

Projekt:

Uppdatering av TRV 2013/64343 Metodbeskrivning för beräkning av kapacitet och framkomlighetseffekter i vägtrafikanläggningar

Objektnummer TRV 2018/116306; Ärende-ID 6807;
Avtalsnummer 5170048973

SLUTRAPPORT

Inverkan av korta körfält

Förslag till reviderad metodik för implementering i CAPCAL.

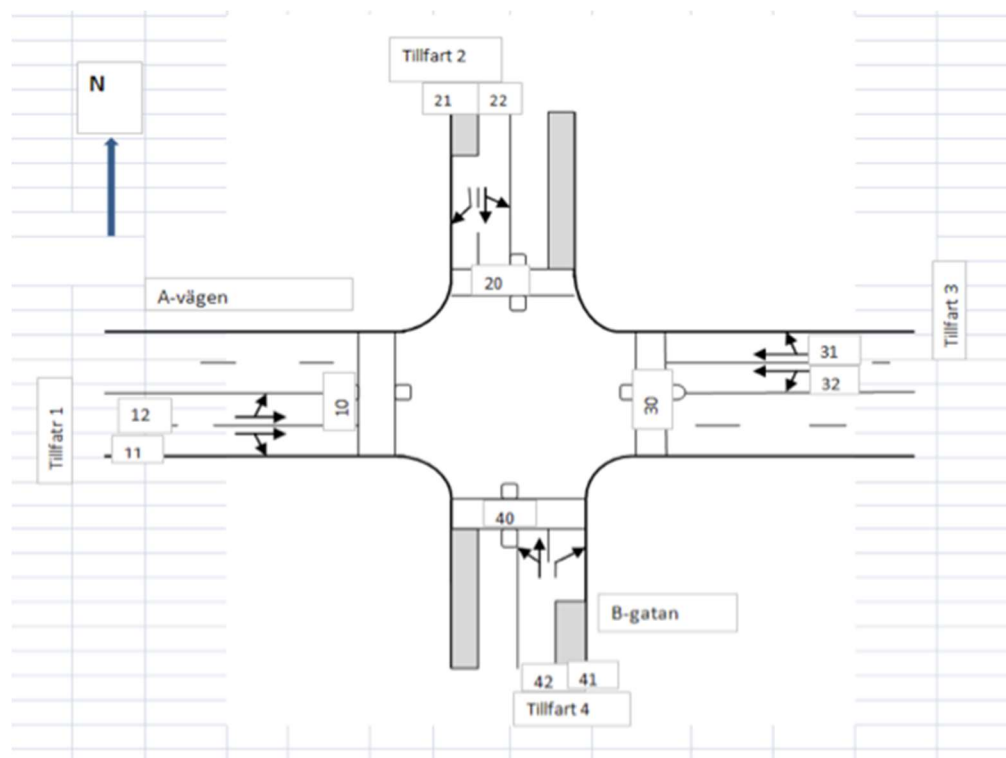
Innehållsförteckning

1.	Introduktion.....	2
2.	Beräkningsmetod för typfall A	3
2.1	Mättnadsflödesbidrag från <i>kkf</i> till <i>akf</i>	4
3.	Beräkningsmetod för typfall B.....	7
3.1	Beräkning av mättnadsflöde för <i>kkf</i> som om det var genomgående	7
3.2	Kontroll av kapaciteten för <i>kkf</i> mht till att det inte är genomgående	7
4.	Beräkningsmetod för korta körfält som avvecklas med typfall A + B	9
4.1	Introduktion.....	9
4.2	Bestämning av antal fordon som kan avvecklas från <i>kkf</i> per omlopp.....	10
4.3	Bestämning av det korta körfältets kapacitet	11
5.	Fortsatt arbete.....	11

1. Introduktion

Körfält som inte är genomgående är vanliga i signalreglerade korsningars tillfarter. De tillämpas normalt för att öka kapaciteten för svängande fordonrörelser. Två olika typer av fasindelning är möjliga vid tillämpning av korta körfält:

Typ A: Det korta körfältet (förkortas *kkf* nedan) har endast grönt i samma signalfas som det angränsande, genomgående körfältet (förkortas *akf* nedan). Den kapacitetshöjande effekten av *kkf* beaktas i detta fall genom beräkning av ett mättnadsflödesbidrag (s') till *akf* i flaskhalsen omedelbart uppströms det korta körfältets början. I exemplet i Figur 1 där de korsande vägarna har grönt i var sin fas nedan ger *kkf* 21 ett mättnadsflödesbidrag till *akf* 22, och *kkf* 41 motsvarande bidrag till *akf* 42.

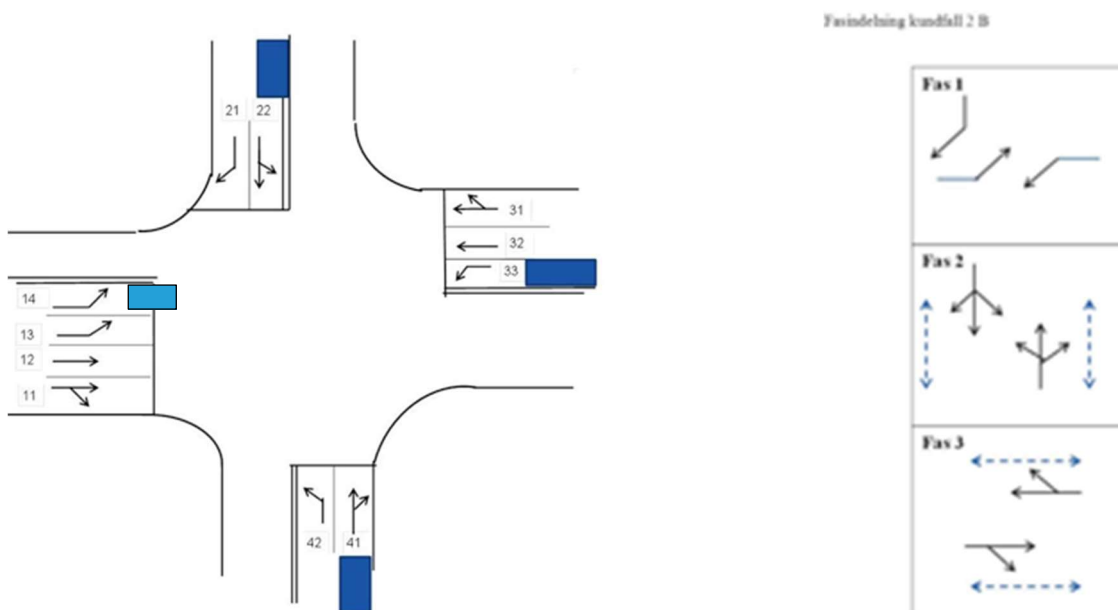


Figur 1 Tvåfasreglerad korsning med korta körfält typ A (METKAP ex 1)

Typ B: Det korta körfältet (*kkf*) har endast grönt i annan signalfas (en eller flera) än det angränsande körfältet (*akf*). I detta fall beräknas följande:

- mättnadsflödesbidrag till *akf* från *kkf* baserat på hur många fordon som kan angöra *kkf* då både *akf* och *kkf* har rött plus tillskott av fordon som kan angöra då *kkf* har rött och *akf* grönt.
- mättnadsflödet (*s*) och belastningskvoten (*q/s*) för den fas under vilken *kkf* avvecklas utgör underlag för bestämning av gröntiden för denna fas.

I exemplet i Figur 2 nedan avvecklas *kkf* 22 och *kkf* 41 enligt Fall A, och *kkf* 14 och *kkf* 33 enligt Fall B.



Figur 2 Trefasreglerad korsning med korta körfält typ A och B
(Trivector kundfall 2)

Beräkningsmetoderna för de olika typfallen A och B beskrivs i avsnitt .2 och .3, och tillämpning av både typfall A och B i samma signalomlopp beskrivs i avsnitt .4

2. Beräkningsmetod för typfall A

Det korta körfältet (*kkf*) har grönt i samma signalfas som det angränsande, genomgående körfältet (*akf*). Signaltidsättningen baseras då på trafikbelastning och mättnadsflöde för *akf* i snittet uppströms *kkf* som utgör flaskhalsen för avvecklingen i bägge dessa körfält.

Uppskattning av gröntiderna för olika faser baseras initialt på i tabell 1 nedan i METKAP avsnitt 4.7.4. tabell 4 angivna schablonvärden avseende tidsättning av signalreglerade korsningar mht storlek och antal signalfaser. I efterföljande beräkningsomgångar (iterationer) utnyttjas beräknad tidsättning från föregående iteration.

Tabell 1 Typfall för beräkning av mättnadsflödet för körfältstyp C

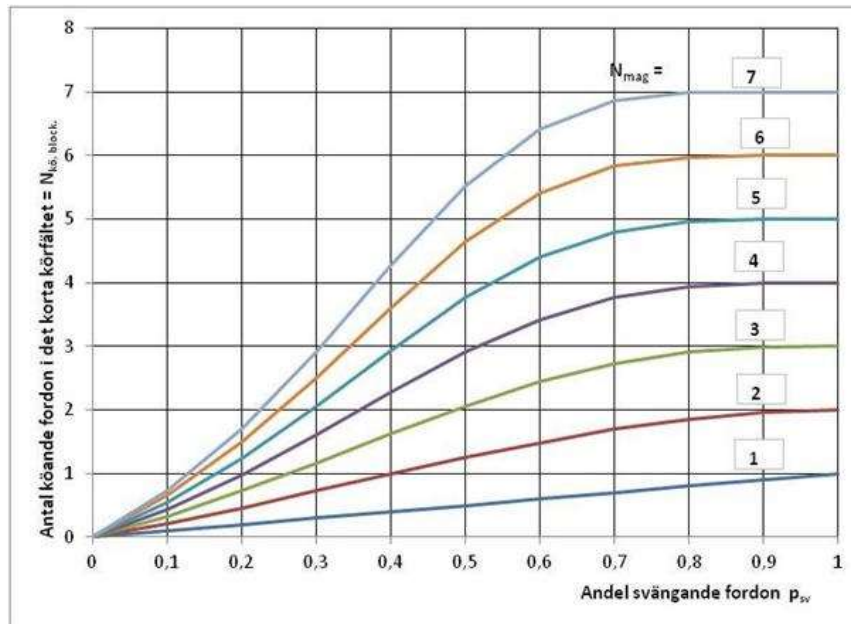
Typfall	Signalfaser	Omloppstid c sek		Effektiv gröntid g sek	Rödtid r sek	Ö.g.-ställets längd l_{cr} m	Köutrymme inne i korsningen efter vxl till rött
		Normal	Max vid överbelastning				
1	Tvåfas = Blandfaser	60	90	25	35	< 15	1
2	Trefas = Separatreglering av vsv trafik i ena gatan (se kommentarsida för avsnitt 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

2.1 Mättnadsflödesbidrag från kkf till akf

Mättnadsflödesbidraget s' påverkas av antalet köplatser i kkf och risken för blockering av tillfart till kkf p.g.a. köbildning i akf under faser där båda körfälten har rött.

2.1.1 Beräkning av s' från kkf till akf som båda avvecklas i samma fas och inte har någon gemensam färdriktning

1. Beräkna hur många köande personbilar N_{mag} som ryms i kkf :
 $N_{mag} = l_i / 7,5$ där l_i är körfältets längd och 7,5 m genomsnittligt utrymme per köande bil.
2. Beräkna för akf andelen trafik p_{kkf} i kkf :s färdriktning(ar) i snittet uppströms det korta körfältet (= flaskhalsen) och fyll i resultatet i MsExcel sida 4C kolumn 6 på raden för akf .
3. Avläs i figur 2 nedan högsta möjliga värde på antalet köande fordon i det korta körfältet ($N_{kö, block}$) för värden på p_{kkf} och N_{mag} mht sannolikheten för blockering av kkf pga kö i akf .



Figur 3: Bestämning av antal köande fordon i kort köfält
(METKAP Figur 21)

4. Beräkna hur många fordon som högst kan köa i *kkf* vid gröntidens start ($N_{kö, flöde}$) mht föregående rödtid r och mättnadsflödet (s) för *akf* och andel fordon p_{kkf} i *kkf*:s färdriktning

$$N_{kö, flöde} = r_{akf} * s_{akf} * p_{kkf} / 3600$$

5. Beräkna resulterande högsta antal köande fordon i det korta köfältet ($N_{kö}$) vid gröntidens start:

$$N_{kö} = \min(N_{kö, block} ; N_{kö, flöde})$$

6. Beräkna det korta köfältets mättnadsflödesbidrag s' till *akf* i flaskhalsen uppströms *kkf* där g = effektiv gröntid för *akf* enligt aktuellt typfall i tabell 1 vid start av analysen, samt på beräknad gröntid i föregående beräkningsomgång (iteration):

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

Det korta köfältets mättnadsflödesbidrag s' förs in i kolumn 12 på raden för *kkf*, skriv **kort kf** i kolumn 11 på samma rad. Resultatet adderas sedan till *akf*:s mättnadsflöde i samma kolumn och förs in på *akf*:s rad i kolumn 13 som dimensionerande mättnadsflöde till avvecklingen i flaskhalsen uppströms *kkf*.

2.1.2 Beräkning av s' från kkf till akf som båda avvecklas i samma fas och har någon gemensam färdriktning

För detta fall antas att kkf kan fyllas helt utan att blockeras av köande fordon i akf .

1. Bestäm mättnadsflödet s_{kkf} (fordon/gröntimme) för kkf vid stopplinjen enligt avsnitt 4.7.4 och 4.7.5. utan hänsyn till köfältets längd.
2. Kontrollera hur många fordon N_g som högst kan avvecklas från kkf under den effektiva gröntiden g (gröntid + körbar gultid) per omlopp:
 $N_g = g * s_{kkf} / 3600$ där g vid start av analysen bestäms enligt aktuellt typfall i tabell 1, eller av beräknad gröntid i föregående beräkningsomgång (iteration).
3. Beräkna hur många köande personbilar N_{mag} som ryms i det korta köfältet: $N_{mag} = l_i / 7,5$, där l_i representerar köfältets längd och 7,5 m genom-snittligt utrymme per köande bil.
4. Beräkna det korta köfältets bidrag (s') till akf :s mättnadsflöde i flaskhalsen uppströms det korta köfältet:
 $N_{kö} = \text{MIN}(N_g; N_{mag})$ $s' = N_{kö} * 3600/g$
där gröntiden g bestämts enligt pkt 2 ovan.

Det korta köfältets mättnadsflödesbidrag s' förs in i kolumn 12 på raden för kkf , skriv **kort kf** i kolumn 11 på samma rad. Resultatet adderas sedan till akf :s mättnadsflöde i samma kolumn och förs in på akf :s rad i kolumn 13 som dimensionerande mättnadsflöde till avvecklingen i flaskhalsen uppströms kkf .

2.1.3 Mättnadsflödesbidrag för kkf med samma köriktning som akf som avvecklas i samma fas som akf

Dubbla vänstersvängande köfält varvid den vänstra är kort är ett exempel på en utformning enligt A-3). Liksom i A-2) antas att kkf kan fyllas helt utan att blockeras av köande fordon i akf .

$$N_{kö} = N_{mag}; \quad s' = N_{mag} * 3600/g$$

3. Beräkningsmetod för typfall B

I detta typfall har det korta körfältet kkf grönt i en annan signalfas än det angränsande, genomgående körfältet (akf).

3.1 Beräkning av mättnadsflöde för kkf som om det var genomgående

Eftersom kkf avvecklas i en annan fas än akf beräknas inte något mättnadsflödesbidrag från kkf till detta. I stället beräknas dimensionerande mättnadsflöde S_{kkf} mht körfältstyp och korrektionsfaktorer på samma sätt som för genomgående körfält.

Kort körfält skrivs i kolumn 11 och resultaten avseende mättnadsflöde, flöde och belastningskvot förs in i kolumnerna 12, 13, 14 på raden för det korta körfältet och beaktas vid bestämning av körfältets belastningskvot q_{kkf}/S_{kkf} i kolumn 15. Tillsammans med belastningskvoterna för övriga körfält bestäms sedan dimensionerande belastningskvot för varje fas. Resultaten utnyttjas för bestämning av kritisk konfliktpunkt och efterföljande beräkning av omloppstid och gröntidsfördelning inkluderande fasen för avveckling av fasen för korta körfält i en eller flera tillfarter, se avsnitt 4.7.7 – 4.7.9 i METKAP.

3.2 Kontroll av kapaciteten för kkf mht till att detta körfält inte är genomgående

Eftersom beräkningen av tidsättning och belastningsgrader baseras på att alla körfält är genomgående krävs en särskild kontroll av det korta körfältets kapacitet för att säkerställa att belastningsgraden inte överskrider 0,85 nivån.

3-2-1: Bestämning av antal fordon $N_{k\ddot{o}}$ som köar i kkf vid dess start av grönt.

Under tid då kkf har röd signal kan fordon ankomma till kkf under två moment:

1) under fas då både kkf och akf har rött

Beräkningen av $N_{k\ddot{o},block}$ utförs enligt metod beskriven i kapitel 2 moment 1-3 ovan. Initialt utnyttjas tidsättning enligt aktuellt typfall i tabell 1, i efterföljande beräkningsomgångar (iterationer) utnyttjas resultat från föregående iteration.

2) under fas g_{akf} då kkf har rött och akf grönt.

Tillskott av antal köande fordon $N_{k\ddot{o},tillskott}$ i kkf under fas g_{akf}

$$N_{k\ddot{o},tillskott} = g_{akf} * q_{kkf} / 3600$$

där q_{kkf} = flödet av fordon i akf uppströms det korta körfältets (kkf) början med destination till kkf trafikflödet fordon/timme . Gröntiden baseras på schablonvärden i tabell 1 vid start av analysen, samt på beräknad gröntid i föregående beräkningsomgång (iteration):

Det resulterande antalet köande fordon $N_{k\ddot{o}}$ i kkf vid start av grönt blir då mht tillgängligt fordonsmagasin $N_{mag} = L_{mag}/7,5$
 $N_{k\ddot{o}} = \text{MIN}(N_{k\ddot{o}, block} + N_{k\ddot{o}, tillskott}; N_{mag})$

Resultatet registreras i kolumn 23 på raden för det korta körfältet

3.2.2. Kontroll av korta körfältets kapacitet och belastningsgrad

Eftersom beräkningen för typfall B ovan utgått från att det studerade korta körfältet inte är kort utan genomgående måste en särskild kontroll av körfältets faktiska kapacitet genomföras.

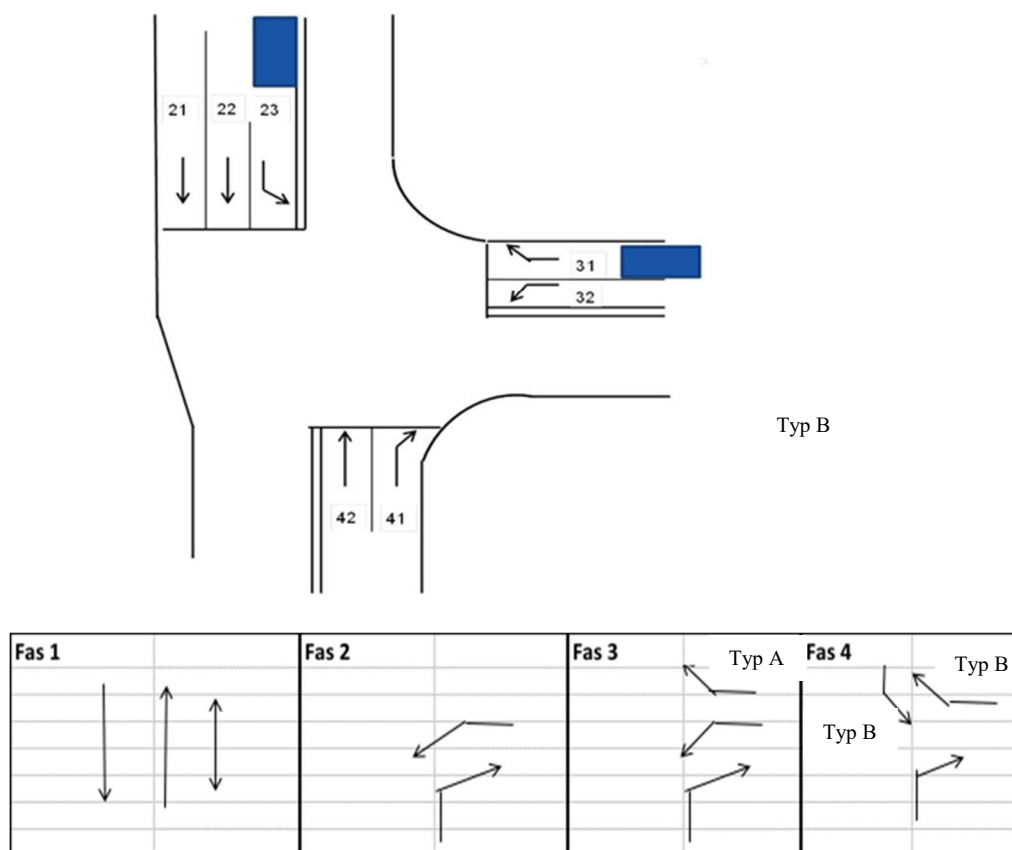
Kapaciteten K_{kkf} beräknas utgående från beräkningen av antalet fordon $N_{k\ddot{o}}$ som kan köa i det korta körfältet fordon per signalomlopp:

$$K_{kkf} = N_{k\ddot{o}} * 3600/c \text{ fordon/h där } c = \text{omloppstiden}$$

Belastningsgraden $BG = q_{kkf}/K_{kkf}$. Resultaten förs in i kolumn 23 och 24 på raden för det korta körfältet.

4. Beräkningsmetod för korta körfält som avvecklas både enligt typfall A och B

Korta körfält kan också avvecklas genom en kombination av typfall A och B. Detta exemplifieras för trevägskorsningen i figur 4 nedan



Figur 4 Exempel på signalreglering med kombination av typfall A och B

4.1 Introduktion

I exemplet i figur 4 ovan avvecklas det korta körfältet 23 (kkf_{23}) endast i fas 4 enligt typfall B. Se metodik för beräkning av mättnadsflöde och kapacitet för detta körfält i kapitel 3 ovan.

Det korta körfältet 31 (kkf_{31}) avvecklas enligt typfall A i fas 3 då både kkf_{31} och akf_{32} har grönt, samt enligt typfall B i fas 4 då kkf_{31} har grönt och akf_{32} har rött. Metodbeskrivningen nedan för kkf som avvecklas i både typfall A och B under samma signalomlopp exemplifieras nedan för kkf_{31} .

4.2 Bestämning av antal fordon som kan avvecklas från *kkf* per signalomlopp.

Uppskattning av gröntiderna för olika faser baseras initialt på i tabell 1 angivna tidsättningar för signalreglerade korsningar mht storlek och antal signalfaser. I senare beräkningsomgångar (iterationer) utnyttjas senast beräknad tidsättning.

4.2.1 Beräkning av kölängd i *kkf* efter fas 1 och 2 då *kkf31* har rött

Under fas 1 då både *kkf* och *akf* har rött enligt figur 4 beräknas antalet köande fordon $N_{k\ddot{o}}$ i *kkf31* för typfall A enligt avsnitt 2.1 pkt 1-5 .

Under fas 2 då *kkf* har rött och *akf* grönt enligt figur 4 kan ytterligare fordon $N_{k\ddot{o}} \text{ tillskott}$ ansluta till kön i *kkf* under gröntiden g_2

$$N_{k\ddot{o}, \text{ tillskott}} = g_2 * q_{akf} * p_{kkf} / 3600$$

där

q_{akf} = trafikflödet fordon/h för *akf* i snittet uppströms det korta körfältets början (= ”flaskhalsen”);

p_{kkf} = andel fordon i *akf* uppströms *kkf* med destination till *kkf*
 $= q_{kkf} / (q_{akf} + q_{kkf})$

Det resulterande antalet köande fordon $N_{k\ddot{o}}$ i *kkf* efter fas 1 +2 är mht tillgängligt fordonsmagasin $N_{mag} = L_{mag} / 7,5$

$$N_{k\ddot{o}} = \text{MIN}(N_{k\ddot{o}, \text{ block}} + N_{k\ddot{o}, \text{ tillskott}} ; N_{mag})$$

Vid avsaknad av fas 2 utgår ovan redovisade beräkningar avseende $N_{k\ddot{o}} \text{ tillskott}$

Under fas 3 (se figur 4 ovan) med gröntid g_3 då både *kkf* och *akf* har grönt enligt typfall A avvecklas de köande fordonen $N_{k\ddot{o}}$ i *kkf*. Detta ger ett mättnadsflödesbidrag s' till *akf* i flaskhalsen uppströms det korta körfältet enligt avsnitt 2.2.1 pkt 6 ovan:

$$s' = N_{k\ddot{o}} \cdot \frac{3600}{g_3} \quad (\text{f/gh})$$

Mättnadsflödesbidrag s' förs in i kolumn 12 på raden för *kkf* i kolumn 11 på samma rad. Resultatet adderas sedan till *akf*:s mättnadsflöde i samma kolumn och förs in som dimensionerande mättnadsflöde på *akf*:s rad i kolumn 13.

a-3) Under fas 4 (se figur 3 ovan) med gröntid g_4 då *kkf* har grönt och *akf* rött kan ytterligare fordon N_{kkf, g_4} avvecklas i *kkf* tills detta körfält blockeras av fordonskö i *akf* efter tiden $g_{4, \text{ block}} = L_{mag} * 3600 / q_{akf}$

$$N_{kkf, g_4} = \text{MIN}(g_4; g_{4, \text{ block}}) * q_{kkf} / 3600$$

4.3 Bestämning av det korta körfältets kapacitet

Det korta körfältets kapacitet kan beräknas på basis av summan av avvecklade fordon i varje fas under ett omlopp med c = omloppstiden. I det aktuella exemplet blir på basis av beräkningarna i avsnitt 4.2.1 det totala antalet fordon som kan avvecklas

$$N_{kö, totalt} = N_{kö} + N_{kkkf, g4} \text{ fordon per signalomlopp.}$$

Det korta körfältets kapacitet blir $K_{kkkf} = N_{kö, totalt} * 3600/c$ fordon/omlopp

Resultterande belastningsgrad $BG = q/K_{kkkf}$ registreras i kolumn 24.

5. Fortsatt arbete

Under 2020 planeras arbetet avseende korta körfält fortsätta med följande aktiviteter:

- Implementering av modellerna denna rapport i uppdaterad version av datorprogrammet CAPCAL. Arbetet utförs av Trivector
- Kvalitetskontroll av de reviderade modellerna för korta körfält i Capcal genom beräkningar i MsExcel och simulering i Python version 3 utfört av Movea (K-L. Bång).
- Nytt projekt under 2020 avseende Fria högersvängar med TRV som uppdragsgivare och Movea som utförare. Projektet kommer förutom signalreglerade korsningar också behandla väjningspliktreglerade korsningar och cirkulationsplatser.