

Проект НИОКР

Разработка программы мероприятий по повышению безопасности движения на участках концентрации ДТП на дорогах общего пользования
Архангельской области

Технический отчет 12

Материалы финского Руководства по проектированию круговых развязок



ООО "Автодорожный Консалтинг"
Архангельск
2006

СОДЕРЖАНИЕ

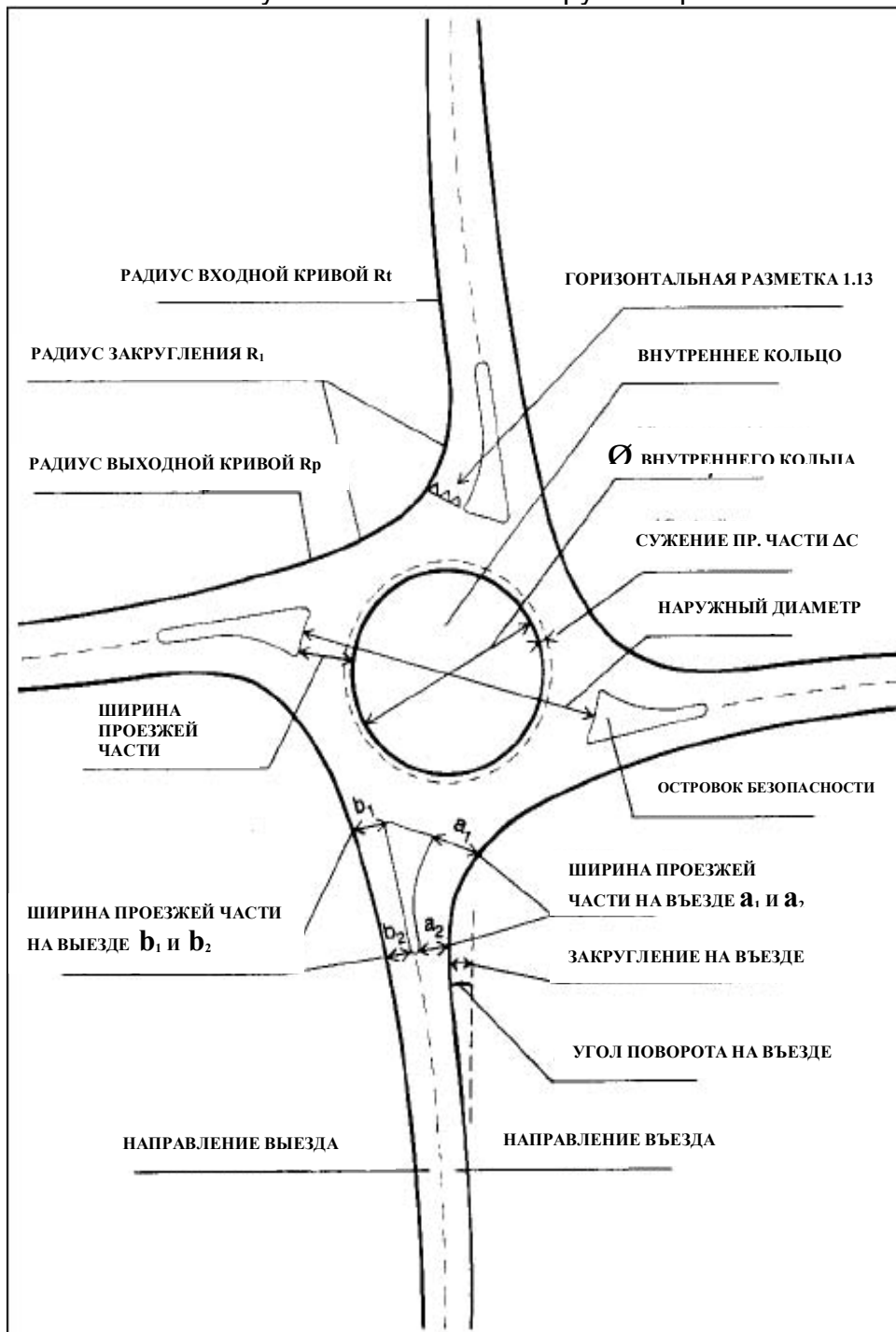
5.5 КРУГОВАЯ РАЗВЯЗКА	3
5.5.1 ЭЛЕМЕНТЫ КРУГОВОЙ РАЗВЯЗКИ И ВЫБОР ТИПА КРУГОВОЙ РАЗВЯЗКИ	3
5.5.2 ОБЗОРНОСТЬ КРУГОВОЙ РАЗВЯЗКИ	5
5.5.3 СНИЖЕНИЕ СКОРОСТЕЙ	6
5.5.4 ГЕОМЕТРИЯ	7
5.5.5 УЧЕТ ДВИЖЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО ТРАНСПОРТА И ВОПРОСОВ ДОРОЖНОГО СОДЕРЖАНИЯ	15

5.5 Круговая развязка

5.5.1 Элементы круговой развязки и выбор типа круговой развязки

Элементы круговой развязки, а также их названия представлены на *рисунке 5.36*. Круговые развязки подразделяются по типам в зависимости от диаметра внешнего кольца (d) согласно *таблице 5.6*.

Рисунок 5.36: Элементы круговой развязки



Развязки в одном уровне

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КРУГОВЫХ РАЗВЯЗОК

При определении размера круговой развязки необходимо учитывать следующее:

- Рекомендуемый диаметр внутреннего кольца d для главных дорог населенных пунктов составляет 13 - 20 м
- На маршрутах следования автобусов следует, как правило, проектировать стандартные и большие круговые развязки
- Чем больше диаметр внутреннего кольца, тем выше скорости движения автотранспортных средств и серьезнее последствия ДТП
- При большом диаметре видимость развязки затруднена
- Не рекомендуется использовать диаметр более 60 м
- На въезде должно быть видно как минимум одно ответвление (справа)
- Обычно круговая развязка проектируется с одной полосой движения, две полосы допускаются только для специальных, отдельно обоснованных случаев
- Если круговая развязка имеет две полосы движения, $d > 16$ м
- Цель: организация пешеходного и велосипедного движения в разных уровнях с автотранспортным движением (стандартные и большие развязки)
- Маршруты специальных перевозок
- Чем больше диаметр, тем выше затраты на строительство круговой развязки

В зависимости от объекта, для круговых развязок с одной полосой движения рекомендуются размеры, представленные ниже в *таблице 5.7*

Таблица 5.6: Типы круговых развязок

Диаметр d	< 4 м	4-12 м	13-40 м	> 40 м
Тип развязки	Очень маленькая	Маленькая	Стандартная (средняя)	Большая

Таблица 5.7: Выбор размера развязки

Развязки в одном уровне
ПРОЕКТИРОВАНИЕ КРУГОВЫХ РАЗВЯЗОК

Диаметр центрального островка (внутреннего кольца)	Объект
d ≤ 12 м	<ul style="list-style-type: none"> - в населенных пунктах на коллекторных и соединительных транспортных артериях - в зонах с ограничением скорости 30 - 50 (60) км/ч - максимальная интенсивность 1000 – 2000 въезжающих на развязку легковых автомобилей в час
d = 13 - 20 м	<ul style="list-style-type: none"> - наиболее распространенный диаметр для населенных пунктах - в зонах с ограничением скорости 40 - 60 км/ч - максимальная интенсивность 2000 - 3000 въезжающих на развязку легковых автомобилей в час
d = 21 - 40 м	<ul style="list-style-type: none"> - наиболее распространенный размер в окраинных районах населенных пунктов - в зонах с ограничением скорости 50 - 70 км/ч - максимальная интенсивность 2000 - 3000 въезжающих на развязку легковых автомобилей в час
d > 40 м	<ul style="list-style-type: none"> - в окраинных районах населенных пунктов - на открытых территориях и в сельских условиях - в зонах с ограничением скорости 50 - 70 (80) км/ч - максимальная интенсивность 3000 - 3500 въезжающих на развязку легковых автомобилей в час - при 4-5 сходящихся направлениях движения - пешеходное и велосипедное движение в разных уровнях

5.5.2 Обзорность круговой развязки

Распознавание круговой развязки должно быть своевременным. Чем выше скорости, задающие обустройство круговой развязки, тем важнее соблюдение требований по обеспечению ее хорошей обзорности. Расстояние видимости круговой развязки и ее внешнего кольца должно быть не менее 150 м для водителя легкового автомобиля при расположении развязки на дороге с ограничением скорости ≤ 50 км/ч. В остальных случаях расстояние видимости развязки должно быть 250 м. За счет хорошей обзорности можно снизить количество ДТП с наездом на внешнее кольцо в темное время суток.

Обзорность круговой развязки может быть улучшена за счет освещения, а также лучшей обзорности внутреннего кольца. Для улучшения обзорности внутреннего кольца рекомендуется обустройство его приподнятой центральной части, что особенно актуально за пределами центральных городских планировочных зон. Обзорность также можно улучшить за счет зеленых насаждений, путем посадки во внутреннем кольце небольших кустов и деревьев, а также размещения малых архитектурных форм. При разработке малых архитектурных форм необходимо учитывать их безопасность при столкновении, а также потребности в пространстве при специальных перевозках.

5.5.3 Снижение скоростей

Снижение скорости до въезда на круговую развязку

Ограничение скорости в месте расположения круговой развязки должно составлять не более 50 км/час. При необходимости ограничение скорости устанавливается примерно за 150 м до круговой развязки (рисунки 5.37).

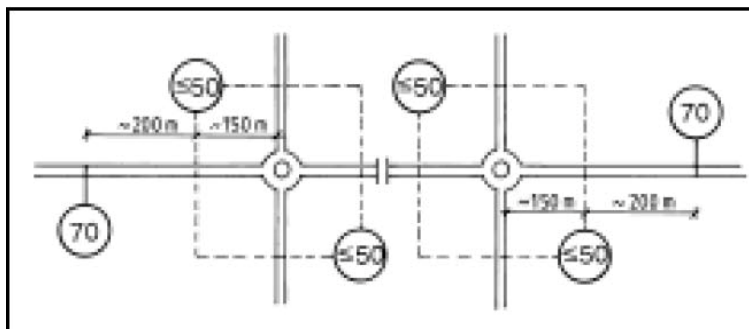


Рисунок 5.37: Снижение скорости до круговой развязки

Предотвращение быстрого сквозного проезда

Проектирование круговой развязки осуществляется таким образом, чтобы скорости движения в зоне развязки составляли 20 - 40 км/час. Это достигается за счет специальной геометрии в направлении въезда и очень точных расчетов размеров внутреннего кольца.

Форма развязки проектируется так, чтобы сделать невозможным сквозной проезд со слишком высокой скоростью даже за счет спрямления траектории движения. С точки зрения обеспечения беспрепятственного проезда грузового транспорта максимальный радиус колеи (ширина 2 м) должен быть не менее 35 м. Максимальный радиус сквозного проезда не должен превышать 70 м (см. рисунок 5.38). Радиус колеи транспортного средства может быть не более 100 м в следующих случаях:

- при большом количестве грузового транспорта на развязке;
- через развязку осуществляется проезд специальных транспортных средств;
- для легкового транспорта разрешена скорость движения 40 - 50 км/час при условии, что движение легкого и автомобильного транспорта не реализовано в одном уровне.

Максимальный радиус колеи поворачивающих направо транспортных средств составляет 30 м (рисунок 5.38).

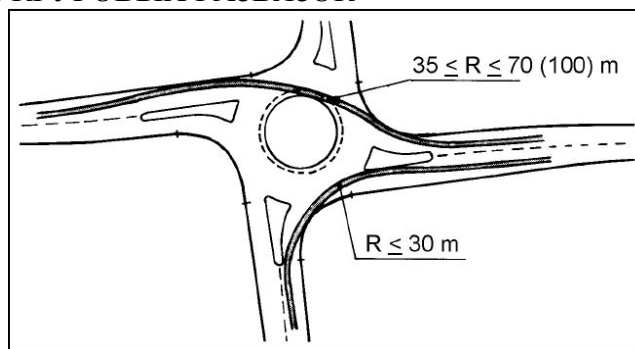


Рисунок 5.38: Предотвращение быстрого сквозного проезда по круговой развязке

5.5.4 Геометрия

Смещение центрального островка (внутреннего кольца) в направлении въезда с организацией движения направо

Въезды на круговую развязку проектируются так, чтоб через развязку нельзя было проехать со слишком большой скоростью. На маленьких и стандартных круговых развязках выполняется смещение кольца в направлении въезда по принципам, показанным на *рисунке 5.39*. Въезд на развязку выполняется с тяготением вправо. За счет мероприятий по организации движения улучшается обзорность развязки, снижаются скорости движения в зоне развязки. Движение по круговой развязке организовывается так, чтобы был реализован принцип саморегулирования, то есть приоритет движения принадлежит транспортным средствам, движущимся по кольцу. Смещение может быть выполнено полностью либо частично за счет скругления в направлении въезда.

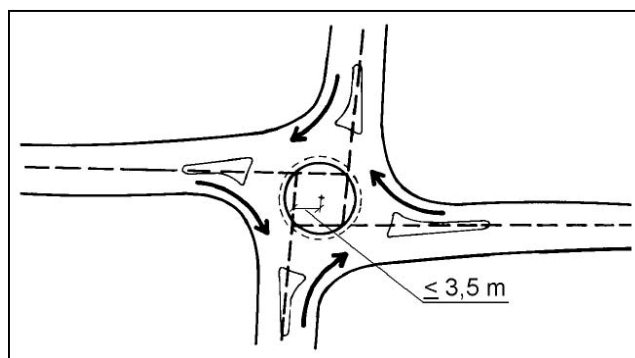


Рисунок 5.39: Смещение центрального островка в направлении въезда

Смещение в направлении въезда может составлять не более 3,5 м влево от центра внутреннего кольца (*рисунке 5.39*). Увеличение этого смещения затрудняет въезд на круговую развязку длинномерных транспортных средств. За счет увеличения смещения движение транспортных средств на выезде с развязки может стать неоправданно бесперебойным. На больших круговых развязках смещения обычно не требуется, поскольку в связи с большим внешним кольцом движение транспортных средств при въезде на развязку и так в достаточной мере тяготеет вправо.

Тангенциальность

Для проверки достаточности тяготения вправо, а также во избежание слишком прямой траектории движения по кольцу проверяется наличие тангенциальности радиуса закругления и внутреннего кольца (рисунк 5.40). На круговых развязках в центре населенного пункта скругление может быть равно нулю, при этом не надо учитывать тангенциальность.

Тангенциальность не используется на двухполосных круговых развязках, поскольку за счет принципа саморегулирования транспортные средства, въезжающие на развязку как по левой, так и по правой полосам движения, попадают на внутреннюю полосу движения проезжей части.

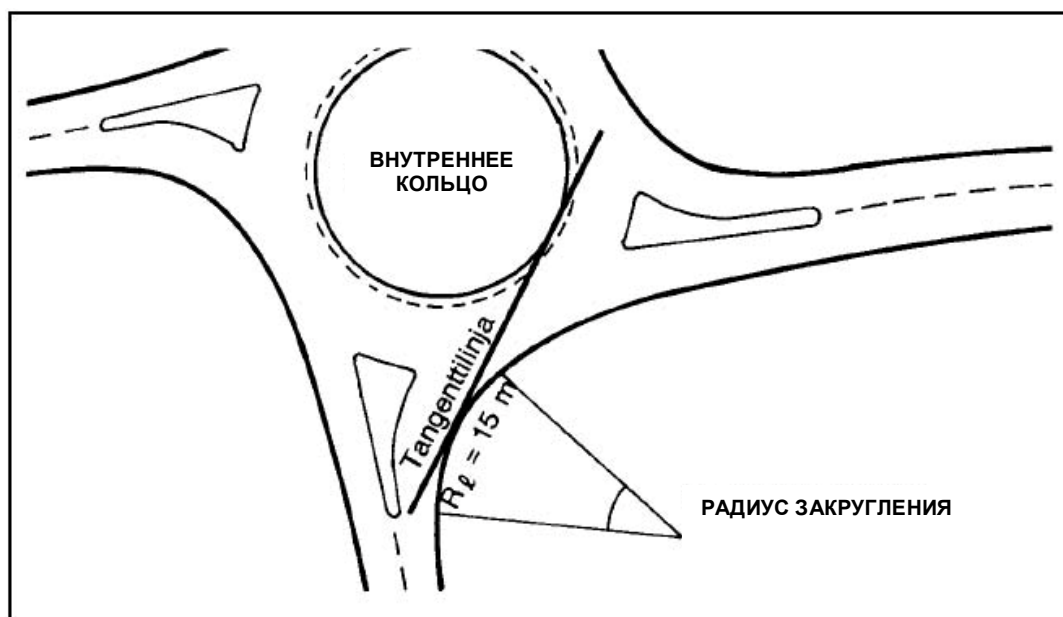


Рисунок 5.40: Тангенциальность.

Ширина зоны кругового движения (с)

Ширина зоны кругового движения (с) зависит от диаметра внешнего кольца (d) и количества полос движения развязки (см. таблицу 5.8). По проезжей части с одной полосой движения обычно выполняется сужение $\leq 2,5 \text{ m}$ в зависимости от диаметра внешнего кольца.

В таблице расчет проезжей части круговой развязки с одной полосой движения выполнен для автопоезда длиной 25.25 м. По проезжей части с двумя полосами движения могут осуществлять движение рядом либо два автобуса, либо автопоезд и легковой автомобиль.

Развязки в одном уровне
ПРОЕКТИРОВАНИЕ КРУГОВЫХ РАЗВЯЗОК

Таблица 5.8: Ширина зоны кругового движения (с).

Тип круговой развязки	Диаметр центрального островка d (м)	Круговая 1-полосная развязка		Круговая 2-полосная развязка	
		с (м)	Сужение Δс (м)	с (м)	
				Без разделит. линии	С разделит. линией
Очень маленького радиуса	< 4	10,0	Внешнее кольцо, по которому возможен проезд ТС		
Маленькая	4-8	10,0	Внешнее кольцо, по которому возможен проезд ТС ≤2,5		
	10-12	10,0			
Стандартная	13 - 15	9,0	≤2,0	12,0 11,0 10,5 10,0	120, 11,5
	16 - 20	8,5	≤2,0		
	21 - 25	8,0	≤2,0		
	26 - 30	7,5	≤1,5		
	31 - 40	7,0	≤1,5		
Большая	41-50	6,5	≤1,0		10,5 10,0
	51-60	6,0	0		

с = ширина проезжей части
Δс = сужение проезжей части
d = диаметр внутреннего кольца (центрального островка)

Развязки в одном уровне ПРОЕКТИРОВАНИЕ КРУГОВЫХ РАЗВЯЗОК

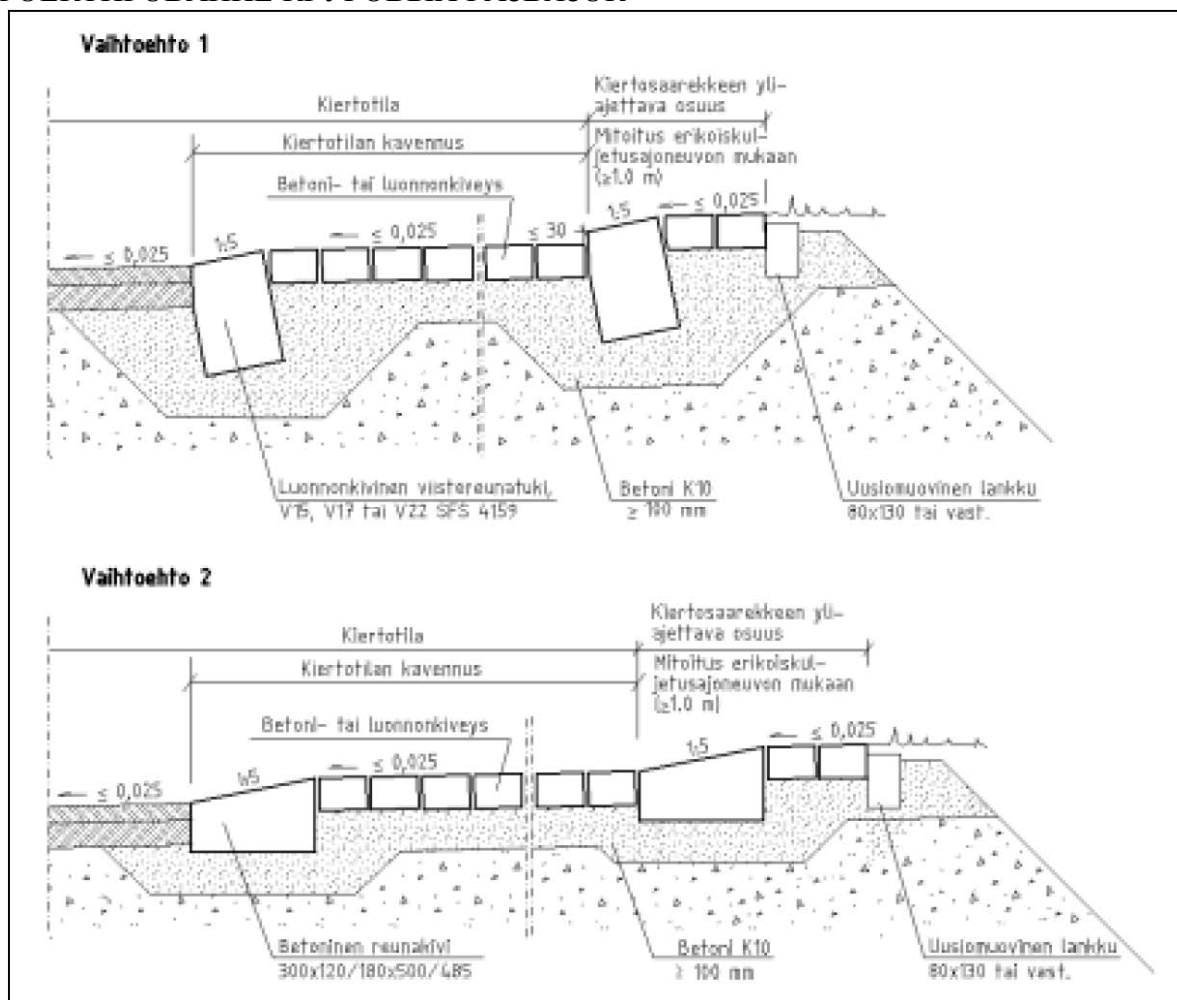


Рисунок 5.41: Сужение зоны кругового движения за счет укладки бетонных блоков и природного камня по внешнему кольцу развязки

Сужение проезжей части (Δc)

Проезжую часть стандартных круговых развязок, как правило, следует сужать. Сужения требуют также проезжие части маленьких ($d \geq 9$ м) и больших ($d \leq 50$ м) круговых развязок. Сужение (Δc) снижает скорости легковых автомобилей в зоне развязки. С другой стороны, сужение играет роль внешнего кольца, по которому возможен проезд тяжелых грузовых автомобилей. Через развязку смогут проехать специальные и длинномерные транспортные средства, а также автопоезда.

Сужение выполняется мощением камнем или другим материалом так, чтоб оно выдерживало наезд большегрузных автотранспортных средств. Для отделки используется бетон или природный камень (рисунок 5.41). Мощение и элементы границы мощения проектируются так, чтоб они не оказывали разрушающего воздействия на колеса автотранспортных средств. В зимнее время элементы границы мощения не должны препятствовать пологому въезду транспортного средства на замощенную зону.

Поперечный уклон на полосе сужения составляет $\leq 2,5$ %. Отделанные различными облицовочными материалами участки проезжей части должны иметь одинаковые по величине поперечные уклоны. Значительные перепады уклонов

Развязки в одном уровне

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КРУГОВЫХ РАЗВЯЗОК

вызывают проблемы, например, при уборке снега. На внешнем кольце, по которому возможен проезд транспортных средств, не следует размещать оборудование, либо оно должно быть съёмным.

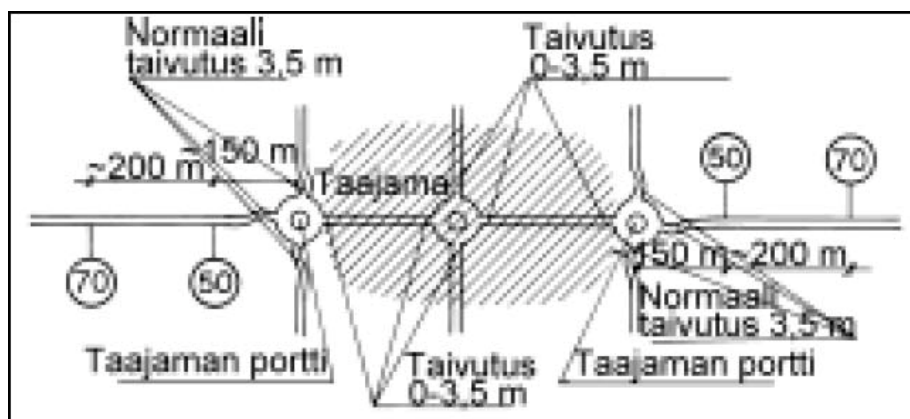
Въезд

Въезд проектируется с тяготением вправо. Скорость при въезде на развязку снижается за счет скругления проезжей части влево не более, чем на 3,5 м.

Радиус входной кривой R_t составляет 300 - 500 м, а угол поворота на въезде $0 - 10^\circ$. Кроме того, используется малый радиус закругления $R_t = 15$ м. Радиус закругления может быть меньше для круговых развязок очень малого радиуса, а также для маленьких круговых развязок. В виде исключения можно использовать комбинацию кривых 30 м - 15 м - 45 м. Принципы геометрического расчета въезда представлены на *рисунке 5.43* и в *таблице 5.9*.

Закругления используются на границах населенных пунктов для снижения скорости, а также всегда в тех случаях, когда расстояния между развязками велики (> 300 м), либо скоростное ограничение высоко. Закругление может меняться для разных въездов развязки.

В центральных планировочных зонах населенных пунктов можно использовать более гибкий подход к расчетам, если в остальном транспортная окружающая среда поддерживает низкие скоростные режимы. При этом закругление на входе может составлять менее 3,5 м. В круговых развязках, расположенных в самом центре населенного пункта, закругление можно полностью исключить при низких скоростях. На *рисунке 5.42* представлены общие принципы закругления на входе.



normaali taivutus 3.5 m	Стандартный радиус на входе 3.5 м
taivutus	Закругление
taajaman portti	Въезд в населенный пункт
taajama	Населенный пункт

Рисунок 5.42: Общие принципы закругления на входе

Выезд

Выезд с развязки выполняется с учетом бесперебойности движения при условии, что в направлении выезда нет пешеходного перехода или продолжения велосипедной дорожки (радиус выходной кривой $R_p = 100 - 200$ м). При наличии пешеходного перехода или продолжения велосипедной дорожки ограничение скоростей движения достигается за счет ужесточения расчетов ($R_p = 40 - 80$ м). Ширина въезда и выезда a и b (таблица 5.9) измеряются от края островка безопасности до элемента внешней границы или до краевой линии разметки в зависимости от организации дорожного движения и дорожной разметки.

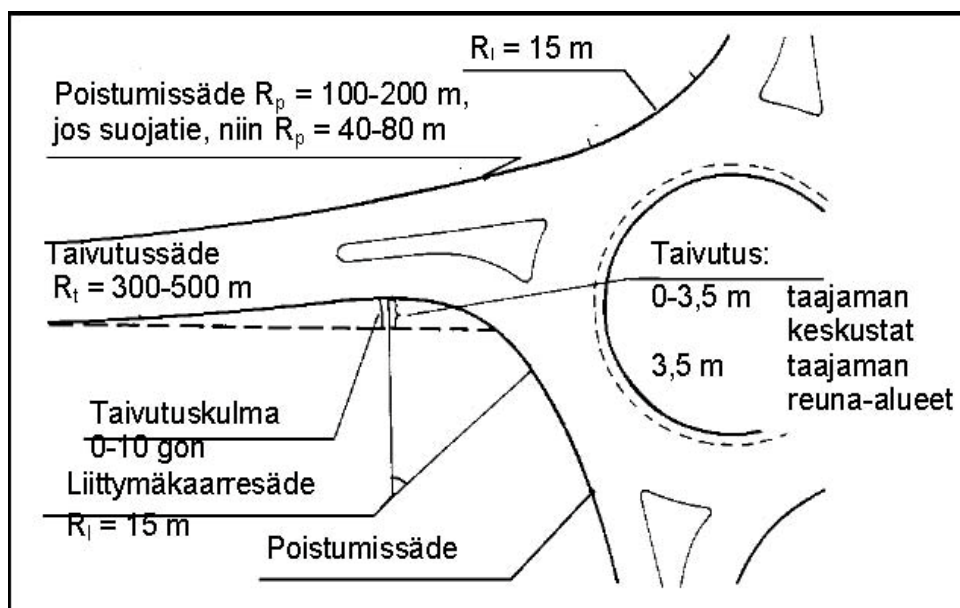


Рисунок 5.43: Расчет въезда и выезда круговой развязки

poistumissäde $R_p = 100-200$ m, jos suojatie, niin $R_p = 40-80$ m	Радиус выходной кривой $R_p = 100-200$ м; при наличии пешеходного перехода $R_p = 40-80$ м
taivutussäde $R_t = 300-500$ m	Радиус входной кривой $R_t = 300-500$ м
Taivutuskulma 0-10 gon	Угол поворота на въезде 0-10 gon
liittymäkaarresäde $R_1 = 15$ m	Радиус закругления R_2 $R_1 = 15$ m
Taivutus: 0-3,5 m taajaman keskustat, 3,5 m taajaman reuna-alueet	Закругление: 0-3,5 м в городских центральных планировочных зонах; 3,5 м на окраинах городских центральных планировочных зон
Poistumissäde	Радиус выходной кривой

Параметр	Ширина въезда и выезда (м)					
	1-полосная				2-полосная	
	Коллекторные дороги		Главные дороги		Главные дороги	
	a2*	a1	a2*	a1	a2	a1
Ширина въезда	4,0	6,0	4,5	6,5	7,5	10,0
	b1	b2*	b1	b2*	b1	b2
Ширина выезда	5,0	4,0	5,5	4,5	7,5	7,5

* Ширина на расстоянии около 30 м от кромки. При длине приподнятого островка > 25 м смотри ширину полосы движения на стр. 67 рис. 5.29.

Полоса для поворота направо

При недостаточной пропускной способности на въезде, а также в случае, когда интенсивность поворачивающего направо потока превышает 200 автотранспортных средств в час, в виде исключения на круговой развязке можно применять полосу для поворота транспорта направо вне зоны самой развязки. Полоса для поворота направо вне зоны самой развязки является обоснованным решением также при высокой интенсивности правоповоротного движения при условии, что данное мероприятие улучшает работу развязки в целом, а также непрерывность работы грузового транспорта. Данное мероприятие не применяется в случае, когда на выезде с развязки имеется пешеходный переход.

Полосу для поворота направо вне зоны самой развязки проектируют перед въездом, чтобы очередь на въезде развязки не мешала правоповоротному движению. Для получения минимальной разницы скоростей транспортных средств, следующих с полосы для поворота направо и с круговой развязки, при расчете полосы для поворота направо радиус на вираже не может значительно превышать радиус сквозного проезда круговой развязки. В конце полосы для поворота направо обустраивается полоса разгона. Полоса разгона может продолжаться как главная полоса в главном направлении движения и к ней примыкает полоса, выходящая с круговой развязки, если поворачивающий направо транспортный поток является главным, более интенсивным потоком.

Поперечное сечение полосы для поворота направо без элемента границы мощения идентичен поперечному сечению въезда развязки 4,5/6,5 с элементом границы мощения - 5,0 метров. Ширина полосы движения (особенно для виража с малым радиусом) проверяется по ширине колес расчетного транспортного средства и необходимых габаритов приближения.

Развязки в одном уровне
ПРОЕКТИРОВАНИЕ КРУГОВЫХ РАЗВЯЗОК

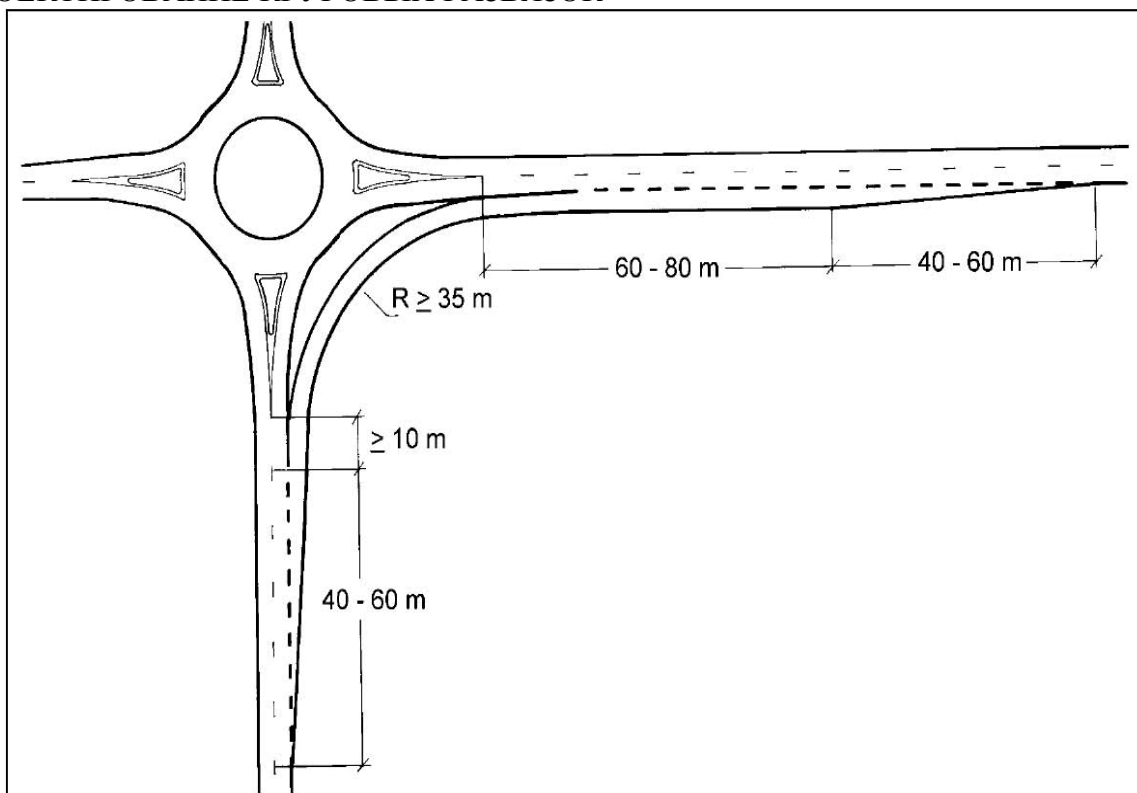


Рисунок 5.44: Полоса для поворота направо

Элементы границы мощения и другие конструктивные элементы

На внешнем кольце всегда выполняются элементы границы мощения (рисунок 5.41). На небольших развязках элементы границ мощения выполняются также по внешней границе проезжей части. В качестве элементов границы мощения используется утопленный в покрытие бордюрный камень. Не рекомендуется использовать необработанный камень.

Высота элемента границы мощения не должна превышать 3 см. Та же высота элемента границы мощения используется в случаях, когда специальные автотранспортные средства переезжают через элемент границы мощения. Для больших ($d > 40 \text{ м}$), а также для двухполосных круговых развязок элемента границы мощения внешнего кольца можно заменить отделкой поверхности материалом, дающим эффект вибрации. Элементы границы мощения выполняют с уклоном в сторону проезжей части (рисунок 5.41).

На рисунке 5.45 показаны свободные от физических элементов ($\geq 1,0 \text{ м}$) зоны вне проезжей части и на островках безопасности. Отдельно необходимо выполнять расчет пространства, необходимого для проезда специальных транспортных средств. Расчет габаритов приближения круговой развязки выполняют также как для остальных типов развязок.

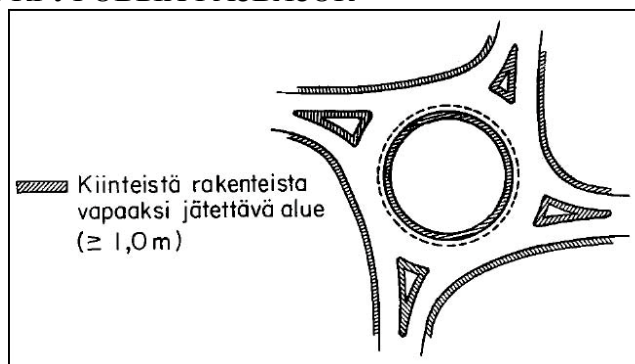


Рисунок 5.45: Свободные от физических элементов зоны круговой развязки

Уклоны

В зоне развязки продольный уклон не должен превышать 3 %. С точки зрения водоотвода необходимо проверить, чтоб на развязке не было плоских возвышенных зон. Продольный уклон зоны ожидания при въезде на развязку не должен превышать 1,5 % (2,5 %).

На поперечный уклон круговой развязки влияет диаметр и окружение развязки. Для маленьких и стандартных развязок ($d \leq 40$ м) основным принципом является сохранение поперечного уклона не более 2,5 %. Поперечный уклон больших ($d > 40$ м) и двухполосных круговых развязок проектируется отдельно в каждом конкретном случае.

Для облегчения содержания дороги проезжая часть и ее сужение (полоса внешнего кольца с эффектом вибрации) должны иметь одинаковый боковой уклон. Даже в условиях пересеченной местности уклон не должен превышать нормативных показателей.

5.5.5 Учет движения специального транспорта и вопросов дорожного содержания

Специальные перевозки

Не рекомендуется устраивать круговые развязки на маршруте движения спецтранспорта. Если же такие перевозки все-таки проходят через развязку, каждый раз необходимо отдельно проверять соответствие развязки требованиям, которые к ним предъявляются. Особенно следует проверять маршруты перевозок в порты и промышленные предприятия сопредельных территорий. Необходимо также рассмотреть возможность использования альтернативных маршрутов.

Дополнительное пространство, необходимое для проезда специальных транспортных средств (шириной не менее 1,0 м), выполняется за счет переезда через наружную границу внешнего кольца (рисунок 5.41). В ряде случаев беспрепятственный сквозной проезд специальных транспортных средств можно обеспечить за счет проезда по полосе встречного движения (рисунок 5.46).

Развязки в одном уровне
ПРОЕКТИРОВАНИЕ КРУГОВЫХ РАЗВЯЗОК

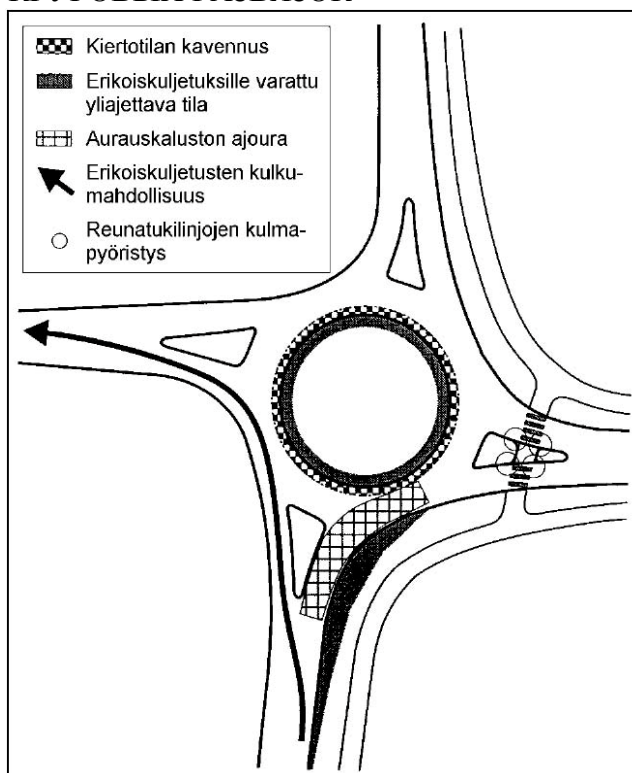


Рисунок 5.46: Организация движения грузового транспорта, специальных транспортных средств, а также зимнего дорожного содержания на круговой развязке

Kiertotilan kavennus	Сужение проезжей части
Erikoiskuljetuksille varattu yliajettava tila	Зона проезда специальных транспортных средств
Auruskaluston ajoura	Зона проезда снегоуборочной техники
Erikoiskuljetusten kulkumahdollisuus	Возможность проезда специальных транспортных средств
Reunatukilinjojen kulmapyörätyst	Скругление линии элементов границы мощения

Зимнее дорожное содержание

Круговая развязка проверяется на пригодность к нормальной работе дорожной техники, занятой на зимнем содержании. Элементы границы проезжей части проектируются таким образом, чтоб въезжающая на круговую развязку снегоуборочная техника могла ее объехать, не наезжая плугом на элемент границы мощения. Для облегчения дорожного содержания выполняется скругление линии элементов границы мощения островка безопасности в зоне пешеходного перехода ($r \approx 0,5$ м). Линии элементов границы мощения островка безопасности в зоне пешеходного перехода, а также углы элементов границы мощения проезжей части выполняются по одной оси. Это дает возможность выполнения мероприятий по зимнему дорожному содержанию в направлении пешеходного перехода без наезда на элементы границы мощения, расположенные на противоположной стороне полосы движения.