

Thesis 328

Analys av högkapacitetsfordons framkomlighet i korsningar med hjälp av körspårsprogram

Zeynep Ahmedov

Trafik och Väg
Institutionen för Teknik och Samhälle
Lunds Tekniska Högskola
Lunds Universitet



Copyright © Zeynep Ahmedov

LTH, Institutionen för Teknik och samhälle
CODEN: LUTVDG/(TVTT-5295)/1-70/2019
ISSN 1653-1922

Tryckt i Sverige av Media-Tryck, Lunds universitet
Lund 2019

Author: Zeynep Ahmedov

Title: Analys av högkapacitetsfordons framkomlighet i korsningar med hjälp av körspårsprogram

English title: Analysis of level of serviceability of High Capacity Transport vehicles in intersections with help of vehicle swept path analysis software

Language: Svenska

Year: 2019

Keywords: Högkapacitetsfordon; High Capacity Transport; korsningar; körspårsprogram; VGU; typfordon

Citation: Zeynep Ahmedov, Analys av högkapacitetfordons framkomlighet i korsningar med hjälp av körspårsprogram. Lund, Lunds universitet, LTH, Institutionen för Teknik och samhälle. Trafik och väg 2019. Thesis. 328

Abstract:

This study has been conducted to investigate whether trucks of the High Capacity Transport vehicle type, HCT-vehicle, ie. longer and heavier vehicles can turn in existing intersections. Today, there are three types of HCT-vehicles, which are double centre-axle trailer combination (Duo-kärra), ETT-ekipage and Duo-trailer. These new vehicle types have been developed to meet the transport increase. The problem is that these vehicles are longer than those vehicles which by law have permission to drive on the roads, ie. they are longer than 25,25 m. There is therefore an uncertainty as to whether they can turn in existing intersections. To be able to investigate their level of serviceability in intersections, the swept path analysis software, Vehicle Tracking, has been used. These new vehicles were built up in the program and turned at speeds of 5 km/h and 10 km/h. The intersections that have been investigated are intersection type A, B and C with the radius 12 m. The analysis showed that the vehicles can turn to the right and left in intersection type A when they use the opposite lane. The intersection types B and C are considered not to have a sufficiently large surface area for the vehicles to have good level of serviceability. For these larger vehicles to be able to turn in intersection type B and C, a larger radius than 12 m may be needed.

Trafik och väg
Institutionen för Teknik och samhälle
Lunds Tekniska Högskola, LTH
Lunds Universitet
Box 118, 221 00 LUND

Transport and Roads
Department of Technology and Society
Faculty of Engineering, LTH
Lund University
Box 118, SE-221 00 Lund, Sweden

Innehållsförteckning

Förord	3
Sammanfattning	5
Summary	7
Begrepp	9
1 Inledning	13
1.1 Bakgrund	13
1.1.1 Tidigare studier	14
1.2 Syfte	15
1.3 Avgränsning	15
1.4 Frågeställning	15
1.5 Metod	15
2 Teori	17
2.1 Typfordon	17
2.1.1 Lastbil med släpvagn (Lps)	17
2.1.2 Specialfordon (Lspec)	18
2.1.3 Skogsbil (Ls)	18
2.1.4 Modulfordon (Lmod)	18
2.2 Högkapacitetsfordon	19
2.3 Korsningar	19
2.3.1 Korsningstyper	20
2.3.2 Utrymmesklasser	21
2.3.3 Radie och rattutslag	22
2.4 Körspårsprogram	23
2.4.1 Vehicle Tracking	23
3 Empiri	25
3.1 Skapa korsningar	25
3.2 Skapa fordon	26
3.2.1 Framtagning av parametrar	26
3.2.2 Analys av HCT-fordon	26
3.3 Körning	27
3.3.1 Körspårsfall	28
3.4 Metod för analys av simuleringsfall	33

4	Resultat	37
4.1	Sväng i korsning med hastighet 5 km/h	37
4.2	Sväng i korsning med hastighet 10 km/h	39
5	Diskussion	41
5.1	Metoddiskussion	41
5.2	Resultatdiskussion	42
5.2.1	Korsningstyp A – Hastighet 5 km/h	42
5.2.2	Korsningstyp A – Hastighet 10 km/h	44
5.2.3	Korsningstyp B – Hastighet 5 km/h	46
5.2.4	Korsningstyp B -Hastighet 10 km/h	48
5.2.5	Korsningstyp C – Hastighet 5 km/h	49
5.2.6	Korsningstyp C -Hastighet 10 km/h	51
5.3	Slutsats	52
5.3.1	Rekommendationer	53
6	Referenser	55
7	Bilagor	57
7.1	Höglapacitetsfordon	57
7.2	Skapa fordon i körspårsprogram	60
7.2.1	Steg 1 – Inställningar	60
7.2.2	Steg 2 – Skapa nytt fordon	61
7.2.3	Parametrar	61

Förord

Det här arbetet utfördes som ett sista moment i Civilingenjörsutbildningen Väg och Vattenbyggnad på Lunds Tekniska Högskola, avdelningen för Trafik och väg. Ämnet som undersöktes i denna studie föreslogs av Per Strömgren. Det här arbetet hade inte kunnat genomföras utan hjälp av några personer. Jag vill först och främst tacka min tvillingsyster Nefize Ahmedov som var vid min sida och hjälpte mig att hitta motivationen samt hjälpte mig att strukturera upp arbetet. Jag vill även tacka Sweco som gav mig tillgång till programvaran Vehicle Tracking, för att kunna genomföra mina körspårsanalyser. Dessutom vill jag tacka Niklas Olofsson Kärrvall som underlättade mitt arbete genom att han ritade upp korsningstyperna åt mig. Slutligen vill jag tacka min handledare Sven Agardh, min examinator Ebrahim Parhamifar och min vän Nikita Casares som läste igenom mitt arbete och gav mig feedback. Jag vill även rikta ett stort tack till min familj och mina vänner från Bio- och kemiteknik som var vid min sida under arbetets gång.

Lund, Maj 2019

Sammanfattning

Framtidens samhälle står inför svårigheter vad gäller koldioxidutsläpp som är en bidragande faktor till klimat- och miljöproblem. Koldioxidutsläpp kommer bland annat från godstransport. För att kunna bemöta framtidens transportökning behöver åtgärder som reducerar koldioxidutsläpp tas fram. En lösning till reduktion av koldioxidutsläpp är att använda järnvägen för transport av varor. Problemet med denna lösning är att järnvägen behöver byggas ut, vilket är en kostsam investering och som tar flera år tills det blir färdigställt. Det behövs lösningar som kan tillämpas inom en snar framtid. Ett sätt att lösa detta är att istället fokusera på att använda vägnätet för transport av varor. Det har påbörjats ett projekt, HCT-projekt, i syfte att energieffektivisera och reducera koldioxidutsläpp från tunga fordon. I projektet medverkar företag med olika kompetenser. Ett av företagen som är med är bilföretaget Volvo och de har tagit fram nya fordonstyper så kallade högkapacitetsfordon, HCT-fordon, dvs. längre och tyngre fordon. Dessa fordons maximala längd är ca 32 m och bruttovikten är ca 90 ton. Idén är att längre fordon kan medföra till färre fordon på vägarna och därmed reducera koldioxidutsläpp.

I dagsläget i Sverige finns det lite kunskap om hur dessa fordon beter sig i trafiken samt hur den befintliga infrastrukturen påverkar fordonens körning. I länder som exempelvis USA och Australien finns det större erfarenhet gällande användning av längre och tyngre fordon. Erfarenheter från dessa länder är bland annat att dessa fordon bör köras av erfarna förare, att de inte körs i områden där oskyddade trafikanter finns m.m.

Idag finns tre typer av HCT-fordon, vilka är Duo-kärra, ETT-ekipage och Duo-trailer. Problemet är att dessa fordon är längre än dem fordon som enligt lag tillåts köra på vägarna, dvs. de är längre än 25,25 m. Det finns därför en osäkerhet på om de klarar av att svänga i befintliga korsningar.

Syftet med denna studie var att undersöka hur framkomligheten för HCT-fordonen är i korsningstyper byggda enligt kraven i *Vägars och gators utformning* (VGU). Dem nya fordonen byggdes upp i körspårsprogrammet, Vehicle Tracking, eftersom dessa inte fanns som standardfordon i programmet. Programmet användes för att kunna undersöka deras framkomlighet i korsningar. Fordonen kördes i tre olika korsningstyper. Korsningstyperna som undersöktes var korsningstyp A, B och C med radie 12 m. Simuleringen genomfördes genom att fordonens körning ritades upp på frihand där körningen anpassades efter olika bestämda fall. För korsningstyp A undersöktes fem fall, dvs. fyra fall för högersväng och ett för vänstersväng. För både korsningstyp B och C undersöktes tre fall. För korsningstyp B undersöktes två fall för högersväng och ett för vänstersväng, medan för korsningstyp C undersöktes ett för högersväng och två för vänstersväng. Fordonen fick svänga med två olika hastigheter, 5 km/h respektive 10 km/h, för samtliga fallen.

Enligt denna studies resultat kan inte HCT-fordonen svänga i två av tre korsningstyper byggda enligt VGU. Analysen visade att samtliga fordon klarar av att svänga både till höger och vänster i korsningstyp A. Denna korsningstyp ger fordonen möjlighet till att använda en större del av vägens yta, dvs. fordonen klarar av att svänga om de får använda det motsatta körfältet. Korsningstyperna B och C bedömdes inte ha tillräckligt stor yta för att fordonen ska få en god framkomlighet. Detta beror på att användningen av ytorna begränsas av refuger. Det visade sig att fordonen klarar av att svänga i korsningstyp B bara om de får utnyttja det motsatta körfältet när de svänger. Det visade sig även att fordonen klarar av att svänga i korsningstyp C endast när de svänger vänster från sekundärvägen till primärvägen.

Resultatet visar att framkomligheten i korsningarna ökar när fordonen svänger med en lägre hastighet. Dessa fordon kräver utrymme och för att öka säkerheten med dessa HCT-fordon på vägarna, kan det behövas åtgärder som exempelvis att endast erfarna förare kör dessa fordon, att fordonen inte körs i stadstrafik samt att de körs under gynnsamma förhållanden. En lösning för att öka framkomligheten i korsningarna kan vara att bredda korsningarna, dvs. öka radien till exempelvis till radie 15 m. Innan en utbredning av befintliga korsningar görs kan en kostnadsanalys göras för att se om det är mer lönsamt att utföra detta i jämförelse med att bygga nya korsningar för HCT-fordonen.

Summary

The future of the society faces difficulties in terms of carbon dioxide emissions, which is a contributing factor to climate and environmental problems. Carbon dioxide emissions come, among other things, from freight transport. Measures to reduce carbon dioxide emissions need to be developed to meet future transport growth. One solution to reducing carbon dioxide emissions is to use the railway for the transport of goods. The problem with this solution is that the railway needs to be expanded, which is a costly investment and that takes several years until it is completed. Solutions are needed that can be applied in the near future. One way to solve this is to instead focus on using the road network for the transport of goods. A project, HCT-project, has been initiated to improve energy efficiency and reduce carbon dioxide emissions from heavy vehicles. In the project companies with different competencies participate. One of the companies involved is the car company Volvo and they have developed new types of vehicles called "High Capacity Transport vehicles", HCT-vehicles, have been developed, ie. longer and heavier vehicles. The maximum length of these vehicles is about 32 m and the gross vehicle weight is about 90 tons. The idea is that longer vehicles can lead to fewer vehicles on the roads and thereby reduce carbon dioxide emissions.

Today in Sweden there is little knowledge about how these vehicles behave in traffic and how the existing infrastructure affects the driving of the vehicles. In countries such as the USA and Australia, there is more experience regarding the use of longer and heavier vehicles. Experiences from these countries include that these vehicles should be driven by experienced drivers, that they are not driven in areas where unprotected road users are present etc.

Today, there are three types of HCT-vehicles, double centre-axle trailer combination (Duo-kärria), ETT-ekipage and Duo-trailer. The problem is that these vehicles are longer than those vehicles which by law have permission to drive on the roads, ie. they are longer than 25,25 m. There is therefore an uncertainty as to whether they can turn in existing intersections.

The purpose of the study was to investigate how the level of serviceability of the HCT-vehicles is in intersection types built according to Swedish norms, VGU. The new vehicles were built up in the swept path analysis software, Vehicle Tracking, as these were not available as standard vehicles in the program. The program was used to investigate their level of serviceability in intersections. The vehicles were driven in three different intersection types. The intersections that have been analyzed are intersection type A, B and C with the radius 12 m. The simulation was carried out by drawing the vehicles on freehand, where the driving was adapted to different specific cases. For intersection type A, five cases were examined, ie. four cases for the right turn and one for the left turn. For both intersection types B and C, three cases were examined. For intersection type B, two cases for right turn and one for left turn were examined, while for intersection type C one for right turn and two for left turn were examined. The vehicles turned with two different speeds, 5 km/h and 10 km/h, for all cases.

According to the results of the study, the HCT vehicles cannot turn in two of three intersection types built according to VGU. The analysis showed that the vehicles can turn both to the right and to the left in intersection type A. This intersection type allows the vehicles to use the larger part of the road surface, ie. the vehicles can turn if they use the opposite lane. The intersection types B and C are considered not to have a sufficiently large surface area for the vehicles to have good level of serviceability. This is because the use of the surfaces is limited by traffic islands. It turned out that the vehicles can turn in intersection

type B only if they use the opposite lane when they turn. It also turned out that the vehicles can turn in intersection type C only when they turn left from the secondary road to the primary road.

The result shows that the level of serviceability of the intersections increases when the vehicles turn at a lower speed. These vehicles require space and to increase safety with these vehicles on the roads, measure might be needed, such as that only experienced drivers drive these vehicles, that the vehicles are not driven in urban traffic and that they are driven under favorable conditions. A solution for increasing the level of serviceability of the intersections might be to widen the intersections, ie. increase the radius to, for example, radius 15 m.

Before a widening of existing intersections is made, a cost analysis can be done to see if it is more profitable to widen existing intersections compared to building new intersections for the HCT vehicles.

Begrepp

Articulated vehicle	<i>sv.</i> Ledat fordon. Har en vridpunkt vid släpvagnskopplingen och en vid vidkransen, vilket underlättar att köra i kurvor.
Body style	<i>sv.</i> Fordonsdelens typ.
Boggi	När två axlar i ett fordon har ett avstånd som är mindre än 2,0 meter.
Bruttovikt	Bruttovikten är den sammanlagda statiska vikten som samtliga hjul, band eller medar på ett fordon vid ett visst tillfälle för över till vägbanan.
Cab length	<i>sv.</i> Hyttlängd. Längden på fordonets framhytt.
Chassis width	<i>sv.</i> Karossbredd. Chassi eller kaross, är stommen i ett fordon.
Coupling	<i>sv.</i> Koppling. Typ av dragordning som används för att koppla ihop två fordonsdelar, exempelvis koppla på en semitrailer alt. annat släpfordon på en lastbil.
Coupling offset (front)	<i>sv.</i> Kopplingsförskjutning (fram)
Coupling offset (rear)	<i>sv.</i> Kopplingsförskjutning (bak)
Dolly	Kort släpfordon för lastbil utrustat med kopplingsanordning.
Dragbil	Är ett motorfordon i form av en lastbil, buss eller personbil med kopplingsanordning för att dra någon typ av släpvagn.
Front axle	<i>sv.</i> Framaxel. Denna axel bär vikten på den främre delen av bilen och underlättar styrning.
Front coupling	<i>sv.</i> Framkoppling. Draganordning på främre delen av ett fordon.
Front track width	<i>sv.</i> Främre spårbredd alt. axelbredd.
Length	<i>sv.</i> Längd (fordonslängd).

Link	Link är en påhängsvagn för tunga lastbilar av typen trailerdragare (dragbil). Link är utrustad med en vändskiva och kan därmed dra ytterligare en påhängsvagn efter sig.
Lock to lock time	Tiden det tar för att vrida ratten fullt ut från ena sidan till andra sidan, exempelvis från full vriden höger till full vriden vänster.
Maximal articulation angle (coupling)	sv. Maximala vinkeln mellan släpfordonet och dragfordonet.
Number of axles	sv. Antalet axlar.
Number of rear axles	sv. Antalet bakaxlar.
Number of units	sv. Antalet delar.
Oskyddade trafikanter	Gångtrafikanter, cyklister, mopedister och MC-förare.
Primärväg	Den väg i en korsning som är huvudled eller prioriteras på motsvarande sätt om korsningen utformas som ”mindre korsningstyp”.
Påhängsvagn	Alt. semitrailer. Släpvagn som är konstruerad genom axel med vändskiva. Påhängsvagn vars bakre del vilar på egna hjul.
Rear axle	sv. Bakaxel.
Rear axle spacing	sv. Bakaxelavstånd. Avståndet mellan axlarna som sitter bak på ett fordon.
Rear coupling	sv. Bakkoppling. Draganordning på bakkdelen hos ett fordon.
Rear overhang	sv. Bakre överhäng. Är längden på bakkdelen hos ett fordon som sträcker sig utanför bakre axeln.
Rear track width	sv. Bakre spårbredden.
Rigid vehicle	sv. Stelt fordon.
Sekundärväg	Den underordnande vägen eller gatan i en korsning.
Steering	sv. Styrning.
Tjänstevikt	Vikten av fordonet i normalt, fullt driftfärdigt skick med det tyngsta karosseri som hör till fordonet. Tjänstevikten inkluderar inte gods.
Track width	sv. Spårvidd alt. axelbredd.

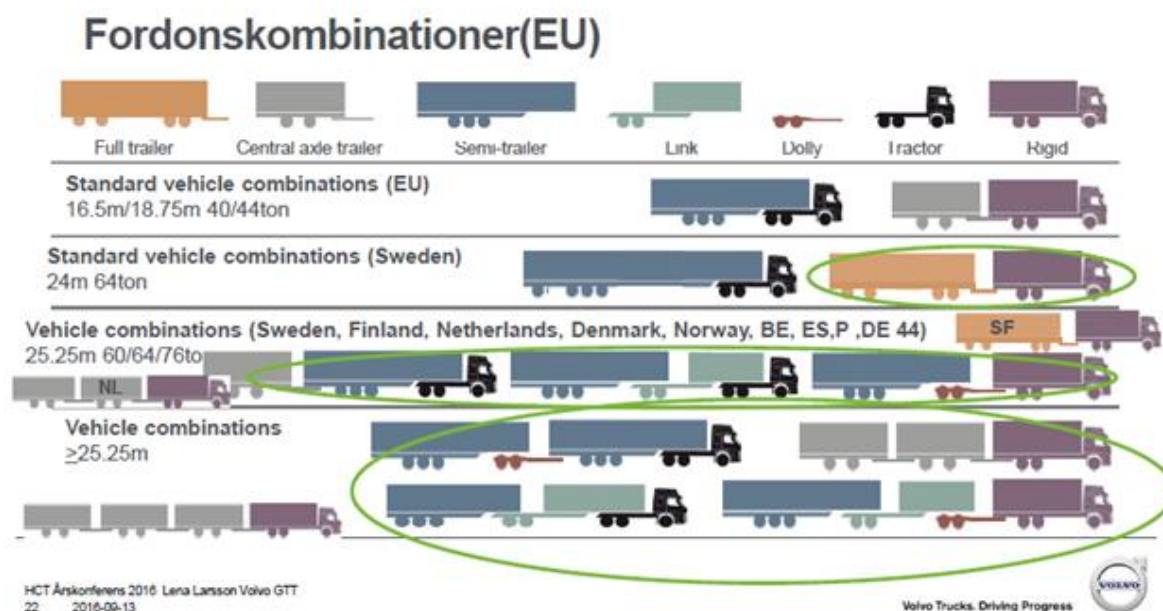
Tractor maneuverability	<i>sv.</i> Fordonsmanövrering.
Trippleaxle	När tre axlar i ett fordon har mindre avstånd än 5,0 meter mellan den första och den tredje axeln.
Typfordon	Grundvärde i VGU som används för att dimensionera och utforma väg- och gatusektioner, korsningar m.m.
Vehicle type	<i>sv.</i> Fordonstyp.
VGU	Står för Vägars och gators utformning. Sveriges kommuner och Landsting tar tillsammans med Trafikverket fram regler för vägars och gators utformning. Reglerna är obligatoriska att användas vid arbeten på statliga vägar.
Vändskiva	Kopplingsanordning mellan dragbil och påhängsvagn som möjliggör rörelser i såväl vertikal som horisontell led.
Wheelbase	<i>sv.</i> Axelavstånd alt. hjulbas. Avståndet mellan hjulaxlarna hos främst fyrhjuliga (tvåaxliga) fordon.
Wheels on each axles	<i>sv.</i> Hjul på varje axel.
Width	<i>sv.</i> Bredd.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I dagsläget har Sverige ett fungerande väg- och järnvägsnät för transport av varor. Däremot har järnvägen inte lika god framkomlighet och fungerande logistik som vägnätet. Det befintliga vägnätet gör det möjligt för godstransporter att ta sig lättare fram till specifika destinationer jämfört med sjöfart och järnväg (Asp & Åsman, 2016).

En utbyggnad av järnvägsnät är en tidskrävande och kostsam investering, vilket leder till att fokus främst ligger på att utveckla vägnätet på så sätt att kapaciteten för kommande transportökning kan bemötas. Ett nationellt projekt, HCT-projekt, har därför satts igång med många aktörer involverade för att kunna nyttiggöra kunskap från olika områden. Syftet med projektet är att energieffektivisera tunga fordon och utveckla godstransport som minimerar koldioxidutsläpp samt ta fram tillräckligt med information för att längre fordon ska få tillstånd att befinna sig på vägarna. I projektet har godstransport så kallade högkapacitetsfordon, HCT-fordon, tagits fram (Asp & Åsman, 2016). HCT-fordon definieras som ”lastbilar som överskrider de enligt lag tillåtna gränserna för längd eller vikt” (Volvo Lastvagnar Sverige, 2018a). Ett av företagen som är engagerad i projektet är Volvo och de har tagit fram olika fordonskombinationer, se Figur 1. HCT-fordonen som har tagits fram är Duo-kärria, ETT-ekipage och Duo-trailer (Asp & Åsman, 2016).



Figur 1. Sammanställning på olika fordonskombinationer (Larsson, 2016).

År 2018, 1 februari, genomfördes en ändring i trafikförordningen (1998:1276), som innebär att Transportstyrelsen ger tillstånd till körning av längre och tyngre fordon i syfte att testa för ny teknik. Tillståndet ges bara ifall försöket inte på något sätt äventyrar trafiksäkerheten; i andra fall har Transportstyrelsen rätten att avböja ansökan om tillstånd (Haxhimustafa, 2017).

För att kunna testa dessa längre och tyngre fordon med större bruttovikter har Trafikverket även undersökt möjligheten för större bärighetsklass, bärighetsklass 4 (BK4), på de befintliga vägarna. Sedan 2018, 1 juli tillåts BK4 på ca 12 procent av det statliga vägnätet (Hofsten, 2017).

Förutom påverkan på vägars bärighet kommer dessa längre och tyngre fordon även innebära att trafiksäkerheten påverkas. Detta är en punkt som inte har berörts och undersökts i lika stor utsträckning som bärigheten. Det råder kunskapsbrist i hur trafiksäker HCT-fordonen är, även om det finns HCT-fordon som testas och information samlas gällande dessa fordons trafiksäkerhet. Ett trafiksäkerhetsprogram ”Trafiksäkerhetseffekter av HCT och förslag till kompensatoriska åtgärder” har därför satts upp. Programmet har tagits fram för att analysera hur dessa fordon påverkar infrastrukturen, säkerheten och vilka åtgärder som behöver vidtas för att göra det möjligt att implementera fordonen i trafiken. Data för analys har samlats in från forskning och tester, men dessa undersökningar är inte tillräckliga för att kunna göra en kvantitativ bedömning (Asp & Åsman, 2016).

Olika program som exempelvis trafiksimulering behöver utföras för att bättre veta hur dessa HCT-fordon påverkar trafiken. Mer information behöver samlas in om framkomligheten för dessa fordon i korsningar och vilka risker dessa fordon medför (Asp & Åsman, 2016).

1.1.1 Tidigare studier

På Chalmers Tekniska Högskola har trafiksäkerheten undersökts av avdelningen för Signaler och systems. De har kommit fram till följande resultat för trafiksäkerheten av HCT-fordon (Asp & Åsman, 2016):

- Fordonen gör det möjligt till fler leveranser per transport, vilket även resulterar i att färre fordon kan användas.
- Längre fordon tar längre tid på sig för att byta fil, vilket minskar kapaciteten på vägen.
- Under rusningstrafiken minskar medelhastigheten.
- Reducering i medelhastighet samt längre omkörningstider kan resultera i att det blir stopp i trafiken.

Det finns för få studier på hur trafiksäkerheten egentligen påverkas av dessa längre lastbilar. Idag vet man med säkerhet att det uppstår problem i cirkulationsplatser för befintliga lastbilar samt att sikten i korsningar för dessa inte är helt optimalt, vilket kan bli ett större problem för längre och tyngre fordon. Anledningen till detta är att cirkulationsplatser och korsningar är en kostnads- och utrymmesfråga, vilket oftast leder till att byggnationen görs med låg kvalitet. Det är viktigt att få planerare och projektörer att förstå hur lastbilsfordon rör sig och fungerar i trafiken för att få bästa trafiksäkra lösning som både tar hänsyn till föraren och oskyddade trafikanter (Asp & Åsman, 2016).

Studier från USA och Australien visar att längre fordon inte påverkar trafiksäkerheten samt medför inte till någon ökning av olyckor orsakad av tunga och längre lastbilar. Detta beror på stränga krav och åtgärder i tidigt skede. Fordonen får endast köra med begränsad hastighet, under bestämda tider på dygnet och förhållanden, dvs. föraren undviker att köra när vägarna är hala och vädret inte är gynnsamt. Fordonen får också bara köra på bestämda vägar och deras maxlängd och bruttovikt får inte heller överskridas. En viktig åtgärd är att endast erfarna lastbilsförare får köra dessa fordon och det är krav på att man går en utbildning. Dessa fordon körs heller inte i områden där oskyddade trafikanter förekommer som exempelvis i stadsmiljö (Asp & Åsman, 2016).

1.2 Syfte

Syftet med denna studie är att studera hur framkomligheten för HCT-fordonen är i korsningstyper byggda enligt kraven i VGU.

1.3 Avgränsning

I studien kommer fokus att ligga på hur fordon med den maximala längden ca 32 m fungerar i dagens infrastruktur, dvs. ifall dessa fordon klarar av att svänga säkert i korsningar. I studien har några begränsningar gjorts. Studien fokuserar bara på korsningar i Sverige byggda enligt VGU. Det finns ett antal korsningstyper i VGU, men i den här studien undersöks bara korsningstyperna A, B och C medan korsningstyperna D, E och F utesluts. Det finns några körspårsprogram för simulering av körspår som exempelvis Vehicle Tracking och Auto Turn. I studien har bara körspårsprogrammet Vehicle Tracking använts. Analys av fordonen har valts att göras genom att bara jämföra dem tre HCT-fordonen med varandra och har inte jämförts med ett referensfordon. Fordonens hastighet har begränsats till två olika låga hastigheter, 5 km/h respektive 10 km/h. För att kunna genomföra simuleringen av fordonen sattes olika fall för körning av fordonen i korsningarna. I studien har inte sikten för fordonen undersökts.

1.4 Frågeställning

- Klarar HCT-fordonen av högersväng i korsningstyperna A, B och C?
- Klarar HCT-fordonen av vänstersväng i korsningstyperna A, B och C?
- Hur påverkar hastigheterna 5 km/h respektive 10 km/h HCT-fordonens sväng i korsningstyperna A, B och C?

1.5 Metod

Processen för arbetet beskrivs i Figur 2. Först gjordes en litteratursökning för att få en fördjupning kring ämnet och för att se hur mycket kunskap som finns om ämnet. Olika sökmotorer som Google Search och LuB Search användes. Hemsidor som användes var bland annat Trafikverket, Transportstyrelsen, Volvo och Autodesk. Sökning gjordes genom att söka på olika nyckelord som ansågs vara relevanta för arbetet. Nyckelorden som användes var HCT-fordon, korsningar, simuleringsprogram, VGU, utrymmesklasser, bruttovikt, tyngre och längre fordon, körsätt i korsningar, lagar m.m.

Information om vilka parametrar som behövdes för simulering togs fram genom att undersöka programmet AutoCAD Vehicle Tracking. Det fanns inte tillräckligt med information kring hur fordon kör och svänger i korsningar. Material som samlades in var information om ämnet, bilder på HCT-fordonen från Volvo och uppritade korsningar i Autodesk AutoCAD. Bilderna från Volvo analyserades för att få en förståelse för hur fordonen är uppbyggda, dvs. antalet axlar, avståndet mellan axlarna m.m.

En djupare analys gjordes av fordonen för att få fram rätt parametervärden till simuleringsprogrammet. Parametrarna togs fram genom att undersöka själva programmet och se vilka ingångsvärden som behövdes. Vissa värden hämtades från teoridelen och själva

måtten för fordonen hämtades från bilderna från Volvo, se bilaga 7.1 *Höglapacitetsfordon* Figur 35-Figur 37. Efter att ha tagit fram parametrarna och informationen försöktes en lämplig metod tas fram för att kunna undersöka framkomligheten för dessa fordon. Metoden som togs fram gäller för dem tre HCT-fordon som fick köra i tre olika korsningar med två olika hastigheter. Olika fall och krav sattes upp för de olika korsningarna. Efter simulering av fordonen analyserades resultatet.



Figur 2. Sammanfattning av metoden för studien.

2 Teori

2.1 Typfordon

I *Vägars och gators utformning* (VGU), beskrivs typfordon som ”ett fordon vars mått och prestanda motsvarar en given fordonstyp” (Trafikverket, 2015). Vilka fordon som räknas till typfordon samt deras dimensioner står i VGU *Begrepp och grundvärden*. Dessa typfordon används för dimensionering och utformning av vägar. Olika typer av fordon påverkar vägarna på olika sätt vad gäller accelerations- och bromsförmåga, utrymmet både på raksträcka samt vid sväng i korsning och i cirkulationsplats, parkeringsbehov m.m. (Trafikverket, 2016). I VGU finns 18 typfordon beskrivet, allt från personbilar till tyngre fordon. Det finns fyra fordon i VGU vars mått och bredd är i jämförelse med HCT-fordonens. Dessa är lastbil med påhängsvagn eller släpvagn (Lps), specialfordon (Lspec), skogsbil (Ls) och modulfordon (Lmod). I Tabell 1 har dessa typfordons egenskaper sammanställts. Måtten för dessa fordon beskrivs i Figur 3-Figur 6. Dessa längre fordon är ledade fordon och för att kunna analysera deras utrymmesbehov behöver körspårsprogram användas (Trafikverket, 2015).

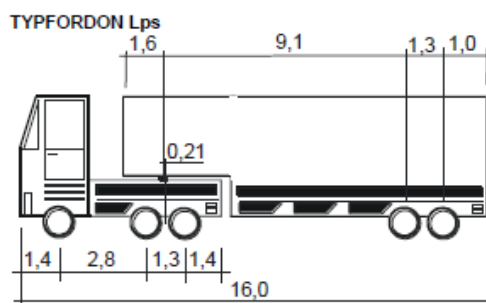
Tabell 1. Sammanställning av egenskaperna för typfordonen Lps, Lspec, Ls och Lmod (Trafikverket, 2015).

Typfordon	Längd (m)	Bredd (m)	Höjd (m)	Axelavstånd (m)
Lps	16	2,6	4,5	3,4*
Lspec	19	2,36	4,5	-
Ls	24	2,55	4,5	5,3*
Lmod	25,25	2,6	4,5	5,6

* framaxelboggiens teoretiska tyngdpunkt

2.1.1 Lastbil med släpvagn (Lps)

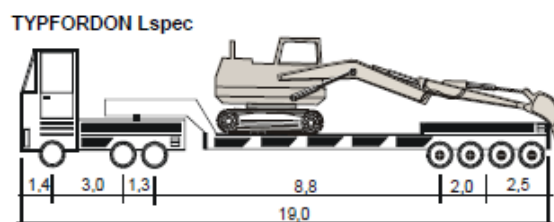
Till denna grupp tillhör dragbilar med påhångs- eller släpvagn. Detta typfordon består av två fordonssdelar, dvs. en dragbil med tre axlar (en axel och en boggi) och en påkopplad påhängsvagn med boggi. Det har en totallängd på 16 m, se Figur 3. Detta typfordon behöver nästan lika mycket utrymme som typfordon Ls när den svänger i en korsning. Detta typfordon används vid dimensionering av korsningar och breddökning i kurva (Trafikverket, 2015).



Figur 3. Figuren visar typfordon Lps med utsatta mått (Trafikverket, 2015).

2.1.2 Specialfordon (Lspec)

Detta typfordon, Lspec, tillhör specialtransporter. Det består av två delar, dvs. en lastbil med tre axlar (en axel och boggi) och en trailer med fyra axlar, se Figur 4. Det har en totallängd på 19 m. Typfordonet används vid dimensionering och utformning av korsningar där problem för framkomlighet kan uppstå för längre fordon. Det får använda sig av omgivande ytor som refuger och ytor för gång- och cykelbanor för att den ska kunna klara av att köra i korsningar (Trafikverket, 2015).



Figur 4. Figuren visar typfordon Lspec med utsatta mått (Trafikverket, 2015).

2.1.3 Skogsbil (Ls)

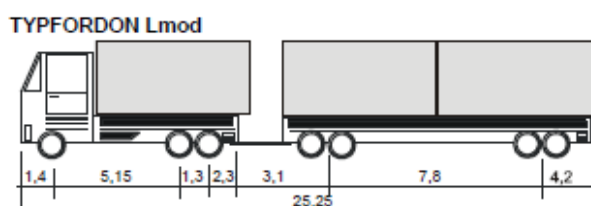
Detta typfordon, Ls, tillhör skogstransporter. Det består av två fordonssdelar, dvs. en lastbil med tre axlar (enkel axel och boggi) och en släpvagn med totalt fyra axlar (två stycken boggi). Typfordonet har en total längd på 24 m, se Figur 5. Det används för att dimensionera skogsvägsanslutningar till allmän väg och har större utrymmesbehov vid sväng i korsning än Lps (Trafikverket, 2015).



Figur 5. Figuren visar typfordon Ls med utsatta mått (Trafikverket, 2015).

2.1.4 Modulfordon (Lmod)

Detta typfordon, Lmod, tillhör fordonståg av modultyp och är konstruerad enligt EU-regler. Det består av tre delar, dvs. ett dragfordon med tre axlar (en axel och boggi), en dolly med boggi och en släpvagn med boggi. Det har en total längd på 25,25 m, se Figur 6. Detta typfordon kräver mindre utrymme jämfört med typfordon Lps och används vid dimensionering av parkeringar och vändplatser (Trafikverket, 2015).



Figur 6. Figuren visar typfordon Lmod med utsatta mått (Trafikverket, 2015).

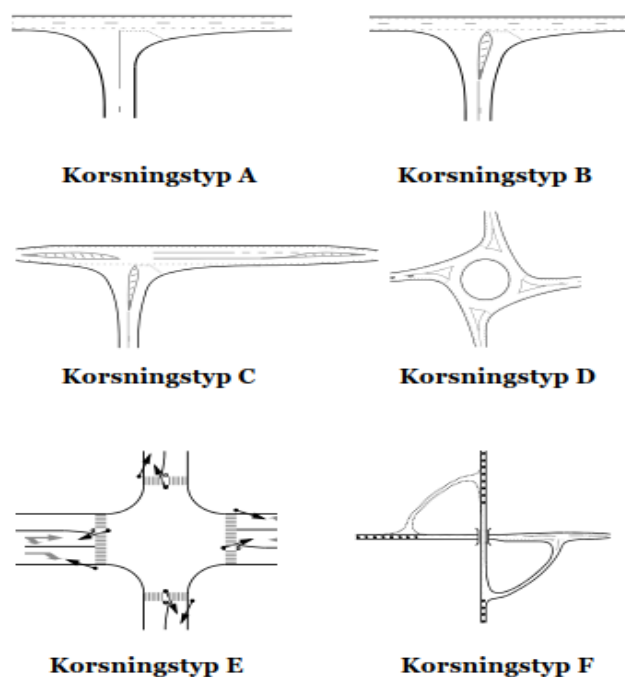
2.2 Högkapacitetsfordon

Bilföretaget Volvo har tagit fram tre modeller på HCT-fordonen som har en längd som överstiger den maximalt tillåtna längden 25,25 m (Larsson & Pettersson, 2017). En av fordonskombinationerna är en Duo-kärria med längden ca 28 m (27,330 m) och tillåten bruttovikt på ca 66 ton. Den andra fordonsmodellen är ett ETT-ekipage med längden ca 29 m (29,385 m) och tillåten bruttovikt på ca 90 ton. Det tredje fordonet är en Duo-trailer med längden ca 32 m (31,865 m) och tillåten bruttovikt på ca 80 ton. Exakta mått och vikter för respektive fordon beskrivs i bilaga 7.1 *Högkapacitetsfordon* Figur 35-Figur 37.

2.3 Korsningar

Krav och råd för hur korsningar ska utformas finns beskrivet i VGU. Enligt VGU är en korsning ”en väganläggning där trafik på olika vägar korsas, åtskiljs eller sammanförs”. I VGU *Begrepp och Grundvärde* beskrivs korsningstyper, utrymmesklasser och mått på typfordon (Trafikverket, 2015).

Dimensionering och utformning av korsningar och cirkulationsplatser för typfordon görs efter hur stort utrymmesbehov det behövs (Trafikverket, 2016). I VGU behandlas sex typer av korsningar definierade som A-F, vilka delas in i grupperna mindre korsningar (A-C) respektive större korsningar (D-F), se Figur 7. Valet av korsning beror på vilka trafiksäkerhetskrav som ställs för vägen. Korsningstyperna A-C tillämpas i landsbygd och i tätort. Korsningstyp D-F utformas för att höja trafiksäkerheten och öka framkomligheten från sekundärvägen (Trafikverket, 2015).

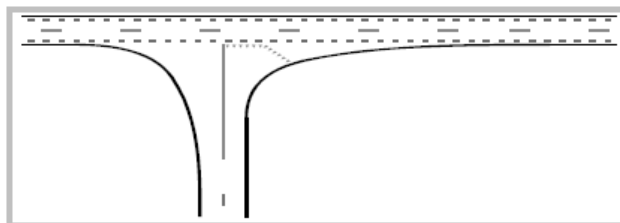


Figur 7. Mindre korsningar (A-C) respektive större korsningar (D-F) (Trafikverket, 2015).

2.3.1 Korsningstyper

2.3.1.1 Korsningstyp A

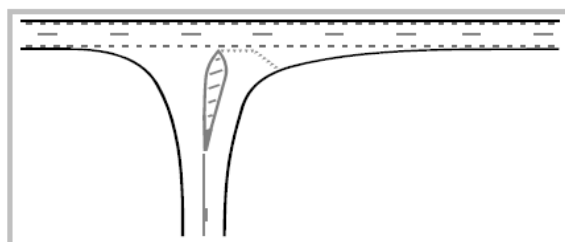
Korsningstyp A definieras som en korsning med ett körfält på vardera sida om anslutningsvägen och vägen har ingen skiljeremsa eller refug som skiljer vägarna, se Figur 8 (Trafikverket, 2015).



Figur 8. Korsningstyp A (Trafikverket, 2015).

2.3.1.2 Korsningstyp B

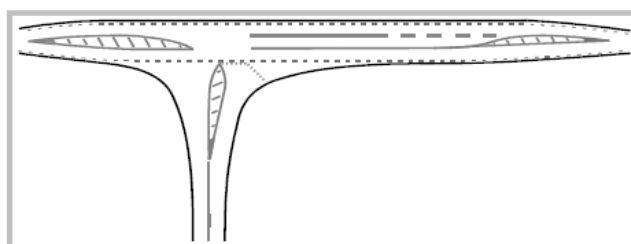
Korsningstyp B kännetecknas av att det finns en refug på sekundärvägen, se Figur 9. Refug i korsningstyp B kan även förekomma på primärväg i tätort för att öka säkerheten för oskyddade trafikanter och minimera gångavståndet för dessa. Refug i landsbygd finns för att tydliggöra vilken väg som fordonet ska köra på. Korsningstypen definieras vanligtvis av ett körfält på vardera sida av anslutningsvägen, men kan också vara fyrfältig på primärvägen i tätort (Trafikverket, 2015).



Figur 9. Korsningstyp B (Trafikverket, 2015).

2.3.1.3 Korsningstyp C

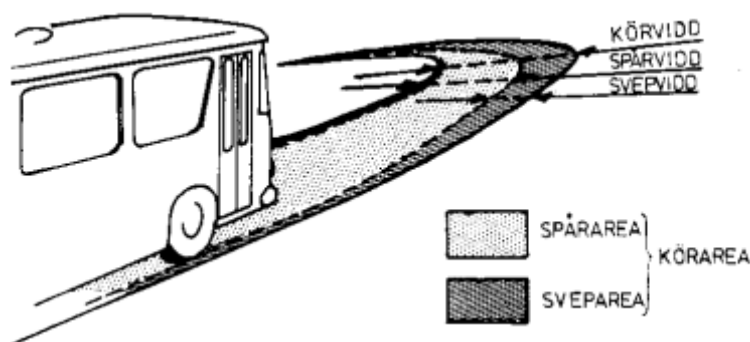
Korsningstyp C kännetecknas av att det på primärvägen finns ett extra körfält som används för vänstersväng. Detta körfält har en refug som ska underlätta byte av fil till vänsterfält utan risk för påkörning av bakomvarande fordon samt för att undvika trafikbildning på höger körfält av primärvägen och på så sätt öka framkomligheten. Utan denna förbättring kan det uppstå köbildning samt risk för olyckor vid vänstersväng. Refugen finns också för att korsande trafikanter lättare ska kunna ta sig över vägen utan att känna osäkerhet. Denna korsningstyp har totalt tre refuger, dvs. två på primärvägen och ett på sekundärvägen, se Figur 10 (Trafikverket, 2015).



Figur 10. Korsningstyp C (Trafikverket, 2015).

2.3.2 Utrymmesklasser

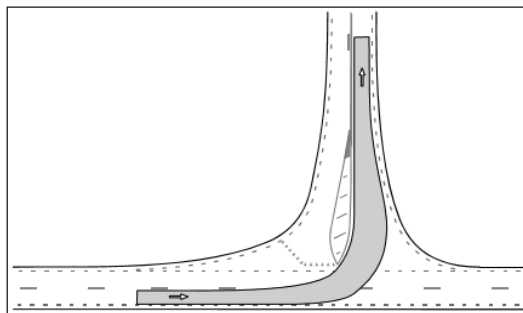
Utrymmet på en väg bestäms efter hur vägen kommer att utnyttjas, dvs. parametrar som tas till hänsyn är fordonstyp, oskyddade trafikanter, bredd som kan behövas för rullstolar, barnvagnar, möte med fordon m.m. Vägar projekteras efter olika utrymmesklasser beroende på vilken typ av trafiksäkerhet som vill uppnås. De olika utrymmesklasserna definieras efter hur god säkerhet, trygghet och servicenivå de ger för trafikanterna vid sväng i korsning. I Figur 11 beskrivs hur mycket av en väg ett fordon utnyttjar och vad de olika utnyttjade ytorna benämns (Trafikverket, 2015).



Figur 11. Illustration av fordonets körarea och körvidd (Trafikverket, 2015).

2.3.2.1 Utrymmesklass A

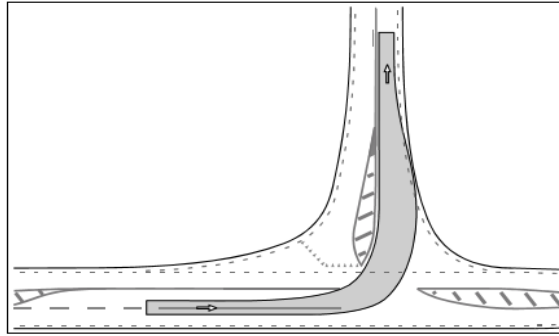
Utrymmesklass A, se Figur 12, karaktäriseras av att fordonet använder bara eget körfält, dvs. fordonet gör inte intrång på området utanför körfältet. Det gör inte intrång på vägrenar, GC-banor, refuger, mittremсор och sidoremсор samt motsatt körfält förutom när den svänger från exempelvis primärväg till sekundärväg. Enligt VGU är denna korsningstyp trafiksäker, ger trygghet för förare och andra trafikanter samt god körkomfort (Trafikverket, 2015).



Figur 12. Bilden visar utrymmesklass A för korsningstyp B, där vänstersväng görs från primärväg till sekundärväg (Trafikverket, 2015).

2.3.2.2 Utrymmesklass B

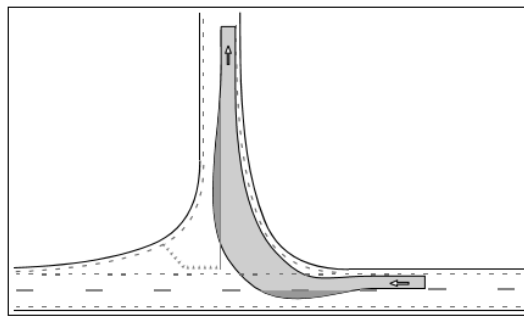
Utrymmesklass B, se Figur 13, karaktäriseras av att fordonets sveparea får göra intrång på körfält i samma riktning som fordonet kör på när fordonet svänger i korsningen. Dessutom får fordonets sveparea vid sväng i korsning göra intrång på vägren, refuger, GC-banor samt ytor där oskyddade trafikanter kan befinna sig. Det finns krav på att det fria utrymmet för dem oskyddade trafikanterna ska vara minst 1,5 m. Enligt VGU är denna korsningstyp trafiksäker och trygg för förare och andra trafikanter ifall hastighetsanpassning görs av trafikanter som befinner sig på vägen. Däremot ger denna korsningstyp mindre god körkomfort (Trafikverket, 2015).



Figur 13. Bilden visar utrymmesklass B för korsningstyp C, där vänstersväng görs från primärväg till sekundärväg (Trafikverket, 2015).

2.3.2.3 Utrymmesklass C

Utrymmesklass C, se Figur 14, karaktäriseras av att fordonets körarea får göra intrång på körfält i både samma riktning och motsatt riktning som fordonet kör när fordonet svänger i korsningen. Dessutom får körarean göra intrång på vägrenar. När det gäller att göra intrång på GC-banor, begränsas intrånget till fordonets sveparea på samma sätt som för utrymmesklass B. Enligt VGU är denna korsningstyp trafiksäker om fordonet använder tillräckligt låg hastighet. Däremot ger denna korsningstyp låg körkomfort (Trafikverket, 2015).



Figur 14. Bilden visar utrymmesklass C för korsningstyp A, där högersväng görs från primärväg till sekundärväg (Trafikverket, 2015).

2.3.3 Radie och rattutslag

Radien som kan användas för dragfordonets bakaxelmittpunkt kan vara mindre om vinkeländringen av högersväng är större än 90° . Vid denna sväng kan föraren hinna vrida på ratten mer. Om vinkeländringen är mindre än 90° vid högersväng, hinner föraren inte att vrida på ratten lika mycket och därför kan större radie användas. När fordonet svänger vänster utgår man ifrån att fordonet står stilla eller krypkör, vilket innebär att en mindre radie kan användas (Trafikverket, 2016). I Tabell 2 visas minsta radien för dragfordonets bakaxelmittpunkt, då typfordonet svänger 90° åt både höger och vänster i korsning efter dem olika utrymmesklasserna (Trafikverket, 2015).

Tabell 2. Minsta radien vid 90° sväng i korsning för typfordon och olika utrymmesklasser (Trafikverket, 2015).

	Högersväng 90°			Vänstersväng 90°		
Typfordon	Utrymmesklass:			Utrymmesklass:		
	A	B	C	A	B	C
Lps	10	8	6	8	6	6
Lspec (Lsp)	10	10	6	8	6	6
Ls	14,5	11,5	9	11,5	9	9
Lmod	14,5	11,5	9	11,5	9	9

I Tabell 3 visas störst utnyttjat rattutslag i procent vid maximalt hjulutslag vid 90° svängning i korsning (Trafikverket, 2015).

Tabell 3. Största utnyttjade rattutslaget vid 90° svängning i korsning för typfordon och olika utrymmesklasser (Trafikverket, 2015).

	Högersväng 90°			Vänstersväng 90°		
Typfordon	Utrymmesklass:			Utrymmesklass:		
	A	B	C	A	B	C
Lps	50 %	62,5 %	75 %	62,5 %	75 %	75 %
Lspec (Lsp)	50 %	62,5 %	75 %	62,5 %	75 %	75 %
Ls	50 %	62,5 %	75 %	62,5 %	75 %	75 %
Lmod	50 %	62,5 %	75 %	62,5 %	75 %	75 %

2.3.3.1 Teoretiskt hjulutslag

För ledade typfordon är medelvärdet för det maximala hjulutslaget 40°. Det maximala *lock-to-lock time* är 7 sekunder (Trafikverket, 2015).

Det är stor variation i maximalt rattutslag mellan olika märken och konstruktionstyper. VGU utgår från maximalt hjulutslag på 40° för Lps, Lspec, Ls, och Lmod samt 42,5° för övriga fordon (Trafikverket, 2016).

2.4 Körspårsprogram

Vid dimensionering av korsningar och cirkulationsplatser för större fordon behöver körspårsprogram användas för att kunna se ifall utformningen kommer att fungera som tänkt (Trafikverket, 2015). Det finns ett antal körspårsprogram som kan användas för simulering, exempelvis AutoTurn och Vehicle Tracking (Transoft Solutions, 2019; Autodesk, 2018).

2.4.1 Vehicle Tracking

Programmet Vehicle Tracking används för simulering av olika fordonstyper och för att visualisera ett fordons utrymmesbehov. Körspårsprogrammet gör det möjligt för att analysera hur ett visst fordon rör sig på väg, i parkering, korsning, cirkulationsplats etc. Användaren kan lätt se ifall den projekterade vägen, korsningen eller parkeringen är funktionell genom att testa framkomligheten för fordonet. Att tidigt använda sig av simuleringsprogram i ett projekt är

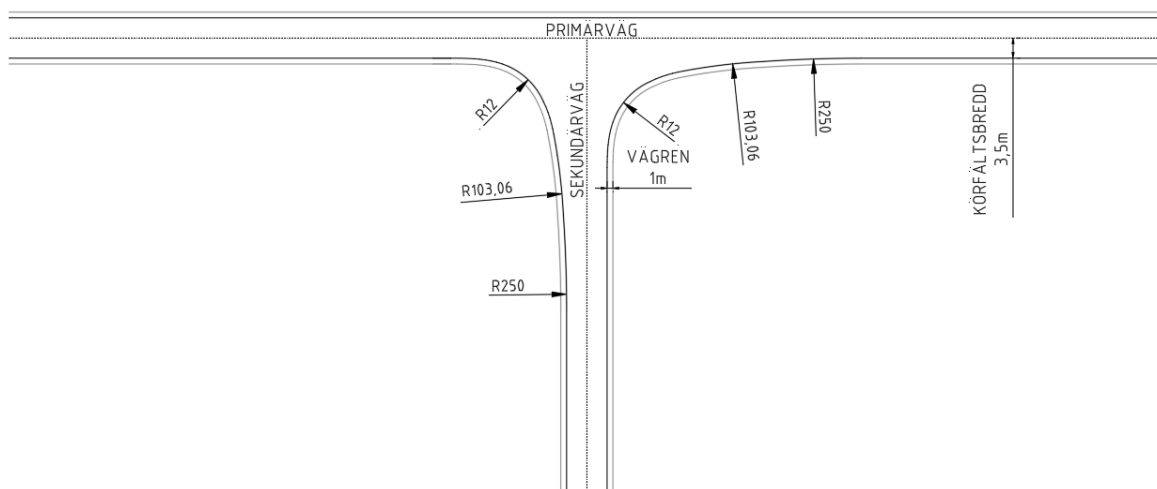
både tids- och kostnadseffektivt, då det enkelt kan tas fram en modell som visar fordonets rörelser på vägen. Detta ger möjlighet till att studera vägen innan den byggs och hitta lösningar som passar fordonet (Autodesk, 2018).

I programmet finns standardfordon med färdiga mått. Fordonskombinationer finns att hämta från ett flertal länder som bland annat Australien, Sverige och USA. Användaren kan välja mellan ett flertal fordonskombinationer som exempelvis ledade fordon och specialfordon. Användaren kan också skapa egna fordonskombinationer från grunden (Savoy Computing Services Limited, 1991-2008).

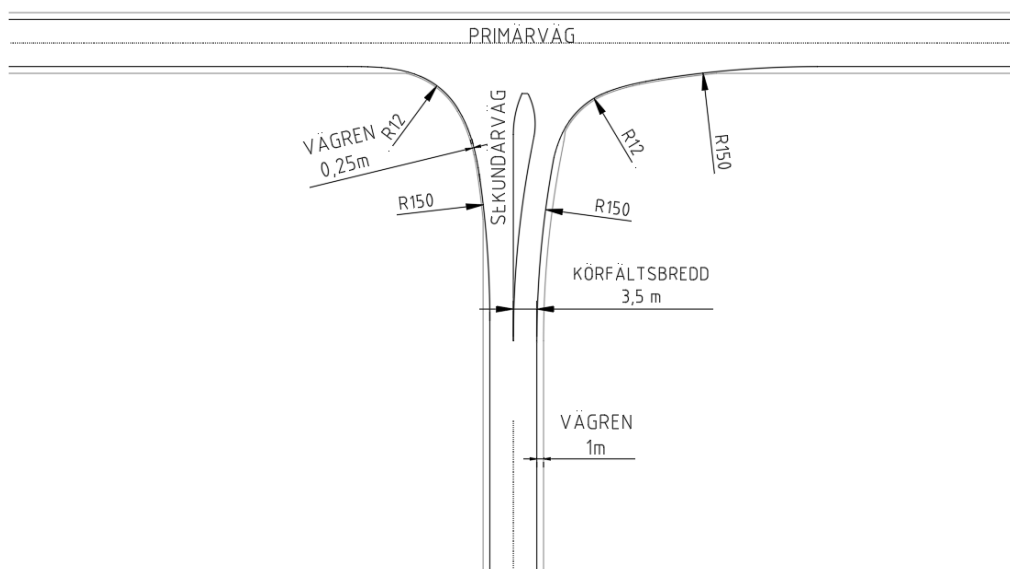
3 Empiri

3.1 Skapa korsningar

Det första steget för att kunna genomföra undersökningarna är att rita upp korsningarna. Korsningarna ritades upp i Autodesk AutoCAD. Korsningarna som undersöktes är korsningstyp A, korsningstyp B och korsningstyp C med radien 12 m (R12), se Figur 15- Figur 17.



Figur 15. Korsningstyp A, R12, med utsatta mått i meter.



Figur 16. Korsningstyp B, R12, med utsatta mått i meter.

3.3.1 Körspårsfall

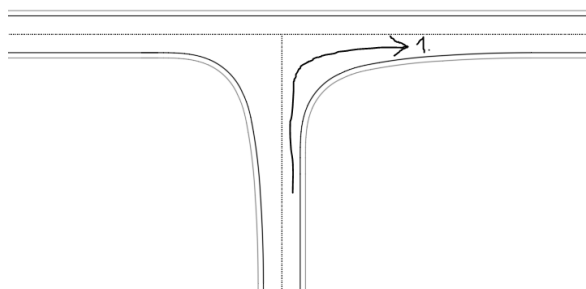
Körspåren för de olika fordonen togs fram genom att sätta upp olika fall för sväng i korsningarna. Både högersväng och vänstersväng undersöktes. För korsningstyp A undersöktes fem fall och för korsningstyperna B och C undersöktes tre fall. Dessutom undersöktes två olika hastigheter för att se ifall hastigheten påverkar svängen. Hastigheterna som undersöktes var 5 km/h respektive 10 km/h. Val av hastighet grundades på att dessa fordon är stora och säkrast körning blir med krypkörning. Nedan beskrivs vilka körsätt som tillämpades för dem olika korsningstyperna.

3.3.1.1 Korsningstyp A

Denna korsning saknar en refug, se Figur 8, vilket innebär att ytor på det motsatta körfältet kan utnyttjas. Här undersöktes fem fall, dvs. fyra för högersväng och ett för vänstersväng. För högersväng undersöktes följande fall:

Fall 1.

Fall 1 innebär att fordonen bara använder det egna körfältet när de svänger till höger från sekundärvägen till primärvägen, se Figur 18. Det här fallet går ut på att fordonen inte får göra intrång i det motsatta körfältet både på sekundärvägen och primärvägen.

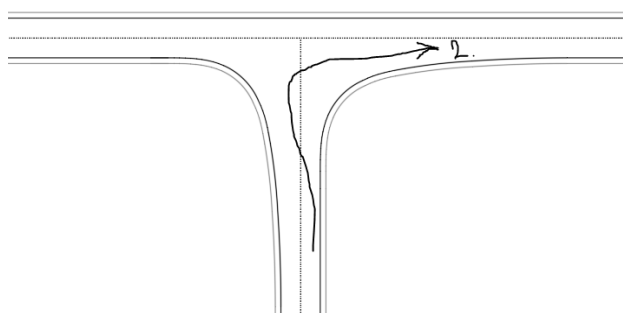


Figur 18. Körning enligt fall 1 i korsningstyp A.

Fordonen placerades så nära mittlinjen som möjligt på primärvägen efter högersväng från sekundärvägen. För att fordonen skulle klara av svängen enligt kravet för fall 1, behövde fordonen köra fram en bit innan de kunde börja svänga. Detta körsätt provades fram tills bästa placering för fordonen hittades.

Fall 2.

Fall 2 innebär att fordonen använder det motsatta körfältet på sekundärvägen och därefter kör i eget körfält efter högersväng på primärvägen, se Figur 19. Det här fallet går ut på att fordonen inte får göra intrång i det motsatta körfältet på primärvägen.

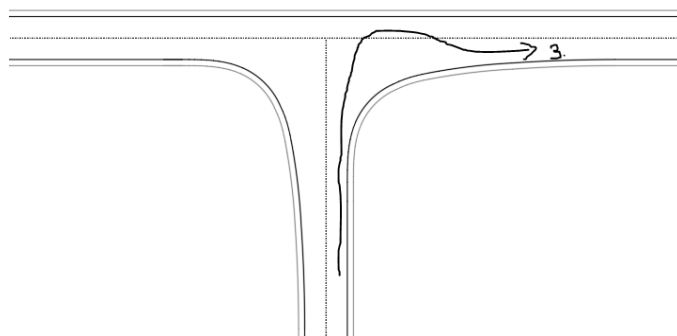


Figur 19. Körning enligt fall 2 i korsningstyp A.

Fordonen placerades först i eget körfält på sekundärvägen. Innan fordonen svängde till höger fick de först svänga ut till vänster på det motsatta körfältet av sekundärvägen. Fordonen körde ut en viss sträcka in på det motsatta körfältet för att kunna klara av att svänga och placera sig på eget körfält på primärvägen.

Fall 3.

Fall 3 innebär att fordonen använder eget körfält på sekundärvägen och därefter det motsatta körfältet på primärvägen för att sedan köra tillbaka till eget körfält, se Figur 20. Det här fallet går ut på att fordonen inte får göra intrång på det motsatta körfältet på sekundärvägen.

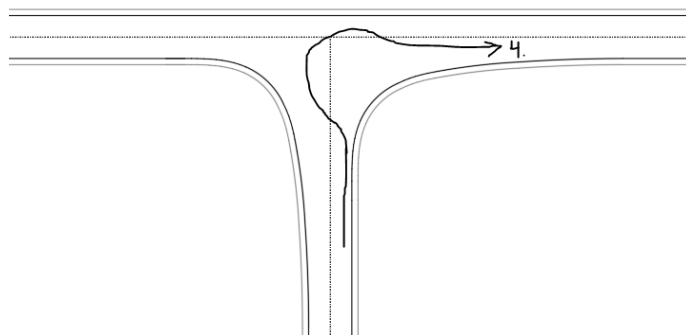


Figur 20. Körning enligt fall 3 i korsningstyp A.

Fordonen placerades först i eget körfält på sekundärvägen. Därefter svängde fordonen till höger och utnyttjade det motsatta körfältets yta på primärvägen. Bästa möjliga placering där fordonen utnyttjar minst yta av det motsatta körfältet och fortfarande uppfyller kravet för fall 3 provades fram. Därefter fick de köra tillbaka till eget körfält på primärvägen.

Fall 4.

Fall 4 innebär att fordonen använder alla ytor av vägen, dvs. samtliga körfält kommer att utnyttjas både på sekundärvägen och primärvägen, se Figur 21. Fordonen kör först ut på det motsatta körfältet på sekundärvägen och därefter när fordonen svänger använder det först det motsatta körfältet på primärvägen och därefter kör fordonen tillbaka till eget körfält. För det här fallet kan alla ytor utnyttjas när fordonen svänger.



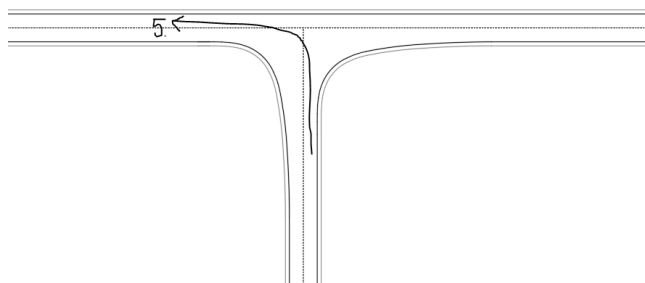
Figur 21. Körning enligt fall 4 i korsningstyp A.

Fordonen placerades först i eget körfält på sekundärvägen. Därefter svängde de ut till vänster till det motsatta körfältet på sekundärvägen. För att inte utnyttja för mycket av det motsatta körfältet både på sekundärvägen och primärvägen fick fordonen svänga en bit från där mittlinjerna korsar varandra. När fordonen svängde till höger fick de köra ut på det motsatta körfältet på primärvägen och därefter tillbaka till eget körfält.

Följande fall undersöktes för vänstersväng:

Fall 5.

Fall 5 innebär att fordonen använder eget körfält när de svänger till vänster från sekundärvägen till primärvägen, se Figur 22.



Figur 22. Körning enligt fall 5 i korsningstyp A.

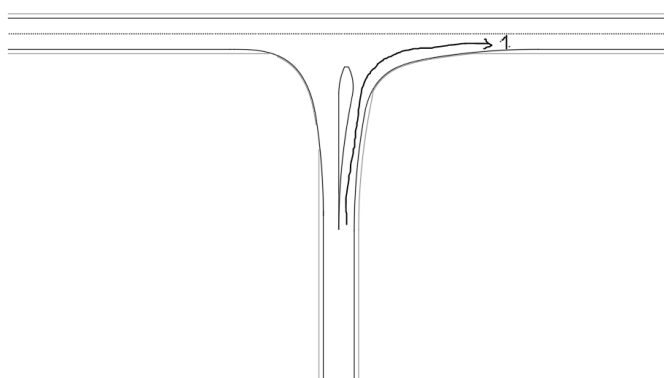
Fordonen placerades i eget körfält på sekundärvägen. Därefter svängde fordonen till vänster och placerades nära väggkantslinjen på primärvägen. Detta körsätt provades fram tills bästa placering hittades, dvs. där minst intrång gjordes på det motsatta körfältet av primärvägen vid vänstersväng.

3.3.1.2 Korsningstyp B

Denna korsning har en refug på sekundärvägen, se Figur 9, vilket minskar möjligheten till att använda det motsatta körfältet på sekundärvägen. Här undersöktes tre fall, dvs. två för högersväng och ett för vänstersväng. För högersväng undersöktes följande fall:

Fall 1.

Fall 1 innebär att fordonen kör i eget körfält både på sekundärvägen och på primärvägen, se Figur 23. Fordonen får placeras nära väggkantslinjen för att undvika att det kör på refugen i sekundärvägen. Det här fallet går ut på att fordonen inte får göra intrång på refugen på sekundärvägen. Fordonen får inte heller köra på det motsatta körfältet på primärvägen.

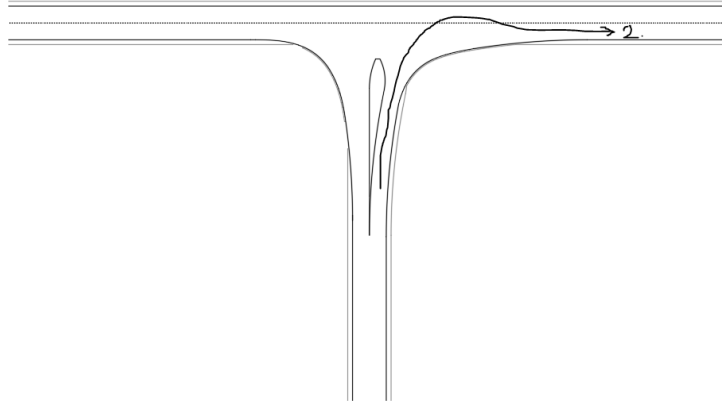


Figur 23. Körning enligt fall 1 i korsningstyp B.

Fordonen placerades i eget körfält på sekundärvägen. Fordonen fick följa refugen, men med placering en bit från den för att undvika att den kommer till skada. Därefter fick fordonen svänga till höger till eget körfält på primärvägen. Efter sväng placerades fordonen nära mittlinjen på primärvägen. Bästa möjliga placering där refug inte tar skada samt där fordonen fortfarande klarar av att vara i eget körfält efter sväng provades fram.

Fall 2.

Fall 2 innebär att fordonen kör i eget körfält på sekundärvägen och därefter utnyttjar det motsatta körfältets yta på primärvägen och kör sedan tillbaka till eget körfält på primärvägen, se Figur 24. Det här fallet går ut på att fordonen inte får göra intrång på refugen på sekundärvägen.



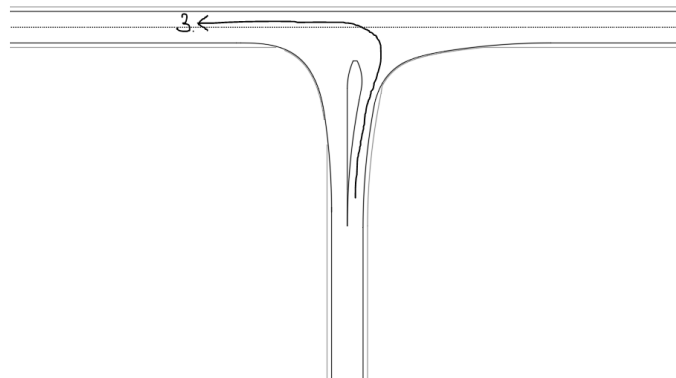
Figur 24. Körning enligt fall 2 i korsningstyp B.

Fordonen fick köra på liknande sätt som i fall 1 men med skillnaden att efter sväng utnyttjades även det motsatta körfältets yta av primärvägen. Fordonen fick köra ut på motsatt körfält och därefter tillbaka till eget körfält på primärvägen.

Följande fall undersöktes för vänstersväng:

Fall 3.

Fall 3 innebär att fordonen kör i eget körfält både på sekundärvägen och på primärvägen, se Figur 25. Det här fallet går ut på att fordonen inte får göra intrång på refugen på sekundärvägen när de svänger.



Figur 25. Körning enligt fall 3 i korsningstyp B.

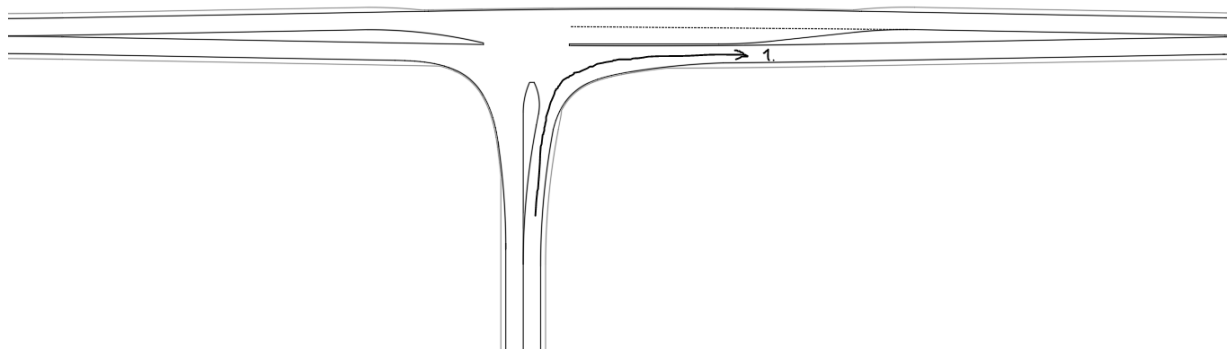
Fordonen placerades i eget körfält på sekundärvägen. Fordonen fick köra ut till höger mot vägen för att kunna utföra vänstersvängen samt undvika att köra över refugen. Efter sväng placerades fordonen i eget körfält nära väggkanten på primärvägen.

3.3.1.3 Korsningstyp C

Denna korsning har tre refuger, se Figur 10, ett på sekundärvägen och två på primärvägen, vilket innebär att det blir mindre yta som kan utnyttjas. Här undersöktes tre fall, dvs. ett för högersväng och två för vänstersväng. Följande fall undersöktes för högersväng:

Fall 1.

Fall 1 innebär att fordonen kör i eget körfält både på sekundärvägen och på primärvägen, se Figur 26. Det här fallet går ut på att fordonen inte får göra intrång i refugerna när de svänger.



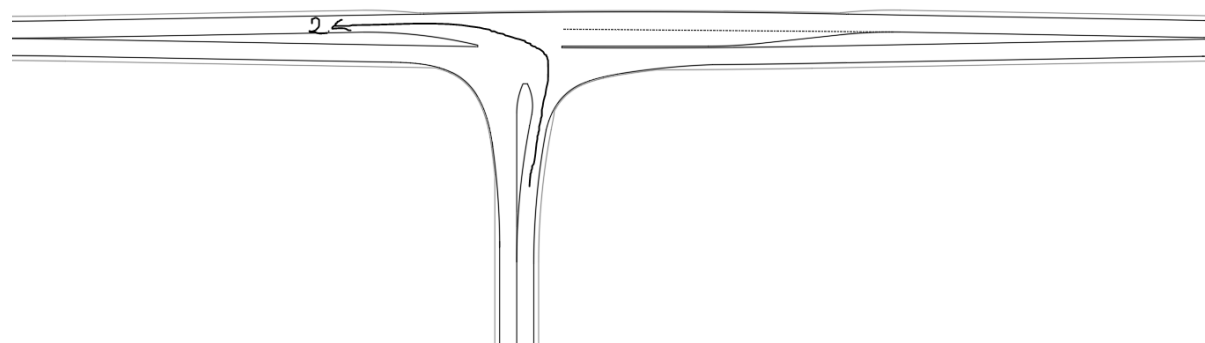
Figur 26. Körning enligt fall 1 i korsningstyp C.

Fordonen placerades en bit från refugen på sekundärvägen. Fordonen fick köra nära vägkantslinjen i eget körfält på sekundärvägen innan de svängde till höger. När fordonen svängde till höger placerades de tillräckligt nära refugen utan att skada den.

Följande fall undersöktes för vänstersväng:

Fall 2.

Fall 2 innebär att fordonen kör i eget körfält när de svänger vänster från sekundärvägen till primärvägen, se Figur 27. Det här fallet går ut på att fordonen inte får göra intrång på refugerna när de svänger.

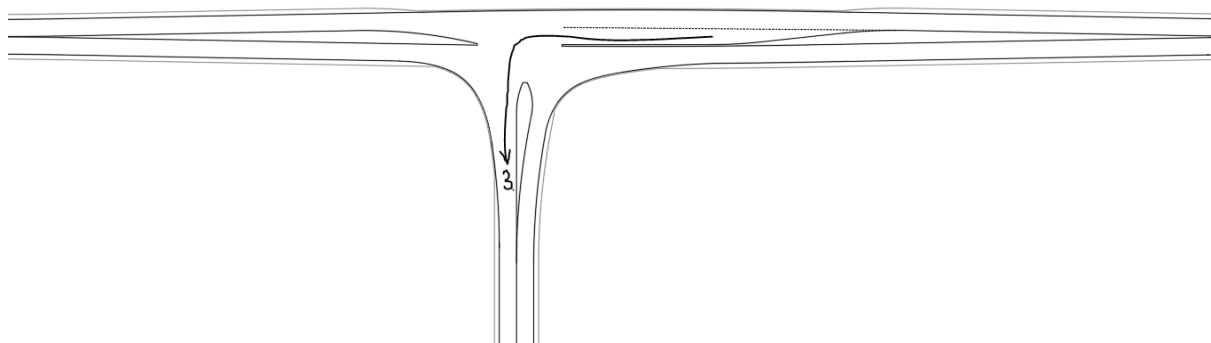


Figur 27. Körning enligt fall 2 i korsningstyp C.

Fordonen placerades en bit från refugen på sekundärvägen. Därefter fick de köra fram en bit nära refugen på primärvägen och därefter fick de svänga till vänster till eget körfält på primärvägen. Fordonen körde fram innan de svängde för att få tillräckligt med utrymme för att kunna utföra svängen till vänster utan att skada någon refug. Fordonen placerades nära väglinjen på primärvägen och en bit från refugen efter att de hade svängt.

Fall 3.

Fall 3 innebär att fordonen använder vänstersvängsfilen på primärvägen för att svänga vänster och därefter kör i eget körfält på sekundärvägen, se Figur 28. Det här fallet går ut på att fordonen inte får göra intrång på refugerna när de svänger.



Figur 28. Körning enligt fall 3 i korsningstyp C.

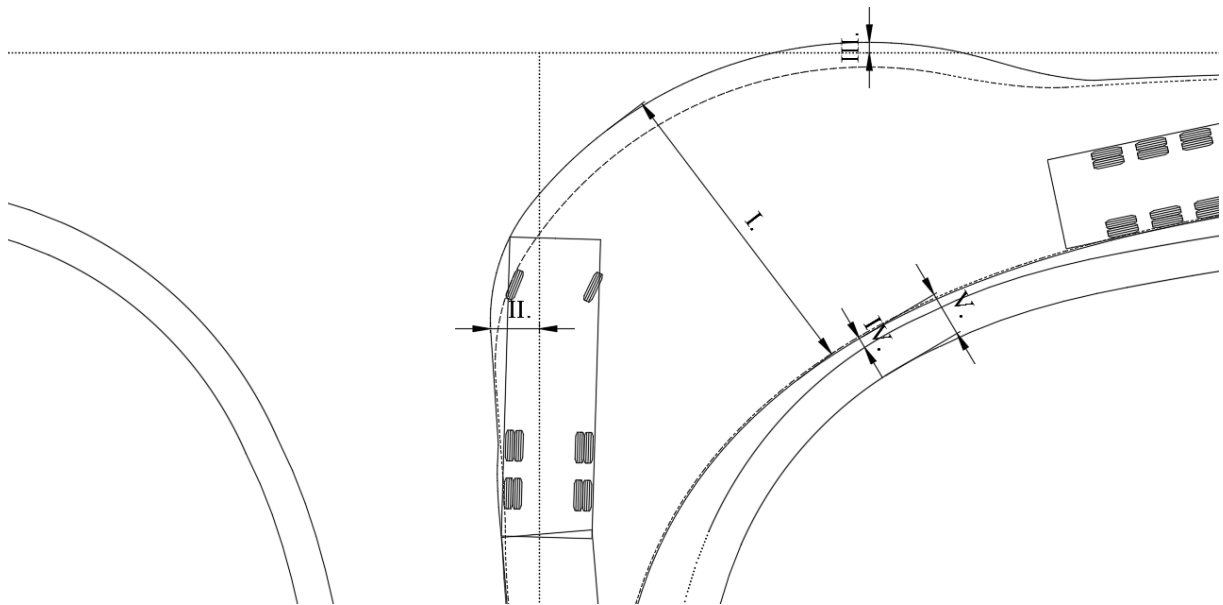
Vänstersvängsfilen utnyttjades vid vänstersväng. Fordonen fick köra fram en bit innan de svängde till vänster. Bäst placering för vänstersväng provades fram för fordonen. Efter sväng placerades fordonen nära väggkantslinjen på sekundärvägen för att undvika att köra över refugen.

3.4 Metod för analys av simuleringsfall

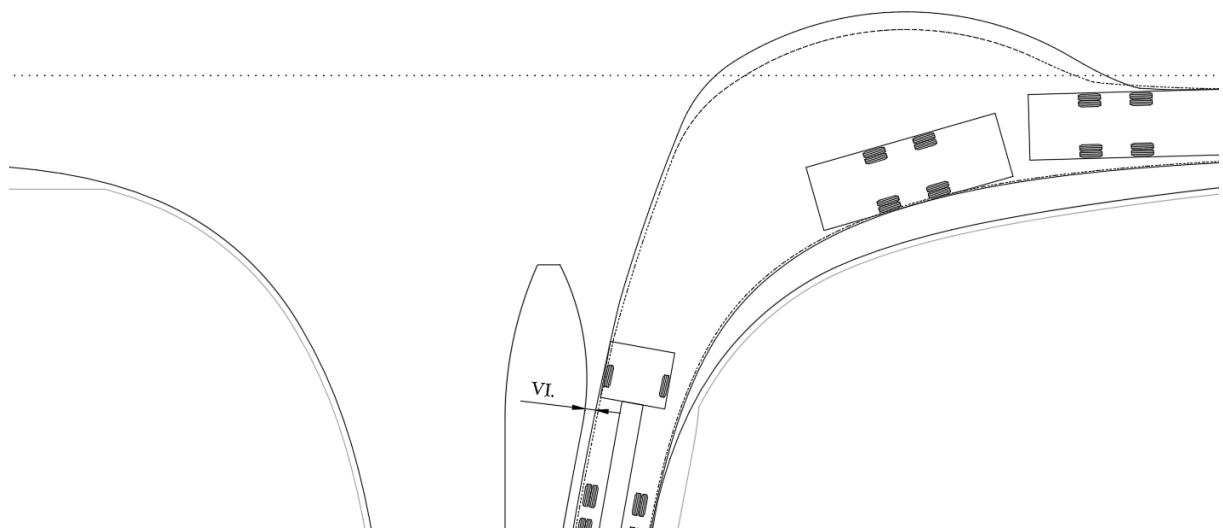
Varje fall analyserades genom att olika mått sattes ut för att kunna göra en bedömning av hur mycket och vilka ytor som fordonen gör intrång på. Mått som valdes att undersökas var bredd på körarean, intrång på vägren och refuger. Vilka mått som undersöktes visas i Figur 29-Figur 34. För de tre korsningstyperna undersöktes följande mått: korsningstyp A – mått I-V, korsningstyp B – mått I, III-VIII och korsningstyp C – mått I, III-XII.

Måtten beskriver följande:

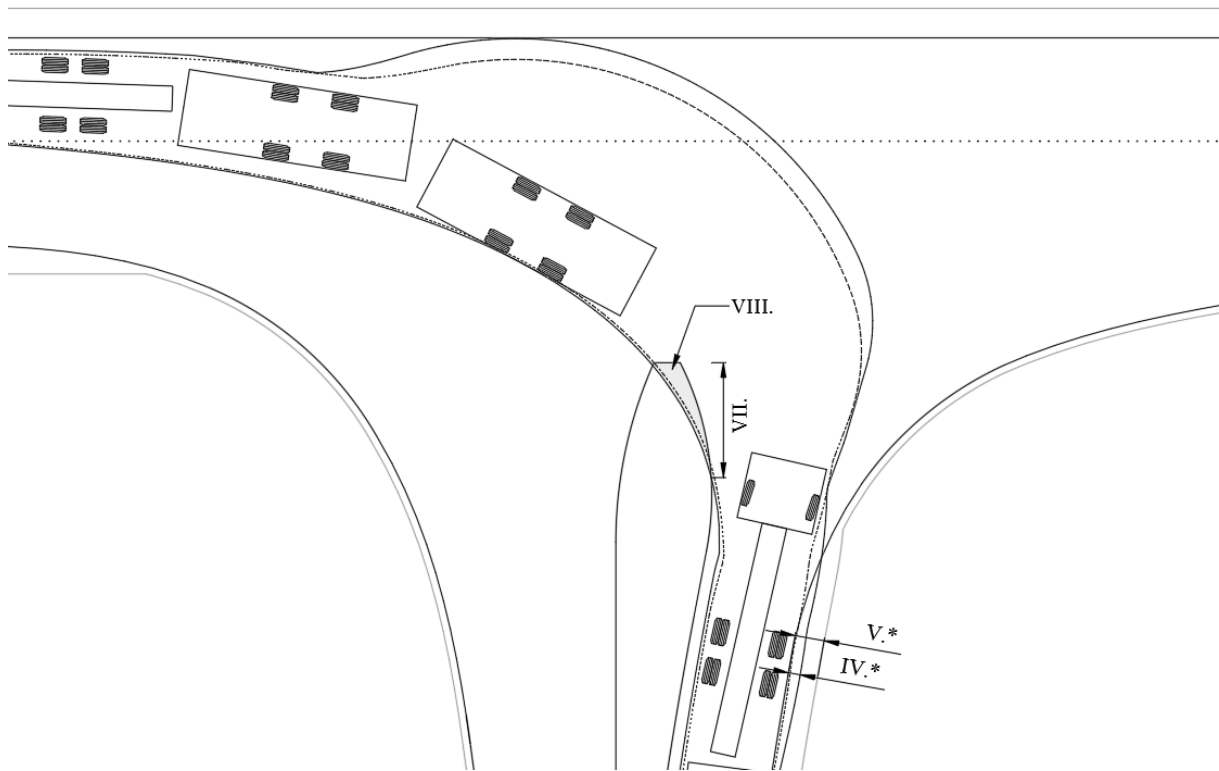
- I. Maximal körarea.
- II. Avståndet från körspårets yttersta kant till mittlinjen på sekundärvägen.
- III. Avståndet från körspårets yttersta kant till mittlinjen på primärvägen.
- IV. Avståndet från körspårets yttersta kant till väggkantslinjen för vägrenen.
- V. Avståndet från körspårets yttersta kant till vägrenens yttersta kant.
- VI. Avståndet från körspårets yttersta kant till refugen.
- VII. Längden av refugens berörda yta.
- VIII. Arean av refugens berörda yta.
- IX. Avståndet från körspårets yttersta kant till refugen.
- X. Längden av refugens berörda yta.
- XI. Arean av refugens berörda yta.
- XII. Arean av refugens berörda yta.



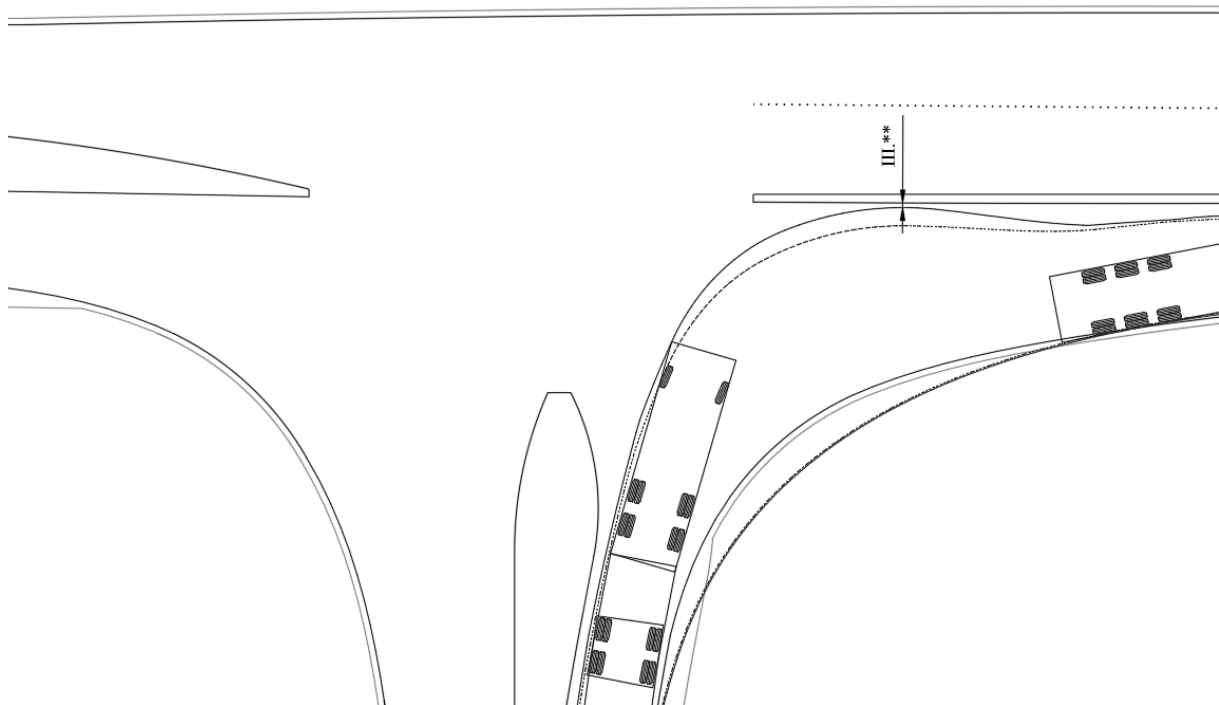
Figur 29. Figuren visar valda mått där korsningstyp A för högersväng från sekundärväg till primärväg har valts för illustration. Den heldragna linjen av körspåret visar gränslinjen för fordonets kropp. Den streckade linjen av körspåret visar gränslinjen för fordonets yttersta hjul. För IV och V sammanfaller hjulens yttersta linje med fordonets yttersta linje.



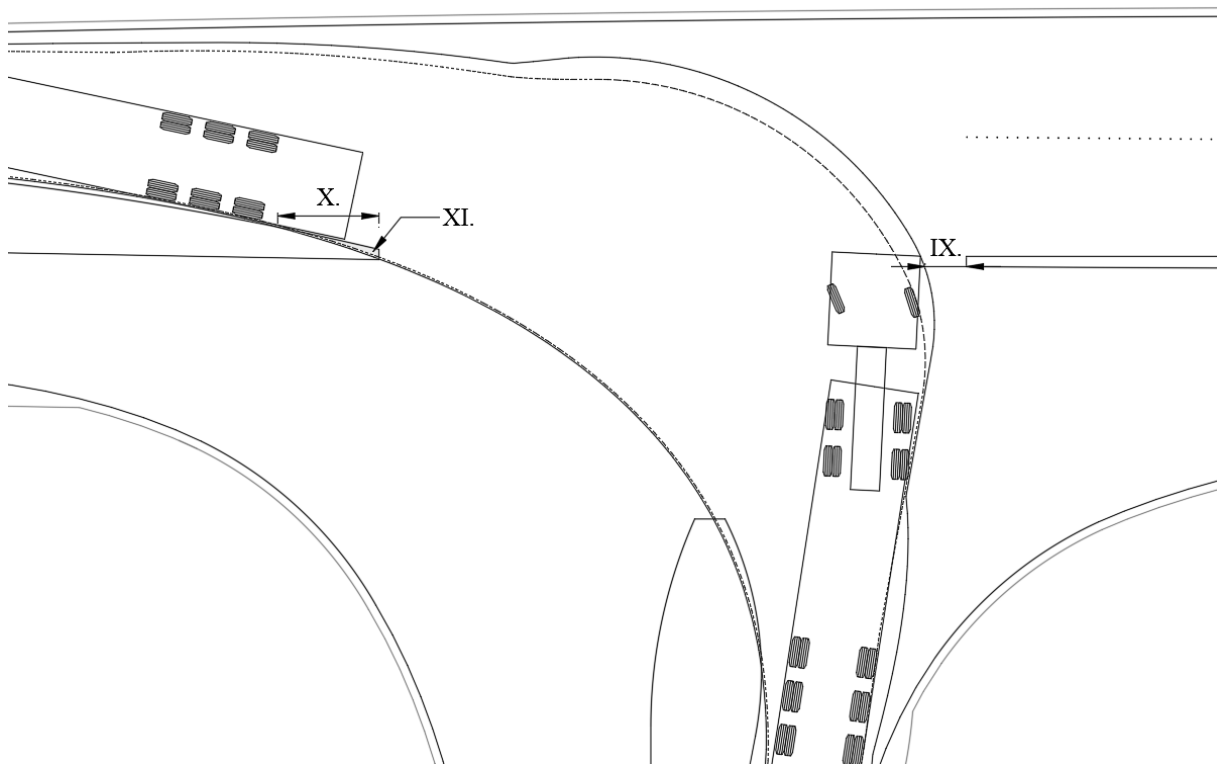
Figur 30. Figuren visar valda mått där korsningstyp B för högersväng från sekundärväg till primärväg har valts för illustration. Den heldragna linjen av körspåret visar gränslinjen för fordonets kropp. Den streckade linjen av körspåret visar gränslinjen för fordonets yttersta hjul.



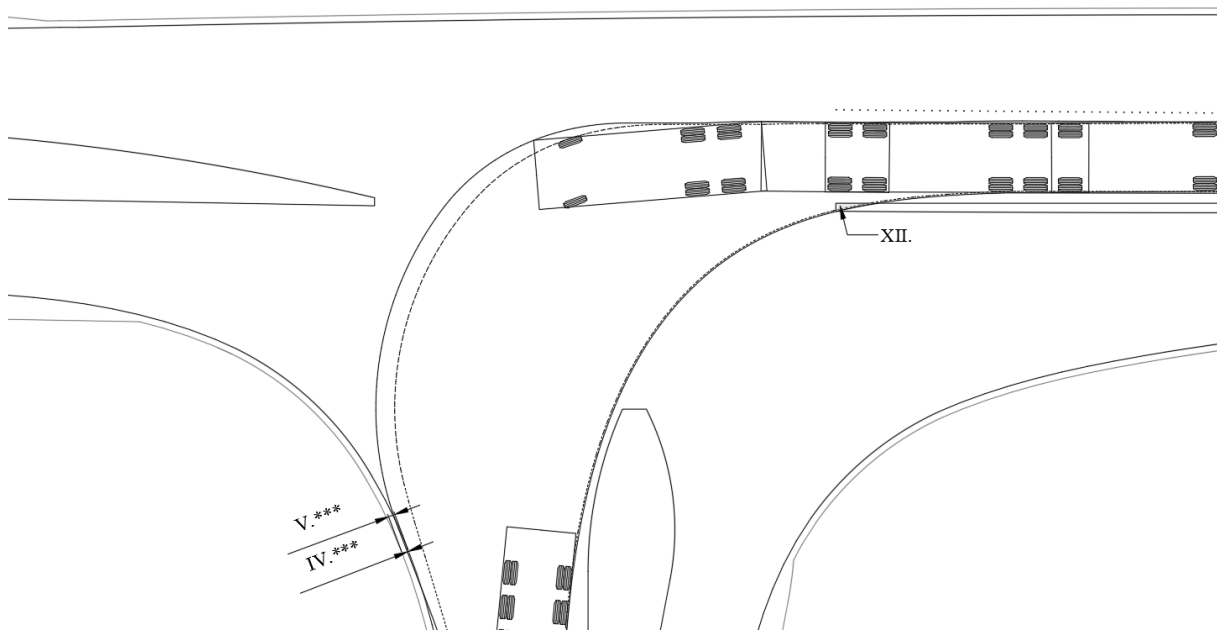
Figur 31. Figuren visar valda mått där korsningstyp B för vänstersväng från sekundärväg till primärväg har valts för illustration. *Beskriver samma mått som i Figur 29 men gäller för fordonet då den svänger till vänster från sekundärväg till primärväg. Den heldragna linjen av körspåret visar gränslinjen för fordonets kropp. Den streckade linjen av körspåret visar gränslinjen för fordonets yttersta hjul.



Figur 32. Figuren visar valda mått där korsningstyp C för högersväng från sekundärväg till primärväg har valts för illustration. **Beskriver samma mått som i Figur 29, men här gäller avståndet mellan körspårets yttersta kant till refug. Den heldragna linjen av körspåret visar gränslinjen för fordonets kropp. Den streckade linjen av körspåret visar gränslinjen för fordonets yttersta hjul.



Figur 33. Figuren visar valda mått där korsningstyp C för vänstersväng från sekundärväg till primärväg har valts för illustration. Den heldragna linjen av körspåret visar gränslinjen för fordonets kropp. Den streckade linjen av körspåret visar gränslinjen för fordonets yttersta hjul.



Figur 34. Figuren visar valda mått där korsningstyp C för vänstersväng från primärväg till sekundärväg har valts för illustration. *** Beskriver samma mått som i Figur 29, men gäller för fordonet då den svänger till vänster från primärväg till sekundärväg. Den heldragna linjen av körspåret visar gränslinjen för fordonets kropp. Den streckade linjen av körspåret visar gränslinjen för fordonets yttersta hjul.

4 Resultat

4.1 Sväng i korsning med hastighet 5 km/h

Fallen har namngetts enligt följande: X.X-X = Korsningstyp. Fall-Fordonstyp. Fordonstyperna har förkortats enligt följande: DK = Duo-kärra, ETT = ETT-ekipage, DT = Duo-trailer. Positiva mätvärden beskriver att körspårets yttersta kant går över den ytan som den mäts till medan negativa värden beskriver att körspårets yttersta kant har avstånd kvar till ytan den mäts till.

Tabell 4. Mätvärden på dem utsatta måtten för korsningstyp A, radie 12 m (R12), för dem olika fallen och fordonstyperna, där sväng utfördes med hastigheten 5 km/h.

KORSNINGSTYP A, R12 – 5 km/h					
	I. (m)	II. (m)	III. (m)	IV. (m)	V. (m)
FALL 1					
A.1-DK	7,911	-0,156	-0,116	-0,074	-1,074
A.1-ETT	8,701	-0,370	-0,057	0,549	-0,451
A.1-DT	9,591	0,044	-0,089	1,088	0,088
FALL 2					
A.2-DK	8,277	3,374	-0,091	-0,834	-1,834
A.2-ETT	9,480	4,307	-0,097	-0,034	-1,034
A.2-DT	9,915	3,229	-0,188	0,004	-0,996
FALL 3					
A.3-DK	7,903	-0,201	0,268	-0,364	-1,364
A.3-ETT	9,339	-0,349	2,564	-1,044	-2,044
A.3-DT	10,121	0,045	2,331	-0,380	-1,380
FALL 4					
A.4-DK	8,452	3,717	1,174	-1,377	-2,377
A.4-ETT	8,994	1,407	0,302	-0,253	-1,253
A.4-DT	9,868	1,411	2,046	-1,200	-2,200
FALL 5					
A.5-DK	7,924	-	-	-	-
A.5-ETT	8,723	-	-	-	-
A.5-DT	9,323	-	-	-	-

Tabell 5. Mätvärden på dem utsatta måtten för korsningstyp B, radie 12 m (R12), för dem olika fallen och fordonstyperna, där sväng utfördes med hastigheten 5 km/h.

KORSNINGSTYP B, R12 – 5 km/h							
	I. (m)	III. (m)	IV. (m)	V. (m)	VI. (m)	VII. (m)	VIII. (m²)
FALL 1							
B.1-DK	7,770	-0,183	0,738	0,488	-0,456	-	-
B.1-ETT	8,279	-0,606	1,113	0,863	-0,309	-	-
B.1-DT	8,953	-0,161	1,314	1,064	-0,008	-	-
FALL 2							
B.2-DK	7,905	1,302	-0,259	-0,509	-0,489	-	-
B.2-ETT	8,823	2,994	-0,888	-1,138	-0,135	-	-
B.2-DT	9,641	2,673	0,016	-0,234	-0,206	-	-
FALL 3							
B.3-DK	8,321	-	0,402*	-0,596*	-	3,892	1,765
B.3-ETT	9,377	-	0,299*	-0,696*	-	5,606	4,560
B.3-DT	10,009	-	0,440*	-0,555*	-	6,847	7,728

Tabell 6. Mätvärden på dem utsatta måtten för korsningstyp C, radie 12 m (R12), för dem olika fallen och fordonstyperna, där sväng utfördes med hastigheten 5 km/h.

KORSNINGSTYP C, R12 – 5 km/h								
	I. (m)	III. (m)	IV. (m)	V. (m)	VI. (m)	IX. (m)	X. (m)	XII. (m²)
FALL 1								
C.1-DK	7,769	-0,229**	0,521	0,271	-0,081	-	-	-
C.1-ETT	8,643	-0,010**	1,048	0,798	-0,187	-	-	-
C.1-DT	9,037	-0,017**	1,372	1,122	-0,007	-	-	-
FALL 2								
C.2-DK	8,395	-	0,270*	-0,730*	-0,430	-0,536	-2,411	-
C.2-ETT	9,310	-	0,250*	-0,748*	-0,491	-0,444	-0,801	-
C.2-DT	10,132	-	0,390*	-0,610*	-0,449	-0,054	-0,589	-
FALL 3								
C.3-DK	8,371	-	-0,203***	-0,453***	-0,518	-0,620	-2,895	-
C.3-ETT	9,374	-	-0,138***	-0,388***	-0,129	1,213	-2,517	0,146
C.3-DT	10,252	-	-0,165***	-0,415***	-	1,032	-1,922	0,124

Bland fordonen var det endast fordon C.3-DT som körde över refugen på sekundärvägen. Måttet VII. blev 5,256 m och arean VIII. blev 0,983 m².

Ingen av fordonen gör intrång på vänstra refugen på primärvägen, dvs. måttet XI. är 0 m², när de kör enligt fall 2 i korsningstyp C.

4.2 Sväng i korsning med hastighet 10 km/h

Tabell 7. Mätvärden på dem utsatta måtten för korsningstyp A, radie 12 m (R12), för dem olika fallen och fordonstyperna, där sväng utfördes med hastigheten 10 km/h.

KORSNINGSTYP A, R12 – 10 km/h					
	I. (m)	II. (m)	III. (m)	IV. (m)	V. (m)
FALL 1					
A.1-DK	8,096	-0,225	-0,111	0,269	-0,730
A.1-ETT	8,713	-0,469	-0,090	0,650	-0,350
A.1-DT	9,539	-0,012	-0,111	1,150	0,150
FALL 2					
A.2-DK	7,925	1,487	-0,562	-0,404	-1,404
A.2-ETT	9,466	4,545	-0,047	-0,272	-1,272
A.2-DT	9,850	3,045	-0,100	-0,148	-1,148
FALL 3					
A.3-DK	7,939	-0,191	0,546	-0,513	-1,513
A.3-ETT	8,835	-0,393	1,383	-0,307	-1,307
A.3-DT	10,166	-0,022	2,121	-0,068	-1,068
FALL 4					
A.4-DK	8,454	3,717	1,172	-1,320	-2,320
A.4-ETT	8,771	1,670	0,593	-0,846	-1,846
A.4-DT	9,986	2,291	2,277	-1,492	-2,492
FALL 5					
A.5-DK	7,999	-	-	-	-
A.5-ETT	8,685	-	-	-	-
A.5-DT	9,433	-	-	-	-

Tabell 8. Mätvärden på dem utsatta måtten för korsningstyp B, radie 12 m (R12), för dem olika fallen och fordonstyperna, där sväng utfördes med hastigheten 10 km/h.

KORSNINGSTYP B, R12 – 10 km/h							
	I. (m)	III. (m)	IV. (m)	V. (m)	VI. (m)	VII. (m)	VIII. (m²)
FALL 1							
B.1-DK	7,720	-0,208	0,688	0,438	-0,490	-	-
B.1-ETT	8,336	-0,351	1,265	1,015	-0,397	-	-
B.1-DT	8,881	-0,175	1,635	1,385	-0,344	-	-
FALL 2							
B.2-DK	7,820	0,664	-0,092	-0,342	-0,220	-	-
B.2-ETT	9,063	3,160	-0,864	-1,112	-0,410	-	-
B.2-DT	9,589	3,334	-0,346	-0,596	-0,371	-	-
FALL 3							
B.3-DK	8,208	-	0,870*	-0,128*	-	1,688	0,370
B.3-ETT	9,349	-	0,137*	-0,855*	-	6,695	6,698
B.3-DT	9,960	-	0,269*	-0,726*	-	7,454	8,812

Tabell 9. Mätvärden på dem utsatta måtten för korsningstyp C, radie 12 m (R12), för dem olika fallen och fordonstyperna, där sväng utfördes med hastigheten 10 km/h.

KORSNINGSTYP C, R12 – 10 km/h								
	I. (m)	III. (m)	IV. (m)	V. (m)	VI. (m)	IX. (m)	X. (m)	XII. (m²)
FALL 1								
C.1-DK	7,480	-0,116**	0,664	0,414	-0,419	-	-	-
C.1-ETT	8,184	-0,180**	-1,376	-1,126	-0,424	-	-	-
C.1-DT	9,081	-0,116**	1,603	1,353	-0,091	-	-	-
FALL 2								
C.2-DK	8,336	-	0,362*	-0,630*	-0,348	-0,917	-2,251	-
C.2-ETT	9,036	-	0,077*	-0,918*	-0,258	-1,311	-0,870	-
C.2-DT	10,091	-	0,575*	-0,424*	-0,448	-0,141	-0,096	-
FALL 3								
C.3-DK	8,356	-	-0,337***	-0,587***	-0,272	0,160	-3,305	0,003
C.3-ETT	9,257	-	0,047***	-0,203***	-0,284	1,575	-2,616	0,226
C.3-DT	10,060	-	-0,185***	-0,435***	-	1,850	-2,558	0,344

Bland fordonen var det endast fordon C.3-DT som körde över refugen på sekundärvägen. Måttet VII. blev 6,562 m och arean VIII. blev 2,377 m².

Ingen av fordonen gör intrång på högra refugen på primärvägen, dvs. måttet XI. är 0 m², när de kör enligt fall 2 i korsningstyp C.

5 Diskussion

5.1 Metoddiskussion

Metoden som tillämpades i det här arbetet har sina felkällor. I arbetet simulerades körspåren för fordonen på frihand, dvs. bästa lösning där fordonen klarar av svängen testades fram efter vad som gick att rita upp för fordonen enligt programmet. Denna metod kan påverka resultatet på grund av att varje fordon får ett speciellt körsätt som är anpassad just för det fordonet som undersöks. Det blir en osäkerhet på värdena och därmed blir värdena inte jämförbara med varandra, eftersom fordonen inte har samma placering och körsätt. Däremot är det möjligt att jämföra värdena vid analys om de klarar av att svänga i korsning eller inte. Dessutom är det också möjligt att diskutera hur fordonen klarar av svängen och om det finns några större skillnader mellan fordonen generellt. Annan metod som hade kunnat tillämpas för att få jämförbara värden, är att använda en styrlinje som fordonen får köra efter. Körning med styrlinje har sina brister som exempelvis att vissa fordon inte alls klarar av att svänga i korsning när de följer en viss uppritad linje, men hade klarat av om de hade fått anpassa svängen efter korsningen, vilket går i de flesta fall att anpassa vid körning på frihand.

I arbetet har endast ett körspårsprogram använts, vilket är Vehicle Tracking. För att höja resultatets tillförlitlighet kan ett annat körspårsprogram också användas i analysen. Detta kan göras för att försäkra om att värdena inte skiljer sig åt för mycket mellan programvarorna. Ett annat alternativprogram som finns att använda är AutoTurn.

I studien undersöktes bara Volvos tre HCT-fordon samt jämfördes resultatet mellan dessa fordon. För att kunna jämföra hur mycket bättre eller sämre dessa HCT-fordon är i jämförelse med typfordonen i VGU, bör ett referensfordon användas. Eftersom det här arbetet fokuserar på HCT-fordon har inte fordonen jämförts med något referensfordon med liknande fordonsegenskaper.

Körspåren har bara ritats upp en gång för ett fordon per korsning, fall och två olika hastigheter. Detta säkerställer inte att värdena som fås hade varit liknande värden om det hade ritats upp en andra gång. Därför finns det en osäkerhet på reliabiliteten av erhållna mätvärden i det här arbetet. Varje fall hade kunnat undersökas minst tre gånger för att sedan ta fram ett medelvärde på måtten och på det sättet få tillförlitliga mätvärden. I det här arbetet gjordes begränsning gällande detta, på grund av att arbetet annars hade blivit för omfattande med många värden att analysera.

I arbetet har det inte tagits hänsyn till sidospeglarna på fordonen, vilket hade påverkat mätvärdena ifall de hade inkluderats. Om fordonen fick svänga med sidospeglarna hade en analys kunnat göras på om sidospeglarna kör in i vägskyltar. En möjlig metod hade varit att lägga till ett säkerhetsavstånd i programmets inställningar för att få en bättre uppfattning om hur mycket utrymme fordonen använder när sidospeglarna tas med. Även om resultatet i det här arbetet visar att fordonen klarar av att svänga i korsning, kan det finnas risk att sidospeglarna slår i vägskyltar.

Det finns inte många studier på hur dessa fordon beter sig i korsningar projekterade enligt VGU, vilket innebär att det inte går att jämföra erhållna resultat med tidigare resultat.

5.2 Resultatdiskussion

5.2.1 Korsningstyp A – Hastighet 5 km/h

5.2.1.1 Fall 1

Både Duo-kärra och ETT-ekipage klarar av att svänga till höger i korsningstyp A med hastigheten 5 km/h, enligt fall 1, dvs. svänga höger från eget körfält från sekundärvägen till eget körfält på primärvägen. ETT-ekipaget utnyttjar vägrenen för att kunna klara av svängen, vilket är tillåtet enligt utrymmesklass C. Duo-trailer uppfyller inte kravet för utrymmesklass C och lyckas inte svänga enligt fall 1. Fordonet kör utanför vägrenen. Det minsta fordonet Duo-kärra har minst körarea (I.) och det största fordonet Duo-trailer har störst körarea. Körarean är ca 7,9 m för Duo-kärra, ca 8,7 m för ETT-ekipage och ca 9,6 m för Duo-trailer. Fordonen klarar av att uppfylla kravet för fall 1, dvs. de håller sig innanför mittlinjerna både på sekundärvägen och primärvägen. Minsta avståndet till mittlinjen på sekundärvägen (II.) är ca 16 cm för Duo-kärra, ca 37 cm för ETT-ekipage och ca 4 cm för Duo-trailer. Minsta avståndet till mittlinjen på primärvägen (III.) är ca 12 cm för Duo-kärra, ca 6 cm för ETT-ekipage och ca 9 cm för Duo-trailer. Avståndet till vägrenen (IV.) är ca 7 cm för Duo-kärra. ETT-ekipage kör över vägrenens kantlinje med ca 55 cm och Duo-trailer kör utanför vägrenen med ca 9 cm.

Slutsats

Efter analys av fordonen för fall 1 blir slutsatsen att fordonet Duo-kärra med den minsta längden klarar av svängen bäst. Det minsta fordonet behöver minst utrymme och största fordonet Duo-trailer behöver mest utrymme och klarar därmed inte heller av att svänga till höger enligt fall 1. ETT-ekipaget klarar av att svänga till höger om den utnyttjar liten del av vägrenen.

5.2.1.2 Fall 2

Samtliga fordon klarar av att svänga till höger i korsningstyp A med hastigheten 5 km/h, enligt fall 2, dvs. svänga höger genom att först köra ut på det motsatta körfältet på sekundärvägen och därefter svänga till höger till eget körfält på primärvägen. Körarean (I.) är ca 8,3 m för Duo-kärra, ca 9,5 m för ETT-ekipage och ca 9,9 m för Duo-trailer. När fordonen kör enligt fall 2, får de större körarea än körning enligt fall 1, eftersom de utnyttjar fler ytor och kör ut till vänster innan de svänger till höger. Avståndet som fordonen kör över mittlinjen på sekundärvägen (II.) är ca 3,4 m för Duo-kärra, ca 4,3 m för ETT-ekipage och ca 3,2 m för Duo-trailer. Duo-trailern kör ut minst, eftersom den börjar köra ut till vänster lite tidigare och kör långsamt ut på det motsatta körfältet och därefter svänger till höger. De andra två fordonen svänger ut till vänster precis innan sväng till höger, vilket resulterar i att svängen blir lite skarpare och utnyttjar mer av det motsatta körfältets yta. Minsta avståndet till mittlinjen på primärvägen (III.) är ca 9 cm för Duo-kärra, ca 10 cm för ETT-ekipage och ca 19 cm för Duo-trailer. Minsta avståndet till vägren (IV.) är ca 83 cm för Duo-kärra, ca 34 cm för ETT-ekipage och Duo-trailer kör utanför vägrenen med små marginaler ca 0,4 cm.

Slutsats

Även enligt fall 2, behöver minsta fordonet Duo-kärra minst yta för att kunna genomföra högersväng i korsningstyp A. Om fordonet hade kört ut mindre på det motsatta körfältet hade den haft större marginaler till mittlinjen på primärvägen och kört närmre vägrenen. Genom att svänga ut tillräckligt mycket fås uppfattningen att fordonet har tillräckligt utrymme för att kunna svänga höger även om den svänger ut lite senare. Om ETT-ekipage utnyttjar mindre yta av det motsatta körfältet kommer den istället att utnyttja mer av vägrenens yta, vilket även gäller för Duo-trailer. Duo-trailern däremot kan inte köra ut mer på det motsatta körfältet innan sväng till höger, eftersom den då kommer att köra över mittlinjen på primärvägen och därmed inte köra enligt fall 2.

5.2.1.3 Fall 3

Samtliga fordon klarar av att svänga till höger i korsningstyp A med hastigheten 5 km/h, enligt fall 3, dvs. svänga höger från eget körfält från sekundärvägen till motsatt körfält på primärvägen och därefter tillbaka till eget körfält. För fall 3 utnyttjar Duo-kärnan minst yta av det motsatta körfältet på primärvägen. Körarean (I.) är ca 7,9 m för Duo-kärnan, ca 9,3 m för ETT-ekipage och ca 10,1 m för Duo-trailer. När fordonen kör enligt fall 3 utnyttjar de mindre yta än enligt fall 2; körarean skiljer sig bara lite. Minsta avståndet till mittlinjen på sekundärvägen (II.) är ca 20 cm för Duo-kärnan, ca 35 cm för ETT-ekipage och ca 5 cm för Duo-trailer. Avståndet fordonen kör över mittlinjen på primärvägen (III.) är ca 27 cm för Duo-kärnan, ca 2,6 m för ETT-ekipage och ca 2,3 m för Duo-trailer. Anledningen till att Duo-trailer kör över 0,3 m mindre beror på att den kör närmre vägrenen. Avståndet till vägrenen (IV.) är ca 36 cm för Duo-kärnan, ca 1,04 m för ETT-ekipage och ca 38 cm för Duo-trailer.

Slutsats

Slutsatsen för körning enligt fall 3 blir att mindre yta utnyttjas i jämförelse med körning enligt fall 2, vilket betyder att fordonen inte behöver köra ut på sekundärvägens motsatta körfält utan kan istället utnyttja det motsatta körfältet på primärvägen och fortfarande ha goda marginaler till vägrenen. Duo-kärnan klarar av enligt fall 1 att köra utan att använda det motsatta körfältets yta, men genom att utnyttja lite av det motsatta körfältet har den större marginaler till vägrenen och körarean skiljer sig knappt.

5.2.1.4 Fall 4

Samtliga fordon klarar av att svänga till höger i korsningstyp A med hastigheten 5 km/h, enligt fall 4, dvs. svänga ut från eget körfält på sekundärvägen till motsatt körfält och därefter svänga höger och utnyttja först primärvägens motsatta körfält och sen svänga in på eget körfält. Körning enligt fall 4 innebär att korsningens alla ytor kommer att utnyttjas, vilket betyder att fordonen kommer att använda mer yta vid sväng. Körarean (I.) är ca 8,5 m för Duo-kärnan, ca 9 m för ETT-ekipage och ca 9,9 m för Duo-trailer. Avståndet som fordonet kör över mittlinjen på sekundärvägen (II.) är ca 3,7 m för Duo-kärnan, ca 1,4 m för ETT-ekipage och ca 1,4 m för Duo-trailer. Duo-kärnan behöver köra ut mer för att den ska kunna köra enligt fall 4. Avståndet som fordonet kör över mittlinjen på primärvägen (III.) är ca 1,2 m för Duo-kärnan, ca 30 cm för ETT-ekipage och ca 2 m för Duo-trailer. Duo-kärnan kör ut mer än ETT-ekipage, eftersom den även kör ut mer på sekundärvägen. När Duo-trailer svänger till höger följer fordonet ut på primärvägens motsatta körfält och fordonet behöver mer utrymme än dem andra två fordonen. Samtliga fordon har goda marginaler till vägrenen när de kör enligt detta fall. Avståndet till vägrenen (IV.) är ca 1,4 m för Duo-kärnan, ca 25 cm för ETT-ekipage och ca 1,2 m för Duo-trailer. Eftersom Duo-kärnan är det kortaste fordonet bland dessa tre fordon kommer denna behöva använda mer av motsatta körfältets yta för att denna ska kunna köra enligt fall 4. Med denna anledningen får den ett större avstånd från vägrenen. Även Duo-trailer har stort avstånd från vägrenen, vilket beror på att den får utnyttja mer av primärvägens motsatta körfält för att kunna köra enligt fall 4.

Slutsats

Slutsatsen blir att samtliga fordon klarar av att svänga i korsningen när de svänger enligt fall 4, men de utnyttjar mer yta i jämförelse med de andra fallen. Fordonen ETT-ekipage och Duo-kärnan får med körning enligt fall 4 mindre körarea än med körning enligt fall 3, men med denna körning utnyttjar samtliga fordonen mer av korsningens ytor, dvs. använder samtliga körfälten. Detta körsätt kan tillämpas men är inte att rekommendera, eftersom fordonen klarar av att svänga till höger enligt både fall 2 och 3 och utnyttjar även färre ytor enligt dessa två fallen. Duo-trailer är det enda fordonet som inte lyckas svänga enligt fall 1. Det som är viktigt att tänka på när körning görs enligt fall 4 är att olycksrisken med mötande trafik ökar, eftersom båda motsatta körfältens ytor utnyttjas och att det kan ta tid för fordonen att köra in på eget körfält.

5.2.1.5 Fall 5

Samtliga fordon klarar av att svänga till vänster i korsningstyp A med hastigheten 5 km/h, enligt fall 5, dvs. svänga vänster från eget körfält på sekundärvägen till eget körfält på primärvägen. Körarean (I.) är ca 7,9 m för Duo-kärria, ca 8,7 m för ETT-ekipage och ca 9,3 m för Duo-trailer.

Slutsats

När fordonen svänger till vänster skiljer sig inte körarean nämnvärt från körarean vid körning enligt fall 1. Att svänga till höger och till vänster visar enligt resultatet att de behöver lika mycket utrymme. Slutsatsen blir att alla tre fordonen klarar av att svänga till vänster.

Tabell 10. Sammanställning på om fordonen klarar av respektive inte klarar av att svänga i korsningstyp A enligt de olika fallen för hastigheten 5 km/h.

Korsningstyp A – 5 km/h					
Fordonstyp	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4	Fall 5
DK	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
ETT	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
DT	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja

5.2.2 Korsningstyp A – Hastighet 10 km/h

5.2.2.1 Fall 1

Både Duo-kärria och ETT-ekipage klarar av att svänga till höger i korsningstyp A med hastigheten 10 km/h, enligt fall 1, dvs. svänga höger från eget körfält från sekundärvägen till eget körfält på primärvägen. ETT-ekipaget utnyttjar vägrenen för att kunna klara av svängen, vilket är tillåtet enligt utrymmesklass C. Duo-trailer uppfyller inte kravet för utrymmesklass C och lyckas inte svänga enligt fall 1. Fordonet kör utanför vägrenen. Det minsta fordonet Duo-kärria har minst körarea (I.) och det största fordonet Duo-trailer har störst körarea. Körarean är ca 8,1 m för Duo-kärria, ca 8,7 m för ETT-ekipage och ca 9,5 m för Duo-trailer. Fordonen klarar av att hålla sig innanför mittlinjerna på sekundärvägen och på primärvägen. Minsta avståndet till mittlinjen på sekundärvägen (II.) är ca 23 cm för Duo-kärria, ca 47 cm för ETT-ekipage och ca 1 cm för Duo-trailer. Minsta avståndet till mittlinjen på primärvägen (III.) är ca 11 cm för Duo-kärria, ca 9 cm för ETT-ekipage och ca 11 cm för Duo-trailer. Duo-kärria kör in på vägrenen (IV.) med ca 27 cm, ETT-ekipage med ca 65 cm och Duo-trailer kör utanför vägrenen med ca 15 cm.

Slutsats

Enligt resultaten får fordonen en mindre körarea när de svänger med hastigheten 10 km/h. Duo-kärria och ETT-ekipage klarar av att svänga till höger enligt fall 1 om de utnyttjar vägrenen, men Duo-trailer klarar inte av att uppfylla kravet för fall 1, eftersom den kör utanför vägrenen. När fordonet kör med hastigheten 10 km/h kör den mer utanför vägrenen än när den svänger med hastigheten 5 km/h. Duo-kärria och ETT-ekipage utnyttjar också mer av vägrenens yta när de kör med hastigheten 10 km/h i jämförelse med 5 km/h.

5.2.2.2 Fall 2

Samtliga fordon klarar av att svänga till höger i korsningstyp A med hastigheten 10 km/h, enligt fall 2, dvs. svänga höger genom att först köra ut på det motsatta körfältet på sekundärvägen och därefter svänga till höger till eget körfält på primärvägen. Körarean (I.) är ca 7,9 m för Duo-kärria, ca 9,5 m för ETT-ekipage och ca 9,9 m för Duo-trailer. När fordonen kör enligt fall 2, får de större körarea än körning enligt fall 1, eftersom de utnyttjar fler ytor. Avståndet som fordonet kör över mittlinjen på sekundärvägen (II.) är ca 1,5 m för Duo-kärria,

ca 4,5 m för ETT-ekipage och ca 3 m för Duo-trailer. Minsta avståndet till mittlinjen på primärvägen (III.) är ca 56 cm för Duo-kärra, ca 47 cm för ETT-ekipage och ca 10 cm för Duo-trailer. Minsta avståndet till vägrenen (IV.) är ca 40 cm för Duo-kärra, ca 27 cm för ETT-ekipage och ca 15 cm för Duo-trailer.

Slutsats

Det finns tillräckligt med utrymme för fordonen för att kunna genomföra högersvängen när de kör ut på det motsatta körfältet innan sväng. Duo-kärra har möjlighet att svänga senare men även tidigare och fortfarande hålla sig innanför vägrenen. De andra fordonen har inte lika mycket utrymme för att kunna svänga lite senare eller tidigare. De klarar precis av att uppfylla kravet för fall 2, och kör precis nära mittlinjen. De har små marginaler till vägrenen, men enligt utrymmesklass C kan de även utnyttja vägrenen. Alla tre fordonen klarar av att svänga när de får utnyttja fler ytor än bara det egna körfältet. Duo-trailer kan inte köra ut mer på det motsatta körfältet om den ska kunna uppfylla kravet för fall 2. ETT-ekipage klarar av att köra enligt fall 2 även om den kör ut mer än Duo-trailern, vilket beror på att fordonet är kortare och tar mindre plats. Fordonen få en mindre körarea när de svänger med hastigheten 10 km/h.

5.2.2.3 Fall 3

Samtliga fordon klarar av att svänga till höger i korsningstyp A med hastigheten 10 km/h, enligt fall 3, dvs. svänga höger från eget körfält från sekundärvägen till motsatt körfält på primärvägen och därefter tillbaka till eget körfält. I fall 3 utnyttjar Duo-kärran minst yta av det motsatta körfältet på primärvägen. Körarean (I.) är ca 7,9 m för Duo-kärra, ca 8,8 m för ETT-ekipage och ca 10,1 m för Duo-trailer. När fordonen kör enligt fall 3 utnyttjar de mindre yta än enligt fall 2. Minsta avståndet till mittlinjen på sekundärvägen (II.) är ca 19 cm för Duo-kärra, ca 39 cm för ETT-ekipage och ca 2 cm för Duo-trailer. Avståndet som fordonen kör över mittlinjen på primärvägen (III.) är ca 55 cm för Duo-kärra, ca 1,4 m för ETT-ekipage och ca 2 m för Duo-trailer. Avståndet till vägrenen (IV.) är ca 51 cm för Duo-kärra, ca 31 cm för ETT-ekipage och ca 7 cm för Duo-trailer.

Slutsats

Fordonen klarar även av att svänga höger när de kör enligt fall 3 med hastigheten 10 km/h. De använder mindre yta av det motsatta körfältets yta på primärvägen i jämförelse med när fordonen svänger med hastigheten 5 km/h. Fordonen få en mindre körarea när de svänger med hastigheten 10 km/h.

5.2.2.4 Fall 4

Samtliga fordon klarar av att svänga till höger i korsningstyp A med hastigheten 10 km/h, enligt fall 4, dvs. svänga ut från eget körfält sekundärvägen till motsatt körfält och därefter svänga höger och utnyttja först primärvägens motsatta körfält och sen svänga in på eget körfält. Körarean (I.) är ca 8,5 m för Duo-kärra, ca 8,7 m för ETT-ekipage och ca 10 m för Duo-trailer. Avståndet som fordonet kör över mittlinjen på sekundärvägen (II.) är ca 3,7 m för Duo-kärra, ca 1,7 m för ETT-ekipage och ca 2,3 m för Duo-trailer. Avståndet som fordonet kör över mittlinjen på primärvägen (III.) är ca 1,2 m för Duo-kärra, ca 59 cm för ETT-ekipage och ca 2,3 m för Duo-trailer. Avståndet till vägrenen (IV.) är ca 1,3 m för Duo-kärra, ca 85 cm för ETT-ekipage och ca 1,5 m för Duo-trailer. Fordonen har goda marginaler till vägrenen när de kör enligt fall 4. När Duo-trailer svänger använder den nästan hela motsatta körfältets yta av primärvägen och därför får den störst avstånd från vägrenen.

Slutsats

När Duo-kärra svänger med hastigheten 5 km/h respektive 10 km/h finns det inte stora skillnader mellan värdena. Det som skiljer sig är avståndet till vägrenen där båda klarar av att ha goda marginaler. När ETT-ekipage svänger enligt fall 4 med hastigheten 10 km/h får den en mindre körarea, men behöver köra ut mer på sekundärvägen för att den ska kunna svänga enligt fall 4. Fordonet utnyttjar mindre av det motsatta körfältets yta på primärvägen i jämförelse med sväng med hastigheten 5 km/h. Fordonet har större marginaler till vägrenen.

Även Duo-trailer får en mindre körarea när den svänger med hastigheten 10 km/h, men den behöver köra ut mer på det motsatta körfältet på sekundärvägen för att kunna svänga enligt fall 4.

5.2.2.5 Fall 5

Samtliga fordon klarar av att svänga till vänster i korsningstyp A med hastigheten 10 km/h, enligt fall 5, dvs. svänga vänster från eget körfält från sekundärvägen till eget körfält på primärvägen. Körarean (I.) är ca 8 m för Duo-kärria, ca 8,7 m för ETT-ekipage och ca 9,4 m för Duo-trailer.

Slutsats

När fordonen svänger till vänster skiljer sig inte körarean nämnvärt från körarean vid körning enligt fall 1. Att svänga till höger och till vänster visar enligt undersökningarna att de behöver nästan lika mycket utrymme. Fordonen klarar även av att svänga till vänster när de kör med hastigheten 10 km/h. Körareaorna skiljer sig inte heller nämnvärt för de olika hastigheterna.

Tabell 11. Sammanställning på om fordonen klarar av respektive inte klarar av att svänga i korsningstyp A enligt de olika fallen för hastigheten 10 km/h.

Korsningstyp A – 10 km/h					
Fordonstyp	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4	Fall 5
DK	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
ETT	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
DT	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja

5.2.3 Korsningstyp B – Hastighet 5 km/h

5.2.3.1 Fall 1

Ingen av fordonen klarar av att svänga till höger i korsningstyp B med hastigheten 5 km/h enligt fall 1, dvs. svänga från eget körfält från sekundärvägen till eget körfält på primärvägen. Samtliga fordon kör utanför vägrenen. Minst körarea får minsta fordonet Duo-kärria och störst körarea får största fordonet Duo-trailer. Körarean (I.) är ca 7,8 m för Duo-kärria, ca 8,3 m för ETT-ekipage och ca 8,9 m för Duo-trailer. Fordonens avstånd till mittlinjen på primärvägen (III.) är ca 18 cm för Duo-kärria, ca 61 cm för ETT-ekipage och ca 16 cm för Duo-trailer. Ingen av fordonen kan köra närmre mittlinjen eftersom de kommer då att antingen köra över refugen eller ha ett litet avstånd till refugen. Fordonen har placerats så att de har goda marginaler från refugen. Fordonen klarar av att svänga utan att skada refugen på sekundärvägen, men Duo-trailer har minst marginaler till refugen. Avståndet till refugen (VI.) är ca 46 cm för Duo-kärria, ca 31 cm för ETT-ekipage och ca 1 cm för Duo-trailer. Duo-trailern kan skada refugen med de små marginaler den har till den. Alla tre fordonen kör utanför vägrenen (V.) och det största fordonet Duo-trailer kör ut mest. Duo-kärria kör ut ca 50 cm, ETT-ekipage ca 86 cm och Duo-trailer ca 1,1 m.

Slutsats

Fordonen klarar inte av att uppfylla kravet för utrymmesklass C när de kör enligt fall 1. Fordonen har inte tillräckliga marginaler till mittlinjen på primärvägen. Även om fordonen hade kört närmre refugen hade svängen inte kunnat genomföras enligt fall 1. Duo-trailer har knappt marginaler till refugen, vilket innebär att denna kan köra över refugen om föraren inte kör noggrant. Fordonen kan bara klara av sväng om de istället får utnyttja det motsatta körfältets yta.

5.2.3.2 Fall 2

Samtliga fordon klarar av att svänga till höger i korsningstyp B med hastigheten 5km/h enligt fall 2, dvs. svänga från eget körfält från sekundärvägen till motsatt körfält på primärvägen och åter till eget körfält. Fordonen har goda marginaler till vägrenen och har små marginaler till refugen men klarar av att svänga utan att skada refugen. Körarean (I.) är ca 7,9 m för Duo-kärria, ca 8,8 m för ETT-ekipage och ca 9,6 m för Duo-trailer. Fordonen kör över mittlinjen på primärvägen i det motsatta körfältet (III.) med ca 1,3 m för Duo-kärria, ca 3 m för ETT-ekipage och ca 2,7 m för Duo-trailer. Minsta avstånd till vägrenens kantlinje (IV.) är ca 26 cm för Duo-kärria, ca 89 cm för ETT-ekipage och ca 2 cm för Duo-trailer. Avståndet till refugen (VI.) är ca 49 cm för Duo-kärria, ca 14 cm för ETT-ekipage och ca 21 cm för Duo-trailer. Anledningen till att ETT-ekipaget har mindre avstånd till refugen är för att fordonet har fått köra så att mer yta utnyttjas av det motsatta körfältet av primärvägen. Fordonet har fått köra på det här sättet för att se hur nära refugen fordonet kan komma och fortfarande klara av att svänga till höger enligt fall 2. Duo-trailern klarar av att komma ca 21 cm nära refugen när den svänger till höger och den kan inte komma närmre om den ska klara av svängen utan att skada refugen.

Slutsats

Fordonen lyckas svänga när de får utnyttja det motsatta körfältets yta. När fordonen utnyttjar det motsatta körfältets yta får de större körarea än körning enligt fall 1. Detta beror på att de använder en större yta och tar ut svängen mer än vad som görs i fall 1. Fordonen får köra in en bit på det motsatta körfältet för att de ska lyckas svänga till höger. Duo-trailer kräver mest utrymme och behöver nästan hela körfältets yta för att kunna svänga till höger och fortfarande ha marginaler till vägrenen och refugen.

5.2.3.3 Fall 3

Ingen av fordonen klarar av att svänga till vänster i korsningstyp B med hastigheten 5 km/h enligt fall 3, dvs. från eget körfält från sekundärvägen till eget körfält på vänstra sidan av primärvägen. Alla tre fordonen kör över refugen. Körarean (I.) när svänger till vänster är ca 8,3 m för Duo-kärria, ca 9,4 m för ETT-ekipage och ca 10 m för Duo-trailer. Fordonen utnyttjar lite av vägrenen. Avståndet som fordonen kör in på vägrenen (IV. *) är ca 40 cm för Duo-kärria, ca 30 cm för ETT-ekipage och ca 44 cm för Duo-trailer. Från där fordonen gör intrång på refugen kör de en viss längd (VII.) som är ca 3,9 m för Duo-kärria, ca 5,6 m för ETT-ekipage och ca 6,8 m för Duo-trailer. Ytan fordonen gör intrång på (VIII.) är ca 1,8 m² för Duo-kärria, ca 4,6 m² för ETT-ekipage och ca 7,7 m² för Duo-trailer.

Slutsats

Fordonen klarar inte alla av att svänga till vänster enligt fall 3. Samtliga fordon skadar refugen. Duo-kärria kan kanske klara av att genomföra svängen om vägrenens ytor både på sekundärvägen och primärvägen utnyttjas, men risken finns att fordonen då kör utanför vägrenen, men klarar av att undvika refugen. ETT-ekipage och Duo-trailer klarar inte av att svänga vänster även om de kör ut på vägrenen både före och efter svängen. Fordonen kan kanske klara av att genomföra svängen om radien för korsningen är större än 12 m.

Tabell 12. Sammanställning på om fordonen klarar av respektive inte klarar av att svänga i korsningstyp B enligt de olika fallen för hastigheten 5 km/h.

Korsningstyp B – 5 km/h			
Fordonstyp	Fall 1	Fall 2	Fall 3
DK	Nej	Ja	Nej
ETT	Nej	Ja	Nej
DT	Nej	Ja	Nej

5.2.4 Korsningstyp B -Hastighet 10 km/h

5.2.4.1 Fall 1

Ingen av fordonen klarar av att svänga till höger i korsningstyp B med hastigheten 10 km/h enligt fall 1, dvs. svänga från eget körfält från sekundärvägen till eget körfält på primärvägen. Körarean (I.) är ca 7,7 m för Duo-kärra, ca 8,3 m för ETT-ekipage och ca 8,9 m för Duo-trailer. Fordonens avstånd till mittlinjen på primärvägen (III.) är ca 21 cm för Duo-kärra, ca 35 cm för ETT-ekipage och ca 18 cm för Duo-trailer. Ingen av fordonen kan köra närmre mittlinjen eftersom de kommer då att antingen köra över refugen eller ha ett litet avstånd till refugen. Fordonen har fått köra så att de har goda marginaler till refugen. Fordonen klarar av att svänga utan att skada refugen på sekundärvägen, men minst marginaler till refug har Duo-trailer. Avståndet till refugen (VI.) är ca 49 cm för Duo-kärra, ca 40 cm för ETT-ekipage och ca 34 cm för Duo-trailer. Alla tre fordonen kör utanför vägrenen (V.) och det största fordonet Duo-trailer kör ut mest. Duo-kärra kör ut ca 44 cm, ETT-ekipage ca 1 m och Duo-trailer ca 1,4 m.

Slutsats

Fordonen klarar inte heller av att genomföra högersvängen när de svänger med hastigheten 10 km/h. Fordonen kör mer utanför vägrenen i jämförelse med när de svänger med hastigheten 5 km/h. Fordonen får en mindre körarea när de kör med en högre hastighet. Fordonen har inte tillräckligt med marginaler till refugen och mittlinjen för att de ska kunna köra närmre dessa för att inte köra utanför vägrenen. Fordonen kan bara klara av att svänga till höger om de utnyttjar det motsatta körfältets yta på primärvägen.

5.2.4.2 Fall 2

Samtliga fordon klarar av att svänga till höger i korsningstyp B med hastigheten 10 km/h enligt fall 2, dvs. svänga från eget körfält från sekundärvägen till motsatt körfält på primärvägen och åter till eget körfält. Fordonen har marginaler till vägrenen och har lite marginaler till refugen men klarar av att svänga utan att skada refugen. Minst körarea (I.) får Duo-kärra och störst körarea får Duo-trailer. Körarean är ca 7,8 m för Duo-kärra, ca 9,1 m för ETT-ekipage och ca 9,6 m för Duo-trailer. Avståndet fordonen kör över mittlinjen på primärvägen till det motsatt körfältet (III.) är ca 66 cm för Duo-kärra, ca 3,2 m för ETT-ekipage och ca 3,3 m för Duo-trailer. Minsta avståndet till vägrenens kantlinje (IV.) är ca 9 cm för Duo-kärra, ca 86 cm för ETT-ekipage och ca 35 cm för Duo-trailer. Avståndet till refugen (VI.) är ca 22 cm för Duo-kärra, ca 41 cm för ETT-ekipage och ca 37 cm för Duo-trailer. Att Duo-kärra har ett mindre avstånd jämfört med de andra två fordonen beror på att fordonet kördes närmre refugen för att kunna utföra svängen för att sedan kunna placeras på det motsatta körfältet. Med längre avstånd från refugen kommer fordonet fortfarande att hålla sig på eget körfält och inte ta ut svängen så att den hamnar på det motsatta körfältet. Duo-trailer har ett mindre avstånd till refug än vad ETT-ekipage har, eftersom den ska klara av att svänga utan att komma utanför vägrenen precis när fordonet svänger. ETT-ekipaget kan ha lite större avstånd från refugen och fortfarande klara av att utföra svängen.

Slutsats

Samtliga fordon klarar av att svänga när de får utnyttja en större yta, dvs. använda det motsatta körfältets yta. Skillnaden med att svänga med hastigheten 10 km/h jämfört med 5 km/h är att fordonen kräver mer yta för att kunna genomföra högersvängen. De utnyttjar mer av det motsatta körfältets yta. ETT-ekipage och Duo-trailer utnyttjar hela körfältets yta. Körarean blir mindre när de svänger med högre hastighet.

5.2.4.3 Fall 3

Ingen av fordonen klarar av att svänga till vänster i korsningstyp B med hastigheten 10 km/h enligt fall 3, dvs. från eget körfält från sekundärvägen till eget körfält på vänstra sidan av primärvägen. Alla tre fordonen kör över refugen men Duo-trailer gör störst skada. Körarean

(I.) när svänger till vänster är ca 8,2 m för Duo-kärria, ca 9,3 m för ETT-ekipage och ca 10 m för Duo-trailer. Fordonen utnyttjar lite av vägrenen. Avståndet över vägrenen (IV. *) är ca 87 cm för Duo-kärria, ca 14 cm för ETT-ekipage och ca 27 cm för Duo-trailer. Från där fordonen gör intrång på refugen kör de en viss längd (VII.) som är ca 1,7 m för Duo-kärria, ca 6,7 m för ETT-ekipage och ca 7,5 m för Duo-trailer. Ytan fordonen gör intrång på (VIII.) är ca 0,37 m² för Duo-kärria, ca 6,7 m² för ETT-ekipage och ca 8,8 m² för Duo-trailer.

Slutsats

Fordonen klarar inte av att genomföra svängen i korsningstyp B. Fordonen har inte tillräckligt med yta som de kan utnyttja för att svängen ska kunna genomföras. Duo-kärria kan klara av att undvika refugen om den utnyttjar vägrenen på primärvägen. Även om ETT-ekipage och Duo-trailer utnyttjar vägrenarna kommer fordonen inte att kunna svänga vänster utan att skada refugen. Fordonen får en mindre körarea när de svänger med hastigheten 10 km/h jämfört med hastigheten 5 km/h.

Tabell 13. Sammanställning på om fordonen klarar av respektive inte klarar av att svänga i korsningstyp B enligt de olika fallen för hastigheten 10 km/h.

Korsningstyp B – 10 km/h			
Fordonstyp	Fall 1	Fall 2	Fall 3
DK	Nej	Ja	Nej
ETT	Nej	Ja	Nej
DT	Nej	Ja	Nej

5.2.5 Korsningstyp C – Hastighet 5 km/h

5.2.5.1 Fall 1

Ingen av fordonen klarar av att svänga till höger i korsningstyp C med hastigheten 5 km/h enligt fall 1, dvs. svänga höger från eget körfält från sekundärvägen till eget körfält på primärvägen. Fordonen klarar inte av att uppfylla kravet för utrymmesklass C. Fordonen kör utanför vägrenen. Körarean (I.) är ca 7,8 m för Duo-kärria, ca 8,6 m för ETT-ekipage och ca 9 m för Duo-trailer. Minsta avståndet till refugen på primärvägen (III. *) är ca 23 cm för Duo-kärria, ca 1 cm för ETT-ekipage och ca 2 cm för Duo-trailer. Avståndet fordonen kör utanför vägrenen (V.) är ca 27 cm för Duo-kärria, ca 80 cm för ETT-ekipage och ca 1 m för Duo-trailer. Fordonen klarar precis av att köra förbi refugerna utan att skada dem. Största avstånd till refugerna har Duo-kärria, medan ETT-ekipage och Duo-trailer klarar precis av att svänga förbi refugen på sekundärvägen och har knappt marginaler till refugen på primärvägen. Minsta avståndet till refugen på sekundärvägen (VI.) är ca 8 cm för Duo-kärria, ca 19 cm för ETT-ekipage och ca 1 cm för Duo-trailer. Duo-kärria klarar av att komma närmre refugen utan att skada den och fortfarande svänga till höger. Med större avstånd från refugen hade det inneburit att fordonen hade kört ut mer utanför vägrenen. De andra fordonen klarar inte av att genomföra högersvängen om de inte har dessa avstånd till refugen. Om ETT-ekipage kör närmre refugen på sekundärvägen kommer den även köra mer nära refugen på primärvägen och därmed skada den. Om den kör längre från refugen kommer den att köra mer utanför vägrenen, vilket även gäller för Duo-trailer.

Slutsats

Fordonen behöver mer utrymme för att genomföra högersvängen i korsningstyp C. Refugerna på primärvägen och sekundärvägen gör det svårt för dessa fordon att svänga utan att skada dem. För att refugerna inte ska ta skada i svängen behöver föraren vara erfaren och klara av att svänga med små marginaler. Men eftersom fordonen också kör helt utanför vägrenen kommer de inte att klara av att svänga enligt fall 1 hur noggrant föraren än kör.

5.2.5.2 Fall 2

Samtliga fordon klarar av att svänga till vänster i korsningstyp C med hastigheten 5 km/h enligt fall 2, dvs. svänga vänster från eget körfält från sekundärvägen till eget körfält på primärvägen. Enligt fall 2 är körearean (I.) ca 8,4 m för Duo-kärria, ca 9,3 m för ETT-ekipage och ca 10,1 m för Duo-trailer. Fordonen utnyttjar lite av vägrenen när de svänger till vänster (IV.*). Duo-kärria kör in på vägrenen med ca 27 cm, ETT-ekipage med ca 25 cm och Duo-trailer med ca 39 cm. Minsta avståndet till refugen på sekundärvägen (VI.) är ca 43 cm för Duo-kärria, ca 49 cm för ETT-ekipage och ca 45 cm för Duo-trailer. Minsta avståndet till refugen på höger sida av primärvägen (IX.) är ca 54 cm för Duo-kärria, ca 44 cm för ETT-ekipage och ca 5 cm för Duo-trailer. Duo-trailer klarar av att genomföra svängen med små marginaler. Minsta avstånd till refugen på vänster sida av primärvägen (X.) är ca 2,4 m för Duo-kärria, ca 80 cm för ETT-ekipage och ca 59 cm för Duo-trailer. När fordonen kör enligt fall 2, uppstår ingen skada på vänstra refugen på primärvägen.

Slutsats

Fordonen klarar av att svänga till vänster enligt fall 2 ifall de utnyttjar vägrenen, annars slår de i refugen på sekundärvägen och kommer därmed även köra in i refugen på vänster sida av primärvägen. För att Duo-trailer ska kunna ta sig genom korsningen behöver föraren köra med stor noggrannhet för att undvika att köra över refugen på högra sidan av primärvägen. Om fordonet kör närmre refugen på sekundärvägen innan den svänger kommer detta resultera i att fordonet kör över refugen på primärvägen på vänstersida.

5.2.5.3 Fall 3

Endast Duo-kärria klarar av att svänga till vänster i korsningstyp C med hastigheten 5 km/h enligt fall 3, dvs. svänga vänster från eget körfält från primärvägen till eget körfält på sekundärvägen. När fordonen svänger till vänster enligt fall 3 blir körearean (I.) ca 8,4 m för Duo-kärria, ca 9,4 m för ETT-ekipage och ca 10,3 m för Duo-trailer. Minsta avståndet till vägrenen (IV.***) är ca 20 cm för Duo-kärria, ca 14 cm för ETT-ekipage och ca 17 cm för Duo-trailer. Minsta avstånd till refug (VI.) på sekundärvägen är ca 52 cm för Duo-kärria, ca 13 cm för ETT-ekipage och Duo-kärria kör över refugen. Från där Duo-trailer gör intrång på refugen kör den längden (VII.) ca 5,3 m och gör intrång på (VIII.) ca 1 m². Fordonen ETT-ekipage och Duo-trailer kör över refugen medan Duo-kärria har små marginaler till refugen på högra sidan av primärvägen. Avståndet till refugen på primärvägen (IX.) är ca 62 cm för Duo-kärria. ETT-ekipage kör över refugen med ca 1,2 m och Duo-trailer med ca 1,03m. Ytan fordonen gör intrång på (XII.) refugen på primärvägen är för ETT-ekipage ca 0,15 m² och för Duo-trailer ca 0,12 m². Avståndet till refugen på vänstra sidan av primärvägen (X.) är ca 2,9 m för Duo-kärria, ca 2,5 m för ETT-ekipage och ca 1,9 m för Duo-trailer.

Slutsats

Duo-kärria klarar av att utföra vänstersväng enligt fall 3 men både ETT-ekipage och Duo-trailer behöver stort utrymme för att klara av svängen. Både ETT-ekipage och Duo-trailer kommer inte att klara av att genomföra svängen även om de använder vägrenen. De kommer få längre avstånd från refugen på sekundärvägen, men kommer fortfarande att köra över refugen på primärvägen. Fordonen kan klara av att genomföra svängen ifall de utnyttjar det högra körfältets yta innan svängen och kör inte helt in på det extra körfältet som är för vänstersvängande trafik. Om fordonen använder det högra körfältets yta ökar olycksrisken med fordonen som utnyttjar detta körfält. Föraren behöver ha erfarenhet och veta hur fordonet ska placeras för att svängen ska kunna genomföras.

Tabell 14. Sammanställning på om fordonen klarar av respektive inte klarar av att svänga i korsningstyp C enligt de olika fallen för hastigheten 5 km/h.

Korsningstyp C – 5 km/h			
Fordonstyp	Fall 1	Fall 2	Fall 3
DK	Nej	Ja	Ja
ETT	Nej	Ja	Nej
DT	Nej	Ja	Nej

5.2.6 Korsningstyp C -Hastighet 10 km/h

5.2.6.1 Fall 1

Ingen av fordonen klarar av att svänga till höger i korsningstyp C med hastigheten 10 km/h enligt fall 1, dvs. svänga höger från eget körfält från sekundärvägen till eget körfält på primärvägen. Fordonen kör utanför vägrenen. Duo-kärria kör utanför med små marginaler. Körarean (I.) är ca 7,5 m för Duo-kärria, ca 8,1 m för ETT-ekipage och ca 9,1 m för Duo-trailer. Minsta avståndet till refugen på primärvägen (III. *) är ca 12 cm för Duo-kärria, ca 18 cm för ETT-ekipage och ca 12 cm för Duo-trailer. Fordonen klarar precis av att köra förbi refugerna utan att skada dem. Minsta avståndet till refugen (VI.) är ca 42 cm för Duo-kärria, ca 42 cm för ETT-ekipage och ca 9 cm för Duo-trailer. Samtliga fordon kör utanför vägrenen. Avståndet fordonen kör utanför vägrenen (V.) är ca 41 cm för Duo-kärria, ca 1,1 m för ETT-ekipage och ca 1,4 m för Duo-trailer.

Slutsats

Fordonen behöver som för fall 1 hastigheten 5 km/h, mer utrymme för att genomföra högersvängen i korsningstyp C. Refugerna på primärvägen och sekundärvägen gör det svårt för dessa fordon att kunna svänga utan att skada refugerna. För att refugerna inte ska ta skada i svängen behöver föraren vara erfaren och klara av att svänga med små marginaler. Men eftersom fordonen också kör helt utanför vägrenen kommer de inte att klara av att svänga enligt fall 1 hur noggrant föraren än kör. När fordonen svänger med hastigheten 10 km/h får fordonen en lite mindre körarea, men denna skiljer sig inte nämnvärt från när de svänger med hastigheten 5 km/h. Fordonen kör ut mer utanför vägrenen när de svänger med hastigheten 10 km/h i jämförelse med 5 km/h. Fordonen behöver mer utrymme när de svänger med en högre hastighet.

5.2.6.2 Fall 2

Samtliga fordon klarar av att svänga till vänster i korsningstyp C med hastigheten 10 km/h enligt fall 2, dvs. svänga vänster från eget körfält från sekundärvägen till eget körfält på primärvägen. När fordonen svänger till vänster blir körarean (I.) ca 8,3 m för Duo-kärria, ca 9 m för ETT-ekipage och ca 10,1 m för Duo-trailer. Fordonen utnyttjar lite av vägrenen när de svänger till vänster (IV. *). Duo-kärria kör in på vägrenen med ca 36 cm, ETT-ekipage med ca 8 cm och Duo-trailer med ca 60 cm. Minsta avståndet till refugen på sekundärvägen (VI.) är ca 35 cm för Duo-kärria, ca 26 cm för ETT-ekipage och ca 45 cm för Duo-trailer. Minsta avstånd till refugen på högra sidan av primärvägen (IX.) är ca 92 cm för Duo-kärria, ca 1,3 m för ETT-ekipage och ca 14 cm för Duo-trailer. Minsta avståndet till refugen på vänstra sidan av primärvägen (X.) är ca 2,3 m för Duo-kärria, ca 87 cm för ETT-ekipage och ca 9,6 cm för Duo-trailer.

Slutsats

När fordonen svänger vänster enligt fall 2 med hastigheten 10 km/h skiljer sig inte körarean nämnvärt i jämförelse med sväng med hastigheten 5 km/h. Körarean blir lite mindre när fordonen svänger med en högre hastighet. Liksom för 5 km/h klarar fordonen av att genomföra svängen om de utnyttjar vägrenens yta. Duo-trailer klarar inte av att genomföra

svängen även om den kör ut mer på vägrenen, eftersom denna kommer att skada refugen på primärvägen på högersida, men får lite mer marginaler från refugen på vänstra sidan. I jämförelse med 5 km/h har Duo-trailer mindre marginaler till refugerna på primärvägen och risken att de skadas ökar när svängen genomförs med hastigheten 10 km/h.

5.2.6.3 Fall 3

Ingen av fordonen klarar av att svänga till vänster i korsningstyp C med hastigheten 10 km/h enligt fall 3, dvs. svänga vänster från eget körfält från primärvägen till eget körfält på sekundärvägen. När fordonen svänger till vänster enligt fall 3 blir körarean (I.) ca 8,4 m för Duo-kärria, ca 9,3 m för ETT-ekipage och ca 10,1 m för Duo-trailer. Minsta avståndet till vägrenen (IV.**) är ca 34 cm för Duo-kärria, ca 5 cm för ETT-ekipage och ca 19 cm för Duo-trailer. Minsta avståndet till refugen (VI.) på sekundärvägen är ca 27 cm för Duo-kärria, ca 28 cm för ETT-ekipage och Duo-kärria gör intrång på refugen. Från där Duo-trailern gör intrång på refugen kör den längden (VII.) ca 6,6 m och gör intrång på (VIII.) ca 2,4 m². Samtliga fordon kör över refugen på primärvägen. Avståndet fordonen gör intrång på refugen på primärvägen (IX.) är ca 16 cm för Duo-kärria, ca 1,6 m för ETT ekipage och ca 1,9 m för Duo-trailer. Ytan fordonen gör intrång på (XII.) för refugen på primärvägen är ca 0,003 m² för Duo-kärria, ca 0,23 m² för ETT-ekipage och ca 0,34 m² för Duo-trailer. Avståndet till refugen på högra sidan av primärvägen (X.) är ca 3,3 m för Duo-kärria, ca 2,6 m för ETT-ekipage och ca 2,6 m för Duo-trailer.

Slutsats

Fordonen klarar inte av att svänga till vänster genom att använda det extra körfältet som är till för vänstersväng. Duo trailer kan klara av att svänga vänster enligt fall 3 om fordonet kör fram lite till och utnyttjar vägrenen på sekundärvägen. ETT-ekipage och Duo-trailer kan inte köra fram mer innan de svänger, eftersom de kommer då att köra utanför vägrenen. De kan inte heller utnyttja det högra körfältets yta, eftersom fordonen kommer att komma närmre refugen på höger sida och även utanför vägrenen.

Tabell 15. Sammanställning på om fordonen klarar av respektive inte klarar av att svänga i korsningstyp C enligt de olika fallen för hastigheten 10 km/h.

Korsningstyp C – 10 km/h			
Fordonstyp	Fall 1	Fall 2	Fall 3
DK	Nej	Ja	Nej
ETT	Nej	Ja	Nej
DT	Nej	Ja	Nej

5.3 Slutsats

I Tabell 16 sammanfattas vilka korsningar som anses vara funktionella och om de har god framkomlighet för HCT-fordonen för att de ska klara av både högersväng och vänstersväng.

Enligt resultatet finns det inte några stora skillnader mellan värdena vid sväng med hastigheten 5 km/h respektive 10 km/h. Det som skiljer hastigheterna åt är att fordonen använder lite mer av ytorna när de svänger med en högre hastighet men körarean blir mindre när det är en högre hastighet. Resultatet visar att bara ett av tre korsningstyper har tillräckligt god framkomlighet för dessa fordonstyper.

Samtliga fordon klarar bara av att svänga både till höger och vänster i korsningstyp A. Duo-trailern är det enda fordonet som inte uppfyller kravet för typfall 1 för korsningstyp A, men klarar av att svänga när det får använda det motsatta körfältet. Eftersom alla fordon lyckas

svänga i korsningstyp A, anses denna korsning ha tillräckligt god framkomlighet för dessa fordon. Den generella slutsatsen för korsningstyp B och C blir enligt resultatet att ingen av fordonen klarar av att svänga i dessa korsningstyper. Enligt resultatet har dessa korsningstyper inte tillräckligt god framkomlighet för HCT-fordonen, eftersom dessa inte lyckas uppfylla samtliga kraven för de olika fallen. Fordonen lyckas bara att ta sig genom korsningstyp B när de kör enligt fall 2, men kör utanför vägrenen enligt fall 1 och skadar refugen när de svänger vänster enligt fall 3. För att korsningen ska kunna anses vara acceptabel för längre fordon behöver samtliga fall uppfyllas. Det är acceptabelt om de inte klarar av att svänga enligt fall 1, eftersom de kan utnyttja det motsatta körfältet och klarar då av att svänga höger. Problemet när de använder det motsatta körfältet blir att olycksrisken med fordon i det motsatta körfältet ökar. Vad gäller korsningstyp C är att skadorna som uppstår på refugerna både när de svänger till höger och vänster är för stora. Samtliga fordon klarar bara av att svänga när de svänger enligt fall 2. För att korsningstypen ska anses vara funktionell behöver fordonen kunna klara av att genomföra både högersväng samt de två olika vänstersvängerna utan att köra utanför vägrenen eller skada någon refug.

Resultatet visar att om fordonen svänger med en lägre hastighet ökar chansen för fordonen att kunna ta sig fram i korsningarna. Det kan även vara svårt att implementera dessa fordon i stadstrafiken då de behöver stort utrymme och skulle innebära en fara för oskyddade trafikanter. För att olycksrisken och skador på refuger och vägskyltar ska minimeras behöver erfarna förare köra dessa HCT-fordon. Liksom i USA och Australien kan tiden för när dessa fordon får befinna sig på vägarna begränsas samt att fordonen får köra i gynnsamma väder- och vägförhållanden för att minimera olycksriskerna.

En lösning för befintliga korsningar kan vara att istället för att ha refuger i korsningar, kan refugen målas på vägen och HCT-fordonen kan tillåtas köra över dessa. En utbredning av de befintliga korsningarna kan också vara aktuellt för att dessa fordon ska kunna svänga utan att skada refugerna och köra utanför vägrenen. En utbyggnad av alla korsningar kan innebära stora kostnader och frågan är om det är värt det eller om bara nya korsningar ska byggas så att dessa HCT-fordon kan klara av att svänga i korsningarna utan alltför stora svårigheter. Det är en bedömning som behöver göras när det väl blir dags att implementera fordonen i trafiken.

Tabell 16. Sammanställning på om HCT-fordonen har tillräcklig framkomlighet i korsningstyperna A, B och C för hastigheterna 5km/h respektive 10 km/h.

	Korsningstyp					
Fordonstyp	A-5km/h	A-10km/h	B-5km/h	B-10km/h	C-5km/h	C-10km/h
Duo-kärria	Ja	Ja	Nej	Nej	Nej	Nej
ETT-ekipage	Ja	Ja	Nej	Nej	Nej	Nej
Duo-trailer	Ja	Ja	Nej	Nej	Nej	Nej

5.3.1 Rekommendationer

Undersökningen för HCT-fordonen i detta arbete genomfördes genom att simuleringarna utfördes på frihand, dvs. fordonen kördes genom att testa fram bästa möjliga lösningen för olika fall. För vidare studier kan fordonen istället följa en styrlinje för att kunna jämföra om resultatet skiljer sig något från körning på frihand.

Fordonen kör utanför vägrenen med marginaler, vilket betyder att de kan klara av att ta sig genom korsningen om radien är större. För framtida studier kan även andra korsningsalternativ med större radie undersökas, som exempelvis radie 15 m. En kostnadsanalys kan sedan göras för de olika korsningstyperna med olika radier för att se om det är ekonomiskt lönsamt att bygga ut korsningarna till större radie än 12 m. Sedan

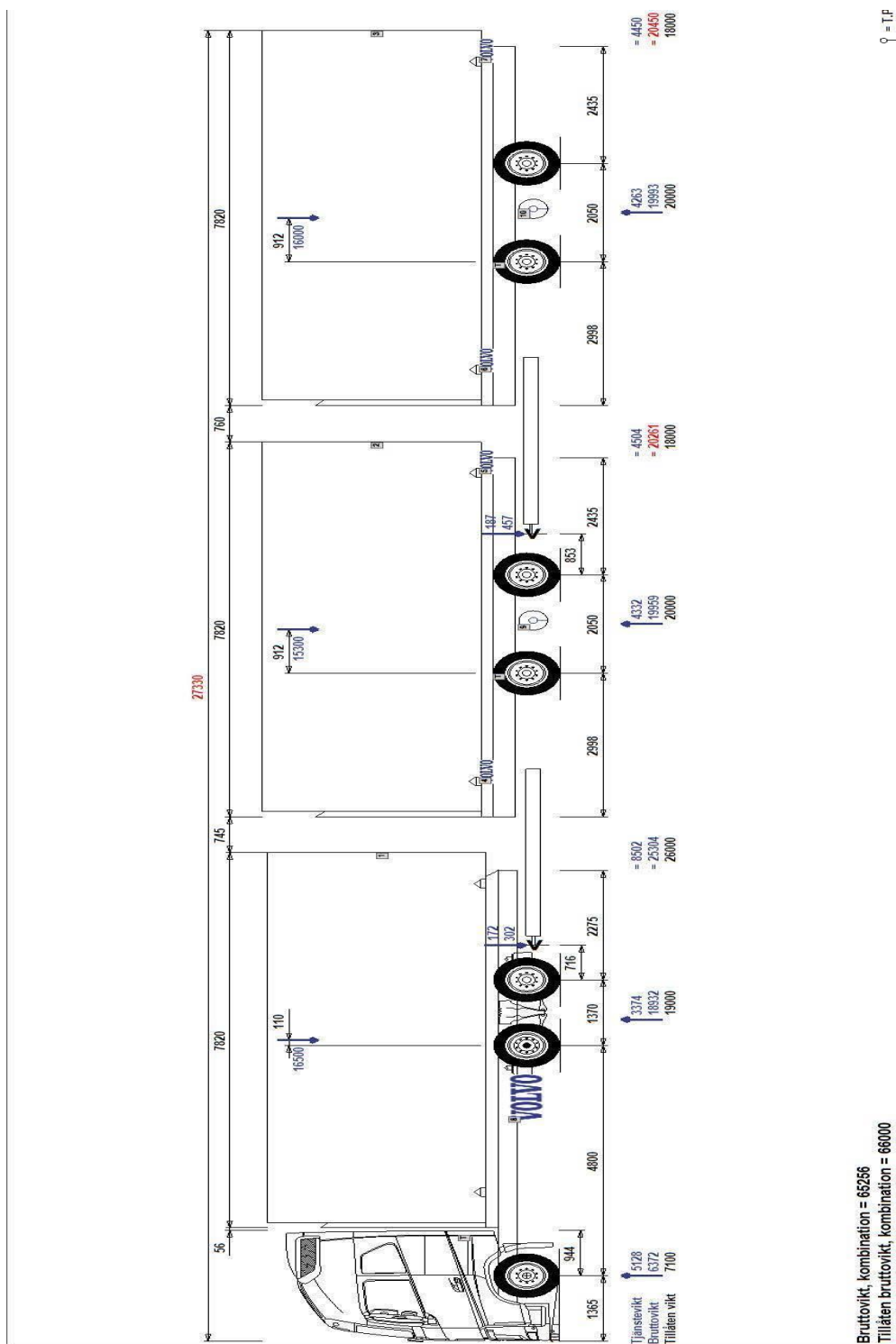
tillkommer även aspekten för hur stor yta som är lämpligt att ha. Alltför stora radier kan innebära större gångavstånd för oskyddade trafikanter och längre tid för dem att ta sig över vägen.

6 Referenser

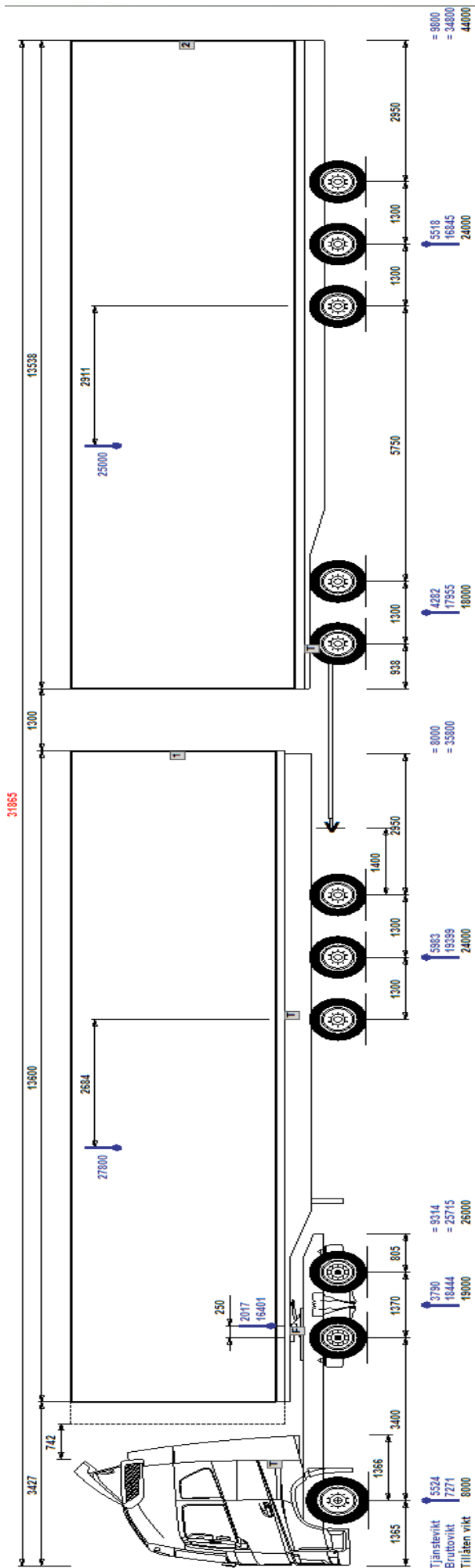
- Asp, Tomas och Åsman, Petter (2016). *Årsrapport High Capacity Transport 2016 – Ett FoI-program inom Closer vid Lindholmen Science Park*. CLOSER, Lindholmen Science Park.
- Autodesk (2018). *Vehicle Tracking features and functionality*. Vehicle Tracking. (Elektronisk) Tillgänglig: <<https://www.autodesk.com/products/vehicle-tracking/overview>> (2018-09-29)
- Cider, Lennart (2016). *Volvos erfarenheter av långa och tunga fordon*. Volvo Trucks. (Elektronisk) Tillgänglig: <<http://www.ttf-logistik.se/wp-content/uploads/2016/04/Volvos-HCT-projekt-L-Cider.pdf>> (2018-10-02)
- Haxhimustafa, Adriana (2017). *Regeringen öppnar upp för längre och tyngre fordon med ny teknik*. Regeringskansliet. (Elektronisk) Tillgänglig: <<https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2017/12/regeringen-oppnar-upp-vagar-for-tyngre-fordon-med-ny-teknik/>> (2018-09-29)
- Hofsten, Henrik von (2017). *Äntligen är riksdagsbeslutet om att införa en ny belastningsklass klart. HCT-Demonstrationer*. (Elektronisk) Tillgänglig: <<https://www.skogforsk.se/EnergiEffektivaTransporter/>> (2018-06-10)
- Larsson, Lena (2016). *HCT-Årskonferens 2016 Typfordon*. Volvo. (Elektronisk) Tillgänglig: <https://closer.lindholmen.se/sites/default/files/content/u2529/9_redovisning_av_tankbara_hct-fordon.pdf> (2018-10-02)
- Larsson, Lena och Pettersson, Emil (2017). *ETT.1-2 kombination måttbild*. Volvo GTT.
- Savoy Computing Services Limited (1991-2008). *User manual for Autortrack. Advanced vehicle swept path analysis*. (Elektronisk) Tillgänglig: <<http://tri.bg/resources/ATRACK.pdf>> (2018-10-02)
- SFS 2017:1284. Förordning om ändring i trafikförordningen (1998:1276). Svensk författningssamling.
- Trafikverket (2015). *Vägars och gators utformning-Begrepp och grundvärden*. 2015:090 red. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket (2016). *Vägars och gators utformning-Stödande kunskap*. 2016:083 red. Borlänge: Trafikverket & Sveriges Kommuner och Landsting.
- Trafikverket (2018). *Bärighetsklass BK4 – vägar för trafik upp till 74 ton*. (Elektronisk) Tillgänglig: <<https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/vag/barighetsklass-bk4/>> (2018-09-29)
- Transoft solution (2019). *The swept path analysis software trusted most by design professionals*. (Elektronisk) Tillgänglig: <<https://www.transoftsolutions.com/emea/vehicle-swept-path/autoturn-select/autoturn/>> (2019-01-27)
- Volvo Lastvagnar Sverige (2018a). *Längre och tyngre lastbilar*. Fakta om högkapacitetsfordon. (Elektronisk) Tillgänglig: <<https://www.volvotrucks.se/sv-se/trucks/hct/hct-fakta.html>> (2018-02-29)
- Volvo Lastvagnar Sverige (2018b). *Volvo FH16*. Volvo. (Elektronisk) Tillgänglig: <<https://www.volvotrucks.se/sv-se/trucks/hct/hct-bilder.html>> (2018-10-02)

7 Bilagor

7.1 Högkapacitetsfordon



Figur 35. Detaljerad beskrivning av HCT-fordonet Duo-kärra. Måtten är i millimeter och bruttovikten är i ton (Larsson & Petterson, 2017).



Bruttovikt, kombination = 79914
 Tillåten bruttovikt, kombination = 80000

Figur 37. Detaljerad beskrivning av HCT-fordonet Duo-trailer. Måtten är i millimeter och bruttovikten är i ton (Larsson & Pettersson, 2017).

7.2 Skapa fordon i körspårsprogram

Innan fordonen kan börja skapas och användas för simulering behöver ett par inställningar göras i körspårsprogrammet. Nedan beskrivs vilka inställningar som görs. Rubrikerna som beskriver de olika stegen i programmet är på engelska, eftersom dessa står på engelska i programmet.

7.2.1 Steg 1 – Inställningar

Inställningarna för programmet görs i *Settings (Settings Wizard)*. Här görs inställningar som kommer att gälla för samtliga fordon. Samtliga steg beskrivs nedan.

Settings Wizard: Scale

Här ställs enheten in till meter (m). Det är viktigt att fylla i *Auto check scale against window size* för att ritningens skala ska stämma överens med programfönstret.

Settings Wizard: Vehicle Editing Units

Här ställs enheterna in till m, km/h och grader (*eng. degrees*)

Settings Wizard: Layers

Här görs ingenting, programmets inställning ändras inte.

Settings Wizard: Turn Spirals

Här görs ingenting, programmets inställning ändras inte.

Settings Wizard: Design Speed

Här ställs inställningarna in för hastigheten.

Settings Wizard: Steering Limits

Limited steering to percentage: 75 %

Limited steering to angle: 40 deg

Limit steering radius: 9 m

Settings Wizard: Articulation Limits

Här görs ingenting, programmets inställning ändras inte.

Settings Wizard: Dynamics

Här görs ingenting, programmets inställning ändras inte.

Settings Wizard: Finish

Här görs ingenting, programmets inställning ändras inte. Sen avslutas processen för Settings.

7.2.2 Steg 2 – Skapa nytt fordon

Nästa steg för att simuleringen ska kunna genomföras är att skapa alla tre HCT-fordonen. Dessa behöver skapas eftersom de inte finns som standardfordon i programmet. Fordonen skapas i *Vehicle library explorer*. Innan fordonen skapas behöver *Vehicle diagram* väljas i *Vehicle library explorer*. Denna väljs för att få fram ett fönster som visar hur fordonet som byggs upp ser ut. Fordonen skapas genom att högerklicka på *Pool Drawing* i *Vehicle library explorer*, därefter *New* och sedan *Vehicle*. Nu kan ett nytt fordon börja skapas, där alla värden som gäller för det specifika fordonet sätts in. Nedan beskrivs samtliga steg.

Vehicle Wizard: Name

Här namnges fordonet, fordonstyp väljs och antalet fordonsdelar ställs in. Fordonstyper som går att välja är *rigid vehicle*, *articulated vehicle* m.m.

Vehicle Wizard: Tractor Axles

Här sätts första fordonets värden in. Värdena som sätts in är antalet axlar fordonet har på framsidan och baksidan, dvs. om den har en axel, boggi eller trippelaxel. Bredden för framdelen och bakkdelen sätts också in.

Vehicle Wizard: Tractor Wheelbase

Här sätts värdena in för *wheelbase* och *rear axle spacing*.

Vehicle Wizard: Tractor Steering

Här görs inställningen för fordonets styrning. Därefter ställs även *lock-to-lock time* in.

Vehicle Wizard: Tractor Maneuverability

Här sätts värdet in för fordonets maximala manövrering i grader.

Vehicle Wizard: Tractor Couplings

Här sätts fordonets avstånd in för *front coupling* och *rear coupling*. Dessutom ställs också *maximum articulation angle* in i grader.

Vehicle Wizard: Tractor Body

Här sätts värdena in för *length*, *width* och *rear overhang*. Hur fordonsdelen ska se ut väljs i *body style*.

Vehicle Wizard: Tractor Body (Detail)

Här sätts värdena in för *cab length* och *chassis width*. Denna del görs bara för fordonsdel 1. Efter detta steg upprepas föregående stegen för resterande fordonsdelar.

7.2.3 Parametrar

Indata till programmet hämtas från bilaga 7.1 *Högkapacitetsfordon* Figur 35-Figur 37 . Måtten för varje fordonsdel sätts in i programmet. Stegen för att skapa ett fordon beskrivs i bilaga 7.2 *Skapa fordon i körspårsprogram*. I Tabell 17-Tabell 19 finns alla parametrar som har använts i programmet för att bygga fordonen. Värdet *lock-to-lock time* har hämtats från kapitel 2.3.3.1 *Teoretiskt hjulutslag*. Egenskaperna i tabellerna står på engelska, eftersom simuleringssprogrammet är på engelska. Orden finns förklarade på svenska under *Begrepp*.

Tabell 17. Beskriver hur HCT-fordonet Duo-kärria har byggts upp i programmet Vehicle Tracking. Tabellen innehåller totala antalet fordonsdelar fordonet består av samt egenskaper och mått som har använts.

Duo-kärria			
Vehicle type: Rigid Vehicle			
Number of units: 3			
Egenskaper	Fordonsdel 1	Fordonsdel 2	Fordonsdel 3
Number of axles (<i>st</i>)	1	-	-
Front track width (<i>m</i>)	2,5	-	-
Wheels on each axles (<i>st</i>)	2	-	-
Number of rear axles (<i>st</i>)	2	2	2
Rear track width (<i>m</i>)	2,5	2,5	2,5
Wheels on each axle (<i>st</i>)	4	4	4
Wheelbase (<i>m</i>)	4,8	5,677	5,677
Rear axle spacing (<i>m</i>)	1,370	2,050	2,050
Steering	Front axle	-	-
Lock-to-lock time (<i>s</i>)	7	-	-
Tractor Maneuverability: Maximum steering angle (virtual) (<i>grader</i>)	40	-	-
Coupling offset (front) (<i>m</i>)	-	-5,677	-5,677
Maximum articulation angle (<i>grader</i>)	-	45	45
Coupling offset (rear) (<i>m</i>)	2,086	2,903	-
Maximum articulation angle (<i>grader</i>)	45	45	-
Length (<i>m</i>)	10,185	7,82	7,82
Width (<i>m</i>)	2,6	2,6	2,6
Rear overhang (<i>m</i>)	4,02	4,485	4,822
Body Style*	Rigid Truck (small)	Articulated vehicle semi- trailer	Articulated vehicle semi- trailer
Cab length (<i>m</i>)	2,253	-	-
Chassis width (<i>m</i>)	0,855	-	-

*Är en ungefärlig illustration på hur fordonen kommer att se ut i körspårsprogrammet. I programmet finns inte exakta fordonsdelar likt dem i Figur 35-Figur 37. Fordonens utseende i programmet påverkar däremot inte resultatet. Namnen i tabellen visar vad dem valda fordonsdelarna heter på engelska i programmet.

Tabell 18. Beskriver hur HCT-fordonet ETT-ekipage har byggts upp i programmet Vehicle Tracking. Tabellen innehåller totala antalet fordonsdelar fordonet består av samt egenskaper och mått som har använts.

ETT-ekipage				
Vehicle type: Rigid vehicle				
Number of units: 4				
Egenskaper	Fordonsdel 1	Fordonsdel 2	Fordonsdel 3	Fordonsdel 4
Number of axles (<i>st</i>)	1	-	-	-
Front track width (<i>m</i>)	2,5	-	-	-
Wheels on each axles (<i>st</i>)	2	-	-	-
Number of rear axles (<i>st</i>)	2	2	3	3
Rear track width (<i>m</i>)	2,5	2,5	2,5	2,5
Wheels on each axle (<i>st</i>)	4	4	4	4
Wheelbase (<i>m</i>)	4,6	2,95	5,41	6,2
Rear axle spacing (<i>m</i>)	1,370	1,3	1,3	1,3
Steering	Front axle	-	-	-
Lock-to-lock time (<i>s</i>)	7	-	-	-
Tractor Maneuverability: Maximum steering angle (virtual) (<i>grader</i>)	40	-	-	-
Coupling offset (front) (<i>m</i>)	-	-2,95	-5,41	-6,2
Maximum articulation angle (<i>grader</i>)	-	45	45	45
Coupling offset (rear) (<i>m</i>)	2,49	0,62	1,45	-
Maximum articulation angle (<i>grader</i>)	45	45	45	-
Length (<i>m</i>)	8,56	4,8	9,88	10,05
Width (<i>m</i>)	2,6	2,6	2,6	2,6
Rear overhang (<i>m</i>)	2,595	1,85	3,3	4,3
Body Style*	Rigid truck (small)	Unspecified	Lowboy dolly	Flatbed Semi-Trailer
Cab length (<i>m</i>)	2,325	-	-	-
Chassis width (<i>m</i>)	0,855	-	-	-

*Är en ungefärlig illustration på hur fordonen kommer att se ut i körspårsprogrammet. I programmet finns inte exakta fordonsdelar likt dem i Figur 35-Figur 37. Fordonens utseende i programmet påverkar däremot inte resultatet. Namnen i tabellen visar vad dem valda fordonsdelarna heter på engelska i programmet.

Tabell 19. Beskriver hur HCT-fordonet Duo-trailer har byggts upp i programmet Vehicle Tracking. Tabellen innehåller totala antalet fordonsdelar fordonet består av samt egenskaper och mått som har använts.

Duo-trailer				
Vehicle type: Articulated vehicle				
Number of units: 4				
Egenskaper	Fordonsdel 1	Fordonsdel 2	Fordonsdel 3	Fordonsdel 4
Number of axles (<i>st</i>)	1	-	-	-
Front track width (<i>m</i>)	2,5	-	-	-
Wheels on each axles (<i>st</i>)	2	-	-	-
Number of rear axles (<i>st</i>)	2	3	2	3
Rear track width (<i>m</i>)	2,5	2,5	2,5	2,5
Wheels on each axle (<i>st</i>)	4	4	4	4
Wheelbase (<i>m</i>)	3,4	6,712	3,788	6,4
Rear axle spacing (<i>m</i>)	1,370	1,300	1,300	1,300
Steering	Front axle	-	-	-
Lock-to-lock time (<i>s</i>)	7	-	-	-
Tractor Maneuverability: Maximum steering angle (virtual) (<i>grader</i>)	40	-	-	-
Coupling offset (front) (<i>m</i>)	-	-6,712	-3,788	-6,4
Maximum articulation angle (<i>grader</i>)	-	45	45	45
Coupling offset (rear) (<i>m</i>)	0,456	3,544	0,65	3,544
Maximum articulation angle (<i>grader</i>)	45	45	45	45
Length (<i>m</i>)	6,94	13,6	5,65	13,538
Width (<i>m</i>)	2,6	2,495	1,27	2,6
Rear overhang (<i>m</i>)	2,175	5,55	0,838	5,55
Body Style*	Articulated vehicle Tractor (medium)	Articulated vehicle semi- trailer	Lowboy dolly	Articulated vehicle semi- trailer
Cab length (<i>m</i>)	2,731	-	-	-
Chassis width (<i>m</i>)	0,855	-	-	-

*Är en ungefärlig illustration på hur fordonen kommer att se ut i körspårsprogrammet. I programmet finns inte exakta fordonsdelar likt dem i Figur 35-Figur 37. Fordonens utseende i programmet påverkar däremot inte resultatet. Namnen i tabellen visar vad dem valda fordonsdelarna heter på engelska i programmet.