



CHALMERS



Fallstudie för olyckor på E4:en Söderhamn till Enånger

Hur otillräckligt tvärfall samt snedlutning påverkar olycksstatistiken

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjörsprogrammet

ANDREAS LUNDGREN

EXAMENSARBETE LBTX30-19-01

Fallstudie för olyckor på E4:an Söderhamn till Enånger

Hur otillräckligt tvärfall och snedlutning påverkar olycksstatistiken

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjörsprogrammet

ANDREAS LUNDGREN

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för geologi och geoteknik

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2019

Fallstudie för olyckor på E4:an Söderhamn till Enånger
Hur otillräckligt tvärfall och snedlutning påverkar olycksstatistiken
Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjörsprogrammet
ANDREAS LUNDGREN

© ANDREAS LUNDGREN, 2019

Examensarbete LBTX30-19-01
Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Chalmers tekniska högskola 2019

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för geologi och geoteknik
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Telefon: 031-772 10 00

Omslag:
Bild på en kurva med negativt tvärfall på E4:an mellan Söderhamn och Enånger.

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Göteborg 2019

Fallstudie för olyckor på E4:an Söderhamn till Enånger
Hur otillräckligt tvärfall och snedlutning påverkar olycksstatistiken

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjörsprogrammet*

ANDREAS LUNDGREN

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för geologi och geoteknik
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Väg E4 mellan Enånger och Söderhamn byggdes om i slutet på 1990-talet från en 2+1 väg till en 2+2 fältig motorväg med en hastighetsbegränsning på 110 km/tim. Vägens konstruktion har sedan dess ifrågasatts då den avviker från en serie av rekommendationer hur vägar bör utformas för att minska risken för olyckor. Sedan vägen invigdes har det skett en rad olyckor och syftet med studien är att genom analys av olycksstatistik jämföra olycksfrekvensen med liknande för att utreda om det finns ett samband mellan förhöjd olycksstatistik och inte följa rekommendationer för vägars utformning. De två fokusområdena är vägavsnitt med avsaknad av ett tvärfall vars syfte är att motverka sidkraften ett fordon utsätts för i kurvor samt otillräcklig vägavsnitt med otillräcklig snedlutning för att effektivt transportera iväg vattenmassor från vägbanan. Studien har utförts genom informationsinsamlande genom tidigare rapporter och en fallstudie på vägavsnittet där olycksstatistik har använts samt data om vägavsnittet givet från Strada. Resultatet var att vägen som helhet hade en aning högre olycksfrekvens än genomsnittet för 4-fältiga motorvägar inom samma breddgrad. Det mest utmärkande resultatet var dock att under vinterhalvåret då genomsnittstemperaturen är under 0 Grader Celsius var olyckor i kurvor med otillräckligt tvärfall kraftigt överrepresenterade. Studien fann inget samband mellan ökad olycksfrekvens och sträckor med otillräckligt snedlutning varken vid torrt eller blött väglag. Slutsatsen är att förbättra tvärfallet i kurvor ger en klar förbättring för trafiksäkerheten och vid nybyggen bör inga undantag få tas från gällande normer för tvärfall även om det behövs för att undvika otillräckligt snedfall.

Nyckelord: Otillräckligt tvärfall, snedlutning, fallstudie, E4, väg säkerhet, olyckor

Case study for accidents on Road E4 between Enånger and Söderhamn

How insufficient cross fall and oblique slope effects the risk for accidents.

Degree Project in the Engineering Programme

Civil and Environmental Engineering

ANDREAS LUNDGREN

Department of Architecture and Civil Engineering

Division of geology and geotechnics

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

Road E4 from Enånger to Söderhamn where rebuilt in late 1990:s to a 2+2 highway with a speed limit at 110 km/h from being a 2+1 90km/h road. Since then the roads construction has been questioned since it does not follow a series of recommendations on how a road should be constructed in order to minimize the risk for accidents. Furthermore has a series of accidents happened and this reports aim which is done in collaboration with Vectura AB is to analyze if there is an elevated risk for accidents compares to similar roads and also evaluate if there is any connection between the bits of road which does not comply to the recommendations and increased accidents. The two main focus areas are curves without elevated cross fall which should counteract the side force which the car encounter during cornering and the other is area without sufficient oblique slope in order to efficiently transport water away from the road surface. A study has been performed on the road based on the accident data during 7-year period and road data given by Strada. The result given from the study was that the road as whole had a slightly higher accident rate than reference roads. However, more noteworthy was that during the winter when the average temperature was below 0 Degrees Celsius, accidents was greatly overrepresented in curves with insufficient cross fall. Furthermore, no connection between insufficient oblique slope and increased number of incidents so the conclusion from the case study was that for better road safety, focus should be on following the regulation for cross fall.

Keywords: Insufficient cross fall, oblique slope, case study, road safety, Road E4, Accidents

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	V
FIGURFÖRTECKNING	VII
TABELLFÖRTECKNING	VIII
1 INLEDNING	1
1.1 Syfte	1
1.2 Avgränsningar	1
1.3 Precisering av frågeställningen	1
2 TEORETISK REFERENSRAM	2
2.1 Linjeföring	2
2.1.1 Vägen i profil - Längslutning	2
2.1.2 Tvärfall	2
2.1.3 Negativ skevning	3
2.1.4 Snedlutning	4
2.2 Krafter som påverkar fordon vid skevning	4
3 FAKTORER FÖR ÖKAD OLYCKSRISK	6
3.1 Otillräcklig friktion	6
3.1.1 Skevning i kurvor	7
3.1.2 Mänskliga faktorn	7
3.1.3 Vägbanans bredd samt vägren	7
3.2 Vatten på vägbanan	8
3.2.1 Vattenplaning	8
3.2.2 Bogvågseffekt	9
3.2.3 Förebyggande åtgärder	9
4 METOD	10
4.1 Litteratur	10
4.2 Olyckstatistik	10
4.3 Mätdata	11
5 FALLSTUDIE E4	12
5.1 Sidofriktionstal	15
5.2 Fördelning av samtliga olyckor	16
CHALMERS , <i>Arkitektur och samhällsbyggnadsteknik</i> , Examensarbete LBTX30-19-01	III

5.3	Personolyckskvoten	17
5.4	Otillräcklig skevning vid vinterväglag	18
5.5	Otillräcklig snedlutning	21
6	ANALYS/DISKUSSION	22
7	SLUTSATS	24
8	REFERENSER	25
9	BILAGOR	27

Förord

Rapporten är en avslutande del av examensarbetet vid byggingenjörsprogrammet på Chalmers Tekniska Högskola. Uppdragsgivare för arbetet var Johan Granlund på Vectura Consulting AB i Borlänge som varit till stort stöd med sin djupa kunskap i ämnet och brinnande engagemang.Handledare var Gunnar Lanner på Chalmers Tekniska Högskola som hjälpt till att knyta samman arbetet och stöttat med kloka tankar och bra information.

Vill även tacka Leif Granhage CTH samt Christoffer Hag Peab för deras hjälp under arbetet.

Andreas Lundgren Göteborg 2019

Figurförteckning

Figur 2.1 <i>Visualisering av dubbelsidigt tvärfall "bombning" samt enkelsidigt tvärfall "skevning" (Wengelin, 2010)</i>	2
Figur 2.2 <i>Skevningsutjämningssträckan (Trafikverket 2004)</i>	4
Figur 2.3 <i>Påverkan av fordon vid skevning</i>	5
Figur 3.1 <i>Friktionskoefficienter (Trafikverket 2012)</i>	7
Figur 4.1 <i>Visualisering av LASER RST fordons avläsningsområde (Ekdahl 2005)</i>	12
Figur 5.1 <i>Olyckor södergående riktning samt Olyckor norrgående riktning</i>	13
Figur 5.2 <i>Kurva på E4 med negativt tvärfall</i>	14
Figur 5.3 <i>Andel procentuellt av kurvorna som uppfyller Trafikverkets standard</i>	15
Figur 5.4 <i>Tvärfall och kurvatur</i>	16
Figur 5.5 <i>Behov av friktion på utvald sträcka av E4:an</i>	17
Figur 5.6 <i>Till vänster olyckor i norrgående riktning markerade i rött, till höger olyckor i södergående riktning markerat i blått</i>	20
Figur 5.7 <i>Kvot på olycksfrekvensen i förhållande till procentuell fördelning av vägtyp</i>	21
Figur 5.8 <i>Snedlutning på vägsträckan södergående riktning</i>	23

Tabellförteckning

Tabell 2.1 <i>Största längslutning (Trafikverket, 2012)</i>	2
Tabell 5.1 <i>Fördelning kurvatur E4:an Söderhamn-Enånger</i>	14
Tabell 5.2 <i>Fördelning av kurvor/raksträckor</i>	16
Tabell 5.3 <i>Relationen mellan andel olyckor och vägtyp</i>	18
Tabell 5.4 <i>Fördelning kurvor samt olyckor</i>	18
Tabell 5.5 <i>Fördelning av olyckor på vägsträckan Söderhamn-Enånger</i>	19
Tabell 5.6 <i>Fördelning av olyckor på vägsträckan på jämförelseväg</i>	19
Tabell 5.7 <i>Antal olyckor vid "vinterväglag"</i>	21
Tabell 5.8 <i>Olyckor vintertid i kurvor</i>	23

1 Inledning

Vägen mellan Söderhamn och Enånger byggdes om till fyrfältig motorväg 1999 på en sträcka om 26 km. Det har efter ombyggnationen varit ett flertal olyckor på vägen, varav vissa sträckor har varit särskilt olycksdrabbade. Vägen har i enlighet med dagens mått mätt dålig standard då den saknar olycksförebyggande egenskaper som bred vägren och stopplikt vid påfarter (Granlund 2011). Vägen har ett flertal negativt skevade kurvor där olyckor, speciellt under vinterväglag har förekommit mer frekvent än på andra vägsträckor. Kurvor med negativ skevning används för att undvika vattenansamlingar vid övergångssträckan med otillräcklig snedlutningen (resultant till tvärfallet och längslutningen). Problemet med otillräcklig snedlutning uppstår normalt där bomberingen övergår till skevning i kurvan. Om vägen saknar snedlutning riskerar det att vattensamlingar bildas som kan orsaka vattenplaning, då det krävs minst en halv procents lutning för att få tillräcklig avrinning. Det kan förebyggas genom att vägens bombering bibehålls genom hela kurvan. Nackdelar med negativ skevning är försämrad kördynamik samt ökad halkrisk vid vinterväglag.

1.1 Syfte

Syftet med arbetet är att undersöka om det finns ett samband mellan vägar som inte lever upp till dagens normer och ökad olycksfrekvens, med fokus på kurvor med otillräckligt tvärfall samt snedlutning jämfört med korrekta kurvor under i övrigt liknande vägförhållanden.

1.2 Avgränsningar

Studien görs genom en fallstudie på en avgränsad vägsträcka på 26 km under perioden 2003-2009. Målet är att utvärdera vägbanans utformning och därmed kommer olyckor orsakade av vilt att bortses ifrån då de ej påverkas av vägens utformning. Kvaliteten på asfalten påverkar utfallet men kommer att bortses ifrån, då det inte finns data eller möjlighet att kontrollera dess kvalitet. Arbetets fokusområden inriktar sig mot vägavsnitt som inte lever upp till Trafikverkets norm gällande skevning i kurvor samt tillräcklig snedlutning för att effektivt avvattna vägbanan.

1.3 Precisering av frågeställningen

Är olycksfrekvensen högre på vägsträckan mätt i antal olyckor/fordonskilometer i jämförelse med liknande vägar?

Finns det något samband mellan negativt skevade kurvor och ökad olycksfrekvens totalt sett över året samt vid vinterväglag?

Finns det något samband mellan vägavsnitt med otillräckligt snedlutning och olyckor totalt sett över året samt vid fuktigt underlag?

2 Teoretisk referensram

Det har under åren gjorts en rad olika studier som undersökt vilka faktorer som påverkar säkerheten i trafiken, vilka myndigheter använt som bas till regler för vägars utformning för att minska antalet skadade i trafiken. För att ge en bättre förståelse för vad som påverkar vägens utformning presenteras nedan grundläggande fakta som måste tas hänsyn till vid vägars utformning.

2.1 Linjeföring

En vägs utformning i plan och profil kallas linjeföring. Omgivande terräng, bygg-, drift- och underhållskostnader och trafiksäkerheten är sådant som påverkar valet av linjeföringen.

2.1.1 Vägen i profil - Längslutning

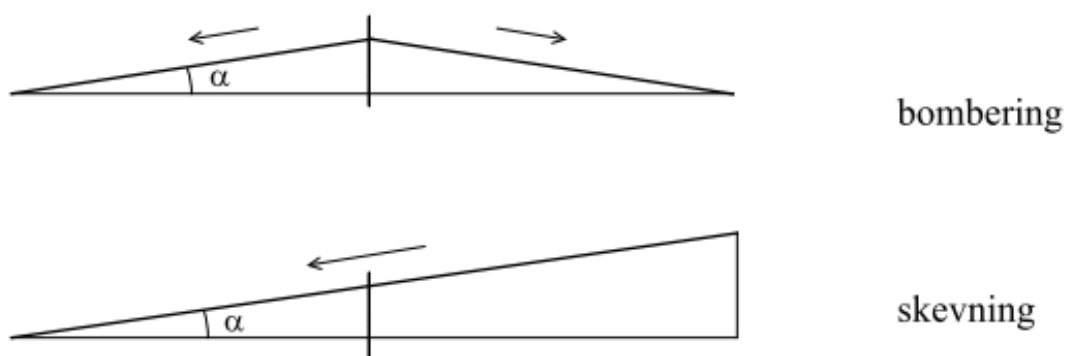
Längslutningen bör anpassas i möjligaste mån efter terrängens utseende för att minimera kostnaderna vid byggandet. Det finns dock begränsningar på hur stor lutningen kan vara för att trafiken ska flyta på bra och minska risken för stopp vid vinterväglag. Fördelen med mindre lutning är att det minskar mängden avgaser och nackdelen är att det vid skevningsövergångar genererar otillräcklig lutning för avrinning. I Sverige rekommenderas trafikverket att inte använda mer än 6 % i längslutning, se tabell 2.1.

Tabell 2.1 Största längslutning (Trafikverket, 2012)

VR (km/tim)	Önskvärd största längslutning (%) vid nybyggnad	Största godtagbara längslutning (%) vid nybyggnad* eller förbättring
Väg ovan jord	6	8

2.1.2 Tvärfall

Vägbanas lutning i sidled tvärfallet är endera dubbel- eller enkelsidigt, se figur 2.1. Dubbelsidigt tvärfall benämns ofta för bombering och enkelsidigt tvärfall framförallt i kurvor benämns skevning. På raksträckor är bombering det vanliga för att medge effektiv vattenavrinning från vägbanan. Det övergår ofta till enkelsidigt tvärfall, skevning i kurvor för att minska sidkraften på fordonet (Granlund 2008). Termen negativt tvärfall kommer användas i rapporten för att beskriva när vägens tvärfall medför ökad sidkraft.



Figur 2.1 Visualisering av dubbelsidigt tvärfall "bombering" samt enkelsidigt tvärfall "skevning" (Wengelin, 2010)

Vägbanans tvärlutning primära uppgift är att transportera bort vatten från vägbanan med syfte att undvika vattenansamlingar. Det rekommenderade tvärfallet för svenska vägar är 3 % på vägar med obundet slitlager och 2,5 % på bundet slitlager (Trafikverket 2012). Vid skarpa kurvor kan det vara fördelaktigt att ha större tvärfall för att motverka sidkraften fordonet utsätts för. Det maximala tvärfallet för nybyggda vägar i Sverige är 5,5 % med en toleransnivå på $\pm 0,5$ %. Det finns många äldre vägar med skarpa kurvor som har upp till 10 % skevning. Nackdelen med kurvor med stor skevning är att vid de nordligare breddgraderna där risk för ishalka ökar, så medför det en risk att fordonet glider av vägen vid halt väglag. För lastbilar och andra fordon med hög tyngdpunkt medför det även att mycket tyngd läggs på de nedre däcken vilket resulterar i ökad vältningsrisk. I en studie från Nya Zeeland fann de efter simuleringar av olyckor att en ökning av skevning med 1 % minskar risken för olyckor med 5% i kurvor (Granlund 2008).

I Sverige är det idag tillåtet att använda sig av negativt skevade kurvor i undantagsfall då snedlutningen annars blir för liten (Trafikverket, 2012). Det finns lösningsalternativ för att undvika otillräckligt snedlutning där vid plana ytor marken kan förändras för att skapa konstgjorda slutningar vilket undviker otillräcklig snedlutning. Möjligheten finns även att flytta övergången från bombering till skevning inför kurvan vid en tidigare punkt på vägen där det finns naturlig horisontal lutning. Nackdelen med det är att det kan bli längre sträckor utan tvärfall vilket medför att vattnet får en längre väg att dräneras bort (John C. Glennon 2005). Möjlighet finns även att minska övergångssträckan där snedlutning är mindre än 0,5%. Större förändring av lutning resulterar i kortare övergångssträcka men kan upplevas obehagligt för föraren samt kan påverka fordon med hög tyngdpunkt kraftigt då det medför en plötslig förflyttning av tyngdpunkten.

2.1.3 Negativ skevning

Negativt tvärfall används för att få tillräcklig vattenavrinning på vägsträckor där längslutningen är otillräcklig för att ensam resultera i rekommenderade 0,5 procent snedlutning. Istället för att bygga in en längslutning med hjälp av höjdskillnader på vägbanan är det en ekonomiskt fördelaktig metod att istället behålla vägens bombering även genom kurvan. Det minskar risken för vattenansamlingar på grund av otillräckligt tvärfall som annars uppkommer i samband med skevningsövergång.

Tidigare studier i Tyskland har visat på att användning av negativ skevning i kurvor med en radie på över 8000 meter ger minskat antal olyckor på grund av minskad risk för vattenplaning vid skevningsövergångssträckan (Krebs, et al. 1982). Samma studie visade att vid tvärfall kurvor med en radie som understiger 5000 meter gav negativ skevning entydigt fler olyckor på grund av otillräcklig friktion. Vidare kunde det konstateras att det gav bättre säkerhetsutfall vid användning av -1,5% tvärfall än -2 % då det medförde tillräcklig vattenavrinning samtidigt som det gav ett lägre sidofriktionskrav (Krebs, et al. 1982).). I Sverige är det idag krav att tvärfallet skall vara större än -2,5 % tvärfall vid en radie på mindre än 4500 meter vid användning av negativt tvärfall (Trafikverket 2012)

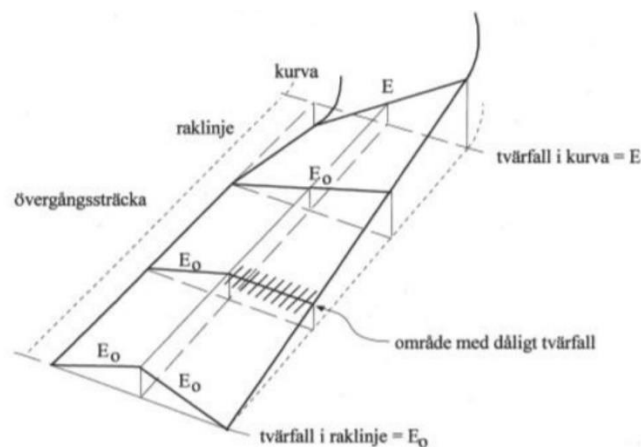
2.1.4 Snedlutning

Resultanten av längslutningen och tvärfallet kallas snedlutning som ses i ekvation 2.1 och används för utvärdera om tillräcklig lutning finns för att avvattna vägbanan.

$$lr = \sqrt{l^2 + E^2} \quad (\text{Ekvation 2.1})$$

Där:
lr = snedlutningen [%]
l = vägens längslutning [%]
E = vägens tvärfall [%]

Övergången från bombering till skevning sker över en sträcka kallad skevningsutjämningssträcka som kan ses i Figur 2.2. Det är i området kring skevningsutjämningssträckan utmärkt E_0 i figur 2.2 snedlutningen är viktig, då tvärfallet där är mindre än 0,5% (Granlund 2008).



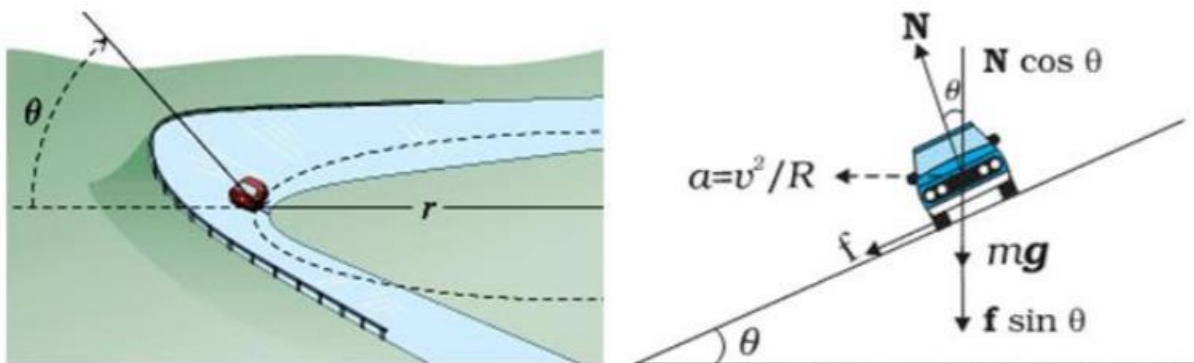
Figur 2.2 Skevningsutjämningssträckan (Trafikverket 2004)

2.2 Krafter som påverkar fordon vid skevning

När ett fordon färdas genom en kurva kommer fordonet att vilja åka rakt framåt. Det som förhindrar fordonet att åka rakt fram eller glida utåt i kurvan är däckens friktion. För att beskriva fenomenet använt ofta termen centripetalacceleration som är den acceleration i sidled däckets friktion skall uppta för att fordonet skall kunna följa sin linje, se ekvation 2.2 där a_c är centripetalaccelerationen [m/s^2], v är hastigheten [m/s] och R är kurvans horisontella radie [m] (Granlund 2013).

$$a_c = \frac{v^2}{R} \quad (\text{Ekvation 2.2})$$

Centripetalaccelerationen bör ej överstiga 1 m/s^2 då det kan upplevas som obehagligt för föraren samt ökar risken för förlorad kontroll av fordonet (Trafikverket 2012). För att minska friktionsbehovet i kurvor så kan skevning av vägbanan användas se figur 2.3 där θ är skevningslutningen [%] N är normalkraften [N], a_c är centripetalaccelerationen [m/s^2], G är gravitationskraften [N], f är friktionen och R är kurvans radie [m]. Det innebär att vägbanan lutar i samma riktning som kurvans färdriktning. Att använda sig av skevning för att skapa jämvikt mellan hastighet, kurvradie, skevning och vägfriktion ger fördelar i form av minskad ratt rörelse, minimal vikt förskjutning samt minskar rullmotstånd och däckslitage (Granlund 2013)



Figur 2.3 Påverkan av fordon vid skevning (Mastering Physics & Physics365.com)

För att beräkna den maximala hastigheten från sin kurvlinje används ekvation 2.3 (Granlund 2008).

utveckla (glida)

$$\frac{v^2}{R * g} \approx \tan(\alpha) + f_s \text{ (Ekvation 2.3)}$$

Ekvation 2.3 används för att bestämma dimensionerande hastighet på vägar där $f_s = 0,01$ används (Granlund 2013). Maximal hastighet genom kurva ges om v (hastigheten) [m/s] löses ut och där α är tvärfallet/skevningen [%], f_s är friktionstalet mellan däck och vägbanan, R är kurvans radie [m] och G är gravitationskraften [N]. Ekvation 2.3 utgår ifrån en optimal linje så avvikelser i form av till exempel filbyte påverkar hastigheten och är något som skall tas i beaktning vid dimensionering av nya vägar (Granlund 2013).

3 Faktorer för ökad olycksrisk

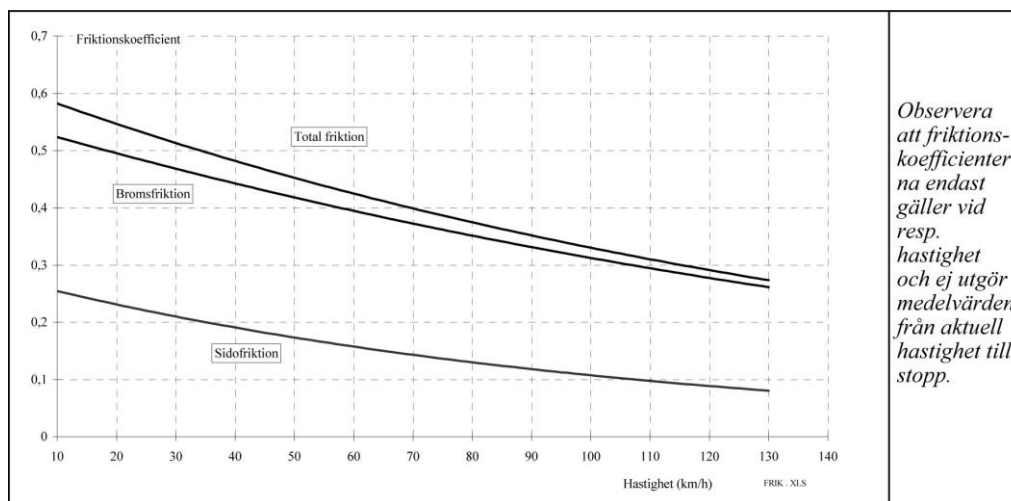
Vid utformning av vägar finns en rad olika parametrar att ta hänsyn till som tillsammans utgör grunden för dess utformning. Utöver de ekonomiska och geologiska förutsättningarna är säkerheten den enskilt viktigaste parametern. Vad som utgör en säker väg är dock inte alltid givet då förutsättningarna i form av temperatur, nederbörd och sikt förändras och den optimala utformningen varierar beroende på de parametrarna. Framförallt måste alla beslut vägas mot den ekonomiska aspekten som är en central punkt i alla projekt

Tidigare undersökningar av olycksfall visar på att olyckor sker i samband med kurvor är överrepresenterade (Granlund 2008, Granlund 2010 etc.). Vilka faktorer som är mest avgörande för att förorsaka olyckorna skiljer sig åt beroende på undersökning. Det varierar från vägens linjedragning till tvärfallet, skevningen, asfalts kvalitet, vägbanans bredd och vägrenen etcetera. Nedan presenteras de vanligaste olycksorsakerna samt vilka åtgärder som är effektivast för att minimera risken.

3.1 Otillräcklig friktion

Vid dimensionering av kurvor tas hänsyn till fordonets förmåga att stanna kvar på vägen. Kraften som får fordonet att inte glida av när det svänger är friktionskraften mellan däck och vägbanan. De krafter som friktionen normalt skall kunna uppta är en longitudinell kraft som uppkommer av fordonets acceleration eller retardation samt en transversell kraft som består av sidokraften som även beskrevs i kap 2.1. Målet är att ett fordon även vid halt väglag skall kunna klara av en hård inbromsning utan att kanna av vägen eller åka in i motsatt körfält (Trafikverket 2012). Det som inte tas hänsyn till vid dimensionering är de krafter som tillkommer vid till exempel filbyten, acceleration eller retardation vilket medför att fordonet inte följer kurvans ideallinje eller ställer högre krav på friktionen (Granlund 2008).

Den dimensionerande friktionskoefficienten är den faktor som normalt används vid dimensionering av svenska vägar vilket motsvarar kvoten mellan friktionskraften och normalkraften. I figur 3.1 visas friktionskoefficienten som används vid nybyggnation av svenska vägar. Friktionstalen bygger på mätningar av friktionen gjorda på relativt nybelagda vägar och vid halt underlag samt med bra däck. På framtagna värden läggs en säkerhetsmarginal på ungefär 50 % till enligt Trafikverket 2012 men enligt Granlund 2012 så ligger marginalen snarare på 30% vid bra däck och vid sämre däck är marginalen är den obefintlig eller undermålig.



Figur 3.1 friktionskoefficienter (Trafikverket 2012)

3.1.1 Skevning i kurvor

Höga hastighetsbegränsningar i kombination med otillräckligt eller felaktigt tvärfall är en stor bidragande faktor till avåkningsolyckor (Granlund 2010). Vägar dimensioneras för att fordon skall åka den ”optimala” linjen genom kurvan utan att glida. Det är utifrån de förutsättningarna utformningskrav och generellt kan sägas att det är radie, hastighet samt vägens tvärfall som tas i beaktning. Hänsyn tas inte till att vid hård inbromsning i samband med filbyte eller vid undanmanöver från föremål på vägbanan så påverkas fordonet av betydligt större krafter än de som vägen dimensioneras för (Granlund 2008).

I en rapport som analyserat olyckor ”Beaver road 331” i Sverige framkom det att det är främst i vänsterkurvor som dimensioneringen av skevning är undermålig (Granlund 2010). Resultatet visade att det var flera vägstycken i samband med vänsterkurvor som hade en snedlutning nära noll % vid in- och utgång av kurvan. Utfallet av det var att vid regn bildas det vattensamlingar då vattnet inte dräneras bort från vägbanan. Vattenmassorna som bildades ansågs som den mest bidragande faktorn till flertalet av olyckorna i samband med kurvor (Granlund 2010).

3.1.2 Mänskliga faktorn

Tidigare studier har visat att omkörningsolyckor är mer frekvent förekommande i högerkurvor än i vänsterkurvor (Othman 2008). Den ökade olycksrisken är inte direkt kopplat till att det fordonet utsätts för högre sidokraft om än att den ökar i olika skeden i kurvan, utan vid studier framkom att förare har en tendens att accelerera mer och köra fortare i högerkurvor än i vänsterkurvor (Othman, Thomson & Lanner 2010). Människans beteende tas hänsyn till i viss grad till exempel undviks alltför raka vägar för att det visat sig uppmuntra till för hög hastighet samt förlorad fokusering, men hur olika sorters kurvor påverkar människor finns i dagsläget inte tillräcklig forskning på och är inte en avgörande aspekt när vägar utformas. Slutsatsen är att det inte är enbart de fysiska krafter som påverkar fordonet som behöver tas i beaktning utan även hur utformningen påverkar det mänskliga sinnet (Othman, Thomson & Lanner 2010).

3.1.3 Vägbanans bredd samt väggen

En bred körbana samt bred väggen ger ökade säkerhetsmarginaler och en asfalterad väggen resulterar i färre olyckor (Granlund 2008). Vid smala vägbanor ökar risken för att ett däck par hamnar utanför vägbanan. Då lutningen på marken utanför den asfalterade delen ofta är brantare samt att underlag är mjukare medför det att tyngdpunkten snabbt förflyttar sig mot de yttre hjulen. Det orsakar obalans i fordonet som kan leda till förlorat väggrepp och i vissa fall även att fordonet välter. Det är främst lastbilar och andra fordon med hög tyngdpunkt där vältrisen är störst.

Vid delvis lagade vägar förekommer att de olika däckerna har olika grad av friktion mot de olika underlagen vilket vid hård inbromsning ger instabilitet och kan orsaka kontrollförlust av fordonet. Vid händelse av att ett däck hamnar utanför vägbanan är det vanligt att föraren gör en kraftig manöver för att få tillbaka fordonet på vägen vilket medför kraftiga sidkrafter och eventuellt förlorad kontroll av fordonet. För att minimera risken för avåkning bör vägbanorna för det första vara 3,5 meter breda och om möjlighet finns bör det även finnas en väl tilltagen väggen (P. Milliken & J. de Pont 2005). På vägsträckan Sundsvall - Enånger saknas distinkt väggen vilket kan vara en bidragande faktor till antalet olyckor. I en Nya Zeeländsk forskningsstudie som gjordes med hjälp av datorsimuleringar för att undersöka väggenens betydelse för väg säkerhet visade resultatet att en meter extra väggen kunde reducera antalet olyckor med upp till 8 % (P. Milliken & J. de Pont 2005, Land Transport New Zealand 2007).

3.2 Vatten på vägbanan

Vatten på vägbanan och framförallt vattenplaning är en av de främsta olycksorsakerna och för att undvika det krävs tillräckligt snedlutning. Det finns därför många undersökningar om risker för vattenplaning och hur det bäst undviks gjorda av John C. Glennon och L-O Alm med flera. Återkommande tema i rapporterna är försök att skapa formler för att kunna beräkna när ett fordon vattenplanar. Författarna väljer att bortse från vissa faktorer de anser vara av mindre betydelse. Det finns inga generella lösningar till att helt undvika vattenplaningen förutom att sänka hastigheten markant (L-O Alm 1995).

3.2.1 Vattenplaning

Det som oftast refereras till som vattenplaning är dynamiska vattenplaningen. Dynamisk vattenplaning är när däckets helt avskiljs från vägbanan med hjälp av det vatten som inte hinner föras bort på grund av vattnets tröghet. Vatten kan även ha en stor betydelse för väggreppet även när däckets inte helt separeras från vägbanan, då vatten har en smörjande effekt redan vid ytterst tunna vattenskikt, benämns viskös vattenplaning. Vid hastigheter över 70 km/tim och ett vattendjup på 4 mm över en 10 meter lång sträcka kan vattenplaning förväntas (Granlund 2011).

Faktorer som påverkar risken för vattenplaning är främst vattendjup och storlek på vattensamlingen på vägbanan samt fordonets hastighet. Regnets intensitet samt tidsperiod är avgörande faktorer och vägens avvattningshastighet är avgörande för mängden vatten på vägbanan. Även vägbeläggningens skrovlighet samt däckets egenskaper som mönster, lufttryck och bredd påverkar risken för vattenplaning (L-O Alm 1995). Utöver ovan nämnda parametrar påverkar även förarens agerande risken i form av acceleration, retardation samt styrning.

Myndigheterna i USA uppmärksammade problemet med vattenplaning först på 60-70 talet då hastigheten sänktes på alla motorvägar i landet från 70 till 55 miles per hour . Det resulterade i en kraftig minskning av antalet olyckor framförallt med dödligt utfall. Idag har de återigen 70 miles per hour och problemet har ökat igen.(Federal Highway Administration 1971). Utredningar har visat på att vid stor längslutning på breda vägar men låg skevningsgrad så färdas vattnet väldigt långa sträckor innan det rinner av vägbanan vilket även John C. Glennon (2005) konstaterade i sin rapport. Det medför att det blir stora mängder vatten på vägbanan som kan leda till att fordon lättare får vattenplaning.

Det finns olika standardvärden för vad som krävs för att vattenplaning skall uppstå. Lars-Olof Alm har i sina undersökningar kommit fram till att djupet måste vara större än 4 mm, samtidigt som produkten av djupet och längden på vattensamlingen (mm*m) är större än 80 (L-O-Alm 1995). Vid vilken hastighet som vattenplaning kan förväntas finns inget korrekt svar men enligt John C. Glennon (2005) är den mest frekvent använda formeln för beräkning av hastighet för vattenplaning $v = 6,36 * p^2$, där p är lufttrycket i däcken och v hastigheten för vattenplaning. För att vattenplaning skall uppkomma antas att vattendjupet är större än mönsterdjupet. Test har visat att formeln i många fall visar en högre hastighet än den verkliga, bland annat på grund av fordonets last som påverkar resultatet. Det konstateras därmed att idag saknas en fungerande formel för vid vilken hastighet fordon vattenplanar (John C. Glennon 2005).

3.2.2 Bogvågseffekt

Vatten på vägbanan kan även resultera i fenomenet bogvågseffekt. Det uppstår vid ett vattendjup på minst 10 mm och innebär att det uppstår ett undertryck på baksidan av däckets vilket ökar rullmotståndet, samma effekt som återfinns för planande båtar i hastigheter under planingshastighet (L-O Alm 1995). Det ökade motståndet för däckets skapar en bromsande effekt på hjulet. Fenomenet kan bli mycket allvarligt vid ojämn vägyta då vattensamlingarna är ojämnt fördelade, vilket kan medföra att det bara uppstår på ett hjul och fordonet utsätts därmed för en stor ojämn bromspåverkan som orsakar obalans. Effekten kan motsvara en kraft som behöver kompenseras med ett rattutslag på 2 grader vilket kan leda till kast i fordonet (L-O Alm, 1995)

3.2.3 Förebyggande åtgärder

Ekvation 3.1 (John C. Glennon 2006) beskriver hur väl vatten transporteras bort från vägbanan och används för att bedöma risken för vattensamlingar på vägbanan. Faktorer som inverkar är vägens bredd, längslutningen samt skevningen som påverkar hastigheten på vattnet. De gamla rekommendationerna som togs fram i samband med formeln 1971 var att skevningen bör vara minst 1,5% (Federal Highway Administration 1971). Senare forskning 1999 visade att avsnitt med lång avrinningsväg fick djupare vattenmassor och var därmed kritiska zoner för vattenplaning. De gav nya rekommendationer för skevning vilka var från 1,5% vid vägar med hastighetsbegränsning på 45 miles per hour upp till 8% vid 65 miles per hour (John C. Glennon 2006).

Risker med att ha för stor tvärfall är att halt väglag och även hårda inbromsningar på torr asfalt kan leda till att fordon glider av vägen. Vid vägar med få körfält rekommenderar de att skillnaden tvärfallen på vardera sida vägen inte skall vara mer än 2%. Anledningen är att skillnaden mellan de olika hjulen inte ska vara större än 4%, då det vid tex omkörningar ger en kraftig viktövergång som kan leda till obalans och i värsta fall att fordonet välter eller kör av vägen.

$$LF = (WC) [1 + (SG/SC)] \text{ (Ekvation 3.1)}$$

LF= Längden på vägen det dränerade vattnet tar, i meter

Wc= Beläggningsens bredd, i meter

Sc= Tvärfall

Sg= Längslutningen

Rekommendationer finns att kraven på tvärfallet höjs till mellan 2-5,5 % för motorvägar på grund av ökad hastighetsbegränsning som skett genom åren. Rekommenderas även att kontrollerna blir hårdare vid omläggning så att vägbanans lutning inte minskar och därmed får lägre tvärfall än vad som var bestämt när vägen byggdes vilket kan förekomma idag (L-O Alm 1995). L-O Alm föreslår också att om vägen innan omläggning har problem med otillräckligt tvärfall bör det korrigeras i den mån det är möjligt.

4 Metod

Studien utförs med hjälp av informationsinsamlande från litteratur samt tidigare rapporter angående hur vägar skall utformas samt tidigare fallstudier på vägar där vägens utformning och andra faktorer som kan vara bidragande orsaker i en olycka. En fallstudie på vägavsnittet genomförs där olycksstatistik från perioden 2003-2009 använts samt data om vägavsnittet givet från Strada. Ett platsbesök har utförts i november 2010.

4.1 Litteratur

Information inom ämnet har främst hämtats från statliga utredningar som behandlar vägnätet och vägtrafikolyckor, med ursprung från Sverige, Tyskland, USA samt Nya Zeeland samt trafikverkets krav för vägars utformning.

4.2 Olycksstatistik

Olyckor och skador som sker inom det svenska vägtransportsystemet rapporteras in i STRADA (Swedish Traffic Accident Data Acquisition) av polisen, samt delvis av sjukvården.

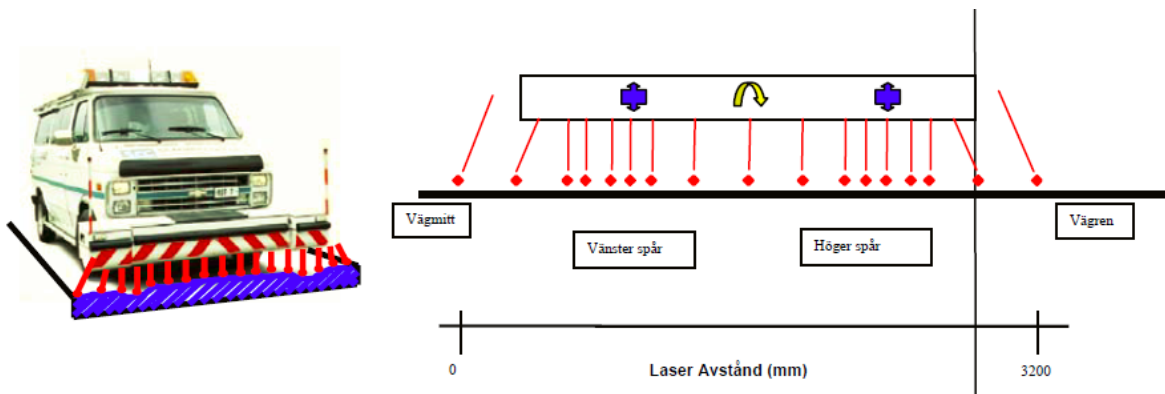
STRADA är ett informationssystem som började utvecklas år 2003 av Vägverket på uppdrag av regeringen för att förbättra trafiksäkerhetsarbetet. Syftet med att skapa ett system som innefattade alla olyckor var att det skulle vara lättare att vidta åtgärder för att höja trafiksäkerheten och undvika felprioriteringar. Tidigare bristfälliga rapporteringssystem förde med sig felaktig fakta där mörkertalen i olycksstatistiken var stor. Transportstyrelsen ansvarar sedan 2009 för systemet.

Den officiella olycksstatistiken i Sverige bygger sedan år 2003 på polisrapporterade olyckor i STRADA. Rikstäckande rapportering från sjukvården saknas ännu varför den inte tas med i den officiella statistiken. Informationen som rapporteras in i STRADA vid olyckor är bland annat: Datum, klockslag, olycksplats och koordinater, fordonstyp, händelseförlopp, ålder, skadegrad, väderleks- och ljusförhållande.

Person olyckskvot (Po-kvot) ett av de vanligast förekommande talen för att jämföra säkerheten på vägar. Anledningen är att antalet olyckor ställs i relation till trafikmängden under ett år. Po-kvoten bör användas för att jämföra liknande vägtyper på samma breddgrader för att ge det mest rättvisa resultatet möjligt. Det finns parametrar som inte PO-kvoten tar hänsyn till och det är hur trafiken är fördelad över dygnet och året. Generellt sker mer olyckor under dygnets mörka timmar i relation till mängden trafik. Olyckor vid halt väglag på grund av snö, is och vatten är markant högre än vid torr vägbana (Nilsson 1976). Vid beräkning av Po-kvoten används alla rapporterade olyckor förutom vilt-olyckor som underlag.

4.3 Mätdata

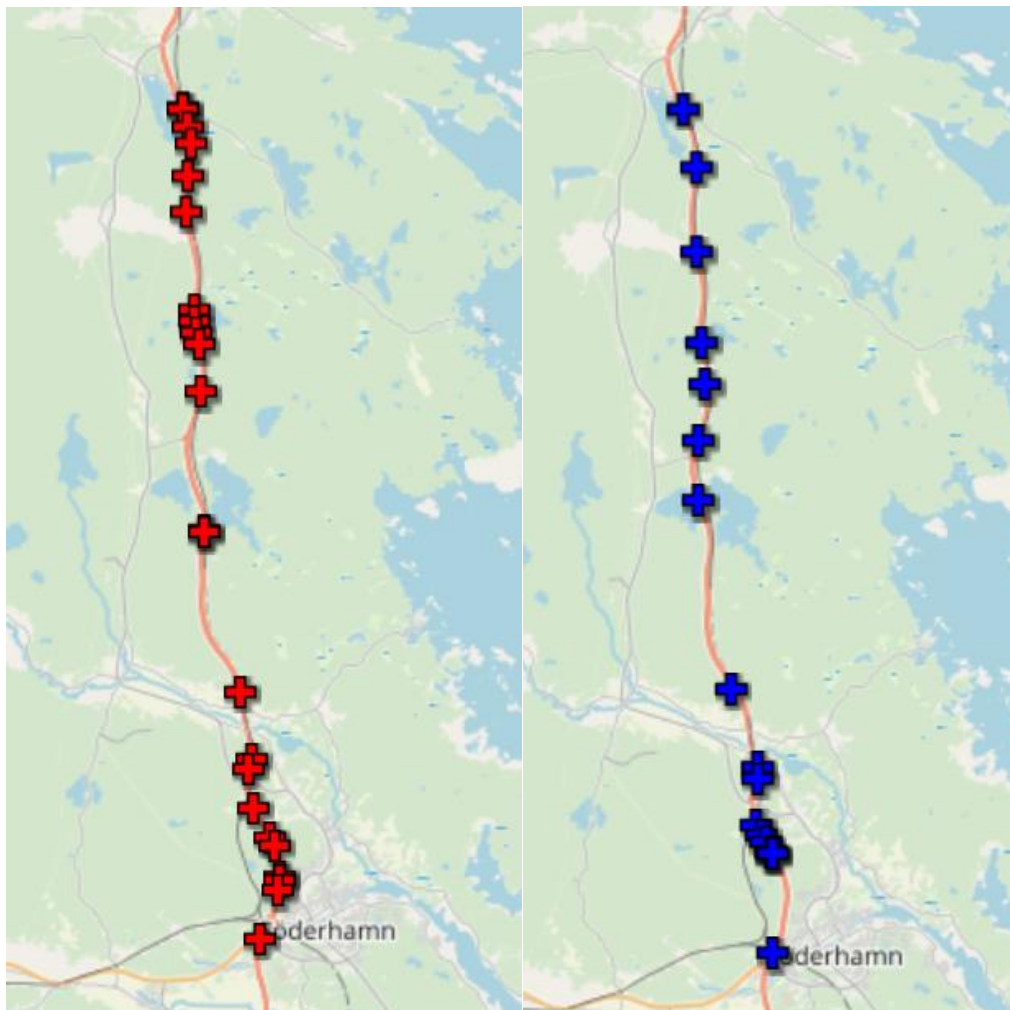
Mätdata för vägbanans utformning har mätts med mätfordonet Laser RST som mätt vardera riktning av körbanan separat. (Se bilaga 1 för rådata från mätningarna). Mätningen sker genom att ett fordon utrustad med laserutrustning kör i laglig hastighet (15-90km/tim) för att samla in data för vägbanan som den kan analyseras. Vid inmätning med hjälp av laser ges tvärprofil, jämnhet i längsled, textur, sprickor, tvärfall, kurvatur och backighet (Forsberg och Göransson 2000) varav kurvatur, backighet och tvärprofil används för studien. Inmätningen av tvärfallet ges genom en ramp med minst 17 lasrar monterad horisontalt på bilens front (Figur 4.1) som kontinuerligt mäter av skillnader i höjd i relation till horisonten (Trafikverket 1997). Lasrarna har en felmarginal på mindre än 0.1 mm vid varje enskild mätning. Mätningarna och hanteringen av data måste uppfylla de av Trafikverket uppsatta kvalitetssystem för att uppnå legitimitet (Trafikverket 1997)



Figur 4.1 Visualisering av LASER RST fordons avläsningsområde (Ekdahl 2005)

5 Fallstudie E4

Fallstudien bygger på olyckor som rapporterats in i STRADA mellan perioden 2003-01-01 till 2009-12-31. STRADA bygger i dagsläget enbart på polisrapporterade olyckor vilket medför att olyckor som inte rapporterats in till polisen ingår inte i studien. Under den aktuella perioden rapporterades det in totalt 58 personskadeolyckor i STRADA på sträckan Enånger – Söderhamn vilka kan ses i Figur 5.1.



Figur 5.1 Olyckor södergående riktning till vänster, olyckor norrgående riktning till höger

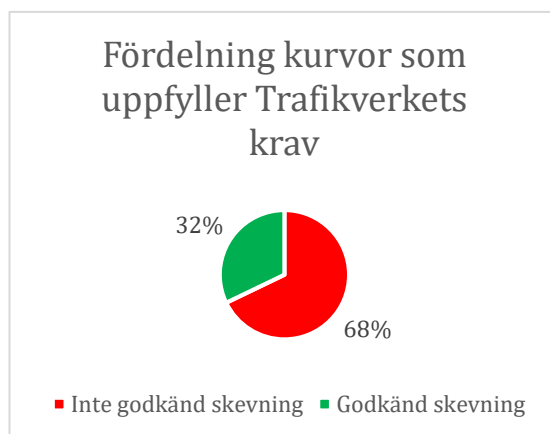


Figur 5.2 Kurva på E4:an med negativt tvärfall

Vägsträckan på totalt 25681 m i vardera färdriktningen har delats in i vägvagnsdelar av raksträcka, vänsterkurva samt högerkurva utifrån den genomsnittliga kurvaturen de närmaste 20 metrarna, se tabell 5.1. Resultatet visar på att vägen till stor del använder sig av vägens naturliga bombering, det vill säga ett dubbelsidigt tvärfall även genom kurvor vilket syns speciellt väl i vänsterkurvor som annars hade behövt en övergångssträcka utan tvärfall. Ett exempel på en vänsterkurva med negativ skevning kan ses i Figur 5.2 där lutningen på vägbanan är i höger riktning utåt i kurvan. Vid halt väglag får bilen i bilden därmed inte stöd av vägbanans lutning och vid låg friktion ökar risken för avåkning jämfört med en kurva med lutning inåt kurvan.

Tabell 5.1 Fördelning kurvatur E4 Söderhamn-Enånger

	Kurvradie (m)		
	8000 m	4500 m	3000 m
Högerkurva positivt tvärfall	39 %	32 %	21 %
Vänsterkurva positivt tvärfall	8,3 %	8,1 %	7,8 %
Vänsterkurva negativt tvärfall	31 %	23 %	14 %
Rak vägsträcka	22 %	37 %	57 %



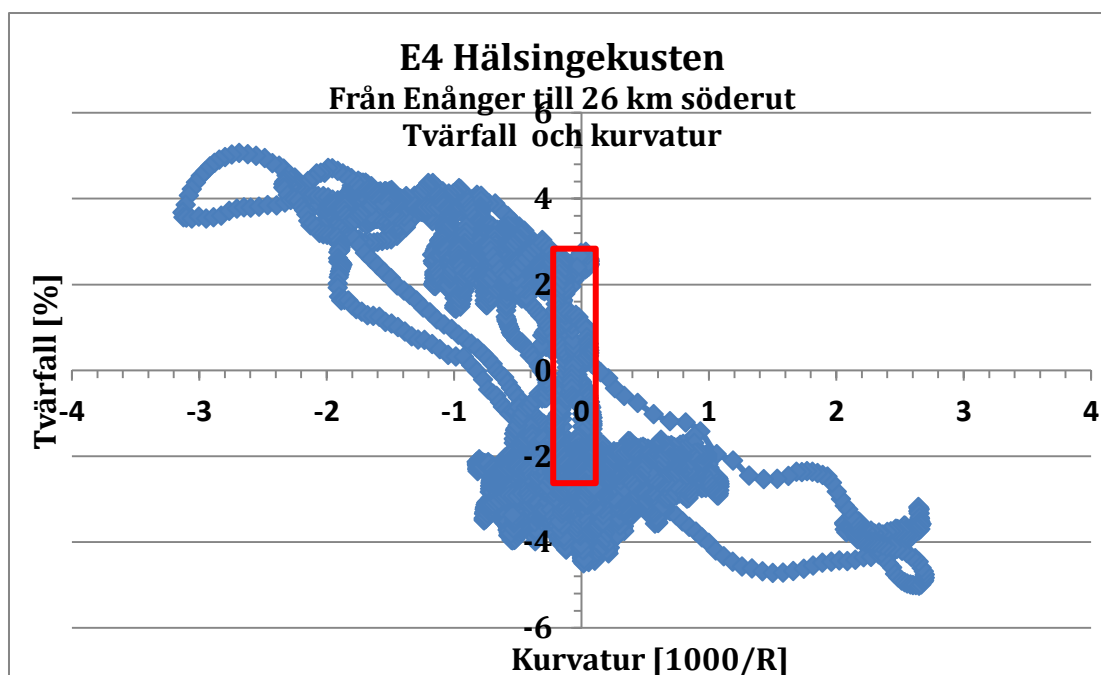
Figur 5.3 Andel av kurvorna som uppfyller Trafikverkets standard

Gränsen för när negativ skevning ska användas sätts till 4500 meter som även är den minsta rekommenderade radien vid hastighetsbegränsning på 110km/h (TRV publikation 2012:179), medför det att rekommendationen om ett positivt tvärfall inte följs på 23 % av vägsträckan och i 37 % av kurvorna. Trafikverket skriver även i sin publikation 2012:179 att i kurvor med radie mindre än 4500 m så räcker det inte med positiv skevning utan skevning skall vara större än 2,5 % och vägen kommer därmed utvärderas utifrån det kravet. Utfallet som ses i figur 5.3 visar på att en stor andel av de kurvor med tvärfall i positiv riktning inte uppnår kraven på 2,5 % vilket är fallet i 68 % av kurvorna.

Tabell 5.2 Fördelning av kurvor/raksträckor

	Procentuell fördelning
Otilräckligt skevning högerkurva	16 %
Godkänd skevning högerkurva	15 %
Otilräckligt skevning vänsterkurva	26 %
Godkänd skevning vänsterkurva	4,8 %
Raksträcka/ Radie > 4500m	37 %

Trenden med vänsterkurvor utan godkänd skevning förstärks då andelen ökar med 12,5 % i förhållande till de med positiv skevning. Den största skillnaden är vid högerkurvor där samtliga kurvor har tvärfall i rätt riktning, men där mer än 50% av kurvorna saknar en skevning på mer än 2,5 % som Trafikverkets föreskrifter förespråkar. Hur den vägens sträckning fördelar sig på kurvor och raksträckor kan ses i tabell 5.2.

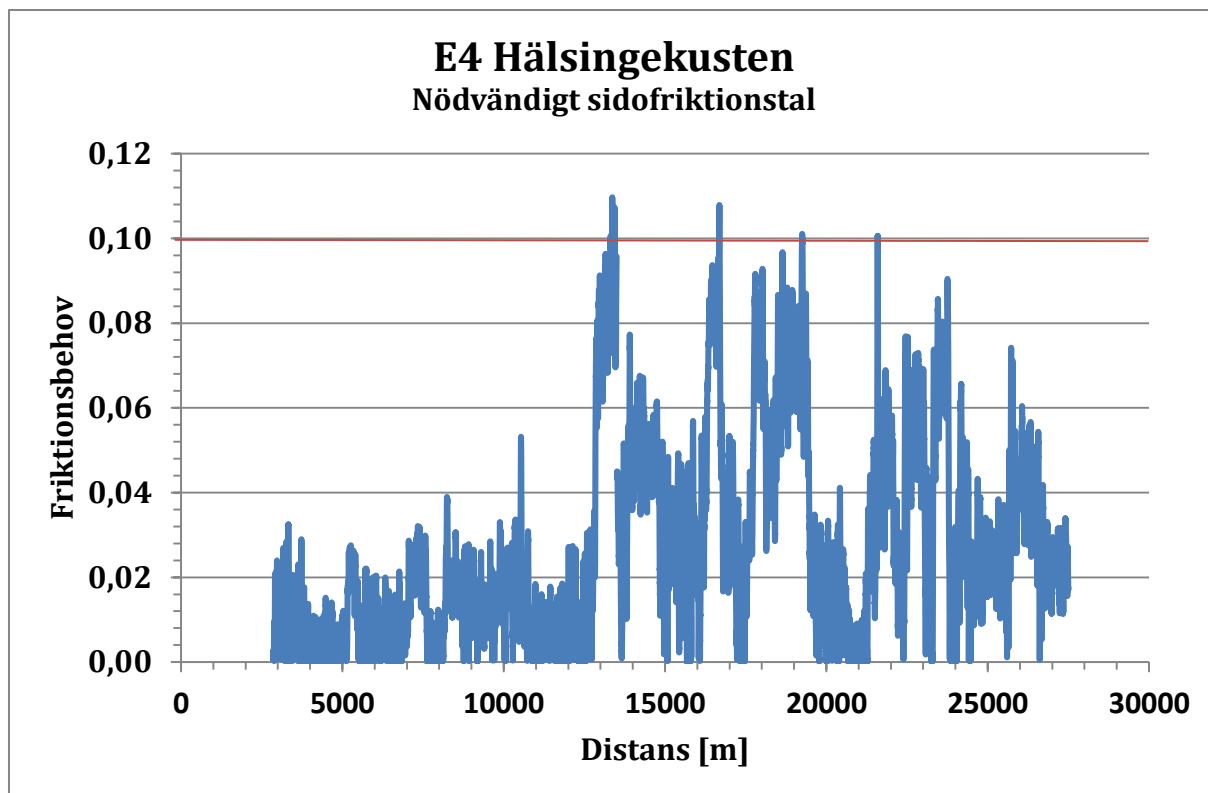


Figur 5.4 Tvärfall och kurvatur

Figur 5.4 illustrerar utfallet mellan kurvatur och tvärfall där en punkt plottas för varje vägmeter, den röda rektangeln markerar de punkter som inte lever upp till trafikverkets standard. En Radie på 4500 meter motsvarar en kurvatur på 0,22 vilket medför att samtliga punkter som är mindre än -0,22 eller större än 0,22 skall ha ett tvärfall på minst 2,5 %. Samtliga punkter inom rödmarkerat område uppfyller inte trafikverkets föreskrifter. Tabell 5 visar på stor variation av tvärfall vid likartade kurvradii.

5.1 Sidofriktionstal

Sidofriktionsbehov även benämnt sidofriktionsbehov är en funktion av dimensionerande hastighet, kurvradie och tvärfall som används för att bedöma hur stor kraft däckens friktion behöver motstå i sidled. Max tillåtna är 0,14 men studier har visat på att det finns ett samband mellan lägre sidofriktionstal och minskat andel olyckor (Granlund 2012). 0,10 är normal dimensionerande sidofriktion (VGU 2004) vilket vägsträckan överstiger på ett flertal områden vilket kan utläsas från figur 5.5. Friktionsbehovet överstiger aldrig den maximalt tillåtna nivån på 0,14. Problemet med detta är att med dubbfria vinterdäck på vägar med tunn ishinna ofta understiger 0,05 vilket medför att det finns otillräcklig friktion (Granlund 2012).



Figur 5.5 Behov av friktion på utvald sträcka av E4

5.2 Fördelning av samtliga olyckor

Fallstudien bygger på olyckor som rapporterats in i STRADA under perioden 2003-01-01 till 2009-12-31 på E4 mellan Enånger och Söderhamn. STRADA bygger i dagsläget enbart på polisrapporterade olyckor, olyckor som inte rapporterats in till polisen ingår inte i studien. Under den aktuella perioden rapporterades det in totalt 58 personskadeolyckor STRADA på sträckan Enånger – Söderhamn som är fördelade enligt Tabell 5.3. I Tabell 5.4 ses även hur olyckorna är spridda på respektive vägsträcka vilket visar där olyckor på raksträckorna är överrepresenterade i förhållande av vägtypen.

Tabell 5.3 Relationen mellan andel olyckor och vägtyp

Kurvor	Olyckor	Väg
Ok	32%	32%
EJ ok	68%	68%

Tabell 5.4 Fördelning kurvor samt olyckor

	Väg	Olyckor	Kvot
Otilräckligt skevning högerkurva	16%	18%	1,11
Godkänd skevning högerkurva	15%	11%	0,71
Otilräckligt skevning vänsterkurva	26%	16%	0,6
Godkänd skevning vänsterkurva	5%	5%	1,04
Raksträcka/ Radie > 4500m	37%	52%	1,4

I höger kurvor sker det fler olyckor i kurvor med felaktigt tvärfall procentuellt sett till andelen kurvor men i vänster kurvor är resultatet det omvända. Totalt sett till fördelningen i kurvor som fyller normen och andelen olyckor är de normalfördelade enligt tabell 5.4.

5.3 Personolyckskvoten

Personolyckskvoten (PO-kvot) är antalet olyckor med personsador genom trafikarbetet. PO-kvot används ofta för att jämföra hur utfallet av olyckor på liknande vägar. Vid beräkning av PO-kvoten räknas inte viltolyckor med då skillnaden till större grad beror på det geografiska läget snarare än vägens utformning. Av de 58 olyckorna var tre stycken viltolyckor och de plockades således bort. Trafikarbetet anges i antal miljoner axelpar gånger vägsträckan i km, där axelparet fås genom att dividera totala antalet axlar med två.

Personskadeolyckor = 55st

Årsdygnstrafik (ÅDT) = 9150 axelpar

Vägsträcka = 26 km

Tidsram = 7 år

Trafikarbetet = $9150 * 26 * 365 * 7 = 607,8$ milj. apkm

PO-kvot = $55 / 607,8 = 0,090$

Som referens till PO-kvoten för vägsträckan används PO-kvoten för ett snitt på Alt 4F-vägar vilket är ett stort urval av fyrfältiga motorvägar med hastighetsbegränsning på 110 km/h. PO-kvoten för Alt F4-vägar med 110 km/h hastighetsbegränsning är 0,084 (Carlsson 2009). I tabell 5.5 och 5.6 ses utfallet av olycksfördelningen och mest noterbart är att andelen singelolyckor är betydligt högre med 78,2 % av olyckorna i jämförelse med 64,7 % av olyckorna på Alt F4. Sammanfattningsvis så är PO-kvoten 7 % högre än snittet ALT F4 110 km/h. Värt att ta i beaktning är att E4:an mellan Söderhamn och Enånger ingår som en del av underlaget för PO-kvoten för ALT F4 110.

Tabell 5.5 Fördelning av olyckor på vägsträckan Söderhamn-Enånger

Fördelning efter olyckstyp Länk + Nod E4:

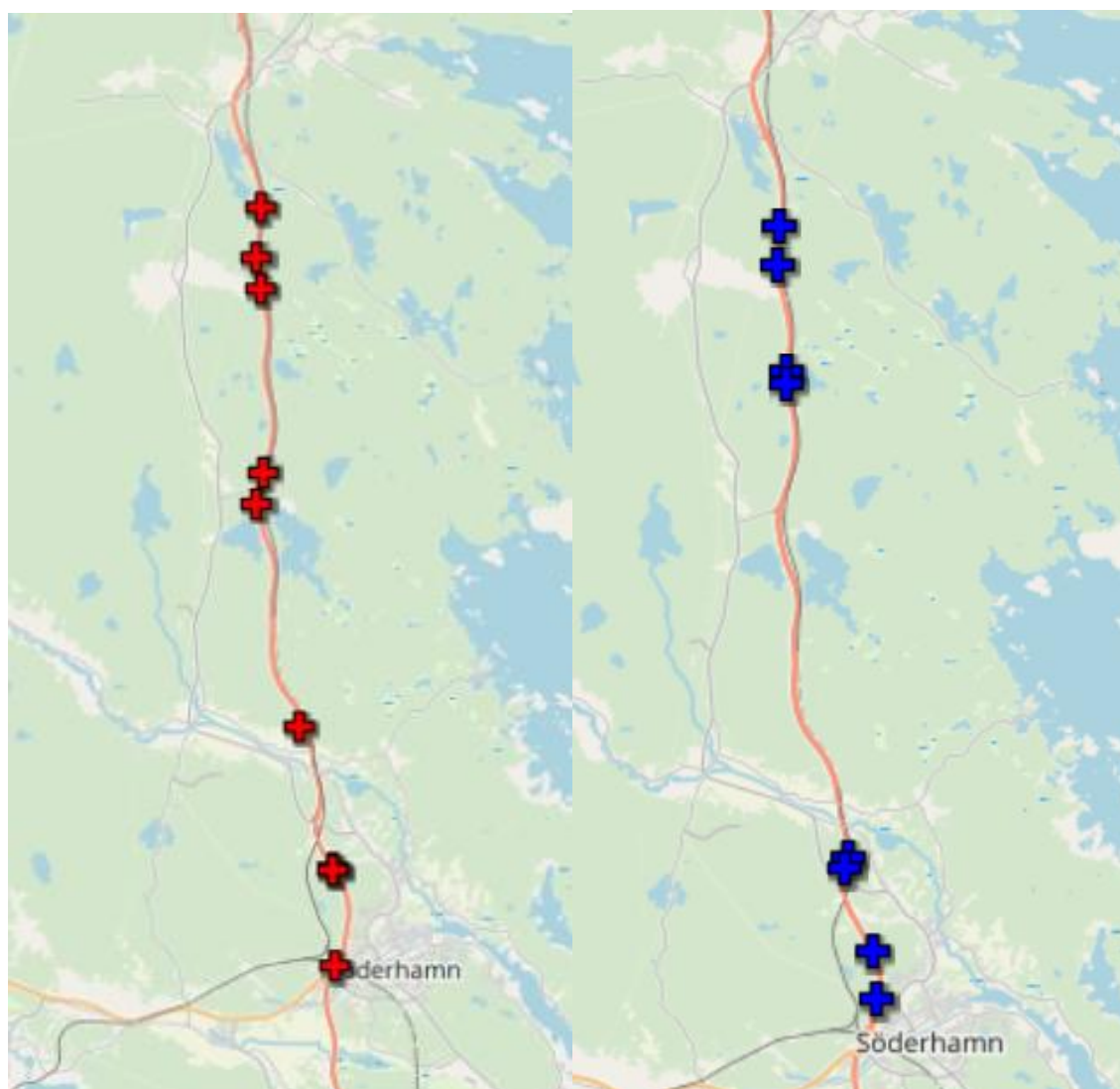
• Singel	43
• Möte	0
• Omkörning	1
• Upphinnande	5
• Avsväng/korsande	2
• Varia (Övriga)	3
• <u>Cykel/Moped</u>	<u>1</u>
• Summa	55

Tabell 5.6 Fördelning av olyckor på vägsträckan på jämförelseväg

Fördelning efter olyckstyp Alt F4 110km/h(Carlsson 2009) Länk + Nod:

• Singel	75
• Möte	2
• Omkörning	13
• Upphinnande	20
• Avsväng/korsande	2
• <u>Varia (Övriga)</u>	<u>4</u>
• Summa	116

5.4 Otillräcklig skevning vid vinterväglag



Figur 5.6 Till vänster olyckor i norrgående riktning markerade i rött, till höger olyckor i södergående riktning markerat i blått

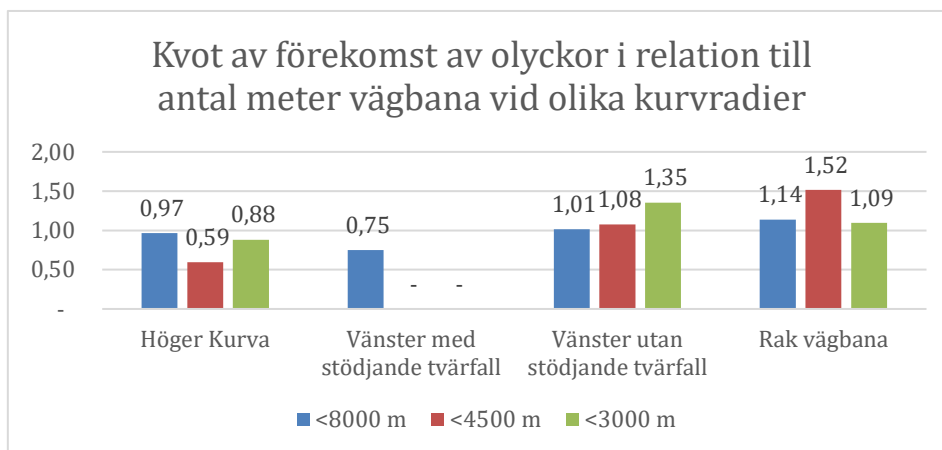
För att utreda om det finns ett samband mellan negativt skevade kurvor och ökad olycksfrekvens har olyckor som skett vid vinterväglag sorterats ut för vidare analys. Anledningen till urvalet är att det teoretiskt ska vara under de förutsättningarna skillnaderna är störst, då fordonet får mindre hjälp av vägbanans friktionskraft och behovet av positivt tvärfall är därmed större. Vad som definierade vinterväglag var om det på väglag stod ”snö”, ”is” eller ”fuktig” under perioden november-mars då genomsnittstemperaturen är under 0 grader C. Även olyckor där orsaken inte torde ha någon koppling till vägenstvärfall som exempelvis vändningsolyckor sorterades bort. Definitionen av en kurva sätts på tre olika nivåer av att radien på kurvan är mindre än 8000 m, 4500 m samt 3000 m baserat på ett snitt av kurvaturen på en vägsträcka av 20 meter. Totalt var det 20 stycken olyckor som skedde vid väglag som kvalificerade in på vinterväglag se figur 5.6. Ytterligare en olycka sorterades bort då även om det gick att fastställa att olyckan skett på E4:an inte kunde fastställas i vilken riktning vilket medför att kurvaturen ej heller kunde fastställas. Vidare bör noteras att det primärt är vänsterkurvor som saknar stödjande tvärfall då det naturliga tvärfallet för vägbanan medför att alla högerkurvor har ett tvärfall som motverkar sidkraften i fordonet.

Fördelningen av 19 olyckorna vars position kunde säkerställa kan utläsas i tabell 5.7. Det skedde totalt 7 olyckor i vänstersvängar varav 6 hade ett negativt tvärfall vid definition på kurva vid en radie på 8000 m. När radien minskar ökar olycksfrekvensen i kurvor med negativt tvärfall jämfört med de med positivt tvärfall och vid en radie på mindre än 4500 m så sker 57% av olyckorna i kurvor med negativt tvärfall vilket kan sättas i relation till att 37% av kurvorna har negativt tvärfall. Trenden fortsätter vid en kurvaturradie på under 3000 m där ett vägnivåsnitt på motsvarande 32 % står för 50 % av olyckorna.

Tabell 5.7 Antal olyckor vid "vinterväglag" vid skiljande definition av minsta kurvradie.

	Kurvradie (m)		
	8000	4500	3000
Högerkurvor	7	4	4
Vänsterkurvor korrekt tvärfall	1	0	0
Vänsterkurvor felaktigt tvärfall	6	5	4
Rak vägbana	5	10	11
Totalt	19	19	19

I figur 5.7 visualiseras kvoten av antalet olyckor i relation till procentuell fördelning av vägtyp. Det visar på ett samband mellan minskad kurvradie och ökad andel av olyckorna som sker i kurvor utan stödjande skevning. Andelen olyckor ökar även på raksträckorna men minskning sker i kurvor med positiv skevning.



Figur 5.7 Kvot på olycksfrekvensen i förhållande till procentuell fördelning av vägtyp

Av olyckorna som skedde i kurvor med en radie mindre än 4500 meters var resultatet att 100 % av olyckorna skedde i kurvor som inte levde upp till normen med 2,5 % skevning (se Tabell 5.8). Av högerkurvor med stödjande tvärfall var skevningen istället otillräcklig i samtliga fyra fall. I vänsterkurvorna var det ingen av olyckorna som skedde i vänsterkurva med positiv skevning utan samtliga hade negativ skevning vilket inte lever upp till normen.

Tabell 5.8 Olyckor vintertid i kurvor

Kurvor	Väg	Olyckor
OK	32 %	0 %
Ej ok	68 %	100 %

Vid närmare analys av olyckorna under vinterväglag visade det sig att på raksträcka hade tre av tillfällena berott på att föraren kommit ut i vägrenen vilket resulterat i sladd och avåkning samt ytterligare en berodde på filbyte och sista hade fått sladd av okänd anledning

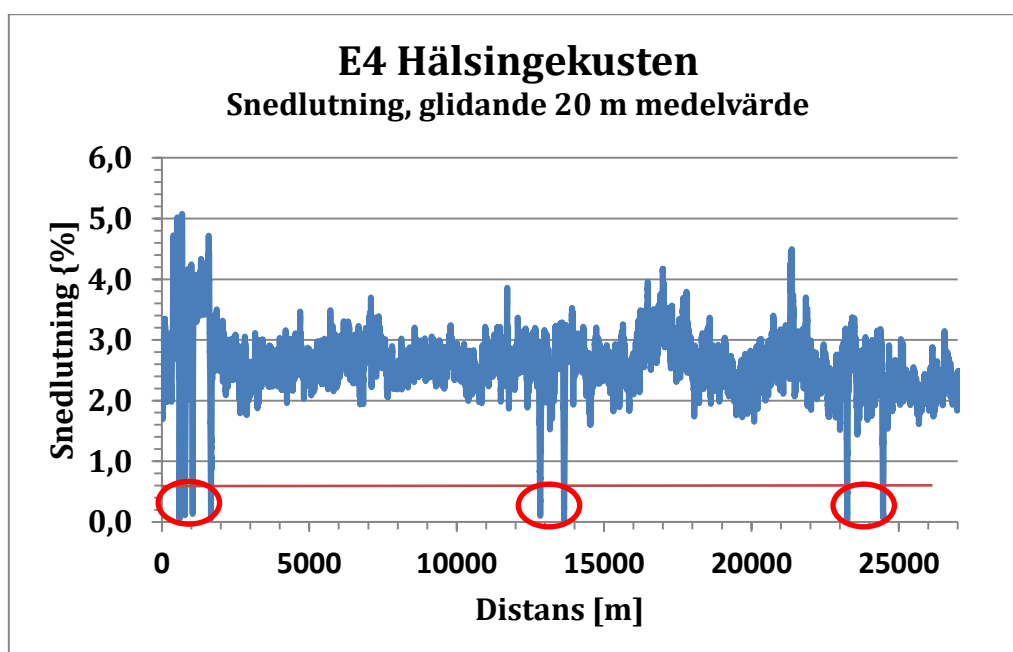
Av olyckorna i kurvor kan det ur beskrivningen uttolkas att majoriteten av olyckorna skedde för att fordonet åkt rakt fram i kurvan, med viss tolkningsrisk då det inte finns specificerat utan utläst från olycksbeskrivning gjord av polis. Tre av olyckorna var i samband med filbyte eller väjning för föremål i kurvan. Olyckan citerad nedan skedde i en kurva med otillräcklig och till och med skevning i fel riktning och med stödjande tvärfall hade resultatet eventuellt inte blivit detsamma.

”Te:1 har kört av vägen och voltat ett varv, rejält med snö utmed vägen. Te:1 fick sladd och gick med långsidan in i snön varpå den voltade. Mycket halt på platsen pga. temperaturförändringar.”

” Singelolycka, Halt väglag, fick sladd och körde ner i diket.” är ytterligare ett exempel på olycka som skett i skarp kurva med otillräckligt tvärfall.

5.5 Otillräcklig snedlutning

Enligt Trafikverkets normer skall snedlutningen alltid vara större än 0,5 % för att effektivt kunna leda bort vatten från vägbanan. På vägsträckan mellan Söderhamn och Enånger följs ej normen på 1,7 % av vägsträckan och det är främst i skevningsövergångarna det avviker från normen vilket kan ses i tabell 9. Av de totalt 57 olyckorna som inträffade under perioden 2003-2009 var det en av olyckorna som inträffade på ett vägavsnitt med otillräcklig snedlutning. Det ger en olyckskvot på 1,005 per kilometer för andelen olyckor som skett på vägsträcka med otillräcklig snedlutning i relation med vägsträckan med tillräcklig snedlutning vilket är i det närmaste normalfördelat.



Figur 5.8 Snedlutning på vägsträckan södergående riktning

Otillräcklig snedlutning i samband med nederbörd:

Bromssträckan från 110 km/tim är ca 60 meter plus reaktionssträcka på 30 m enligt NTF (Nationalföreningen för trafiksäkerhetens främjande) vid torrt väglag och godkända däck för en personbil (NTF 2019). Vid halt väglag ökar det till ca 75 m och vid is på vägbanan beräknas den till ca 125 m för dubblösa vinterdäck, vilket medför att orsaken till olyckan kan befinna sig upp mot ca 150 m från den utmärkta positionen angivet i strada. Med hänsyn till att positionen som inledde förloppet som ledde till olyckstillfället är svår att veta exakt kommer ett vägavsnitt på 150 m tas med i analysen av olyckorna. Vidare avgränsning som gör är att enbart de olyckorna där vått väglag eller med regn som väderlek kommer att tas i beaktning. Av vägsträckan var det 896 m med otillräcklig snedlutning över 20 m med snedlutning $< -0,5$ eller $> 0,5$ som genomsnitt på en sträcka på av totalt 51360 m vilket motsvarar 1,7 %. Antal olyckor på vägsträckan som skedde under förutsättningarna var 6 stycken varav ingen av de skedde inom 150 m från områden med otillräcklig snedlutning vilket inte stödjer att någon förhöjd olycksrisk finns i samband med otillräcklig snedlutning.

6 Analys/Diskussion

Det kan konstateras att E4:an mellan Söderhamn och Enånger bryter mot gällande normer angående skevning i kurvor med en radie på mindre än 4500 meter i 42 % av kurvorna. Till stor del rör det sig om otillräckligt tvärfall vilket gäller samtliga högerkurvor men i vänsterkurvor har hela 77 % av kurvorna en icke stödjande skevning och enbart 16% av kurvorna har en stödjande skevning på minst 2,5 %.

Resultatet av fallstudien visar på att E4 Söderhamn-Enånger har 7 % högre Po-kvot än genomsnittsvägen Alt 4-F 100 km/h vilket inte är signifikant högre än snittet, men fortfarande i det övre skiktet. Det skall också tas med i beaktning att olycksstatistik för E4 mellan Söderhamn och Enånger tillhör underlaget i Alt F-4 110 km/h vilket medför att snittet på övriga vägar därmed är aningen lägre. Så det kan säkerställas att olycksstatistiken är högre men då studien är utförd under en begränsad tidsperiod kan den naturliga variationen göra att Po-kvoten såväl minskar som ökar över en längre tidsperiod än de 2190 dagar undersökningen gjordes på. Det samma gäller för de övriga vägarna vilket medför att det ger en bra fingervisning om att troligen kommer vägen vara med olycksdrabbad även i framtiden om inga förändringar görs.

Under året som helhet visar studien inget som stödjer att kurvor med stödjande tvärfall är säkrare än de utan. Under vinterperioden mellan November och Mars är resultatet ett helt annat då 100% av olyckorna som skett i kurvor var på sträckor som inte följde gällande norm om tvärfall i kurvor. Noterbart var att raksträckor var överrepresenterade gällande olyckor vilket går emot tidigare studier där det visats att de är vanligast förekommande i kurvor. Orsaken till det är inte fastställt utan det kan bero på naturlig varians eller brist i övriga olycksförebyggande åtgärder. Definitionen av kurva är även satt till relativt låga kurvradier och höjning av dessa hade eventuellt medfört att fördelningen sett annorlunda ut. Anledningen till det snäva urvalet var att syftet med studien inte främst var att ta reda på om fler olyckor sker i kurvor än på raksträckor. Syftet var att utreda hur olycksstatistiken påverkas av att vägen inte följer rådande normer med 2,5 % stödjande skevning vid kurvor med en radie på mindre än 4500 meter. Resultatet bör därmed också utläsas som en jämförelse mellan godkända och inte godkända kurvor snarare än en jämförelse mellan kurvor och raksträckor.

Olyckorna på raksträckorna var överrepresenterade i förhållande till antalet kilometer även vid vinterväglag. Anledningen till det kan vara flera till exempel att förarna ökar hastigheten, slappnar av justerar radio etcetera vilket aldrig kommer kunna fastställas. Det finns en faktor som var vanligt förekommande och det var att fordonet kom utanför vägrenen med ett eller flera däck vilket orsakat föraren att förlora kontroll av fordonet. En bredare vägbana eller bredare hård vägren skulle antagligen kunnat minska olyckorna under just dessa omständigheter.

Faktorer som ska tas i beaktning är att Po-kvoten inte tar hänsyn till när på dygnet trafiken förekommer vilket vid tidigare studier visat sig vara relevant då olyckor generellt är mer vanligt förekommande under dagens mörka timmar. Generellt antas att fördelningen av trafiken fördelning över dygnets timmar är samma oavsett väg vilket oftast stämmer relativt väl. Lokala avvikelser kan dock förekomma vilket resulterar i en avvikande fördelning och därmed blir jämförelsen inte lika relevant.

En annan faktor som också påverkar resultatet är att det är enbart olyckor som polisen har informerats om vilket innebär att det troligen har skett minst dubbelt så många olyckor under tidsperioden där utfallet varit lindrigt och därmed har polisen inte informerats. Det kan vara mindre avåkningsolyckor där fordonet själv kunnat på egen hand ta sig därifrån för egen motor eller mindre kollisionsolyckor där parterna varit överens och därmed inte tillkallat polisen. Hur stor del av olyckorna som är anmälda vet vi inte men utöver skadans natur kan det även finnas olika kulturer där de är mer eller mindre benägna att anmäla olyckor till polisen.

Olycksstatistiken från Strada under perioden stödjer inte att det skulle finnas någon förhöjd olycksrisk i samband med otillräcklig snedlutning och nederbörd men utesluter inte heller att det skulle vara fallet då det vid normalfördelning skulle 0,1 av de 6 olyckorna skett på vägsträckorna med otillräcklig snedlutning. Så även om det inte stödjer att det finns förhöjd olycksrisk så kan den naturliga variansen medföra att även om så vore fallet att inga olyckor skett under perioden även om den faktiska olycksrisken vore förhöjd.

Utöver felaktigt dimensionerad skevning och otillräckligt tvärfall finns även andra parametrar som inte vidare undersökts i studien men som kan ha påverkat resultatet i studien som bredden på den asfalterade vägrenen, asfaltens kvalité samt ojämnheter i vägbanan.

7 Slutsats

Slutsatsen från fallstudien är att det baserat på resultatet finns ett samband mellan kurvor som inte efterlever dagens standarder och förhöjd olycksrisk. Sambandet blir starkare ju mer den avviker från standarden vilket kan ses i kurvor med negativ skevning där olycksrisken per kilometer var betydligt högre än för motsvarande kurvor med godkänd skevning under perioden november till mars. Utfallet blev mer markant ju snävare kurvan var och fordonen kanade vanligaste rakt fram i kurvan vilket hade motverkats med bättre tvärfall. Vad som inte kunde styrkas av fallstudien var att passager med otillräcklig snedlutning medförde högre risk för olyckor vid blött väglag.

Det konstateras att det alltid finns viss osäkerhet kring olycksstatistiken då den bygger på enskilda individers och tjänstemäns rapporter där standarden då viss tolkningsrätt finns i rapporten. Exakta förhållanden rapporteras sällan och mörkertalet kring olyckor existerar men till vilken grad är svår att fastställa. Det medför att ingående data inte är 100% pålitlig men då det i dagsläget är det bästa som finns att tillgå, ger det ändå en fingervisning om hur verkligheten troligtvis är.

Sammanfattningsvis visar studien att det inte finns ett mervärde med att försöka bygga bort vägsträckor med otillräcklig snedlutning genom att använda sig av negativt skevade kurvor speciellt vid tvärare kurvor med en radie på mindre än 4500 meter. Vägar bör istället utformas med tvärfallet som högst prioriterade faktorn om någon av dessa måste förbises. Rekommendationen är dock att varken tvärfall eller snedlutning bortses ifrån utan att det istället lägga mer energi på att utforma vägen så att bägge krav upplevs. Det finns andra lösningar än negativt tvärfall som kan användas för att förebygga otillräckligt snedlutning, som till exempel att bygga en konstgjord längslutning vid övergångsträckan. Rekommendationen utifrån resultatet i fallstudien är att i största möjliga mån se på alternativa alternativ som i och för sig ofta är dyrare och kan ha en större miljöpåverkan men min åsikt är att människoliv måste prioriteras framför ekonomi. Vid bibehållen negativ skevning bör hastighetsbegränsningen på sträckan minskas om friktionsbehovet överstiger 0,10.

8 Referenser

Alm Lars-Olof 1995 ”Bedömning av risk för vattenplaning mha data från lasermätbilar”

Carlsson Anders. 2009 ”Uppföljning av mötesfria vägar Slutrapport”

Ekdahl Peter 2005 ”Vad menas med vägytemätning”. Föreläsning LTH 2005-10-31

Federal Highway administration, Research report 138-5, 1971 “*The effects of rainfall intensity, pavement cross slope, surface structure, and drainage length on pavement water depths*”

Forsberg Inger & Göransson Nils-Gunnar 2000, VTI notat 12-2000 ”Tillståndsmätning av observationssträckor med Laser RST”

Glennon John C. 2006 “*Hydroplaning - The Trouble With Highway Cross Slope*”

Glennon, J.C., Neuman, T.R., and Leisch, J.E. 1985. “*Safety and operational considerations for design of rural highway curves*”. FHWA-RD-86-035. Washington, DC: Federal Highway Administration.

Granlund Johan 2008 “*Roadex III Northern Periphery*”

Granlund Johan 2010 “*Reducing health and safety risks on poorly maintained rural roads*”

Granlund Johan 2010, IPMA “*Safer Curves on Multiple Lane Roads*”

Glantz C. & Hopp J 2006 ” *Utveckling av texturmätning med LASER RST*”

Krebs, H. G., Lamm, R., Blumhofer, M. & Schneider, J. 1982 ”*Beurteilung der Unfallssituation auf Verwindungsstrecken im Bereich ungenügender Längsneigung und auf Strecken mit negativer Querneigung. Universität Karlsruhe, Institut für Straßenbau und Eisenbahnwesen. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 366.*”

Land Transport New Zealand 2007 “*Research Report 323 Curve speed management July 2007*”

Laws of Motion. Internet 2019-05-01: http://www.physics365.com/blog/?page_id=314

Mastering Physics Solutions “*Banked frictionless curve and flat curve with friction*”
Internet 2019-05-01: <http://www.masteringphysicsolutions.net/mastering-physics-solutions-banked-frictionless-curve-and-flat-curve-with-friction/>

Milliken Paul & Du Pont John 2005, “*The effect of Cross-sectional Geometry on heavy vehicle performance and safety*”, Transfund New Zealand research report no 263”

Nilsson Göran 1975, Statens väg- och trafikinstitut ”*Olyckskvot som trafiksäkerhetsmått*”, Rapport nr 76

NTF 2019 Åtkomst: <https://ntf.se/fragor-och-svar/trafikmiljo/hastighet/hur-lang-ar-bromsstrackan/>

Othman Sarbaz, Thomson Robert, Lanner Gunnar 2010 “*Are Driving and Overtaking on Right Curves More Dangerous than on Left Curves?*”

Strada slutrapport 2007 ”*Nytt nationellt informationssystem för skador och olyckor inom hela vägtransportssystemet, Publikation 2007: 147*”

Trafikverket 1997 ”*Vägytemätning av objekt*”

Trafikverket 2004 ”*Krav för vägars och gators utformning*” publikation 2004:80

Trafikverket 2012 ”*Krav för vägars och gators utformning*” publikation 2012:180

Vägverket Publikation 2007: ”*147 Strada Nytt nationellt informationssystem för skador och olyckor inom hela vägtransportssystemet*”

Wengelin Anders 2010 ”*Introduktion till ämnet Vägteknik*”

9 Bilagor

Olyckor med olycksid som har använts som underlag för undersökningen. För att replikera undersökningen behöver fullständigt utdrag ur Strada användas.

OlycksId	Månad	Dag	Olyckstyp	Händelseförlopp
93125	1	1	S	Te:1 får sladd på iskant, snurrar runt och voltar ned i diket.
108239	6	21	S	E:4 c:a 1,5 mil norr om Söderhamn. Te:1 färdas norrut, kommer utanför asfaltkanten fortsätter en bit, får kast går tvärs över vägen följer mitträcket c:a 55 m innan det blir stopp. Ev. kan någon skadats inne i bilen av en omkringflygande flaska. 55 meter av vireräcket nerkört.
112401	7	14	S	E:4 5km norr om trafikplats Söderhamn. Te:1 får kast med husvagnen och hamnar med husvagnen liggandes mot vajerräcket.
113366	8	15	S	E:4 5km dör om Enånger. Te:1 får punktering på vänster bakhjul bilen börjar sladda voltar flera gånger ner i diket genom älgstängslet.
114037	2	22	K	Te:1 har kört in på driftvändplan för att korsa norrgående körfält för att fortsätta färden söderut, varpå Te:2 kör in i sidan på Te:1.
116842	9	24	S	Hundra meter norr om avfarten till Ångersjöns rastplats. Te:1 bländas av en mötande långtradare och kör in i vajerräcket på mitten och därefter ner i diket.
133234	2	24	S	E:4 5km söder Enånger, Hudiksvall. Te:1 har fått sladd i det hala väglaget och kört av vägen.
133499	2	22	S	E:4, 3km norr avtagsväg mot Trönö och Vågbro, Söderhamns kommun. Te:1 får sladd och kör av vägen på högra sidan ner i diket och genom viltstängslet, c:a 30 m gummiavsättning i asfalten efter bilens vänstra hjulpar.
136908	3	21	S	E:4, c:a 6,4 km söder om Ångersjön, Hudiksvall. Te:1 har troligen fått sladd och kört ner i diket och passerat en vägtrumma.
137820	4	14	S	Te:1 färdas söderut. Ligger i vänsterkörfält, hakar i mittenwiren, följer mittenwiren en bit. Bilen kränger våldsamt, utlöser airbagen, bilen går ej att kontrollera, går tillbaka i höger körfält, och fortsätter ner i diket.
137831	4	14	U	E:4 norrgående körfält, C:a 1 km norr om Losjö trafikplats. Te:1 bromsar in för en ambulans varpå Te:2 kör in bakifrån.
139279	5	2	S	Förare störd av minderårigt barn, fick sladd på fordonet och körde av vägen. Förarens identitet är skyddad, lindrigt skadad.

145933	7	5	S	Svag höger kurva där bilen gått rakt fram och i mitträcke. Bilen har sedan studsat och voltat ner i vägsllänten, där den sedan brunnit upp.
153199	9	30	U	Te:1 körde in i mitträcket och blev stående mitt emellan de båda södergående körfälten och blir strax efter påkörd bakifrån av Te:2.
162112	12	23	S	Te:1 uppfattade en smäll under höger framflygel på bilen. Dikeskörde på höger sida. Kunde återigen få upp bilen på körbanan för att återigen dikesköra. Denna gång genom vajerräcket på vägens vänstra sida. När räcket forcerats voltade bilen ett okänt antal gånger och blev liggande upp och ner.
162536	12	30	V5	Te:1 har stannat för en lösspringande hund, varpå Te:2 inte kunde stanna utan körde in i bakändan på Te:1.
163153	1	11	V5	Te:1 uppställd i avvaktan på däckbyte. Te:2 har körts på insidan och ner i diket blivit liggande på sidan.
163507	12	17	S	Te:1 har körts söderut. I en svag högerkurva har bilen förts in i mitträcket strax före en öppning till en driftvärdplats, sladdat över i mötande körbana och kanat ner i vägsllänten.(C:a 5m vajer skadat.)
167205	1	7	U	Fordonen har av okänd anledning kolliderat. Beskrivning saknas.
181392	7	31	S	Körde söderut på E4. Somnade, körde av vägen och voltade. Blev liggande på taket.
182177	8	14	G2	Trafikanten har i uppenbart berusat tillstånd vinglat in i det mittersta wireräcket och kört omkull. Färdades e4 i sydlig riktning där E4 är enfilig.
184973	9	13	W4	Te:1 vrraskas av en grävling - väjer undan och får sladd på bilen med avåkning som följd till höger i färdriktningen.
193315	12	5	S	Te:1 fick sladd på bilen och kanade ner i området mellan vägbanorna.
203093	3	4	S	Te:1 har tappat kontrollen över bilen i det mycket hala väglaget och kört ner i diket där bilen voltat.
204251	3	11	S	Te:1 har kört av vägen och voltat ett varv, rejält med snö utmed vägen. Te:1 fick sladd och gick med långsidan in i snön varpå den voltade. Mycket halt på platsen pga temperaturförändringar.
208481	5	3	U	Reparationsarbete på en stillastående lastbil gjorde att trafikrytmen sänktes kraftigt på platsen. Då kraftig dimma rådde upptäckte ej föraren av T1 den framförvarande T2, som hade saktat ned farten vilket resulterade i att T1 körde in i lastbilen bakifrån. Vid tillfället var vägbanan våt/fuktig.

210550	5	19	S	Föraren av T1 berättar att han körde E4 söderut, han gjorde en omkörning och skulle köra in på höger vägbana fick han sladd, han bromsade men kunde ej häva sladden så han körde in i mitträcket och voltade runt ett varv.
211272	5	18	S	Fordonet har av okänd anledning kört av vägen.
216765	7	9	S	T1 körde av vägen.
737030	8	18	S	T1 tappar kontrollen över sin bil, sladdar av vägbanan och ner i diket.
737038	8	19	S	T1 har av okänd anledning kört in i mitträcket.
739803	9	6	S	Föraren kom ut i gruset vid sidan av vägen tappade kontrollen och körde av. God sikt med torr vägbana. God sikt med torr vägbana.
739807	9	10	V6	T1 stannade för stopplikt och skulle svänga söderut på E4 och sedan smäll det till och hon blev påkörd bakifrån av föraren i T2.
740352	10	8	S	T1 har kört i gruskant höger sida, gått ganska tvärt mot vajerräcket. Gått med sidan över mötande körbana, ner i diket och över viltstängslet och hamnat på taket.
743157	10	23	S	Husvagnen har börjat "vobbla" och sladda så bilen kört av vägen.
746121	11	27	S	Pb färdades e4 i tvåfiligt parti av 2+1 väg. Kom ut på väggrenen och sladdade in i mitträcket där 15 stolpar förstördes.
751842	1	7	S	Singelolycka, Halt väglag, fick sladd och körde ner i diket.
757085	2	8	U	Mycket halt väglag. TE1 har vejat för något och fått sladd och hamnat i vajerräcket. TE2 har voltat och landat på taket på höger sida om vägen ca 50 m längre fram.
757193	2	8	S	Kör av vägen, snömodd.
759471	2	26	S	Föraren fick sladd på bilen och bromsade. Bilen gick rakt fram i en kurva och voltade efter den gått igenom en snövall.
769599	6	10	S	Pb kör av vägen.

774818	7	28	S	Pb kör av vägen.
778004	8	24	S	Singelolycka. Föraren gjorde undanmanöver, fick sladd och körde in i sidoräcket på höger sida. Därefter välte bilen och gled ca 100 m på sidan innan den stannade mot mittvajerräcket.
778060	9	10	S	Bilen har körts i sydlig riktning. Tvärt har bilen gått av på vägens högra sida och voltat ett varv
793337	1	25	S	Pb framfört norrut E4, fick sladd vid omkörning, gick av vägen och voltade och blev liggande på taket.
798313	9	22	S	Singelolycka, där föraren väjer för ett djur och går in i mitträcket innan han får stopp på bilen.
803918	4	27	S	Pb kommer till synes ut i grus intill vajerräcke, tappar kontrollen och kolliderar med räcke och följer detsamma en bit, voltar och blir stående på hjul över båda körfälten med front i riktning mot vajerräcke.
809870	6	8	S	Fordon som väjt för vilt fått kast på bilen och voltat. /grävling/
811738	7	16	A	Pb 1 har svängt vänster för att köra in på vägen som sammanbinder norr och södergående trafik. Vid svängen har pb 2 legat under omkörning av pb 1 och kört in i vänster sida på pb 1.
828910	12	16	S	Motorväg, plogbil i höger körfält, buss under omkörning. Pb 1 observerar inte den ömkörande bussen i tid, kör av vägen och ned i mittremsan mellan motorvägsfälten.
834953	2	6	S	Pb på väg norrut fick sladd och åkte ned i diket i egen körbana. Mörkt snöyra.
836503	2	20	S	Efter omkörning av en "långtradare" fick bilen sladd och gick in i snödriva till höger i norrgående färdriktning varpå den sladdade över till separerande mitträcke och övergick detta och välte upp på taket för att glida vidare i mötande körfält, södergående och stanna i taktäcke. Snödrivor och is vid vägkanter men egentlig körbana isfri, lätt frostnup.
842673	5	4	S	Pb 1 har av okänd anledning kört av på höger sida om E4 och därefter kanat ca 150 meter i dikesrenen. Bilen har under denna tid roterat över på taket och tillbaka och slutligen landat i diket på rätt köl med omfattande skador.
848760	6	18	O	Pb 1 har vid utfart på E4 stannat bakom annan pb med tillkopplat hästsläp. När båda bilarna kom ut på E4 skulle pb 1 köra om bilen med tillkopplat hästsläp. Under omkörningen eller omedelbart efter densamma medan pb 1 fortfarande var i den vänstra körbanan blev pb 1 påkörd av pb 2. Föraren av pb 1 vet ej om han var klar med omkörningen.

863829	11	1	S	Pb 1 har kommit ut i vägrenen och kör ner i mittrefugen där pb rullar runt.
866997	11	26	S	Pb kolliderar med vajerräcke i svag högerkurva, släpar emot i ca 40 meter innan stopp.
870802	12	19	S	Pb 1 har körts E4 i sydlig riktning. Kommit ut för långt på den högra sidan. Ner i diket och sammanstött mot dikeskant.
871414	12	4	S	Förare av pb 1 körde över i vänstra körfältet, där fick han sladd på grund av det hala väglaget och körde in i mitträcket.

