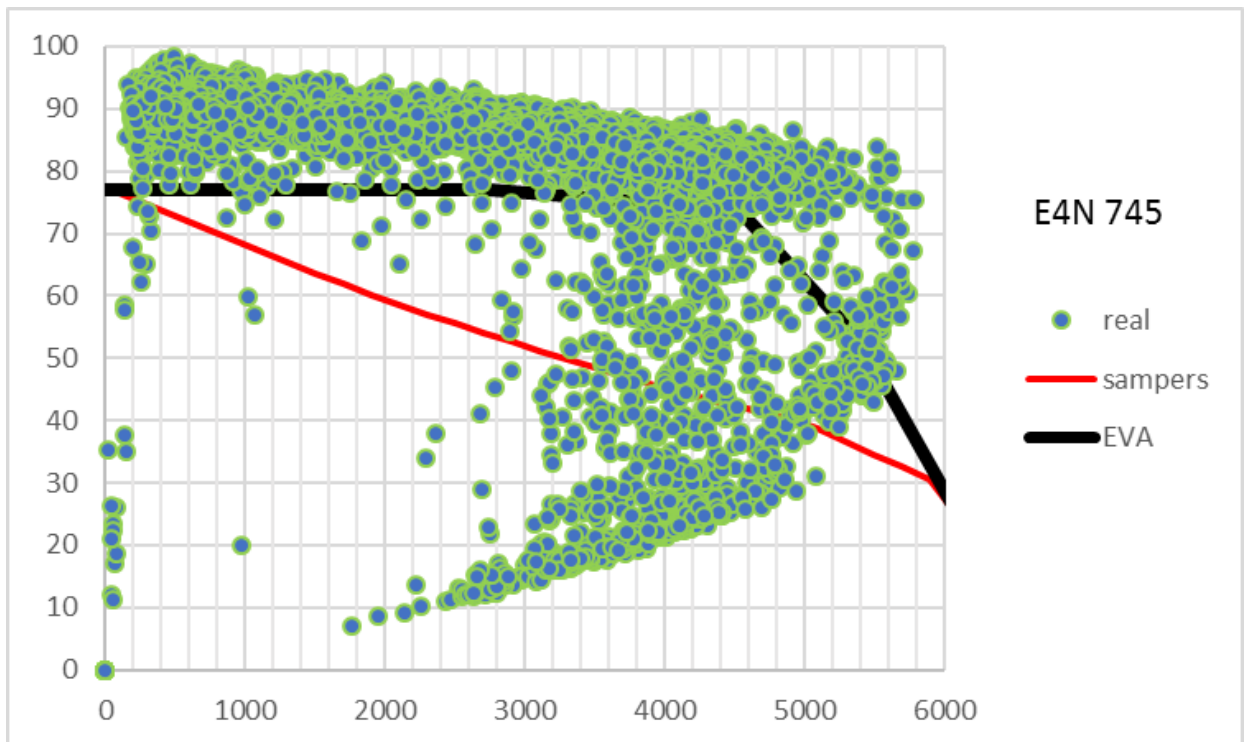


# Förstudie effektsamband stadsmotorvägs- miljöer

## FEM



Av

Torsten Bergh

Per Strömgren

Version 1.0

# Förord

Förstudie Effektsamband stadsmotorvägsmiljöer har gjorts på uppdrag av Trafikverket.

Syftet är att ge underlag för beslut om eventuella förbättringar av nuvarande trafiksäkerhets- och reshastighetssamband för stadsmotorvägar i Trafikverkets Effektkatalog och modellverktyg EVA, Samkalk och Sampers.

Trafikverkets projektledare har varit Daniel Sahlgren. Arbetet har följts av en referensgrupp bestående av Simon Sternlund, Lars Ekman, Leonid Engelson, och Carsten Sachse.

Utredning är genomförd av Torsten Bergh och Per Strömgren på Movea AB.

# Innehåll

SAMMANFATTNING .....	1
SUMMARY.....	3
1 BAKGRUND OCH SYFTE.....	5
2 NUVARANDE NÄTBESKRIVNING OCH EFFEKTMODELLER.....	7
2.1 Nätbeskrivning.....	7
2.2 Trafiksäkerhet.....	9
2.2.1 Länk.....	9
2.2.2 Trafikplats.....	10
2.3 Hastighet och restid EVA/Samkalk.....	12
2.4 Hastighet och restid Sampers.....	13
3 RESHASTIGHET.....	15
3.1 Metod 15	
3.2 Resultat E4 Hägerstenvägen - Lindhagen.....	18
3.3 Resultat E6 Åbro - Bäckebo .....	20
3.4 Trafikplatser.....	23
3.5 Analys och förslag till utveckling.....	23
4 TRAFIKSÄKERHET.....	26
4.1 Metod .....	26
4.2 E18 Stockholm Danderyds sjukhus - Arninge.....	28
4.3 E4 Stockholm Hägerstenvägen - Lindhagen.....	29
4.4 E6 Göteborg Tingstadsmotet - Klarebergsmotet .....	30
4.5 Olycksutfall.....	31
4.6 Jämförelse med EVA 2.74/Samkalk.....	32
4.7 Läge i vägnätet .....	34
4.8 Alternativa riskmodeller för trafikplatser .....	35
4.9 Sammanfattning och förslag till utveckling.....	37
5 REFERENSER .....	39

## Sammanfattning

Projektet har jämfört empiriska data för reshastighet och olycksutfall med nuvarande modeller i EVA 2.74/Samkalk och Sampers för reshastighet och för EVA/Samkalk även för trafiksäkerhet för motorvägar i storstadsmiljö. Syfte är att ge ett underlag för en diskussion om eventuella förbättringar. Jämförelserna har för trafiksäkerhet gjorts för motorvägssträckorna med tillhörande trafikplatser E 18 Danderyds sjukhus - Arninge i norra delen av Stockholm och E4 Hägerstenvägen - Lindhagen i södra och centrala Stockholm samt för E6 Tingstadsmotet - Klarebergsmotet i Göteborg norr om Tingstadstunneln. För restid har vägnäten E4 Hägerstenvägen-Lindhagen i Stockholm och E6 Åbro-Bäckebo i Göteborg använts.

Resultaten är för reshastighet att:

- EVA 2.74/Samkalks modeller ger systematiskt högre hastigheter och kortare restider än Sampers volume-delay funktioner. Skälet för detta är att Sampers korsningstilläggs flödeseffekt på hastighet är för kraftigt vid låga och mellan-höga trafikflöden.
- EVA 2.74/Samkalks modellform i princip är lämplig men frifordons-hastigheter- na är oftast för låga. Orsaken till detta är primärt att storstadsdata inte använts vid framtagning av modellen. Dessa breda storstadssektioner tenderar att ge för höga hastigheter i låg- och mellantrafik jämfört med empiriska data.
- EVA 2.74/Samkalks trafikvariationstyper och Sampers fördelning av efterfrågan på hög-, mellan- och lågtrafik överskattar andelen trafikarbete vid höga trafikflöden nära kapaciteten. Detta beror delvis på att efterfrågan inte kan realiseras på grund av bristande kapacitet i nätet.
- EVA 2.74/Samkalks trafikplatsmodell gäller endast enkla landsbygdstrafikplatser med moderata flöden och stopp/väjningsreglerade sekundärvägs-korsningar.

Det bör observeras att realtidsdata, både hastighet och flöde, är mer osäkra vid flöden nära kapaciteten.

Det är möjligt att förbättra effektsamband i EVA/2.74/Samkalk genom att:

- ur ett större urval av realtidsdata skatta bättre frifordons-hastigheter som funktion av en enkel utformningsvariabel för geometrin
- på samma sätt via en "friktionsvariabel" som beskriver graden av växlande fordon på sträckan skatta bättre kapacitetsvärden
- på samma sätt skatta bättre trafikvariationstyp för storstadsmiljöer
- ta fram ett antal typiska trafikplatser med standardfördröjningar och utveckla några alternativa fördröjnings/stoppmodeller anpassade för så kallad särkodning

Nuvarande Sampers-modell ger för låga reshastigheter för motorvägar och trafikplatser i särskilt mellantrafik. Argumentet att använda nuvarande modeller är att de ger "rätt" trafikflöden vid nätutläggning. Det blir inkonsekvent när dessa reshastigheter används för att skatta restidsvinster men andra, ofta betydligt högre) från (EVA2.74/Samkalk) används för att skatta bränsleförbrukning och utsläpp.

Resultaten för trafiksäkerhet är:

- för länk att olyckskvot, DSS-kvot (DSS=dödade och svårt skadade) och skadekvot är klart högst för E4. Samtliga är jämfört med EVA 2.74 signifikant höga. E18s olyckskvot och skadekvot är signifikant låga och DSS-kvot signifikant hög. E6s olyckskvot och skadekvot är signifikant höga. Totalt sett är anpassningen mellan modell och empiriska data dålig.
- för trafikplats att utfallet för DSS, LS (lindrigt skadade) och DSSLS är för E18 Danderyd-Arninge signifikant högt och för E4 Hägerstensvägen – Lindhagen signifikant lågt. För E6 Tingstad-Klareberg är DSS signifikant högt och LS signifikant lågt. För de 19 trafikplatserna är utfallet för DSSLS signifikant högt i 9 fall och signifikant lågt i 3 fall. Totalt sett är anpassningen mellan modell och empiri dålig. Detta är inte märkligt då modellen empiriskt bygger på landsbyggsdata för trafikplatser på 2-fältiga vägar från 1970-talet.

Det är möjligt att förbättra trafikplatsmodellen genom att:

- tillämpa förstudiens teknik med Simairdata för att ta fram en bättre makromodell av nuvarande typ för trafikplatser och också att skapa delmodeller för särkodning för på- och avfarter samt påfarts- och avfartsramper.
- Att eventuellt också modifiera nuvarande plankorsningsmodeller att användas i trafikplatser.

Detta förutsätter att trafikplatser kan definieras i NVDB, att IPA-vägnät kan modifieras och att olyckor knyts både till trafikplats och trafikplatsdel.

## Summary

The project has compared empirical data for space mean speed and police reported accidents with present models in EVA 2.74/Samkalk and Sampers for space mean speed and for EVA/Samkalk also for traffic safety for motorways in big cities. The scope is to form a basis for a discussion on possible improvements. The comparisons are for traffic safety performed for the road networks E18 Danderyd hospital – Arninge in the northern part of Stockholm and E4 Hägerstensvägen – Lindhagen in southern and central Stockholm and for E6 Tingstadsmotet – Klarebergsmotet in Gothenburg north of the Tingstad tunnel. Road networks E4 Hägerstensvägen-Lindhagen in Stockholm and E6 Åbro-Bäckebol i Göteborg were used for traffic safety.

Main results for space mean speed and delays are:

- EVA 2.74/Samkalk systematically gives higher speeds and shorter travel times than Sampers. The reason for this is that the Sampers intersection addition flow effect is far too big at low and medium traffic volumes.
- The EVA 2.74/Samkalks model format is principally correct with free flow speeds too low. The reason is primarily that big city data were not available at the time of model development. These wide cross-sections tend to encourage high speeds at these flow levels
- EVA 2.74/Samkalk's traffic variation curve och Sampers\* traffic situations overestimates the ratio of traffic load at high volumes close to capacity. This is partly due to inability to supply demand.
- EVA 2.74/Samkalk's interchange delay model is only valid for standard rural designs with low and moderate volumes with stop or give way controlled secondary road intersections.

It should be noticed that real time speed and flow data tend to be less reliable close to capacity.

Present models could be improved as follows should that be decided by the Swedish Transport Administration:

- Estimate improved free flow speeds as a function of a simple design variable for geometry and speed limit using a larger sample of real time data
- Estimate improved capacity values based on a variable describing degree of weaving and section length using a larger sample of real time data
- Estimate more correct traffic variation curves based on traffic function and degree of saturation using a larger sample of real time data
- Decide on a number of typical interchange designs with standard delays and develop delay/stop-models suitable for separate calculations of interchange parts such as ramps, entries and exits.

The present Sampers model gives too low space mean speeds for motorways and interchanges especially in low and medium traffic volumes. The argument for use is to get reasonable outcome in network assignment. It becomes inconsistent when Sampers' travel times are used for travel cost estimates but not for other speed related effects such as fuel consumption and CO<sub>2</sub>-exposure.

Traffic safety results are:

- for road segments that accident rate, fatality and severe injury rate and injury rate (FSI-rate) are by far highest for the E4 network, all significantly high compared with present model. The E18 accident and injury rates are significantly low and the FSI-rate significantly high. The E6 accident and injury rates are significantly high. Over all model fit is poor.
- for interchanges that the outcomes for FSI, light injuries and injuries are significantly high for E18 Danderyd-Arninge and low for E4 Hägersten-Lindhagen. The E6 Tingstad-Klareberg outcome for FSI is significantly high light injuries low. There are totally 19 interchanges with 9 significantly high and 3 low outcomes. Over all model fit is poor. This is no surprise as the model is developed based on 2-lane road interchange data from the 1970s.

Interchange models could be improved as follows should that be decided by the Swedish Transport Administration:

- apply the pre study technique with Simair and accident data in order to develop an improved macro interchange model and also in order to develop specific models for entries, exits and ramps
- it might also be possible to modify existing intersection models for interchange environment

An important pre-condition is that interchanges can be defined in NVDB, that the IPA-model road network can be modified and that police reported accidents can be allocated to interchange as well as part of interchange.

# 1 Bakgrund och syfte

Trafikverkets effektmodell, EVA 2.74/Samkalk (Trafikverket 2015a-d) ger reshastigheter, trafiksäkerhet och indirekt bränsleförbrukning och utsläpp på årsnivå uppdelat på personbilar (inklusive med släp), lastbilar utan släp respektive med släp. Indata är för trafik årsdygns-flöde (ÅDT), trafikvariationstyp (dvs fördelning över året). Svängandel i korsning och för bränsle och utsläpp även schablondata för fordonsparken. Indata för vägmiljö är vägtyp, korsningstyp samt hastighetsgräns.

ÅDT omvandlas via trafikvariationstyp till ett antal typiska timsituationer för vilka reshastighets-, bränsle- och utsläppsberäkningar görs. Dessa viktas sedan upp till ÅDT-nivå med varje timsituations andel av årstrafiken. Modellen förutsätter att vägnätet beskrivs som ett antal länkar och korsningar/trafikplatser som punktföreteelser. Detta görs genom att med IPA (Trafikverket 2013a) förenkla NVDB-vägnätet.

Sampers vd-funktioner (Olstam m.fl. 2016) används vid nätutläggning för att estimerade trafikflöden. I Stockholm och Göteborg läggs då OD-matriser för olika trafiksituationer ut till länktrafikflöden, i Stockholm 4 stycken och i Göteborg 3 stycken. Dessa viktas sedan upp till årsnivå med respektive trafiksituationens andel av årstrafiken.

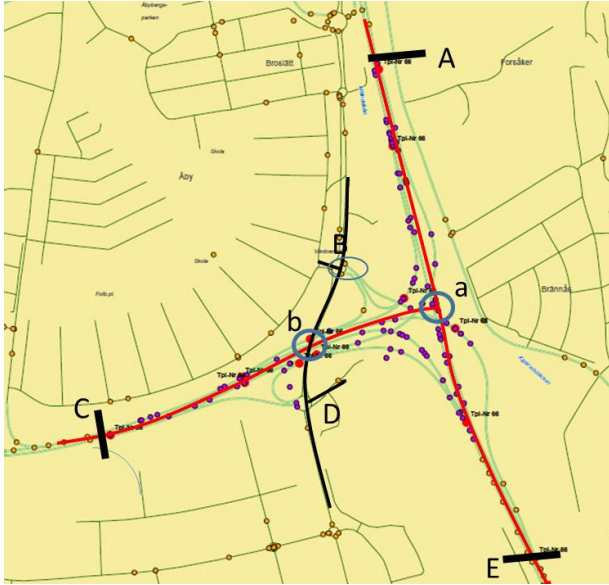
Vid systemanalys används Sampers vd-funktioners reshastigheter på årsnivå för att beräkna restidsnyttor. Övriga reshastighetsberoende effekter beräknas genom att först via Sampers trafikflöden skatta reshastigheter med EVA-sambanden och dess trafikvariationstyper. Därefter skattas övriga hastighetsberoende effekter. Detta innebär att det finns två alternativa metoder att beräkna trafikflöden över året, trafikvariationstyp och också två sätt att beräkna reshastigheter.

Trafiksäkerhetsmodellen estimerar olycksutfall på ÅDT-nivå utan någon uppdelning via trafikvariationstyp.

Modellerna för länkar för restid och trafiksäkerhet uppdateras successivt för enkla, statliga landsbygdsmiljöer. De kan där sägas vara rimligt väl underbyggda empiriskt. Den förenklade vägnätsbeskrivningen med IPA- eller EMME-nät ger också i landsbygdsmiljö en rimlig representation av vägnätet.

Korsningsmodellerna bygger däremot på äldre olycksdata och är för restid schablonartade även för landsbygdsmiljöer.

För mer komplicerade statliga storstadsmiljöer är det väl känt att det i stor utsträckning saknas empiriskt underlag för modellerna. Det är också tydligt att det förenklade IPA-vägnätet ger en väl schablonartad beskrivning av särskilt mer komplicerade trafikplatser. Ett exempel på detta är Åbro-motet mellan E6 och Söderleden i Göteborg. Rött och svart i Figur 1 nedan ger IPA-nätets länkar. De tre blå cirklarna/korsningarna är IPA-nätets representation av verklighetens korsningar. Verklighetens ramper är gröna i Figur 1 nedan.



Figur 1. E6 Åbro -Exempel på IPA-representation av trafikplatser.

Det är också i Stockholm beslutat att detaljera/"särkoda" vissa trafikplatser. Det innebär att trafikplatsens olika ramper och korsningar kodas var för sig i vägnätet. Men det saknas effektmodeller för dessa särkodningar.

Projektets syfte är att i en förstudie ta fram underlag för vidare diskussioner om eventuell utveckling av vägnätsbeskrivning och effektmodeller för dessa mer komplicerade storstadsmiljöer. Följande ingår:

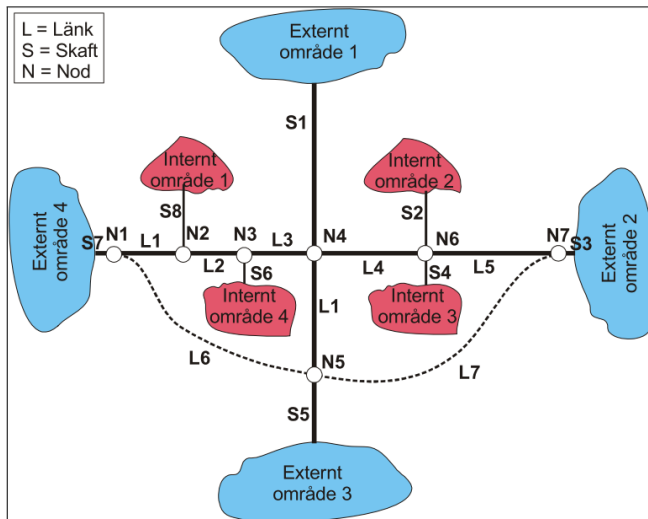
- redovisa och jämföra utfall för nuvarande nätbeskrivning och effektmodeller med empiriska resultat för restid och trafiksäkerhet för ett begränsat statligt vägnät i Stockholm och Göteborg
- redovisa olycksutfall och restid/fördröjning i trafikplatser efter trafikplatsdel sekundärvägsanslutningar, ramper, förgreningar och av- och påfarter samt om möjligt (beroende på tillgång på trafikdata) skatta risker
- redovisa och jämföra för E6 i Göteborg och E4 i Stockholm trafikflödesskattningar och varaktighet per trafiksituation enligt EVA/Samkalk och Sampers/Emme med därav följande skillnader i restids- och utsläppseffekter

## 2 Nuvarande nätbeskrivning och effektmodeller

Nuvarande effektmodeller, trafikflödesberäkningar och nätbeskrivning för EVA och Samkalk beskrivs indirekt i Effektsamband – Bygg om eller bygg nytt (Trafikverket 2013a-d).

### 2.1 Nätbeskrivning

Principer för nätbeskrivning redovisas i kapitel 3 Trafikanalyser (Trafikverket 2013a). Det verkliga vägnätet schabloniseras till länkar och korsningar. Korsningarna är punktföreteelser och förbinds av länkar. Det finns också skaft. Detta är länkar som kopplar det studerade nätet till övrigt lokalt vägnät. Principen är sedan att effekter beräknas för varje del för sig. Helheten fås sedan genom att summera dess delar.



Figur 2. Principer vägnätsbeskrivning.

Det innebär att en trafikplats i vägnätsbeskrivningen beskrivs som en punkt med ett antal egenskaper. Anslutande länkar förlängs till denna punkt.



Figur 3. Trafikplats Arninge

Röda punkter = olyckor

Grön linje = NVDB-nät

Gul linje = IPA-nät

Principen illustreras till vänster för trafikplats Arninge på E18 norr om Stockholm. Gult är vägnätsbeskrivning enligt IPA och grönt verkligt vägnät. Trafikplatsens egenskaper är hastighetsgräns primärväg och antal inkommande vägben. Trafikflöden är inkommande ÅDT på de fyra inkommande vägbenen och svängandel (liten, medel, stor).

Inkommande vägben beskrivs på motsvarande sätt primärt med längd, vägtyp, hastighetsgräns och för länktypen aktuella i detta projekt antal trafikplatser per kilometer. Det senare används endast i reshastighetsmodellen. Dessutom anges trafikvariationstyp, dvs hur trafiken fördelas över året.

Det finns för trafikvariationstyp alternativen turisttrafik, närtrafik, statligt allmänt, genomfart och infart. I aktuella fall används oftast tätort enligt nedan. Det innebär till exempel att årets 52 högst belastade timmar har ett timflöde för personbilar (pb) på 10,2 % av årsdygnstrafiken med 63 % i den ena och 37 % i den andra riktningen. Totalt utgör dessa 52 timmar 1,4 % av det årliga trafikarbetet.

Tabell 1. Trafikvariationstyp tätort enligt Effektsamband (Trafikverket 2013a).

Rang	Tim	% av ådt f/tim		% av trafikarbete		RF
		pb	lb	pb	lb	
1	52	10,2	9	1,4	1,2	0,63
2	1430	8,1	8,3	31,4	30,4	0,55
3	3102	5,8	7,5	48,2	51,4	0,5
4	4176	2,5	2,7	18,9	16,7	0,5
RF=riktningsfördelning						

## 2.2 Trafiksäkerhet

Trafiksäkerhetsmodellen beskrivs i kapitel 6 Trafiksäkerhet för motorvägslänkar och trafikplatser (Trafikverket 2013c). Den avser normalutfall år 2010 för polisrapporterade olyckor med motorfordon exklusive olyckor med vilt och exklusive med fotgängare eller cyklisterna/mopedister inblandade. För de senare olyckstyperna finns separata modeller, som inte hanteras i detta projekt. Modellen omfattar även omräkningsfaktorer från polisskadegrader, lindrigt och svårt skadad, till 1 och 10 procent sannolikhet för långvarig invaliditet, allvarligt och mycket allvarligt skadad. Det finns också bortfallsfaktorer.

Modellen innehåller också en så kallad systemeffekt. Denna innebär att dödsföljden, dvs sannolikheten att dödas givet skadad, bedöms minska 2 % per år. Svårt skadad-följden, dvs sannolikheten att skadas svårt givet skadad, bedöms minska 1 % per år. Dessa minskningar beror på över tid bättre fordon, bättre hastighetsanpassning och liknande.

### 2.2.1 Länk

Länkmodellen i nuvarande EVA 2.74/Samkalk bygger på polisrapporterade olycks- och TMS-data för 2009-2013 (Carlsson A 2013). TMS är Trafikverkets trafikmätningssystem. Detta ger primärt via stickprovsmätningar skattningar av årsdygnstrafik på statliga vägar. Länkmodellen ger beroende på hastighetsgräns HG:

- POK kvot för polisrapporterade olyckor = polisrapporterade olyckor per miljon axelparkilometer
- SF skadeföljd = antal skadade per polisrapporterad olycka
- DF dödsföljd = sannolikhet för dödlig utgång givet skadad
- SSF svårt skadad-följd = sannolikhet för svår skada givet skadad
- LSF lindrig skadad-följd = sannolikhet för lindrig skada givet skadad

Tabell 2 nedan redovisar denna modell dels enligt EVA 2.74 dels enligt dess föregångare EVA 2.7. Det anges också hur stor det empiriska underlaget är för EVA 2.74.

Tabell 2. Länkolymodell EVA 2.7 och 2.74 (Mapkm=miljon axelparkilometer).

EVA länk	HG	POk	SF	DF	SSF	LSF	Km	Mapkm
2.74	90	0,078	1,57	0,005	0,11	0,885	121	9473
	80	0,086	1,66	0,003	0,057	0,94	36	3664
	70	0,18	1,55	0,003	0,062	0,935	44	5475
2.7	90	0,085	1,65	0,005	0,0095	0,9		
	80	0,09	1,65	0,004	0,066	0,93		
	70	0,19	1,55	0,004	0,066	0,93		

Modellen är en avvägning mellan empiriskt underlag och antagna rimliga systematiska relationer. Det är viktigt att poängtera att normalförhållanden avses för aktuell vägtyp och hastighetsgräns vad gäller t ex sidoområdesstandard, trafikflöden, korsningsavstånd och linjeföring. I 2.7-modellen vägdes olycksutfall 2003–2008 och 2009–2013 lika. I 2.74-modellen ges utfall 2009–2013 betydligt större tyngd.

Skillnaden i POk mellan 70 och 90 beror utöver hastighetsgräns på den i genomsnitt betydligt mer komplexa trafikmiljön vid 70 – motorvägar med kortare trafikplatsavstånd, högre trafikflöden och mer upphinnande- och trängningssituationer. Den kan inte tolkas som en effekt av att ändra hastighetsgräns mellan 70 och 90 km/tim.

Dataunderlaget är begränsat med cirka 44 km för 70, 36 km för 80 och 121 km för 90 km/tim med 3,6 till 9,5 miljarder axelparkm (1 fordon cirka 1,1 axelpar i snitt).

### 2.2.2 Trafikplats

Trafikplatsmodellen (Johansson 1983) bygger på en analys av polisrapporterade olyckor 1975–1980 på trafikplatser på 2-färlig väg med endast statliga vägben. Studien omfattade 70 trafikplatser och 346 olyckor (inklusive med endast egendoms-skada). Inkommande trafikflöden varierade från under 4 000 upp till 30 000 fordon/dygn med tyngdpunkten under 10 000. Sekundärvägsandelen varierade mellan under 5 % och upp till 50 %. Rapporten refererar till en tidigare analys av olyckor i trafikplatser på motorvägar och motortrafikleder.

Huvudslutsatserna var:

- 4-benta trafikplatser har mer än 50 % lägre både olyckskvot (inkl egendoms-skadeolyckor) och olyckskostnad än plankorsningar
- ingen skillnad för 3-bent mellan trafikplats och vanlig korsning
- 2 trafikplatser hade extremt många olyckor och uteslöts ur analysen

VTI har sedan anpassat dessa resultat till plankorsningsmodellen (Brüde, Larsson 1999). Man har då i princip halverat olycksutfallet även för 3-benta trafikplatser. Ska-deutfall och konsekvens sannolikheter kommer ursprungligen från äldre uttag efter platstyp. Närmare dokumentation av detta finns inte kvar.

Modellen har sedan på 2000-talet nivåjusterats. Nya hastighetsgränser har införts via en schablon för potensmodellen.

Antalet skadade A (nivå 2010), antalet dödade D och antalet svårt skadade per år SS ges i modellen av:

$$A = a * Q_{tot}^{1,25} * (Q_{sek} / Q_{tot})^{0,45}$$

$$D = A * DF * 0,98 \text{ (År-2010)}$$

$$SS = A * SSF * 0,99^{(\text{År}-2010)}$$

där:

$Q_{\text{tot}}$  = totalt inkommande ÅDT (f)

$Q_{\text{sek}}$  = inkommande ÅDT från sekundärväg(ar)

a = modellkonstanter som beror av hastighetsgräns enligt Tabell 3 nedan

DF = sannolikt för dödsfall givet skada Tabell 3 nedan

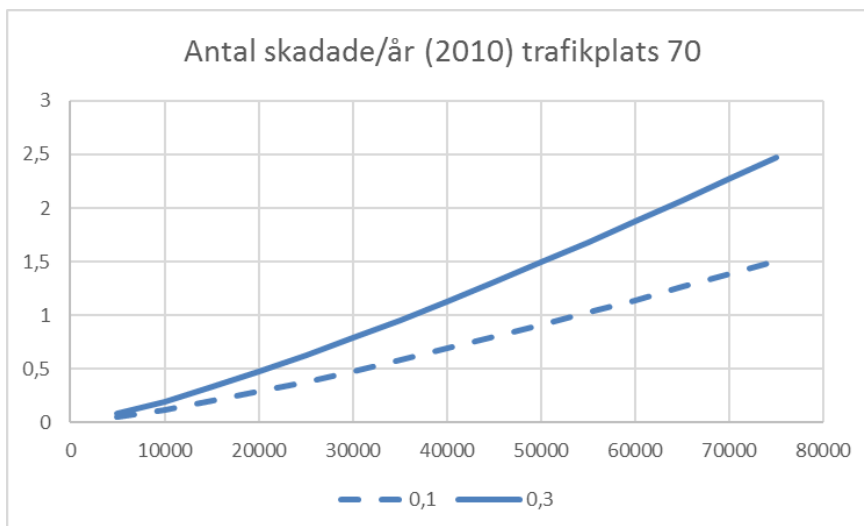
SSF = sannolikt för svår skada givet skada enligt Tabell 3 nedan

Tabell 3 nedan ger modellen enligt EVA 2.74/Samkalk. Korsningstyp F är trafikplats, dvs en korsning utan korsande rörelser på åtminstone den ena av de två korsande vägarna.

Tabell 3. Modellparametrar trafikplats EVA 2.74/Samkalk.

HG	Vägmiljö	Korsningstyp	a (10 <sup>6</sup> )	DF	SSF	LSF
70	Landsbygd	F	3,43	0,8	17	82
80	Landsbygd	F	4,09	0,7	16	83
90	Landsbygd	F	4,42	0,8	17	82
100	Landsbygd	F	4,28	1,5	16	82

Modellen illustreras i Figur 4 nedan för 70 km/tim för sekundärvägsandel 0,1 och 0,3. Sekundärvägsandel beräknas individuellt för varje trafikplats beroende på inkommande flöden i IPA-nätet.



Figur 4. Antal skadade/år (2010) trafikplats enligt EVA 2.74 70 för 10 och 30 % sekundärvägstrafik.

Det finns också en schablonkorrigering för sekundärvägs korsningstyp baserat på Johanssons resultat (Trafikverket 2015b). Denna bygger på olycksfördelning generellt i trafikplatser och normala skadeutfall för olika plankorsningstyper. Den har inte skattats på empiriska utfall i trafikplatser.

Tabell 4. Sekundärvägskorsnings- och hastighetsgränskorrekationer trafikplats.

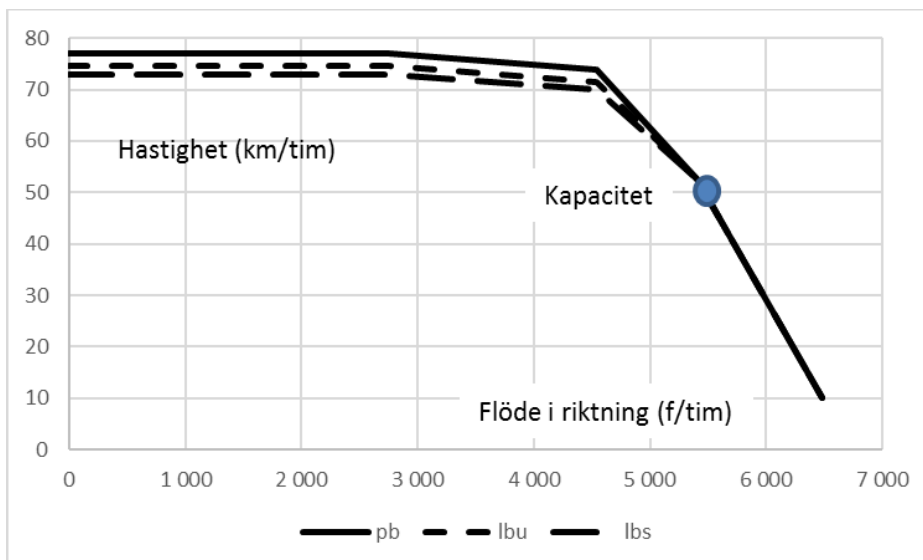
V <sub>primärväg</sub> (km/h)	Korsningstyp sekundärväg 1) p=referenshastighet primärväg						
	ABC			D		E	
	V <sub>sekundärväg</sub> (km/h)			V <sub>sekundärväg</sub> (km/h)		V <sub>sekundärväg</sub> (km/h)	
	P <sup>1)</sup> -20	P <sup>1)</sup> -40	P <sup>1)</sup> -60	S50	S70	S50	S70
50				0,78	0,9	0,95	
60				0,75	0,865	0,915	
70	1,14			0,72	0,83	0,88	1,03
80	1,075			0,64	0,735	0,78	1,035
90	1,01	0,8		0,56	0,64	0,68	1,04
100	1,04	0,92		0,565	0,645	0,685	1,055
110	1,07	1,04	0,81	0,57	0,65	0,69	1,07

## 2.3 Hastighet och restid EVA/Samkalk

Hastighet/restid-metoden beskrivs i kapitel 4 Tillgänglighet för motorvägslänkar och trafikplatser (Trafikverket 2015b).

Länkmodellen bygger på en anpassning av TMS-data och simuleringsresultat (Olstam m.fl. 2013). Medelreshastighet på motorvägar ges för personbilar (inkl med släp), lastbilar utan släp (inkl bussar) och lastbilar utan släp som funktion av riktat timtrafikflöde, hastighetsgräns, antal körfält, siktklass och medelavstånd mellan trafikplatser (större eller mindre än 0,5 per km).

För t ex motorväg 70 km/tim, 6 körfält, siktklass 1 och mindre än 0,5 km mellan trafikplatser ser modellen ut på följande sätt. Frifordons hastigheten (space mean) är drygt 70 km/tim, för personbilar inkl med släp 77 km/tim. Hastigheten påverkas mycket litet av flöde upp till cirka 4500 f/tim (i en riktning). Den faller sen snabbt till ett kapacitetsvärde kring 5500 f/tim. Detta gäller då en "oändligt lång" sträcka utan störande trafikplatser.



Figur 5. Hastighet-flöde motorväg 70 6 körfält siktklass 1, <0,5 km mellan trafikplatser.

Totalt finns 23 samband för motorväg.

Tabell 5. Översikt motorvägssamband i EVA 2.74/Samkalk.

Tpl avstånd	Antal körfalt	Sikt klass	Hastighets	Totalt
			gräns	
<=0,5	6	1	70 80 90 100	4
	4	1	70 80 80VH 90 100	5
>0,5	6	1 2	90 100 110	6
	4	1 2	90 100 110 120	8
			Totalt	23

Trafikplatsmodellen saknar empiriskt underlag. Den ger medelfördröjning  $D$  (sek/f) och andel stoppade fordon  $S$  för genomgående (g), korsande (k) och svängande (s). Den bygger på antagandet att sekundärvägs korsningar är stopp- eller väjningsreglerade och trafikflödena är relativt måttliga. Korsningsfördröjningar på grund av trafik blir då försumbara relativt ramprestider och en inbromsnings/accelerationsförlust på grund av en sväng i korsning. Dessa två senare komponenter har skattats grovt vid "normal" ramplängd. Dokumentation av detta saknas.

Tabell 6. Modellparametrar trafikplatsfördröjning och stopp i EVA.

<table border="1"> <thead> <tr> <th><math>V_{\text{primärväg}}</math></th> <th><math>D_{\text{gk}}</math></th> <th><math>D_{\text{s}}</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50</td><td>0</td><td>12</td></tr> <tr><td>60</td><td>0</td><td>13</td></tr> <tr><td>70</td><td>0</td><td>14</td></tr> <tr><td>80</td><td>0</td><td>17</td></tr> <tr><td>90</td><td>0</td><td>20</td></tr> <tr><td>100</td><td>0</td><td>22</td></tr> <tr><td>110</td><td>0</td><td>24</td></tr> </tbody> </table>	$V_{\text{primärväg}}$	$D_{\text{gk}}$	$D_{\text{s}}$	50	0	12	60	0	13	70	0	14	80	0	17	90	0	20	100	0	22	110	0	24	<table border="1"> <tbody> <tr> <td><math>S_{\text{gk}}</math></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td><math>S_{\text{s}}</math></td> <td>0,75</td> </tr> </tbody> </table>	$S_{\text{gk}}$	0	$S_{\text{s}}$	0,75
$V_{\text{primärväg}}$	$D_{\text{gk}}$	$D_{\text{s}}$																											
50	0	12																											
60	0	13																											
70	0	14																											
80	0	17																											
90	0	20																											
100	0	22																											
110	0	24																											
$S_{\text{gk}}$	0																												
$S_{\text{s}}$	0,75																												

## 2.4 Hastighet och restid Sampers

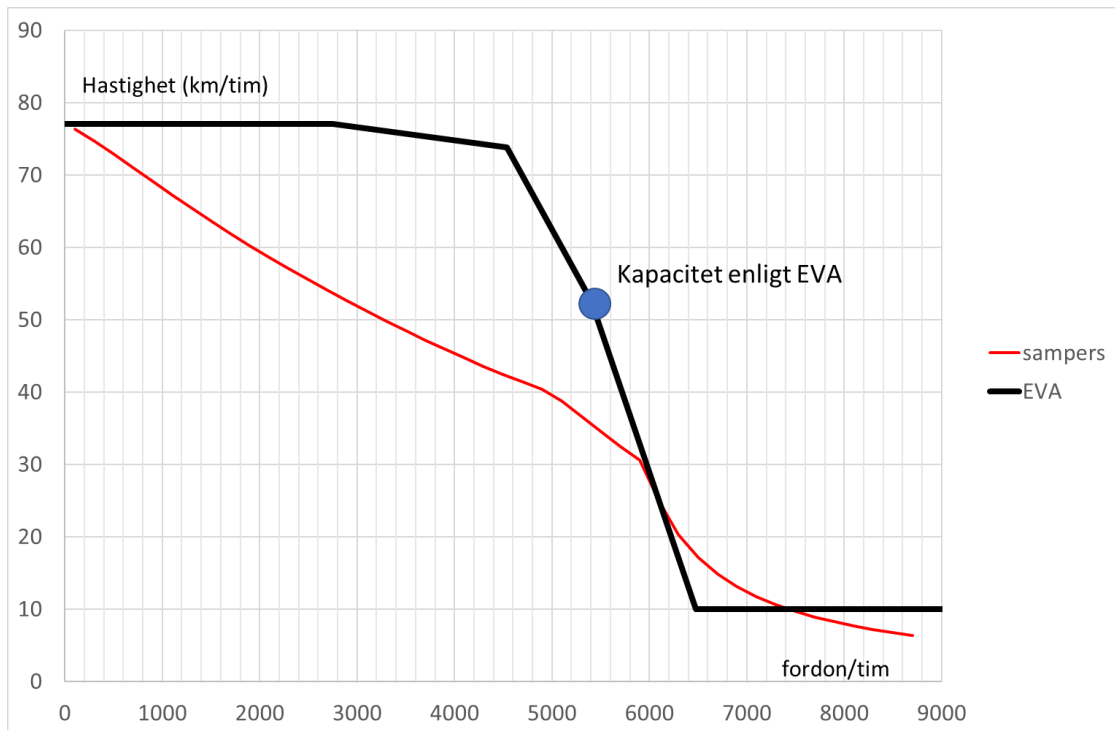
Vid nätutläggning i Sampers "integreras" oftast noder i länkmodellerna, dvs inga separata fördröjningsberäkningar görs. Nätutläggning görs för ett antal OD-matriser som ska representera typiska trafiksituationer som till exempel förmiddags- respektive eftermiddagsmax. Varje trafiksituation ges också en varaktighet. I Stockholm tillämpas fyra trafiksituationer och i Göteborg tre med följande dagliga varaktigheter.

Tabell 7. Varaktigheter för trafiksituationer i Stockholm och Göteborg.

	Antal tim/dag	
	Sthlm	Gbg
fm	2	2
em	3	2
mellan	6	10
låg	13	

VTI har på Trafikverkets uppdrag tagit fram ett antal vd-funktioner (volume-delay) som ska korrespondera med EVAs länksamband (Olstam mfl 2016). I Figur 6 nedan jämförs EVA (svart) och Sampers (rött) för motorväg 2 körfält 70 km/tim. Sampers-systemet hanterar korsningar via länktillägg.

Korsningstillägget i Sampers medför en kraftig flödeseffekt på hastigheten/restiden redan vid låga flöden, Detta ger stora skillnader mot EVA. Vid höga flöden nära kapaciteten och över är skillnaderna mellan EVA/Samkalk och vd-funktionerna mindre. De är alternativa sätt att indirekt försöka modulera överbelastningseffekter.



Figur 6. Jämförelse hastighet-flöde EVA/Samkalk och Sampers för 4kf 70 motorväg.

## 3 Reshastighet

Detta kapitel redovisar hur restid och reshastighet i begränsade vägnät jämförts och analyserats. Sedan beskrivs baserat på detta förslag till modellutveckling. Kapitlet är uppdelat i

- metodbeskrivning
- jämförelse empiri och modell per vägnät
- analys
- förslag till modellutveckling

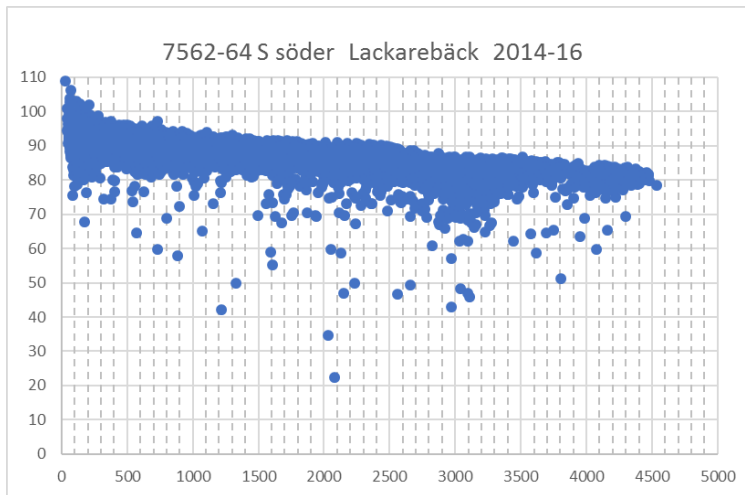
### 3.1 Metod

Jämförelse av empiriskt utfall och modellresultat enligt EVA 2.74/Samkalk och Sampers har gjorts för två begränsade vägnät. Dessa är E 4 trafikplats Hägerstensvägen – trafikplats Lindhagen i södra och centrala delen av Stockholm och E6 Åbromotet – Bäckeboismotet igenom Göteborg.

Kriterierna för att välja dessa har framför allt varit att de bedömts varit relativt oförändrade i avseende på hastighetspåverkande faktorer som antal körfält och hastighetsgräns under den använda tidsperioden, i Stockholm 2014 och i Göteborg 2014–2016 för realtidsdata. Detta är ett relativt begrepp och i det närmaste omöjligt att helt uppnå i dynamisk storstadsmiljö.

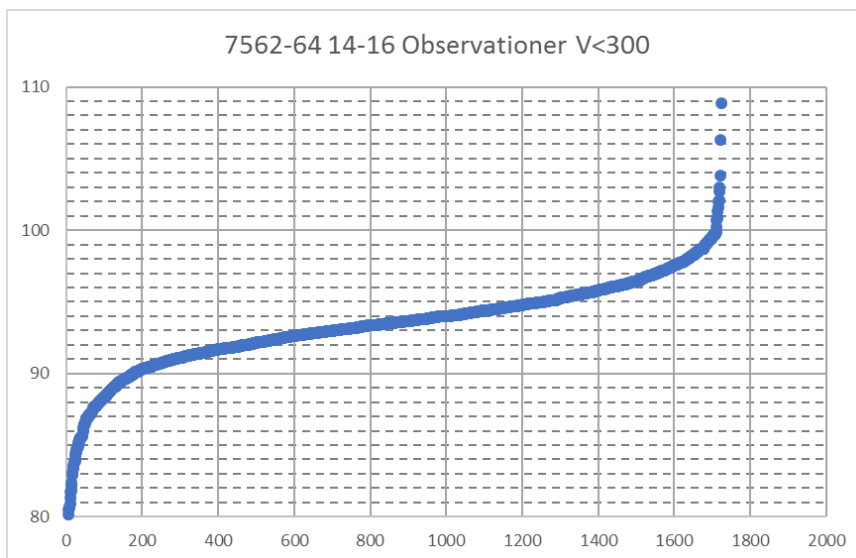
För varje vägnät har följande metodik använts:

- realtidsdata för medelhastighet och trafikflöde på timnivå för detektorer i genomgående körfält har hämtats från Trafikverkets Stress-databas. Stress har för E6 rensat bort tidsperioder längre än 8 timmar utan data och 5-minuters sekvenser längre än 25 minuter med samma data. Stress har också på körfältsnivå bildat aritmetiska medelvärden för hastighet. Dessa har sedan slagits samman per riktning med aritmetiska summeringar för flöden och harmoniska för hastigheter. I projektet har sedan data för E6 2014–2016 använts så att det räcker att en timme har resultat för 1 år för att komma med i analysen. Med data för fler år har harmoniska medelvärden för hastighet och aritmetiska för trafikflöden använts. På E4 har endast data för 2014 använts. En svaghet är att realtidsdetektortekniken är mindre tillförlitlig vid flöden nära kapacitetsvärden. Det finns en risk att bortfall är vanligare nära kapaciteten.
- för varje detektorstation har årsdygnsflöde och årsmedelhastighet beräknats ur empiriska data.
- hastighet-flöde-samband har plottats och ett kapacitetsvärde skattats grovt visuellt, se Figur 7 nedan för detektorer 7562–64 söder om Lackarebäcksmotet på E6 i Göteborg i sydgående riktning. Kapacitetsvärdet vid 3 körfält ligger här kring 4600 f/tim. Det är påverkat av uppströms kapacitetsproblem.



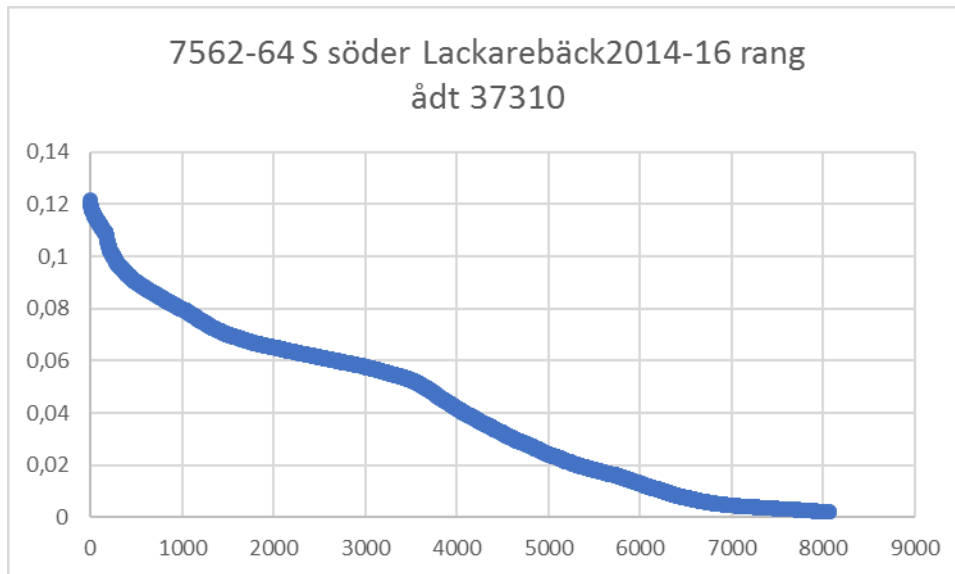
Figur 7. Empiriskt hastighet-flöde samband 2014–16 detektorer 7562–64 söder om Lackarebäcksmotet E6 Göteborg sydgående riktning.

- Frifordonshastighet har skattats som medianvärde vid flöden under 300 f/tim, se Figur 8 nedan från samma mätplats. Medianvärdet är här 93,5 km/tim för de drygt 1700 timmarna med flöden under 300 f/tim.



Figur 8. Empiriska medianhastigheter vid flöde under 300 f/tim 2014–16 detektorer 7562–64 söder om Lackarebäcksmotet E6 Göteborg sydgående riktning.

- Kapacitetsvärdet har tillsammans med flödesdata använts för att skapa en rangkurva för mätplatsen, se Figur 9 nedan för samma mätplats. Maxtimflödet är här drygt 12 % av ÅDT.



Figur 9. Empirisk rangkurva/trafikvariation 2014–16 detektorer 7562–64 söder om Lackarebäcksmotet E6 Göteborg sydgående riktning.

- Resultat, dvs trafikflöde och medelhastighet per länk för Sampers-körningen för 2014 per trafiksituation har tagits fram för de valda vägsträckorna. Dessa har vägts ihop till årsflöden och årsmedelhastigheter med det antal timmar de olika trafiksituationerna antas representera. Länkhastigheter har viktats med trafikarbeten för att beräkna "vägnätshastighet".
- Sampers-data ger årsdygnsflöden per länk enligt ovan. Dessa har via angiven trafikvariationstyp använts för att enligt EVA 2.74 först beräkna reshastighet för varje rang enligt trafikvariationstypen och sen vikta dessa med varje rangs andel av årstrafiken till årsmedelhastighet. Länkhastigheter har viktats med trafikarbeten för att beräkna "vägnätshastighet"
- Länkmodell enligt Sampers och vägnät med detektorer har mappats för att kunna använda detektordata till att skatta reshastigheter och restider i Sampersnätets länkar.
- Slutligen har reshastigheter och trafikvariationskurvor enligt EVA 2.74/Samkalk, Sampers och realtidsdata jämförts och skillnader analyserats. Kontroll har då gjorts av eventuella trafikflödesskillnader mellan modellen och realtidsdata.

### 3.2 Resultat E4 Hägerstensvägen – Lindhagen

Sträckan är 4,5 km lång med trafikflöden mellan 80 och 130 000 f/d enligt Sampers-resultaten. IPA-vägnätet har 7 länkar med start söderifrån i trafikplats Hägerstensvägen och sedan via trafikplatserna Gröndal, Stora Essingen, Lilla Essingen och Fredhäll fram till trafikplats Lindhagen. Det är hastighetsgräns 70 km/tim med MCS och varierande 4 och 6 körfält.

Årsdygnsflöden och reshastigheter som medelvärde över båda riktningarna på länknivå och totalt för Sampers, Samkalk/EVA 2.74 och realtidsdata sammanfattas per länk i Tabell 8 nedan.



Figur 10. E4 Stockholm Hägerstensvägen-Lindhagen.

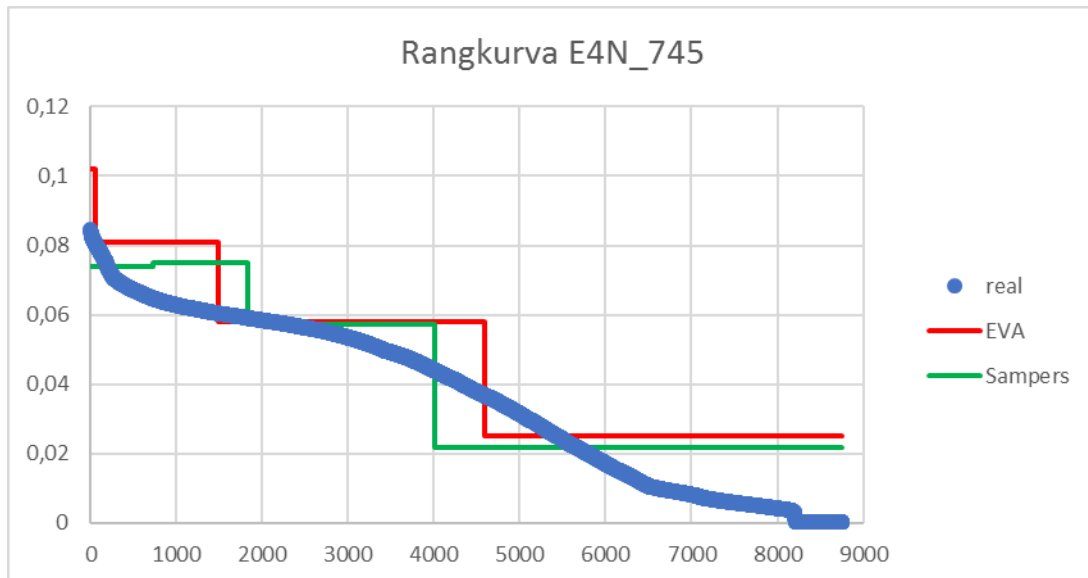
Tabell 8. Hastighetsgräns (HG), längd (km), korrigering för antal körfält enligt Sampers (F\_JUKAP), trafikflöden (ÅDT) enligt Sampers och realtidsdata (2014) och årsmedelreshastigheter (Vå med) enligt Sampers, EVA/Samkalk och realtidsdata.

länk från N till S	HG	Längd	F_JUKAP	ÅDT			Vå med km/t				
				Sampers	2014	Sam/2014	Samp	EVA	2014	Sam/2014	E/2014
165607-165937	70	0,66	1	81763	90450	0,90	55,2	76,2	66,8	0,83	1,14
208019-165607	70	0,4	1	78518	93641	0,84	55,5	76,2	69,9	0,79	1,09
165147-208019	70	0,72	1,1	128219	123545	1,04	47,3	61,1	67,6	0,70	0,90
165050-165147	70	0,51	1,1	126765	118098	1,07	47,6	61,8	69,2	0,69	0,89
164986-165050	70	0,17	1,1	126765	99289	1,28	47,6	61,8	74,1	0,64	0,83
164765-164986	70	0,75	1,1	129697	127620	1,02	46,8	60,3	76,8	0,61	0,78
164440-164765	70	1,25	1,1	124882	113652	1,10	48,0	62,6	65,1	0,74	0,96
tot		4,46			med	1,04			med	0,71	0,94

Det är god överensstämmelse mellan Sampers trafikflöden och realtidsdata. Sampersflödena är i snitt 4 % högre med störst avvikelse mellan Gröndal och Stora Essingen på 28 % (länk 164986-165050).

Sampers ger systematiskt mycket lägre hastigheter än EVA 2.74/Samkalk. Jämför man med realtidsdata ligger Sampers i genomsnitt 29 % lägre och också lägre för alla länkar. EVA 2.74/Samkalk ligger i snitt 6 % lägre än realtidsdata med ganska stora variationer.

Jämförelser har också gjorts av trafikvariationstyp, dvs hur trafiken fördelar sig över årets 8760 timmar. Figuren nedan ger trafikvariationskurva för ett hårt belastat snitt just norr om trafikplats Lindhagen.



Figur 11. Rangkurva/trafikvariation E4 norr station 745.

Både EVA/Samkalk och Sampers överskattar trafiken under årets 1500–2000 mest belastade timmar.

### 3.3 Resultat E6 Åbro - Bäckebo

Sträckan är drygt 14 km lång med trafikflöden mellan 40 och 95 000 f/d enligt Sampers-resultaten. IPA-vägnätet har 20 länkar med start söderifrån i trafikplats Åbro och sedan via trafikplatserna Mölndal, Lackarebäck, Kallebäck, Örgryte, Gårda, Ullevi, Olskroken, Gullberg, Tingstad, Backedal till Bäckebo.

Det är hastighetsgräns 80 km/tim i södra och norra delarna, annars 70 och med varierande 2 till 6 körfält. De centrala, mest belastade delarna har "Göteborg"-MCS med varierande högsta tillåten hastighet.

Årsdygnsflöden och reshastigheter som medelvärde för Sampers, Samkalk/EVA 2.74 och realtidsdata sammanfattas per länk i tabellen nedan. Data avser för realtid sydgående riktning.



Figur 12. E6 Åbro-Bäckebo (IPA/Emmenät).

Det är hygglig överensstämmelse mellan Sampers trafikflöden och realtidsdata. Sampers-flödena är i snitt 10 % högre med stora avvikelser på länkarna 1333980-134279, 207982-135201 och 135201-135475.

Sampers ger på samma sätt som i Stockholm systematiskt mycket lägre hastigheter än EVA 2.74/Samkalk. Jämför man med realtidsdata ligger Sampers i genomsnitt 24 % lägre och också lägre för alla länkar. I Stockholm var motsvarande siffra 29 %. EVA/Samkalk ligger i snitt 10 % högre än realtidsdata med ganska stora variationer.

Tabell 9. Jämförelse modell- och realtidsdata för E6.

Bäckebo-Åbro Emme-länk	HG	kf	ÅDT (f/d) rikt S			V årsmedel (km/tim)					
			Samp	real	S/r	Samp	E/Samp	real	Samp/E	Samp/R	E/R
132195-132502	80	3	29710	23874	1,24	60,8	84,3	85,7	0,72	0,71	0,98
132502-132741	80	3	24880	25192	0,99	65,0	84,2	81,9	0,77	0,79	1,03
132741-207942	80	3	24880	37373	0,67	65,0	84,2	83,9	0,77	0,77	1,00
207942-133138	80	3	29714	35005	0,85	61,5	84,3	82,0	0,73	0,75	1,03
133138-133592	80	3	34250	40791	0,84	58,7	84,2	81,3	0,70	0,72	1,04
133592-133649	80	3	34250	41059	0,83	58,7	84,2	77,5	0,70	0,76	1,09
133649-84001	80	3	34250	29980	1,14	58,7	84,2	82,7	0,70	0,71	1,02
84001-133980	80	2	27156	28787	0,94	56,8	83,7	80,7	0,68	0,70	1,04
133980-134279	70	4	47236	27788	1,70	49,1	74,9	78,9	0,66	0,62	0,95
134279-207983	70	3	42308	49366	0,86	49,5	76,2	68,4	0,65	0,72	1,11
207983-207984	70	3	40112	49366	0,81	50,8	76,2	68,4	0,67	0,74	1,11
207984-207982	70	4	41724	49366	0,85	51,8	76,2	68,4	0,68	0,76	1,11
207982-135201	70	4	41724	21247	1,96	51,8	76,2	60,8	0,68	0,85	1,25
135201-135475	70	3	38404	21247	1,81	51,2	76,1	60,8	0,67	0,84	1,25
135475-135581	70	3	42166	36227	1,16	49,5	75,6	56,5	0,65	0,88	1,34
135581-135696	70	3	42166	50542	0,83	49,5	75,6	49,3	0,65	1,00	1,53
135696-135817	70	3	42166	32448	1,30	49,5	75,6	45,2	0,65	1,10	1,67
135817-207978	70	2	27624	17885	1,54	57,9	76,0	53,7	0,76	1,08	1,42
207978-136673	80	2	25142	29497	0,85	58,5	83,7	78,7	0,70	0,74	1,06
136673-137075	80	2	21554	26626	0,81	61,5	83,8	84,8	0,73	0,73	0,99
	Tot			medel	1,10	55,6	80,3	72,9	0,69	0,76	1,10

Tabellerna nedan ger per detektorstation:

- 2014, 2015, 2016 är andel timmar med data för samtliga körfält givet urvalsrestriktioner (högst 8 timmar utan data för 1 körfält och högst 5 tidsposter med samma data)
- tot är andel timmar med data för åtminstone 1 år
- ådt är realtidsmätt årsdygnstrafik
- Vfri är frifordons hastighet definierat som medianvärde för observationer med flöde <300 f/tim
- Kap är visuellt skatta kapacitetsvärde från realtidsdata
- Timme är maxtimmens flöde i procent av årsdygnstrafik
- Vmed är medelhastighet över året för realtidsdata

Tabell 10. Andel timmar per år och totalt med data, ådt, frifordons hastighet, kapacitet, max-timmens andel av ådt och medelreshastighet per detektorstation.

		3 kf syd Åbro 1049-51	2 kf i Åbro 7523-24	3 kf S Möln- dal 7551-53	3 kf i Möln- dal 7562-64	3 kf syd Lac- karebäck 7581-83	3 kf i Lac- karebäck 7601-03	3 kf syd Kal- lebäck 7611-13	3 kf syd Kal- lebäck 7631-33	3 kf syd Kal- lebäck 7651-53	3 kf syd Kal- lebäck 7671-73	2 kf i Kal- lebäck 1012-13
2014	and tim	0,96	1,00	0,92	0,92	0,60	0,99	0,99	0,98	0,95	0,99	0,00
2015		0,96	0,54	0,53	0,53	0,22	0,51	0,53	0,51	0,51	0,53	0,00
2016		0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	tot	0,99	1,00	0,93	0,93	0,62	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,00
	ådt f/d	25500	21007	37468	37310	35023	34396	41241	39992	41114	41059	
	Vfri km/tim	92,9	85,8	92,8	93,5	89,7	89,2	87,84	87,0	92,6	86,8	
	Kap f/tim	ca 3500?	ca 3000?	ca 4600 ?	ca 4600?	ca 4600	ca 4000?	ca 4500	ca 4500	ca 4500	ca 4500	
	Timme 1 % av ådt	14,0	14,1	12,1	12,1	13,2	11,3	11,0	11,1	10,8	11,0	
	Vmed km/tim	88,0	81,3	82,9	84,6	82,2	81,0	81,34	80,0	84,8	77,5	

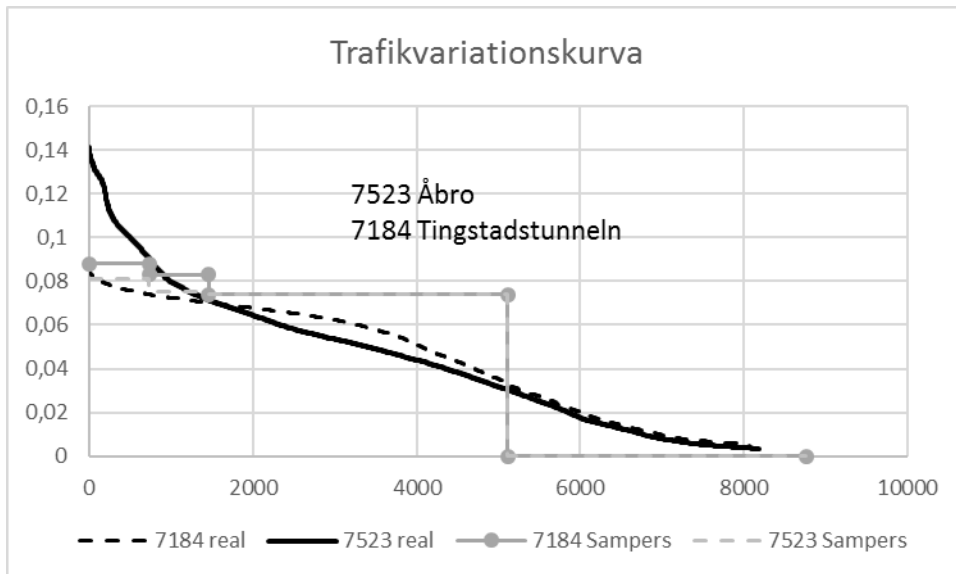
		2 kf i Kal- lebäck 7691-92	2 kf i Kal- lebäck 7711-12	3 kf söder Ullevi 1014-90	2 kf i Ols- kroken 20005-06	2 kf i Gull- berg 7111-12	3 kf i tun- nelns S-de 7104-06	3 kf i tun- nelns N 7184-86	1 kf ramp till tunnel 911	2 kf ramp till tunnel 7151-52	2 kf ramp till tunnel 981-82	2 kf söder Tstadmot 921-22
2014	and tim	1,00	1,00	0,46	0,00	0,66	0,72	0,57	0,00	0,76	0,66	0,57
2015		0,53	0,53	0,98	0,00	0,96	0,95	0,95	0,25	0,92	0,46	0,72
2016		0,00	0,00	0,78	0,00	0,81	0,89	0,84	0,00	0,57	0,00	0,53
	tot	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,25	1,00	0,87	0,95
	ådt f/d	29980	27788	49366		21247	51208	49876	8461	15020	24091	21247
	Vfri km/tim	89,95	84,5	81,1		80,0	74,5	71,2	71,6	73,04	76,9	80,0
	Kap f/tim	ca 3300	ca 3200	ca 4800		ca 2200	ca 4500	ca 4300	8-1000 ?	1650	ca 2200	2200,00
	Timme 1 % av ådt	0,11	11,3	9,8		10,3	8,7	8,6	11,5	0,12	9,2	10,3
	Vmed km/tim	82,71	78,9	68,4		60,8	54,9	44,6	52,6	46,99	58,4	60,8

		3 kf i Tstadmot 931-33	3 kf syd Bac- kadal 1077-79	3 kf syd Bac- kadal 941-43	2 kf i Bac- kadal 951-52		2 kf syd Bäck- kebol 961-62	2 kf i Bäck- kebol 971-72	2 kf i Bäck- kebol 5321-22
2014	and tim	0,40	Kons-	0,71	0,71	saknas	0,25	0,55	0,00
2015		0,53	tiga	0,44	0,59	data	0,48	0,71	0,00
2016		0,52	data	0,58	0,58		0,22	0,52	0,00
	tot	0,92		0,97	0,97		0,73	0,93	
	ådt f/d	31642		32230	26876		28953	22882	
	Vfri km/tim	89,7		92,8	91,0		93,6	89,6	
	Kap f/tim	ca 3200		ca 3200	ca 2800		ca 3300	ca 2000	
	Timme 1 % av ådt	10,1		9,8	10,3		11,4	12,2	
	Vmed km/tim	79,1		83,2	82,9		82,6	89,6	

Frifordons hastigheten varierar mellan 71 och 94 km/tim beroende på hastighetsgräns men framför allt geometri. Det är svårt att bedöma kapaciteter då det är ömsesidiga beroenden mellan sträckorna.

Det är stor skillnad i rangkurvor eller trafikvariationskurvor beroende på framför allt belastning och läge i vägnätet. Lägst årsmaxtimme 8,6 % av ÅDT finns i det mest belastade avsnittet i tunnelns södra del att jämföra med 14 % nere vid Åbro. Detta hanterar varken EVA2.74/Samkalks trafikvariationstyper eller Sampers trafiksituationer. I figuren nedan ges också Sampers trafikvariationskurvor för dessa 2 länkar.

Sampers överskattar trafikflöden under cirka 5000 timmar vid högbelastade Tingstadstunneln. Vid lågbelastade Åbro är det en kombination av över- och underbelastning.



Figur 13. Trafikvariations/rangkurva för 7523 Åbro och 71884 Tingstadstunneln empiriskt, enligt EVA2.74/Samkalk och Sampers.

### 3.4 Trafikplatser

Inga data har hittats för hastigheter/restider eller fördröjningar explicit i trafikplatser. Implicit ger länkkapaciteter mått på kapacitet i anslutande på- och avfarter och ibland sekundärvägs korsningar.

I trafiksäkerhetsavsnittet nedan har väglängder och trafikarbeten jämförts för trafikplatser och huvudmotorväg. I trafikarbete utgör rampsystemen i alla tre näten cirka 12 % av huvudvägens trafikarbete. I väglängd är däremot rampsystemen i de centrala systemen mycket längre än huvudvägssystemen. Här kan det därför eventuellt vara motiverat att bättre modellera dessa.

Tabell 11. Ramp- och motorväglängder och trafikarbeten i analyserade vägnät trafiksäkerhet.

		mv	ramp	r/mv
E6 G	Mfkm	158,5	18,9	0,12
	km	7,8	11,5	1,47
E4 S	Mfkm	212,2	20,8	0,10
	km	4,2	8,1	1,91
E18 S	Mfkm	251,8	22,5	0,09
	km	12,4	1,6	0,13

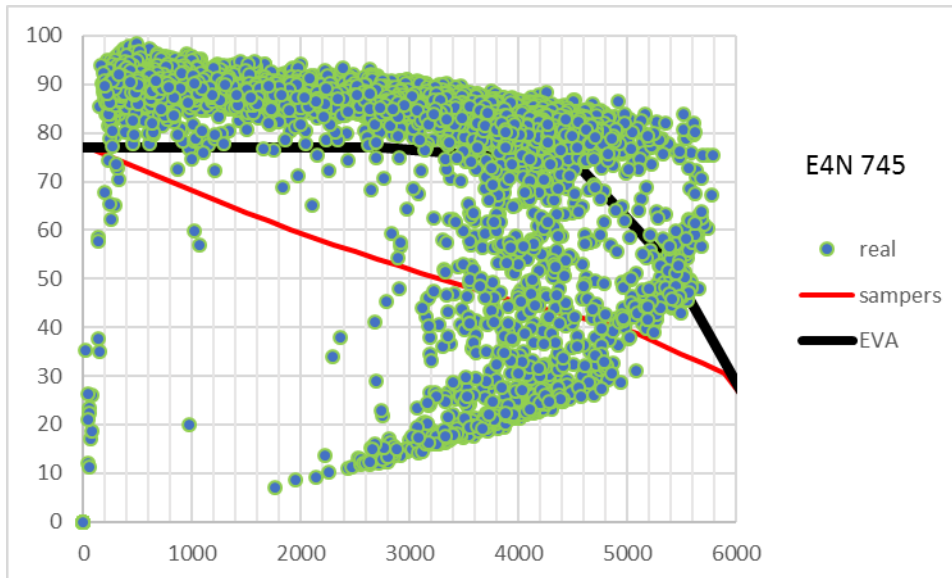
### 3.5 Analys och förslag till utveckling

Sampers ger i båda vägnäten systematiskt betydligt lägre reshastighet på årsnivå än realtidsdata, på E4 i Stockholm 29 % lägre och på E6 i Göteborg 26 % lägre.

Orsakerna till dessa systematiska skillnader är tydliga.

Figur 14 nedan avser en 4-fältssträcka strax norr om trafikplats Lindhagen med 4 körfält varav 2 är genomgående, ett är en påfart och ett är "drop lane", dvs försvinner senare. Den svarta linjen är EVA2.74/Samkalks hastighet-flöde-samband, den röda Sampers och grönblå cirklar realtidsdata på timnivå.

EVA:s samband har rätt form med ett hyggligt kapacitetsestimät. Hastighetsnivån ligger dock cirka 10 km/tim för lågt. Orsaken till detta är att man i underlaget till EVA-modellen använt TMS-data (TMS=Trafikverkets trafikmätningssystem). Dessa saknar i princip mätpunkter på flerfältsmotorvägar i stadsmiljö. Data kommer ifrån genomfarter i mellanstora städer som Borås och lokala sänkningar.



Figur 14. Hastighet – flöde station 745 nordgående strax norr tpl Lindhagen – realtidsdata och modeller.

Sampers-sambandet har samma problem med frifordons hastighet. Sedan tillkommer att korsningstillägget ger en alldeles för stor och felaktig flödeseffekt på hastighet. Motivet för flödeseffekten är att få rätt trafikflöden vid nätutläggningen. Frågan är dock då vad volume delay-funktionen beskriver, knappast reshastighet i fallet motorväg i stadsmiljö.

Det är möjligt och föreslås att realtidsdata används för att ta fram bättre hastighet-flöde samband för EVA/Samkalk för motorvägar i tätortsmiljö. Detta görs förslagsvis genom att:

- sammanställa realtidsdata och TMS-data samt bearbeta dessa till hastighet-flöde data så som skett i denna förstudie
- beskriva de ingående länkarna i datamaterialet efter geometri/miljö och friktion/andel växling.
- analysera hur frifordons hastighet respektive kapacitet beror av denna beskrivning
- justera nuvarande hastighet-flöde samband

Detta underlag kan också användas för att justera nuvarande Sampers-samband. Här återstår ju då frågan hur man vill hantera flödeseffekten. Den är nu för motorväg uppenbart felaktig på länknivå men den sägs ge rätt flöden på systemnivå. Det är dock uppenbart att det är svårförklarbart varför man som nu ska:

- använda Sampers låga hastigheter/långa restider för att räkna på tidsvinster
- använda EVAs högre hastigheter/kortare restider när man skattar trafiksäkerhetspotenseffekter, bränsle- och koldioxid-effekter

Det bör vara rimligare att använda samma resthastighet/restid i båda kalkylerna.

Jämförelser har också gjorts av trafikvariationstyp, dvs hur trafiken fördelar sig över årets 8760 timmar. EVA och Sampers/Samkalks trafikvariationskurvor skiljer sig väsentligt från realtidsdata. Skillnaderna beror främst på trafikbelastning. Det är som för hastighet-flöde enkelt att ur realtidsdata ta fram bättre trafikvariationskurvor för EVA/Samkalk-beräkningar.

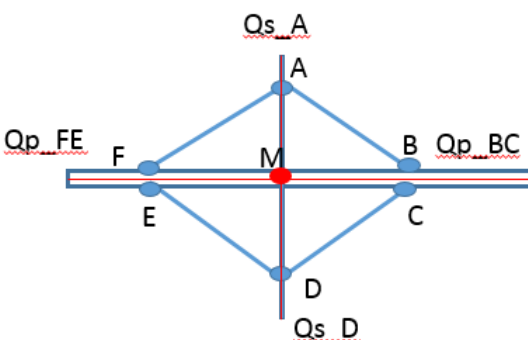
Inga data har varit tillgängliga för att studera reshastigheter på ramper och fördröjningar i korsningar i trafikplatser. Det är uppenbart att t ex sekundärvägs-korsningar nedströms avfart kan skapa stora kapacitetseffekter i motorvägssystem, t ex som i Södra Länken i Stockholm.

Ramplängderna är ofta betydande relativt analyserade system. Trafikarbetena är dock oftast relativt små. Det är relativt enkelt att uppdatera nuvarande mycket schablonartade trafikplatsmodell med en bättre ramplängdsmodell. Detta skulle då ske genom att användaren antingen själv beskriver längd och hastighetsgräns/minsta radie på respektive ramp och korsningstyp i start och slut eller väljer mellan några förutbestämda schablontyper. Modellen beräknar sedan:

- fördröjning pga acceleration och retardation beroende på start- och sluthastigheter
- merrestid pga ramplängd

Man kan också tänka sig att beräkna schablon tillägg i korsningar ungefär som i nuvarande plankorsningsmodell i EVA.

Förslaget illustreras för nedanstående ruter-korsning för avfart vänstersväng från B till A:



Figur 15. Exempel ruter-korsning.

## 4 Trafiksäkerhet

Detta kapitel redovisar hur trafiksäkerhet i begränsade vägnät jämförts och analyserats. Sedan beskrivs baserat på detta förslag till modellutveckling. Kapitlet är uppdelat i

- metodbeskrivning och översikt valda vägnät
- översikt empiriskt olycksutfall
- jämförelse olycksutfall med EVA 2.74 totalt och uppdelat på länk och korsning
- beskrivning av olycksutfall efter läge i vägnät och trafikplatser
- skisser på riskmått för trafikplatsdelar
- sammanfattning
- förslag till utveckling av nuvarande modeller

### 4.1 Metod

Jämförelse av empiriskt utfall och modellresultat enligt EVA 2.74/Samkalk har gjorts för tre begränsade vägnät. Dessa är E 18 Danderyds sjukhus – Arninge i norra delen av Stockholm och E4 Hägerstensvägen – Lindhagen i södra och centrala Stockholm samt E6 Tingstadsmotet – Klarebergsmotet i Göteborg norr om Tingstadstunneln. Trafikplatserna i dessa vägnät har också använts för trafikplatsanalys.

Kriterierna för att välja dessa har framför allt varit att de bedömts varit relativt oförändrade under den använda olycksperioden 2003 – 2013. Detta är ett relativt begrepp i dynamisk storstadsmiljö.

För varje vägnät har följande metodik använts:

- Polisrapporterade olyckor exklusive vilt, fotgängar- och cykelolyckor har knutits till ett NVDB-vägnät med betraktelsesdatum 2012-12-31. Detta hade delvis redan gjorts i TRIST-projektet (Strömgren 2017). Knytningen sker till del i vägnät med följande indelning:
  - genomgående motorväg: påfart
  - genomgående motorväg: avfart
  - genomgående motorväg: mellan ramper i trafikplats
  - genomgående motorväg: mellan trafikplatser
  - påfartsramp
  - avfartsramp
  - sekundärväg: korsning
  - sekundärväg: inom trafikplats mellan sekundärvägs-korsningar

De 4 första betraktas som länkoluckykor och de fyra sista som trafikplatsolyckor i analogi med EVA-modellens uppdelning i länk och korsning.

Anknytningen har gjorts utifrån en manuell bedömning av olycksorsak. I officiell vägnätsanknytning kopplas olyckor inom 10–30 m till närmaste nod. Detta innebär att utredningens metod knyter något fler olyckor till på- och avfart än den officiella metoden. I den senare hamnar en del av på- och avfartsolyckorna i utredningens metod i respektive nod och därmed i trafikplats.

- Trafikflöden på vägnätets olika delar, dvs på motorväg inom och mellan trafikplatser, på ramper och på sekundärväg inom trafikplats, har för E18-vägnätet skattats med hjälp av TMS-data (Trafikverket 2017) och för ramper primärt via expertbedömningar. Dessa avser cirka 2012. För E4 och E6 ändrades metoden till att använda Simairmodell-beräkningarna (Andersson mfl 2014) för 2010. Dessa är kalibrerade mot TMS-värden för länkar men ger dessutom skattningar för ramper. Metoden bedöms vara mer konsistent för rampskattningar. För länkar blir skillnaderna små. Budgetsituationen förhindrade uppdatering av E18-data enligt Simair-metoden.
- Vägtyper, trafikplatstyper och hastighetsgränser bestäms enligt IPA-data (Trafikverket 2013a) för 2014 för tillämpning av aktuella modeller i EVA 2.74/Samkalk (Trafikverket 2015b) för olycksberäkning
- Trafikarbetesskattningar för motorvägs- och sekundärvägslänkar samt för ramper har gjorts med det grova antagandet att trafikflöden enligt ovan kan betraktas som medelvärden över hela tidsperioden 2003–2013. 1,1 har använts för omräkning från fordon till axelpar.
- Slutligen jämförs empiriskt utfall för dödade, svårt skadade och lindrigt skadade för respektive vägnät totalt och uppdelat på länk och trafikplats mot modellresultat med EVA 2.74/Samkalk. Skillnader har signifikant testats med antagandet att variansen i skadeutfall är dubbelt så stort som utfallet och med ensidig signifikansfaktor 1,67.

Vid modellberäkningar har inga justeringar gjorts för EVAs systemeffekt för dödade och svårt skadade. Trafikflödesskattningarna har antagits motsvara medelvärden för tidsperioden. Vägtyper, trafikplatstyper och hastighetsgränser 2014 har använts för hela tidsperioden.

Systemeffekten, ett antagande om 2 % genomsnittlig trafikökning per år och en hastighetsgränsändring på 10 km/tim 2009 med 5 km/tim effektiv effekt skulle modellmässigt ge cirka 10 % fler dödade och 5 % fler svårt skadade. Olycksutfall på sekundärväg har försumrats. Detta har i sammanhanget marginell betydelse.

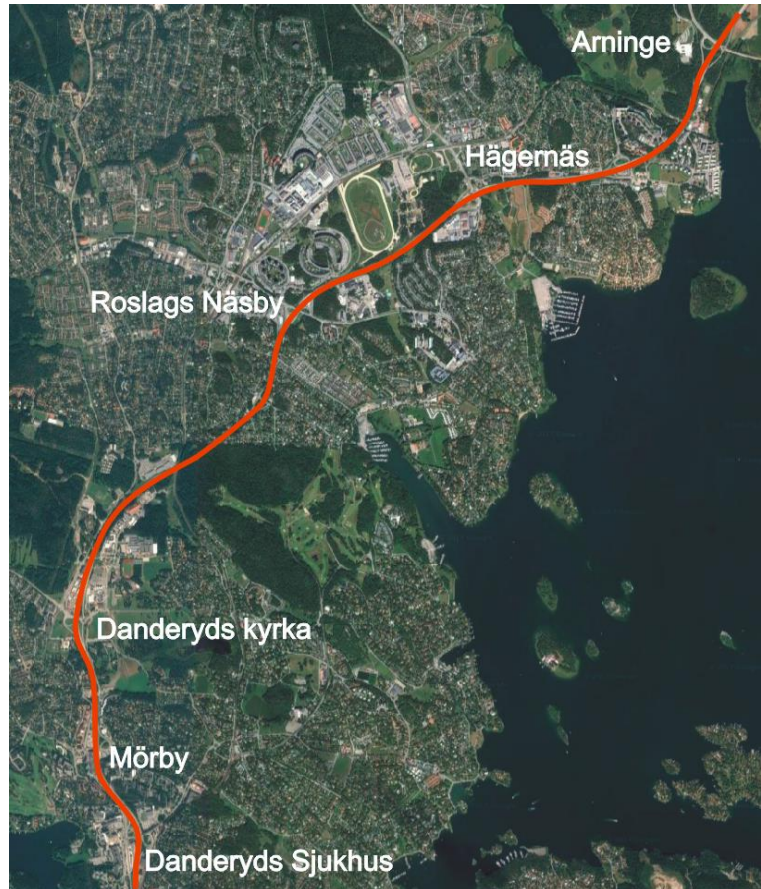
## 4.2 E18 Stockholm Danderyds sjukhus - Arninge

Analyssträckan startar med trafikplats Danderyds sjukhus och sträcker sig norrut upp till och med trafikplats Arninge. Det är 8 trafikplatser.

Längden är totalt 12,4 km räknat från ca 75 m före sydligaste utspetsning/ inledning till ca 75 m efter nordligaste. Ramplängden är 11,6 km och sekundärväglängden 1,3 km.

Sträckan är motorväg med 6 genomgående körfält upp till Hägernäs och sedan 4 körfält. Hastighetsgränsen är nu 80 km/tim.

Trafikflödet (baserat på NVDB och för ramper bedömningar) ligger på drygt 70 000 f/d vid Danderyds sjukhus och sjunker till cirka 40 000 norr om Arninge. Trafikarbetet på E18 är cirka 280 miljoner axelparkm/år (Mapkm/år) baserat på dessa trafikflöden, på sekundärvägar i trafikplatser cirka 4 Mapkm/år och på ramper ca 25 Mapkm/år.



Figur 16. Översikt E18 Danderyd - Arninge.

### 4.3 E4 Stockholm Hägerstensvägen – Lindhagen

Analyssträckan startar med trafikplats Hägerstensvägen och sträcker sig norrut upp till och med trafikplats Lindhagen. Det är 5 trafikplatser.

Längden är totalt 4,2 km räknat från ca 75 m före sydligaste utspetsning /inledning till ca 75 m efter nordligaste. Ramplängden är 8,0 km och sekundärväglängden 0,7 km.

Sträckan är motorväg med 4 genomgående körfält utom runt Fredhäll med 6 körfält. Hastighetsgränsen är 70 km/tim med varierande rekommenderad 50 och 30 enligt MCS.

Trafikflödet (baserat på Simairprojektet) ligger på drygt 140 000 f/d från trafikplats Lindhagen till Fredhäll och sjunker sedan till drygt 90 000 norr om trafikplats Lindhagen. Trafikarbetet på E4 är cirka 227 miljoner axelparkm/år (Mapkm/år) baserat på dessa trafikflöden, på sekundärvägar i trafikplatser cirka 1 Mapkm/år och på ramper ca 23 Mapkm/år.



Figur 17. Översikt E4 Hägerstensvägen-Lindhagen.

#### 4.4 E6 Göteborg Tingstadsmotet - Klarebergsmotet

Analyssträckan startar med Tingstadsmotet strax norr om Tingstadstunneln och sträcker sig upp till och med Klarebergsmotet. Det är 6 trafikplatser.

Längden är totalt 7,85 km räknat från ca 75 m före sydligaste utspetsning/inledning till ca 75 m efter nordligaste. Ramplängden är 11,5 km och sekundärvägs längden 0,8 km.

Sträckan är motorväg med 6 körfält med hastighetsgräns 80 km/tim. Det gjordes också ett försök med varierande hastigheter, som avbröts.

Trafikflöden (baserat på Simairprojektet) varierar från drygt 70 000 f/d söder om Tingstadsmotet till drygt 50 000 strax norr om Klarebergsmotet. Trafikarbetet på E6 är cirka 175 miljoner axelparkm/år (Mapkm/år) baserat på dessa trafikflöden, på sekundärvägar i trafikplatser cirka 3 Mapkm/år och på ramper ca 21 Mapkm/år.



Figur 18. Översikt E6 Tingstad-Klareberg.

## 4.5 Olycksutfall

Det empiriska olycksutfallet, se Tabell 12, omfattar totalt 1077 polisrapporterade olyckor (Ol) med 2 dödade (D), 364 svårt skadade (SS) och 1545 lindrigt skadade (LS). Vilt och cykel- och fotgängarolyckor är exkluderade. Den genomsnittliga skadeföljden (SF) och döds-svårt skadad-följden (DSSf) är 1,59 respektive 0,10. Det totala vägnätet är 59 km med mer än hälften i ramper. Det totala trafikarbetet cirka 2010 är 760 miljoner axelparkilometer (Mapkm) helt dominerat av primärväg med 685 Mapkm.

Tabell 12. Olycksutfall, längder och trafikarbeten för vägnät.

	Ol	D	SS	LS	DSSLS	Skade		Längd (km)						Trafikarbete Mapkm 2010				
						följd	följd	primärväg		ramp	sek	tot	primärväg			ramp	sek	tot
								i tpl	ej tpl				i tpl	ej tpl				
E18 D-A	273	1	71	354	426	1,56	0,17	6,8	5,7	11,6	1,3	25	135	142	25	4	305	
E4 H-L	472	0	65	658	723	1,53	0,09	3,1	1,1	8,1	0,7	13	170	63	23	1	257	
E6 T-K	332	1	27	533	561	1,69	0,05	5,4	2,5	11,5	0,8	20	114	61	21	3	198	
tot	1077	2	163	1545	1710	1,59	0,10	15	9	31	3	59	418	267	68	7	760	

De tre vägnäten skiljer sig markant för DSS-följd, 0,05 för E6 i Göteborg, 0,09 för E4 och 0,17 för E18.

Tabell 13 nedan ger andel olyckor efter olyckstyp för respektive vägnät och totalt.

Antalet olyckor domineras av upphinnande med 59 %, singel med 20 % och omkörning med 12 %. Omkörningsolyckorna ligger nästan helt på E4-sträckan. En förklaring kan vara administrativ att olyckorna klassas olika. Det kan också delvis bero på de höga trafikflödena. E6 har högst upphinnande-andel med 70 %.

Svårt skadade domineras av upphinnande med 47 % och singel med 30 %. Singelolyckorna svarar som upphinnande för 50 % var av dödade. Singel har också klart högst DSS-följd av de motorvägsrelaterade olyckorna.

Tabell 13. Olycksutfall efter olyckstyp per vägnät och totalt.

Olyckstyp andel	E18				E4				E6				Tot					
	Ol	D	SS	LS	Ol	D	SS	LS	Ol	D	SS	LS	Ol	D	SS	LS	SF	DSSf
Avsväng	0,03	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	1,31	0,06
Korsande	0,08	0,00	0,10	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,07	0,07	0,04	0,00	0,05	0,04	1,57	0,11
Mötande	0,01	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	2,00	0,50
Omkörning	0,07	0,00	0,07	0,07	0,24	0,00	0,18	0,23	0,01	0,00	0,00	0,01	0,12	0,00	0,10	0,10	1,45	0,09
Singel	0,31	1,00	0,34	0,22	0,16	0,00	0,25	0,11	0,18	0,00	0,33	0,12	0,20	0,50	0,30	0,13	1,21	0,18
Upphinnande	0,48	0,00	0,39	0,60	0,57	0,00	0,52	0,63	0,70	1,00	0,53	0,77	0,59	0,50	0,47	0,68	1,84	0,06
Varia	0,03	0,00	0,04	0,02	0,02	0,00	0,05	0,02	0,03	0,00	0,00	0,04	0,03	0,00	0,04	0,03	1,87	0,11
Tot antal	273	1	71	385	472	0	65	658	407	1	30	690	1152	2	166	1733		

## 4.6 Jämförelse med EVA 2.74/Samkalk

Jämförelsen sammanfattas i Tabell 14 nedan. De tre första raderna ger utfall för trafikplats, länk och totalt för dödade (D), svårt skadade (SS) och lindrigt skadade (LS) per vägnät och summerat för de tre vägnäten. Nästa tre rader ger motsvarande för det faktiska olycksutfallet för 2003–2013. Därefter redovisas kvoter mellan empiriskt underlag och modellresultat. Slutligen redovisas signifikanser med antagande om att variansen är dubbelt så stor som utfallet. Generellt blir det relativt små tal för DSS.

Tabell 14. Modellresultat och empiri olycks- och skadeutfall uppdelat trafikplats och motorväg för de tre vägnäten och totalt.

		E18-A-D					E4-H-L					E6-T-K					Tot					
		D	SS	DSS	LS	DSSLS	D	SS	DSS	LS	DSSLS	D	SS	DSS	LS	DSSLS	D	SS	DSS	LS	DSSLS	
Modell	trafikplats	1,1	21	22	109	131	1,3	28	29	131	161	0,7	15	15	74	90	3,0	64	67	314	381	
	motorväg	1,3	25	26	409	435	2,1	44	47	670	716	0,8	16	16	257	274	4,3	85	89	1336	1425	
	tot	2,4	46	49	517	566	3,5	72	76	801	877	1,5	30	32	332	363	7,3	149	156	1650	1806	
Empiri	trafikplats	1	32	33	150	183	0	9	9	91	100	0	5	5	99	104	1	46	47	340	387	
	2003-2013 motorväg	0	39	39	235	274	0	56	56	567	623	1	22	23	434	457	1	117	118	1236	1354	
	tot	1	71	72	385	457	0	65	65	658	723	1	27	28	533	561	2	163	165	1576	1741	
emp/mod	trafikplats	0,95	1,50	1,47	1,38	1,40		0,32	0,31	0,69	0,62		0,34	0,33	1,33	1,16	0,33	0,72	0,70	1,08	1,02	
	motorväg	0,00	1,57	1,49	0,57	0,63		1,26	1,20	0,85	0,87		1,41	1,40	1,69	1,67	0,23	1,38	1,32	0,93	0,95	
	tot	0,42	1,54	1,48	0,74	0,81		0,90	0,86	0,82	0,82		0,89	0,88	1,61	1,54	0,27	1,10	1,06	0,96	0,96	
signi- fikans	trafikplats			sign +	sign +	sign +				sign -	sign -	sign -			sign -	sign +	ej			sign +	ej	ej
	motorväg			ej	sign -	sign -				ej	sign -	sign -			ej	sign +	sign +			sign +	sign +	ej
	tot			sign +	sign -	sign -				ej	sign -	sign -			ej	sign +	sign +			ej	ej	ej

För trafikplatsmodellen är utfallet för DSS, LS och DSSL signifikant högt för E 18, signifikant lågt för E4 och ej signifikant för E6. Summerat över alla trafikplatser är DSS-utfallet signifikant högt. Detta resultat är inte oväntat med tanke på att underlag för nuvarande modell jämfört med de komplexa storstadsmiljöerna de här tillämpas på.

För länk är utfallet för motorväg för LS och DSSL signifikant lågt för E18 och E4 samt signifikant lågt för E6. Summerat är DSS och LS signifikant höga.

Summerat länk och trafikplats är DSS-utfallet signifikant högt för E18 men inte i övrigt. LS- och DSSL-utfall är signifikant låga för E18 och E4 men signifikant höga för E6. Totalt är dessa avvikelser inte signifikanta.

### Länkar

Riskmått för motorvägsdelen ger klart högst olyckskvot, DSS-kvot och skadekvot för E4 Hägersten-Lindhagen. Denna sträckan är betydligt mer komplex än de andra med nästan dubbelt så högt trafikflöde, betydligt kortare trafikplatsavstånd och också lägre hastighetsgräns.

Tabell 15. Riskmått per vägnät uppdelat motorväg inom och mellan trafikplats samt totalt.

	HG	ÅDT med		Motorväg												
		f/d	sek	inom tpl			mellan tpl			tot						
		prim	and	ant tpl	tpl/km	Okvot	DSSkvot	Skvot	Okvot	DSSkvot	Skvot	Okvot	DSSkvot	Skvot	DSSf	SF
E18 D-A	80	63719	0,11	8	0,8	0,064	0,020	0,090	0,051	0,009	0,089	0,057	0,014	0,090	0,16	1,56
E4 H-L	70	138152	0,10	5	0,3	0,107	0,015	0,173	1,223	0,165	1,764	0,200	0,027	0,305	0,09	1,53
E6 T-K	80	65869	0,08	6	0,5	0,260	0,014	0,287	0,000	0,000	0,000	0,169	0,009	0,187	0,05	1,10
tot																
										E2.74	70	0,180	0,018	0,279	0,065	1,55
											80	0,086	0,009	0,143	0,060	1,66

E18s olycks- och skadeutfall är signifikant lågt och DSS-utfall signifikant högt jämfört med EVA 2.74. E4s samtliga utfall är signifikant höga. För E6 är olycks- och skadeutfall signifikant höga.

Tabell 16. Signifikanstest totalnivå olyckskvot, skadekvot och DSS-kvot.

	OI	S	DSS
E18 D-A	sign -	sign -	sign +
E4 H-L	sign +	sign +	sign +
E6 T-K	sign +	sign +	ej sign

E18 Danderyd-Arninge och E6 Tingstad-Klareberg har samma hastighetsgräns nu och även i princip historiskt, jämförbara lägen/funktioner i vägnätet och också jämförbara trafikflöden. E6 har nästan 3 gånger så hög olyckskvot, dubbelt så hög skadekvot men mycket lägre DSS-kvot och mycket lägre DSS-följd och skadeföljd. Skillnaderna är svårklarade.

### Trafikplatser

Tabell 17 nedan ger per trafikplats typ av trafikplats enligt VGU, primärvägsläge, antal körfält och hastighetsgräns primärväg, totalt inkommande flöde (f/d) och andel sekundärvägstrafik, olycksutfall enligt EVA 2.74 och empiriskt samt signifikanstest på DSS och DSSLS.

För de totalt 19 trafikplatserna avviker empiriskt antal skadade (DSSLS) från modellen i 12 fall. I 9 av dessa är utfallet högre än modellresultatet.

Tabell 17. Jämförelse modell och empiri olycks- och skadeutfall på trafikplatsnivå.

Väg	Tpl	Typ	Pväg	MV		ÅDT tot	sek and	EVA 2.74 - GCW			Empiri tpl 03-13 - GCW				DSS		DSSLS	
				kf	HG			D	SS	LS	Ol	D	SS	LS	emp/mod	sign	emp/mod	sign
E6	Tingstad	4 klöver	under	4	80	75927	0,06	0,1	2,7	13,5	29	1	5	46	2,2	ej	3,2	sign +
E6	Backedal	4 ruter	under	6	80	74563	0,10	0,1	3,2	16,1	12	0	0	21	0,0	ej	1,1	
E6	Bäckebo	4 ruter	under	6	80	60981	0,04	0,1	1,7	8,6	25	0	0	41	0,0	ej	3,9	sign +
E6	Transportgatan	3 av/på ru	under	6	80	55677	0,03	0,1	1,4	6,9	2	0	0	3	0,0	ej	0,4	
E6	Kärra	4 ruter	under	6	80	60440	0,08	0,1	2,2	11,3	31	0	2	51	0,9	ej	3,9	sign +
E6	Klareberg	3 trumpet	över	6	80	67629	0,16	0,2	3,5	17,9	22	0	2	30	0,5	ej	1,5	sign +
E4	Lindhagen	4rut/klö	över	4	70	121934	0,14	0,3	6,1	28,9	26	0	4	41	0,6	ej	1,3	
E4	Fredhäll	3 rut	över	6	70	133307	0,23	0,4	8,6	40,3	12	0	2	15	0,2	sign -	0,3	
E4	Lilla Essingen	3 rut	över	4	70	146849	0,01	0,1	2,6	12,3	2	0	0	2	0,0	ej	0,1	sign -
E4	Gröndal	3 rut	över	4	70	145044	0,04	0,2	4,6	21,5	14	0	2	19	0,4	ej	0,8	sign +
E4	Hägerstensk.	4 rut	över	4	70	143627	0,08	0,3	6,0	28,3	10	0	1	14	0,2	ej	0,4	sign -
E18	Arninge	rut/klöv	under	4	80	60964	0,28	0,3	4,0	20,4	21	0	6	23	1,4	ej	1,2	
E18	Hägernäs	klöv	över	4	80	52209	0,07	0,1	1,8	9,1	13	0	2	22	1,1	ej	2,2	sign +
E18	Viggbyholm	klöv	under	4	80	57218	0,13	0,1	2,6	13,3	17	0	2	24	0,7	ej	1,6	sign +
E18	Roslags Näsby	klöver	över	4	80	63950	0,17	0,2	3,4	17,2	12	0	7	12	2,0	ej	0,9	
E18	Lahäll	enk/rut	över	4	80	59625	0,02	0,1	1,2	6,3	22	1	7	29	6,1	ej	4,9	sign +
E18	Danderyds K:A	klöv/rut	över	6	80	73651	0,11	0,1	3,3	16,8	21	0	7	25	2,0	ej	1,6	sign +
E18	Mörby	rut/klöv	över	6	80	73103	0,07	0,1	2,7	13,8	3	0	0	6	0,0	ej	0,4	sign -
E18	Danderyds sjuk.	rut/klöv	över	6	80	69035	0,06	0,1	2,3	11,7	8	0	1	9	0,4	ej	0,7	

Jämförs DSS-följder för 70 och 80 km/tim, se Tabell 18, så är de empiriska värdena mycket lägre än modellens. För 70 är skillnaden signifikant och för 80, trots litet material, ett grännsfall. En svaghet i jämförelsen är att inga korrekationer gjorts för systemeffekt.

Tabell 18. Jämförelse empiri och modell för DSS-följd.

HG	Empiri			DSSf		
	D	SS	LS	emp	mod	
70	2	41	342	0,11	0,17	sign -
80	0	9	91	0,09	0,18	ej

## 4.7 Läge i vägnätet

Tabell 19 redovisar hur olyckor, DSS och skadade totalt (DSSLS) fördelar sig på olika delar i de tre studerade vägnäten.

Drygt 60 % av olyckor, dödade och svårt skadade respektive skadade totalt inträffar längs primärvägen på E18 och E6 och över 80 % för E4. Det senare beror på den stora andelen mellan trafikplatser på E4, över 40 %. Resultaten skiljer sig starkt ifrån nuvarande schablonkorrigeringsmodell i Effektkatalogen.

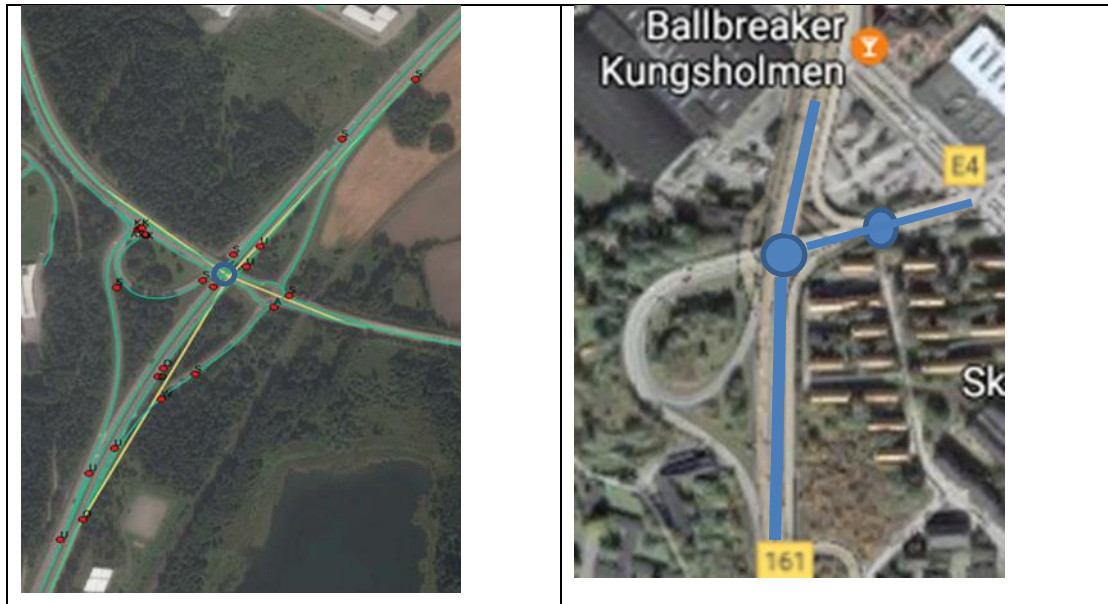
Tabell 19. Fördelning inträffade olyckor i trafikplats och vägnätsdelar.

	Andel								
	OI			DSS			DSSLS		
	E18 A-D	E4 H-L	E6 T-L	E18 A-D	E4 H-L	E6 T-L	E18 A-D	E4 H-L	E6 T-L
pväg i tpl	0,07	0,05	0,21	0,07	0,031	0,18	0,07	0,07	0,19
gen påfart	0,11	0,22	0,16	0,11	0,138	0,14	0,11	0,24	0,18
gen avfart	0,17	0,16	0,26	0,24	0,262	0,32	0,19	0,14	0,27
mellan tpl-er	0,29	0,44	0,00	0,19	0,431	0,00	0,29	0,41	0,00
"primärväg"	0,64	0,86	0,64	0,61	0,86	0,64	0,66	0,86	0,64
påfartsramp	0,12	0,06	0,08	0,10	0,031	0,11	0,13	0,07	0,07
avfartsramp	0,06	0,06	0,14	0,10	0,092	0,14	0,05	0,06	0,16
sekkors	0,17	0,01	0,13	0,19	0,015	0,11	0,15	0,01	0,13
sekv	0,00	0,00	0,01	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,01
tot	273	472	332	72	65	28	426	723	561

#### 4.8 Alternativa riskmodeller för trafikplatser

Nuvarande trafikplatsmodell innebär att en trafikplats i vägnätet modelleras som en punkt. Olyckor i sekundärvägs korsningar och på ramper inom trafikplatsen hanteras som trafikplatsolyckor. Olyckor mellan sekundärvägs korsningar och på motorväg exklusive rampnoder hanteras som länkoluckor. Det verkliga vägnätet modelleras i enlighet med detta. Metodiken illustreras i Figur 19 från trafikplats Arninge på E18. Det gula vägnätet är modellvägnätet enligt IPA med länkar som ansluter till trafikplatsnoden och det ljusblå verkligt vägnät med ramper och sekundärvägs korsningar. De röda cirklarna är olyckor.

I enklare trafikplatser som Arninge för vilken metodiken utvecklats är den rimlig. Det blir besvärligare i mer komplexa miljöer, särskilt när det börjar närma sig motorvägs korsningar. Ett sådant exempel är trafikplats Lindhagen på E4. Det är en komplex trevägstrumpetlösning utan korsande rörelser med mycket stora ramplängder och rampflöden. I modellen beskrivs den som i figuren med en trafikplats och en plankorsning.



Figur 19. IPA-nät och "verklighet" Arninge och Lindhagen.

Lindhagen och ännu mer komplexa trafikplatser har lett till en diskussion om "särkodning". Det skulle för t ex Lindhagen innebära att ramper, av- och påfarter samt sekundärvägs korsningar kodas och ges effektmodeller för trafiksäkerhet och restid.

Sådana modeller finns inte idag. Underlaget för nuvarande plankorsningsmodeller är "vanliga miljöer" normalt med dubbelriktad trafik i alla anslutande vägben och knappast tillämpligt för trafikplatsmiljöer. Empiriska samband för olika typer av ramper och på- och avfarter saknas helt.

Förstudiematerialet kan bara exemplifiera hur sådana trafikplatsdelmodeller skulle kunna tas fram.

Genom att använda Simair-resultaten för trafikflöden har normalvärden för ramper tagits fram uppdelat på påfarts- och avfartsramper. Underlaget är endast cirka 250 miljoner axelparkilometer för respektive grupp. Det tycks finnas en tendens att avfartsramper har högre olyckskvot, DSS-kvot, skadekvot och DSS-följd. Samtidigt är det uppenbart att riskerna bör bero på ramputformning, åtminstone direkt och indirekt, och sannolikt också mer detaljerat på geometri. I ett större material med fler trafikplatser bör det vara möjligt att skatta sådana samband. Detta kan eventuellt även gälla för "plankorsningar" av olika typ.

Tabell 20. Empiri på- och avfartsramper.

		TA	OI	DSS	Skade	Skade	DSS
		Mapkm	kvot	kvot	kvot	följd	följd
påfarts ramp	E18 A-D	152	0,22	0,05	0,40	1,79	0,11
	E4 H-L	13	2,38	0,16	3,72	1,57	0,04
	E6 T-L	123	0,23	0,02	0,33	1,46	0,07
	tot	288	0,32	0,04	0,52	1,64	0,09
avfarts ramp	E18 A-D	119	0,14	0,06	0,19	1,35	0,30
	E4 H-L	10	2,91	0,58	4,56	1,57	0,13
	E6 T-L	106	0,45	0,04	0,82	1,85	0,05
	tot	235	0,40	0,07	0,67	1,59	0,18

I det närliggande TRIST-projektet (Strömgren 2017) har en riskmodell skattats för av- och påfartsolyckor. Det är där gjort på ett större antal trafikplatser i Stockholm och Göteborg. Tyvärr har rampflödesskattningarna i det projektet inte gjort med Simair utan bygger mer på kvalificerade bedömningar. För påfarter har följande modell gett ett  $R^2$  på ca 0,7:

$$\text{Olyckor/Mfkm} = 0,043 \cdot (Q_{\text{på}} / Q_{\text{gen}})^{0,2} + 0,075 \cdot \text{längd(km)}^{1,5}$$

där:

$$Q_{\text{på}} = \text{ÅDT (f/d) påfartsramp}$$

$$Q_{\text{gen}} = \text{ÅDT (f/d) på "inkommande motorväg"}$$

$$\text{Längd} = \text{påfartslängd (km)}$$

Det bör på motsvarande sätt som beskrivs ovan med ett större material och Simair-flödesskattningar gå att ta fram bättre modeller av denna typ.

## 4.9 Sammanfattning och förslag till utveckling

De studerade vägnäten E18 Danderyd-Arninge och E4 Hägerstensvägen-Lindhagen i Stockholm samt E6 Tingstad-Klareberg i Göteborg omfattar totalt 24 km motorväg med 3-6 körfält med hastighetsgräns 70-80 km/tim och 19 trafikplatser med totalt 31 km ramper och 2 km sekundärväg. Motsvarande trafikarbeten är 685, 68 och 7 miljoner axelparkilometer/år. Trafikflödet ligger på E18 och E6 kring 60-70 000 f/d och på E4 kring 130 - 140 000 f/d.

Totalt inträffade under perioden 2003-2013 1077 polisrapporterade olyckor (exklusive cykel, fotgängare och vilt) med 2 dödade, 163 svårt skadade och 1545 lindrigt skadade. DSS-följden skiljer sig markant med 0,05 för E6, 0,09 för E4 och 0,17 för E18.

### Jämförelse länk

Olyckskvot, DSS-kvot och skadekvot är klart högst för E4. Samtliga är jämfört med EVA 2.74 signifikant höga. E18s olyckskvot och skadekvot är signifikant låga och DSS-kvot signifikant hög. E6s olyckskvot och skadekvot är signifikant höga.

### Jämförelse trafikplats

Trafikplatsutfallet för DSS, LS och DSSLS är för E18 Danderyd-Arninge signifikant högt och för E4 Hägerstensvägen - Lindhagen signifikant lågt. För E6 Tingstad-Klareberg är DSS signifikant högt och LS signifikant lågt. För de 19 trafikplatserna är utfallet för DSSLS signifikant högt i 9 fall och signifikant lågt i 3 fall.

### Alternativa delmodeller i trafikplatser

Delmodeller för avfartsramper, påfartsramper och påfarter har skissats på förstudiens empiri. För påfarts- och avfartsramper är normalvärden:

Tabell 21. Utkast på- och avfartsmodell trafiksäkerhet.

	TA Mapkm	OI kvot	DSS kvot	Skade kvot	Skade följd	DSS följd
på	288	0,32	0,04	0,52	1,64	0,09
av	235	0,40	0,07	0,67	1,59	0,18

För påfarter:

$$\text{Olyckor/Mfkm} = 0,043 * (Q_{\text{på}} / Q_{\text{gen}})^{0,2} + 0,075 * \text{längd(km)}^{1,5}$$

där:

$$Q_{\text{på}} = \text{ÅDT (f/d) påfartsramp}$$

$$Q_{\text{gen}} = \text{ÅDT (f/d) på "inkommande motorväg"}$$

$$\text{Längd} = \text{påfartslängd (km)}$$

#### *Förslag till modellutveckling*

Utfallet för både trafikplatser och länkar avviker i de flesta fall signifikant från EVA 2.74/Samkalks modellresultat. Detta är särskilt för trafikplatser inte så märkligt med hänsyn till hur och på vilket underlag modellerna tagits fram. Det är också tydligt att trafikplatsmodellen är mindre lämpad för komplexa trafikplatser. I sådana fall är så kallad särkodning att föredra. Detta förutsätter att modeller tas fram för olika trafikplatsdelar.

Det finns cirka 500 trafikplatser i det statliga vägnätet. Det bör vara möjligt att tillämpa förstudiens teknik med Simairdata för att ta fram en bättre makromodell av nuvarande typ för trafikplatser och också att skapa delmodeller för särkodning för på- och avfarter samt påfarts- och avfartsramp. Det går eventuellt också att modifiera nuvarande plankorsningsmodeller att användas i trafikplatser. Detta projekt förutsätter att:

- trafikplatser kan definieras "automatiskt" i NVDB. Denna utveckling pågår och beräknas bli klar hösten 2017.
- nuvarande IPA-vägnäts trafikplatser kan modifieras till de eventuella skillnader för trafikplatser utvecklingen enligt ovan ger.
- olyckor kan knytas både till trafikplats och trafikplatsdel vilket ingår i utvecklingsprojektet.

## 5 Referenser

- Andersson S mfl. 2014. *Beräkningar av halter, befolkningsexponering och hälsokonsekvenser längs det statliga vägnätet – Nationella modellberäkningar med Simair för år 2013 till Trafikverkets årliga utoärdering*. SMHI rapport 2014–60.
- Brüde, Larsson. 1999. *Trafiksäkerhet i korsningar på det statliga vägnätet*. Studie baserad på K95. VTI. Notat 51–1999.
- Carlsson Arne. 2013. *Översiktlig dokumentation av uppdatering*. EVA. PM 2013-09-24.
- Johansson Östen. 1983. *Trafiksäkerheten i trafikplatser på 2-färlig väg*. Vägverket TU 53.
- Olstam Johan mfl. 2016. *Nya restidsfunktioner med korsningsfördröjning*. VTI rapport 890.
- Olstam J mfl. 2013. *Hastighetsflödessamband för svenska typvägar*. VTI rapport 784.
- Strömghren P. 2017. *Trafikplatser i storstadsmiljö*. Movea version 0.98.
- Trafikverket. 2013a. *Specifikation för indatasystemet IPA*. PM 2013-04-17
- Trafikverket. 2013b. *TRVMB - Kapacitet och framkomlighetseffekter*. TRV 2013:64343
- Trafikverket. 2015a. *Bygga om eller bygga nytt. Kap. 3 – Trafikanalyser*. 2015-04-01
- Trafikverket. 2015b. *Bygga om eller bygga nytt. Kap. 4 – Tillgänglighet*. 2015-04-01
- Trafikverket. 2015c. *Bygga om eller bygga nytt. Kap. 6 – Trafiksäkerhet*. 2015-04-01
- Trafikverket. 2015d. *Bygga om eller bygga nytt. Kap. 7 – Miljö*. 2015-04-01
- Trafikverket. 2017. <http://www.trafikverket.se/tjanster/trafiktjanster/Vagtrafik--och-hastighetsdata/>