Bestäm omloppstid och *effektiva gröntider*  $g = \text{visad gröntid} + \text{del av gultiden (gg) utnyttjad för trafikavveckling}$
- Beräkna kapacitet och belastningsgrad

Beräkningarna utförs med stöd av blankett 4C-1 (tidsättning omgång 1) resp. 4C-2 (tidsättning omgång 2). Om ett körfält endast har grönt i en fas vars trafikavveckling beskrivs av endast en körfältstyp förs resultatet in i en rad per körfält. Flera rader per körfält krävs i följande fall:

A-1) Mättnadsflödet i ett körfält måste kontrolleras för olika körfältstyper som representerar olika sekundärkonflikter

- Konflikt med korsande gående (körfältstyp C). Separata rader behövs om körfältets höger- och vänstersvängande trafik båda har konflikt med korsande övergångsställen.
- Konflikt med mötande fordonsström (körfältstyp D)

A-2) Körfältet har grönt i flera faser. För varje fas krävs särskilda rader för bestämning av mättnadsflödet för varje körfältstyp enligt ovan. Därutöver krävs en särskild rad för beräkning av körfältets totala belastningsgrad och kapacitet för summan av dessa faser (se beräkningsexempel 2 och 3 i avsnitt 4.13).

## **Kommentarer**

## B: Tidsättning mht typ av fasindelning

Om signalanläggning endast betjänas av huvudfaser och varje deltillfart endast har grönt i en huvudfas genomförs tidsättningen i **ett steg** (tillämpning se beräkningsexempel 1 avsnitt 4.13).

Beräkning av tidsättningen vid mera komplex fasindelning sker i olika steg mht till typ av faser enligt nedanstående definitioner:

- **Huvudfas (H):** Fas som betjänar minst en deltillfart som bara har grönt i denna fas (fasen kan också betjäna andra deltillfarter som har grönt även i andra huvudfaser eller extrafaser)
- **Extrafas (E):** Fas som ger förlängd gröntid utöver huvudfasen för en eller flera deltillfarter (t ex eftergrönt)
- **Alternativ extrafas (AE)** Fas som endast aktiveras vid behov (t ex vid val mellan två alternativa extrafaser efter en huvudfas med eftergrönt i olika riktningar för separat-reglerade vänstersvängande deltillfarter)

Vid förekomst av extrafas(er) utförs beräkning av tidsättningen i **två steg A och B** (se närmare beskrivning i avsnitt 4.7.9)

- A. Beräkning av tidsättning för signalanläggningen mht till deltillfarternas totala gröntidsbehov (huvudfas + ev. extrafas).
- B. Uppdelning av gröntiden i huvudfas och extrafas(er) mht tidsättningen enligt A för deltillfarter som betjänas enbart av en huvudfas resp. av huvudfas + extrafas(er)

Tillämpning se beräkningsexempel 2 och 3 i avsnitt 4.13.

**Kommentarer avsnitt 4.7.2**


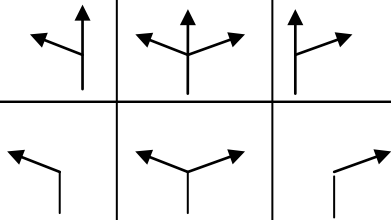
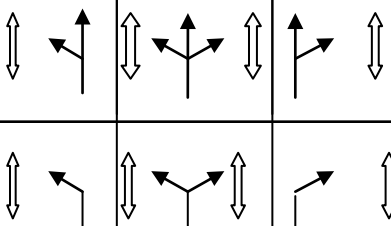


**:1** Vid bestämning av körfältstyp måste även förhållandena i korsningens frånfarter beaktas. För att ett körfält t ex ska kunna hänföras till typ A eller B bör raktframgående trafik kunna avvecklas i frånfarten utan hinder mht frånfartsbredd, parkerade fordon eller motsvarande. Om så inte är fallet måste frånfartens kapacitet analyseras, se avsnitt 4.9.2. Antagen körfältsindelning och körfältstyp bör om möjligt verifieras genom observationer i den aktuella korsningen.

**:2** Ett och samma körfält kan tillhöra såväl olika körfältstyper i samma fas som flera faser, se avsnitt 4.7.1 A och B. Varje sådant fall dokumenteras på särskilda rader för körfältet i blankett 4C-1 och 4C-2.

## 4.7.2 Bestämning av körfältstyp

Körfälten tilldelas en typbeteckning A – D enligt tabellen nedan mht förekomst av svängande trafik och sekundärkonflikt med andra trafikströmmar enligt vald fasindelning.

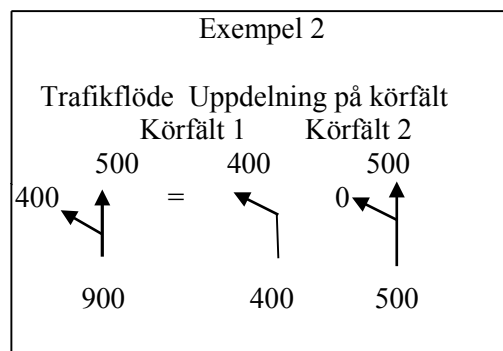
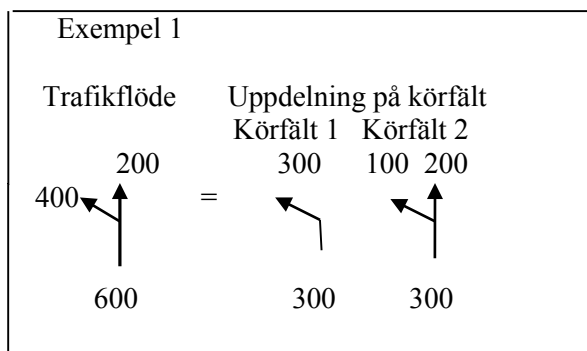
Tabell 3 Beskrivning av körfältstyper

Körfälts- typ	Beskrivning	Illustration
<b>A</b>	<b>Raktframgående, skyddat körfält</b>	
<b>B</b>	<b>Skyddat körfält med blandad raktframgående och svängande trafik, eller enbart svängande trafik</b>	
<b>C</b>	<b>Oskyddat körfält med blandad raktframgående och svängande trafik eller enbart svängande trafik i konflikt med korsande gångtrafik .</b>	
<b>D</b>	<b>Oskyddat körfält med svängande trafik i konflikt med mötande trafik</b>	
<b>C/D</b>	<b>Oskyddat körfält med svängande trafik i konflikt med mötande trafik och med gående</b>	

**Kommentarer avsnitt 4.7.3**

Trafikens fördelning mellan olika körfält som ingår i samma deltillfart beräknas i *Tidsättning omgång 1* med målsättningen att körfälten erhåller samma totala flöde. I fall där deltillfarten innehåller körfält för flera färdriktningar är detta inte alltid möjligt, t ex ett körfält för enbart svängande trafik och ett för både raktframgående och svängande trafik enligt exempel 2 nedan

Exempel för tvåfältig deltillfart:



## 4.7.3 Andel svängande fordon

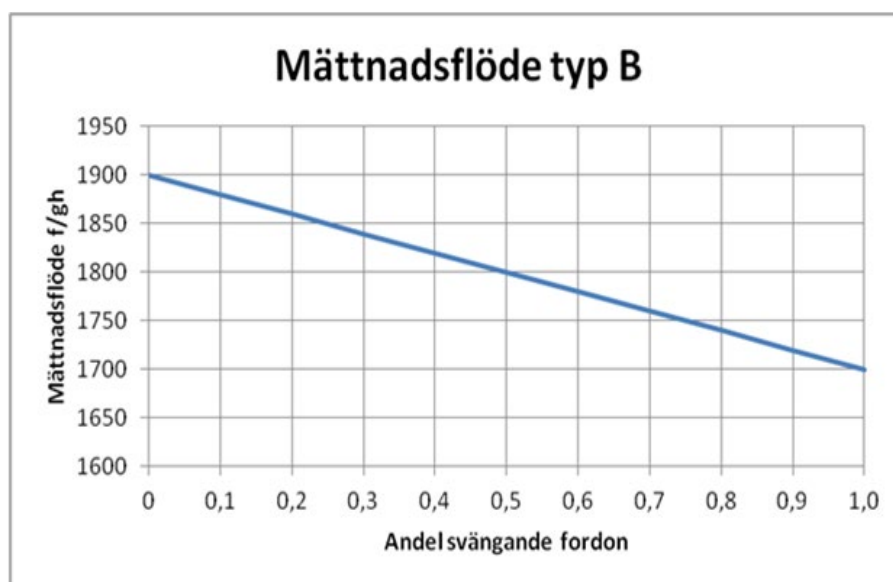
Trafikens fördelning mellan körfält som ingår i samma deltillfart uppskattas i tidsättning omgång 1 först med målsättningen att dessa körfält ska erhålla samma totala flöde (se exempel på metodik på kommentarsidan för fall då detta inte är möjligt mht flödets fördelning på olika körriktningar). Andelen svängande fordon  $p_{sv}$  beräknas för alla körfält och förs in på blankett 4C-1 kolumn 6.

## 4.7.4 Basvärden för mättnadsflöden

Mättnadsflödets basvärde ( $f/gh$ ) bestäms enligt anvisningarna för olika körfältstyper nedan. Resultaten förs in i blankett 4C-1 kolumn 7 på separata rader per fas och körfältstyp enligt beskrivningen i avsnitt 4.7 ovan. Beträffande korta körfält se avsnitt 4.7.6.

### Mättnadsflöden typ A och B

Typ A	Typ B		
↑	↙↑	↙↑↘	↑↘
1900 f/gh	Bestäms enligt diagram nedan)		1700 f/gh (för dubbla svängande körfält med samma riktning 1500 f/gh,kf)

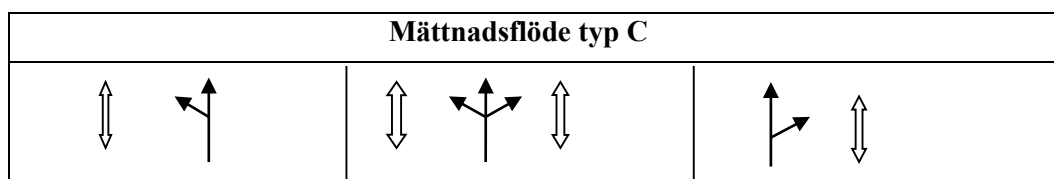


**Figur 8 Mättnadsflöde för körfält typ B med blandad raktframgående och svängande trafik**

För körfält typ C med såväl vänstersvängande som högersvängande fordon i konflikt med korsande gångtrafik beräknas andelen svängande separat vänster- och högersvängande fordon.



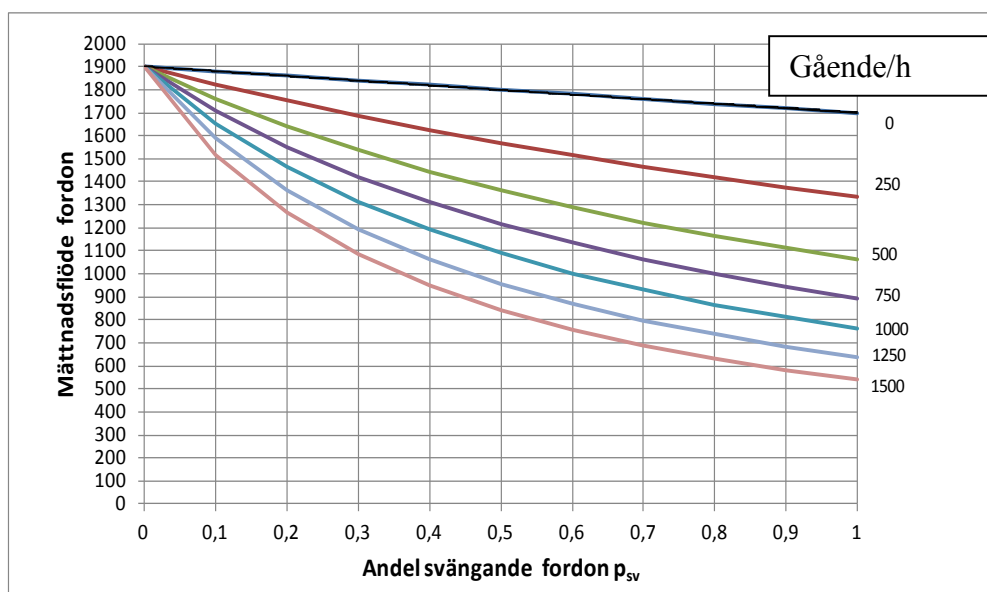
## **Kommentarer**



Basvärden för mättnadsflöden för körfält med svängande trafik som har sekundärkonflikt med gångtrafikströmmar med grönt i samma fas kan i tidsättning omgång 1 erhållas med hjälp av diagrammen i figur 9, 10 och 11 nedan. Diagrammen är baserade på schablonantagande för tre olika typfall av signalreglering enligt tabell 4 nedan.

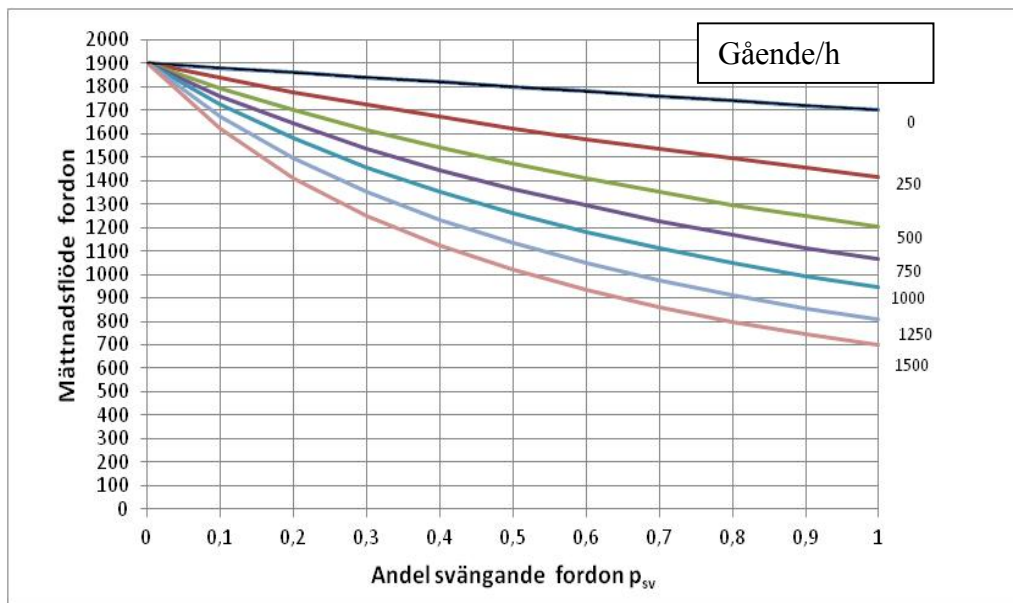
**Tabell 4 Typfall för beräkning av mättnadsflödet för körfältstyp C**

Typ-fall	Signalfaser	Omloppstid $c$ sek		Effektiv gröntid $g$ sek	Röd tid $r$ sek	Ö.g. ställets längd $l_{cr}$ m	Köutrymme efter vxl till rött
		Normal	Max vid överbelastning				
1	Tvåfas = Blandfaser	60	90	25	35	< 15	1
2	Trefas = Separatreglering av vsv trafik i ena gatan (se 4.5.3)	80	120	25	55	15-20	2
3	Fyrfas = Separatreglering av vsv trafik i bägge gatorna	100	150	30	70	15-25	2

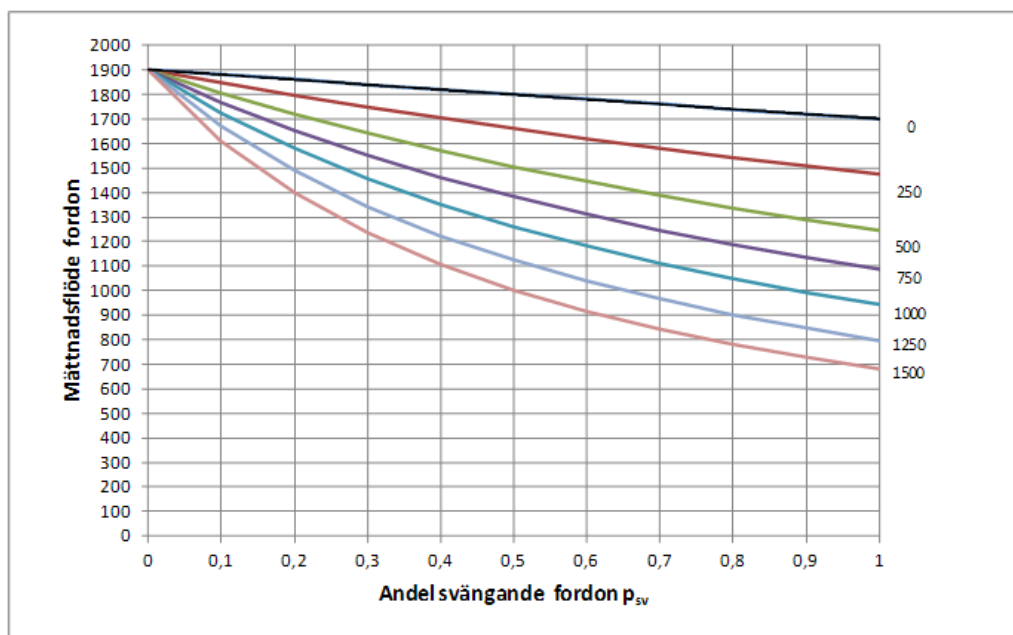


**Figur 9 Körfältstyp C Typfall 1**

## **Kommentarer**

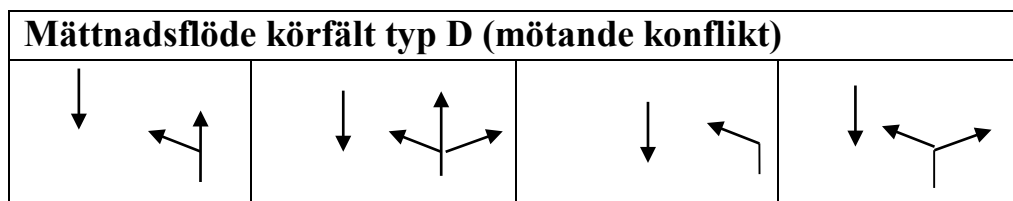


Figur 10 Körfältstyp C Typfall 2



Figur 11 Körfältstyp C typfall 3

## **Kommentarer avsnitt 4.7.4 körfältstyp D**



För körfält typ D med konflikt mellan vänstersvängande och mötande fordonstrafik kan basmättnadsflödet bestämmas med hjälp av figurerna 12 – 17 nedan som funktion av andel vänstersvängande i det aktuella körfältet samt mötande fordonsflöde per körfält. Detta inkluderar såväl raktframgående som högersvängande trafik såvida inte denna kan avvecklas i ett särskilt körfält i den aktuella utfarten utan konflikt med den studerade vänstersvängande fordonsströmmen.

Figurerna är i denna första omgång av tidsättningsberäkning baserade på schablonantagande för tre olika typfall av signalreglering enligt tabell 5 nedan.

**Tabell 5 Typfall för beräkning av mättnadsflödet körfältstyp D i tidsättningsomgång 1**

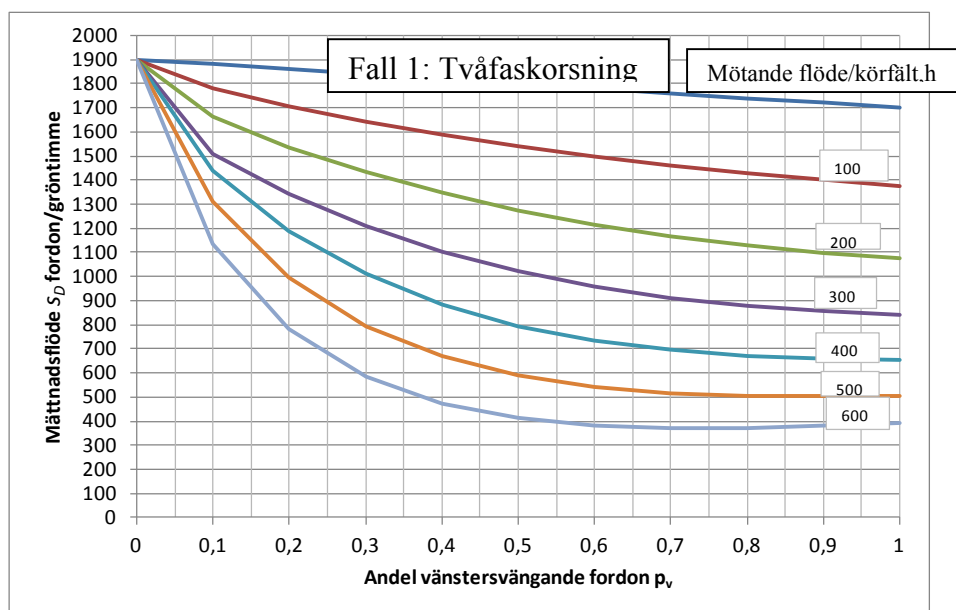
Fall	Signalreglering	Omloppstid $c$ sek		Effektiv gröntid $g$ sek	Rötid $r$ sek	Acc.tids-avstånd $a_g$ sek	Ö.g.-ställe längd $l_{cr}$ m	Köutrymme för vsv fordon efter vxl till rött
		Normal	Max. vid överbelastning					
1	Två huvudfaser T ex en blandfas för vardera korsande gata	60	90	25	35	4,8	< 15	1
2	Tre huvudfaser t ex fas för separatreglering av vsv trafik i ena gatan (se 4.5.3)	80	120	25	55	5,3	15-20	2
3	Fyra huvudfaser t ex separatreglering av vsv trafik i bägge gatorna	100	150	30	70	5,8	15-25	2

För varje typfall redovisas två diagram mht köutrymme för vänstersvängande fordon från det studerade körfältet inne i korsningen

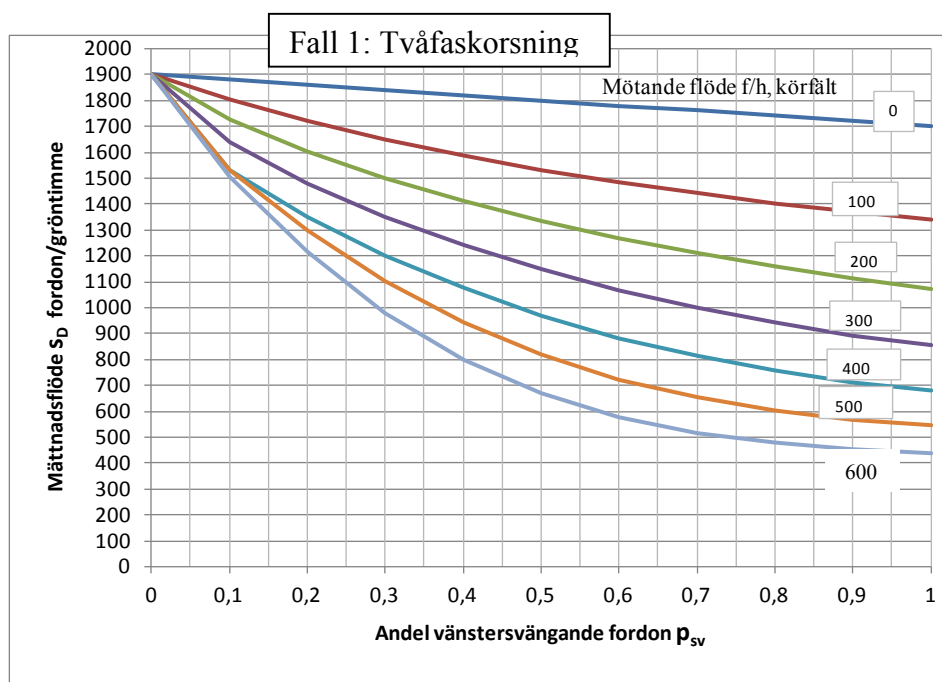
- **inget** vänstersvängande fordon kan köa utan att hindra bakomvarande raktframgående trafik i samma körfält;
- **ett** vänstersvängande fordon kan köa utan att hindra bakomvarande raktframgående trafik i samma körfält

Basvärdet för mättnadsflödet avläses i figuren för aktuellt fall och köutrymme och förs in i kolumn 6 på blanketten 4C-1.

## **Kommentarer**



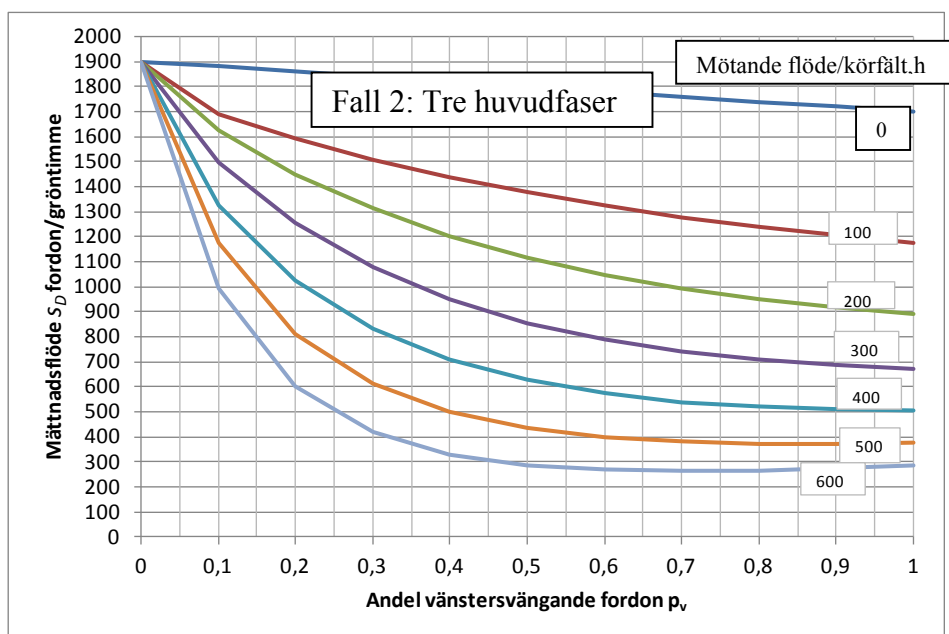
Figur 12 Fall 1: Inget vsv fordon kan köa utan att hindra bakomvarande fordon



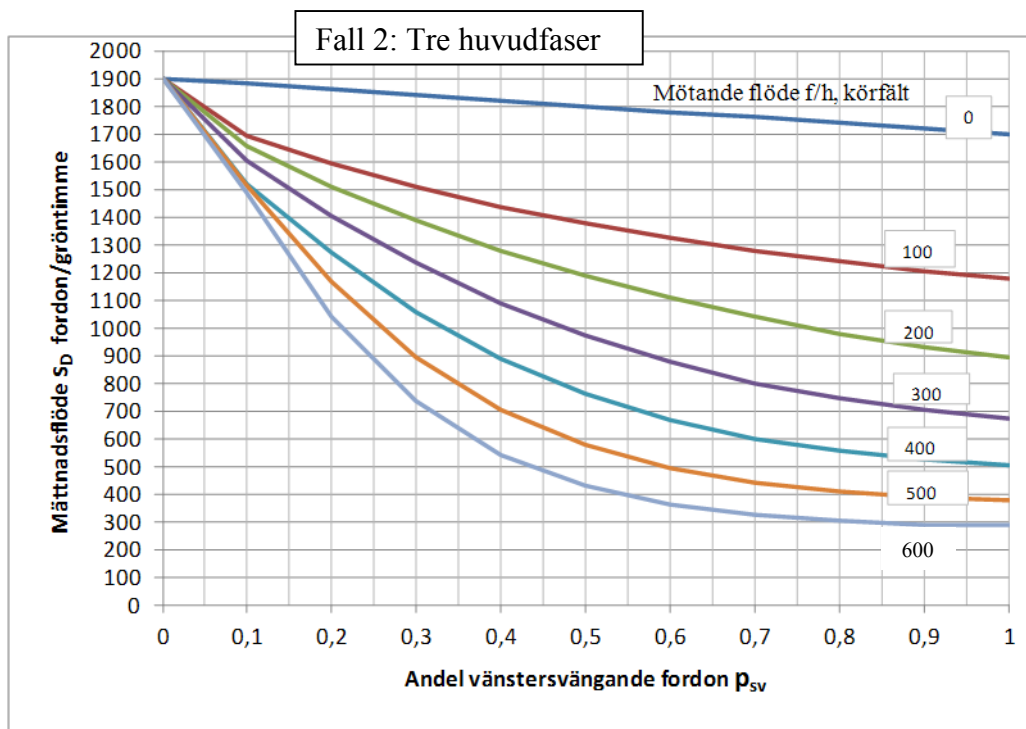
Figur 13 Fall 1: Ett vsv fordon kan köa utan att hindra bakomvarande fordon



## **Kommentarer**

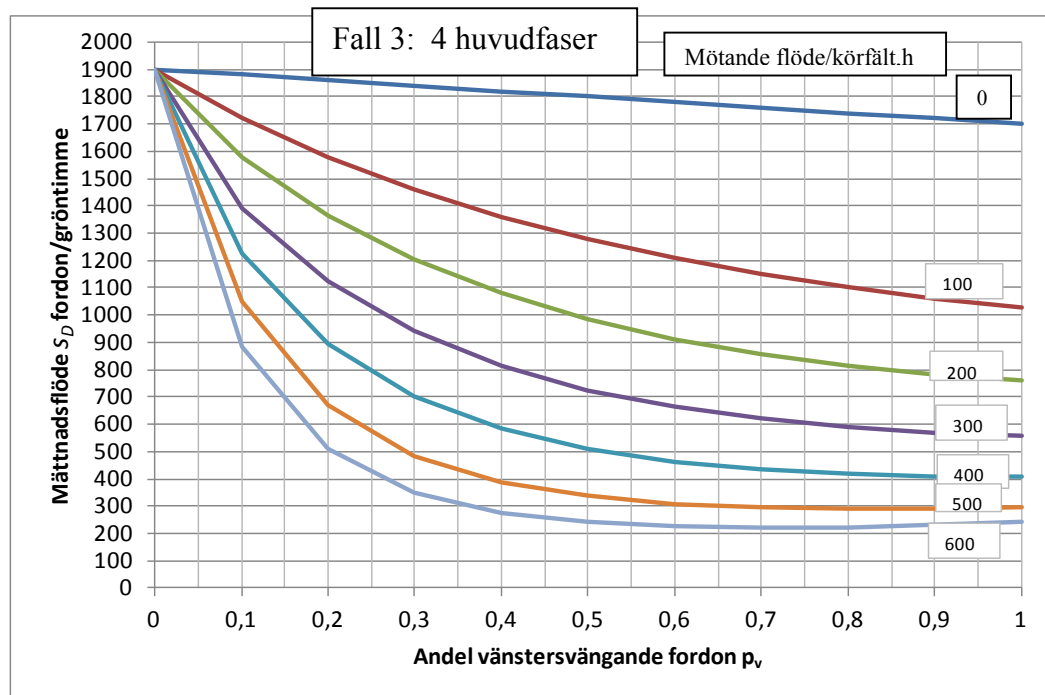


Figur 14 Fall 2: Inget vsv fordon kan köa utan att hindra bakomvarande fordon

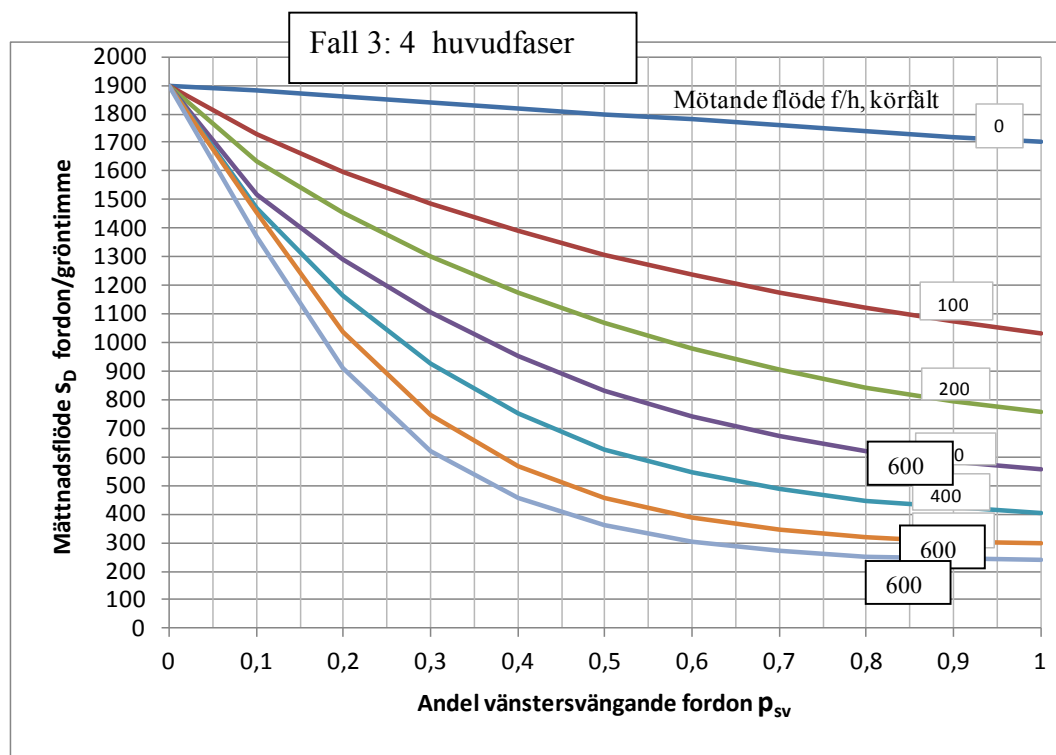


Figur 15 Fall 2: Ett vsv fordon kan köa utan att hindra bakomvarande bakomvarande fordon

## **Kommentarer**



Figur 16 Fall 3: Inget vsv fordon kan köa utan att hindra bakomvarande fordon



Figur 17 Fall 3: Ett vsv fordon kan köa utan att hindra bakomvarande fordon

**Kommentarer avsnitt 4.7.5**

(1)

Baserat på studier i Canada (Teply 1985) används följande samband för beräkning av multiplikativ korrektionsfaktor för inverkan av andel tunga fordon på mättnadsflödet

$$K_{hv} = \frac{1}{(1+0,5*p_{hv}+2,5*p_{hv}^2+0,1*p_{hv}*lutning)} \quad 0 < p_{hv} < 0,2$$

$$K_{hv} = \frac{1}{(1+p_{hv}+0,1*p_{hv}*lutning)} \quad 0,2 \leq p_{hv} \leq 1$$

där lutningen anges i % och avser sträckan 0-80 m uppströms om stopplinjen

Med stöd av tidigare svenska erfarenheter samt HCM2010 tillämpas resultaten ovan för svängande fordonstrafik, och en mindre korrektion för raktframgående trafik, se figur 18 avsnitt 4.7.5 (1).

**Tabell 6 Korrektionsfaktor för andel tunga fordon  $K_{hv}$** 

Andel tunga fordon $p_{hv}$	Andel svängande fordon	
	$p_{sv} = 1,0$	$p_{sv} = 0,0$
0,00	1,00	1,00
0,05	0,97	0,98
0,10	0,93	0,97
0,15	0,88	0,94
0,20	0,83	0,92
0,25	0,78	0,89
0,30	0,73	0,86
0,35	0,68	0,84
0,40	0,63	0,81

(2)

Vid blandtrafik med omfattande cykeltrafik i en tillfart kan inverkan av cyklar uppskattas genom att anta ett ekvivalensvärde för cyklar motsvarande 0,3 personbilsenheter. Cykeltrafiken beaktas alltså som ett tillägg i form av personbilar och sänker alltså andelen tung trafik i tillfarten.

(3)

Tillfartens lutning i längsled (%) ger upphov till följande korrektion av mättnadsflödet:

$$K_{s, lutning} = 1 - \text{Lutning}(\%) / 100 \quad [2]$$

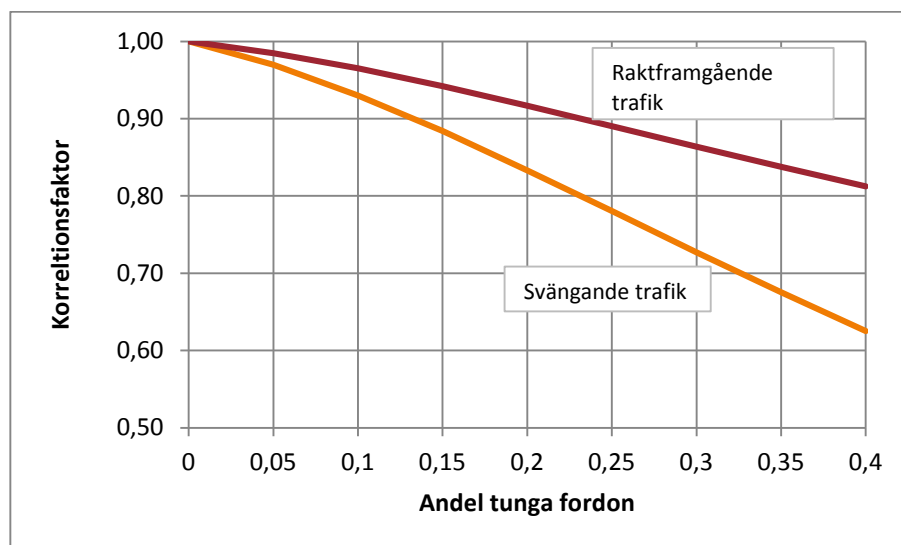
Normalt beaktas inte korrektion för lutningar < 3 %

## 4.7.5 Korrektionsfaktorer

(1) Bestäm korrektionsfaktorer enligt a) – d) nedan:

a) Korrektionsfaktor för andel tung trafik,

Tunga fordon (hv) nedan inkluderar lastbil och buss (Lbn) samt lastbil med släp eller påhängsvagn (Lps). Se kommentar (1) för formel och tabell avseende korrektion som funktion av andel svängande trafik



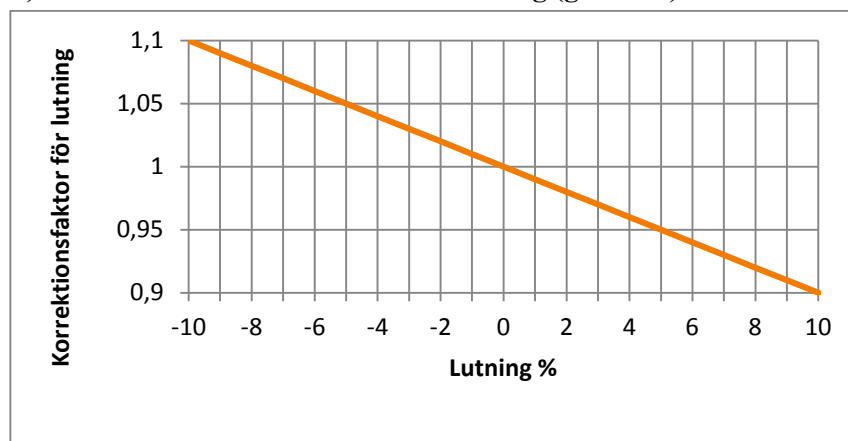
Figur 18 Korrektionsfaktor för andel tung trafik

För andel svängande fordon  $p_{sv}$  mellan 1,0 och 0,0 beräknas korrektionsfaktorn för tung trafik enligt nedan:

$$K_{hv, Psv} = K_{hv, Psv=1,0} + (1 - p_{sv}) * (K_{hv, Psv=0} - K_{hv, Psv=1,0}) \quad [1]$$

Se kommentar (2) angående inverkan av cyklar i blandtrafik genom omräkning till personbilsenheter med ekvivalenstalet för cykel = 0,3.

b) Korrektionsfaktor för tillfartens lutning (gradient)



Figur 19 Korrektionsfaktor mht tillfartens lutning (se kommentar 3)

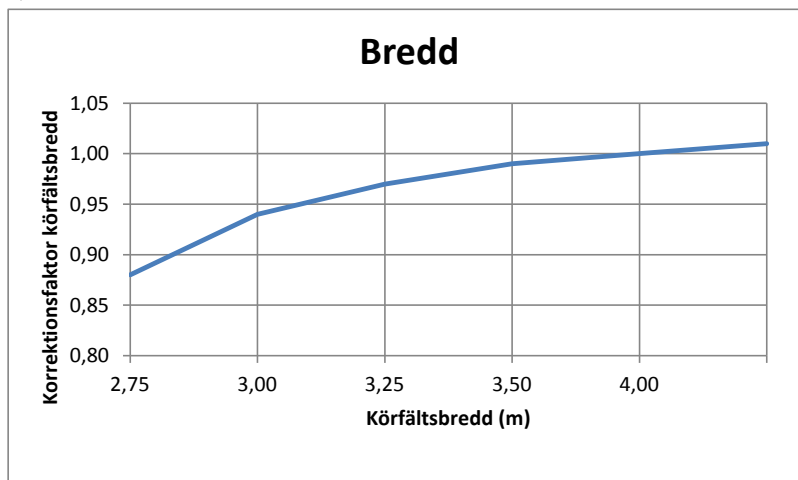
**Kommentarer avsnitt 4.7.5 c**

Korrektionsfaktor för inverkan på mättnadsflödet av körfältsbredd

Bredd	Korr-faktor
2,75	0,94
3,00	0,97
3,25	0,99
3,50	1,00
4,00	1,01

Tillfarter utan körfältsmarkeringar indelas i körfält med minst 2,75 m körfältsbredd.

Tillfarter med trattning (Eng. flare), t ex uppkommen pga. stor kurvradie, kan medge uppställning av mer än ett fordon i bredd nära stopplinjen i ett signalmagasin. Detta fenomen kan hanteras med hjälp av metoderna för korta körfält i avsnitt 4.7.6.

**c) Korrektionsfaktor för körfältsbredd****Figur 20 Korrektionsfaktor för körfältsbredd**

Tillfarter utan körfältsmarkeringar indelas i körfält med minst 2,75 m körfältsbredd.

**d) Övriga korrektionsfaktorer***Parkering*

Parkeringsrörelser till och från särskilda fickor innanför det högra körfältet kan störa köavvecklingen i detta, men är normalt inte av sådan storleksordning att det motiverar applicering av en särskild korrektionsfaktor. Om parkering är tillåten i kantstenskörfältet beräknas mättnadsflödet för kantstenskörfältet som ett kort körfält med en längd som motsvarar längd av fritt körfält mellan stopplinjen och närmast parkerade fordon.

*Busshållplatser:*

Vid hållplats i kantstenskörfältet i en tillfart reduceras dettas mättnadsflöde motsvarande den andel av gröntiden som bussar vid hållplatsen blockerar körfältet. Normalt kan man bortse från denna faktor eftersom köavvecklingen i kantstenskörfältet ofta hindras mera av konflikt mellan högersvängande trafik och korsande gående.

*Lokala förhållanden:*

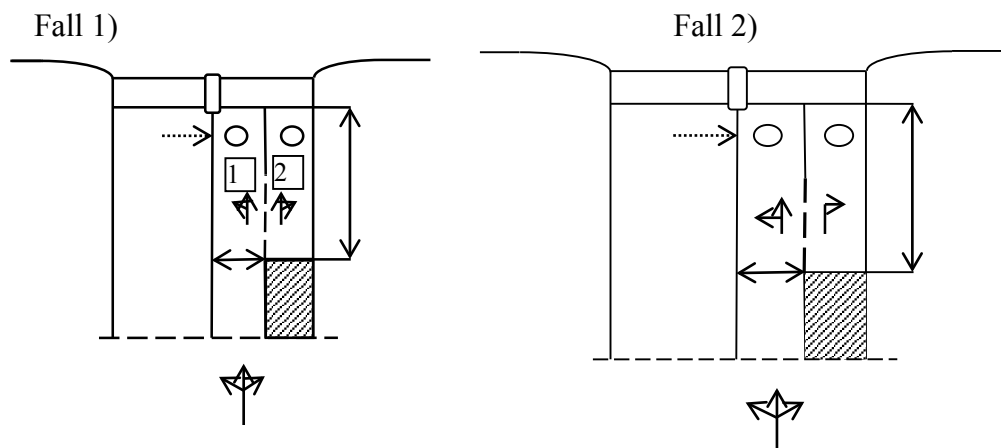
Om beräkningsmetoden erfarenhetsmässigt ger avvikande värden på mättnadsflödet jämfört med observerade förhållanden i tätorten eller området bör man applicera en lokal korrektionsfaktor. Denna är normalt  $> 1,0$  i större och det motsatta i mindre tätorter. Mättnadsflödet är också ofta lägre i centrala tätortskärnor än utanför dessa pga. sidhögre sidofriktion från GC-trafik, fordonsangöring mm.

**(2) Bestämning av korrigerat mättnadsflöde**

Korrektionsfaktorerna för varje körfält förs in Blankett 4C-1 i kolumn 8 – 11 och multipliceras med mättnadsflödets basvärde i kolumn 7, varefter det resulterande slutvärdet för körfältets mättnadsflöde förs in i kolumn 12.



## Kommentarer avsnitt 4.7.6



Generell modell för beräkning av antal köande i det korta körfältet vid gröntidens start

$N_{mag}$	Antal fordonsplatser i det korta magasinet
$N$	Antal fordonsankomster i dragningen
$N_1$	Antal köande fordon i körfält 1
$N_2$	Antal köande fordon i körfält 2 (kort körfält)
$P(N_2)$	Sannolikhet för $N_2$ köande fordon i det korta magasinet
$p_1$	Andel fordon i körfält 1 (genomgående körfält)
$p_2$	Andel fordon i körfält 2 (kort körfält)

$$p_1 + p_2 = 1$$

Antalet köande fordon i det korta körfältet vid gröntidens början beräknas som **summan av utfallet av alla fall som kan uppstå** =  $\sum P(N_2) \cdot N_2$  enligt formlerna nedan för alla utfall av  $N_2$ :

$P(N_2 = 0) = \binom{N_{mag}}{0} \cdot p_1^{N_{mag}}$	
$P(0 < N_2 < N_{mag}) = \left[ \binom{N_{mag} + N_2}{N_2} - \binom{N_{mag} + N_2 - 1}{N_2 - 1} \right] \cdot p_1^{N_{mag}} \cdot p_2^{N_2}$	
$P(N_2 = N_{mag}) = p_2^{N_{mag}}$	för $N_1 = 0$
$P(N_2 = N_{mag}) = \left[ \binom{N_{mag} + N_1}{N_{mag}} - \binom{N_{mag} + N_1 - 1}{N_{mag}} \right] \cdot p_1^{N_1} \cdot p_2^{N_{mag}}$	för $0 < N_1 < N_{mag}$

[3]

## 4.7.6 Inverkan av korta körfält

### A: Det korta körfältets bidrag $s'$ till angränsande körfälts mättnadsflöde

Mättnadsflödesbidraget  $s'$  påverkas av det korta körfältets utrymme för köande fordon och risken för blockering pga köbildning i angränsande körfält.

#### A-1) Mättnadsflödesbidrag för korta körfält med blandad raktframgående och svängande trafik

1. Bestäm mättnadsflödet  $s$  (fordon/gröntimme) enligt avsnitt 4.7.4 och 4.7.5 utan hänsyn till det korta körfältets längd.
2. Kontrollera hur många fordon  $N_g$  som högst kan avvecklas från det korta körfältet under den effektiva gröntiden  $g$  (gröntid + körbar gultid) per omlopp:  $N_g = g*s/3600$  där  $g$  bestäms mht aktuellt typfall för korsning enligt tabell 4 i avsnitt 4.7.4.
3. Beräkna hur många köande personbilar  $N_{mag}$  som ryms i det korta körfältet:  $N_{mag} = l_i/8$  där  $l_i$  representerar längden och 8 utrymme per köande personbil (m).
4. Beräkna det korta körfältets bidrag ( $s'$ ) till mättnadsflödet för angränsande körfält i ett snitt uppströms det korta körfältet:  

$$N_{kö} = \text{Min}(N_g; N_{mag}) \quad s' = N_{kö} * 3600/g$$
där gröntiden  $g$  också bestäms mht aktuellt typfall enligt pkt 2 ovan. Skriv **kort kf** i kolumn 11 på blankett 4C för att tydliggöra att det korta körfältets mättnadsflödesbidrag  $s'$  skall adderas till angränsande körfälts mättnadsflöde vid beräkning av detta körfälts dimensionerande mättnadsflöde. För in resulterande i värde för  $s'$  i kolumn 12.

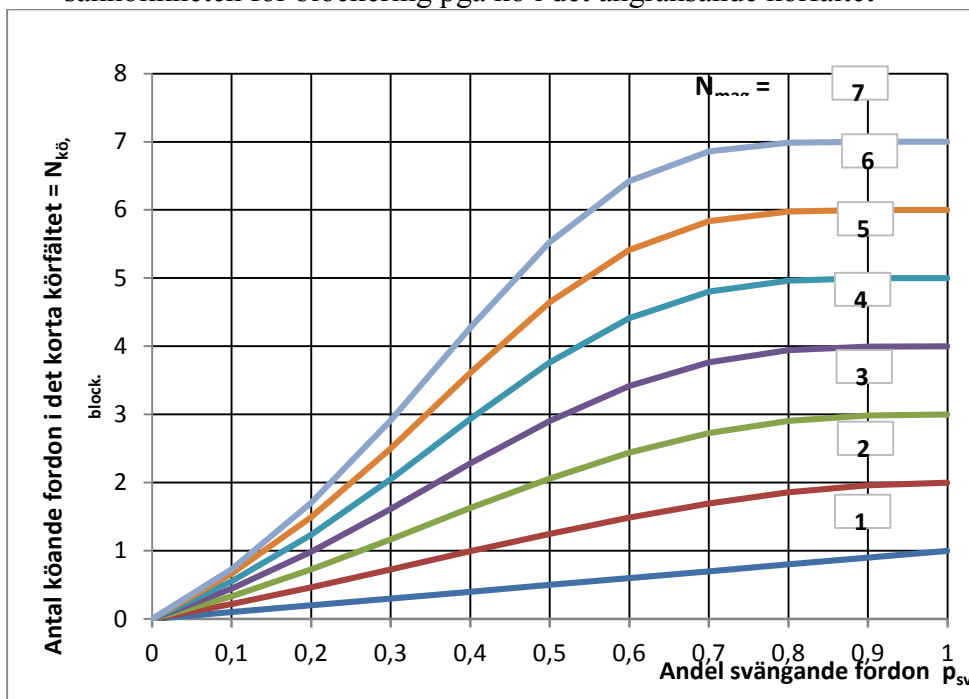
#### A-2) Mättnadsflöde för korta körfält med enbart svängande trafik som inte avvecklas i samma fas som det angränsande körfältet

Detta fall är ofta förekommande i korsningar med separatregerade vänstersvängar. Svängande fordon kan då köa upp i det korta körfältet under rödtiden samtidigt som angränsande körfält har grönt, samt i början av rödtiden för samma körfält tills det korta körfältet blockeras av kö. Liksom i A-1) ovan antas därför att magasinet kan fyllas helt innan det korta körfältet får grönt. Samma beräkningsgång som i A-1) för att beräkna det korta körfältets mättnadsflödesbidrag  $s'$  som tillskott till det angränsande körfältets mättnadsflöde kan därför tillämpas.

## **Kommentarer**

### A-3) Mättnadsflöde för korta körfält med enbart svängande trafik som avvecklas i samma fas som angränsande körfält

- Beräkna hur många köande personbilar  $N_{mag}$  som ryms i körfältet:  
 $N_{mag} = l_i/8$  där  $l_i$  representerar körfältets längd och 8m genomsnittligt utrymme per köande personbil.
- Beräkna andelen svängande trafik  $p_{sv}$  med samma färdriktning som det korta körfältet för det angränsande körfältet i snittet uppströms flaskhalsen och fyll i resultatet i kolumn 6 på blankett 4C på raden för det angränsande körfältet.
- Avläs i figur 21 högsta möjliga värde på antalet köande fordon i det korta körfältet ( $N_{kö, block}$ ) för tillämpliga värden på  $p_{sv}$  och  $N_{mag}$  mht sannolikheten för blockering pga kö i det angränsande körfältet



Figur 21 Bestämning av antal köande fordon i kort körfält

- Beräkna medelvärdet för hur många fordon som kan köa i det korta körfältet vid gröntidens start ( $N_{kö, flöde}$ ) mht föregående rödtid  $r$  och det svängande trafikflödet  $q_{sv}$  i det korta körfältets färdriktning

$$N_{kö, flöde} = r * q_{sv} / 3600 \quad [4]$$

- Beräkna resulterande antal köande fordon i det korta körfältet ( $N_{kö}$ ) vid gröntidens start

$$N_{kö} = \min(N_{kö, block} ; N_{kö, flöde}) \quad [5]$$

- Beräkna det korta körfältets bidrag ( $s'$ ) till mättnadsflödet för angränsande körfält där  $g$  = effektiv gröntid för aktuellt typfall för korsning enligt tabell 4 i avsnitt 4.7.4.

$$s' = N_{kö} \frac{3600}{g} \quad (f/gh) \quad [6]$$

Resultatet förs i blankett 4C på samma sätt som enligt A-1 pkt 4 ovan.

$s'$  skall adderas till det angränsande körfältets mättnadsflöde vid beräkning av dimensionerande mättnadsflöde per körfält i kolumn 13 enligt avsnitt pkt B nedan och avsnitt 4.7.7.

## **Kommentarer**

**B: Mättnadsflöde i angränsande körfält**

Beräkningen utförs för det angränsande körfältet vid den flaskhals som uppstår uppströms det korta körfältets början.

**B.1 Tvåfältig tillfart = flaskhalsen är enfältig**

Beräkningarna av flaskhalsens mättnadsflöde  $S_f$  redovisas på särskilda rader mht förekommande körfältstyper i blankett 4C-1 (se beräkningsexempel 1).

- 1) Beräkna andelen svängande i flaskhalsen:

$$p_v = q_v / (q_v + q_r + q_h) ; p_h = q_h / (q_v + q_r + q_h) \quad [7]$$

- 2) Beräkna flaskhalsens mättnadsflöde  $S_{f,Cv}$  och  $S_{f,Ch}$  (fordon/gröntimme) för körfältstyp C (konflikt mellan svängande fordon och korsande gående) mht förekommande vänster- resp. högersvängande fordonsströmmar med gångtrafikkonflikt i flaskhalsens trafikflöde.
- 3) Beräkna flaskhalsens mättnadsflöde  $S_{f,D}$  (fordon/gröntimme) för körfältstyp D (konflikt mellan vänstersvängande fordon och mötande fordonstrafik) .

Det lägsta mättnadsflöde enligt beräkningarna med körfältstyp C och D inklusive det korta körfältets mättnadsflödesbidrag  $S_i'$  utgör det resulterande mättnadsflödet för flaskhalsen (dvs för det körfältet som angränsar till det korta körfältet).

$$S_f = \min(S_{f,Cv}, S_{f,Ch}, S_{f,Dv}) + S_i' = \text{fordon/gh} \quad [8]$$

Resultaten förs in i kolumn 13 i blankett 4C-1, se avsnitt 4.7.7 fall A.

**B.2 Trefältig tillfart = flaskhalsen är tvåfältig**

Beräkningarna utförs enligt samma grundprincip som ovan men approximativt antagande av lika total trafikmängd i flaskhalsens två körfält.

## **Kommentarer**

## 4.7.7 Dimensionerande mättnadsflöden per körfält

Metodiken för bestämning av dimensionerande mättnadsflöden per körfält (blankett 4C-1) beskrivs nedan för två olika fall enligt den grundläggande metodiken i avsnitt 4.7.1:

**Fall A** (endast huvudfaser, se tillämpning i beräkningsexempel 1)

- För körfält som angränsar till ett kort körfält förs summan av detta och det korta körfältets mättnadsflöde in i kolumn 13 på det angränsande körfältets rad (=flaskhalsen).
- För övriga körfält vars mättnadsflöden bestäms av bara en körfältstyp förs slutvärdet från kolumn 12 in i kolumn 13.
- För körfält vars mättnadsflöde bestämts för flera körfältstyper förs det lägsta resultatet enl. kolumn 12 in i kolumn 13 på detta värdes rad.

**Fall B** (huvud- och extrafaser enl. avsnitt 4.7.1)

- Bestämning av dimensionerande mättnadsflöde för körfält som endast har grönt i någon huvudfas hanteras på samma sätt som ovan beskrivits för fall A.
- Mättnadsflödet för körfält som har grönt både i en huvudfas och i en extrafas beräknas separat för varje fas och körfältstyp och införs på sina rader i kolumn 12. Det lägsta resultatet för körfältet förs in i kolumn 13 på samma rad.
- Bestämning av det resulterande genomsnittliga mättnadsflödet för avvecklingen under huvudfas + extrafas görs i samband med bestämning av körfältets belastningsgrad och kapacitet sedan gröntiden i varje fas beräknats enligt avsnitt 4.7.10.

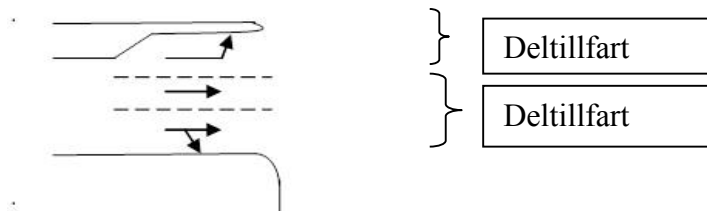
Exempel: Ett körfält har grönt i både fas 1 och 2 med gröntider  $g_1$  resp  $g_2$  och med mättnadsflöden  $s_1$  resp  $s_2$ . Det resulterande mättnadsflöden  $s_{1+2}$  för hela körfältets gröntid beräknas då som

$$s_{1+2} = (s_1 \cdot g_1 + s_2 \cdot g_2) / (g_1 + g_2) \quad [9]$$



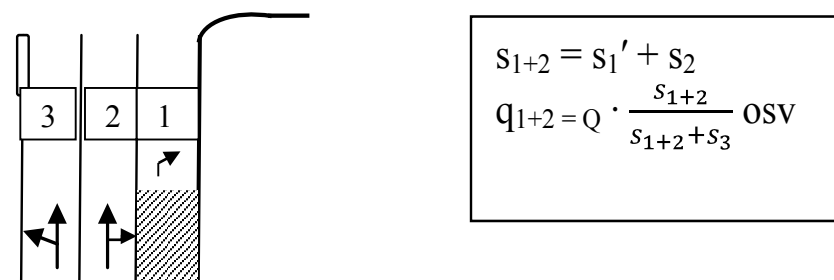
**Kommentarer avsnitt 4.7.8**

:1 En deltillfart består av de körfält i en tillfart som utnyttjas gemensamt av en eller flera fordonströmmar med samma färdriktning i tillfarten.



:2 Trafikens fördelning mellan körfälten i en deltillfart baseras på antagandet att fordonförarna vid köbildning väljer mellan alternativa körfält på ett sådant sätt att tiden för köavveckling vid växling till grönt i deltillfarten minimeras.

:3 Om justering av mättnadsflödet mht magasinlängden gjorts enligt avsnitt 4.7.6 sammanslås det korta körfältet med angränsande körfält vid beräkning av trafikflödesfördelningen. Andelen högersvängande fordon i körfält 2 i flaskhalsen beräknas då mht det högersvängande flödet i tillfarten som helhet. Mättnadsflödet för det sammanslagna körfältet erhålls enligt avsnitt 4.7.6.



Vid de fortsatta beräkningarna behandlas det korta körfältet och det angränsande körfältet alltid som ett körfält med mättnadsflöde och dimensionerande flöde beräknade enligt ovan.

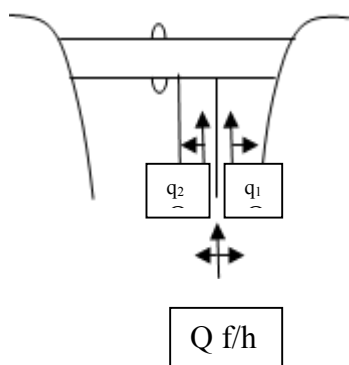
:4 Om den erhållna summan av  $q/s$  är större än 1,0 är korsningen överbelastad under hela den aktuella beräkningsperioden. M.h.t. gröntidsförluster vid fasväxlingar samt trafikflödets kortsiktiga variationer och eventuella tillväxt bör vid dimensionering eftersträvas att summan av belastningsfaktorer är under 0,85. Om så ej är fallet bör vid dimensionering beräkningarna upprepas med ändrad geometrisk utformning, t ex genom tillägg av ett körfält i tillfarten med det största värdet på  $q/s$  enligt (2). Se också avsnitt 4.10.4 angående överbelastning.

:5 Den fördelning på körfält som erhålls i detta moment avviker normalt från den tidigare antagna, och kan motivera genomförande av beräkningsomgång 2 även om syftet bara är att göra en överslagsmässig beräkning.

## 4.7.8 Trafikens fördelning på körfält

För varje deltillfart (kommentar: 1) där någon fordonsström har valmöjlighet mellan ingående körfält fördelas trafiken mellan dessa så att kvoten mellan trafikflöde och dimensionerande mättnadsflöde ( $q/s$ ) blir lika (kommentar :2) om så är möjligt mht till storleken av svängande trafikström som bara avvecklas i ett av körfälten. Dimensionerande mättnadsflöden  $s_i$  för varje körfält hämtas från kolumn 13, blankett 4C-1.

Exempel: Antal körfält =2



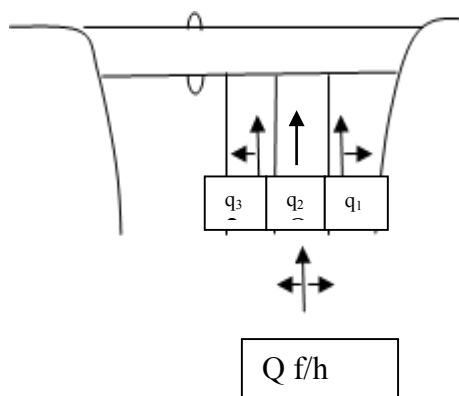
$$q_1 = Q \cdot \frac{s_1}{(s_1 + s_2)}$$

$$q_2 = Q \cdot \frac{s_2}{s_1 + s_2}$$

Om  $q_1 < q_v$  sätt  $q_1 = q_v$  och  $q_2 = Q - q_v$

Om  $q_2 < q_h$  sätt  $q_2 = q_h$  och  $q_1 = Q - q_h$

Exempel : Antal körfält = 3



$$q_1 = Q \cdot \frac{s_1}{(s_1 + s_2 + s_3)}$$

$$q_2 = Q \cdot \frac{s_2}{(s_1 + s_2 + s_3)}$$

$$q_3 = Q \cdot \frac{s_3}{(s_1 + s_2 + s_3)}$$

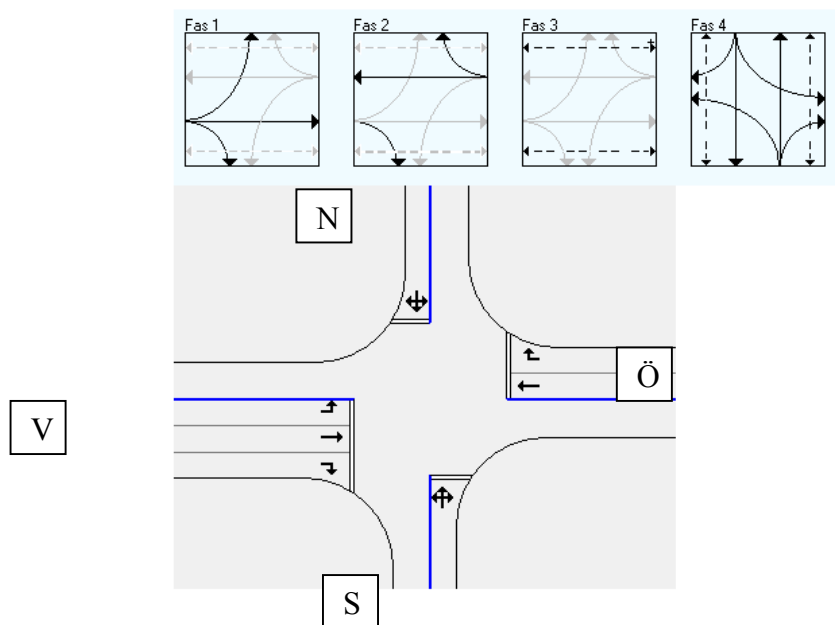
Genomför kontroller avseende  $q_v$  och  $q_h$  enligt exemplet ovan

De erhållna  $q$ -värdena förs in som dimensionerande flöde i kolumn 14 på blankett 4C-1 på samma rader som det dimensionerande mättnadsflödet för resp. körfält.

Bestämning av trafikens körfältsfördelning för tillfarter med korta körfält behandlas i kommentar 3.

**Kommentarer avsnitt 4.7.9**

Högersvängande trafik i tillfart V har grönt både i huvudfas 1 och huvudfas 2 i exemplet nedan.

**Beräkningsmetodik:**

- Bestäm dimensionerande  $q/s$  enligt 4.7.10 för alla deltillfarter som bara har grönt i en huvudfas:
  - Fas 1:  $V_{rf}$ ,  $V_h$ ;      Fas 2:  $Ö_{rf}$ ,  $Ö_h$       Fas 4:  $S$ ;  $N$
- Bestäm dimensionerande  $q/s$  för fas 1, 2 och 4
- Bestäm dimensionerande  $q/s$  för deltillfarten  $V_h$  som har grönt i huvudfaserna 1 + 2
- Om  $(q/s)_{V_h} < (q/s)_{fas1} + (q/s)_{fas2}$  så dimensionerar inte deltillfarten  $V_h$  tidsättningen av fas 1 + 2. Omloppstid och gröntidsfördelning baseras då på summan av dim  $q/s$  för de övriga tillfarterna enligt 1) ovan som betjänas i fas 1, 2 och 4. Mingröntid för övergångsställena i fas 3 utgör förlusttid som läggs till summan av säkerhetstiderna för fasväxlingarna enligt avsnitt 4.6 vid beräkning av omloppstiden.
- Om  $(q/s)_{V_h} > (q/s)_{fas1} + (q/s)_{fas2}$  så dimensionerar deltillfarten  $V_h$  tidsättningen av fas 1 + 2. Omloppstiden beräknas då på basis av summan av dim  $q/s$  för  $V_h$  (fas 1+2) och dimensionerande  $q/s$  för fas 4. Mingröntiden för allgåfasen 3 hanteras som förlusttid enligt 4) ovan vid beräkning av omloppstid och gröntider. Den totala gröntiden för fas 1+2 fördelas sedan proportionellt mellan fas 1 och 2 mht dim  $q/s$  för rep fas.

## 4.7.9 Kritisk belastningskvot och gröntidsandel

### Generell metodik se avsnitt 4.7.1

#### (1) Dimensionerande belastningskvot per körfält $i$ $(q_i/s_i)_{max i}$

Den dimensionerande belastningskvoten per deltillfart bestäms av körfältet med högst belastningskvot i denna på basis av resultaten i kolumn 13 och 14. Resultaten förs in i kolumn 15 i 4C-1 (exempel på tillämpning se beräknings-exempel 1 avsnitt 4.13.1). Om trafikens fördelning på körfält kunnat göras utan korrektion mht antal svängande fordon i något körfält (se kommentar avsnitt 4.7.3) erhålls lika belastningskvot för alla körfält som ingår i samma deltillfart.

#### (2) Dimensionerande belastningskvot per fas $j$ $(q_j/s_j)_{max j}$

Ett antal vanliga fall av fasindelning beskrivs nedan.

##### Fall 1) Varje deltillfart har grönt endast i en huvudfas

(se tillämpning i beräkningsexempel 1 nedan samt i avsnitt 4.13.1)

(se också kommentarsidan för behandling av fall där en tillfart har grönt i två huvudfaser).

Den dimensionerande belastningskvoten  $(q_j/s_j)_{max j}$  bestäms av deltillfarten med högst belastningskvot i den aktuella fasen. För in resultatet på blankett 4C-1 i kolumn 16 på raden för det dimensionerande körfältet i aktuell deltillfart. För också in samma värde i tabellen ”Tidsättning, Steg A överst till höger på samma blankett på raden för den aktuella fasen. Fortsätt till (3) nedan för bestämning av gröntidsandel.

Tabell 7 Beräkningsexempel 1: Tabell för bestämning av tidsättning (se blankett 4C)

Tidsättning										
Bestämning av omloppstid:			Total förlusttid $F$ :		$F$	8,3	Omloppstid	$c$	57,4	
			$F_{korr} = F + \sum (g - g_{min})$		$F_{korr}$	8,3	(sek)	$c_{korr}$	57,4	
$\frac{1,5 \cdot F + 5}{1 - \sum (\frac{q_i}{s_i})_{max}}$			Steg A		Steg B		$g_i = (c - F) \cdot \delta_i$			
			Fas $j$	dim $q/s$	Fas $j$	dim $q/s$	$\delta_i$	$g_i$	$g_{i,korr}$	$g_{i,max}$
Bestämning av gröntider:			1	0,334			0,479	23,5	23,5	
$g_i = (c - F) \cdot \delta_i$			2	0,363			0,521	25,6	25,6	
(OBS: $g_i$ inkluderar körbar del av gultiden)										
			Summa	0,697	Summa			49,1	49,1	

## **Kommentarer**

***Fall 2) En eller flera tillfarter har grönt i en huvudfas + extrafas***

(se beräkningsexempel 2 avsnitt 4.13.2 samt tabellen nedan)

*Steg A*

Identifiera för varje huvudfas vilka deltilfarter som har grönt i denna fas med eller utan grönt i tillhörande extrafas. Dimensionerande belastningskvot  $(q_i/s_i)_{max j}$  för den aktuella fasan eller faskombinationen bestäms av deltillfarten med högst belastningskvot för denna. För in resultatet i kolumn 16 på raden för det dimensionerande körfältet i aktuell deltillfart, samt i tabellen "Tidsättning, Steg A" på raden för aktuell huvudfas eller huvudfas + extrafas (se tillämpning i beräkningsexempel 2, avsnitt 4.13.2 och tabellen nedan).

*Steg B*

Om dimensionerande belastningskvot erhöles för en deltillfart med grönt i en huvudfas + tillhörande extrafas sker uppdelning enligt nedan:

- Belastningskvot för huvudfasen bestäms av den högsta belastningskvoten för deltilfarter som endast har grönt i denna fas.
- Belastningskvoten för extrafasen bestäms som skillnaden mellan resultatet från steg A för huvudfas + extrafas och resultatet från steg B för enbart huvudfasen.

**Tabell 8 Beräkningsexempel 2 Bestämning av tidsättning**

Steg A		Steg B		
Fas $j$	dim $q/s$	Fas $j$	dim $q/s$	$\delta_i$
1		1	0,137	0,211
1 + 2	0,257			
2		2	0,121	0,186
3	0,391	3	0,391	0,603
<b>Summa</b>	<b>0,648</b>	<b>Summa</b>	<b>0,648</b>	1,000

## **Kommentarer**

**Fall 3) Fasindelning med alternativa extrafaser.**

Exempel: Korsning med s.k. ”supervänster” där separatreglerade, vänstersvängande körfält i motriktade tillfarter har grönt i en gemensam huvudfas varefter följer en alternativ extrafas för den vänstersvängande riktningen med högst belastningskvot (se beräkningsexempel 3 avsnitt 4.13.3 samt tabellen nedan).

**Steg A** (samma metod som i fall 2 ovan)

Identifiera för varje huvudfas vilka deltillfarter som har grönt i denna fas med eller utan grönt i tillhörande extrafas. Dimensionerande belastningskvot  $(q_i/s_i)_{max j}$  för den aktuella fasan eller faskombinationen bestäms av deltillfarten med högst belastningskvot för denna. För in resultatet i kolumn 16 på raden för det dimensionerande körfältet i aktuell deltillfart, samt i tabellen ”Tidsättning, Steg A” på raden för aktuell huvudfas eller huvudfas + extrafas.

**Steg B**

Vilken av de alternativa extrafaserna som kommer att tilldelas gröntid avgörs av för vilken riktning som belastningskvoten för huvudfas + alternativ extrafas är störst. I exemplet nedan är fas 1,2 och 3 huvudfaser och fas 4 och 5 alternativa extrafaser till fas 3. Dimensionerande belastningskvot för alla faser kan bestämmas som exemplifieras i beräkningsexempel 3 nedan.

**Tabell 9 Beräkningsexempel 3: Bestämning av tidsättning**

1)	Eftersom dim q/s för fas 3+4 är större än för fas 3+5 blir q/s för fas 5 = 0 dvs fas 5 behövs inte vid tidsstyrning
2)	Genom detta är q/s för fas 1 och fas 3 bestämda
3)	För fas 4 erålles q/s som den största skillnaden mellan q/s för fas 3+4 och fas 3 resp fas 1+4 och fas 1

Steg A		Steg B	
Fas j	dim q/s	Fas j	dim q/s
1+4	<b>0,342</b>	1	0,274
1+5	"0,274"	2	0,180
2	<b>0,180</b>	3	0,031
3+4	<b>0,139</b>	4	0,108
3+5	"0,031"	5	0
<b>Summa</b>	<b>0,660</b>	<b>Summa</b>	0,592

**(4) Beräkning av effektiv gröntidsandel  $\delta_j$  för alla faser j**

$$\delta_j = \frac{(q_i/s_i)_{j-max}}{\sum (q_i/s_i)_{max}}$$

För in dessa värden i kolumn 17 på samma rader som för de dimensionerande belastningskvoterna för varje fas. Resultatet representerar för varje fas den andel av den totala gröntiden per omlopp som ger minimum total medelfördröjning för korsningen.

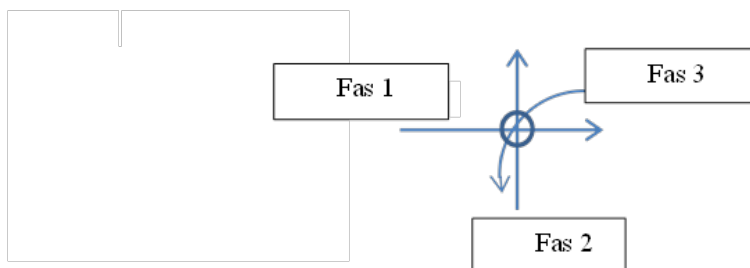


## Kommentarer avsnitt 4.7.10

**Omloppstid**

**:1** Omloppstiden dimensioneras av summan belastningskvoterna  $\sum (\frac{q_i}{s_i})_{max}$  för körfältet med högst  $q/s$  i varje signalfas som ingår i den kritiska konfliktpunkten.

Vid tvåfas signalreglering dimensioneras tidsättningen av den mest belastade konfliktpunkten mellan de två korsande gatornas trafikströmmar. Vid separatreglering av en eller flera svängande trafikrörelser tillkommer flera trafikströmmar i den kritiska konfliktpunkten. Likaså ökar den sammanlagda tidsförlusten  $F$  vid signalväxlingar mellan korsningens faser.



**Figur 22 Exempel på kritisk konfliktpunkt vid trefas signalregering**

I kommentarerna till beräkningsexemplen i avsnitt 4.13 beskrivs hur den dimensionerande konfliktpunkten och därmed sammanhängande beräkning av omloppstid och gröntider behandlas för några vanliga fall av signalreglering.

**:2** I korsningar där även sekundärkonflikter tidsseparerats ökar kapaciteten teoretiskt med ökande omloppstid. Detta sammanhänger med att växlingstidsförlusterna per omlopp har konstant längd och således gröntidens andel av omloppet ökar vid ökande omloppstid. I praktiken ökar dock sällan kapaciteten med omloppstiden över en viss gräns, bl. a. beroende på att korsningens magasinutrymmen som regel har begränsad längd. Trafikflödet minskar då mot slutet av gröntiden vilket kan medföra lägre kapacitet än vid kortare omloppstid.

**:3** Omloppstiden begränsas också med hänsyn till acceptabel maximal fördröjning för fordonstrafikanter och gående. I tabell 4 (avsnitt 4.7.4) anges riktvärden för maximal omloppstid för olika typfall av signalreglering (tvåfas: 90 sek; 3-fas 120 sek; fyrfas : 150 sek). Vid belastningsgrader över 0,85 överskrider dessa gränsvärden normalt för 3- och 4 fas signalreglering. Beräkningen av tidsättning bör då baseras på ovannämnda gränsvärden för omloppstid samt erhållna gröntidsandelar för olika faser. Se också avsnitt 4.10.4 angående beräkning av trafikeffekter vid överbelastning.

**:4** Observera att gröntiden enligt denna beräkning också inkluderar den del av gultiden (gultid - 1 sek) som normalt antages används för trafikavveckling. Gröntid som programmeras in i trafiksignalens styrapparat blir alltså  $= g_j - (gultid - 1 \text{ sek})$ . Beträffande max gröntider och förlängningsintervall vid trafikstyrning, se avsnitt 4.8.6 kommentar:1

## 4.7.10 Beräkning av tidsättning

### (1) Total förlusttid

Vid noggrannare beräkningar bestäms säkerhetstiderna i samband med fäsväxling (helröd + rödgul tid) mht kravet att korsningens konfliktytor skall vara utrymda innan den annalkande trafiken anländer, se beskrivning i avsnitt 4.6.1. Förlusttiden  $F$  per signalomlopp utgör summan av dessa säkerhetstider och + ej körbar gultid, se avsnitt 4.6.3.

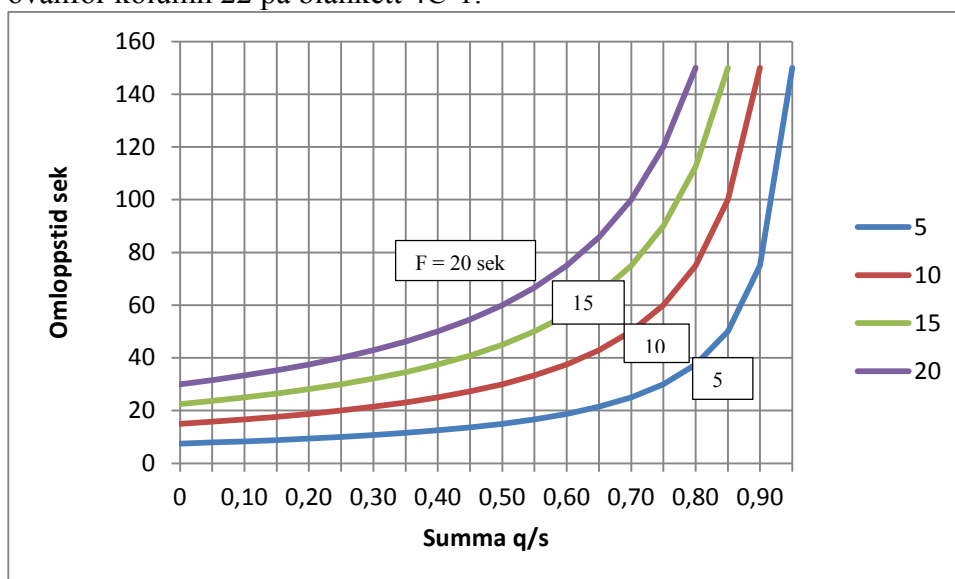
### (2) Omloppstid

Omloppstiden,  $c$ , för normal, tidsstyrd drift bestäms mht minimering av korsningens medelfördröjning (sek/fordon) av formeln

$$c = \frac{1,5 \cdot F + 5}{1 - \sum \left(\frac{q_i}{s_i}\right)_{max}} \quad [10]$$

där  $F$  erhålls enligt (1) ovan. Summauttrycket i nämnaren erhålls ur nedersta raden i kolumn 16 på blankett 4C-1 (4C-2 för tidsättning omgång 2).

Omloppstiden  $c$  kan med angivna ingångsdata även avläsas med hjälp av diagrammet nedan. För in resultatet i härför avsedd tabellruta högst upp ovanför kolumn 22 på blankett 4C-1.



Figur 23 Diagram för bestämning av omloppstid

Se kommentar 3: angående gränsvärden för acceptabel omloppstid.

### (3) Gröntid

Disponibel effektiv gröntid för trafikavveckling  $g_j = (\text{grönt} + gg)$  i de olika faserna  $j$  beräknas som  $g_j = (c - F) \cdot \delta_j$  där  $\delta_i = \frac{(q_i/s_i)_{max}}{\sum (q_i/s_i)_{max}}$  [11]

enligt blankett 4C-1 kolumn 18 med  $F$  och  $c$  enligt (1) och (2) ovan. Resultaten förs i kolumn 19 på den för varje körfält dimensionerande raden i samma blankett. Se också kommentar 4: angående definition av gröntid mm.

## **Kommentarer**

#### (4) Kontrollera gröntiderna m.h.t de erforderliga minsta gröntiderna $g_{j,min}$

(gäller endast för huvudfaser, extrafaser har ingen mintid)

Om den beräknade visade gröntiden  $g_j - gg < g_{j,min}$  korrigeras härför genom att beräkna

$$F_{korr} = F + [g_{x,min} - (g_x - gg)] \quad [12]$$

dvs beräkningen av  $F_{korr}$  inkluderar i detta steg endast tillägg för fasan  $x$  med störst skillnad mellan mingröntid och visad gröntid ( $g_x - gg$ ) för fordonstrafiken där

$j$	Index för fas
$g_j$	Beräknad effektiv gröntid i tidsättning omgång 1 (inkluderar körbar gultid $gg$ )
$g_{j,min}$	Beräknad minsta visad gröntid enligt avsnitt 4.6.2
$x$	Index för fas med störst skillnad mellan mingrönt och beräknad, visad gröntid, dvs $[g_{j,min} - (g_j - gg)]_{max}$

#### (5) Beräkna ny omloppstid

$$C_{korr} = \frac{1,5 \cdot F_{korr} + 5}{1 - \sum \left(\frac{q_i}{s_i}\right)_{max}} \quad [13]$$

#### (6) Beräkna nya effektiva gröntider

- Den korrigerade gröntiden för fas  $x$ ,  $g_x = g_{j,min} + gg$
- Gröntiden för övriga faser beräknas som

$$g_{j,korr} = (C_{korr} - F - g_x) \cdot \delta_j / \sum_{\text{övr}} \delta_j \quad [14]$$

där  $\sum_{\text{övr}} \delta_j$  avser summan av  $\delta$  - värdena för övriga faser (dvs exklusive fas  $x$ ).

Om beräkningen av den korrigerade tidsättningen visar att det fortfarande finns faser som har för kort gröntid mht mingrönt för fasan upprepas steg 4 – 6.

#### (7) Beräkning av kapacitet, belastningsgrad och trafikeffekter

Om en andra omgång för noggrannare beräkning av tidsättningen inte krävs, t ex pga att beräkningen endast är överslagsmässig, beräknas kapacitet och belastningsgrad enligt avsnitt 4.9, och framkomlighetseffekter (fördröjning, andel stoppade fordon och kölängd) enligt avsnitt 4.10 på basis av resultaten från den första beräkningsomgången enl. blankett 4C-1.

## **Kommentarer**

## 4.8 Tidsättning omgång 2

### 4.8.1 Kontroller

- (1) Om två eller flera olika fasindelningar har prövats i *Tidsättning – omgång 1* väljs det alternativ som ger lägst belastningsgrad i korsningen enligt uttrycket  $\text{Min} [\sum (\frac{q}{s})_{max} + \frac{F}{c}]$  där den första termen erhålls som summavärdet i kolumn 16 på blankett 4C-1 och  $F$  och  $c$  erhålls enligt avsnitt 4.7.10 (1) och (2).
- (2) Vid ändrad fasindelning och/eller körfältsindelning korrigeras bestämningen av körfältstyper enligt avsnitt 4.7.2.
- (3) Vid ändrad fasindelning och/eller geometrisk utformning bestäms nya värden på säkerhetstider vid fasväxlingar enligt avsnitt 4.6.1 med stöd av blankett 4B-1. Om säkerhetstiderna endast överslagsmässigt bestämts i första beräkningsomgången genomförs nu en fullständig beräkning med stöd av denna blankett. Beräkna även summa säkerhetstid per omlopp och summa förlusttid  $F$  och för in värdet överst i kolumn 19 på blankett 4C-2.
- (4) Vid ändrad fasindelning korrigeras de minsta gröntiderna  $g_{min}$  enligt avsnitt 4.6.2 (2).

## **Kommentarer**

## 4.8.2 Andel svängande fordon

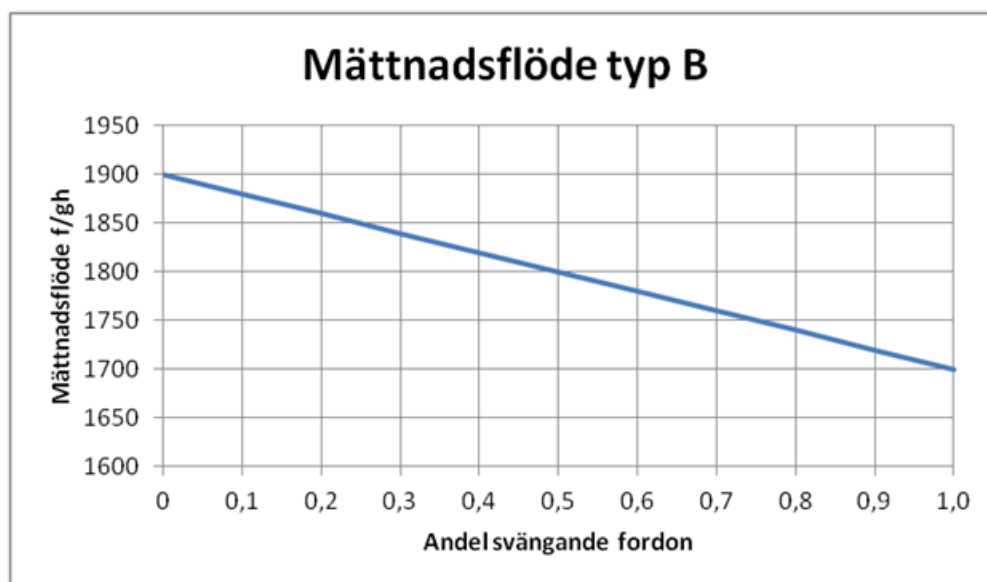
Andelen svängande fordon beräknas på nytt för alla körfält på basis av beräknade dimensionerande trafikflöden från tidsättning omgång 1 (avsnitt 4.7.8) från blankett 4C-1 kolumn 14. Resultaten förs in på blankett 4C-2 i kolumn 6.

## 4.8.3 Basvärden för mättnadsflöden

Mättnadsflödets grundvärde mht körfältstyp fordon/gröntimme (f/gh) bestäms enligt anvisningarna nedan. Resultaten förs in i blankett 4C-2 kolumn 7 (separata rader per signalfas och körfältstyp om körfältet har grönt i flera faser och/eller tillhör flera olika körfältstyper).

### Mättnadsflöden typ A och B

Typ A	Typ B		
↑	↙↑	↙↑↘	↑↘
1900 f/gh	Bestäms enligt diagram nedan)		↙↘↘ ↙↘↘↘ ↘↘↘↘↘
			1700 f/gh (för dubbla svängande körfält 1500 f/gh,kf)

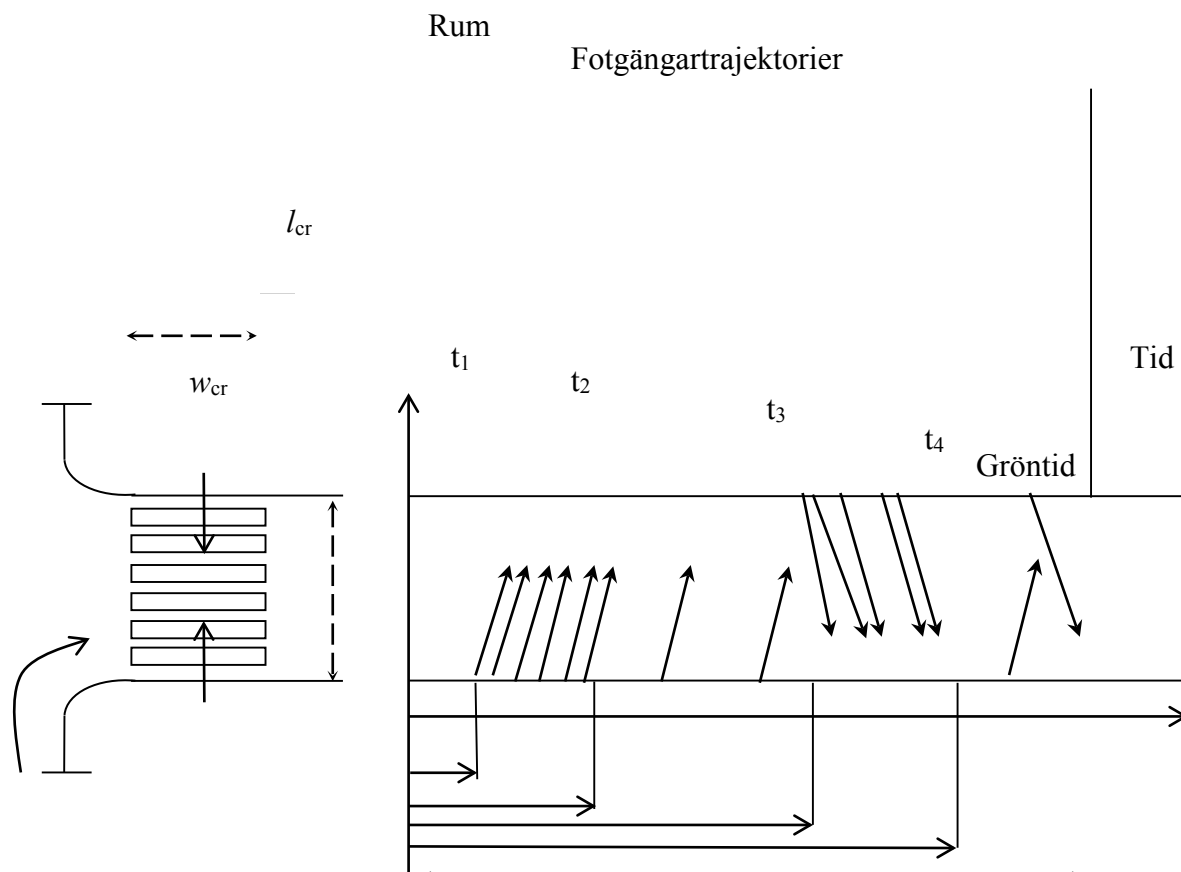


Figur 24 Samband mellan mättnadsflöde och andel svängande fordon, körfältstyp B



**Kommentarer avsnitt 4.8.3 Körfältstyp C**

Beräkningen av mättnadsflöde för ett körfält med svängande fordon i konflikt med korsande gående med grönt i samma signalfas baseras på en uppskattning av hur lång tid som övergångsstället är blockerat av gående som köar i avvaktan på grönt:



**Figur 25 Konflikt mellan svängande fordon och gående vid passage av övergångsställe**

$t_1$  = Tid från start av grönt för fordonstrafiken innan de gående börjar blockera den svängande biltrafiken

$t_2$  = Tid då de köande fotgängarna från den närbelägna sidan passerat

$t_3$  = Tid då de gående från motsatta sidan börjar blockera den svängande biltrafiken

$t_4$  = Tid då sistnämnda grupp slutat blockera den svängande trafiken.

$r_p$  Rödtid för gående  $q_p$  Gångtrafikflöde (fotg/s)

$a_p$  Yta för en stillastående fotg,  $0,8 \text{ m}^2/\text{fotg}$   $w_{cr}$  Övergångsställets bredd (m)

$l_{gap}$  Accepterad lucka mellan gående för passage av ett fordon: 3.5 m

$l_{cr}, l_{ög}$  Övergångsställets totala längd (m)

$v_{max}$  Högsta gånghastighet 1,6 m/s  $v_{min}$  Lägsta gånghastighet 1,0 m/s

$l_{group}$  Längd av gruppen gående (förutsatt lika gångflöde i bägge riktningarna)

$$l_{group} = \frac{r_p q_p a_p}{2w_{cr}}$$

**If**  $l_{cr} / 2 > l_{gap}$

$$t_1 = (l_{cr} / 2 - l_{gap}) / v_{max} \quad t_2 = (l_{gap} + l_{group}) / v_{min}$$

$$t_3 = (l_{cr} - l_{gap}) / v_{max} \quad t_4 = (l_{cr} / 2 + l_{gap} + l_{group}) / v_{min}$$

$$t_b = ((t_2 - t_1) + (t_4 - t_3)) (1 - e^{-r_p q_p / 2}) \quad \text{för } t_2 < t_3$$

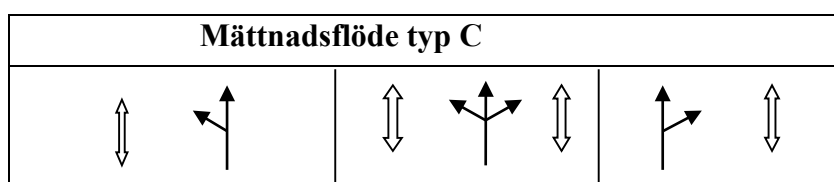
$$t_b = (t_4 - t_1) \left(1 - e^{-r_p q_p / 2}\right) \quad \text{för } t_2 \geq t_3$$

If  $l_{cr} / 2 \leq l_{gap}$

$$t_1 = 0 \quad t_2 = (l_{cr} / 2 + l_{group}) / v_{\min}$$

$$t_3 = (l_{cr} / 2) / v_{\max} \quad t_4 = (l_{cr} + l_{group}) / v_{\min}$$

Formel [15]



1. Beräkna med hjälp av angivna formler mättnadsflödet för körfält typ C, eller genom att avläsa värdet för tillämpligt fall i de redovisade tabellerna för olika typfall (Se Excelblanketten 4C-2 (sida Sc\_omg2) i rapporten **Kalkylhjälpmedel för kapacitetsanalys (TRV2013/92033)**).
2. Beräkna under vilken tid som övergångsstället är blockerat av korsande gående som köat upp under föregående rödtid, se formler på kommentarsidan eller tabeller för olika fall nedan.
3. Beräkna mättnadsflöde (fordon/sek) under perioder då övergångsstället endast blockeras av slumpmässigt ankommande gående

$$s_g = \frac{q_{gå} e^{-3,6 q_{gå}}}{1 - e^{-q_{gå} / s'}} \quad [16]$$

där  $s'$  = mättnadsflödet utan konflikt med gående och 3,6 är den kritiska tidluckan för fordon som korsar en gångtrafikström

4. Beräkna antal fordon som kan avvecklas under  $g_g: N_g = s_g \cdot g_g$  [17]
5. Uppskatta antal svängande fordon ( $N_r$ ) som kan avvecklas efter gröntidens slut

$$N_r = N_{kö} \cdot \frac{q_{gtr}}{900} \quad \text{if } q_{gtr} < 900; \quad \text{else } N_r = N_{kö} \quad [18]$$

där  $N_{kö}$  = antal fordon som kan korsa övergångsstället efter växling till rött.

6. Beräkna genomsnittligt mättnadsflöde  $s_C$  under hela effektiva gröntiden

$$s_C = (N_g + N_r) * \frac{3600}{g} \quad [19]$$

Om deltillfarten inkluderar ett kort körfält bestäms andelen svängande fordon för det körfält som angränsar till detta (= flaskhalsen).

Resultat avseende mättnadsflödet för olika typfall enligt tabell 4

(avsnitt 4.7.4) redovisas i tabellerna 16-18 nedan för olika värden på omloppstid, gröntid, rödtid, övergångställets längd och köutrymme efter växling till rött  $N_{k\ddot{o}}$ .



## **Kommentarer**

Tabell 16 Mättnadsflöde körfältstyp C: Typfall 1 (se kommentar avsnitt 4.7.4)

Fall 1	c sek	g, sek	r, sek	Lög, m	Nkö		
1.1	60	10	50	10	1		
Andel	Mättnadsflöde $s$ ford/gröntimme						
sv. ford.	Gångtrafikflöde $q_{gr}$ gående/timme						
$p_{sv}$	0	250	500	750	1000	1250	1500
0	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900
0,1	1 880	1 610	1 449	1 444	1 442	1 396	1 359
0,2	1 860	1 397	1 171	1 164	1 162	1 103	1 058
0,3	1 840	1 233	983	975	973	912	866
0,4	1 820	1 104	846	839	837	778	733
0,5	1 800	1 000	743	736	734	677	636
0,6	1 780	913	663	656	654	600	561
0,7	1 760	840	598	592	590	539	502
0,8	1 740	778	544	539	537	489	454
0,9	1 720	725	500	494	492	447	415
1	1 700	678	462	457	455	412	382

Fall 1	c sek	g, sek	r, sek	Lög, m	Nkö		
1.2	60	10	50	15	2		
Andel	Mättnadsflöde $s$ ford/gröntimme						
sv. ford.	Gångtrafikflöde $q_{gr}$ gående/timme						
$p_{sv}$	0	250	500	750	1000	1250	1500
0	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900
0,1	1 880	1 761	1 718	1 724	1 723	1 690	1 663
0,2	1 860	1 641	1 568	1 578	1 576	1 522	1 478
0,3	1 840	1 537	1 442	1 455	1 452	1 384	1 330
0,4	1 820	1 445	1 335	1 350	1 347	1 269	1 209
0,5	1 800	1 363	1 243	1 259	1 255	1 172	1 109
0,6	1 780	1 290	1 162	1 179	1 176	1 089	1 023
0,7	1 760	1 225	1 091	1 109	1 105	1 016	950
0,8	1 740	1 165	1 029	1 047	1 043	953	887
0,9	1 720	1 112	973	991	987	897	832
1	1 700	1 063	923	941	937	848	783

Fall 1	c sek	g, sek	r, sek	Lög, m	Nkö		
1.3	60	20	40	10	1		
Andel	Mättnadsflöde $s$ ford/gröntimme						
sv. ford.	Gångtrafikflöde $q_{gr}$ gående/timme						
$p_{sv}$	0	250	500	750	1000	1250	1500
0	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900
0,1	1 880	1 791	1 714	1 665	1 617	1 555	1 493
0,2	1 860	1 694	1 562	1 481	1 407	1 316	1 230
0,3	1 840	1 607	1 434	1 334	1 246	1 141	1 046
0,4	1 820	1 528	1 326	1 214	1 117	1 007	909
0,5	1 800	1 457	1 233	1 113	1 013	901	804
0,6	1 780	1 392	1 152	1 028	927	816	721
0,7	1 760	1 333	1 081	955	854	745	654
0,8	1 740	1 278	1 018	892	791	685	598
0,9	1 720	1 228	962	836	738	634	551
1	1 700	1 181	912	787	691	591	510

Fall 1	c sek	g, sek	r, sek	Lög, m	Nkö		
1.4	60	20	40	15	2		
Andel	Mättnadsflöde $s$ ford/gröntimme						
sv. ford.	Gångtrafikflöde $q_{gr}$ gående/timme						
$p_{sv}$	0	250	500	750	1000	1250	1500
0	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900
0,1	1 880	1 828	1 783	1 755	1 725	1 679	1 634
0,2	1 860	1 761	1 679	1 630	1 580	1 505	1 434
0,3	1 840	1 698	1 587	1 522	1 457	1 363	1 277
0,4	1 820	1 640	1 505	1 428	1 352	1 246	1 151
0,5	1 800	1 586	1 430	1 344	1 261	1 147	1 048
0,6	1 780	1 535	1 363	1 270	1 182	1 063	962
0,7	1 760	1 488	1 301	1 203	1 112	990	889
0,8	1 740	1 443	1 245	1 143	1 050	926	826
0,9	1 720	1 401	1 194	1 089	994	871	771
1	1 700	1 361	1 147	1 040	944	821	723

Fall 1	c sek	g, sek	r, sek	Lög, m	Nkö		
1.5	60	30	30	10	1		
Andel	Mättnadsflöde $s$ ford/gröntimme						
sv. ford.	Gångtrafikflöde $q_{gr}$ gående/timme						
$p_{sv}$	0	250	500	750	1000	1250	1500
0	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900
0,1	1 880	1 827	1 765	1 711	1 657	1 594	1 528
0,2	1 860	1 760	1 648	1 556	1 470	1 373	1 278
0,3	1 840	1 698	1 546	1 427	1 320	1 206	1 098
0,4	1 820	1 640	1 456	1 318	1 198	1 075	963
0,5	1 800	1 585	1 375	1 224	1 097	970	857
0,6	1 780	1 534	1 303	1 143	1 012	883	772
0,7	1 760	1 487	1 239	1 072	939	811	703
0,8	1 740	1 442	1 180	1 009	875	750	645
0,9	1 720	1 400	1 126	953	820	697	596
1	1 700	1 360	1 078	903	771	651	553

Fall 1	c sek	g, sek	r, sek	Lög, m	Nkö		
1.6	60	30	30	15	2		
Andel	Mättnadsflöde $s$ ford/gröntimme						
sv. ford.	Gångtrafikflöde $q_{gr}$ gående/timme						
$p_{sv}$	0	250	500	750	1000	1250	1500
0	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900
0,1	1 880	1 846	1 801	1 765	1 727	1 676	1 624
0,2	1 860	1 794	1 713	1 648	1 582	1 499	1 418
0,3	1 840	1 746	1 632	1 545	1 460	1 356	1 259
0,4	1 820	1 700	1 559	1 455	1 355	1 238	1 131
0,5	1 800	1 656	1 492	1 374	1 265	1 139	1 027
0,6	1 780	1 615	1 430	1 302	1 185	1 054	941
0,7	1 760	1 575	1 374	1 237	1 116	982	868
0,8	1 740	1 538	1 322	1 179	1 053	918	805
0,9	1 720	1 502	1 273	1 125	998	862	751
1	1 700	1 468	1 228	1 076	948	813	704

## **Kommentarer**

Tabell 17 Mättnadsflöde körfältstyp C: Typfall 2

Fall 2	c sek	g, sek	r, sek	Lög, m	Nkö		
2.1	80	15	65	15	2		
Andel	Mättnadsflöde $s$ ford/gröntimme						
sv. ford.	Gångtrafikflöde $q_{gtr}$ gående/timme						
$p_{sv}$	0	250	500	750	1000	1250	1500
0	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900
0,1	1 880	1 789	1 745	1 725	1 700	1 653	1 608
0,2	1 860	1 691	1 613	1 579	1 539	1 462	1 394
0,3	1 840	1 603	1 500	1 456	1 405	1 311	1 230
0,4	1 820	1 523	1 401	1 351	1 293	1 188	1 101
0,5	1 800	1 451	1 315	1 260	1 197	1 087	996
0,6	1 780	1 386	1 239	1 180	1 115	1 001	910
0,7	1 760	1 326	1 171	1 110	1 043	928	837
0,8	1 740	1 271	1 110	1 048	980	865	775
0,9	1 720	1 220	1 055	992	924	810	722
1	1 700	1 174	1 005	942	874	761	675

Fall 2	c sek	g, sek	r, sek	Lög, m	Nkö		
2.1	80	15	65	20	2		
Andel	Mättnadsflöde $s$ ford/gröntimme						
sv. ford.	Gångtrafikflöde $q_{gtr}$ gående/timme						
$p_{sv}$	0	250	500	750	1000	1250	1500
0	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900
0,1	1 880	1 831	1 794	1 771	1 745	1 699	1 654
0,2	1 860	1 767	1 699	1 659	1 613	1 536	1 465
0,3	1 840	1 707	1 614	1 560	1 500	1 402	1 314
0,4	1 820	1 651	1 537	1 472	1 401	1 289	1 192
0,5	1 800	1 599	1 467	1 394	1 315	1 193	1 090
0,6	1 780	1 550	1 403	1 323	1 239	1 110	1 005
0,7	1 760	1 503	1 344	1 259	1 171	1 038	931
0,8	1 740	1 460	1 290	1 202	1 110	975	868
0,9	1 720	1 419	1 241	1 149	1 055	919	813
1	1 700	1 380	1 194	1 100	1 005	869	764

Fall 2	c sek	g, sek	r, sek	Lög, m	Nkö		
2.3	80	25	55	15	2		
Andel	Mättnadsflöde $s$ ford/gröntimme						
sv. ford.	Gångtrafikflöde $q_{gtr}$ gående/timme						
$p_{sv}$	0	250	500	750	1000	1250	1500
0	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900
0,1	1 880	1 827	1 783	1 749	1 712	1 659	1 606
0,2	1 860	1 760	1 679	1 620	1 557	1 472	1 390
0,3	1 840	1 697	1 587	1 508	1 428	1 323	1 226
0,4	1 820	1 639	1 504	1 411	1 319	1 201	1 096
0,5	1 800	1 585	1 429	1 326	1 225	1 100	991
0,6	1 780	1 534	1 362	1 251	1 144	1 015	905
0,7	1 760	1 486	1 300	1 183	1 073	942	832
0,8	1 740	1 441	1 244	1 123	1 010	879	770
0,9	1 720	1 399	1 193	1 068	954	823	717
1	1 700	1 359	1 146	1 019	904	774	671

Fall 2	c sek	g, sek	r, sek	Lög, m	Nkö		
2.4	80	25	55	20	2		
Andel	Mättnadsflöde $s$ ford/gröntimme						
sv. ford.	Gångtrafikflöde $q_{gtr}$ gående/timme						
$p_{sv}$	0	250	500	750	1000	1250	1500
0	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900
0,1	1 880	1 847	1 808	1 775	1 738	1 687	1 635
0,2	1 860	1 797	1 724	1 665	1 601	1 517	1 434
0,3	1 840	1 750	1 648	1 568	1 484	1 378	1 278
0,4	1 820	1 705	1 578	1 481	1 384	1 262	1 152
0,5	1 800	1 662	1 514	1 404	1 295	1 164	1 049
0,6	1 780	1 621	1 454	1 334	1 218	1 081	963
0,7	1 760	1 583	1 400	1 271	1 149	1 008	889
0,8	1 740	1 546	1 349	1 214	1 088	945	827
0,9	1 720	1 510	1 302	1 161	1 033	889	772
1	1 700	1 477	1 258	1 113	983	839	724

Fall 2	c sek	g, sek	r, sek	Lög, m	Nkö		
	80	35	45	15	2		
Andel	Mättnadsflöde $s$ ford/gröntimme						
sv. ford.	Gångtrafikflöde $q_{gtr}$ gående/timme						
$p_{sv}$	0	250	500	750	1000	1250	1500
0	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900
0,1	1 880	1 842	1 797	1 758	1 716	1 662	1 605
0,2	1 860	1 787	1 705	1 636	1 565	1 476	1 389
0,3	1 840	1 735	1 621	1 530	1 438	1 328	1 224
0,4	1 820	1 686	1 546	1 437	1 330	1 207	1 094
0,5	1 800	1 640	1 477	1 354	1 237	1 106	989
0,6	1 780	1 596	1 414	1 281	1 157	1 021	903
0,7	1 760	1 555	1 356	1 215	1 086	948	830
0,8	1 740	1 515	1 303	1 155	1 023	884	768
0,9	1 720	1 478	1 254	1 101	967	829	715
1	1 700	1 442	1 208	1 052	917	780	669

Fall 2	c sek	g, sek	r, sek	Lög, m	Nkö		
	80	35	45	20	2		
Andel	Mättnadsflöde $s$ ford/gröntimme						
sv. ford.	Gångtrafikflöde $q_{gtr}$ gående/timme						
$p_{sv}$	0	250	500	750	1000	1250	1500
0	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900
0,1	1 880	1 854	1 813	1 776	1 735	1 682	1 626
0,2	1 860	1 810	1 734	1 667	1 596	1 508	1 421
0,3	1 840	1 768	1 662	1 571	1 478	1 367	1 262
0,4	1 820	1 728	1 595	1 486	1 376	1 250	1 134
0,5	1 800	1 689	1 534	1 409	1 287	1 152	1 031
0,6	1 780	1 652	1 477	1 339	1 209	1 068	944
0,7	1 760	1 617	1 424	1 277	1 140	995	871
0,8	1 740	1 584	1 375	1 220	1 079	932	809
0,9	1 720	1 551	1 329	1 167	1 023	876	755
1	1 700	1 520	1 286	1 119	973	827	707



## **Kommentarer**

Tabell 18 Mättnadsflöde körfältstyp C: Typfall 3

Fall 3	c sek	g, sek	r, sek	Lög, m	Nkö		
3.1	100	20	80	15	2		
Andel	Mättnadsflöde $s$ ford/gröntimme						
sv. ford.	Gångtrafikflöde $q_{gtr}$ gående/timme						
$p_{sv}$	0	250	500	750	1000	1250	1500
0	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900
0,1	1 880	1 804	1 758	1 725	1 688	1 631	1 576
0,2	1 860	1 717	1 636	1 580	1 519	1 429	1 346
0,3	1 840	1 639	1 530	1 457	1 381	1 272	1 175
0,4	1 820	1 567	1 436	1 352	1 265	1 145	1 042
0,5	1 800	1 501	1 354	1 261	1 168	1 042	936
0,6	1 780	1 441	1 280	1 182	1 084	956	850
0,7	1 760	1 385	1 214	1 112	1 012	883	778
0,8	1 740	1 333	1 155	1 050	948	820	718
0,9	1 720	1 285	1 101	994	893	765	666
1	1 700	1 241	1 051	944	843	718	621

Fall 3	c sek	g, sek	r, sek	Lög, m	Nkö		
3.2	100	20	80	20	2		
Andel	Mättnadsflöde $s$ ford/gröntimme						
sv. ford.	Gångtrafikflöde $q_{gtr}$ gående/timme						
$p_{sv}$	0	250	500	750	1000	1250	1500
0	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900
0,1	1 880	1 835	1 794	1 761	1 724	1 670	1 616
0,2	1 860	1 774	1 699	1 641	1 578	1 490	1 405
0,3	1 840	1 717	1 614	1 537	1 455	1 344	1 243
0,4	1 820	1 664	1 537	1 445	1 350	1 225	1 115
0,5	1 800	1 614	1 467	1 363	1 259	1 125	1 010
0,6	1 780	1 567	1 403	1 290	1 179	1 040	924
0,7	1 760	1 522	1 344	1 225	1 109	967	851
0,8	1 740	1 480	1 290	1 165	1 047	904	789
0,9	1 720	1 440	1 240	1 112	991	848	735
1	1 700	1 403	1 194	1 063	941	799	688

Fall 3	c sek	g, sek	r, sek	Lög, m	Nkö		
3.3	100	30	70	15	2		
Andel	Mättnadsflöde $s$ ford/gröntimme						
sv. ford.	Gångtrafikflöde $q_{gtr}$ gående/timme						
$p_{sv}$	0	250	500	750	1000	1250	1500
0	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900
0,1	1 880	1 829	1 784	1 745	1 702	1 644	1 585
0,2	1 860	1 763	1 681	1 614	1 541	1 449	1 359
0,3	1 840	1 702	1 590	1 500	1 408	1 295	1 190
0,4	1 820	1 644	1 508	1 402	1 297	1 171	1 058
0,5	1 800	1 591	1 434	1 316	1 201	1 069	952
0,6	1 780	1 541	1 367	1 240	1 119	983	866
0,7	1 760	1 494	1 305	1 172	1 047	909	794
0,8	1 740	1 449	1 250	1 111	984	846	733
0,9	1 720	1 408	1 198	1 056	928	792	681
1	1 700	1 368	1 151	1 007	878	743	636

Fall 3	c sek	g, sek	r, sek	Lög, m	Nkö		
3.4	100	30	70	20	2		
Andel	Mättnadsflöde $s$ ford/gröntimme						
sv. ford.	Gångtrafikflöde $q_{gtr}$ gående/timme						
$p_{sv}$	0	250	500	750	1000	1250	1500
0	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900
0,1	1 880	1 847	1 805	1 767	1 725	1 669	1 611
0,2	1 860	1 796	1 719	1 652	1 580	1 488	1 398
0,3	1 840	1 748	1 641	1 551	1 457	1 343	1 235
0,4	1 820	1 703	1 570	1 462	1 352	1 223	1 106
0,5	1 800	1 660	1 505	1 382	1 261	1 123	1 002
0,6	1 780	1 619	1 445	1 310	1 182	1 039	915
0,7	1 760	1 580	1 389	1 246	1 112	966	842
0,8	1 740	1 542	1 338	1 188	1 049	902	780
0,9	1 720	1 507	1 290	1 134	994	847	727
1	1 700	1 473	1 246	1 086	944	798	680

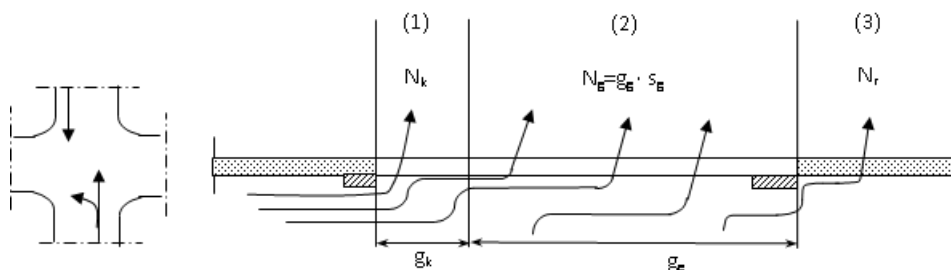
Fall 3	c sek	g, sek	r, sek	Lög, m	Nkö		
3.5	100	40	60	15	2		
Andel	Mättnadsflöde $s$ ford/gröntimme						
sv. ford.	Gångtrafikflöde $q_{gtr}$ gående/timme						
$p_{sv}$	0	250	500	750	1000	1250	1500
0	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900
0,1	1 880	1 840	1 796	1 754	1 709	1 650	1 589
0,2	1 860	1 784	1 702	1 629	1 552	1 459	1 366
0,3	1 840	1 731	1 618	1 521	1 422	1 307	1 197
0,4	1 820	1 681	1 542	1 426	1 312	1 184	1 066
0,5	1 800	1 634	1 472	1 343	1 218	1 082	960
0,6	1 780	1 590	1 409	1 268	1 136	996	874
0,7	1 760	1 548	1 351	1 202	1 065	923	802
0,8	1 740	1 508	1 297	1 142	1 002	860	741
0,9	1 720	1 470	1 248	1 087	946	805	688
1	1 700	1 434	1 202	1 038	896	756	643

Fall 3	c sek	g, sek	r, sek	Lög, m	Nkö		
3.6	100	40	60	20	2		
Andel	Mättnadsflöde $s$ ford/gröntimme						
sv. ford.	Gångtrafikflöde $q_{gtr}$ gående/timme						
$p_{sv}$	0	250	500	750	1000	1250	1500
0	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900	1 900
0,1	1 880	1 852	1 811	1 770	1 726	1 669	1 609
0,2	1 860	1 807	1 729	1 658	1 581	1 488	1 395
0,3	1 840	1 763	1 655	1 558	1 458	1 342	1 231
0,4	1 820	1 722	1 587	1 470	1 353	1 223	1 102
0,5	1 800	1 682	1 524	1 391	1 262	1 123	997
0,6	1 780	1 645	1 466	1 320	1 183	1 038	911
0,7	1 760	1 609	1 412	1 257	1 113	965	838
0,8	1 740	1 574	1 362	1 199	1 051	901	776
0,9	1 720	1 541	1 316	1 146	995	846	723
1	1 700	1 510	1 272	1 097	945	797	676

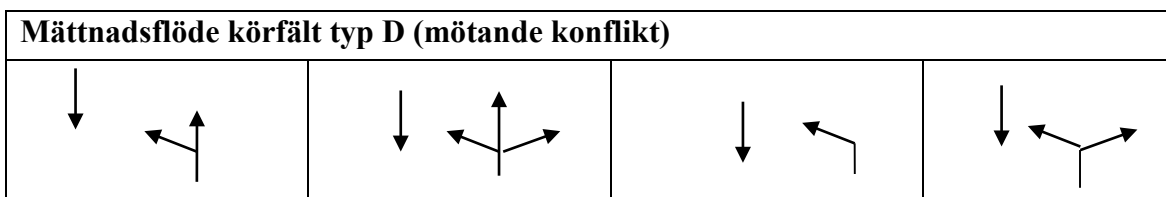
**Kommentarer körfältstyp D**

Beräkningen av mättnadsflödet för körfält med vänstersvängande trafik i konflikt med mötande trafik sker genom uppdelning av avvecklingsförloppet i tre delar enligt figuren nedan:



**Figur 26 Modell för beräkning av mättnadsflöde för körfält med mötande konflikt (D)**

- (1) Den första delen av gröntiden,  $g_k$ , då köavveckling pågår i mötande tillfart. Under denna period antas inga vänstersvängande fordon kunna avvecklas. Om körfältet även innehåller andra fordonsströmmar kan ett visst antal fordon per omlopp,  $N_k$ , avvecklas innan körfältet blockeras av köande vänstersvängande fordon.
- (2) Återstående del av den effektiva gröntiden  $g_g = g - g_k$  under vilken vänstersvängande fordon kan avvecklas vid tillräckligt stora tidsavstånd i det mötande flödet.  $N_g = g_g \cdot s_g$
- (3) Utrymningstiden efter gröntiden då i korsningen magasinerade köande fordon,  $N_r$ , kan avvecklas.



Se kommentar och figur avseende metodik för beräkning av mättnadsflödet för körfältstyp D på basis av resultat erhållna från tidsättning omgång 1. Metoden förutsätter blandfas enligt avsnitt 4.1.2 (två motriktade tillfarter har grönt samtidigt utan separatreglering av sekundärkonflikter) och kan genomföras manuellt med stöd av beskrivningen nedan med hjälp av blankett 4C-2. Se också beräkningsexempel 2 sida Sd\_omg-2 i Excelfil i rapporten **Kalkylhjälpmedel för kapacitetsanalys** som återfinns via Trafikverkets hemsida (TRV2013/92033).

- (1) Beräkna eller avläs ur diagrammet nedan del av blandfasens gröntid,  $g_k$ , under vilken köavveckling i mötande tillfart pågår. Resultat avseende  $c$ ,  $g$ , och  $q/s$  hämtas från resultaten från tidsättning omgång blankett 4C-1.

$$g_k = (q_{o,kf} \cdot r_o + N_{fg}) / (s_o - q_{o,kf}) \quad \text{Villkor: } g_k \leq g \quad [20]$$

där

$g$  = effektiv gröntid för studerad blandfas

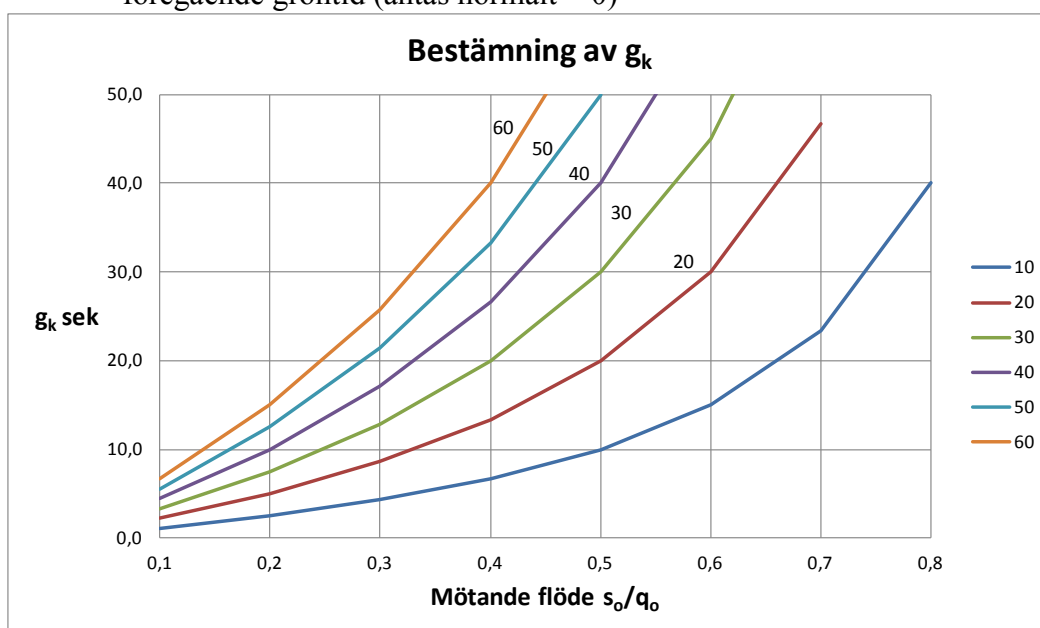
$g_k$  = del av gröntid under vilken köavveckling pågår i mötande flöde

$q_{o,kf}$  = flöde i överordnad, mötande trafikström per körfält

$r_o$  = rödtid för det överordnade flödet

$s_o$  = genomsnittligt mättnadsflöde för mötande körfält

$N_{o,fg}$  = kvarvarande fordonskö (antal fordon) i den överordnade tillfarten efter föregående gröntid (antas normalt = 0)



Figur 27 Bestämning av tid för köavveckling i mötande tillfart

**Kommentar typ D N<sub>k</sub>**

Inget vänstersvängande fordon kan köa i korsningen utan att hindra övrig trafik i körfältet.

$$N_k = \sum_{i=1}^{i=N-1} [(i \cdot p_v) \cdot (1 - p_v)^i] + N \cdot (1 - p_v)^N \quad [21]$$

där

$N$  = max antal fordon som kan avvecklas i den studerade tillfarten =  $g_k \cdot s'$

$s'$  = mättnadsflöde för ostörd avveckling

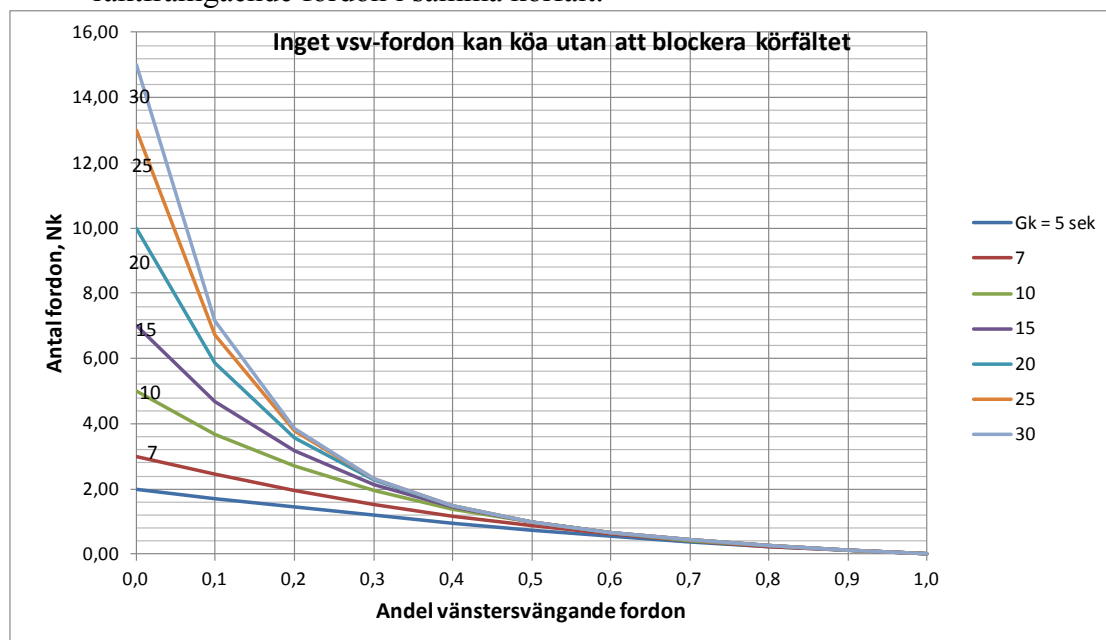
$p_v$  = andel vänstersvängande fordon i körfältet

Ett vänstersvängande fordon kan köa i korsningen utan att hindra övrig trafik i körfältet.

$$N_k = \sum_{i=1}^{i=N-2} [i \cdot (i + 1) \cdot p_v^2 \cdot (1 - p_v)^i] + (N - 1) \cdot N \cdot p_v \cdot (1 - p_v)^{(N-1)} + N \cdot (1 - p_v)^N \quad [22]$$

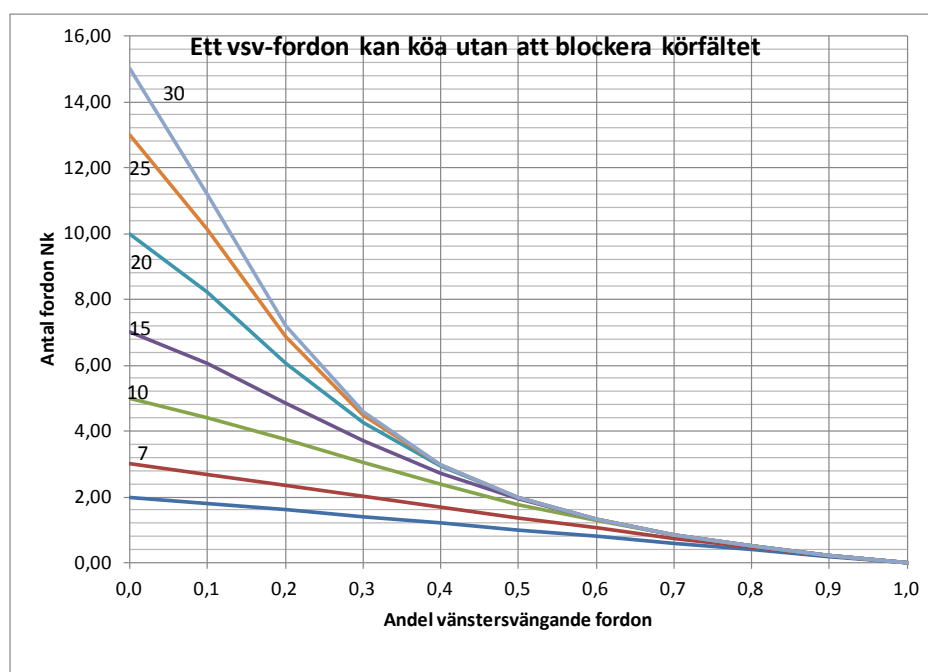
(2) Beräkna eller avläs ur diagrammen nedan det antal fordon,  $N_k$ , som kan avvecklas under  $g_k$  innan körfältet blockeras av köande vänstersvängande fordon.

a) Inget vänstersvängande fordon kan köa i korsningen utan att hindra raktframgående fordon i samma körfält.



Figur 28 Antal vsv fordon som kan avvecklas under  $g_k$ , fall a)

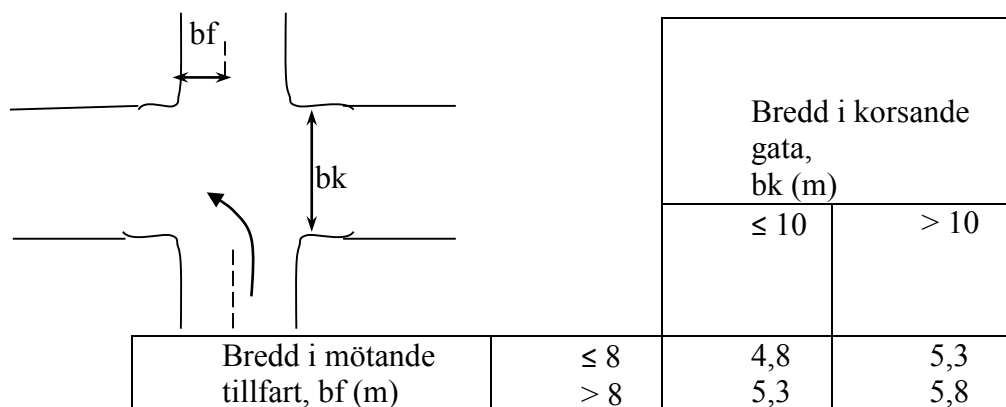
b) Ett vänstersvängande fordon kan köa i korsningen utan att hindra raktframgående fordon i samma körfält.



Figur 29 Antal vsv fordon som kan avvecklas under  $g_k$ , fall b)

## **Kommentarer**

- (3) Beräkna resterande del av gröntiden  $g_g = g - g_k$
- (4) Bestäm accepterat tidsavstånd,  $a_g$  (sek) för vänstersvängande mht korsningens utformning (se också kommentarsidan nedan avseende ev. korrektion för storstäder)



Figur 30 Bestämning av kritiskt tidsavstånd mht korsningens geometri

- (5) Bestäm följdavståndet  $a_f = 0,54 * a_g$  (sek)
- (6) Beräkna mättnadsflödet,  $s_g$  (ford/sek), under perioden  $g_g$  genom att avläsa värdet i aktuellt diagram för aktuellt accepterat tidsavstånd  $a_g$  (sek) mht mötande fordonsflöde  $q_{o,tot}$  och andel svängande fordon  $p_v$ , eller med hjälp av formlerna nedan:

$$S_{g,Pv=1} = \frac{(q_{o,tot} \cdot e^{-a_g \cdot q_{o,tot}})}{(1 - e^{-a_f \cdot q_{o,tot}})} ; S_{g,Pv<1} = \frac{1}{\left(\frac{Pv}{S_{g,Pv=1}} + \frac{(1-Pv)}{s_A}\right)} \quad [23]$$

där

$q_{o,tot}$  = Mötande fordonsflöde (totalt) i konflikt med vänstersv ford/sek

$a_g$  = Kritiskt tidsavstånd (sek)

$a_f$  = Följdavstånd för fordon som avvecklas i samma tidlucka (sek)

$p_v$  = Andel vänstersv. fordon i studerad tillfart med körfältstyp D

$s_A$  = Mättnadsflöde för körfältstyp A (fordon/sek)

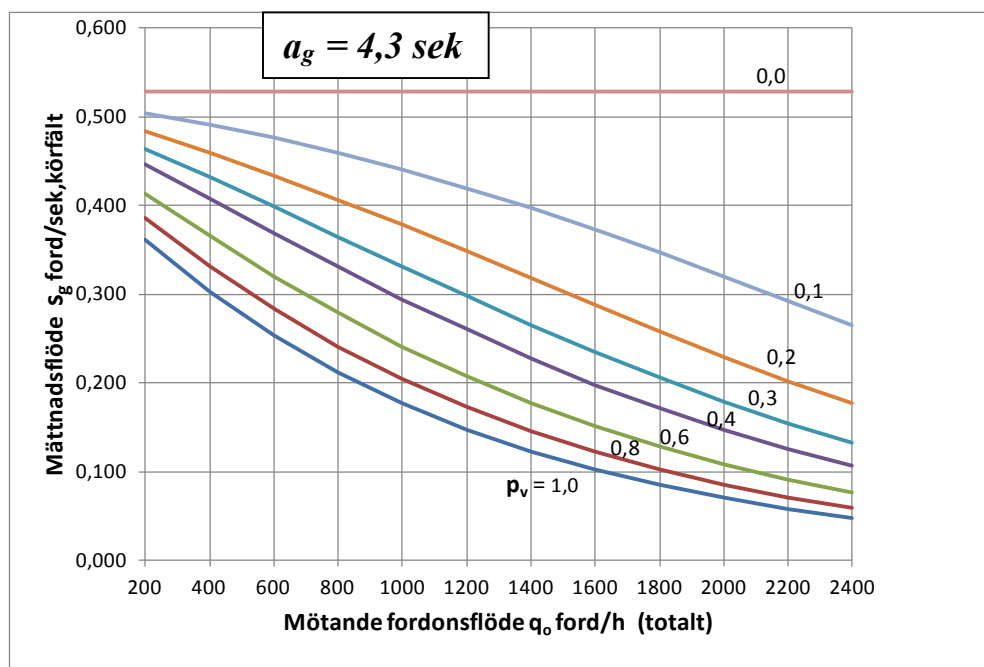
- (7) Beräkna det antal fordon,  $N_g$ , som kan avvecklas under  $g_g$

$$N_g = s_g \cdot g_g \quad [24]$$

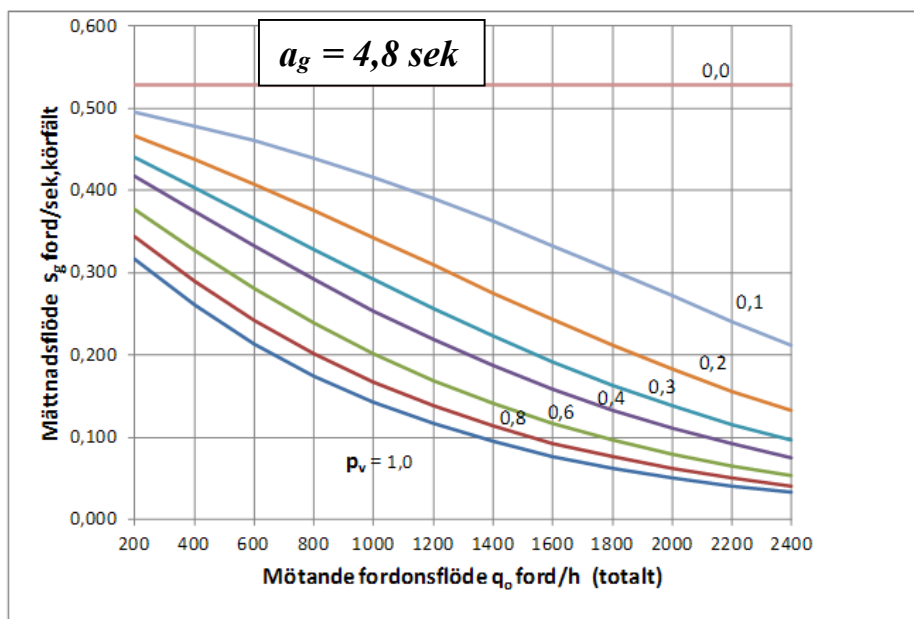


### Kommentarer

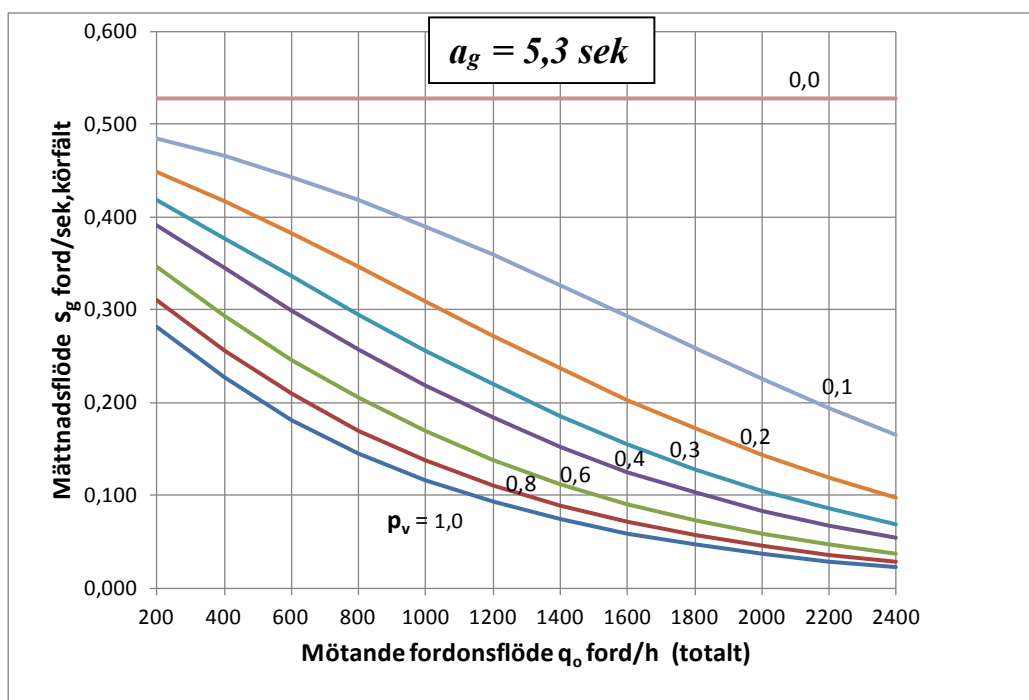
För hårt belastade korsningar i större städer kan det kritiska tidsavståndet  $a_g$  enligt tabellen i figur 30 reduceras med 0,5 s såvitt inte fältmätningar ger annat resultat



Figur 31 Mättnadsflöde under period  $g_g$   $a_g = 4,3 \text{ sek}$

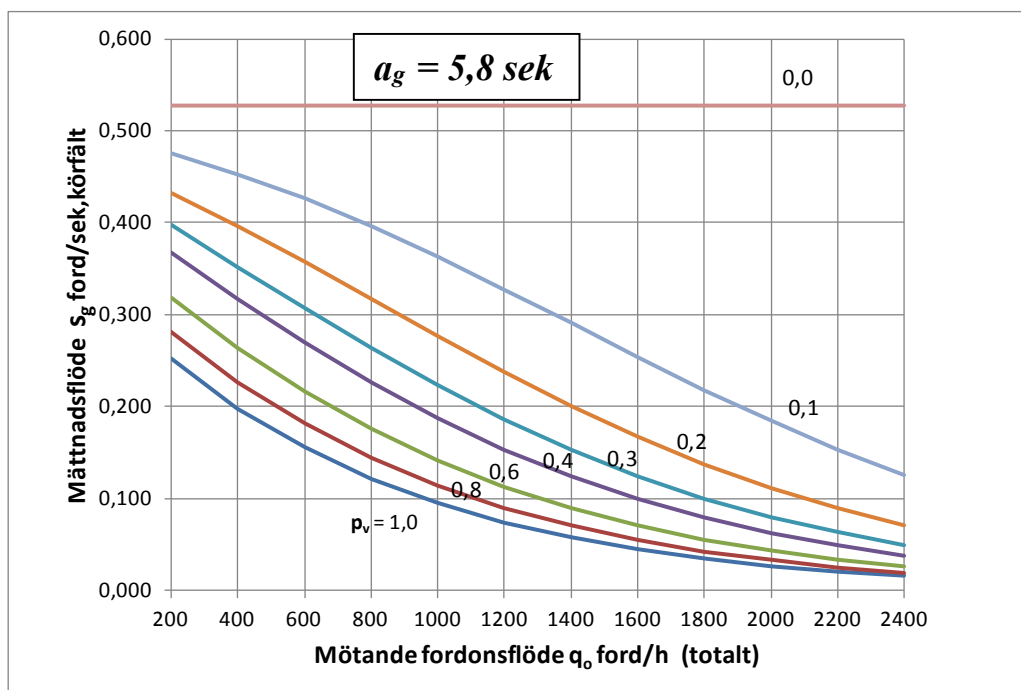


Figur 32 Mättnadsflöde under period  $g_g$   $a_g = 4,8 \text{ sek}$



Figur 33 Mättnadsflöde under period  $g_g$   $a_g = 5,3 \text{ sek}$

## **Kommentarer**



Figur 34 Mättnadsflöde under period  $g_g$   $a_g = 5,8$  sek

(8) Bestäm mht utrymmet hur många (genomsnittlig fordonslängd 8 m) vänstersvägande fordon ( $N_r$ ) som kan magasineras inuti korsningen och avvecklas under växlingstiden till nästa fas.

$$N_r = N_{mag} * p_v$$

$N_r$  bör ej vara större än  $\frac{t_m}{2,5}$  där  $t_m = \text{helrött} + \text{röd gult} + 1$  s.

(9) Beräkna det resulterande mättnadsflödet  $s_D$  (f/gh), där gröntiden ( $g$ ) erhålls från första omgången tidsättning, avsnitt 4.7.10 (3)

$$s_D = \frac{3600}{g} (N_k + N_g + N_r)$$

(10) Kontrollera att det erhållna värdet på  $s_D$  (f/gh) ovan inte överskrider det värde som erhålls enligt diagrammet för körfältstyp B med given andel svängande fordon. Om så är fallet väljs värdet för fall B.

För in resultatet på blankett 4C-2 i kolumn 7.

## **Kommentarer**

## 4.8.4 Korrektionsfaktorer

- (1) Bestäm korrektionsfaktorer enligt avsnitt 4.7.5 (1) för
- andel tung trafik
  - tillfartens lutning
  - körfältsbredd och körfältsmarkeringar
  - busshållplatser
  - lokala förhållanden

Om förutsättningarna för bestämning av korrektionsfaktorerna ej har förändrats jämfört med den 1:a beräkningsomgången kan erhållna värden på faktorerna enligt blankett 4C-1 utnyttjas även i denna beräkningsomgång

- (2) Beräkna det korrigerade mättnadsflödet på samma sätt som i moment 4.7.5 (2)

- (3) Bestäm inverkan av korta körfält på samma sätt som i 4.7.6. Som ingångsvärden på gröntid och omloppstid används resultat beräknade i 1:a beräkningsomgången enligt blankett 4C-1.

## 4.8.5 Dimensionerande mättnadsflöden

Se avsnitt 4.7.7 angående metodik för bestämning av dimensionerande mättnadsflöden för fall där samma körfält måste analyseras mht olika körfältstyper och/eller har grönt i flera faser.

## 4.8.6 Trafikens fördelning på körfält

För varje deltillfart fördelas trafiken på körfälten så att kvoterna mellan dimensionerande flöde och mättnadsflöde  $q/s$  blir lika om så är möjligt mht svängande trafikströmmar blir lika för varje körfält, se avsnitt 4.7.8

De erhållna  $q$ -värdena införs i blankett 4C-2 i kolumn 14.

## 4.8.7 Kritisk belastningskvot och gröntidsandel

Se metodik i avsnitt 4.7.9.

**Kommentarer avsnitt 4.8.8**

:1 För trafikstyrda signaler kan de enligt vidstående metod beräknade gröntiderna ( $g_i$ ) utnyttjas som maximala gröntider,  $g_{max}$ , för de olika faserna. Om korsningen inte är mycket hårt belastad (belastningsgrad under 0,85) erhålls dock bättre anpassning till kortvariga trafikflödesvariationer och lägre medelfördröjning om  $g_{max}$  sättes lika med  $1,25 \cdot g$ .

Bestämningen av  $g_{max}$  måste grundas på beräkningar av tidsättningen för olika belastningsfall (normalt f m och e m – högtrafik). De största erhållna värdena på  $g_{max}$  för de olika belastningsfallen utnyttjas vid tidsättningen.

Förutom  $g_{max}$  ska förlängningsintervall,  $f$ , storlek bestämmas. I trafikstyrda anläggningar med detektorer av passagetyp och alla detektorer i olika tillfarter som avvecklas i samma signalfas kopplade till samma detektorenhet, är  $f$  beroende av det totala antalet körfält som avvecklas under respektive fas. Se tabellen nedan för lämpliga värden på  $f$ .

**Tabell 19 Schablonvärden för val av förlängningsintervall vid trafikstyrning**

Antal körfält	Förlängningsintervall, f (s)
1	4
2	3,5
3	3,2
4	2,8
5	2,5
6	2,1
>6	2,0

## 4.8.8 Beräkning av tidsättning (omgång 2)

Se avsnitt 4.8.1 avseende kontroller och ev. ny beräkning av säkerhetstider, minsta gröntid och total förlusttid per omlopp.

### Beräkning av omloppstid

Omloppstiden,  $c$ , för normal, tidsstyrd drift bestäms på samma sätt som i avsnitt 4.7.10 (tidsättning beräkningsomgång 1) ur uttrycket

$$c = \frac{1,5 \cdot F + 5}{1 - \sum \left(\frac{q_i}{s_i}\right)_{max}} \quad [25]$$

### Beräkning av effektiva gröntider

Disponibel effektiv gröntid för trafikavveckling  $g_j = (\text{grönt} + \text{gult} - 1)$  i de olika faserna  $i$  beräknas som

$$g_j = (c - F) \cdot \delta_j$$

$$\text{där } \delta_j = \frac{(q_i/s_i)_{max}}{\sum (q_i/s_i)_{max}} \text{ enligt kolumn 18}$$

Resulterade basvärde för grönt i varje fas förs in i kolumn 19 på blankett 4C-2.

Observera att gröntiden enligt denna beräkning också inkluderar körbar del av gultiden ( $gg = \text{gultid} - 1 \text{ sek}$ ) som normalt används för trafikavveckling.

Grönt som programmeras in i trafiksignalens styrapparat blir alltså  
 $= g_j - gg \text{ sek}$

Beträffande max gröntider och förlängningsintervall vid trafikstyrning, se kommentarer på vidstående sida.

### Kontrollera gröntiderna mht kortaste acceptabla gröntider, $g_{min}$ ,

Om  $g_j < g_{j,min}$  korrigeras härför på sätt som beskrivits i avsnitt 4.7.10 (4).



**Kommentarer avsnitt 4.9**

Observera att den tidsättning som erhålls som resultat av beräkningarna ovan är avpassad för att minimera medelfördröjningen vid den rådande trafikbelastningen. Högre kapacitet för prioriterade tillfarter kan erhållas på bekostnad av andra vid annan tidsättning.

I korsningar där även sekundärkonflikter tidsseparerats ökar kapaciteten teoretiskt med ökande omloppstid. Detta sammanhänger med att växlingsförlusterna per omlopp har konstant längd och således gröntidens andel av omloppet ökar vid ökande omloppstid. I praktiken ökar dock sällan kapaciteten med omloppstiden över en viss gräns, bl. a. beroende på att korsningens magasinsutrymmen som regel har begränsad längd. Trafikflödet minskar då mot slutet av gröntiden, vilket kan medföra lägre kapacitet än vid kortare omloppstid.

Omloppstiden begränsas också med hänsyn till acceptabel maximal fördröjning för fordonstrafikanter och gående.

Om kapaciteten skall beräknas för annan tidsättning än den ovan beräknade behövs normalt en ny bestämning av mättnadsflödena. Detta sker bäst genom att utföra den andra beräkningsomgången, varvid de i den första beräkningsomgången erhållna mättnadsflödena samt den nya tidsättningen utnyttjas som indata.

## 4.9 Kapacitet

### 4.9.1 Tillfarter

Beräkning av kapaciteten för varje körfält  $i$  under fas  $j$  baseras på erhållna resultat för:

- omloppstid  $c$
- gröntidsandel  $\frac{g_j}{c}$
- mättnadsflöden  $s_i$

**Kapaciteten,  $K_i$ , (f/h)** för körfältet  $i$  beräknas som

$$K_i = \frac{g_j}{c} \cdot s_i \quad [26]$$

där de ingående parametrarna erhålls enligt blankett 6C-2. Resultaten förs in på blankett 4C-2 kolumn 21.

**Belastningsgraden  $B_i$**

För beräkning av belastningsgraden  $B_i$  behövs dessutom uppgift om flödena  $q_i$ :

$$B_i = \frac{q_i}{K_i} \quad [27]$$

Resultatet förs in i kolumn 22 på blankett 6C-2 och utgör ett mått på körfältets kapacitetsutnyttjande. I normalfallet erhålls samma belastningsgrad för alla körfält som ingår i den kritiska konfliktpunkten, d.v.s. körfält med  $(q_i/s_i)_{max}$  i varje fas. Skillnaden mellan 1,0 och det högsta värdet för belastningsgraden i denna kolumn är ett mått på korsningens teoretiska reservkapacitet vid den förutsatta trafikmängdsfördelningen och tidsättningen. Om någon belastningsgrad är högre än 0,85 är korsningen nära överbelastning vilket bör föranleda studium av åtgärder genom t ex ökat antal körfält, ändrad körfältsindelning, fasindelning etc.

### 4.9.2 Frånfarter

**Fall 1:** Antalet genomgående körfält en frånfart är större eller lika med antalet körfält för trafik destinerade till denna från alla av korsningens tillfarter. I detta fall behövs normalt ingen ytterligare kontroll.

**Fall 2:** Ett körfält i frånfarten är kort, så att trafik i detta måste väva samman med flödet från angränsande, genomgående körfält. I detta fall kontrolleras att:

- kapaciteten för det genomgående körfältet nedströms punkten där antalet körfält i korsningen reduceras är större än den totala trafikvolymen destinerad till denna frånfart;
- korsningen inte riskerar att blockeras av kö i frånfarten av genomgående trafik hänvisad till denna. Kölängden (beräknad enligt avsnitt 4.10.1) i det körfält i tillfarten för trafik som har det korta frånfartskörfältet som destination bör därför vara kortare än det korta körfältets längd.

**Kommentarer avsnitt 4.10.1**

Den genomsnittliga antalet köande fordon i ett körfält under stationära och stabila trafikförhållanden ( $B < 0,85$ ) kan empiriskt bestämmas som medelvärdet av observerade maxvärden per omlopp under den studerade perioden. För beräkning av kölängden behövs följande ingångsdata:

- flödena  $q_i$
- mättnadsflödena  $s_i$
- gröntidskvoterna  $\lambda = \frac{g_j}{c}$  dvs en tidsättning måste ha genomförts
- belastningsgraden  $B_i = \frac{q_i \cdot c}{s_i \cdot g_j}$

## 4.10 Framkomlighetseffekter

### 4.10.1 Kølängd

Det genomsnittliga antalet köande fordon  $N_{k\ddot{o},i}$  i körfältet  $i$  efter avslutad rödtid inkluderande ev. efterföljande blockerad tid kan uppskattas som

$$N_{k\ddot{o},i} = N_{1i} + N_{2i} \quad \text{där}$$

$N_{1i}$  är antalet kvarvarande fordon efter avslutad gröntid i föregående signalomlopp

$N_{2i}$  antalet fordon som anländer till kön under rödtiden.

$$N_{1i} = \frac{(2B_i - 1)}{2 \cdot (1 - B_i)} \quad \text{om } B_i > 0,5; \quad N_{1i} = 0 \quad \text{om } B_i < 0,5 \quad [27]$$

För belastningsgraden högre än 0,95 se avsnitt 4.10.4 formel [43]

$$N_{2i} = q_i \cdot (c - g_j) \quad [28]$$

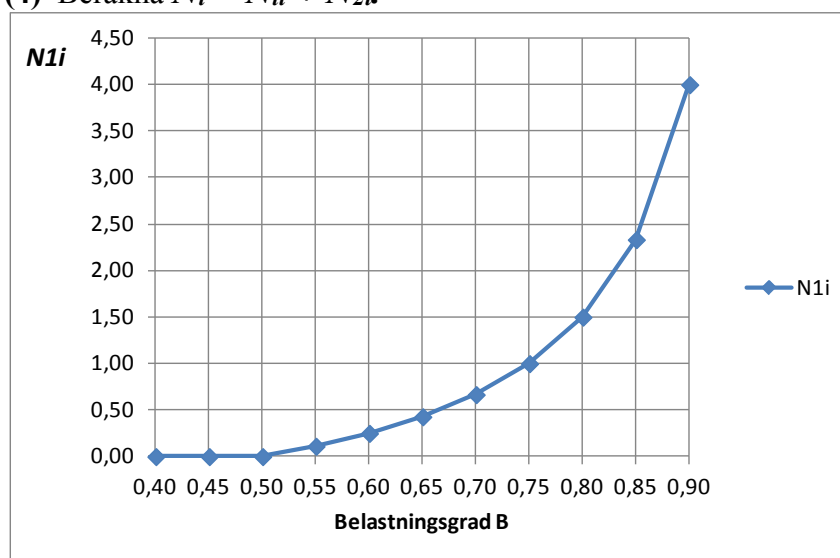
(1) För in följande uppgifter på blankett 4D:

- beteckningar för tillfarterna (kolumn 1)
- körfältsnummer (kolumn 2)
- flödet  $q_i$  uttryckt i fordon/sek (kolumn 3)
- mättnadsflödet  $s_i$  (kolumn 4; hämtas från 4C-2)
- gröntid  $g_{j,korr}$  (kolumn 5; hämtas från 4C-2 för korrigerade värden)
- gröntidskvot  $\lambda = g/c$  (kolumn 6:  $c_{korr}$  hämtas från blankett 4C-2)
- belastningsgrad  $B_i = \frac{q_i \cdot c_{korr}}{s_i \cdot g_{j,korr}}$  (kolumn 7)

(2) Avläs  $N_{1i}$  ur figuren nedan. Värden på  $B_i$  erhålls ur kolumn 7.

(3) Beräkna  $N_{2i} = q_i (c - g_j)$  där  $q_i$  erhålls ur kolumn 3 och  $c$  och  $g_j$  enligt blankett 4C-2.

(4) Beräkna  $N_i = N_{1i} + N_{2i}$ .



Figur 35 Kvarvarande fordon  $N_{1i}$  efter avslutad gröntid

**Kommentarer 4.10.1 forts.**

Körlängdens variation som funktion av accepterad risk för överbelastning kan bestämmas med hjälp av Poisson-fördelningen

$$P(r) = \frac{e^{-\mu} \cdot \mu^r}{r!} \quad [29]$$

där

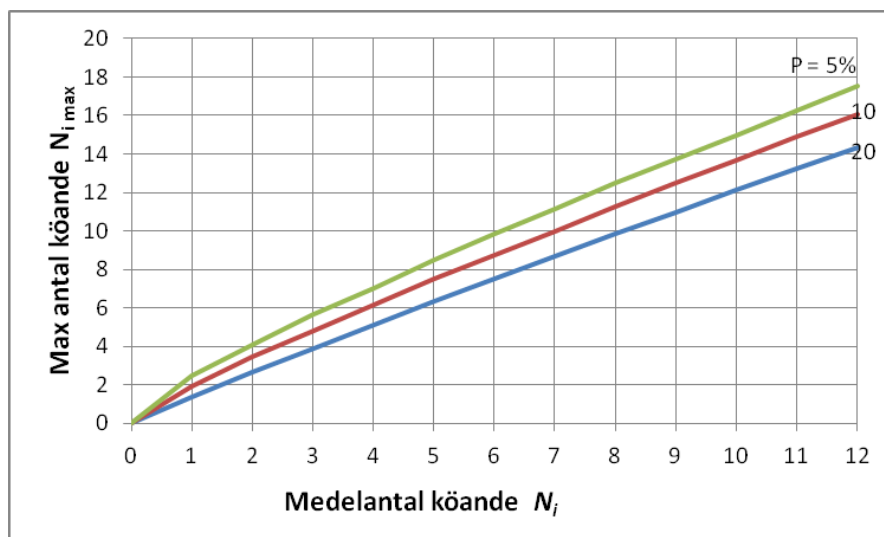
$\mu$  = Medelantal köande fordon (populationens medelvärde)

$r$  = Antal köande fordon

$P(r)$  = Sannolikheten för att antalet köande fordon skall vara  $r$

$$P(0) = e^{-\mu} \quad P(r + 1) = \frac{\mu \cdot P(r)}{(r+1)} \quad [30]$$

- 5) Avläs antal köande fordon  $N_{i \max}$  mht accepterad risk för överbelastning  $P$  (%) ur figuren nedan och för in resultatet i kolumn 11 i blankett 4D:



Figur 36 Kölängd som funktion av sannolikhet för överbelastning

Kölängden i meter beror på andelen lätta resp tunga fordon, fordonens längd samt hur tätt fordonen ställer upp i kön vid rött ljus. Kölängden för ett sammansatt flöde med hög andel tunga fordon kan uppskattas med hjälp av formeln nedan på basis av följande antaganden:

$$L_{kö} = N_{i \max} (12,5 p_{LBn} + 7,5(1 - p_{LBn})) = N_{i \max} \cdot (5p_{LBn} + 7,5) \quad [31]$$

- Antal köande fordon:  $N_{i \max}$  vid vald risknivå för överbelastning
- Kölängd (m):  $L_{kö}$
- Andel tunga fordon:  $p_{LBn}$
- Personbilar:  $L_P = 7,5$  m/personbil (inkl lucka)
- Tunga fordon:  $L_{LBn} = 12,5$  m/lastbil ( ” ” )

Resultatet förs in i kolumn 12 i blankett 4D

## **Kommentarer**

## 4.10.2 Andel stoppade och fördröjda fordon

### Andel stoppade fordon

Andelen stoppade fordon  $p_{si}$  i körfält  $i$  kan uppskattas med hjälp av formeln nedan:

$$p_{si} = \frac{r_i + N_i \cdot t_{ka}}{c} \quad [32]$$

där

$r_i$  = rödtid per omlopp i körfält  $i$

$N_i$  = medelantal köande fordon vid gröntidens början

$N_i \cdot t_{ka}$  = tid från gröntidens start då det sista köande fordonet som köade i körfält  $i$  vid gröntidens start börjar rulla.

Värdet på  $t_{ka}$  kan sättas till 1 sekund

Formeln förutsätter att belastningsgraden  $\leq 0,95$ , för högre belastningsgrad se avsnitt 4.10.4.

Resultatet förs in i kolumn 13 på blankett 6D

Andelen stoppade fordon i hela korsningen  $p_{si}$  beräknas enligt formeln nedan

$$p_{si} = \frac{\sum(p_{si} \cdot q_i)}{\sum q_i} \quad [33]$$

Resultatet förs in på nedersta raden i kolumn 13, blankett 4D.

### Andel fördröjda fordon

Andelen fordon  $p_{ci}$  som drabbas av interaktionsfördröjning kan uppskattas som den andel av omloppstiden som upptas av rödtiden  $r$  + den tid under vilken köavveckling pågår i det aktuella körfältet  $i$

$$p_{ci} = \frac{r_i + q_i \cdot r_i / (s_i - q_i)}{c} \quad [34]$$

Resultatet för på blankett 4D kolumn 14.



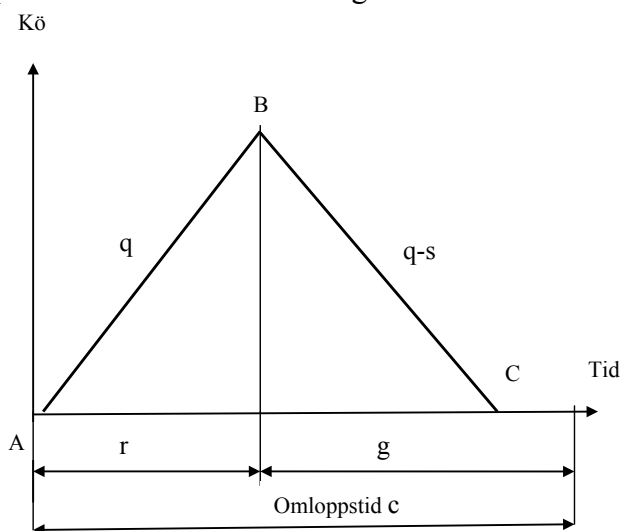
**Kommentarer avsnitt 4.10.3**

Medelfördröjningen  $\bar{d}_i$  pga interaktion för ett körfält kan beräknas som summan av:

- 1) en deterministisk del  $\bar{d}_{d,i}$  vid konstant flöde och mättnadsflöde som kan beräknas som ytan av triangeln A-B-C i figuren nedan dividerat med antalet avvecklade fordon per omlopp

$$\bar{d}_{d,i} = \frac{s \cdot r^2}{2 \cdot c \cdot (s - q)} = \frac{c \cdot (1 - \lambda)^2}{2 \cdot (1 - B \cdot \lambda)} = AI_i \cdot c; \quad \lambda = \frac{g}{c}; \quad B = \frac{q \cdot c}{s \cdot g} \quad [35]$$

( $AI_i$  refererar till beteckning använd i tabell 4D kolumn 16)

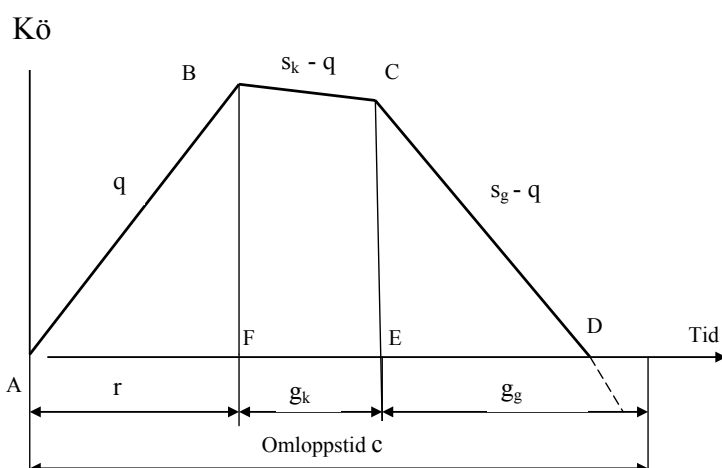


- 2) en tilläggsterm  $\bar{d}_{r,i}$  som beskriver inverkan av slumpmässiga variationer av  $s$  och  $q$

$$\bar{d}_{r,i} = \frac{B^2}{2 \cdot q \cdot (1 - B)} = \frac{AR_i}{q_i}; \quad AR_i = \frac{B^2}{2 \cdot (1 - B)} \quad (AR_i \text{ är beteckn. i kol. 18}) \quad [36]$$

Där  $B$  belastningsgrad =  $\frac{q \cdot c}{s \cdot g}$ ;  $q$  = trafikflöde;  $c$  = omloppstid;  $g$  = gröntid

För körfält med oskyddad trafikavveckling som exemplet körfältstyp D nedan är köavvecklingen inte är konstant under gröntiden, se figur och formel [37]:



Medelfördröjningen  $\bar{d}_f = (\text{ytan A-B-C-D-A})/qc = Y_{\text{tan}}/qc =$

$$\bar{d}_{d_i \text{ typ D}} = \left[ \frac{q \cdot r^2 + g_k \cdot [2 \cdot q \cdot r - g_k \cdot (s_k - q)] + \frac{(q \cdot r - (s_k - q))^2}{(s_g - q)}}{2 \cdot q \cdot c} \right] \quad [37]$$

### 4.10.3 Fördröjning

#### Fordonstrafik

I en signalreglerad plankorsning uppstår två typer av fördröjning:

- Interaktionsfördröjning ( $di_i$ ) förorsakad av röd signal samt ej signalreglerade sekundärkonflikter mellan vänstersvängande fordon och mötande trafik resp. mellan högersvängande trafik och korsande gångtrafik som avvecklas i samma signalfas.
- Geometrisk fördröjning ( $dg_i$ ) förorsakad av retardation i samband med svängande fordonsrörelser.

Nedan beskrivs metod för beräkning av interaktionsfördröjningen ( $di_i$ ). Den geometriska fördröjningen i en signalregerad korsning är vanligen av mindre storleksordning. Den kan därför oftast försummas p.g.a. att en metod för tidsättning som minimerar fördröjningen leder till belastningsgrader nära 0,8 och därigenom får en höga andel fordons som drabbas av interaktionsfördröjning. Metoder för beräkning av  $dg_i$  i plankorsningar beskrivs i kapitel 5 *Ej signalreglerade korsningar*.

#### Beräkning av interaktionsfördröjning ( $di_i$ )

(För högre belastningsgrad än 0,95 se avsnitt 4.10.4)

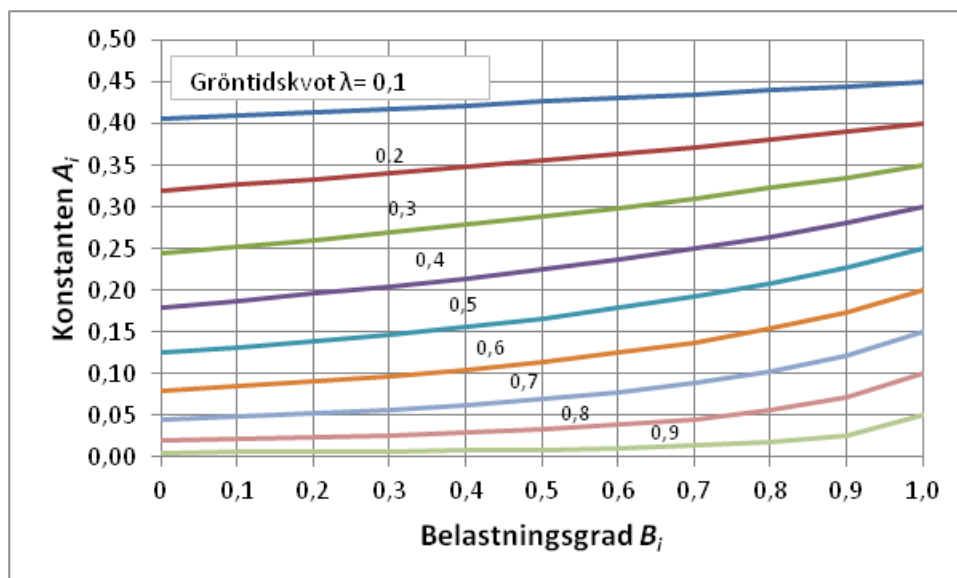
##### (1) Beräkna medelfördröjningen för varje körfält vid tidstyrning.

Beräkningsresultaten införs på blankett 4D, kolumn 16-20.

Medelfördröjningen,  $di_i$  (s/f) = bestäms ur formeln

$$di_i = \left( AI_i \cdot c + \frac{AR_i}{q_i} \right) \quad (\text{beteckningar se kommentarsida}) \quad [36]$$

(a) Bestäm värdet på  $AI_i$  genom att gå in med  $B_i$ -värdet från 4D kolumn 7.



Figur 37 Samband mellan belastningsgrad, gröntidskvot och  $AI_i$

**Kommentarer avsnitt 4.10.3 forts.**

I trafikstyrda signalanläggningar är antalet köande fordon vid mindre hög belastningsgrad ( $< 0,7$ ) lägre än vid tidsstyrning pga styrningens anpassning till variationer i trafikflödet. Tillförlitliga metoder för beräkning av  $N_i$  i detta belastningsintervall saknas och är normalt av mindre intresse. En approximativ metod är att beräkna antalet köande fordon med antagande om tidsstyrning (FT) samt korrigera med  $h$  t medelfördröjningen beräknad vid såväl tidsstyrning som trafikstyrning (VA).  $N_{iVA} = N_{iFT} \cdot \frac{d_{VA}}{d_{FT}} = N_{iFT} \cdot k$  Värden på korrektionsfaktorn  $k$  erhålls enligt tabellen nedan.

**Tabell 20 Korrektionsfaktor för fördröjning vid trafikstyrning jämfört med tidsstyrning**

Belastningsgrad $B$	Trafikstyrning med parallella gångsignaler samt ej återgång till allrött			Trafikstyrning med grönt i gångsignaler endast efter tryckknappsanmälan samt återgång till allrött		
	Antal körfält/fas			Antal körfält/fas		
	2	4	6	2	4	6
0,2	0,70	0,80	0,90	0,50	0,60	0,85
0,4	0,75	0,85	0,95	0,75	0,85	0,95
0,6	0,80	0,95	1,00	0,80	0,95	1,00
0,8	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Som ingångsvärden i tabellen utnyttjas  $B_i$  -värdet enligt kolumn 7 i blankett 6D, samt medelantalet körfält per fas i korsningen, dvs antalet körfält dividerat med antalet faser.

Förutom de vid sistnämnda beräkning beaktade variablerna inverkar även den minsta gröntiden  $g_{min}$  och den längsta gröntiden  $g_{max}$  samt förlängningsintervallet och antalet körfält per fas. Dessutom inverkar nedanstående funktioner:

- återgång till allrött
- gåfaser med eller utan krav på tryckknappsanmälan
- typ av detektorer och deras lokalisering; typ av styrapparat

I moderna styrapparater är ofta  $g_{min}$  variabel som funktion av antalet anländande fordon under rödtiden.  $g_{max}$  kan också i vissa fall vara variabel, t ex med hjälp av tidur, programvalsdetektorer eller som en funktion av antalet köande fordon i tvärriktningarna. Vidare är ofta fasindelningen flexibel vilket är fallet i styrapparater av signalgruppstyp.

För en noggrann bestämning av fördröjningen vid trafikstyrning behövs en separat beräkningsmetod för varje typ av styrapparat och tillämpning. De i tabell 20 ovan behandlade korrektionsfaktorerna är baserade på praktiska prov och simuleringsresultat för vanliga tillämpningar av trafikstyrning och är således behäftade med stor osäkerhet.

Se också tabell 19 på kommentarsidan till avsnitt 4.8.8. angående förlängningsintervall och max. gröntider vid trafikstyrning.

- (b) Beräkna  $AI_i \cdot c$  och för in värdet i kolumn 17
- (c) Bestäm  $AR_i$  genom att gå in med  $B_i$ -värdet enligt kolumn 7 i nedanstående tabell.

**Tabell 21 Bestämning av konstanten  $AR_i$  som funktion av belastningsgraden  $B_i$**

Bel.grad $B_i$	Konstanten $AR_i$									
	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
0,2	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06
0,3	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12	0,12
0,4	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,20	0,21	0,22	0,24
0,5	0,25	0,27	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42
0,6	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60	0,64	0,68	0,72	0,77
0,7	0,82	0,87	0,93	0,99	1,05	1,13	1,20	1,29	1,38	1,49
0,8	1,60	1,73	1,87	2,03	2,21	2,41	2,64	2,91	3,23	3,60
0,9	4,05	4,60	5,29	6,18	7,36	9,02	11,52	15,68	24,01	49,00

- (d) Beräkna  $AR_i/q_i$  där  $q_i$  hämtas från kolumn 3.
- (e) Beräkna medelfördröjningen,  $d_i$ , vid tidstyrning genom att addera värdena i kolumn 17 och 19 och fyll i resultatet i kolumn 20.
- (2) För trafikstyrda anläggningar korrigeras  $d_i$  med hjälp av korrektionsfaktor enligt tabell 20 (se kommentarsida). Fyll i resultatet i kolumn 23.

(3) Den totala fördröjningen in korsningen per tidsenhet (s) erhålls genom att multiplicera värdena i kolumn 3 med de i kolumn 20 resp 22, samt för in värdena i kolumn 23 resp 24 samt addera alla värdena i dessa kolumner.

$$\text{Total fördröjning} = \sum q_i \cdot d_i \quad \text{fordonssekunder/sek}$$

Medelfördröjningen i hela korsningen erhålls genom att dividera  $D$  med den sammanlagda trafikbelastningen (summan av kolumn 3).

$$\text{Medelfördröjningen } \bar{d} = \frac{D}{\sum q_i} = \frac{\sum(q_i \cdot d_i)}{\sum q_i} \quad (\text{sek/fordon}) \quad [38]$$

Medelvärde för hela korsningen för aktuellt fall av signalreglering (tids- resp. trafikstyrning) förs in på nedersta raden i kolumn 24.

### Gångtrafik

Fördröjningen för gående kan uppskattas om man antar att alla gående som anländer till övergångsstället under perioden ( $c-g$ ) då gångsignalen visar rött påbörjar passagen av övergångsstället då gångsignalen slår om till grönt samt passerar hela övergångsstället utan uppehåll på mittrefug (dvs ingen ”slussning” av gående). Gångtrafikens medelfördröjning  $d_{gå}$  blir då:

$$d_{gå} = \frac{(c-g)^2}{2 \cdot q_{gå} \cdot c} \quad [39]$$

## **Kommentarer**

## 4.10.4 Trafikeffekter av överbelastning

### Inledning

En signalreglerad korsning bedöms vara överbelastad om ”summa  $q/s$ ”  $\geq 0,95$ . Metoden ger därifrån en övergångsberäkning till deterministiska framkomlighetseffekter för belastningsgrad  $\geq 1,4$  enligt schablonmetoden i Trafikverkets rapport *Effektsamband för transportsystemet Bygg om eller bygg nytt* kapitel 4 Tillgänglighet (2013-08-31). Överbelastningen antas vara en timme med trafikflöde 0 i följande timme. Metoden är implementerad i datorstödet Capcal.

### Medelfördröjning

#### *Steg 1: Beräkning av trafikeffekter för given trafiksituation*

För befintlig total trafikbelastning i korsningen  $Q_{bef}$  fordon/h beräknas tidsättning och belastningsgrad  $B_{bef}$  för alla deltillfarter som representerar den kritiska konfliktpunkten. Metodbeskrivningen och Capcal förutsätter att  $B_{bef} < 0,95$ . Metoden för tidsättning minimerar korsningens medelfördröjning vilket innebär att samma belastningsgrad normalt erhålls för de dimensionerande körfälten i dessa deltillfarter. Trafikeffekterna medelfördröjning, andel stoppade fordon och körlängd beräknas sedan för alla tillfarter.

#### *Steg 2: Beräkna medelfördröjning för trafikbelastning som motsvarar $B = 0,95$ för den kritiska konfliktpunkten*

Belastningsnivån  $Q_{bef}$  från beräkningen i steg 1 korrigeras med hjälp av Capcal-funktionen ”förändring av alla flöden” tills belastningsgraden  $B = 0,95$  uppnåtts för den kritiska konfliktpunkten. Omloppstid och gröntidsandelarna för varje fas vid  $B = 0,95$  enligt Capcals resultattabeller för denna beräkning antas gälla även för högre belastningsnivåer inklusive överbelastning. Om den erhållna omloppstiden vid  $B = 0,95$  överskrider acceptabla max.värden enligt tabell 4 (tvåfas: 90; trefas: 120 och fyrfas 150 sek) utnyttjas dock dessa maxvärden för beräkning av trafikeffekter för belastningsgrader  $> 0,95$ . Korsningens totala trafikflöde som ett resultat av de stegvisa korrigeringarna av flödet kallas  $Q_{B=0,95}$ , och medelfördröjning för hela korsningen  $d_{i, B=0,95}$  sek/fordon. Samma indexering tillämpas för medelfördröjning, andel stoppade fordon och körlängd för alla tillfarter vid denna belastningsgrad.

#### *Steg 3: Beräkna korsningens medelfördröjning vid $B = 1,4$*

I den deterministiska analysen nedan förutsätter att överbelastningen varar i en timme och efterföljs av en timme med ingen trafikbelastning. Metoden (se beskrivning på kommentarsidan) ger att medelfördröjningen för hela korsningen blir

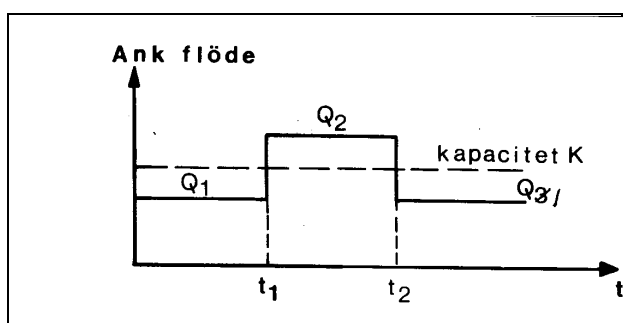
$$d_{B=1,4} = (1,4 - 1) \cdot 3600 / 2 = 720 \text{ sek/fordon} \quad [40]$$

Eftersom metoden för tidsättning ger samma belastningsgrad för alla tillfarter som korsar den kritiska konfliktpunkten kan alla fordon approximativt antas ha samma medelfördröjning som genomsnittet för korsningen enligt ovan.

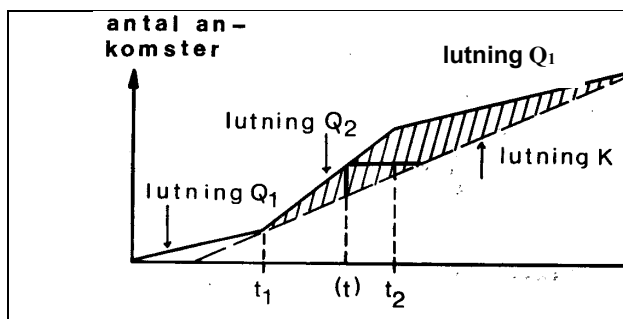
## Kommentarer avsnitt 4.10.4

**Beskrivning av deterministisk analys av överbelastning**

Överbelastning i ett vägnät bestäms av systemets flaskhalsar, t.ex. en övergång från motorväg till 2-fältsväg, i vilka efterfrågan kan överstiga tillgången "kapaciteten". Detta leder till snabbt växande köer som kan skapa blockeringar bakåt i vägsystemet. Överbelastning i en punkt i ett vägnät kan bedömas med följande enkla deterministiska modell (Trafikverket Effektkatalog Bygga nytt och bygga om version april 2014): En trafikanläggning har kapaciteten  $K$  (f/h). Inkommande flöde ligger på  $Q_1$  (f/h) till tidpunkten  $t_1$  då det ökar till  $Q_2$  över kapaciteten för att vid tidpunkten  $t_2$  åter sjunka till  $Q_1$ .



Trafikförhållandena kan över tiden istället beskrivas med antal ankommande fordon som x-axel. Detta ges genom att lägga ut linjer med lutningarna  $Q_1$  och  $Q_2$  med skärningspunkter vid  $t_1$  och  $t_2$ . Linjen med lutning  $K$  ger utflödet från anläggningen då den opererar vid kapacitetsgränsen.



- Den streckade ytan i figuren blir den totala fördröjningen p.g.a. överbelastningen antaget deterministiska förhållanden exklusive geometrisk fördröjning. Den totala fördröjningen blir  $0,5 \cdot (t_2 - t_1)^2 \cdot (Q_2 - Q_1) \cdot (Q_2 - K) / (K - Q_1)$ .
- Den längsta vertikala linjen i den streckade ytan blir max kölängd:
- $(t_2 - t_1) \cdot (Q_2 - K)$
- Tid till effekterna av överbelastningen upphört (relativt när övrefterfrågan upphört):
- $t_3 - t_1 = (Q_2 - Q_1) / (K - Q_1) \cdot (t_2 - t_1)$

**Exempel:**  $Q_1 = 1500$   $Q_2 = 2000$   $K = 1800$   $t_2 - t_1 = 0,5$  h;

$t_3 - t_1 = (Q_2 - Q_1) / (K - Q_1) \cdot (t_2 - t_1) = 500 / 300 \cdot 0,5 = 0,8$  timmar

Total tid:  $0,5 \cdot 0,5^2 \cdot 500 \cdot 200 / 300 = 41,7$  timmar

Max kö:  $0,5 \cdot 200 = 100$  fordon

**Steg 4: Beräkna medelfördröjning för  $0,95 < B \leq 1,4$** 

Hagring (2001a) redovisar en kontinuerligt deriverbar fördröjningsfunktion baserad på koordinattransformation för beräkning av fördröjningen  $d_{akt}$  vid belastningsgrader  $B_{akt}$  mellan 0,95 och 1,4, se formel 41 nedan. Metoden är implementerad i Capcal för såväl signalreglerade som ej signalreglerade korsningar. Se tillämpningsexempel på nästföljande sida

$$d_{akt} = \frac{-(2+K\cdot\tau-B_{akt}\cdot K\cdot\tau) + [(2+K\cdot\tau-B_{akt}\cdot K\cdot\tau)^2 + 8B_{akt}\cdot K\cdot\tau]^{0,5}}{4\cdot K} \quad [41]$$

där

$K$  = deltillfartens kapacitet enligt beräkningen för  $B = 0,95$  (Steg 2 ovan)

$B_{akt}$  = deltillfartens aktuella belastningsgrad vid överbelastning

$\tau$  = studieperiodens längd (sek)

$d_{akt}$  = medelfördröjning vid aktuell överbelastning

**Steg 5: Medelfördröjning för  $B > 1,4$** 

Beräkna medelfördröjning för belastningsgrad  $> 1,4$ :

$$d = 0,5 \cdot (B - 1) \cdot 3600 \text{ sek/fordon} \quad [42]$$

**Andel stoppade fordon**

Andelen stoppade fordon kan antas vara = 1,0 vid belastningsgrader över 0,95.

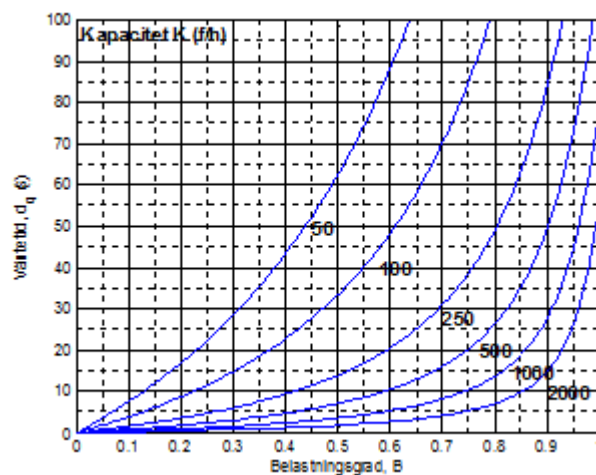
**Kö längd (antal köande fordon)**

Beräkningen av kö längder upp till belastningsgrad 0,95 sker enligt ordinarie modell eller Capcal med beaktande av maxvärden för omloppstider enligt Steg 2 för beräkning av medelfördröjning ovan. För högre belastningsgrader ( $B_{övb}$ ) uppskattas antal köande fordon ( $N_{kö,övb}$ ) i en kritisk tillfart enligt ekvationen nedan:

$$N_{kö,B\>0,95} = N_{kö,B=0,95} + c_{max}(q_{övb} - s_{B=0,95} \cdot \lambda_{B=0,95}) \cdot \frac{3600}{c_{max}} \quad [43]$$



## Kommentarer



Figur 38 Plottning av ekvation [41] för  $\tau = 1$  timme.

#### Exempel på tillämpning av överbelastningsmetodik för beräkningsexempel 1 (avsnitt 4.13.1)

##### Befintlig trafikbelastning:

$$Q_{\text{bef}} = 950 + 410 + 1100 + 350 = 2810 \text{ ford/h}$$

Belastningsgrad:  $B_{\text{bef}} = 0,81$  för deltillfarter som ingår i den dimensionerande (kritiska) konfliktpunkten

Medelfördröjning:  $D_{\text{bef}} = 23$  sek/fordon (hela korsningen)

##### Trafikbelastning vid $B = 0,95$

Med Capcal funktionen "förändring av alla flöden" erhöles  $B = 0,95$  för kritiska tillfarter vid en trafikbelastning  $= 1,20 * Q_{\text{bef}}$ . Medelfördröjningen vid denna belastningsnivå enligt Capcals resultattabell blev  $D_{B0,95} = 54$  sek.

##### Exempel på överbelastning ( $B > 1,0$ )

Trafikbelastning  $B_{\text{akt}} = 3504$  fordon/h under en timme skulle ge en belastningsgrad på  $0,81 * 3504/2810 = 1,01$  för kritiska tillfarter

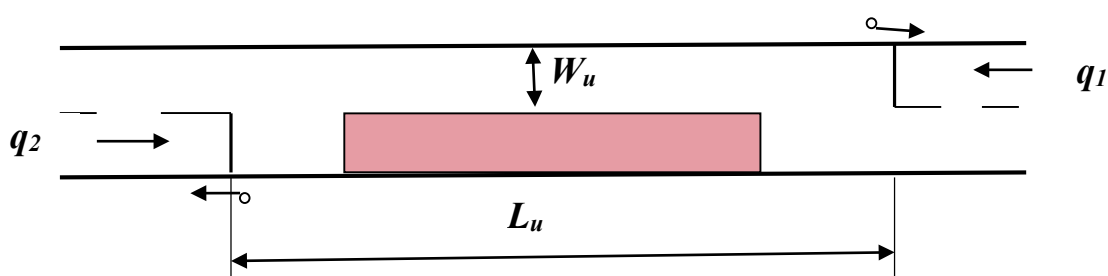
Funktionsbaserad beräkning av krökt samband (formel 41) ger för denna belastningsgrad en genomsnittlig fördröjning för de kritiska tillfarterna  $d_{B=1,01} = 77$  sek.

Samma beräkningsmetod kan i princip tillämpas för beräkning av medelfördröjningen i deltillfart som inte ingår i den kritiska konfliktpunkten och härigenom har lägre belastningsgrad.

## 4.11 Skyttelsignaler

### *Allmänt*

Skyttelsignaler med utformning enligt principen i figur 39 nedan kan beräknas med samma grundläggande metodik som tillämpats för signalreglerade korsningar i detta kapitel. De motriktade riktningarna behandlas då som korsande trafikströmmar som tidssepareras i två faser avseende passagen av den enkelriktade sträckan som skyttelsignalen reglerar.



Figur 39 Typskiss för skyttelsignalanläggning

### *Beräkningsmetod*

#### **Indata geometri**

Utrymningssträcka =  $L_u$  (m)

Körbanelbredd (flaskhalsen) =  $W_u$  (m)

#### **Säkerhetstid**

Utrymningshastighet: Riktning 1:  $V_1$  ; Riktning 2:  $V_2$  (m/sek)

Utrymningstid: "  $T_1 = L_u/V_1$  "  $T_2 = L_u/V_2$  (sek)

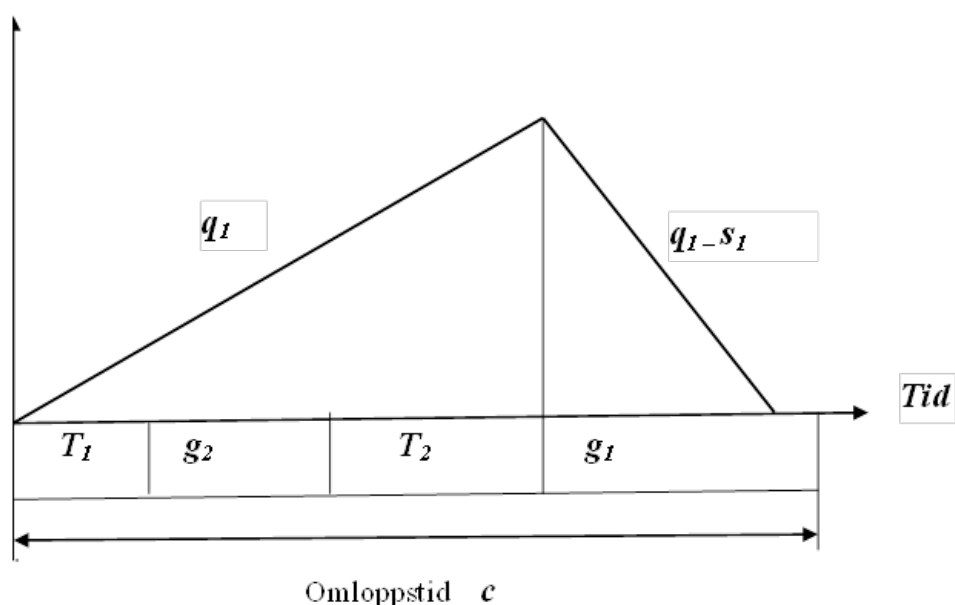
#### **Trafik**

Flöde: Riktning 1:  $q_1$  ; Riktning 2:  $q_2$  (m/sek)

Mättnadsflöde: Riktning 1:  $s_1$  ; Riktning 2:  $s_2$  (m/sek)

Principen för tidsättning illustreras i figur 40.

## **Kommentarer**

**Kö riktn 1****Figur 40 Princip för tidsättning****Tidsättning:**

Blanketterna i avsnitt 4.14, speciellt 4C, kan användas där varje köriktning behandlas på en rad. Se också beräkningsexempel 4 i avsnitt 4.13.4.

1. Beräkna utrymningstider. Total förlusttid  $F = T_1 + T_2$
2. Beräkna mättnadsflöden för de olika köriktningarna  
= basvärde \* korr mht körbanebredd, lutning, tunga fordon enligt avsnitt 4.7.4 körfältstyp A samt korrektionsfaktorer enligt avsnitt 4.7.5
3. Beräkna belastningskvoter  $q/s$  i bägge riktningarna enligt avsnitt 4.7.9
4. Beräkna omloppstid vid tidsstyrning  $c = (1,5 * F + 5) / [1 - \text{summa}(q/s)]$
5. Beräkna omloppstid, gröntidsfördelning och gröntider enligt avsnitt 4.7.10
6. Beräkna kapacitet, belastningsgrad och trafikeffekter enl. avsnitt 4.9

## 4.12 Alternativa metoder

Alla typer av trafiksignaler går inte att kapacitetsberäkna med analytiska metoder på ett adekvat sätt, i dessa fall behöver alternativa metoder användas. Trafikstyrda signaler och trafiksignaler med bussprioritering är svåra att analysera med analytiska metoder, liksom trafiksignaler som ligger så nära korsningar med andra regleringsformer att ankomstfördelningen inte kan antas vara slumpmässig. Ett exempel är en cirkulationsplats med signalreglerat övergångsställe. I dessa fall kan mikrosimulering vara en lämplig metod för analys av kapacitet, fördröjning mm.

Effekterna av samordnade trafiksignaler utan trafikstyrning går att beräkna analytiskt, men varken i detta kapitel redovisade metoder eller Capcal kan hantera det. I dessa fall kan speciell programvara för optimering och beräkning av signalsamordningar, t ex. TRANSYT, användas. Simulering kan i vissa fall också vara ett alternativ.

För fall där de analytiska beräkningsmetoderna enligt denna metodbeskrivning inte är tillämpliga är vanligen den bästa alternativa beräkningsmetoden simulering också för följande fall:

- Det finns fler än 4 till- eller frånfarter
- Det finns påverkan från närliggande korsningar
- Det finns behov av animering för att visuellt verifiera den analytiska kalkylen.

Metodbeskrivningar för simulering har dokumenterats i rapporten **TRV2013/79994 Handbok för kapacitetsanalys med hjälp av simulering** som är tillgänglig via Trafikverkets hemsida.

## 4.13 Beräkningsexempel

Fyra beräkningsexempel redovisas nedan med hjälp av ifyllda blanketter i avsnitt 4.13.1, 2, 3 och 4. Blanketterna är i görligaste mån anpassade efter inmatning av data i Capcal. Tomma blanketter återfinns i avsnitt 4.14. Se också Excel-filer i rapporten **Kalkylhjälpmedel för kapacitetsanalys (TRV2013/92033)** som är tillgänglig via Trafikverkets hemsida.

Exemplen redovisar tre vanliga fall av fasindelning och metodik när det gäller att identifiera kritisk konfliktpunkt och därmed sammanhängande beräkning av tidsättning. Se också metodbeskrivning i tidigare avsnitt av detta kapitel.

### **Beräkningsex. 1 :**

**Tvåfas signalreglering (blandfaser) där varje tillfart körfält endast har grönt i en fas. Ingen separatreglering av svängande fordonströmmar**

Gör en noggrann beräkning av tidsättning, kapacitet, belastningsgrad och framkomlighetseffekter för den tidstyrt signalreglerade korsningen mellan A- och B-gatan i M-stad .

Exempel 1 innerhåller följande tillämpningar:

- noggrann bestämning av säkerhetstider
- inverkan av korta körfält
- tidsättning beräkningsomgång omgång 1 och 2
- beräkning av kapacitet och belastningsgrad
- beräkning av fördröjning, körlängd och stoppade fordon

### **Beräkningsex. 2: Trefas med eftergrönt, en tillfart har grönt i två faser**

Beräkna körlängd, antal stoppade fordon och medelfördröjning för den tidsstyrda korsningen mellan H-gatan och R-vägen i Stockholm .

Exempel 2 innerhåller följande tillämpningar:

- delvis separatreglerad tillfart (eftergrönt)
- inverkan av korta körfält
- tidsättning beräkningsomgång omgång 1 och 2
- beräkning av kapacitet och belastningsgrad
- beräkning av fördröjning, körlängd och stoppade fordon

### **Beräkningsex. 3: Flerfas med ”supervänster” i den ena eller bägge korsande gatorna och efterföljande alternativfaser då kön i den ena av de vänstersvängande körfälten i resp gata avvecklats**

Beräkna tidsättningen för den trafikstyrda korsningen mellan Infartsleden och Medelvägen i Oskarshäll (kommentar :3).

Exempel 3 innerhåller följande tillämpningar:

- separatreglerade vänstersvängande körfält på huvudgatan
- alternativa extrafaser (”supervänster”)
- korrektion av tidsättningen m h t min gröntid
- bestämning av max gröntid och förlängningsintervall

### **Beräkningsex. 4: Skyttelsignal vid vägarbete**

Beräkna tidsättning, kapacitet och belastningsgrad för skyttelsignal

**Kommentarer beräkningsexempel 1.**

*Tvåfas signalreglering där varje tillfart körfält endast har grönt i en fas. Ingen separatreglering av svängande fordonsströmmar*

**Problemformulering**

Gör en noggrann beräkning av tidsättning, kapacitet, belastningsgrad och framkomlighetseffekter för den tidstyrt signalreglerade korsningen mellan A- och B-gatan i M-stad.

**Översikt av beräkningsmetod**

Följ de olika beräkningsstegen enligt metodbeskrivningen för att beräkna trafikflöde och mätnadsflöde för varje körfält mht dettas körfältstyp. Identifiera vilket körfält som har det största värdet på  $q/s$  i varje fas och ringa in detta värde på blankett 6C-1 kolumn 16 för bestämning av  $\sum (q/s)_i_{\max}$  i den kritiska konfliktpunkten mellan trafikströmmarna från fas 1 och fas 2. Därefter beräknas omloppstid, gröntider, kapacitet och belastningsgrad. I exemplet redovisas också beräkningsomgång 2 av tidsättningen på blankett 4C-2 samt beräkning av framkomlighetseffekter på blankett 4D.

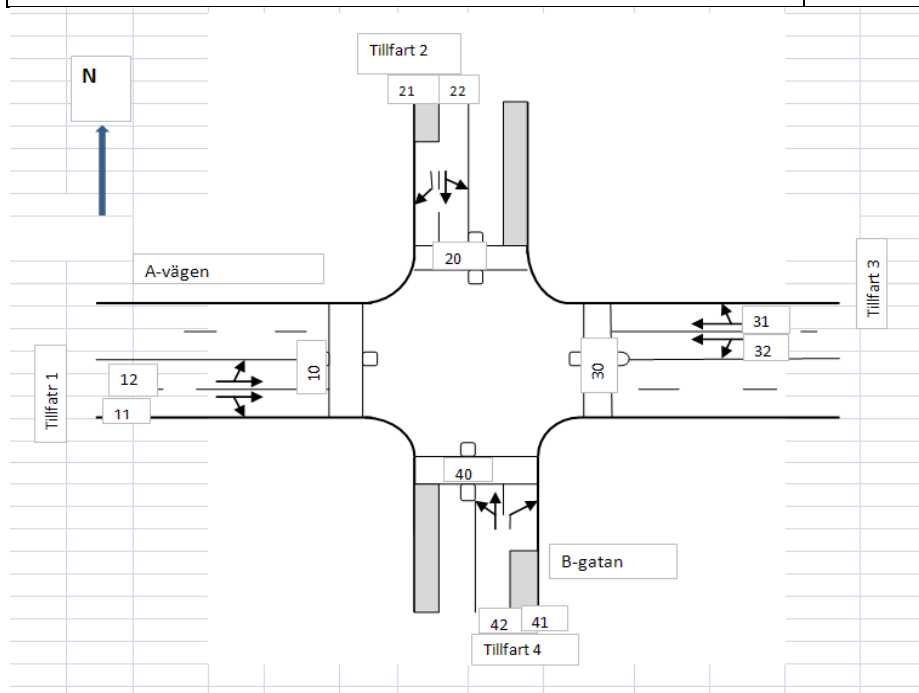
**Blankett 4A-1 Planskiss – förutsättningar**

Gör en planskiss och fyll körfältsnummer och alla erforderliga geometriska mått enligt tabellen på denna blankett.

B-gatans båda tillfarter (2) och (4) har en bredd 5,5m och uppdelas därför i två körfält enligt moment 4.5.1. De korta körfälten närmast kantsten antas endast utnyttjas av högersvängande fordon.

## 4.13.1 Beräkningsexempel 1

<b>Blankett 4A-1 Trafiksignaler</b>  <b>Planskiss - förutsättningar</b>	Kommun: M-stad
	Korsning: Avvägen - Bgatan
	Alternativ: 1
	Utförd av: Nils Svensson
	Datum: 2013-12-12



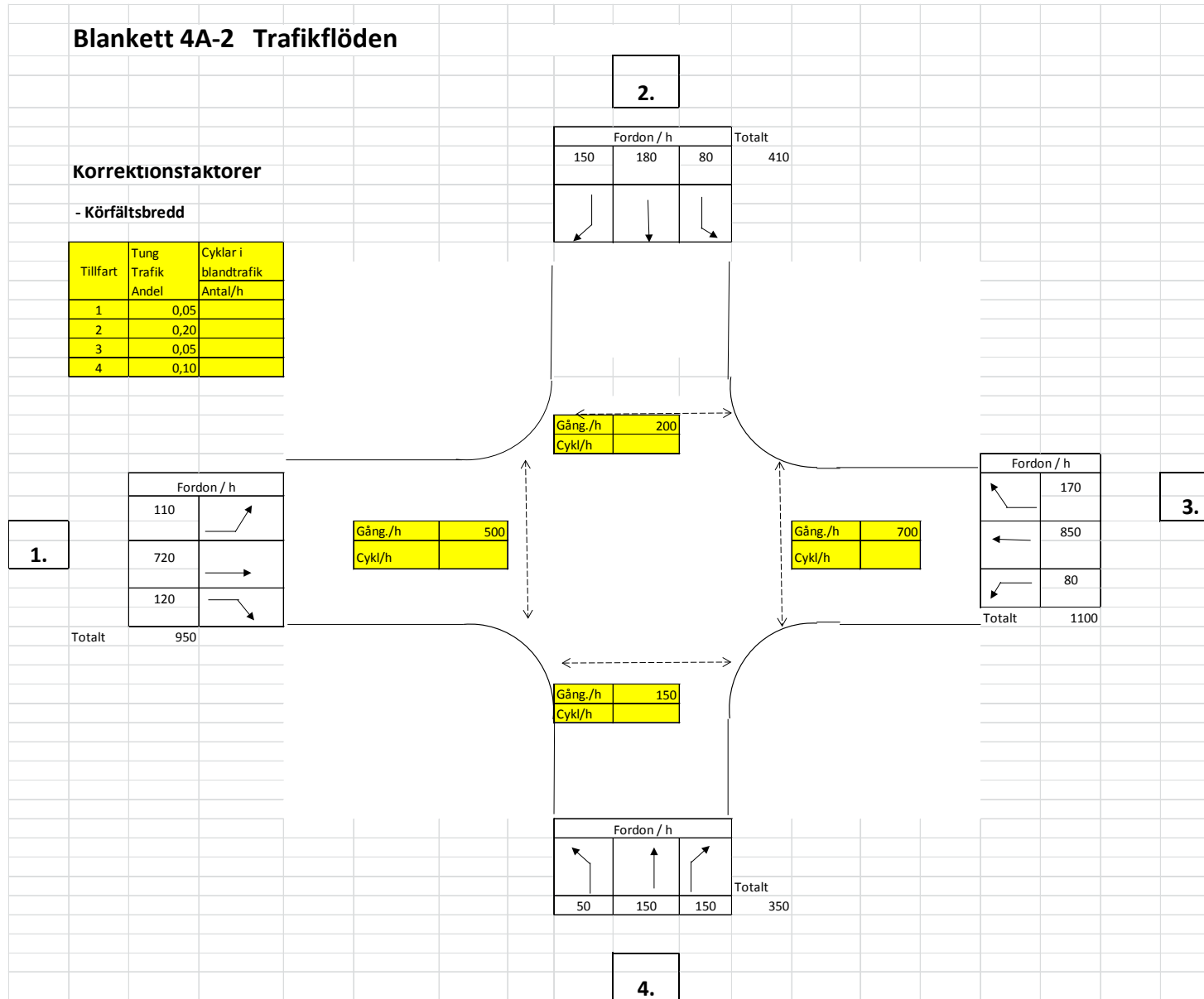
Tillfart nr	1	2	3	4					
Hastighetsgräns (km/h)	50	50	50	50					
Kurvradie högersväng (m)	7	7	7	7					
Anslutningsvinkel (grader)	90	90	90	90					
Lutning +/- %	0	0	0	0					
Avstånd stopplinje - tvärgat. kantlinje $L_{stopp}$ (m)	7	7	7	7					
Avst. Stopplinje - övergångsställe $L_{s.og}$ (m)	1	1	1	1					
Vsv bilar kan köa utan blockera efterfölj. fordon	1	1	1	1					
Köutrymme efter rött:	Vsv	2	1	2					
	Hsv	2	1	2					
Bredd övergångsställe (m)	4	4	4	4					
Längd övergångsställe $L_{og}$	14,5	10,0	14,5	10,0					
Körfältsbredd och längd (m)	Kf nr	Bredd	Längd	Bredd	Längd	Bredd	Längd	Bredd	Längd
	-1	3,5		2,75	16	3,5		2,75	24
	-2	3		2,75		3		2,75	
	-3								
	-4								
Refug	1,5		1,5		1,5		1,5		
Frånfart	6,5		3,0		6,5		3,0		
Total gatubredd (m)	14,5		10,0		14,5		10,0		



## **Kommentarer beräkningsexempel 1**

### **Blankett 4A-2 Trafikflöden**

Fordonstrafikflödena för alla tillfarter med uppdelning på raktframgående och svängande trafikriktningar avser antal motorfordon per timme. I det aktuella exemplet saknas uppgift om cykeltrafik som därför får antas vara ringa. Vid omfattande cykeltrafik utan egen bana kan adderas till fordonstrafiken efter omräkning till personbilsenheter med ekvivalenstalet 0,3.



**Kommentarer beräkningsexempel 1 forts.**

**Blankett 4A-3 Signalreglering**

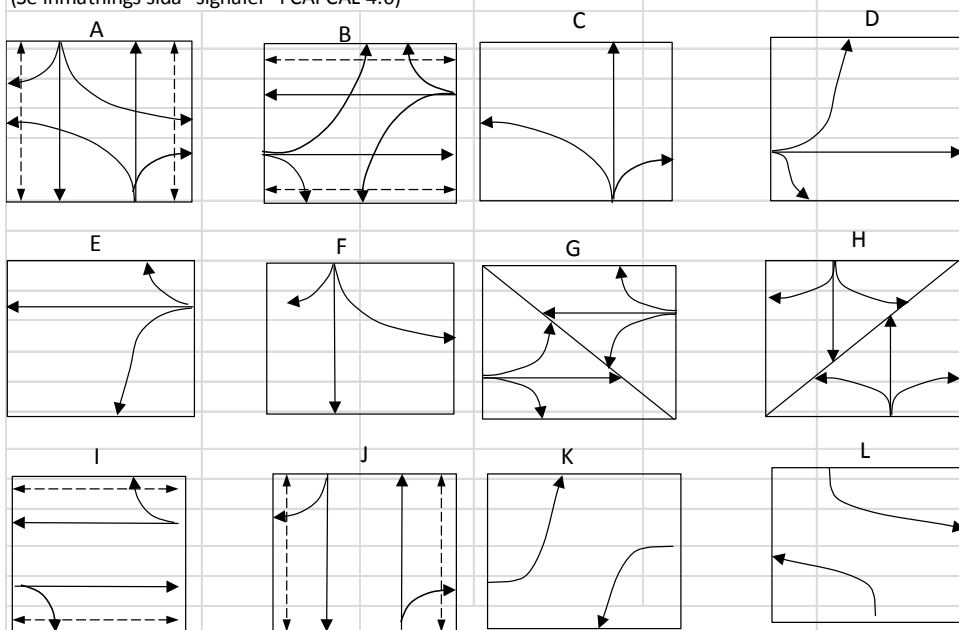
Förutom fält för inmatning av fastyper innehåller denna blankett också tabell för införing av resultat från beräkningen av säkerhetstid och förlusttid (blankett 4B-1) och minsta gröntid (blankett 4B-2) för varje fas, se nedan.

Dessa värden behandlas sedan i samband med beräkningen av korsningens tidsättning.

## Blankett 4A-3 Signalreglering

### Exempel på fasbilder

(Se inmatnings sida "signaler" i CAPCAL 4.0)



Fasbilder enligt exempel för fas nr					
1	2	3	4	5	6
A	B				
H1	H2				

Fas Nr.	Min gröntid $g_{min}$	Max gröntid $g_{max}$	Förlusttid $F$
1	11		4,4
2	11		3,9
3	0		0,0
4	0		0,0
5	0		0,0
$\Sigma$	22,0	0,0	8,3

Förlusttid per omlopp Total förlusttid:

Signalstyrning			Omloppstid (sek)	
Tidsstyrd	Trafikstyrd	Samordnad	Beräknas	1
1			Fast	

## **Kommentarer blankett 4B-1 Säkerhets- och förlusttider**

### **Körfält**

De kombinationer av utrymmande och framryckande körfält som ger längst säkerhetstider väljs efter kontroll av tänkbara sådana kombinationer. Längst säkerhetstid fås vid lång utrymningssträcka och kort framryckningssträcka, normalt är det mellan körfältet närmast kantsten som tillåter färd i riktning mot konflikten i både utrymmande och framryckande tillfart. Säkerhetstider beräknas endast för primärkonflikter vid blandfasreglering. Vid separatreglerade svängar (med pilsignal) räknas även säkerhetstider för samtliga sekundärkonflikter.

### **Utrymmande sträcka**

Avstånd från stopplinje för framryckande körfält till mitten på utrymmande körfält eller bortre sida på övergångsställe. Se vidare huvudtext  
Avstånd för rak korsning och blandfasreglering beräknas automatiskt, vid annan geometri eller separatreglering av svängande rörelser anges annat/uppmätt värde. Siffervärden i tabellen avser tidsåtgången för utrymmande trafik att passera kritisk konfliktpunkt och tidsåtgången för framryckande trafik att nå samma punkt. Med hänsyn till den ringa cykeltrafiken har inte räknats med en säkerhetstid som alltid tillåter cyklar att utrymma det bortre övergångsstället

### **Separatreglerat**

Sätts till 1 om utrymmande körfält är separatreglerat, annars till 0.

### **Dimensionerande fordonslängd**

Dimensionerande fordonslängd för fordon sätts till 6 meter om andelen tunga fordon är låg, annars till den längsta vanligt förekommande fordonslängden.  
Dimensionerande fordonslängd för cyklar sätts till 2 meter. Dimensionerande "fordonslängd" för gående är alltid 0

### **Utrymmande hastighet**

Högsta tillåtna utrymningshastighet för fordon tas från tabell, lägre hastighet ska användas om den är rimlig.

Utrymningshastighet för cykel är 5 m/s. Utrymningshastighet för gående är 1,4 m/s

### **Reduktion utrymningstid**

Tid för utrymmande gående kan reduceras med (kortaste) fråntiden för fordonsgupper i samma fas. Om detta utnyttjas måste mintiden fyllas i i blankett 4B-2. Tid för utrymmande cykel reduceras med 1 sekund pga. kortare passagetid

### **Framryckande sträcka**

Avstånd från stopplinje för utrymmande körfält till mitten på framryckande körfält eller främre sida på övergångsställe  
Framryckande sträcka för fortgångare är alltid 0. Avstånd för rak korsning och blandfasreglering beräknas automatiskt, vid annan geometri eller separatreglering av svängande rörelser anges annat/uppmätt värde.

### **Framryckande hastighet:**

Framryckningshastighet för fordon tas från tabell beroende på tillåten hastighet, lägre hastighet används endast om högre hastighet är orimlig.

### **Förlusttid:**

Den del av gultiden som inte används för fordonsavveckling, normalt 1 sekund, läggs till den dimensionerande säkerhetstiden. Inget tillägg görs för övergångsställen (eftersom gult sken ej visas).

## Blankett 4B-1 Säkerhets- och förlusttider

Blankett 4B-1, säkerhets- och förlusttidsberäkning											Del av gultid som ej används för fordons				1				
Utr. Fas	Körfält/Övergångsställe		Utrymmande								Framryckande				Säkerhets-tid	Förl. tid	Dim. Förlusttid	Komm.	
	utrymm.	framryck.	Körfält	Separatregl.	sträcka	dim.ford.l	str.inkl.dim.ford.l	hastig.	Reduk.	tid	Körfält	sträcka	hastig.	tid					
1	22	11	22	0	19,8	6	25,8	10		2,6	11	11,1	12	0,9	1,6	2,6		F-F	
	22	11	22	0	19,8	2	21,8	5	1	4,4	11	11,1	12	0,9	2,4	3,4		Cykel-F	
	22	40	22	0	27,5	6	33,5	10		3,4	40	0,0		0,0	3,4	4,4		F-ÖG	
	42	31	42	0	19,8	6	25,8	10		2,6	31	11,1	12	0,9	1,6	2,6		F-F	
	42	31	42	0	19,8	2	21,8	5	1	4,4	31	11,1	12	0,9	2,4	3,4		Cykel-F	
	42	20	42	0	27,5	6	33,5	10		3,4	20	0,0		0,0	3,4	4,4		F-ÖG	
	10	11	10	0	6,5	0	6,5	1,4	5	4,6	11	1,0	12	0,1	-0,4	-0,4		ÖG-F	
	30	31	30	0	6,5	0	6,5	1,4	5	4,6	31	1,0	12	0,1	-0,4	-0,4		ÖG-F	
			0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0	0,0		
			0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0	0,0		
			0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0	0,0		4,4
2	11	42	11	0	12,9	6	18,9	10		1,9	42	8,8	12	0,7	1,2	2,2		F-F	
	11	42	11	0	12,9	2	14,9	5	1	3,0	42	8,8	12	0,7	1,2	2,2		Cykel-F	
	11	30	11	0	23,0	6	29,0	10		2,9	30	0,0		0,0	2,9	3,9		F-ÖG	
	31	22	31	0	12,9	6	18,9	10		1,9	22	8,8	12	0,7	1,2	2,2		F-F	
	31	22	31	0	12,9	2	14,9	5	1	3,0	22	8,8	12	0,7	1,2	2,2		Cykel-F	
	31	10	31	0	23,0	6	29,0	10		2,9	10	0,0		0,0	2,9	3,9		F-ÖG	
	20	21	20	0	5,5	0	5,5	1,4	5	3,9	21	1,0	12	0,1	-1,2	-1,2		ÖG-F	
	40	41	40	0	5,5	0	5,5	1,4	5	3,9	41	1,0	12	0,1	-1,2	-1,2		ÖG-F	
			0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0	0,0		
			0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0	0,0		
			0	1	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0	0,0		
		0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0	0,0		3,9	
3			0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0			
			0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0			
			0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0			
			0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0			
			0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0			
			0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0			
			0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0			
			0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0			
			0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0			
			0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0			
			0	1	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0			
		0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0			0,0	
4			0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0			
			0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0			
			0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0			
			0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0			
			0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0			
			0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0			
			0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0			
			0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0			
			0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0			
			0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0			
			0	1	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0			
		0	0	0,0		0,0			0,0	0	0,0			0,0	0,0			0,0	
																<b>Total förlusttid:</b>		8,3	

## **Kommentarer Blankett 4B-2 Minsta gröntid**

### **Kommentarer:**

#### **Fordon, mintid:**

Minsta tid för fordonsgrupp är normalt 6 sekunder grön signal med 4 sekunder efterföljande gultid

#### **Fordon, fråntid:**

Om säkerhetstiden för utrymmande gående minskats med fråntiden för parallella fordonsgrupper i blankett 4B-1 måste denna fråntid anges här.

#### **Övergångsställe, längd:**

Hela övergångsställets längd från kantsten till kantsten anges.

#### **Övergångsställe, hastighet:**

Gånghastigheten anges. Hastigheten får inte vara högre än 1,4 m/s men vissa väghållare använder en lägre hastighet, ofta 1,2 m/s

#### **Övergångsställe, längd:**

Längd över hela övergångsstället vid rak korsning beräknas. Om korsningen har annan geometri eller om "slussning" tillämpas anges annat/uppmätt värde

#### **Mintid:**

Mintiden avrundas alltid uppåt. I detta fall till hel sekund.

## Blankett 4B-2 Minsta gröntid

Blankett 4B-2, mintidsberäkning										
Fas	Fordon			Övergångsställe				Mintid	Dimensionerande mintid för fasen	Kommentar
	Körfält nr.	mintid	fråntid	Ög nr.	längd	hastighet	gågrönt			
1	21, 22	6	5		0	1,4	0,0	11		
				10	14,5	1,4	10,4	11		
	41, 42	6	5		0	1,4	0,0	11		
				30	14,5	1,4	10,4	11		
					0	1,4	0,0	0		
					0	1,4	0,0	0		
					0	1,4	0,0	0		
					0	1,4	0,0	0		
					0	1,4	0,0	0		
					0	1,4	0,0	0		11
2	11, 12	6	5		0	1,4	0,0	11		
				20	10	1,4	7,1	8		
	31, 32	6	5		0	1,4	0,0	11		
				40	10	1,4	7,1	8		
					0	1,4	0,0	0		
					0	1,4	0,0	0		
					0	1,4	0,0	0		
					0	1,4	0,0	0		
					0	1,4	0,0	0		
					0	1,4	0,0	0		
				0	1,4	0,0	0		11	



**Kommentarer Beräkningsexempel 1 blankett 4C-1 Tidsättning beräkningsomgång 1**

Enligt de tumregler som ges i avsnitt 4.5.3 erfordras ingen separatreglering av svängande trafik eftersom det största vänstersvängsflödet = 110 < 200 f/h. Svåraste konflikt mellan högersvängande trafik och gående är A-vägen österifrån med 170 f/h och 200 gtr/h (170 < riktvärde 600 – 0,4 · 700).

Kolumn 4: Fas 1 och 2 markeras H1 resp H2 eftersom de båda är huvudfaser som betjänar tillfarter med grönt bara i denna fas.

Kolumn 5: För de korta körfälten anges texten *kort* i stället för körfältstyp eftersom beräkningen av dessa beräknas som tillskott till det angränsande körfältets mättnadsflöde enligt avsnitt 4.7.6. Körfältstyperna för övriga körfält bestäms enligt avsnitt 4.7.2

Kolumn 6: För deltillfarter med mer än ett körfält beräknas i omgång 1 andelen svängande genom att fördela tillfartens totala trafikmängd lika på körfälten.

$$\text{Exempel: Körfält 31: } \frac{1100}{2} = 550 \quad P_{sv} = \frac{170}{550} = 0,31; \quad \text{Körfält 32: } \frac{1100}{2} = 550 \quad P_{sv} = \frac{80}{550} = 0,15;$$

$$\text{Körfält 42: Andel vänstersvängande beräknas för "flaskhalsen" = det körfält som angränsar till det korta } P_{sv} = \frac{50}{350} = 0,14$$

Kolumn 7: Basvärden för de olika körfälten bestäms mht körfältstyp, andel svängande fordon m. fl. variabler enligt tabeller och figurer i avsnitt 4.7.4.

Eftersom korsningen regleras i två faser beräknas mättnadsflödena i tidsättning omgång 1 med schablonvärden angivna i avsnitt 4.7.4 tabell 4, för körfältstyp C och tabell 5 för typ D.

Exempel: Körfält 31 Typ C:  $p_{hsv} = 0,31$  (se ovan); korsande gångtrafik för högersvängande fordon = 200;

Avläs mättnadsflödet i fordon per gröntimme i figur 10 avsnitt 4.7.4  $S_{31,C} = 1710$  f/gh

Körfält 32 Typ C :  $p_{vsv} = 0,15$  (se ovan); korsande gångtrafik för vänstersvängande fordon = 150; ger  $S_{32,C} = 1810$  f/gh

Typ D:  $p_{vsv} = 0,15$ ; mötande fordonstrafik från kf 11+12 (exkl vsv fordon) = 840/2 = 420 f/h, körfält (hsv fordon i mötande tillfart medräknas eftersom frånfarten i arm 4 endast har ett körfält)

Ett vsv fordon kan köa utan att blockera körfältet. Avläs mättnadsflödet i figur 15 avsnitt 4.7.4  $S_{31,D} = 1420$  f/gh

Kolumn 12: Basvärdena för mättnadsflöden multipliceras med korrektionsfaktorer (kolumn 8-11) och slutvärdena förs in i kolumn 12.

För korta, svängande körfält med grönt i samma fas som angränsande körfält beräknas enligt 4.7.6 A-3) endast ett tillskott till det angränsande körfältets mättnadsflöde, se exempel för kf 21 vars tillskott 115 f/gh förs in i kolumn 12 och adderas till mättnadsflödet för kf 22 i kolumn. 13.

Om ett körfält har kontrollerats för flera körfältstyper förs det lägsta erhållna värdet in i kolumn 13 på aktuell rad som dimensionerande mättnadsflöde för detta körfält. Exempel körfält 32:  $S_{32,dim} = 1420 * 0,98 * 1,00 * 0,97 = 1353$  f/gh

Kolumn 13: Trafikflödet för de olika körfälten i en tillfart proportioneras som funktion av de dimensionerande mättnadsflödena enligt moment 4.7.8.

$$\text{och fylls i kolumn 14. Exempel: Körfält 31: } q_{31} = 1100 \cdot \frac{1676}{1676+1364} = 609, \quad \text{Körfält 32: } q_{32} = 1100 \cdot \frac{1353}{1676+1353} = 491$$

Kolumn 15-17: För varje tillfart beräknas de dimensionerande kvoterna flöde/mättnadsflöde. Det största värdet  $q/s$  för tillfarter med grönt i samma fas förs in i kol.15 enl. 4.7.9. Summan av dessa värden (0,334+0,363 = 0,697) används för beräkning av gröntidskvoter (kol. 16) samt tidsättning enl. avsnitt 4.7.10.

Gröntiderna för fas 1 och 2 var båda längre än minsta acceptabla gröntider ( $g_{min}$ ) enligt 4.6.2. så ingen korrigering av tidsättningen behövs av detta skäl.

Kolumn 20-21: För varje körfält beräknas enl 4.7.10 (7) kapacitet och belastningsgrad med utnyttjande av beräknade dim. mättnadsflöden och tidsättning.

# Blankett 4C-1 Tidsättning, beräkningsomgång 1

Beräkningsexempel 1 2013-12-12												Tidsättning															
Blankett 4C-1												Bestämning av omloppstid:															
												Total förlusttid $F$ :		$F$		8,3		Omloppstid		$c$		57,4					
												$F_{korr} = F + \sum (g - g_{min})$		$F_{korr}$		8,3		(sek)		$c_{korr}$		57,4					
												$\frac{1,5 \cdot F + 5}{1 - \sum (\frac{q_i}{s_i})_{max}}$															
												Bestämning av gröntider:															
												$g_i = (c - F) \cdot \delta_i$															
												(OBS: $g_i$ inkluderar körbar del av gultiden)															
												Steg A		Steg B				$g_i = (c - F) \cdot \delta_i$									
												Fas $j$		dim $q/s$		Fas $j$		dim $q/s$		$\delta_i$		$g_i$		$g_{i,korr}$		$g_{i,max}$	
												1		0,334						0,479		23,5		23,5			
												2		0,363						0,521		25,6		25,6			
												Summa		0,697		Summa						49,1		49,1			
Tillfart	Körfält nr	Grönt i fas nr	Fastyp	Körfälts typ	Andel svängande	Måttadsflöde $s_i$ fordon /gh	Korrekktionsfaktorer				Slut-värde	Dim. mättnadsflöde $s$	Dim. flöde $q$	Belastn.kvot	Steg A Dim max $q_i/s_i$	Steg B Resultierende dim $q_i/s_i$ för alla körfält	$\delta_i$	Gröntid $g_i$ sek	Kapacitet $K_i = s_i \cdot g_i / c$	Bel.grad $X_i = q_i / K_i$							
	se 8A-2				Psv	Bas-värde	Tung trafik	Lutning	Kf-bredd	Övr.korr.		f/gh	f/h	$q_i/s_i$	mht huvudfaser	$\sum (q_i/s_i)_{max}$	$g_i = (c - F) \cdot \delta_i$	Bas-värde	Korr. värde	$s_i \cdot g_i / c$	$q_i / K_i$						
KOL:1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22						
1: A-vägen V, R+H	11	2	H2	C	0,25	1750	0,981	1,000	1,00		1717	1717	570	0,332		0,363	0,521	25,6		766	0,75						
R+V	12	2	H2	C	0,23	1750	0,981	1,000	0,97		1666																
"	"	"	"	D	0,23	1200	0,981	1,000	0,97		1142	1142	380	0,332		0,363	0,521	25,6		509	0,75						
2: B-gatan N: H (kort kf),	21	1	H1	kort	1,00			1,000		Kort kf	115																
flaskhals R+H	22	1	H1	C	0,37	1470	0,886	1,000	0,94		1225					0,334	0,479										
" R+V	"	"	"	C	0,20	1560	0,837	1,000	0,94		1227	1227	410	0,334	0,334	0,334	0,479	23,5		504	0,81						
" R+V	"	"	"	D	0,20	1660	0,869	1,000	0,94		1356																
3: A-vägen Ö, R+H	31	2	H2	C	0,31	1710	0,980	1,000	1,00		1676	1676	609	0,363		0,363	0,521	25,6		747	0,81						
R+V	32	2	H2	C	0,15	1810	0,983	1,000	0,97		1725																
"	"	"	"	D	0,15	1420	0,983	1,000	0,97		1353	1353	491	0,363	0,363	0,363	0,521	25,6		604	0,81						
4: B-gatan S, H (kort kf )	41	1	H1	kort	1,00			1,000		Kort kf	210																
flaskhals R+H	42	1	H1	C	0,43	1280	0,950	1,000	0,94		1143	1353	350	0,259		0,334	0,479	23,5		555	0,63						
"	"	"	"	C	0,14	1700	0,905	1,000	0,94		1446																
" R+V	"	"	"	D	0,14	1620	0,934	1,000	0,94		1422																
Summa															0,697												

## Beräkningsexempel 1 (forts..)

### Kommentarer blankett 4C-2 Tidsättning beräkningsomgång 2

Beräkningarna avseende tidsättning i beräkningsomgång 1 (blankett 4C-1) skedde med utgångspunkt från schablonvärden för en korsning reglerad med två blandfaser.

För att öka resultatens noggrannhet m.h.t. bestämning av kapacitet och framkomlighetseffekter kan man göra en förnyad tidsättning utgående från i beräkningsomgång 1 erhållna resultat. I datorprogrammet Capcal kan användaren bestämma hur många sådana ”iterationer” man vill att programmet skall beräkna. I denna metodbeskrivning beskrivs bara metodik för iteration 1 och 2, men förfarandet är detsamma vid fortsatta iterationer.

Kolumn 1-5: För in samma data som i blankett 6C-1.

Kolumn 6: Beräkningarna av andelen svängande fordon görs utgående från resultaten i 4C-1 kolumn 14 från första beräkningsomgången.

Exempel: Körväg 31:  $P_{sv} = \frac{170}{609} = 0,279$  ; Körväg 32:  $\frac{80}{491} = 0,163$ ;

Kolumn 7: Körvägstyp C: Mättnadsflödet kan bestämmas enligt den detaljerade metodbeskrivningen med övergångsställets längd (4A-1); antal gående (6A-3),

andel svängande fordon (kolumn 6 ovan) och tidsättning (gröntid, rödtid) från 6C-1. Alternativt kan schablonvärden för typfall 1 (4.7.4 tabell 4) enligt tabell 16 med aktuell andel svängande fordon och antal gående utnyttjas.

Körvägstyp D: Bestämning av mättnadsflödet för denna körvägstyp görs stegvis enligt metodbeskrivningen i 4.8.4, figur 26.

Beräkningsexempel 1 (forts..)

**Blankett 4C-2 Tidsättning beräkningsomgång 2**

Beräkningsexempel 1 2013-12-12

**Blankett 4C-2**

**Tidsättning**

Bestämning av omloppstid:

$$\frac{1,5 \cdot F + 5}{1 - \sum (\frac{q_i}{s_i})_{max}}$$

Bestämning av gröntider:

$$g_i = (c - F) \cdot \delta_i$$

OBS:  $g_i$  inkluderar körbar del av gultiden

Total förlusttid $F$ :	$F$	8,3	Omloppstid $c$	53,6
$F_{korr} = F + \sum (g - g_{min})$	$F_{korr}$	8,3	(sek) $c_{korr}$	53,6

Steg A		Steg B			$g_i = (c - F) \cdot \delta_i$		
Fas $j$	dim $q/s$	Fas $j$	dim $q/s$	$\delta_i$	$g_i$	$g_{i,korr}$	$g_{i,max}$
1	0,325			0,482	21,8	21,8	
2	0,350			0,518	23,5	23,5	
Summa	0,676	Summa			45,3	45,3	

Tillfart	Körfält nr	Grönt i fas nr	Fastyp	Körfälts typ	Andel svängand Psv	Mättnadsflöde $s_i$ fordon /gh				Slutvärde	Dim. mättnadsflöde $q$	Dim. flöde $q$	Belastn.kvot $q_i/s_i$	Steg A Dim max $q_i/s_i$	Steg B Resulterande dim $q_i/s_i$ för alla körfält	$\delta_i$ $(q_i/s_i)_{max}/\sum(q_i/s_i)_{max}$	Gröntid $g_i$ sek $g_i = (c - F) \cdot \delta_i$	Kapacitet $K_i = s_i \cdot g_i / c$	Bel.grad $X_i = q_i / K_i$			
						Bas-värde	Tung trafik	Lutning	Kf-bredd											Övr.korr.	Belastn.kvot $q_i/s_i$	Steg A mht huvudfas
KOL:1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1: A-vägen V, R+H	11	2	H2	C	0,210	1709	0,981	1,000	1,000		1 677	1 677	584	0,349		0,350	0,518	23,5	23,5	735	0,795	
R+V	12	2	H2	C	0,290	1694	0,981	1,000	0,970		1 612											
"	"	"	"	D	0,290	1102	0,981	1,000	0,970		1 049	1 049	366	0,349		0,350	0,518	23,5	23,5	460	0,795	
2: B-gatan N: H (kort kf), flaskhals R+H	21	1	H1	kort	0,366					Kort kf	122											
flaskhals R+H	22	1	H1	C	0,366	1511	0,886	1,000	0,940		1 259	1 381										
" R+V	"	"	"	C	0,195	1601	0,837	1,000	0,940		1 260	1 260	410	0,325	0,325	0,325	0,482	21,8	21,8	513	0,799	
" R+V	"	"	"	D	0,195	1748	0,869	1,000	0,940		1 428											
3: A-vägen Ö, R+H	31	2	H2	C	0,279	1664	0,980	1,000	1,000		1 631	1 631	571	0,350		0,350	0,518	23,5	23,5	715	0,799	
R+V	32	2	H2	C	0,163	1744	0,983	1,000	0,970		1 662											
"	"	"	"	D	0,163	1585	0,983	1,000	0,970		1 511	1 511	529	0,350	0,350	0,350	0,518	23,5	23,5	662	0,799	
4: B-gatan S, H (kort kf) flaskhals R+H	41	1	H1	kort	0,429					Kort kf	216											
flaskhals R+H	42	1	H1	C	0,429	1361	0,950	1,000	0,940		1 216	1 431	350	0,245		0,325	0,482	21,8	21,8	583	0,600	
" R+V	"	"	"	C	0,143	1704	0,905	1,000	0,940		1 449											
" R+V	"	"	"	D	0,143	1763	0,934	1,000	0,940		1 547											
Summa															0,676							3669

### **Kommentarer Blankett 4D Framkomlighetseffekter**

Se beräkningsexempel 2 nedan avseende förklarande kommentarer till beräkningarna av framkomlighetseffekter.

## Blankett 4D Framkomlighetseffekter

Beräkningsexempel 1 2014-01-07

**Blankett 4D Framkomlighetseffekter**

Andel fördröjda  $p_{ci} = (r + (r \cdot q / (s - q)) / c$   $p_{ci} \leq 1$

$N_{1i} = \frac{(2B_i - 1)}{2 \cdot (1 - B_i)}$  om  $B_i > 0,5$ ;  $N_{1i} = 0$  om  $B_i < 0,5$

**Beräkningsexempel 1**

Omloppstid **53,6**

$N_{2i} = q_i \cdot (c - g_i)$

$p_{si} = \frac{r_i + N_i \cdot t_{ka}}{c}$

$\frac{c \cdot (1 - \lambda)^2}{2 \cdot (1 - B \cdot \lambda)} = \lambda_i / c$ ;  $AR_i = \frac{B^2}{2 \cdot (1 - B)}$

Tillfart	Körfält, i	Flöde $q_i$ (f/s)	$s_i$ (f/s)	$r_i$	$g_i$	Gröntidskvot $\lambda_i = g_i / c$	Belastningsgrad $B_i$	Antal köande fordon					Körlängd (m) $p_{\delta} = 5\%$	Andel stopp. fordon $p_{si}$ (1)	Andel fördröjda $p_{ci}$ (2)	Antal stopp $p_{si} \cdot q_i$	Fördröjning				Medelfördröjning			Total fördröjning $g_{di} \cdot q_i$ (fs/s)	
								$N_{1i}$	$N_{2i}$	$N_i$	$N_{maxi}$	$AR_i$					$AR_i \cdot c$	$AR_i$	$AR_i / q_i$	Tidsstyrning (s)	Det. fördröjning. Se spec fördröjning	Dito det + random	Trafikstyrning (s)		
Kol: 1	2	3	4	4(b)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1: A-vägen V, R+H	11	0,16	0,47	30,1	23,5	0,44	0,79	1,4	4,9	6,3	9,9	74	0,68	0,86	397	0,242	13,0	1,54	9,5	22,5					3,6
" R+V	12																								
"	"	0,10	0,29	30,1	23,5	0,44	0,79	1,4	3,1	4,5	7,0	53	0,65	0,86	236	0,242	13,0	1,54	15,2	28,1	13,8	29,0			2,9
2: B-gatan N: H (kort kf), flaskhals R+H	21																								
" R+V	"	0,11	0,35	31,7	21,8	0,41	0,80	1,5	3,6	5,1	9,3	70	0,69	0,88	282	0,260	13,9	1,58	13,9	27,8	13,4	27,3			3,1
" R+V	"																								
3: A-vägen Ö, R+H	31	0,16	0,45	30,1	23,5	0,44	0,80	1,5	4,8	6,3	10,6	80	0,68	0,86	387	0,243	13,0	1,58	10,0	23,0					3,6
" R+V	32																								
"	"	0,15	0,42	30,1	23,5	0,44	0,80	1,5	4,4	5,9	10,3	77	0,67	0,86	355	0,243	13,0	1,58	10,8	23,8	12,7	23,5			3,5
4: B-gatan S, H (kort kf) flaskhals R+H	41																								
" R+V	42																								
"	"	0,10	0,40	31,7	21,8	0,41	0,60	0,3	3,1	3,3	6,7	50	0,65	0,78	229	0,232	12,4	0,45	4,6	17,1	12,7	17,4			1,7
" R+V	"																								
Summa		0,78																							18,5
Medelvärde																									

**Medelfördröjning hela korsningen: 23,7 sek/fordon**

## Kommentarer beräkningsexempel 2

### Beräkningsex. 2 : Trefas med eftergrönt där en tillfart har grönt i två faser

#### Problemformulering

Beräkna kölängd, antal stoppade fordon och medelfördröjning för den tidsstyrda korsningen mellan H-gatan och R-vägen i Stockholm

#### Översikt av beräkningsmetod

Beräkningen utförs initialt enligt metodbeskrivningen 4.7.1 för fall med både huvudfaser och extrafas.

Steg A: Beräkningen av kritiska belastningskvoter utförs för fas 1 (huvudfas tillfart V och Ö) och fas 3 (huvudfas tillfart N och S) som tillsammans betjänar alla körfält. Fas 2 som är eftergrönt för tillfart Ö beaktas inte i detta beräkningssteg.

Steg B: Den erhållna gröntiden för fas 1 (Ö+V) enligt steg A delas upp i en del för fas 1 som dimensioneras av det körfält som har max  $q/s$  i tillfart V som endast har grönt i denna fas. Den resterande delen av fas 1 enligt den initiala beräkningen utgör gröntiden för fas 2, och beräknas som skillnaden mellan sistnämnda gröntid och den i steg 1 bestämda gröntiden för fas 1. Resulterade gröntider visas i beräkningsexempel 2 på blad 4C-1 och 4C-2 i tabellen "Tidsättning" överst till höger på dessa blanketter.

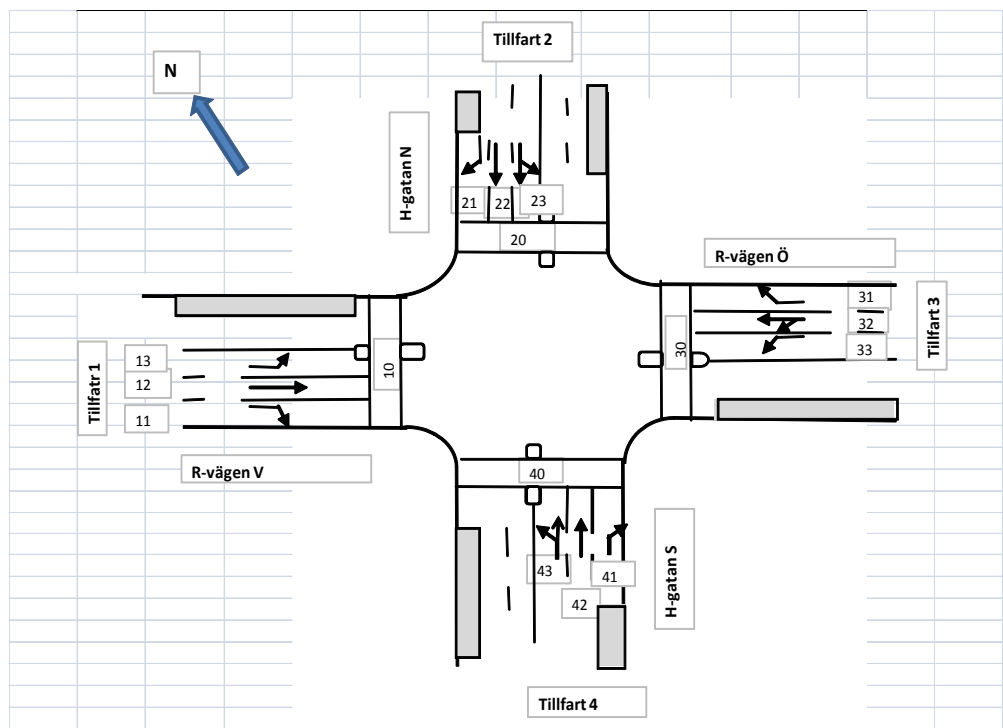
Om analysen fortsätter med en andra omgång tidsättningsberäkningar upprepas förfarandet enl. steg A och B ovan med tidsättningen för fas 1 och 2 i beräkningsomgång 1 som indata. Kapacitet och belastningsgrad för tillfart Ö som har grönt i fas 1+2 beräknas då mht till att körfälten för R+V har olika körfältstyp i fas 1 och fas 2 (oskyddad resp skyddad trafikavveckling enl. definition i avsnitt 4.15), vilket bidrar till att minska belastningsgraden jämfört med kalkylen i steg 1-2.

#### Blankett 4A-1

Enligt tabellen i 4A-1 kan ett vänstersvägande fordon köa utan att blockera bakomvarande trafik, och två vänstersvägande fordon avvecklas efter gröntidens slut i alla tillfarter.

## 4.13.2 Beräkningsexempel 2

<b>Exempel 2</b>	Kommun: Stockholm
	Korsning: Rvägen - Hgatan
<b>Blankett 4A-1 Trafiksignaler</b>	Alternativ: 1
<b>Utformning - hastighetsgräns</b>	Utförd av: K-L. Bång
	Datum: 2013-12-16



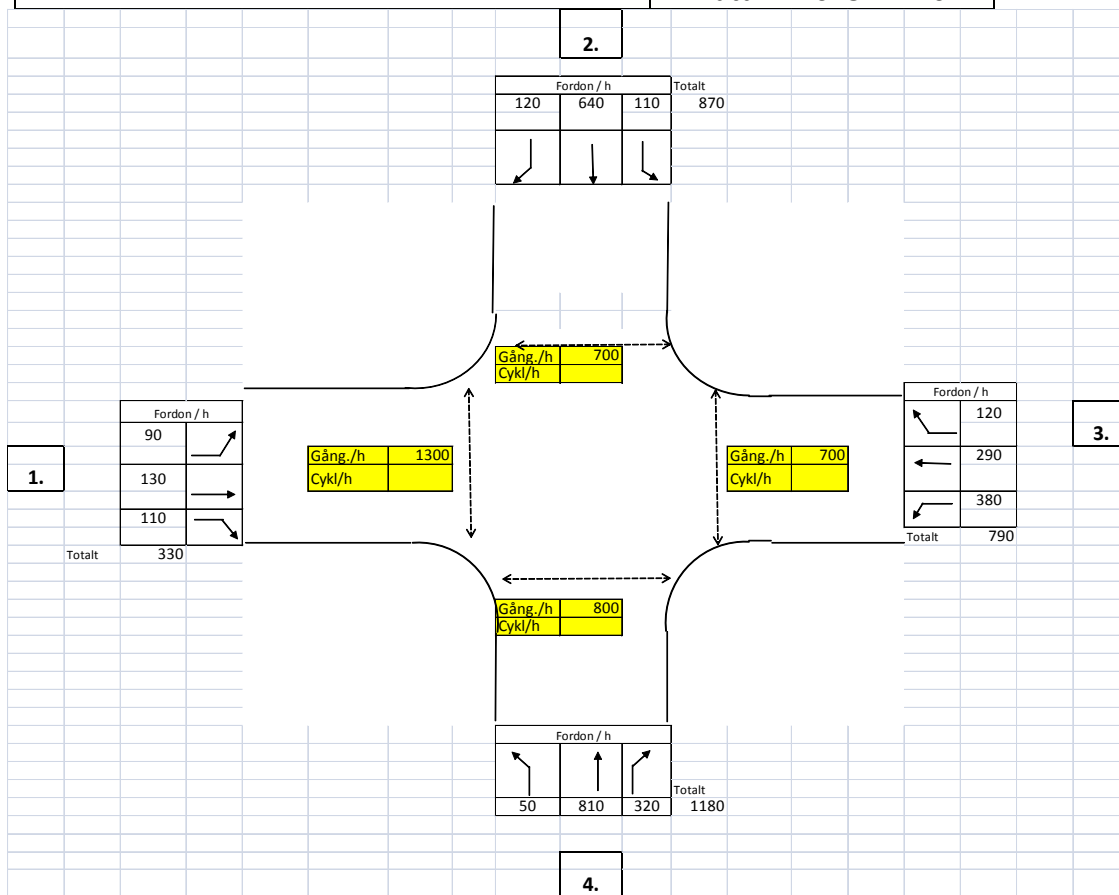
Tillfart nr	1	2	3	4						
Hastighetsgräns (km/h)	50	50	50	50						
Kurvradie högersväng (m)	10	7	10	7						
Anslutningsvinkel (grader)	90	90	90	90						
Lutning +/- %	0	0	-3	0						
Avstånd stopplinje - tvärgat. kantlinje $L_{stopp}$	7	7	7	7						
Avst. Stopplinje - övergångsställe $L_{s-0G}$ (m)	1	1	1	1						
Vsv bilar kan köa utan blockera	1	1	1	1						
Köutrymme efter rött:	Vsv	2	2	2						
	Hsv	1,5	1,5	1,5						
Bredd övergångsställe (m)	4	4	4	4						
Längd övergångsställe	19,0	19,6	19,0	18,5						
Körfältsbredd och längd (m)	Kf nr	Bredd	Längd	Bredd	Längd	Bredd	Längd	Bredd	Längd	
		-1	3,0		3,2	3,2	3,0		2,75	24
		-2	3,0		3,2		3,0		2,75	
		-3	3,0		3,2		3,0		3,0	
	-4									
Refug	1,5			1,5			1,5		1,5	
Frånfart	8,5			8,5			8,5		8,5	
Total gatubredd (m)	19,0			19,6			19,0		18,5	



**Kommentarer beräkningsexempel 2 forts..**

**Exempel 2**  
**Blankett 4A-2 Trafikflöden**

Kommun: Stockholm  
 Korsning: Rvågen - Hgatan  
 Alternativ: 1  
 Utförd av: K-L. Bång  
 Datum: 2013-12-16



Tillfart	Tung trafik	Cyklar i Blandtrafik
	Andel	Antal/h
1	0,05	
2	0,10	
3	0,10	
4	0,10	

## Kommentarer beräkningsexempel 2

### Blankett 4A-3 Signalreglering

I tabellen på högra sida av blankett 4A-2 har resultaten från beräkningen av säkerhetstider på blankett 4B-1 och av mingröntider på blankett 4B-2 införts (dessa blanketter redovisas inte nedan):

Fas 1: Säkerhetstid före gröntiden = 4,6 sek.      Mingröntid 14 sek (mht övergångsställen)

Fas 2: Säkerhetstid före gröntiden = 0 eftersom fas 2 är en extrafas till fas 1 med grönt endast i den ena riktningen  
Mingröntiden = 0 av samma skäl samt pga att inga övergångsställen har grönt i denna fas.

Fas 3: Säkerhetstid före gröntiden = 3,8 sek.      Mingröntid 14 sek (mht övergångsställen)

Summan av säkerhetstiderna  $4,6 + 3,8 = 8,4$  sek utgör total förlusttid  $F$  per signalomlopp

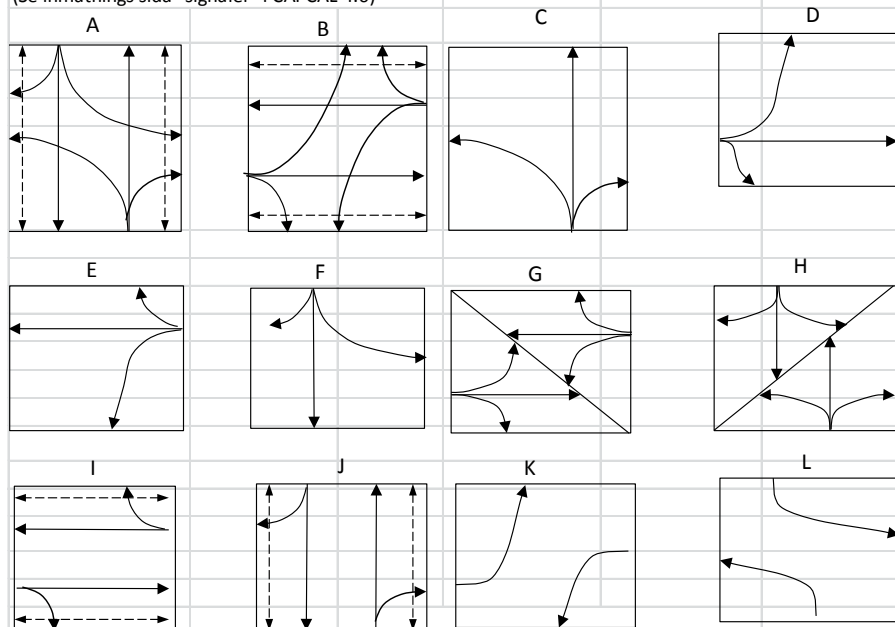
**Beräkningsexempel 2 forts..**

<b>Exempel 2</b>	Kommun: Stockholm
	Korsning: Rvägen - Hgatan
	Alternativ: 1
	Utförd av: K-L. Bång Datum: 2013-12-16

**Blankett 4A-3 Signalreglering**

**Exempel på fasbilder**

(Se inmatnings sida "signaler" i CAPCAL 4.0)



Fasbilder enligt exempel för fas nr					
Nr/Typ/Kod					
1	2	3	4	5	6
B	E	A			
H1	E2	H3			

Fas Nr.	Min gröntid $g_{min}$	Max gröntid $g_{max}$	Fast gröntid $g$	Förlusttid $F$
1	14			4,6
2	0			0,0
3	14			3,8
4	0			0,0
5	0			0,0
$\Sigma$	28,0	0,0	0,0	8,4

**Förlusttid per omlopp**

Signalstyrning			Omloppstid (sek)	
Tidsstyrd	Trafikstyrd	Samordnad	Beräknas	1
1			Fast	

### Kommentarer beräkningsexempel 2 forts.

#### Tidsättning beräkningsomgång 1 (blankett 4C-1)

Fasindelningen in korsningen är given med en extrafas (fas 2) motiverad av det stora vänstersvängande trafikflödet i tillfart 3 (Ringvägen österifrån).

Kolumn 4: I denna kolumn markeras fastyp med separata rader för huvudfas H1 och extrafas E2 samt en rad för H1+E2 för varje körfält i tillfart 3.

Kolumn 5: Under extrafasen E2 har körfält 31 och 32 ingen sekundärkonflikt med gående eller mötande fordon, och beräknas därför enligt körfältstyp B.

Kolumn 6: I tillfarter med korta körfält beräknas andel svängande fordon för det angränsande körfältet i ett snitt uppströms det korta körfältet, se kommentarer i exempel 1.

Kolumn 7: Se avsnitt 4.7.6 angående metod beräkning av de korta körfältens (21,41) mättnadsflödestillskott till angränsande körfält (22 resp. 42).

Kolumn 13: Eftersom gröntiderna ej är kända beräknas i steg A (kol. 16) dimensionerande mättnadsflöde och trafikflöde för körfälten i tillfart 3 (31,32, 33) med antagandet att extrafasens gröntid = 0, dvs baseras på körfältstyperna C och D. Dimensionerande mättnadsflöde för fas 1+2 ges då av kf 33, typ C ( $s = 994$  f/gh), och för fas 3 av kf 43 typ D ( $s = 1468$  f/gh).

Kolumn 14: Fördelningen av trafikbelastningen mellan körfält 32 och 33 som båda inkluderar vänstersvängande trafik beräknas mht körfältens mättnadsflöden så att samma belastningskvot erhålls för bägge körfälten

$$\text{Exempel: Körfält 32: } q_{32} = (290 + 380) \cdot \frac{1609}{1609+994} = 414, \text{ Körfält 33: } q_{33} = (290 + 380) \cdot \frac{994}{1609+994} = 256$$

Kolumn 15-16: I steg A blir den dimensionerande belastningskvoten för fas 1+2 =  $256/994 = 0,257$ , och för fas 3 =  $574/1468 = 0,391$ ; Summa  $q/s = 0,648$

Kolumn 17: I steg B delas belastningskvoten för fas 1+2 (0,257) upp i fas 1 (dimensioneras av kf 31  $q/s = 0,137$ ), och fas 2 ( $0,257-0,137 = 0,121$ ).

Kolumn 18: Gröntidsandelarna  $\delta$  för varje fas beräknas sedan som kvoten mellan fasens belastningskvot och summa  $q/s = 0,648$

Kolumn 19: Omloppstiden beräknas som  $c = \frac{1,5 \cdot 8,4 + 5}{1 - 0,648} = 50 \text{ sek}$ ; varefter gröntiderna för varje fas  $j$  beräknas som  $(c-F) \cdot \delta_j$ , se tabellen ovan till höger

Kolumn 20: Eftersom mingrönt för fas 1 (17 sek = 14 sek grön gåsignal + 3 sek körbar del av gultiden) är större än  $g_1 = 8,8$  sek) beräknas korrigerad omloppstid som  $c = \frac{1,5 \cdot (8,4 + 17 - 8,8) + 5}{1 - 0,648} = 85 \text{ sek}$ .

Kolumn 21 Ny gröntidsfördelning enligt avsnitt 4.7.10 (6)

$$g_{1,korr} = 17; \quad g_{j,korr} = (C_{korr} - F - g_x) \cdot \delta_j / \sum_{\text{övr}} \delta_j; \quad g_{2,korr} = (85 - 8,4 - 17) \cdot 0,186 / (0,186 + 0,603) = 14,1; \quad \text{osv.}; \quad g_{3,korr} = 45,6 \text{ sek}$$

# 4C-1 Tidsättning omgång 1

Beräkningsexempel 2 2013-12-08

## Blankett 4C-1 Tidssättning omgång 1

**Tidsättning**  
**Bestämning av omloppstid:**  

$$1.5 \cdot F + 5$$

$$1 - \sum \left( \frac{q_i}{s_i} \right)_{max}$$
**Bestämning av gröntider:**  

$$g_i = (c - F) \cdot \delta_i$$

Total förlusttid F:	F	8,4	Omloppstid	c	50,0
$F_{korr} = F + \sum (g - g_{min})$	$F_{korr}$	16,6	(sek)	$c_{korr}$	85,1

Steg A		Steg B		$g_i = (c - F) \cdot \delta_i$			
Fas j	dim q/s	Fas j	dim q/s	$\delta_i$	$g_i$	$g_{i,korr}$	$g_{i,max}$
1		1	0,137	0,211	8,8	17,0	
1 + 2	0,257						31,1
2		2	0,121	0,186	7,7	14,1	
3	0,391	3	0,391	0,603	25,1	45,6	
Summa	0,648	Summa	0,648	1,000	41,6	76,7	

Tillfart	Körfält nr	Grönt i fas nr	Fastyp	Körfältstyp	Andel svängande Psv	Mättnadsflöde $s_i$ fordon /gh					Dim. mättnadsflöde s per körfält f/gh	Dim. flöde q	Belastn.kvot	Steg A Dim max $q_i/s_i$ mht huvudfas	Steg B Resulterande dim $q_i/s_i$ för alla körfält	$\delta_i$ ( $q_i/s_i$ ) <sub>max</sub> / $\sum(q_i/s_i)$ <sub>max</sub>	Gröntid $g_i$ sek	Kapacitet $K_i = s_i \cdot g_i / c$	Bel.grad $\Xi_i = q_i / K_i$			
						Bas-värde	Tung trafik	Lutning	Kf-bredd	Övr.korr.värde										Slut-värde	Bas-värde	Korr.värde
	se 6A-1					7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
KOL:1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1: R-vägen V; H	11	1	H1	C	1,00	1050	0,97	1,000	0,97		988	988	110	0,111		0,137	0,211			197	0,56	
" R	12	1	H1	A	0,00	1900	0,98	1,000	0,97		1815	1815	130	0,072		0,137	0,211			363	0,36	
" V	13	1	H1	C	1,00	1100	0,97	1,000	0,97													
" "	"	"	"	D	1,00	700	0,97	1,000	0,97		658	658	90	0,137		0,137	0,211	8,8	17,0	132	0,68	
2: H-gatan N; H	21	3		kort kf							Kort kf	216										
flaskhals R+H	22	3	H3	C	0,28	1210	0,96	1,000	0,99		1140	1356	526	0,388		0,391	0,603			46,3	737	0,71
R+V	23	3	H3	C	0,25	1580	0,96	1,000	0,99		1490											
R+V	"	3	H3	D	0,25	940	0,96	1,000	0,99		886	886	344	0,388		0,391	0,603			46,3	482	0,71
3: R-vägen Ö; H	31	1	H1	C	1,00	1100	0,96	1,030	0,97		1052	1052	120	0,114								
" "	"	2	E2	B	1,00	1700	0,96	1,030	0,97		1625	1625										
" "	"	1+2	H1+E2		1,00							120				0,257	0,40			31,1	479	0,25
" R+V	32	1	H1	C	0,13	1710	0,99	1,030	0,97		1688											
" R+V	"	"	H1	D	0,13	1630	0,99	1,030	0,97		1609	1609	414	0,257								
" "	"	2	E2	B	0,13	1860	0,99	1,030	0,97		1836	1836										
" "	"	1+2	H1+E2		0,13											0,257	0,40			31,1	625	0,00
" V	33	1	H1	C	1,00	1040	0,96	1,030	0,97		994	994	256	0,257		0,257						
" V	"	"	H1	D	1,00	1100	0,96	1,030	0,97		1052											
" V	"	2	E2	B	1,00	1700	0,96	1,030	0,97		1625	1625				0,121						
" V	"	1+2	H1+E2		1,00							256				0,257	0,40			31,1	468	0,55
4: H-gatan S; H,	41	3		kort kf							Kort kf	331										
flaskhals R +H	42	3	H3	C	0,54	1370	0,95	1,000	0,94		1219	1550	606	0,391		0,391	0,603	25,1	46,3	842	0,72	
R+V	43	3	H3	C	0,08	1670	0,96	1,000	0,97		1559											
R+V	"	3	H3	D	0,08	1600	0,95	1,000	0,97		1468	1468	574	0,391		0,391	0,603	25,1	46,3	798	0,72	
Summa																0,648	0,648					

## Kommentarer beräkningsexempel 2

### Blankett 4C-2 Tidsättning beräkningsomgång 2

- Kolumn 1-4 Eftersom korsningens fasindelning och utformning är oförändrad överförs dessa kolumner oförändrade från blankett 4C (1).
- Kolumn 5 Andelen svängande fordon beräknas på basis av trafikflöden enligt från först beräkningsomgången blankett 4C-1 kolumn 14.
- Kolumn 6 Se kommentarer exempel 1 blankett 4C-1.
- Kolumn 7 Basvärden för mättnadsflöde beräknas enligt avsnitt 4.8.3 med indata från 4C-1 avseende andelen svängande fordon, dimensionerande trafikflöden och korrigerad tidsättning.
- Kolumn 8–13 Utförs med samma metodik som första beräkningsomgången, se kommentarer blankett 4C-1
- Kolumn 21 Beräkningen av kapacitet görs med formeln  $K_i = \frac{S_i \cdot g_i}{c}$ . För körfälten i tillfart 3 (Ringvägen Ö) beräknas kapaciteten totalt för fas 1 och 2 med utnyttjande av beräknade gröntider och mättnadsflöden för dessa faser  
Exempel för körfält 31:  $s_{31} = \frac{17 \cdot 1052 + 14,1 \cdot 1625}{85,1} = 479 \text{ f/h}$

## Tidsättning omgång 2

Beräkningsexempel 2 2013-12-08

**Blankett 4C-1 Tidssättning omgång 1**

**Tidsättning**

Bestämning av omloppstid:

$$1,5 \cdot F + 5$$

$$1 - \sum \left( \frac{q_i}{s_i} \right)_{\max}$$

Bestämning av gröntider:

$$g_i = (c - F) \cdot \delta_i$$

Total förlusttid F:	F	8,4
$F_{korr} = F + \sum (g - g_{min})$	$F_{korr}$	16,6

Steg A		Steg B		$g_i = (c - F) \cdot \delta_i$		
Fas j	dim q/s	Fas j	dim q/s	$\delta_i$	$g_i$	$g_{i,korr}$
1		1	0,137	0,211	8,8	17,0
1+2	0,257					31,1
2		2	0,121	0,186	7,7	14,1
3	0,391	3	0,391	0,603	25,1	45,6
Summa	0,648	Summa	0,648	1,000	41,6	76,7

Tillfart	Körfält nr	Grönt i fas nr	Fastyp	Körfälts typ	Andel svängande Psv	Mättnadsflöde $s_i$ fordon /gh					Slutvärde	Dim. mättnadsflöde s per körfält f/gh	Dim. flöde q	Belastn.kvot $q_i/s_i$ dim. $q_i/s_i$ per körfält	Steg A Dim max $q_i/s_i$ mht huvudfas	Steg B Resulterande dim $q_i/s_i$ för alla körfält	$\delta_i$ $(q_i/s_i)_{\max} / \sum (q_i/s_i)_{\max}$	Gröntid $g_i$ sek $g_i = (c - F) \cdot \delta_i$		Kapacitet $K_i = s_i \cdot g_i / c$	Bel.grad $X_i = q_i / K_i$
						Bas-värde	Tung trafik	Lutning	Kf-bredd	Övr.korr.								Bas-värde	Bas-värde		
KOL:1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1: R-vägen V; H	11	1	H1	C	1,00	1050	0,97	1,000	0,97		988	988	110	0,111		0,137	0,211			197	0,56
" R	12	1	H1	A	0,00	1900	0,98	1,000	0,97		1815	1815	130	0,072		0,137	0,211			363	0,36
" V	13	1	H1	C	1,00	1100	0,97	1,000	0,97												
" "	"	"	"	D	1,00	700	0,97	1,000	0,97		658	658	90	0,137		0,137	0,211	8,8	17,0	132	0,68
2: H-gatan N; H	21	3		kort kf						Kort kf	216										
flaskhals R+H	22	3	H3	C	0,28	1210	0,96	1,000	0,99		1140	1356	526	0,388		0,391	0,603		46,3	737	0,71
R+V	23	3	H3	C	0,25	1580	0,96	1,000	0,99		1490										
R+V	"	3	H3	D	0,25	940	0,96	1,000	0,99		886	886	344	0,388		0,391	0,603		46,3	482	0,71
3: R-vägen Ö; H	31	1	H1	C	1,00	1100	0,96	1,030	0,97		1052	1052	120	0,114							
" "	"	2	E2	B	1,00	1700	0,96	1,030	0,97		1625	1625									
" "	"	1+2	H1+E2		1,00								120			0,257	0,40		31,1	479	0,25
" R+V	32	1	H1	C	0,13	1710	0,99	1,030	0,97		1688										
" R+V	"	"	H1	D	0,13	1630	0,99	1,030	0,97		1609	1609	414	0,257							
" "	"	2	E2	B	0,13	1860	0,99	1,030	0,97		1836	1836									
" "	"	1+2	H1+E2		0,13											0,257	0,40		31,1	625	0,00
" V	33	1	H1	C	1,00	1040	0,96	1,030	0,97		994	994	256	0,257	0,257						
" V	"	"	H1	D	1,00	1100	0,96	1,030	0,97		1052										
" V	"	2	E2	B	1,00	1700	0,96	1,030	0,97		1625	1625				0,121					
" V	"	1+2	H1+E2		1,00								256			0,257	0,40		31,1	468	0,55
4: H-gatan S; H <sub>1</sub>	41	3		kort kf						Kort kf	331										
flaskhals R+H	42	3	H3	C	0,54	1370	0,95	1,000	0,94		1219	1550	606	0,391		0,391	0,603	25,1	46,3	842	0,72
R+V	43	3	H3	C	0,08	1670	0,96	1,000	0,97		1559										
R+V	"	3	H3	D	0,08	1600	0,95	1,000	0,97		1468	1468	574	0,391	0,391	0,391	0,603	25,1	46,3	798	0,72
Summa															0,648	0,648					

**Kommentarer beräkningsexempel 2**



### Framkomlighetseffekter blankett 4D

Kolumn 2 Beräkning av kölängd, andel stopp och fördröjning görs inte för korta körfält (21, 41), utförs i stället för angränsande körfält (22, 42) med mätnadsflödesbidrag från det korta körfältet enligt beräkningen av tidsättning i 4C-2.

Kolumn 3 Trafikflöden hämtas från 4C-2 kolumn 14 och omräknas från fordon/h till fordon/sek (Exempel  $q_{31} = \frac{120}{3600} = 0,033 f/sek$ )

Kolumn 4 Mätnadsflöden  $s_i$  hämtas från blankett 4C-2 kolumn 13 och omräknas till fordon/grönsekund ( $s_{31} = \frac{1123}{3600} = 0,312 f/gsek$ )

Kolumn 4b-6 Signaltidsättning (korrigerad omloppstid, gröntid) hämtas från 4C-2 kolumn 20.

Gröntidskvoter ( $g/c$ ) beräknas och fylls i kolumn 6. Exempel:  $\lambda_{31} = \frac{25,5}{78,3} = 0,326$

Kolumn 6 Belastningsgrad ( $B_i = q_i/K_i$ ) hämtas från blankett 4C-2 kol 22.

Kolumn 8-12 Kölängder inklusive dito med sannolikhet för att överskidas = 5% beräknas enligt avsnitt 4.10.1

Kolumn 13-15 Andel stoppade och andel fördröjda fordon liksom antal stopp beräknas enligt avsnitt 4.10.2

Kolumn 16-20 Fördröjning vid tidsstyrda signaler uttryckt i sek/fordon beräknas enligt avsnitt 4.10.3.

Kolumn 21 Inverkan på medelfördröjningen av trafikstyrning kan approximativt bestämmas genom en korrektionsfaktor som funktion av tillfartens belastningsgrad och antal körfält med samma färdriktning, se tabell 20 avsnitt 4.10.3.

Kolumn 22 Beräkna medelfördröjningen vid trafikstyrning genom att multiplicera värdena för tidsstyrning med korrektionsfaktorerna i kolumn 21

Kolumn 23-24 Beräkning av total fördröjning vid tids- och trafikstyrning  $d_{tot} = q^* d_i$

Medelfördröjningen i korsningen som helhet för tids- resp trafikstyrning erhålls som  $\bar{d} = \frac{D}{\sum q_i} = \frac{\sum(q_i \cdot d_i)}{\sum q_i}$  (sek/fordon) och förs in på nedersta raden i dessa kolumner.

## 4D Framkomlighetseffekter

Beräkningsexempel 2 2013-12-08

**Blankett 4D** Framkomlighetseffekter

Andel fördröjda  $p_{ci} = (r + (r \cdot q / (s - q))) / c$   $p_{ci} \leq 1$

Se sida "Spec fördröjning"

Beräkningsexempel 2

Omloppstid  $N_{1i} = \frac{(2B_i - 1)}{2 \cdot (1 - B_i)}$  om  $B_i > 0,5$ ;  $N_{1i} = 0$  om  $B_i < 0,5$

$N_{2i} = q_i \cdot (c - g_i)$

$p_{si} = \frac{r_i + N_{1i} \cdot t_{ka}}{c}$   $\frac{c \cdot (1 - \lambda)^2}{2 \cdot (1 - B \cdot \lambda)} = A_i / c$ ;  $AR_i = \frac{B^2}{2 \cdot (1 - B)}$

$d_f = \frac{q \cdot r^2 + g_1 \cdot [2 \cdot q \cdot r - g_k \cdot (s_1 - q)] + \frac{(q \cdot r - (s_1 - q) \cdot g_1)^2}{(s_2 - q)}}{2 \cdot q \cdot c}$

Tillfart	Körfält, i	Flöde $q_i$ (f/s)	$s_i$ (f/s)	$r_i$	$g_i$	kvot $\lambda_i = g_i / c$	Belastningsgrad $B_i$	Antal köande fordon					Körlängd(m)	Andel stopp. fordon $p_{si}$	Andel fördröjda $p_{ci}$	Antal stopp $p_{si} \cdot q_i$	Fördröjning sek/fordon				Fördröjning tidsstyrning (f/c)	Korrtakt. Trafikstyrning	Fördröjning Trafikstyrning	Total fördröjning tidsstyrning (f/c)	Total fördröjning trafikstyrning
								$N_{1i}$	$N_{2i}$	$N_i$	$N_{maxi}$	$p_{\theta} = 5\%$					$AR_i$	$AR_i \cdot c$	$AR_i$	$AR_i / q_i$					
Kol: 1	2	3	4	4(b)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1: R-vägen V; H	11	0,031	0,283	61,3	17,0	0,217	0,498	0,0	1,9	1,9	4,1	31	0,81	0,88	89	0,344	26,9	0,247	8,1	35,0	0,70	24,5	1,07	0,75	
" R	12	0,036	0,504	61,3	17,0	0,217	0,330	0,0	2,2	2,2	4,3	32	0,81	0,84	105	0,330	25,8	0,081	2,2	28,1	0,74	20,8	1,01	0,75	
" V	13	0,025	0,141	61,3	17,0	0,217	0,815	1,7	1,5	3,2	3,3	25	0,82	0,95	74	0,372	29,1	1,788	71,5	100,7	1,00	100,7	2,52	2,52	
2: Hgatan N;																									
flaskhals R+H	22	0,144	0,396	33,9	44,4	0,567	0,641	0,4	4,9	5,3	7,5	56	0,50	0,68	259	0,147	11,5	0,572	4,0	15,5	0,84	13,0	2,23	1,87	
" R+V	23	0,098	0,269	33,9	44,4	0,567	0,641	0,4	3,3	3,7	11,0	83	0,48	0,68	169	0,147	11,5	0,572	5,8	17,4	0,84	14,6	1,70	1,43	
3: R-vägen Ö; H fas 1	31	0,033	0,312	61,3	17,0	0,217																			
" ; " fas 2	"	0,033	0,466	69,8	8,5	0,109																			
" ; " fas 1+2	"	0,033	0,363	52,8	25,5	0,326	0,281	0,0	1,8	1,8	4	30	0,70	0,74	84	0,250	19,6	0,055	1,7	21,2	0,70	14,9	0,71	0,50	
" ; R+V fas 1	32	0,113	0,438	61,3	17,0	0,217																			
" ; " fas2	"	0,113	0,505	69,8	8,5	0,109																			
" ; " fas 1+2	"	0,113	0,505	52,8	25,5	0,326	0,755	1,0	6,0	7,0	10,7	80	0,76	0,87	311	0,301	23,6	1,161	10,3	33,8	0,96	32,5	3,83	3,68	
" ; V fas 1	33	0,073	0,282	61,3	17,0	0,217																			
" ; " fas 2	"	0,073	0,451	69,8	8,5	0,109																			
" ; " fas 1+2	"	0,073	0,339	52,8	25,5	0,326	0,661	0,5	3,8	4,3	8,7	65	0,73	0,86	191	0,290	22,7	0,643	8,8	31,5	0,86	27,1	2,29	1,97	
4: H-gatan S;																									
flaskhals R+H	42	0,164	0,386	33,9	44,4	0,567	0,750	1,0	5,6	6,6	8,7	65	0,52	0,75	306	0,163	12,8	1,124	6,8	19,6	0,79	15,5	3,22	2,55	
" R+V	43	0,163	0,385	33,9	44,4	0,567	0,750	1,0	5,5	6,5	8,7	65	0,52	0,75	304	0,163	12,8	1,124	6,9	19,6	0,79	15,5	3,21	2,54	
Summa		0,881						6,0	36,5	42,5	71,0	532,3	6,6	8,0	1892,8	2,5	196,3	7,4	126,1	322,4		Totalt:	21,80	18,55	
Medelvärde			0,00					0,60	3,65	4,25	7,10	53,23	0,66	0,80	189,28	0,25	19,63	0,74	12,61	32,24		Medelvärde:	24,76	21,06	

### Kommentarer beräkningsexempel 3

#### Beräkningsexempel 3:

**Flerfas med ”supervänster” i den ena eller bägge korsande gatorna och efterföljande alternativfaser då kön i den ena av de vänstersvängande körfälten i resp gata avvecklats**

#### Problemformulering

Beräkna tidsättningen för den trafikstyrda korsningen mellan Infartsleden och Medelvägen i Oskarshäll (kommentar :3).

#### Översikt av beräkningsmetod

Fas 1: Tillfart 1 och 3 (V + Ö), R+Hsv;

Fas 2: Tillfart 2 och 4 (N+S)

Fas 3 Tillfart 1 och 3 (V+Ö): Vsv;

Fas 4: Tillfart 1 (V) alla körfält (alternativfas)

Fas 5: Tillfart 3 (Ö) alla körfält ”

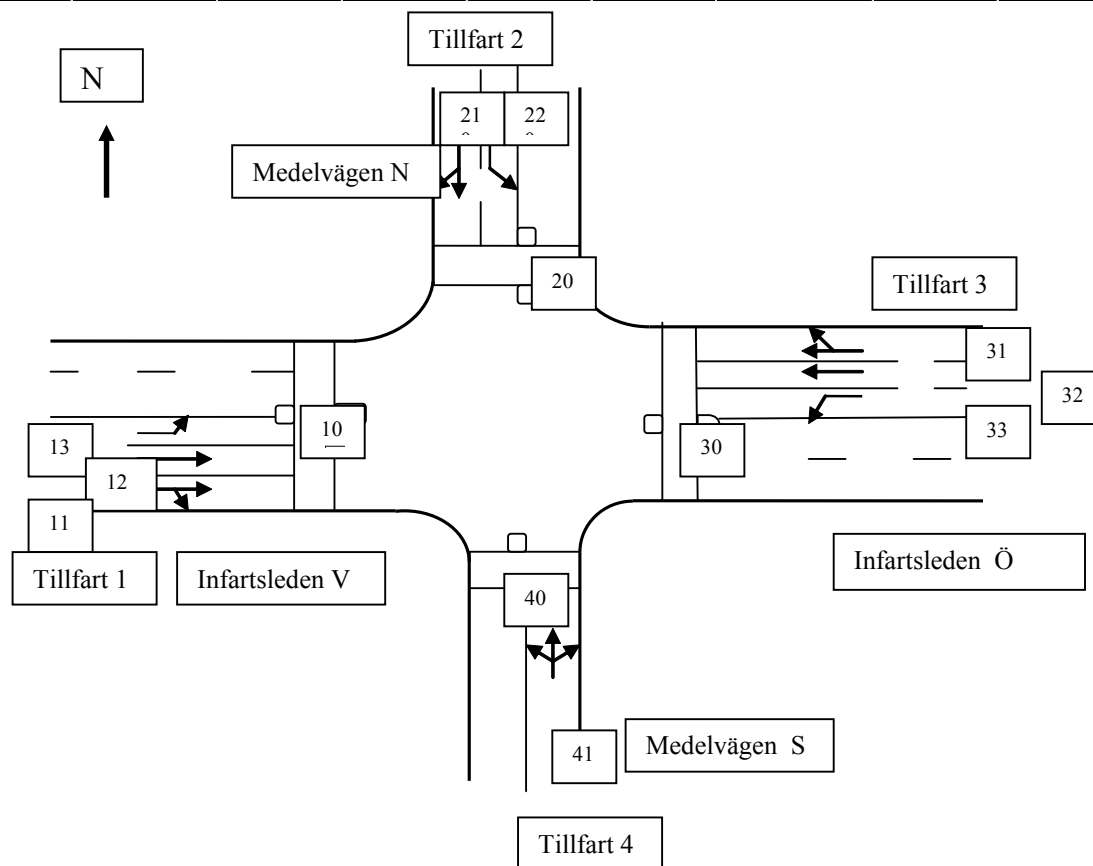
**Steg 1:** Beräkna summan belastningskvoterna  $\sum (\frac{q_i}{s_i})_{max}$ . för körfältet med högst q/s i huvudfaserna 1, 2 och 3 som ingår i den kritiska konfliktpunkten. Beräkna omloppstid och gröntider för dessa faser.

**Steg 2:** Beräkna erforderlig gröntid i fas 3 för den vänstersvängande deltillfarten med lägst q/s. Resterande gröntid i fas 3 enligt beräkningen i steg 1 tilldelas den tillfart vars vänstersvängande körfält kräver längre gröntid för avveckling. I exempel 3 är det tillfart 1 (V, alla riktningar) som alltså får grönt i fas 4. Fas 5 behövs inte i detta fall för tidsstyrd beräkning. Kapacitet och belastningsgrad beräknas mht grönt i fas 1+4 för tillfart 1: R + Hsv osv.

**Steg 3:**I beräkningsomgång 2 används tidsättningen enligt steg 1 i första beräkningsomgången som input osv

### 4.13.3 Beräkningsexempel 3

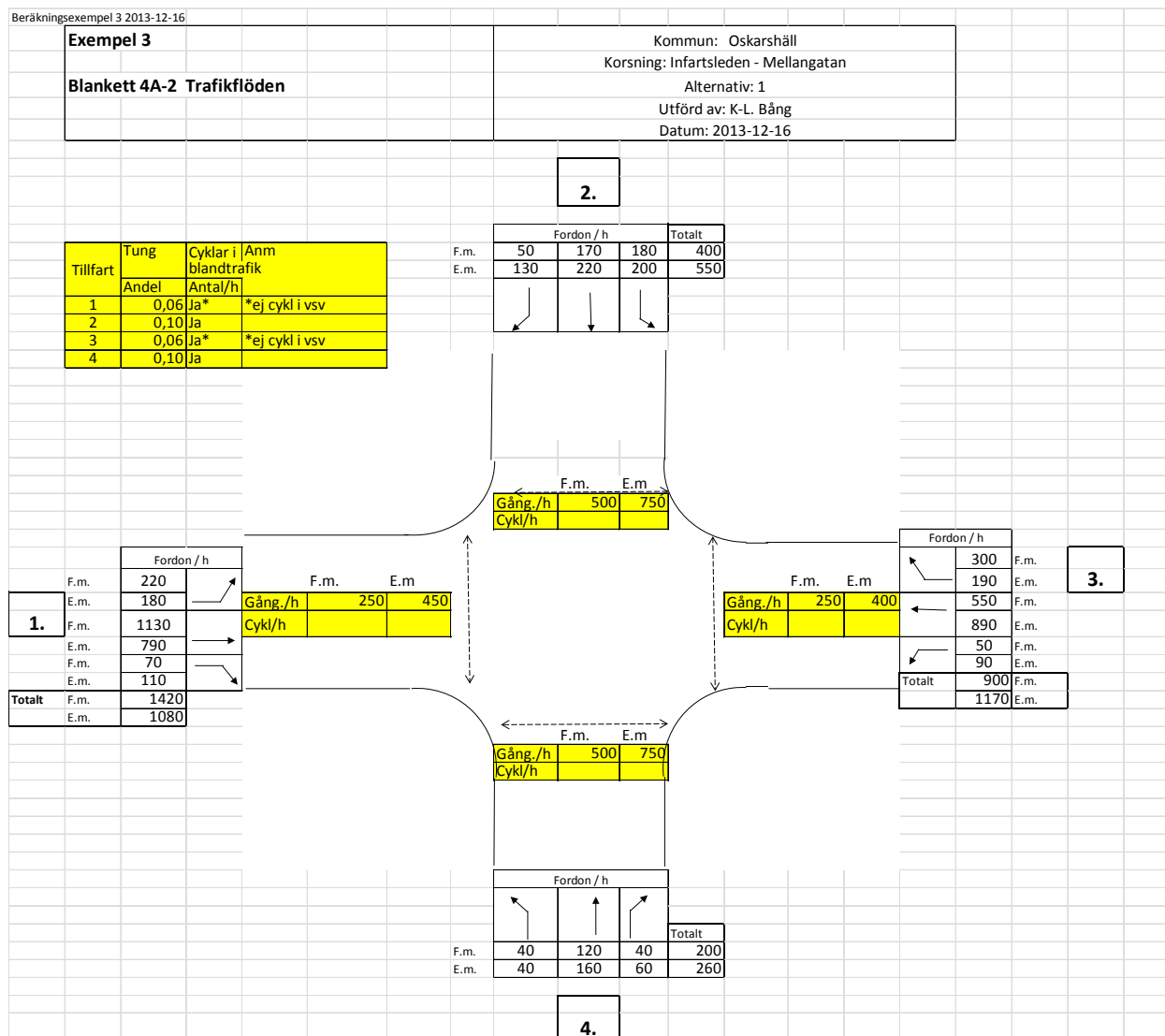
<b>Exempel 3</b>	Kommun: Oskarshäll
	Korsning: Infartsleden N - Medelvägen
<b>Blankett 4A-1 Trafiksignaler</b>	Alternativ: 1
<b>Planskiss - förutsättningar</b>	Utförd av: K-L. Bång
	Datum: 2013-12-16



Tillfart nr	1	2	3	4					
Hastighetsgräns (km/h)	70	50	70	50					
Kurvradie högersväng (m)	10	7	10	7					
Anslutningsvinkel (grader)	90	90	90	90					
Lutning +/- %	0	0	0	0					
Avstånd stopplinje - tvärgat. kantlinje $L_{stop}$ (m)	6	6	6	6					
Avst. Stopplinje - övergångsställe $L_{s-og}$ (m)	2	2	2	2					
Vsv bilar kan köa utan blockera	1	1	1	1					
Köutrymme efter rött:	Vsv	2	2	2					
	Hsv	1	1	1					
Övergångsställe: bredd (m)	4		4						
	: längd (m)		19,5						
Körfältsbredd och längd (m)	Kf nr	Bredd	Längd	Bredd	Längd	Bredd	Längd	Bredd	Längd
	-1	3,5		3,5		3,5		4,50	
	-2	3,0		3,0		3,0			
	-3	3,0				3,0			
	-4								
	Refug	1,5		1,5		1,5		1,5	
Frånfart	8,5		4,0		8,5		4,0		
Total gatubredd (m)	19,5		12,0		19,5		10,0		

**Kommentarer beräkningsexempel 3 forts..**

## 4A-2 Trafikflöden



### Kommentarer beräkningsexempel 3

#### Signalreglering blankett 4A-3

I tabellen på högra sida av blankett 4A-2 har resultaten från beräkningen av säkerhetstider på blankett 4B-1 och av mingröntider på blankett 4B-2 införts (dessa blanketter redovisas inte nedan):

Fas 1: Säkerhetstid = 3,8 sek.                      Mingröntid = 11 sek (mht övergångsställen)

Fas 2: Säkerhetstid = 4,6                      Mingröntid = 14 sek (mht övergångsställen)

Fas 3: Säkerhetstid = 3,8 sek.                      Mingröntid = 10 sek (mht fordonstrafik grönt + gult 70 km/h)

Fas 4 Säkerhetstid = 0 sek                      Mingröntid = 0 sek (alternativ extrafas)

Fas 5 Säkerhetstid = 0 sek                      Mingröntid = 0 sek (alternativ extrafas)

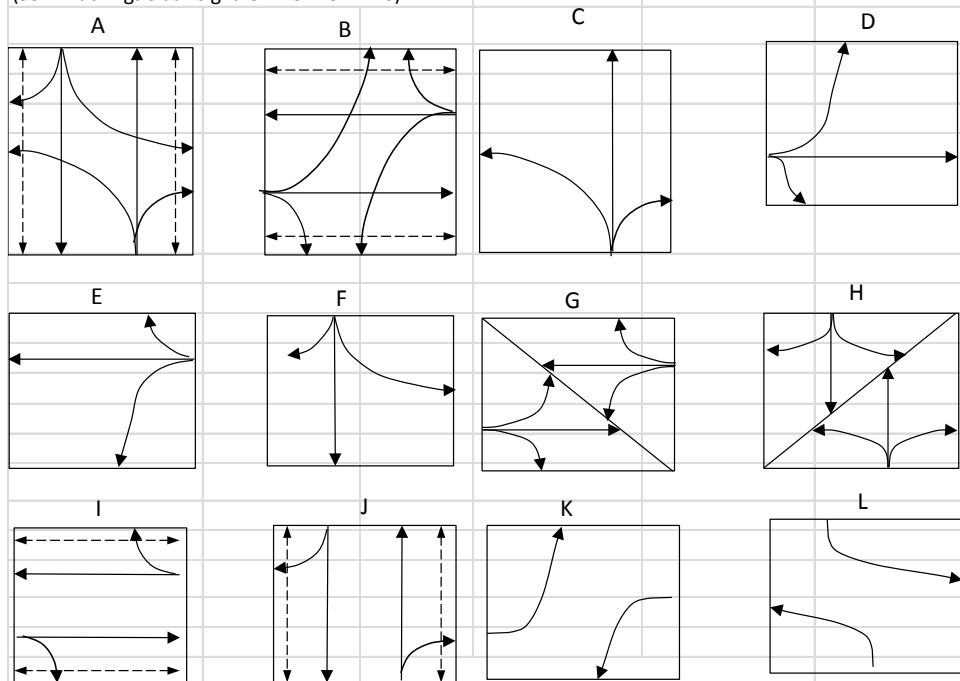
Summan av säkerhetstidern  $3,8 + 4,6 + 5,5 = 13,8$  sek utgör total, okorrigerad förlusttid  $F$  per signalomlopp

Beräkningsexempel 3 2013-12-16

<b>Exempel 3</b>	Kommun: Oskarshäll
	Korsning: Infartsleden - Mellangatan
	Alternativ: 1
<b>Blankett 4A-3 Signalreglering</b>	Utförd av: K-L. Bång
	Datum: 2013-12-16

**Exempel på fasbilder**

(Se inmatnings sida "signaler" i CAPCAL 4.0)



Fasbilder enligt exempel för fas nr					
Nr/Typ/Kod					
1	2	3	4	5	6
I	A	K	D	E	
H1	H2	H3	AE4	AE5	

Fas Nr.	Min gröntid $g_{min}$	Max gröntid $g_{max}$	Förlusttid $F$
1	11		3,8
2	14		4,6
3	10		5,5
4	0		0,0
5	0		0,0
$\Sigma$	35,0	0,0	13,8

**Förlusttid per omlopp**

Signalstyrning			Omloppstid (sek)	
Tidsstyrd	Trafikstyrd	Samordnad	Beräknas	1
		1	Fast	



### Kommentarer beräkningsexempel 3

#### Tidsättning fm-trafik

Tidsättningen bestäms utgående från huvudfaserna enligt 4.7.1 (B). Omloppstid (okorrigerad mht mingrönt) = 63,1 sek

Korrektion mht erforderlig minsta gröntid krävs för fas 3 (2,6 sek ökas till 10 sek mht min gröntid 6 sek och körbar gultid 4 sek mht 70 km/h).  
Ger korrigerad omloppstid = 90,4 sek.

Fas 5: blir ej aktuell vid tidsstyrning ( $g_5 = 0$ ) eftersom dim  $q/s$  för fas 3+4 (tillfart 1) är större än för fas 3+5 (tillfart 3)

Fas 1: Dimensioneras av  $q/s = 0,274$  för tillfart 3, kf 31

Fas 2: Dimensioneras av  $q/s = 0,180$  för tillfart 2, kf 22,

Fas 3: Dimensioneras av tillfart 3 kf 33  $q/s = 0,031$  och gröntid (korrigerad mht mintid) = 10 sek, se ovan

Fas 4: Dimensioneras av skillnaden mellan dim  $q/s$  för fas 3+4 (tillfart 1, kf 11) och fas 3 enligt ovan =  $0,139 - 0,031 = 0,108$

Kontroll av gröntidsbehov för kf 11 (grönt i fas 1+4) efter korrektion mht  $g_{min}$ . Gröntid =  $32,4 + 12,8 = 45,2$  ger belastningsgrad för kf 11 = 0,68 jämfört med 0,70 för övriga körfält i den kritiska konfliktpunkten dvs något mer än optimalt.

Se kommentarer beräkningsexempel 2 avseende bestämning av korrigerade gröntider mm.

**Beräkningsexempel 3 forts..**

**Blankett 4C-fm Tidsättning förmiddagstrafik**

Blankett 4C-fm		Tidsättning fm omgång 1										Tidsättning				Total förlusttid F: (sek)		Omloppstid		c					
												Bestämning av omloppstid: $\frac{1,5 \cdot F + 5}{1 - \sum (\frac{q_i}{s_i})_{max}}$				F <sub>kor</sub> = F + Σ (g <sub>min</sub> - g)		13,8		c		63,1			
												Bestämning av gröntider: $g_i = (c - F) \cdot \delta_i$				21,2		c <sub>kor</sub>		90,4					
												Steg A		Steg B											
												Fas j		Fas j		dim q/s		δ <sub>j</sub>		g <sub>j</sub>		g <sub>j,kor</sub>		g <sub>i,max</sub>	
												1+4		1		0,274		0,462		22,8		32,4		40,5	
												1+5		2		0,180		0,303		15,0		21,3		26,6	
												2		3		0,031		0,053		2,6		10,0		12,5	
												3+4		4		0,108		0,182		9,0		12,8		16,0	
												3+5		5		0		0,000		0,0		0,0		0,0	
												Summa		Summa		0,592		1,000		49,3		76,5		95,7	
Tillfart/Körriktning		Körfält nr	Grönt i fas nr	Fastyp	Körfälts typ	Andel svängande	Mättnadsflöde s <sub>i</sub> fordon /gh	Korrektionsfaktorer				Övr. korr. värde		flöde s	q	Steg A	Steg B	δ <sub>i</sub>	Gröntid	Kapacitet		Bel.grad			
						Psv	Bas-värde	Tung trafik	Lutning	Kf-bredd			f/gh	f/h	dim. q <sub>i</sub> /s <sub>i</sub> per körfält	Bara huvudfaser	Alla faser	(q <sub>i</sub> /s <sub>i</sub> ) <sub>max</sub> /Σ(q <sub>i</sub> /s <sub>i</sub> ) <sub>max</sub>	Basvärde	Korr. mht	K <sub>i</sub> =	B <sub>i</sub> =			
		se 8A-1	se 8A-3												dim q <sub>i</sub> /s <sub>i</sub> per huv.fas	dim q <sub>i</sub> /s <sub>i</sub> per fas		g <sub>j</sub> sek	g <sub>min</sub> , c <sub>kor</sub>	g <sub>j,kor</sub> sek	s <sub>i</sub> *g <sub>i,kor</sub> /c <sub>kor</sub>	q <sub>i</sub> /K <sub>i</sub>			
KOL:1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			
1: Infartsled. V; H+R		11	1+4	H1+AE4	C	0,12	1770	0,982	1,000	1,00		1739	1739	594	0,342	0,342	0,384		31,7	45,2	870	0,68			
" R		12	1+4	H1+AE4	A	1,00	1900	0,962	1,000	0,97		1774	1774	606	0,342				31,7	45,2	888	0,68			
" V		13	3+4	H3+AE4	B	1,00	1700	0,970	1,000	0,97		1599	1599	220	0,138	0,139	0,139	0,210	11,6	22,8	403	0,55			
2: Mellangatan N; R+H		21	2	H2	C	0,23	1760	0,957	1,000	1,00		1685	1685	220	0,131				0,272	15,0	23,2	433	0,51		
" ; V		22	2	H2	C	1,00	1410	0,930	1,000	0,97		1272													
" "		"	2	H2	D	1,00	1110	0,930	1,000	0,97		1002	1002	180	0,180	0,180	0,180	0,272	15,0	23,2	257	0,70			
3: Infartsled. Ö; H+R		31	1+5	H1+AE5	C	0,71	1350	0,973	1,000	1,00		1314	1314	359	0,274		0,274	0,414	22,8	35,4	514	0,70			
" ; R		32	1+5	H1+AE5	A	1,00	1900	0,973	1,000	0,97		1793	1793	491	0,274			0,414	22,8	35,4					
" ; V		33	3+5	H1+AE5	B	1,00	1700	0,973	1,000	0,97		1605	1605	50	0,031		0,031	0,047	2,6	6,0	107	0,47			
4: Mellangatan S; R+H		41	2	H2	C	0,20	1780	0,958	1,000	1,01		1723													
" R+V		"	2	H2	C	0,20	1780	0,957	1,000	1,01		1721													
" " "		"	2	H2	D	0,20	1520	0,958	1,000	1,01		1471	1471	200	0,136			0,272	15,0	23,2	378	0,53			
Summa															0,660			0,319	49,3	81,4					

### **Kommentarer beräkningsexempel 3**

#### **Tidsättning em-trafik**

Beräkningarna av tidsättning genomförs med samma principiella metod som beskrivits i kommentarerna till tidsättning för fm-trafik.

Beräkningsexempel 3 forts..

4C-em Tidsättning eftermiddagstrafik

Blankett 4C-em		Tidsättning em omgång 1												Tidsättning		Total förlusttid $F$ : (sek)		13,8		Omloppstid		$c$		79,4					
														$F_{korr} = F + \sum (g_{min} - g)$		18,3		(sek)		$c_{korr}$		100,2							
														Steg A		Steg B													
														Fas $j$		Fas $j$		$\delta_j$		$g_j$		$g_{j,korr}$		$g_{j,max}$					
														dim q/s		dim q/s													
														1+4		1,0		0,494		32,4		41,2		51,5					
														1+5		2,0		0,344		22,6		28,7		35,9					
														2		3,0		0,084		5,5		10,0		12,5					
														3+4		4,0		0,078		5,1		6,5		8,1					
														3+5		5,0		0,000		0,0		0,0		0,0					
														Summa		0,676		Summa		0,676		1,0		65,6		86,4		108,0	
														1)															
														2)															
														3)															
Tillfart/Körriktning	Körfält nr	Grönt i fas nr	Fastyp	Körfälts typ	Andel svängande	Mättnadsflöde $s_i$ fordon /gh	Bas-värde	Korrekationsfaktorer			Slut-värde	Dim. mättnads-flöde $s$	Dim. flöde $q$	Belastn.kvot	Steg A	Steg B	Gröntidsandel	Gröntid	Kapacitet	Bel.grad									
	se 7A-1	se 7A-3			$P_{sv}$		Tung	Lutning	Kf-bredd	Övr.korr.		f/gh	f/h	$q_i/s_i$	Dim max $q_i/s_i$	Resulterade dim $q_i/s_i$ för alla körfält	$\delta_i$	Basvärde	Korr. mht	$K_i =$	$B_i =$								
														per körfält	mht huvudfaser	dim $q_i/s_i$ för alla körfält	$(q_i/s_i)_{max}$	$g_j$ sek	$g_{j,korr}$ sek	$s_i * g_{i,korr} / c_{korr}$	$q_i / K_i$								
KOL:1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22								
1: Infartsled. V; H+R	11	1+4	H1+AE4	C	0,24	1600	0,979	1,00	1,00		1 567	1 567	422	0,269		0,387	0,572	37,5	37,5	740	0,57								
" R	12	1+4	H1+AE4	A	1,00	1900	0,962	1,00	0,97		1 774	1 774	478	0,269		0,387		37,5	37,5	838	0,57								
" V	13	3+4	H3+AE4	B	1,00	1700	1,000	1,00	0,97		1 649	1 649	180	0,109	0,109	0,109	0,162	10,6	10,6	220	0,82								
2: Mellangatan N; R+H	21	2	H2	C	0,37	1580	0,952	1,00	1,00		1 504	1 504	350	0,233	0,233	0,233	0,344	22,6	22,6	428	0,82								
" ; V	22	2	H2	C	1,00	1270	0,930	1,00	0,97		1 146																		
" "	"	2	H2	D	1,00	1050	0,930	1,00	0,97		947	947	200	0,211		0,233		22,6	22,6	269	0,74								
3: Infartsled. Ö; H+R	31	1+5	H1+AE5	C	0,35	1480	0,986	1,00	1,00		1 459	1 459	487	0,334	0,334	0,334	0,494	32,4	32,4	596	0,82								
" ; R	32	1+5	H1+AE5	A	1,00	1900	0,962	1,00	0,97		1 774	1 774	593	0,334		0,334		32,4	32,4	724	0,82								
" ; V	33	3+5	H1+AE5	B	1,00	1700	0,962	1,00	0,97		1 587	1 587	90	0,057		0,057	0,084	5,5	10,0	200	0,45								
4: Mellangatan S; R+H	41	2	H2	C	0,23	1750	0,957	1,00	1,01		1 692					0,233													
" R+V	"	2	H2	C	0,15	1770	0,960	1,00	1,01		1 716																		
" " "	"	2	H2	D	0,15	1560	0,960	1,00	1,01		1 512	1 512	260	0,172		0,233		22,6	22,6	430	0,60								
Summa															0,676		1,000												

## Kommentarer beräkningsexempel 4

### Beräkningsexempel 4:

#### Trafikstyrd tvåfas skyttelsignal vid vägarbete med växelvis avveckling av trafiken från endera riktningen

#### Problemformulering

Beräkna tidsättning, kapacitet, belastningsgrad och medelfördröjning för den trafikstyrda skyttelsignalen på Drottning Kristinas Väg i Stockholm

#### Översikt av beräkningsmetod

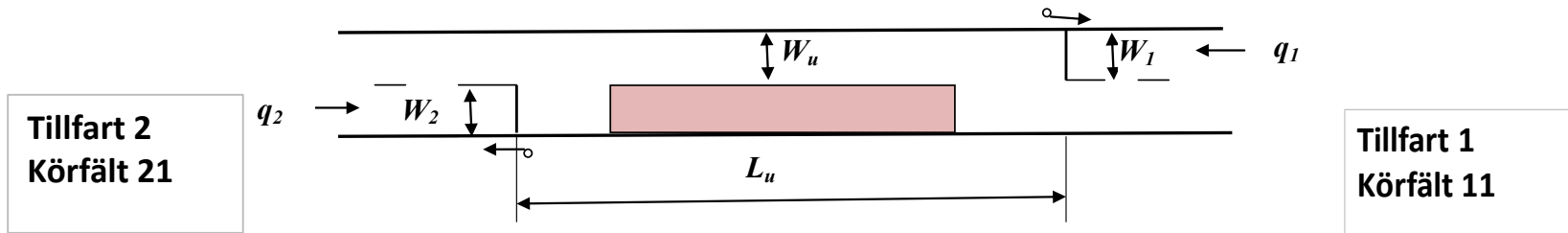
Blanketterna i avsnitt 4.14 kan används där varje körriktning behandlas på en rad.

Beräkna:

- Total förlusttid  $F = T_1 + T_2$
- Beräkna mättnadsflöden för de olika körriktningarna  
= basvärde \* korr mht körbanebredd, lutning, tunga fordon enligt avsnitt 4.7.4 körfältstyp A samt korrektionsfaktorer enligt avsnitt 4.7.5
- Beräkna belastningskvoter  $q/s$  i bägge riktningarna enligt avsnitt 4.7.9
- Beräkna omloppstid vid tidsstyrning  $c = (1,5 * F + 5) / [1 - \text{summa}(q/s)]$
- Beräkna omloppstid, gröntidsfördelning och gröntider enligt avsnitt 4.7.10
- Beräkna kapacitet, belastningsgrad och trafikeffekter enl. avsnitt 4.9

### 4.13.4 Beräkningsexempel 4:

<b>Blankett 4A-1 Trafiksignaler</b>	Drottning Kristinas väg
<b>SKYTTELSIGNAL</b>	
<b>Planskiss - förutsättningar</b>	K-L. Bång
	Datum: 2013-12-16

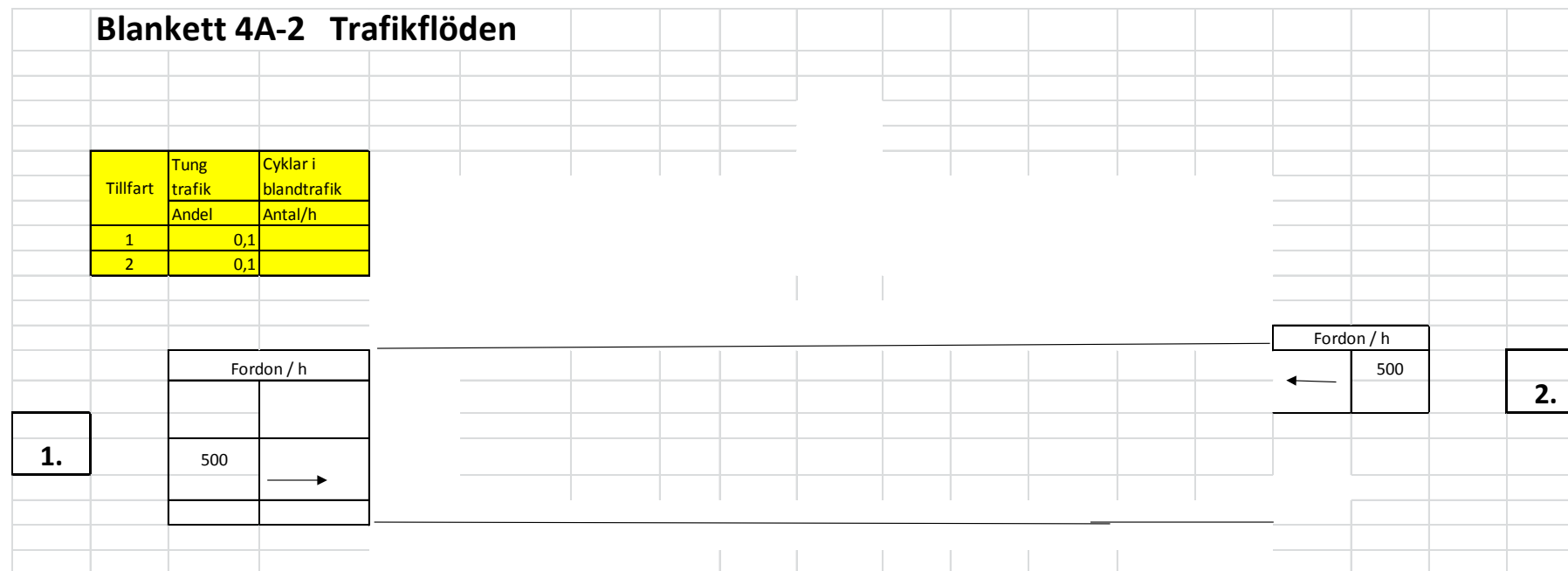


Beskrivning av måttsättning mm		
<b>Tillfart/Körfält nr</b>	<b>1 / 11</b>	<b>2 / 21</b>
Hastighetsgräns (km/h)	50	50
Tillfartsbredd (m)	3,5	3,5
Lutning %	0	0

Mötesfri zon	
Körbanebredd (m $W_u$ )	4,0
Längd (m) $L_u$	60
Lutning riktning 1 %	0
Lutning riktning 2 %	0

**Kommentarer**



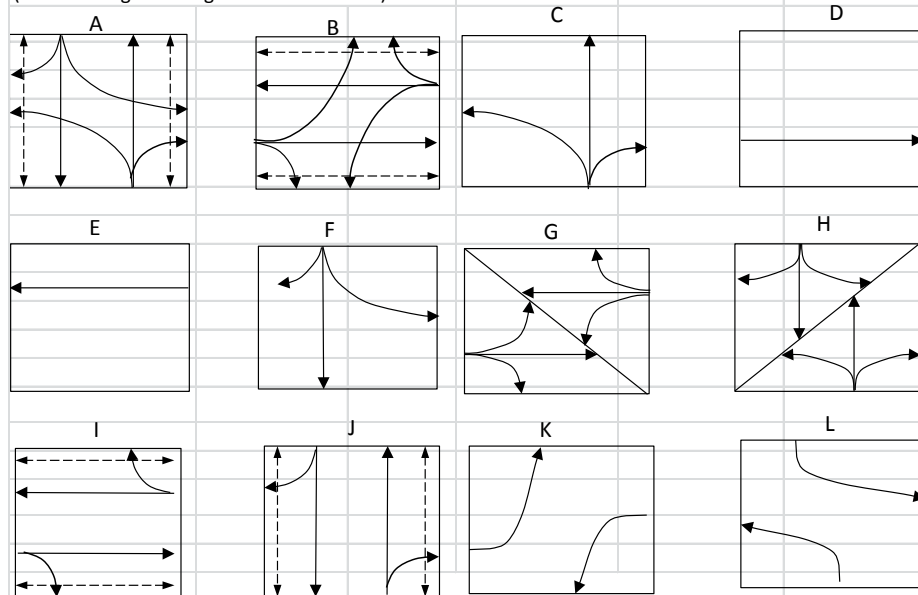


**Kommentarer**

## Blankett 4A-3 Signalreglering

### Exempel på fasbilder

(Se inmatnings sida "signaler" i CAPCAL 4.0)



Fasbilder enligt exempel för fas nr					
1	2	3	4	5	6
A	B				
D	E				

Fas Nr.	Min gröntid $g_{min}$	Max gröntid $g_{max}$	Förlusttid $F$
1			7,6
2			7,6
$\Sigma$			15,2

<b>Förlusttid per omlopp</b>	Total förlusttid:
------------------------------	-------------------

Signalstyrning			Omloppstid (sek)	
Tidsstyrd	Trafikstyrd	Samordnad	Beräknas	1
	x		Fast	

**Kommentarer**

Blankett 4B-1, säkerhets- och förlusttidsberäkning														Del av gultid som ej används för ford		1	
Utr. Fas	Körfält/Övergångsst		Utrymmande							Framryckande				Säkerhetstid	Förl. tid	Dim. Förlusttid	Komm.
	utrymm.	framryck.	Körfält	sträcka	dim.ford.l	str.inkl.dim.ford.l	hastig.	Reduk. tid	Körfält	sträcka	hastig.	tid					
1	22	11	22	60,0	6	66,0	10	6,6	11	0,0	12	0,0	6,6	7,6	7,6	F-F	
2	11	22	11	60,0	6	66,0	10	6,6	22	0,0	12	0,0	6,6	7,6	7,6	F-F	
<b>Total förlusttid:</b>															15,2		

**Blankett 4B-2, mintidsberäkning**

Fas	Fordon		Dimensionerande mintid för fasen	Kommentar
	Körfält nr.	mintid		
1	11	6	6	
2	21	6	6	

**Kommentarer**

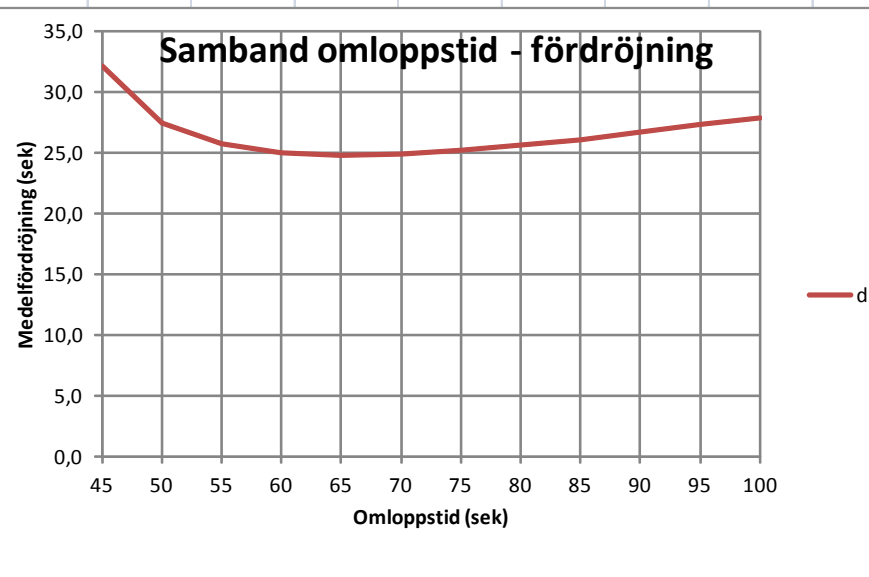
Blankett 4C-1										Bestämning av omloppstid:		Total förlusttid $F$ :		Omloppstid				
										$\frac{1,5 \cdot F + 5}{1 - \sum (\frac{q_i}{s_i})_{max}}$		$F$		15,2		64		
										$F_{korr} = F + \sum (g - g_{min})$		$F_{korr}$		15,2		(sek) $c_{korr}$ 64,0		
Bestämning av gröntider:										Steg A		Steg B		$g_i = (c - F) \cdot \delta_i$				
										Fas $j$	dim $q/s$	Fas $j$	dim $q/s$	$\delta_i$	$g_i$	$g_{i,korr}$	$g_{i,max}$	
										1	0,283			0,500	24,4	24,4		
										2	0,283			0,500	24,4	24,4		
										Summa		Summa			48,8	48,8		
Tillfart	Körfält	Grönt	Mättnadsflöde $s_i$ fordon /gh					Dim.	Dim.	Dim.	Steg 1	Steg 2	$\delta_i$	Gröntid	$g_i$ sek	Kapacitet	Bel.grad	
	nr	i fas nr	Bas- värde	Korrekionsfaktorer			Slut- värde	mättnads- flöde $s$	Dim. flöde $q$	$q_i/s_i$	Bara	Alla	$(q_i/s_i)_{max}$	$g_i = (c - F) \cdot \delta_i$	Ki=	Xi =		
	se 8A-1		Tung trafik	Lutning	Kf-bredd	Övr.korr.	per körfält f/gh	per körfält f/h	per körfält	huvudfaser dim $q_i/s_i$ per huv.fas	faser dim $q_i/s_i$ per fas	$\sum (q_i/s_i)_{max}$	Bas- värde	Korr. värde	$s_i \cdot g_i / c$	$q_i / K_i$		
KOL:1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1: Tillfart 1 Ö	11	2	1900	0,930	1,000	1,00	1767	1767	500	0,283	0,283			24,4		674	0,74	
2: Tillfart 2 V	21	1	1900	0,930	1,000	1,00	1767	1767	500	0,283	0,283			24,4		674	0,74	
Summa											0,566			0,000	48,8			

**Kommentarer**

Blankett 4D		Framkomlighetseffekter																				
Skyttelsignal		$N_{1i} = \frac{(2B_i - 1)}{2 \cdot (1 - B_i)} \text{ om } B_i > 0,5; \quad N_{1i} = 0 \text{ om } B_i < 0,5$ $p_{si} = \frac{r_i + N_i \cdot t_{ka}}{c}$ $\frac{c \cdot (1 - \lambda)^2}{2 \cdot (1 - B \cdot \lambda)} = A_i/c; \quad AR_i = \frac{B^2}{2 \cdot (1 - B)}$																				
Omloppstid		$N_{2i} = q_i \cdot (c - g_i)$																				
0 64,0																						
Tillfart	Körfält, i	Flöde $q_i$ (f/s)	$s_i$ (f/s)	$g_i$	Gröntidskvot $\lambda_i = g_i/c$	Belastningsgrad $B_i$	Antal köande fordon			$N_{maxi}$ $p_{\theta} = 5\%$ se figur	Körlängd (m) $p_{\theta} = 5\%$	Andel stopp. fordon $p_{si}$	Antal stopp f/h $p_{si} \cdot q_i$	Fördröjning				Medelfördröjning				Totalt Trafikstyrn $g \cdot d_i \cdot q_i$ (fs/s)
							$N_{1i}$	$N_{2i}$	$N_i$					$AR_i$	$AR_i/q_i$	Tidsstyrning (sek/fordon)	Korrfakt. Trafikstyrn	Fördröjn. Trafikstyrn (sek/ford)				
Kol: 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1: Tillfart 1 Ö	11	0,139	0,491	24,4	0,381	0,742	0,9	5,5	6,4	7,0	53	0,72	360	0,267	17,1	1,067	7,7	24,8	0,9	22,3	3,10	
2: Tillfart 2 V	21	0,139	0,491	24,4	0,381	0,742	0,9	5,5	6,4	7,0	53	0,72	360	0,267	17,1	1,067	7,7	24,8	0,9	22,3	3,10	
Summa		0,278							12,9	14,0	105,0	1,4	719,3					49,5		Totalt	6,19	
Medelvärde		0,139							6,4	7,0	52,5	0,7	359,6					24,8		Medelvärde	22,29	

### Jämförande beräkningar avseende omloppstid

Fall	Omloppstid $c; (sek)$	Belastningsgrad $B$	Medelfördröjning $d (sek)$	Anm
1	45	0,85	32,1	
2	50	0,81	27,5	
3	55	0,78	25,7	
4	60	0,76	25,0	
5	65	0,74	24,8	Enl Webster
6	70	0,72	24,9	
7	75	0,71	25,2	
8	80	0,70	25,6	
9	85	0,69	26,1	
10	90	0,68	26,7	
11	95	0,67	27,3	
12	100	0,67	27,9	







## 4.14 Blanketter

Följande blanketter redovisas nedan:

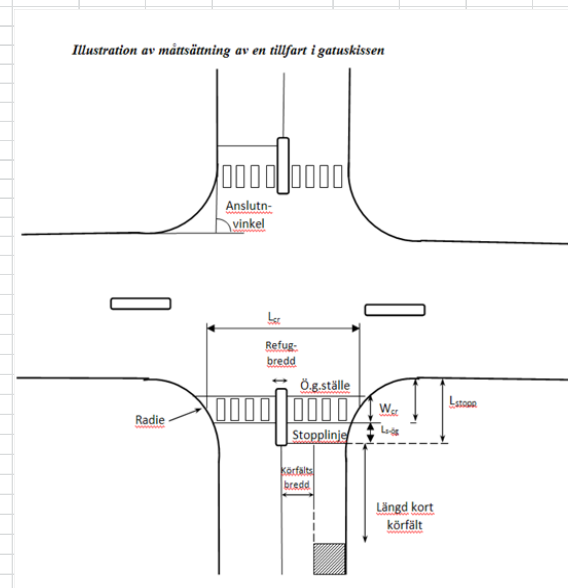
<b>4A-1:</b>	<b>Planskiss förutsättningar</b>
<b>4A-2</b>	<b>Trafikflöden</b>
<b>4A-3</b>	<b>Signalreglering</b>
<b>4B-1</b>	<b>Säkerhets- och förlusttider</b>
<b>4B-2</b>	<b>Minsta gröntider</b>
<b>4C</b>	<b>Tidsättning, kapacitet och belastningsgrad</b>
<b>4D</b>	<b>Framkomlighetseffekter</b>

<b>Blankett 4A-1 Trafiksignaler</b>  <b>Planskiss - förutsättningar</b>	Kommun:
	Korsning:
	Alternativ:
	Utförd av:
	Datum:

Planskiss

Tillfart nr	1	2	3	4				
Hastighetsgräns (km/h)								
Kurvradie högersväng (m)								
Anslutningsvinkel (grader)								
Lutning +/- %								
Avstånd stopplinje - tvärgat. kantlinje $L_{stopp}$ (m)								
Avst. Stopplinje - övergångsställe $L_{s-ög}$ (m)								
Vsv bilar kan köa utan blockera								
Köutrymme efter rött: Vsv								
Hsv								
Övergångsställe: bredd (m)								
" : längd (m)								
Körfältsbredd och längd (m) Kf nr	Bredd	Längd	Bredd	Längd	Bredd	Längd	Bredd	Längd
	-1							
	-2							
	-3							
	-4							
Refug								
Frånfart								
<b>Total gatubredd (m)</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>

**Beskrivning av mätsättning**



<b>Blankett 4A-2 Trafikflöden</b>	<b>Kommun:</b>
	<b>Korsning:</b>
	<b>Alternativ:</b>
	<b>Utförd av:</b>
	<b>Datum:</b>

Tillfart	Tung	Cyklar i blandtrafik	Anm
	Andel	Antal/h	
1			
2			
3			
4			

<b>2.</b>		
Fordon / h		Totalt
F.m.		
E.m.		

F.m.		E.m.	
Gång./h			
Cykl/h			

<b>1.</b>		Fordon / h		F.m.		E.m.	
F.m.				Gång./h			
E.m.				Cykl/h			
F.m.							
E.m.							
F.m.							
E.m.							
<b>Totalt</b>	F.m.						
	E.m.						

<b>3.</b>		Fordon / h		F.m.
				E.m.
F.m.				F.m.
E.m.				E.m.
F.m.				F.m.
E.m.				E.m.
<b>Totalt</b>	F.m.			F.m.
	E.m.			E.m.

F.m.		E.m.	
Gång./h			
Cykl/h			

Fordon / h		Totalt
F.m.		
E.m.		

<b>4.</b>
169

<b>Blankett 4A-3 Signalreglering</b>					Kommun:								
					Korsning:								
					Alternativ:								
					Utförd av:								
					Datum:								
<b>Exempel på fasbilder</b>					<b>Fasbilder enligt exempel för fas nr</b>								
					<b>Nr/Typ/Kod</b>								
<div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center; margin: 5px;"> <b>A</b>  </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;"> <b>B</b>  </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;"> <b>C</b>  </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;"> <b>D</b>  </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;"> <b>E</b>  </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;"> <b>F</b>  </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;"> <b>G</b>  </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;"> <b>H</b>  </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;"> <b>I</b>  </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;"> <b>J</b>  </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;"> <b>K</b>  </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;"> <b>L</b>  </div> </div>					1	2	3	4	5	6			
					<b>Fas Nr.</b>						<b>Min gröntid</b> <i>g<sub>min</sub></i>	<b>Max gröntid</b> <i>g<sub>max</sub></i>	<b>Förlusttid</b> <i>F</i>
					1								
					2								
					3								
					4								
					5								
					$\Sigma$								
					<b>Signalstyrning</b>					<b>Omloppstid (sek)</b>			
					Tidsstyrd		Trafikstyrd		Samordnad		Beräknas		
											Fast		

Utr. Fas		Körfält/Övergångsställe		Utrymmande							Framryckande				Säkerhetstid	Förl. tid	Dim. Förlusttid	Komentar
		utrymmande	framryckande	Körfält	Separatregl.	sträcka	dim.ford.l	str.inkl.dim.ford.l	hastighet	Reduktion tid	Körfält	sträcka	hastighet	tid				
Blankett 4B-1		(se kommentarer nästa sida)							Del av gultid som ej används för fordonsav				1					
1																		
2																		
3																		
4																		
										171								
															Total förlusttid:			

**Kommentarer blankett 4B-1****Körfält:**

De kombinationer av utrymmande och framryckande körfält som ger längst säkerhetstider väljs. Om vilka kombinationer som ger längst säkerhetstider inte enkelt kan inses beräknas de tveksamma

Längst säkerhetstid fås vid lång utrymningssträcka och kort framryckningssträcka, normalt är det mellan körfältet närmast kantsten som tillåter färd i riktning mot konflikten i både utrymmande och framryckande tillfart.

Säkerhetstider beräknas endast för primärkonflikter vid blandfasreglering. Vid separatreglerade svängar (med pilsignal) räknas även säkerhetstider för samtliga sekundärkonflikter.

Se skiss för exempel

**Utrymmande sträcka:**

Avstånd från stopplinje för framryckande körfält till mitten på utrymmande körfält eller bortre sida på övergångsställe. Se vidare huvudtext XXX

Avstånd för rak korsning och blandfasreglering beräknas automatiskt, vid annan geometri eller separatreglering av svängande rörelser anges annat/uppmätt värde

**Separatreglerat**

Sätts till 1 om utrymmande körfält är separatreglerat, annars till 0.

**Dimensionerande fordonslängd:**

Dimensionerande fordonslängd för fordon sätts till 6 meter om andelen tunga fordon är låg, annars till den längsta vanligt förekommande fordonslängden.

Dimensionerande fordonslängd för cyklar sätts till 2 meter

Dimensionerande "fordonslängd" för gående är alltid 0

**Utrymmande hastighet:**

Högsta tillåtna utrymningshastighet för fordon tas från tabell, lägre hastighet ska användas om den är rimlig. Se vidare huvudtext XXX

Utrymningshastighet för cykel är 5 m/s

Utrymningshastighet för gående är 1,4 m/s

**Reduktion utrymningstid:**

Tid för utrymmande gående kan reduceras med (kortaste) fråntiden för fordonsgrupper i samma fas. Om detta utnyttjas måste mintiden fyllas i i blankett 7B-2. Se vidare huvudtext XXX

Tid för utrymmande cykel reduceras med 1 sekund pga. kortare passagetid

**Framryckande sträcka:**

Avstånd från stopplinje för utrymmande körfält till mitten på framryckande körfält eller främre sida på övergångsställe

Framryckande sträcka för fortgångare är alltid 0

Avstånd för rak korsning och blandfasreglering beräknas automatiskt, vid annan geometri eller separatreglering av svängande rörelser anges annat/uppmätt värde

**Framryckande hastighet:**

Framryckningshastighet för fordon tas från tabell beroende på tillåten hastighet, lägre hastighet används endast om högre hastighet är orimlig

**Förlusttid:**

Den del av gultiden som inte används för fordonsavveckling, normalt 1 sekund, läggs till den dimensionerande säkerhetstiden. Inget tillägg görs för övergångsställen (eftersom gult sken ej visas)

**Blankett 4B-2 Beräkning av mingröntider**

Blankett 4B-2, mintidsberäkning

Fas	Fordon			Övergångsställe				Mintid	Dimensionerande mintid för fasen	Kommentar
	Körfält nr.	mintid	fråntid	Ög nr.	längd	hastighet	gågrönt			
1										Kommentarer: <b>Fordon, mintid:</b> Minsta tid för fordonsgrupp är normalt 6 sekunde <b>Fordon, fråntid:</b> Om säkerhetstiden för utrymmande gående minskats med fråntiden för parallella fordonsgrupper i blankett 7B-1 måste denna fråntid anges här. <b>Övergångsställe, längd:</b> Hela övergångsställets längd från kantsten till kantsten anges. <b>Övergångsställe, hastighet:</b> Gånghastigheten anges. Hastigheten får inte vara högre än 1,4 m/s men vissa vägghållare använder en lägre hastighet, ofta 1,2 m/s <b>Övergångsställe, längd:</b> Längd över hela övergångsstället vid rak korsning beräknas. Om korsningen har annan geometri eller om "slussning" tillämpas anges annat/uppmätt värde <b>Mintid:</b> Mintiden avrundas alltid uppåt. I detta fall till hel sekund.
2										
3										
4										



Trafiksignaler\Handboks kapitel 7\Beräkningsexempel\Exempel 3

**Blankett 4C**

Bestämning av omloppstid:

$$\frac{1,5 \cdot F + 5}{1 - \sum \left(\frac{q_i}{s_i}\right)_{max}}$$

Bestämning av gröntider:

Total förlusttid $F$ :		$F$	Omloppstid $c$	
$F_{korr} = F + \sum (g_{min} - F_{korr})$			(sek)	$c_{korr}$
Steg A		Steg B		$g_i = (c - F) \cdot \delta_i$
Fas $j$	dim $q/s$	Fas $j$	dim $q/s$	$\delta_i$
1				$g_i$
2				$g_{i,korr}$
				$g_{i,max}$
Summa		Summa		

Tillfart/Körriktning	Körfält nr	Grönt i fas nr	Fastyp	Körfälts typ	Andel sväng. $Psv$	Mättnadsflöde $s_i$ fordon /gh					Dim. mättnadsflöde $s$ f/gh	Dim. flöde $q$ f/h	$q_i/s_i$	Steg A	Steg B	$\delta_i$	Gröntid	Kapacitet	Bel.grad			
						Bas-värde	Korrektionsfaktorer Tung Lutning Kf-bredd	Övr.. korr.	Slut-värde	Steg A										Steg B	Basvärde	Korr. mht $g_{min}, c_{korr}$
	se 7A-1	se 7A-3				7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
KOL:1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	





## 4.15 Termer och beteckningar avseende signalreglering

Allmänna termer och beteckningar är dokumenterade i Kapitel 1 Inledning avsnitt 1.7.

### Trafik

Trafiktermer	Beteckning	Definition
Trafikström		Trafik genom korsningen i en viss relation
Trafikflöde	$q$	I ett snitt per tidsenhet passerande antal trafikelement (t ex fordon/h)
Mättnadsflöde	$s$	Trafikflöde vid mättad köavveckling i en signalreglerad tillfart (fordon per gröntimme f/gh)
Belastningsgrad	$B$	Kvot mellan trafikflöde och kapacitet
Belastningskvot	$q/s$	Kvot mellan trafikflöde och mättnadsflöde

### Geometri

Geometriska termer	Beteckning	Definition
Körfält	kf Index $i$	Markerad del av körbanan avsedd för en fordonsfil
Tillfart		Anslutande korsningsarm som betjänar ankommande trafik till korsningen
Deltillfart		Del av en tillfart som betjänas av en särskild signalgrupp (t ex för v.s.v. trafik)
Refug		Med kantstenar el.dyl. avgränsad trafikö mellan olika köriktningar eller deltillfarter.

### Signalreglering

Signalstyrningstermer	Beteckning	Definition
Trafiksignalanläggning		Trafikanordning som med signal reglerar trafik eller varnar trafikanter
Tidsseparering		Reglering med trafiksignaler av när korsande trafikströmmar tillåts passera dessas konfliktpunkt
Oberoende styrning		Signalanläggningen arbetar ensam, endast beroende av trafikförhållandena i den egna korsningen.
Samordnad styrning		Närliggande signalanläggningars tidsättning anpassas för att optimera trafikavvecklingen m.h.t. antal stopp, fördröjning mm (skapar ”gröna vågor”)

<b>Signalstyrningstermer (forts.)</b>	<b>Beteckning</b>	<b>Definition</b>
<b>Signalgrupp</b>		Den ”minsta” del av signalen som kan styras individuellt, alla signallyktor som tillhör en signalgrupp visar alltid samma signalbild (rött-gult-grönt)
<b>Tidsstyrning</b>	<b>FT</b>	Styrning i ett eller flera förutbestämda program inom vilka alla signalgrupper arbetar med tider av konstant längd (Eng. Fixed Time)
<b>Trafikstyrning</b>		Styrning där trafikanter med hjälp av detektorer kan anmäla gröntidsbehov & påverka gröntidens längd
<b>Omloppstid</b>		Tid mellan två på varandra följande växlingar till grönt ljus i samma signalgrupp
<b>(Signal)fas</b>	Index <i>j</i>	Del av omloppstiden då flera trafikströmmar (signalgrupper) utan primärkonflikt alltid har grönt samtidigt
<b>Primärkonflikt</b>		Konflikter mellan korsande raktframgående trafikströmmar i en korsning (måste alltid tidssepareras av signalen)
<b>Sekundärkonflikt</b>		Konflikt i korsning mellan svängande och mötande trafik, eller mellan svängande trafik och korsande cyklister och gående.
<b>Separatreglerad fas</b>		Fas för skyddad trafikavveckling i en deltillfart.(Anm: Tillämpas vanligen för vänstersvängande deltillfart med mycket trafik; kräver eget körfält och pilsignal).
<b>Blandfas</b>		Fasbild där två motriktade tillfarter har grönt ljus samtidigt utan separatreglering av sekundärkonflikter
<b>Skyddad trafikavveckling</b>		Avvecklingen av en fordonsström utan sekundärkonflikter med överordnade trafikströmmar
<b>Oskyddad trafikavveckling</b>		Avveckling av en fordonsström med sekundärkonflikter (t ex med mötande fordonstrafik, korsande gångtrafik)
<b>Huvudfas</b>	<b>H</b>	Betjänar minst en deltillfart som bara har grönt i denna fas (t ex blandfas)
<b>Extrafas</b>	<b>E</b>	Fas som ger förlängd gröntid utöver huvudfasen för en eller flera deltillfarter (t ex eftergrönt)
<b>Alternativ extrafas</b>	<b>AE</b>	Fas som endast aktiveras vid behov (t ex vid val mellan två alternativa extrafaser med eftergrönt i en riktning efter en huvudfas för separatreglerade, vänstersvängande deltillfarter från bägge riktningarna)

Signalstyrningstermer (forts.)	Beteckning	Definition
Eftergrönt		Fasbild där en av två motriktade tillfarter behåller grönt ljus efter det för tillfarterna gemensamma gröna ljuset
Förgrönt		Fasbild där en av två motriktade tillfarter visas grönt ljus före det för tillfarterna gemensamma gröna ljuset (undviks av trafiksäkerhetsskäl)
Effektiv gröntid	$g$	Tid då trafikavveckling är tillåten i en tillfart ( Anm: I metodbeskrivningen tillämpas att $g$ = grön signalbild + körbar del av gultiden
Minsta gröntid	$g_{min}$	Minsta tid som grön signal får visas. (Anm: Normalt 6 sek för en signalfas som inte innehåller övergångsställe, samt beroende på övergångsställets längd för övriga fall.
Gröntidskvot	$\lambda$	Effektiv gröntid/omloppstid = $g/c$
Gröntidsandel	$\delta$	Andel effektiv gröntid av total dito
Gultid	$gult$	Tid för gul signal mellan gröntidens slut och rödtidens början
Körbar gultid	$gg$	Del av gultiden som utnyttjas för trafikavveckling (Anm: Normalt lika med gultiden – 1 sek)
Rödtid	$r$	Tid för röd + rödgul signalbild
Säkerhetstid mellan fordon	$t_s$	Tid efter grönfasens slut för att ett utrymmande fordon ska hinna passera en primärkonfliktpunkt innan ett framryckande fordon från nästa signalfas når denna (Anm: = helrött + rödgult)
Säkerhetstid mellan gående och fordon	$t_{sg}$	Tid efter grönfasens slut för att en utrymmande gångtrafikan ska hinna passera en primärkonfliktpunkt innan ett framryckande fordon från nästa signalfas når denna

## Innehåll

### Kapitel 5 Ej signalreglerade korsningar

<b>5</b>	<b>Ej signalreglerade korsningar</b> .....	<b>2</b>
<b>5.1</b>	<b>Inledning</b> .....	<b>2</b>
<b>5.2</b>	<b>Beräkningsgång</b> .....	<b>3</b>
5.2.1	Indata.....	4
5.2.2	Indelning i deltillfarter .....	6
5.2.3	Bestämning av överordnat flöde .....	9
5.2.4	Bestämning av kritiskt tidsavstånd.....	12
5.2.5	Bestämning av betjäningstid .....	16
5.2.6	Beräkning av delbelastningsgrader .....	20
5.2.7	Beräkning av belastningsgrad och kapacitet.....	22
5.2.8	Beräkning av kölängd .....	24
5.2.9	Beräkning av väntetid och interaktionsfördröjning .....	26
5.2.10	Beräkning av andel stopp.....	29
5.2.11	Beräkning av geometrisk fördröjning .....	32
5.2.12	Beräkning av total fördröjning.....	36
<b>5.3</b>	<b>Alternativa analysmetoder</b> .....	<b>37</b>
<b>5.4</b>	<b>Kalkylhjälpmedel ("computational engines")</b> .....	<b>38</b>
<b>5.5</b>	<b>Beräkningsblankett</b> .....	<b>39</b>
<b>5.6</b>	<b>Beräkningsexempel 1 från TV131</b> .....	<b>41</b>

# 5 Ej signalreglerade korsningar

## 5.1 Inledning

Detta kapitel behandlar beräkning av kapacitet, fördröjning, andel stopp och kölängd för:

- 3- och 4-vägs korsningar med stopp- eller väjningsplikt för underordnade tillfarter
- Det finns även korrigeringar för beräkning av korsningar med högerregel.

Metoden behandlar också överbelastning enligt metodik i Trafikverkets Effektkatalog Bygga om och Bygga nytt (version april 2014). Förutsättning för överbelastning är att överbelastningen varar en timme med trafikflöde 0 efter denna timme. Metoden är implementerad i Capcal 4.0, (se Capcal 4.0 Användarhandledning Trivector2013:87).

För varje delavsnitt finns kommentarer på vänster sida och beräkningsstegen på högersida. Dokumentet bör således läsas och skrivas ut dubbelsidigt för bästa läsbarhet.

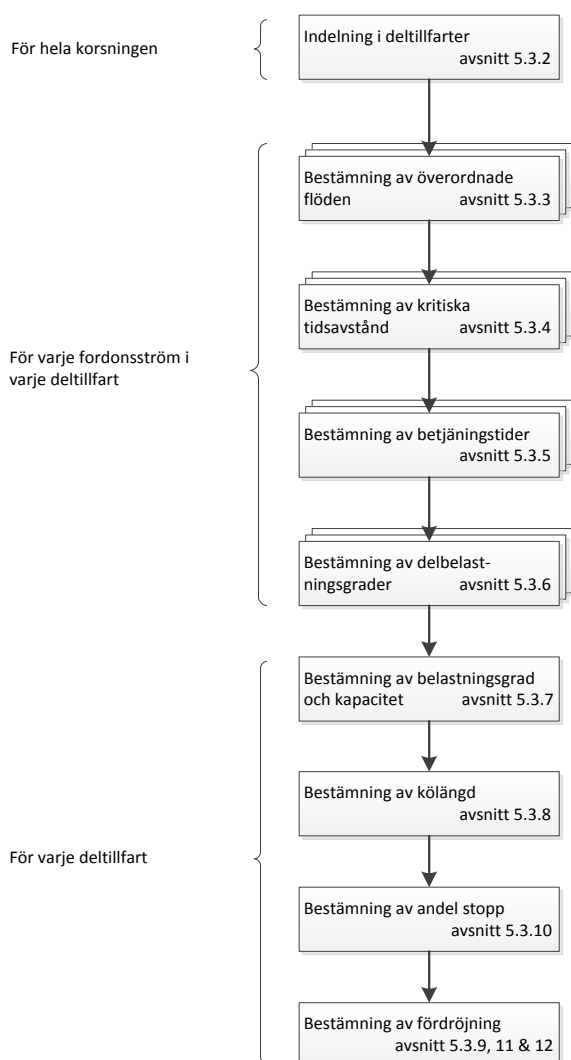
*Definitioner* i form av allmänna termer och beteckningar är dokumenterade i kapitel 1 avsnitt 1.7. och *litteraturreferenser* i avsnitt 1.8.



## 5.2 Beräkningsgång

- Kapaciteten beräknas separat för varje deltillfart som innehåller en eller flera under-ordnade fordons-strömmar
- Kapaciteten för en deltillfart beror av betjäningstiden (= tiden för avveckling av ett fordon) för varje fordonsström i deltillfarten
- Betjäningstiden för en fordonsström beror i sin tur av
  - dels på storleken på de företrädesberättigade fordonsströmmarna (= det överordnade flödet)
  - dels på det kritiska tidsavståndet för den underordnade fordonsströmmen

Kapaciteten beräknas enligt schemat i Figur 1. Beräkningen sammanställs lämpligen på en beräkningsblankett, se exempel under avsnitt 5.5.



Figur 1 Översikt över beräkningsgången

## 5.2.1 Indata

För beräkning av kapacitet för en deltillfart behövs ingångsdata enligt följande:

### Överordnad led

- Dimensionerande flöden ( $f/h$ ), alla fordonsströmmar
- Andel tunga fordon (%)
- Antal körfält eller körbanebredd (m)
- Eventuell förekomst av bred mittremsa
- Riktningssmarkeringar
- Hastighetsbegränsning
- Enkelriktning

### Underordnad led

- Dimensionerande flöden ( $f/h$ ), alla fordonsströmmar
- Andel tunga fordon (%)
- Antal körfält eller tillfartsbredder (m)
- Riktningssmarkeringar
- Tillfarternas anslutningsvinklar
- Vägkantsradie för h.s.v. fordon
- Placering av övergångsställe
- Hastighetsbegränsning
- Stopp- eller väjningsplikt

Om tillfart respektive frånfart saknar körfältsmarkering beräknas antalet körfält som antalet multiplar av 2,75 m för tillfart respektive 3,0 för frånfart. Antalet körfält definieras i ett snitt 30 m från korsningens närmaste begränsningslinje.

Med ”körfält” avses i beräkningsmetoden endast körfält av större längd än 30 m.

Om en deltillfart innehåller två eller fler fordonsströmmar, förutsätts att deras relativa storlek är given och konstant.

Kapaciteten för en deltillfart utan väjningspliktig trafik kan antas vara densamma som vid obrutet flöde, se kapitel 3 Landsvägar.

En korsning med högerregel kan beräknas enligt kommentar :2 avsnitt 5.2.6.

## Kommentarer

- :1 Med ”körfält” avses i beräkningsmetoden endast körfält av större längd än 30 m.
- :2 Framkomligheten i en korsning är beroende av hur flödet är fördelat mellan de olika tillfarterna. Korsningens kapacitet och andra egenskaper kan därför endast anges för en viss given fördelning mellan de ingående flödena.

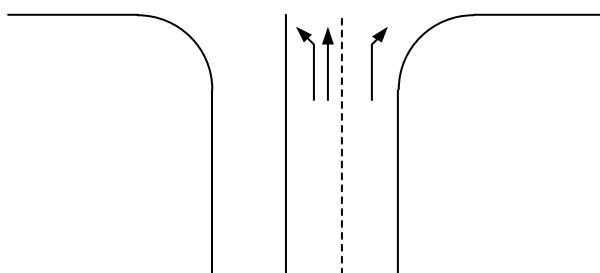
Den av tillfarterna som först når kapacitetstaket blir avgörande för korsningens totala kapacitet vid den aktuella trafikfördelningen.

Om tillfarterna består av endast ett körfält eller om en fordonsström kan utnyttja samtliga körfält i tillfarten beräknas kapacitet och övriga egenskaper för hela tillfarten som en enhet. Om en fordonsström kan utnyttja flera körfält måste en körfältsallokering genomföras.

Om tillfarten består av två eller fler körfält som inte alla kan utnyttjas av en fordonsström måste tillfarten delas upp i grupper av körfält som inte har någon fordonsström gemensam. En sådan grupp av körfält, deltillfart, fungerar oberoende av övriga körfält i tillfarten, se exempel. Korsningens kapacitet begränsas av den deltillfart som har lägst kapacitet.

Exempel:

Om som i figuren en tillfart innehåller ett körfält för högersvängande och ett för vänstersvängande och rakt fram är trafikavvecklingen i de båda körfälten oberoende av varandra. Hade även det högra körfältet varit upplåtet för rakt fram skulle körfälten vara beroende eftersom trafik rakt fram då kunde välja mellan körfälten.



## 5.2.2 Indelning i deltillfarter

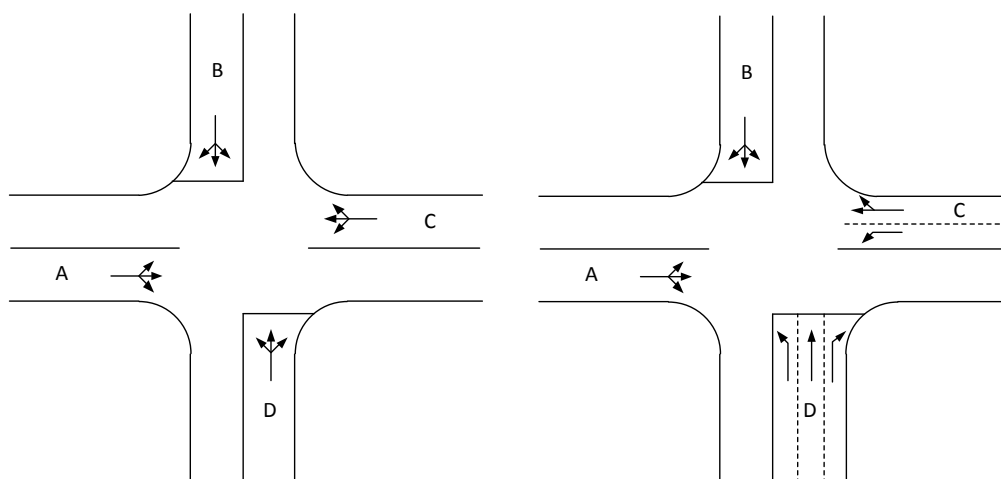
En deltillfart består av de körfält i en tillfart som utnyttjas gemensamt av en eller flera fordonströmmar i tillfarten.

Regler för indelning i deltillfarter

1. Om separata körfält saknas, utgör hela tillfarten en deltillfart
2. Om en fordonström endast förekommer i ett separat körfält, utgör detta en deltillfart
3. Om en fordonström förekommer i flera körfält, eventuellt tillsammans med andra fordonströmmar, utgör dessa körfält tillsammans en deltillfart

För definition av körfält, se kommentar :1.

Exempel



Figur 2 Exempel på indelning i deltillfarter

$A$  = en deltillfart  
 $B$  = en deltillfart  
 $C$  = en deltillfart  
 $D$  = en deltillfart

$A$  = en deltillfart  
 $B$  = en deltillfart  
 $C_{r+h}, C_v$  = två deltillfarter  
 $D_h, D_r, D_v$  = tre deltillfarter

## Kommentarer

För bestämning av de överordnade flödena behövs uppgifter om

- flödet (fordon/h) för samtliga fordonsströmmar
- antal körfält i frånfarterna
- förekomst av gång- och cykeltrafik i väsentlig omfattning

Finns endast uppgifter om snittflöden, måste således riktningsfördelningar och andelar svängande fordon uppskattas. Felet i flödesuppgifterna bör om möjligt inte överstiga  $\pm 10\%$ . Vid större fel och belastningsgrader större än 0,8, så bör beräkningarna upprepas för olika antaganden avseende flödena.

- :1 I korsande konflikter inräknas cykelflödet i det ö.o. flödet med ett  $P_{ekv}$ -värde på 0,5. I konvergerande konflikter ignoreras dock cykelflödet.
- :2 Om ett övergångsställe i en underordnad tillfart är beläget mellan stopplinjen och den korsande gatan inräknas gångtrafikflödet (gående/h) i det överordnade flödet med ett  $P_{ekv}$ -värde på 0,5.
- :3 Om körfältsmarkeringar saknas i en frånfart där konvergerande konflikter förekommer, så ansätts antalet körfält = antalet hela multiplar av 3 m (t.ex. 6,0-8,9 m = 2 körfält), mätt i ett snitt 30 m från korsningens närmaste begränsningslinje (ex. väjningslinjen).
- :4 Om det finns en bred mittremsa mellan de överordnade trafikströmmarna kan v.s.v. och r.fr. från sekundärvägen passera korsningen i två etapper. Detta kan vid högre belastningsgrader minska betjäningstiden avsevärt, effekten är dock inte så stor vid låga belastningsgrader eller vid överbelastning. Möjligheten att passera korsningen i två steg ger en korrektion av det överordnade flödet enligt  $q_{corr} = -0,4 * \min\{q_v, c \cdot q_h\}$ , där  
 $q_h$  är överordnat flöde som kommer från höger  
 $q_v$  är överordnat flöde som kommer från vänster  
 $c$  är 0,5 för vänstersväng från sekundärväg till en flerfältig frånfart, annars 1,0.
- :5 Vid en korsning med högerregel bestäms de överordnade flödena i analogi med de principer som anges i avsnitt 5.9.
- :6 Om övergångsställe finns över ö.o. led, tar beräkningsmetoden inte hänsyn till gångflödet, varken effekten på överordnat flöde eller för underordnat flöde i frånfarten. Är flödet betydande bör en alternativ metod användas, t.ex. trafiksimulering. Alternativt kan en separat beräkning med en 90-grader vriden väjningsplikt där ö.o. väjer mot övergångsstället som bara har ”trafik” rakt fram göras. Där denna

separata beräkning främst har i syfte att utreda om övergångsstället ger betydande kapacitetsproblem.

### 5.2.3 Bestämning av överordnat flöde

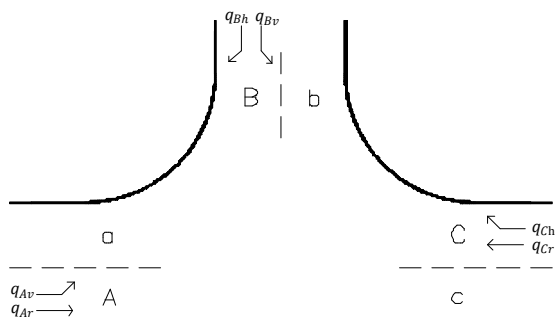
- (1) Bestäm de fordonsströmmar, som är överordnade i korsande eller konvergerande konflikter med den underordnade strömmen.
- (2) I en korsande konflikt adderas hela det korsande flödet.
- (3) I en konvergerande konflikt adderas flödet  $\frac{q}{N_f}$ , där
  - $q$  konvergerande, överordnat flöde
  - $N_f$  antal körfält i den frånfart där konflikten äger rum.

Cykeltrafik beaktas enligt kommentar :1.

Gångtrafik beaktas enligt kommentar :2.

Om den överordnade leden saknar körfältsmarkeringar, se kommentar :3.

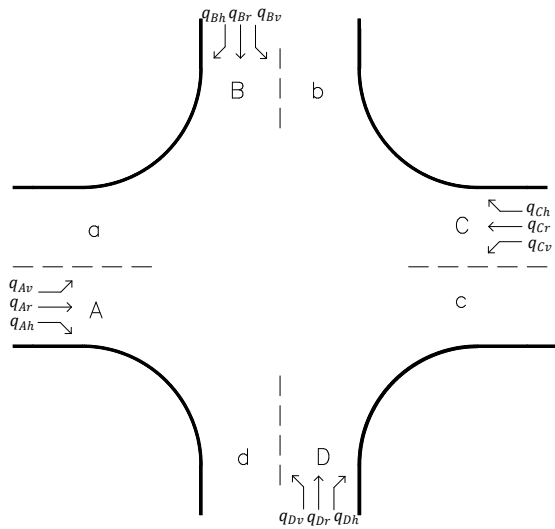
Om korsningsutformningen möjliggör passering av korsningen i två steg, se kommentar :4.



Figur 3 Exempel trevägskorsning

Tabell 1 Överordnade strömmar i en trevägskorsning

u.o fordonsströmmar	ö.o. fordons-strömmar
$q_{Av}$	$q_{Cr} + \frac{q_{Ch}}{N_b}$
$q_{Bh}$	$\frac{q_{Cr}}{N_a}$
$q_{Bv}$	$q_{Cr} + q_{Av} + \frac{q_{Ar}}{N_c}$



Figur 4 Exempel fyrvägskorsning

Tabell 2 Överordnade strömmar i en fyrvägskorsning

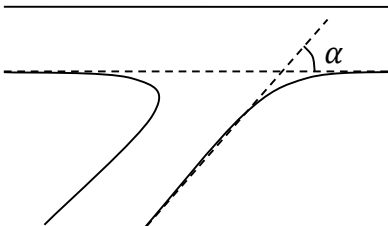
u.o fordons-strömmar	ö.o. fordons-strömmar
$q_{Av}$	$q_{Cr} + \frac{q_{Ch}}{N_b}$
$q_{Bh}$	$\frac{q_{Cr}}{N_a}$
$q_{Br}$	$q_{Ar} + q_{Av} + \frac{q_{Ah}}{N_d} + q_{Cr} + \frac{q_{Ch}}{N_d}$
$q_{Bv}$	$q_{Av} + \frac{q_{Ar}}{N_c} + q_{Cr} + q_{Cv} + q_{Dr} + \frac{q_{Dh}}{N_c}$
$q_{Cv}$	$q_{Ar} + \frac{q_{Ah}}{N_d}$
$q_{Dh}$	$\frac{q_{Ar}}{N_c}$
$q_{Dr}$	$q_{Ar} + \frac{q_{Av}}{N_b} + q_{Cr} + q_{Cv} + \frac{q_{Ch}}{N_b}$
$q_{Dv}$	$q_{Ar} + q_{Av} + q_{Br} + \frac{q_{Bh}}{N_a} + q_{Cv} + \frac{q_{Cr}}{N_a}$



## Kommentarer

För bestämning av det kritiska tidsavståndet behövs uppgifter om

- Andel tunga fordon (%)
- Riktningmarkeringar
- Antal körfält eller tillfartsbredder (m)
- Ev. förekomst av bred mittremsa
- Enkelriktning
- Hastighetsbegränsning
- Stopp- eller väjningsplikt
- Tillfarternas anslutningsvinklar
- Kanstensradie för h.sv. fordon

- :1 För en korsning med högerregel kan de kritiska tidsavstånden för olika fordonsströmmar bestämmas på samma sätt som för en korsning med väjningsplikt, se även kommentar :2, avsnitt 5.2.6.
- :2 Om körspårsradien för högersvängande fordon är större än 60 m eller om särskild påfart (friliggande högersväng) finns, skall kapaciteten för högersvängande fordon beräknas enligt kapitel 3 Motorvägar och trafikplatser.
- 3: Förkortningar
- |                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| led               | riktning             |
| ö.o = överordnad  | v.sv. = vänstersväng |
| u.o = underordnad | h.sv. = högersväng   |
|                   | r.fr. = rakt fram    |
- :4 Med anslutningsvinkel menas vinkeln mellan den underordnade leden (längs körbanekantens förlängning) och den överordnade leden
- 
- :5 För att vänstersvängande eller rakt fram körande fordon från underordnad tillfart ska kunna passera en korsning i två steg krävs dels tillräckligt stort utrymme mellan de motriktade körbanorna, dels att fordonet vid fyrvägs-korsning kan vänta i korsningens mitt utan konflikt med fordon från den motsatta tillfarten. Beteendet bör alltid kontrolleras på plats när så är möjligt.
- :6 Med hastighet på överordnad led avses hastigheten på den överordnade leden i samband med korsning, dvs. inklusive inverkan av eventuell lokal hastighetsgräns i samband med korsningen.

## 5.2.4 Bestämning av kritiskt tidsavstånd

- (1) Bestäm ett grundvärde,  $T_b$ , enligt Tabell 3. För korsning med högerregel se kommentar :1.

**Tabell 3 Grundvärde för kritisk tidlucka**

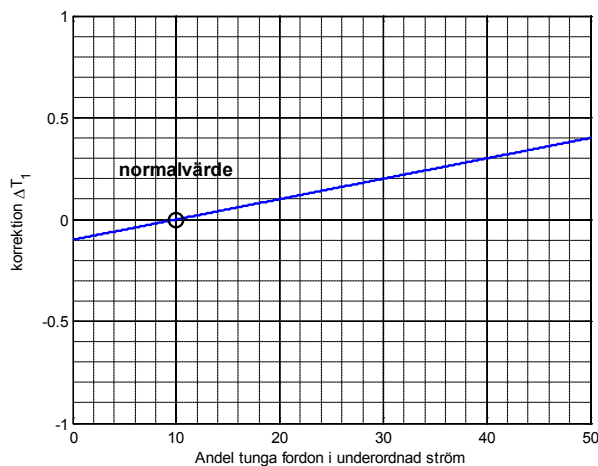
Hastighet på ö.o led [km/h]	Reglering	ö.o led v.sv.	u.o led h.sv.	u.o led r.fr.	u.o led v.sv.
50	Väjningsplikt	4,8	5,0	5,1	5,3
50	Stopplikt	4,8	5,7	5,8	6,0
60	Väjningsplikt	5,3	5,5	5,6	5,8
60	Stopplikt	5,3	6,2	6,3	6,5
70	Väjningsplikt	5,7	5,9	6,0	6,2
70	Stopplikt	5,7	6,6	6,7	6,9
80	Väjningsplikt	6,2	6,4	6,5	6,7
80	Stopplikt	6,2	7,1	7,2	7,4
90	Väjningsplikt	6,7	6,9	7,0	7,2
90	Stopplikt	6,7	7,5	7,6	7,8

- (2) Bestäm korrektioner,  $\Delta T_i$ , för de olika riktningarna enligt ekvationer och/eller diagram och tabeller nedan.

Korrektion m.h.t. tunga fordon  $\Delta T_1$   
Samtliga riktningar

$$\Delta T_1 = (p_{lb} - 0,1) , \text{ där} \tag{1}$$

$p_{lb}$  är andelen tung trafik (typ LBn + Lps)

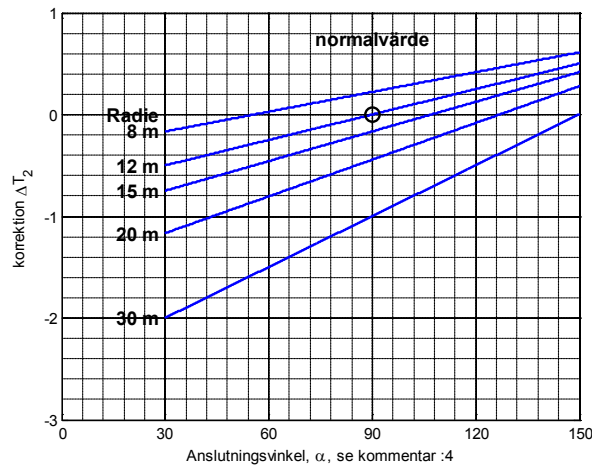


**Figur 5 Korrektion m.h.t. andel tunga fordon**

Korrektion m.h.t. korsningskurvans radie och anslutningsvinkel  $\Delta T_2$ . Endast högersvängande från u.o tillfart

$$\Delta T_2 = 1 - \left(1 + \frac{r-12}{18}\right) \cdot \left(1 - \frac{\alpha-90}{120}\right), \text{ där} \quad (2)$$

$\alpha$  är anslutningsvinkeln i grader  
 $r$  är höger kantstensradie i meter



**Figur 6** Korrektion m.h.t. korsningskurvans radie och anslutningsvinkel

Korrektion m.h.t. ö.o leds tvärsektion  $\Delta T_3$ . Samtliga riktningar u.o. led utom h.sv.

**Tabell 4** Korrektion m.h.t. ö.o. leds tvärsektion

Möjlighet att passera korsningen i två steg	Antal körfält på ö.o. led totalt i båda riktningarna		
	2	3-4	>4
Nej	0	+0,3	+0,6
Ja	-0,5	0	+0,3

Korrektion m.h.t. enkelriktad ö.o. led  $\Delta T_4$ . Samtliga riktningar u.o. led utom h.sv.

$$\Delta T_4 = -0,5 \quad (3)$$

- (4) Beräkna kritiska tidsavståndet,  $T$  (s) och följdtiden  $T_0 = 0,6 \cdot T$
- A. Samtliga riktningar i u.o. tillfart utom h.sv.  $T = T_b + \Delta T_1 + \Delta T_3 + \Delta T_4$
  - B. Högersväng från underordnad tillfart  $T = T_b + \Delta T_1 + \Delta T_2$
  - C. Västersväng från överordnad led  $T = T_b + \Delta T_1$



## Kommentarer

För beräkning av betjäningstiden behövs följande ingångsdata:

- Det överordnade flödet (fordon/s)
- Kritiska tidsavståndet (s)
- Antal körfält på överordnat led

- :1 Vänstersvängande fordon från ö.o. tillfart ska passera samtliga körfält från motsatt riktning på ö.o. led. Rakt fram körande och vänstersvängande fordon från u.o. tillfart måste passera samtliga körfält på ö.o. led. För högersvängande fordon från u.o. tillfart ska antalet körfält på överordnad fordonsström från vänster användas.
- :2 För korsnings med högerregel används fall B
- :3 Vad gäller betjäningstider för rakt fram körande eller högersvängande fordonsströmmar på överordnad led sätts dessa till  $\Delta_{corr}$  enligt delberäkning under beräkningsfall A steg (2). Se även avsnitt 5.2.7 kommentar :3.
- :4 Om vägreten på huvudvägen är bred kan högersvängande från underordnad tillfart ses som en vävningsrörelse. Om det överordnade flödet är  $< 1500$  fordon/h kan vävningen genomföras och betjäningstiden kan då beräknas som  $b_w = (0,4167 - q)^{-1}$ . Betjäningstiden vid kö sätts till  $b_q = \min\{b_q, b_q\}$  och betjäningstiden vid ingen kö sätts till  $b_n = \min\{b_n, b_w\}$ .

## 5.2.5 Bestämning av betjäningstid

- (1) Val av beräkningsfall, A eller B görs med ledning av Tabell 5.

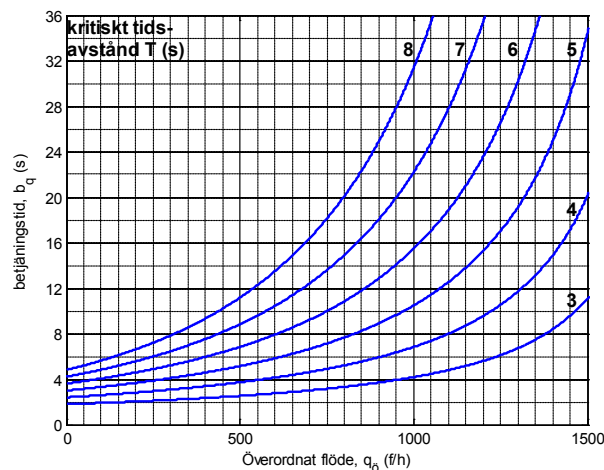
**Tabell 5 Val av beräkningsfall beroende på antal körfält i överordnad ström**

Antal körfält i överordnad ström <sup>1)</sup>	Underordnad svändrörelse			
	ö.o led v.sv.	u.o led h.sv.	u.o led r.fr.	u.o led v.sv.
2	A	A	B	B
≥ 4	B	B	B	B

1) Summan av antalet körfält som den underordnade strömmen måste passera, se exempel under kommentar :1.

- (2) Bestäm betjäningstid vid kö för aktuellt fall ur ekvationer (flöde omräknat till fordon/s) eller diagram (gäller vid 10 % tunga fordon). Beträffande överordnat flöde, se avsnitt 5.2.3 och kritiskt tidsavstånd, se avsnitt 5.2.4.

### Beräkningsfall A



**Figur 7 Betjäningstid vid kö, beräkningsfall A**

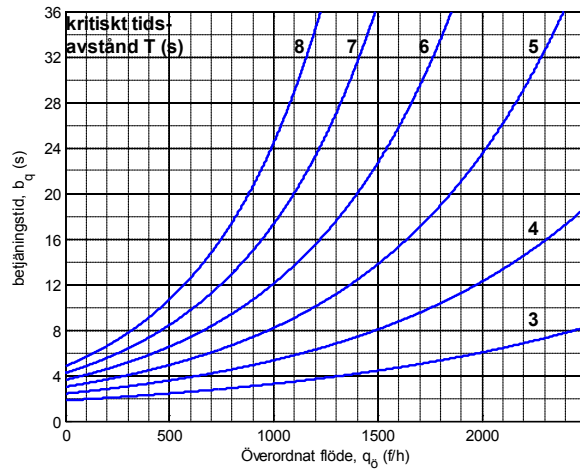
$$b_q = \frac{1 - e^{-q \cdot T_0}}{q \cdot (1 - \theta) \cdot e^{-q \cdot (T - \Delta_{korr})}}, \text{ där} \quad (4)$$

$$\theta = q \cdot \Delta_{korr}, \text{ där} \quad (5)$$

$$\Delta_{korr} = \Delta \cdot ((1 - p_{lb}) + p_{lb} \cdot p_{be_{lb}}), \text{ där} \quad (6)$$

$$\Delta = 1,8 \text{ s och } p_{be_{lb}} = 2,0$$

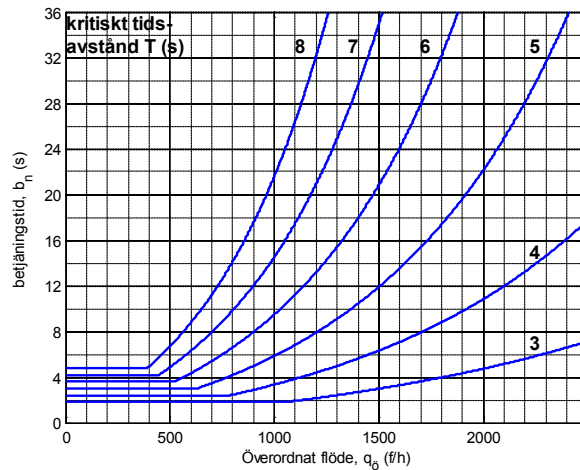
### Beräkningsfall B



Figur 8 Betjäningstid vid kö, beräkningsfall B

$$b_q = \frac{e^{Tq} - e^{(T-T_0)q}}{q} \quad (7)$$

- (3) Bestäm betjäningstid vid ingen kö ur ekvation eller diagram (gäller vid 10 % tunga fordon).



Figur 9 Betjäningstid vid ingen kö

$$b_n = \max \left\{ T_0, \frac{e^{qT} - qT - 1}{q} \right\}, \text{ där} \quad (8)$$





**Kommentarer** För beräkning av delbelastningsgrader behövs följande ingångsdata:

- Betjäningstider (s) för samtliga väjningspliktiga fordonsströmmar
- Flödet (f/h) för samtliga väjningspliktiga fordonsströmmar
- Antal körfält för sekundärt överordnade strömmar

- :1 För bestämning av antal körfält, se kommentarer till avsnitt 5.2.2.
- :2 I en fyrvägs korsning med högerregel är fordonsavvecklingen i ett flertal strömmar ömsesidigt beroende. Korrigering m.h.t. sekundärt överordnade strömmar kan därför inte genomföras på samma entydiga sätt som för korsningar med stopp- eller väjningsplikt enligt motstående sida. Kapaciteten för en korsning med högerregel kan beräknas enligt följande.

Delbelastningsgraderna för samtliga fordonsströmmar beräknas enligt följande:

- (1-3) Beräkna preliminära delbelastningsgrader för alla fordonsströmmar enligt avsnitt 5.2.6, steg (1)-(3).
- (4) Korrigera dessa delbelastningsgrader ånyo med hänsyn till sekundärt överordnade fordonsströmmar enligt
- $$B_i'' = B_i * \left( \prod_s \left( 1 - \frac{B_s'}{N_s} \right) \right)^{-1}$$
- med  $B_i$  och  $B_s'$  enligt stegen (1) respektive (3).
- (5) Beräkna slutligen belastningsgrad och kapacitet för varje deltillfart enligt avsnitt 5.2.7.

## 5.2.6 Beräkning av delbelastningsgrader

- (1) Beräkna delbelastningsgrader,  $B_i$ , för samtliga underordnade fordonsströmmar enligt följande

$$B_i = \frac{q_i}{3600} \cdot b_{q_i}, \text{ där} \quad (9)$$

$q_i$  flöde (f/h) i fordonsström  $i$   
 $b_{q_i}$  betjäningstid vid kö (s) för fordonsström  $i$  enligt avsnitt 5.2.5.

- (2) Bestäm sekundärt överordnade fordonsströmmar enligt tabellen. Vid korsningar med högerregel, se kommentar :2.

**Tabell 6 Andra och tredje ordningens ö.o. fordonsströmmar**

u.o. fordonsström	Överordnad fordonsström av andra ordningen	Överordnad fordonsström av tredje ordningen
$q_{Br}$	$q_{Av}, q_{Cv}$	
$q_{Dr}$	$q_{Av}, q_{Cv}$	
$q_{Bv}$	$q_{Av}, q_{Cv}, q_{Dh}$	$q_{Dr}$
$q_{Dv}$	$q_{Av}, q_{Cv}, q_{Bh}$	$q_{Br}$

- (3) Korrigera delbelastningsgraderna,  $B_i$ , beräknade i (1) m.h.t. sekundärt överordnade strömmar (steg 2).

$$B'_i = B_i \cdot \Delta B_i, \text{ där} \quad (10)$$

$$\Delta B_i = \left( \prod_s \left( 1 - \frac{B_s}{N_s} \right) \right)^{-1}, \text{ där} \quad (11)$$

$B_i$  delbelastningsgrad enligt steg (1)

$B_s$  delbelastningsgrad för överordnade fordonsströmmar, steg (2)

$N_s$  antal körfält upplåtna för de sekundärt överordnade strömmarna.

**Tabell 7 Korrigering av delbelastningsgrad**

Underordnad ström	Korrigerad delbelastningsgrad
$q_{Br}$	$\frac{B_{Br}}{(1-B_{Av}) \cdot (1-B_{Cv})}$
$q_{Dr}$	$\frac{B_{Dr}}{(1-B_{Av}) \cdot (1-B_{Cv})}$
$q_{Bv}$	$\frac{B_{Bv}}{(1-B_{Av}) \cdot (1-B_{Cv}) \cdot (1-B_{Dh}) \cdot (1-B_{Dr})}$
$q_{Dv}$	$\frac{B_{Dv}}{(1-B_{Av}) \cdot (1-B_{Cv}) \cdot (1-B_{Bh}) \cdot (1-B_{Br})}$

**Kommentarer**

För beräkning av kapacitet för en deltillfart behövs följande ingångsdata:

- Delbelastningsgrader för samtliga fordonsströmmar i deltillfarten
- Totala flödet ( $f/h$ ) i deltillfarten
- Antal körfält i deltillfarten

- :1 För bestämning av antal körfält, se kommentarer till avsnitt 5.2.2.
- :2 Om en deltillfart har ett körfält 30 m från korsningen (enligt kommentar :1 avsnitt 5.2.2) men fler körfält eller större bredd än 5,0 m närmare korsningen samt om deltillfarten är upplåten för minst två fordonsströmmar så måste belastningsgraden justeras.

## 5.2.7 Beräkning av belastningsgrad och kapacitet

- (1) Beräkna kapacitetskorrektionsfaktorn

$$c = \prod c_i, \text{ där} \quad (12)$$

korrektionerna  $c_i$  beräknas enligt

### Korrektion m.h.t. cyklar $c_1$

$$c_1 = \begin{cases} (1 + 0,3 \cdot (4 - \max(2,5; w_l)) \cdot p_{cy})^{-1} & 2,5 \leq w_l \leq 4,0 \\ 1 & w_l > 4 \end{cases}, \text{ där} \quad (13)$$

$w_l$  körfältets bredd

$p_{cy}$  andelen cyklar i förhållande till totala flödet i körfältet

### Korrektion m.h.t. körfältsbredder $c_2$

För körfältsmarkerade körfält eller deltillfart ej bredare än 5 m beräknas  $c_2$  som

$$c_2 = \begin{cases} -0,54 + 0,86 \cdot w_l - 0,12 \cdot w_l^2 & 2,5 \leq w_l < 3,5 \\ 1 + 0,02 \cdot (w_l - 3,5) & 3,5 \leq w_l \leq 5,0 \end{cases} \quad (14)$$

En tillfart eller deltillfart med en bredd  $w_a$  som överstiger 5 m, men som inte är separerad med körfältsmarkering bör behandlas som två körfält med lika bredd  $w_l = 0,5 \cdot w_a$ . För varje sådant körfält görs istället följande korrektion

$$c_2 = \begin{cases} -0,69 + 0,86 \cdot w_l - 0,12 \cdot w_l^2 & 2,5 \leq w_l < 3,5 \\ 0,85 + 0,02 \cdot (w_l - 3,5) & 3,5 \leq w_l \leq 5,0 \end{cases} \quad (15)$$

### Korrektion m.h.t. lutning i tillfarten $c_3$

$$c_3 = (1 + 0,1 \cdot p_{lb} \cdot \beta)^{-1}, \text{ där} \quad (16)$$

$\beta$  genomsnittlig lutning i % över sektionen 0-80 m uppströms stopp/väjningslinjen. Vid nedförslut eller planmark använd  $\beta = 0$ .

- (2) Beräkna deltillfartens belastningsgrad

$$B = \frac{\sum B_i}{c \cdot N}, \text{ där} \quad (17)$$

$B_i$  delbelastningsgrader för fordonsströmmar

$N$  antalet körfält i deltillfarten, se kommentar :1.

- (3) Kapaciteten för en deltillfart,  $K$  (f/h) beräknas med hjälp av belastningsgraden,  $B$ , beräknad enligt (2) ovan, och det totala flödet,  $q$  (f/h), för deltillfarten enligt

$$K = \frac{q}{B} \quad (18)$$

**Kommentarer**

För beräkning av kölängd för en deltillfart behövs följande ingångsdata:

- Belastningsgrad för deltillfarten enligt avsnitt 5.2.7
- Kapaciteten för deltillfarten enligt avsnitt 5.2.7
- Längden på studieperioden

- :1 För bestämning av antal körfält, se kommentarer till avsnitt 5.2.2.
- :2 Exempel av beräkning av genomsnittlig betjäningstid för en deltillfart. Om deltillfarten har två fordonströmmar (h.sv. och r.fr.) med betjäningstiderna  $b_h = 4,1$  s och  $b_r = 13,5$  s och flödena  $q_h = 50$  fordon/h och  $q_r = 75$  fordon/h beräknas den genomsnittliga betjäningstiden som

$$\bar{b} = \frac{q_h \cdot b_h + q_r \cdot b_r}{q_h + q_r} = \frac{50 \cdot 4,1 + 75 \cdot 13,5}{50 + 75} = 8,5328 \text{ s}$$

- :3 Valfri kölängdspercentil kan beräknas genom att iterativt lösa följande ekvation:

$$1 - e^{-\frac{\ln(1-p)}{L_p+1}} = 1 + \frac{\left(\frac{L_p}{0,9} - 1\right)}{K \cdot \tau} \cdot B, \text{ där}$$

$p$  percentilvärde

$B$  belastningsgrad enligt steg (2), avsnitt 5.2.8

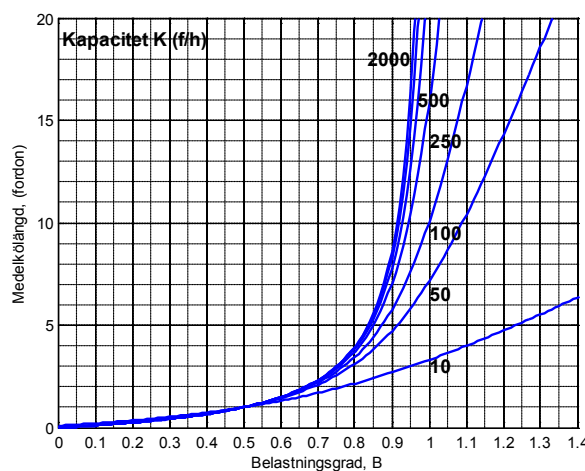
$\tau$  studieperiodens längd (s)

$L_p$  kölängd för percentilvärde  $p$  vilken initialt beräknas enligt

$$L_p = \begin{cases} \frac{\ln(1-p)}{\ln(B)} & B < 0,8 \\ \frac{\ln(1-p)}{\ln(0,8)} + \frac{B-0,8}{0,6} \cdot \left(0,9(0,5 \cdot K\tau + 1) - \frac{\ln(1-p)}{\ln(0,8)}\right) & 0,8 \leq B \leq 1,4 \\ 0,9 \cdot ((B - 1) \cdot K\tau + 1) & B > 1,4 \end{cases}$$

$L_p$  justeras sedan iterativt till dess att skillnaden mellan vänsterled och högerled är acceptabel.

:4



## 5.2.8 Beräkning av kölängd

- (1) För beräkningen av kölängd bör deltillfartens belastningsgrad bestämmas utifrån den genomsnittliga betjäningstiden för deltillfarten vilket görs enligt nedanstående iterativa process

1. Beräkna ett initial värde på  $B_{avg}$

$$B_{avg} = b_n \cdot q \cdot \Delta B_i$$

2. Beräkna den genomsnittliga betjäningstiden  $b$

$$b = (B_{avg} \cdot \bar{b}_q + (1 - B_{avg}) \cdot \bar{b}_n) \cdot \Delta B_i$$

3. Uppdatera  $B_{avg}$

$$B_{avg} = b \cdot q$$

4. Upprepa steg 2 och 3 ovan tills skillnaden i  $B_{avg}$  mellan två iterationer är mindre än 0,01.

$\bar{b}_q$  är den genomsnittliga betjäningstiden vid kö för deltillfarten (medelvärdesbildning genom viktning av  $b_q$  för varje fordonsström (enligt avsnitt 5.2.5) med flödet), se exempel under kommentar :2.

$\bar{b}_n$  är den genomsnittliga betjäningstiden vid ingen kö för deltillfarten (medelvärdesbildning genom viktning av  $b_n$  för varje fordonsström (enligt avsnitt 5.2.5) med flödet), se exempel under kommentar :2.

$\Delta B_i$  är korrektionsfaktorn m.h.t. sekundärt överordnade strömmar enligt avsnitt 5.2.6.

- (2) Korrigera deltillfartens belastningsgrad m.h.t.

$$B = \frac{B_{avg}}{c \cdot N}, \text{ där}$$

$c$  är kapacitetskorrektur enligt avsnitt 5.2.7.

$N$  antalet körfält i deltillfarten, se kommentar :1.

- (3) Bestäm kölängden ur ekvation (se även diagram under kommentar :4 samt kommentar :1 under avsnitt 5.2.9)

$$L = 0,5 \left( -K\tau(1 - B_{avg}) + \sqrt{\left( K^2\tau^2(1 - B_{avg})^2 + 4(KB_{avg}\tau + 1) \right)} \right) \quad (19)$$

$K$  är deltillfartens kapacitet enligt avsnitt 5.2.7.

$\tau$  är studieperiodens längd (s)

## Kommentarer

För beräkning av väntetid och interaktionsfördröjning för en deltillfart behövs följande ingångsdata:

- kapacitet för varje deltillfart enligt avsnitt 5.2.7
- belastningsgrad för varje deltillfart enligt steg (2) avsnitt 5.2.8.
- belastningsgrad för varje deltillfart enligt steg (2) avsnitt 5.2.7.
- betjäningstid vid kö för varje fordonsström enligt avsnitt 5.2.5.
- betjäningstid vid ingen kö för varje fordonsström enligt avsnitt 5.2.5.

- :1 Funktionen för beräkning av väntetid (samt funktionen för kölängd) gäller både för belastningsgrader under ett och vid överbelastning. Beräkningsmetoden är baserad på att den underordnade tillfarten kan approximeras med ett M/M/1 kösystem vid låga belastningsgrader och med ett D/D/1 kösystem vid höga belastningsgrader. Vidare antas att eventuell överbelastning varar under studieperiodens längd ( $\tau$ ) och att denna efterföljs av en tidsperiod utan trafikbelastning, dvs. 0 inkommande fordon/h. Härledningen av ekvationen finns redovisad i Hagring (2001).
- :2 Vid beräkning av väntetiden bör belastningsgraden beräknad enligt den iterativa processen i steg (2) avsnitt 5.2.8 användas då den bäst beskriver belastningsgraden för aktuella trafikförhållanden. Observera att beräkningen av väntetid även gäller för överbelastning, dvs belastningsgrad större än ett.
- :3 Vid beräkning av interaktionsfördröjningen ska väntetiden och den genomsnittliga betjäningstiden adderas. Den genomsnittliga betjäningstiden bör beräknas med hjälp av belastningsgraden beräknad enligt steg (2) avsnitt 5.2.7.

## 5.2.9 Beräkning av väntetid och interaktionsfördröjning

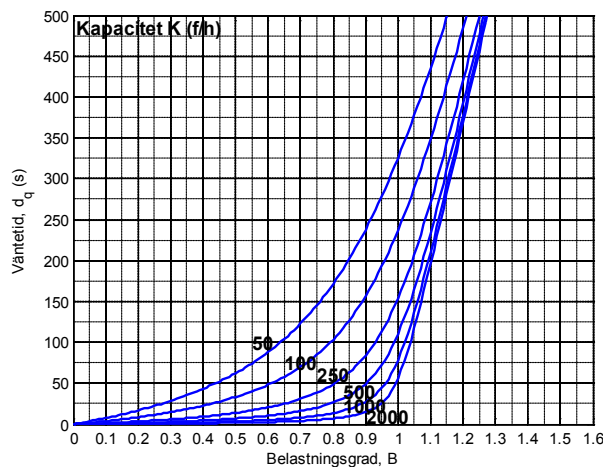
- (1) Beräkna väntetiden  $d_q$  ur ekvation eller diagram (Se även kommentar :1 om överbelastning)

$$d_q = \frac{-(2+K\tau-BK\tau)+((2+K\cdot\tau-BK\tau)^2+8BK\tau)^{0,5}}{4\cdot K}, \text{ där} \quad (20)$$

$K$  är deltillfartens kapacitet enligt avsnitt 5.2.7.

$B$  är deltillfartens belastningsgrad enligt avsnitt 5.2.8, se även kommentar :2.

$\tau$  är studieperiodens längd (s)



Figur 10 Väntetid som funktion av belastningsgrad och kapacitet

- (2) Beräkna interaktionsfördröjningen

$$d_i = b + d_q, \text{ där} \quad (21)$$

$b$  är den genomsnittliga betjäningstiden beräknat som

$$b = B \cdot \bar{b}_q + (1 - B) \cdot \bar{b}_n, \text{ där} \quad (22)$$

$B$  deltillfartens belastningsgrad enligt steg (2) avsnitt 5.2.7, se även kommentar :3.

$\bar{b}_q$  deltillfartens genomsnittliga betjäningstid vid kö för deltillfarten (medelvärdesbildning genom viktning av  $b_q$  för varje fordonsström (enligt avsnitt 5.2.5) med flödet), se exempel under kommentar :2, avsnitt 5.2.8.

$\bar{b}_n$  är den genomsnittliga betjäningstiden vid ingen kö för deltillfarten (medelvärdesbildning genom viktning av  $b_n$  för varje fordonsström (enligt avsnitt 5.2.5) med flödet), se exempel under kommentar :2, avsnitt 5.2.8.



## Kommentarer

För beräkning av andel stopp för en deltillfart behövs följande ingångsdata:

- Fordonsströmmar som trafikerar tillfarten samt deras flöden
- överordnat flöde för varje fordonsström enligt avsnitt 5.2.3.
- kritiskt tidsavstånd för varje fordonsström enligt avsnitt 5.2.4.
- belastningsgrad för deltillfarten enligt steg (2) avsnitt 5.2.8.
- genomsnittliga betjäningstider för varje fordonsström enligt steg (2) avsnitt 5.2.9.
- interaktionsfördröjning för varje fordonsström enligt avsnitt 5.2.9.
- ankomsthastighet (vanligtvis = hastighetsgränsen) för varje tillfart.

:1 Genomsnittlig retardationsnivå beräknas per deltillfart utifrån aktuell fördelning av fordonstyper i tillfarten som

$$R = R_{pb} * (1 - p_{lb}) + R_{lb} * p_{lb}, \text{ där}$$

$p_{pb}$  andelen personbilar i deltillfarten

$p_{lb}$  andelen tunga fordon i deltillfarten

$$R_{pb} = 2 \text{ m/s}^2$$

$$R_{lb} = 1 \text{ m/s}^2$$

Vid en andel tung trafik  $p_{lb} = 0,1$  fås en genomsnittlig retardationsnivå på  $R = 1,98 \text{ m/s}^2$ .



## 5.2.10 Beräkning av andel stopp

- (1) Beräkna för varje underordnad fordonsström andelen fordon som inte accepterar första tidluckan,  $p_f$

$$p_f = \max(0, (1 - B) \cdot (1 - e^{-T \cdot q_{\bar{o}}})) \text{, där} \quad (23)$$

$B$  är deltillfartens belastningsgrad enligt steg (2) avsnitt 5.2.8.

$T$  är kritiskt tidsavstånd enligt avsnitt 5.2.4.

$q_{\bar{o}}$  är överordnat flöde enligt avsnitt 5.2.3.

- (2) A) Beräkna för varje fordonsström på underordnad led andelen fordon som fördröjs pga. konflikt,  $p_c$  som

$$p_c = \min(1, B + p_f) \text{, där} \quad (24)$$

$B$  är deltillfartens belastningsgrad enligt steg (2) avsnitt 5.2.8.

B) Beräkna för varje överordnad fordonsström (r.fr. och h.sv.) som inte delar körfält med vänstersvängande fordon andelen som fördröjs pga. konflikt,  $p_c$  som

$$p_c = 0 \quad (25)$$

C) Beräkna för varje överordnad fordonsström (r.fr. och h.sv.) som delar körfält med vänstersvängande fordon andelen som fördröjs pga. konflikt,  $p_c$  som

$$p_c = \min(1, b \cdot q_u) \text{, där} \quad (26)$$

$q_u$  är flödet i den aktuella fordonsströmmen

$b$  är den genomsnittliga betjäningstiden beräknat enligt steg (2) avsnitt 5.2.9.

D) Beräkna för v.sv. fordon från överordnat led andelen som fördröjs pga. konflikt,  $p_c$  som

$$p_c = \min(1, b \cdot q_u + p_f) \quad (27)$$

- (3) A) Beräkna för varje fordonsström på underordnad led samt v.sv. fordonsström på överordnad led andel fordon som måste stanna,  $p_s$ , vid stopplikt är  $p_s = 1$ , för vid väjningsplikt beräknas  $p_s$  som

$$p_s = p_c \cdot e^{-\frac{d_{ref}}{d_i}}, \text{ där} \quad (28)$$

$d_i$  är interaktionsfördröjningen enligt avsnitt 5.2.9.

$$d_{ref} = \frac{v_a}{2 \cdot R}, \text{ där} \quad (29)$$

$v_a$  är ankomsthastigheten (m/s)

$R$  är genomsnittlig retardationsnivå ( $\text{m/s}^2$ ), se kommentar :1.

- B) Beräkna för varje överordnad fordonsström (r.fr. och h.sv.) som inte delar körfält med vänstersvängande fordon som måste stanna,  $p_s$ , som

$$p_s = 0 \quad (30)$$

- C) Beräkna för varje överordnad fordonsström (r.fr. och h.sv.) som delar körfält med vänstersvängande fordon som måste stanna,  $p_s$ , som

$$p_s = p_c \cdot e^{-\frac{d_{ref}}{0,5 \cdot d_{iv}}}, \text{ där} \quad (31)$$

$d_{iv}$  är interaktionsfördröjningen för den vänstersvängande fordonsströmmen enligt avsnitt 5.2.9.

### Kommentarer

För beräkning av geometrisk fördröjning för en deltillfart behövs följande ingångsdata:

- Fordonsströmmar som trafikerar tillfarten samt deras flöden.
- Andel fordon fördröjda p.g.a. konflikt enligt avsnitt 5.2.10.
- Andel fordon som måste stanna enligt avsnitt 5.2.10.
- ankomsthastighet (vanligtvis = hastighetsgränsen) för varje tillfart

:1 Diagrammet för bestämning av den möjliga hastigheten genom cirkulationen är framtaget genom att iterativt lösa följande ekvationssystem:

$$F = 0,28 * e^{-0,03456*v_m}$$

$$v_m = \sqrt{\frac{6*g*r*F}{5}}, \text{ där}$$

$$r = \text{växlingssträckans längd dividerat med 1,4 (m)}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

:2 Vid beräkning av geometrisk fördröjning för en hastighet på 22,35 km/h,  $d_g(22,35)$ , fås följande värden för respektive fordonstyp

$$\text{Personbilar: } 2,27 + (22,35 - 20) * \frac{(3,44-2,27)}{(30-20)} = 2,55 \text{ s}$$

$$\text{Lastbilar: } 2,34 + (22,35 - 20) * \frac{(3,87-2,34)}{(30-20)} = 2,70 \text{ s}$$

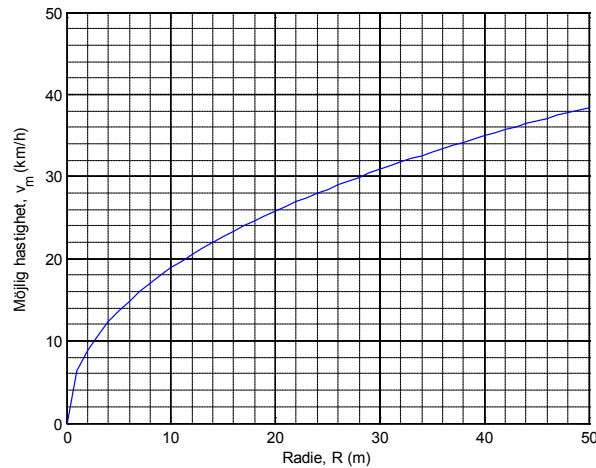
$$\text{Lastbilar med släp: } 2,61 + (22,35 - 20) * \frac{(4,68-2,61)}{(30-20)} = 3,08 \text{ s}$$

Vid 10 % lastbilar och antagande om lika fördelning mellan lastbilar med och utan släp fås följande medelvärde

$$\text{Alla fordon: } 2,55 * (1 - p_{lb}) + p_{lb} * \frac{2,70+3,08}{2} = 2,58 \text{ s}$$

## 5.2.11 Beräkning av geometrisk fördröjning

- (1) Beräkna för respektive fordonsström den möjliga hastigheten genom korsningen,  $v_m$   
Rakt fram: 20 km/h  
Vänstersväng: 10 km/h  
Högersväng: Bestäms för aktuell svängradie ur Figur 11 (se även kommentar :1)



**Figur 11 Möjlig hastighet som funktion av kantstensradie**

- (2) Beräkna för varje fordonsström andelen fordon som endast utsätts för geometrisk fördröjning,  $p_g$

$$p_g = 1 - p_c, \text{ för samtliga fordonsströmmar utom r.fr. på ö.o. led} \quad (32)$$

för vilken  $p_g$  beräknas som

$$p_g = 1 - e^{-P_t \cdot D_t \cdot q'}, \text{ där} \quad (33)$$

$$P_t = \frac{q_h + q_v}{\Sigma q}, \text{ är andelen svängande fordon i deltillfarten} \quad (34)$$

$$q' = \frac{\Sigma q}{1 - \Delta korr \cdot \Sigma q} \text{ är lastbilskorrigerat flöde för deltillfarten} \quad (35)$$

$\Delta korr$  enligt steg(2) avsnitt 5.2.5.

$$D_t = \frac{(v_a - \bar{v}_m)^2}{2 \cdot R \cdot v_a}, \text{ där} \quad (36)$$

$v_a$  är ankomsthastigheten (m/s)

$R$  genomsnittlig retardationsnivå (m/s<sup>2</sup>), se kommentar :1 avsnitt 5.2.10.

(3) Beräkna för varje fordonström den geometriska fördröjning,  $d_g$

$$\bar{d}_g = p_s \left( d_g(v_a) - d_g(0) \right) + (p_c - p_s) \cdot \left( d_g(v_a) - d_g\left(\frac{v_m}{2}\right) \right) + p_g \left( d_g(v_a) - d_g(v_m) \right), \text{ där} \quad (37)$$

$d_g(v)$  hämtas från tabell genom interpolation över hastighet och medelvärdesbildning över fordonstyp, se kommentar :2 för exempel.

**Tabell 8 Geometrisk fördröjning som funktion av hastighet**

Hastighet (km/h)	P	LBn	Lps
20	2,27	2,34	2,61
30	3,44	3,87	4,68
40	4,67	5,81	7,47
50	6,02	8,24	11,1
60	7,55	11,26	15,75
70	9,27	15,03	21,7
80	11,24	19,89	29,48
90	13,51	19,89	29,48
100	16,18	19,89	29,48
110	19,47	19,89	29,48





**Kommentarer**      För beräkning av total fördröjning för en deltillfart behövs följande ingångsdata:

- Fordonsströmmar som trafikerar tillfarten samt deras flöden
- Interaktionsfördröjning för varje fordonsström enligt avsnitt 5.2.9
- Geometrisk fördröjning för varje fordonsström enligt avsnitt 5.2.11.

## 5.2.12 Beräkning av total fördröjning

- (1) Beräkna genomsnittlig interaktionsfördröjning per deltillfart

$$d_i = \frac{\sum d_{i,s} \cdot q_s}{\sum q_s}, \text{ där} \quad (38)$$

$d_{i,s}$  är interaktionsfördröjning för varje svängrörelse  $s$  i deltillfarten enligt avsnitt 5.2.9.

$\sum q_s$  totala flödet i deltillfarten

- (2) Beräkna genomsnittlig geometrisk fördröjning per deltillfart

$$d_g = \frac{\sum d_{g,s} \cdot q_s}{\sum q_s}, \text{ där} \quad (39)$$

$d_{g,s}$  är geometrisk fördröjning för varje svängrörelse  $s$  i deltillfarten enligt avsnitt 5.2.11.

$\sum q_s$  totala flödet i deltillfarten

- (3) Beräkna total fördröjning per deltillfart

$$d_t = \max\left(d_i, \frac{d_g}{2}\right) + \frac{d_g}{2}, \text{ där} \quad (40)$$

## 5.3 Alternativa analysmetoder

För de fall där dessa beräkningsmetoder ej är tillämpliga är vanligen den bästa alternativa beräkningsmetoden simulering, se rapporten **TRV2013/79994 - Kapacitetsanalys med hjälp av simuleringsverktyg** som är tillgänglig via Trafikverkets hemsida. Exempel på fall där metoden ej är tillämplig<sup>1</sup> är

- **Det finns fler än 4 till- eller frånfarter**
- **Det finns påverkan från närliggande korsningar**  
Finns det andra korsningar i närhet till vilka det bildas köer som påverkar avvecklingen av fordon från den aktuella korsningen eller tvärtom? Om så är fallet finns en risk för att beräkningarna för den aktuella korsningen ger missvisande resultat, oftast i form av överskattning av framkomligheten. I de fall det finns närliggande korsningar är det extra viktigt att studera de kölängder som metoden beräknar och jämföra dessa med tillgängligt utrymme mellan korsningar.
- **Det finns korsande gång- eller cykeltrafikanter över överordnad led eller över underordnad frånfart**  
Metoden tar inte hänsyn till fördröjningar och stopp på grund av interaktioner med korsande gång- och cykeltrafikanter på överordnad led eller över underordnad frånfart. Om det korsande gång- och cykelflödet över den överordnade leden har en påtaglig påverkan på fordonstrafiken så finns risk att metoden ger missvisande resultat, i form av överskattning av framkomligheten.
- **Det finns en svängande huvudled**  
För en trevägskorsning förutsätts den genomgående leden vara huvudled. En trevägskorsning där ena tillfarten på den (geometriskt) genomgående leden har väjnings- eller stoppliktt kan grovt approximeras med en trevägskorsning där två tillfarter antas vara "vridna" 90 grader. Ange då anslutningsvinkeln för den väjningspliktiga tillfarten till den minsta möjliga, och radien till den största möjliga. Fördröjningen för "genomgående" trafik på huvudleden kommer dock att underskattas.
- **Korsningen är ett isolerat övergångsställe**  
Ett isolerat övergångsställe kan beräknas genom att skapa en fyrvägs-korsning där inget motortrafiksflöde matas in för den överordnade leden. Motortrafiksflödena matas in som raktframkörande trafik från de två underordnade tillfarterna. Det korsande gång- och cykeltrafikflödet som motorfordonstrafiken lämnar företräde till matas in 2 gånger, en gång som korsande över den ena underordnade tillfarten och ytterligare en gång som korsande över den andra underordnade tillfarten.

---

<sup>1</sup> Baserad på (Olstam, Hagring, & Allström, 2010)

- **Trafikbelastningen i korsningen är mycket hög**  
För trafikbelastningar i närheten av eller över korsningens kapacitet, d.v.s. med en belastningsgrad nära eller över 1, finns en stor osäkerhet i resultat från analytiska korsningsmodeller. Detta på grund av osäkerhet i de antaganden som ligger till grund för beräkning av överbelastade trafiksituationer i analytiska korsningsmodeller, samt bristen på valideringsdata för högt och överbelastade korsningar. Problemen gäller dock i hög grad även andra typer av modeller.

## 5.4 Kalkylhjälpmedel ("computational engines")

Till detta kapitel finns ett enklare kalkylhjälpmedel som används för att konstruera det tillämpningsexempel som redovisas i avsnitt 5.6. Beräkningarna är genomförda i MS Excel och är tillgängliga via Trafikverkets hemsida i rapporten **TRV2013/92033 - Kalkylhjälpmedel för kapacitetsanalys**. Beräkningarna är endast verifierade för tillämpningsexemplet. Beräkningar som genomförs med hjälp av Excel-filen måste således verifieras mot denna metodbeskrivning. Dessutom finns datorprogrammet Capcal 4.0 (Linse 2013) där den redovisade beräkningsmetoden finns implementerad.

## 5.5 Beräkningsblankett

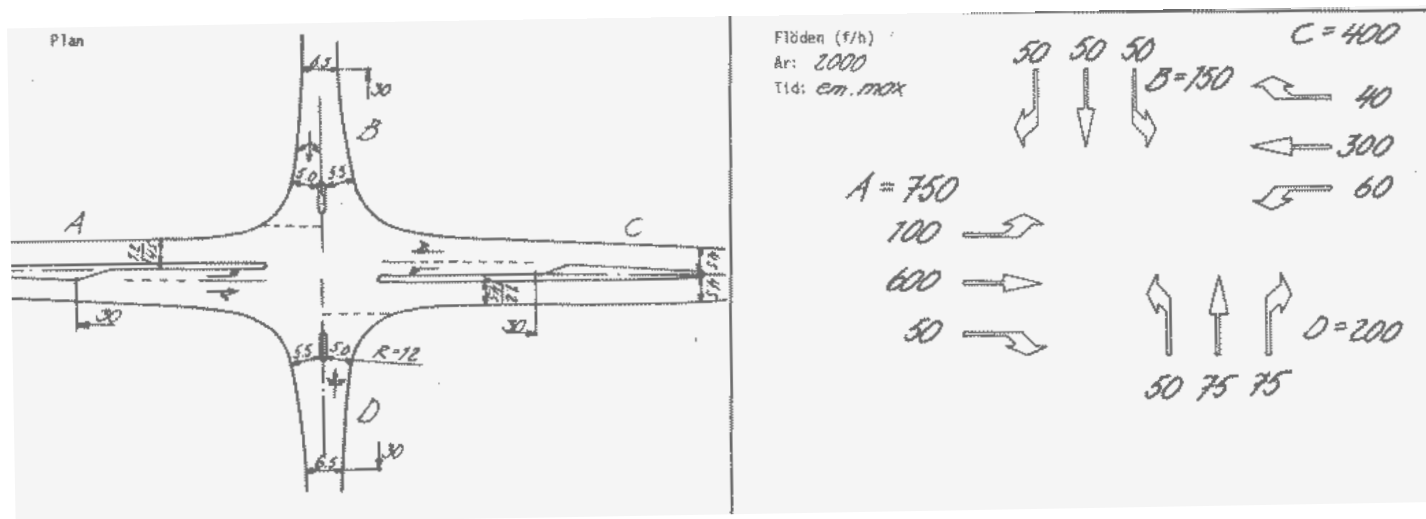
Tabell 9 Beräkningsblankett för ej signalreglerade korsningar

Kapacitet											Körlängd	Andel stopp	Fördröjning			
Indelning i deltillfarter					Överordnat flöde $q_0$ (f/h)	Kritiskt tidsavstånd $T$ (s)	Betjäningstid $b_q$ (s)	Delbelastningsgrad grundvärde	Kapacitetskorrektion	Deltillfartens belastningsgrad	Kapacitet (f/h)	Medel		$d_i$ (s)	$d_g$ (s)	$d_t$ (s)
Tillfart	Deltillfart	Antal körfält	Fordonström													
			Riktning	$q$ (f/h)								(%)	(s)	(s)	(s)	
Beräkningsavsnitt					5.3	5.4	5.5	5.6	5.7		5.8	5.11	5.10	5.12	5.13	
A																
B																
C																
D																
Kolumn	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

**Kommentarer (Se även excel-fil)**

- Kolumn 2 & 3 Både tillfart B och D består av en deltillfart enligt regel 1 avsnitt 5.2.2 och innehåller ett körfält längre än 30 m. Tillfarterna A och C består båda av två deltillfarter, regel 2 och 3 avsnitt 5.2.2.
- 6 Samtliga frånfarter består av ett körfält, se kommentar :2 avsnitt 5.2.3. Ö.o flöden beräknas enligt regler och exempel.  
 Exempel:  $q_{Dv} = 600 + 100 + 50 + \frac{50}{1} + 60 + \frac{300}{1} = 1160$  f/h
- 7 Kritiska tidsavstånd bestäms enligt avsnitt 5.2.4. För alla strömmar gäller att  $\Delta T_1 = 0$  (10 % tunga fordon). För h.s.v. från B och D är  $\Delta T_2 = 0$  (radie 12 m och anslutningsvinkel 90°) För r.fr. och v.sv. från B och D är  $\Delta T_2 = 0,3$  (3-4 körfält på ö.o. led och ingen möjlighet att passera i två steg). Det finns inga enkelriktningar vilket ger  $\Delta T_4 = 0$  för samtliga fordonsströmmar. De kritiska tidsavstånden blir då  
 $A_v$  &  $C_v$  (vänstersväng från överordnad led)  
 $T = T_0 + \Delta T_1 = 4,8 + 0 = 4,8$   
 $B_h$  &  $D_h$  (högersväng från underordnad tillfart)  
 $T = T_0 + \Delta T_1 + \Delta T_2 = 5 + 0 + 0 = 5$   
 $B_r$  &  $D_r$  (rakt fram från underordnad tillfart)  
 $T = T_0 + \Delta T_1 + \Delta T_3 + \Delta T_4 = 5,1 + 0 + 0,3 + 0 = 5,4$   
 $B_v$  &  $D_v$  (vänstersväng från underordnad tillfart)  
 $T = T_0 + \Delta T_1 + \Delta T_3 + \Delta T_4 = 5,3 + 0 + 0,3 + 0 = 5,6$
- 8 För strömmarna  $A_v$ ,  $C_v$ ,  $B_h$  och  $D_h$  används beräkningsfall A då antalet körfält med överordnade fordonsströmmar som måste passeras  $\leq 2$ .
- 10 Sekundärt överordnade fordonsströmmar av andra och tredje ordningen bestäms enligt tabell i steg (2) avsnitt 5.2.6. Korrigering av delbelastningsgraderna sker enligt följande:  
 Exempel  $D_v$ :  $\frac{B_{Dv}}{(1-B_{Av}) \cdot (1-B_{Cv}) \cdot (1-B_{Bh}) \cdot (1-B_{Br})} = \frac{0,17}{(1-0,11) \cdot (1-0,10) \cdot (1-0,06) \cdot (1-0,19)} = 0,28$
- 11 Vad det gäller kapacitetskorrektionsfaktorn är  $c_1 = 1$  (ingen cykeltrafik),  $c_2 = 1$  för alla fordonsströmmar på ö.o. led (körfältsbredd 3,5 m) och  $c_2 = 1,03$  för alla fordonsströmmar på u.o. led (körfältsbredd på 5 m),  $c_3 = 1$  för samtliga fordonsströmmar (ingen lutning).

## 5.6 Beräkningsexempel 1 från TV131



Figur 12 Exempel 1 från TV131

Tabell 10 Indata för exempel 1 från TV131

Tillfart	Reglering	Andel tung trafik [%]	Hastighetsgräns [km/h]	Cykelflöde [cyklar/h]	Gångflöde [pers./h]
A		10	70	0	0
B	väjning	10	70	0	0
C		10	70	0	0
D	väjning	10	70	0	0

- 12 Deltillfartens belastningsgrad beräknas som summan an de ingående fordonsströmmarnas belastningsgrad dividerat med kapacitetskorrektionen.
  
- 14 Deltillfarternas belastningsgrad efter iterering och kapacitetskorrektion blir  $B_{avg,A_{h+r}} = 0,3575$ ,  $B_{avg,A_v} = 0,0827$ ,  $B_{avg,B_{h+r+v}} = 0,5374$ ,  $B_{avg,C_{h+r}} = 0,1870$ ,  $B_{avg,A_v} = 0,0505$  och  $B_{avg,D_{h+r+v}} = 0,5977$ .



**Tabell 11 Sammanställd beräkning för exempel 1 från TV131**

Kapacitet													Körlängd	Andel stopp	Fördröjning		
Indelning i deltillfarter					Överordnat flöde $q_0$ (f/h)	Kritiskt tidsavstånd T (s)	Betjäningstid $b_q$ (s)	Delbelastningsgrad grundvärde	Korrigerad delbelastningsgrad mht sek. ö.o. ström	Kapacitetskorrektion	Deltillfartens belastningsgrad	Kapacitet (f/h)	Medel	%	$d_i$ (s)	$d_g$ (s)	$d_t$ (s)
Tillfart	Deltillfart	Antal körfält	Fordonsström														
			Riktning	q (f/h)													
Beräkningsavsnitt					5.3	5.4	5.5	5.6		5.7			5.8	5.11	5.10	5.12	5.13
A	h+r	1	h	50			2,0	0,03		1,000	0,36	1818		0%	0,2	0,4	0,4
			r	600			2,0	0,33									
	v	1	v	100	340	4,8	4,0	0,11		1,000	0,11	889	0.1	14%	3,4	5,7	6,2
B	h+r+v	1	h	50	300	5	4,1	0,06		1,030	0,59	255	1.2	25%	28,3	5,5	31,1
			r	50	1110	5,4	13,5	0,15	0,19								
			v	50	1210	5,6	26,0	0,18	0,36								
C	h+r	1	h	40			2,0	0,02		1,000	0,19	1818		0%	0,3	0,5	0,5
			r	300			2,0	0,17									
	v	1	v	60	650	4,8	5,8	0,10		1,000	0,10	619	0.1	21%	3,5	5,8	6,4
D	h+r+v	1	h	75	600	5	5,8	0,12		1,030	0,66	302	1.5	26%	26,9	5,6	29,7
			r	75	1100	5,4	13,4	0,22	0,28								
			v	50	1160	5,6	20,3	0,17	0,28								
Kolumn	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

# Innehåll

## Kapitel 6 Cirkulationsplatser

<b>6</b>	<b>Cirkulationsplatser .....</b>	<b>2</b>
<b>6.1</b>	<b>Inledning.....</b>	<b>2</b>
<b>6.2</b>	<b>Beräkningsgång .....</b>	<b>3</b>
6.2.1	Indata .....	4
6.2.2	Indelning i deltillfarter.....	7
6.2.3	Bestämning av överordnat flöde.....	9
6.2.4	Bestämning av kritiskt tidsavstånd.....	13
6.2.5	Bestämning av betjäningstid.....	15
6.2.6	Beräkning av delbelastningsgrader.....	17
6.2.7	Beräkning av belastningsgrad och kapacitet .....	19
6.2.8	Beräkning av kölängd.....	21
6.2.9	Beräkning av väntetid och interaktionsfördröjning.....	23
6.2.10	Beräkning av andel stopp .....	25
6.2.11	Beräkning av geometrisk fördröjning .....	27
6.2.12	Beräkning av total fördröjning.....	29
<b>6.3</b>	<b>Alternativa analysmetoder .....</b>	<b>30</b>
<b>6.4</b>	<b>Kalkylhjälpmedel ("computational engines") .....</b>	<b>32</b>
<b>6.5</b>	<b>Beräkningsblankett .....</b>	<b>33</b>
<b>6.6</b>	<b>Beräkningsexempel 1 från TV131.....</b>	<b>35</b>

# 6 Cirkulationsplatser

## 6.1 Inledning

Detta kapitel behandlar beräkning av kapacitet, fördröjning, andel stopp och kölängd för:

- Cirkulationsplatser i 3- och 4-vägs korsningar med ett eller två cirkulerande körfält. Varierande antal cirkulerande körfält behandlas inte.
- Metoderna kan dock relativt enkelt utökas för att behandla cirkulationsplatser med fler än fyra ben.

Metoden behandlar också överbelastning enligt metodik i Trafikverkets Effektkatalog Bygga om och Bygga nytt (version april 2014). Förutsättning för överbelastning är att överbelastningen varar en timme med trafikflöde 0 efter denna timme. Metoden är implementerad i Capcal 4.0, (se Capcal 4.0 Användarhandledning Trivector2013:87).

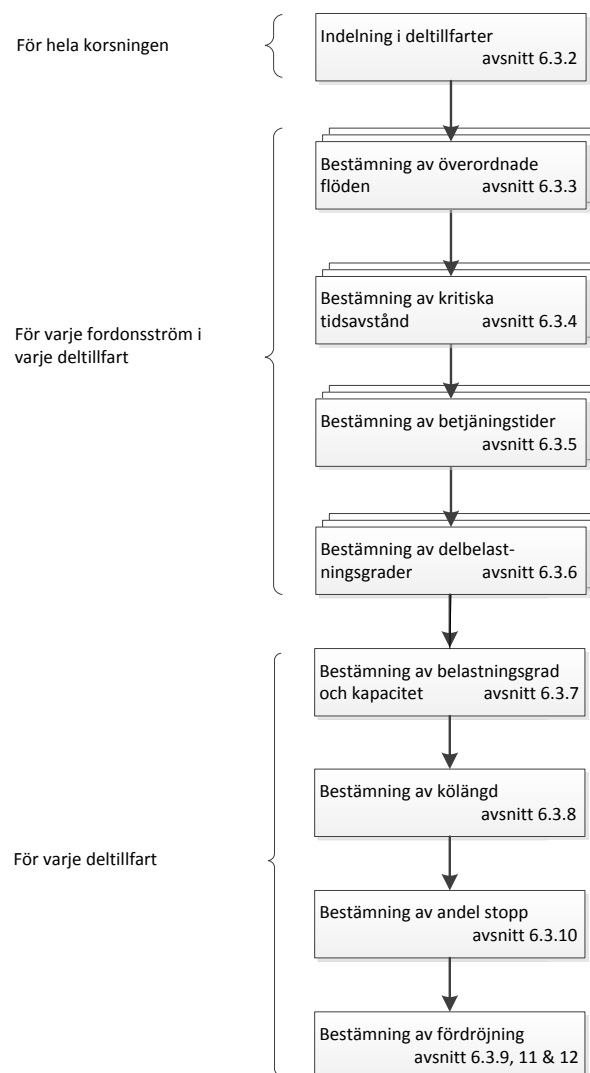
För varje delavsnitt finns kommentarer på vänster sida och beräkningsstegen på högersida. Dokumentet bör således läsas och skrivas ut dubbelsidigt för bästa läsbarhet.

**Definitioner** i form av allmänna termer och beteckningar är dokumenterade i kapitel 1 avsnitt 1.7. och **litteraturreferenser** i avsnitt 1.8.

## 6.2 Beräkningsgång

- Kapaciteten beräknas separat för varje deltillfart som innehåller en eller flera underordnade fordons-strömmar
- Kapaciteten för en deltillfart beror av betjäningstiden (= tiden för avveckling av ett fordon) för varje fordonsström i deltillfarten
- Betjäningstiden för en fordonsström beror i sin tur av
  - dels på storleken på de företrädesberättigade fordonsströmmarna (= det överordnade flödet)
  - dels på det kritiska tidsavståndet för den underordnade fordonsströmmen

Kapaciteten beräknas enligt schemat i Figur 1. Beräkningen sammanställs lämpligen på en beräkningsblankett, se avsnitt 6.5.



Figur 1 Översikt över beräkningsgången

## 6.2.1 Indata

För beräkning av kapacitet för en deltillfart behövs ingångsdata enligt följande:

### Överordnad led

- Dimensionerande flöden ( $f/h$ ), alla fordonsströmmar
- Andel tunga fordon (%)
- Antal körfält eller körbanebredd (m)
- Riktningssmarkeringar
- Hastighetsbegränsning

### Underordnad led

- Dimensionerande flöden ( $f/h$ ), alla fordonsströmmar
- Andel tunga fordon (%)
- Antal körfält eller tillfartsbredder (m)
- Riktningssmarkeringar
- Placering av övergångsställe
- Hastighetsbegränsning

Om tillfart respektive frånfart saknar körfältssmarkering beräknas antalet körfält som antalet multiplar av 2,75 m för tillfart respektive 3,0 för frånfart. Antalet körfält definieras i ett snitt 30 m från korsningens närmaste begränsningslinje.

Med ”körfält” avses i beräkningsmetoden endast körfält av större längd än 30 m.

Om en deltillfart innehåller två eller fler fordonsströmmar, förutsätts att deras relativa storlek är given och konstant.



**Kommentarer**

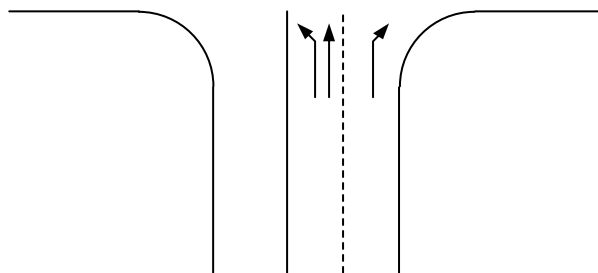
- :1 Med ”körfält” avses i beräkningsmetoden endast körfält av större längd än 30 m.
- :2 Framkomligheten i en korsning är beroende av hur flödet är fördelat mellan de olika tillfarterna. Korsningens kapacitet och andra egenskaper kan därför endast anges för en viss given fördelning mellan de ingående flödena.

Den av tillfarterna som först når kapacitetstaket blir avgörande för korsningens totala kapacitet vid den aktuella trafikfördelningen.

Om tillfarterna består av endast ett körfält eller om en fordonsström kan utnyttja samtliga körfält i tillfarten beräknas kapacitet och övriga egenskaper för hela tillfarten som en enhet. Om en fordonsström kan utnyttja flera körfält måste en körfältsallokering genomföras. Om tillfarten består av två eller fler körfält som inte alla kan utnyttjas av en fordonsström måste tillfarten delas upp i grupper av körfält som inte har någon fordonsström gemensam. En sådan grupp av körfält, deltillfart, fungerar oberoende av övriga körfält i tillfarten, se exempel. Korsningens kapacitet begränsas av den deltillfart som har lägst kapacitet.

Exempel:

Om som i figuren en tillfart innehåller ett körfält för vänstersvängande och rakt fram och ett för högersvängande är trafikavvecklingen i de båda körfälten oberoende av varandra. Hade däremot det högra körfältet varit upplåtet för rakt fram skulle körfälten vara beroende eftersom trafik rakt fram då kunde välja mellan körfälten.



## 6.2.2 Indelning i deltillfarter

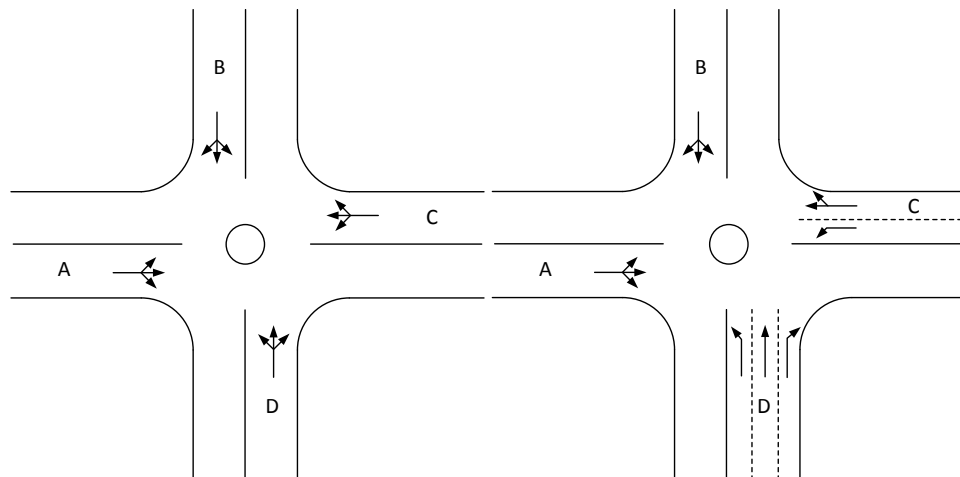
En deltillfart består av de körfält i en tillfart som utnyttjas gemensamt av en eller flera fordonsströmmar i tillfarten

Regler för indelning i deltillfarter

1. Om separata körfält saknas, utgör hela korsningen tillfarten en deltillfart
2. Om en fordonström endast förekommer i ett separat körfält, utgör detta en deltillfart
3. Om en fordonström förekommer i flera körfält, eventuellt tillsammans med andra fordonströmmar, utgör dessa körfält tillsammans en deltillfart

För definition av körfält, se kommentar :1.

Exempel



**Figur 2** Två exempel på indelning i deltillfarter

$A$  = en deltillfart  
 $B$  = en deltillfart  
 $C$  = en deltillfart  
 $D$  = en deltillfart

$A$  = en deltillfart  
 $B$  = en deltillfart  
 $C_{r+h}, C_v$  = två deltillfarter  
 $D_h, D_r, D_v$  = tre deltillfarter



**Kommentarer**

För bestämning av de överordnade flödena behövs uppgifter om

- flödet (fordon/h) för samtliga fordonsströmmar
- antal körfält i frånfarterna
- förekomst av gång- och cykeltrafik i väsentlig omfattning

Finns endast uppgifter om snittflöden, måste således riktningssvängningar och andelar svängande fordon uppskattas.

Felet i flödesuppgifterna bör om möjligt inte överstiga  $\pm 10\%$ . Om felet är större än så och den erhållna belastningsgraden blir större än 0,8, så bör beräkningarna upprepas för olika antaganden avseende flödena.

- :1 Cykelflödet i det överordnade/cirkulerande flödet inräknas med ett personbilskvivalentvärde  $P_{ekv} = 0,5$ .
- :2 Om ett övergångsställe i en tillfart är beläget mellan väjningslinjen och cirkulationsplatsen inräknas gångtrafikflödet (gående/h) i det överordnade/cirkulerande flödet med  $P_{ekv} = 0,5$ .
- :3 Metoden tar ingen hänsyn till övergångsställen i frånfarten och hur dessa påverkar kapaciteten i frånfarten, eventuell tillbakablockering in i cirkulationen samt effekter på tillfartskapaciteten. Vid GC-flöden som kan orsaka tillbakablockering in i cirkulationsplatsen måste således andra beräkningsmetoder användas, exempelvis trafiksimulering. Alternativt kan analytiska beräkningar kring sannolikheten att tillbakablockering in i cirkulation sker genomföras, Se t.ex. Bergman (2010).
- :4 För cirkulationsplatser med fler än fyra ben eller med U-svängande trafik måste det överordnade flödet kompletteras med flödet från ben som ligger till vänster om/uppströms med destination till höger om/nedströms varje tillfart. För en cirkulationsplats med fem ben och ett cirkulerande körfält blir det ö.o. flödet  $q_{\bar{o}} = q_{vv} + q_{rv} + q_{vm} + q_{vmm}$  där  $q_{vmm}$  är flödet som åker på tre tillfarten innan den aktuella tillfarten och svänger av frånfarten efter den aktuella tillfarten.

### 6.2.3 Bestämning av överordnat flöde

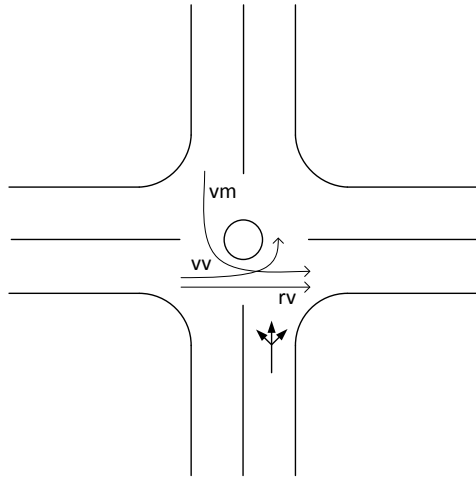
Bestäm de fordonsströmmar, som är överordnade, dvs utgör det cirkulerande flödet för respektive underordnad fordonsström.

Cykeltrafik beaktas enligt kommentar :1.

Gångtrafik beaktas enligt kommentar :2 och 3.

För cirkulationsplatser med fler än fyra ben se kommentar :4.

För cirkulationsplatser med U-svängande trafik se kommentar :4.



**Figur 3 Illustration av överordnade flöden i en cirkulationsplats med ett körfält.**

För en cirkulationsplatstillfart med **ett** cirkulerande körfält förbi tillfarten beräknas det överordnade flödet som

$$q_{\text{ö}} = q_{vv} + q_{rv} + q_{vm}, \text{ där} \quad (1)$$

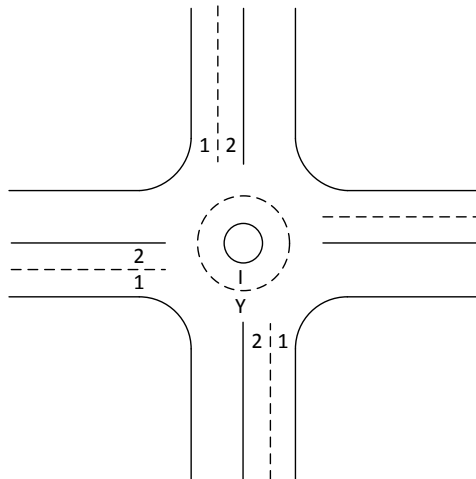
$q_{vv}$  är vänstersvängande flöde från tillfarten vänster om den aktuella tillfarten

$q_{rv}$  är rakt framkörande flöde från tillfarten vänster om den aktuella tillfarten

$q_{vm}$  är vänstersvängande flöde från den motstående tillfarten

**Kommentarer**

- :5 Innebörden av standardvärdena för  $\beta$ ,  $\gamma$  och  $\delta$  är att alla fordon som anländer i höger körfält väljer att köra i det yttre cirkulerande körfältet medan de som anländer i vänster körfält väljer att köra i den inre cirkulerande körfältet åtminstone tills det att de passerat den sista tillfarten innan de ska lämna cirkulationen.



**Figur 4 Illustration av vänster, höger, inre och yttre körfält**

För en cirkulationsplats med **två** cirkulerande körfält beräknas det överordnade flödet per cirkulerande körfält som

$$q_{\delta I} = \beta_1 q_{rv1} + \beta_2 q_{rv2} + \gamma_1 q_{vv1} + \gamma_2 q_{vv2} + \delta_1 v_{vm1} + \delta_2 v_{vm2} \quad (2)$$

och

$$q_{\delta Y} = (1 - \beta_1) q_{rv1} + (1 - \beta_2) q_{rv2} + (1 - \gamma_1) q_{vv1} + (1 - \gamma_2) q_{vv2} + (1 - \delta_1) v_{vm1} + (1 - \delta_2) v_{vm2}, \text{ där} \quad (3)$$

$q_{\delta I}$  är cirkulerande flöde i det inre cirkulerande körfältet

$q_{\delta Y}$  är cirkulerande flöde i det yttre cirkulerande körfältet

Index 1 och 2 betecknar höger och vänster körfält i tillfarten.

$\beta, \gamma, \delta$  är andelen fordon i den överordnade strömmen som använder det inre körfältet

Om inga andra indikationer eller mätdata finns bör dessa alltid sättas till (se även kommentar :5)

$$\beta_1 = \gamma_1 = \delta_1 = 1 \text{ och } \beta_2 = \gamma_2 = \delta_2 = 0$$

**Kommentarer** För bestämning av det kritiska tidsavståndet behövs uppgifter om

- Växlingssträckans längd (m), se även kommentar :2
- Andel tunga fordon (%)
- körriktningsmarkeringar
- Antal körfält eller tillfartsbredder (m)

1: Förkortningar

led

riktning

ö.o. = överordnad

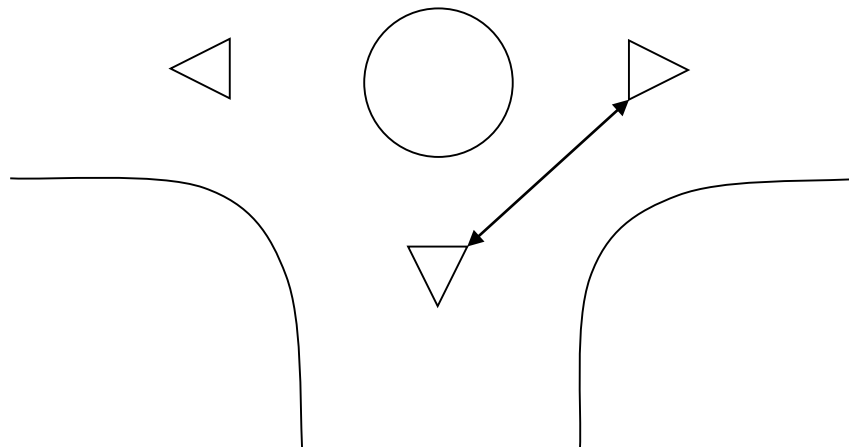
v.sv. = vänstersväng

u.o. = underordnad

h.sv. = högersväng

r.fr. = rakt fram

:2 Växlingsträckans längd definieras som avståndet mellan de refuger, trafiköar (eller motsvarande punkter) som omger växlingssträckan



## 6.2.4 Bestämning av kritiskt tidsavstånd

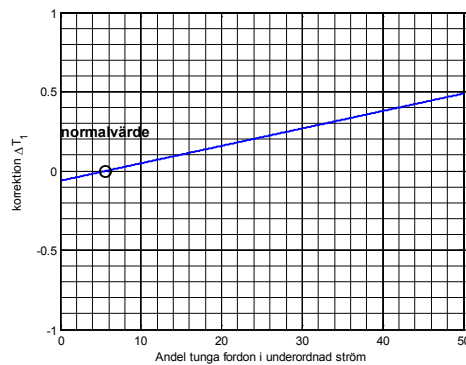
- (1) Bestäm ett grundvärde,  $T_b = 5,66$  s.
- (2) Bestäm korrekationer,  $\Delta T_i$ , för de olika riktningarna enligt ekvationer och/eller diagram nedan. Observera att ibland presenteras både ekvation och diagram.

Tillåtna värden på växlingssträckans längd (se kommentar :2),  $v_L$ , är  $\geq 16$  och  $\leq 64$  m.

Korrektion m h t tunga fordon  $\Delta T_1$

Samtliga riktningar

$\Delta T_1 = 1,1(p_{lb} - 0,056)$ ,  
där  $p_{lb}$  är andelen tung trafik

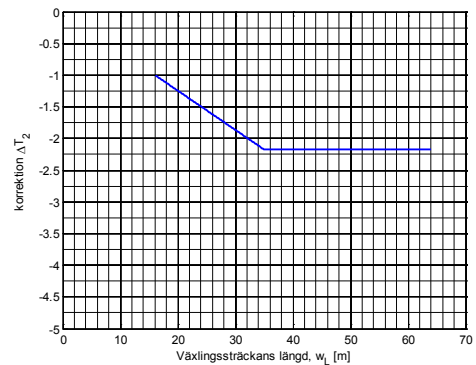


**Figur 5** Korrektion m.h.t. andel tunga fordon

Korrektion m h t växlingssträckans längd,  $\Delta T_2$

Samtliga riktningar

$\Delta T_2 = -0,062 \cdot \min(35; v_L)$



**Figur 6** Korrektion m.h.t. växlingssträckans längd

Korrektion för h.sv. trafik från u.o. led  $\Delta T_3$ .

Endast h.sv.

$\Delta T_3 = -0,46$

Korrektion för trafik i vänster körfält från u.o. led  $\Delta T_4$ .

Samtliga riktningar

$\Delta T_4 = 0,62$

- (3) Beräkna kritiska tidsavståndet,  $T$  (s) och följdtiden  $T_0 = 2,4 + 1,1 \cdot (p_{lb} - 0,061)$

- A. h.sv. från höger körfält  $T = \min(T_b + \Delta T_1 + \Delta T_2; 3,4) + \Delta T_3$
- B. h.sv. från vänster körfält  $T = \min(T_b + \Delta T_1 + \Delta T_2; 3,4) + \Delta T_3 + \Delta T_4$
- C. v.sv. och r.fr. från höger körfält  $T = \min(T_b + \Delta T_1 + \Delta T_2; 3,4)$
- D. v.sv. och r.fr. från vänster körfält  $T = \min(T_b + \Delta T_1 + \Delta T_2; 3,4) + \Delta T_4$

**Kommentarer**

För beräkning av betjäningstiden behövs följande ingångsdata:

- Det överordnade/cirkulerande flödet per körfält (fordon/s)
  - Kritiska tidsavståndet (s)
  - Antal körfält på överordnat led
  - Minsta tidlucka (s)
  - Personbilsäkvivalent för lastbilar
- :1 Högersväng från vänster körfält är rimligen mycket ovanligt men i de fall de förekommer antas samma kritiska tidlucka som för raktframkörande trafik behöver från vänster körfält, därav subtraktionen av  $\Delta T_3$  (dvs. reduktionen i kritisk tidlucka för högersvängande fordon gäller endast högersväng från höger körfält)
- :2 För cirkulationsplatser med ett cirkulerande körfält är  $q_2 = 0$ .

## 6.2.5 Bestämning av betjäningstid

- (1) Beräkna kapacitet per körfält,  $l$ , och riktning,  $m$

$$C_{lm} = \begin{cases} \lambda_1 \cdot \frac{\alpha_1 q_1}{\lambda_1} \cdot \frac{e^{-(\lambda_1 T_1)}}{e^{-\lambda_1 \Delta_{korr}} \cdot (1 - e^{-\lambda_1 T_0})} & 1 \text{ cirk. kf} \\ (\lambda_1 + \lambda_2) \cdot \frac{\alpha_1 \alpha_2 q_1 q_2}{\lambda_1 \lambda_2} \cdot \frac{e^{-(\lambda_1 T_1 + \lambda_2 T_2)}}{e^{-(\lambda_1 + \lambda_2) \Delta_{korr}} \cdot (1 - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2) T_0})} & 2 \text{ cirk. kf} \end{cases}, \text{ där} \quad (4)$$

$$\lambda_i = \frac{\alpha_i \cdot q_i}{1 - q_i \Delta_{korr}}$$

$$\alpha_i = 0,910 - 1,545 q_i$$

$$\Delta_{korr} = \Delta * ((1 - p_{lb}) + p_{lb} * pbe_{lb})$$

$q_i$  är flöde [fordon/s] i cirkulerande körfält  $i$

$i$  index för cirkulerande körfält, 1 yttre (Y) och 2 är inre (I) körfält

$$\Delta = 1,8 \text{ s och } pbe_{lb} = 2,0$$

$$T_1 = \begin{cases} T + \Delta T_5 - \Delta T_3 & \text{h. sv. från v. kf} \\ T + \Delta T_5 & \text{annars} \end{cases} \quad T_2 = \begin{cases} T - \Delta T_5 - \Delta T_3 & \text{h. sv. från v. kf} \\ T - \Delta T_5 & \text{annars} \end{cases}$$

$$\Delta T_5 = \begin{cases} 0 & \text{vid 1 cirkulerande kf} \\ 0,138 & \text{för höger kf} \\ 0,106 & \text{för vänster kf} \end{cases},$$

och  $\Delta T_3$  enligt avsnitt 6.2.4. Se även kommentar :1

- (2) **Bestäm betjäningstid vid kö** för körfält,  $l$ , och riktning,  $m$  ur ekvation. Beträffande överordnat flöde, se avsnitt 6.2.3 och kritiskt tidsavstånd, se avsnitt 6.2.4.

$$b_{q,lm} = \frac{1}{C_{lm}}, \text{ där} \quad (5)$$

$C_{lm}$  är kapaciteten för körfält  $l$  och riktning  $m$  enligt steg (1)

- (3) **Bestäm betjäningstid vid ingen kö** för körfält,  $l$ , och riktning,  $m$  ur ekvation. Se kommentar :2 för cirkulationsplatser med ett cirkulerande körfält. Beträffande överordnat flöde, se avsnitt 6.2.3 och kritiskt tidsavstånd, se avsnitt 6.2.4.

$$b_{n,lm} = \frac{e^{\Lambda(T - \Delta_{korr})}}{(q_1 + q_2)A} - T - \frac{1}{\Lambda} + \frac{\Lambda \Delta_{korr}^2 + 2A \Delta_{korr} - 2\Delta_{korr} + 2B \Delta_{korr} - \frac{4}{3} \Lambda \Delta_{korr}^3 B}{2\Lambda \Delta_{korr} + 2A - 4B \Delta_{korr}^2 \Lambda}, \quad (6)$$

$$A = \frac{\alpha_1 q_1 (1 - \Delta_{korr} q_2) + \alpha_2 q_2 (1 - \Delta_{korr} q_1)}{q_1 + q_2}$$

$$B = \frac{q_1 q_2}{q_1 + q_2}$$



**Kommentarer**

För beräkning av delbelastningsgrader behövs följande ingångsdata:

- Betjäningstider (s) för samtliga väjningspliktiga fordonsströmmar
- Flödet (f/h) för samtliga väjningspliktiga fordonsströmmar
- Antal körfält för sekundärt överordnade strömmar

:1 För bestämning av antal körfält, se kommentarer till avsnitt 6.2.2.

## 6.2.6 Beräkning av delbelastningsgrader

Beräkna delbelastningsgrader,  $B_i$ , för samtliga underordnade fordonsströmmar enligt följande

$$B_i = \frac{q_i}{3600} * b_{q_i}, \text{ där} \quad (7)$$

$q_i$  flöde (f/h) i fordonsström  $i$

$b_{q_i}$  betjäningstid vid kö (s) för fordonsström  $i$  enligt avsnitt 6.2.5.

**Kommentarer**

För beräkning av kapacitet för en deltillfart behövs följande ingångsdata:

- Delbelastningsgrader för samtliga fordonsströmmar i deltillfarten
- Totala flödet ( $f/h$ ) i deltillfarten
- Antal körfält i deltillfarten

- :1 För bestämning av antal körfält, se kommentarer till avsnitt 6.2.2.
- :2 Om en deltillfart har ett körfält 30 m från korsningen (enligt kommentar :1 avsnitt 6.2.2) men fler körfält eller större bredd än 5,0 m närmare korsningen samt om deltillfarten är upplåten för minst två fordonsströmmar så måste belastningsgraden justeras.

## 6.2.7 Beräkning av belastningsgrad och kapacitet

- (1) Beräkna kapacitetskorrektionsfaktorn

$$c = \prod c_i, \text{ där} \quad (8)$$

korrektionerna  $c_i$  beräknas enligt

### Korrektion m h t cyklar $c_1$

$$c_1 = \begin{cases} (1 + 0,3 \cdot (4 - \max(2,5; w_l)) \cdot p_{cy})^{-1} & 2,5 \leq w_l \leq 4,0 \\ 1 & w_l > 4 \end{cases}, \text{ där} \quad (9)$$

$w_l$  körfältets bredd (m)

$p_{cy}$  andelen cyklar i förhållande till totala flödet i körfältet

### Korrektion m h t körfältsbredder $c_2$

För körfältsmarkerade körfält eller deltillfart ej bredare än 5 m beräknas  $c_2$  som

$$c_2 = \begin{cases} -0,54 + 0,86 \cdot w_l - 0,12 \cdot w_l^2 & 2,5 \leq w_l < 3,5 \\ 1 + 0,02 \cdot (w_l - 3,5) & 3,5 \leq w_l \leq 5,0 \end{cases} \quad (10)$$

En tillfart eller deltillfart med en bredd  $w_a$  som överstiger 5 m, men som inte är separerad med körfältsmarkering bör behandlas som två körfält med lika bredd  $w_l = 0,5 \cdot w_a$ . För varje sådant körfält görs istället följande korrektion

$$c_2 = \begin{cases} -0,69 + 0,86 \cdot w_l - 0,12 \cdot w_l^2 & 2,5 \leq w_l < 3,5 \\ 0,85 + 0,02 \cdot (w_l - 3,5) & 3,5 \leq w_l \leq 5,0 \end{cases} \quad (11)$$

### Korrektion m h t lutning i tillfarten $c_3$

$$c_3 = (1 + 0,1 \cdot p_{LBn} \cdot \beta)^{-1}, \text{ där} \quad (12)$$

$\beta$  genomsnittlig lutning i % över sektionen 0-80 m uppströms stopp/väjningslinjen. Vid nedförslut eller planmark använd  $\beta = 0$ .

- (2) Beräkna deltillfartens belastningsgrad

$$B = \frac{\sum B_i}{c \cdot N}, \text{ där} \quad (13)$$

$B_i$  delbelastningsgrader för fordonsströmmar

$N$  antalet körfält i deltillfarten, se kommentar :1.

- (3) Kapaciteten för en deltillfart,  $K$  (f/h) beräknas med hjälp av belastningsgraden,  $B$ , beräknad enligt (2) ovan, och det totala flödet,  $q$  (f/h), för deltillfarten enligt

$$K = \frac{q}{B} \quad (14)$$

**Kommentarer**

För beräkning av kölängd för en deltillfart behövs följande ingångsdata:

- Belastningsgrad för deltillfarten enligt avsnitt 6.2.7
- Kapaciteten för deltillfarten enligt avsnitt 6.2.7
- Längden på studieperioden

- :1 För bestämning av antal körfält, se kommentarer till avsnitt 6.2.2.
- :2 Exempel av beräkning av genomsnittlig betjäningstid för en deltillfart. Om deltillfarten har två fordonsströmmar (h.sv. och r.fr.) med betjäningstiderna  $b_h = 4,1$  s och  $b_r = 13,5$  s och flödena  $q_h = 50$  fordon/h och  $q_r = 75$  fordon/h beräknas den genomsnittliga betjäningstiden som

$$\bar{b} = \frac{q_h \cdot b_h + q_r \cdot b_r}{q_h + q_r} = \frac{50 \cdot 4,1 + 75 \cdot 13,5}{50 + 75} = 8,53 \text{ s}$$

- :3 Valfri kölängdspercentil kan beräknas genom att iterativt lösa följande ekvation:

$$1 - e^{-\frac{\ln(1-p)}{L_p+1}} = 1 + \frac{\left(\frac{L_p}{0,9} - 1\right)}{K \cdot \tau} \cdot B, \text{ där}$$

$p$  percentilvärde

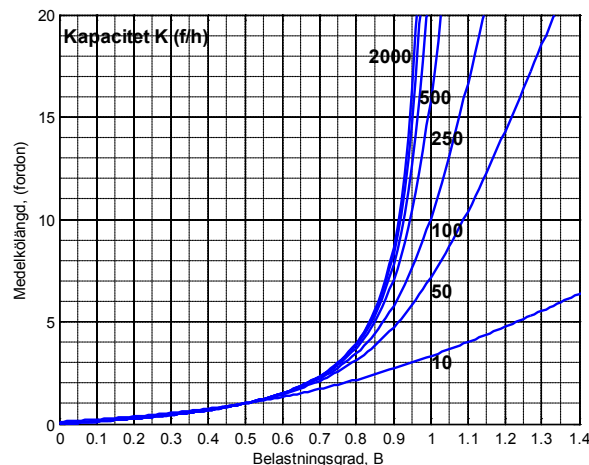
$B$  belastningsgrad enligt steg (2), avsnitt 6.2.8

$\tau$  studieperiodens längd (s)

$L_p$  kölängd för percentilvärde  $p$  vilken initialt beräknas enligt

$$L_p = \begin{cases} \frac{\ln(1-p)}{\ln(B)} & B < 0,8 \\ \frac{\ln(1-p)}{\ln(0,8)} + \frac{B-0,8}{0,6} \cdot \left(0,9(0,5 \cdot K\tau + 1) - \frac{\ln(1-p)}{\ln(0,8)}\right) & 0,8 \leq B \leq 1,4 \\ 0,9 \cdot ((B-1) \cdot K\tau + 1) & B > 1,4 \end{cases}$$

$L_p$  justeras sedan iterativt till dess att skillnaden mellan vänsterled och högerled är acceptabel.



:4

## 6.2.8 Beräkning av kölängd

- (1) För beräkningen av kölängd bör deltillfartens belastningsgrad bestämmas utifrån den genomsnittliga betjäningstiden för deltillfarten vilket görs enligt nedanstående iterativa process

1. Beräkna ett initial värde på  $B_{avg}$

$$B_{avg} = b_n \cdot q \cdot \Delta B_i$$

2. Beräkna den genomsnittliga betjäningstiden  $b$

$$b = (B_{avg} \cdot \bar{b}_q + (1 - B_{avg}) \cdot \bar{b}_n) \cdot \Delta B_i$$

3. Uppdatera  $B_{avg}$

$$B_{avg} = b \cdot q$$

4. Upprepa steg 2 och 3 ovan tills skillnaden i  $B_{avg}$  mellan två iterationer är mindre än 0,01.

$\bar{b}_q$  är den genomsnittliga betjäningstiden vid kö för deltillfarten (medelvärdesbildning genom viktning av  $b_q$  för varje fordonsström (enligt avsnitt 6.2.5) med flödet), se exempel under kommentar :2.

$\bar{b}_n$  är den genomsnittliga betjäningstiden vid ingen kö för deltillfarten (medelvärdesbildning genom viktning av  $b_n$  för varje fordonsström (enligt avsnitt 6.2.5) med flödet), se exempel under kommentar :2.

$\Delta B_i$  är korrektionsfaktorn m h t sekundärt överordnade strömmar enligt avsnitt 6.2.6.

- (2) Korrigera deltillfartens belastningsgrad m h t

$$B = \frac{B_{avg}}{c \cdot N}, \text{ där}$$

$c$  är kapacitetskorrektur enligt avsnitt 6.2.7.

$N$  antalet körfält i deltillfarten, se kommentar :1.

- (3) Bestäm kölängden ur ekvation (se även diagram under kommentar :4 samt kommentar :1 under avsnitt 6.2.9)

$$L = 0,5 \left( -K\tau(1 - B_{avg}) + \sqrt{\left( K^2\tau^2(1 - B_{avg})^2 + 4(KB_{avg}\tau + 1) \right)} \right) \quad (15)$$

$K$  är deltillfartens kapacitet enligt avsnitt 6.2.7.

$\tau$  är studieperiodens längd (s)

**Kommentarer**

För beräkning av väntetid och interaktionsfördröjning för en deltillfart behövs följande ingångsdata:

- kapacitet för varje deltillfart enligt avsnitt 6.2.7
- belastningsgrad för varje deltillfart enligt steg (2) avsnitt 6.2.8.
- belastningsgrad för varje deltillfart enligt steg (2) avsnitt 6.2.7.
- betjäningstid vid kö för varje fordonsström enligt avsnitt 6.2.5.
- betjäningstid vid ingen kö för varje fordonsström enligt avsnitt 6.2.5.

- :1 Funktionen för beräkning av väntetid (samt funktionen för kölängd) gäller både för belastningsgrader under ett och vid överbelastning. Beräkningsmetoden är baserad på att den underordnade tillfarten kan approximeras med ett M/M/1 kösystem vid låga belastningsgrader och med ett D/D/1 kösystem vid höga belastningsgrader. Vidare antas att eventuell överbelastning varar under studieperiodens längd ( $\tau$ ) och att denna efterföljs av en tidsperiod utan trafikbelastning, dvs. 0 inkommande fordon/h. Härledningen av ekvationen finns redovisad i Hagring (2001).
- :2 Vid beräkning av väntetiden bör belastningsgraden beräknad enligt den iterativa processen i steg (2) avsnitt 6.2.8 användas då den bäst beskriver belastningsgraden för aktuella trafikförhållanden.
- :3 Vid beräkning av interaktionsfördröjningen ska väntetiden och den genomsnittliga betjäningstiden adderas. Den genomsnittliga betjäningstiden bör beräknas med hjälp av belastningsgraden beräknad enligt steg (2) avsnitt 6.2.7.

## 6.2.9 Beräkning av väntetid och interaktionsfördröjning

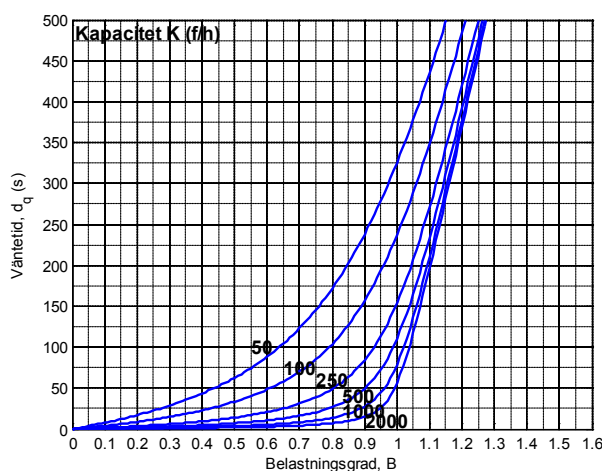
- (1) Beräkna väntetiden  $d_q$  ur ekvation eller diagram (Se även kommentar :1)

$$d_q = \frac{-(2+K\tau-BK\tau)+((2+K\cdot\tau-BK\tau)^2+8BK\tau)^{0,5}}{4\cdot K}, \text{ där} \quad (16)$$

$K$  är deltillfartens kapacitet enligt avsnitt 6.2.7.

$B$  är deltillfartens belastningsgrad enligt avsnitt 6.2.8, se även kommentar :2.

$\tau$  är studieperiodens längd (s)



**Figur 7 Väntetid som funktion av belastningsgrad och kapacitet vid  $\tau = 3600$  s som i Capcal**

- (2) Beräkna interaktionsfördröjningen

$$d_i = b + d_q, \text{ där} \quad (17)$$

$b$  är den genomsnittliga betjäningstiden beräknat som

$$b = B \cdot \bar{b}_q + (1 - B) \cdot \bar{b}_n, \text{ där} \quad (18)$$

$B$  deltillfartens belastningsgrad enligt steg (2) avsnitt 6.2.7, se även kommentar :3.

$\bar{b}_q$  deltillfartens genomsnittliga betjäningstid vid kö för deltillfarten (medelvärdesbildning genom viktning av  $b_q$  för varje fordonsström (enligt avsnitt 6.2.5) med flödet), se exempel under kommentar :2, avsnitt 6.2.8.

$\bar{b}_n$  är den genomsnittliga betjäningstiden vid ingen kö för deltillfarten (medelvärdesbildning genom viktning av  $b_n$  för varje fordonsström (enligt avsnitt Bestämning av betjäningstid) med flödet), se exempel under kommentar :2, avsnitt 6.2.8.



**Kommentarer**

För beräkning av andel stopp för en deltillfart behövs följande ingångsdata:

- Fordonsströmmar som trafikerar tillfarten samt deras flöden
- överordnat flöde för varje fordonsström enligt avsnitt 6.2.3.
- kritiskt tidsavstånd för varje fordonsström enligt avsnitt 6.2.4.
- belastningsgrad för deltillfarten enligt steg (2) avsnitt 6.2.8.
- genomsnittliga betjäningstider för varje fordonsström enligt steg (2) avsnitt 6.2.9.
- interaktionsfördröjning för varje fordonsström enligt avsnitt 6.2.9.
- ankomsthastighet (vanligtvis = hastighetsgränsen) för varje tillfart.

:1 Genomsnittlig retardationsnivå beräknas per deltillfart utifrån aktuell fördelning av fordonstyper i tillfarten som

$$R = R_p \cdot (1 - p_{LBn}) + R_{LBn} \cdot p_{LBn}, \text{ där}$$

$p_p$  andelen personbilar i deltillfarten

$p_{LBn}$  andelen tunga fordon i deltillfarten

$$R_p = 2 \text{ m/s}^2$$

$$R_{LBn} = 1 \text{ m/s}^2$$

Vid en andel tung trafik  $p_{LBn} = 0,1$  fås en genomsnittlig retardationsnivå på  $R = 1,98 \text{ m/s}^2$ .

## 6.2.10 Beräkning av andel stopp

- (1) Beräkna för varje underordnad fordonsström andelen fordon som inte accepterar första tidluckan,  $p_f$

$$p_f = \max(0; (1 - B) \cdot H(t)), \text{ där} \quad (19)$$

$B$  är deltillfartens belastningsgrad enligt steg (2) avsnitt 6.2.8.

$q_{\bar{o}}$  är överordnat flöde enligt avsnitt 6.2.3.

$$H(t) = \begin{cases} 1 - \alpha_1 e^{-\lambda_1(T_1 - \Delta_{korr})} & 1 \text{ cirk. kf} \\ 1 - \frac{(\lambda_1 + \lambda_2)}{q_1 + q_2} \cdot \frac{\alpha_1 \alpha_2 q_1 q_2}{\lambda_1 \lambda_2} \cdot e^{-(\lambda_1(T_1 - \Delta_{korr}) + \lambda_2(T_2 - \Delta_{korr}))} & 2 \text{ cirk. kf} \end{cases} \text{ där} \quad (20)$$

$\alpha, \lambda, \Delta_{korr}, T_1, T_2$  beräknas enligt steg 1, avsnitt 6.2.5.

- (2) Beräkna för varje fordonsström på underordnad led andelen fordon som fördröjs pga. konflikt,  $p_c$  som

$$p_c = \min(1; B + p_f), \text{ där} \quad (21)$$

$B$  är deltillfartens belastningsgrad enligt steg (2) avsnitt 6.2.8.

- (3) Beräkna för varje fordonsström på underordnad led andel fordon som måste stanna,  $p_s$ , som

$$p_s = p_c \cdot e^{-\frac{d_{ref}}{d_c}}, \text{ där} \quad (22)$$

$d_c$  är interaktionsfördröjningen enligt avsnitt 6.2.9.

$$d_{ref} = \frac{v_a}{2 \cdot R}, \text{ där} \quad (23)$$

$v_a$  är ankomsthastigheten (m/s)

$R$  genomsnittlig retardationsnivå (m/s<sup>2</sup>), se kommentar: 1.

**Kommentarer**

För beräkning av geometrisk fördröjning för en deltillfart behövs följande ingångsdata:

- Fordonsströmmar som trafikerar tillfarten samt deras flöden.
- Andel fordon fördröjda p.g.a. konflikt enligt avsnitt 6.2.10.
- Andel fordon som måste stanna enligt avsnitt 6.2.10.
- ankomsthastighet (vanligtvis = hastighetsgränsen) för varje tillfart

:1 Diagrammet för bestämning av den möjliga hastigheten genom cirkulationen är framtaget genom att iterativt lösa följande ekvationssystem:

$$F = 0,28 * e^{-0,03456*v_m}$$

$$v_m = \sqrt{\frac{6*g*r*F}{5}}, \text{ där}$$

$r$  = växlingssträckans längd dividerat med 1,4 (m)

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

:2 Vid beräkning av geometrisk fördröjning för en hastighet på 22,35 km/h,  $d_g(22,35)$ , fås följande värden för respektive fordonstyp

$$\text{Personbilar: } 2,27 + (22,35 - 20) \cdot \frac{(3,44-2,27)}{(30-20)} = 2,55 \text{ s}$$

$$\text{Lastbilar (LBn): } 2,34 + (22,35 - 20) \cdot \frac{(3,87-2,34)}{(30-20)} = 2,70 \text{ s}$$

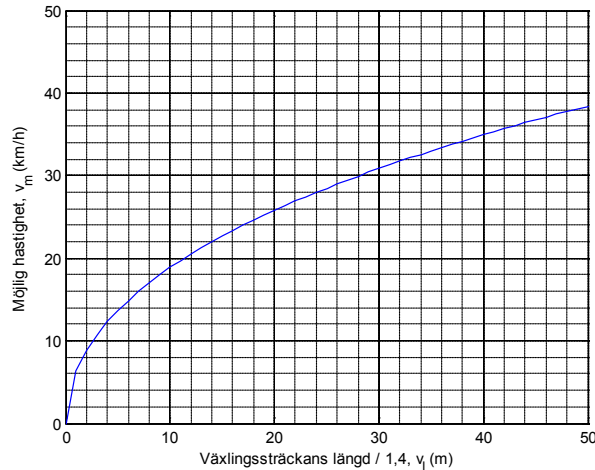
$$\text{Lastbilar med släp (Lps): } 2,61 + (22,35 - 20) \cdot \frac{(4,68-2,61)}{(30-20)} = 3,08 \text{ s}$$

Vid 10 % lastbilar och antagande om lika fördelning mellan lastbilar med och utan släp fås följande medelvärde

$$\text{Alla fordon: } 2,55 \cdot (1 - p_{lb}) + p_{lb} \cdot \frac{2,70+3,08}{2} = 2,58 \text{ s}$$

## 6.2.11 Beräkning av geometrisk fördröjning

- (1) Beräkna för respektive fordonström den möjliga hastigheten genom korsningen,  $v_m$  vilken bestäms för aktuell längd på växlingssträcka/1,4 ur diagrammet nedan (se även kommentar :1)



**Figur 8 Möjlig hastighet som funktion av växlingssträckans längd**

- (2) Beräkna för varje fordonström andelen fordon som endast utsätts för geometrisk fördröjning,  $p_g$

$$p_g = 1 - p_c$$

- (3) Beräkna för varje fordonström den geometriska fördröjning,  $d_g$

$$\bar{d}_g = p_s \left( d_g(v_a) - d_g(0) \right) + (p_c - p_s) \cdot \left( d_g(v_a) - d_g\left(\frac{v_m}{2}\right) \right) + p_g \left( d_g(v_a) - d_g(v_m) \right) + \frac{\Delta s}{v_m}, \text{ där}$$

$$\Delta s = \begin{cases} 0 & \text{h. sv.} \\ \frac{\pi-2}{1,4} \cdot v_l & \text{r. fr.} \\ \frac{3(\frac{\pi}{2}-1)}{1,4} \cdot v_l & \text{v. sv.} \end{cases}$$

$d_g(v)$  hämtas från tabell genom interpolation över hastighet och medelvärdesbildning över fordonstyp, se kommentar :2 för exempel.

**Tabell 1 Geometrisk fördröjning som funktion av hastighet**

Hastighet (km/h)	P	LBn	Lps
20	2,27	2,34	2,61
30	3,44	3,87	4,68
40	4,67	5,81	7,47
50	6,02	8,24	11,1
60	7,55	11,26	15,75
70	9,27	15,03	21,7
80	11,24	19,89	29,48
90	13,51	19,89	29,48
100	16,18	19,89	29,48
110	19,47	19,89	29,48

**Kommentarer**

För beräkning av total fördröjning för en deltillfart behövs följande ingångsdata:

- Fordonsströmmar som trafikerar tillfarten samt deras flöden
- Interaktionsfördröjning för varje fordonsström enligt avsnitt 6.2.9
- Geometrisk fördröjning för varje fordonsström enligt avsnitt 6.2.11.

## 6.2.12 Beräkning av total fördröjning

- (1) Beräkna genomsnittlig interaktionsfördröjning per deltillfart

$$d_i = \frac{\sum d_{i,s} \cdot q_s}{\sum q_s}, \text{ där} \quad (24)$$

$d_{i,s}$  är interaktionsfördröjning för varje sväng rörelse  $s$  i deltillfarten enligt avsnitt 6.2.9.

$\sum q_s$  totala flödet i deltillfarten

- (2) Beräkna genomsnittlig geometrisk fördröjning per deltillfart

$$d_g = \frac{\sum d_{g,s} \cdot q_s}{\sum q_s}, \text{ där} \quad (25)$$

$d_{g,s}$  är geometrisk fördröjning för varje sväng rörelse  $s$  i deltillfarten enligt avsnitt 6.2.11.

$\sum q_s$  totala flödet i deltillfarten

- (3) Beräkna total fördröjning per deltillfart

$$d_t = \max\left(d_i; \frac{d_g}{2}\right) + \frac{d_g}{2}, \text{ där} \quad (26)$$

## 6.3 Alternativa analysmetoder

För de fall där dessa beräkningsmetoder ej är tillämpliga är vanligen det bästa alternativa beräkningsmetoden simulering. Som alternativ metod kan även regressionsmodeller för skattning av kapacitet som funktion av cirkulerande flöde och korsande gång- och cykelflöden nämnas, se vidare i Bång et al. (2012). Exempel på fall där metoden ej är tillämplig<sup>1</sup> är

- **Det finns fler än två körfält i någon tillfart**
- **Det är fler än två cirkulerande körfält i cirkulationsplatsen**
- **Antalet körfält i cirkulationsplatsen varierar, dvs antalet cirkulerande körfält varierar.**
- **Växlingssträckan är mindre än 16 meter eller större än 64 meter**
- **Det finns stora gång- eller cykeltrafikflöde över någon frånfart**  
metoden tar inte hänsyn till fördröjningar och stopp på grund av interaktioner med korsande gång- och cykeltrafikanter i frånfarten. Det innebär att om det finns ett stort sådant flöde kommer programmet att överskatta framkomligheten i korsningen och resultaten bli missvisande
- **Hela eller delar av cirkulationsplatsen är trafiksignalstyrd**  
metoden kan inte beräkna och ta hänsyn till de effekter som trafiksignalreglerade till- och/eller frånfarter i en cirkulationsplats ger upphov till. Om det finns en signalreglerad gång- och cykelöverfart i anslutning till cirkulationsplatsen måste en bedömning göras av vilken påverkan den har på framkomligheten i cirkulationsplatsen. Växer köerna in i cirkulationsplatsen, eller om trafiksignalen har stor påverkan på det inkommande flödet i cirkulationsplatsen, bör andra metoder/modeller användas
- **Det finns kapacitetsproblem i någon av frånfarterna**  
Metoden tar inte hänsyn till frånfarternas bredd. Varje tillfart hanteras individuellt som en trevägskorsning och därmed tas ingen hänsyn till eventuella framkomlighetsproblem i anslutning till frånfarten. Det är upp till den som utformar cirkulationsplatsen att se till så att antalet körfält i frånfarten är tillräckligt många i förhållande till antal cirkulerande körfält och flödet i dessa.
- **Det finns påverkan från närliggande korsningar**  
Finns det andra korsningar i närhet till vilka det bildas köer som påverkar avvecklingen av fordon från den aktuella korsningen eller tvärtom? Om så är fallet finns en risk för att beräkningarna för den aktuella korsningen ger missvisande resultat, oftast i form av överskattning av framkomligheten. I de fall det finns närliggande korsningar är det extra viktigt att studera de

---

<sup>1</sup> Baserad på (Olstam et al. 2010)

körlängder som metoden beräknar och jämföra dessa med tillgängligt utrymme mellan korsningar.

- **Någon av tillfarterna har en fri högersväng**

Metoden kan inte beräkna korsningar med fri högersväng. Om de som svänger höger på den fria högersvängen inte interagerar eller har begränsad interaktion med övriga trafikanter, kan det högersvängande flödet sättas till 0. Om det däremot är mycket interaktion mellan högersvängande fordon och fordon från andra tillfarter som delar frånfart med den fria högersvängen, så kan beräkningen ge missvisande resultat. Andra problem kan vara om högersvängande fordon hindras från att nå den fria högersvängen på grund av begränsade körfältslängder. Sätts det högersvängande flödet till 0 så kommer fördröjningen för högersvängande fordon förstås att underskattats, men även fördröjningen för övriga fordon från denna tillfart kommer att underskattas.

- **Trafikbelastningen i korsningen är mycket hög**

För trafikbelastningar i närheten av eller över korsningens kapacitet, d.v.s. med en belastningsgrad nära eller över 1, finns en stor osäkerhet i resultat från analytiska korsningsmodeller. Detta på grund av osäkerhet i de antaganden som ligger till grund för beräkning av överbelastade trafiksituationer i analytiska korsningsmodeller, samt bristen på valideringsdata för högt och överbelastade korsningar. Problemen gäller dock i hög grad även andra typer av modeller.



### **6.3.1 Kalkylhjälpmedel ("computational engines")**

Till detta kapitel finns ett enklare kalkylhjälpmedel som används för att konstruera det tillämpningsexempel som redovisas i avsnitt 6.6. Beräkningarna är genomförda i MS Excel och är endast verifierade för tillämpningsexemplet. Beräkningar som genomförs med hjälp av Excel-filen måste således verifieras mot denna metodbeskrivning.

## 6.4 Beräkningsblankett

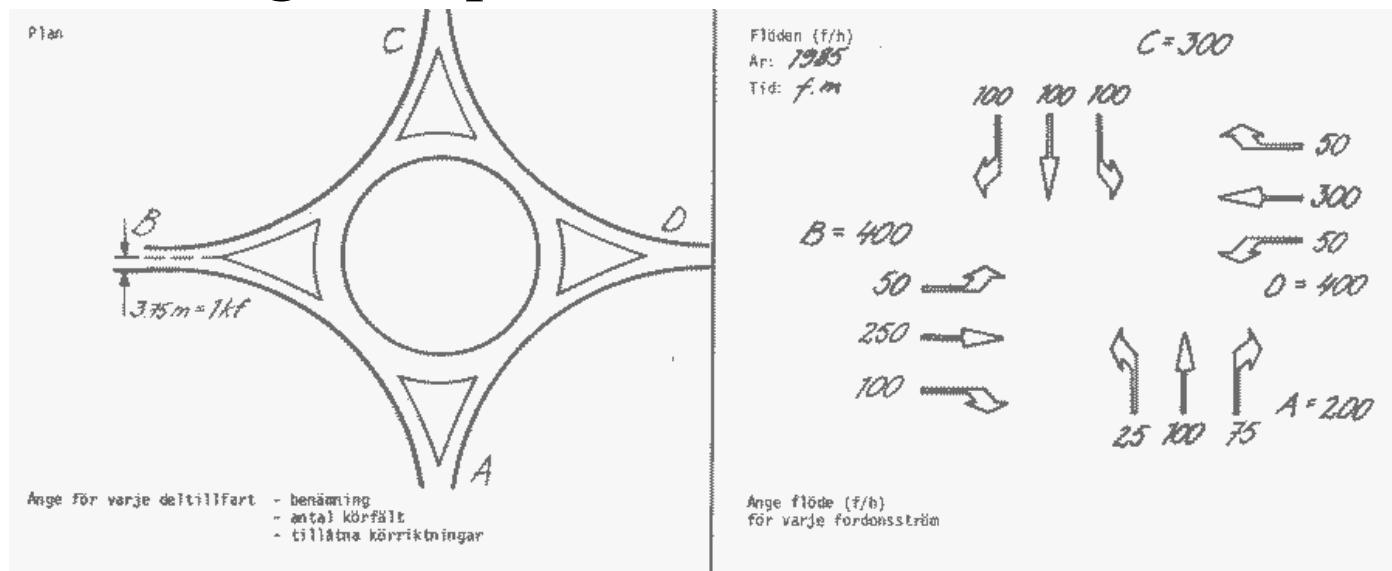
Tabell 2 Beräkningsblankett för cirkulationsplatser

Kapacitet											Kölängd	Andel stopp	Fördröjning			
Indelning i deltillfarter					Överordnat flöde $q_0$ (f/h)	Kritiskt tidsavstånd $T$ (s)	Betjäningstid $b_q$ (s)	Delbelastningsgrad grundvärde	Kapacitetskorrektion	Deltillfartens belastningsgrad	Kapacitet (f/h)	Medel	%	$d_i$ (s)	$d_g$ (s)	$d_t$ (s)
Tillfart	Deltillfart	Antal körfält	Fordonsström													
			Riktning	$q$ (f/h)												
Beräkningsavsnitt					6.3	6.4	6.5	6.6	6.7		6.8	6.9	6.10	6.11	6.13	
A																
B																
C																
D																
Kolumn	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

**Kommentarer (Se även excel-fil)**

- Kolumn 2 & 3 Samtliga tillfarter har endast ett körfält och därmed endast en deltillfart.
- 6 Hela cirkulationen har endast 1 körfält. Ö.o/cirkulerande flöden beräknas enligt regler och exempel.  
Exempel:  $q_{Dv} = q_{Av} + q_{Ar} + q_{Bv} = 25 + 100 + 50 = 175$  f/h
- 7 Andelen tung trafik är 10 % vilket ger  $\Delta T_1 = 1,1(0,1 - 0,056) = 0,0484$  s och följdtiden  $T_0 = 2,4 + 1,1 * (0,1 - 0,061) = 2,4429$  s. Samtliga växlingssträckor är över 35 meter vilket ger  $\Delta T_2 = -0,062 \cdot 35 = -2,17$  s
- 8 Betjäningstiden beräknas genom att först beräkna kapaciteten per svängrörelse.  
Exempel:  $C_{Ah} = \lambda_1 \cdot \frac{\alpha_1 q_1}{\lambda_1} \cdot \frac{e^{-(\lambda_1 T_1)}}{e^{-\lambda_1 \Delta_{korr}} \cdot (1 - e^{-\lambda_1 T_0})}$  med  $\alpha_1 = 0,91 - 1,545 \cdot \frac{400}{3600} = 0,74$ ,  $\Delta_{korr} = (1 - 0,1 + 0,1 \cdot 2) \cdot 1,8 = 1,98$ ,  $T_1 = T_{Ah} + \Delta T_5 = 3,075 + 0$  s och  $\lambda_1 = 0,74 \cdot \frac{\frac{400}{3600}}{1 - \frac{400}{3600} \cdot 1,98}$  ger  $C_{Ah} = 1162$  fordon/h. Detta ger en betjäningstid vid kö  $b_q = \frac{1}{C_{Ah}} = \frac{3600}{1162} = 3,10$  s.
- 11 Vad det gäller kapacitetskorrektionsfaktorn är  $c_1 = 1$  (ingen cykeltrafik),  $c_2 = 1$  för alla fordonsströmmar på ö.o. led (körfältsbredd 3,5 m) och  $c_2 = 1,03$  för alla fordonsströmmar på u.o. led (körfältsbredd på 5 m),  $c_3 = 1$  för samtliga fordonsströmmar (ingen lutning).
- 12 Deltillfartens belastningsgrad beräknas som summan an de ingående fordonsströmmarnas belastningsgrad dividerat med kapacitetskorrektionen.
- 14 Deltillfarternas belastningsgrad efter iterering och kapacitetskorrektion blir  $B_{avg,A_{h+r+v}} = 0,063$ ,  $B_{avg,B_{h+r+v}} = 0,085$ ,  $B_{avg,C_{h+r+v}} = 0,120$ , och  $B_{avg,D_{h+r+v}} = 0,058$ .

## 6.5 Beräkningsexempel 1 från TV131



Figur 9 Exempel 1 från TV131

Tabell 3 Indata för exempel 1 från TV131

Tillfart	Körfältsbredd [m]	Växlingssträckans längd [m]	Andel tung trafik [%]	Hastighetsgräns [km/h]	Cykelflöde [cyklar/h]	Gångflöde [pers./h]
A	5	40	10	70	0	0
B	5	40	10	70	0	0
C	5	40	10	70	0	0
D	5	40	10	70	0	0

Tabell 4 Sammanställd beräkning för exempel 1 från TV131

Kapacitet											Kölängd	Andel stopp	Fördröjning			
Indelning i deltillfarter					Överordnat flöde $q_0$ (f/h)	Kritiskt tidsavstånd T (s)	Betjäningstid $b_q$ (s)	Delbelastningsgrad grundvärde	Kapacitetskorrektion	Deltillfartens belastningsgrad	Kapacitet (f/h)	Medel	Andel stopp (%)	$d_i$ (s)	$d_g$ (s)	$d_t$ (s)
Tillfart	Deltillfart	Antal körfält	Fordonsström													
Beräkningsavschnitt					6.3	6.4	6.5	6.6	6.7			6.8	6.11	6.10	6.12	6.13
A	h+r+v	1	h	75	400	3.08	3.1	0.06	1.030	0.17	1160	0.07	0%	1.3	10.0	10.0
			r	100	400	3.54	3.3	0.09					0%			
			v	25	400	3.54	3.3	0.02					0%			
B	h+r+v	1	h	100	250	3.08	2.8	0.08	1.030	0.31	1289	0.09	0%	1.1	10.4	10.4
			r	250	250	3.54	2.9	0.20					0%			
			v	50	250	3.54	2.9	0.04					0%			
C	h+r+v	1	h	100	375	3.08	3.0	0.08	1.030	0.25	1180	0.14	0%	1.5	10.5	10.5
			r	100	375	3.54	3.2	0.09					0%			
			v	100	375	3.54	3.2	0.09					0%			
D	h+r+v	1	h	50	175	3.08	2.7	0.04	1.030	0.30	1354	0.06	0%	0.9	10.7	10.7
			r	300	175	3.54	2.7	0.23					0%			
			v	50	175	3.54	2.7	0.04					0%			
Kolumn	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17





**TRAFIKVERKET**

Trafikverket, 781 89 Borlänge, Besöksadress: Röda vägen 1  
Telefon: 0771-921921, Texttelefon: 010-123 50 00

[www.trafikverket.se](http://www.trafikverket.se)