

# CHALMERS



## Kostnads- och riskanalys av räckesreparationer inom Vägverket Region Väst

En fallstudie ur beställarens perspektiv

Examensarbete inom civilingenjörsprogrammet Väg- och vattenbyggnad

**TOBIAS HELIN OCH MIKAEL THÖRNBLAD**

Institutionen för bygg- och miljöteknik  
*Avdelningen för geologi och geoteknik*  
*Grupp Väg och Trafik*  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg 2007  
Examensarbete 2007:26



EXAMENSARBETE 2007:26

# Kostnads- och riskanalys av räcketreparationer inom Vägverket Region Väst

En fallstudie ur beställarens perspektiv

Examensarbete inom civilingenjörsprogrammet Väg- och vattenbyggnad

TOBIAS HELIN OCH MIKAEL THÖRNBLAD

Institutionen för bygg- och miljöteknik  
*Avdelningen för geologi och geoteknik*  
*Grupp Väg och Trafik*  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, 2007

Kostnads- och riskanalys av räcketreparationer inom Vägverket Region Väst  
En fallstudie ur beställarens perspektiv  
Examensarbete inom civilingenjörsprogrammet Väg- och vattenbyggnad  
TOBIAS HELIN OCH MIKAEL THÖRNBLAD

© TOBIAS HELIN OCH MIKAEL THÖRNBLAD, 2007

Examensarbete 2007:26  
Institutionen för bygg och miljöteknik  
Avdelningen för geologi och geoteknik  
Grupp Väg och Trafik  
Chalmers tekniska högskola  
412 96 Göteborg  
Telefon: 031-772 10 00

Omslag: Bilden på framsidan visar ett W-räcke på riksväg 44 vid Väne Ryr (FMK trafikprodukter, hemsida), mer om W-räcken finns att läsa i kapitel 3.3.3

Reproservice/ Institutionen för bygg- och miljöteknik  
Göteborg 2007

Cost- and risk analysis based on road barrier repairs performed in Region West  
-a case study from the employer's perspective

Master's Thesis Civil and Environmental Engineering

TOBIAS HELIN OCH MIKAEL THÖRNBLAD

Department of Civil and Environmental Engineering

Division of GeoEngineering

Road and Traffic group

Chalmers University of Technology

## ABSTRACT

Sweden is currently making big investments to reduce the number of accidents and injuries that occur on the national road network. One of the most efficient ways of achieving increased safety for the road users is the use of guard rails. As a result of the ongoing lengthening of guard rails, additional need for repairs will appear. Repair costs tend to vary due to type of barrier and road design parameters.

This report presents the result of a master's thesis conducted in order to analyse the cost of guard rail repairs. The data collected was limited to the reparation costs from ten maintenance areas within Swedish Road Administration office, Western Region. Data has been processed with the intention of analysing and hopefully improving parts of the process concerning guard rails. A model has been created which renders possibilities to optimize guard rail repair costs based on different parameters in the road design.

24 percent of the total costs for guard rail repairs have been paid by the Swedish Road Administration. The remaining cost has been covered by insurance companies and the Swedish Motor Insurers. Half of the costs for the Swedish Road Administration exist because the responsible vehicles are unknown.

To distinguish the most significant parts of the repair costs a classification has been made including: work costs, guard rail material costs and costs for road-closing devices. In proportion to the total repair cost, work costs stands for 44 percent, the guard rail material stands for 32 percent and road-closing devices stands for 23 percent.

The analysis suggest that guard rails of type W are more time-consuming to repair compared to guard rails of type wire. The mean value for repair costs is however about equal for the two different guard rail types. Guard rail type W requires more working time, on the other hand guard rail type wire requires more expensive material costs. The total repair costs for guard rail type wire are expected to be twice as much as the cost for the guard rail type W. This conclusion is a result of the prediction model which is used in this thesis. The main reason for the repair cost differences between the two types of guard rails is the repair frequency needed.

Key words: Guard rails, repairs, costs, Swedish Road Administration

Kostnads- och riskanalys av räckesreparationer inom Vägverket Region Väst  
En fallstudie ur beställarens perspektiv  
Examensarbete inom civilingenjörsprogrammet Väg- och vattenbyggnad  
TOBIAS HELIN OCH MIKAEL THÖRNBLAD  
Institutionen för bygg- och miljöteknik  
Avdelningen för geologi och geoteknik  
Grupp Väg och Trafik  
Chalmers Tekniska Högskola

## **SAMMANFATTNING**

I Sverige pågår för närvarande stora insatser som syftar till att höja säkerheten på landets statliga vägnät. Ett av de mest effektiva sätten att åstadkomma ökad trafiksäkerhet är genom vägräcken. När längden vägräcke ökar kommer också behovet och kostnaden för reparationer av påkörda räcken att öka. Drift- och underhållskostnaderna under vägens livslängd kan variera stort mellan olika räckestyper och den vägmiljö de verkar i.

Detta examensarbete har analyserat tio driftområden inom Vägverket Region Väst utifrån de räckesreparationsfakturer som finns arkiverade på regionkontoret i Göteborg. Databehandlingen har genomförts med syfte att belysa de processer och det sätt på vilket drift och underhåll av vägräcken utförts inom det område som granskats i denna rapport. Genom att upprätta modeller och samband som kan jämföra fördelar och nackdelar hos olika vägutformningsalternativ kan en kvalificerad optimering ske för att minimera reparationskostnaderna. Detta har möjliggjorts genom en prediktionsmodell som genererar rimliga uppskattade värden på reparationskostnader utifrån tillgängligt datamaterial.

24 procent av de totala kostnaderna för de vägräckesreparationer som analyserats har bekostats av Vägverket medan resterande andelar betalats av trafikförsäkringsföreningen och försäkringsbolag. Hälften av Vägverkets kostnader beror på att det varit en okänd förare som orsakat skadan.

För att urskilja de mest kostnadskrävande delarna i räckesreparationer har en indelning gjorts i kostnadsposterna: arbete, räckesmaterial och avstängningsanordningar. Av den totala reparationskostnaden utgör arbete 44 procent, räckesmaterial 32 procent och avstängningsanordningar 23 procent.

De analyser som gjorts med det datamaterial som samlats in visar på att det går fortare att reparera ställineräcken jämfört med W-räcken. Analysen visar också att medelreparationskostnaden för de två räckestyperna är väldigt lika. W-räcket kräver en större arbetsinsats medan ställineräcket genererar högre materialkostnader. Vid en jämförelse mellan ställineräcke och W-räcke i prediktionsmodellen blev resultatet att reparationskostnaderna förväntas bli dubbelt så höga för ställineräcken. Anledningen till detta är att reparationsfrekvensen är dubbelt så hög för denna räckestyp.

Nyckelord: Vägräcken, reparationer, kostnader, Vägverket

# Innehåll

ABSTRACT	I
SAMMANFATTNING	II
INNEHÅLL	III
FIGURER	VI
TABELLER	VI
BILAGOR	VII
FÖRORD	IX
BEGREPPSFÖRKLARING	X
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte, metod och avgränsningar	2
2 VÄGVERKET OCH DRIFT OCH UNDERHÅLL	4
2.1 Drift och underhåll av vägar och gator	5
2.1.1 Historik	5
2.1.2 Sveriges vägnät	6
2.1.3 Svenska vägtransporter	8
2.1.4 Begreppen drift och underhåll	9
2.1.5 Vägverkets prioriteringar och mål	10
2.1.6 Sidoområde	10
2.1.7 Livslängd	11
2.1.8 Trafikanordningar	11
2.1.9 Kommunala gator och vägar	11
2.1.9.1 Det kommunala gatunätet	11
2.1.9.2 Uppbyggnad av gatunät	11
2.1.10 Effekter	12
2.1.11 Ekonomi	13
2.1.12 Ansvar för gatorna	13
2.1.13 Organiseringen av den kommunala väghållningen	14
2.1.13.1 Ingrepp i gatorna	14
2.1.13.2 Konsekvenser för trafikanter, invånare och samhället	14
2.1.13.3 Underhåll av kommunala gator	14
2.1.13.4 Uppföljning av tillståndet	15
2.1.13.5 Mål och standardkrav	15
2.1.13.6 Miljöaspekter på kommunalt gatuunderhåll	15
2.1.13.7 Vinterväghållning	15
2.1.13.8 Kvalitetskostnad/felkostnad	15
2.1.13.9 Strategi för drift och underhåll	16
2.1.13.10 Vägverk	16
2.1.14 Tillämpning av kvalitetssäkring och –styrning vid Vägverkets drift- och underhållsentreprenader.	17

2.1.15	Upphandling och genomförande av drift- och underhållsentreprenader	17
2.1.15.1	Kravtyper	17
2.1.15.2	Entreprenadformer	18
2.1.15.3	Ersättningsformer	18
2.1.15.4	Lagen om offentlig upphandling	18
2.1.15.5	Konkurrens- och upphandlingsstrategier i praktiken	19
2.1.15.6	Kommunerna	19
2.1.16	Vägverkets planering, styrning och uppföljning	19
2.1.16.1	Beställarens stickprov	19
2.1.16.2	Byggmöte och besiktning	20
2.1.16.3	Data	20
2.1.16.4	Optimering	21
2.1.16.5	Miljölagar, miljömål och miljötänkande	23
2.2	Vägverkets samhällsekonomiska kalkylmodell	23
2.2.1	Definition av projektet	23
2.2.2	Identifiera projektets effekter	23
2.2.3	Diskontera respektive kapitalisera till nuvärde	23
2.2.4	Rangordna alternativen	24
2.2.5	Samhällsekonomisk teori	24
2.2.5.1	Effektivitets- och fördelningskriterier	24
2.2.5.2	Samhällsekonomisk kalkyl i Vägverket	25
2.2.5.3	Samhällets övriga nettointäkter	25
2.2.5.4	Revealed preferences	26
2.2.5.5	Stated preferences	26
2.3	Översyn av samhällsekonomiska kalkylprinciper och kalkylvärden på transportområdet	27
2.3.1	Tillämpning	27
2.3.2	Osäkerhet och risk	27
3	ALLMÄNT OM RÄCKEN	28
3.1	Vägräcken och trafiksäkerhet	28
3.2	Räckesstrategi Vägverket Region Väst	29
3.3	Räckestyper	30
3.3.1	Ställineräcken	30
3.3.2	Betongbarriärer	32
3.3.3	Balkräcken	33
3.3.4	Rörräcken	34
3.3.5	Övergång mellan olika räckestyper	35
3.4	Räckesavslutningar	35
3.5	Placering av räcke i sektion	36
3.6	Räcken och drift och underhåll	37
3.6.1	Räckesreparation	37
3.6.2	Billagning	38
3.6.3	Vinterväghållning	38
3.7	Allmänt om 2+1 vägar	38



3.8	Uppföljning mötesfria vägar	40
3.9	Slutsatser av litteraturöversikt	41
4	SKADEHANTERING	42
4.1	Trafikförsäkringsföreningen	42
4.2	Skadehandläggning Vägverket Region Väst	42
5	TEORI OCH PLANERAD ARBETSGÅNG	44
5.1	Beräkningar	44
6	DATAINSAMLING OCH – INFORMATION	46
6.1	Internetbaserade databaser	46
6.1.1	Nationell vägdatabas	46
6.1.2	Info om vägar	47
6.1.3	ÅDT-karta	47
6.1.4	Söktjänster på Internet	47
6.2	Information i de upprättade databaserna	47
6.2.1	Data om räckesreparationer	48
6.2.2	Data om trafikarbete	50
6.3	Felkällor	50
7	RESULTAT OCH ANALYS	51
7.1	Mitträcken	52
7.2	Jämförelse ställineräcke och W-räcke	55
7.3	Ställineräcke	56
7.4	Övriga iakttagelser	58
7.4.1	Olycksfrekvens sidoräcken	58
7.4.2	Olycksfrekvens i raksträcka/kurva	59
7.4.3	Olycksfrekvens för olika räckesavstånd	59
7.4.4	Fotokostnad	59
7.4.5	Olycksfrekvens på 2+1 vägar	60
7.4.6	Räckesskador vintertid	60
7.4.7	Dyra reparationer	60
7.4.8	Reparation av betongbarriär	60
8	DISKUSSION	61
9	YTTERLIGARE FORSKNING	64
10	REKOMMENDATIONER	66
11	REFERENSER	67
11.1	Publikationer	67

11.2	Elektroniska källor	68
11.3	Personlig kontakt	69

## Figurer

Figur 1	Entreprenörers andelar av drift och underhåll (Vägverket, upphandlingsnytt, hemsida)	5
Figur 2	Persontransportarbetets fördelning i Sverige 1998 (Isacsson, 2000)	6
Figur 3	Inrikes godstransporter efter transportsätt 1975-2001 (SCB, hemsida)	7
Figur 4	Fördelning av väglängd och transportarbete på det svenska vägnätet (Isacsson, 2000)	7
Figur 5	Kommunala kostnaderna för väghållning uppdelat på verksamhetsområden (Isacsson, 2000)	12
Figur 6	Trafik- och väghållarkostnader (Isacsson, 2000)	13
Figur 7	Orsaker till felkostnader, brist på engagemang 55 procent, brist på kommunikation 13 procent, brist på kunskap 23 procent, stress 5 procent och övrigt 4 procent (Isacsson, 2000)	16
Figur 8	Olika steg i verksamhetsprocessen vid drift och underhåll av vägar (Isacsson, 2000)	21
Figur 9	Principskiss för framtagning av optimeringsmodell (Isacsson, 2000)	22
Figur 10	Årskostnad som funktion av vägens genomsnittliga tillstånd (Isacsson, 2000)	22
Figur 11	Betalningsvilja för säkerhet (Vägverket, Vägverkets samhällsekonomiska kalkylmodell, 1997)	26
Figur 12	Hypotetiskt antal räddade liv med räckesåtgärder i ytterkurvor på vägnät med ÅDT $\geq$ 2000 och hastigheten 70-90 km/h. (Vägverket Region Väst, 2003)	30
Figur 13	Foton som illustrerar utseendet på fabrikat av ställineräcken som är godkända i Sverige: Från vänster Brifen, Safence, Safe Road och Safety Line (Vägverket, uttryckning på 2+1 väg, hemsida)	31
Figur 14	Safety Line slänträcke (Gunnebo Protection, hemsida)	32
Figur 15	Safety Line kanträcke (Gunnebo Protection, hemsida)	32
Figur 16	Exempel på betongbärräror som är godkända i Sverige: Från vänster GP-link, Flex Bloc och S:T Erik (Vägverket, uttryckning, hemsida)	33
Figur 17	W-räcke (FMK Trafikprodukter, hemsida)	33
Figur 18	Kohlswa räcke (ATA bygg och markprodukter, hemsida)	34
Figur 19	Rörräcke (FMK trafikprodukter, hemsida)	34
Figur 20	Utböjd räckesavslutning (Vägverket, info om räcken, hemsida)	35
Figur 21	Konsekvens av att inte stänga ”räckesfönster” (Vägverket, info om räcken, hemsida)	36
Figur 22	Krockskydd som räckesavslutning (FMK trafikprodukter, hemsida)	36
Figur 23	Länk	44
Figur 24	Histogram över de 744 reparationerna	52
Figur 25	Reparationskostnad per stolpe för ställineräcke	57

## Tabeller

Tabell 1	Driftområden i Vägverket Region Väst	2
Tabell 2	Resultat från uppföljning av mötesfria vägar (Carlsson, 2006)	40
Tabell 3	Studerade driftområden och entreprenörer i Vägverket Region Väst	46
Tabell 4	Summering för de 744 insamlade reparationerna	51
Tabell 5	Kostnadsfördelning för de 744 insamlade reparationerna	51

Tabell 6 Kostnader för krockskydd, Kohlswa, ställineräcke och W-räcke	52
Tabell 7 Jämförelse ställineräcke och W-räcke för de fyra vägtyperna (MV, 4-fältsväg, MLV och MML) och de tre hastighetsgränserna (70, 90 och 110) på huvudväg	53
Tabell 8 Vägverkets del av kostnaden för ställineräcke och W-räcke för de fyra vägtyperna (MV, 4-fältsväg, MLV och MML) och de tre hastighetsgränserna (70, 90 och 110) på huvudväg	53
Tabell 9 Jämförelse mellan olika hastighetsgränser för de fyra vägtyperna (MV, 4-fältsväg, MLV och MML) och de två räcke typerna (ställineräcke och W-räcke) på huvudväg	54
Tabell 10 Jämförelse 90 och 110 km/h för mitträcken (Mitt och SM), W-räcke och MV på huvudväg	54
Tabell 11 Jämförelse vägtyper för de tre hastighetsgränserna (70, 90 och 110) och de två räcke typerna (ställineräcke och W-räcke) på huvudväg	54
Tabell 12 Procentuell jämförelse ställineräcke och W-räcke oavsett vägutformning	55
Tabell 13 Kostnadsjämförelse ställineräcke och W-räcke oavsett vägutformning	55
Tabell 14 Tid för att reparera olika räcke typer, oavsett vägutformning	56
Tabell 15 Jämförelse ställineräcke och W-räcke, mitträcke (Mitt och SM), 110 km/h och MV	56
Tabell 16 Reparationskostnad per stolpe för ställineräcke, sommar och vintertid	57
Tabell 17 Sidoräckespåkörningar på huvudväg	58
Tabell 18 Kostnader för olika avstånd mellan räcke och körbana	59
Tabell 19 Reparationer av ställineräcke på 2+1-vägar oavsett hastighetsgräns, på huvudväg	60

## Bilagor

Bilaga A Karta över Vägverket Region Väst och dess driftområden	i
Bilaga B Vägverkets regioner	ii
Bilaga C Skadeanmälan	iii
Bilaga D Fakturor	iv
Bilaga E Skadehantering - trafikskador	viii
Bilaga F Sektionsritningar	x
Bilaga G Utdrag ur databaserna om räcke reparationer och trafikarbete	xiii



## **Förord**

Detta examensarbete är utfört på civilingenjörsutbildningen Väg- och vattenbyggnad på Chalmers Tekniska Högskola vid Institutionen för bygg- och miljöteknik under hösten 2006 och vintern 2007. Arbetet ingår som en del av doktorandprojektet ”Vägprojektering för minskade drift- och underhållskostnader” och har utförts på Vägverket Region Väst i Göteborg.

Examinator är Gunnar Lannér vid Institutionen för bygg- och miljöteknik vid Chalmers Tekniska Högskola och handledare är Hawzhen Ahmed doktorand vid Högskolan Dalarna.

Vi vill tacka Gunnar Lannér, Hawzhen Ahmed, Arne Carlsson (VTI), Jan Moberg (VV Ssau), Vägverket Konsult i Göteborg, Marie Louise Prahl (VVÄse) och övriga trevliga anställda på Vägverkets regionkontor i Göteborg som bidragit med sin kunskap och hjälp,

Göteborg februari 2007

Tobias Helin och Mikael Thörnblad

## Begreppsförklaring

2+1 väg = en vägtyp som omväxlande har ett eller två körfält i en given riktning med mitträcke, oftast av ställinor. Typerna MML och MLV som beskrivs nedan utgör kategorin 2+1 vägar. Den har mestadels tre körfält på varje given plats, dock två där det växlar körfält. Mittremsan med räcke är normalt ganska smal liksom körfälten, som oftast är smalare än de är på till exempel motorvägar, Wikipedia (hemsida).

AP = axelpar. Ett axelpar är två axlar som normalt finns på en vanlig personbil. Lastbilar kan däremot ha fler axlar. Idag kan antalet axelpar per fordon skattas till 1,08, Edwards med flera (1999).

Diskontering = med diskontering menas kapital som flyttas bakåt i tiden.

Fakturaspecifikation = specificerar i detalj kvantitet och kostnad för det material och arbete som använts vid reparationen.

GPD = grundpaket drift. I grundpaketet ingår tjänster som är av skötselkaraktär, det vill säga rena driftåtgärder samt visst löpande underhåll. Grundpaketets tjänster är utformade så att akuta behov blir åtgärdade utan beställarens ingripande. Som komplement till grundpaketet finns tilläggspaket som kan omfatta större riktat underhåll såsom beläggningsunderhåll, broreparationer, med mera. Dessa tjänster upphandlas oftast separat eller som tilläggsbeställningar när det bedöms vara mera affärsmässigt än att göra en separat upphandling.

Mapkm = miljoner axelparkilometer. Jämför mfk

Mfk = miljoner fordonskilometer. Fkm=antal fordon\*längden (i kilometer) som de kört. Jämför mapkm

MML = mötesfri motortrafikled (motortrafikled mötesfri). En motortrafikled är en väg som i likhet med en motorväg saknar plankorsningar. I Sverige är den normala hastighetsbegränsningen 70 km/h på en motortrafikled utanför tätbebyggt område, men i allmänhet tillåts 90 km/h och inte sällan 110 km/h. På en motortrafikled gäller samma regler om högsta tillåtna hastighet som på en väg som ej är motorväg, medan 110 km/h tillåts på motorväg om ej annat följer av skyltningen. På senare tid har de flesta motortrafikleder byggts om och fått mitträcken vilket innebär att de blir mötesfria. På dessa vägar är då körbanorna växelvis indelade i 2+1 körbana. En motortrafikled är i allmänhet smalare än en motorväg, Wikipedia (hemsida).

MLV = mötesfri landsväg (vanlig väg mötesfri). Landsväg är en typ av väg för fordonstrafik utanför tätortsområde, omfattar bland annat små grusvägar, skogsvägar och länsvägar. Riksvägar, motorvägar och motortrafikleder räknas inte dit. Mötesfri landsväg innebär att mitträcke monterats för att förhindra frontalkrockar, Wikipedia (hemsida).

MV = motorväg. En motorväg är en väg som består av två skilda körbanor med minst två filer på varje körbana, en körbana i vardera riktningen och med en mittremsa emellan. Motorvägar har också planskilda korsningar och särskilda på- och avfarter som ansluter till vägen, Wikipedia (hemsida).

Nollvisionen = betecknar målet att få ner antalet döda och svårt skadade i Sverige på grund av trafikolyckor till noll. Sveriges riksdag beslutade 1997 att nollvisionen skall gälla för trafiksäkerhetsarbetet i Sverige.

Referensalternativ = referensalternativet brukar även kallas nollalternativ och utgörs av befintlig väg.

RP = räckeuppkörning

RR = räckeuppkörning

RR-kvot =  $RR/TA$  = räckeuppkörningskvot

TA = trafikarbete =  $\text{ÅDT} \cdot \text{längd}$ . Är ett mått på hur mycket trafik som trafikerar en sträcka. Kan exempelvis uttryckas i mapkm eller mfm, se ovan.

TFF = Trafikförsäkringsföreningen

TMA = Truck Mounted Attenuators. Tungt skydd som användas till att skydda vägarbetare.

VVP = Vägverket Produktion

ÅDT = årsdygnstrafik. ÅDT är ett mått på trafikflödet. ÅDT-måttet är ett medelvärde som refererar till ett genomsnittligt dygn under ett visst år för ett visst vägavsnitt. Enhet exempelvis fordon/dygn, axelpar/dygn eller lastbilar/dygn.





# 1 Inledning

I Sverige pågår för närvarande stora insatser som syftar till att höja säkerheten på landets statliga vägnät. Allt i enlighet med nollvisionen som sedan 1997 ligger till grund för allt trafiksäkerhetsarbete i Sverige. Ett av de mest effektiva sätten att åstadkomma ökad trafiksäkerhet är genom vägräcken. Sedan införandet av 2+1 vägar 1998 har cirka 150 mil väg byggts om och ställineräcken monterats för att förhindra frontalkrockar. Runtom i Sverige sker dessutom ett intensivt arbete för att skydda trafikanter mot oeftergivliga eller farliga föremål i vägens närhet med hjälp av räcketåtgärder. När längden vägräcke ökar kommer också behovet och kostnaden för reparationer av påkörda räcken att öka. Drift- och underhållskostnaderna under vägens livslängd kan variera stort mellan olika räkestyper och beroende på i vilken vägmiljö de verkar. Det finns ett behov av att redan i planerings- och projekteringsskedet ta mer hänsyn till drift- och underhållsaspekter för att minska kostnaderna under vägens livstid och samtidigt åstadkomma en väl fungerande trafikmiljö.

## 1.1 Bakgrund

Detta examensarbete är en fallstudie inom doktorandprojektet ”Vägprojektering för minskade drift- och underhållskostnader” som utförs av examensarbetets handledare Hawzhen Ahmed. Doktorandprojektet, som utförs vid Högskolan Dalarna, är finansierat av Vägverket inom ramen för Centrum för Drift och Underhåll av Infrastrukturen (CDU) vid KTH.

Detta doktorandprojekt syftar till att systematiskt undersöka drift- och underhållskostnadernas storlek och variation för olika utformningsstandarder. Fältstudier av arbetsmoment för beräkning av drift- och underhållskostnader ingår i projektet. En modell för projektering med perspektiv på drift- och underhållskostnader som en del i anläggningens livscykelkostnad ställs upp och utvärderas, KTH (hemsida).

Kunskapen om vägräcken och deras inverkan på vägkostnaderna är otillräcklig. Säkerhetsmässigt har många analyser gjorts som ger information om vilka följderna blir vid kollisioner mellan fordon och vägräcken under olika förhållanden. Däremot är de ekonomiska aspekterna gällande vägräcken och drift- och underhållskostnader relativt utforskade. Vägverket har till uppgift att tänka långsiktigt gällande både trafiksäkerheten och ekonomi. Som en statlig myndighet förvaltar de vägkapital som bekostas av samhället. Det är därför av stor vikt att fatta beslut utifrån välgrundade uppgifter när kostsamma investeringar skall göras. Uppföljningen som finns gällande vägräcken och deras ackumulerade reparationskostnader är begränsad. Detta examensarbete är en del i en process som förhoppningsvis leder fram till bättre underbyggda beslut vid projektering av vägar försedda med vägräcken i Sverige.

## 1.2 Syfte, metod och avgränsningar

Genom att upprätta modeller och samband som kan jämföra olika alternativs fördelar och nackdelar kan en kvalificerad optimering ske för att minimera räckesreparationskostnaderna. Detta examensarbete kommer att beräkna räckesreparationskostnader och risker för att reparation av räcke skall behövas. Detta görs för olika typer av räcken vid olika vägutformningar. Databehandlingen har genomförts med syfte att belysa de processer och det sätt på vilket drift och underhåll av vägräcken utförs inom det område som valts ut för granskning.

Räckesreparationsfakturer från hela Vägverket Region Väst finns arkiverade vid regionkontoret i Göteborg. Avsikten är att granska dessa fakturer ingående och notera viktig information som kan bearbetas och ligga till grund för analys och utvärdering av räckesreparationer.

Eventuellt kommer ytterligare examensarbeten göras för andra regioner enligt den modell som skapas och de idéer som föreslås. Analyser av datamaterialet som insamlas skall generera lärdomar som kan implementeras för att bidra till en positiv utveckling av området väg- och trafikutformning. Doktorandprojektet kommer tillämpa resultaten från denna rapport i en livscykelkostnadsanalys.

Eftersom examensarbetet utförts på regionkontoret för Vägverket Region Väst har en naturlig avgränsning blivit att i första hand undersöka skador som skett inom Region Väst. Det finns 32 driftområden i Region Väst, se karta i Bilaga A. Dessa är uppdelade på fem distrikt enligt nedan.

Tabell 1 Driftområden i Vägverket Region Väst

<b>Distrikt</b>	<b>Karlstad</b>	<b>Vänernborg</b>	<b>Mariestad</b>	<b>Göteborg</b>	<b>Halmstad</b>
Driftområde	Sysslebäck	Norra Dalsland	Mariestad	<b>Kungälv/Tjörn</b>	<b>Ulricehamn</b>
	Fryksdalen	Södra Dalsland	Skövde NO	Vårgårda- Herrljunga	Svenljunga
	Bergslagen	Norra Bohuslän	Skövde SO	<b>Göteborg</b>	<b>Varberg</b>
	Arvika	Lysekil	Vara	<b>Borås</b>	<b>Falkenberg</b>
	Kil	Uddevalla/Orust	Skara	<b>Landvetter</b>	Hylte
	Kristinehamn	Trollhättan	Falköping	<b>Kungsbacka</b>	<b>Halmstad</b>
	SV Värmland				<b>Laholm</b>

I denna fallstudie har data från de tio driftområden som är markerade med fet text i Tabell 1 behandlats. Den avgränsning som gjorts är med hänsyn till de ingående vägarnas storlek och betydelse för transportbehovet. Ytterligare avgränsningar som gjorts beskrivs i detalj under aktuella avsnitt.

## 2 Vägverket och drift och underhåll

Vägverket är en statlig myndighet och inriktningen på dess verksamhet bestäms således av riksdag och regering. Vägverket har fyra huvuduppgifter:

### Sektorsuppgifter:

- Att driva på utvecklingen av vägtransportsystemet. Till sektorsuppgifterna hör också det övergripande ansvaret för trafiksäkerhetsfrågor, alla miljöfrågor som är knutna till vägtransportsystemet, handikappanpassning av väg- och kollektivtrafiken samt ansvar för utvecklingen av kollektivtrafiken.

### Myndighetsutövning

- Att ta fram och tillämpa regler för fordon, körkort, trafikmiljö och yrkestrafik samt att handlägga ärenden om statsbidrag.

### Statlig väghållning

- Att utveckla och förvalta det statliga vägnätet i rollen som beställare. Vägverket ska också utöva tillsyn över kommunernas väghållning.

### Produktion

- Att utföra projektering, byggande, drift och underhåll på beställning av Vägverket eller andra. I produktionen ingår även övrig uppdragsverksamhet, till exempel försäljning av information ur vägtrafikregistret.

1992 infördes en förändring som innebar att Vägverket delades in i en beställare- och en utförardel, att Vägverkets produktionsavdelning skulle bolagiseras samt att drift och underhåll av vägarna skulle gradvis skulle upphandlas i konkurrens. I samband med omorganisationen upphörde de 24 vägförvaltningarna och istället skapades sju regioner, för karta över regionerna se Bilaga B:

**Region Norr (VN)** – Norrbottens och Västerbottens län.

**Region Mitt (VM)** – Dalarnas, Jämtlands, Västernorrlands och Gävleborgs län.

**Region Mälardalen (VMN)** – Uppsala, Södermanlands, Örebro och Västmanlands län.

**Region Stockholm (VST)** – Stockholms och Gotlands län.

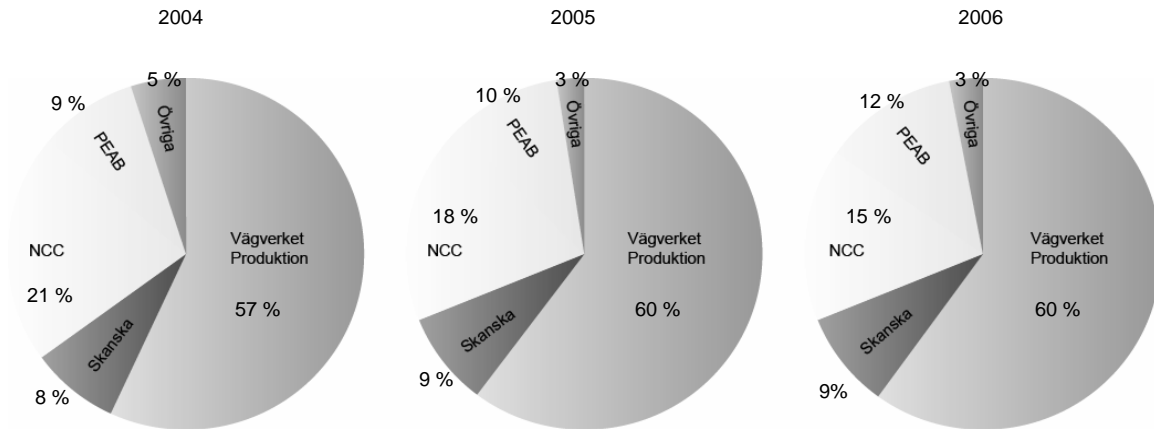
**Region Väst (VVÄ)** – Västra Götalands, Hallands och Värmlands län. (Västra Götaland består av före detta Göteborgs och Bohus, Älvsborgs och Skaraborgs län.)

**Region Sydöst (VSÖ)** – Östergötlands, Kalmar, Kronobergs, Jönköpings och Blekinge län.

**Region Skåne (VSK)** – Skåne län. (före detta Malmöhus och Kristianstads län).

Vägverket Region Väst har regionkontoret i Göteborg och det finns lokalkontor i Göteborg, Halmstad, Karlstad, Mariestad och Vänersborg.

Vägverket Produktion innehar år 2006 ansvar för 60 procent av Vägverkets driftområden enligt väglängd, se Figur 1 nedan.



Figur 1 Entreprenörers andelar av drift och underhåll (Vägverket, upphandlingsnytt, hemsida)

Att samma entreprenör innehar en stor del av marknaden är fördelaktigt gällande enhetlighet och innebär samarbetsfördelar då närliggande områden kan dela maskinpark och effektivisera logistiken. Men att en enskild aktör innehar en alltför stor del av marknaden är ofördelaktigt ur konkurrenssynpunkt.

Drift och underhåll av statliga vägar kostar enligt Vägverket (*utvärdering GPD, 2000*) omkring 5,5 miljarder kronor per år. Regeringen har i regleringsbrevet för 2007 beslutat om en höjning av anslagsposten för drift och underhåll med 100 miljoner kronor. Ökade satsningar på drift och underhåll ansågs angeläget för att inte riskera gjorda investeringar.

## 2.1 Drift och underhåll av vägar och gator

I detta kapitel redovisas faktakunskaper som inhämtats genom litteraturstudier från Isacson (2000) Kapitlet syftar till att skapa en allmän förståelse och inblick i grundläggande delar av området drift och underhåll.

### 2.1.1 Historik

Vägar har funnits i olika former under hela människans historia. Fynd gjorda i södra England år 1970 tyder på att den äldsta anlagda vägen byggdes år 3807 före Kristus. Den bestod av brädor lagda ovanpå pålar och var avsedd för gångtrafik. Allteftersom

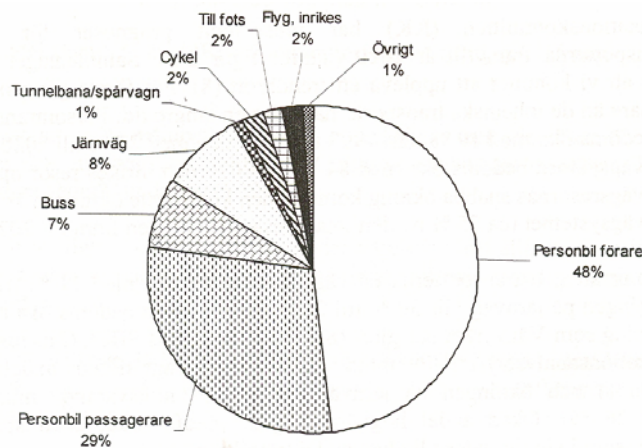
människans behov och vilja att transportera sig ökat har också vägarna utvecklats i antal och kvalitet.

Fram till år 1350 var vägbyggandet i Sverige ett frivilligt arbete som utfördes av dem som hade nytta av vägen. Men enligt Magnus Erikssons landslag skulle varje bonde anlägga byvägar i förhållande till sin andel i byn, medan häradsrätten avgjorde vem som skulle bygga allmänna vägar och hur de skulle byggas. Allt vägunderhåll sköttes av markägarna, det vill säga bönderna. Vid vägsyn, som utfördes av länsman eller häradshövdingen, kontrollerades arbetena.

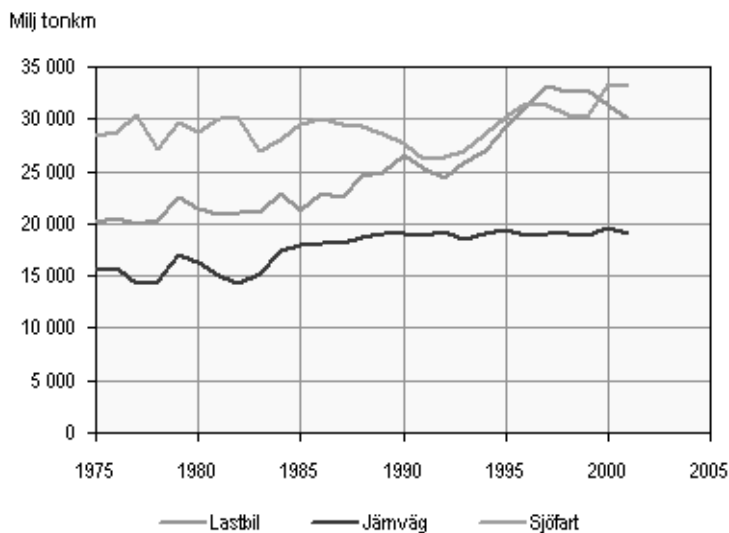
Statliga medel började investeras i större väg- och brobyggnadsprojekt i mitten av 1700-talet, vilket slutligen resulterade i uppförandet av ett centralt ämbetsverk år 1841 ”Styrelsen för allmänna väg och vattenbyggnader”, som kan sägas vara föregångaren till dagens Vägverk. I samband med bilarnas ökande antal på 1920-talet påbörjades en drastisk upprustning av vägnätet. Veglängden ökade snabbt fram till 1960-talet för att därefter avta mot en konstant nivå.

### 2.1.2 Sveriges vägnät

Merparten av transportererna i Sverige är vägtransporter. Av persontransportarbetet genomfördes under 1998 nästan 88 procent på väg. Av godstransporter gjordes 55 procent på väg, se Figur 2 och Figur 3.

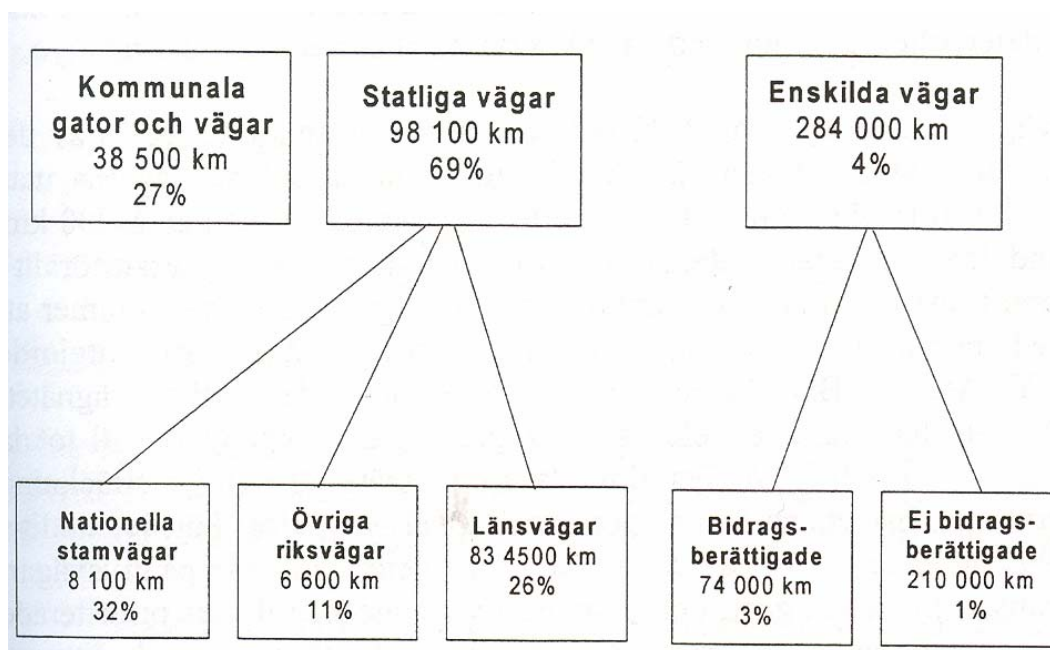


Figur 2 Persontransportarbetets fördelning i Sverige 1998 (Isacsson, 2000)



Figur 3 Inrikes godstransporter efter transportsätt 1975-2001 (SCB, hemsida)

Av det totala svenska vägnätets längd utgör det statliga vägnätet cirka 1/4, enskilda vägar cirka 2/3 och kommunala gator och vägar knappt 1/10. Men som Figur 4 visar utförs majoriteten av transportarbetet på de statliga vägarna. Statliga vägar sköts av Vägverket, kommunala vägar sköts av respektive kommun, medan enskilda vägar är sådana som sköts av privata fastighetsägare och andra delägare.



Figur 4 Fördelning av väglängd och transportarbete på det svenska vägnätet (Isacsson, 2000)

Efter år 1960 har investeringar i vägnätet huvudsakligen gjorts för att förbättra kvaliteten på befintliga vägsträckor snarare än att bygga nya. Ett sätt att göra detta är att belägga befintliga grusvägar med slitlager av asfalt. Det statliga grusvägnätet utgör cirka 22 procent av det totala statliga vägnätet. Av det totala vägnätet i Sverige är cirka 3/4 utan beläggning. Majoriteten av grusvägarna finns i de nordliga länen och på grund av bristande ekonomiska resurser prioriteras dessa vägar inte.

Vägverket ansvarar för planering, byggande och drift och underhåll av det statliga vägnätet, som utgörs av nationella stamvägar, övriga riksvägar och länsvägar. Det nationella stamvägnätet utgörs av de ur riksperspektiv mest betydelsefulla vägarna, till exempel europavägar samt vägar som förbinder storstadsområden. Till riksvägar räknas stamvägarna men även något mindre vägar som förbinder olika typer av centra med varandra. De har vägnummer i intervallet 1-99. Länsvägar indelas i primära, sekundära respektive tertiära länsvägar, där primära länsvägar är viktigast av de tre. De har nummer i intervallet 100-499, sekundära och tertiära länsvägar har vägnummer 500 och högre. Grusvägar klassificeras som sekundära och tertiära länsvägar. För utförligare beskrivning se Isacson (2000).

### 2.1.3 Svenska vägtransporter

Det finns krav på att det investerade vägkapitalet skall förvaltas på ett effektivt sätt. Möjligheterna att objektivt mäta vägnätets tillstånd ökar på grund av datorernas ständiga utveckling.

År 1998 angav riksdagen fem delmål gällande transportpolitiken.

- Tillgängligt transportsystem
- Hög transportkvalitet
- God miljö
- Säker trafik
- Regional utveckling

Syftet med dessa delmål är att säkerställa en samhällsekonomisk effektivitet och hållbar transportförsörjning för invånarna och näringslivet.

*Tillgängligt transportsystem* definieras av hur lätt medborgare, näringsliv och offentliga organisationer kan överbrygga avstånd i samhället.

*Hög transportkvalitet* innebär att säkerställa god standard på statliga vägar.

Med *god miljö* menas att transport systemet skall utformas och dess funktion skall anpassas till miljöbalkens krav på god och hälsosam miljö för alla, där natur- och kulturmiljö skyddas mot skador.

Huvudmålet med *säker trafik* är att vägen skall utformas på ett sådant sätt att ingen dödas eller skadas allvarligt till följd av en trafikolycka (nollvisionen).



Transportsystemet skall medverka till en positiv *regional utveckling* och utjämna skillnader i möjligheter till utveckling i olika delar av landet och motverka nackdelar av långa transportavstånd.

De viktigaste offentliga aktörerna inom vägtransport systemet är: Vägverket, kommunerna, länsstyrelserna, polisen, frivilligorganisationer, naturvårdsverket, enskilda väghållare.

Vägverkets uppdrag beskrevs ovan i detta kapitel.

Kommunerna är ansvariga för den kommunala samhälls- och trafikplaneringen och för den kommunala väghållningen samt för lokala trafikföreskrifter och parkeringsfrågor.

Länsstyrelsens uppgift är att samordna de statliga, landstingskommunala och kommunala verksamheterna i länet. De företräder staten gentemot kommunerna. De ansvarar för planering och investeringar på statliga vägar. Polisen står bakom det nationella trafiksäkerhetsprogrammet tillsammans med exempelvis Vägverket. De ansvarar bland annat för trafikövervakningen. Frivilligorganisationer kan till exempel vara handikapporganisationer, de är framför allt informations- och opinionsbildande.

Naturvårdsverket skall vara samlade och pådrivande inom miljöarbete samt arbeta för en miljöanpassad samhällsutveckling. De enskilda väghållarna ansvarar för väghållningen på de mindre vägarna

#### **2.1.4 Begreppen drift och underhåll**

Det existerar inga allmänt vedertagna definitioner av begreppen drift och underhåll av gator och vägar. Det är ej heller självklart hur dessa två begrepp förhåller sig till varandra. I regler för underhåll och drift (RUD) från 1990 fastslås enligt Isacsson (2000):

”Med drift avses erforderliga åtgärder för att vägar, broar och andra trafikanläggningar ständigt skall ha de funktionella egenskaperna som de är utformade för.”

”Med underhåll avses utförandet av åtgärder som syftar till att återföra egenskaperna hos konstruktionen, anläggningen eller anordningen till den nivå som avsetts vid det ursprungliga uppförandet eller vid senare förbättring.”

Ett annat begrepp som ibland används är skötsel av vägar och kan definieras som ”åtgärder för att hålla funktioner över en viss nivå utan att göra några byggnadsinvesteringar.”

Enligt Isacsson (2000) avses med drift och underhåll åtgärder som syftar till att kortsiktigt upprätthålla trafiksäkerhet, tillgänglighet och framkomlighet på vägar och gator. Till driftåtgärder hör arbeten som har kortare varaktighet än ett år, är svåra att planera såväl i tid som till volym och som krävs för att framkomlighet och funktion skall uppnås. Exempelvis snöröjning, halkbekämpning, skötsel av belagda vägar med mera hör till driftåtgärderna.

Med underhåll av gator menas insatser av långsiktig karaktär och med målet att bevara investerat kapital samt att motverka förtida förslitningar och åldrande för att upprätthålla anläggningens önskade egenskaper. Åtgärderna kan planeras i både tid och volym. Exempel på detta är beläggningsunderhåll, dikningsarbeten, underhåll av trummor med mera.

### **2.1.5 Vägverkets prioriteringar och mål**

Vägverkets prioriteringar beträffande drift och underhåll är:

- Vinterväghållning
- Underhåll och drift av belagda vägar, broar, tunnlar, färjleder
- Underhåll och drift av grusvägar
- Underhåll och drift av sidoområden, sid oanläggningar och vägutrustningar

Förknippade med ovanstående prioriteringar finns mål och krav uppställda, se Isacson (2000).

Anslagen för drift och underhåll har legat på en låg nivå under lång tid vilket lett till ett eftersläpande underhålls- och rekonstruktionsbehov på det statliga vägnätet. De negativa effekterna är stora och har lett till att det investerade kapitalet har förbrukats samt att trafikantens kostnader ökat.

En offentlig väghållare får sällan tillräckligt med pengar för att följa den totalt optimala underhållsstrategin. Därför väljs den underhållsstrategi som med tillgängliga medel ger lägsta trafikantkostnaden samtidigt som den uppfyller kraven på lägsta acceptabla tillstånd.

Drift och underhåll har av tradition varit ett lågstatusområde med mycket små eller obefintliga insatser för utveckling och utbildning. Det finns därför flera områden där kunskapsbehovet är stort.

### **2.1.6 Sidoområde**

Vägens sidoområde omfattar normalt 0,5 meter utanför slänten i jordbruksmark och 5 meter i skogsmark. Av trafiksäkerhetsskäl är sidoområdet på vissa vägar breddade och mjukgjorda det vill säga fria från större stenar och träd upp till 8 meter från väggkant. Inom sidoområdet finns anslutande vägar, slänter, diken, trummor, vägmärken, kantstolpar, buskar, träd, gräs och blommor. Detta kräver skötsel så att inte diken och trummor växer igen och tappar sin för väggkroppens livslängd så viktiga funktion, att leda bort vatten från väggkonstruktionen. Den planerade bärigheten försämras drastiskt när det förekommer vatten i väggkroppen.

Väg- och dikesslänter måste hållas rena från buskar och annan hög växtlighet, dels för att erbjuda en god sikt på såväl huvudvägen som på anslutande vägar, dels för att vattnet ska kunna rinna fritt ur väggkroppen och i diken. Slätter och röjning sker regelbundet under växtperioden.

Kantstolpar, reflexer och skyltar ger tillsammans en god körledning. För att säkerställa funktionen krävs en regelbunden rengöring med vatten och borste, utbyte och justering.

### **2.1.7 Livslängd**

Nedan beskrivna krav måste vara uppfyllda för att en vägkonstruktion skall uppnå sin beräknade livslängd:

- *Effektiv avvattning av ytan.* Stående vatten på vägbanan påskyndar nedbrytningsförloppet. Det är därför viktigt att vid vägkonstruktion ge ytan en sådan lutning att vattnet rinner av. Det krävs ett regelbundet underhåll för att hålla ytan fri från annat som kan hindra vattnets avrinning, till exempel gräskanter, sandningsmaterial, med mera.
- *Impermeabelt ytlager.* Impermeabelt ytlager krävs för att hindra vatteninträning i vägkroppen.
- *Funktionell vägkonstruktion.* Funktionen hos diken, ledningar och brunnar ska säkerställas genom regelbunden tillsyn, inspektion och planering för att de i rätt tid skall kunna bytas ut och rensas.

### **2.1.8 Trafikanordningar**

Exempel på trafikanordningar är vägmärken, vägmarkeringar, trafiksignaler, avstängningsanordningar med mera. Med trafikledningsanordningar avses förutom ovanstående även visuell ledning hastighetsdämpande anordningar, belysningsanordningar, utrustning för insamling av data med mera. Ett sammanfattande begrepp för de ovan uppräknade anordningarna är vägutrustning.

Drift- och underhållsåtgärder på vägar och gator kräver särskilda trafikanordningar för att kunna genomföras på ett effektivt sätt med en acceptabel störning av trafiken. Därför upprättas alltid en trafikanordningsplan som visar hur trafiken ska ordnas och vilka avstängningar och skyltar som ska användas.

### **2.1.9 Kommunala gator och vägar**

De flesta resor och transporter startar och slutar på en kommunal väg. Kommunernas gator och vägar är därför en viktig del i såväl det nationella som regionala och lokala transportsystemet.

#### **2.1.9.1 Det kommunala gatunätet**

Kommunerna sköter ungefär 56 000 km gator och vägar för cirka 3,6 miljarder kronor (mdkr) per år. Dessutom investeras det omkring 1,2 mdkr per år. Detta kan jämföras med att Vägverket sköter 98 000 km vägar och investerar för 6,7 mdkr, år 1997.

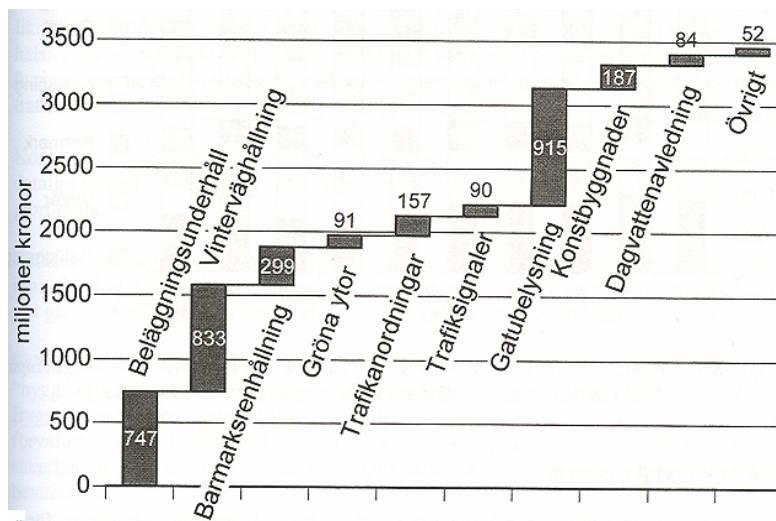
#### **2.1.9.2 Uppbyggnad av gatunät**

Bilnätet indelas i huvudnät och lokalnät. Huvudnätet består av genomfart/infart och övriga länkar. På samma sätt finns funktionsindelning av bussnät, utryckningsnät,

gångnät och cykelnät. Drift- och underhållskraven är större på huvudnätet än på lokalnätet.

Kommunerna har alltså en stor mängd lågtrafikerade gator, som inte slits ned av trafiken utan bryts ned av andra faktorer som till exempel ålder, ogräs och grävningsarbeten.

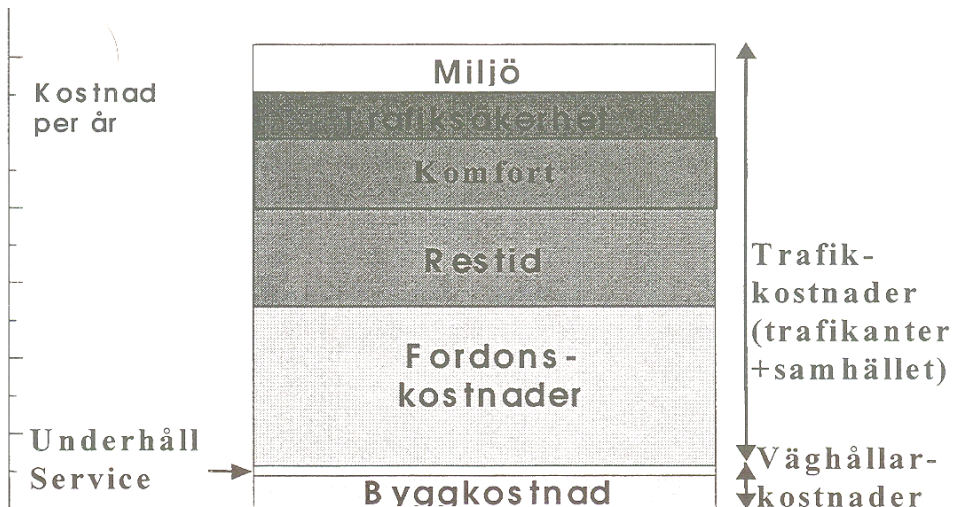
Drift- och underhållskostnaderna fördelar sig med ungefär en fjärdedel vardera på vinterväghållning, gatubelysning, beläggningsunderhåll och övriga verksamheter, se Figur 5.



Figur 5 Kommunala kostnaderna för väghållning uppdelat på verksamhetsområden (Isacsson, 2000)

### 2.1.10 Effekter

En väghållare vill kunna jämföra sina kostnader för att förbättra en väg mot trafikantens nytta med den förbättrade vägen. För att kunna göra detta krävs att tillståndet kan översättas till trafikeffekter och trafik kostnader. De trafikeffekter som är intressanta för trafikanter och samhälle är bland annat fordonskostnader, restid, komfort, buller etcetera, se Figur 6. Det svåra är att omvandla detta till siffror som kan jämföras.



Figur 6 Trafik- och väghållarkostnader (Isacsson, 2000)

Studier har visat att vägytans standard påverkar trafiksäkerheten i väldigt liten utsträckning. Det kan till och med vara så att körning på ojämn och spårig väg gör bilisten mer uppmärksam jämfört med om den kört på en väg med god standard.

Spår, dåligt tvärfall och andra ojämnheter kan orsaka trafiksäkerhetsproblem, främst vid vått väglag och vinterväglag, medan de vid torr barmark är av mindre betydelse. Vid regn ansamlas vatten i spår och ojämnheter med risk för vattenplaning som följd och vintertid är dessa spår svåra att hålla rena från is. De viktigaste faktorerna som påverkar vattenplaning är vattendjup, fordonets hastighet, däckets mönsterdjup och belägningens textur.

### 2.1.11 Ekonomi

Som hjälp vid beslutsfattande gällande tidpunkt för utförande av drift- och underhållsåtgärder används ekonomiska modeller. Dessa modeller kräver stora mängder kostnadsdata. De kostnader som oftast tas med är drifhållarens drift- och underhållskostnader, trafikantens tidskostnader, trafikantens fordonskostnader, trafikantens olyckskostnader och externa miljökostnader. Utifrån detta kan en samhällsekonomisk analys utföras för att se om eller när en åtgärd skall göras för att den skall vara lönsam.

### 2.1.12 Ansvar för gatorna

Kommunerna ansvarar i regel för gator och vägar i tätorterna och staten för de allmänna vägarna på landsbygden. Vägverket sköter dock normalt även de stora lederna genom eller förbi tätorterna. Kostnaderna för de kommunala gatorna finansieras i huvudsak med kommunala skattemedel och kostnaderna för statliga vägar med statliga skatteintäkter. Det finns dock undantag, vid planläggningen kan föreskrivas att kommunen inte ska ha väghållningsskyldighet. Väghållningen sköts då av en vägsamfällighet och betalas av fastighetsägarna i området.

För allmän väg gäller väglagen. Den innehåller en allmän bestämmelse om att vägen skall hållas i ett för samfärdseln tillfredställande skick. Väglagen kompletteras av en vägkungörelse, i den förklaras mera utförligt vad som ingår i olika typer av driftåtgärder.

Plan och bygglagen (PBL) anger att kommunen ska underhålla gator som kommunen är huvudman för. Däremot säger denna lag inget om vilka kvalitetskrav som kan ställas på underhållet.

### **2.1.13 Organiseringen av den kommunala väghållningen**

I de flesta kommuner finns ett tekniskt kontor, ett gatukontor eller motsvarande som ansvarar för den kommunala väghållningen, det vill säga för utbyggnad, underhåll och drift av gatorna.

Tre av fyra kommuner sköter drift och underhåll med en basorganisation i egen regi, men kompletterat med externa entreprenörer inom vissa områden. Till exempel sköts asfaltunderhållet nästan uteslutande av entreprenörer där marknaden domineras stort av Skanska och NCC. Inom vinterväghållningen anlitas ofta ett stort antal externa åkare genom till exempel lastbilscentralen i kommunen, men kommunen har ofta hand om arbetsledningen.

Trenden är att antalet entreprenader ökar inom drift- och underhållsverksamheten. Några få kommuner har lagt ut hela verksamheten på entreprenad, ett exempel är Härnösands kommun.

#### **2.1.13.1 Ingrepp i gatorna**

Det grävs mycket i de kommunala gatorna. Orsaken är att någon behöver komma åt ledningar av olika slag. Följden av grävningarna är ofta den vanligaste orsaken till underhållsåtgärder på lokalgatorna. Det är därför viktigt att väghållaren har kontroll över och samordnar planerade grävningar i gatorna med planen för beläggningsunderhåll.

#### **2.1.13.2 Konsekvenser för trafikanter, invånare och samhället**

Drift- och underhållsstandarden påverkar trafikanternas kostnader för restid, fordonens framdrift och skötsel samt för olyckor. Dessa kostnader är betydligt högre än drifts- och underhållskostnaderna. Dessutom påverkas samhällets kostnader för miljö på olika sätt. Det är därför viktigt att planera gatuunderhållet utifrån ett samhällsekonomiskt perspektiv, där hänsyn tas till de konsekvenser som följer av olika standardnivåer på drift och underhållet.

#### **2.1.13.3 Underhåll av kommunala gator**

Kommunerna har inte alltid råd att sköta underhållet på det sätt som minimerar de samhällsekonomiska kostnaderna. Dessutom kan inte den som satsar pengar i underhåll tillgodogöra sig vinsten i form av till exempel minskade sjukvårdskostnader.

#### **2.1.13.4 Uppföljning av tillståndet**

I de flesta kommuner är okulärbesiktning och registrering ett tillräckligt underlag för den strategiska underhållsplaneringen. Några större kommuner med många högtrafikerade gator kan ha nytta av maskinella tillståndsmätningar med till exempel Laser-RST. En sådan mätbil kan snabbt registrera spårdjup och ojämnheter i vägbanan.

#### **2.1.13.5 Mål och standardkrav**

I Isacson (2000) anges vilka funktionella egenskaper som bör prioriteras på olika typer av gator. Exempelvis på högtrafikerade gator är det viktigt att beläggningsen är motståndskraftig mot dubbdäckslitage och klarar belastningen av tunga fordon. På lågtrafikerade gator prioriteras bland annat åldringsegenskaper.

Kanske kan en övergång från dagens traditionella upphandling av asfaltarbeten till upphandling av funktionella krav på vägytan vara en väg mot lägre kostnader. En relativt ny metod som på sikt kan komma att användas mer är stålarmrad asfalt. Dess syfte är att minska antalet tjälsprickor.

#### **2.1.13.6 Miljöaspekter på kommunalt gatuunderhåll**

Gatuunderhållet påverkar miljön på olika sätt. För asfaltbeläggningar används ändliga naturresurser i form av bitumen och sten. Det ställs allt oftare krav på kretsloppstänkande, vilket bland annat innebär hushållning med nya material, återanvändning av gamla beläggningar och inblandning av andra återvunna material i vägbeläggningar. Insatser kan också göras för att minska energiförbrukning och miljöpåverkan vid produktion av beläggningar. Buller och nedsmutsning kan påverkas genom valet av beläggningstyp etcetera.

#### **2.1.13.7 Vinterväghållning**

I de flesta kommuner finns någon form av standardkrav eller mål för vinterväghållning. Dessa gäller både snöröjning, eventuellt snöbortforsling, halkbekämpning och sandupptagning. Mer ingående information finns i ett särskilt CDU kompendium om vinterväghållning.

#### **2.1.13.8 Kvalitetskostnad/felkostnad**

En splittring av ansvaret mellan olika medverkande i till exempel drift- och underhållsarbetet kan innebära att det uppstår felkostnader. Under arbetets gång agerar en rad olika människor med olika arbetsätt, olika möjligheter och kunskaper. Vid varje övergångsskede mellan dessa människor finns en risk för att missförstånd eller att oklarheter uppstår, vilket direkt påverkar kvaliteten på produkten.

Genom att analysera de olika förutsättningarna som gäller och konkretisera dessa i ett så tidigt skede som möjligt kan ansvar, befogenheter och samarbetsförhållanden klargöras och ”länkfelen” elimineras. Samtidigt med klargörande av detta ökar vanligtvis även

individens ambitioner och engagemang. Just ambitioner och engagemang är den största anledningen till felkostnader vilket kan ses i Figur 7.



Figur 7 Orsaker till felkostnader, brist på engagemang 55 procent, brist på kommunikation 13 procent, brist på kunskap 23 procent, stress 5 procent och övrigt 4 procent (Isacsson, 2000)

#### 2.1.13.9 Strategi för drift och underhåll

Drift och underhåll har delats upp i ett antal verksamheter:

- Vinterväghållning
- Drift och underhåll av belagda vägar
- Drift och underhåll av grusvägar
- Drift och underhåll av konstbyggnader (broar och tunnlar)
- Drift och underhåll av vägutrustning
- Färjtrafik

För varje verksamhet tas en särskild strategi fram där bland annat verksamhetsmålen konkretiseras.

#### 2.1.13.10 Vägverk

Kraven på drift och underhåll är formulerade indirekt genom krav på tillstånd som ska hållas. Dessa krav finns samlade i regelverk. De viktigaste är enligt Isacsson (2000):

- FSB: (funktions- och standardbeskrivning) Egentligen en mall för upphandling av det så kallade "Grundpaket drift", som omfattar huvudsakligen driftåtgärder.
- Drift 96: sammanfattar krav på vinterväghållning
- ReU (regler för underhåll): under utveckling (ersätter tidigare RUD- Regler för underhåll och drift)



### **2.1.14 Tillämpning av kvalitetssäkring och –styrning vid Vägverkets drift- och underhållsentreprise.**

Krav på kvalitetssäkring för drift- och underhållsentreprise finns formulerade i Vägverkets regler för kvalitetssäkring av planerings-/projekteringsuppdrag och entreprise.

Vägverket har, ur samhällets krav och förväntningar, i sin roll som statligt verk att beakta samtliga aspekter inom vägtrafiksystemet såsom framkomlighet, miljö, trafiksäkerhet, funktionshinder behov med mera i sina produkter. Därför måste de krav som ställs eller de krav Vägverket ställer på den interna verksamheten, delges och förmedlas till Vägverkets leverantörer. Med leverantörer avses konsulter och entreprenörer inom anläggningsbranschen.

### **2.1.15 Upphandling och genomförande av drift- och underhållsentreprise**

Motiven för att upphandla drift och underhåll i konkurrens istället för att utföra det i egen regi kan vara att:

- Toppar i verksamheten kan kapas
- Egen kompetens saknas eller bedöms vara otillräcklig
- Specialmaskiner och utrustningar med nyutvecklad teknik kan hyras in
- Konkurrenspress kan utnyttjas för att få ned priserna

Valet av vilka delar som bör upphandlas externt kan i princip betraktas som vid så kallad ”outsourcing”, vilket enligt Isacson (2000) är ”den process som innebär att aktiviteter som bildar en funktion och som tidigare utförts internt inom företaget i och med denna förändring (outsourcingen), istället köps från en extern leverantör”.

På grund av svårigheter att utveckla mätbara funktionskrav är det vanligt att en blandning av funktions- och utförandekrav används för drift- och underhållsentreprise.

#### **2.1.15.1 Kravtyper**

Vid upphandling av drift och underhåll används två i princip helt olika typer av krav:

- Utförandekrav (krav på viss aktivitet, metod eller teknisk lösning)
- Funktionskrav (det vill säga krav kopplade direkt till anläggningens tillstånd och ofta formulerade som geometriska gränsvärden och/eller egenskaper hos anläggningen).

Utförandekrav medför att AB 92 väljs för att reglera ansvar/risk och ekonomi mellan parterna. Nackdelarna vid användning av utförandeentreprenad redovisas ofta som fördelar med funktionskrav.

### **2.1.15.2 Entreprenadformer**

Valet av kravtyp är avgörande för vilken huvudgrupp av entreprenadformer som är lämplig. Om utförandekrav kommer att användas leder detta till så kallade utförandeentreprenader. Om istället funktionskrav dominerar bör beställaren välja formen totalentreprenad.

Utförandeentreprenaden karakteriseras av att beställaren i detalj specificerar uppdraget. Detta kan ske genom att kräva att en viss metod, teknisk lösning eller procedur används. Utförandeentreprenader kan vara av två skilda slag, general- eller delad entreprenad.

En vanlig variant som kommunerna använder för drift och löpande underhåll är delad utförandeentreprenad. Snö- och halkbekämpning upphandlas till exempel av flera regionala lastbils- och maskinföretag, medan beläggningsunderhållet upphandlas av rikstäckande entreprenadföretag.

Totalentreprenaden karakteriseras av att de tekniska kvalitetskraven som ställs på den färdiga anläggningen, det vill säga de slutprodukter som ska levereras av entreprenören. Entreprenören väljer själv vilka tekniska lösningar, procedurer och metoder som behöver sättas in för att möta upp till de ställda funktionskraven.

### **2.1.15.3 Ersättningsformer**

För drift- och underhållsentreprenader används vanligen ett eller flera av följande betalningssätt:

- Enhetsprislister (exempelvis timpris för plogning eller kubikmeterpris för sandborttagning)
- Mängdkontrakt (prissatta mängdförteckningar)
- Fast pris (för hela uppdraget ofta specificerat per kalenderår eller säsong)
- Riktpris med incitament (används sällan i Sverige)

Skillnaden mellan enhetsprislister och mängdkontrakt är att den troliga mängden anges i förfrågningsunderlaget när det är mängdkontrakt.

Formen för betalningssättet ”riktpris med incitament” går till så att anbudsgivarna lämnar ett riktpris för hela entreprenaden. Betalningen relateras sedan till de kostnader som entreprenören fakturerar. Om riktpriiset underskrids delar beställare och entreprenör på besparingen enligt en i förväg överenskommen procentsats, till exempel 50/50. Om det motsatta inträffar så delas det överskridande beloppet, ofta enligt en fördelning som ska missgynna entreprenören.

### **2.1.15.4 Lagen om offentlig upphandling**

Lagen om offentlig upphandling (LOU) trädde i kraft den 1 januari 1994 och innehåller procedurregler som skall säkra möjligheterna för leverantörer/entreprenörer inom EU att vara med och tävla om de offentliga uppdragen. Lagens syfte är att åstadkomma en öppen och konkurrensutsatt marknad. Lagen skiljer på upphandlingar över och under vissa angivna tröskelvärden. Vid upphandling över tröskelvärdena gäller EU-direktiven.

Upphandling av drift och underhåll av vägar och gator i Sverige klassas (av Vägverket och Svenska kommunförbundet) idag som så kallade B-tjänster. För sådana gäller att hänsyn till tröskelvärden inte behöver tas. Detta innebär att regler som gäller för upphandlingar under tröskelvärdena skall tillämpas.

#### **2.1.15.5 Konkurrens- och upphandlingsstrategier i praktiken**

Vägverket har sedan omorganisationen till beställare/utförare 1992 valt följande konkurrens- och upphandlingsstrategi:

- All drift och underhåll av vägar konkurrensutsätts på sikt.
- Drift och löpande underhåll (grundpaket drift) upphandlas separat från mer omfattande underhållsåtgärder.
- För grundpaket drift används avtalsperioder på 3-5 år och totalentreprenader.
- Mjuka parametrar används vid upphandlingarna.

#### **2.1.15.6 Kommunerna**

Landets kommuner har olika upphandlingsstrategier beroende av tradition och storlek. I förorts- och glesbygdskommuner är andelen externa resurser betydligt högre än i övriga kommuntyper.

Den vanligaste entreprenadformen var 1995 delad utförandentreprenad, det vill säga två eller flera arbetsmoment upphandlas och resten utförs av de egna basresurserna.

Storstadskommunerna Stockholm och Göteborg tillämpar dock en strategi som är snarlik den som används av Vägverket, se ovan.

### **2.1.16 Vägverkets planering, styrning och uppföljning**

Beställaren måste ha resurser för att styra och följa upp upphandlade driftentreprenader. Vägverket har väghållaransvaret och måste få verifierat att trafikanten erbjuder ett framkomligt och trafiksäkert vägnät och att kraven som är ställda i förfrågningsunderlaget uppfylls av alla driftentreprenörer. För att säkerställa detta har beställaren ett ombud, som till sin hjälp har driftledningsresurser i den egna organisationen eller köpta av ett konsultföretag.

#### **2.1.16.1 Beställarens stickprov**

Vägverket upphandlar driftentreprenader med krav på entreprenören om kvalitetssäkring av arbetet. Beställarens roll är då inte att bedriva kontrollverksamhet utan att ta begränsade stickprov för att säkerställa entreprenörens kvalitetssäkring. Stickprov tas löpande på alla krav i entreprenaden. Vanligen avsätts 1-2 mandagar per månad och driftområde för beställarens stickprov.

### **2.1.16.2 Byggmöte och besiktning**

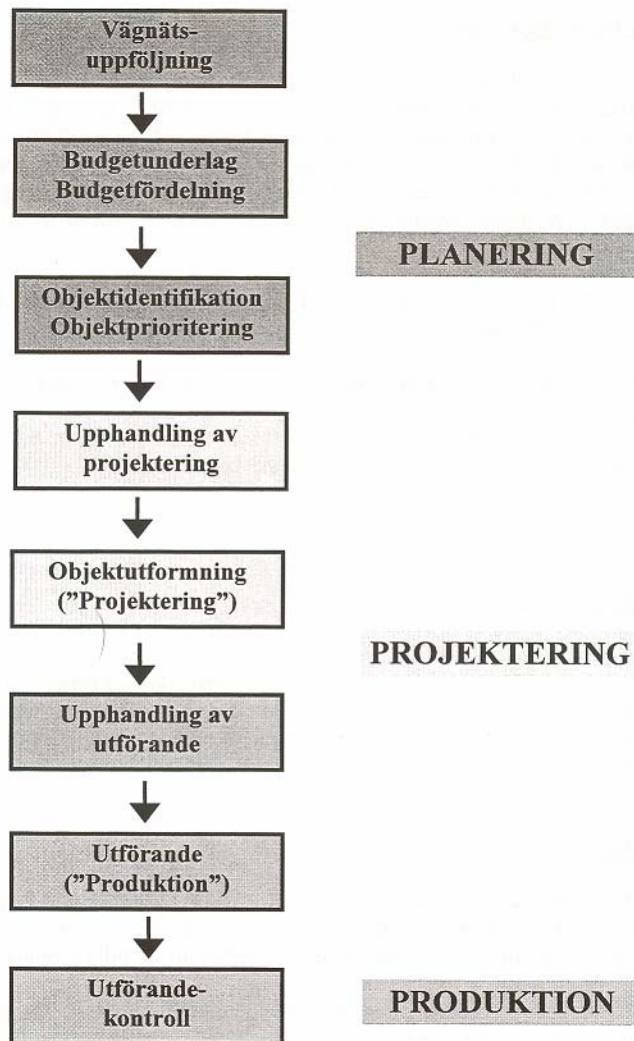
I förfrågningsunderlaget ställs krav på entreprenören att delta i månatliga byggmöten. Vid byggmötena träffas beställarens och entreprenörens ombud för att följa upp och träffa överenskommelser om entreprenaden.

### **2.1.16.3 Data**

Systematiska trafikmätningar har pågått sedan 1969 vilket lett till att väghållarna har stora mängder data som kan användas i PMS och andra datoriserade program. Uppgifterna finns lagrade i vägdatabanken och ett GIS (Geographic Information System) system. För olika delar av väghållningen finns olika Management Systems. De viktigaste är:

- PMS(Pavement Management System) för drift och underhåll av vägkroppen
- BMS (Bridge Management System) för drift och underhåll av konstbyggnader
- FMS ( Furniture Management System) för drift och underhåll av vägutrustning
- WMS (Winter Management System) för vinterväghållning
- IMS (Investments Managemet System) för väginvesteringar, det vill säga förbättringar och nybyggnad.

PMS arbetar med effektivitet, tillgänglighet, transportkvalitet, miljö, trafiksäkerhet och bevarande av vägkapital för att utvärdera den samhällsekonomiska effektiviteten och finna optimum. Det innebär en jämförelse mellan väghållarens kostnader (för investering, underhåll och drift) och trafikanternas och samhällets kostnader (för fordon, restid, komfort, trafikolyckor, miljön med mera) under vägätgårdens livstid. Verksamhetsprocessen inom området drift och underhåll består av tre huvudskeden: Planering, projektering och produktion vilka beskrivs närmare i Figur 8.



Figur 8 Olika steg i verksamhetsprocessen vid drift och underhåll av vägar (Isacsson, 2000)

#### 2.1.16.4 Optimering

Vid en optimering söks bästa balansen mellan väghållarkostnader och trafik kostnader. Det finns avancerade algoritmer och program för att åstadkomma detta, men det bör beaktas att osäkerheten hos ingående variabler kan leda till skiftande noggrannhet. Människans omdöme bör inte underskattas.

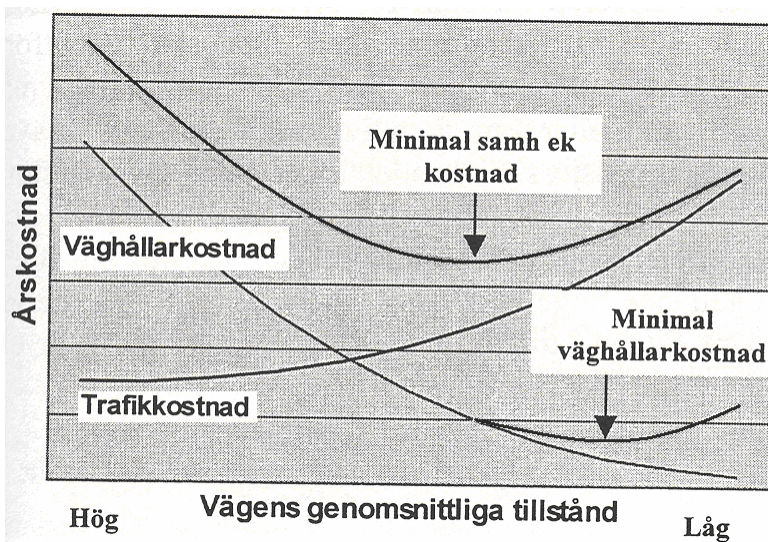
För att upprätthålla en konstant hög standard på vägar krävs stora investeringar från väghållaren. Ju sämre tillstånd som accepteras desto mer minskar väghållarkostnaden. Trafikkostnaden utvecklas på motsatt sätt. Vid bra tillstånd är den låg, men den stiger sedan ju sämre tillståndet blir.

Vid optimering söks i teorin optimum, det vill säga det tillstånd som ger den lägsta total kostnaden (lägsta summan av väghållarkostnaden och trafik kostnaden), se Figur 10.

En optimeringsmodell kan tas fram enligt Figur 9. I praktiken är det budgetrestriktioner som styr. I många fall finns ett lägsta acceptabla tillstånd - en "skamgräns" - definierad.



Figur 9 Principskiss för framtagning av optimeringsmodell (Isacsson, 2000)



Figur 10 Årskostnad som funktion av vägens genomsnittliga tillstånd (Isacsson, 2000)

### **2.1.16.5 Miljölagar, miljömål och miljötanke**

All verksamhet som påverkar miljön eller människors hälsa ska följa Miljöbalken. Miljöbalkens mål är att främja en hållbar utveckling och tillförsäkra nuvarande och kommande generationer en hälsosam och god livsmiljö. Tillsammans med miljöbalkens regler finns den så kallade skälighetsregeln. Den anger att kraven ska vara miljömässigt motiverade utan att vara orimliga att uppfylla. Här ska en avvägning mellan kostnad och nytta göras.

I vissa fall kan drift- och underhållsåtgärder omfattas av kravet på att en miljökonsekvensbeskrivning (MKB) ska göras. Det kan exempelvis vara fallet då ny mark tas i anspråk för driftåtgärder.

## **2.2 Vägverkets samhällsekonomiska kalkylmodell**

I detta kapitel kommer faktakunskaper redovisas som har inhämtats genom litteraturstudier från Vägverket (*Vägverkets samhällsekonomiska kalkylmodell*, 1997). Kapitlet syftar till att skapa en allmän förståelse och inblick i grundläggande delar av området ekonomi inom väg- och transportsektorn.

### **2.2.1 Definition av projektet**

Vid kalkylering av olika projekt måste en mängd förutsättningar definieras. Mer eller mindre osäkra antaganden om framtiden görs, till exempel gällande livslängd, betalningsviljorna och dess förändring etcetera. Den osäkerhet som finns inför framtida konsumtionsönskemål beaktas ofta genom att sätta diskonteringsräntan högre än tidspreferenserna (tidspreferenserna speglas ofta av kalkylräntan). Projektets utformning och ingående delar väljs efter vilka syften som skall uppfyllas.

### **2.2.2 Identifiera projektets effekter**

Grunden för den samhällsekonomiska analysen är att de verkliga effekter som uppkommer värderas som fiktiva kostnader och intäkter i ekonomiska termer. Dessa fiktiva kostnader och intäkter skiljer den samhällsekonomiska analysen från en finansiell analys.

### **2.2.3 Diskontera respektive kapitalisera till nuvärde**

Många projekt varar under flera år. För att förenkla ekonomiska värderingar och jämförelser av olika projekt används begreppet nuvärde. Nuvärdet brukar anges för öppningsåret och är då summan av kostnader och intäkter för projektet, diskonterade till öppningsåret. Vanligen antas en näraliggande nytta värderas högre än en nytta som utfaller längre fram i tiden. Detta avspeglas i en positiv tidsreferensränta som nyttjas vid diskonteringen. Vid jämförelse mellan olika projekt som öppnas vid olika tidpunkter diskonteras eller kapitaliseras kostnader och intäkter för de båda projekten till ett gemensamt jämförelseår.

## 2.2.4 Rangordna alternativen

För att kunna rangordna olika projekt används av Vägverket lönsamhetsmättet nettonuvärdeskvot som uttrycker den förväntade avkastningen på investerade resurser.

$$\text{Nettonuvärdeskvot} = \frac{PVC - PVB}{PVC} \quad (1)$$

PVB = förväntade nuvärdet av intäkterna

PVC = förväntade nuvärdet av investeringskostnaderna

Andra resultatmått är exempelvis första årets avkastning (FÅ), Pay-off tid och kostnadseffektivitet. Första årets avkastning relaterar första årets nytta till kostnaden. Pay-off tid kan beräknas som den tid som behövs för att intäktsströmmen ska täcka kostnaden, det vill säga så att PVB=PVC. Kostnadseffektivitet anger kostnaden för att reducera effekten (av emissioner eller olyckor) en enhet exempelvis kronor/kg, alltså kostnadseffektivitet = PVC/effekt.

## 2.2.5 Samhällsekonomisk teori

Behovet av ekonomiska teorier kommer ur mänsklighetens obegränsade behov och otillräckliga resurser för att tillfredsställa dem. Priset på olika varor och tjänster bestäms av utbud och efterfrågan på marknaden. Konsumentens vilja att betala anger nyttan av varan eller tjänsten och producentens vilja att sälja avspeglar kostnaden.

När det gäller vägtjänster etableras aldrig någon marknad. Konsumenten i form av trafikanten kan aldrig uttrycka sin nytta i form av en vilja att betala för vägtjänsten. Vaghållaren kan därför inte maximera sin vinst det vill säga genomföra åtgärder som ger största möjliga skillnad mellan nyttor och kostnader. Ett sätt att förhålla sig till denna problematik beskrivs i kapitel 2.2.5.4 och 2.2.5.5.

För att undvika att vaghållaren minskar sina kostnader på bekostnad av trafikantens nytta har trafikanternas vilja att betala för olika åtgärder estimerats. Detta ger vaghållaren en möjlighet att maximera en hypotetisk vinst. I en samhällsekonomisk kalkyl skall trafikantens betalningsvilja överstiga vaghållarens kostnader för att åtgärden skall vara lönsam för samhället. Men effekter som har kvantifierats kan innehålla restvärden. Det bör därför poängteras att cost benefit analysen (CBA) enbart utgör ett av underlagen för beslut.

### 2.2.5.1 Effektivitets- och fördelningskriterier

De tre vanligast förekommande kriterierna som brukar tillämpas vid beslutsfattande är:

*Paretokriteriet*                      En åtgärd är önskvärd om den förbättrar situationen för någon utan att försämra den för någon annan



*Hicks-Kaldor kriteriet* En åtgärd är önskvärd om de som vinner på förändringen kan kompensera de som förlorar och ändå få en nettoförbättring.

*Little's kriterium* Innebär att en välfärdsökning sker om Hicks-Kaldor kriteriet är uppfyllt men med tillägget att fördelningseffekterna av förändringen måste vara acceptabla. Vad som är acceptabelt och inte har Little inga anvisningar om, utan detta får bestämmas av beslutsfattaren.

Kompensationen som nämns i Hicks-Kaldor kriteriet är endast hypotetisk, men genomförs kompensationen är åtgärden önskvärd även enligt Pareto villkoret. Då kompensationen inte genomförs kommer välfärden att omfördelas. Denna omfördelning kan leda till Scitovskys paradox, det vill säga att en förändring från A till B kan vara önskvärd enligt Hicks-Kaldor kriteriet men enligt samma kriterium kan en förändring från B till A vara önskvärd. Orsaken är den omfördelning av välfärden som ändrar vinnarnas respektive förlorarnas värdering av de olika situationerna.

Vägverket tar ringa hänsyn till Scitovskys paradox. De anser att vid flera små åtgärder där vinnare och förlorare utgörs av olika grupper kommer effekterna att jämna ut sig.

### **2.2.5.2 Samhällsekonomisk kalkyl i Vägverket**

Syftet med en CBA är att med hänsyn till de totala konsekvenserna för samhället, utvärdera och rangordna olika sätt att nyttja knappa resurser på. Metoden preciserar vilka resursförändringar som måste beaktas, vad som är kostnader och intäkter och hur de ska beräknas.

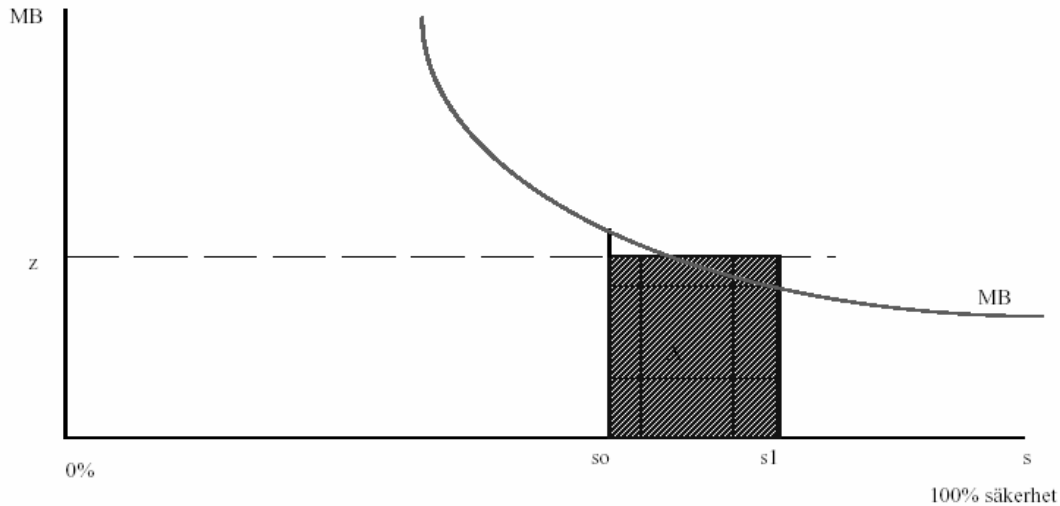
Differensen mellan den maximala betalningsviljan och den faktiska ekonomiska uppoffringen för en investering är individens förändrade konsumentöverskott (KÖ).

Rangordningen av alternativ baseras på det så kallade Hicks-Kaldor kriteriet. Vid jämförelse av samhällsekonomisk lönsamhet är ett referensalternativ utgångspunkten. Intäkterna redovisas som nettointäkter för trafikanterna respektive övriga samhället. För trafikanterna räknas nettointäkten som den maximala betalningsviljan för att erhålla åtgärden subtraherat med uppoffringen, reskostnaden i form av tids-, fordons- och biljettkostnader. För övriga samhället beräknas nettointäkten som individernas samlade betalningsvilja för en förbättrad/försämrad olycksrisk, miljö etcetera.

### **2.2.5.3 Samhällets övriga nettointäkter**

Förutom tidsåtgång och fordonskostnad, som påverkar trafikanten påverkas samhället av så kallade externa effekter. Dessa utgörs av infrastrukturens driftkostnader, olyckor och miljökonsekvenser. Samhällets uppoffring för dessa externa effekter värderas av samtliga individer och kommer till uttryck i deras marginella betalningsvilja, MB, för att erhålla säkerhet, ren miljö etcetera.

För en åtgärd som ökar säkerheten från  $s_0$  till  $s_1$  är individens totala betalningsvilja ytan  $A$  i Figur 11 nedan. Då de inte gör några uppoffringar för att erhålla förbättringen motsvarar den  $\Delta KÖ$ . Är förändringen i  $s$  liten kan  $\Delta KÖ$  approximeras med produkten av den genomsnittliga betalningsviljan,  $z$  och förändringen i  $s$ .



Figur 11 Betalningsvilja för säkerhet (Vägverket, Vägverkets samhällsekonomiska kalkylmodell, 1997)

#### 2.2.5.4 Revealed preferences

Med revealed preferences menas avslöjande preferenser. Eftersom en fungerande marknad saknas när det gäller varor och tjänster som påverkas av infrastrukturinvesteringar kan inte individens betalningsvilja direkt mätas. Men indirekt kan betalningsviljan visas genom beteende vid köp av marknadsförda varor. Förutsättningen är att det finns ett samband mellan den marknadsförda varan och den icke marknadsförda effekten. Ett exempel är fastighetspriser i närheten av miljöstörande industrier. Skillnaden mellan priset på likvärdiga fastigheter med respektive utan miljöstörande industri kan ses som betalningsviljan för att slippa sådan industri.

#### 2.2.5.5 Stated preferences

Med stated preferences menas redovisade preferenser. I en hypotetisk frågeställning bes individerna uppge sina preferenser genom sin betalningsvilja för att undvika en välfärdslust eller erhålla en välfärdsvinst.

## **2.3 Översyn av samhällsekonomiska kalkylprinciper och kalkylvärden på transportområdet**

I detta kapitel kommer faktakunskaper redovisas som inhämtats genom litteraturstudier från SIKÅ (1999). Kapitlet syftar till att skapa en allmän förståelse och inblick i grundläggande delar av området ekonomi inom väg- och transportsektorn.

### **2.3.1 Tillämpning**

På senare tid har riskerna för systematiska fel i bedömningen av bland annat investeringar uppmärksammats både i Sverige och utomlands. Bedömningarna blir oftast alltför optimistiska. Problemet är att den största delen av anslagen går till drift och underhåll samtidigt som effekterna och effektiviteten för dessa åtgärder är dåligt dokumenterade. Dessutom tar det lång tid innan nya tekniska lösningars kostnader och långsiktiga konsekvenser är kända.

En av de största felkällorna var problemen med att beräkna det framtida resandet, oftast överskattades detta. En av svårigheterna med att värdera nyttan av en drift- eller underhållsåtgärd är om andra förändringar i trafiksituationen införs samtidigt. Till exempel kan ökade poliskontroller och lägre hastighetsgränser minska olyckorna och därmed medföra minskade trafik kostnader som inte har med vägstandarden att göra.

Regeringen beslutar hur stor budget Vägverket skall få och Vägverket ger förslag på hur pengarna skall användas men planerna måste godkännas av regeringen.

### **2.3.2 Osäkerhet och risk**

Det finns stora risker och osäkerheter i dagens samhällsekonomiska analyser. Tänkbara osäkerhetskällor i trafikverkens lönsamhetskalkyler kan vara i parametervärden som räntor, skattefaktorer, tidsvärden eller olycksvärden även prognoser som gäller passagerarflöden och godsflöden kan ge viss osäkerhet. De kan även ligga i kostnaderna för byggandet eller transporterna samt att vissa effekter inte värderas till exempel natur- och kulturvärden och miljöeffekter. För att i framtiden kunna göra bättre kalkyler bör Vägverket göra bättre uppföljningar på nybyggda vägar och jämföra de verkliga trafikflödena med de som användes i kalkylen och på detta sätt kunna göra bättre prognoser i framtiden.

### 3 Allmänt om räcken

Ett av de mest effektiva sätten att åstadkomma ökad trafiksäkerhet är genom vägräcken. Men räcken är en dyr investering som dessutom kommer kräva reparationer varje gång skador inträffat. Alternativet är att ersätta räcke med flacka slänter som ur drift och underhålls synpunkt är mycket billigare och i vissa fall även kan anses mer skonsamt mot både förare och fordon. Att köra på ett räcke kan exempelvis resultera i att fordonet ”studsar” tillbaka in i vägbanan och krockar med andra fordon.

Flacka slänter innebär att fordonet i situationer där föraren somnat eller förlorat medvetandet kan köra långt med hög fart i och utanför säkerhetszonen med risk för allvarliga konsekvenser. Risk finns också att föraren i panik vrider om ratten och kommer ut i hög fart och i brant vinkel på vägbanan igen.

Ett modernt, rätt placerat räcke bedöms dock totalt sett vara ett bättre trafiksäkerhetsalternativ än flack slänt, särskilt i terräng med oeftergivliga föremål utanför säkerhetszonen.

Räcke kan användas:

- i alla lägen som alternativ till flack slänt/säkerhetszon, särskilt i skogsterräng och dylikt med oeftergivliga föremål i eller direkt utanför säkerhetszonen
- som skydd vid oeftergivliga föremål eller GC-vägar i säkerhetszonen

#### 3.1 Vägräcken och trafiksäkerhet

Detta kapitel sammanfattar en analys som Vägverket gjort där singelolyckor med dödlig utgång undersökts. Syftet med utredningen är att kartlägga de vägar där fysiska åtgärder ger störst trafiksäkerhetseffekt. Studien omfattar 290 olyckor under åren 1997-2000, Vägverket (*Analys av singelolyckor med dödlig utgång på det statliga vägnätet*, 2002).

Ett försök har gjorts att bedöma huruvida vägräcke skulle ha minskat antalet döda om det varit placerat där avkörningen ägde rum. Det är viktigt att poängtera att det är mycket svårt att förutse utgången av en olycka då varje olycka är unik. I denna studie bygger bedömningen dessutom i många fall på skattningar. Vid bedömning om räcke hade räddat de åkande eller ej har hänsyn tagits till bältad/obältad, hastighet och avkörningsvinkel, om fordonet har kommit med breddsidan först när vägbanekant passerats samt fordonets storlek och höjd.

Utredningen fastslår att gränsen för ”räcke räddar” ligger vid vinkel 10-20 grader, obältad och hög hastighet. Om bältesanvändningen varit hundra procentig bedöms räcke ha räddat i princip i samtliga fall.

Enbart räcke hade troligen räddat i hela 72 procent av fallen. Eftersom mer än hälften av olyckorna inträffat i anslutning till ytterkurva innebär det att ytterkurvor och området strax efter kurvan bör prioriteras vid uppsättning av räcke.

Påkörning av räckesände, räcke och avkörning före räcke har noterats vid genomgång av djupstudiematerialet. I 14 av olyckorna har räcke eller räckesände träffats och i tio fall har avkörning före räcke förekommit.

I samtliga olyckor där personbil träffat nedstoppad räckesände har fordonet voltat över räckesändan. Många gånger får detta förödande konsekvenser eftersom bilen lyfter och riskerar träffa fasta föremål eller andra objekt, så som vattendrag etcetera, med våldsam kraft. I och med att bilen kommit i vltning är risken stor att taket utsätts för krockvåld och trycks in. Påkörning av räcke med personbil förekom endast i en av de 290 analyserade dödsolyckorna.

I fem av de totalt 14 fallen har MC- förare omkommit på grund av räcke, trots att MC har en betydligt lägre exponering i trafiken än vad personbilar har. Ovanstående resultat tyder på att räckan är mycket gynnsamma för personbilar men förödande för MC

## **3.2 Räckesstrategi Vägverket Region Väst**

På grund av att Vägverket har begränsad budget finns behov av åtgärdsrioritering när trafiksäkerhetsåtgärder skall tillämpas. Utgångspunkten för val av åtgärd bör vara störst trafiksäkerhetseffekt per satsad krona och med ett etiskt synsätt. För att underlätta detta arbete har analysavdelningen på Vägverket Region Väst (2003) framtagit en strategi för räckesåtgärder i regionen för att förhindra att trafikanter dödas eller skadas svårt i sidoområdet. Detta gjordes våren 2003 och strategin har legat till grund för räckesinsatser inom Region Väst sedan dess.

Denna skrift urskiljer fem prioriteringsgrupper. Arbetsgången skall vara sådan att objekt i prioriteringsgrupp 1 åtgärdas innan objekt i prioriteringsgrupp 2 och så vidare. Fokusera på ett mindre antal mil i taget, börja i miljöer där olyckspotentialen är hög (mycket trafik, höga hastigheter och låg standard på sidoområdet). Figur 12 visar beräkningsgången över hypotetiskt antal räddade liv per år.

Antal omkomna personer i bilar i singelolyckor på statliga vägar med ÅDT $\geq$ 2000 och hastighetsbegränsning 70-90 km/h i Region Väst per år	Över hälften (>50%) av singelolyckorna med dödlig utgång sker i ytterkurvor	Överlevnadspotentialen med räcke anses vara 72%	Hypotetiskt antal räddade liv per år om ytterkurvor åtgärdas med räcke
13	x 0,5	x 0,72	$\approx$ 5

Figur 12 Hypotetiskt antal räddade liv med räckesåtgärder i ytterkurvor på vägnät med ÅDT  $\geq$  2000 och hastigheten 70-90 km/h. (Vägverket Region Väst, 2003)

### 3.3 Räckestyper

Det finns idag ställineräcken, betongräcken, balkräcken och rörräcken som alla uppfyller kraven i VU 94, Vägverket (1994). Varje typ har sina fördelar och nackdelar och vilken typ som passar bäst beror av omständigheterna.

Val av räckestyp styrs av en mängd olika faktorer. Förutom att räcket skall uppfylla de krav som ställs i VU 94 finns en strävan på grund av bland annat underhållsmässiga och estetiska skäl att uppnå enhetlighet på räckestyper vid sammanhängande vägsträckor. Detta innebär att den räckestyp som är mest förekommande på en sträcka även bör väljas för kompletterande sträckor.

#### 3.3.1 Ställineräcken

Det finns idag flera olika godkända fabrikat av ställineräcken i Sverige. Dessa är till exempel de som visas i Figur 13. Ställineräcken består av tre eller fyra vajrar som bärs upp av stolpar som står på ett avstånd av två till fyra meter.



*Figur 13 Foton som illustrerar utseendet på fabrikat av ställineräcken som är godkända i Sverige: Från vänster Brifen, Safence, Safe Road och Safety Line (Vägverket, uttryckning på 2+1 väg, hemsida)*

Som framgår av bilderna ovan varierar utseendet på stolparna mycket. Detta gör att enhetlighet är av stor vikt när nya räcken sätts upp inom till exempel ett driftområde, för att minska entreprenörens lagerkostnader. Det blir snabbt dyrt att behöva ha flera olika fabrikat i lager. Ett försök att minska detta problem har gjorts genom att Vägverket upphandlar räcken i stor skala och tillhandahåller entreprenörerna. Detta förfarande minskar kostnaderna för vägräcken men innebär ökat ansvar för Vägverket. Utseendet på ställineräcken av samma fabrikat skiljer sig beroende på om det är avsett för att användas som mitträcke, slänträcke eller kanträcke. Mitträcken är vanligast förekommande. Exempel på slänträcke och kanträcke visas i Figur 14 och Figur 15. Noteras bör att 2+1 vägar med delsträckor av 2+1, 1+1 och 2+2 förutsätter ställina eller motsvarande räcke med liten konstruktionsbredd.

En fördel med ställineräcke är att de är enkla att öppna, vilket kan vara viktigt vid uttryckningar. Erfarenheterna hittills indikerar inte att omledningsbehovet är större på mötesfri väg än på en vanlig tvåfältsväg. Arkitekter och landskapsarkitekter anser normalt att ställineräcken passar in mindre dåligt i landskapet utanför tätorter, Vägverket (*Sidoutformning vägutformningsdagarna arbetsmaterial*, 2000). Ställineräcken bör ej placeras inom vattenskyddsområden på grund av risken för sönderrivna bränsletankar, Vägverket Region Mälardalen (2002).



*Figur 14 Safety Line slänträcke (Gunnebo Protection, hemsida)*



*Figur 15 Safety Line kanträcke (Gunnebo Protection, hemsida)*

### **3.3.2 Betongbarriärer**

Betongbarriärer kan till skillnad från andra räkestyper återanvändas. I områden där stora mängder ledningar förekommer i marken underlättar betongbarriärerna eftersom de ej kräver förankring. Jämfört med stålräcken har betongräcken högre klass. De ska till exempel klara en påkörning av en tung lastbil. Betongräcken kräver mindre reparationsarbeten än stålräcken. Betongbarriärerna kan vara utrustade med ledningsrör och fastgjutna belysningsstolpar. Barriärerna sätts ihop med en vajer som har stötdämpande effekt.

Det finns flera olika fabrikat och utformningar av betongräcken, se Figur 16. De kan stå emot mycket stora krafter och flyttas oftast minimalt i sidled vid kollision, Andersson (2005) Barriärer av betong kan övervägas som mittavskiljning i vattenskyddsområden



eller vägavsnitt i tätortsmiljö med hög trafikintensitet, Vägverket Region Mälardalen (2002)



*Figur 16 Exempel på betongbärrärer som är godkända i Sverige: Från vänster GP-link, Flex Bloc och S:T Erik (Vägverket, uttryckning, hemsida)*

### **3.3.3 Balkräcken**

W-räcken och Kohlswa räcken, se Figur 17 och Figur 18, är framtagna efter Vägverkets anvisningar och ser i princip likadana ut vilket gör det lättare att hålla ett lager, dock finns olika tillverkare. W-balken eller Europa-balken som den ibland kallas, hålls oftast uppe av sigmastolpar. Vanligaste stolpavståndet är 2 meter men det kan också vara 1,33 och 4 meter. Godstjockleken kan också variera på balkarna.

Kohlswabalk gör ett något mindre visuellt intrång än W-profil och kan övervägas vid lågtrafikerade vägar i naturmiljöer, Vägverket Region Mälardalen (2002)



*Figur 17 W-räcke (FMK Trafikprodukter, hemsida)*



*Figur 18 Kohlswa räck (ATA bygg och markprodukter, hemsida)*

### **3.3.4 Rörräcken**

Rörräcken används ofta av estetiska skäl, de möjliggör för trafikanten att se det omgivande landskapet bättre, se Figur 19. Dock är de vekare än W-räck och behöver repareras ofta, Vägverket (*Sidoutformning vägutformningsdagarna arbetsmaterial*, hemsida). Det finns ett flertal olika fabrikat och utformningar på dessa, detta gör att samma problem med enhetligheten som för ställineräcken fås. I ett fall i Vägverket Region Mitt tog det fem månader att byta ett skadat räck. Anledningen var att räckets tillverkades i England och behövdes specialbeställas. Användningen av mindre vanliga räckesfabrikat kan orsaka stora problem då tillverkarna kan gå i konkurs eller är oförmögna att tillhandahålla reservdelar.



*Figur 19 Rörräcke (FMK trafikprodukter, hemsida)*

### 3.3.5 Övergång mellan olika räkestyper

Fungerande övergångar mellan olika räkestyper saknas på dagens marknad. I avvaktan på detta skall övergångar utformas enligt principen ”omlott”, Vägverket Region Mälardalen (2002)

## 3.4 Räkesavslutningar

I Sverige finns god erfarenhet av W-räcket och Kohlswa-räcket. Avslutningar av dessa stålbalksräcken gjordes till en början tvärt, men erfarenheter visade att denna räkesavslutning var en trafiksäkerhetsmässigt mycket dålig lösning. Istället gjordes förankringarna genom att räkesbalkarna vinklades ner till marken. Erfarenheter visar nu att dessa avslutningar också kan vara trafikfarliga om de utförs på fel sätt. Tidigare har räkesförankringen gjorts parallellt med vägen. Det som gör att denna förankring blir farlig är att den vid en påkörning ger en rampeffekt, som orsakar att fordonet slungas upp i luften med stor risk för svåra olyckor. En utvinkling av räcket som visas nedan i Figur 20 minskar rampeffekten och stänger det ”fönster” som fordon annars kan passera genom och kollidera med fasta föremål bakom räcket, se Figur 21, Vägverket (*Vägutformning 94*, 1994)

För avslutning av räcken i mittremsa gäller enligt Vägverket Region Mälardalen (2002):

- Stållineräcken kan avslutas genom förankring i marken i räckets förlängning eftersom avslutningen är ”påkörningsvänlig”.
- Avslutningar av balkräcken i mittremsor bör ske på ett sätt som minimerar risken för allvarliga skador.

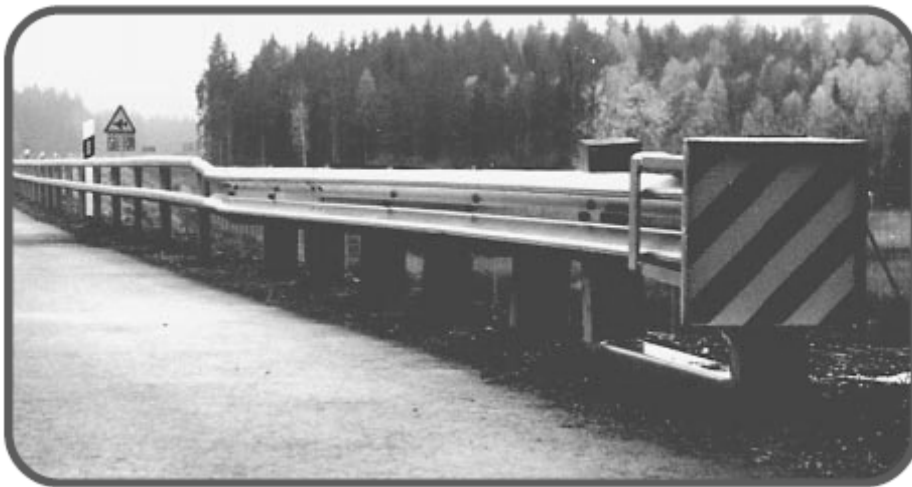


Figur 20 Utböjd räkesavslutning (Vägverket, info om räcken, hemsida)



*Figur 21 Konsekvens av att inte stänga "räckesfönster" (Vägverket, info om räcken, hemsida)*

Energiabsorberande krockskydd skyddar påkörande fordon och dess passagerare från olika oeftergivliga föremål. Krockskyddet fungerar så att det succesivt retarderar ett påkörande fordon vid en påkörning framifrån. Krockskydd kan användas i situationer när det är omöjligt att ta bort eller flytta oeftergivliga föremål eller är praktiskt svåröst att skydda med hjälp av ett vanligt räcke eller en barriär. Se exempel på krockskydd i Figur 22 nedan, Vägverket (*Vägutformning 94*, 1994).



*Figur 22 Krockskydd som räckesavslutning (FMK trafikprodukter, hemsida)*

### **3.5 Placering av räcke i sektion**

Rekommenderade placeringar av räcke vid både nybyggnad och upprustning för olika vägtyper.

Följande sektioner redovisas med skisser i Bilaga F:

Sektion 1 Nyanlagd väg, bred stödremsa

Sektion 2 Nyanlagd väg, sidoplacerat räcke

Sektion 3 Upprustning av tvåfältsväg, slänträcke

Sektion 4 Upprustning av tvåfältsväg, breddad stödremsa

Sektion 5 Ombyggnad till mötesfri väg, enfältsdelen med breddad stödremsa

Sektion 6 Ombyggnad till mötesfri väg, tvåfältsdelen med slänträcke

Sektion 7 Nyanlagd/upprustad motorväg, balk- eller rörräcke samt linräcke

Vid placering av sidoräcke kan det i vissa fall vara motiverat med bred stödremsa för att öka framkomligheten och för att förhindra räckesskador vid snöröjning. Stödremsan kan läggas i lutning 1:6 eller 1:10 för att minska risken för grus på körbanan, Vägverket Region Mälardalen (2002).

## 3.6 Räcken och drift och underhåll

Trafikskadat räcke skall åtgärdas:

- Omgående när risk för trafikanten finns.
- Snarast men senast inom 14 dagar när mindre skador uppstått.

Hur ofta inspektioner sker beror på vägens trafikbelastning. Dessa sker två till tre gånger per vecka på större vägar och en gång varannan vecka på de mindre vägarna. Hur detta skall skötas regleras i Vägverket (*Funktions- och standardbeskrivning (FSB), drift, hemsida*)

Entreprenören skall en gång vart tredje år (år ett och år fyra) inventera behov av justering, reparation eller byte av vägräcken samt föreslå prioritering till beställaren. Åtgärdsprogrammet fastställs av beställaren. Standardkrav för vägräcken finns specificerade. Stållineräcken skall kontrolleras i den omfattning leverantören föreskriver, dock minst en gång per år och alltid efter skador, Vägverket (*Funktions- och standardbeskrivning (FSB), drift, hemsida*)

### 3.6.1 Räckesreparation

Stållineräcket på Gävle-Axmartavlan, i 1,5 meter mittremsa, körs på cirka en gång per vecka, i cirka 70 procent av fallen från den enfältiga sidan. Detta ger en påkörningsfrekvens på drygt en per mapkm, och då lägger sig i genomsnitt drygt 10 stolpar. Reparationen utförs genom avstängning av omkörningsfältet med TMA-skydd, det tar cirka två timmar i genomsnitt och kostar cirka 8 000 kronor. Trafikanterna varnas också med VMS skyltar (Variable Message Signs), Vägverket (*Sidoutformning vägutformningsdagarna arbetsmaterial, hemsida*).

När ett räcke blivit skadat och behöver repareras utsätts även vägarbetarna för en risk när de skall arbeta i trafikens omedelbara närhet. En grundregel är att trafikanterna ska sakta in och ta det mycket lugnt förbi ett vägarbete. Skyltad hastighet ska följas. Tyvärr är det många trafikanter som inte följer reglerna. Därför testar Vägverket olika sätt att skydda vägarbetarna mot trafikanterna. En metod innebär att trafiken förbi arbetsplatsen stoppas och sedan i omgångar leds av en vakt som kör i 30 km/tim. En annan typ av skydd är farthinder som aktiveras om fordonet kör fortare än rekommenderad hastighet. En variant av farthindren kallas wake up-bräda. Den innebär ett kännbart gupp för trafikanterna som passerar, Vägverket (*Se upp, även mitträcken måste repareras*, hemsida).

### **3.6.2 Billagning**

Uppgifter förekommer att försäkringsbolagen anser att ställineräcken ger mindre dyrbara reparationer. Medelreparationskostnaden på en modern bil bedöms ligga i intervallet 25 till 50 tusen kronor, Vägverket (*Sidoutformning vägutformningsdagarna arbetsmaterial*, hemsida).

### **3.6.3 Vinterväghållning**

Stålline- och stålrörsräcken ger minst snödrev. Det är en vanlig uppfattning att ställineräcke skulle fungera sämre vid snöplogning. Uppföljningarna hittills på Gävle-Axmartavlan har gett samma ploghastighet på räckesdelen som på kontrollsträckor utan räcke. Det har heller inte varit några påtagliga problem med snövallar mot ställineräcket och vatteninrinning på vägbanan. Kombinationen broräcke och W-profilräcke i beläggningsskant med 0,5 meter vägren innebär att snökilen växer in på kantlinjen så att den måste lastas ut, detta har skett nattetid, Vägverket (*Sidoutformning vägutformningsdagarna arbetsmaterial*, hemsida).

## **3.7 Allmänt om 2+1 vägar**

2+1 vägar med mitträcken är en svensk idé som började användas 1998. Hittills har cirka 150 mil före detta motortrafikleder och 13 meter breda landsvägar byggts om till 2+1 vägar. Antalet dödsolyckor har minskat med 80 procent. Vitsen med 2+1 vägar är att befintliga vägar och befintlig bredd kan användas. Kostnaden blir 1,5-2 miljoner kronor per kilometer för en ombyggnad jämfört med 30 miljoner per kilometer för nybyggnad. I dagsläget har de flesta motortrafikleder byggts om men enbart 1/3 av landets 13 meter breda vägar. Uppskattningsvis beräknas ytterligare 130 mil väg med hastighetsgräns 90 och 110 km/h (Vägverket, *Utryckning på 2+1 vägar*, hemsida) byggas om och utrustas med mitträcke, med en ungefärlig utbyggnadstakt på 30 mil per år, Carlsson och Brüde (2005).

Ett problem är det stora antalet påkörningar på barriärerna. Dessa resulterar sällan i allvarliga personskadeolyckor, men kräver ett underhållsarbete som upplevs som riskfyllt. Dessutom finns risken att fordon oavsiktligt passerar det demolerade räcket under tiden från den första påkörningen till reparation och en sådan olycka skulle kunna bli allvarlig.

Det kan tänkas tre sekundärhändelser som skulle kunna leda till olycka efter den initiala påkörningen av barriären:

1. Den första påkörningen resulterar i att delar av räcket hamnar i körbanan och/eller att räckesstolpar kröks och inkräktar på mötande körfält.
2. Den första påkörningen förstör barriären så mycket att det blir möjligt att passera genom den.
3. Vid underhållsarbetet sker påkörning av arbetsfordon och/eller arbetare på vägen.

Dessa händelser kan antas vara Poissonfördelade, vilket innebär att tiden mellan två händelser är exponentialfördelad. Risken för att ingen sekundär påkörning ska inträffa från den första påkörningen fram till reparationen blir

$$R(t)=e^{-\lambda t} \text{ där } t>0 \quad (2)$$

Och  $\lambda$  är påkörningsintensiteten, vilken erhålls från tillgängliga empiriska data.

Insatstiden från den första påkörningen till den första röjningen och till reparation kan anses vara 24 timmar respektive 14 dagar. Antalet personskadeolyckor kan skattas till cirka sju stycken per år på grund av att fordon kör in i eller genom det skadade räcket. Ett övervägande antal av dessa sker vintertid och föregås av sladd. Det finns därför en potential att reducera insatstiden till reparation just under vintern.

Riskanalysen visar att genom att reducera tiden till reparation av en barriär som är så förstörd att det är möjligt att passera genom den från 14 till 3 dagar, kan antalet personskadeolyckor förväntas sjunka med 5 per år på dessa vägar.

Själva underhållsåtgärden kan anses vara ett arbetsmiljöproblem, se kapitel 3.6.1. Om påkörningar av barriären sker ofta skulle det kunna accepteras en längre insatstid och istället göras fler samtidiga reparationer på en och samma sträcka. Empiriska data visar dock att detta förfarande ej är fördelaktigt eftersom risken för passage av den vid första påkörningen skadade barriären blir stor.

Slutsatsen av denna riskanalys är således att under vintern, december-mars, bör tiden mellan en påkörning och reparation av mittbarriären reduceras. Det är också värt att i detta sammanhang påpeka att den positiva trafiksäkerhetseffekten som mittbarriären ger i form av reducerat antal omkörnings- och mötesolyckor, är betydligt större än den lilla negativa effekt som påkörningarna av barriären innebär, Kungliga tekniska högskolan (2004).

### 3.8 Uppföljning mötesfria vägar

Detta kapitel delger resultat som Carlsson och Brüde (2005) och Carlsson (2006) redovisar i ”Uppföljning mötesfria vägar, Halvårsrapport 2004:2 och 2005:2”

Totalt har 2 058 reparationer analyserats utförda på vägar med ett totalt trafikarbete på 4 632,6 mapkm.

För MML-objekt med räckesuppföljning ligger påkörningskvoten på 0,49 per mapkm. Kvoten på MLV-objekten är genomgående lägre, 0,39 per mapkm. Skillnaden kan förklaras med genomsnittligt lägre ÅDT-värden för MLV samt högre andel med 110 km/h för MML-objekten.

Tabell 2 Resultat från uppföljning av mötesfria vägar (Carlsson, 2006)

Vägtyp	Region	110 km/	90 km/h	110+90
	Norra	0,53	0,44	0,50
MML	Södra	0,41	0,51	0,47
	Hela landet	0,50	0,47	0,49
	Norra	0,49	0,47	0,48
MLV	Södra	0,19	0,32	0,31
	Hela landet	0,47	0,35	0,39
	Norra	0,52	0,44	0,50
MML+MLV	Södra	0,39	0,41	0,40
	Hela landet	0,49	0,42	0,46

Ökad bredd (14 meter istället för 13 meter) får fullt genomslag vid mer gynnsamma klimatförhållanden med lite vinterväglag och främst på MML-objekt

Följande sammanfattande slutsatser kan dras från aktuellt utfall redovisat i Tabell 2 ovan och från Carlsson (2006):

- Norra Sverige har cirka 25 procent högre påkörningskvot än södra.
- Hastighetsgräns 110 km/h har cirka 15-25 procent högre kvot än 90 km/h.
- Breddning till 14 meter istället för 13 meter har bara effekt i södra Sverige med lite vinterväglag och främst på MML-objekt.



- Med en mittremsebredd på 1,75 meter eller över erhålles en generell reduktion med 15-25 procent.

Några betydande skillnader mellan MML och MLV kan inte påvisas

Försök gjorda med en räfflad kantlinje, så kallad rainflexlinje, i nära anslutning till vägräcke har visat på en markant reduktion av antalet skador på vägräcket.

Skillnader mellan enfältiga och tvåfältiga avsnitt har noterats. Schablonmässigt kan sägas att räckeupåkörningarna fördelar sig med 70 procent på enfältiga avsnitt, 26 procent i tvåfältiga och 4 procent i övergångar 2 till 1 körfält. För att se kvotförhållanden se Carlsson och Brüde (2005). Risken för att olyckor ska ske på en övergångssträcka från 2 till 1 körfält är procentuellt sett lägre med hänsyn till procentuell längd. 48 procent av upåkörningarna har skett under vintermånaderna december-mars (33 procent av tiden). Detta bör jämföras med andelen trafikarbete som är 28 procent av årligt trafikarbete.

Några ytterligare slutsatser:

- Den viktigaste slutsatsen är att största delen av skillnaderna i upåköringskvot kan förklaras av vinterväglag.
- Det finns en tillvänjningseffekt, kvoten för räckeupåkörningar minskar med tiden.
- Cirka 20-30 procent av räckeupåkörningarna kräver bärgning.

### **3.9 Slutsatser av litteraturöversikt**

Den litteratur som finns gällande vägräcken behandlar huvudsakligen 2+1 vägar och ställineräcken. Det finns inga studier gjorda som jämför olika räkestyper med hänsyn till ekonomi. Det finns ett behov av en prediktionsmodell som visar fördelar och nackdelar hos olika vägutformningar och som kan generera rimliga uppskattade värden på reparationskostnader utifrån tillgängligt datamaterial.

## 4 Skadehantering

För utförlig information angående skadehantering se Bilaga E. Nedan följer en kort sammanfattning av dess innehåll.

Enligt förfrågningsunderlaget för grundpaket drift ska driftentreprenören besiktiga, fotografera och polisanmäla skador orsakade vid vägtrafikolyckor. Entreprenören ska använda bifogad skadeanmälan, se Bilaga C.

Trafikskador förorsakade av okända motorfordon faktureras TFF, se kapitel 4.1. Då materialkostnaden understiger aktuellt prisbasbelopp (vilket var 39 400 kronor år 2005) utgår ersättning med 50 procent av nyanskaffningskostnaden. Denna begränsning, så kallat åldersavdrag, gäller inte ställinmaterial, som ersätts med faktisk nyanskaffningskostnad. Övriga kostnader förutom materialkostnader, exempelvis kostnader för arbete ersätts fullt ut. Självrisk motsvarande fem procent av prisbasbeloppet utbetalas av Vägverket till TFF för okända fordon.

Försäkringsbolag är rekommenderade att tillämpa ovanstående avtal, vilket innebär att försäkringsbolagen ska krävas enligt ovan för kända fordon.

### 4.1 Trafikförsäkringsföreningen

TFF är ett samarbetsorgan för Sveriges trafikförsäkringsbolag, TFF (hemsida). Dess verksamheten består i huvudsak av att reglera trafikskador orsakade av okända, oförsäkrade och utländska fordon samt att ta ut avgift av ägare till oförsäkrade motorfordon.

### 4.2 Skadehandläggning Vägverket Region Väst

Handläggning av trafikskador inom Vägverket Region Västs sköts av en ekonomiassistent på avdelningen för ekonomi och planering, en del av dennes arbete utgörs av att handlägga de trafikskador som inkommer från avdelningen Trafikantservice på de fem lokalkontoren.

Handläggningsförfarande:

- 1) Olyckor som har inträffat repareras av aktuell driftentreprenör.
- 2) Entreprenören fyller i skadeanmälningar och fakturaspecifikationer och skickar dessa handlingar tillsammans med en faktura till projektledaren för det aktuella driftområdet vid avdelningen Trafikantservice på aktuellt lokalkontor.
- 3) Projektledaren kontrollerar att fakturaunderlaget är korrekt (konterar och attesterar) och skickar vidare underlaget till ekonomiassistenten
- 4) Ekonomiassistenten utreder och fastställer kostnaden som Vägverket, TFF eller försäkringsbolag skall betala.
- 5) Kopior görs och arkiveras och fakturaunderlaget skickas vidare till TFF eller försäkringsbolag.

De sätt som ekonomiassistent använder för att identifiera fordon som orsakat skador på vägutrustning är följande:

- 1) Ringa till försäkringsbolag och jämföra olycksplats och datum
- 2) Ta reda på om polisen varit på platsen genom att tala med entreprenören eller se på foton. Kontakta polisen för information.
- 3) Ta reda på om bärgaren varit på platsen genom att tala med entreprenören eller se på foton. Kontakta bärgaren för information
- 4) Ringa larmcentralen
- 5) Bilregistret kan hjälpa till att avgöra vem som äger en viss bil och vilket försäkringsbolag som är aktuellt.

Enligt våra data är 75 procent av alla skador på vägräcken orsakade av okända förare.

I entreprenörernas uppgifter ingår det att kontakta polisen för att tillsammans försöka identifiera fordonet som orsakade skadan. Men eftersom detta i vissa fall inte finns specificerat i anbudet missköts detta av många entreprenörer. Detta kommer förhoppningsvis att regleras i nästa upphandling.

Vägverket började använda sig av skannade fakturor under år 2006. Kvaliteten på bilderna försämras när bilderna skannas eller kopieras varför TFF vill ha originalfoton för att kunna avgöra om skadan skett av ett trafikförsäkringsskyldigt fordon. När föraren är känd behåller Vägverket originalfoton.

Det tar i genomsnitt två månader från det att ekonomiassistenten skickar en faktura till ett försäkringsbolag till att pengarna inkommer på Vägverkets konto, för TFF gäller cirka en månad, om det inte är ett utländskt fordon vilket gör att det tar någon månad längre. Uppskattningsvis är medeltiden för handläggning av en faktura cirka 1-1,5 timme, men tiden varierar kraftigt då mesta tiden läggs på kontakt med försäkringsbolag och på att försöka ta reda på vem det är som orsakat skadan.

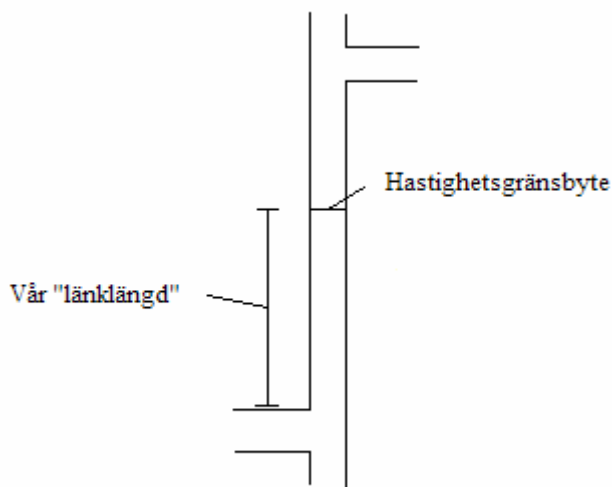
Vid konstruktions ändring är det Vägverkets uppgift att beräkna vad försäkringsbolaget eller TFF skall stå för, det är projektledaren för driftområdet som oftast gör detta.

## 5 Teori och planerad arbetsgång

Med anledning av de stora investeringarna som sker för att förse vägar med ställineräcken är det rimligt att anta att ställineräcke är den räckestyp som är mest fördelaktig ur både ekonomisk och säkerhetsmässigt perspektiv.

### 5.1 Beräkningar

Först skall genomsnittliga reparationskostnader och risker för att reparation skall vara nödvändig att utföra för olika räckestyper och vägutformningar tas fram. För att kunna vikta kostnaderna för räckesreparationer behövs information om det trafikarbete som sker på de typer av vägar som studeras. För att erhålla detta krävs "länklängder" inom vilka hastighetsgräns, vägtyp, räckestyp och ÅDT är konstant. "Länklängden" som skall användas visas enligt nedan i Figur 23 med exemplet hastighetsbyte.



Figur 23 Länk

#### Prediktionsmodell

Med kunskap om årligt trafikarbete per vägtyp, hastighetsgräns och mitträckestyp kan följande modell utvecklas:

$$K_{i,j} = R_{i,j} * 365 * \text{ÅDT} / 10^6 \text{ tkr per km och år} \quad (3)$$

Där  $K_{i,j}$  är reparationskostnaden för vägtyp (i) och hastighetsgräns (j) för en viss räckestyp

$R_{i,j}$  är genomsnittlig reparationskostnad (tkr per m<sup>2</sup>km) för vägtyp (i) och hastighetsgräns (j) för en viss räckestyp.

$R_{i,j}$  kan skattas genom att totala reparationskostnaden under ett år divideras med totala  $TA_{i,j}$  för vägtyp  $i$ , hastighetsgräns  $j$  och bestämd räckestyp. Om dessutom antalet reparationstillfällen  $N_{i,j}$  under ett år beräknas kan kvoten för räckespåkörning,  $RK_{i,j}$  för aktuell räckestyp skattas som

$RK_{i,j} = N_{i,j} / TA_{i,j}$  påkörningar per m<sup>2</sup>km för vägtyp  $i$  och hastighetsgräns  $j$ .

Definitionsmässigt blir  $R_{i,j} = RK_{i,j} * \text{medelkostnaden per reparation}$ .

ÅDT syftar på den förväntade trafiken i fordon per dygn, som kommer erhållas på den nybyggda/ombyggda vägen.

## 6 Datainsamling och – information

Den huvudsakliga informationskällan för datainsamlingen har varit räckesreparationsfakturer och skadeanmälningar från entreprenörerna, se Bilaga D och Bilaga C. De aktuella entreprenörerna under år 2005 har varit enligt Tabell 3 nedan.

Tabell 3 Studerade driftområden och entreprenörer i Vägverket Region Väst

Kungälv-Tjörn	Göteborg	Borås	Landvetter	Kungsbacka	Ulricehamn	Varberg	Falkenberg	Halmstad	Laholm
VVP	Peab	VVP	VVP	NCC (och Peab)	NCC	VVP	VVP	VVP	VVP

### 6.1 Internetbaserade databaser

Nedan följer en beskrivning av de webbapplikationer som använts för informationsinhämtning.

#### 6.1.1 Nationell vägdatabas

Nationell vägdatabas (NVDB) finns tillgänglig för alla på webben om inloggningsmöjlighet ordnas. För att främja en bred användning av datan är avgiften för tjänsten av ringa storlek, Vägverket (*Vad är NVDB*, hemsida)

NVDB är en databas som innehåller data om alla vägar i Sverige. Arbetet inleddes 1996 då Vägverket fick i uppdrag av Sveriges riksdag att upprätta en nationell vägdatabas, detta skulle göras tillsammans med Lantmäteriet, Svenska kommunförbundet och skogsnäringen. Databasen har varit i drift sedan år 2001.

NVDB består av två delar, en del som beskriver vägnätets geometri och hur vägarna hänger ihop samt en del som knyter företeelser till vägarna. Dessa företeelser kan vara hastighetsgräns, vägnummer etcetera. NVDB innehåller information om statliga, kommunala och enskilda vägar och gator med en sammanlagd väglängd på 560 000 km. Informationen i NVDB bygger på uppgifter från följande källor: Vägverkets databank (VDB) som innehåller de statliga vägarna, Vägverket förser även NVDB med information om de enskilda vägarna som får statligt bidrag, även lantmäteriet, kommunerna och skogsnäringen förser databasen med information, Storsjö (2005)

Databasen har flera användningsområden främst med avseende på navigering. Exempelvis används NVDB vid planering av utryckningsvägar, kollektivtrafik eller drift och underhåll av vägar.

Vägens profil i längsled kan erhållas och dessutom kan avstånd mätas mellan två eller flera punkter med hjälp av en datalinjal.

### **6.1.2 Info om vägar**

Tillämpningen ”Info om vägar” är främst utvecklad för intern användning på Vägverket, men det finns planer på att även tillhandahålla den externt. Informationen i databasen hämtas från Vägverkets gemensamma databaser för väg och trafikdata och från NVDB (se kapitel ovan). Tillämpningen liknar NVDB mycket men innehåller något mer information och flera informationsposter kan hämtas samtidigt vilket gör att informationshämtningen går fortare än i NVDB. Informationen Info om vägar finns både i kart- och tabellform. Hela det statliga vägnätet är indelat i trafikhomogena vägavsnitt, i denna webbapplikation erhålls längder på dessa automatiskt, även längden på sträckor med viss hastighetsgräns eller vägbredd erhålls. Vägtypen på det aktuella vägavsnittet har också kunnat erhållas. De typer som finns i denna databas är 4-fältsväg, motortrafikled mötesfri, motorväg, vanlig väg och vanlig väg mötesfri, Vägverket (*Info om vägar på karta*, hemsida).

### **6.1.3 ÅDT-karta**

Hela det statliga vägnätet är indelat i trafikhomogena vägavsnitt. Inom varje avsnitt mäter och redovisar Vägverket Konsult trafiken i en mätpunkt, Vägverket konsult (*Årsmedeldygnstrafik*, hemsida). Detta görs oftast på uppdrag av Vägverkets regioner. Resultatet, ÅDT, redovisas för lastbilar, fordon och axelpar. Informationen om ÅDT på det statliga vägnätet används externt i många sammanhang, till exempel vid projektering, underhåll och drift med mera. Vägavsnittets ÅDT baseras på mätningar som gjorts med ett osäkerhetsintervall som med 95 procent säkerhet täcker in det sanna värdet. Dessa ÅDT-mätningar finns redovisade i bland annat en klickbar karta, som är åtkomlig internt på Vägverket. Dessutom har ett program som heter Tindra använts för att erhålla ÅDT i trafikplatser. Tindra används av Vägverket Konsult.

### **6.1.4 Söktjänster på Internet**

På eniro.se och hitta.se kan användarna hämta kartor, flygfoton och vägbeskrivningar. Dessa tjänster är åtkomliga för alla via Internet. För att på lättast sätt lokalisera en plats skrivs adressen eller namnet på platsen som efterfrågas. Dessutom kan inom kartans utbredning sökas efter restauranger, företag etcetera. Området kan ses i vanligt kartformat eller som flygfoto. Dessutom finns zoommöjligheter för att kunna se detaljer tydligare, Eniro.se (hemsida).

## **6.2 Information i de upprättade databaserna**

Nedan följer en kortfattade beskrivning av vad som finns i de databaser som gjorts i Excel och hur informationen har erhållits, för utdrag ur databaserna se Bilaga G.

## 6.2.1 Data om räcketreparationer

Datan är hämtad från fakturor inkomna till Vägverket under år 2005. Fakturorna från hela Vägverket Region Väst är arkiverade i pärmar med indelning efter entreprenör, Vägverket Region Väst distrikt eller driftområde om det är Vägverket Produktion som är entreprenör.

Varje faktura som gäller räcketreparationer har fått ett ordningsnummer i databasen baserat på dess position i pärmen. Anledningen till detta är att det skall vara lättare att hitta samma faktura igen, men även för att kunna se hur många räcketreparationer som skett i ett specifikt driftområde.

Varje reparation bör ha ett skadenummer hos Vägverket men vid saknad av skadenummer har fakturanumret använts istället, även detta för att kunna hitta samma faktura igen.

Datum då skadan upptäckts (upptäcktsdag eller skadedag) har noterats. Tänkt var även att datum för åtgärd skulle noteras, men då detta sällan angavs av entreprenören är det ej medtaget.

Vägnummer och platsen för olyckan har noterats utifrån vad entreprenören angivit. Positioneringen har varit otydlig och medfört svårigheter vid datainsamlingen.

Vem som rapporterat skadan har noterats. Det vanligaste är att driftentreprenören upptäcker skador vid egna inspektionsrundor. Men det förekommer även att exempelvis trafikinformationscentralen (TIC), polisen eller räddningstjänsten rapporterar.

Räckettyper har noterats utifrån fakturaspecifikation eller foto. Även krockskydd av olika slag finns med i insamlingen.

Om räcketreparationen skett på raksträcka, i innerkurva eller ytterkurva har noterats utifrån foton. Kvaliteten på foton varierar och har gjort bedömningen svår. I huvudsak har större vägar studerats där stora radier förekommer och gränsen mellan raksträcka och kurva blir då svår att avgöra via foto.

Om räcket sitter vid sidan av vägen i mitten eller SM har noterats utifrån foto. SM innebär ett mitträcke som enbart kan bli påkört från ena köriktningen.

Räcketavståndet till körbanan har noterats utifrån foton och indelats i tre kategorier A, B och C. Vid A är räcket nära körbanan, 0 till 0,5 meter, vid B är räcket mellan 0,5 och 2 meter från körbanan och för C avståndet över 2 meter.

Hastighetsgränsen på vägsträckan där olyckan skett har noterats med hjälp av webbapplikationer, utifrån entreprenörens beskrivning av olycksplatsen och foton.

Vägtypen har identifierats på liknande sätt som hastighetsgränsen.



För 2+1 vägar har det från foton noterats om påkörningen gjorts från den enkelfältiga delen, den dubbelfältiga delen eller övergången.

Utifrån entreprenörens beskrivning har det har noterats om påkörningen gjorts på eller vid, påfart, avfart samt i korsning eller rondell.

Summan som Vägverket har betalat till entreprenören har noterats. Det vill säga entreprenörens kostnad för att laga räcket. Denna summa erhålls direkt från fakturan men har även kontrollberäknats.

Om fordonet som orsakat skadan ej kunnat identifieras får Vägverket betala en självrisk. Denna har noterats utifrån ekonomiassistentens beräkning.

Den kostnad som TFF står för har noterats. Detta anges av ekonomiassistenten på fakturan men har kontrollberäknats.

Den kostnad som försäkringsbolag ersätter har noterats. Detta anges av ekonomiassistenten på fakturan men har kontrollberäknats.

Vägverkets kostnad och hur stor del denna är av den totala ersättningen som entreprenören vill ha för att reparera skadan har noterats. Denna kostnad räknas ut som entreprenörens reparationskostnad minus ersättningen som betalas av TFF eller försäkringsbolag.

Fördelning av kostnadsposterna arbete, hyra material, avstängningsanordningar, räckesmaterial och övrigt material i kronor och procent av totala kostnaden har noterats. I arbetskostnaden ingår till exempel vägarbetare, prylbil med mera, i hyra material ingår till exempel hyrkostnader för elverk, svets med mera, i avstängningsanordningar ingår TMA-skydd, vägmärken med mera men inte den tid som har lagts för att sätta upp dessa anordningar, i räckesmaterial ingår stolpar, balkar med mera. I övrigt material ingår till exempel bärlager med mera.

För ställineräcke har kostnaden per stolpe noteras. Den totala ersättning som entreprenören erhållit har dividerats med antalet stolpar som ersatts.

Den troliga reparationstiden har uppskattats utifrån entreprenörens fakturaspecifikation då det var möjligt. Reparationskostnaden per timme har beräknats som den totala ersättningen som entreprenören erhållit, dividerat med den troliga reparationstiden.

Fakturaspecifikationernas innehåll har noterats med kvantitet och kostnad för ingående delar i reparationskostnaden.

All data utom själva posterna i fakturaspecifikationerna har sammanställts i en lista för att det skall vara möjligt att sortera och bearbeta informationen. Utvalda rubriker har använts i en pivottabell för att kunna studera intressanta kombinationer.

## 6.2.2 Data om trafikarbete

Länklängder och länkspecifikt ÅDT har framtagits för att beräkna trafikarbetet på de vägar som ansetts ha störst betydelse i de driftområden som analyserats. Denna information ger trafikarbetet på vägarna, vilket är av stor betydelse för att kunna vikta innebörden av de kostnadsresultat som erhållits. Aktuella vägar är E20, V 158, Rv 40, E6, E6.20, Rv 45, E6.21, Rv 26, Rv 27, Rv 41, som samtliga har mitträcken.

En startpunkt och slutpunkt för respektive länk finns angiven i den upprättade databas. Länkens längd har erhållits från hjälpmedlet ”Info om vägar karta”. Alla länkar på aktuell väg inom det analyserade området noteras. Från denna webbapplikation fås även vägtyp och hastighetsgräns på respektive länk.

Information om mitträckestyp har erhållits från fakturor. Då en viss räckestyp förekommit på en länk har hela länken antagits ha samma räckestyp.

ÅDT för fordon, lastbilar och axelpar har erhållits från trafikflödeskartor. Även mätningåret har noterats för att kunna göra en uppräkningsfaktor av ÅDT till värden för skadeåret 2005. ÅDT har beräknats öka med 2 procent per år.

Resultaten har sammanställts i en pivottabell där trafikarbete tagits fram för vägar där samma vägtyp, hastighetsgräns och mitträckestyp gäller. trafikarbete kopplas samman med räckesreparationskostnader för vägar med samma vägtyp, hastighetsgräns och mitträckestyp för att erhålla den viktade kostnaden av räckesreparationer per m<sup>2</sup>km.

## 6.3 Felkällor

Mycket av den information som inhämtats bygger på källor som av olika anledningar kan misstolkas eller bygger på mer eller mindre stora uppskattningar. Exempelvis information som härstammar från tolkning av fotomaterial bygger på en subjektiv bedömning som kan ifrågasättas. I vissa fall har räknet fotografierats på natten vilket gjort det omöjligt att utläsa den information som eftersökts. Den information som bygger på fotodokumentation anges i kapitel 6.2.1.

Källorna till uppgifter om ÅDT bygger på mätningar gjorda vid andra år än det faktiska skadeåret, vilket behandlas genom en uppräkningsfaktor som uppskattats till två procent per år.

Skadans position har inte kunnat anges med önskvärd tydlighet i vissa fall, vilket kan ha genererat fel antaganden gällande främst hastighetsgräns.

Eftersom räckestyp inte finns angivet i de internetbaserade databaserna har olika väglänkar kopplats till en viss mitträckestyp genom fotodokumentation. Detta har inneburit många antaganden längs de analyserade vägarna.

De webbapplikationer som använts kan innehålla information som inte är aktuell eller ogiltig för det skadeår som granskats.

## 7 Resultat och analys

De resultat som redovisas i detta kapitel bygger på analysering av de 744 räckesreparationer som samlats in inom ramarna för detta examensarbete.

I Tabell 4 nedan redovisas de sammanlagda kostnaderna för de studerade reparationerna och fördelningen av dessa kostnader.

*Tabell 4 Summering för de 744 insamlade reparationerna*

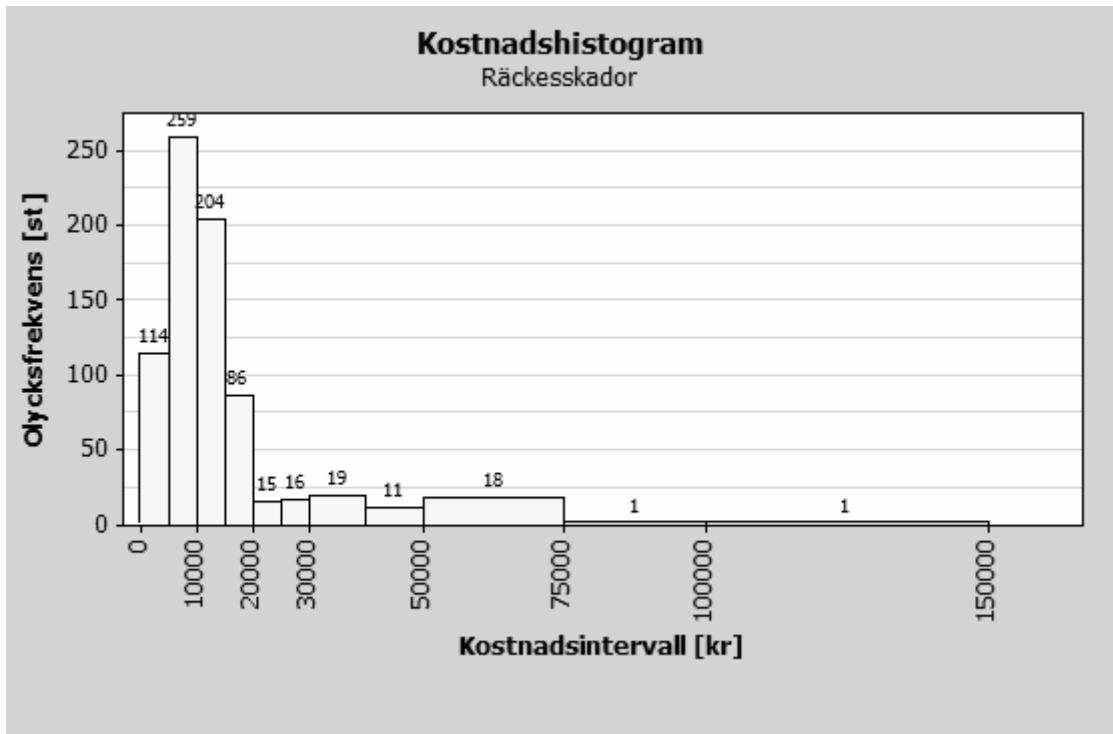
Summa till entreprenör (kr)	Sjävrisk (kr)	Summa från TFF (kr)	Summa från försäkringsbolag (kr)	Vägverkets kostnad i kr	i %
9 509 897	1 117 333	4 551 857	2 686 811	2 271 230	24

För att kunna lokalisera de delar av reparationerna som är mest kostsamma gjordes indelning i kostnadsposter. Kostnadsfördelningen blev enligt Tabell 5 nedan. Det framgår att arbetskostnaden är den största utgiften, följt av räckesmaterialkostnad, och avstängningsanordningskostnad. Posterna hyra material och övrigt material är obefintliga i sammanhanget.

*Tabell 5 Kostnadsfördelning för de 744 insamlade reparationerna*

Arbete (kr)	%	Räckes- material (kr)	%	Avstängnings- anordningar (kr)	%	Hyra material (kr)	%	Övrigt material (kr)	%
4 209 738	44,27	3 079 045	32,38	2 143 082	22,54	61 161	0,64	16 872	0,18

För att åskådliggöra kostnaden för räckesreparationer har ett histogram, se Figur 24, framtagits som visar antal reparationer som förekommer i respektive kostnadsintervall. Cirka 78 procent av alla reparationer ligger i intervallet 0 till 15 000 kronor medan cirka 90 procent ligger i intervallet 0 till 20 000 kronor.



Figur 24 Histogram över de 744 reparationerna

Tabell 6 visar de totala reparationskostnaderna för de tre räckestyperna som varit mest förekommande, krockskydd och hur mycket Vägverket betalat för dessa reparationer.

Tabell 6 Kostnader för krockskydd, Kohlswa, ställineräcke och W-räcke

	Krockskydd	Kohlswa	Ställineräcke	W-räcke
Antal RR	27	51	172	455
Total kostnad (kr)	964 798	609 569	1 954 721	5 078 557
Vägverkets kostnad (kr)	358 740	156 379	207 114	1 349 689

## 7.1 Mitträcken

Jämförelse av reparationsrisker för ställineräcke och W-räcke som är lokaliserade i mittremsan. Som konstaterats tidigare är reparationer väsentligt vanligare på ställineräcken, se Tabell 7. Jämförelser med andra räckestyper är ej möjligt då det huvudsakligen är ställineräcke och W-räcke som används som mitträcke på de vägar som studerats.

Tabell 7 Jämförelse ställineräcke och W-räcke för de fyra vägtyperna (MV, 4-fältsväg, MLV och MML) och de tre hastighetsgränserna (70, 90 och 110) på huvudväg

	Ställineräcke	W-räcke
Antal RR	164	239
TA (mfkm)	713	3 069
Risk (RR/mfkm)	0,230	0,078

Tabell 8 visar Vägverkets del av kostnaden för räcketreparationer av räcken belägna i mittremsan.

Tabell 8 Vägverkets del av kostnaden för ställineräcke och W-räcke för de fyra vägtyperna (MV, 4-fältsväg, MLV och MML) och de tre hastighetsgränserna (70, 90 och 110) på huvudväg

	Ställineräcke	W-räcke
Antal RR	164	239
Vägverkets del i %	10,8	26,9
Vägverkets del i kr	191 119	669 420
TA (mfkm)	713	3 069
Vägverkets kostnad (tkr/mfkm)	0,268	0,218

Reparationsrisker för mitträcken är förknippade med olika hastighetsgränser. Enligt analyserad data har vägar med hastighetsgräns 70 km/h lägst risk för att erhålla en skada på ett vägräcke, se Tabell 9.

Tabell 9 Jämförelse mellan olika hastighetsgränser för de fyra vägtyperna (MV, 4-fältsväg, MLV och MML) och de två räcke typerna (ställineräcke och W-räcke) på huvudväg

	70 km/h	90 km/h	110 km/h
Antal RR	53	97	253
TA (mfkm)	593	1 046	2 142
Risk (RR/mfkm)	0,089	0,093	0,118

Tabell 10 visar hastighetgränserns inverkan vid samma vägtyp och mitträckestyp.

Tabell 10 Jämförelse 90 och 110 km/h för mitträcken (Mitt och SM), W-räcke och MV på huvudväg

	90	110
Antal RR	41	148
Medelreparations kostnad (kr/RR)	10 142	11 149
Trafikarbete (mfkm/år)	637	1 606
Kostnad (tkr/mfkm)	0,653	1,027
Risk för reparation (RR/mfkm)	0,064	0,092

Olycksfrekvens och risk för räcke reparation för olika vägtyper, se Tabell 11.

Tabell 11 Jämförelse vägtyper för de tre hastighetsgränserna (70, 90 och 110) och de två räcke typerna (ställineräcke och W-räcke) på huvudväg

	MV	4-fältsväg	MLV	MML
Antal RR	309	35	31	28
TA (mfkm)	2 967	615	133	66
Risk (RR/mfkm)	0,104	0,057	0,233	0,424

## 7.2 Jämförelse ställineräcke och W-räcke

Jämförelse mellan ställineräcke och W-räcke med hänsyn till de tre stora kostnadsposterna visar på stora skillnader mellan hur kostnaderna fördelar sig, se Tabell 12. W-räcke kräver en större arbetsinsats vid reparation medan räckesmaterial är dyrare för ställineräcke. Kostnaderna för avstängningsanordningar är relativt lika och medelreparationskostnaden blir ungefär samma för de båda räcke typerna.

Tabell 12 Procentuell jämförelse ställineräcke och W-räcke oavsett vägutformning

	Ställineräcke	W-räcke
Arbete (%)	30	51
Räckesmaterial (%)	44	24
Avstängningsanordningar (%)	26	24
Förhållande medelkostnad (%)	50	50

Medelkostnaderna för de olika kostnadsposterna visas i Tabell 13,

Tabell 13 Kostnadsjämförelse ställineräcke och W-räcke oavsett vägutformning

	Ställineräcke	W-räcke	Medelreparationskostnad för de två räcke typerna
Arbete (kr)	3 444	5 748	5 116
Räckesmaterial (kr)	4 955	2 636	3 272
Avstängningsanordningar (kr)	2 947	2 652	2 733
Medelkostnad (kr)	11 365	11 162	11 217

Medelreparationstid för W-räcke och ställineräcke visas i Tabell 14. Det tar i genomsnitt 35 minuter snabbare att reparera ett ställineräcke jämfört med ett W-räcke.

Tabell 14 Tid för att reparera olika räkestyper, oavsett vägutformning

	W-räcke	Stållineräcke	Medelreparationstid för de två räkestyperna
Tid (timmar)	3,62	3,03	3,46

Jämförelse mellan stållineräcke och W-räcke lokaliserade i mittremsan på motorväg med hastighetsgräns 110 km/h. Endast denna kombination gav möjlighet att jämföra de två räkestyperna vid samma hastighetsgräns och vägtyp. Som framgår av nedanstående Tabell 15 är risken för reparation cirka dubbelt så hög för ett stållineräcke jämfört med ett W-räcke. Eftersom medelreparationskostnaden är ungefär samma blir resultatet att kostnaden per mfk m blir ungefär dubbelt så hög.

Tabell 15 Jämförelse stållineräcke och W-räcke, mitträcke (Mitt och SM), 110 km/h och MV

	Stållineräcke	W-räcke
Antal RR	105	148
Medelreparations kostnad (kr/RR)	10 639	11 149
Trafikarbete (mfkm/år)	514	1 606
Kostnad (tkr/mfkm)	2,17	1,03
Risk för reparation (RR/mfkm)	0,204	0,092

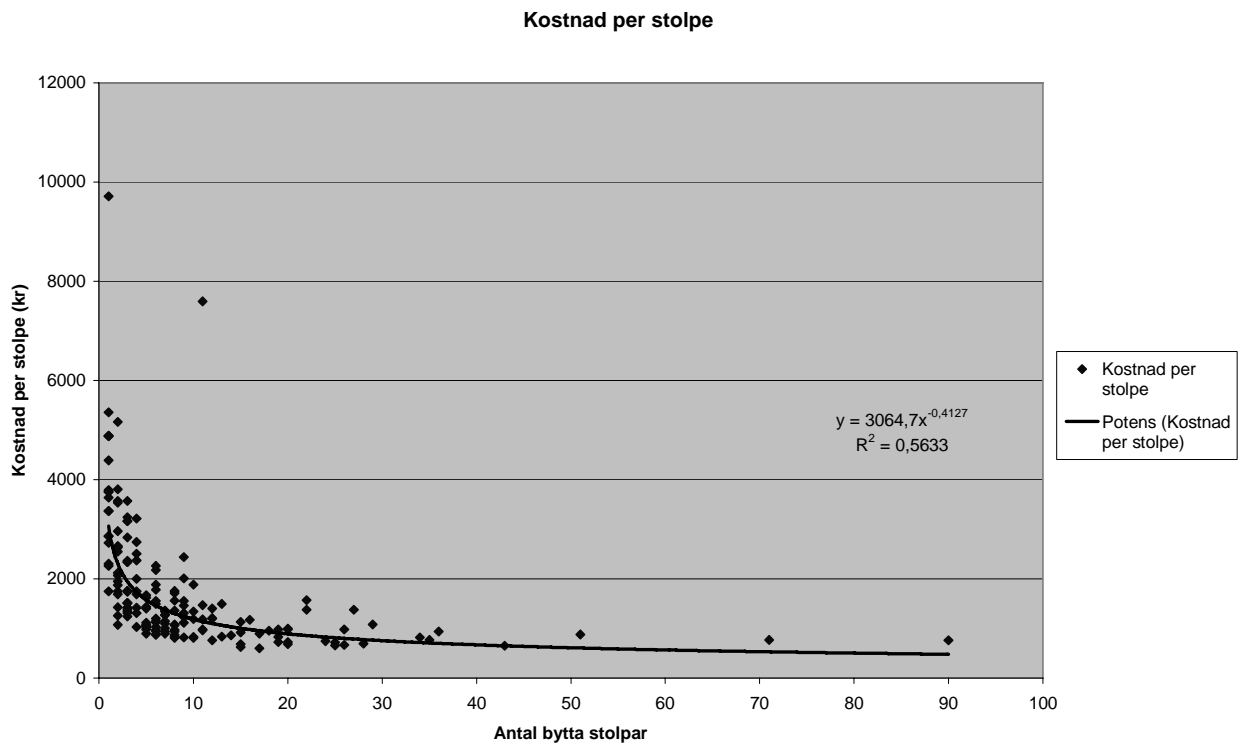
Enligt ekvation 3 och om ÅDT antas vara 10000 f/dygn blir kostnaden 7930 kr per km och år för stållineräcke. Samma ekvation och ÅDT gav för W-räcke en kostnad på 3750 kr per km och år.

### 7.3 Stållineräcke

Reparationskostnaden kan uttryckas som kostnad per stolpe eller per meter balk. För stållineräcke kan kostnad per stolpe beräknas utifrån befintliga fakturaspecifikationer, men för W-räcken är informationen ofullständig. För balkräcken anges oftast antalet balkar som bytits, istället för antalet meter vilket innebär ett problem då balklängderna kan variera. Ytterligare orsaker till att kostnadsframställning av ovanstående slag inte är fördelaktig för balkräcken är att de ofta kan rätas upp utan att räckesmaterial ersätts eller att bara balk eller stolpar byts ut.



Baserat på de 168 reparationerna av ställineräcke som mitträcke och sidoräcke erhålls en medelreparationskostnad på 1 184 kronor per stolpe och i medeltal behöver 9 stolpar bytas. Figur 25 visar hur kostnaden per stolpe varierar, kostnaden per stolpe minskar ju fler stolpar som byts.



Figur 25 Reparationskostnad per stolpe för ställineräcke

Datamaterialet visar att reparationskostnaderna generellt är högre under vintertid, se Tabell 16.

Tabell 16 Reparationskostnad per stolpe för ställineräcke, sommar och vintertid

	Medelreparationskostnad per stolpe (kr)
November-mars	1 356
April-oktober	1 031

Om de planer som beskrivs i kapitel 3.8 genomförs kommer Sverige inom fem år ha 280 mil ställineräcke som mitträcke på 2+1 vägar. Vägverkets kostnader för 2+1 vägar kommer då att öka med 8 miljarder kronor per år om avtalet mellan TFF och Vägverket

ändras så att ställineräcken behandlas som övriga räkestyper. Nämnas bör att det inte enbart är 2+1 vägar som har ställineräcke vilket innebär att räckeslängden troligen kommer bli betydligt längre än de 280 mil som antagits.

## 7.4 Övriga iakttagelser

I detta kapitel redovisas intressanta iakttagelser som gjorts utifrån det material som samlats in.

### 7.4.1 Olycksfrekvens sidoräcken

Med anledning av att förekomsten av sidoräcken varierar med terrängen finns inga tillgängliga data angående längder på dessa. Resultatet från databearbetningen visas i Tabell 17.

Tabell 17 Sidoräckespåkörningar på huvudväg

W-räcke	Vägtyp	Hastighetsgräns (km/h)	Totalkostnad (kr)	Medelkostnad (kr)	Antal RR
	MV	70	179 639	11 976	15
	MV	90	95 074	9 507	10
	MV	110	1 073 336	11 065	97
	4-fältsväg	70	117 125	13 014	9
	4-fältsväg	90	82 528	11 790	7
	MLV	90	15 220	15 220	1
	Vanlig väg	70	271 340	15 961	17
	Vanlig väg	90	103 543	7 965	13
	MML	90	11 075	11 075	1
	Totalt		1 948 878	11 464	170
Ställineräcke	Vägtyp	Hastighetsgräns (km/h)	Totalkostnad (kr)	Medelkostnad (kr)	Antal RR
	MV	110	151 962	25 327	6

Kohlswa	Vägtyp	Hastighetsgräns (km/h)	Totalkostnad (kr)	Medelkostnad (kr)	Antal RR
	4-fältsväg	70	105 974	11 775	9
	4-fältsväg	90	2 062	1 031	2
	MV	90	9 252	4 626	2
	Vanlig väg	70	190 522	12 701	15
	Vanlig väg	90	1 441	1 441	1
	Totalt		309 250	10 664	29

#### 7.4.2 Olycksfrekvens i raksträcka/kurva

Enligt de iakttagelser som gjorts med det datamaterial som samlats in, omfattande 744 olyckor inträffade 57 procent på raksträckor 17 procent i innerkurva och 18 procent i ytterkurva, resterade olyckor kunde inte identifieras.

#### 7.4.3 Olycksfrekvens för olika räckesavstånd

Ingen tillgänglig information finns angående trafikarbetet på de delar av vägnätet som representerar de olika kategorierna. Resultat från insamlad data visas i Tabell 18.

Tabell 18 Kostnader för olika avstånd mellan räcke och körbana

	A	B	C
Antal RR	179	332	208
Medelreparationskostnad (kr/RR)	13 705	11 148	14 053

#### 7.4.4 Fotokostnad

Fotokostnad 24 199 kronor fördelat på 4 driftområden, resterande 6 hade inte någon fotokostnad. 308 foton togs mot en ersättning av 15 kr medan 648 foton togs mot en ersättning av 30 kronor. Enligt avtal täcker TFF hälften av fotokostnaden men enbart max 15 kronor. Om alla olyckor genererar 2 foton a´ 30 kronor per foto, skulle fotokostnaden

för ett år bli 44 640 kronor med den indelning och utbredning som är undersökt i denna rapport.

#### **7.4.5 Olycksfrekvens på 2+1 vägar**

Gällande 2+1 vägar finns en uppfattning att risken för olyckor är högre vid en övergång från två till ett körfält. Enligt datamaterialet kan det konstateras att effekten av dessa avsmalningar inte kan anses vara betydande, se Tabell 19. Olycksrisken är inte högre på de delar av vägen där ett körfält råder jämfört med de delar där det är 2 körfält.

*Tabell 19 Reparationer av ställineräcke på 2+1-vägar oavsett hastighetsgräns, på huvudväg*

Ett körfält	Två körfält	Ett körfält till två	Två körfält till ett	Två enkla körfält
19	23	1	2	4

#### **7.4.6 Räckesskador vintertid**

42 procent av påkörningarna som lett till reparation har skett under vintermånaderna december till mars, 33 procent av tiden. Detta bör jämföras med andel trafikarbete under dessa månader som är 28 procent av årligt trafikarbete enligt Carlsson (2006). Det kan även konstateras att det under vintertid är dyrare att utföra reparationer oavsett räckestyp.

#### **7.4.7 Dyra reparationer**

I den insamlade datan kunde det observeras att bland de 50 reparationer som har högst reparationskostnad är det 10 W-räcken, 10 ställineräcken och 19 krockskydd av 26 reparationer av krockskydd totalt, se Figur 24 för kostnadsredovisning.

#### **7.4.8 Reparation av betongbarriär**

Vägar inom det studerade området utrustade med betongbarriär har haft ett total trafikarbete motsvarande 53 m<sup>2</sup>km. Trots detta har enbart en räckesreparation utförts vilket motsvarar en risk på 0,0189 RR/m<sup>2</sup>km. Dock kan det antas att många flera påkörningar skett men att dessa ej lett till reparationer.

## 8 Diskussion

Enligt Carlsson (2006) skall vägar med hastighetsgräns 110 km/h ha störst sannolikhet för reparation, vilket även stämmer med den insamlade datan i detta examensarbete. Skillnaden i RR-kvoten mellan MML och MLV blev 100 procent, medan Carlsson (2006) har att skillnaden mellan de två vägtyperna är marginell.

Risken för att det ska bli en reparation blev nästan tre gånger så hög för ställineräcke jämfört med W-räcke. Anledningen till detta är att stolparna till ställineräcken är vekare och måste bytas ut efter varje påkörning, W-räcken är tåligare och kan klara visst krockvåld utan att behöva repareras. Reparationskostnaden varierar mer för ställineräcken än W-räcken vilket finner sin förklaring i att en vekare konstruktion oftare får större omfattning på skadan.

Trots det ur Vägverkets synvinkel fördelaktiga avtalet med TFF gällande ersättningen för reparationer av ställineräcken, blir reparationerna för denna räkestyp kostsammare för Vägverket.

Tidsskillnaden bör vara proportionell mot skillnaden i arbetskostnad. Kostnadsskillnaden mellan de båda räkestyperna motsvarar en avvikelse på 45 procent och skillnaden i reparationstid motsvarar en avvikelse på 17 procent. Den stora differensen mellan tids- och kostnadsavvikelsen beror av de dyrare arbetsinsatserna som krävs vid reparation av W-räcke. Exempelvis behövs lastbil med kran för att lyfta upp och hålla balken i rätt läge.

Den beräknade medelkostnaden för en reparation av ställineräcke ligger något över den nivå som redovisades i kapitel 3.6.1. Datat visar också att reparationstiden är längre än den tidigare studien angett. Dock är normalt antal stolpar som byts vid reparation ungefär samma.

Enligt Blue Systems (hemsida) skall det ta 23 minuter att byta ett ansevärt antal stolpar. Om denna information är sanningsenlig skall de cirka 2,5 återstående timmarna behövas för transport, uppsättning av avstängning och entreprenörens tidspålägg. Det kan eventuellt även vara så att kännedomen om Blue Systems räkestyp Safence fördelar inte är kända inom byggbranschen och att de räckesfabrikat som förekommit i det datamaterial som samlats in till denna rapport varit av annan sort.

Den kostnad per stolpe som beräknats i detta examensarbete stämmer bra överens med tidigare översiktliga beräkningar.

Ett skadat ställineräcke är farligare för trafikanterna än ett skadat W-räcke då stolparna till ställineräcken lägger sig ner i mittremsan och kan inkräkta på den mötande trafikens körbana.

Översiktliga undersökningar som gjorts inom några driftområden i Vägverket Region Mitt indikerar att reparationskostnaderna kan variera med upp mot 100 procent under vintertid beroende på vilket fabrikat av ställineräcke som är skadat och som skall bytas.

Hur stor skillnad som orsakas av olika fabrikat kan ej bekräftas eller dementeras eftersom det datamaterial som undersökts i detta examensarbete inte innehåller information om olika fabrikat.

De beräkningar som jämför vägtyperna MV, 4-fältsväg, MLV och MML visade att 4-fältsväg gav den lägsta RR-kvoten. Detta resultat kan ifrågasättas. En trolig förklaring är överskattning av mitträckeslängd på denna vägtyp.

Det är en utbredd uppfattning att över hälften av alla olyckor inträffar i anslutning till ytterkurvor, se kapitel 3.1. Den undersökta datan i detta projekt gav inte liknande värden. Detta beror troligen på att det är stora vägar som har studerats och att dessa oftast har stora radier som är svåra att se på foton.

Enligt Carlsson (2006) ökar risken för räcketräskningar då mittremsebredden minskar. Detta är troligen ekvivalent med att räcketräskavståndet mellan räcke och körbana minskar. Resultatet som visar reparationsstatistik för skador som inträffat på olika räcketräskavstånd från körbana har inte kunnat viktas mot trafikarbetet eftersom det inte finns någon tillgänglig information om hur långa sträckor som har utformningen A, B respektive C, se kapitel 6.2.1.

Att ersätta krockskydd med utböjda räcketräskändar skulle vara fördelaktigt ur både trafiksäkerhets och ekonomisk synpunkt. Det är i storleksordningen hälften så dyrt att uppsätta utböjt räcke jämfört med krockskydd. Att ersätta ett påkört krockskydd med ett nytt kostar cirka 36 000 kronor som kan jämföras med investeringskostnaden för ett utböjt räcke som är ungefär 18 000 kronor. Poängteras bör att ett utböjt räcke som blir påkört genererar en reparationskostnad som liknar medelreparationskostnaden för ett balkräcke.

En bidragande orsak till att antalet reparationer är högre under vintermånaderna är plogbilar som oavsiktligt skadar räcket. Utifrån den insamlade datan kan dessa skador ej urskiljas från övriga.

Beräkningarna gällande betongbarriär gav som förväntat en RR-risk som var mycket lägre än de övriga studerade räcketräsktyperna.

De resultat som erhållits angående räcketräskreparationsfrekvens på 2+1 vägar är mindre tillförlitliga än redan tidigare gjorda utredningar, som baseras på statistik från hela landet under flera års tid. Därför hänvisas till Carlsson och Brude (2005) och Carlsson (2006), slutsatser från dessa rapporter beskrivs i 3.8.

För att erhålla ett material som bättre speglar en normal reparation då räcket blivit skadat av en personbil kan de mest kostsamma reparationerna sorteras bort. Detta kan göras genom att till exempel ta bort de fem procent dyraste reparationerna eller att använda medianvärdet för reparationskostnaderna.

För att göra analysen ännu bättre kan inverkan av olika parametrar utvärderas genom att beräkna kvotförhållanden. Dessa kan tas fram för olika kombinationer av vägtyp, hastighetsgräns och mitträckestyp, där vägtyp och hastighetsgräns varit konstant men

mitträckestypen varierat. Samma sak kan göras för de fall där mitträckestyp och vägtyp varit konstant och hastighetsgränsen varierat men även då mitträckestyp och hastighetsgräns varit konstant och vägtypen varierat. Med den begränsade mängd data som analyserats blev resultaten från denna analys intetsägande.

## 9 Ytterligare forskning

Information har inhämtats från totalt 744 reparationer. Flera av de analyser som varit möjliga att göra har blivit intetsägande på grund av att materialet som bearbetats kommer från ett fåtal reparationer och under sådana omständigheter spelar slumpen för stor roll för att kunna göra kvalificerade uttalanden. Därför bör storleken på datamängden utökas för att kunna dra säkrare slutsatser.

Utifrån utseendet på det datamaterial som samlats in har enbart analyser med tyngdpunkt på ställineräcke och W-räcke gjorts, eftersom dessa typer förekommit mest frekvent i de studerade driftområdena. Andra typer av räcken såsom rörräcken skulle vara av intresse att analysera på liknande sätt som genomförts i detta arbete. Ett försök med att använda sig av rörräckestypen z-ellips som mitträcke på en 2+1 väg i Vägverket Region Mitt har visat positiva resultat ur räckesreparationssynpunkt.

De driftområden som analyserats i detta arbete är alla belägna i Region Väst. Enligt Carlsson (2006) har vinterväglag stor betydelse för RR-kvoterna. Områden med mer betydande andel vinterväglag kommer troligen generera resultat som skiljer sig från de resultat som presenteras i denna rapport. För att kunna erhålla en modell som även är applicerbar i andra klimatzoner måste datamaterialet kompletteras med reparationsstatistik från nordligare delar av landet.

För att jämföra riskerna på påfarter och avfarter gentemot huvudvägen kan en räckespåkörningskvot för detta beräknas, om ÅDT finns på dessa.

Enligt den prediktionsmodell som är framtagen antas att antalet RR per km ökar linjärt med ÅDT. Om möjlighet fanns att koppla en skada till en specifik länk skulle alla skadors reparationskostnad kunna plottas mot det ÅDT som råder på olycksplatsen. ÅDT skulle behöva uttryckas i intervall och möjligtvis skulle det framgå att ett högre ÅDT intervall genererar en RR-kvot per km som har ett olinjärt samband. En möjlig lösning är genom GPS positionering eller genom ett osäkerhetsintervall baserat på de skador som inte kan kopplas till en specifik länk.

Om en förändring i vägutförningsstandarden genomförs måste en förbättring av trafikmiljön kunna konstateras för att åtgärden skall kunna sägas vara önskvärd. Resultat innan förändring av trafikmiljön skall jämföras med resultat efter förändring, och skillnaden skall vara signifikant. Detta åstadkoms genom att upprätta ett konfidensintervall av en viss grad exempelvis 95 procent. Om det nya resultatet inte hamnar inom konfidensintervallets gränser kan förändringen i trafikmiljön med 95 procent sannolikhet antas gett en förändring av resultatet som inte enbart beror av slumpen. Exempelvis har en utvärdering av denna typ genomförts för trafikåtgärden rainflexlinje i anslutning till vägräcket. Räckespåkörningarna är binomialfördelade men kan approximeras med en normalfördelning under vissa förutsättningar, läs mer om binomialfördelning på Wikipedia (hemsida). Ett förslag för att minska antalet räckespåkörningar som diskuterats är att använda sig av bättre eller fler reflexer, denna åtgärd har ännu ej analyserats.



Vägverket har enligt kapitel 2.1.16.4 ett ansvar att handla med ett samhällsekonomiskt perspektiv. En prediktionsmodell som avses att användas inom Vägverket bör ta hänsyn till de samhällsekonomiska aspekter. Inom detta område är det lämpligt att göra ytterligare studier kring olika räckestypers inverkan på exempelvis fordons- och personsador.

Om en följd av år analyseras bör hänsyn tas till att a' priserna kan ändras. Om vägnas utformning ändrats under den studerade tidsperioden kan det bli svårt att erhålla väginformation såsom hastighetsgräns, vägtyp med mera för tidigare förhållanden. Vid beräkning av trafikarbete uppstår svårigheter om trafikmängden ändrats under den analyserade tidsperioden.

## 10 Rekommendationer

System för att lokalisera olycksplatsen med hjälp av GPS-positionering. Med detta system kommer så kallade "blackspots" där olycksfrekvensen är förhöjd att kunna upptäckas och åtgärdas. Detta system skulle även kunna möjliggöra åtgärder i förebyggande syfte. Om även lindriga påkörningar som inte krävt reparation av räcke skulle observeras och noteras i en databas, kan sträckor där det finns en förhöjd risk att en allvarlig olycka ska inträffa upptäckas och åtgärdas.

Entreprenören bör specificera den tid som ägnas åt uppsättning av trafikordningar. De bör även ange hastighetsgräns och vägtyp för aktuell väg och fabrikatet på det räcke som repareras i skadeanmälan.

Datum för utförd åtgärd bör anges i fakturan, vilket ej var fallet i det studerade materialet. Enligt kapitel 3.6 finns det rekommendationer som anger hur snart ett skadat räcke bör åtgärdas. För att kunna kontrollera att riktlinjerna följs bör denna information redovisas.

Räckeslängder för både mitträcken och sidoräcken bör mätas in och göras tillgänglig i till exempel NVDB. Funktionen mittbarriär finns i NVDB men informationen är opålitlig och dåligt uppdaterad. Vilken typ av mitträcke som är monterat och var det är monterat ska finnas angivet för utryckningsplaner, Vägverket (*Utryckning på 2+1 väg, hemsida*).

# 11 Referenser

## 11.1 Publikationer

Vägverket (2000) *Vägverkets utvärdering av konkurrensutsättning av drifttjänster i Grundpaket Drift 2000*

Isacsson, Ulf (2000), *Drift och underhåll av vägar och gator* (Arbetsrapport) Kungliga Tekniska Högskolan

Vägverket (1997), *Vägverkets samhällsekonomiska kalkylmodell* (Publikation 1997:130) Enheten för Planering av Vägtransportssystemet

SIKA (1999) *Översyn av samhällsekonomiska kalkylprinciper och kalkylvärden på transportområdet* (Publikation 1999:6)

Vägverket (2002-09-27), *Analys av singelolyckor med dödlig utgång på det statliga vägnätet, exklusive motorvägar 1997-2000* (Publikation 2002:109) Enheten för Planering av Vägtransportssystemet

Bergbom, Tomas med flera (2003-04-23), *Strategi för räckesåtgärder i VVÄ för att förhindra att trafikanter dödas eller skadas svårt i sidoområdet* Vägverket Region Väst, Analysavdelningen

Carlsson, Arne och Brüde, Ulf (oktober 2005), *Uppföljning mötesfria vägar Halvårsrapport 2004:2* (VTI-notat 47-2005) VTI

Carlsson, Arne (2006-09-18), *Sammanfattning mötesfria vägar halvår 2 år 2005* VTI

Kungliga Tekniska Högskolan (2004), *Tillståndsbeskrivning av vägutrustning med fokusering på vägmarkeringar och mitträcken på trefältsväg, Svensk sammanfattning av licensiatavhandling*, (TRITA-VT FR 04:04) Avdelningen för vägteknik, Institutionen för byggvetenskap KTH

Storsjö, Magnus (2005) *Nationella vägdatabaser i Norden*, Diplomarbete Tekniska högskolan Esbo

Edwards, Henrik med flera (1999) *Trafikarbetet uttryckt i fordonskilometer på väg i Sverige 1950–1997*, SIKA, VTI och SCB

Vägverket (1994), *Vägutformning 94*(Publikation 1994:061)

Andersson, Håkan (2005), *Vägräcken och risker för mc-förare vid påkörning i liten vinkel* (VTI-notat 43-2005) VTI

Vägverket (2006), *FUNKTIONS- OCH STANDARDBESKRIVNING (FSB), drift*

## 11.2 Elektroniska källor

Vägverket (20 december 2006), *Nyheter i upphandlingsverksamheten 2006* [Powerpointpresentation på Vägverkets nätverk]. Hämtad från [http://infarten.ia.vv.se/sites/SPupp/Publikadokument/VVgemensamt/Nyheter-Upphandling/Upphandlingsnytt\\_20\\_dec\\_2006.ppt](http://infarten.ia.vv.se/sites/SPupp/Publikadokument/VVgemensamt/Nyheter-Upphandling/Upphandlingsnytt_20_dec_2006.ppt) den 8 februari 2007

Vägverket, *Info om räcken* [Powerpointpresentation på Vägverkets nätverk]. Hämtad från [http://infarten.ia.vv.se/sites/gestaltningvagutformning/Publika\\_dokument/Infoomräcken061107.ppt](http://infarten.ia.vv.se/sites/gestaltningvagutformning/Publika_dokument/Infoomräcken061107.ppt) den 9 februari 2007

Vägverket, *Skadehantering – trafikskador (2005-12-01)* [Worddokument på Vägverkets nätverk]. Hämtad från [http://infarten.ia.vv.se/sites/DPstod/Publika\\_dokument/VSO/Rutiner/VSÖ\\_LED\\_2005\\_0222\\_Rutin\\_Skadehantering\\_-\\_trafikskador.doc](http://infarten.ia.vv.se/sites/DPstod/Publika_dokument/VSO/Rutiner/VSÖ_LED_2005_0222_Rutin_Skadehantering_-_trafikskador.doc) den 8 februari 2007

FMK trafikprodukter AB, *Vägräcke W-profil* [www]. Hämtat från <http://www.fmktrafik.se/index.asp?pid=30> den 9 februari 2007

Wikipedia, *motorväg* [www]. Hämtat från <http://sv.wikipedia.org/wiki/Motorv%C3%A4g> den 9 februari 2007

Wikipedia *2+1 väg.* [www] Hämtat från [http://sv.wikipedia.org/wiki/M%C3%B6tesfri\\_landsv%C3%A4g](http://sv.wikipedia.org/wiki/M%C3%B6tesfri_landsv%C3%A4g) den 9 februari 2007

CDU, *Verksamhetsberättelse 2005 CDU Centrum för Drift och Underhåll* [www]. Hämtat från <http://www.infra.kth.se/cdu/verksamhetsberattelse/verksamhetsb2005.pdf> den 13 februari 2007

SCB *Inrikes godstransporter efter transportsätt 1975-2001*[www]. Hämtat från [http://www.scb.se/templates/tableOrChart\\_50723.asp](http://www.scb.se/templates/tableOrChart_50723.asp) den 13 februari 2007

Vägverket (september 2000), *Sidoutformning vägutformningsdagarna arbetsmaterial* [www]. Hämtat från <http://www.vv.se/filer/7456/sidoutformning.pdf> den 9 februari 2007

Vägverket *Uttryckning på 2+1 vägar* [www]. Hämtat från <http://www.vv.se/filer/1153/vv88543.pdf> den 27 februari 2007

Vägverket Region Mälardalen (Oktober 2002), *Regionala riktlinjer för räcken* [www]. Hämtat från <http://www.vv.se/filer/7534/Riktlinjer%20Oktober%202002.pdf> den 9 februari 2007

Vägverket, *SE UPP! Även mitträcken måste repareras* [Worddokument på Vägverkets nätverk]. Hämtat från [www.vv.se/filer/18800/Mittracken\\_reparationer.doc](http://www.vv.se/filer/18800/Mittracken_reparationer.doc) den 9 februari 2007

Vägverket, *Skadeanmälningsblankett* [Worddokument på Vägverkets nätverk]. Hämtat från

<http://infarten.ia.vv.se/sites/DPstod/Publikadokument/VST/Skadeanmälningsblankett.doc>  
den 9 februari 2007.

Trafikförsäkringsföreningen, *Om oss* [www]. Hämtat från <http://tff.se/templates/LandingPage.aspx?id=124> den 9 februari 2007

Vägverket, *Vad är NVDB* [www] Hämtat från [http://www.vv.se/nvdb\\_templates/Page2\\_12923.aspx](http://www.vv.se/nvdb_templates/Page2_12923.aspx) h den 9 februari 2007

Vägverket, *Info om Vägar på karta* [www på Vägverkets nätverk] Hämtat från <http://gis.ia.vv.se/iov/anvdok/IOVhelp.htm> den 9 februari 2007

Vägverket konsult, *Årsmedeldygnstrafik* [www på Vägverkets nätverk] Hämtat från [http://webapp.ia.vv.se/statisk/Trafikdata/trafikdata\\_ny/Produktblad/arsmedeldygnstrafik.pdf](http://webapp.ia.vv.se/statisk/Trafikdata/trafikdata_ny/Produktblad/arsmedeldygnstrafik.pdf) den 9 februari 2007

Eniro, *Kartor* [www] Hämtat från <http://www.eniro.se/hjalp/kartor/> den 9 februari 2007

Blusystems, *Bildspel reparation* [www] Hämtat från <http://www.blusystems.se/> den 9 februari 2007

Wikipedia, *Binomialfördelning* [www]. Hämtat från <http://sv.wikipedia.org/wiki/Binomialf%C3%B6rdelning> den 9 februari 2007

Gunnebo Protection, *Stållineräcke din trygghet på vägen* [www]. Hämtad från <http://www.gunneboprotection.se/NR/rdonlyres/40C1D1EF-63E6-4778-AE5E-618F9A63AEEF/0/SLslutlig.pdf> den 9 februari 2007

ATA bygg och markprodukter, *Skydds balk - Kolhlswabalk* [www]. Hämtad från <http://www.ata.se/> den 9 februari 2007

Vägverket, *Driftområden i Region Väst* [www] Hämtat från [http://www.vv.se/templates/page3wide\\_3174.aspx](http://www.vv.se/templates/page3wide_3174.aspx) den 15 februari 2007

Vägverket, *Vägverkets regioner* [www]. Hämtat från [http://www.vv.se/Filer/965/sverige\\_lan\\_region.gif](http://www.vv.se/Filer/965/sverige_lan_region.gif) den 27 februari 2007

### 11.3 Personlig kontakt

Personlig kommunikation med Arne Carlsson, forskningsledare vid VTI, på VTI i Linköping den 9 november 2006

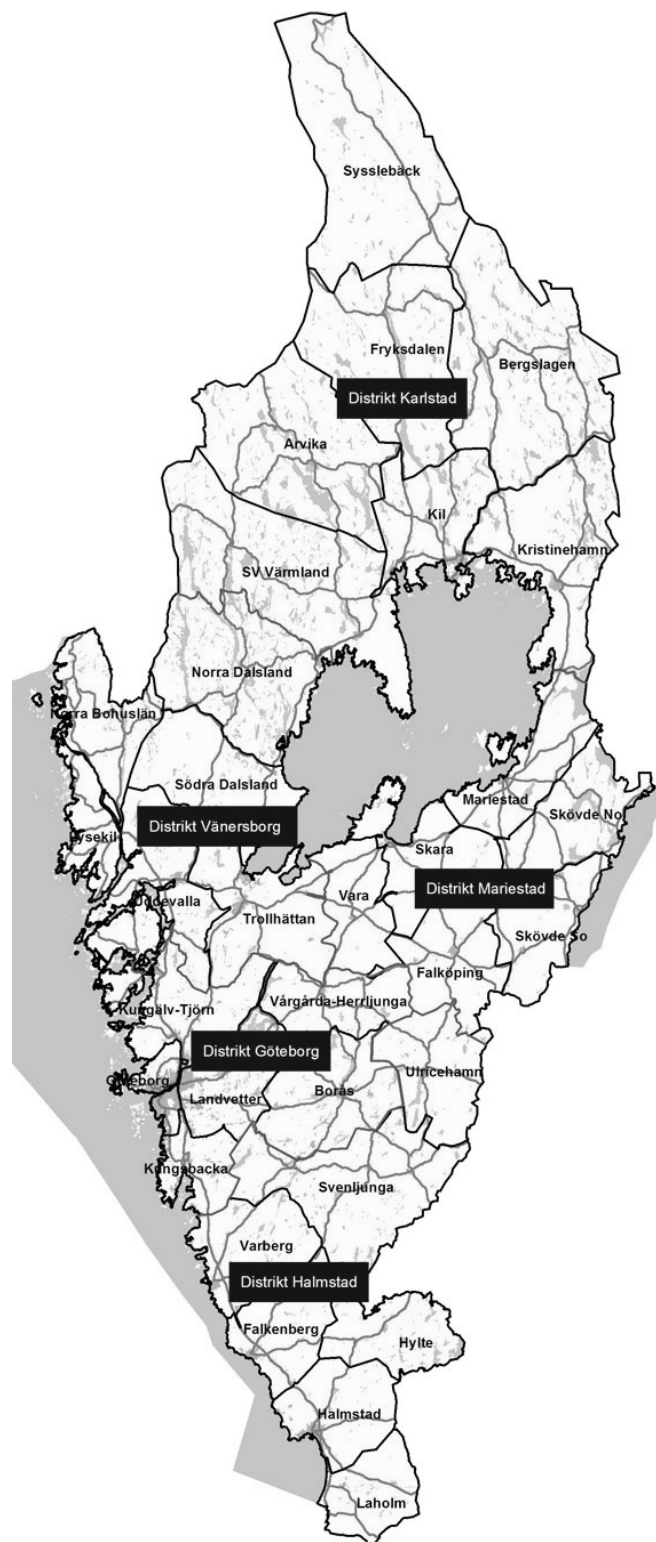
Personlig kommunikation med Marie-Louise Prah, ekonomiassistent och skadehandläggare vid Vägverket Region Väst, på Vägverket Region Västs regionkontor i Göteborg den 16 januari 2007

Personlig kommunikation Jan Moberg med flera, projektledare vägutformning vid Vägverket, på Vägverkets huvudkontor i Borlänge den 13 december 2006

Personlig kommunikation med medlemmarna av styrgruppen för doktorandprojektet ”Vägprojektering för minskade drift- och underhållskostnader”, på högskola Dalarna i Borlänge den 25 januari 2007

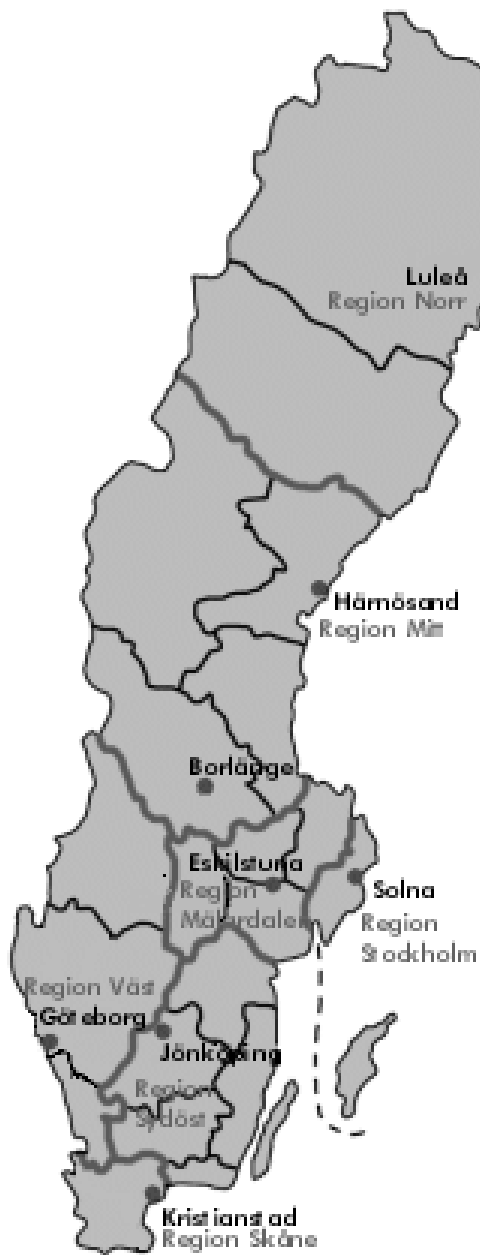
Personlig kommunikation med deltagarna vid Vägutformningsdag på läns museet Västernorrland i Härnösand den 22 februari 2007

## Bilaga A Karta över Vägverket Region Väst och dess driftområden



Källa: Vägverket (*driftområden*, hemsida)

## Bilaga B Vägverkets regioner



Källa: Vägverket (*Vägverkets regioner*, hemsida)



## Bilaga C Skadeanmälan



### SKADEANMÄLAN

03-05-26

Känt, okänt, oförsäkrat, utländskt trafikförsäkringspliktigt motorfordon

Alla uppgifter på denna blankett skall ifyllas för varje skada.

#### (A) INSPEKTION

Fordonet är **känt** Regnr: \_\_\_\_\_ Försäkringsbolag: \_\_\_\_\_  
Fordon **okänt**  (KRYSSA)

Skadat objekt och skadans omfattning: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Skadedag / datum för upptäckt (stryk under korrekt alternativ): \_\_\_\_\_

Datum för senaste inspektion före upptäckt av skadan: \_\_\_\_\_

Adress / plats: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ Vagnr: \_\_\_\_\_

Hur Vägverket fick kännedom om skadan: \_\_\_\_\_

lakttagelser

Färgavsättningar

Märken i stötfångarhöjd

Splitter

Hjulspår

Övrigt: \_\_\_\_\_

#### (B) SKADEUTREDNING

Kontakt med: (för att ta reda på om det finns ett känt fordon)

Polis; namn / datum / tel.nr: \_\_\_\_\_

Diarienummer hos polisen (om anmälan gjorts men ej är bifogad): \_\_\_\_\_

Bärgare; namn / datum / tel.nr: \_\_\_\_\_

Annan; namn / datum / tel.nr: \_\_\_\_\_

Övriga upplysningar: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Referensnummer / namn hos Vägverket (som TFF bör hänvisa till vid kontakt i ärendet): \_\_\_\_\_

Att inspektion samt skadeutredning riktigt och fullständigt återger vad jag vet om uppkomsten av skadan intygar:

Inspektör (A): \_\_\_\_\_ Skadeutredare (B): \_\_\_\_\_

Namnförtyd+tel.nr: \_\_\_\_\_ Namnförtyd+tel.nr: \_\_\_\_\_

Ort och datum \_\_\_\_\_ Ort och datum \_\_\_\_\_

Bifoga fotografi/er, faktura och fakturaspecifikation

Källa: Vägverket (*skadeanmälan*, hemsida)

Bilaga D Fakturor

SKADEDATUM	PLATS	REG. NR.	
2004-10-23	156infart Skene öster ifrån	F	


BESKRIVNING AV SKADAN	POLISANMÄLAN BIFOGAS	
	JA	NEJ
Påkörd balk samt skylt: <span style="margin-left: 100px;">256</span>	X	

UTFÖRD ÅTGÄRD OCH KOSTNAD			
<b>Resurser:</b>			
Arbetsledare	660		
Vägarbetare	2700		
TMA	7000		
Hammarbil	3225		
Skyltutr TA	350		
			13935
<b>Material:</b>			
Balk	3750		
Stolpar	900		
W-balk till förankring	1646		
	0		
	0	6296	3148
<b>Kombinerade priser:</b>			
Skylt rör	1100		
Skylt	800		
	0		
	0		380
	0		
	0		
	0		
	0		
			1900
<b>Summa:</b>			<b>22131</b>
<b>Av kombinerade priser utgör arbetskostnaden ca:</b>			<b>1140</b>

18.603

6500603



**Trafikskada 1:18**

Inträffade/upptäcktes: **2004-11-29**  
 Gata / Väg: **E6S**

Påkörning av motorfordon  
 Plogskada  
 .....

Skadevållande:  
  
 Okänt fordon

Fordonets ägare (namn och postadress):  
 Förare (namn och postadress):  
 Försäkringsbolag:

Kompletterande upplysningar

Arbetets art	Konto	Mängd	Enhet	å-pris Kr	Belopp Kr	Anteckningar
Arbetsledning	00 54				350	
Grävmaskin					0	
Vägarb. Servicebil					1225	
TMA					2450	
Vägarb.					0	
Prylbil					3150	
Slåp					350	
Kranbil 3-ax					0	
Traktorgravare					0	
Avstängningsmaterial					250	
Elverk					150	
Handmaskiner					250	
W-profil, radie					0	
Sigmastolpar					185	
W-profil					540	} 894
Vägmärkesvagn					0	
Bultsats					0	
Flis					62,5	
Wirestolpa					0	
Vittstängselnät					0	
Stolpar					0	
Absorptionsmedel					0	
					0	
					0	
Summa Kronor:					8963	

8.569  
 - 1965  
 -----  
 6604

61501098

Fakturautseende 2

Plats: 155:an 500 m före avfart Fovåsbadet i K2 riksn mot Sjö

VV konto: 3389

Aktivitet: 5050

AVSER KOSTNAD FÖR: Rackesskada

Datum	Arbete-faktura-material	Enhet	Antal	Pris/ enhet	Kostnad		
					Exkl.påslag	Inkl A-Pris	U.E.
	Nattlägg	tim					
	Vägarbetare	tim					
	Arbetsledare	tim					
	Specialarbetare	tim					
	Trafikledningsbil med TMA	tim					
	Lastbil 3-axlad med kran	tim					
	Prylbil	tim					
	Släp	tim					
	Servicebil	tim					
	Avstängningsmtrl extra	st					
	Foto	st					
	Sigmastolpe	st					
	Vägräcken VV Profil	st					
	Vägräcken VV-profil, nedböjd	st					
	Radiebalk, 4 m	st					
	Bult, mutter, bricker m.m.	sals					
	Konsol för tvärbalk	st					
	Tvärbalk	st					
	Kolsvabalk	m					
	Övergång Kolsva/VV-profil	st					
	Stagnand	st					
	Skarvjärn	st					
	Ändbøj	st					
	Barlagar	ton					
	Gangstav	m					
ABC	ABC komplett	st					
	I huvud ände	st					
	Bult, mutter, sprit	sals					
	Stolpe	st					
	Glidca k	st					
	Frakt	st					
	Frakt för radiebalk	st					
	Wire och bryplatta kompl	st					
	Flissug	dag					
	Kabelutsättning	st					
	Arbetsledare	tim					
	Transport till tippen	tim					
	Elverk, hyra	st					
	Grovbeton						
	Hyra av visp						
	Flymedel						
Pålägg ont AB kap. 6 §6 (arb.fledning, centraladm. (U.E. (1.5%))							
				<b>Summa</b>	1 024	4810	0
<b>Påslag :</b>				+	226.1		0
<b>TOTALSUMMA:</b>					<b>6 060</b>		

5529  
- 1970  
-----  
3559

130

Fakturautseende 3

885/8765

<b>Vägverket</b>		<b>FAKTURAUNDERLAG FÖR SKADEANMÄLAN</b>			Nr. 444/SK05-470	
<b>Produktion</b>						
Lotta Pettersson Skada inofficiellt Uppt. 05 01 03		Plats Fors		Väg nr Lv 1975		
Skada uppstått på		<input type="checkbox"/> Vägmarke	<input checked="" type="checkbox"/> Skyddsräcke	<input type="checkbox"/> USA	<input type="checkbox"/> Vajerräcke	
Skadefällande					Registreringsnr	
<input type="checkbox"/> Personbil		<input type="checkbox"/> Buss	<input type="checkbox"/> Lastbil	<input type="checkbox"/> Traktor	<input type="checkbox"/> Okänt fordon	
Fordonets ägare (namn och postadress)						
Förare (namn och postadress)						
Försäkringsbolag						
Pålysundersökning				Polisdistrikt		
<input type="checkbox"/> har ägt rum		<input type="checkbox"/> har inte ägt rum				
Kompletterande upplysningar						
<b>Arbetsart</b>	<b>Enhet</b>	<b>Kvant</b>	<b>Å-pris Kr</b>	<b>Omk. %</b>	<b>Belopp Kr</b>	<b>Ant.</b>
Arbetstid special tim	Tim			l.	1398	
Paketbil						
Lastbil						
Lastbil kran	Tim			l.	564	
VV Grävmaskin						
TMA-bil	Tim			l.	918	
Skärmvagn TMA						
Hydraulhammare						
Foto	St				90	45
Vägräcken VV-profil	St					
Sigmastolpe	St					
Bult, mutter, bricker mm	Sats				89,7	45
Ändbej	st					
Faktura nr.	st					2970
Radiebalk	st					-1970
Skarvjärn	st					1000
Gängad stång	st					
Kolsva-profil	m					
<b>Omkostnadspålägg summa Kr:</b>					<b>21 kr</b>	
<b>SUMMA KRONOR</b>					<b>3 060 kr</b>	
Faktura utställd (datum)		Fakturanr 6150/588				
Bokföringsorder		Priskontroll	Monskontroll	Sifftekontroll		

Faktura utseende 4

## Bilaga E Skadehantering - trafikskador

### **Syfte**

Att Vägverket erhåller ersättning för saksador på väganläggningar orsakade av kända/okända fordon.

### **Omfattning**

Rutinen omfattar anvisningar för projektledare Drift alt. skadehandläggare för upprättande av fakturaunderlag gällande skador enligt ovan.

### **Ansvar och kompetens**

Handläggare av skadeärende upprättar fakturaunderlag utifrån inskickad skadeanmälan från driftentreprenören. Faktura ställs ut på avdelning s.

**Styrande dokument:** Avtal tecknat med Trafikförsäkringsföreningen vilket gäller från 1 juli, 2003 för bestämmande och beräkning av trafikskadeersättningar i samband med trafikskador på Vägverkets anläggningar, förorsakade av okända, utländska och oförsäkrade trafikförsäkringspliktiga motorfordon (DR 30-A 2002:23204).

### **Ingående aktiviteter/uppgifter**

Enligt förfrågningsunderlag för grundpaket drift ska driftentreprenören besiktiga, fotografera och polisanmäla skador orsakade vid vägtrafikolyckor, skadegörelse eller stöld. Entreprenören ska medverka i efterföljande skadeutredningar som beställarens ombud om inte beställaren i det enskilda fallet föreskriver annat.

Entreprenören ska använda bifogad skadeanmälan.

Entreprenören skickar skadeanmälan, fotografier och fakturaspecifikation till projektledaren för driftområdet. Faktura och fakturaspecifikation skickas till Vägverket med referens.

Kundfakturaunderlag fylls i och skickas till avd VSÖs. Blanketten finns under Infarten/kunskapsområden/ekonomi/blanketter.

Trafikskador förorsakade av okända, utländska och oförsäkrade trafikförsäkringspliktiga motorfordon faktureras Trafikförsäkringsföreningen.

Då materialkostnaden understiger det prisbasbelopp (2005=39.400,-) som gäller då skadan anmäls till TFF utgår ersättning med 50 procent av nyanskaffningskostnaden. Denna begränsning (så kallat åldersavdrag) gäller inte ställineräckesmaterial, som ersätts med faktisk nyanskaffningskostnad. Överstiger materialkostnaden ett prisbasbelopp skall ett skäligt åldersavdrag göras.

Övriga kostnader förutom materialkostnader så som arbetskostnad ersätts fullt ut.

Avdrag görs för självrisk (5 procent av prisbasbeloppet) för okända fordon.

Försäkringsbolagen är rekommenderade att tillämpa ovanstående avtal. Vilken innebär att försäkringsbolagen ska krävas enligt ovan för kända fordon. Avdrag för självrisk görs **inte**.

Skadeersättningar är inte momspliktiga.

Summor under 500,- faktureras inte.

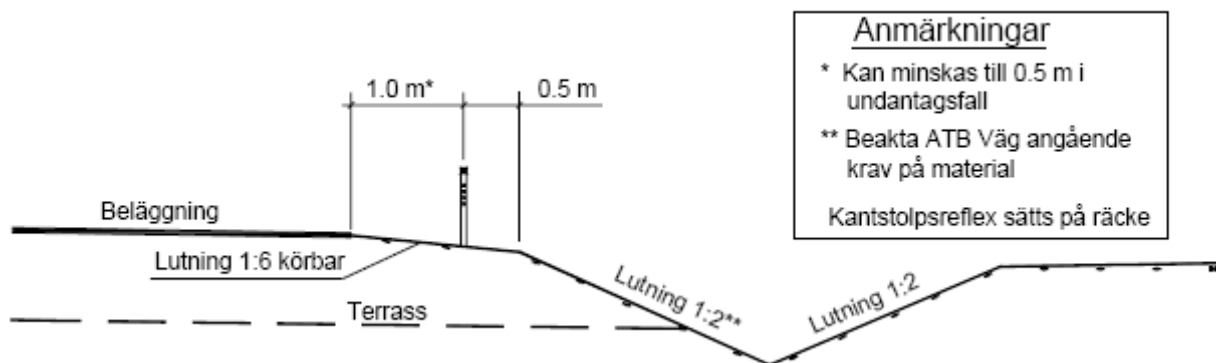
Slutresultat och dokumentation

Fakturor ställs ut av avdelning s enligt upprättat fakturaunderlag. Avdelning s sköter även ev. påminnelse- och kravhantering.

Källa: Vägverket (*Skadehantering-trafikskador*, hemsida)

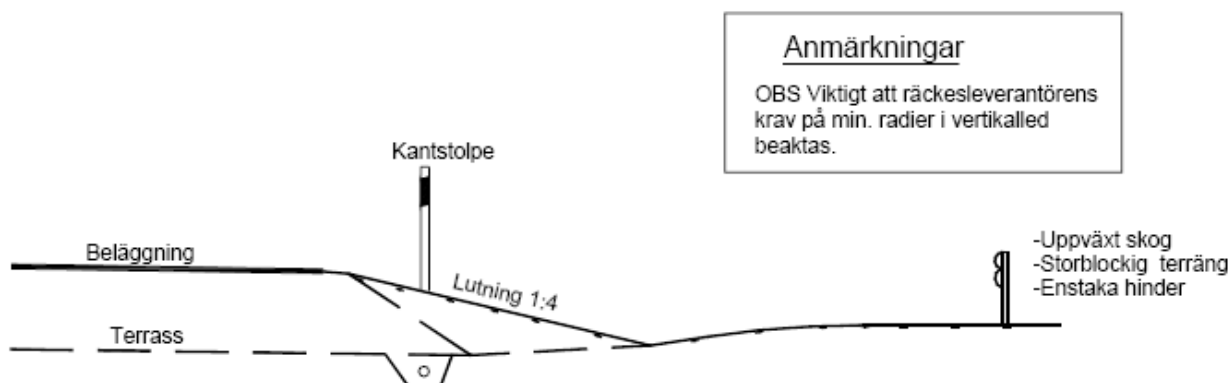
### Sektion 1 Nyanlagd väg, bred stödremsa

**Anm:** Gäller som förstahandsval vid nyanläggning av tvåfältsvägar och mötesfri landsväg. Utförs företrädesvis med linräcken. Breddökning av stödremsa och lutningen i innerslännt gäller endast i räckessektionen.



### Sektion 2 Nyanlagd väg, sidoplacerat räcke

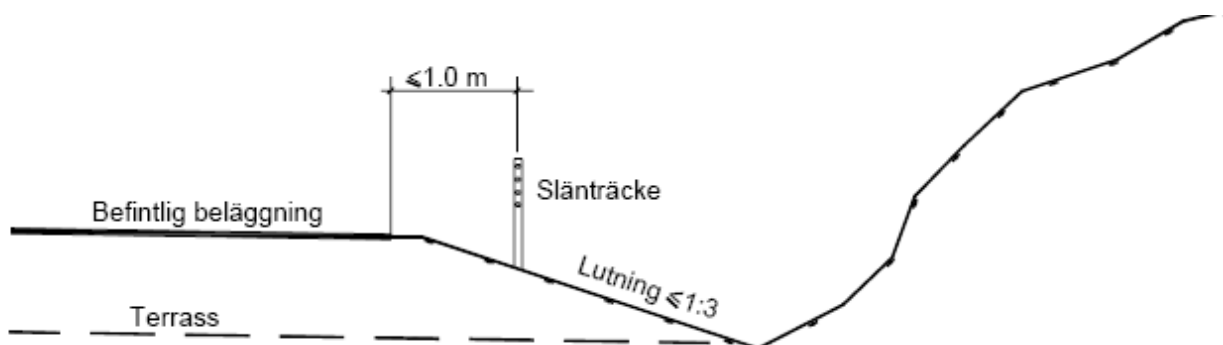
**Anm:** I sidoområden med flack slänt med lutning mindre eller lika med 1:4, där ett avkörande fordon kan förväntas behålla markkontakt med alla hjulen, kan räcket istället för att placeras i beläggningens kant placeras i närhet av det objekt som räcket skall skydda mot och därigenom kan räckeslängden minskas.



### Sektion 3 Upprustning tvåfältsväg, slänträcke

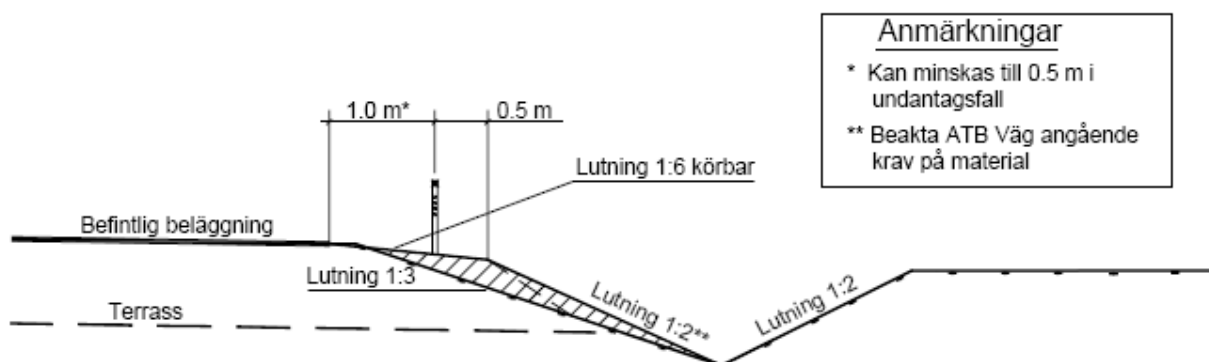
**Anm:** Gäller som förstahandsval vid uppsättning av sidoräcken på befintliga vägar. Utformningen är positiv ur driftsynpunkt och kräver ingen breddning, dock skall andelen oskyddade trafikanter på vägen beaktas. Stor andel gång- och cykeltrafikanter kan motivera en breddning av stödremsan. Vid slänlutning brantare än 1:3 måste sidmättet till beläggningens kant minskas, så att räckesleverantörens krav på minsta mått i höjddled mellan den översta linan och vägbanan kan uppfyllas. Vid slänlutning brantare än 1:2 rekommenderas utfläckning av slänten innan uppsättning av räcke utförs.





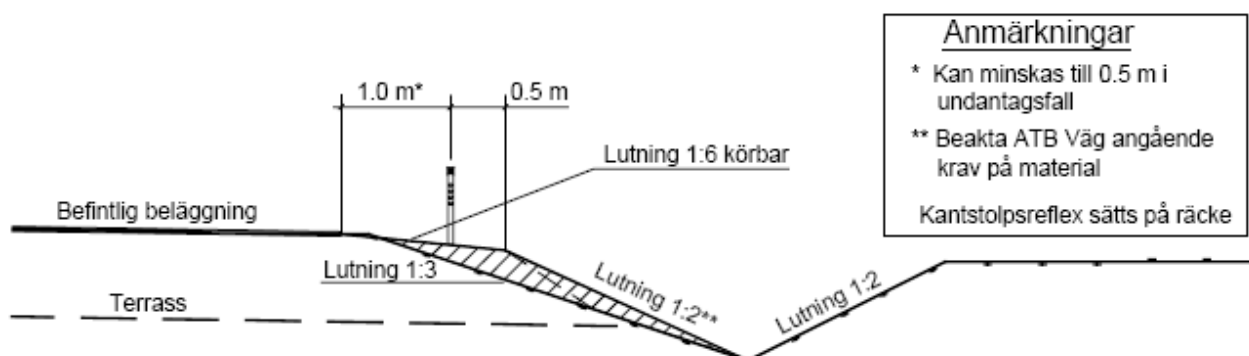
#### Sektion 4 Upprustning tvåfältsväg, breddad stödremsa

**Anm:** Kan övervägas när särskilda krav föreligger på utrymmesbehovet exempelvis vid stor andel oskyddade trafikanter och långsamgående fordon.



#### Sektion 5 Ombyggnad till mötesfri väg, enfältsdelen med breddad stödremsa

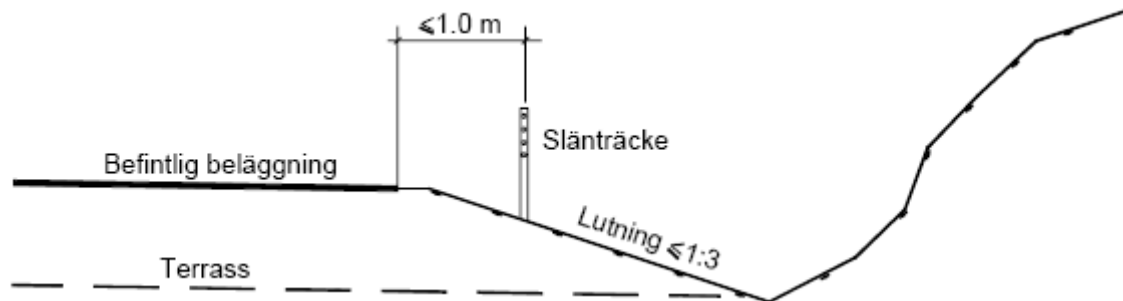
**Anm:** Gäller som förstahandsval för den enfältiga sidan. Breddning av stödremsan sker för att öka utrymmet för oskyddade trafikanter och breda transporter. Det ger även en förbättrad möjlighet till tillfällig uppställning av havererade fordon i väntan på bärgning.



#### Sektion 6 Ombyggnad till mötesfri väg, tvåfältsdelen med slänträcke

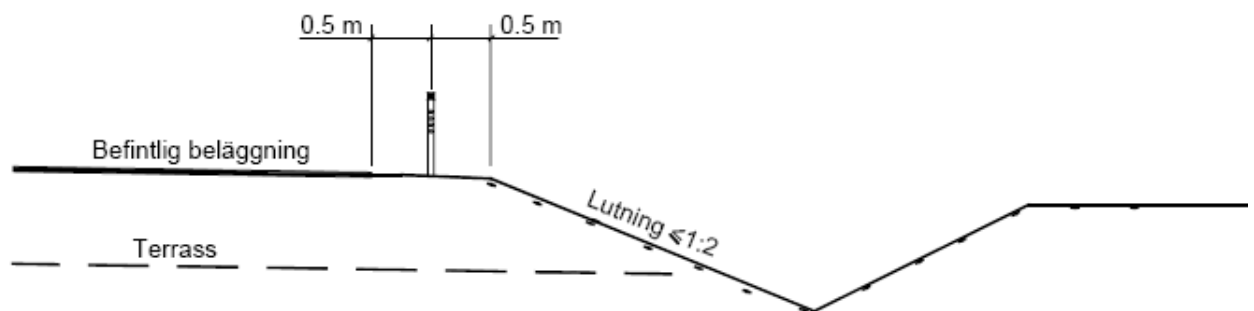
**Anm:** Gäller som förstahandsval på den tvåfältiga sidan. Breddad stödremsa kan övervägas när särskilda krav föreligger på utrymmesbehovet vid exempelvis stor

andel oskyddade trafikanter. Vid släntlutning brantare än 1:3 måste sidmålet till beläggningsskant minskas, så att räckesleverantörens krav på minsta mått i höjded mellan den översta linan och vägbanan kan uppfyllas. Vid släntlutning brantare än 1:2 rekommenderas utfläckning av slänten innan uppsättning av räcke utförs.



### Sektion 7 Nyanlagd/upprustad motorväg, balk- eller rörräcken samt linräcken

**Anm:** Av drifttekniska skäl breddas stödremsan så att räcket kan placeras minst 0.5 m från beläggningsskant.



Källa: Vägverket Region Mälardalen (2002)

## Bilaga G Utdrag ur databaserna om räckesreparationer och trafikarbete

### Räckesreparationer

Pärmar 2005					
Drifrområde	Ordning	Antal	Nummer	Datum för upptäckt	Plats
Göteborg	9	9	RG 232	2004-08-10	E6 s.g. 300m norr om Mölndalsbro
Göteborg	10	10	RG 233	2004-11-08	E6.20 vid Jämbrottsmotet påfart mot Åbro
Göteborg	11	11	RG 234	2004-11-08	E6.20 ö.g. vid Jämbrottsmotet påfart (skada nr 2)
Göteborg	12	12	RG 254	2004-09-27	E6 s.g. 100 m efter påfart Lackarebäck
Göteborg	13	13	RG 255	2003-03-17	E6 s.g. 500 m innan Åbro
Göteborg	14	14	RG 256	2003-03-24	E6.20 n.g. vid Fiskebäck
Göteborg	15	15	RG 257	2004-11-29	E6.20 ö.g. 1 km innan Gnistångstunneln
Göteborg	16	16	RG 258	2004-12-06	E6.20 ö.g. vid Ivarsbergsmotet
Göteborg	17	17	RG 260	2004-12-13	E6.20 500 meter väster om Gnistångstunneln
Göteborg	18	18	RG 261	2004-12-13	E6.20 n.g. 100 m innan stoppljus mot Torslanda
Göteborg	19	19	RG 262	2004-12-06	E6.20 ö.g. 480 m innan Gnistångstunneln
Göteborg	20	20	RG 263	2004-12-06	E6.20 ö.g. 500 m innan Gnistångstunneln
Göteborg	21	21	RG 264	2004-12-06	E6.20 ö.g. 980 m innan Gnistångstunneln
Göteborg	22	22	W 447	2004-03-02	E6.21 Lundbyleden norrut avfart Osloleden
Göteborg	23	23	W 465	2004-12-20	E6.20 avfarten till Gnistångsmotet s.g.
Göteborg	24	24	W 466	2005-01-03	E6.20 Rödastensmotet
Göteborg	25	25	W 472	2004-08-23	V 587 innan utfarten till V 570
Göteborg	26	26	W 473	2004-08-16	E6 Olskroksmotet
Göteborg	27	27	W 474	2004-10-14	V 155 en km öster om färjelägrat
Göteborg	28	28	W 475	2004-10-18	E6 n.g. Olskroken
Göteborg	29	29	W 478	2004-12-25	V 158 vid Brottkärrsmotet
Göteborg	30	30	W 479	2004-11-24	V 158 söder om Brottkärr
Göteborg	31	31	W 480	2005-01-17	V 158 200 m norr Lindås
Göteborg	32	32	RG 259	2004-12-16	E6.21 från Lundbytunneln mot Älvsborgsbron
Göteborg	33	33	RG 265	2005-01-24	E6.21 ö.g. riktning 600 m efter Lundbytunneln i k2
Göteborg	34	34	RG 266	2005-01-24	E6.21 ö.g. riktning 550 m efter Lundbytunneln i k2
Göteborg	35	35	RG 267	2005-01-24	E6.21 ö.g. riktning 300 m efter Lundbytunneln i k3
Göteborg	36	36	RG 268	2005-01-24	E6.21 s.g. under bron vid Ivarsbergsmotet

Upptäcksform	Räckestyp	Räcke i kurva eller raksträcka	Räcke Mitt eller Sida	Klass A,B,C	Räckesavstånd från väg	Hastighet (km/h)
Besiktning	W-räcke	Rak	SM	A		90
Driftansvarig	W-räcke	Kurva (inner)	Sida	C		70
Driftansvarig	W-räcke	Kurva (inner)	Sida	A		70
Driftansvarig	W-räcke	Rak	SM	A		90
Driftansvarig	ABC	Rak	Sida	B		90
Driftansvarig	W-räcke	Rak	SM	B		70
Driftansvarig	W-räcke	Kurva (ytter)	Mitt	B		70
Driftansvarig	W-räcke	Kurva (inner)	Sida	B		50
Driftansvarig	W-räcke	Kurva (ytter)	Mitt	A		70
Driftansvarig	W-räcke	Rak	Sida	B		70
Driftansvarig	W-räcke	Rak	Mitt	A		70
Driftansvarig	W-räcke	Rak	Mitt	A		70
Driftansvarig	W-räcke	Rak	Mitt	B		70
Driftansvarig	Krockskydd	Rak	Mitt	A		70
Egen	Krockskydd	Kurva (inner)	Mitt	A		70
Besiktning	Plåt ?stankskydd?	Rak	Sida	A		70
Egen	Kohlswabalk (exl skadade skyltar)	Kurva (inner)	Sida	A		70
Egen	Krockskydd	Kurva (inner)	Mitt	B		70
TIC	Bågräcke	Rak	Sida	A		50
Egen	Krockskydd	Kurva (inner)	Mitt	A		70
TIC	Ställineräcke	Rak	Mitt	B		90
Egen	Ställineräcke	Rak	Mitt	B		90
Egen	Ställineräcke	Rak	Mitt	B		90
TIC	W-räcke	Kurva (ytter)	Sida	A		70
Driftansvarig	W-räcke	Kurva (ytter)	SM	A		70
Driftansvarig	W-räcke	Kurva (ytter)	SM	A		70
Driftansvarig	W-räcke	Kurva (inner)	Sida	A		70
Driftansvarig	W-räcke	Rak	Sida	B		70

Vägtyp	Gäller enbart 2+1 vägar		Kostnadsummering		
	Vid Två körfält eller Ett körfältsida		9 509 897	1 117 333	4 551 857
Påkörning	Trafikplats		Summa till ent (kr)	Sjävrisk (kr)	Summa från TFF (kr)
Motoväg	0	Vid avfart	16 683	0	0
Vanlig väg	0	På påfart	10 060	1 965	7 484
Vanlig väg	0	På påfart	8 450	1 965	6 018
Motoväg	0	Vid påfart	8 450	1 965	6 018
Motoväg	0		54 846	1 965	32 800
4-faltsväg	0	Vid påfart	15 475	1 965	11 920
4-faltsväg	0		9 283	1 965	6 434
4-faltsväg	0		12 613	1 965	9 294
4-faltsväg	0		11 418	1 965	8 696
Vanlig väg	0		23 922	1 965	17 346
4-faltsväg	0		8 350	1 965	5 968
4-faltsväg	0		8 350	1 965	5 968
4-faltsväg	0		9 082	1 965	6 334
Motoväg	0	På avfart	37 839	1 965	21 668
Vanlig väg	0	På avfart	14 754	0	0
4-faltsväg	0		9 819	1 970	7 373
Vanlig väg	0		13 808	1 965	9 931
Motoväg	0		41 181	1 965	24 119
Vanlig väg	0		15 978	0	0
Motoväg	0		40 239	1 965	24 068
Motortrafikled mötesfri	Ett körfält		54 414	0	0
Motortrafikled mötesfri	Ett körfält		9 712	1 965	7 747
Motortrafikled mötesfri	Ett körfält		4 391	1 970	2 421
4-faltsväg	0	På påfart/avfart	50 246	0	0
4-faltsväg	0	Korsning/trafikljus	6 060	1 970	3 623
4-faltsväg	0		6 060	1 970	3 623
4-faltsväg	0		8 450	1 970	6 013
Vanlig väg	0	Vid påfart/avfart	12 515	1 970	9 240

2 686 811		2 271 230		23,88%		Kostnadsfördelning		4 209 738		44,27%	
Summa från försäkringsbolag (kr)	Vägverkets kostnad (kr)	i %	Arbetskostnad (kr)	Arbetskostnad % av hela kostnaden							
14 489	2 194	13,15%	7 153	42,88%							
0	2 577	25,61%	5 015	49,85%							
0	2 432	28,78%	4 304	50,93%							
0	2 432	28,78%	4 304	50,93%							
0	22 046	40,20%	8 576	15,64%							
0	3 555	22,97%	7 153	46,22%							
0	2 848	30,68%	4 304	46,37%							
0	3 319	26,31%	5 728	45,41%							
0	2 721	23,83%	5 728	50,17%							
0	6 577	27,49%	8 591	35,91%							
0	2 382	28,53%	4 304	51,54%							
0	2 382	28,53%	4 304	51,54%							
0	2 748	30,26%	4 304	47,39%							
0	16 172	42,74%	5 565	14,71%							
9 309	5 445	36,91%	968	6,56%							
0	2 446	24,91%	4 041	41,15%							
0	3 877	28,08%	9 796	70,95%							
0	17 063	41,43%	7 125	17,30%							
12 702	3 276	20,50%	5 565	34,83%							
0	16 172	40,19%	7 965	19,79%							
54 414	0	0,00%	5 075	9,33%							
0	1 965	20,23%	4 066	41,87%							
0	1 970	44,87%	942	21,45%							
45 417	4 829	9,61%	26 757	53,25%							
0	2 437	40,21%	2 879	47,51%							
0	2 437	40,21%	2 879	47,51%							
0	2 437	28,84%	4 304	50,93%							
0	3 275	26,17%	5 728	45,77%							

61 161		0,64%		2 143 082		22,54%	
Hyra material, kostnad (kr)	Hyra material % av hela kostnaden	Avstängningsmaterialkostnad (kr)	Avstängningsmaterial % av hela kostnaden				
188	1,13%	4 954	29,70%				
188	1,87%	3 634	36,12%				
188	2,22%	3 024	35,79%				
188	2,22%	3 024	35,79%				
188	0,34%	5 920	10,79%				
188	1,21%	4 954	32,01%				
188	2,03%	3 024	32,58%				
188	1,49%	3 989	31,63%				
188	1,65%	3 989	34,94%				
188	0,79%	5 920	24,75%				
188	2,25%	3 024	36,22%				
188	2,25%	3 024	36,22%				
188	2,07%	3 024	33,30%				
0	0,00%	3 861	10,20%				
0	0,00%	2 896	19,63%				
0	0,00%	4 826	49,15%				
188	1,36%	0	0,00%				
0	0,00%	3 861	9,38%				
0	0,00%	3 861	24,16%				
0	0,00%	3 861	9,60%				
0	0,00%	4 700	8,64%				
0	0,00%	3 760	38,71%				
0	0,00%	2 820	64,23%				
188	0,37%	13 642	27,15%				
188	3,10%	2 059	33,98%				
188	3,10%	2 059	33,98%				
188	2,22%	3 024	35,79%				
188	4,50%	2 059	21,87%				

3 079 045		32,38%		16 872		0,18%	
Räckesmaterialkostnad (kr)	Räckesmaterialkostnad % av hela kostnaden	Övrigt material, kostnad (kr)	Övrigt material % av hela kostnaden				
4 339	26,01%	49	0,29%				
1 223	12,16%	0	0,00%				
934	11,05%	0	0,00%				
934	11,05%	0	0,00%				
40 162	73,23%	0	0,00%				
3 180	20,55%	0	0,00%				
1 766	19,03%	0	0,00%				
2 699	21,40%	9	0,07%				
1 513	13,25%	0	0,00%				
8 897	37,19%	326	1,36%				
834	9,99%	0	0,00%				
834	9,99%	0	0,00%				
1 566	17,25%	0	0,00%				
28 413	75,09%	0	0,00%				
10 890	73,81%	0	0,00%				
952	9,70%	0	0,00%				
3 824	27,69%	0	0,00%				
30 195	73,32%	0	0,00%				
6 552	41,01%	0	0,00%				
28 413	70,61%	0	0,00%				
44 639	82,04%	0	0,00%				
1 886	19,42%	0	0,00%				
629	14,32%	0	0,00%				
9 594	19,09%	65	0,13%				
934	15,41%	0	0,00%				
934	15,41%	0	0,00%				
934	11,05%	0	0,00%				
2 602	20,79%	9	0,07%				

Special	2 483	
Kostnad/stolpe	Trolig reparationstid	Kostnad/h
#DIVISION/0!	5	3 337
#DIVISION/0!	3,5	2 874
#DIVISION/0!	3	2 817
#DIVISION/0!	3	2 817
#DIVISION/0!	6	9 141
#DIVISION/0!	5	3 095
#DIVISION/0!	3	3 094
#DIVISION/0!	4	3 153
#DIVISION/0!	4	2 854
#DIVISION/0!	6	3 987
#DIVISION/0!	3	2 783
#DIVISION/0!	3	2 783
#DIVISION/0!	3	3 027
#DIVISION/0!	4	9 460
#DIVISION/0!	3	4 918
#DIVISION/0!	5	1 964
#DIVISION/0!	5	2 762
#DIVISION/0!	4	10 295
#DIVISION/0!	4	3 995
#DIVISION/0!	4	10 060
766	5	10 883
3 237	4	2 428
4 391	3	1 464
#DIVISION/0!	14	3 589
#DIVISION/0!	2	3 030
#DIVISION/0!	2	3 030
#DIVISION/0!	3	2 817
#DIVISION/0!	4	3 129

Kostnadsposter		Arbete A-priser (TFF allt)		Prylbil		Släp		Servicebil		Vägarbetare		Specialarbetare	
Timmar	Kostnad (kr)	Timmar	Kostnad (kr)	Timmar	Kostnad (kr)	Timmar	Kostnad (kr)	Timmar	Kostnad (kr)	Timmar	Kostnad (kr)	Timmar	Kostnad (kr)
				5	4144	5	770	5	2208				
				3	2486	3	462	3	1325				
				4	3315	4	616	4	1766				
				4	3315	4	616	4	1766				
				6	4972	6	924	6	2649				
				3	2486	3	462	3	1325				
				3	2486	3	462	3	1325				
				3	2486	3	462	3	1325				
4	2575							4	1959				
										3	937		
								5	2449	5	1561		
5	3219			3	2486			5	2208	5	1561		
4	2575							4	1959				
4	2575							4	1959				

## Trafikarbete

Kontroll		979 363,50			
Startpunkt	Slutpunkt	Länklängd (m)	Vägtyp	Hastighet (km/h)	Mitträkestyp
Trpl 74 Olskroksmotet	Trpl 74 Olskroksmotet	556	Motorväg		70 W-räcke
Trpl 74 Olskroksmotet	Trpl 75 Anäsmotet	859	Motorväg		70 W-räcke
Trpl 75 Anäsmotet	Trpl 75 Anäsmotet	518	Motorväg		70 W-räcke/Kolswa
Trpl 75 Anäsmotet	Trpl 76 Munkebäcksmotet	282	Motorväg		70 W-räcke
Trpl 76 Munkebäcksmotet	Hastighetsbyte	222	Motorväg		70 W-räcke
Hastighetsbyte	Trpl 76 Munkebäcksmotet	594	Motorväg		90 W-räcke
Trpl 76 Munkebäcksmotet	Trpl 77 Torpamotet	43	Motorväg		90 W-räcke
Trpl 77 Torpamotet	Trpl 77 Torpamotet	799	Motorväg		90 W-räcke
Trpl 77 Torpamotet	Trpl 78 Fräntorpsmotet	32	Motorväg		90 W-räcke
Trpl 78 Fräntorpsmotet	Trpl 80 Partillemotet	2 918	Motorväg		90 W-räcke
Trpl 80 Partillemotet	Trpl 80 Partillemotet	661	Motorväg		90 W-räcke
Trpl 80 Partillemotet	Trpl 81 Skultorpsmotet	1 069	Motorväg		90 W-räcke
Trpl 81 Skultorpsmotet	Trpl 81 Skultorpsmotet	1 050	Motorväg		90 W-räcke
Trpl 81 Skultorpsmotet	Trpl 82 Jonseredsmotet	1 059	Motorväg		90 W-räcke
Trpl 82 Jonseredsmotet	Trpl 82 Jonseredsmotet	404	Motorväg		90 W-räcke
Trpl 82 Jonseredsmotet	Hastighetsbyte	43	Motorväg		90 W-räcke
Hastighetsbyte	Trpl 84 Hulanmotet	5 410	Motorväg		110 W-räcke
Trpl 84 Hulanmotet	Trpl 84 Hulanmotet	652	Motorväg		110 W-räcke
Trpl 84 Hulanmotet	Trpl 85 Kastenhovsmotet	3 255	Motorväg		110 W-räcke
Trpl 85 Kastenhovsmotet	Trpl 85 Kastenhovsmotet	466	Motorväg		110 W-räcke
Trpl 85 Kastenhovsmotet	Trpl 86 Flodamotet	4 739	Motorväg		110 W-räcke
Trpl 86 Flodamotet	Trpl 86 Flodamotet	388	Motorväg		110 W-räcke
Trpl 86 Flodamotet	Vägtypsbyte	244	Motorväg		110 W-räcke
Vägtypsbyte	Gamlavägen	614	4-fältsväg		110 W-räcke
Gamlavägen	Vägtypsbyte	517	4-fältsväg		110 W-räcke
Vägtypsbyte	Vägtypsbyte och hastighetsbyte	1 879	Motorväg		110 W-räcke

ADT	Mätningår	Skadeår	Arsskillnad	Uppräkningsfaktor	Uppmätta värden				
					Adt	±(OS)	Adt	±(OS)	Adt
				Fordon	(OS)	Lastbilar	(OS)2	Axelpar	
	2001	2005	4	1,08243216	13 000	0%	12 000	0%	1 200
	2002	2005	3	1,061208	35 510	-6%	2 730	-8%	37 900
	2004	2005	1	1,02	34 115	#REFERENS!	31 795	#REFERENS!	2 700
	2002	2005	3	1,061208	33 050	-6%	2 550	-8%	35 050
	2004	2005	1	1,02	29 000	#REFERENS!	26 840	#REFERENS!	2 040
	2004	2005	1	1,02	29 000	#REFERENS!	26 840	#REFERENS!	2 040
	2002	2005	3	1,061208	28 640	-6%	1 980	-8%	30 370
	2004	2005	1	1,02	25 900	#REFERENS!	24 010	#REFERENS!	1 720
	2002	2005	3	1,061208	24 670	-6%	1 810	-8%	26 270
	2002	2005	3	1,061208	20 090	-6%	1 540	-8%	21 540
	2004	2005	1	1,02	16 520	#REFERENS!	14 925	#REFERENS!	1 310
	2002	2005	3	1,061208	15 770	-6%	1 230	-8%	17 030
	2003	2005	2	1,0404	13 000	#REFERENS!	12 000	#REFERENS!	900
	2002	2005	3	1,061208	15 010	-6%	1 130	-8%	16 240
	2003	2005	2	1,0404	14 000	#REFERENS!	13 200	#REFERENS!	1 000
	2002	2005	3	1,061208	14 420	-6%	1 110	-8%	15 610
	2002	2005	3	1,061208	14 420	-6%	1 110	-8%	15 610
	2003	2005	2	1,0404	11 000	#REFERENS!	10 500	#REFERENS!	1 000
	2002	2005	3	1,061208	10 710	-6%	960	-8%	11 820
	2003	2005	2	1,0404	10 500	#REFERENS!	950	#REFERENS!	900
	2002	2005	3	1,061208	9 580	-6%	920	-8%	10 650
	2003	2005	2	1,0404	9 100	#REFERENS!	8 300	#REFERENS!	900
	1998	2005	7	1,148685668	8 430	-7%	830	-9%	9 460
	2002	2005	3	1,061208	8 430	-7%	830	-9%	9 460
	1998	2005	7	1,148685668	9 118	700%	8 046	700%	856
	2004	2005	1	1,02	9 025	0%	8 090	0%	845

Fordon	Lastbilar	Axelpar
Trafikarbete miljoner km/år	Trafikarbete miljoner km/år2	Trafikarbete miljoner km/år3
3	3	0
12	1	13
7	6	1
4	0	4
2	2	0
6	6	0
0	0	1
8	7	1
0	0	0
23	2	24
4	4	0
7	1	7
5	5	0
6	0	7
2	2	0
0	0	0
30	2	33
3	3	0
14	1	15
2	0	0
18	2	20
1	1	0
1	0	1
2	0	2
2	2	0
6	6	1