جامعة تشرين

كلية الهندسة المدنية

قسم هندسة المواصلات والنقل

دوارات التوربو
تطورها والخبرات المكتسبة

Turbo – Roundabouts
Development and experiences

1- دراسة وتصميم أول دوار توربيني في ألمانيا

في إطار إعادة استخدام المنطقة العسكرية التي أخلتها القوات الفرنسية بعد قيام الوحدة الألمانية في مدينة **Baden–Baden** الألمانية تم تخطيط وبناء منشأة مرورية غير مألوفة . نتيجة للمناقشات وتبادل الآراء حول تخطيط شكل للاتصال على الطريق الاتحادي (الطريق السريع باتجاهين مفصولين بجزيرة وسطية) **B500** المؤلف من أربع حارات مرورية ، تمت الموافقة من قبل وزارة المواصلات الألمانية على بناء دوار مخطط على شكل عنفه . يجب أن تعمل هذه العقدة المرورية إضافة إلى تطوير مستوى الأداء والسلامة للتيارات المرورية الموجودة على B500على وصل المناطق الواقعة شمال وجنوب **B500** لكل الاتجاهات المرورية وأن يشكل انفتاحاً يتناسب مع التخطيط الإقليمي للدخول إلى مدينة **Baden–Baden** من الجهة الغربية. أخذ بعين الاعتبار أثناء التصميم تركيبة التيارات المرورية ومركز التسوق قيد الدراسة. لذلك عمل المشتركون في التخطيط منذ البداية على التعاون والتنسيق بين كافة الفرق ذات الخبرة في مجال التخطيط الطرقي وهندسة المرور والتخطيط البيئي وبين المؤسسات الحكومية ذات الصلة ، والتي أدت في النهاية إلى حل تخطيطي ناجح . تم وضع الدوار المروري بعد بنائه في شهر أيار من عام **2006** قيد التشغيل وأثبت كفاءته منذ ذلك الحين .

2 – وصف منطقة الدوار

بعد تسليم القوات المسلحة الفرنسية المتمركزة في ألمانيا في مدينة Baden–Baden في عام 1990 موقع قيادتها العليا في المنطقة بين Baden–Oos ومركز المدينة ، توجب إعادة تأهيلها وظيفياً ، مرورياً ، بنيوياً وبيئياً وربطها في سياق التخطيط الإقليمي.

الطريق الاتحادي **B500** المؤلف من أربع حارات مرور يشكل الشريان المروري الرئيسي لمدينة **Baden–Baden** ، يتصل هذا الشريان غرباً بكل من الطريق الاتحادي **B3** والأوتوستراد الاتحادي **BAB A5** بعقدة على مستويين . حتى قبيل عملية إعادة التأهيل كانت المنطقة العسكرية الموجودة على الجانب الشمالي ومساكن العسكريين على الجانب الجنوبي للطريق **B500** محددة بوضوح وكانت بالكاد مرئية من قبل السائقين على الطريق **B500** .

الشكل رقم (1) يظهر صورة للطريق **B500** الملتقطة في عام 2003 واتجاه النظر نحو مدينة **Baden–Baden** .



الشكل (1) صورة للطريق B500 الملتقطة في عام 2003 ،

اتجاه النظر نحو مدينة Baden–Baden

كان الطريق **B500** سابقاً مصمماً كأتوستراد مديني /طريق سريع ، ولكن لأسباب تتعلق بالتلوث الضجيجي تم منذ فترة تحديد السرعة العظمى ب **60 Km/h**. المهمة الخاصة بدمج منطقة التوسع هذه بالتخطيط الإقليمي تتمثل بتصميم منشأة مرورية تتأثر بالمسائل التالية :

- ربط الوحدات السكنية في المنطقة السكنية **(Cité)** والموجودة جنوب **B500** مرورياً بالطرق ذات التصنيف الأعلى وخاصة بالطريق الاتحادي **B500**
- ربط مركز التسوق المتخصص المصمم الواقع شمالاً على المنطقة العسكرية الواقعة بمساحة **20000 m²** معدة للبيع ووقوف العربات
- ربط المنطقة بنظام النقل العام (خطوط الباصات) والتغلب على تأثيرات الفصل للطريق **B500**
- الربط فوق الإقليمي والطبوغرافي والوظيفي للعلاقة بين ممرات المشاة وطرق الدراجات المصممة .

يجب أن يؤدي توسع التخطيط الإقليمي لمدينة **Baden–Baden** في مجال المنطقة العسكرية لفتح المنطقة المغلقة بشكل شديد في السابق وبالتالي تشكيل مدخل غربي جديد للمدينة.

3- الحلول المدروسة

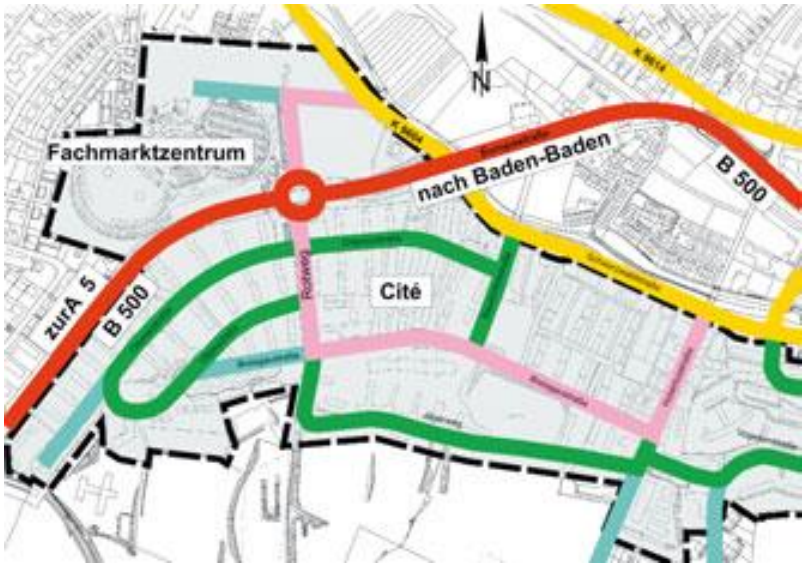
من وجهة النظر المرورية وعلى أساس كون **B500** مؤلف من أربع حارات مرورية وواقع في منطقة خالية من البناء وتقاطعاته حرة فإن الفكرة الأولية لتخطيط المنشأة المرورية الجديدة تأخذ شكل تقاطع حر بشكل كامل أو جزئي . أدت وظيفة التخطيط الإقليمي ، ضغط التكلفة والمساحات الموضوعة تحت التصرف إلى صراع شديد للوصول إلى حل مناسب.

3-1 مسودات أو أفكار التصميم المروري

بسبب : – تحديد السرعة العظمى على الطريق الموجود ب **60 Km/h** ،
– أهداف التخطيط الإقليمي و
– تكلفة البناء المتوقعة عند اعتماد حلول للعقدة على عدة مستويات ،

لم يعد لدى المؤسسات الحكومية على مستوى الولاية والاتحاد بناء العقدة بشكل حر مطلوباً . وإنما كان الشرط هو تحقيق مستوى أداء وظيفي ومروري جيد للعقدة المرورية على مستو واحد . تم الأخذ بعين الاعتبار عند التصميم المروري التأثيرات المتولدة عن المرور على الاستخدام المصمم شمالي وجنوبي **B500** . وجب ربط الطرق الفرعية ليس فقط من خلال **B500** بل أيضاً بشكل مباشر بشبكة الطرق الرئيسية المدينية . نتج عن ذلك تصميم شبكة طرق يمتد تأثيرها إلى ما بعد المنطقة المدروسة . انظر إلى الشكل رقم (2).

تم الأخذ بعين الاعتبار في التصميم المروري إضافة للعربات المشاة والدراجات . من أجل الحل المروري للعقدة على مستو واحد تم تأمين عبور المشاة والدراجات من خلال جسر منفصل عنها.



الشكل (2) فكرة التصميم المروري لعقدة B500/Rotweg

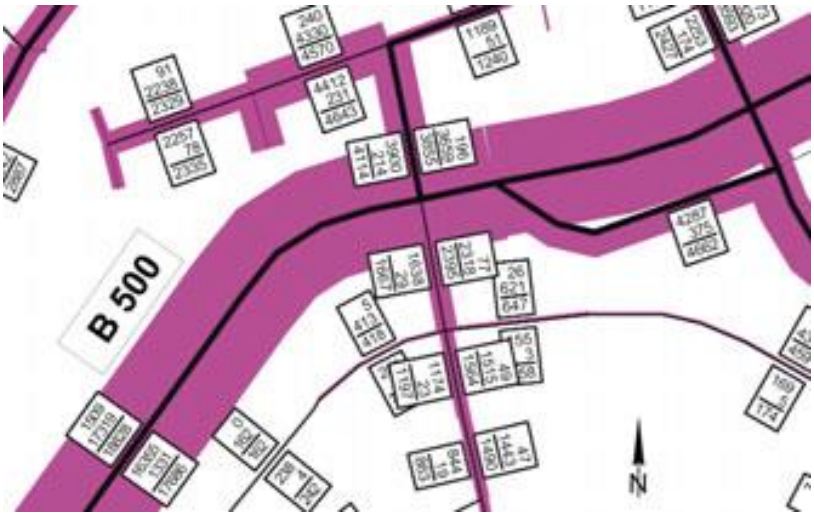
2-3 التنبؤ بالغزارات المرورية

في إطار مناقشة فكرة التصميم المروري والحلول المتعلقة بالعقدة المرورية بدا واضحاً بأنه وقبل كل شيء من أجل الحل بمستو واحد لا بد من معرفة التيارات المرورية المتوقعة . التحليل المروري للعام **2003** أعطى غزارة مرورية على كامل المقطع العرضي للطريق **B500** حوالي **29000 عربة /يوم** . تم الأخذ بعين الاعتبار حين حسابات التنبؤ المروري إلى جانب التأثيرات المرورية المتولدة لكل الاستعمالات المتوقعة للأراضي في المنطقة المراد إعادة تأهيلها ، التوسع الكلي لمدينة **Baden–Baden** والمنطقة المحيطة. تم حساب التنبؤ المروري من قبل شركة PTV AG (Karlsruhe) بالاعتماد على موديل مروري متوفر للعام **2020** – موديل حالة الصفر (بدون تغيير في الشبكة) وعدة تنبؤات أخرى .

بلغت قيمة الغزارة للعام 2020 ما يلي :

- على **B500** حوالي **37000 عربة/يوم**
- على الفرع الشمالي للعقدة المرورية المصممة **8000 عربة/يوم** (نشأت هنا التيارات المرورية عن وظائف الربط وانفتاح المنطقة)
- على الفرع الجنوبي للعقدة (Rotweg) **4000 عربة/يوم** أخذ هنا بعين الاعتبار جميع المساكن للمنطقة العسكرية **Cité** .انظر الشكل (3)

وبالتالي يبلغ مجموع الغزارة المرورية المتوقعة الداخلة إلى العقدة لجميع العربات حوالي **40000 عربة/يوم** . وبلغت الغزارة في ساعة الذروة بعد الظهر على التقاطع **3300 عربة سياحية/سا.**



الشكل (3) تنبؤ الغزارات في العام 2020 ، {DTV(Pkw+Lkw/24h}حسب PTV

3-3 تقييم الحلول

أدت أهداف التخطيط وفكرة التصميم المروري والتنبؤ بالغزارات إلى تطوير خمس حلول رئيسية مع حل تشعبي آخر :

- الحل الأول : التقاطع باستخدام الإشارات الضوئية (الشكل 4)
- الحل الثاني : رمبات موازية (حرة/على مستو واحد)
- الحل الثاني 2a : حل مشتق من الحل الثاني مع تضييق الرمبات
- الحل الثالث : دوار مروري كبير (بحارتي مرور) الشكل 5
- الحل الرابع نصف ورقة البرسيم متناظرة (تقاطع حر/مستو واحد)
- الحل الخامس : الدوار واقع في الأعلى (جسر) مع رامبات موازية (الشكل 6)

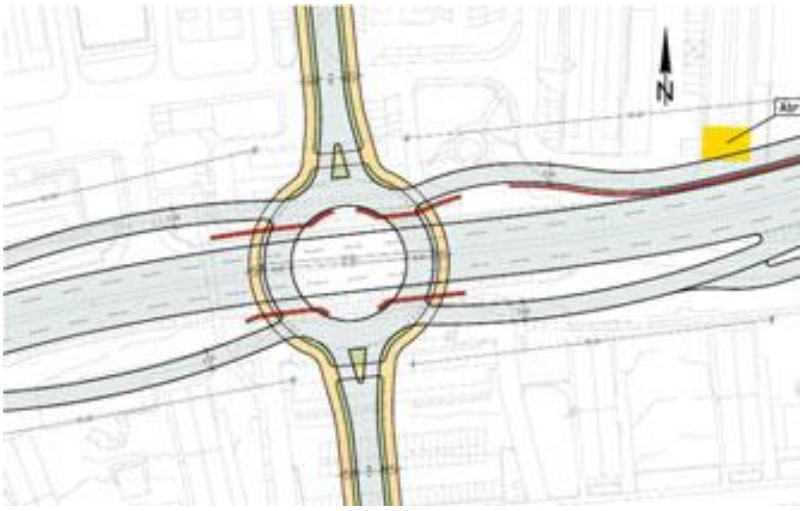
تمت دراسة وتقييم الحلول السابقة من خلال معايير مرورية ، تخطيط إقليمي ومعايير بيئية. عند تقدير قيمة التكلفة لجميع الحلول على مستو واحد كان من الواجب أخذ قيمة جسر المشاة والدراجات بعين الاعتبار . بعد الدراسة والتقييم تم استبعاد الحلول 2;2a;4 منذ البداية.



الشكل 4 الحل الأول ، تصميم التقاطع بإشارات ضوئية



الشكل 5 الحل الثالث ، تصميم التقاطع بدوار مروري توربيني



الشكل 6 الحل الخامس ، تصميم التقاطع بدوار مروري واقع في الأعلى (جسر)

أسباب هذا الاستبعاد كانت المعايير المتعلقة بالتخطيط الإقليمي والربط البنائي غير المرضي والحاجة إلى مساحات كبيرة والتقبل السلبي من قبل السائقين . في التقييم الكلي استبعدت جميع أنواع العقد على عدة مستويات باستثناء الدوار المحمول على جسر . الحسابات الأولية لأداء التقاطع أظهرت بوضوح بأن التقاطع باستخدام الإشارات الضوئية والدوار المروري على مستو واحد محمل بشكل كبير في ساعة الذروة وأداؤها يقع ضمن الحدود الحرجة وينشأ عن ذلك ازدحام واضح.

من الناحية المرورية يمكن مبدئياً تفضيل حل الدوار المحمول على جسر ، إنما لأسباب تتعلق بمعايير التخطيط الإقليمي ولأسباب تتعلق بالتكلفة فقد كانت رغبة من مجلس مدينة **Baden–Baden** ومن استشاري التخطيط لديها بالتفكير بالتصميم على مستو واحد وتحديداً بدوار مروري ما أمكن . بسبب المساحة والشكل الكبير للتقاطع تم رفض الحل الأول (التقاطع بنفس المستوي باستخدام الإشارات الضوئية) ولأسباب تتعلق بالتخطيط الإقليمي بالإضافة إلى توقع ارتفاع التلوث الضجيجي . من جهة أخرى كان هناك شك فيما إذا كان بمقدور الدوار الكبير الواقع في نفس المستوي السيطرة على الغزارة الكبيرة في ساعة الذروة على مداخل ومخارج الطريق الاتحادي B500 . كذلك وجب توضيح فيما إذا كان للدوار الكبير نفس مستوى السلامة الذي يحققه التقاطع المزود بإشارات ضوئية .

برغبة من المشتركين في التخطيط تم تعيين البروفسور **Brilon** الأستاذ في جامعة بوخوم الألمانية (Ruhr–Universität Bochum) استشاري مروري في هذا المشروع . أكد التقرير المروري المقيم لحل الدوار الكبير على مستو واحد على حساسية الأسئلة المتعلقة بالسلامة المرورية ومستوى الأداء لدوار مؤلف من عدة حارات مرورية. أرشد البروفسور **Brilon** فيما

يتعلق بالدوار المروري (الحل الثالث) بمتابعة تحسين الإمكانيات المتعلقة بالاستيعاب (مستوى الأداء) والسلامة المرورية. ويتبع لذلك اتخاذ الحيطة التي تجعل من الممكن استخدام الإشارات الضوئية إذا اقتضى الأمر . بعد تقييم تركيبات التيارات المرورية تم اقتراح ما يسمى **"الحل التوربيني"** . ما كان لينظر إلى الدوارات المرورية الكبيرة في ألمانيا مع إضافة حارة داخلية أو خارجية على أنها حل قياسي حتى كانت هناك مرافقة علمية جادة من قبل مدير المشروع . أظهرت الدوارات المرورية الكبيرة الموضوعة قيد التشغيل في ألمانيا في الغالب عيوباً تتعلق بالسلامة المرورية.

أدت أهداف التخطيط المتشعبة جزئياً للمؤسسة الطرقية ومجلس المدينة بتطوير التخطيط إلى تقييم إيجابي بشكل عام وإلى قبول دوار مروري خاص على شكل عنفة. مع نشر وزارة المواصلات الاتحادية تم التمكن من متابعة تطوير الشكل الخاص للدوار وأخيراً تم تنفيذه.

4- تخطيط المنشأة المرورية

4-1 التخطيط الطرقي

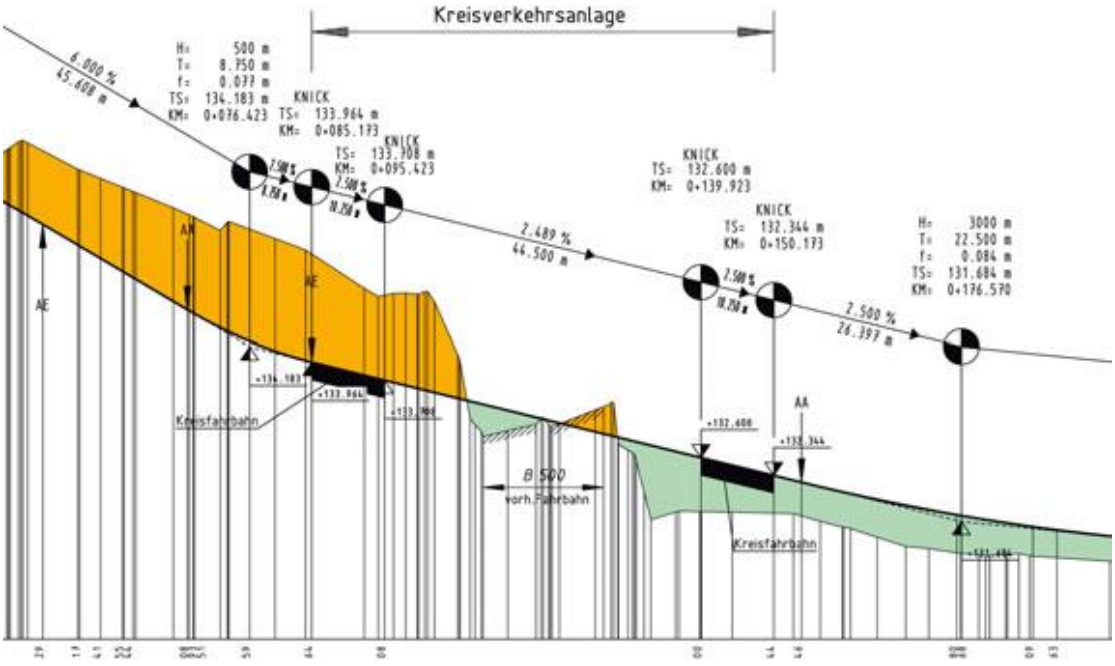
بسبب الشكل المبتكر للمنشأة المرورية فقد تم تنسيق عناصر التصميم الهندسية وتحديدها بشكل مكثف بين جامعة بوخوم والمؤسسة الطرقية ومجلس المدينة .تم أخيراً تصميم الدوار المروري على أساس مركزي دائرتين مع قطر خارجي متغير **(القطر الأعظمي 65م)** .

بقي مسار **B500** بشكل أساسي على حاله ووجب تصغير مقاطع التسوية مع الدوار الجديد . عند التصميم الهندسي للدوار اعتمدت أنصاف أقطار الدخول والخروج الموافقة لمنحنيات الجر للشاحنات الكبيرة . كانت هناك ضرورة لحل وسط بين انسيابية السير (قبل كل شيء على **B500**) والسلامة المرورية. أنصاف أقطار الخروج على **B500** تمت زيادتها أثناء التنفيذ من **20م إلى 50م** وذلك لتأمين سير الشاحنات.

يمتد الطريق **B500** في مجال التقاطع على مقطع حفر وردم (حفر في الجنوب وردم في الشمال) . لتأمين تناغم مع الطبيعة تمت مطابقة الميل الطولي للوصل الجديد مع ميل الأرض الطبيعية وبالتالي تم تقليل استملاك الأراضي وتم الوصول غلى توازن مرض لكميات الحفر والردم.

وضع الدوار من ناحية الارتفاع كسطح مائل بميل قدره **2.5%** بشكل يحاكي ميل الأرض الطبيعية ، لأن كلا فرعي **B500** كانا متعاكسين بالميل ويميلان بقيمة **2.5%** ، كان من الضروري إجراء عملية رفع عرضاني على الجهتين الغربية والشرقية للدوار في الطريق **B500**

. لم يكن توجيه الميل للحلقة المرورية نحو الخارج مجدياً بسبب طبوغرافية المنطقة عند فرع الاتصال الجنوبي . اتصال Rotweg نحو الجنوب يبدي خط مشروع ذو ميل طولي أعظمي قدره **6%** وميله في الشمال باتجاه مركز التسوق التخصصي **2%** ، انظر الشكل (7).



الشكل (7) المقطع الطولي Rotweg/Kreisel

لأنه لم يؤخذ بعين الاعتبار في الدوار المروري الواقع في نفس المستوي عبور المشاة والدراجات عبر الطريق الاتحادي **B500** لأسباب تتعلق بالسلامة فقد كان من الضروري تصميم جسر إضافي قريب من المنشأة المرورية لعبورهم . رمبات ربط طريق المشاة والدراجات الجديد صممت بميل طولي أعظمي قدره **8%** . قسم خط المشروع إلى مقاطع وحسنت بعتبات بحيث يمكن استخدامها من قبل المعاقين.

في سياق التصميم الطرقي تم تجهيز مخطط للطبيعة مرافق للمنشأة المرورية . شمل التخطيط أيضاً جزءاً يضم تصميماً احتياطياً لتحويل التصميم التوربيني إلى دوار عادي بحارتي مرور ومزود بإشارات ضوئية في حالة إخفاق الدوار التوربيني في تحقيق ما أريد منه أي في حالة ظهور بعض المشاكل لدى تشغيله ، هذا التحويل في التصميم كان مقبولاً من ناحية البناء والكلفة.

4-2 العناصر الهندسية للتصميم

تتكون عناصر التخطيط للمنشأة المرورية مما يلي :

حارات المرور على الدوار

- عرض الحارة الخارجية على الدوار 5 m
- عرض الحارة الداخلية على الدوار 5.25 m

أذرع الدخول من **B500**

- عرض حارة المرور 3.75 m
- عرض حارة المرور بجانب الدوار (Bypass) 5. 50 m

حارة التسارع

- عرضها 3.75 m وطولها 130 m

أنصاف أقطار الدخول والخروج

- 50 m (الطرف الخارجي للطريق)

أذرع الدخول الجنوبية والشمالية

- عرض حارة المرور 3.25 m
- عرض المدخل والمخرج 4 m و 4.50 m

أنصاف أقطار الدخول والخروج

- 14 m (الطرف الخارجي للطريق)

4-3 تشكيل الدوار

تعتبر العقدة المرورية على الطريق الاتحادي **B500** جزءاً من المدخل الغربي الأكثر أهمية لمدينة **Baden–Baden** . تصميم الطبيعة (الأشرطة الخضراء) الموجودة في التخطيط الإقليمي والمعبر عنها "**الدخول الأخضر للمدينة**" تم تنفيذه في منطقة الدوار بمزروعات على شكل أيكات وفي محور الطريق الأحمر **Rotweg** من خلال تشجير على شكل جادة.

نفذ مركز الدوار بمزروعات على شكل كلى متوضعة على شكل هضبة والتي تصل إلى خنادق التسريب وتؤمن حجب الرؤية المرغوبة لسائقي السيارات بشكل مريح.

دمج مدخل إلى مركز الدوار في تشكيلته ، بحيث يمكن من إجراء أعمال الصيانة لحفر المراقبة الموضوعة في المركز بدون أي مشكلة. انظر الشكل (8) .



الشكل (8) الدوار المروري على B500 ، تشرين الثاني 2006

4-4 الطلاء الطرقي واللوحات المرورية

يشكل الدوار المروري بشكل عنفة للسائقين على الطريق الاتحادي **B500** حافزاً خاصاً للتوجه إلى الحارة المطلوبة . لذلك أعطي للطلاء الطرقي وللوحات المرورية اهتماماً كبيراً في التخطيط والتنفيذ لتأمين التوجه الضروري وتحقيق السلامة المرورية . وهناك أيضاً ضرورة لإعطاء معلومات شاملة مبكرة وواضحة للسائقين القادمين إلى الدوار من المدخلين الشمالي والجنوبي بحارة واحدة لأن الحارة الداخلية للدوار فقط هي التي تمكن من عبور العقدة لكلا المدخلين .

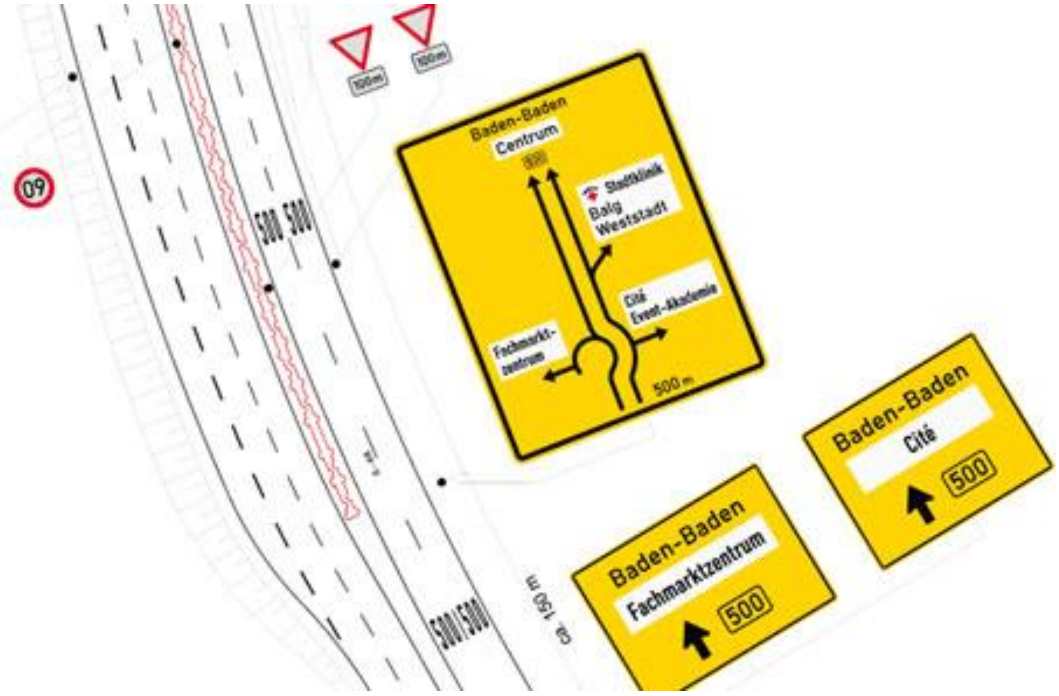
بمقارنة هذا النوع الخاص للدوار مع الدوارات الأخرى المألوفة من ناحية المسار المروري تبدو العوامل التالية غير معتادة من قبل السائقين :

- ❖ يمكن السير على الدوار بأكمله فقط عن طريق تبديل الحارات
- ❖ عند التوجه إلى الحارة اليمينية المخصصة ل **B500** فإنه يمكن فقط القيام بالانعطاف نحو اليمين أو بالحركة المستقيمة

- ❖ يمكن متابعة السير للقادمين من الحارة الداخلية لكلا فرعي الطريق الاتحادي **B500** بإضافة حارة إضافية على الدوار للانعطاف نحو اليسار وللحركة المستقيمة
- ❖ يجب تجنب تبديل الحارات المرورية قبل المخارج المؤلفة من حارتي مرور بسبب ارتفاع خطورة الوقوع في الحوادث.

كقاعدة عامة من الضروري على الدوار على شكل عنفة تنظيم توجيه اتجاه السير على الطريق الاتحادي **B500** كما في حالة التقاطع المزود بحارة انعطاف نحو اليسار. في هذه الحالة يمكن اعتبار الدوار المروري كتقاطع موسع مع حارات انعطاف نحو اليسار . انظر الشكل (9).

يمكن النظر إلى الطلاء الموضوع بشكل مستمر كعنصر مهم لدعم السلامة المرورية عند المخارج المؤلفة من حارتي مرور . يجب على السائقين على الجهة الخارجية للدوار المروري حتماً مغادرة الدوار . وضع الطلاء بشكل متقطع للسماح على مقاطع محددة من الدوار (منطقة الدخول) بالتقاطع مع حارة مرورية أو بتبديل الحارة . يجب أن تظهر الخبرة المكتسبة من تشغيل الحركة المرورية فيما إذا كان من الواجب اتخاذ تدابير حازمة للالتزام بالحارة المرورية . لذلك من الممكن التفكير بوضع مسامير طلاء أو حتى مطبات في مجال مخارج حارتي المرور. ولكن حرصاً على سلامة راكبي الدراجات النارية وأعمال الخدمة الشتوية فقد تم الاستغناء عن هذا الإجراء .



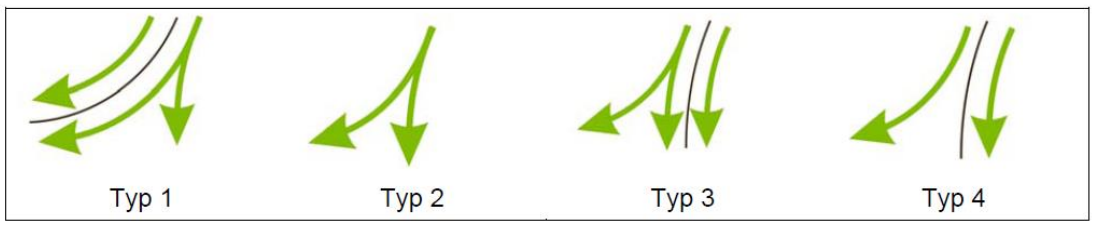
الشكل (9) قطاع من الطلاء الطرقي واللوحات المرورية

يجب وضع اللوحات المرورية قبل الوصول إلى الدوار والتي ترشد إلى الاختيار الصحيح والتوجه إلى الحارة المرورية المطلوبة بشكل مبكر ، تم تخطيط هذه اللوحات بالتنسيق مع المؤسسة الطرقية المختصة على أساس السرعة المسموحة على الطريق الاتحادي **B500** وقدرها 60 Km/h وذلك في اتجاه الدخول والخروج من المدينة . حملت هذه اللوحات على جسور ، كما وضعت لوحات دلالة على جانبي الطريق. تمت المحاولة لدى تخطيط اللوحات بتطوير العروض الموضوعة في المواصفات لتبدو بصرياً أكثر وضوحاً .

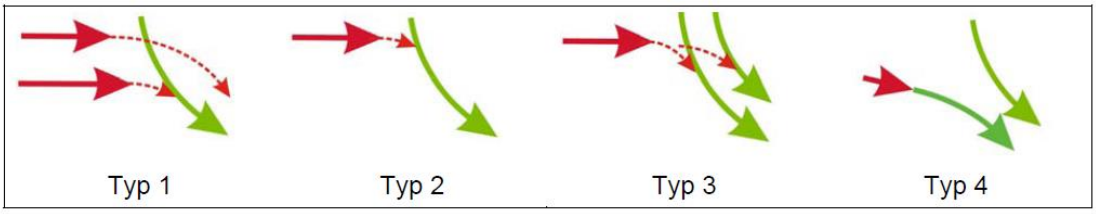


الدوار التوربيني

هو عبارة عن تقاطع دائري له على الأقل مدخل و/أو مخرج من النمط 1أو 4 ، بالإضافة إلى ذلك يمكن أن يكون للمدخل والمخرج النمطين 2 و 3 .الأنماط الأربعة للمدخل والمخرج يوضحها الشكل التالي:



أنماط المخارج في الدوار



أنماط المداخل في الدوار

من فكرة تغير عدد الحارات على الدوار أطلقت تسمية التوربو على هذا النوع من الدوارات

المبادئ الأساسية لدوارات التوربو :

1- لا توجد ضرورة لتبديل حارة المرور داخل الدوار. بإمكان كل سائق عند دخوله إلى الدوار تعقب المخرج الذي اختاره مسبقاً. يتحقق ذلك :

- إما من خلال الفصل المسبق عند المدخل للاتجاهات المرورية إلى حارتي مرور (نمط المدخل 1) . من أجل المرور على الحارة اليسارية للمدخل يضاف على الدوار من الجهة الداخلية حارة مرور ثانية.

- أو من خلال بحث السائقين الداخلين إلى الدوار بشكل مباشر عند المدخل لحارات المرور التي يقصدونها (حارتي مرور مستمرة على الدوار- نمط المدخل 3)

2- يسمح على الغالب بالتبديل الضروري على حارة المرور الذي يبدأ عند أول فرصة. مثل هذه التبديلات تكون ضرورية عندما تستخدم في التبديل أنماط الدخول والخروج 3 و 4

3- على المخارج تفصل حارتي المرور بخط لا يمكن السير فوقه. هذا الخط يمكن أن ينفذ بحيث أن العربات المارة على الحارة اليمينية تجبر بالتوجه إلى المخرج (نمط المخرج 1). في هذه الحالة يمكن أن ينفذ المخرج بحارتي مرور بحيث يمكن للعربات المارة على الحارة الداخلية للدوار من الوصول للمخرج.

يمكن تنفيذ فصل حارات المرور بخط طلاء مستمر أو كما في هولندا بعتبات أطروفية لا يمكن السير فوقها إلا بصعوبة.

بيانات المخرج

- تعالج فقط الدوارات التي لا يزيد عدد حاراتها عن اثنين

- عندها يوجد مبدئياً أربع إمكانيات لتشكيل المخارج كما في الشكل التالي:



إمكانيات تشكيل أنماط المخارج

– كذلك يوجد أربع إمكانيات لتشكيل المداخل كما في الشكل التالي :



إمكانيات تشكيل أنماط المداخل

في معظم الحالات يجب تجنب النمط 4 للمدخل والمخرج (ما عدا الدوارات بثلاث أذرع) لأن تبديل حارات المرور في الدوار يمكن أن يصبح ضرورياً والذي لا يناسب مبدأ دوارات التوربو.

من الواضح أن نمط المخرج 3 يمكن أن يعقبه فقط نمط المدخل 3. إذا كانت كل المداخل والمخارج من النمط 2 فإن دوار التوربو يتحول إلى دوار كلاسيكي بحارة واحدة. كذلك ينتج من تعاقب المخارج والمداخل من النمط 3 دوار كلاسيكي بحارتي مرور. يستثنى من ذلك المداخل بحارتي مرور إلى الدوار بحارتي مرور. هذا ممكن ولكنه لا يناسب مبدأ دوارات التوربو.

مقارنة بين الدوارات الكلاسيكية (التقليدية) ودوارات التوربو

إن تزايد المركبات في الدوارات المتعددة الحارات يخلق ازدياداً في الاحتكاك الجانبي بين تيارات المرور المختلفة والذي يمكن أن يزيد خطورة التصادم الجانبي لذلك نحتاج أن نتعامل مع إحدى المشكلتين

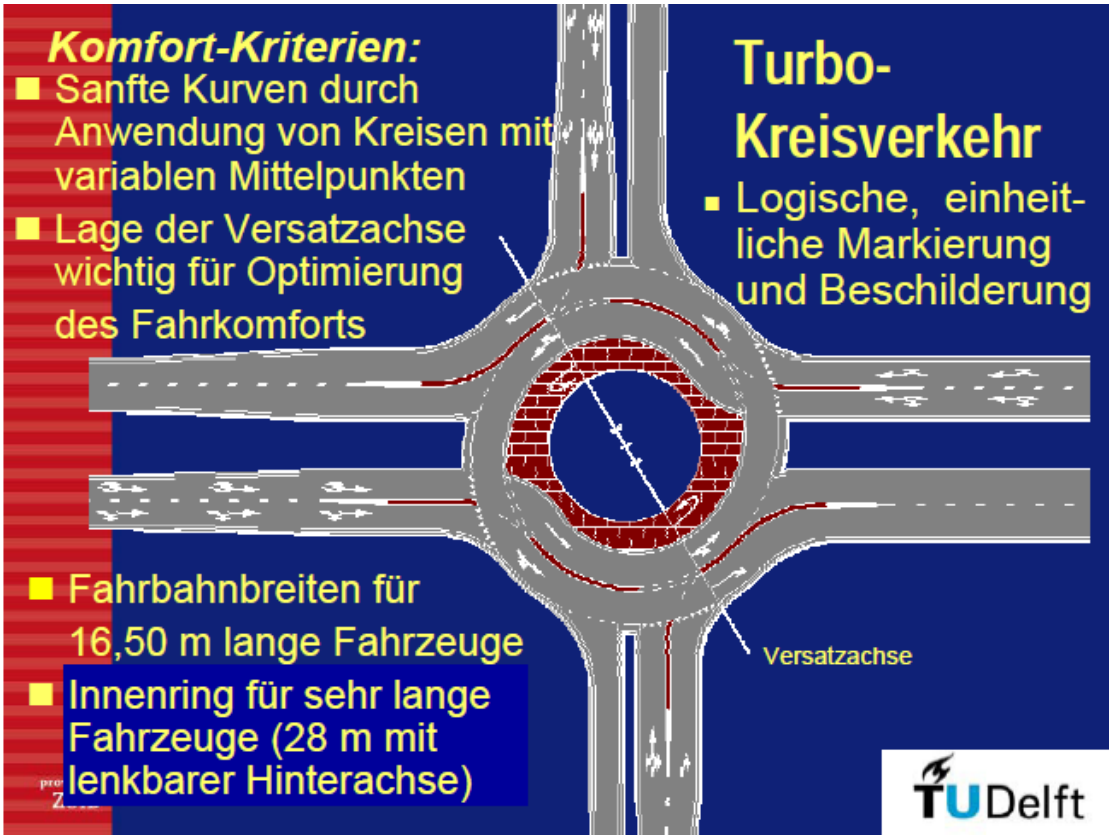
- ارتفاع خطورة التصادم الجانبي للمركبات
- ارتفاع خطورة التصادم بين مستخدمي الطريق (راكبي الدراجات العادية والنارية) بسبب ارتفاع السرعة



التحدي كان أن نطور الدوارات لتصبح بسعة أكبر (أكثر من حارة مرور واحدة) مع تسهيلات التجاوز ولكن بنفس خاصية الأمان والشرط للحل كان :

- لا حركة تماوج في الدوارات
- لا تزيد حارات المرور عن حارتين
- سرعة منخفضة

النتيجة كانت الدوار التوربيني



كيف يمكننا أن ننفذ المتطلبات في التصميم؟

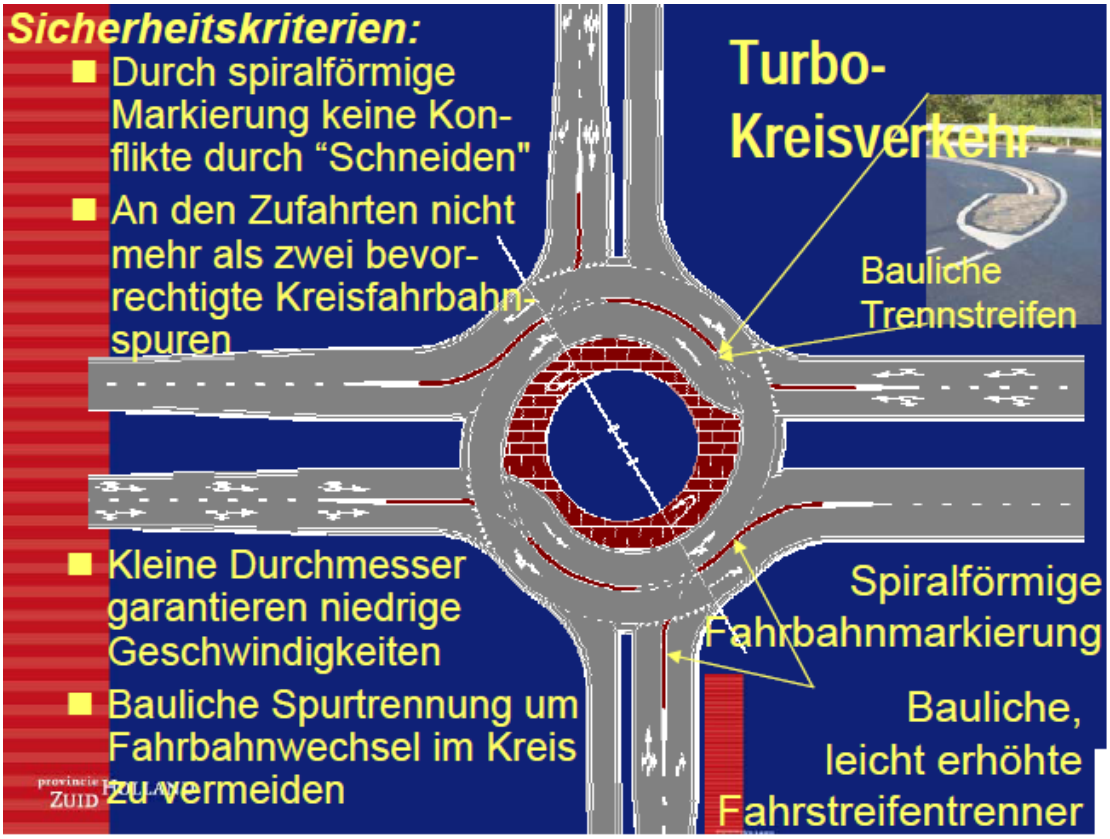
خصائص تتعلق بمساعدة المستخدمين:

1) بتطبيق دوائر مع مراكز مختلفة تجعل مسارات العربات الشاحنة سلسة ، إن تحديد موقع محور الازاحة (هو المحور الذي توجد عليه نقاط المراكز المختلفة) يعتبر مهماً من أجل القيادة المريحة لجميع العربات المستقيمة والمنعطفة وبالتالي لها نفس السرعة تقريباً.

2) الحارات يجب أن تختار عريضة جداً بحيث أن الشاحنات الطويلة 16.5م يمكن أن تستخدم الدوار بدون استخدام الشرائط الدائرية المركزية المرتفعة قليلاً عن سطح الطريق (عرض مناسب للطريق الدائري)

3) باستخدام الشرائط الدائرية المركزية المرتفعة للشاحنات ذات الطول 28م مع محاور خلفية تستطيع اجتياز الدوار.

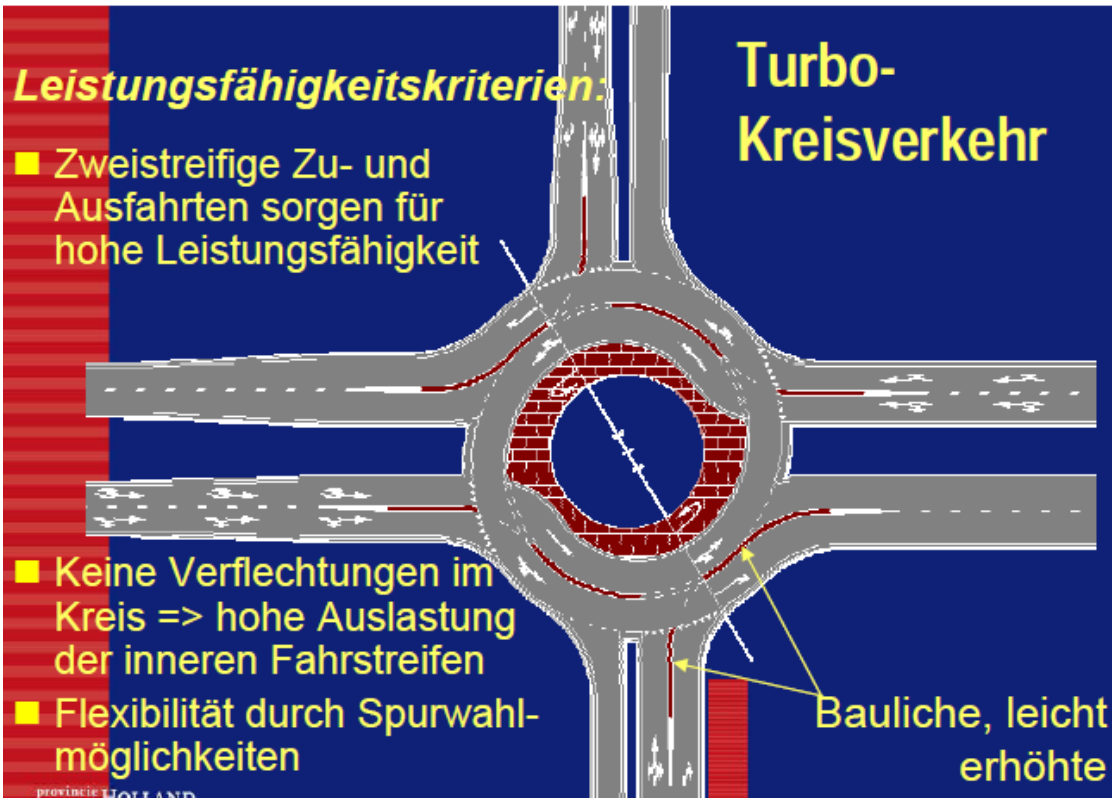
4) أخيراً وليس آخراً : إشارات الطريق ، الطلاء الطرقي، معلومات الحارات يجب أن تكون ثابتة وتقدم للسائق الذي يتقدم نحو الدوار معلومات كافية لاختيار الحارة الصحيحة.



تطبيق خصائص الأمان في التصميم:

خصائص الأمان هي:

- لا يوجد نقاط تصادم باستخدام الطلاء اللولبي.
- لا يوجد أكثر من حارتين مستمرتين في الدوار.
- استخدام أقطار صغيرة هو ضمان السرعات المنخفضة على الدوار.
- تجنب تغيير الحارة على الدوار عن طريق الفصل البنائي.
- تطبيق علاقة جيدة بين عرض جزر الفصل في الأذرع المرتبطة وأنصاف أقطار الدوار وذلك لتخفيض السرعة خلال سير العربات المستمرة بما فيه الكفاية.



تطبيق خصائص السعة في التصميم :

– باستخدام حارتين للدخول وحارتين للخروج نطبق سعة عالية.

– منع الاندماج على الدوار وبناء على ذلك نستخدم الحارة الداخلية بشكل أفضل.

– بتقديم إمكانية اختيار الحارة من أجل طلبات السائقين المختلفة يمكن أن نعالج الموضوع.





نتيجة الازدياد الكبير في عدد المركبات في السنوات الأخيرة أصبحت الدوارات الكلاسيكية من المواقع المزدحمة والتي تحدث فيها العديد من حوادث الاصطدام وخاصة الجانبية لذلك كان من الضروري إيجاد حل بهدف تطوير هذه الدوارات لزيادة الاستيعاب المروري ضمنه وتقليل عدد الحوادث عن طريق تقليل السرعة وتخفيض نقاط التصادم.

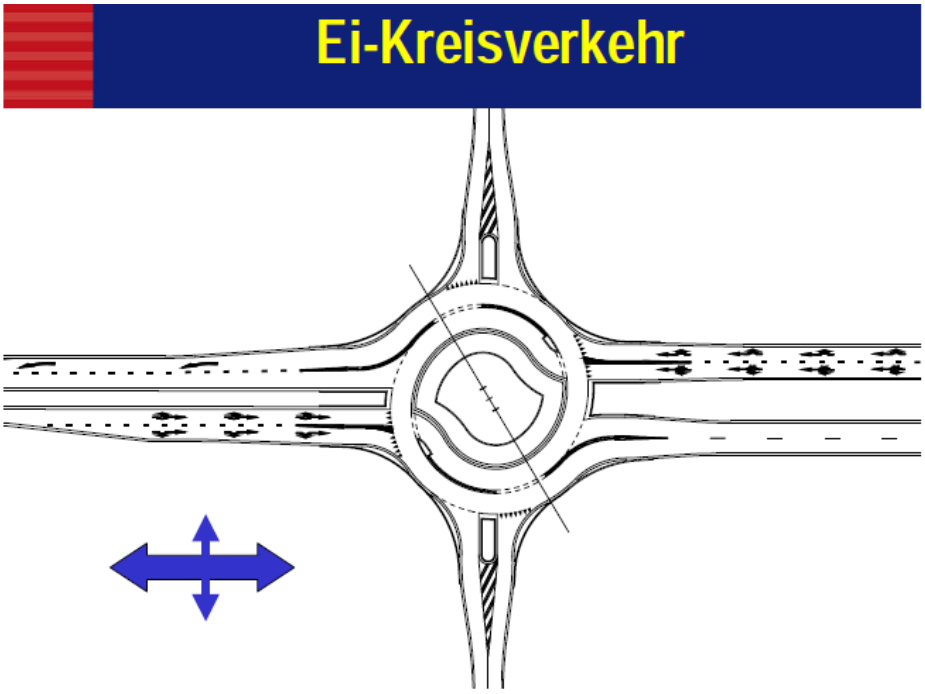
كان هذا الحل بدراسة حالة متطورة عن الدوارات دعيت بدوارات التوربو





أنواع دوارات التوربو

1- دوار توربو بيضوي egg turbo roundabout

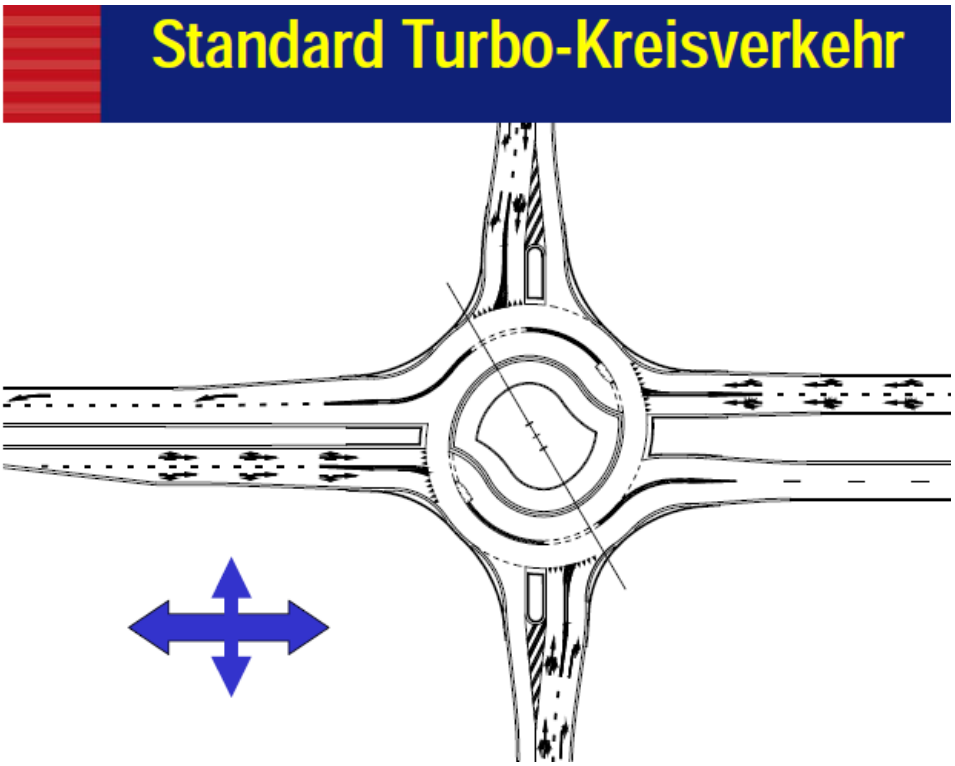


الصفات الرئيسية لدوارات ذات الشكل البيضوي :

- مخرجان بحارتين ومخرجان بحارة واحدة
- مدخلان بحارتين ومدخلان بحارة واحدة

مما يجعل هذا النوع من الدوارات مناسباً من أجل التقاطع بين طريقين أحدهما بتدفق مروري عال والآخر بتدفق ثانوي نسبياً.

2- دوار توربو قياسي

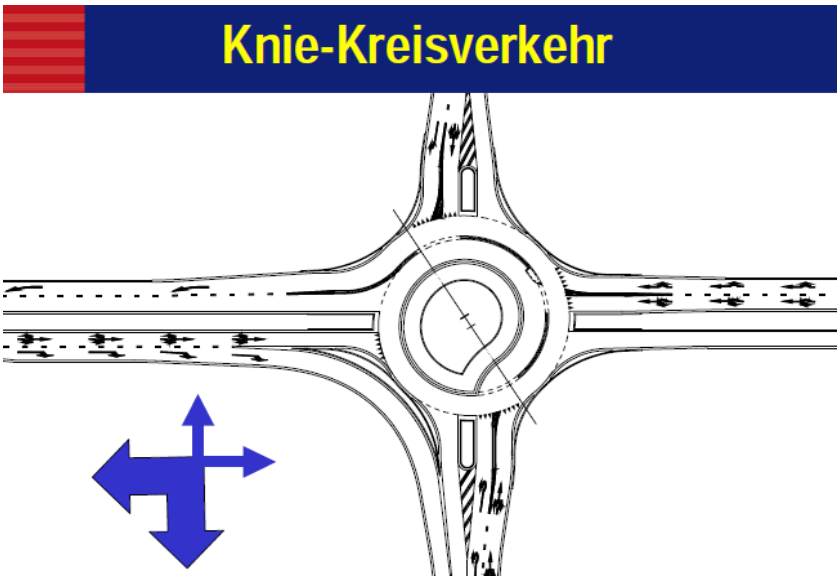


الصفات الرئيسية لدوارات التوربو القياسية :

- مخرجان بحارتين ومخرجان بحارة واحدة
- أربع مداخل بحارتين

وهذا ما يجعل هذا النوع الدوارات مناسباً للتقاطعات بين طريقين أحدهما بتدفق عال والآخر أقل منه نوعاً ما.

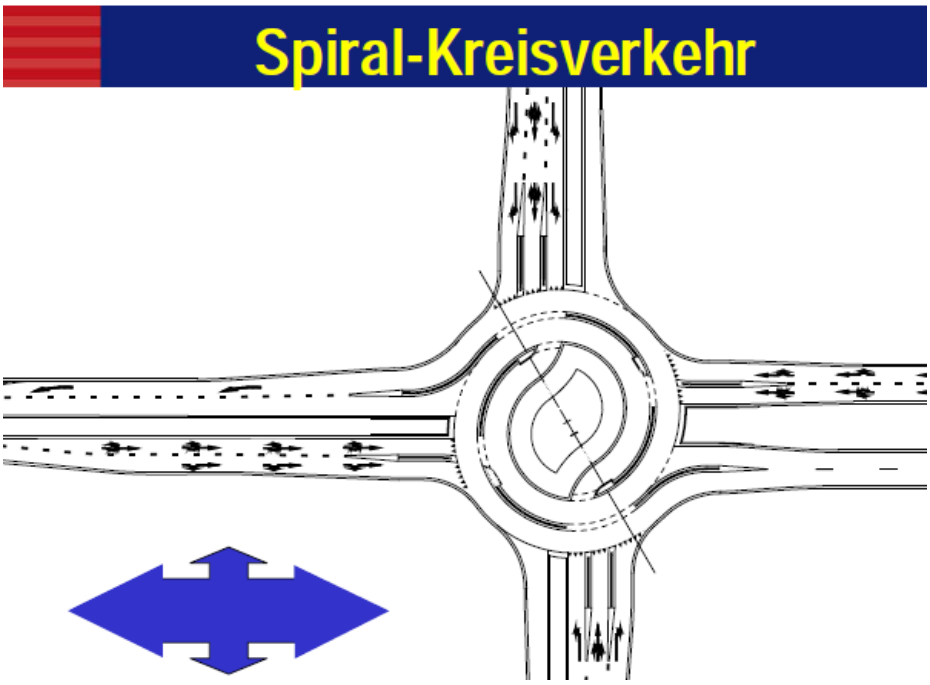
3- دوار توربو على شكل ركبة knee turbo roundabout



الصفات الرئيسية لدوارات التوربو على شكل ركبة :

دوارات التوربو على شكل ركبة مناسبة للتقاطعات التي يسود فيها تيارات تتجه بكثرة لليمين واليسار كما هو مشار إليه في الشكل.

4- دوار توربو حلزوني spiral turbo roundabout





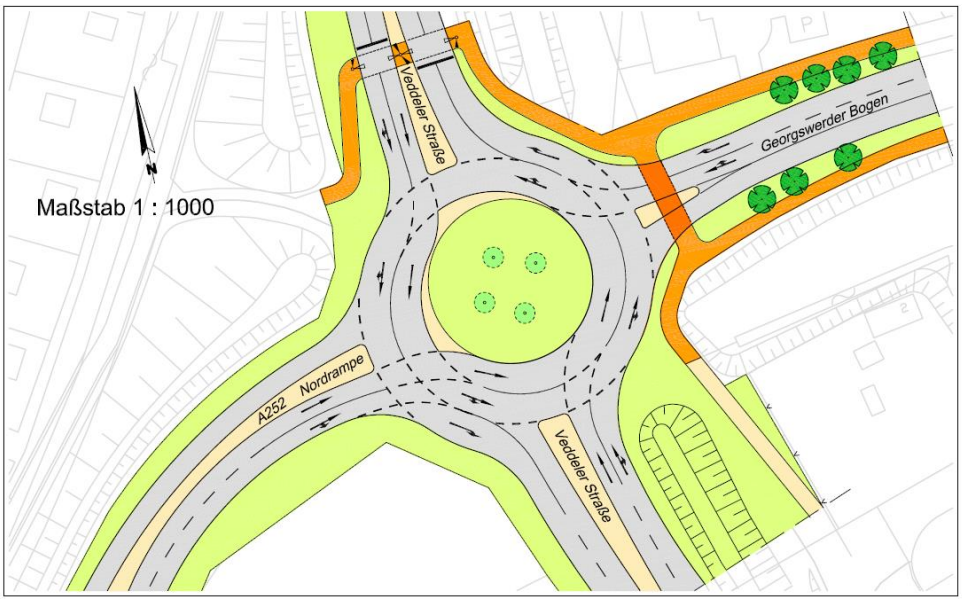
مثال على دوار توربيني حلزوني كبير مزود بشريط داخلي مرتفع قليلاً يمكن السير عليه عند موقع الاتصال بأتوستراد في هولندا،الغزارة المرورية 25000 عربة/يوم،نصف القطر الخارجي 50م، عرض الطريق 10م، تاريخ البناء 2003

الصفات الرئيسية للدوارات التوربينية الحلزونية :

- مخرجان بحارتين ومخرجان بحارة واحدة
- مدخلان بثلاث حارات ومدخلان بحارتين

وهذا ما يجعل هذا النوع من الدوارات مناسباً للتقاطعات بين طريقين أحدهما بتدفق عال باتجاه الاستقامة والآخر بتدفق يتجه غالباً يميناً ويساراً .

ملاحظة: ماذا عن ساعة الذروة الصباحية والمسائية هل بالإمكان عكس اتجاهها (هذا النمط ليس متاحا)



دوار حلزوني كبير في مدينة هامبورغ عند موقع الاتصال بأتوستراد، الغزارة المرورية 23000عربة/يوم ،نصف القطر الخارجي 58/53م ،عرض الطريق 11/6م

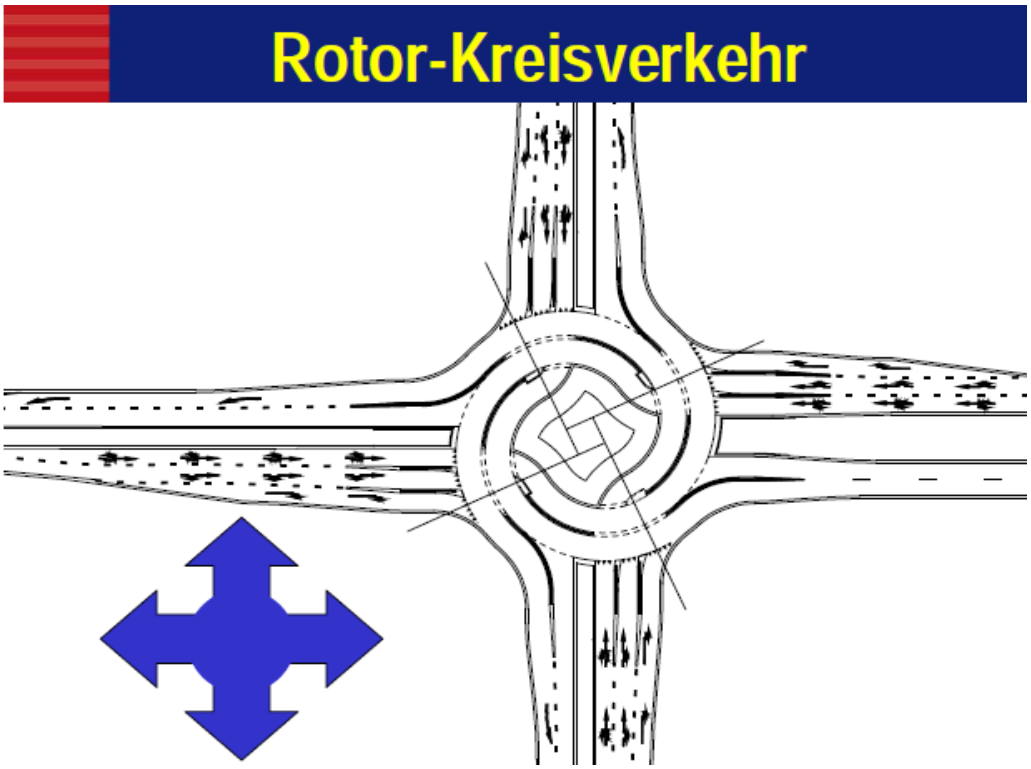


تنظيم الأفضلية والطلاء الطرقي الموجه لحركة السير على مدخل دوار توربو في هولندا



الفصل البنائي لحارات المرور وطرف المرتفع القابل للسير فوقه في الجزيرة الوسطية لدوار توربو في هولندا

5- دوار توربو متناوب (مكوك) rotor turbo roundabout



الصفات الرئيسية للدوارات التوربينية المتناوبة (المكوكية) :

- أربع مخارج بحارتين

– أربع مداخل بثلاث حارات
– إمكانية الانعطاف نحو اليمين عن طريق حارتين
– إمكانية السير باتجاه الاستقامة عن طريق حارتين
– إمكانية الانعطاف نحو اليسار عن طريق حارة واحدة
يجب أن لا يحوي الدوار المتناوب دائماً السعة الأعلى ولسوء الحظ لا يمكن الانعطاف نحو اليسار من كل الاتجاهات في الطرق بحارتين هذا يتطلب ثلاث حارات في الطريق الدائري بدلاً من اثنان (وهذا يتعارض مع المبادئ الأساسية للتصميم)

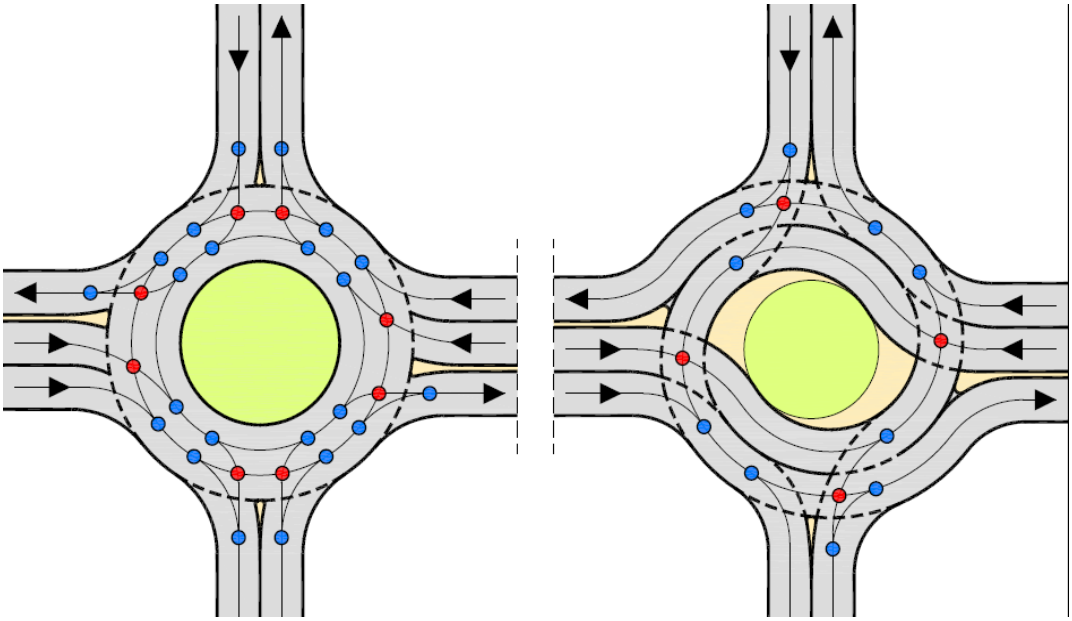
عوامل تصميم دوارات التوربو :

- محور الإزاحة
- فصل حارات المرور بتعلية بنائية قليلة الارتفاع
- أسهم الاتجاه
- الشاخصات المرورية
- معابر الدراجات

ولكن ليس هناك وقت كاف لفعل ذلك و لهذا نكتفي أن نذكر العوامل المتعلقة بحقيقة أن نظام دوارات التوربو فيه نقاط اتصال بالمركز تدعى بمحور الإزاحة وفيها معابر آمنة ولكن ذلك يستوجب عبور المنعطفات غير الآمنة والتي تحتاج إلى استخدام موزعات الممرات وتحتاج أيضا إلى اختيار الممر ووضع اللافتات وأسهم الاتجاه وإشارات اختيار الممر وهذا أيضا يتطلب تسهيلات خاصة للدراجات التي تعبر عبر مداخل الممرات و تحتاج أيضا إلى مخرجين وإلى تسهيل لحركة المرور وهذا الأمر لم يكتمل بعد و سنتناول بشكل استثنائي عاملين
الأول هو : نقاط المحور والطريق الدائري المتفرع من المركز والأمر الثاني هو مقسم الممرات

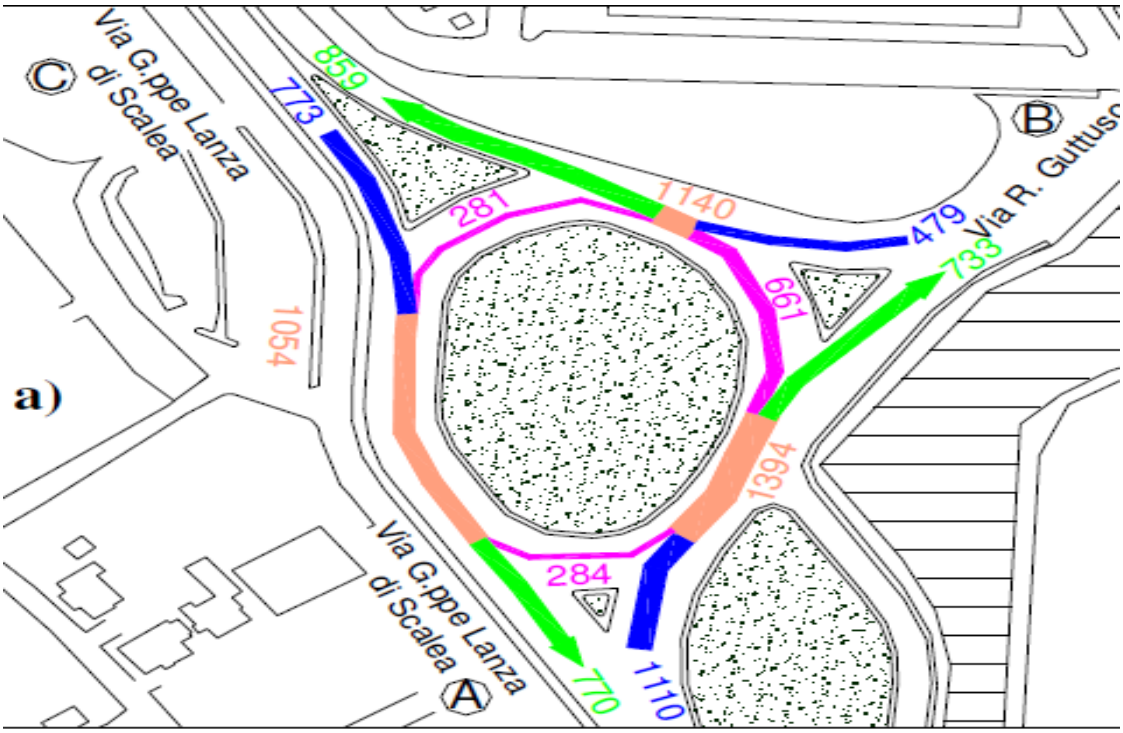
<u>الفوائد الرئيسية لدوارات التوربو :</u>

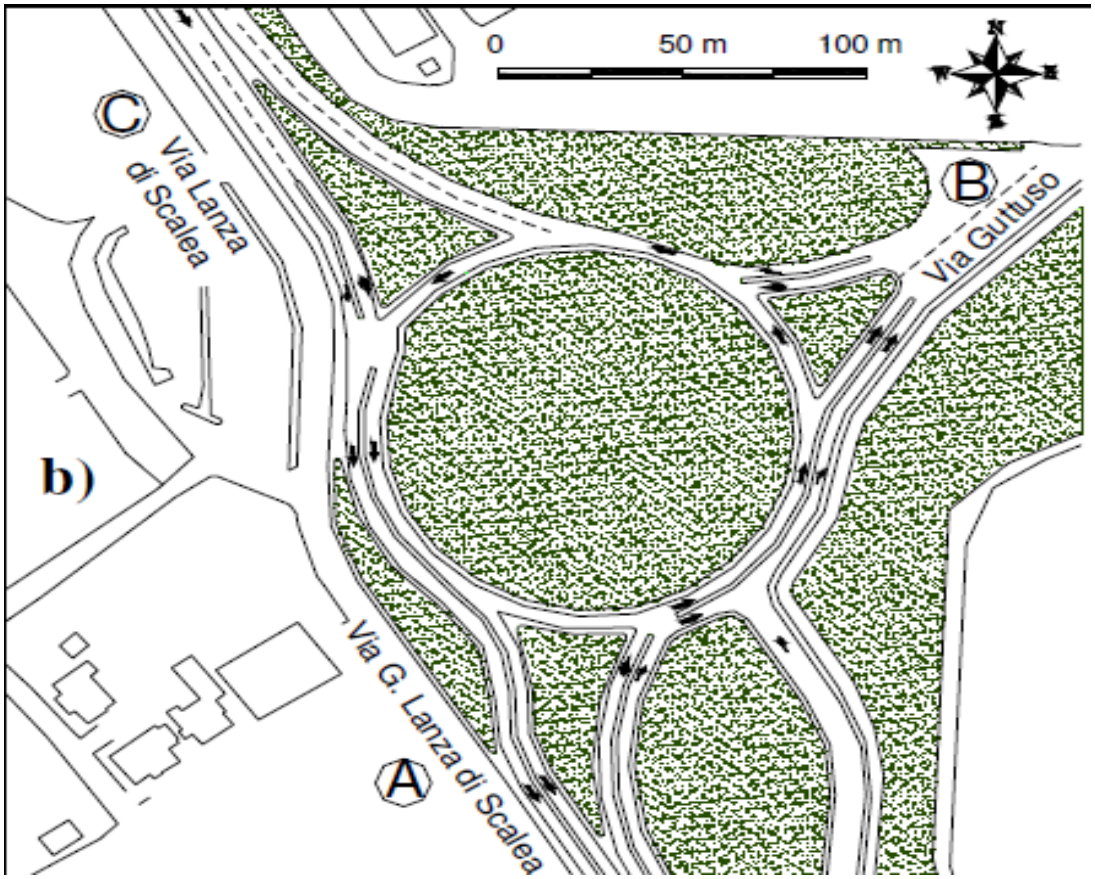
–عدد اقل من نقاط الاصطدام بين العربات.
–سرعة اقل ضمن الدوار.
– مخاطر اقل للحوادث الجانبية.



Number of legs	number of conflicting points		
	Unsignalized intersection	Two-lane roundabout	Turbo roundabout
3	9	16	7
4	32	22	10




a)
Via G.ppe Lanza di Scalea
Via G.ppe Lanza di Scalea
Via R. Guttuso
A
B
C
859
773
281
1140
479
733
661
1394
1054
284
770
1110


0
50 m
100 m
C
Via Lanza di Scalea
B
Via Gulluso
b)
Via G. Lanza di Scalea
A