

Manual **Mess 2.0**

1. Inledning

Syftet med manualen är att underlätta genomförandet av översiktliga nytto-kostnadsanalyser av MCS-implementation, som i ett första steg omfattar kövarning med rekommenderad hastighet, harmonisering med föreskriven hastighet, rött kryss (stängt körfält), och gul pil (byt körfält enligt pilens riktning).

Beräkningarna genomförs i en arbetsbok i Excel. På startsidan (MCS Indata & Resultat) anger man indata och får ut beräkningsresultat. Beräkningarna är uppdelade på 'Komplettering av motorväg med MCS/kövarning' och Uppgradering av MCS med variabel hastighet för harmonisering i tät trafik'. Vi har tänkt oss att det finns en befintlig motorväg som i steg 1 kompletteras med MCS/kövarning och senare när trafiken ökat i steg 2 uppgraderas med harmonisering i tät trafik. När indata är inmatade framgår direkt översiktliga beräkningsresultat i siffror och diagram längre ned i (MCS Indata & Resultat) medan mer detaljer redovisas i fliken 'Samhällsekonomisk kalkyl'.



Till hjälp vid beräkningarna finns flikar för normalvärden, sekundärolyckor, tät trafik, miljö, investering & drift samt ASEK 7.0. I 'Normalvärden' anges schabloner för frifordons hastighet och olycksrisker. I 'Sekundärolyckor' hämtas schabloner för förekomst av incidenter och effekter vid aktivering av MCS/kövarning. I 'Tät trafik' hämtas schabloner för andel tät trafik, konsekvenser av överbelastning och effekter vid aktivering av VH för harmonisering. I 'Miljö' hämtas schabloner för bränsleförbrukning i normal trafik och vid kökörning. I 'Investering & drift' hämtas schabloner för investering och drift av MCS. I 'ASEK' hämtas värderingar från ASEK 7.0.



2. Indata

2.1. Generella indata

TRAFIKVERKET		Samhällsekonomisk kalkyl för MCS-åtgärder ver. 2.0	
Generell indata		Version 2020-05	
Län (område enligt ASEK)	Stockholm	Avser prognosår 2025-2045	
Vägtyp	MV 6kf	Vägtyp är motorväg med 4, 6 eller 8 kf dubbelriktad.	
Konstbyggnad	Vanlig väg	Tre typer finns, vanlig väg, bro och tunnel.	
Trafikflöde (ÅDT dubbelriktat)	ÅDT 79000 [f/d]	Antal fordon som passerar snittet per dygn år 2025.	
Lastbilsandel	Lb 8 [%]	Andel lastbilar	
Hastighetsgräns	V ₁ 100 [km/h]	Primärvägens hastighetsgräns	
MCS-sträckans längd	L 11,3 [km]	Längden på sträckan där MCS-systemet ska implementeras. Minimilängd 3 km.	
Andel tät trafik	A _{tat} 3,81 [%]	Andel tät trafik med BG > 0,7 för aktuellt trafikflöde är 3,81.	
Antal olyckor per år	O _{antal} 75,1 [st]	Normalt antal olyckor är 75,1 för aktuell vägtyp och hastighetsgräns. Beräknat utifrån "Effektsamband". Egen utredning, kan användas vid känslighetsanalys.	
Medelhastighet	V _{medel} 103,5 [km/h]	Medelhastigheten utifrån EVA-beräkning är 103,5 km/h för aktuell vägtyp och hastighetsgräns, vid barmarksförhållanden.	

Användaren börjar med att mata in **generella indata**. Värden i blå celler måste alltid fyllas i.

Indata, ska alltid fyllas i!

Län (område enligt ASEK): Samma indelning som i ASEK. Företrädesvis län plus några specialområden. Detta styr uppräkningsfaktorer för trafik som hämtas från flik "ASEK 7".

Vägtyp: Antal körfält på motorvägen (MV 4kf, MV 6kf eller MV 8kf)

Konstbyggnad: Välj mellan 'Vanlig väg', 'Bro' och 'Tunnel'. Detta styr beräkning av schablonkostnader.

Trafikflöde (ÅDT dubbelriktat): Trafikflöde (fordon/dygn) på sträckan öppningsåret (2025) enligt uppräkningsdata från Trafikflödeskartan eller egna mätningar.

Lastbilsandel: Andel lastbilar på sträckan

Hastighetsgräns: Högsta tillåtna (föreskrivna) hastighet (km/h) på primärvägen

MCS-sträckans längd: Väglängd dubbelriktad motorväg (km) som ska förses med MCS

Med ledning av ovanstående uppgifter beräknas per automatik **normalvärden** för vägtypen. Dessa värden ska normalt användas, men går att ändra t.ex. för att genomföra känslighetsanalyser.

Andel tät trafik: Tät trafik definieras som andel trafik över 70% av maxkapaciteten Andel trafik över 70% av kapacitetsgränsen beror av vägtyp och flöde och hämtas från flik "Tät trafik".

Antal olyckor per år: Frekvens polisrapporterade olyckor för vägtypen hämtas från fliken "Normalvärden". Olycksrisken beror av antal körfält och hastighetsbegränsningen.

Medelhastighet: Hämtas från flik "Normalvärden". Hastigheten påverkas av antal körfält, hastighetsbegränsning och trafikflödet (ÅDT).

2.2. Indata för MCS/kövarning

Indata för MCS kövarning		
Frekvens för sekundärolyckor för MCS kövarning per månad	f_{sekund}	24,1 [Antal/mån] Frekvensen för antal sekundärolyckor/månad är 24,1 för aktuell vägtyp och hastighetsgräns. Komplettering med MCSkövarning/rekommenderad hastighet på befintliga motorvägar
MCS-anläggningens investeringskostnad	K_{invest}	67,8 [Mkr] Investeringskostnad enligt de schablonvärden som har tagits fram är 67,8 för aktuell vägtyp och hastighetsgräns.
Prisnivå enligt anläggningskostnadskalkyl	$P_{\text{nivå}}$	2016-09 [20ÅÅ-MM] Prisnivå enligt anläggningskostnadskalkyl är enligt schablon 2015-06.
MCS-anläggningens restvärde efter 20 år	K_{rest}	19,8 [Mkr] Restvärdet år 2040 enligt de schablonvärden som har tagits fram är 19,8 Mkr.
MCS-anläggningens driftkostnad per år	K_{drift}	5,7 [Mkr/år] Driftkostnader enligt de schablonvärden som har tagits fram är 5,7 för aktuell vägtyp och hastighetsgräns.

Specifika indata som används vid beräkningen av nytta och kostnader för **MCS/kövarning** beräknas automatiskt med hjälp av schabloner. Även dessa går att ändra, om bättre underlag t.ex. kostnadsuppskattningar finns.

Frekvens för sekundärolyckor för MCS kövarning per månad: Andel sekundärolyckor på motorvägar i förhållande till totalt antal personskaolyckor uppskattas till 15%. Med detta antagande kan antal sekundärolyckor beräknas.

MCS-anläggningens investeringskostnad: MCS-anläggningen kan delas upp på infrastruktur (portaler m.m.) och kommunikationsutrustning. Totala kostnaden (utan moms) i Mkr anges. Schablonvärden hämtas från flik "Investering & drift".

Prisnivå enligt anläggningskostnadskalkyl: Format = [20ÅÅ-MM]. Prisnivån används för att räkna om kostnaden till år 2025 i 2017 års prisnivå.

MCS-anläggningens restvärde efter 20 år: Uppskattat restvärde efter 20 år i Mkr anges. Schablonen innebär 50% för anläggning och 0% för kommunikationsutrustning.

MCS-anläggningens driftkostnad per år: Schablon för driftkostnad hämtas från flik "Investering & drift".

2.3. Indata för MCS/kövarning

Indata för MCS VH		
Frekvens överbelastningar med sammanbrott för MCS variabel hastighet per månad	$f_{\text{sammanbrott}}$	4,0 [Antal/mån] Frekvensen överbelastningar med sammanbrott/månad är 4 för aktuell vägtyp och hastighetsgräns. Uppgradering av MCS med VH/harmonisering på befintliga motorvägar
Kommunikationsutrustning, investering	K_{invest}	17,0 [Mkr] Investeringskostnad enligt de schablonvärden som har tagits fram är 17 för aktuell vägtyp och hastighetsgräns.
MCS-anläggningens driftkostnad per år	K_{drift}	1,1 [Mkr/år] Driftkostnader enligt de schablonvärden som har tagits fram är 1,1 för aktuell vägtyp och hastighetsgräns.

Frekvens överbelastningar med sammanbrott per månad: Förväntat antal beror av trafikflödet plus belastningsgraden och hämtas från flik "Tät trafik".

Kommunikationsutrustning, investering: För VH/harmonisering tillkommer kostnader för att visa andra hastighetsmeddelanden och intrimning av styralgoritm. Schablon hämtas från flik "Investering & drift".

MCS-anläggningens driftkostnad per år: Även schablon för driftkostnader hämtas från flik "Investering & drift".

3. Egna indata

Beräkningsarket utgår från schablonvärden på hastighet och olyckskvot för typvägar, förekomsten av tät trafik och incidenter. I de fall då egna mer representativa mätvärden finns, kan dessa tillämpas för känslighetsanalyser.

Olycksrisk

Olycksstatistik kan hämtas från STRADA, Swedish Traffic Accident Data Acquisition. Till detta informationssystem rapporterar polisen trafikolyckor med personskador. Känslighetsanalys kan genomföras för att studera effekterna av olika olycksutfall, men i normalfallet används standardvärden.

Frifordonshastighet

Om det finns aktuella hastighetsmätningar kan dessa användas för att ange frifordonshastigheten vid låg belastningsgrad.

Fördröjning pga incidenter

Beräkningarna bygger på att 27% av alla incidenter är allvarliga, som kan leda till att MCS-systemet aktiveras. Kartläggning av incidenter på aktuell sträcka kan göras genom bl.a. TRISS och Vägvak. Ä

andelen allvarliga incidenter större kan antal olyckor och extra restid pga incidenter ändras efter egen utredning i en känslighetsanalys.

Andel tät trafik

Andelen har antagits överensstämma med andelen trafikarbete med belastningsgrad över 0,7. Beräkningarna bygger på trafikflödets fördelning på timmar enligt rangkurvan för närtrafik. Finns omfattande trafikräkningar kan andelen tät trafik skattas från dessa.

Kostnader

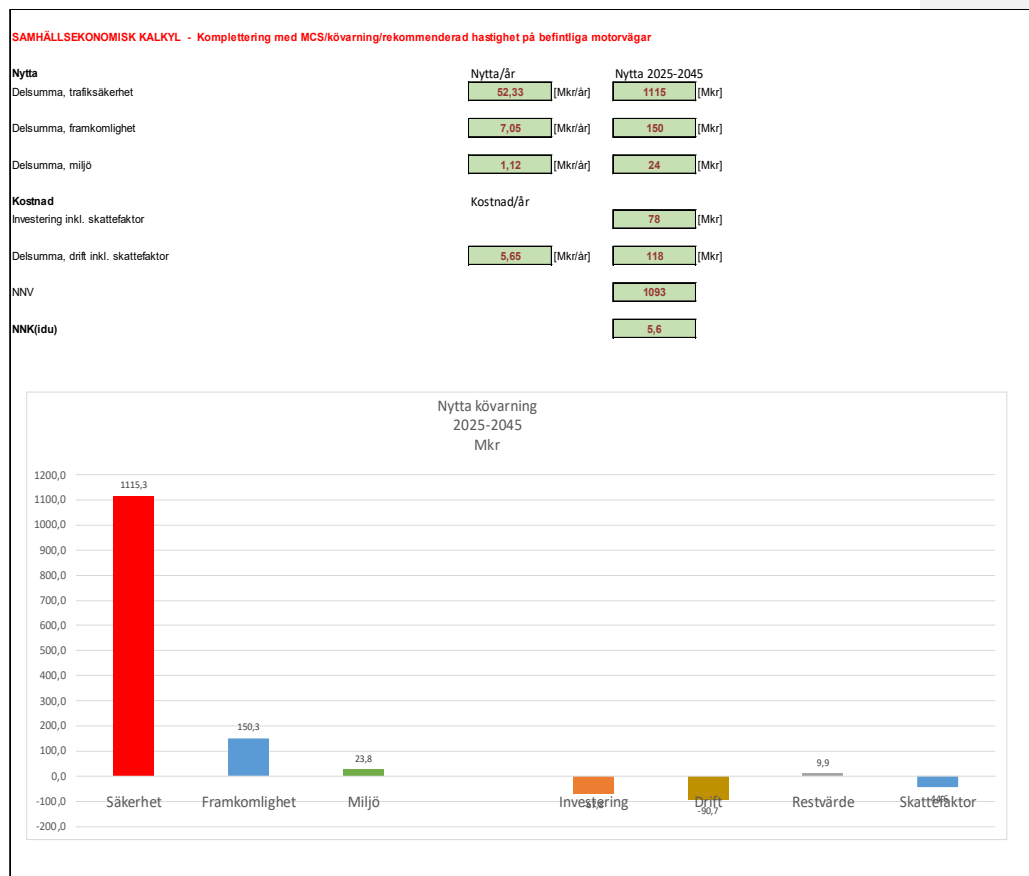
Schablon för kostnader för infrastruktur, kommunikationsutrustning och drift härrör sig från en sammanställning som gjordes i kapacitetsutredningen (TRV/Movea, 2011) samt kostnader för VH/harmonisering för Södertäljevägen (Movea, 2015). Kostnaderna har justerats till 2017 års prisnivå. Finns mer detaljerad kostnadsberäkning bör denna användas.

Manuellt ändrad cell!

När man matar in egna indata byter cellen färg. På detta sätt kan användaren och granskaren se vilka ändringar som gjorts i förhållande till schablonvärdena.

Manuellt ändrad cell!

4. Översiktligt resultat



När alla indata är inmatade redovisas den översiktliga SAMHÄLLSEKONOMISK KALKYLEN direkt i fliken 'Indata och resultat' uppdelat på:

- Komplettering med MCS/kövarning/rekommenderad hastighet på befintliga motorvägar
- Uppgradering av MCS med VH/harmonisering på befintliga motorvägar

MCS/kövarning inkl harmonisering utgör summan av de två delarna och anger nyttan om systemet redan från början innehåller funktioner för såväl kövarning som harmonisering vid tät trafik.

Nytta är uppdelad på trafiksäkerhet, framkomlighet och miljö (klimateffekter). Nyttan anges dels för öppningsåret, dels för hela kalkylperioden 2025-2045.

Kostnaden är uppdelad på investering och drift och har räknats upp med skattefaktor enligt ASEK 7.

Driftkostnaden anges dels för öppningsåret, dels för hela kalkylperioden 2025-2045.

Nettonuvärde NNV beräknas genom summering av nytta och kostnader. Lönsamhetsmättet NNK (idu) beräknas.

5. Delresultat och nyckeltal

DELRESULTAT - Komplettering med MCS/kövarning/rekommenderad hastighet på befintliga motorvägar		
Grundläggande data		
Trafikarbete som berörs	331,0	(Mapkm/år]
Trafiksäkerhet		
Sekundärolyckor som följd av primärolycka (skattat antal sekundärolyckor)	11	(Antal/år]
Minskning av sekundärolyckor tack vare kövarning/rek.hastighet	3,2	(Antal/år]
Framkomlighet		
Resttid normalt	3,2	(Mtim]
Minskad restid tack vare generell hastighetsökning	0,02	(Mtim]
Extra restid pga allvarliga incidenter	0,13	(Mtim]
Minskad fördröjning tack vare kövarning /rek.hastighet	0,005	(Mtim]
Miljö		
Bränsleförbrukning pga sekundärolyckor	0,4	(M liter]
Minskad bränsleförbrukning tack vare kövarning / rek.hastighet	0,11	(M liter]
Minskat koldioxidutsläpp	0,25	(M kg]

DELRESULTAT till de samhällsekonomiska kalkylerna redovisas i fliken 'MCS Delresultat' uppdelat på:

- Komplettering med MCS/kövarning/rekommenderad hastighet på befintliga motorvägar
- Uppgradering av MCS med VH/harmonisering på befintliga motorvägar
- MCS/kövarning inkl harmonisering

Här redovisas **nyckeltal** och delresultat som underlättar att förstå slutresultat och lönsamhet. Värdena hämtas från flikarna 'Komplettering MCS_kö' och 'Uppgradering MCS_VH' där själva beräkningarna genomförs.

6. Beräkningar för kövarning/rekommenderad hastighet

Komplettering med MCS/kövarning/rekommenderad hastighet på befintliga motorvägar			Indata	Kommentar/antagande
		vägtyp	MV 6kf	Hämtas från flik "Indata & Resultat"
		ÅMD	79000 f/d	Hämtas från flik "Indata & Resultat"
		% Lb	8	Hämtas från flik "Indata & Resultat"
		hastighetsgräns	100 km/h	Hämtas från flik "Indata & Resultat"
Trafikarbete som berörs	331,0 Mapkm/år	sträcka	11,3 km	Hämtas från flik "Indata & Resultat"
Olyckskostnad	378,7 Mkr/år	olyckor/år	75,1	Hämtas från flik "Normalvärden" eller egen utredning
Sekundärolyckor som följd av primärolycka (skattat antal sekundärolyckor)	11 per år	andel sekundärolyckor	15%	Andel sekundärolyckor har uppskattas till 15% av psk-olyckor i USA. Ökad olycksrisk kan uppskattas till 3 ggr högre i köerna efter olyckor
Minskning av sekundärolyckor tack vare kövarning/rek.hastighet	3,2 per år	minskad skadeföljd pga varning	28%	Konsekvens av sekundärolyckor uppskattas minska med 10-50% tack vare MCS/kövarning (beror av hastighet)
Delsumma, säkerhet	52,3 Mkr/år	värdering	16,56 Mkr/olycka	Hämtas från "ASEK" med skadeföljd enligt "Normalvärden"
Restid normalt	3,2 Mftim	medelhastighet	103,5 km/h	Hämtas från flik "Normalvärden" eller egna mätningar
Minskad restid tack vare generell hastighetsökning	0,02 Mftim		104,0 km/h	Hastighetsökning 0,5 km/h när MCS ej är aktivt
		värdering generell hastighetsökning	206 kr/fh	Avser normal restid och hämtas från flik "ASEK"
Extra restid pga allvarliga incidenter	0,13 Mftim	Frekvens (incidenter/månad)	24,1	Hämtas från flik "Sekundärolyckor" eller egen utredning
Minskad fördröjning tack vare kövarning /rek.hastighet	0,0054 Mftim		4,2%	Fördröjning minskar 1,5-7,5% tack vare färre incidenter och lugnare inbromsningar
Delsumma, framkomlighet	7,1 Mkr/år	värdering av oväntade förseningar	721 kr/fh	Avser förseningstid och hämtas från flik "ASEK"
		normal bränsleförbrukning	0,57 liter/mil	hämtas från flik "Miljö"
Bränsleförbrukning pga sekundärolyckor	0,2 M liter	bränsleförbrukning i kö	1,53 liter/mil	Ökad förbrukning vid incidenter hämtas från flik "Miljö"
Minskad bränsleförbrukning tack vare kövarning / rek.hastighet			0,07 M liter	Kököring minskar till följd av färre sekundärolyckor
Minskat koldioxidutsläpp	0,16 M kg		2,37 CO2/liter	Viktas mht andel lastbilar
Delsumma, miljö	1,1 Mkr/år	värdering	7,00 kr/kg CO2	Hämtas från flik "ASEK"
MCS-anläggning, investering		20 års livslängd	67,8 Mkr	Schablon från flik "Investering & drift" eller egen utredning
Restvärde		Efter 20 år	19,8 Mkr	Schablon från flik "Investering & drift" eller egen utredning
Drift		per år	5,7 Mkr	Schablon från flik "Investering & drift" eller egen utredning
Delsumma, kapitalkostnader	10,1 Mkr/år			
Summa, nytta	60,5 Mkr/år			
Summa, kostnad	10,1 Mkr/år			

Allmänt

Trafikarbete som berörs av åtgärden beräknas genom att räkna upp trafikflödet till årsvärde och multiplicera med sträckans längd (normalt $\text{ÅDT} \cdot 365 \cdot \text{längd (i km)}$).

Säkerhet

Olyckskostnaden och antal olyckor/år hämtas från fliken "Normalvärden". Beräknat utfall beror av antal körfält, hastighetsbegränsning samt berört trafikarbete.

Förhöjd risk för sekundära olyckor i köerna uppstår efter olyckor och andra incidenter. Plötsliga

oväntade hastighetsfall leder till ökad risk för upphinnandeolyckor. Den ökade olycksrisken kan uppskattas till ca 3 ggr högre i köerna efter olyckor, baserat på att *andel sekundärolyckor* på motorvägar i förhållande till ursprungliga personskadeolyckor har uppskattats till 15% i USA. Med detta antagande kan *antal sekundärolyckor* beräknas.

Effekten av MCS med kövarning/rekommenderad hastighet har baserats på erfarenheter från Nederländerna, där man skattat att systemet minskar antalet sekundärolyckor med ca 50%. Denna siffra avser effekten vid höga hastigheter, 120 km/h, som råder på de holländska motorvägarna. Vid lägre fordonshastigheter antas effekterna bli mindre, eftersom hastighetsskillnaden till kön blir mindre. Skattade effekter vid andra fordonshastigheter beräknas i fliken "Sekundärolyckor" enligt potensregeln.

Med ledning av detta antagande beräknas *minskning av sekundärolyckor tack vare kövarning/rek. hastighet*.

Sekundärolyckor innebär i huvudsak upphinnandeolyckor vid plötsliga hastighetsfall. Dessa antas ha samma svårighetsgrad som genomsnittliga personskadeolyckor. Värderingen för *normalolyckor* enligt ASEK är därför relevant. Med ledning av värderingen kan *delsumma säkerhet* beräknas.

Framkomlighet

Medelhastighet hämtas från flik "Normalvärden". Hastigheten påverkas av antal körfält, hastighetsbegränsning och trafikflödet (ÅMD).

Restid normalt beräknas med ledning av medelhastigheten och trafikarbetet på sträckan.

Fördröjningar uppstår pga olyckor och andra incidenter samt efterföljande köer. Förekomsten av olika typer av incidenter har skattats till ca 180 000 per år för hela svenska vägnätet. Dessa har här klassats i fem kategorier beroende på varaktighet. De tre kategorier som har en varaktighet över 45 min (0,75 timmar) motsvarar en andel på 27% av alla incidenter och utgör de som har störst sannolikhet att leda till kövarning. Det betyder att vi bortser från incidenter med kortare varaktighet, som ofta har mindre konsekvenser och där effekterna av kövarningar är betydligt mindre.

Tabell 6.1 Skattad frekvens av allvarliga incidenter på statliga vägnätet

		Andel
V1 = Varaktighet (h)	1,5	1%
V2 = Varaktighet (h)	1	9%
V3 = Varaktighet (h)	0,75	17%

För varje kategori V1-V3 har belastningsgrad skattats och fördröjningen beräknats med en modell framtagen mha CALMAR och empiriska incidentdata. V4 och V5 antas ha endast liten sannolikhet att leda till kövarning och beaktas ej.

Minskad fördröjning beräknas genom antagandet att förekomsten av alla allvarliga konsekvenser (V1-V3) minskar i samma utsträckning som sekundärolyckor genom kövarning/rek.hastighet. Minskningen blir då 1,5-7,5% beroende på högsta hastighet.

Fördröjningen innebär oväntad extra restid för trafikanten. Värderingen för *förseningstid* är därför relevant. Med ledning av värderingen kan *delsumma framkomlighet* beräknas.

Miljö

Bränsleförbrukningen är högre för kökörning än för normal trafik. *Förbrukningen* för normal trafik och vid kökörning hämtas från fliken "Miljö".

5% av trafikarbetet på motorvägar antas beröras av köerna i samband med trafikolyckor och 15% av dessa utgörs av sekundärolyckor, som kan påverkas genom kövarningar. Därmed kan *bränsleförbrukning pga sekundärolyckor* beräknas.

Sekundärolyckor uppskattas enligt ovan minska med 10-50% tack vare MCS/kövarning. Med ledning av detta beräknas *minskad bränsleförbrukning tack vare kövarning/rek. hastighet*.

Koldioxidinnehållet i bränslet antas uppgå till 2,37 kg/liter för personbilar och 2,54 kg/liter för lastbilar. Därigenom kan *minskat koldioxidutsläpp* beräknas.

Den negativa effekten av koldioxidemissioner uppskattas till 7 kr/kg per kg CO₂. Med ledning av värderingen kan *delsumma miljö* beräknas.

Kostnader

MCS-anläggningen uppdelas på infrastruktur (portaler m.m.) och kommunikationsutrustning. Infrastrukturen antas ha 40 års livslängd och kommunikationsutrustningen 20 års livslängd.

Schablonvärde för *MCS-anläggning, infrastruktur resp kommunikationsutrustning* hämtas från flik "Investering & drift. Även schablon för driftkostnader hämtas från flik "Investering & drift.

7. Beräkningar för harmonisering med variabel hastighet

Uppgradering av MCS med VH/harmonisering på befintliga motorvägar			Indata	Egna värden	Kommentar/antagande
		vägtyp	MV 6kf		Hämtas från flik "Indata & Resultat"
		ÅMD	79000 f/d		Hämtas från flik "Indata & Resultat"
		% Lb	8		Hämtas från flik "Indata & Resultat"
		hastighetsgräns	100 km/h		Hämtas från flik "Indata & Resultat"
Trafikarbete som berörs	331,0 Mkm/år	sträcka	11,3 km		Hämtas från flik "Indata & Resultat"
Därav med tät trafik och aktivt system	12,6 Mkm/år			3,8%	Andel trafik över 70% kapacitetsutnyttjande ($v/c > 0,7$), hämtas från flik "Tät trafik" eller egen utredning. Reducerad funktionalitet antas till 0,75 för semi-automatiskt system.
Olyckskostnad	378,7 Mkr/år	olyckor/år	75,1	75,1	Hämtas från flik "Normalvärden" eller egen utredning
Olyckor i samband med tät trafik (skattat antal primärolyckor)	2,9 per år	andel olyckor i tät trafik	4%		Olycksrisk antas oförändrad vid tät trafik
Minskning av personskadeolyckor tack vare VH/harmonisering	0,4 per år	minskning pga harmonisering	1,0%		Psk-olyckor uppskattas minska 15-25% tack vare harmonisering (beror av hastighet)
Delsumma, säkerhet	5,98 Mkr/år	värdering	16,56 Mkr/olycka		Hämtas från "ASEK" med skadefördj enligt "Normalvärden"
Restid normalt i tät trafik	0,12 Mftim	medelhastighet	103,5 km/h	103,5	Hämtas från flik "Normalvärden" eller egna mätningar
Extra restid vid överbelastningar	0,08 Mftim	Frekvens (tillfällen/månad)	4,0	4,0	Hämtas från flik "Tät trafik" eller egen utredning
Minskad fördröjning tack vare VH/harmonisering	0,0046 Mftim		6,0%		Minskad fördröjning uppskattas till 1-15% med VH/harmonisering beroende på hastighetsgräns
Delsumma, framkomlighet	1,41 Mkr/år	värdering av extra fördröjning i rusningstrafik	309 kr/fh		Avser trängseltid och hämtas från flik "ASEK 6"
Bränsleförbrukning vid tät trafik	0,71 M liter		0,57 liter/mil		Hämtas från flik "Miljö"
Minskad bränsleförbrukning tack vare VH / harmonisering	0,16 M liter		1,18 liter/mil		Ökad förbrukning vid överbelastning hämtas från flik "Miljö"
Minskat koldioxidutsläpp	0,4 M kg		2,37 CO2/liter		Viktas mht andel lastbilar
Delsumma, miljö	2,59 Mkr/år	värdering	7,00 kr/kg CO2		Hämtas från flik "ASEK"
Kommunikationsutrustning, investering		reinvestering efter 20 år	17,0 Mkr	17,0	Schablon från flik "Investering & drift" eller egen utredning
Drift		per år	1,1 Mkr	1,1	Schablon från flik "Investering & drift" eller egen utredning
Delsumma, kapitalkostnader	2,3 Mkr/år				
Summa, nytta	10,0 Mkr/år				
Summa, kostnad	2,3 Mkr/år				

Säkerhet

Harmonisering med variabla hastigheter kan påverka trafiken vid hög belastning med orolig trafik. Hastigheten sänks normalt vid 70-80% kapacitetsutnyttjande.

Tät trafik definieras som andel trafik över 70% av maxkapaciteten ($v/c = \text{volume} / \text{capacity} \geq 0,7$). Andel trafik över 70% av kapacitetsgränsen beror av vägtyp och flöde och hämtas från flik "Tät trafik". Med ledning av denna kan *trafikarbetet i tät trafik* beräknas.

VH-systemet kan aktiveras genom automatik eller manuellt. Kalibrering krävs under några månader för att få systemet att fungera optimalt. Erfarenhet från utvärderingen på E4 Södertäljevägen är att systemet måste reagera snabbt för att få full effekt. Harmoniseringen aktiverades ca 50% av tiden med manuell aktivering och 75% med automatisk aktivering. Vi har förutsatt automatisk aktivering och därför satt funktionaliteten till 0,75.

Frekvens polisrapporterade olyckor för vägtypen hämtas från fliken "Normalvärden". Olycksrisken beror av antal körfält och hastighetsbegränsningen. Med ledning av detta beräknas förväntat antal *olyckor per år* på sträckan.

Frekvens dödade, svårt skadade, lindrigt skadade och egendomsskadeolyckor för vägtypen hämtas från fliken "Normalvärden". Kombinerat med skadevärderingar från ASEK beräknas *olyckskostnad* per år på sträckan.

Förhöjd risk för olyckor uppstår i samband med tät trafik enligt kanadensiska forskningsresultat. Den oroliga trafiken med ökade hastighetsskillnader och varierande distanshållning leder till ökad risk för sammanbrott och upphinnandeolyckor. Effekten är dock måttlig för allvarliga olyckor. Vi antar därför att olycksrisken är oförändrad i förhållande till trafikarbetet för personskadeolyckor. Med detta antagande kan andel och antal olyckor i tät trafik beräknas.

Effekten av MCS med variabel hastighet/harmonisering har baserats på erfarenheter från Nederländerna, där man skattat att harmoniseringen minskar antalet olyckor med ca 50% när systemet är aktivt. Denna siffra avser effekten vid höga hastigheter, 120 km/h, som råder på de holländska motorvägarna. Vid lägre fordonshastigheter antas effekterna bli mindre, eftersom hastighetsskillnaden mellan olika fordon blir mindre och förarnas förmåga att hantera situationen blir bättre. Skattade effekter vid andra fordonshastigheter beräknas i fliken "Tät trafik" enligt potensregeln.

Med ledning av detta antagande beräknas *minskning av personskadeolyckor tack vare VH/harmonisering* genom att multiplicera med andel tät trafik.

Olyckor i störd trafik innebär i huvudsak upphinnandeolyckor vid plötsliga hastighets- eller avståndsförändringar. Dessa antas ha samma svårighetsgrad som genomsnittliga personskadeolyckor. Med ledning av värderingen kan *delsumma säkerhet* beräknas.

Framkomlighet

Medelhastighet hämtas från flik "Normalvärden". Hastigheten påverkas av antal körfält, hastighetsbegränsning och trafikflödet (ÅMD).

Restid normalt i tät trafik utan trängsel beräknas med ledning av medelhastigheten, trafikarbetet och andel tät trafik på sträckan. Andel tät trafik beror av trafikflödet (ÅMD) och antal körfält på sträckan. En tabell finns i flik "Tät trafik".

Fördröjningar uppstår vid tät trafik framför allt genom att antalet sammanbrott med efterföljande köavveckling reduceras. Antalet överbelastningar som funktion av trafikarbete med tät trafik har uppskattats med modell framtagen mha CALMAR, som kalibrerats mot utfall för Södertäljevägen.

Både överbelastningar i rusningstrafik och under veckoslut beaktas. Med ledning av detta antagande kan *extra restid vid överbelastningar* beräknas.

Antalet sammanbrott och sammanhängande fördröjning reduceras tack vare VH /harmonisering. Endast ett empiriskt svenskt exempel finns från Södertäljevägen. Där reduceras fördröjningen med hälften under aktiva perioder med harmonisering innan sammanbrott inträffar. Detta motsvarar totalt ca 6% lägre fördröjning under hela rusningsperioden. Med detta antagande har den *minskade fördröjningen tack vare VH /harmonisering* beroende på hastighetsgräns skattats enligt nedan.

Tabell 7.1 Minskad fördröjning tack vare harmonisering vid olika hastighetsgränser

Hastighetsgräns	Reduktion fördröjning
70	1,0%
80	1,5%
90	3,0%
100	6,0%
110	10,0%
120	15,0%

Fördröjningen innebär extra restid för trafikanten under rusningstid då längre restid då och då förekommer, men inte är helt oväntad. Värderingen för *trängseltid* (ej förseningstid) är därför relevant. Med ledning av värderingen kan *delsumma framkomlighet* beräknas.

Anmärkning: I Effektsamband har förenklat angivits att variabel hastighet ger 5% ökad kapacitet. I verkligheten ökar inte kapaciteten mer än marginellt, däremot minskar risken för sammanbrott. Jämför t.ex. resonemang i Kerner (2013). Metoden med ökad kapacitet riskerar därför att underskatta effekterna av överbelastningar.

Miljö

Bränsleförbrukningen blir något lägre i tät trafik när fordonshastigheten minskar jämfört med frifordonshastigheten. *Förbrukningen* hämtas från fliken "Miljö".

Bränsleförbrukningen blir något lägre vid köer efter kapacitetssammanbrott jämfört med kökörning efter olyckor. Hastigheten vid köavveckling antas till 50 km/h mot 40 km/h vid olyckor.

Förbrukningen hämtas från fliken "Miljö".

Effekten av VH/harmonisering antas vara att andel kökörning i rusningstrafik kan reduceras. Reduktionen uppskattas till 20% vid VH 100 km/h.

Tabell 7.2 Minskad bränsleförbrukning tack vare harmonisering vid olika hastighetsgränser

Hastighetsgräns	Reduktion kökörning
70	5,0%
80	10,0%
90	15,0%
100	20,0%
110	25,0%
120	30,0%

Med ledning av detta beräknas *minskad bränsleförbrukning tack vare VH/harmonisering*. Koldioxidinnehållet i bränslet antas uppgå till 2,36 kg/liter för personbilar och 2,54 kg/liter för lastbilar. Därigenom kan *minskat koldioxidutsläpp* beräknas.

Den negativa effekten av koldioxidemissioner uppskattas till 7 kr/kg per kg CO₂. Med ledning av värderingen kan *delsumma miljö* beräknas.

Kostnader

För VH/harmonisering tillkommer endast kostnader för att visa andra hastighetsmeddelanden och intrimning av styralgoritmen.

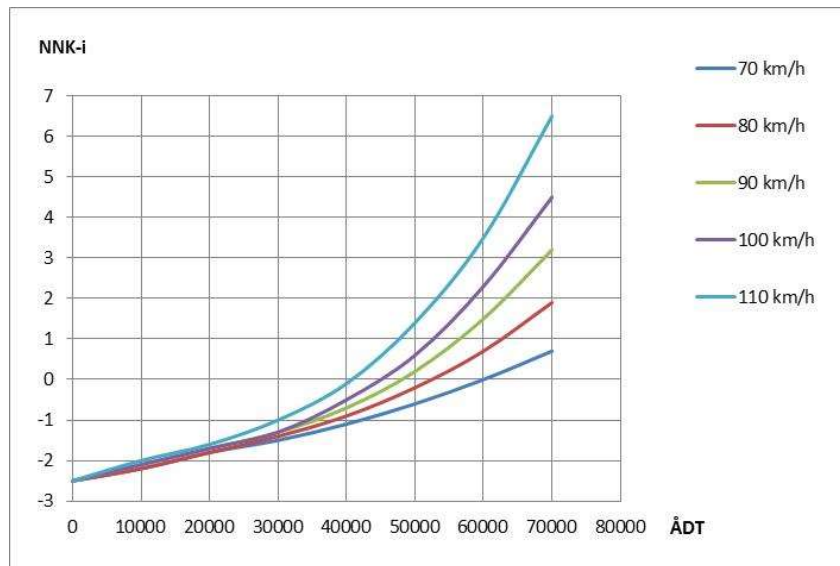
Schablonvärde för *uppgrädering av MCS med VH/harmonisering* hämtas från flik "Investerings & drift". Även schablon för driftkostnader hämtas från flik "Investerings & drift".

8. Installation av Mess

Ingen installation krävs för att använda MESS. MESS är byggt utan makron för att undvika användarproblem på Trafikverket.

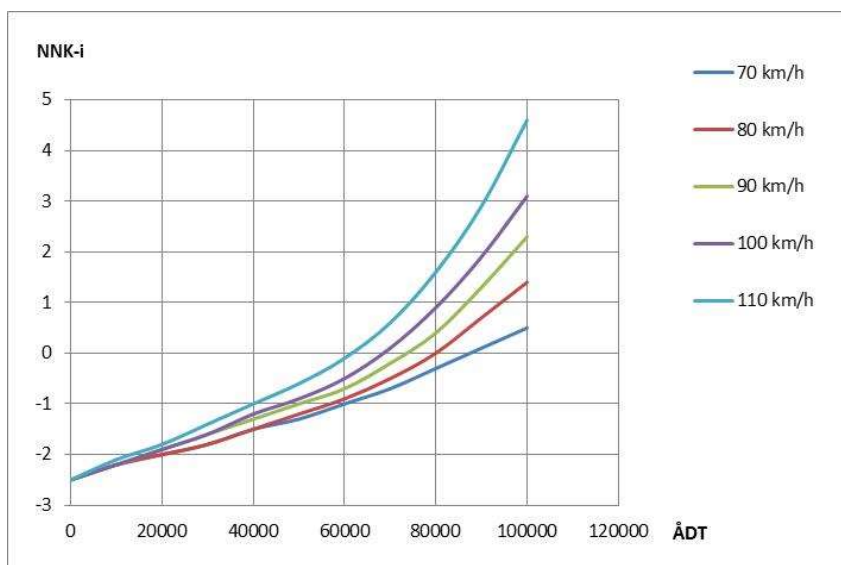
9. Resultat i form av NNK

För att redovisa resultatet på ett mer aggregerat sätt och för att få förståelse för känsligheten av antal körfält, flöde, hastighetsgräns samt konfiguration (endast kövarning eller kövarning + harmonisering). Resultatet redovisas som NNK-i i Figur 9.1-9.6.



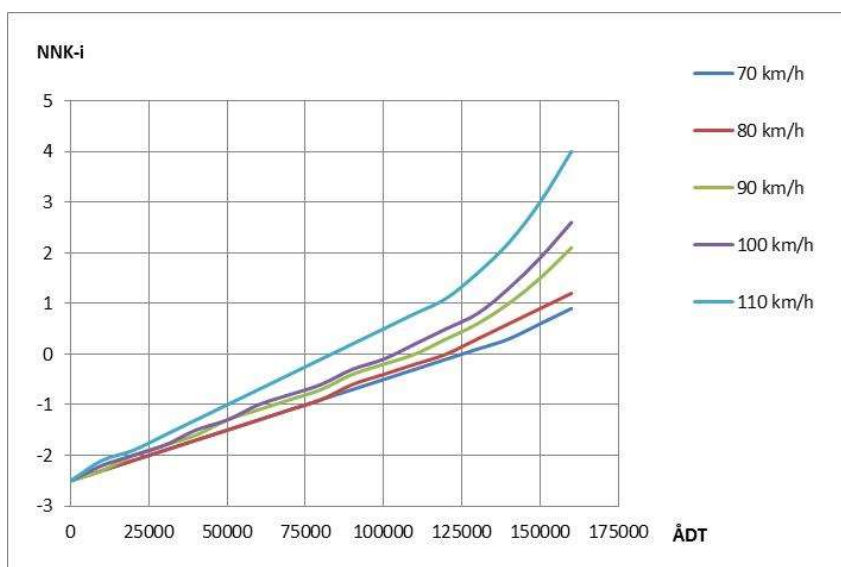
Figur 9.1 NNK för kövarning med 4 kf.

Kommenterad [GSP1]: Byt ut bild mot uppdaterad bild.



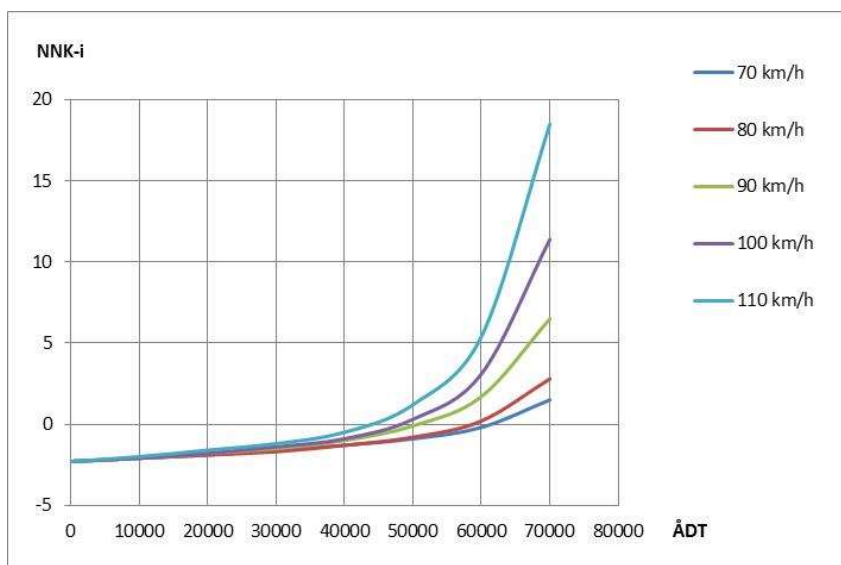
Figur 9.2 NNK för kövarning med 6 kf.

Kommenterad [GSP2]: Byt ut bild mot uppdaterad bild.



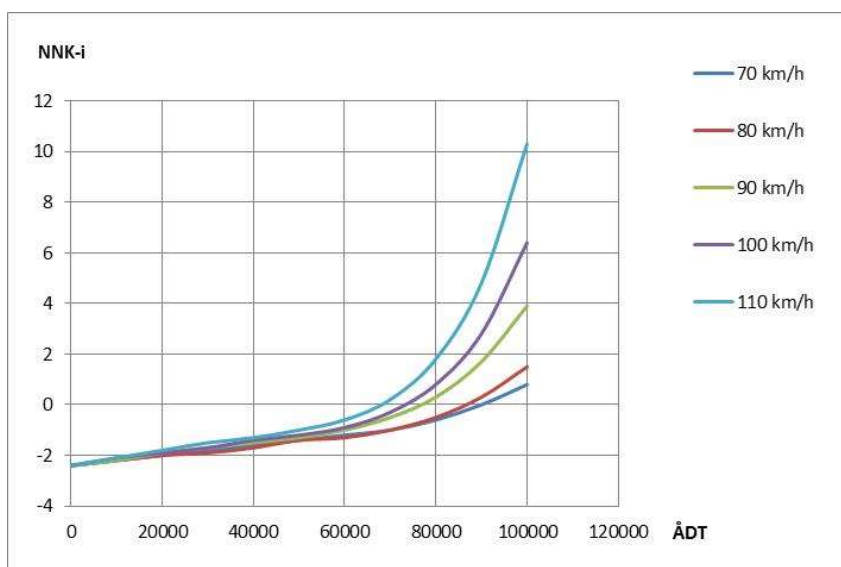
Figur 9.3 NNK för kövarning med 8 kf.

Kommenterad [GSP3]: Byt ut bild mot uppdaterad bild.



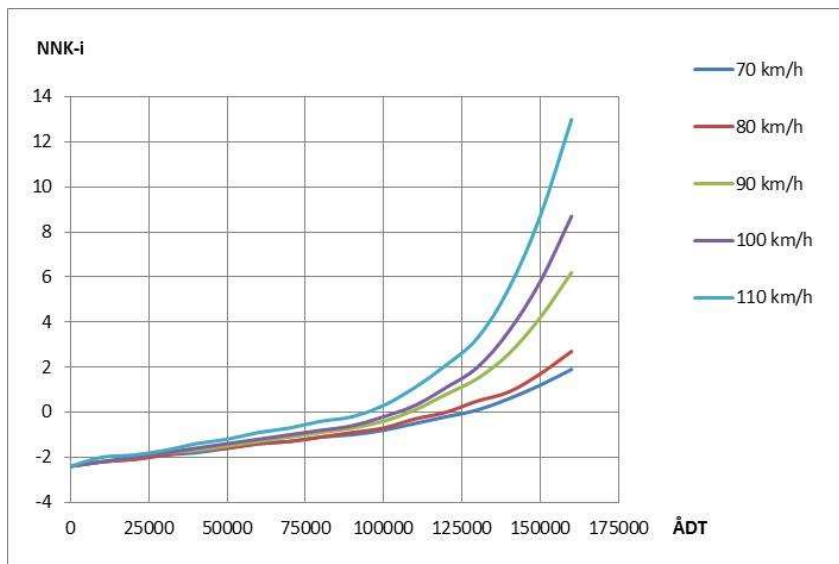
Figur 9.4 NNK för kövarning + harmonisering med 4 kf.

Kommenterad [GSP4]: Byt ut bild mot uppdaterad bild.



Figur 9.5 NNK för kövarning + harmonisering med 6 kf.

Kommenterad [GSP5]: Byt ut bild mot uppdaterad bild.



Figur 9.6 NNK för kövarning + harmonisering med 8 kf.

Kommenterad [GSP6]: Byt ut bild mot uppdaterad bild.

10. Underlagsrapport

Mer underlag till beräkningarna redovisas i underlagsrapporten: Samhällsekonomisk kalkyl avseende motorvägsstyrningssystem (MCS). Förslag till metodik.

I avsnitt 6-8 i underlagsrapporten redovisas erfarenheter, tillämpning och förväntade effekter av:

- Kövarning/Rekommenderad hastighet
- Körfältsavstängning och
- Variabel hastighet/Harmonisering

Källor utgörs främst av:

Kerner, B.S. (2013) Fundamental Empirical Features of Traffic Breakdown. TEC.

Lind G. och Lindkvist A. (2012) ITS-implementering 2007-2012. Översiktlig bedömning av effekter.

Lind G. och Strömgren P. (2011a) Säkerhetseffekter av trafikledning och ITS. *Arbetsrapport 1*. Litteraturinventering.

Lind, G. och Strömgren, P. (2011b) Säkerhetseffekter av trafikledning och ITS. *Arbetsrapport 2*. Skiss till trafiksäkerhetsmodell. Movea.

Middelham F. (2008) Traffic Management: Some History and future of ITS. ISHEP 2008.

Movea (2011) Smart navigering. Vilken nytta gör trafikinformation i bilen? Gunnar Lind och Anders Lindkvist.

Movea (2015) E4/E20 Södertäljevägen. Effekter av trafikledning, vägrensutnyttjande och nödfickor.

Raub R.A. (1997) Secondary crashes: An important component of Roadway Incident management. *Transportation Quarterly* 51.3; 93-104

TRV/Movea (2011) ITS i kapacitetsutredningen. Behov, system och effekter. Underlagsrapport.

Trafikverket (2014) Olyckskvoter beräknade med Lill Eva version 2.7.

Trafikverket (2020a) Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 7.0. Kapitel 2 Samhällsekonomisk teori och metod

Trafikverket (2020b) Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 7.0. Kapitel 5 Tillämpade kalkylmodeller och generella kalkylvärden

Zhou, M. and Sisiopiku, V.P. (1997) Relationship Between Volume-to-Capacity Ratios and Accident Rates. *Transportation research record* 1581, TRB, 1997.