

RAPPORT

Vägarbetsområden och kapacitet

DUKAT – Drift- och Underhållseffekter på Kapacitet och Trafikföring



E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

Konfidentialitetsnivå: 1 Ej känslig

Innehåll

Vägarbetsområden och kapacitet.....	1
-------------------------------------	---

Innehåll.....	3
---------------	---

Vägarbetsområden på motorvägar - påverkan på trafikens kapacitet	4
--	---

1.1 Inledning	4
1.2 Resultat.....	5
1.3 Beräkningsexempel.....	8

Vägarbetsområden på 2+1-vägar - påverkan på trafikens kapacitet	10
---	----

1.4 Inledning	10
1.5 Resultat.....	10
1.5.1 Körfältsreduktion	11
1.5.2 Överledning och dubbelriktad trafik	11
1.5.3 Skyttelsignal, lots eller flaggvakt.....	12
1.5.4 Omledning.....	12
1.5.5 Restid.....	12
1.5.6 Korrigeringsparametrar.....	13
1.6 Beräkningsexempel.....	14

Referenser.....	16
-----------------	----

Vägarbetsområden på motorvägar - påverkan på trafikens kapacitet

1.1 Inledning

Vägarbetsområden har en betydande inverkan på framkomligheten eftersom de ofta utgör flaskhalsar som resulterar i köer med fördröjningar som följd, framförallt på vägar med fyra eller fler körfält och med planskilda korsningar¹. Därför är kunskap om vägens kapacitet vid vägarbetsområdet avgörande för trafikplanerare vid planering av drift- och underhållsåtgärder. Under åren 2014-2015 gjordes en studie, uppdelad i två delar, om hur vägarbetsområden påverkar kapaciteten hos motorvägar. Studien heter "DUKAT – Drift- och Underhållseffekter på Kapacitet och Trafikföring" och genomfördes av Movea, VTI och WSP.

I studien har kapacitetseffekter av följande åtgärder vid vägarbetsområden på motorvägar tagits fram och kalibrerats²:

- Avsmalning av körfälten på motorväg med 2 körfält per körriktning
- Avsmalning av körfälten på motorväg med 3 körfält per körriktning
- Pendlingstrafik
- Vägarbetets längd

Dessutom har följande kapacitetseffekter tagits fram, kalibrerats och även validerats³ för svenska förhållanden:

- Stängning av vägrenen
- Överledning av trafik till mötande körriktning
- Reduktion av antalet körfält på motorväg med 2 körfält per körriktning
- Reduktion av antalet körfält på motorväg med 3 körfält per körriktning
- Hastighetsdämpning i form av exempelvis chikan i samband med överledning

Underlaget baseras på en beräkningsmodell som har tagits fram med utgångspunkt i tillgängliga studier om kapacitet på motorvägar vid vägarbetsområden gjorda i andra länder. Modellen har därefter kalibrerats

¹ Vägar med fyra eller fler körfält och med planskilda korsningar benämns för enkelhetens skull härnäst "motorvägar".

² Verifiering innebär att en kontroll görs av att modellen är representerad på det sätt som var avsett. Kalibrering innebär att en injustering av modellen görs för att den ska ge rätt resultat. Detta görs med en uppsättning data.

³ Validering innebär att kalibreringen kontrolleras så att den är representativ för andra data än kalibreringsdata. Detta görs med en ny uppsättning data som är oberoende av kalibreringsdata.

och validerats genom empiriska mätningar på fem olika platser på motorväg i Sverige.

Effektsambanden avses främst användas som en del av ett beslutsunderlag av trafikplanerare vid upprättandet av trafikanordningsplaner för vägarbetsområden i samband med drift- och underhållsåtgärder på eller vid motorvägar. Modellen är även användbar vid investeringsprojekt och andra tillfälliga förändringar av utformningen av befintlig motorväg, dvs. vid alla trafikanordningar, vid användning av åtgärder som modellen behandlar. Vid val av väganordning måste hänsyn dessutom tas till andra förhållanden som trafiksäkerhet, arbetsmiljö, miljöpåverkan och kostnader, vilka inte behandlas i detta effektsamband.

Effektsambanden täcker i nuläget inte alla kapacitetseffekter av drift- och underhållsåtgärder eller investeringsåtgärder i befintlig anläggning. Till exempel täcker inte effektsambanden effekter på 2+1-vägar eller effekter av insynsskydd och typ av vägarbete. För att kunna göra en fullständig samhällsekonomisk beräkning av kapacitetseffekter saknas också effekter på kölängd och trafikens fördröjning.

1.2 Resultat

Den återstående andelen av den ursprungliga kapaciteten för ett körfält vid ett vägarbetsområde vid drift- och underhållsarbete, q_{DoU}^i , beräknas med hjälp av följande ekvation

$$q_{DoU}^i = f_{vr} \cdot f_{öl} \cdot f_{hd} \cdot f_{rkf} \cdot f_{p50} \cdot f_l \cdot f_{kfb} \cdot q_{rev}$$

Där:

q_{rev} = kapacitet (f/h) eller brytpunktsflöde (f/h), transformerat till personbilsflöde

f_{vr} = Korrigeringsparameter för **avstängd vägren**

$f_{öl}$ = Korrigeringsparameter för **överledning**

f_{hd} = Korrigeringsparameter för **hastighetsdämpning** i form av exempelvis chikan i samband med överledning

f_{rkf} = Korrigeringsparameter för reduktion av **antal körfält**

f_{p50} = Korrigeringsparameter för **pendlingstrafik**

f_l = Korrigeringsparameter för **längd på arbetsområdet**

f_{kfb} = Korrigeringsparameter för **körfältsbredd**

q_{rev} beräknas i enlighet med TRVMB Kapacitet och framkomlighetseffekter.

q_{DoU}^i beräknas för respektive kvarvarande körfält i . Det eventuellt stängda körfältet räknas inte med alls. Vid beräkning av den reducerade kapaciteten för avstängd vägren ska f_{vr} bara användas för höger körfält och inte för övriga körfält. Summering av de aktiva körfälten görs enligt ekvationen nedan.

$$q_{DoU} = \sum_{i=1}^n q_{DoU}^i$$

För varje korrigeringsparameter finns en korrektionsfaktor som beskriver kapacitetsreduktionen av alternativa utformningar vid vägarbetsområden som påverkar framkomligheten på vägen. Till exempel, vid överledning av trafik minskar vägens kapacitet med 5 %, vilket innebär att återstående kapacitet är 95 % av den ursprungliga. Korrektionsfaktorn blir i det fallet 0,95. I tabellen nedan visas korrektionsfaktorer för respektive korrigeringsparameter.

Tabell 1 Korrigeringsparametrar för motorväg vid olika utformning av vägarbetsområdet.

Korrigeringsparameter	Korrektionsfaktor	Användning
Grundkapacitet	1,0	-
Avstängd vägren (f_{vr})	0,8 (0,9 i kombination med andra åtgärder)	Reducera kapacitet i närliggande körfält
Överledning ($f_{öl}$)	0,95	Reducera hela sektionens kapacitet
Reduktion av antalet körfält (f_{rkf})	0,95	Reducera hela sektionens kapacitet
Pendlingstrafik < 50 % (f_{p50})	0,90	Reducera hela sektionens kapacitet
Längd vägarbete > 2000 m (f_l)	0,95	Reducera hela sektionens kapacitet

Reduktion för pendlingstrafik bör inte användas vid vägarbetsområden med varaktighet kortare än 1-2 veckor. Med pendlingstrafik menas förmiddagar och eftermiddagar på vardagar; övrig tid inklusive helger avser inte pendlingstrafik.

Tabell 2 Parametertabell för hastighetsdämpning med tre olika metoder.

Typ av hastighetsdämpning	Korrektionsfaktor f_{hd}
Chikan	0,82
Tryckning	0,76
Vävning	0,82

I Tabell 3 nedan, som avser korrektion för körfältsbredd, används parametervärden från den danska kapacitetsmanualen (Vejdirektoratet, 2010), vilka är baserade på mätningar vid olika vägarbetsområden.

Tabell 3 Korrektionsfaktor för genomsnittlig körfältsbredd, f_{kfb} , på motorvägssträckning med vägarbete från den danska kapacitetsmanualen.

Motorväg	Körfältsbredd (m)		
	$\geq 3,50$	3,00 – 3,50	2,75 – 3,00
Korrektionsfaktor f_{kfb}	1,00	0,95	0,90

Tabell 4 Bedömd kvalitet av korrigeringsparametrar för motorväg vid olika utformning av vägarbetsområdet.

Korrigeringsparameter	Bedömd kvalitet
Avstängd vägren (f_{vr})	Mycket god (Efter utförd validering.)
Överledning ($f_{öl}$)	Mycket god (Efter utförd validering.)
Reduktion av antalet körfält (f_{rkt})	Mycket god (Efter utförd validering.)
Hastighetsdämpning (f_{hd})	Mycket god (Efter utförd validering.)

Pendlingstrafik < 50 % (f_{p50})	God (Flera studier ger resultat i samma storleksordning.)
Längd vägarbete > 2000 m (f_l)	Medelgod (Endast dansk referens.)
Körfältsbredd (f_{kfb})	Medelgod (Endast dansk referens.)

1.3 Beräkningsexempel

På en motorväg med fyra körfält och med ursprunglig hastighetsbegränsning 90 km/h ska det utföras ett arbete med att byta ut ett skadat räcke på en sträcka av 100 meter. För att göra detta krävs en avstängning av såväl vägrenen (vars bredd är 2,0 m) som det högra körfältet (vars ursprungliga bredd är 3,5 m) i den ena körriktningen. Således återstår det vänstra körfältet (vars bredd är 3,5 m) för trafik.

Beräkningen utförs för maxtimme morgon.

Beräkningen görs enligt följande:

q_{rev} beräknas enligt TRVMB Kapacitet och framkomlighetseffekter = 1950 (pcu/h)⁴

$$f_{vr} = 0,9$$

$$f_{öl} = 1,0$$

$$f_{hd} = 1,0$$

$$f_{rkf} = 0,95$$

$$f_{p50} = 1,0$$

$$f_l = 1,0$$

$$f_{kfb} = 1,0$$

$$q_{DoU}^1 = 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1950 = 1667 \text{ (pcu/h)}$$

$$q_{DoU} = \sum_{i=1}^1 q_{DoU}^1 = 1667 \text{ (pcu/h)}$$

Eftersom det ursprungligen fanns två körfält att trafikera i den aktuella körriktningen är den ursprungliga kapaciteten 3900 (pcu/h). Resultatet blir att kapaciteten minskar från 3900 (pcu/h) till 1667 (pcu/h) för den utformning som har valts för vägarbetet.

Kan istället både högra och vänstra körfältet trafikeras och endast vägrenen stängas av blir resultatet istället enligt följande:

⁴ (pcu/h) står för personbilsekvivalent per timme.

q_{rev} beräknas enligt TRVMB Kapacitet och framkomlighetseffekter = 1950 (pcu/h)

$f_{vr} = 0,8$ (gäller endast högra körfältet som inskränks – för vänstra körfältet blir faktorn 1,0)

$$f_{öl} = 1,0$$

$$f_{hd} = 1,0$$

$$f_{rkf} = 1,0$$

$$f_{p50} = 1,0$$

$$f_l = 1,0$$

$$f_{kfb} = 1,0$$

$$q^1_{DoU} = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1950 = 1560 \text{ (pcu/h)}$$

$$q^2_{DoU} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1950 = 1950 \text{ (pcu/h)}$$

$$q_{DoU} = \sum_{i=1}^2 1560 + 1950 = 3510 \text{ (pcu/h)}$$

Resultatet blir att kapaciteten minskar från 3900 (pcu/h) till 3510 (pcu/h) för den alternativa utformningen av vägarbetsområdet.

Vägarbetsområden på 2+1-vägar - påverkan på trafikens kapacitet

1.4 Inledning

I avsnittet ovan beskrivs effektsamband för hur arbeten på väg påverkar trafikens framkomlighet, eller vägarnas kapacitet på motorväg och flerfältsväg. Även drift- och underhållsåtgärder på 2+1-vägar kan ge stora trafikala effekter vad gäller trafikföring, kapacitet och restidsförlängningar med köer som resultat. Därför gjordes det under åren 2018-2019 en studie om hur vägarbetsområden påverkar kapaciteten på 2+1-vägar. Studien heter "DUKAT III – Drift- och Underhållseffekter på Kapacitet och Trafikföring III" och genomfördes av Movea.

I studien har kapacitetseffekter av följande åtgärder vid vägarbetsområden på 2+1-vägar kalibrerats:

- Dubbelriktad trafik
- Överledning av trafik till mötande körriktning
- Reduktion av antalet körfält på 2+1 väg
- Hastighetsdämpning
- Körfältsbredd

Vidare har följande åtgärders effekter på kapaciteten validerats för användning:

- Dubbelriktad trafik
- Reduktion av antalet körfält på 2+1 väg
- Hastighetsdämpning
- Körfältsbredd

Underlaget baseras på samma beräkningsmodell som har tagits fram med utgångspunkt i tidigare gjorda studier om kapacitet på motorvägar vid vägarbetsområden. Modellen har därefter kalibrerats och validerats genom empiriska mätningar på tre olika platser på 2+1-väg i Sverige samt simulering med hjälp av den mesoskopiska flödessimuleringsmodellen CALMAR.

Effektsambanden avses främst användas som beslutsunderlag av trafikplanerare vid upprättandet av trafikanordningsplaner för vägarbetsområden i samband med drift- och underhållsåtgärder på eller vid 2+1-vägar.

1.5 Resultat

För 2+1-väg delas modellen upp i olika delmodeller beroende på åtgärd. En modell för när ett körfält stängs av eller körfältsbredden reduceras, en modell för överledning och dubbelriktad trafik i riktningen med 2 körfält samt en sista modell som beskriver kapaciteten för en 1-fältssträcka som regleras med skyttelsignal, lots eller flaggvakt.

q_{DoU}^i beräknas för respektive kvarvarande körfält i , oavsett om beräkningen gäller körfältsreduktion, överledning och dubbelriktad trafik, skyttelsignal, lots eller flaggvakt. Det eventuellt stängda körfältet räknas inte med alls. Summering av de aktiva körfälten görs enligt ekvationen nedan.

$$q_{DoU} = \sum_{i=1}^n q_{DoU}^i$$

1.5.1 Körfältsreduktion

För fallet med körfältsreduktion beräknas den återstående andelen av den ursprungliga kapaciteten för ett körfält vid ett vägarbetsområde vid drift- och underhållsarbete, q_{DoU}^i , med hjälp av följande ekvation.

$$q_{DoU}^i = f_{hd} \cdot f_{rkf} \cdot f_{p50} \cdot f_l \cdot f_{kfb} \cdot q_{rev},$$

där:

q_{rev} = kapacitet (pbe/h) eller brytpunktsflöde (pbe/h),
transformerat till personbilsflöde

f_{hd} = Korrigeringsparameter för **hastighetsdämpning**

f_{rkf} = Korrigeringsparameter för reduktion av **antal körfält**

f_{p50} = Korrigeringsparameter för **pendlingstrafik**

f_l = Korrigeringsparameter för **längd på arbetsområdet**

f_{kfb} = Korrigeringsparameter för **körfältsbredd**

1.5.2 Överledning och dubbelriktad trafik

För fallet med överledning och dubbelriktad trafik beräknas den återstående andelen av den ursprungliga kapaciteten för ett körfält vid ett vägarbetsområde vid drift- och underhållsarbete, q_{DoU}^i , med hjälp av följande ekvation.

$$q_{DoU}^i = f_{min} \cdot f_{rkf} \cdot f_{p50} \cdot f_l \cdot f_{kfb} \cdot q_{rev}$$

För detta fall måste minimivärdet, f_{min} , av f_{dr} , $f_{öl}$, f_{hd} bestämmas enligt följande:

$$f_{min} = \min \begin{cases} f_{dr} \\ f_{öl} \\ f_{hd} \end{cases}$$

f_{dr} = korrigeringsparameter för dubbelriktad trafik på 2-fältsriktningen

1.5.3 Skyttelsignal, lots eller flaggvakt

För fallet med 1-fältssträcka som regleras med skyttelsignal, lots eller flaggvakt beräknas den återstående andelen av den ursprungliga kapaciteten för ett körfält vid ett vägarbetsområde vid drift- och underhållsarbete, q_{DoU}^i , med hjälp av följande ekvation.

q_{rev} beräknas i enlighet med TRVMB Kapacitet och framkomlighetseffekter.

$$q_{DoU}^i = f_{sk} \cdot f_{p50} \cdot f_l \cdot f_{kfb} \cdot q_{rev}$$

För skyttelsignal, lots eller flaggvakt kan nedanstående funktion användas för att ta fram korrektionsfaktorn f_{sk} .

$$f_{sk} = 0,0007 \cdot q_{vrev} - \left(\frac{Längd - 1000}{50000} \right) - \left(\frac{Riktningsfördelning - 0,5}{20} \right)$$

Där:

q_{vrev} = verkligt flöde (fordon/t) korrigerat med F_{pe}

f_{sk} = korrigeringsparameter för 1-fältssträcka som regleras med skyttelsignal, lots eller flaggvakt

q_{rev} = kapacitet (fordon/t) eller brytpunktsflöde (fordon/t)

$Längd$ = längd på sträckan i meter

$Riktningsfördelning$ = Förhållandet mellan den analyserade riktningen och totalflödet i båda riktningarna

Modellen gäller för hastighetssänkningar med 30 km/h förbi arbetsplatsen.

1.5.4 Omledning

Omledning av trafik ger i de flesta fall en förlängning av resan både i sträcka och tid. Vid vägarbeten med lång sträcka och kraftig hastighetsreduktion kan dock en omledning bidra till oförändrad eller förkortade restid.

1.5.5 Restid

Restiden för hastighetsförändring förbi vägarbetsplats beräknas med följande:

$$tf = 3600 \cdot L \cdot \left(\frac{1}{v_{arbete}} - \frac{1}{v_{normal}} \right)$$

Där:

tf = Restidsförändring (s)

L = Reslängd (km)

v_{arbete} = Hastighetsbegränsning vid vägarbete (km/h)

v_{normal} = Hastighetsbegränsning (km/h)

1.5.6 Korrigeringsparametrar

För varje korrigeringsparameter finns en korrektionsfaktor som beskriver kapacitetsreduktionen av alternativa utformningar vid vägarbetsområden som påverkar framkomligheten på vägen. Till exempel, vid överledning av trafik minskar vägens kapacitet med 5 %, vilket innebär att återstående kapacitet är 95 % av den ursprungliga. Korrektionsfaktorn blir i det fallet 0,95. I tabellen nedan visas korrektionsfaktorer för respektive korrigeringsparameter.

Tabell 5. Korrigeringsparametrar för motorväg vid olika utformning av vägarbetsområdet (sektion avser en riktning).

Korrigeringsparameter	Korrektionsfaktor	Användning
Grundkapacitet	1,0	-
Överledning (f_{ol})	0,95	Reducera hela sektionens kapacitet
Reduktion av antalet körfält (f_{rkf})	0,92	Reducera hela sektionens kapacitet
Dubbelriktad trafik (f_{dr})	0,97	Reducera hela sektionens kapacitet
Pendlingstrafik < 50 % (f_{p50})	0,90	Reducera hela sektionens kapacitet
Längd vägarbete > 2000 m (f_l)	0,95	Reducera hela sektionens kapacitet
Hastighetsdämpning (f_{hd})	0,85	Reducera hela sektionens kapacitet

Reduktion för pendlingstrafik bör inte användas vid vägarbetsområden med varaktighet kortare än 1-2 veckor. Med pendlingstrafik menas förmiddagar och eftermiddagar på vardagar; övrig tid inklusive helger avser inte pendlingstrafik.

I tabellen nedan, som avser korrektion för körfältsbredd, används parametervärden från den danska kapacitetsmanualen (Vejdirektoratet, 2015), vilka är baserade på mätningar vid olika vägarbetsområden.

Tabell 6 Korrektionsfaktor för genomsnittlig körfältsbredd, f_{kfb} , på motorvägssträckning med vägarbete från den danska kapacitetsmanualen.

Fri bredd sida	Begränsad sidobredd på en sida			Begränsad sidobredd på båda sidor		
	Körfältsbredd (m)			Körfältsbredd (m)		
	≥ 3,50	3,25	3,00	≥ 3,50	3,25	3,00
≥ 1,80 m	1,00	0,95	0,90	1,00	0,95	0,90
1,20 - 1,79 m	0,99	0,94	0,89	0,98	0,93	0,88
0,60 - 1,19	0,97	0,92	0,88	0,95	0,90	0,86
Ingen	0,92	0,88	0,84	0,86	0,82	0,78

Tabell 7 Bedömd kvalitet av korrigeringsparametrar för motorväg vid olika utformning av vägarbetsområdet.

Korrigeringsparameter	Bedömd kvalitet
Dubbelriktad trafik (f_{dr})	God (Efter utförd validering mot simulering.)
Överledning ($f_{öl}$)	Mycket god (Efter utförd validering.)
Reduktion av antalet körfält (f_{rkf})	Mycket god (Utvecklad utifrån egna mätningar och simulering.)
Hastighetsdämpning (f_{hd})	Mycket god (Efter utförd validering.)
Pendlingstrafik < 50 % (f_{p50})	God (Flera studier ger resultat i samma storleksordning.)
Längd vägarbete > 2000 m (f_l)	Medelgod (Endast dansk referens.)
Körfältsbredd (f_{kfb})	God (Efter utförd begränsad validering.)

1.6 Beräkningsexempel

På en 2+1-väg med ursprunglig hastighetsbegränsning 110 km/h ska det utföras ett arbete med att byta ut ett skadat räcke på en sträcka av 100 meter. För att göra detta krävs en avstängning av det högra körfältet (vars ursprungliga bredd är 3,5 m). Således återstår den begränsade bredden 3,0 m för vänstra körfältet (vars ursprungliga bredd är 3,5 m) för trafik.

Beräkningen görs enligt följande:

q_{rev} beräknas enligt TRVMB Kapacitet och framkomlighetseffekter = 1630 (pcu/h)⁵

$$f_{\phi l} = 1,0$$

$$f_{hd} = 0,85$$

$$f_{rkf} = 0,92$$

$$f_{p50} = 1,0$$

$$f_l = 1,0$$

$$f_{kfb} = 0,82$$

$$q_{DoU}^1 = 1,0 \cdot 0,85 \cdot 0,92 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,82 \cdot 1630 = 1045 \text{ (pcu/h)}$$

$$q_{DoU} = \sum_{i=1}^1 q_{DoU}^1 = 1045 \text{ (pcu/h)}$$

Resultatet blir att kapaciteten minskar från 1630 (pcu/h) till 1045 (pcu/h) för den utformning som har valts för vägarbetet.

⁵ (pcu/h) står för personbilsekvivalent per timme.

Referenser

Strömgren P, Olstam J, Wennström J, Alioui M & Lang J, Projektrapport
– DUKAT, Movea, VTI, WSP, 2015.

Strömgren P, Olstam J, Larsson P, Olofsson N, Janco C W, Projektrapport
– DUKAT II, Movea, VTI, WSP, 2015.

Trafikverket, 781 89 Borlänge. Besöksadress: Röda vägen 1

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

[trafikverket.se](https://www.trafikverket.se)