



RIKSFÖRBUNDET  
M SVERIGE

# RAPPORT



TEMA

# Vägsäkerhet

# Tema: Vägsäkerhet

## M SVERIGE – 100 år av trafiksäkerhetsarbete

Riksförbundet M Sverige har i över hundra år arbetat som bilisternas konsumentorganisation. Under den tid som organisationen har funnits har utmaningarna både skiftat och varit likartade. I stället för att prata om de trafiksäkerhetsproblem som uppstod när de första bilarna skulle samsas med hästdragna fordon på vägarna, pratar vi i dag om behovet av mittseparering och alkobommar för att minska olyckorna.

Opinionsmässigt har vårt arbete svängt från att till exempel kräva asfalterade vägar, till att i dag bland annat arbeta för bättre laddinfrastruktur för elbilar. I grund och botten handlar det alltid om ökad trafiksäkerhet, bättre villkor för bilisterna och bättre vägar.

Bilen fyller fortfarande och kommer även i framtiden att fylla sin funktion på ett unikt sätt. Den är pålitlig och central i många svenska hushåll för att livet och vardagen ska fungera. Den är i dag omstridd på grund av fossila bränslens påverkan på klimatet. Men stora framsteg har gjorts, och görs, för att minska utsläppen från biltrafiken. Omställningen måste fortsätta, bilen ska vara så klimatsmart det bara går.

En ansvarsfull bilism ligger i samhällets intresse, både för tillväxten och för att främja det sociala samspelet mellan människor. Det innebär också att vi måste göra det så tryggt och säkert som möjligt att färdas med bil. Bilen ska inte vara till för några få, utan för alla, det är en demokratifråga.

TEXT Johan Granlund  
REDAKTÖRER Henrik Nyberg, Tony Gunnarsson  
ART DIRECTOR Jan J Backman  
2023



Riksförbundet M Sverige  
Fridhemsgatan 26  
100 29 Stockholm  
msverige.se










# Innehåll



**1** Inledande om trafiksäkerhet och vad som utmärker vägsäkerhet





**2** Regional ojämlikhet i risk för dödsolyckor





**3** Hög skaderisk vid felande skyddsräcken och räckesändrar





**4** Väjämnheters inverkan på risken att skadas i trafiken



**5** Löst grus på asfalt skapar trafikolyckor och stenskott



**6** Förhöjd olycksrisk i horisontalkurvor





# 1

## Vad är vägsäkerhet?

Sveriges arbete för ökad trafiksäkerhet förtjänar att uppmärksammas och i ett historiskt perspektiv är vi närmast världsledande inom området. Den svenska synen på trafiksäkerhet blev inte minst tydlig när riksdagen 1997 fattade beslut om Nollvisionen, med målet att ingen ska dödas eller skadas allvarligt som en följd av trafikolyckor i Sverige.

Under 2000-talets första årtionde bar arbetet också frukt, då antalet omkomna i trafiken mer än halverades och antalet svårt skadade sjönk i liknande takt. Även när avlidna som en följd av sjukdom samt suicid räknas bort skedde en mycket positiv utveckling under dessa år. Tar man även med i beräkningen att såväl antalet bilar som befolkningens mängden under samma period ökade med cirka tio procent, blir utvecklingen än mer glädjande.

Tyvärr har vi inte sett samma positiva utveckling under de senaste tio åren. En förbättring har skett, men den positiva kurvan har flackat av och när dödstaten i den svenska trafiken för 2022 presenterades var vi tillbaka på samma siffror som före pandemin, och tyvärr även lite högre.

Orsakerna till den kraftiga förbättringen under 2000-talets första tio år är flera, men folkbildning, teknisk utveckling av bilarnas passiva och aktiva säkerhetssystem samt utbyggnaden av mötesseparerade vägar har alla bidragit till stor del.

När Riksförbundet M Sverige granskar frågan om ökad trafiksäkerhet och tänkbara orsaker till att antalet omkomna och allvarligt skadade i trafiken ligger kvar på oacceptabelt höga nivåer, finner vi allvarliga brister i vägsäkerheten. Här definierar vi vägsäkerhet som den del av trafiksäkerheten som avgörs av säkerhetsstandarden respektive skicket hos vägen.



## Det är inte farten som orsakar olyckor, det är vägens beskaffenhet

Merparten av landsvägarna i de mest olycksdrabbade länen är tvåfältsvägar med hastighetsgränser på 70, 80 eller 90 km/tim och i avsaknad av mittseparering. Det är också på den typ av vägar som de allra flesta olyckorna med dödlig utgång sker.

Bland faktorerna bakom de regionalt ojämlika dödstalen framhåller Trafikanalys, myndigheten som analyserar och för statistik över transporter och kommunikationer, skillnad i befolkningstäthet och därmed korrelerad skillnad i vägkvalitet. Diagrammet från Trafikanalys visar tydligt att betydligt fler omkommer på vägar med hastighetsgränsen 70 km/tim än på vägar med hastighetsgränser över 100 km/tim.

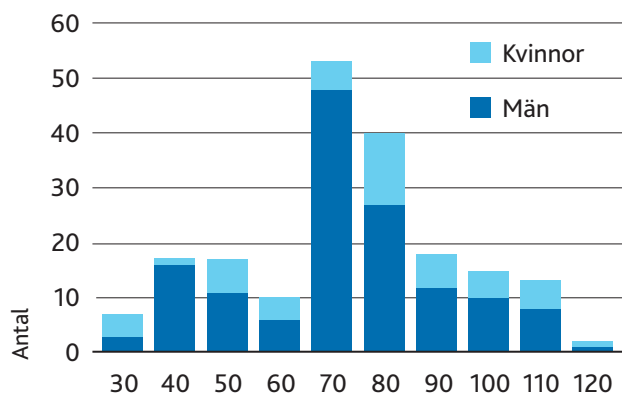
Trafikverket tog 2014 denna typ av analys ytterligare ett steg framåt, genom att normera antal omkomna till vägnas trafikarbete. Resultatet visar att individens risk (det vill säga registrerad frekvens) för dödsolyckor är betydligt högre på smala vägar med låg hastighet, än på breda mötesfria vägar med hög hastighet.

Det är tydligt att allra störst risk för olyckor med dödlig utgång återfinns på den typ av landsvägar som återfinns just i de län där dödsolyckorna är relativt högst.

Som en följd av detta har Trafikverket förordat hastighetssänkningar på vägar som inte är mittseparerade. Till stöd för det anför verket bland annat att risken att omkomma i en trafikolycka ökar med hastigheten, något som gärna illustreras med ett diagram där trafikmärken med hastighetsbestämmelser ställs i relation till risken att dö i en trafikolycka.

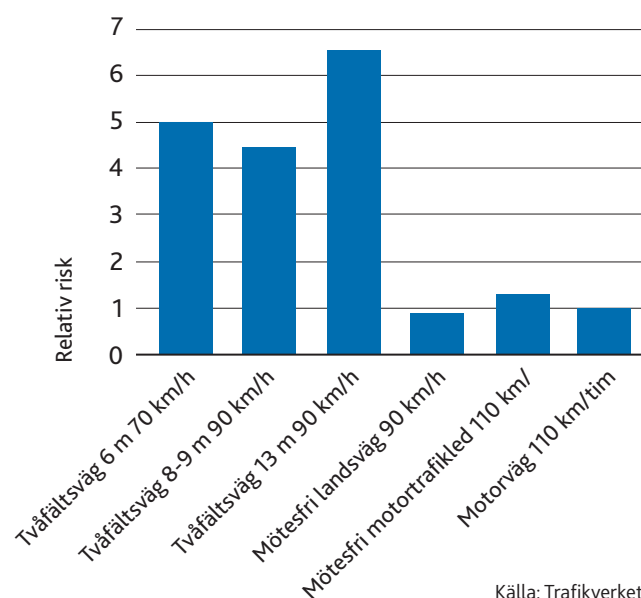
Naturligtvis ökar risken att omkomma i en olycka – när den väl inträffar – om hastigheten är högre. Men det är inte det som är problemet, det avgörande är att olyckorna sker på de mindre landsvägarna med hastighetsgränser mellan 70 och 90 km/tim, att dessa vägar är dåligt underhållna, felaktigt utförda och saknar mittseparering. Och återfinns i skogs-länen.

## ANTAL OMKOMNA PER HASTIGHETSGRÄNS PÅ OLYCKSVÄGEN SAMT KÖN (2022)



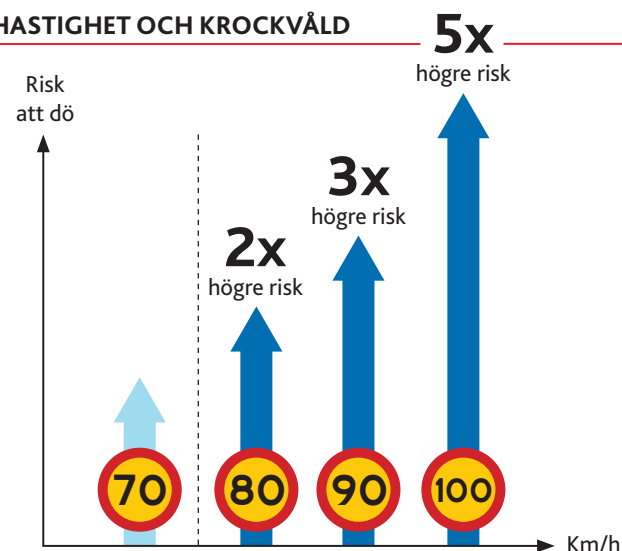
Källa: Trafikverket

## RELATIV RISK ATT DÖDAS



Källa: Trafikverket

## HASTIGHET OCH KROCKVÅLD



Källa: Trafikverket



## Vägar med lägre hastighetsgräns har sämre vägutformning, drift och underhåll

Genom skillnader i kraven som ställs av Trafikverket i *Vägars och gators utformning (VGU)* har vägar med låg hastighet typiskt betydligt tvärare kurvor, vilket ger större sidokrafter vid kurvtagning, och mer skymd sikt genom kurvor, än de rakare högfartsvägarna med bland annat bättre utformad vägren. På motsvarande sätt är standarderna för vägbeläggningens skick respektive för vinterväghållning betydligt lägre för vägar med lägre hastighet och lägre trafikintensitet.

Låg vägstandard är dödligt, men trafikfarlig understandard är ännu dödligare. Understandard uppträder exempelvis i form av snävare kurvradi än tillåtet vid gällande hastighetsgräns eller i kurva där obligatorisk breddökning saknas. Sådan understandard är vanligt förekommande på låg- och medeltrafikerade landsbygdsvägar i skogslänen. På stora vägar i och mellan städer är understandard mer ovanligt. Understandard är särskilt farligt på platser där trafikanten överraskas, vilket naturligtvis måste förebyggas med siktröjning, relevanta vägmärken, spärrlinjer och liknande åtgärder.

Trafikanalys påtalar att även högre andel kollektivtrafikåkande korrelerar med lägre antal omkomna per invånare. Även kollektivtrafikutbud – liksom polistätthet – samvarierar naturligtvis med befolkningstäthet. Såvida inte dessa skillnader utjämnas, framstår förbättrad vägkvalitet i länen med högre olycksfrekvens som än viktigare att skapa.

Sammanfattningsvis har vi en situation där de farligaste vägarna, och där flest dödsolyckor sker, återfinns i områden längst ifrån möjlighet till alternativa färdssätt som kollektivtrafik, där polisen är som mest sällsynt i trafiken och där utförande och underhåll av vägarna är mest eftersatt. Vi har därmed ett system där den som är i mest behov av bilen för arbete och fritid, utsätts för de allra största riskerna.



Två bilar välte ut i Viskasjön i Fredrika, efter att på frosthalkigt väglag kört genom en kurva där vägräcket framför bron är för kort för att 'stänga fönstret' mot sjön. Den ena bilens förare avled genom drunkning. Foto: Elin Stormare, VK.



3

## Hög skaderisk vid felande skyddsräcken och räckesändrar

### Varför är räcken bra?

Skyddsräcken används vid broar och farliga vägavsnitt inte för att förhindra olyckor, utan för att minska skadeomfattningen då kollisioner och avåkningar sker. Syftet är att behålla fordonet på vägbanan, hellre än att exempelvis fara utför skarpa slänter, mot fasta föremål eller av en broövergång. Vägräckens funktion är även att förhindra mötande trafik att kollidera vid en eventuell avåkning.

Enligt VTI:s rapport *Uppföljning av mötesfria vägar (2009)* halverar mitträcken antalet olyckor där mittremsan korsas på större vägar, och den norska *Trafikksikkerhetshåndboken* visar hur sidoräcken med cirka 40 procent minskar antalet avåkningar som slutar med personskada. Sett på alla typer av olyckor sammanlagt, har skyddsräcken störst effekt på de allra allvarligaste olyckorna. Detta gör skyddsräcket till ett viktigt verktyg på vägen till Nollvisionen för svårt skadade.

### Det finns främst tre olika typer av skyddsräcken:

- **Vajerräcke** (som numera är förbjudna i flera länder, däribland Norge) är de mest eftergivliga räckena. De är minst effektiva att förhindra tyngre fordon och fordon med hög tyngdpunkt att köra igenom skyddsräcket. Deras vajrar och fristående ständare är också aggressiva mot motorcyklisters kroppar.
- **Betongräcken** är de styvaste och har typiskt hög krockkapacitet.
- **Stålbalksräcken** ligger vanligen mellan vajerräcken och betongräcken i krockkapacitet.

Mer eftergivande skyddsräcken ger generellt lägre risk för personskador vid en kollision, men högre risk att dödas. Detta gäller dock inte motorcyklister, som har generellt högre skaderisk vid avåkning på vägar med skyddsräcken än på vägar utan, om inte avåkningen leder till kollision med träd och stolpar. För alla fordonslag gäller att köra på räcketts ände innebär högre skaderisk än att träffa själva skyddsräcket.

Bra räcken på utsatta platser räddar årligen uppemot hundra liv och lindrar skadeföljden i tusentals olyckor. Sådana utsatta platser är exempelvis då vägslänten är brant, med en lutning över 1:4. Enligt rapporten *Analys av singelolyckor med dödlig utgång på det statliga vägnätet, exklusive motorvägar 1997–2000* från dåvarande Vägverket skedde nästan samtliga fall av dödliga singelolyckor på vägar med brant slänt.

En annan riskfaktor är där trafikens säkerhetszon är för smal, så träd och stolpar står nära vägkanten. Vägverkets granskning visar att säkerhetszonerna generellt varit för smala, och i 44 procent av de dödliga singelolyckorna var inträngningen av fasta föremål i kupén så stor, att bilbälte inte kunde rädda livet.

Vägverkets granskning visar också att på platser där skyddsräcke helt saknades, hade 72 procent av de omkomna i singelolyckor kunnat räddas av ett räcke.



Vägräcken i Sollefteå där räcket är i nivå med, respektive under, vägbanan. Foto: J Granlund.



## Felände räcken ökar skaderisken

För att vägräcken ska ha sin skyddande funktion måste de också vara korrekt utformade och monterade. Tvärtom har felaktigt utformade räcken inte bara lägre skyddande effekt, utan kan också orsaka eller förvärra olyckor. Exempel på felände räcken är sådana som är för korta eller där räcketts ände viks ned mot marken, alternativt avslutas tvärt mot den mötande trafiken. Ofta rör det sig om äldre räcketkonstruktioner som årligen skördar människoliv, vilket även belystes av Byggindustrin i *Gamla vägräcken skördar människoliv*, men som vi ska se sker det alltför ofta att nykonstruktioner utformas felaktigt och farligt.

Ett för kort räcke uppfyller inte sitt syfte på så sätt att de lämnar "ett fönster" öppet för ett avåkande fordon att köra in i eller ner i det som räcket haft för avsikt att undvika. I Vägverkets rapport *Analys av singelolyckor med dödlig utgång på det statliga vägnätet, exklusive motorvägar 1997–2000* framgår att en per 25 omkomna hade kunnat räddas av förlängt räcke.

Räcken med neddoppade ändrar, där räcketts ände viks ned mot marken, kan leda till att räcket i stället för att skydda fordonet och hålla det kvar på vägbanan, fungerar som en ramp där fordonet flyger av vägbanan eller välter. Samma effekt kan uppstå när snö plogas upp framför räcket. Krocktester vid VTI har visat att om räcketts ände är redan några centimeter lägre än normenlig montagehöjd, ökar risken att en påkörande bil välter över räcket i stället för att stoppas av räcket.

Vägverkets granskning visar att då fordon vält, avled fem procent av de olycksdrabbade på grund av att räcket hade neddroppad räckesände, eller av alltför lågt räcke alternativt hög plogvall av snö framför räcket. En vältning över räcket medför väsentligt höjd risk för allvarlig eller dödlig skada, då bilars krockskydd är utformade för att skydda mot kollision framifrån eller från sidan. Vid vältning är det i stället det klenare taket och bilistens huvud som får ta smällen, med allvarliga skador, medvetlöshet eller dödsfall som följd.

Räcken som avslutas tvärt mot körriktningen har en närmast klyvande effekt på en kolliderande bil, och kan orsaka mycket allvarliga skador på både fordon och trafikanter.



Bilklyvande räckesände intill körbana (70 km/tim) på Rv 50 vid Ludvika. Foto: Trafikverket PMSv4.

Många gånger är det alltså betydligt säkrare för trafikanterna om felaktiga vägräcken rivs, än att de får vara kvar såsom livsfarliga vältramper längs våra landsvägar.

Tyvärr utformas även många nya vägar och skydds-räcken så dåligt att de utgör dödsfallor. Ett skrämmande exempel är bron över Norån som invigdes 2013 på väg 662 i Tåkt utanför Borlänge, där man lyckats göra alla ovan nämnda misstag vid en och samma konstruktion:

- "Fönstret" i riktning ut från kurvan mot ån står vidöppet.
- Räckesändarna ger funktion som vältramp.
- Oeftergivlig stolpe inom räcket arbetsbredd.
- För kort räcke i alla fyra hörn av bron.



## Allt tyngre lastbilar medför krav på skydds-räcken med högre krockkapacitet

Vid de flesta svåra olyckor med tunga lastbilar och andra fordon, har olyckan skett sedan mötande bil eller motorcykel felaktigt kommit över i lastbilens körfält. Därför gör även klena mitträcken stor nytta, genom att de klarar att fånga upp lätta fordon.

I de få olyckor där tunga fordon felaktigt kommit över i mötande körfält, krävs mitträcke med högre krockkapacitet. En anmärkningsvärt hög andel av räckespåkörningar involverar tunga ekipage av typ dragbil med påhängsvagn/semitrailer – som ofta kallas "EU-tradare" eller "EU-trailer" – trots att den typen av ekipage i Sverige endast utför cirka en femtedel av lastbilars transportarbete. EU-semitrailerekipaget är emellertid Europas vanligaste typ av lastbilsekipage för fjärrtransport. Denna typ av fordon är okänt för sin halkkänslighet, bland annat på grund av den kortare hjulbasen.

EU-tradaren har en tjänstevikt om cirka 15 ton och väger uppemot 40 ton med full lastvikt. Därför är ett rimligt lägsta mål för krockkapacitet hos mittbarriärer på stora vägar, att de ska åtminstone klara att stoppa en 15 ton tung olastad EU-tradare. Detta kan säkerställas med en hög mittbarriär i kapacitetsklass H2. Majoriteten av dagens mitträcken i Sverige uppfyller endast den lägre kapacitetsklassen N2/H1.

Sveriges och Finlands vanligaste typ av lastbilsekipage för fjärrtransport är lastbilen som drar en släpvagn. Förutsatt att de bland annat har tillräckligt många axlar och hjul som fördelar ut vikten till lågt marktryck, får denna typ av ekipage numera väga upp till 74 ton (i Finland 76 ton).

Skydds-räckens krockkapacitet verifieras mot Europanorm EN1317. Den i dag högsta kapacitetsklassen benämns H4 och avser så, i sammanhanget, lite som ett 38 ton tungt semitrailerekipage. Europanormen EN1317 är därmed helt utdaterad, då den inte ens testas för dagens upp till 40 ton tunga lagligt lastade EU-tradare – än mindre de tyngre svenska och finska ekipagen. Det är uppenbart att det för Norden behövs nya testklasser för skydds-räcken för upp till 76 ton tunga lastbilsekipage.



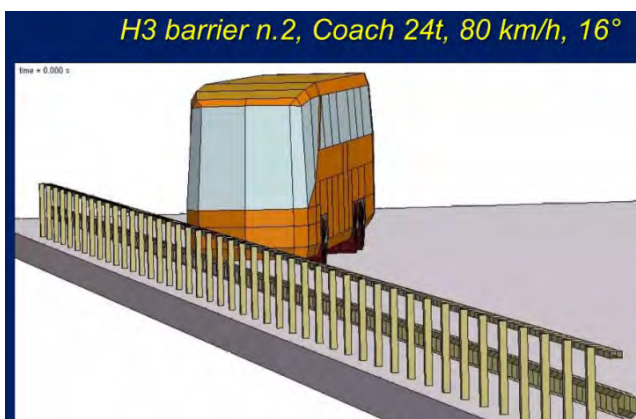
Från olycka med dödlig utgång på "mötesfria" E22 vid Mörrum.  
Foto: Bo Åkesson.

## Dagens tunga turistbussar medför krav på kraftigare räcken

Om en buss faller från en hög bro finns stor risk för passagerarnas liv. Broräcket ska därför rimligtvis hindra bussen från att falla av bron.

Europas normen för skyddsräcken införde år 1990 kapacitetsklassen H2 för broräcken som ska klara att fånga upp bussar. Krocktest för klass H2 sker med en 13 ton tung stadsbuss i 70 km/tim och 20 graders påkörningsvinkel. Sedan 1990 har dock bussar, i synnerhet turistbussar, utvecklats så de blivit betydligt tyngre (ofta 18–24 ton), högre och snabbare. En konsekvens av denna bussutveckling är att broräcken som CE-märkts för kapacitetsklass H inte klarar att hindra dagens turistbussar från att falla av broar.

En utredning av professor Vittorio Giavotto, mångårig ordförande för den internationella standardiseringen av broräcken, visar att för att broräcken ska kunna stoppa dagens tunga turistbussar krävs att deras krockkapacitet uppfyller minst standardens krav på klass H3. Detta innebär att de flesta broar på stora landsvägar i Europa och i Sverige behöver byggas om, så att de får broräcke enligt kapacitetsklass minst H3 i stället för dagens H2.



Trafik med tunga bussar behöver förutom uppdaterade broräcken även relevanta vägräcken. Av de svåra busskrascher som ägt rum i Sverige de senaste decennierna, med 3–9 döda samt upp till 50 skadade per olycka, skulle en majoritet av dödsfallen sannolikt kunnat förhindras med avåkningssäkrat sidoområde eller ett adekvat skyddsräcke. Ett skrämmande exempel är en bussolycka i Granån (Robertfors) 2001 då 32 passagerare skadades, varav 11 blev medvetlösa och flera mycket svårt skadade. När föraren tappade kontrollen över bussen körde den helt enkelt över det alldeles för korta och låga samt klena vägräcket före bron.



Foto: Socialstyrelsen samt Räddningsverket (i dag: MSB).



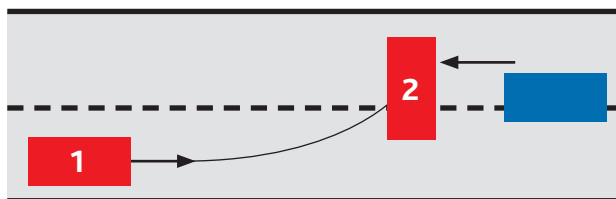
Foto: Socialstyrelsen samt Räddningsverket (i dag: MSB).

Buskraschen vid Arboga 2006 med nio döda skedde sedan föraren tappat medvetandet, enligt den haverikommission som tillsattes efter olyckan. Detta ledde till att bussen lämnade vägen i full landsvägsfart om 90–100 km/tim, varvid den slog i en decimeterhög sten i vägslänten, välte 180 grader och hamnade på sitt klena tak som trycktes in och klämde passagerarna. Denna olycka är Sveriges värsta trafikskadehändelse under de senaste tre decennierna. Den extrema skadeföljden hade kunnat förhindras om vägräcket uppfyllt dagens standard.

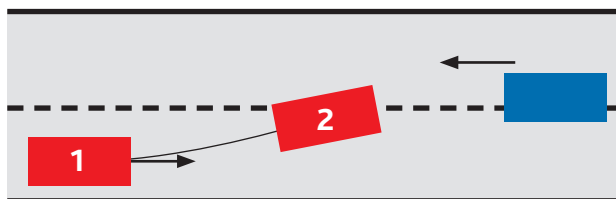
## Vägräcken lindrar dålig vinterväghållning

Sidokollision ger större krockvård på grund av att åkande i den sladdande bilen får kortare deformationszon än vid frontal kollision. Vid barmark utgör sidokrockarna dock endast tre procent av de dödliga mötesolyckorna. Enligt data från Vägverkets djupstudie om halkolyckor *HalkOLA* ökar däremot sidokrockarnas andel av dödliga mötesolyckor mångfalt vid vinterväglag, från tre till femtio procent.

### SIDOKOLLISION



### FRONTALKOLLISION



Där vinterväghållningen av olika anledningar visar brister, fyller mötesseparerande mitträcken på större vägar en avgörande betydelse för att undvika de farliga sidokollisionerna.

Samtidigt som vägräcken kan kompensera för brister i vinterväghållningen, kan de också försvåra säkerhetspåverkande vägdrift. Sidoräcken kan försvåra att hålla vägkanten fri från avrinningshinder. I vägens lågpunkter bildas lätt djupa och stora vattenansamlingar som kan ge vattenplaningsolyckor. Vintertid bildas överraskande fläckvis ishalka när uppdämt smältvatten fryser till is.



Vattenansamlingar vid vägräcken på väg 957 i Djurås.  
Foto: J Granlund.

# 4



## Vägojämnheters inverkan på risken att skadas i trafiken

Möjligheten att säkert kunna framföra ett fordon är beroende av god kontakt mellan däck och vägbanan, för att säkerställa goda manöveregenskaper och bromsprestanda. Det är därför det finns lagkrav på däckens mönsterdjup och anledningen till att fordonens fjädringssystem granskas i samband med fordonsbesiktning.

Men även om fordonet är i gott skick med lagenliga däck och fullt fungerande fjädringssystem, skapar ojämnheter i vägbanan olycksrisker genom att påverka fordonets rörelser och förarens möjligheter att säkert manövrera fordonet.

På grund av risken för trafikolyckor som en följd av vägojämnheter, sätter vägghållare upp vägmärket *A8 Varning för ojämn väg*, samt kräver vite av vägentreprenörer som vid vägarbete inte skapat tillräckligt jämn vägbanan för att den ska kunna trafikeras med rimliga säkerhetsmarginaler.

Vägojämnheter handlar inte om vägbanans varierande höjd eller lutning, utan plötsliga eller återkommande avvikelser från vägbanans sträckning. Det kan röra sig om enstaka ojämnheter, som så kallade "potthål", och serier med förhöjningar eller sänkningar i körbanan. Trafikverket beskriver ojämnheter i vägen som "avvikelser från ett verkligt plan med karaktäristiska dimensioner, vilka påverkar fordonsrörelser, färdupplevelse, dynamiska laster, avvattning och vinterväghållning." Myndigheten betonar också vägojämnheters fundamentala inverkan på vägsäkerhet.

De så kallade potthålen är lätta att identifiera och åtgärda, men till vägojämnheter hör också lägre avvikelser – ofta bara något tiotal millimeter – som kan såväl försvåra vinterväghållning som genom att återkomma regelbundet med korta avstånd skapa både illamående hos fordonets passagerare som manöverproblem. Avståndet mellan sådana återkommande ojämnheter beskrivs som dess våglängd, och i den internationella standarden ISO 13473-2 omfattas vägojämnheter med våglängder mellan 0,5 och 50 meter. Vägverket framhåller att vägojämnheters övre våglängdsgrens snarare ligger uppåt 350 meter. Detta för att inkludera de vägojämnheter vilka ger sådana lågfrekventa färdvibrationer som framkallar åksjuka, det vill säga svängningsrörelser ända ned till frekvensen 0,1 Hz – alltså en svängning var tionde sekund i motorvägsfart.

**Farorna som följd av vägojämnheter delas här upp i:**

- Trafikfarliga fordonsrörelser
- Trafikfarliga färdupplevelser
- Trafikfarliga dynamiska laster
- Vattenplaningsolyckor på grund av otillräcklig avvattning
- Svårigheter att utföra effektiv vinterväghållning

## Trafikfarliga fordonsrörelser

Återkommande vägojämnheter kan skapa rörelser hos ett fordon som blir svåra eller omöjliga för föraren att kontrollera. Det kan ses som att fordonet sätts i ett slags självsvängning.

Ett exempel där vägojämnheter orsakade fordonsrörelser som medverkade till dödlig trafikolycka, är en olycka med brandbil den 12 juli 2012 i Tolvsbo, Dalarna. Vid undersökning efter olyckan konstaterades med laserskanning dels att vägbanan vid olyckskurvan hade feldoserat tvärfall, dels vägojämnheter med ett mönster som oscillerade inom cirka 25 meters längd på sådant sätt att brandbilen sattes i krängning i sidled. Krängandet orsakades så kallad krängstyrning (engelska: roll steer), varvid fordonet girade utan att föraren vridit på ratten. Brandbilschauffören frikändes följaktligen från åtal om grov vårdslöshet i trafik samt vållande till annans död.

## Trafikfarliga färdupplevelser

Vägojämnheter ger enligt Trafikverket vibrationer som kan påverka förarens vakenhet och prestationsförmåga. Korta vågor som potthål ger stötar som kan ha en alarmerande, väckande, effekt, men naturligtvis samtidigt påverka fordonets köregenskaper negativt. Tio-tals meter långvägiga vägojämnheter kan skapa resonans i chassifjädringen. Dessa vågor är vanligtvis inte djupare än något tiotal millimeter, vilket resulterar i långsamt guppande och gungande rörelser som till frekvens och amplitud kan liknas vid att sitta i en gungstol eller ligga i en vagg. Den typen av rörelser leder lätt till trötthet, och dåsigheit anses medverka till mellan var tredje och var femte trafikolycka. Ännu längre vågor, ända upp emot 350 meter våglängd på högfartsvägar, kan ge åksjukesyndrom med nedsatt prestationsförmåga som följd. Den negativa effekten av åksjukesyndrom på förarnas prestationsförmåga kan sitta i mycket lång tid och därmed även på felfria vägsträckor långt efter att exponeringen för vägojämnheter har upphört.

## Trafikfarliga dynamiska laster

I svåra fall är vägojämnheter decimeterdjupa, vilket kan leda till mycket våldsamt resonans hos fordonets chassifjädring. Sådana svåra vägojämnheter ger i många fall kraftigt förhöjd olycksfrekvens inom hundratalet meter efter att bilarna försatts i gungning.

För att vägfordon ska kunna leverera lätthanterliga manöveregenskaper respektive bra bromsprestanda, krävs naturligtvis jämn och god kontakt mellan däck och vägbanan. Trafikverkets omfattande utredning *Dynamisk tillskottslast på väggroppen* visar en rad exempel på datorsimulerad körning över laserskannade vägojämnheter på vägarna E6, E20 och E45, där bilen på grund av dynamisk avlastning vid stora gupp tillfälligt tappat allt mellan 30 och 100 procent av kontakten med vägbanan. Den försämrade kontakten med vägbanan bidrar till den höga olycksfrekvens som uppstår vid vägojämnheter.

## Vattenplaningsolyckor på grund av otillräcklig avvattning

I körkortsutbildningen får alla elever lära sig att risken för vattenplaning påverkas av förarens val av hastighet samt mönsterdjupet på bilens däck. Däremot sägs sällan eller aldrig något om var längs färden som vattenplaningsrisken uppträder. I Sverige byggs vägars körfält med 2,5 eller 3,0 procent tvärfall på raksträckor, det vill säga lutningen ut mot körbanans kanter. I kurvor används ofta ännu större tvärfall eller skevning.

Studier av samtliga registrerade trafikolyckor under sex års tid på statliga vägar i Sverige som Väg- och transportinstitutet (VTI) gjort och presenterat i rapporten *Vägytans inverkan på trafiksäkerheten* visar att förekomsten av vattenplaning hos fordonet ökar kraftigt när körfältets tvärfall minskar till under 1,8 procent.

Lågt tvärfall är oundvikligt vid övergång mellan bomberad raksträcka – där vägbanan lutar ut mot bågkanterna – och skevat körfält i ytterkurva, där hela vägbanan lutar åt samma håll. Vid övergången från bombering till skevning byter tvärfallet riktning. Under något tiotal meter längs vägen uteblir då tvärfallet helt. En förutsättning för att regn- och smältvatten inte ska bilda trafikfarligt stora och djupa pölar i skevningsövergångarna är därmed att vägen där lutar minst 0,5 procent i längdled, så att vattnet rinner längs vägen i stället för att bli stillastående. Trafikverket har också i anvisningen *Vägars och gators utformning* infört det tydliga kravet att "skevningsövergång får inte vara placerad på sträcka där längslutning är mindre än 0,5" för vägtypen motorväg. Observera här att anvisningen gäller för motorvägar, inte landsvägar med hastighetsgränser mellan 70 och 90 km/tim, trots att vatten naturligtvis uppför sig på samma sätt där.



Tyska forskare har analyserat kritisk vattenplaningshastighet med tre olika däckmönsterdjup vid kraftigt regn. Resultat visar att för vägen i helhet är kritisk hastighet över 120 km/tim, medan den vid ingång och utgång av skevade ytterkurvor störtdyker till cirka 80 km/tim för bilar med på gränsen till underkänt däckmönsterdjup. En orsak till vattenplaningsolyckor på landsväg är alltså inbyggd i trafikfarligt utformade lutningar i övergång mellan raksträckor och skevade ytterkurvor.

## Svårigheter att utföra effektiv vinterväghållning

När Trafikverket år 2010 intervjuade 112 förare av vinterväghållningsfordon om hur det är att sköta vintervägar, visade svaren att gupp på vägen tillhör de omständigheter som allra mest försvårar arbetet med vinterväghållningen, vilket redovisades i rapporten *Att sköta vintervägar*.

När vintern har mognat kan det på många osaltade landsvägar med senfärdig plogning ha byggts upp en ofta decimetertjock iskorpa ovanpå vägens slitlager. Även på sträckor med i övrigt helt jämn yta kan det, där bilar med dubbdäck kör, uppstå djupa spår i iskorpan ända ned till vägbansans slitlager. I vissa fall uppstår även korrugerad så kallad tvättbräda i färdriktningen. Djupa spår i isen med branta och hala kanter kan göra att bilen tvärt kastas i sidled. Tvättbräda kan sätta däcken och fjädringssystemet

i resonans, med resultat så som störande och tröttande högt interiört buller samt att väggreppet totalt försvinner varvid bilen lätt får sladdolycka.

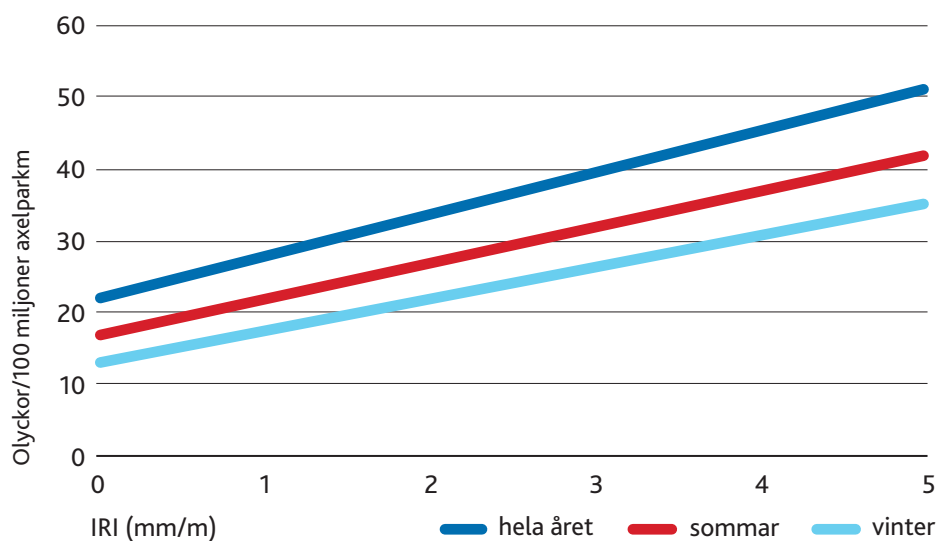
## Starkt samband mellan ökad vägojämnhets och ökad olycksrisk på svenska vägar

Olycksrisken stiger kraftigt med ökad vägojämnhets. Sådan vägojämnhets mäts lämpligen med laser och redovisas enligt *International Roughness Index (IRI)* i millimeter ojämnhets per meter körbanas (mm/m). En nylagd vägbana har ett IRI-värde på cirka 1 mm/m, och enligt Trafikverkets underhållsstandard är det dags för ny vägbeläggning när vägbanan har nått ett IRI-värde på 5,1 mm/m.

När data för vägojämnhets samkörs med uppgifter om samtliga registrerade trafikolyckor på svenska statliga landsvägar under sex års tid, exklusive viltolyckor, korsningsolyckor och följdolyckor, som redovisats i VTI:s rapport *Vägytans inverkan på trafiksäkerheten*, blir sambandet mellan vägojämnhets och trafikolyckor tydligt. I diagrammet nedanför visas hur antalet olyckor per körda kilometer ökar i takt med stigande IRI-värde, det vill säga ökad vägojämnhets. Detta medför exempelvis att när en 80 km/tim-väg med 1 000 fordon per dygn har deformerats från att vara nybyggd till det är dags för ny vägbeläggning, så har olycksfrekvensen stigit från cirka 21,8 till 42,4. Detta innebär en närmast fördubblad olycksrisk på grund av vägojämnhets.

### SAMBAND MELLAN IRI-VÄRDE OCH OLYCKSKVOT

Antal olyckor/100 miljoner axelparkilometer



Källa: VTI

# 5



## Löst grus på asfalt skapar trafikolyckor och stenskott

Torr löst fingrus och grovsand på asfalterade vägar kan i likhet med kullager ge mycket låg friktion. Mätningar i Sverige har visat att lös wintersand på asfalt kan ge lika låg vägfriktion som halt vinterväglag. Låg vägfriktion ger ökad risk för svår trafikolycka genom längre bromssträcka, men framför allt genom risken att tappa sidostabilitet och styrbarhet. Som förare kan svår halka på sommarväglag komma som en stor överraskning. Överraskningsmomentet ökar ytterligare risken för trafikolycka.

De allvarligaste platser där halt rullgrus förekommer är rondeller och andra korsningar, av- och påfarter samt andra tvära kurvor. Tyvärr förekommer alltså grushalka ofta på platser med sidkraft, inbromsning och interaktion med andra fordon, där behovet av hög vägfriktion är extra stort. Mycket riktigt visar också statistiken att grus varit en bidragande faktor i många svåra trafikolyckor.

Löst grus på asfalt ger dessutom stenskott, vilket sliter på vindrutor och ger med tiden sämre sikt och därigenom ökad olycksrisk. Stenskott ger också omedelbara skador på såväl bilrutor som på kaross och lackering. Kostnaderna för glasskador på bilar har fyrdubblats under en femtonårsperiod och för bilägarna överstiger de numera 1,6 miljarder kronor per år.

Torr wintersand kan dessutom ge höga halter ohälsosamt vägdamm, vilket kan vara en hälsofara för såväl de som hanterar sanden som boende vid högratifierade vägar och i tätorter. Sammantaget orsakar löst grus på asfaltvägar kostnader för flera miljarder kronor per år.

De främsta källorna till löst grus på asfalterade vägbananor är wintersand efter halkbekämpning, vägarbeten, samt grus från vägkantens stödremsa och främst i dåligt utformade horisontalkurvor med tvär kurvradie, smalt körfält och smal vägren.

Det behövs bättre krav på krossat bergmaterial till halkbekämpning, skärpta krav på snabb upptagning av löst grus, samt bättre utformning av vägbana och vägkant i vägens kurvor. Vaghållare och deras entreprenörer kan med rimliga åtgärder minska risken för skador på både människor och fordon i samband med vägunderhåll.

Det är inte rimligt att fordonsägarna ska betala för förebyggbara brister i vägunderhåll genom dyra försäkringspremier. Fordonsägarna ska inte heller behöva stå för reparationskostnader för fordonskador som uppstått vid körning i samband med dåligt planerade och bristfälligt utförda vägarbeten.

## Väghållarens ansvar

Väghållaren är skyldig att skyndsamt rengöra vägar och gator från grus och andra föroreningar som ger upphov till halka. Vid risk för halkolycka ska väghållaren sätta upp vägmärket *A10 Varning för slirig väg*. Vid risk för stenskott ska vägmärket *A11 Varning för stenskott* användas.



Varningar i all ära, men kanske viktigare är att hålla vägarna rena från grus och annat på vägbanan som kan leda till farliga situationer och olyckor. För att minska fordons- och personsador i samband med vägarbeten har Riksförbundet M Sverige ett antal **förslag till väghållare:**

- **Genomför omledning av** allmän trafik i samband med vägarbeten. Varna långt i förväg, ge trafikanterna möjlighet att välja annan väg samt skylta tydligt för att undvika felkörning.
- **Ta ner vägarbetsskyltar** så snart vägarbetet är slutfört och löst grus sopats bort.
- **Stäng av vägar** i samband med vissa typer av beläggningsarbeten där risken är stor för stenskott och halkolyckor, såsom vid tankbeläggning. Det minskar också risken för att tung trafik kör loss gruset och skapar hala, blödande partier.
- **Sänk hastighetsgränsen tills** allt rullgrus har sopats bort.
- **Öka bredden hos** körfält i snäva kurvor, så att de uppfyller skall-kravet på breddökning i anvisningen *Vägars och gators utformning (VGU)*. Detta förebygger att lastbilsläpens bakhjul, till följd av ekipagens oundvikliga spåravvikelse, trafikerar stödremsan och river loss grus från denna.
- **Stabilisera alltid stödremсор** i kurvor och korsningar, eftersom obundet grus från stödremsan annars lätt dras ut av spåravvikande fordon.
- **Förkorta tiden för** sopning efter snabellagningar och förseglingar av potthål och sprickor till maximalt två timmar. Dessa lagningsmetoder ger alltid ett stort överskott av grus som trafiken annars sprider ut.
- **Kräv sopning under** pågående snabellagning och försegling på vägar med hastigheter över 70 km/tim. Detta minskar risken för allvarliga skador då löst grus slungas mot oskyddade trafikanter och bilrutor.

## Inverkan av löst grus på vägfriktion och därmed på olycksrisken

International Road Assessment Programme (IRAP) är en registrerad global välgörenhetsorganisation, vars mission är att rädda liv i hela världen genom att eliminera vägsäkerhetsrisker. IRAP är aktiv i över hundra länder och samarbetar med regeringar, vägmyndigheter, trafikantorganisationer, forskningsinstitut och utvecklingsfonder. IRAP bedriver omfattande forskning om sambanden mellan vägegenskaper och olycksrisk. Resultaten påverkar under detta decennium investeringar på över 200 miljarder USD för att höja säkerheten på över 200 000 km vägar runt om i världen. Därtill publiceras rapporter så som *Vaccin för vägar*, undervisningsmaterial och mycket annat.

Nedanstående tabell från IRAP visar hur låg vägfriktion påverkar risken för olika typer av trafikanter att drabbas av trafikolycka. Tabellen visar effektsamband dels för belagda vägar (sealed), dels för grusvägar (unsealed); se kolumnen längst till vänster.



### RISK FACTORS BY ROAD ATTRIBUTE CATEGORY, ROAD USER TYPE AND CRASH TYPE

Skid resistance/grip	Vehicle occupant		Motorcyclist		Pedestrian	Bicyclist	
	Run-off and intersection	Head-on LOC *	Run-off and intersection	Head-on LOC	Crossing	Along **	Run off
Sealed - adequate	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Sealed - medium	1.4	1.4	1.6	1.6	1.4	1.6	1.6
Sealed - poor	2.0	2.0	2.5	2.5	2.0	2.5	2.5
Unsealed - adequate	3.0	3.0	4.0	4.0	3.0	4.0	4.0
Unsealed - poor	5.5	5.5	7.5	7.5	5.5	7.5	7.5

\* LOC: loss of control. \*\* Risk of being struck by a vehicle or motorcycle.

Även om IRAP inte uttryckligen anger mätvärden för låg friktion orsakad av löst grus på asfalt, finns goda skäl att anse att sådana vägar faller under rubriken *Sealed – poor* med avseende på fordonets väggrepp och -hållning. Skillnaden mellan värdet 2,0 för *Sealed – poor* och referensen 1,0 för *Sealed – adequate* visar på fördubblad olycksrisk. Risken för trafikolyckor ökar alltså dramatiskt med försämrad friktion och därmed väggrepp, och med löst grus på asfalt sjunker friktionen kraftigt.

## Utveckla bättre krav på krossat bergmaterial till halkbekämpning

Stenskottsskador på strålkastare, vindrutor, glastakluckor och lackering förekommer hela vintersäsongen, med extremt hög frekvens under skiftet från

vinter till vår under mars och april. Allt fler bilister kör på odubbade vinterdäck som polerar vägbanan blank och hal, vilket tillsammans med klimatförändringen har fört till att halt väglag uppstår oftare och därmed till ökad sandning.

Odubbade vinterdäck är tätt sajpade och tillverkas av särskilt mjuka gummiblandningar, vilket gör att grovsand och fingrus lättare fastnar i däckmönstret och kastas mot andra bilar. Biltillverkarnas strävan att minska miljöpåverkan har medfört att vindrutorna i dag typiskt är tio procent tunnare än för något decennium sedan, vilket gjort dem känsligare för stenskott. På grund av att EU:s bilregler inte är optimerat för körning i kallt klimat, har dessutom det tidigare svenska kravet på stänkskydd utgått. Det har enligt en utredning vid forskningsinstitutet Rise nästintill fördubblat antalet stenskottsskador.

Stenskott uppkommer vid möten, samt vid körning på vägar med flera körfält. Stenskott är särskilt vanligt vid omkörning och påfart i accelerationsfält. Stenskott är vanligast på vägar som halkbekämpas mekaniskt genom att sandas, men förekommer även på de större vägar som saltas men där asfaltbeläggningen är av undermålig kvalitet.

Förr utfördes halkbekämpning med okrossad och därmed billig natursand, med dess helt runda korn. Efter politiska beslut har natursandtäcker och naturgrustäcker ersatts med färre och större bergtäcker. Detta har kraftigt ökat det miljöbelastande transportarbetet för vintersanden. Halkbekämpning utförs numera med olika typer av bergkross under benämningar så som stenflis, finmakadam, krossad grovsand och halkstopp. Dessa "vintersandkorn" är mer eller mindre flisiga, och dess form kan göra materialet rent av vasst, med ökad risk för stenskott och andra skador.

### I dag ställs typiskt tyvärr endast dessa tre krav på vintersand till halkbekämpning:

1. Största kornstorlek cirka 6 millimeter (mäts dock på kornens kortaste sida; flisiga korn kan vara betydligt längre).
2. Billigaste produkt inklusive leverans till vägdriftens depåer.
3. Materialet får inte klumpa ihop så det orsakar stopp i sandspridarna.



Det mest effektiva sättet att minska stenskottsskador vore att åter tillåta halkbekämpning med natursand. I brist på natursand återstår att ställa bättre krav på vintersand av bergkross. För att skapa ekonomiskt, miljömässigt och hållbar halkbekämpning behövs följande typer av krav på halkstoppande vintersand:

- **Minskad risk för** stenskott genom vettig begränsning av kornens flisighet.
- **Minskad mängd ohälsosamt** vägdamm genom krav på kornens resistens mot att malas ned under stadsbussars tungt belastade och vridande styrhjul.
- **Minskad mängd ohälsosamt** vägdamm genom krav på att material med storlek under cirka en millimeter ska vara bortsållat. Det vill säga sådant som humus från bergavtäckning, ler och silt från sprickfyllning i bergmassan, samt krossad finsand ska sållas ut. Sådant utsållat material kan i stället med fördel blandas in i produkter till grusvägar, där sammanbindning med grusprodukterna kan skapa nytta.

Ett sådant halkbekämpningsmaterial klassas enligt standard SS-EN ISO 14688-1 som en blandning av krossad grovsand och finmakadam, med kornstorlekar mellan en och sex millimeter (anges som sortering 1/6 mm). Alternativt används enbart finmakadam i sortering 2/6 mm. Det kan även finnas anledning att ställa krav på kornfördelningskurvan. Detta borde utredas av till exempel VTI.



## Förhöjd olycksrisk i horisontalkurvor

Närmare hälften av alla trafikolyckor sker i horisontalkurva, trots att betydligt mindre tid av vår körning sker i kurva än på raksträcka och genom korsning. Andelen av alla trafikolyckor som sker just i kurvor är särskilt hög på landsväg. Skadeföljden blir av flera skäl också i allmänhet svårare vid olyckor i kurvor på landsväg. Kurvor på landsväg är därmed överrepresenterade som plats för svåra trafikolyckor.

Dåvarande Vägverkets granskning av dödliga singelolyckor som presenterades i rapporten *Analys av singelolyckor med dödlig utgång på det statliga vägnätet 2002* fann att dödsolyckor sker fem gånger oftare i ytterkurvor än i innerkurvor. I EU-projektet *Roadex III* kopplades överrisken i ytterkurvor till instabil kurvtagning med förhöjt behov av sidofriktion till följd av feldoserat tvärfall (för liten skevning) i ytterkurvor. En annan orsak är halkolyckor på grund av otillräcklig vattenavrinning i dåligt utformade skevningsövergångar vid in- och utgång till ytterkurvor som bankats upp till skevning, vilket 2008 presenterades i rapporten *Health Issues Raised by Poorly Maintained Road Networks*.

Orsakerna till överrisken för svåra olyckor i samband med kraftspelet vid kurvtagning är många, och de återfinns i det komplexa samspelet mellan förare, fordon och väg. Skynd sikt i kurvor kan leda till att faror överraskar föraren. Hög sidkraft, ofta i kombination med låg och/eller varierande vägfriktion, medverkar till många olyckor. Utebliven eller otillräcklig breddökning av körfälten kan göra vägen för smal vid möte med spåravvikande tunga lastbilssläp.

Vältning är vanligare i kurvor, i synnerhet för fordon med hög tyngdpunkt. Vältning medför dessutom flerfaldigt ökad dödsrisk än om fordonet kraschar utan

att välta. Riskfaktorer för vältning inkluderar hög kurvtagningshastighet, överraskande tvär kurvradie samt feldoserat tvärfall. Särskilt anmärkningsvärt är att Trafikverket av estetiska skäl ställer skall-krav på att nya vägar ska utformas med övergångskurvor (klotoider), vilka lurar förare att köra fortare än om de inser hur tvära kurvorna verkligen är. Därtill förutsätter Trafikverkets regler för breddökning av körfält i tvära kurvor att det råder barmarksfriktion året runt, vilket gör att breddökningens storlek är alldeles för liten för trafik på halt vinterväglag då släpvnars spåravvikelse typiskt är uppemot dubbelt så stor.

### Samband mellan dåligt utformade kurvor och olycksfrekvens

Kurvkvälitet (engelska: quality of curve) är ett aggregerat mått som anger hur pass lätt föraren kan bedöma hur tvär kurvan är, samt bedöma hur hög högsta trafiksäkra kurvhastighet är. Detta subjektiva mått påverkas bland annat av vägs skyltar som varnar för farlig kurva, vägkantstolpar som visar kurvans krökning, att kurvan har konsistent krökning utan att 'nypa' till med snävare kurvradie, samt att körfältet har bra utformat tvärfall som ger stabil kurvtagning. Exempel på vägutformning som ger låg kurvkvälitet är skynd sikt, tvär kurvradie, samt äggformad (nypande) kurvradie inklusive användning av klotoid som övergång mellan rak linje och cirkelbåge.

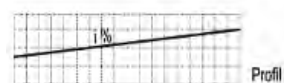
Enligt tabellen på nästa sida från IRAP:s (International Road Assessment Programme) faktablad med effektsamband kan risken för bilisters trafikolycka minskas cirka 20 procent genom att förbättra vägars kurvkvälitet.

## RISK FACTORS BY ROAD ATTRIBUTE CATEGORY, ROAD USER TYPE AND CRASH TYPE

Quality of curve	Vehicle occupant		Motorcyclist		Pedestrian	Bicyclist	
	Run-off	Head-on LOC	Run-off	Head-on LOC	Along	Along	Run off
Adequate	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Poor	1.25	1.25	1.4	1.4	1.25	1.4	1.4
Not applicable	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

### De luriga klotoiderna bör förbjudas i nya smala tvära kurvor

En övergångskurva (oftast i form av klotoid) innebär att vägens linjeföring gradvis övergår mellan rak linje och cirkelbåge. Detta anses ge vackrare vägar än då linjeföringen estetiskt mer brutalt består av enbart raka linjer och cirkelbågar. Problemet är att denna skönhet kommer till priset av att förare kan missbedöma hur tvär kurvans huvudbåge är, och därför kör in i kurvan med alltför hög hastighet. Se figur nedan från Trafikverkets anvisning för vägars och gators utformning (VGU).



Jämförelse utan respektive med övergångskurva (klotoid)

Raksträckor ger mer trafiksäker framkomlighet än kurvor. Därför eftersträvar vägsäkerhetsmedvetna vägutformare – som naturligtvis beaktar riksdagens beslut om Nollvision för svåra trafikolyckor – att skapa raka vägar. Vid hinder i form av sjöar, berg, byggnader och liknande är det ofrånkomligt att utforma vägar med kurvor.

Att lägga in klotoider vid kurvorna medför inte bara att förare luras underskatta kurvornas krökning, utan det får även trafiksäkerhetsförsämrande geometriska konsekvenser. Klotoider gör nämligen att kurvans huvudbåge ges onödigt snäv kurvradie, vilket innebär ökad sidkraft vid kurvtagning och därmed ökad olycksrisk. Alternativt förkortas de trafiksäkrare raksträckorna med sina trygga omkörningsmöjligheter mellan kurvorna.

Djupstudier som gjorts av Vegvesen i Norge och presenterats i rapporten *Dybdeanalyser av dødsulykker* har år efter år visat att 'äggformade' kurvor är en av de vanligaste vägegenskaper som medverkat till dödsolyckor.

Förhållanden som återkommer i samband med flera olyckor är:

- **Dålig sikt framåt** i innerkurva.
- **För kraftig vertikal** kurvatur som också kan ha orsakat siktproblem.
- **Sammanstatta kurvor med** avtagande svängradie.
- **Ogynnsam horisontell geometri.**
- **Kurvor med överraskande** geometri, en kurva som var skarpare än vad som kunde förutses utifrån linjeföringen.

En skotsk rapport, *A remedy for accidents at bends*, har studerat tre olycksbenägna kurvor som var utformade med klotoider. De byggdes om så att klotoiderna togs bort. Resultatet blev att trafikolyckorna minskade markant, med cirka 80 procent, och kostnadseffektiviteten blev mycket hög. Utredarnas slutsats var att dessa resultat tyder på att ett utbrett förebyggande av olyckor vid undermåliga kurvor skulle vara enkelt och billigt, och att vägutformningsanvisningar inte längre bör rekommendera användning av övergångskurvor.

En studie i Kalifornien, *Accidents on Spiral Transition Curves*, jämförde olycksfrekvens mellan kurvor med respektive utan övergångskurvor i form av klotoider. Resultaten visar att både antal olyckor och dödsolyckor var betydligt högre med klotoider än för standardkurvor. Studien ledde till att California Department of Transportation beslutade att avstå införande av övergångskurvor som standardpraxis i delstaten.

I Sverige har VTI på uppdrag av dåvarande Vägverket undersökt bilförarens kurvastighet genom kurvor med och utan klotoid. Resultatet, som presenterades i VTI:s rapport 501 *Effekt av övergångskurvor på förarens säkerhetsmarginal*, bekräftade att förarna körde långsammare i snäva kurvor utan övergångskurva än i motsvarande kurvor som började och avslutades med klotoider.

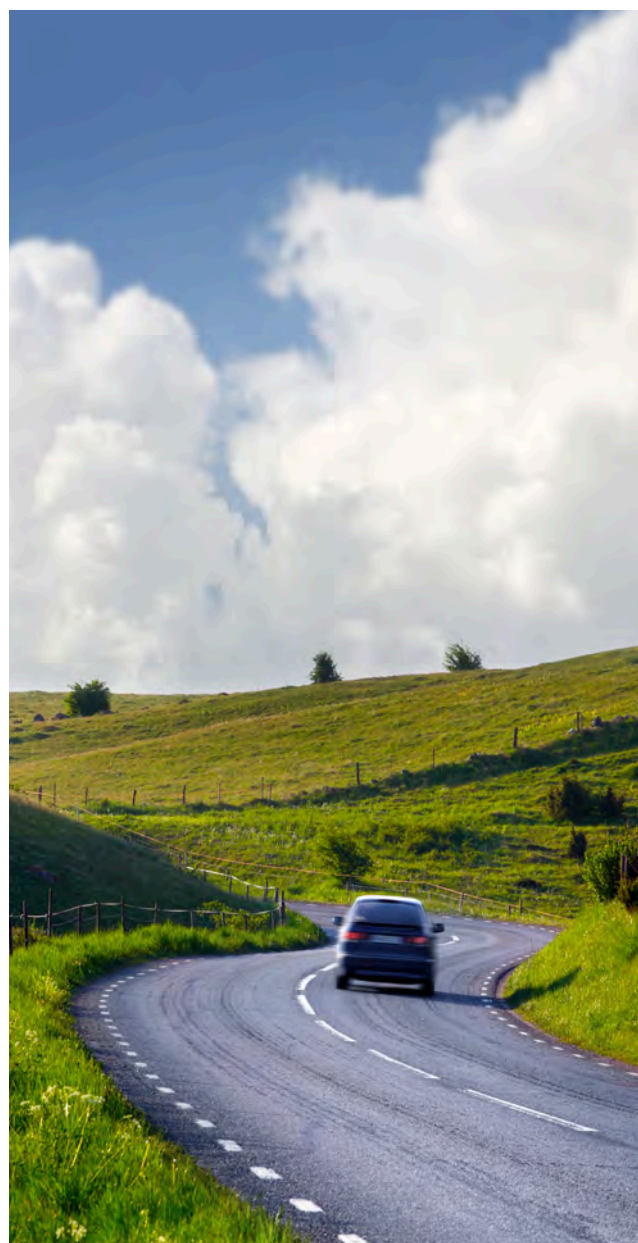
*Om vi antar att hastigheten i en kurva är direkt relaterad till förarens säkerhetsmarginal skulle slutsatsen utifrån de fyra hastighetsmåten bli att säkerhetsmarginalen minskar när klotoidens längd ökar. Störst säkerhetsmarginal skulle då kurvor utan klotoid ha.*

Studiens resultat styrker att klotoider lurar förarna att underskatta kurvtagningens svårighetsgrad, vilket medför högre kurvtagningshastighet och ökad olycksrisk. Liknande slutsats drogs dessförinnan i den holländska studien *Effects of Transition Curves and Super-elevation on the Perception of Road-Curve Characteristics*, vilken dessutom lyfter fram att skevat tvärfall underlättar förarnas bedömning av högsta säkra kurvtagningshastighet.

Den norska *Trafikksikkerhetshåndboken* redovisar resultat från metaanalyser av över 2 000 av de mest ansedda forskningsprojekten i världen om effekter av över 100 trafiksäkerhetsåtgärder. En äldre utgåva av handboken sa att anläggande av klotoider ökar antalet trafikolyckor med 21 procent i en kurva. I den senaste utgåvan av handboken redovisas hur en

klotoid påverkar olycksfrekvensen i kurvor med olika kurvradier. I tvåra kurvor ökar klotoiden olycksrisken; vid kurvradie under 165 meter uppges klotoider ge 112 procent fler olyckor. Men sambandet är komplext. Klotoiden ger nämligen färre olyckor ju bredare vägen är. Vid vägbredd över 11 meter, vilket bara en låg andel av svenska vägar har, ger klotoiden aningen färre olyckor än kurvor med jämna radier.

Svenska Trafikverket har av estetiska skäl tvingande krav på att olycksframkallande klotoider ska användas vid utformning av nya vägar, och anger att: *övergångskurva ska användas vid övergång mellan raklinje och horisontalkurva*. (Vägars och gators utformning – Krav, 2022, avsnitt 9.1.6.2.3). Detta krav måste rimligtvis ersättas med ett förbud mot klotoider på smala och kurviga vägar, i linje med riksdagens beslut 1997 om en Nollvision för svåra trafikolyckor.

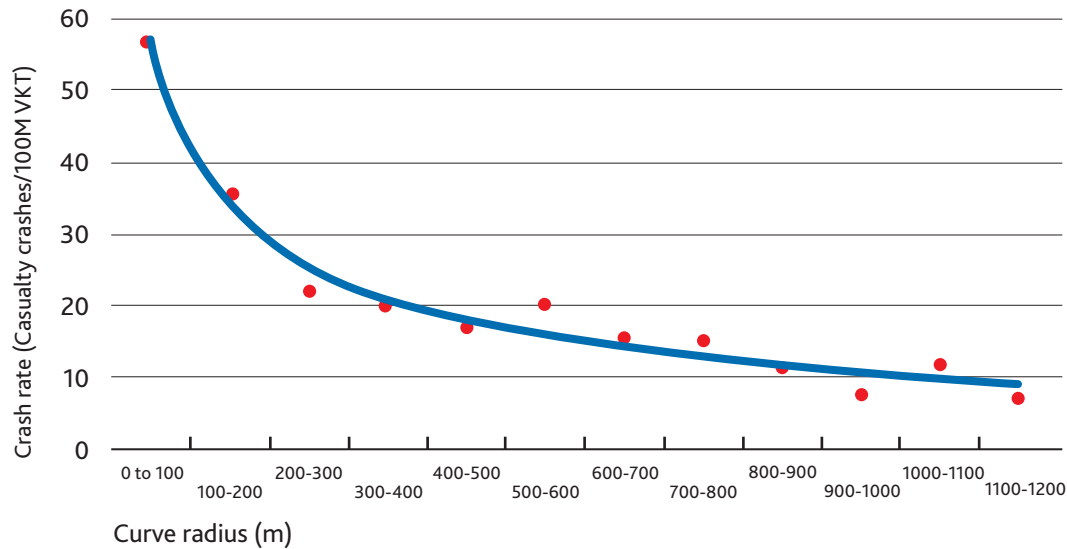




## Snävare kurvradie ger ökad sidkraft och därmed ökad olycksrisk

Det är allmänt erkänt i forskningslitteraturen att en vägs kurvatur är relaterad till risken för dödsfall eller allvarlig skada. En studie från Australien (Turner et al., 2010) visar tydligt hur olycksfrekvensen ökar med krympande kurvradie. Vid kurvradier under 300 meter ökar risken för olycka markant.

### CRASH RATE BY HORIZONTAL CURVATURE RADIUS (AUSTRROADS, 2010)



### RISK FACTORS BY ROAD ATTRIBUTE CATEGORY, ROAD USER TYPE AND CRASH TYPE

Curvature	Vehicle occupant		Motorcyclist		Pedestrian	Bicyclist	
	Run-off	Head-on LOC	Run-off	Head-on LOC	Along	Along	Run off
Strait or gently curving	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Moderate curvature	1.8	1.8	2.0	2.0	1.8	1.8	1.8
Sharp curve	3.5	3.5	3.8	3.8	3.5	3.5	3.5
Very sharp	6.0	6.0	6.5	6.5	6.0	6.0	6.0

Enligt ovanstående tabell från IRAP:s faktablad med effektsamband kan risken för bilisters trafikolycka minska avsevärt genom att rätta ut tvära kurvor. Exempelvis gör kurvvrättning från *Sharp curve* till *Moderate curvature* på en landsväg att bilisters olycksrisk minskar från 3,5 till 1,8, med referensvärdet 1,0 för rak väg. Detta medför att antalet olyckor i kurvan i stort sett halveras.

I tabellen ovan är riskfaktorerna för motorcyklister förhöjda med cirka tio procent för att återspegla den relativt lägre stabiliteten hos tvåhjuliga fordon. Riskfaktorerna för fotgängare och cyklister relaterar till risken för att dessa trafikanter ska bli påkörda av förbipasserande fordon.

I tabellen anges krökningsrisken uppdelat för dessa kurvradieintervall:

- **Rak väg eller** svagt krökt kurva: kurvradie större än 900 meter.
- **Måttlig kurvatur: kurvradie** 500 till 900 meter.
- **Skarp kurva:** 200 till 500 meter.
- **Mycket skarp kurva:** 0 till 200 meter.



## Skymd sikt medför ryckig hastighetsprofil och ökat antal olyckor

Det finns en stark konsensus i litteraturen om att förbättringar av trafikfarligt korta siktavstånd leder till en minskning av olyckor med cirka 30 procent för både landsvägssträckor och i korsningar. Därtill ger förbättrad sikt en jämnare hastighetsprofil med minskat behov av energislukande och avgasskapande accelerationer efter inbromsningar, i synnerhet bland tunga lastbilsekipage.

Enligt nedanstående tabell från IRAP:s faktablad med effektsamband kan risken för bilisters trafikolycka minskas med närmare 30 procent genom att ta bort siktsskymmande hinder, så som att röja bort träd och annan vegetation, eller schakta bort skymmande slänt utanför vägdiket i synnerhet på insidan genom tvära kurvor.



### RISK FACTORS BY ROAD ATTRIBUTE CATEGORY, ROAD USER TYPE AND CRASH TYPE

Sight distance	Vehicle occupant and motorcyclist intersection	Pedestrian along and crossing	Bicyclist run-off, intersection and run-off
Adequate	1.0	1.0	1.0
Poor	1.42	1.42	1.42

## Ökat antal olyckor i kurvor med lägre skevning än dagens vägregler kräver

På uppdrag av amerikanska Federal Highway Administration utvecklades en metod att bedöma vägars säkerhetsprestanda, genom att kombinera fyra typer av inmatningar:

1. Historisk trafikolycksdata
2. Statistiska modeller
3. Resultat från studier före och efter åtgärder
4. Värderingar utförda av trafiksäkerhetsexperter

I projektets slutrapport *Prediction of the Expected Safety Performance of Rural Two-Lane Highways* (2000) visas att feldoserade kurvor ökar olycksutfallet avseende personbilars avåkningar och mötesolyckor. Olycksökningen uppges vara cirka tre procent för varje procentenhet för lite skevning (körfältets tvärfall i horisontalkurva), jämfört med vägreglernas "ideala" skevningsvärde.

Dagens svenska regler för utformning av skevning på landsväg är tyvärr föråldrade. De bygger på en alltför förenklad analys av upplevd sladdrisk med personbil på halt väglag. Betydligt mer korrekt analys av det komplexa kraftspelet vid kurvtagning med fordon med hög tyngdpunkt visar att tidigare beräkningar av lämplig storlek hos skevningen har allvarligt underskattat optimal storlek av vägbanans skevning, vilket redogörs för i Transportstyrelsens rapport *Utformning av tvärfall för minskad krängningsrisk i kurva* (2016).

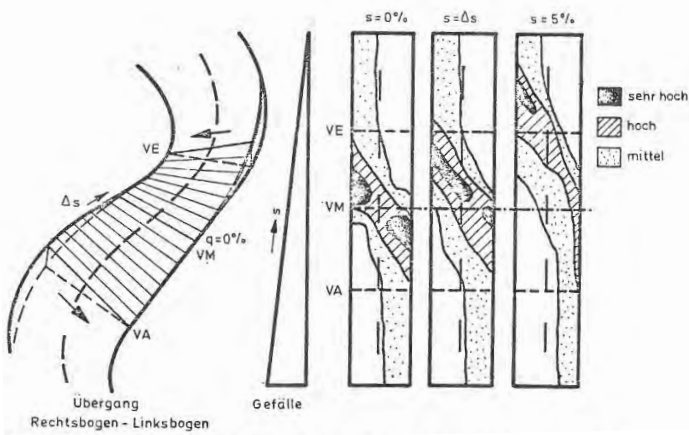
Mot denna bakgrund har Transportstyrelsen i de nyligen utgivna byggreglerna *Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om egenskapskrav för vägar, gator, spårvägar och tunnelbanor* infört krav på att utformning av skevning numera måste ske med hänsyn till vältolycksrisk genom krängning. Därmed måste Trafikverkets obsoleta anvisning för vägars och gators utformning rättas till.

I tusentals år byggdes vägar för långsamma oxdragna vagnar och med bomberad sektion, det vill säga högst vid vägens mitt och med körfälten lutande utåt mot höger respektive vänster dike oavsett raksträcka eller horisontalkurva, för att maximera god vatten-

avrinning och därmed ökad väglivslängd. Med den motoriserade automobilen steg fordonens hastighet radikalt, vilket medförde rejält ökad sidkraft vid kurvtagning och därmed en anhopning av trafikolyckor i kurvorna.

Redan på 1920-talet infördes i USA krav på att yttre körfältet i en kurva ska byggas med tvärfallet uppbankat till skevning för att minska sidkraften, behovet av hög sidofriktion mellan däck och vägbanan, samt därigenom minska olycksrisken i kurvorna.

Med innovationen skevning i kurvor introducerades samtidigt hög risk för vattenansamling (och därmed vattenplaningsolyckor) vid övergång mellan bombering och skevning vid start respektive slut av uppbankade yttrekurvor.

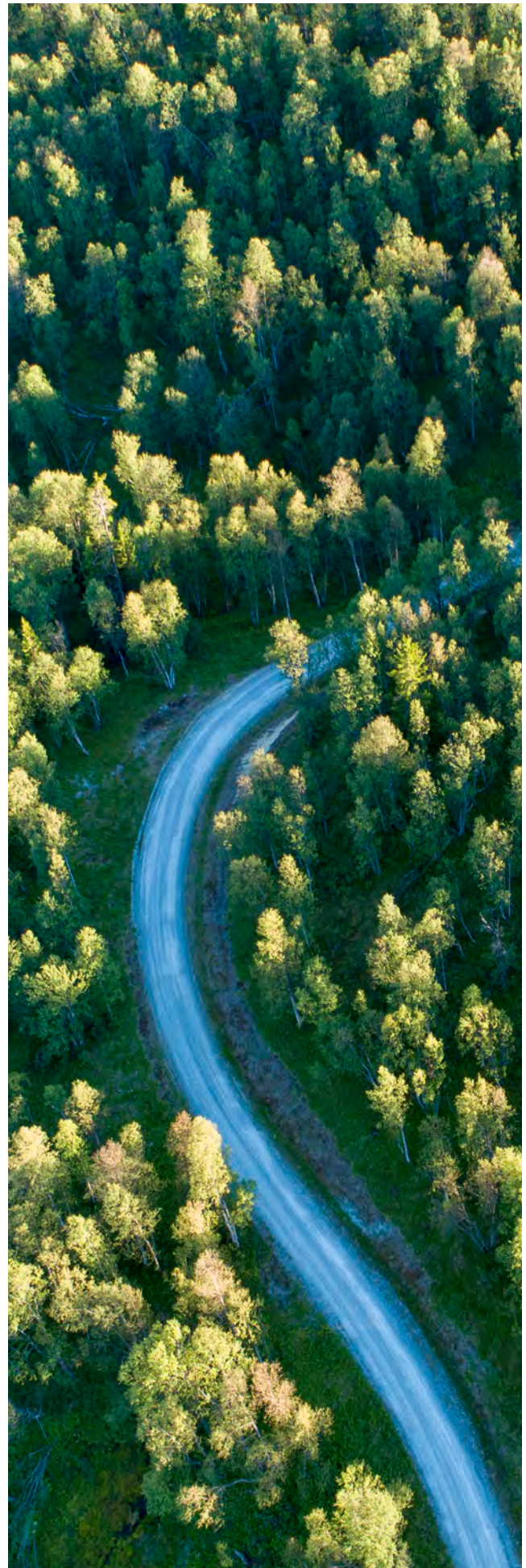


*Regnvattenfilmen blir extremt tjock vid skevningsövergång mot skevad yttrekurva.*

Ungefär åtta av tio vattenplaningsolyckor sker vid trafikfarligt utformad ingång till, respektive utgång från, yttrekurva som bankats upp till skevning. Lutning lägre än 0,5 procent medför att regn- och smältvatten inte rinner av vägbeläggningen.

Vid in-/utgång av uppbankad yttrekurva är tvärfallet noll, eller nära noll, procent på flera tiotal meter längs vägen. Därför måste vägen ges längslutning på minst 0,5 procent just vid skevningsövergång mellan bomberad raksträcka och skevad yttrekurva. Därmed kan vattnet rinna längs vägen, för att några meter bort rinna i sidled till diket.

Ett mycket stort antal kurvor på svenska vägar har emellertid inte utformats så vatten kan rinna av, utan har en design som innebär att vägen har inbyggd risk för vattenplaningsolyckor.



**Riksförbundet M Sverige** har som bilisternas konsumentorganisation arbetat för ökad trafik-säkerhet i hundra år. Bilarnas säkerhet, bilbälten och rattsurf är exempel på frågor som har varit centrala i organisationens arbete. Men den sekellånga erfarenheten har också lärt oss att för en säker trafik måste vägnätet underhållas.

Bilförare kan göra misstag och även om bilarna blir allt säkrare måste också vägen vara förlåtande i sin utformning. Det satsas för lite på ombyggnad och anpassning av vägarna för att bättre möta dagens krav på trafiksäkerhet. En äldre väg kan behöva kompletteras med mötesseparering, en sträcka med oproportionerligt stor andel viltolyckor får inte lämnas utan viltstängsel, undermåliga sträckningar, feldoserade kurvor och andra oförutsedda vägegenskaper måste åtgärdas för att inte bli överraskningsmoment för bilföraren.

Ett stort problem är underhållsskulden. Genom att skära ner på underhållet skapas inte bara en situation där behoven aldrig minskar, utan i stället successivt ökar. På sikt gör det att kostnaderna för att upprätthålla dagens standard bara blir högre och högre. Vägnätet måste underhållas för säkerheten i trafiken.

I den här rapporten pekar vi på några av de vanligaste och mest allvarliga bristerna i vägnätet, och hur ett ojämnt vägunderhåll drabbar de som är mest beroende av bilen hårdast. Allt kan inte göras på en gång, men om de brister och åtgärder som redovisas i rapporten tas med i planeringen inför allt löpande underhåll som görs, kan vi inom en tjugofemårsperiod rätta till en övervägande del av det svenska vägnätet. Det behövs, och det är hög tid att sätta i gång.



M SVERIGE