تدقيق السلامة المرورية على الطرق
Road Safety Audit

1-5 مفهومها ، أهدافها ، مراحلها وآليتها

تدقيق السلامة المرورية هي الآلية المنهجية التي تضمن أن يكون التصميم الهندسي حاوياً على إجراءات وقائية لوقوع الحوادث كما أنها الطريقة المنهجية لتفقد عناصر السلامة المرورية للمشاريع الطرقية أو المؤثرة على الطرق وذلك في مراحل التصميم والتنفيذ والتشغيل بغرض منع وقوع الحوادث أو التقليل من آثارها .

عملية التصميم الوقائي بحد ذاتها لا تضمن مستوى سلامة مقبول لأن التصميم قد لا يعمل كما خطط له . يجب أن تتكامل عملية التصميم للمشاريع المتعلقة بالطرق بعملية منهجية لتدقيق السلامة المرورية في كل مرحلة من مراحل المشروع .

آلية تدقيق السلامة المرورية هي عملية مستقلة تقوم بها جهة منفصلة عن جهة الدراسة أو التنفيذ أو التشغيل وجهة ذات خبرة في مجال السلامة المرورية .

تهدف عملية تدقيق السلامة المرورية إلى :

- التعرف على المشاكل المحتملة للسلامة المرورية التي تواجه مختلف مستخدمي الطرق أو غيرهم من المتأثرين بالمشروع الطرقي ، والتأكد من أن هذه المشاكل قد أزيلت أو قللت عن طريق تعديلات تدخل إلى التصميم
- تقليل خطر وشدة حوادث المرور المحتملة والمرتبطة بالمشروع ومحيطه
- التقليل ما أمكن من الحاجة إلى إجراءات المعالجة بعد التنفيذ
- تحسين الوعي لمفاهيم التصميم الآمن لكل المشاركين في عمليات تخطيط ، تصميم ، تنفيذ وصيانة الطرق

يطبق تدقيق السلامة المرورية في المراحل التالية :

- **دراسة الجدوى** : حيث تؤثر عملية التدقيق في هذه المرحلة في اختيار المسار ومعايير التصميم ومنعكسات المشروع على شبكة الطرق الموجودة
- **الدراسة الأولية** : حيث تتدخل عملية التدقيق في العناصر الطولية والعرضية ومسافات الرؤية وتصميم التقاطعات وعرض الحارات والأكتاف والرصف وحارات التجاوز والتعامل مع العربات المتوقفة ومعالجة طرق المشاة والدراجات
- **الدراسة التفصيلية** : وتتضمن تدقيق الشاخصات وحواجز الحماية والطلاء الطرقي والإضاءة وتفاصيل التقاطعات وإخلاء جوانب الطريق والإدارة والتحكم المروريين

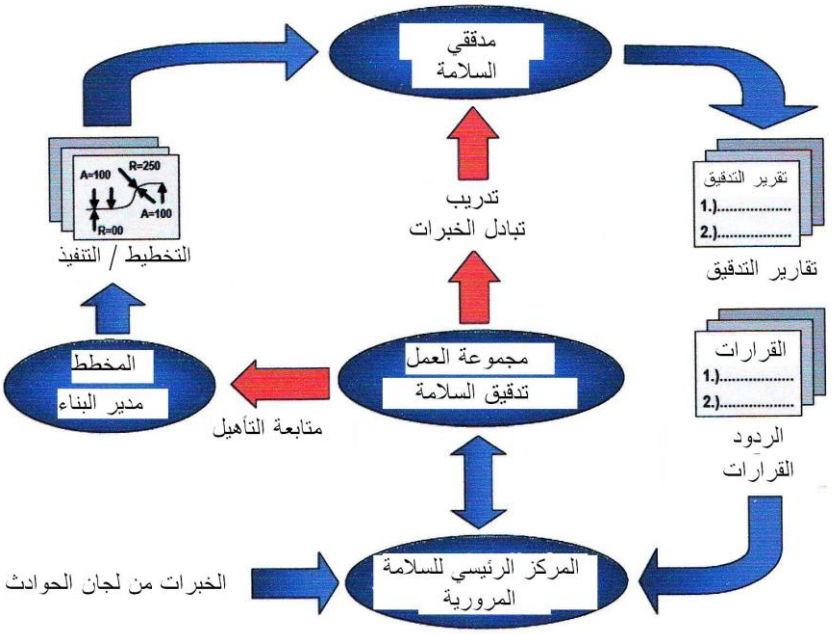
المؤقتين قبل التنفيذ والتصريف والتسوية وتأمين المتطلبات اللازمة لكل مستخدمي الطريق

- **قبل وضع الطريق بالخدمة** : يجب التأكد قبل وضع الطريق في الخدمة بأنه يلبي متطلبات السلامة لكل مستخدمي الطريق وهذا يتضمن فحص ليلي وفحص في مختلف الظروف الجوية والمقارنة بين التصميم الموضوع للطريق وتنفيذه من جهة ومدى ملائمته للواقع
- **أثناء التشغيل** : وتتضمن الفحص المنهجي لمقاطع من شبكة الطرق الموجودة لتقييم ملائمة الطرق والتقاطعات وتجهيزات الطرق وجوانبها من وجهة نظر السلامة

ويختلف تطبيق تدقيق السلامة المرورية على المراحل السابقة من بلد لآخر ففي بريطانيا لا يطبق التدقيق في مرحلة دراسة الجدوى وفي استراليا لا يطبق التدقيق على الطرق الموجودة وفي ألمانيا تطبق التدقيقات على السلامة المرورية من مرحلة الدراسة التصميمية الأولى إلى مرحلة التصميم التنفيذي ومرحلة التشغيل وتوجد مواصفة خاصة لتدقيق السلامة المرورية وضعت في العام 2002 .

يجب أن ينظر مستقبلاً إلى تدقيق السلامة المرورية على أنه جزءاً من نظام إدارة الجودة الطرقية .

لكي يتم الفهم والمعرفة الأفضل للعلاقات المعقدة بين مشاكل التخطيط والسلامة المرورية تجمع خبرات المدققين المتمثلة في تقارير التدقيق والردود /القرارات في المركز الرئيسي للسلامة المرورية ويتم تحليلها . المعلومات المكتسبة من ذلك تكشف العيوب المهمة في التخطيط وتشكل الأساس لمتابعة التأهيل في مجال السلامة المرورية والشكل التالي يوضح ذلك.



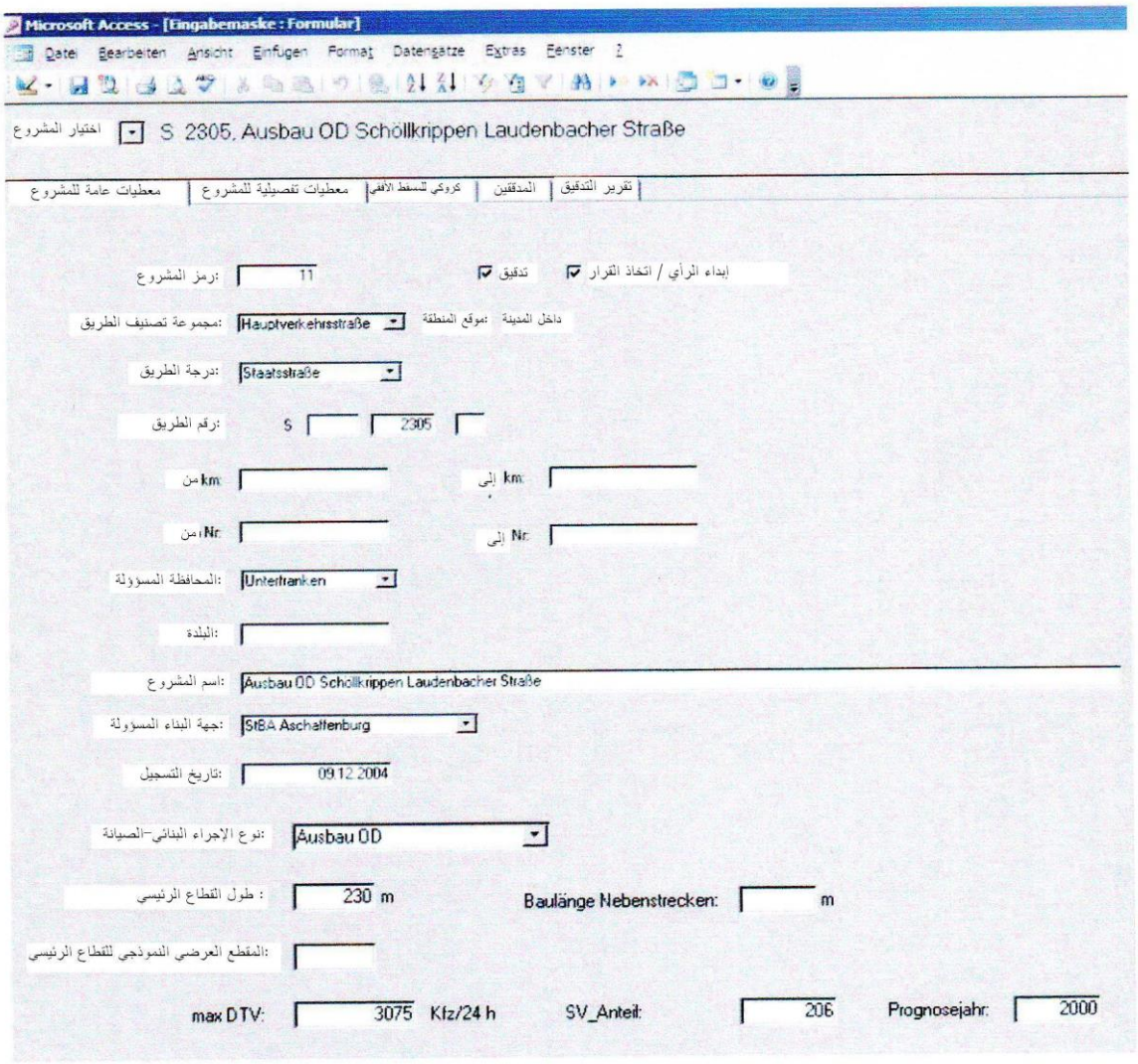
يفيد دليل تدقيق السلامة المرورية في التذكير بالعلاقات بين عيوب السلامة ومخاطرة الحوادث . ويجب أن يساعد أيضاً عند النقاط المجبرة التي لا يمكن تجنبها والتي تخالف التخطيط بحسب المواصفات على إيجاد حل أمين وكاف لجميع مستخدمي الطريق.

يؤثر تشكيل الطرق وتصميم مسارها تأثيراً كبيراً على سلوكية السير وبالتالي يؤثر أيضاً على مخاطرة الوقوع في حوادث السير. تصميم الفضاء الجانبي للطريق يؤثر بشكل حاسم على درجة خطورة أو شدة الحوادث وهناك مبادئ عديدة في المواصفات والتعليمات المتعلقة بموضوع تخطيط الطرق تستند على هاتين القاعدتين المنبثقتين من الدراسات العلمية والخبرات المكتسبة من لجان الحوادث حيث يرمز الخبير المتخصص لمبادئ تكوين الطريق الآمن مرورياً بمصطلحات " طريق مقروء من تلقاء نفسه" و "فضاء جانبي متسامح الأخطاء".

يلخص دليل تدقيق السلامة المرورية أهم أوجه التشكيل الطرقي الذي يحقق السلامة المرورية ويقارنها مع المبادئ الموجودة في المواصفات والتعليمات السارية.

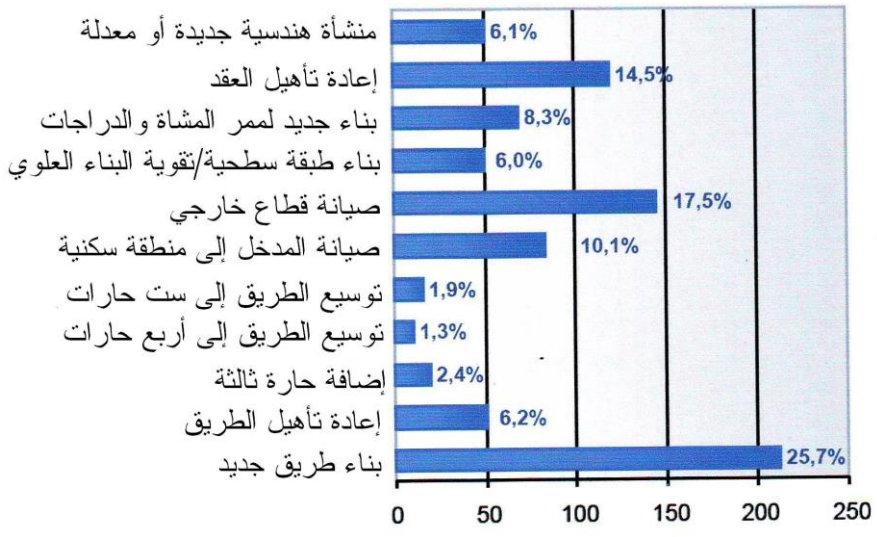
يستخدم دليل تدقيق السلامة المرورية كمساعد في عمل المهندسين والفنيين المكلفين بتخطيط وبناء الطرق ويعتمد على تحديد مشاكل السلامة المرورية الكثيرة الوقوع على الأتوسترادات والطرق السريعة والدولية وطرق النواحي الحديثة التخطيط أو الحديثة البناء وتدون هذه المشاكل في تقارير التدقيق ثم تنقل جميع تقارير المدققين وردود مهندسي التخطيط عليها وكذلك قرارات صاحب المشروع إلى مركز السلامة المرورية في المؤسسة الطرقية ويتم تقييمها حيث تفلتر المعلومات المهمة من النصوص وتوضع بواسطة برنامج Access في بنك المعلومات الذي يستند على جداول عديدة . توضع المعلومات في الانترنت الخاص بالمؤسسة الطرقية .

ويبين الشكل التالي نموذجاً لوضع البيانات والمعلومات الخاصة بالتدقيق .



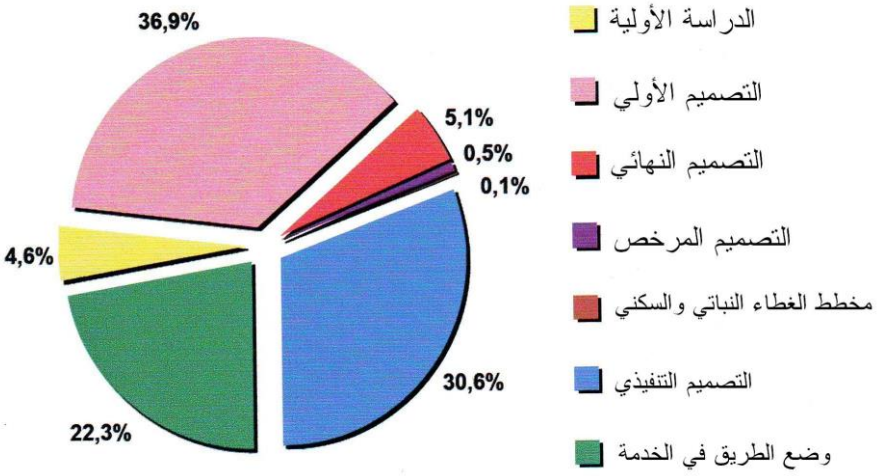
نموذج وضع المعلومات وبيانات التدقيق

ويتم توزيع أنواع المشاريع المدققة خلال فترة زمنية معينة كما في المخطط البياني التالي:



وتوزع كذلك المراحل التي تم فيها التدقيق وفق المخطط البياني التالي :

توزيع مراحل التدقيق من عام ------- إلى عام --------



يعالج هذا الدليل بشكل أكبر مشاكل التخطيط للطرق خارج المناطق حيث أن إحصائيات الحوادث تظهر أن معظم الحوادث وخاصة ذات العواقب الوخيمة تسببها مشاكل السلامة المرورية على الطرق الخارجية .

بالمحاكاة مع مجموعات المشاكل المختارة يتم تدوين التأثيرات من المشاكل الأكثر تكراراً على وقوع الحوادث وتوضع الاستنتاجات في مواصفات موضحة بأمثلة . المحتوى المأخوذ من المواصفة حرفياً يميز بخط مائل . مصدر الصور والأمثلة هو من التدقيق المنشور للمرور ومن تكرار الحوادث التي تم تحليلها من لجنة الحوادث ومن عناصر مجموعة العمل في ألمانيا . غالباً ما يكون هناك عدة عوامل مسببة للحوادث الأمثلة المعروضة في الدليل تم اختيارها بحيث أن عيوب السلامة المذكورة في هذا السياق كان لها التأثير الرئيسي على وقوع الحوادث . من أجل بعض العيوب يمكن النصح بتدابير علاجية فعالة.

العيوب المحلية في السلامة المرورية توقع في خرائط للحوادث بحسب نوعها والتي أساسها هو خريطة طبوغرافية [2] . يوقع في هذه الخريطة كل حادث طرقي مسجل من قبل الشرطة بدائرة رمزية ملونة . من الرموز يمكن أخذ المعلومات التالية مباشرة :

مكان الحادث ← التمركز في الخارطة

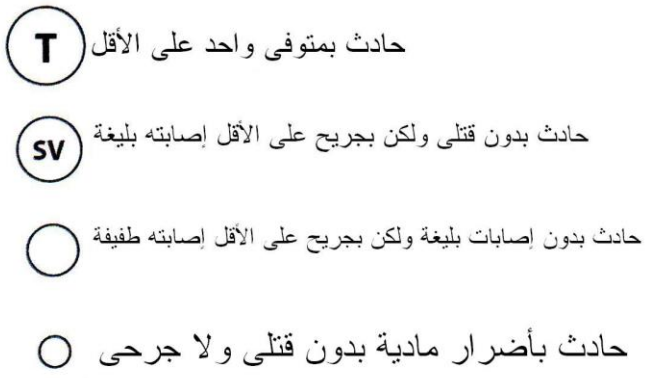
شدة الحادث ← قطر الدائرة

نوع الحادث ← لون الدائرة

يتم تمركز رموز الحوادث على الخارطة النموذجية للحوادث في الموقع الدقيق الذي وقع فيه الحادث . توضع رموز الحوادث في الخارطة ليس على الطريق وإنما مباشرة بجانبه . يتمركز الحادث على جانب الطريق الذي تحرك عليه المسبب الرئيسي قبل الحادث .

على الطرق المؤلفة بشكل مستمر من اتجاهي سير منفصلين كالأتوسترادات توقع الحوادث دائماً بشكل منفصل لكل اتجاه . إذا وقعت حوادث عديدة بجانب بعضها فيمكن أن تحجب بعضها البعض في الخريطة ، لتجنب ذلك تصف الحوادث خلف بعضها البعض على خط . ضمن صف ما تصنف الحوادث موضوعياً حسب نوع وشدة الحادث .

يعبر عن شدة الحادث من خلال قطر الدائرة . تنتج شدة الحادث من الأضرار الكبيرة التي تعرض لها المشتركون بالحادث. وهنا يميز بين الحوادث التي نجم عنها موتى أو إصابات خطيرة أو خفيفة وكذلك الأضرار المادية . وفق هذا التمييز تنشأ حسب شدة الحادث أربع أقطار دوائر مختلفة . القطاعات المعروضة من الخارطة تحوي مقاييس مختلفة . لترتيب شدة الحادث بشكل صحيح رمز للحوادث بوفيات ب T والحوادث بإصابات خطيرة SV . الشكل التالي يبين الرموز الموضوعة في بطاقات نوع الحادث .



يصف نوع الحادث ظروف المشكلة الهندسية المرورية التي نجم عنها الحادث . العملية المرورية التي سببت الحادث هي الحاسمة أو المسؤولة لوحدها في تحديد نوع الحادث . ليس هناك معنى فيما إذا وكيف تصادم مستعملو الطريق. أيضاً لا يلعب السلوك الخاطئ لمستعملي الطريق المسمى من قبل الشرطة بسبب الحادث أي دور في تحديد نوع الحادث . جميع أوضاع النزاع المروري ترتب أو تدرج إلى نوع من الأنواع السبعة للحوادث. لإيضاح الأنواع المختلفة للحوادث في خارطة الحوادث تلون الحوادث حسب نوعها . اللون المعطى والتعريف المختصر للأنواع السبعة الأساسية للحوادث معروضة في الشكل التالي :

حادث سير F ، نوع الحادث 1

سبب الحادث هو فقدان السيطرة على العربة (بسبب السرعة غير المناسبة أو التقدير الخاطئ لمسار الطريق وبسبب حالة الطريق وغيرها) بدون أي علاقة لمستخدمي الطريق الآخرين . ولكن

بسبب عدم السيطرة على حركة العربة يمكن أن يؤدي ذلك إلى التصادم مع المستخدمين الآخرين للطريق .

حادث ناتج عن الانعطاف من الطريق الرئيسي (AB) – نوع الحادث 2

وقع الحادث بسبب التصادم بين العربة المنعطفة من الطريق الرئيسي والعربة القادمة من نفس الاتجاه أو من الاتجاه المعاكس (المشاة أيضاً) على التقاطعات المتصالبة وعلى شكل T أو على الطرق المؤدية (المداخل) إلى أراض عقارية أو ساحات وقوف .

حادث ناتج عن الانعطاف من الطريق الفرعي والتقاطع(EK)– نوع الحادث 3

وقع الحادث بسبب التصادم بين العربة المنعطفة من الطريق الفرعي أو العربة المنتظرة على التقاطع و العربة التي لها الأفضلية عل التقاطعات المتصالبة أوعلى شكلT أو المخارج من أراض عقارية وساحات وقوف .

حادث ناتج عن تخطي المشاة الطريق (UES) ، نوع الحادث 4

وقع الحادث بسبب التصادم (النزاع) بين العربة والمشاة على الطريق إذا لم يحدث ذلك بالاتجاه الطولي ولم تنعطف العربة ويسري ذلك في حال لم يدهس المشاة .

حادث ناتج بسبب العربات الساكنة (RV) ، نوع الحادث 5

وقع الحادث بسبب التصادم (النزاع) بين العربة القادمة والعربة المتوقفة أو التي تسعى للوقوف أو للخروج مكان الوقوف .

حادث في الاتجاه الطولي للمرور(LV) ، نوع الحادث 6

وقع الحادث بسبب التصادم بين مستخدمي الطريق المتحركين بنفس الاتجاه أو بالاتجاه المعاكس إذا لم يشابه نوعاً آخر من الحوادث .

حوادث أخرى (SO) ، نوع الحادث 7

هي الحوادث التي لا تتبع لأي من الحوادث السابقة الستة مثل : التدوير ، السير نحو الخلف ، العربات المتوقفة فيما بينها ، وجود عائق أو حيوان على الطريق ، أعطال مفاجئة في العربة .

في قطاع الخارطة تعرض فقط الحوادث المتعلقة بمقطع الطريق المختبر. الحوادث على الطرق الأخرى التي ليس لها علاقة مع المقطع المختبر من الطريق تترك بدون توقيع للحصول على وضوح أكثر .

2-5 تصميم مسار الطريق

1-2-5 تعاقب أنصاف أقطار المنعطفات

العيوب

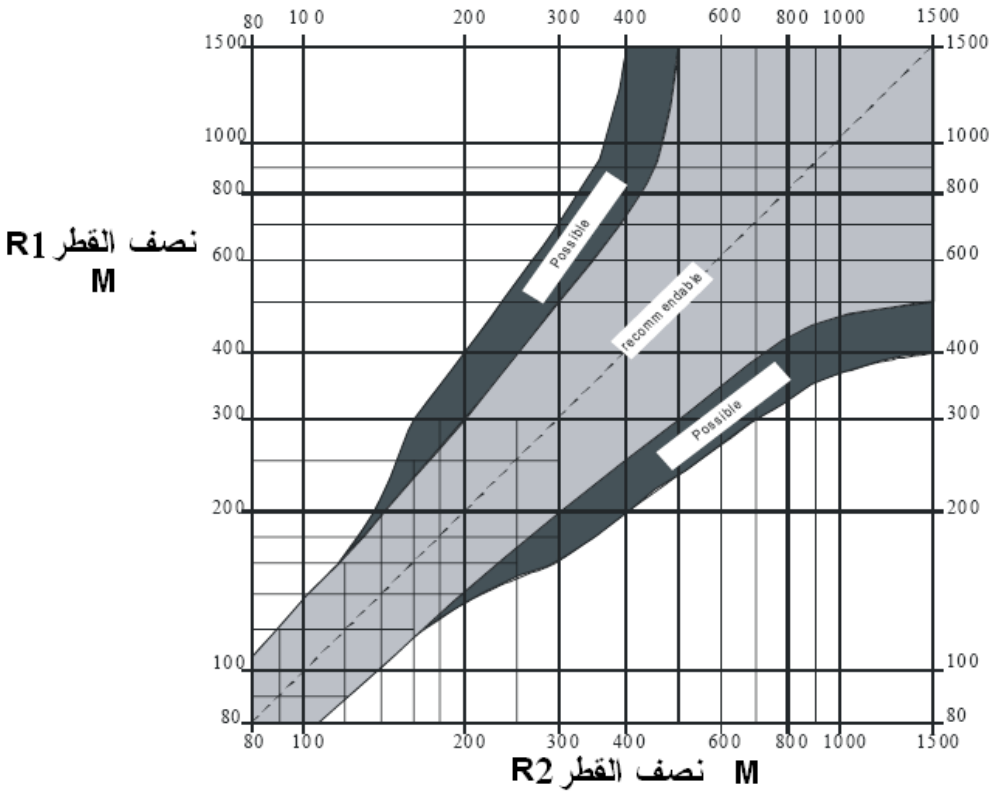
- لا يوجد توافق أو تنسيق بين أنصاف الأقطار المتتالية
- تغير الاتجاه بواسطة منحني الوصل الانتقالي غير كاف

التأثير على وقوع الحوادث

يفاجأ مستخدمو الطريق بعدم انسيابية مسار الطريق ومن خلال ذلك تزداد مخاطرة غير المنتبهين منهم لفقدان السيطرة على العربة والجنوح عن الطريق والوقوع في الاتجاه المعاكس

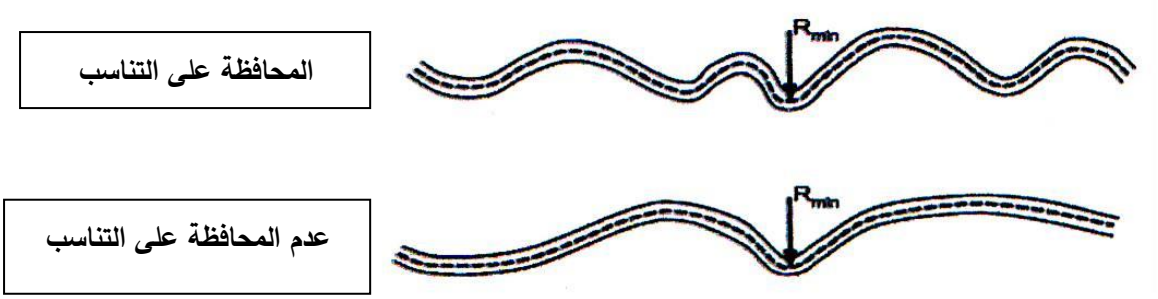
المواصفة

المعامل الحاسم في تصميم المسار هو طبوغرافية الأرض الطبيعية . هذا يعني بأن التنسيق والتوافق بين قيم أنصاف الأقطار للمسار (التصميم النسبي) خاصة في الأراضي الجبلية والهضابية ذو معنى مهم وتأثير حاسم على السلامة. المحافظة على هذا التوافق هو أهم من القيم الحدية للتصميم [3] .



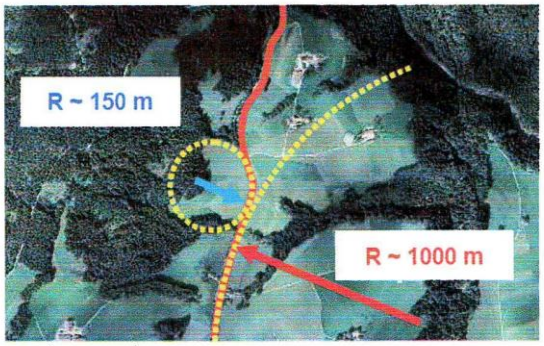
تنسيق تعاقب أنصلف أقطار المنعطفات على الأتوستزادات والطرق السريعة حسب [3]

سلامة المسار المروري لطريق كثير المنعطفات لا يتأثر كثيراً من خلال منعطف صغير . درجة الانحناء الكبيرة المرتبطة بالسرعة التصميمية المنخفضة ليست بنفس الأهمية المرتبطة بمخاطرة وقوع الحوادث . الحاسم هو المواقع غير الانسيابية التي يجب تجنبها . لذلك وتحديداً في مجال أنصاف الأقطار الصغيرة والمتوسطة يجب تحقيق التناسب بين أنصاف الأقطار المتجاورة [3]

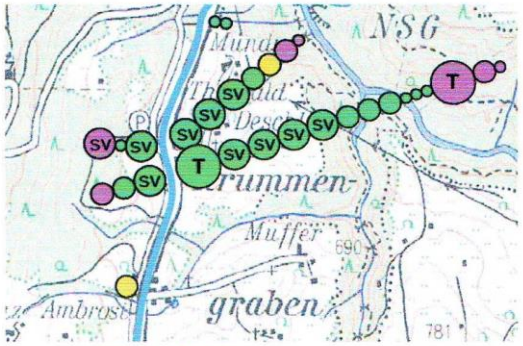


منعطفات انسيابية ومنعطفات غير انسيابية

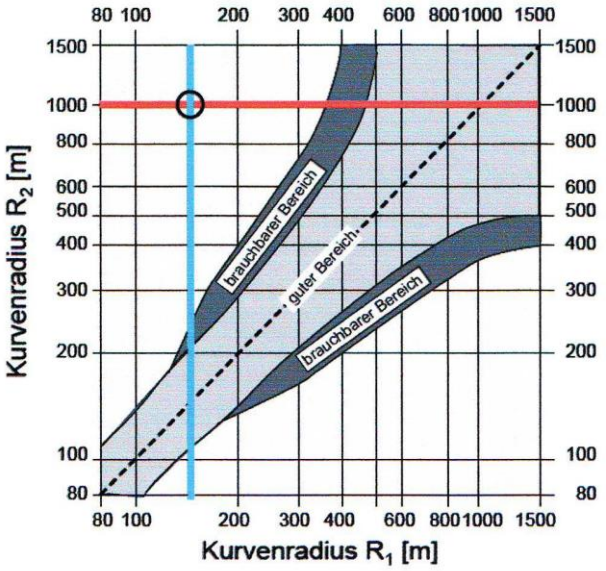
مثال



منعطفات غير انسيابية – عدم توافق في تعاقب أنصاف الأقطار
(1000m → 150 m)



الحوادث بين 2000 - 2005



تعاقب أنصاف الأقطاريقع خارج المجال المقبول

2-2-5 المسار الفراغي

العيوب

- من المسار الفراغي تنشأ خدع بصرية
- ظلال الرؤية تحجب الطريق جزئياً

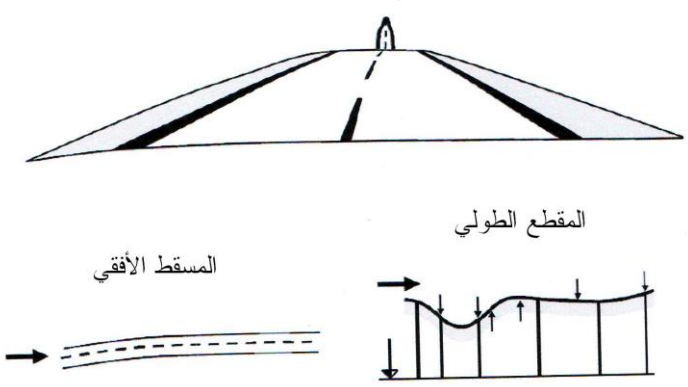
التأثير على وقوع الحوادث

استطلاع مسار الطريق من قبل مستخدميه يكون خاطئاً . وهذا يمكن أن يقود إلى ردود فعل خاطئة. من خلال ذلك تزداد المخاطرة بفقدان السيطرة على العربة والانحراف عن الطريق أو الوقوع في الاتجاه المروري المعاكس.

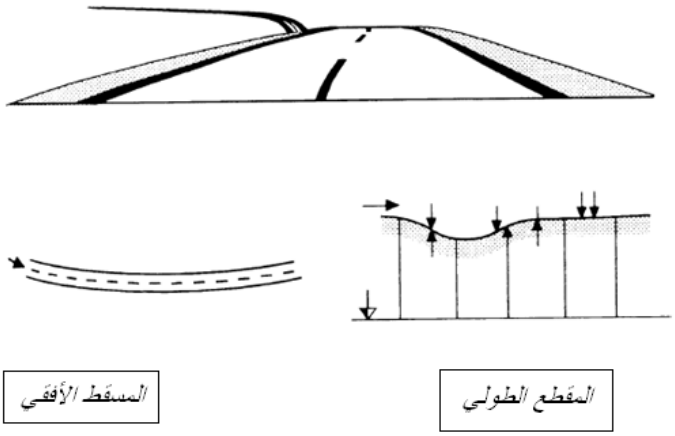
المواصفة

المسار هو بثلاثة أبعاد ويجب أن ينظر إليه فراغياً . من أجل ذلك فإن المنظار البصري للسائق هو العرض المنظوري الوحيد المقبول للتقييم المروري للطريق [3] .

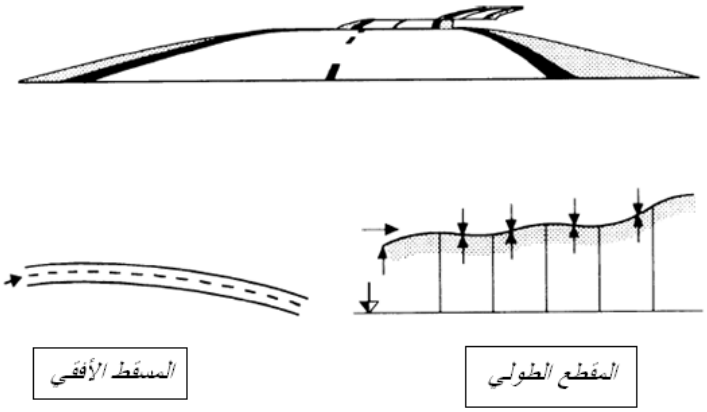
يجب مراعاة التلاؤم بين عناصر المسار في المسقط الأفقي والمقطع الطولي للطريق وتبين الأشكال التالية بعض الحالات الفراغية الممكنة للطريق من منظار السائق :



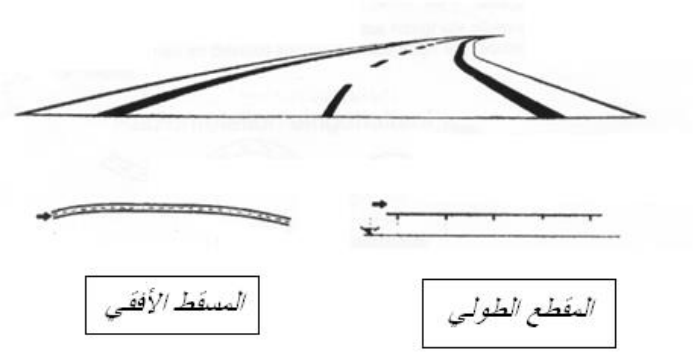
ظاهرة الغطس (اختفاء الطريق) في الاستقامة حسب [3]



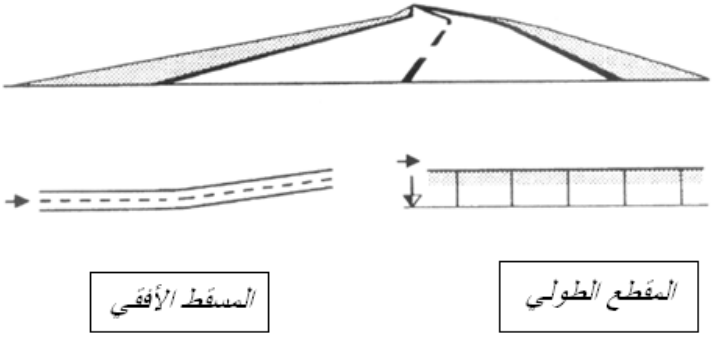
ظاهرة الغطس (اختفاء الطريق) في المنعطف حسب [3]



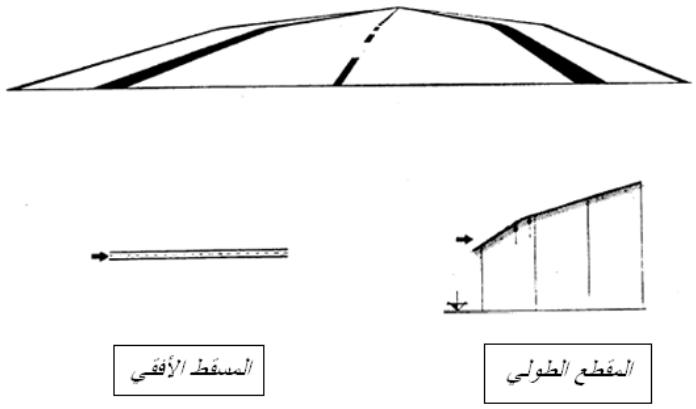
ظاهرة الغطس العميق (اختفاء الطريق) في المنعطف جراء تتالي الأقواس الشاقولية حسب [3]



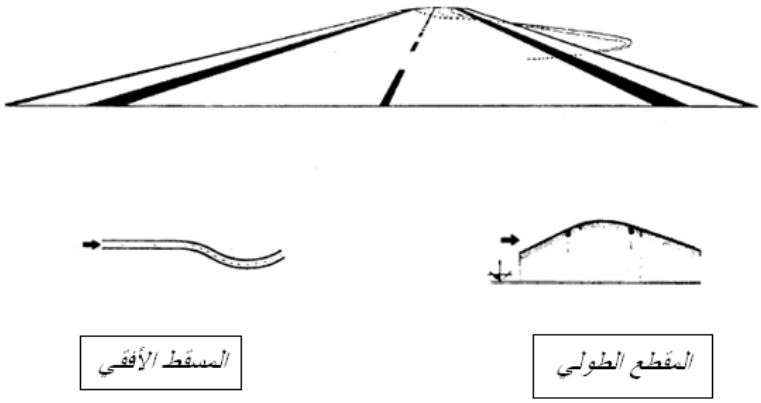
ظاهرة وجود انكسار بصري في الاستقامة حسب [3]



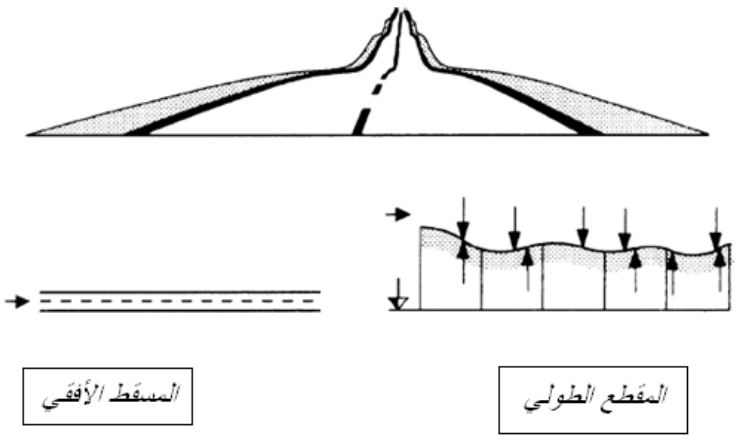
ظاهرة وجود انكسار بصري في المنعطف حسب [3]



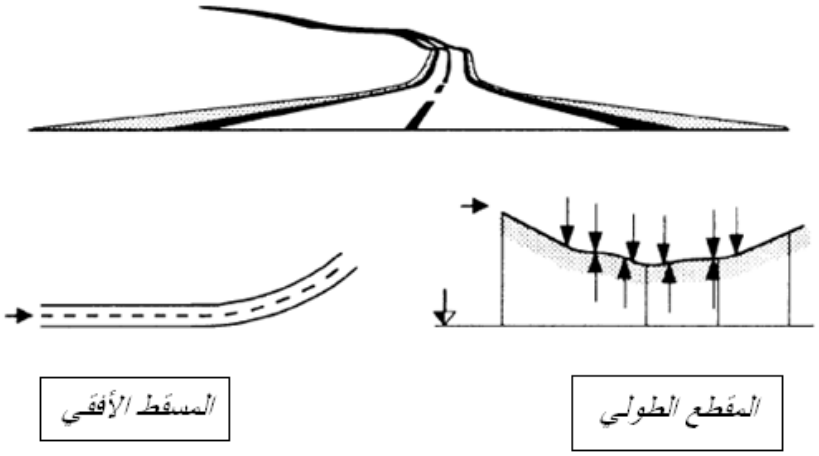
ظاهرة وجود انكسار بصري في المنعطف الشاقولي المحدب حسب [3]



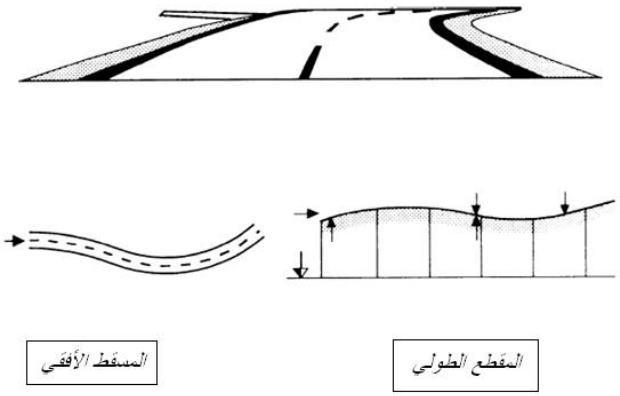
ظاهرة وجود منعطف أفقي خلف القوس الشاقولي المحدب تعتبر ظاهرة خطيرة حسب [3]



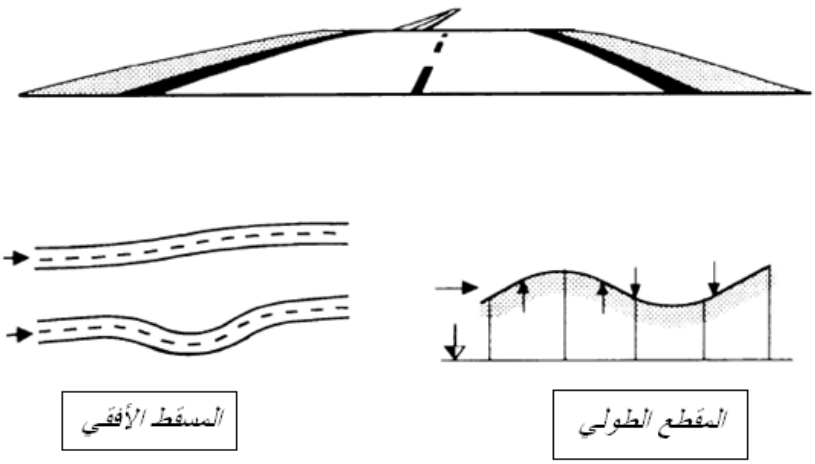
ظاهرة التموج في الاستقامة هي أيضاً غير مريحة وخطيرة حسب [3]



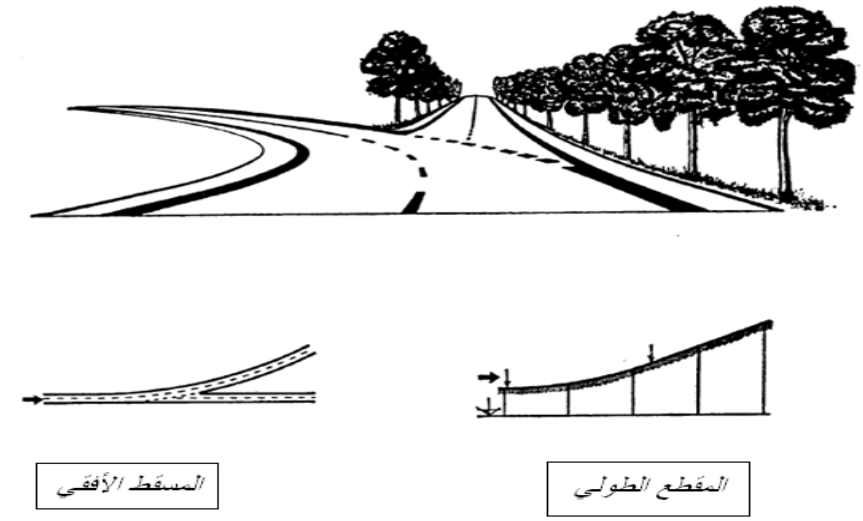
ظاهرة التموج في المنعطف حسب [3]



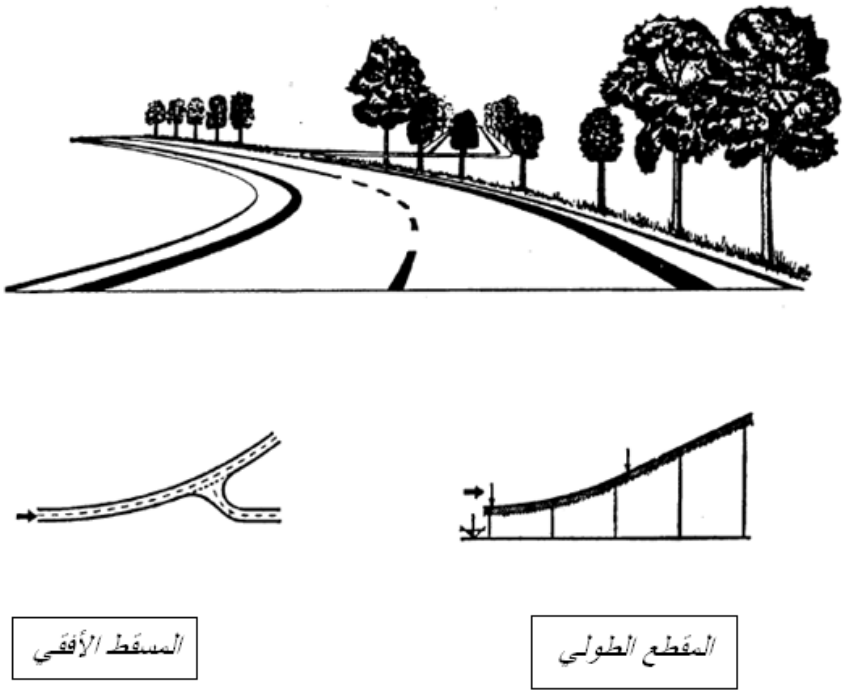
ظاهرة القفز (انحراف المسار بشكل كبير) حسب [3]



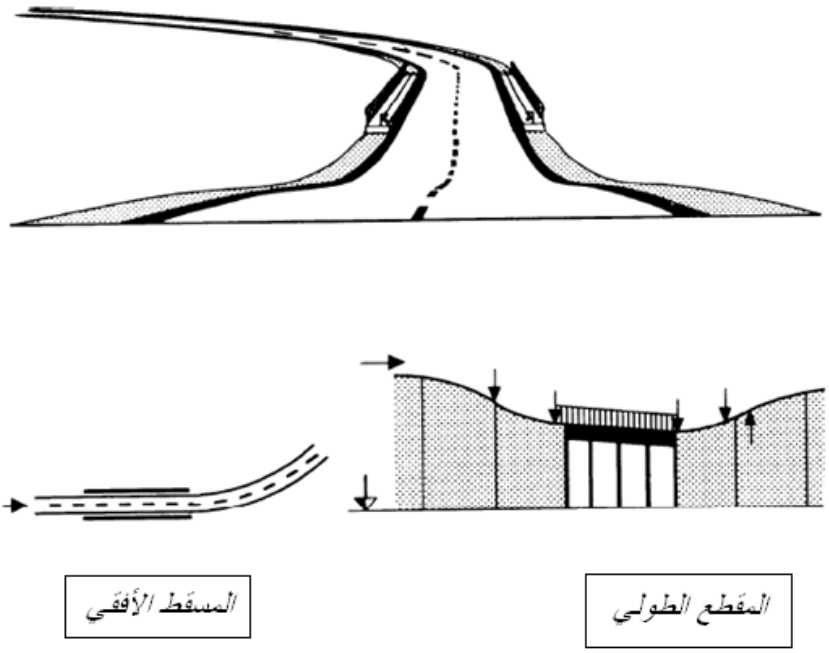
ظاهرة القفز مع انسحاب في المنعطف حسب [3]



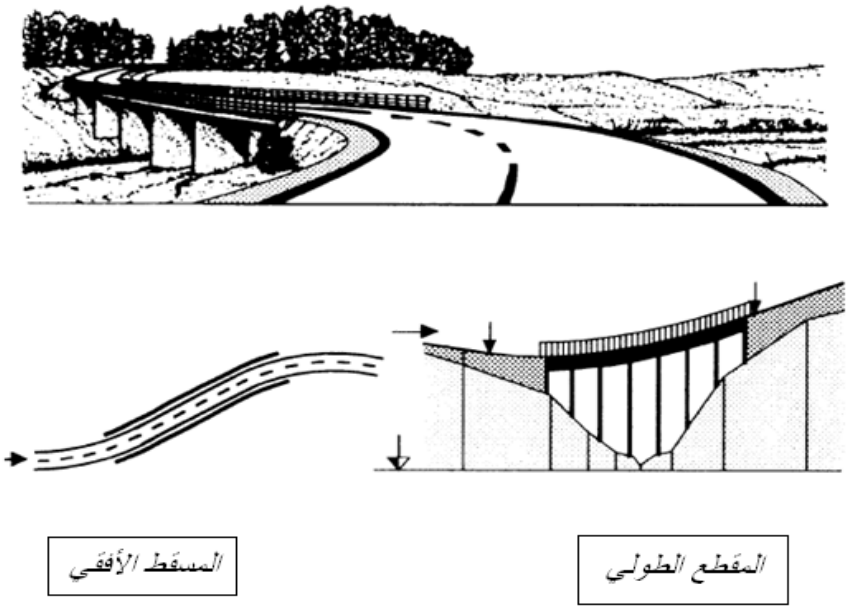
ظاهرة التقاطع السيئ حسب [3]



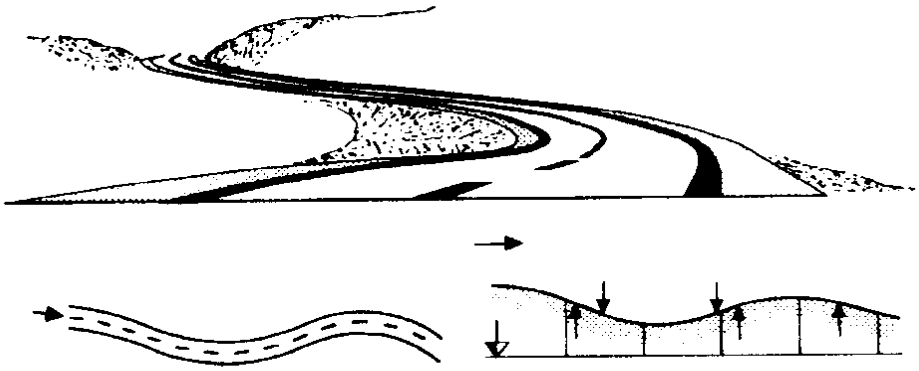
ظاهرة التقاطع الجيد حسب [3]



ظاهرة التوضع السيئ للجسر في مسار الطريق حسب [3]

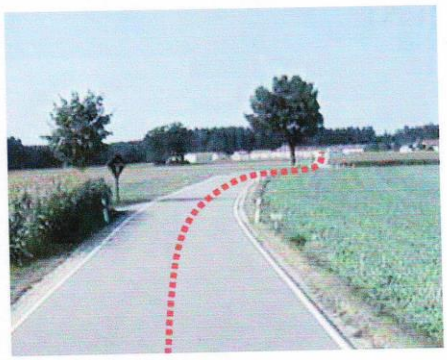


ظاهرة التوضع الجيد للجسر في مسار الطريق حسب [3]



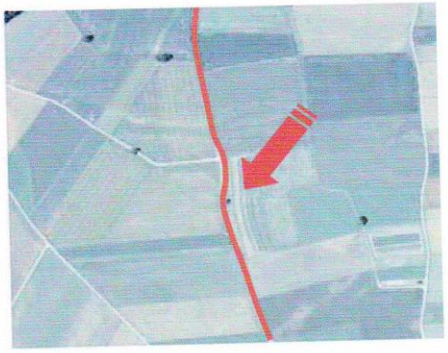
الحالة المثالية لعناصر المسار في المسقط الأفقي والمقطع الطولي حسب [3]

مثال

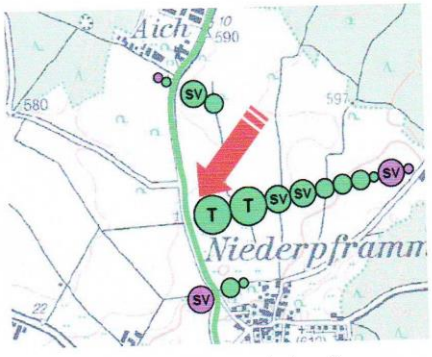


من خلال وثب الطريق يتولد الانطباع بأن المسار يحتوي على منعطف كبير

حقيقة يختبئ خلف القوس الشاقولي المحدب منعطف متعاكس نصف قطره صغير



مسار فراغي غير انسيابي



الحوادث بين 2000 - 2005

تدابير لمعالجة عدم انسيابية مسار الطريق

- تحسين المسار
- تحسين الوضوح لقطاع الطريق غير الانسيابي مثل جعل ميول الحفر منبسطة ووضع لوحات الاتجاه
- زيادة الميل العرضي
- زيادة الأمان الوقائي من خلال فضاء جانبي خال من العوائق أو من خلال أجهزة الحماية

3-2-5 طرف الطريق

العيب

- من خلال توسيع أو تضييق عرض الطريق يصبح طرف الطريق غير انسيابي ، على الرغم من انسيابية محور الطريق .

التأثير على وقوع الحوادث

يفاجأ مستخدمو الطريق بالمسار غير الانسيابي للحارة التي يسيرون عليها وبشكل خاص في الليل وحين سيرهم بمحاذاة طرف الطريق تزداد المخاطرة بفقدان السيطرة على العربة وبالانحراف عن الطريق أو الوقوع في الاتجاه المروري المعاكس.

المواصفة

عند تغير المقطع العرضي ، تغير عرض الجزيرة الوسطية ، وضع طلاء طرقي موجه للسير ، بناء حارة إضافية وعند حارات التسارع والتباطؤ يجب وصل نقاط التغير مع حارة المرور بشكل انسيابي يتناسب مع تغير المقطع العرضي . لذا يجب تصميم أطراف الطريق ما أمكن بشكل مستقل عن محور الطريق أو تصميمها على شكل منعطف S مؤلف من قطعين مكافئين [3] .

$$L_z = V_e \cdot \sqrt{\frac{i}{3}}$$

هذه العلاقة تعطي الطول اللازم لوصل بداية ونهاية مكان التعريض وتسري من أجل جميع مجموعات تصنيف الطرق .

$L_z[m]$ = *طول الوصل بين بداية ونهاية التعريض*

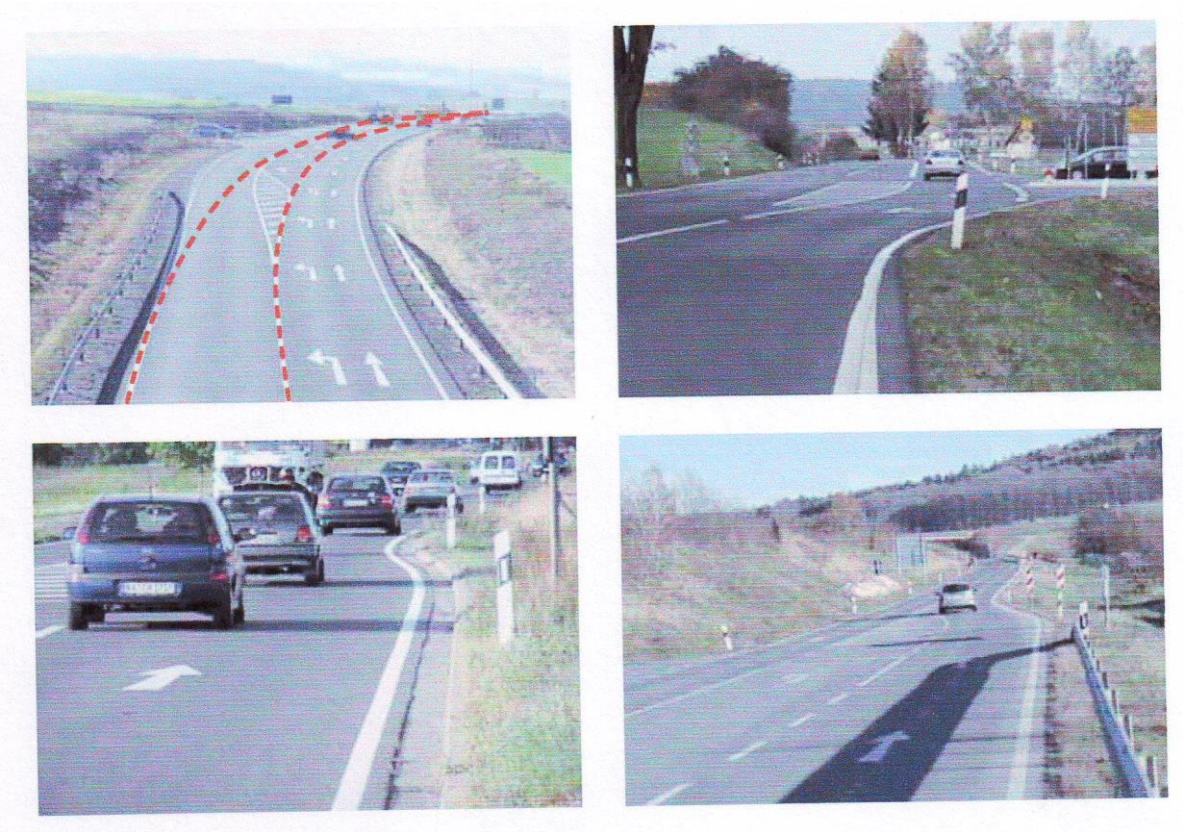
$V_e[km/h]$ = *السرعة التصميمية*

$i[m]$ = *قيمة التعريض*

ملاحظة

لم توضع العلاقة على أساس السرعة الفعلية . عند اختيار قيمة صغيرة للسرعة التصميمية فإننا نحصل على قيم صغيرة للطول L_z وبالتالي على أطراف طريق غير انسيابية . التصميم الهندسي لأطراف الطريق يلاءم بشكل أفضل سلوك السير لمستخدمي الطريق والعناصر الهندسية للعربات. لذلك يجب أن يجرى تصميم مستقل لأطراف الطريق لأسباب تتعلق بالسلامة المرورية.

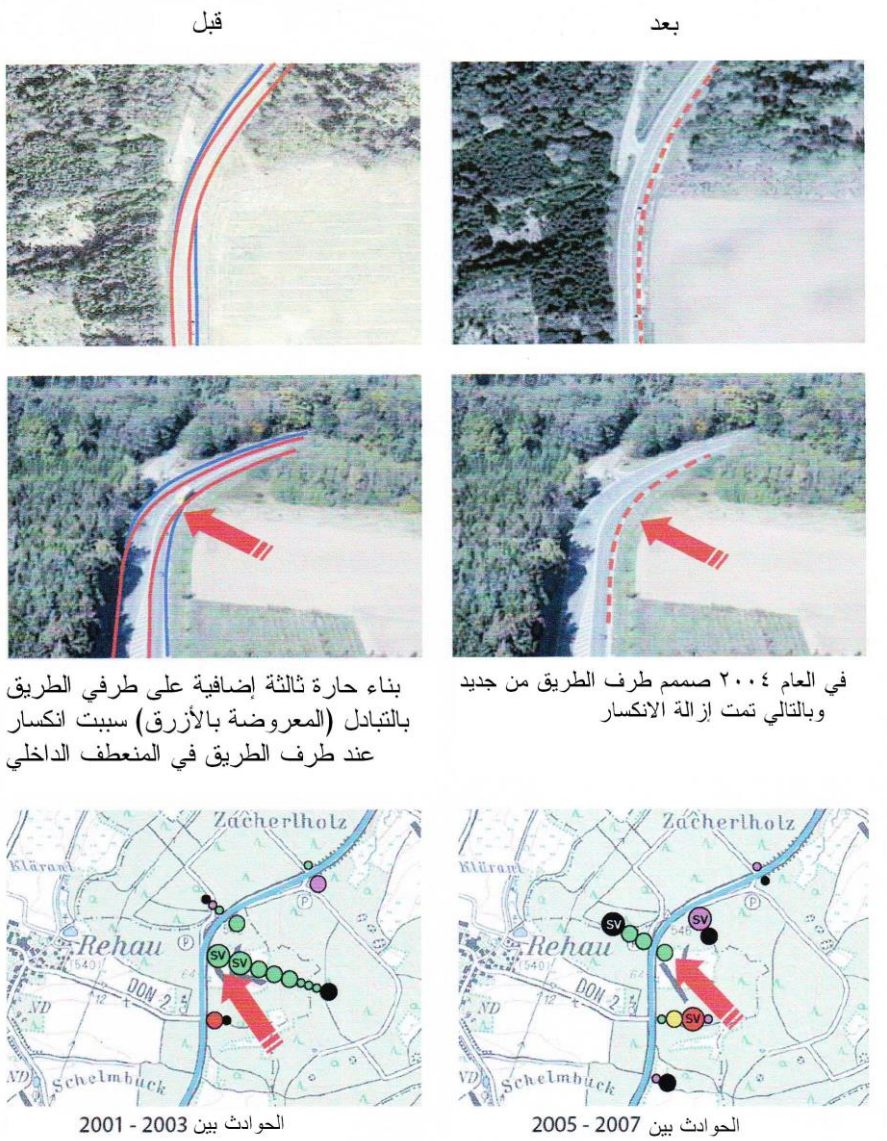
أمثلة على أطراف طريق غير انسيابية



تدابير المعالجة لطرف طريق غير انسيابي

- تحسين تصميم طرف الطريق
- تحسين طلاء طرف الطريق

مثال على تدابير معالجة ناجحة



4-2-5 الميل العرضي

العيب

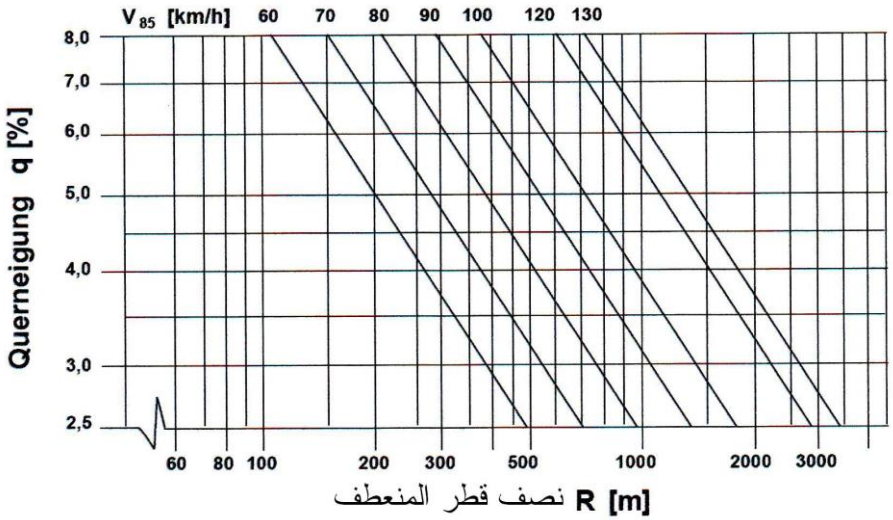
- لا يوجد تنسيق أو توافق للميل العرضي من ناحية ديناميكية السير مع نصف قطر المنعطف والسرعة

التأثير على وقوع الحوادث

تنشأ مخاطرة كبيرة بانقلاب السيارة في مجال المنعطف وانحرافها عن الطريق ووقوعها في الاتجاه المعاكس.

المواصفة

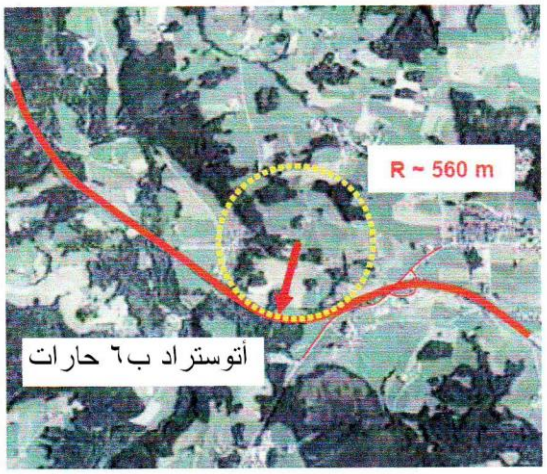
تزود الطرق عادة في المنعطف بميل عرضي يتجه نحو الداخل لأسباب تتعلق بديناميكية السير . تعطى قيمة الميل العرضي بالعلاقة بين نصف قطر المنعطف والسرعة V_{85} التي تمثل السرعة التي لا يتجاوزها 85% من السيارات السياحية التي تسير بدون إعاقة على طريق مبلل ونظيف [3] .

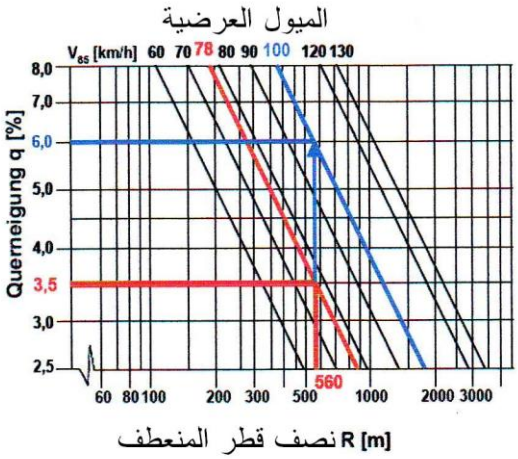


تدابير المعالجة في حال عدم كفاية الميل العرضي لديناميكية السير

- زيادة الميل العرضي
- تأمين حماية مستخدمي الطريق من خلال إزالة العوائق على جانبي الطريق أو وضع حواجز حماية

مثال على تدابير معالجة ناجحة





5-2-5 تصريف المياه

العيوب

- ميل السطح العلوي للطريق قليل جداً بالنسبة للتصريف
- أطوال الجريان الكبيرة تجعل طبقة المياه ذات سماكة كبيرة
- في أماكن الرفع العرضاني ذات الميل الطولي القليل يصبح جريان المياه غير ممكن عند مصادفة أية عدم استوائية صغيرة لسطح الطريق

التأثير على وقوع الحوادث

تؤثر المياه سلباً على قوى الاحتكاك بين إطار العربة وسطح الطريق . عند تحريك المقود ومحاولة الفرملة تنشأ خطورة كبيرة للانقلاب

المواصفة

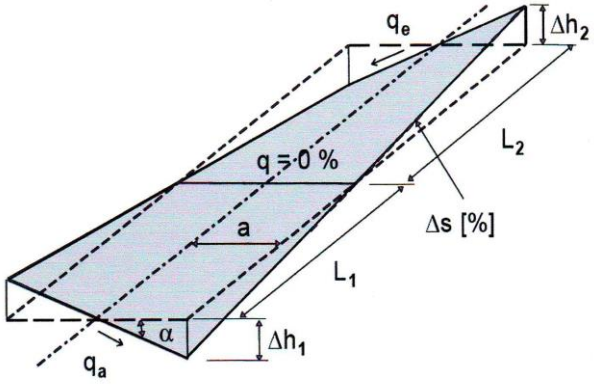
يفضل على الطرق بدون أطاريف في مجال الرفع العرضاني عند الانتقال إلى ميل عرضي معاكس أن يكون الميل الطولي الأصغري $s \geq 0.7\%$ *والأفضل أن يكون* $s \geq 1\%$ *لكي يتم يجنب المناطق ضعيفة التصريف . لضمان التصريف الكافي لسطح الطريق يجب أن يكون الفرق بين الميل الطولي وميل الرامبة (ميل الخط الواصل بين بداية ونهاية الرفع العرضاني)* 0.2% *(الأفضل* 0.5%*) . في مجالات الرفع العرضاني يجب أن لا يقل ميل الرامبة عن الميل الأصغري* $\min \Delta s$ *المسموح حسب الجدول رقم 13 الموجود في المواصفة الألمانية* $RAS - L$ *والمبين فيما يلي :*

min Δs (%)	max Δs		السرعة التصميمية
	a ≥ 4,0 m	a < 4,0 m	Km/h
0,1 a (≤ maxΔs)	2,0	0,5 a	40-50
	1,2	0,4 a	60-70
	1,0	0,25 a	80-90
	0,8	0,20 a	100-120

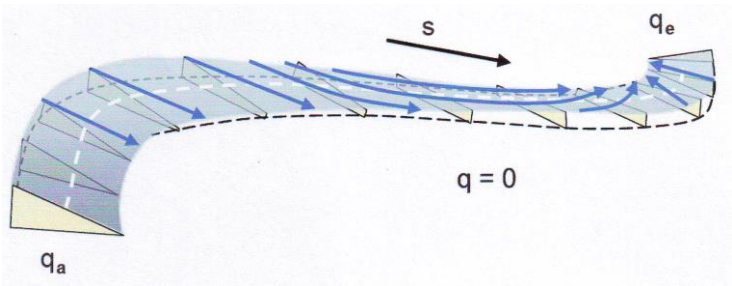
حيث a بعد طرف الطريق عن محور الدوران .

إذا لم يتم تحقيق ذلك فيجب تنصيف الرفع العرضاني أي يجب جعل ميل الرامبة في المجال من $\min q$ +إلى $\min q$ – مساوياً ل $\min \Delta s$.

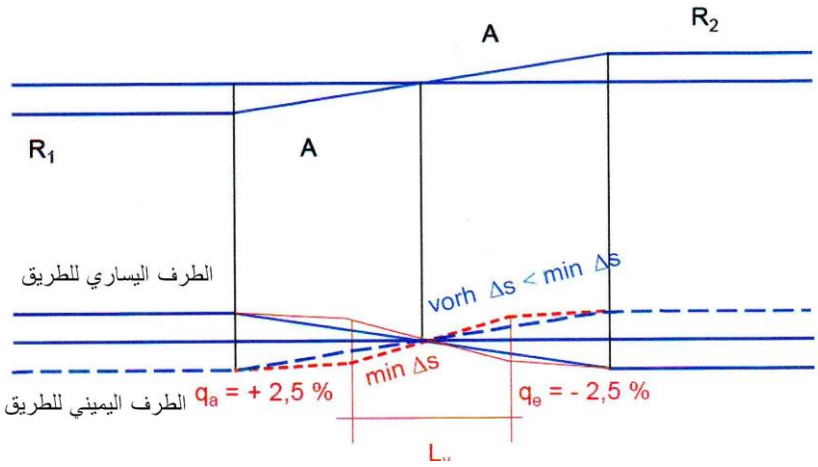
كم يمكن لتجنب المناطق ذات التصريف الضعيف استخدام الرفع العرضاني المائل في المجال $\min q$ +إلى $\min q$ –ولكن هذا الحل مكلف (صعب التنفيذ) [3] .



الرفع العرضاني لسطح الطريق



أثناء هطول المطر تنشأ في مجالات الرفع العرضاني الطويلة مسارات جريان طويلة للمياه السطحية التي تقود إلى طبقات مياه سميكة . لتحسين تصريف سطح الطريق في هذه المجالات يعمل إلى توزيع الرفع العرضاني حسب [3] كما في الشكل التالي :



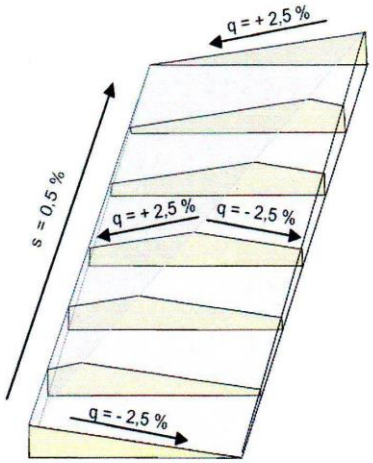
مجال رفع عرضاني طويل يقسم فيه الرفع حسب [3]

تدابير المعالجة في المناطق ذات التصريف الضعيف

- سحب الرفع العرضاني إلى مجالات ذات ميل طولي مناسب
- زيادة ميل الرامبة بتقسيم الرفع العرضاني كما في الشكل السابق
- تطبيق الرفع المائل

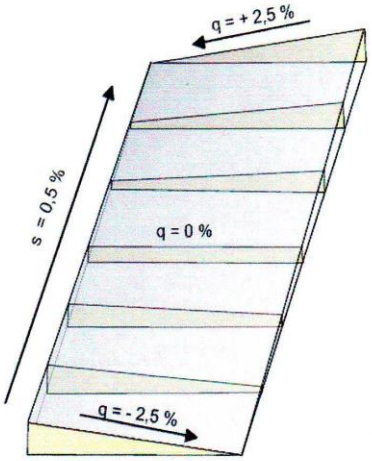
مثال على تدابير معالجة ناجحة

بعد

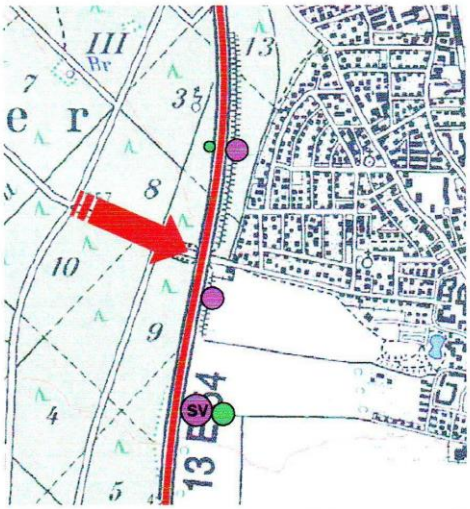


في نهاية العام ٢٠٠٣ تم تحسين تصريف سطح الطريق بإنشاء الرفع المائل

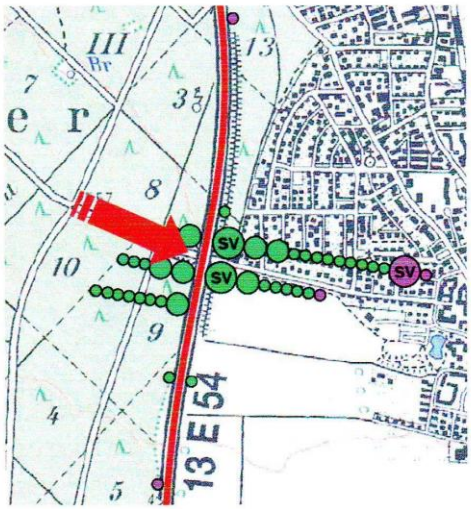
قبل



بسبب الميل الطولي القليل تشكلت في مجال الرفع العرضاني منطقة ضعيفة التصريف



الحوادث بسبب التبلل بين 2004 - 2006



الحوادث بسبب التبلل بين 2000 - 2002

5-2-6 حدود أعمال الصيانة

العيوب

- التقليل المفاجئ في عرض الطريق
- التغيير المفاجئ لعناصر المسار
- التراجع المفاجئ للسطح العلوي للطريق
- نهاية أعمال الصيانة تقع في قطاع تكثر فيه الحوادث

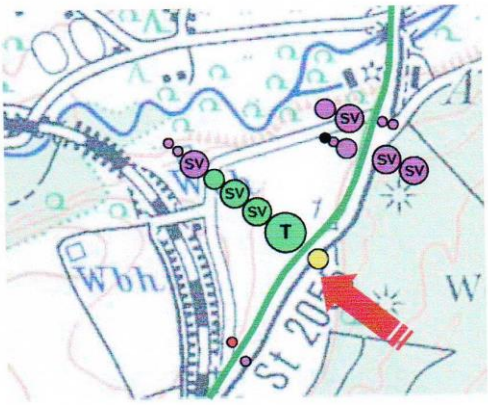
التأثير على وقوع الحوادث

تتطلب الأعمال المعدلة لقطاع من المسار تخفيض السرعة . إذا أدرك مستخدم الطريق هذا الوضع المتغير متأخراً فإن مخاطرة الوقوع في الحوادث تزداد.

المواصفة

عند صيانة جزء من طريق يجب مراعاة عناصر تصميم القطاع المتصل به . عند الاختلاف الواضح في سمات القطاع يجب تصميم المجال الانتقالي بينهما بشكل دقيق [3]

مثال



الحوادث بين 2000 - 2005

تضييق عرض الطريق وتراجع مفاجئ لمقاومة الانزلاق عند الطرف النهائي لأعمال الصيانة

تدابير المعالجة المناسبة

- إنهاء أعمال الصيانة في مجالات غير حرجة
- تصميم المجال الانتقالي لنهاية أعمال الصيانة بالطول الكافي وبالدقة الكافية في المجال القديم للطريق
- تحسين مقاومة الانزلاق (الخشونة) والميل العرضي والحماية الوقائية للطريق القديم في مجال الوصل للقطاع الذي تمت صيانته

5-3- المقطع العرضي

5-3-1 اختيار المقطع العرضي

العيوب

- عدم ملائمة المقطع العرضي لوظيفة الطريق ضمن شبكة الطرق
- لا يتيح عرض الطريق عمليات التقابل بدون إعاقة لكافة أنواع العربات
- لا يتيح المقطع العرضي عمليات تجاوز آمنة

- لا يمكن للعربات المتوقفة الوقوف بأمان

التأثير على وقوع الحوادث

من خلال عدم كفاية المقطع العرضي ترتفع مخاطرة الوقوع في الحوادث عند عمليات التقابل والتجاوز

المواصفة

يتعلق أمان المسار المروري بقيم تأثير عديدة فإلى جانب الغزارة وتركيبة العربات فإن لتشكيل المقطع العرضي للطريق أهمية كبيرة حيث أنه مع تناقص عرض حارة المرور ينخفض مجال المناورة وتتزايد المخاطرة عند عمليات التقابل والتجاوز. شرائط الوقوف على الطرق ذات حارات المرور في اتجاه واحد تؤثر بشكل واضح على ارتفاع السلامة المرورية وهي مفيدة للمسار المروري عند الإعاقات التي تحدث جراء الحوادث أو الإجراءات المتعلقة بتشغيل الطريق .

فصل الاتجاه يشكل قفزة نوعية فيما يتعلق بالمسار المروري وله معنى كبير على السلامة المرورية . على الطرق المفصولة الاتجاه ذات التقاطعات الحرة (على مستويين) يكون عدد الوفيات (المتعلق بجودة السير) مقارنة مع القطاعات الطرقية بحارتين باتجاهين أقل 50%.

فيما يتعلق بالسلامة المرورية يقدم المقطع العرضي Q15.5 على شكل 2+1 (حارتين باتجاه وحارة بالاتجاه الآخر) مزية أخرى مقارنة مع المقطع العرضي المألوف بحارتي مرور وباتجاهين ولكن فقط حين السماح بتشغيله كطريق سيارات (اللوحة المرورية StVo331 المبينة في الشكل التالي) :

هذا المقطع العرضي يضمن بنفس الوقت الوصول إلى نوعية مرورية جيدة لذلك ينبغي من أجل الحمولات المرورية المناسبة التفكير دوماً باختياره كمقطع نموذجي [4].

أمثلة

مقطع عرضي بحارتين محمل بحمولات مرورية أكثر من اللازم تدفع إلى عمليات تجاوز خطرة

مقطع عرضي بعرض قليل عند مدخل إحدى المناطق مع ارتفاع لمرور الشاحنات

ملاحظة (تنبيه)

تجارب قبل/بعد للمقطع العرضي الموسع إلى ثلاث حارات أظهرت دائماً تراجع في عدد الحوادث الناتجة عن التجاوز إنما يمكن أن يرتفع بشكل واضح عدد حوادث السير. السبب في ذلك يمكن أن يعود إلى ارتفاع مستوى السرعة بشكل خاص على حارات التجاوز. الميول العرضية وأنصاف الأقطار بعد التوسع لم تعد تناسب متطلبات السير الديناميكية . إذا انزلقت العربات إلى اتجاه السير المعاكس فإن الحوادث الناتجة بسبب السرعات النسبية العالية تكون كبيرة . يمكن أن يؤثر مستوى السرعة العالية بشكل سلبي أيضاً على وقوع الحوادث على التقاطعات الواقعة بنفس المستوي في نهاية حارة التجاوز.

5-3-2 البانكيت

العيوب

- البانكيت لا يحقق الثبات المطلوب
- البانكيت ضيق جداً

التأثير على وقوع الحوادث

عندما تنحرف العربة إلى البانكيت تنشأ مخاطرة كبيرة للوقوع في الحوادث .

لا يمكن للعربات أن تتوقف بشكل آمن .

المواصفة

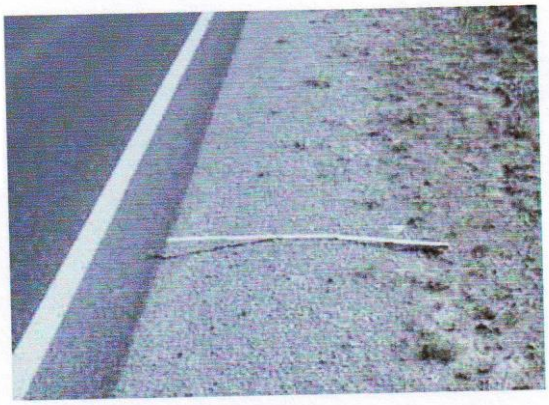
للبانكيت وظيفة هندسية تتمثل في وضع أجهزة الحماية والشواخص واللوحات المرورية وبشكل خاص عند غياب ممرات المشاة يستخدم كممر للمشاة ومكان لتنفيذ أعمال الصيانة. يجب وضع البانكيت المحقق للثبات إلى جانب المقاطع الطرقية ذات الحارة الواحدة بشكل خاص من أجل المقطع العرضي RQ15.5 (مقطع عرضي بثلاث حارات 2+1) [4] .

ملاحظة (تنبيه)

يجب بناء البانكيت المستقر الثبات على كافة الطرق الخارجية لأسباب تتعلق بالسلامة المرورية .

أمثلة

بانكيت لا يحقق الثبات



عرض قليل للبانكيت على طريق ريفي

5-3-3 فصل الطريق عن ممر المشاة وطريق الدراجات

العيوب

- المسافة بين الطريق وممر المشاة والدراجات قليلة جداً
- الفصل بين الطريق وممر المشاة والدراجات غير كاف من الناحية الهندسية

التأثير على وقوع الحوادث

تنشأ مخاطرة كبيرة لتعرض المشاة والسائقين للإصابة عند أي خطأ صغير في القيادة.

المواصفة

يجب دائماً وضع شريط حماية بين طريق الدراجات والطريق أو إمكانية وقوف العربات والذي يمكن تمييزه باللون أو بالبناء . يخدم هذا الشريط في حماية سائق الدراجة من العربات المسافرة أو المتوقفة (مثل أبواب العربات المفتوحة ومقدمة العربات) وكذلك كفراغ للتحييد عند حالات التصادم المحتملة أو عند الإعاقات في مجال طريق الدراجات [5] .

يجب المحافظة على المسافة التي تحقق السلامة سواء بالنسبة للطريق أو لحائط مبنى [6] .

القيمة النظامية لارتفاع الأطروفة تؤخذ مساوية ل 0.12m [4] .

أمثلة

أطاريف منخفضة تعتبر غير كافية من ناحية الفصل في البناء

مسافة قليلة بين الطريق وممر الدراجات

4-5 العقد

1-4-5 مقروئية العقدة

العيوب

- علاقات السير تكون ممكنة فقط باستخدام الطريق المخصص للاتجاه المعاكس أو باستخدام أرصفة المشاة أو البانكيت وما شابه ذلك .
- مناورة الانعطاف يمكن تنفيذها فقط من خلال سرعة بطيئة .

التأثير على وقوع الحوادث

من خلال التخفيض الشديد لسرعة السير و/ أو استخدام حارات مرور أخرى تنشأ خطورة كبيرة لوقوع الحوادث . يمكن أن تحدث تصادمات مع مستخدمي الطريق الآخرين إذا ما اضطر إلى استخدام الاتجاه المعاكس للطريق أو ممر المشاة وطريق الدراجات .

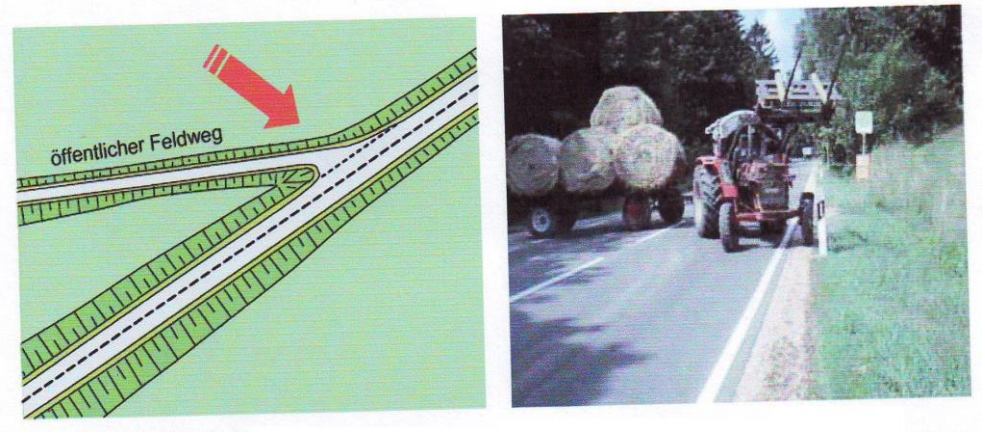
المواصفة

تكون العقد جيدة وآمنة للسير والمشي إذا كان تشكيلها يراعي خصائص السير الهندسية والديناميكية للعربات ويراعي متطلبات مستخدمي الطريق المارين بدون وسيلة سير مزودة بمحرك (راكبي الدراجات) .

ملاحظة

اختبار قابلية السير أو العبور بواسطة منحنيات الجر (المنحنيات المركبة من ثلاثة أقواس أنصاف أقطارها تحقق النسبة 2:1:3 والتي تمثل المسار الذي ترسمه دواليب العربة) لا يمكن الاستغناء عنها عند تخطيط العقد المرورية .

مثال



إمكانية العبور غير كافية لتقاطع طريق زراعي مع طريق ريفي بزاوية حادة

أمثلة أخرى

احتكاك مطاط عجلة العربة يظهر استخدام الشاحنات لممرات المشاة

جزيرة تمنع عملية الانعطاف **استخدام الحارات المخصصة للاتجاه المعاكس**

تدابير المعالجة المناسبة

- تكبير أنصاف أقطار الانعطاف
- توسيع عرض حارات المرور عند التقاطعات
- تحسين زاوية التقاطع
- مطابقة جزر الفصل والتوجيه على منعطفات الجر (منحني سير عجلات العربة)

5- 4-2 الانعطاف نحو اليسار

العيوب

- غياب حارة الانعطاف نحو اليسار
- أبعاد الحارة المخصصة لوقوف السيارات المنعطفة نحو اليسار غير كافية

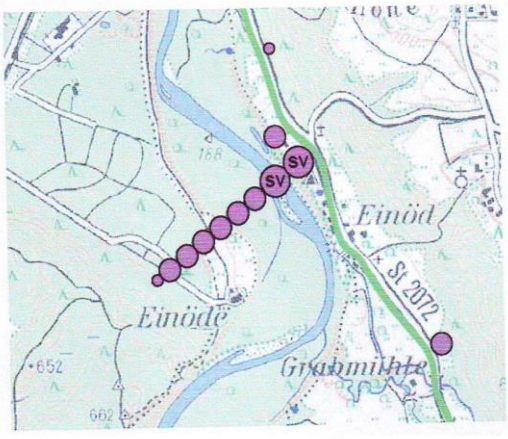
التأثير على وقوع الحوادث

ينجم عن وقوف السيارات بشكل غير محمي على الطريق مخاطرة أكبر لوقوع الحوادث وبشكل خاص عند الغزارة المرورية العالية . بالإضافة إلى أنه على عقدة مرورية على مستو واحد وغير مزودة بحارات انعطاف نحو اليسار يصعب على السائق الذي له أفضلية المرور تمييز العقدة بوقت مبكر لكي يتمكن من تكييف سرعته مع الوضع الجديد .

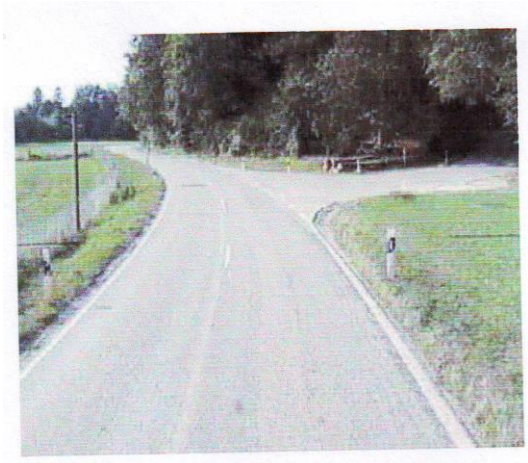
المواصفة

تساهم حارات الانعطاف نحو اليسار ومكان توقف العربات المنعطفة بشكل كبير في زيادة السلامة المرورية على الطرق خارج المناطق السكنية لأن المنعطف نحو اليسار ينتظر خارج حارة المرور المستمرة وبالتالي تستطيع السيارات التالية متابعة سيرها بدون إعاقة من قبل السيارات المنتظرة للانعطاف .

مثال



حوادث التصادم الواقعة بين 2000-2005



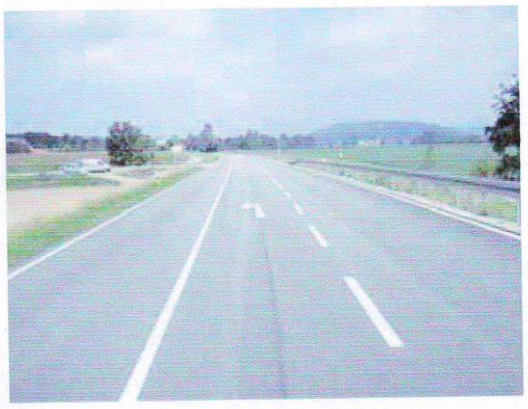
تقاطع بدون حارة انعطاف نحو اليسار

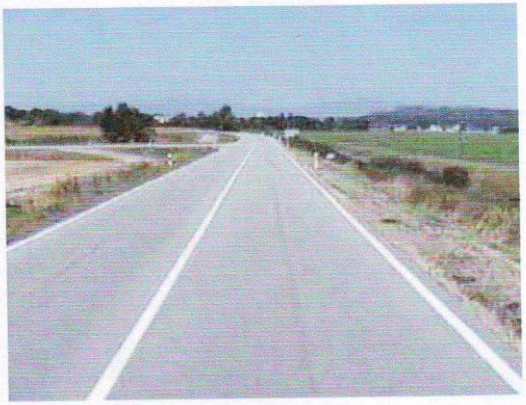
تدابير المعالجة المناسبة

- إضافة حارة مرور للانعطاف نحو اليسار ومكان لوقوف السيارات عليها
- تحسين طول وعرض مجال وقوف السيارات المنتظرة

مثال على تدبير معالجة ناجح

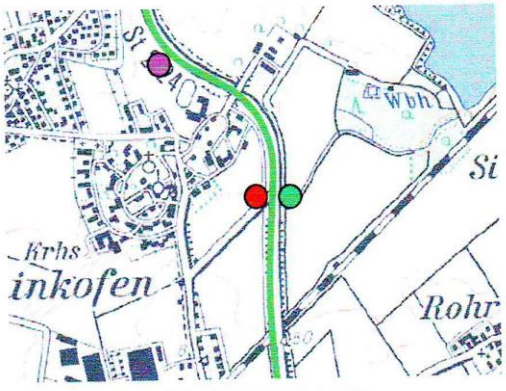
بعد **قبل**

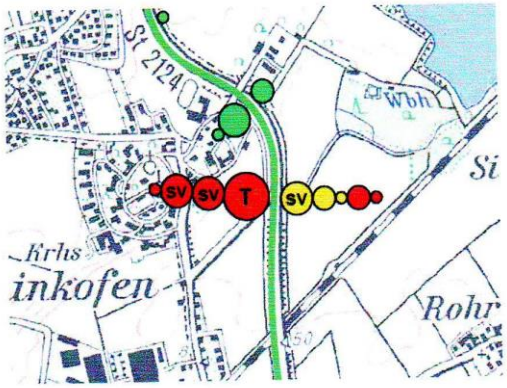




في آب من عام 2005 تم بناء حارة مرور للانعطاف نحو اليسار. ومن خلال ذلك تحسن تمييز التقاطع من الاتجاه الرئيسي بشكل كبير

بني هذا التقاطع بدون حارة انعطاف نحو اليسار . في أيلول من عام 2000تم تحديد السرعة ب 70km/h مع منع التجاوز ووضع خط طلاء مستمر.





الحوادث من بداية أيلول 2005 حتى نهاية آب 2002

الحوادث من بداية أيلول 2000حتى نهاية آب 2007

5-4-3 تقليل أماكن التقاطع مع الطريق الرئيسي (استخدام طرق الخدمة)

العيب

- المسافة بين طرق اتصال العقارات والطرق الحقلية المتقاطعة مع الطريق الخارجي قليلة

التأثير على وقوع الحوادث

لا يتوقع مستخدمي الطريق الرئيسي (الطريق الخارجي) وجود عربات متقاطعة ومنعطفة على هذا الطريق على مسافات قليلة لذلك تزداد المخاطرة بوقوع حوادث التصادم .

المواصفة

تؤثر العقد عادة على المسار المروري . لذلك يجب أن يكون التباعد فيما بينها بالنسبة للطرق ذات الدرجة الوظيفية I و II ما أمكن كبيراً جداً [7].

ملاحظة (تنبيه)

يفضل على الطرق فوق الإقليمية وضع شبكة طرق موازية لها .

5-5 الرؤيا

5-5-1 مسافة الرؤية للتوقف على طريق خارجي

العيوب

- مسافة الرؤية للتوقف غير كافية
- ظلال الرؤية تحجب العوائق

التأثير على وقوع الحوادث

مسافة الرؤية غير كافية للتوقف أمام عائق يظهر بشكل غير متوقع أو مسافة رؤيا غير كافية للتكيف بشكل مبكر مع الوضع الجديد. وهذا ما يؤدي إلى ازدياد مخاطرة التصادم والانحراف عن الطريق.

المواصفة

مسافة الرؤية الضرورية للتوقف S_h هي المسافة التي يحتاجها سائق عربة يسير بسرعة V_{85} لإيقاف عربته أمام عائق ظهر بشكل غير متوقع على الطريق . وهي تتألف من الطول المستغرق خلال فترة رد الفعل وطول مسافة الفرملة .

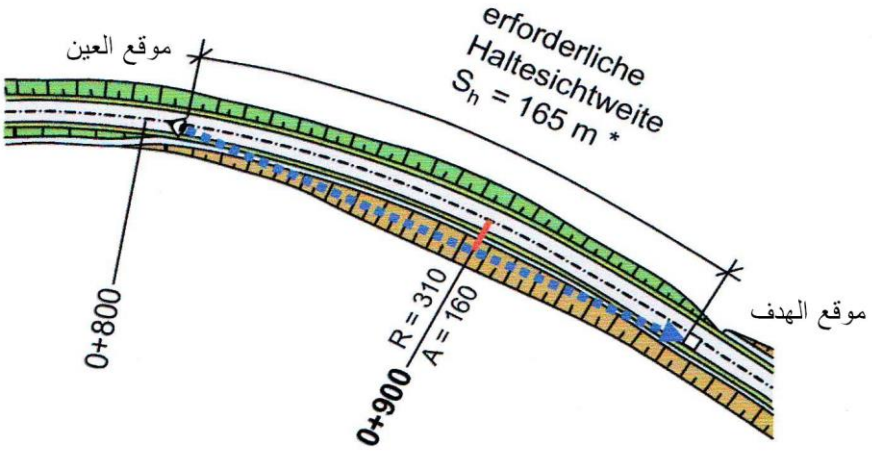
تتم مقارنة مسافات الرؤية المتوفرة مع تلك المطلوبة ، لأجل ذلك ينبغي تحقيق المتطلبات التالية :

- *مسافة الرؤية للتوقف يجب أن تتوفر على كامل طول الطريق*
- *امتداد الطريق يجب أن يكون حسب الإجراءات المتعلقة بالمسار الفراغي مرئياً ومفهوماً بكامله*

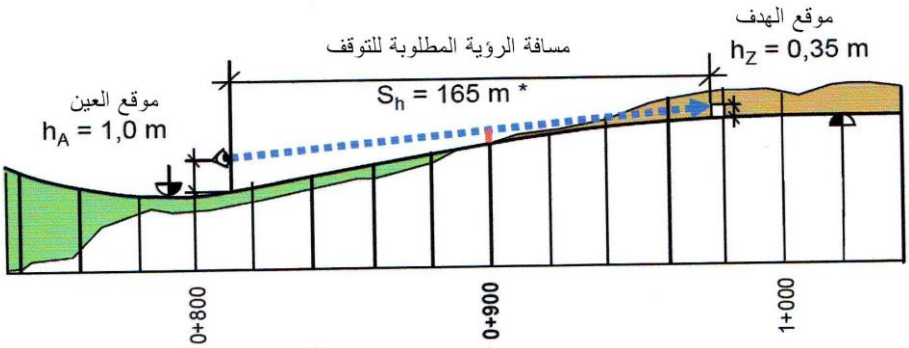
ملاحظة (تنبيه)

ضبط ومراقبة مسافة الرؤية للتوقف تتطلب متابعة أشعة الرؤية في الفراغ من خلال تراكب المسقط الأفقي والمقطع الطولي والمقطع العرضي .

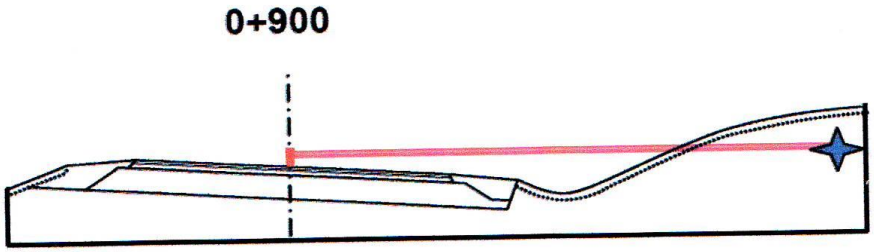
مثال على مراقبة شعاع الرؤية



شعاع الرؤية في المسقط الأفقي



شعاع الرؤية في المقطع الطولي

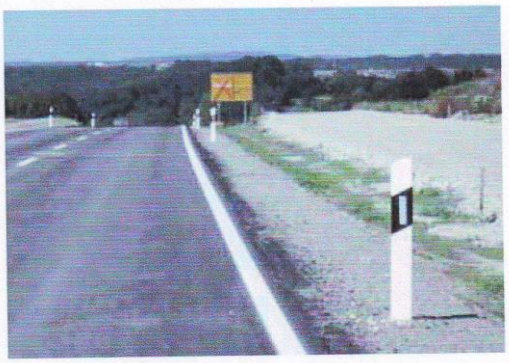


شعاع الرؤية في المقطع العرضي يصطدم بجانب الحفر وينتج عن ذلك عدم توفر مسافة رؤية كافية للتوقف

* **تصلح من أجل** $V_{85} = 100\,km/h$

أمثلة على مسافات رؤية غير كافية للتوقف بسبب :

جوانب حفر في مجال المنعطف الداخلي



منعطف محدب بنصف قطر صغير

جدار حماية من الضجيج في مجال المنعطف الداخلي

تشجير في مجال المنعطف الداخلي

تجهيزات حماية ودرابزين في مجال المنعطف الداخلي

جدار الجسر في مجال المنعطف الداخلي

تدابير المعالجة المناسبة لتحقيق الرؤية

- جعل جوانب الحفر منبسطة
- إزالة الشجيرات

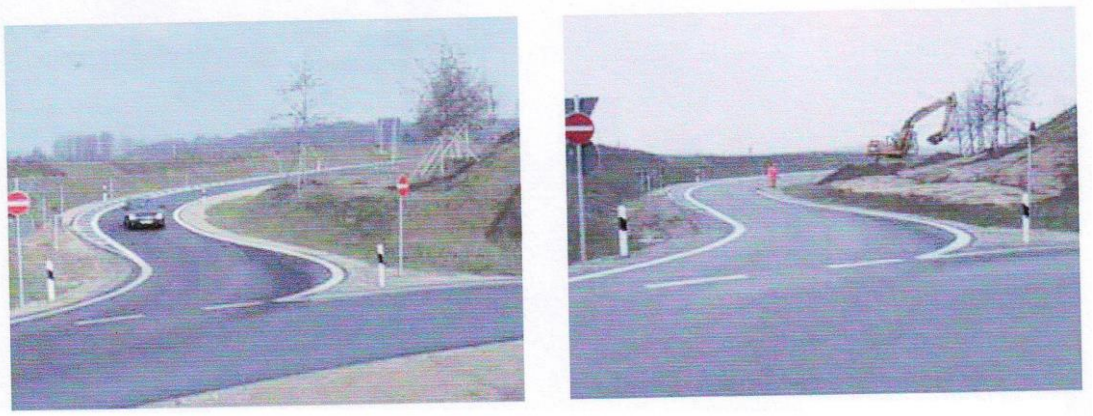
- سحب تجهيزات الحماية وجدران الحماية من الضجيج إلى الخلف
- إبعاد التجهيزات المعيقة للرؤية من حقل الرؤية

أمثلة على تدابير معالجة ناجحة

بعد **قبل**

تحسين مسافة الرؤية للتوقف من خلال إزالة الشجيرات في مجال المنعطف الداخلي

بعد **قبل**



تحسين مسافة الرؤية للتوقف من خلال تبسيط جوانب الحفر عند المنعطف الداخلي

2-5-5 مسافة الرؤية للتجاوز

العيوب

- على طريق بحارتي مرور لا تتوفر قطاعات كافية ومرئية للتجاوز.
- مسافات الرؤية للتجاوز تتراوح بين نصف وكامل المسافة المطلوبة للتجاوز.
- العربات مخفية بظلال الرؤية.

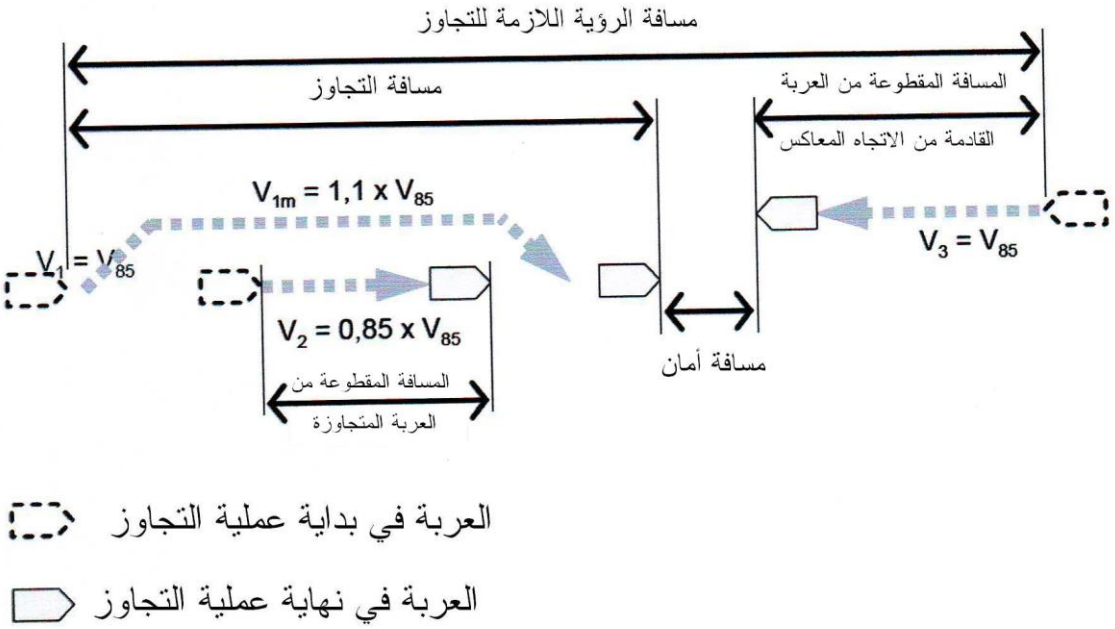
التأثير على وقوع الحوادث

يدفع إلحاح الرغبة في التجاوز إلى عملية التجاوز في موقع غير واضح أو أن مسافات الرؤية تبدو للسائق كافية للتجاوز. تزداد المخاطرة عند عمليات التجاوز بعدم رؤية العربات القادمة من الاتجاه المعاكس وتزداد بالتالي مخاطرة حدوث التصادم معها .

المواصفة

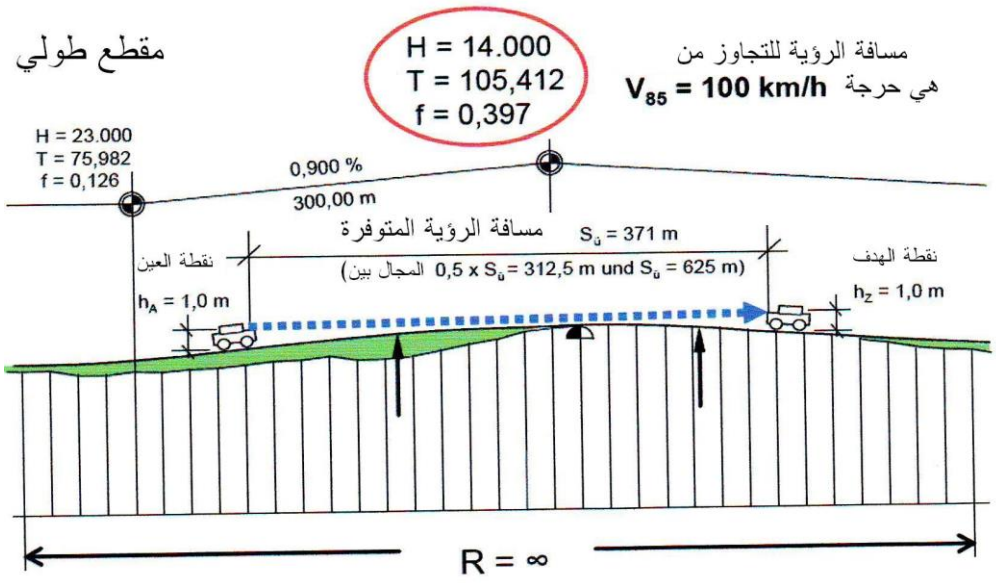
مسافات الرؤية التي تقع قيمتها بين نصف وكامل مسافة الرؤية المطلوبة للتجاوز تسبب خطورة في عمليات التجاوز وتؤثر سلباً على السلامة المرورية ....

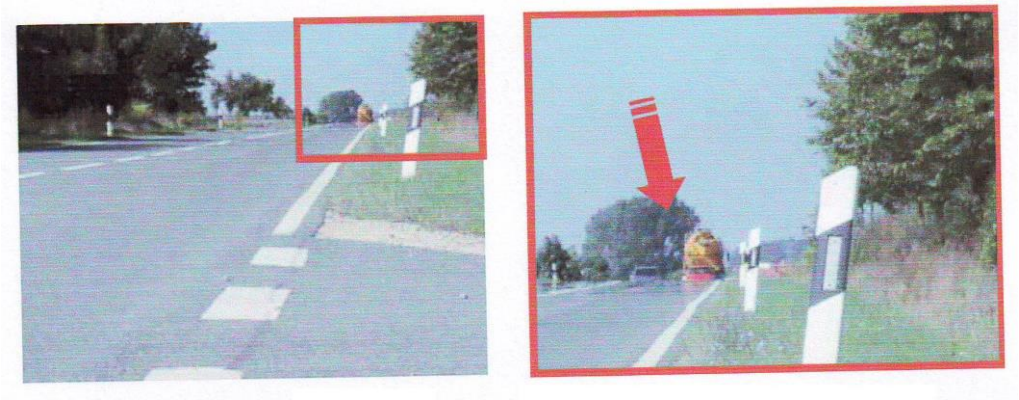
يجب أن يكون قطاع الطريق بحسب التدابير المتبعة في التصميم الفراغي في مجمله واضحاً ومقروءاً ومفهوماً ... [3] .



موديل لحساب مسافة الرؤية للتجاوز حسب [3] .

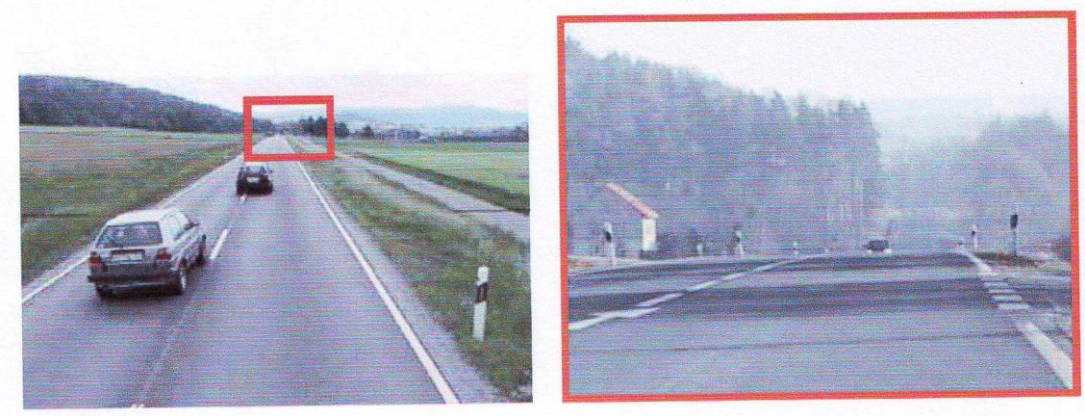
مثال 1





تختفي العربات بشكل غير متوقع خلف المنعطف الشاقولي المحدب المنبسط

مثال 2



ظلال الرؤية بسبب غطس (اختفاء) الطريق

تدابير المعالجة المناسبة

- تحسين مسافات الرؤية بتغيير المسار
- وضع حارة مرور للتجاوز (المقطع العرضي 1+2) لتحقيق التجاوز بأمان

3-5-5 انكشاف العقدة

العيوب

- مسافة الرؤية للتوقف غير كافية
- العقدة لم تستكشف بالوقت المناسب

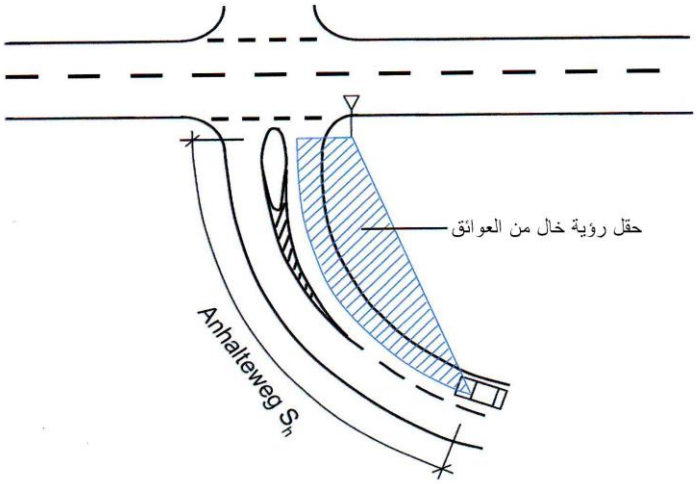
التأثير على وقوع الحوادث

مسافات الرؤية غير كافية للتمكن من استكشاف العقدة ومن تخفيض السرعة بالوقت المناسب وبالتالي تزداد خطورة حوادث التصادم والإخلال بقواعد الأفضلية .

المواصفة

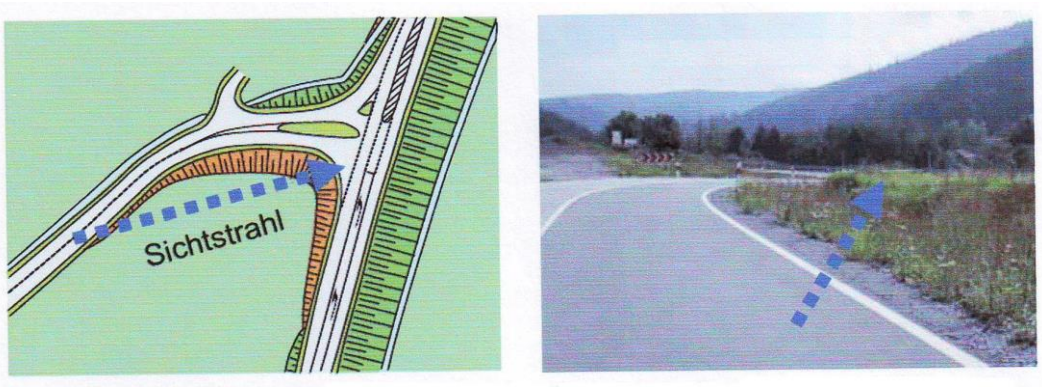
يجب استكشاف العقدة بالوقت المناسب من جميع أفرع التقاطع لكي يتمكن كل سائق من توجيه حركة السير المطلوبة في مجال العقدة (الانتظام في الحارة المطلوبة ، الفرملة ، الانعطاف أو التقاطع) عند الاقتراب من العقدة بشكل مبكر . استكشاف العقدة مهم بشكل خاص للسائق الذي يتوجب عليه الانتظار لأن عليه بشكل إضافي الانتباه إلى السائقين الذين لهم الأفضلية . من الضروري على الطرق الخارجية وضع جزر توجيهية مقسمة في أفرع التقاطع الثانوية من أجل تنبيه السائقين إلى وجوب الانتظار .

لتأمين السلامة على منشأة طرقية فإن هناك متطلبات أصغريه ضرورية لمسافة الرؤية للتوقف. في أفرع التقاطع يجب تأمين حقل رؤية خال من العوائق من أجل مسافة الرؤية للتوقف وبالتالي يتم أيضاً إدراك قواعد الأفضلية بشكل مبكر [7] .



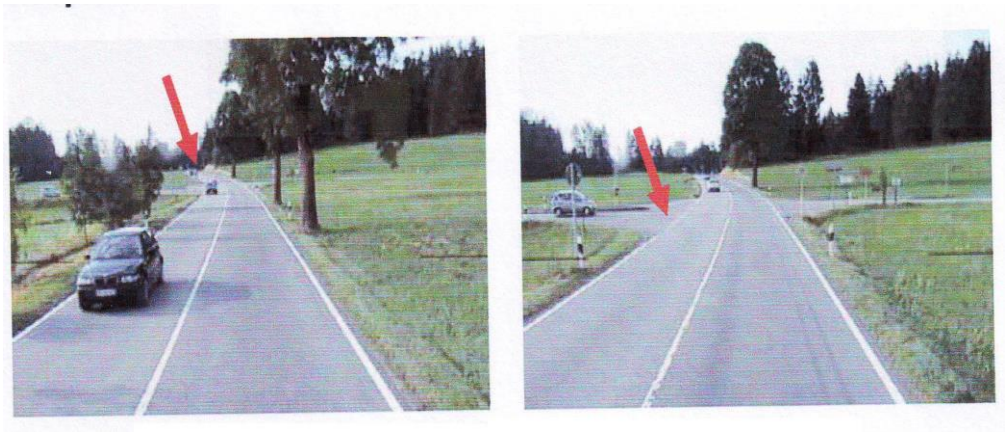
الرؤية للتوقف في أفرع الطرق الثانوية حسب [7]

مثال 1



مسافة رؤية للتوقف غير كافية واستكشاف سيء للتقاطع على شكل T

مثال 2



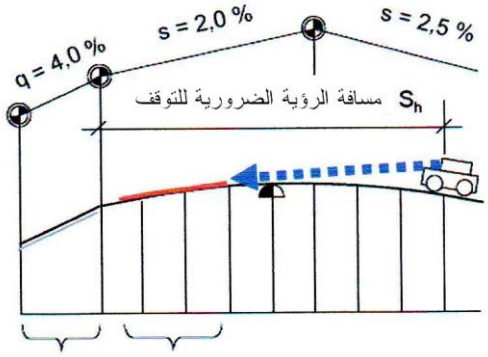
انكشاف سيء للتقاطع من الطريق الرئيسي (آثار الفرملة)

تدابير المعالجة المناسبة لتحسين الاستكشاف

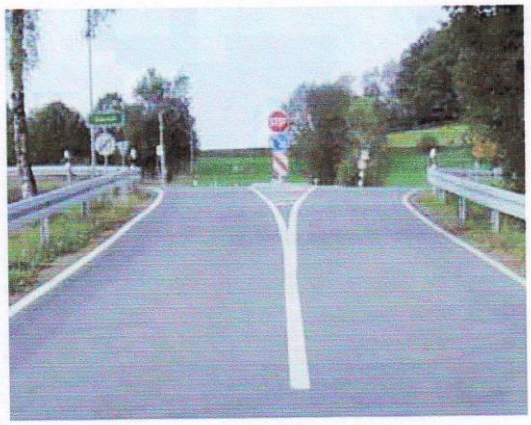
- تحسين حقل الرؤية من خلال جعل جوانب الحفر منبسطة
- تحسين الرؤية من خلال إزالة الغطاء النباتي والشجيرات
- وضع جزر موجهة على أفرع التقاطع الثانوية
- وضع حارة انعطاف نحو اليسار ولوحات مرورية على الطريق الرئيسي في التقاطع

أمثلة على تدابير معالجة مناسبة

بعد

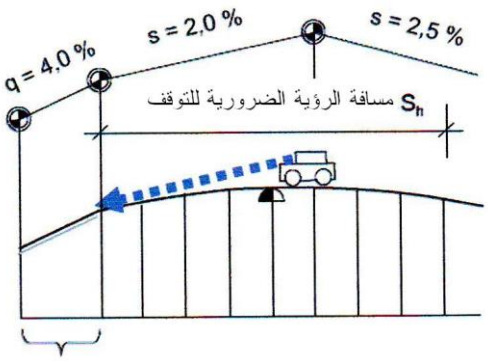


جزيرة توجيه الطريق الرئيسي



بعد بناء الجزيرة الموجهة وتغيير اللوحة أصبح التقاطع أكثر وضوحاً

قبل



الطريق الرئيسي

الطريق الرئيسي يميل نحو الخلف. لذلك كان استكشاف التقاطع متأخراً

4-5-5 إدراك وفهم العقدة من قبل السائق

العيب

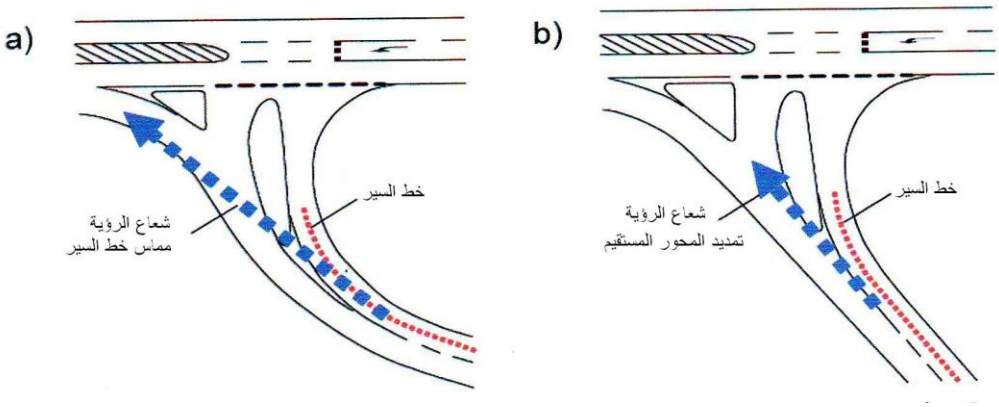
- تركيب العقدة ووضعها الفراغي يمكن أن يقود إلى قراءات خاطئة

التأثير على وقوع الحوادث

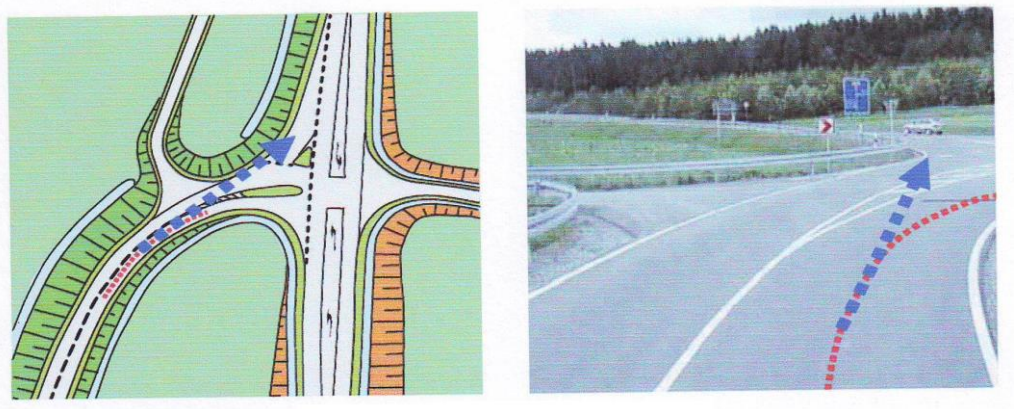
لا يمكن التأقلم مع الوضع الجديد بالوقت المناسب سواء بالنسبة للسائق الواجب أن ينتظر أم للسائق الذي له الأفضلية . وينتج عن ذلك زيادة مخاطرة الوقوع في الحوادث عند الانعطاف من الطريق الرئيسي أو الفرعي وعند التقاطع .

المواصفة

إذا اتجه محور فرع التقاطع للطريق الثانوي نحو اليمين فيتوجب اختبار مقروئية السير من خلال مراقبة شعاع الرؤية [7] .



مثال



شعاع الرؤية يتجه إلى الطريق المقابل

أمثلة أخرى

نظرة جاذبة إلى مناطق أخرى من الطريق تؤدي إلى تحير السائق وتصعب استقراء العقدة وخاصة في الليل

شعاع الرؤية يقود إلى تخطي الدوار المروري الموضوع بشكل غير متناظر

الانتظار المجبر سيء القراءة بسبب التشكيل البنائي للتقاطع

تدابير معالجة مناسبة عندما تكون مقروئية العقدة سيئة

- إزالة ما يجعل الرؤية محيرة
- تطبيق المواصفات بخصوص إعادة بناء العقدة

5-5-5 مسافة الرؤيا عند الاقتراب

العيوب

- الرؤية بالنسبة للسائق المنعطف من الطريق الفرعي والسائق المتقاطع غير كافية
- حقول الرؤية مضيقة بواسطة اللوحات والتجهيزات الملحقة

التأثير على وقوع الحوادث

السائقين الذين يتوجب عليهم الانتظار لا يستكشفون السائقين الذين لهم الأفضلية بالوقت المناسب أو أن اللوحات المرورية والغطاء النباتي تحجب رؤيتهم . وبالتالي تنشأ مخاطرة كبيرة عند الانعطاف والتقاطع .

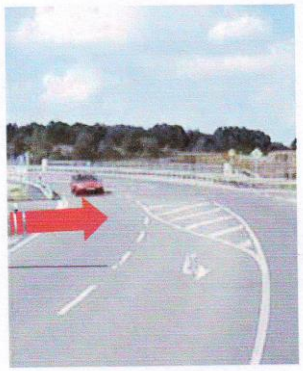
المواصفة

الرؤية عند المفارق هي الرؤية التي يجب أن تتوفر للسائق الذي ينتظر على بعد 3m عن طرف الطريق الرئيسي ليتمكن من الانعطاف من وضعية التوقف إلى الطريق الرئيسي بدون وجود عوائق تحجب عنه رؤية العربة القادمة من الطريق الرئيسي والتي لها الأفضلية . ويتحقق ذلك إذا كانت الرؤية على مسافة $l\,(m)$ من الطريق الرئيسي اعتباراً من موضع العربة على الطريق الفرعي خالية من العوائق . يمكن أخذ قيمة $l\,(m)$ من الجدول التالي [7] :

مجموعات تصنيف الطرق	السرعة V_{85} [km/h]							
	100	90	80	70	60	50	40	30
A	200 (300)	170 (250)	135 (210)	110 (175)	85	70		
B				110	85	70		
C						70	50	

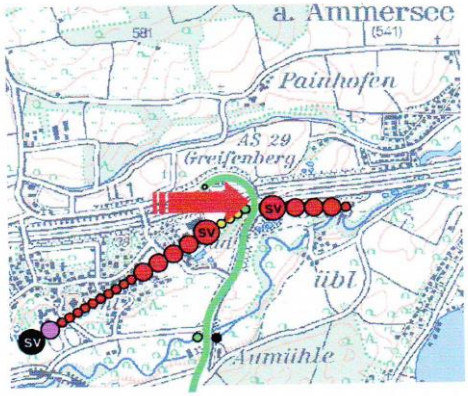
طول الضلع l (m) لحقول الرؤية في الطريق الرئيسي حسب [3] الجدول 12

مثال

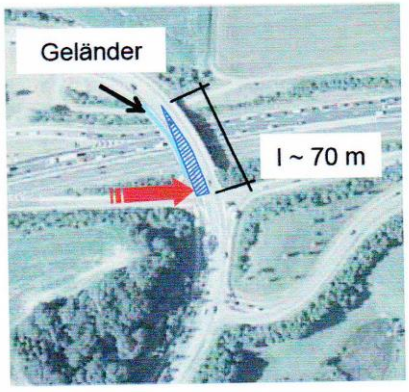


نظرة باتجاه الشمال

نظرة باتجاه الجنوب



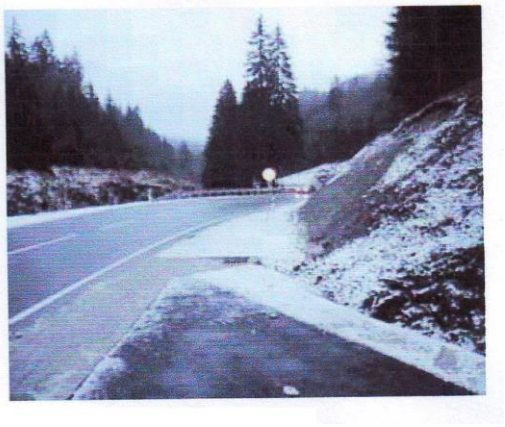
الحوادث بين 2000– 2005



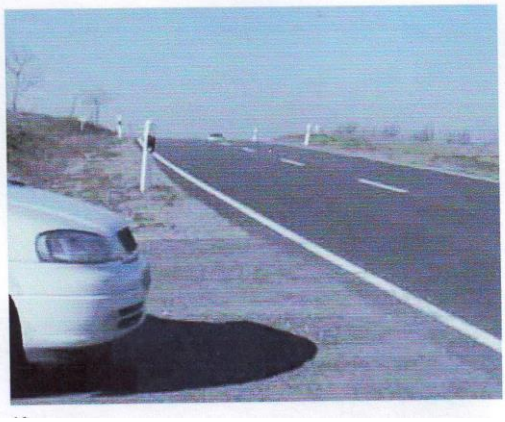
صورة جوية

الرؤية على المفرق ضيقة جداً في مجال المنعطف الداخلي بسبب الدرابزون الموجود على الجسر . طول الضلع l لحقل الرؤية على اليسار يبلغ حوالي 70m . وبالتالي فإن مسافة الرؤية على المفرق كافية فقط في حالة السرعة V_{85} = 50km/h .

أمثلة أخرى على رؤية غير كافية عند المفارق بسبب تضييق الرؤية من خلال ....



منعطف داخلي وجوانب حفر



منعطف شاقولي محدب

اللوحات المرورية

الغطاء النباتي (التعشيب)

مستعملي الطريق الآخرين

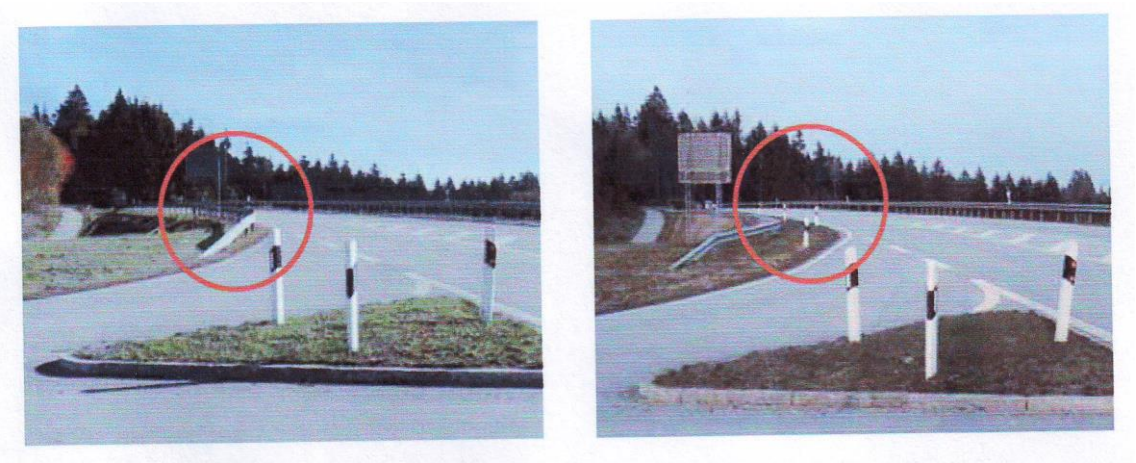
صناديق التوزيع الكهربائي

تدابير المعالجة عند الرؤية الضيقة على المفارق

- جعل جوانب الحفر منبسطة
- إزالة الغطاء النباتي واللوحات المرورية المعيقة للرؤية
- إرجاع جدران الحماية من الضجيج وتجهيزات الحماية إلى الوراء
- تعديل في تخطيط العقدة

أمثلة على تدابير علاجية مناسبة

بعد **قبل**



تحسين الرؤية على المفرق من خلال إرجاع تجهيزات الحماية إلى الوراء

بعد **قبل**

تحسين الرؤية على المفرق من أجل السيارات السياحية من خلال نقل موضع اللوحات المرورية

5- 6 أرصفة المشاة وطرق الدراجات

5-6-1 أماكن الاتصال بالطرق

العيوب

- نهايات طرق الدراجات تقع على طرق خارجية أو داخل قطاعات طرقية حرجة
- يتوجب على سائقي الدراجات التقاطع مع طريق على قطاع خارجي للوصول إلى طريق الدراجات

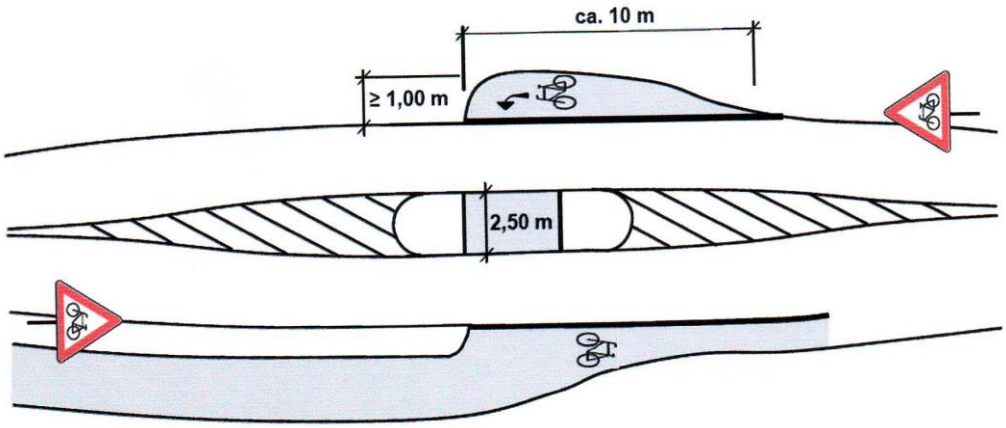
التأثير على وقوع الحوادث

على سائقي الدراجات التقاطع مع طريق سريع وهذا ما يزيد المخاطرة في وقوع الحوادث عندما لا يمكن إلا بصعوبة استكشاف موقع التقاطع من قبل سائقي السيارات .

المواصفة

مواقع العبور على الطرق الخارجية :

إذا تقاطع طريق الدراجات أو طريق حراجي أو زراعي يستخدم كطريق دراجات مع طريق خارجي أو إذا كان من الضروري تبديل طريق الدراجات إلى الجانب الآخر (على سبيل المثال بسبب وجود طريق المشاة والدراجات على جانب واحد) فيجب عند السرعات العالية ***90km/h*** *<* ***V_{85}*** *و/أو عند الغزارات المرورية الشديدة* ***DTV > 8000 kfz / 24h*** *وبشكل خاص عند الرحلات الجماعية لراكبي الدراجات تسهيل العبور الآمن [5] .*



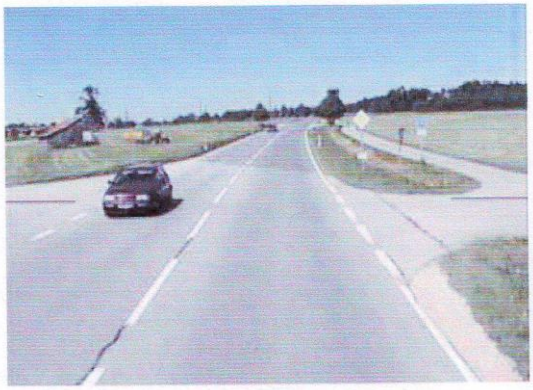
مثال على موقع عبور للدراجات خارج المناطق السكنية بواسطة جزيرة وسطية خارج العقد حسب [5].

ملاحظة (تنبيه)

الشكل أعلاه يوضح فقط الإجراء المبدئي الذي يحتاج إلى إكمالات تتعلق بالأنظمة المرورية .

مثال

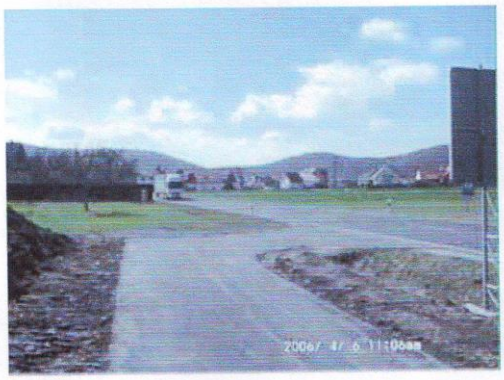
حوادث الدراجات بين 2000– 2005



تقاطع طريق دراجات على طريق خارجي

أمثلة أخرى على التشكيل غير الكافي لنهايات طرق الدراجات

نقل لوحة المنطقة كتدبير علاجي غير مناسب



طريق دراجات ينتهي على طريق خارجي بدون أي إجراء للمساعدة على العبور

نهاية طريق دراجات في مجال موقف باص

طريق الدراجات ينتهي بشكل مفاجئ في مجال جسر

3-6-5 أماكن العبور العرضي

العيوب

- عدم استكشاف أو الاستكشاف المتأخر لمستخدمي الطريق الذين يعبرون عرضياً
- موقع العبور العرضي ربط بشكل غير كاف على شبكة الطرق
- موقع العبور لا يقدم حماية كافية للعابرين

التأثير على وقوع الحوادث

يمكن لسائقي السيارات على الطريق الرئيسي بشكل متأخر الانتباه إلى العابرين إذا كانت الرؤية محدودة على هذا الطريق أو بالعكس وبشكل خاص في الليل . لذلك تنشأ خطورة السير بسرعة عالية باتجاه منطقة العبور وتعرض المشاة وراكبي الدراجات إلى الدهس من السيارات . عند مثل هذه الحوادث هناك غالباً ضحايا وإصابات بليغة . من الصعب جداً على سائق السيارة تقدير سلوك العابرين إذا كانت منشاة العبور قد صممت بشكل غير مألوف لعمليات العبور مثل وضع العبور بزاوية حادة جداً . وهذا هو واقع الحال دائماً إذا لم يتم دمج موقع العبور بشكل مثالي إلى

شبكة ممرات المشاة أو شبكة طرق الدراجات . عند مناطق العبور التي لا تقدم حماية للمشاة أو راكبي الدراجات يمكن وقوع اصطدام ذو عواقب وخيمة مع العلم أن العابر سلك سلوكاً صحيحاً .

المواصفة

من المهم في منشأة العبور أن تقع قدر الإمكان في سياق ربط ممرات المشاة بشكل مباشر بجانب الطريق المعترض.

لا يسمح لمنشآت العبور أن تقع على مواقع الرؤية عليها محصورة بشكل كبير ...

يجب الانتباه إلى الاستكشاف المبكر لمنشأة العبور .

يجب أن يملك المشاة الذين ليس لهم الأولوية مسافة رؤية كافية للسيارات المتقدمة باتجاههم .

يجب الانتباه عند تشكيل وتعشيب ووضع اللوحات المرورية لجزيرة بأن لا تنشأ عوائق للرؤية سواء للمشاة أو السيارات .

يجب أن يكون مجال التقارب لمنشأة العبور ومساحة الانتظار التابعة لها مرئية ومقروءة سواء في الليل أو النهار [6] .

أمثلة

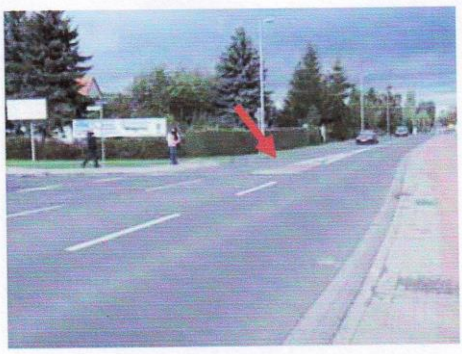
مسار ملتوي (طويل)

متابعة غائبة للمسار

رؤية غير كافية على منشأة العبور

غياب الرؤية للعابرين

حماية غير كافية للمشاة المنتظرين ولراكبي الدراجات

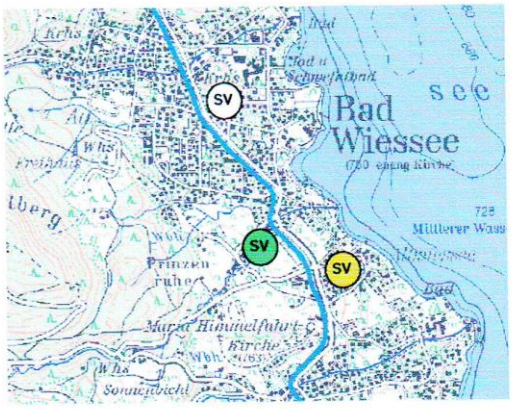


عيوب في وضوح منشأة العبور

مثال على تدبيرمعالجة ناجح

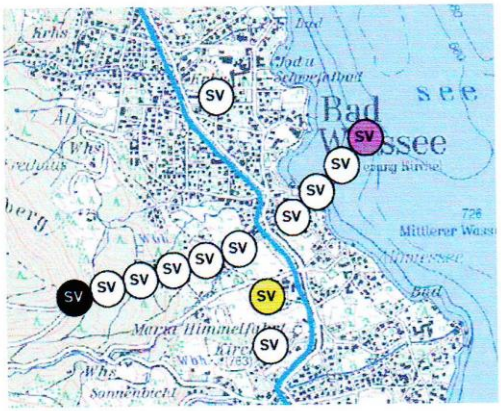
المشاة العابرين يتعرضون على الغالب في الليل للدهس . في العام 2000 تم تحسين الإنارة بشكل كبير وتم إخلاء حقل الرؤية من العوائق لموقع العبور

بعد



الحوادث الخطيرة بين 2001- 2003

قبل



الحوادث الخطيرة بين 1997 – 1999

4-6-5 تشكيل رصيف المشاة

العيوب

- ممر المشاة ضيق جداً
- حماية المشاة غير كافية

التأثير على وقوع الحوادث

عند التردد الشديد لممر المشاة تنشأ خطورة امتداد المشاة على الطريق . الارتفاع القليل للأطاريف يمكن أن يؤدي بسائق السيارة إلى تخطي ممر المشاة .

المواصفة

يمكن لاثنين من المشاة أن يلتقيا وهذا ما يتطلب بالإضافة إلى العرض الضروري للمشي للاثنين مسافة للحركة [6].

الارتفاع النظامي للأطاريف هو 0.12m [4] .

أمثلة على تشكيل غير كاف لممر المشاة

تضييق عرض ممر المشاة بسبب التسوير

تضييق عرض ممر المشاة بسبب الأعمدة واللوحات

تخفيض منسوب الأطاريف في مجال تضيق عرض الطريق

تضيق عرض ممر المشاة بسبب الدرج

5-7 التجهيزات الملحقة بالطريق

5-7-1 حواجز الحماية

العيوب

- السيارات المنحرفة يمكن أن تصطدم بعوائق ثابتة
- غياب تجهيزات الحماية
- تجهيزات الحماية غير كافية من ناحية الأبعاد أو من ناحية التنفيذ

التأثير على وقوع الحوادث

عند الانحراف عن الطريق تنشأ خطورة كبيرة على حياة مستخدمي الطريق.

المواصفة

قبل تركيب أنظمة دعم السيارة يجب الاختبار فيما إذا كان ممكناً الوصول إلى حماية أفضل عن طريق تجنب ، إزالة أو تعديل تجهيز موقع الخطر . مثل هذه التدابير يمكن أن تكون :

- *مسافة كافية عن العوائق*
- *إزالة العوائق*
- *استخدام أشياء في تجهيزات الطريق قابلة للسير عليها أو قابلة للفصل*
- *استخدام حفر تصريف مقعرة (خندق تصريف مقطعه قوس دائري) بدلاً من خندق مقطعه شبه منحرف*
- *ميول حفر قليلة الميل وتدوير كبير لميل الحفر عند تقاطعه مع الأرض الطبيعية*

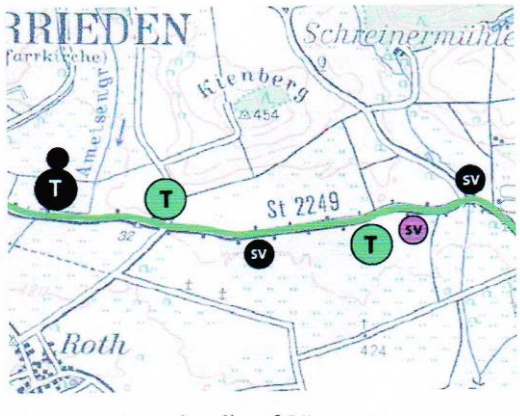
خلق عوائق جديدة (مثل التعشيب والتشجير ووضع الأعمدة) ضمن المجال الذي يتطلب نظام دعم للسيارة يناقض المبدأ الأساسي لتجنب الخطر [8] .

تدابيرمعالجة مناسبة عندما تكون تجهيزات الحماية غير كافية

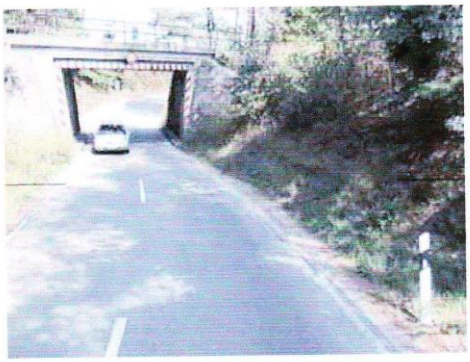
- إزالة العوائق الخطرة
- بناء حواجز حماية
- تحسين تجهيزات الحماية

أمثلة على غياب تجهيزات الحماية

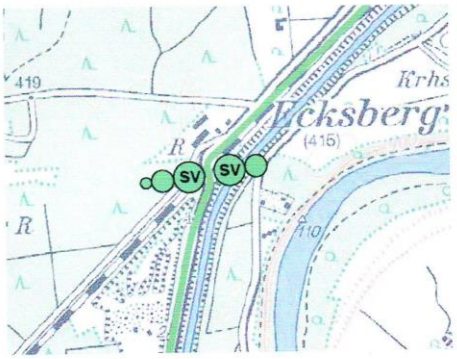
أشجار قريبة من طرف الطريق



حوادث الاصطدام بالأشجار بين العام 2000 –2005

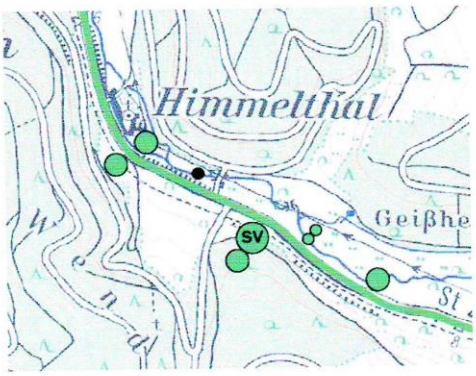


دعامات الجسر قريبة من طرف الطريق



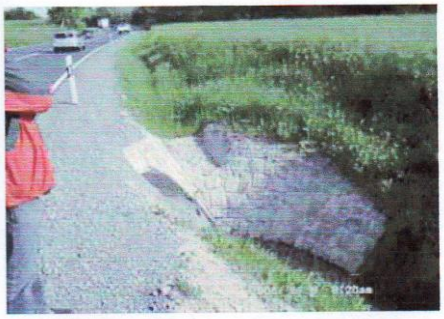
حوادث الاصطدام مع دعامة الجسر بين العام 2000 – 2005

أعمدة قريبة من طرف الطريق

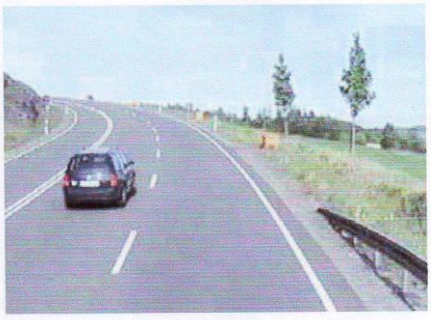


حوادث الاصطدام بالأعمدة بين العام 2000 – 2005

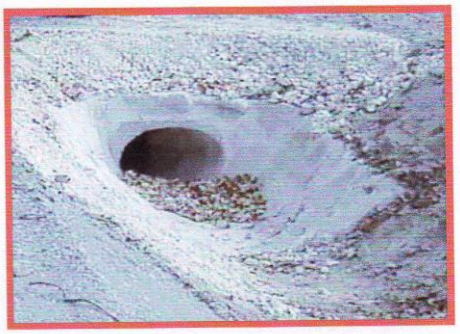
أمثلة أخرى على غياب تجهيزات الحماية



عبارة على ساقية بدون تجهيزات حماية



تشجير على الطرف الخارجي للمنعطف



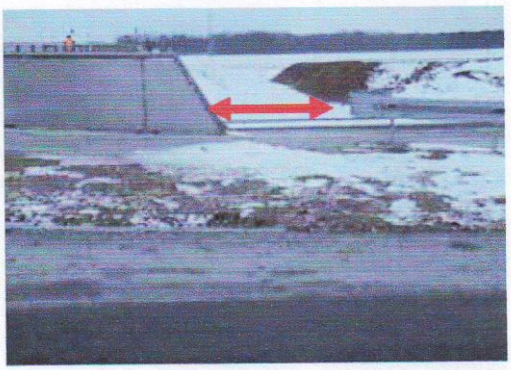
عبارة أنبوبية مع قطعة رأسية عمودية كعائق للسيارات المنحرفة عن الطريق

عوائق خطرة في مجال طريق دراجات

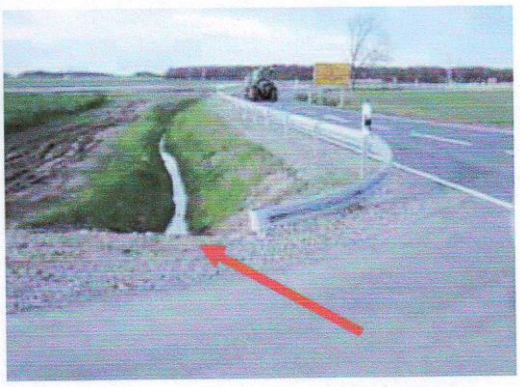
جدار استنادي غير ملتف بشكل كاف

أمثلة على تجهيزات حماية غير كافية

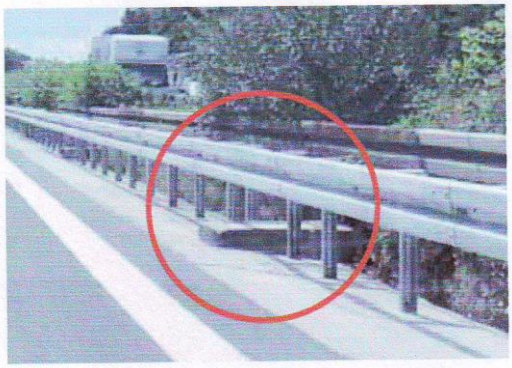
مكان انتقال غير كاف لنظام الحماية



فجوة في نظام الحماية



نظام حماية قصير جداً



عوائق ضمن مجال تأثير نظام الحماية

تجهيزات حماية منفذة بشكل قصير جداً ونهاياتها ناقصة تعتبر كعائق خطير لراكبي الدراجات

5-7-2 اللوحات المرورية والطلاء الطرقي

العيوب

- ارتباك السائقين بالطلاء واللوحات المضللة
- تناقض الطلاء الطرقي مع اللوحات المرورية

التأثير على وقوع الحوادث

تتزايد خطورة السير الخاطئ نتيجة الطلاء واللوحات المضللة وبالتالي ينقاد مستخدمي الطريق إلى تصحيح السلوك بشكل مفاجئ أو إلى الاستخدام المخل بقواعد السير على الطريق

المواصفة

يستخدم الطلاء (تخطيط سطح الطريق) من أجل :

- *تنظيم السير*
- *تحذير مستخدمي الطريق*
- *توجيه السائقين بصرياً*

يجب إزالة الطلاء غير الساري حالياً بحيث لا تظهر صورته السابقة على الدوام تحت تأثير جميع الظروف المناخية [9] .

يجب أن يكون موضع وأبعاد اللوحات المرورية بحيث يمكن استكشافها وقراءتها بوقت مبكر من أجل السرعات السائدة على القطاع الطرقي [10] .

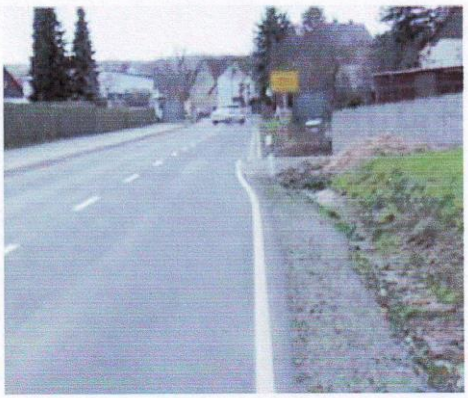
أمثلة على لوحات مرورية مضللة

تضليل مستخدمي الطريق نتيجة العدد الكبير من المعطيات

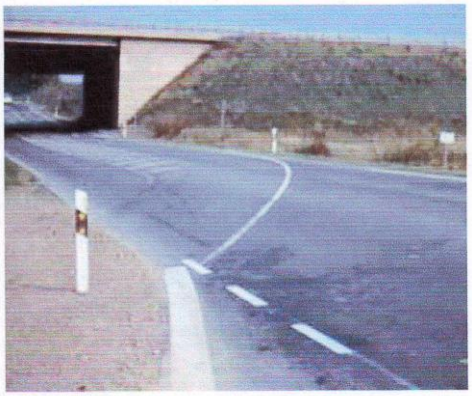
لوحات متناقضة

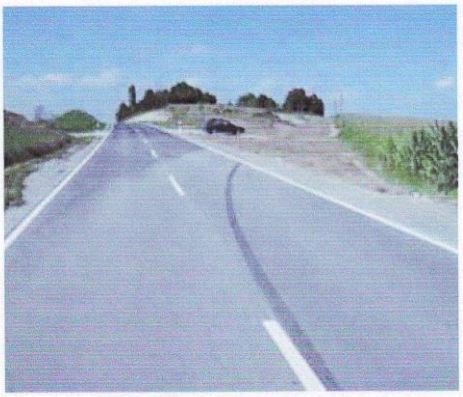
أمثلة على طلاء طرقي مضلل

تضليل مستخدمي الطريق نتيجة العدد الكبير من الطلاءات



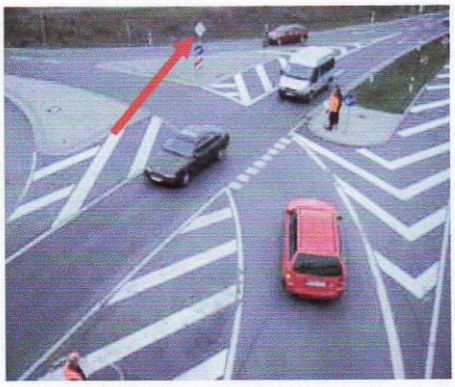
وصل غير انسيابي للطلاء





شبح الطلاء بسبب عدم الإزالة الكاملة للطلاء أثناء أعمال الصيانة

الطلاء يمكن أن يضل المشاة إلى تعتب سطح الطريق



لوحة مضللة للاتجاه الرئيسي وطلاء مضلل

5-7-3 تجهيزات التصريف

العيوب

- تجهيزات التصريف على طرف الطريق غير كافية
- المياه السطحية تصل إلى سطح الطريق

التأثير على وقوع الحوادث

المياه تؤثر على قوى الاحتكاك بين إطار العربة وسطح الطريق . عند تحريك المقود ومحاولة الفرملة تزداد خطورة الانزلاق .

المواصفة

تجهيزات تصريف الطرق يجب أن تكون قادرة في الحالة الطبيعية على استيعاب المياه الجارية ومتابعة نقلها بدون تخريب ...

سقوط المياه على سطح الطريق تسبب إعاقة لمستخدمي الطريق حتى عند ظروف الجريان المناسبة . لذلك يجب عدم السماح قطعياً بوصول المياه من خارج الطريق لتجنب الإعاقات الإضافية. يجب التقاط المياه الجارية من السطوح الجانبية قبل وصولها إلى سطح الطريق .[11]

أمثلة

غياب منشآت التصريف في مجال عبور المشاة

تصريف طريق حقلي عبر سطح الطريق الرئيسي

المراجـــــــــــع

[1] Empfehlungen für das Sicherheitsaudit von Straßen (ESAS),
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 2002

[2] Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 1,
Führen und Auswerten von Unfalltypensteckkarten,
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 2003

[3] Richtlinien für die Anlage von Straßen Teil: Linienführung (RAS-L)
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 1995

[4] Richtlinien für die Anlage von Straßen Teil: Querschnitte (RAS-Q)
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 1996

[5] Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA)
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 1995

[6] Empfehlungen für Fußgängerverkehrsanlagen (EFA)
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 2002

[7] Richtlinien für die Anlage von Straßen Teil: Knotenpunkte (RAS-K-1)
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 1987

[8] Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-
Rückhaltesysteme (RPS)
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Entwurf 2007

[9] Richtlinien für die Markierung von Straßen Teil 1 (RMS-1)
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 1993

[10] Richtlinien für die wegweisende Beschilderung außerhalb von
Autobahnen (RWB)
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 2000

[11] Richtlinien für die Anlage von Straßen Teil: Entwässerung (RAS-Ew)
Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 1987

العوامل الهندسية لتدقيقات السلامة المرورية

الصنف	المواد
تقصي حوادث المرور	إدخال البيانات المناسبة والدقيقة مفهوم العربة/الطريق/العوامل الإنسانية الإدراك قبل التحطم وأثناء التحطم والإجراءات بعد التحطم البحث عن العمل الوقائي بالإضافة إلى إجراءات المعالجة
إجراءات المعالجة	يجب أن تكون فعالة استهداف حوادث الاصطدام الحقيقية تدوم لفترة طويلة
التقييم	كفاية البيانات الضرورية الاختيار الدقيق لمواقع المراقبة النظرة الإحصائية
جوانب الطريق	تأمين الوضوح والصيانة تثبيت اللوحات المرورية تصميم عناصر قابلة للكسر
تصميم الطريق	تصميم عناصر واضحة تأمين عناصر هندسية ثابتة تصميم طبقات رصف أمينة خلق مناطق واضحة تخفيض ، فصل أو إزالة التصادمات المرورية تقليل الإبهار وعدم الانتباه
إدارة المرور	أسس واضحة إتباع أساليب واضحة وموثوقة تأثير المراقبة

وسائل التحكم المروري	– اختيار الأداة الأكثر ملائمة – اعتبار جميع مستخدمي الطريق – تخفيض التصادمات والسرعة النسبية
تخطيط النقل والمرور	– فصل المشاة والعربات أو تعديل بيئة الطريق – تشجيع خيارات النقل العام في حال الملائمة – ضمان التطورات حسب التدرج الوظيفي للطريق وتوقيع خطط استخدام الأراضي
موضع الشاخصات	– إثبات الحاجة للشاخصة – توضيح النص المكتوب في الشاخصة لكل مستخدمي الطريق وتحت كل الظروف – ضمان أن لا تكون الشاخصة بحد ذاتها مصدر خطر
محددات	– يجب أن يكزن التصوير مرئياً تحت كل الظروف – وضع محددات خاصة من أجل القيم الدنيا لمواصفات العناصر الهندسية للطريق – ضرورة الصيانة على مستوى عال
مناطق العمل	– إمرار وتوجيه مستخدمي الطريق بأمان من خلال وحول وبعد موقع العمل – تزويد منطقة العمل بإنذار مبكر – الاهتمام بشكل خاص في تركيب وصيانة الإشارات والشاخصات المؤقتة