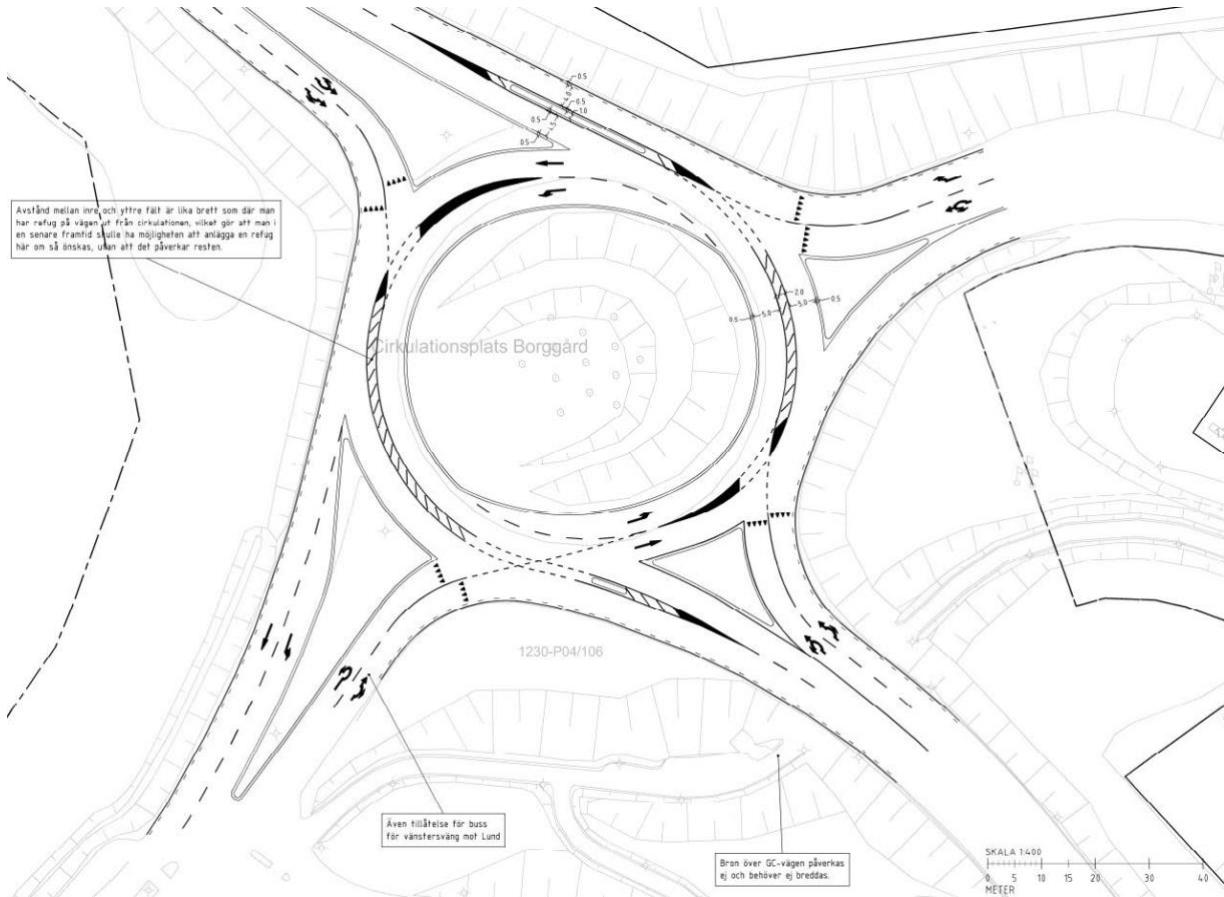




CHALMERS



Analys av ny utformningsidé för cirkulationsplatser: Hasselcirkeln

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Samhällsbyggnadsteknik

ALICIA LIDSTRÖM
NILS KARLSSON

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2022
www.chalmers.se

EXAMENSARBETE ACEX20

Analys av ny utformningsidé för cirkulationsplatser:
Hasselcirkeln

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

ALICIA LIDSTRÖM

NILS KARLSSON

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2022

Analys av ny utformningsidé för cirkulationsplatser: Hasselcirkeln

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

ALICIA LIDSTRÖM

NILS KARLSSON

© ALICIA LIDSTRÖM, 2022

© NILS KARLSSON, 2022

Handledare: Sebastian Hasselblom

Examinator: Mats Karlsson

Examensarbete ACEX20

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Chalmers tekniska högskola 2022

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 10 00

Omslag: Illustration av Hasselcirkeln (S. Hasselblom, personlig kommunikation, 2 maj 2022).

Analys av ny utformningsidé för cirkulationsplatser: Hasselcirkeln

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Samhällsbyggnadsteknik*

ALICIA LIDSTRÖM

NILS KARLSSON

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Syftet med det här examensarbetet är att analysera en ny typ av utformningsidé för Sveriges cirkulationsplatser idag, Hasselcirkeln, som är framtagen av trafikanalytikern Sebastian Hasselblom. Cirkulationsplatser är idag säkrare än vanliga korsningar men det finns fortfarande brister och stor utvecklingspotential gällande säkerhet och framkomlighet. Utformningen av Hasselcirkeln skiljer sig från de vanliga cirkulationerna i Sverige idag då syftet är att förare inte ska behöva byta fil i cirkulationen med undantag vid en U-sväng. Vid en U-sväng ska förarna använda sig av ett turbinmålat körfält vilket ger föraren en säker vänstersväng i trafiken då de inte behöver ta hänsyn till trafik i vänster körfält som i de nuvarande cirkulationsplatserna då de vävs in i körfältet. Osäkerhet vid infart och utfart i tvåfiliga cirkulationsplatser minskar då det endast finns ett körfält att välja vid in- och utfart i Hasselcirkeln. Detta bidrar till en minskning av konfliktpunkter i cirkulationen med ungefär 36% samt en förväntad kapacitetsökning med ungefär 22%. I det här examensarbetet diskuteras även utformningen och om hur föraren påverkas av omställning till Hasselcirkeln. Metoden vi använt består av analyser i simuleringsprogram och drönarfilmer på befintliga cirkulationsplatser, litteraturstudier samt diskussion med Sebastian Hasselblom.

Då det inte finns en implementerad Hasselcirkel att analysera är resultaten teoretiska men de visar att Hasselcirkeln är en mycket gynnsam uppgradering av de redan befintliga cirkulationsplatserna gällande säkerhet och kapacitet i trafiken.

Analysis of new design idea for circulation sites: Hasselcirkeln

*Degree Project in the Engineering Programme
Civil and Environmental Engineering*

ALICIA LIDSTRÖM

NILS KARLSSON

Department of Architecture and Civil Engineering
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to analyze a new type of design idea for Sweden's roundabouts today, the Hasselcirkel, which was developed by traffic analyst Sebastian Hasselblom. Roundabouts today are safer than ordinary intersections, but there are still shortcomings and great development potential regarding safety and accessibility. The design of the Hasselcirkel differs from the usual roundabouts in Sweden today as the purpose is that drivers should not have to change lanes in the circulation except for a U-turn. During U-turns, drivers must use a turbine-painted lane, which gives the driver a safe left turn in traffic as they do not have to consider the traffic in the left lane as in the current roundabouts, because they are woven into the lane. Uncertainty at the entrance and exit in two-lane roundabouts is also reduced as there is only one lane to choose from at the entrance and exit of the Hasselcirkel. This contributes to a reduction of conflict points in the roundabouts by approximately 36% and an expected increase in capacity by approximately 22%. This thesis also discusses the design and how the driver is affected by the transition to the Hasselcirkel. The method we used consists of analyzes in simulation programs and drone films at existing roundabouts, literature studies and discussion with Sebastian Hasselblom.

As there is no implemented Hasselcirkel to analyze, the results are theoretical, but the results show that the Hasselcirkel is a very favorable upgrade of the already existing roundabouts regarding safety and capacity in traffic.

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	III
LISTA ÖVER BEGREPP	V
FÖRORD	VII
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och frågeställningar	1
1.3 Avgränsningar	2
2 METOD	3
3 CIRKULATIONSPLATSER IDAG	4
3.1 Allmän utformning	4
3.1.1 Utformning i detalj	4
3.1.2 Gestaltning	4
3.1.3 Profilgeometri	5
3.1.4 Visuell ledning och refuger	5
3.1.5 Sikt	5
3.1.6 Vägmärken och vägmarkering	5
3.1.7 Belysning	6
3.1.8 Materialanvändning	6
3.1.9 Byggnation	6
3.2 Regler och förordningar	6
3.3 Brister i dagens cirkulationsplatser	7
3.3.1 Döda vinkeln	8
3.3.2 Jämförelse med andra utformningstyper av cirkulationsplatser	8
3.4 Verkliga observationer	8
3.4.1 Bärbyleden	9
3.4.2 Trafikplats Lund Norra	11
3.5 Utformning av cirkulationsplats vid Munkebäcksmotet	17
4 TURBO ROUNDABOUTS	19
4.1 Bakgrund	19
4.2 Utformning	19
5 HASSELCIRKELN	21
5.1 Fysisk utformning	21

5.2	Körexempel	22
5.3	Avskiljande heldragen linje eller annat?	26
5.3.1	Avskiljande heldragen linje	26
5.3.2	GCM-stöd	27
5.3.3	Vikbara stolpar	28
5.3.4	Heldragen- och streckad linje tillsammans	29
5.4	Turbinmålning	31
5.5	Framkomlighet	32
5.6	Ombyggnation	34
6	FÖRARENS BETEENDE I TRAFIKEN	35
6.1	Åldersbetydelse	35
6.2	Hälsotillstånd	35
6.2.1	Trötthet	36
6.2.2	Stress	36
6.2.3	Kognitiva nedsättningar	36
6.3	Förarens beteende i en cirkulationsplats	37
7	DISKUSSION OCH SLUTSATS	38
8	REFERENSER	41

LISTA ÖVER BEGREPP

Belysningspollare	påkörningskydd med belysning
Cirkulationsplats	plats där olika vägar möts där det finns en rondell i mitten som vägarna cirkulerar runt
Cirkulation	väg runt rondell som trafiken kör på
Dimensionerande fordon	de fordon som kräver mest utrymme för att ta sig fram som cirkulationsplatsen är avsedd för
Döda vinkeln	område runt fordon som inte syns i sidospeglarna som föraren behöver titta över axeln för att se
Enfältig	ett körfält
Flerfältig cirkulationsplats	cirkulationsplats med två eller fler körfält
Frigångshöjd	höjd på ett hinder som ett fordon kan köra över utan att ta skada
GC-trafik	gång- och cykeltrafik
GCM-stöd	höjdbarriär likt en trottoarkant av betong som separerar trafiken
Infart	väg som leder trafik in till exempelvis en cirkulationsplats
Korsning	plats där olika vägar möts
LBn	2- till 4-axlig buss eller lastbil
Lps	lastbil med påhångs- eller släpvagn
Lspec	specialfordon, 3-axlig lastbil med total ekipagelängd på 19m med 4-axlig släpvagn
Nästan-olyckor	olyckor som höll på att ske, till exempel kraftiga inbromsningar som behövs för att förhindra en olycka
Portal	en vägs skylt som hänger ovanför vägen som visar de olika körfältens riktning

Praxis	hur man ska köra enligt trafikskolan.
På- och avfart	en kortare sträcka där acceleration/inbromsning sker för att anpassa farten till kommande väg eller trafikplats.
Rondell	ön i cirkulationsplatsens mittpunkt där vägen är dragen runt om
Refug	upphöjning i eller runt om vägbanan som visar vart fordon får köra
Tilläggstavlor	kompletterande information till vägschilderna
Turbinmålning	cirkulationsplatser med ett körfält som växer fram från de befintliga
Turbo roundabout	speciell sorts cirkulationsplats från Holland
Tvärfall	vägbanans lutning i sidled
Vägben	flera vägar som till exempel leder ut från en cirkulation
Tvåfältig	två körfält i färdriktning
VISSIM simulering	mikrosimulering av till exempel en specifik cirkulation i programvaran VISSIM

Förord

Denna rapport är ett examensarbete på Samhällsbyggnadsteknikprogrammet vid Chalmers Tekniska Högskola i Göteborg. Arbetet har utförts av Alicia Lidström och Nils Karlsson under vårterminen 2022. Examensarbetet ger 15 högskolepoäng.

Vi vill tacka Sebastian Hasselblom och företaget WSP för möjligheten att arbeta tillsammans med dem och för att de har gett oss ett betydande ämne att skriva om gällande Sveriges framtida utveckling inom infrastruktur. Vi har fått stöd genom hela processen och blivit välkomnade till arbetsplatsen där vi fått ta del av spännande erfarenheter och upplevelser utöver vårt examensarbete.

Vi vill även tacka vår examinator Mats Karlsson som gett oss stöd under processen.

Göteborg juni 2022
Alicia Lidström
Nils Karlsson

1 Inledning

Cirkulationsplatser är en uppkommande trend runt om i världen på grund av dess många positiva genomslag. Några av dessa är ökad säkerhet genom användningen av geometriska element, radier och vinkelförändringar som begränsar den hastighet som kan hållas i cirkulationsplatsen. Det ökar kapaciteten och flödet samt bidrar till ekonomisk gynnsamhet i både byggnationsskedet och i form av underhåll under dess livstid. Cirkulationsplatser går att utforma på många olika sätt vilket gör dem till en mångsidig ersättare till vanliga korsningar på såväl landsvägar som i städer eller i mindre orter.

I Sverige har vi idag många olika typer av cirkulationsplatser. Sebastian Hasselblom, en trafikanalytiker på företaget WSP, har nu jobbat med idén på en annan typ av cirkulationsplats. Den har genom olika analyser visat sig öka säkerhet, kapacitet och framkomlighet jämfört med de vanligaste cirkulationsmodellerna i Sverige. Hasselcirkeln har tagit inspiration från turbo roundabouts i Holland, därför kommer rapporten endast innehålla Sveriges och Hollands cirkulationsutformningar.

I den här rapporten kommer det undersökas närmare hur mycket säkerheten och framkomligheten bör öka av implementering genom VISSIM simuleringar och trafikräkningsanalyser. Det kommer även undersökas hur utformningen kommer se ut och hur den bör implementeras. En jämförelse av förarpsykologi i dagens cirkulationsplatser och hur det påverkas vid omställning till Hasselcirkeln kommer även undersökas.

1.1 Bakgrund

Grundidén bakom den nya cirkulationsplatsdesignen kommer från en trafikanalytiker på företaget WSP vid namn Sebastian Hasselblom, därav namnet Hasselcirkeln. Den här sortens cirkulationsplats ska teoretiskt sett förbättra säkerheten genom färre kollisionpunkter samt bättre trafikflöde i form av lite annorlunda filindelning av vägbanan jämfört med en mer klassisk tvåfältig cirkulationsplats. Den här rapporten utförs i syfte till att undersöka om Hasselcirkeln är lämplig att implementera i Sverige och vad resultatet skulle kunna bli av implementering.

1.2 Syfte och frågeställningar

Syftet med detta examensarbete är att analysera och diskutera en ny utformnings idé för cirkulationsplatser. Målet är att undersöka vilka effekter som skulle uppstå vid implementering av Hasselcirkeln. Frågeställningarna som ska besvaras har tagits fram tillsammans med Sebastian Hasselblom utifrån ett så övergripande perspektiv som möjligt. Följande frågeställningar presenteras nedan:

Säkerhet: hur kommer föraren och övriga trafikanter påverkas i fråga om säkerhet?

Framkomlighet: hur mycket kommer framkomligheten öka? Innebär Hasselcirkeln ökad kapacitet?

Fysisk utformning: hur kommer Hasselcirkeln se ut gentemot den nuvarande cirkulationsplatsen?

Psykologi: hur kommer människan påverkas till omställningen av att köra i Hasselcirkeln gentemot nuvarande cirkulationsplats?

1.3 Avgränsningar

Rapporten kommer endast undersöka och jämföra Sveriges nuvarande cirkulationsplatser, Hasselcirkeln och cirkulationsplatser i Holland.

2 Metod

Rapporten har genomförts i samråd med Sebastian Hasselblom som genom analyser och forskning tagit fram Hasselcirkeln. Fakta från hans webinarium och personlig kommunikation tillsammans med Sebastian Hasselblom har lagt grunden till denna rapport.

För att samla ytterligare information har analyser och trafikräkning utförts med hjälp av drönarfilmer som Sebastian Hasselblom har filmat på två befintliga flerfiliga cirkulationer. Analys av mikrosimuleringar på Hasselcirkeln och en vanlig cirkulation i programvaran VISSIM har också utförts.

De valda metoderna ger ett tillförlitligt resultat då det baseras på analyser av verkliga trafiksituationer och tillförlitliga programvaror som används dagligen inom trafikanalysering och utformning. Brister i programvaran är att flödena är baserade på flöden ifrån verkliga tillfällen. Resultatet kan bero på hur mycket trafik det var just den dagen och vart bilarna färdades. Det är viktigt att prova flera olika scenarion för att få ett medelresultat.

3 Cirkulationsplatser idag

En cirkulationsplats är en plats där olika vägar möts i form av en rund korsning. I mittpunkten finns en rondell i form av en cirkel som trafiken leds runt i motsols riktning. I Sverige finns idag cirkulationsplatser som är utformade på olika sätt men med samma grundprinciper och de har oftast ett eller två körfält. Cirkulationsplatser blir allt vanligare att använda sig av i stället för korsningar då det är säkrare och ökar framkomligheten för trafikanter.

3.1 Allmän utformning

En cirkulationsplats är utformad på så sätt att den ska främja lägre hastighet och högre säkerhet jämfört med en vanlig fyrvägs korsning (Wirsenius et al., 2021). Hastigheten bestäms genom att implementera olika radier och vinkelförändringar i cirkulationens på- och avfarter, den bör aldrig överstiga 80 km/h på anslutande vägar. Genom att anlägga en spetsig vinkel mellan fordonen i cirkulationen och påfarten ökar säkerheten jämfört med traditionella fyrvägs korsningar där vinkeln ofta är trubbig.

För att en cirkulationsplats ska få skyltas som en cirkulationsplats behövs lokal trafikföreskrift (Wirsenius et al., 2021). Enligt trafikförordningen definieras en cirkulationsplats som "Plats som enligt lokal trafikföreskrift ska vara cirkulationsplats och som är utmärkt med vägmärke för cirkulationsplats".

En cirkulationsplats kan se väldigt olika ut beroende på hur trafiksituationen ser ut på just den platsen (Wirsenius et al., 2021). Den kan vara allt mellan två-, fyra- eller flerbent. Det passar bäst i korsningar som har varierad trafik med avseende på trafikfördelningen i olika riktningar. Cirkulationen ska alltid vara belyst med gatlampor.

3.1.1 Utformning i detalj

Cirkulationsplatsens utformning kan variera. I den här rapporten avser vi att undersöka tvåfältiga cirkulationsplatser, det innebär en normal cirkulationsplats i Trafikverkets benämning (Wirsenius et al., 2021). Det innebär att cirkulationen har en rondell som ej är överkörbar. Den är utformad på så sätt att alla normala sorters fordon ska kunna köra igenom cirkulationen utan att behöva överskrida rondellens kanter med någon del av fordonet. En förhöjning av rondellen får ha ett maxvärde på 0.1m, detta på grund av sidbalkens frigång hos större fordon som Lspec. Tvärfall på cirkulationen måste även beaktas då det kan minska frigångshöjden ytterligare. Rondellens ej överkörbara kanter bör dock ha en höjd på minst 4cm för att trafikanter inte ska försöka gena. De bör även vara av något hållbart material, tunga fordon kan ofta inte undvika att skava mot rondellkanterna vilket kan medföra skador på kantstöden om de inte är robusta.

3.1.2 Gestaltning

Gestaltningsarbetet är en väldigt viktig del i byggnationen av en cirkulationsplats, det ska bidra till ökad uppmärksamhet och

hastighetsanpassning hos de trafikanter som kör igenom den (Wirsenius et al., 2021). Det måste skapas en helhet där även sidoområden, utrustning och belysning ingår. Såväl i sommar- som vintertid, ljus eller mörker, så ska cirkulationsplatsen vara lättförståelig och tydlig. För att uppnå detta är det viktigt att ta hänsyn till miljön och omgivningen runt om. Det är viktigt att välja material, vegetation och utrustning med omsorg. Cirkulationen måste vara tydlig såväl på sommaren som vinter. Om ett snötäcke ligger på marken måste viktiga delar av cirkulationen vara tydliga. Saker som belysningspollare, vägmarkeringar och liknande försvinner lätt under upplogade snövallar och måste därför ofta vara lite upphöjda eller sitta på strategiskt utvalda platser där de alltid syns. Cirkulationsplatser kan innehålla konstverk, något som förknippas med staden eller samhället eller bara något enkelt som vackert naturarbete. Det ska dock göras utan att kompromissa sikten och andra säkerhetsfrågor i cirkulationsplatsen. Underhåll och skötsel måste även beaktas noggrant.

3.1.3 Profilgeometri

I en cirkulationsplats skapas ett lätt tvärfall från centrum, detta för att öka cirkulationens synbarhet samt bidra till minskad körhastighet inuti cirkulationen (Wirsenius et al., 2021). Det främjar även vattenavrinningen, det är viktigt att vattenavrinningen från anslutande vägar inte är in mot cirkulationsplatsen. Rondellen är viktigt att dränera då det kan bli farligt om vatten samlas och rinner ner över körfälten utanför. Lutningen på vägen får dock aldrig överstiga 3,5% inklusive tvärfall på grund av skärhetskäl.

3.1.4 Visuell ledning och refuger

Refuger kan användas på många sätt i en cirkulationsplats. Refugernas storlek anpassas utifrån det specifika användningsområdet i varje enskild cirkulationsplats (Wirsenius et al., 2021). Stora refuger byggs för att skydda korsande GC-trafik samt för att ge en tydlig bild av cirkulationen tidigt vilket medför sänkt hastighet och anpassad körstil. Refuger kan även innehålla planteringsytor som är visuellt höjande i både sommar- och vintertid.

3.1.5 Sikt

Rondellens utformning har vissa begränsningar, en fordonstrafikant som befinner sig i cirkulationen måste kunna se bromsljusen på framförvarande fordon (Wirsenius et al., 2021). Detta för att kunna hålla ett säkert avstånd så bromssträckan är tillräcklig vid eventuella hastiga inbromsningar. Inkommande förare måste även kunna se körriktningvisaren på de fordon som befinner sig i cirkulationen så de kan planera sin körning.

3.1.6 Vägmärken och vägmarkering

I den mån det går bör en trygg och säker trafikmiljö skapas genom tydlig gestaltning och fysisk utformning av cirkulationsplatsen (Wirsenius et al., 2021). Detta för att minimera behovet av vägmarkeringar, stolpar och master. I tvåfältiga cirkulationsplatser förses påfarter i första hand med körfältsvägvisare,

avfarter förses med vägvisare på refugspets. Körfältspilar bör undvikas, de medför en risk för missuppfattning av oerfarna förare och en direkt vänstersväng kan ske. Om körfältslinje inte finns bör cirkulationsplatsen vara utformad så att två Lps rymms bredvid varandra i cirkulationen.

3.1.7 Belysning

Som nämns ovan ska en cirkulationsplats alltid vara försedd med tillräcklig belysning då dess uppgift är att förtydliga cirkulationsplatsens utformning och anslutande vägar (Wirsenius et al., 2021). Under nattetid samt de mörkare årstiderna är belysningen en viktig del av gestaltningen. Belysningen ska vara planerad och placerad på så sätt att den inte kan blända eller missuppfattas som andra trafikanters. Belysningen ska vara lika tydlig för anslutande vägben som för cirkulationsplatsen.

3.1.8 Materialanvändning

Materialvalet är väldigt viktigt. Ytskiktets material, utformning och kontraster styr trafikanternas beteende och uppfattning av cirkulationen (Wirsenius et al., 2021). Materialvalet bör alltid ske med hänsyn till omkringliggande miljö och omgivning. Materialet som väljs måste vara mycket tåligt då det slits oerhört mycket i starkt trafikerade cirkulationer. Det är även viktigt att ha tydliga kontraster mellan körfält, rondell och refug.

3.1.9 Byggnation

Olyckor sker oftast strax efter eller under ombyggnationer i trafiken (Wirsenius et al., 2021). Det på grund av att förare som är vana att köra i cirkulationsplatsen inte inser att den förändrats. Åtgärder kan behövas från och med byggstart, till ungefär tre månader efter färdigställande för att minska olycksrisken.

3.2 Regler och förordningar

Det finns förordningar och regler som beskriver hur man ska föra sig i en cirkulationsplats (Transportstyrelsen, 2015).

Det som gäller i en cirkulationsplats idag är följande:

På väg in i cirkulationsplatsen:

- Föraren har väjningsplikt mot alla fordon i som redan är i cirkulationsplatsen
- Föraren ska köra motsols
- Vid infart finns det inte krav på att ge tecken
- Föraren ska välja det körfältet som är lämpligast för resan
- Vägmarkeringar och väganvisningar ska följas om dessa finns

Inne i cirkulationsplatsen:

- Vid byte av körfält ska tecken ges

- Byte av körfält får endast ske om det sker utan fara eller hinder för andra trafikanter

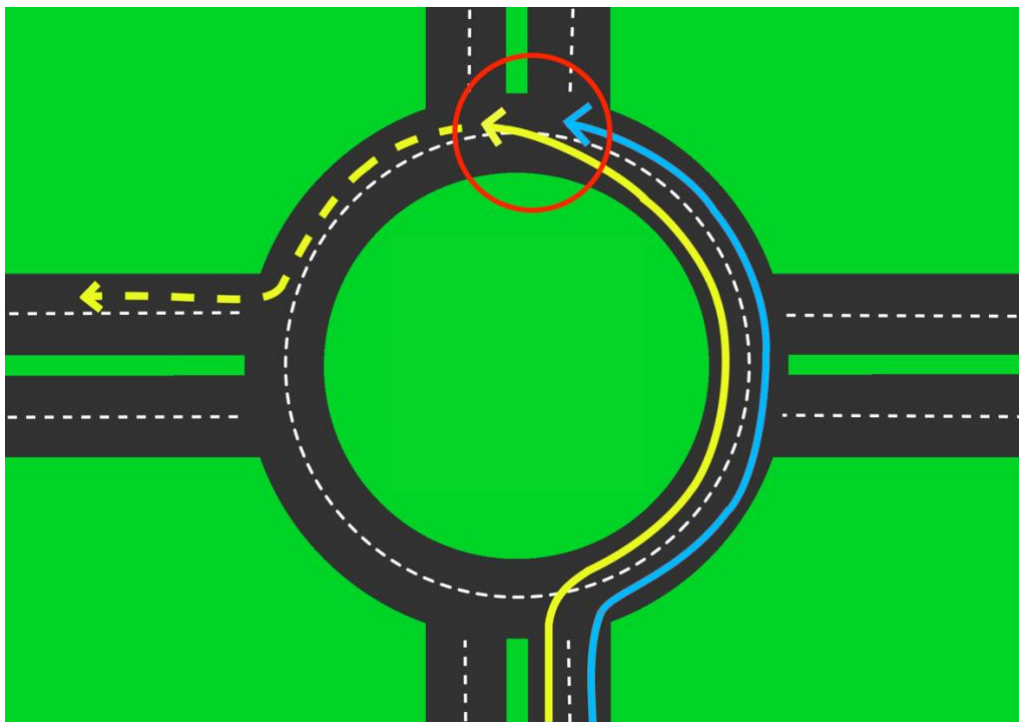
På väg ur cirkulationsplatsen:

- Vid utfart ska tecken till höger ges
- Körningen ska anpassas så att föraren befinner sig i höger körfält vid utfart om möjligt
- Om föraren befinner sig i vänster körfält måste den vara uppmärksam på fordon i höger körfält då det inte finns kunskap om de ska fortsätta köra i cirkulationen eller inte

3.3 Brister i dagens cirkulationsplatser

Det finns brister med större cirkulationsplatser idag. Större cirkulationsplatser är de som är större än 40m i diameter med två körfält och ett exempel visas nedan i Figur 1. Dagens cirkulationsplats har 28 konfliktpunkter och 4 körfältsbyten (Hasselblom, 2021). Då det finns många konfliktpunkter, körfältsbyten och mycket är upp till enskild förare att bedöma själv hur man kör genom cirkulationen, skulle cirkulationsplatser idag kunna beskrivas som osäkra och farliga.

Den som byter körfält från vänster till höger har till ansvar att göra bytet utan risker och hinder. Om det sker en olycka mellan två förare som ligger i varsitt körfält anses föraren som gör bytet vara vållande till olyckan. Om den andra personen som ligger i höger körfält då har valt att ligga kvar i höger körfält hela resan vid en vänstersväng, som är tillåtet, skapar föraren osäkra förhållanden men blir inte vållande.



Figur 1: Illustration av konfliktpunkt vid körfältsbyte i en cirkulation.

3.3.1 Döda vinkeln

När en trafikant kör i en flerfältig cirkulationsplats är ett körfältsbyte vanligt. Ett körfältsbyte endast är tillåtet om det sker utan fara eller hinder för andra trafikanter. Det kan hända att en bil befinner sig i döda vinkeln och är inte trafikanten som byter fil uppmärksam nog kan det hända en allvarlig olycka. Döda vinkeln är den vinkel mellan det du ser i din backspegel och sidospeglar och det som befinner sig utanför synfältet i körfältet bredvid. Som syns i Figur 1 ovan behöver föraren aktivt vrida huvudet för att täcka upp denna vinkel.

3.3.2 Jämförelse med andra utformningstyper av cirkulationsplatser

I en litteraturstudie om hur cirkulationsplatsers fysiska utformning påverkar trafikanternas beteende, visade det sig att cirkulationsplatser med ett körfält och med låg fordonshastighet ger den bästa trafiksäkerheten (Herland & Helmers, 2002). De menar att ur trafiksäkerhetssynpunkt är enfältighet att föredra i en jämförelse med Sverige och andra länders utformningar av cirkulationsplatser.

I analysen framkommer det att Danmark och Holland förordar ett körfält i avfart även om påfart och cirkulationsplatsen har två körfält då avfart med två körfält innebär ökad risk för konfliktpunkter. Det är skillnad från Sverige där vi idag oftast har flerfältiga cirkulationsplatser med två körfält i påfart, i cirkulationsplatsen och vid avfart i större cirkulationsplatser vilket skapar ett flertal konfliktpunkter. Det finns också några större enfältiga cirkulationsplatser i Sverige idag, men de allra flesta är flerfältiga (S. Hasselblom, personlig kommunikation, 19 maj, 2022). I större cirkulationsplatser med enfältighet är rimligtvis enklare för föraren att förstå och köra i, men på grund av den minskade kapaciteten finns det fler flerfältiga cirkulationsplatser. I flerfältiga cirkulationsplatser är det ibland otydligt vilken fil föraren ska lägga sig i vid in- och utfart med två körfält och det finns inga tydliga ramar att utgå från vilket skapar osäkerhet hos förare och medtrafikanter. Om det endast finns en väg ur cirkulationen, och gärna även in i cirkulationen, och en enhetlighet hos cirkulationsplatser menar man i Holland att det skulle underlätta för förare även i okända trafikmiljöer. Det skapar en hög trafiksäkerhet och det är något Sverige saknar med sin utformning idag.

3.4 Verkliga observationer

Analysering av drönarfilmer görs för att förtydliga problemen med dagens utformning för cirkulationsplatser. De cirkulationsplatser som har filmats med drönare är vid Bärbyleden, trafikplats Lund norra, Munkebäcksmotet, Lassabacka, Svedala och Huskvarna. Alla cirkulationsplatser är filmade med syfte att analysera trafikbeteende då det är högt trafikerade och undersöka om Hasselcirkeln hade varit lämplig att placera där i stället.

Det som analyseras i följande kapitel är hur många fordon som kör igenom cirkulationsplatsen, hur många som ligger i höger respektive vänster fil vid infart och om de svänger höger, rakt fram eller vänster för att komma ur

cirkulationsplatsen. Nästan-olyckor och körfältsbyten undersöks också. Analysen gäller under en tidsperiod på 5 minuter för respektive cirkulationsplats och utförs genom att räkna antal fordon för specifik analysering från drönarfilmer.

Det som är intressant i den här analysen är hur många som väljer att använda vänster körfält för att köra rakt fram när man egentligen ska välja höger enligt förordningar och krav. Hur många som använder höger körfält för att göra en vänstersväng och andra udda beteenden har även undersökts. Att köra som nämnt ovan skapar en otrygg och farlig körupplevelse då andra förare inte kan anpassa sin körning för att själva föra sitt fordon i cirkulationsplatsen på ett säkert sätt. De förväntar sig att alla utgår från de förordningar och krav som förväntas i en cirkulationsplats. Det kan leda till kraftiga inbromsningar, olyckor, nästan-olyckor och köbildning.

3.4.1 Bärbyleden

Cirkulationsplatsen vid Bärbyleden, som redovisas nedan i Figur 2, är placerad i Uppsala och är högt trafikerad då Bärbyleden binder ihop väg 55, 72 och 272 med bland annat E4. Vid cirkulationsplatsen finns ett centrum med bland annat restauranger, matbutiker och skolor som gör att många fler använder cirkulationsplatsen för fler saker än bara en genomfart.

Cirkulationsplatsen har inga portaler eller vägmarkeringar som hänvisar föraren hur de ska placera sig. Förarna måste då utgå från regler och förordningar och själva göra en bedömning. Här finns två filer för att köra in och två filer för utfart som gör att man kan välja att köra ut ur cirkulationsplatsen i vänster fil även om det inte är att rekommendera enligt förordningar och regler för att minska köbildning.



Figur 2: Stillbild från drönarfilm över cirkulationsplats vid Bärbyleden.

Analysen av cirkulationsplatsen resulterade enligt Tabell 1, 2 och 3 nedan.

Det som är intressant att kolla på ur analysen i Tabell 3 är att 38% av de som kör in i cirkulationsplatsen från vänster körfält, kör rakt fram för att komma ur cirkulationen även om praxis säger att man ska använda det körfältet för att göra utfart åt vänster eller fortsätta runt i cirkulationen. Enligt Transportstyrelsen ska man använda höger körfält om det är möjligt vilket innebär att man får lov att använda vänster vid utfart om det underlättar men att man helst ska använda det högra. Det är även intressant att se i Tabell 2 där endast 2% av förarna använder högerfilen i cirkulationen för att sedan köra till utfarten till vänster, eller göra en U-sväng. Enligt praxis ska förarna använda vänster körfält i cirkulationsplatsen vid infart och sedan ligga kvar i det för att sedan utföra ett körfältsbyte till höger körfält innan avfart.

Vid utfart från cirkulationsplatsen kunde det noteras från drönarfilmen att många valde att använda vänster körfält i cirkulationen för att sedan byta till höger precis vid utfarten, eller stanna kvar och använda vänster körfält. Det kunde också noteras att många som låg i höger körfält bytte till vänster precis vid utfarten. Det var endast några få som utförde körfältsbyten enligt praxis, 2% som visas i Tabell 4. De allra flesta bytte alltså precis vid utfarten i stället för strax innan vilket kan orsaka otydlighet i förväntad placering hos de andra förarna.

Många valde höger eller vänster fil i utfarten beroende på om det var mycket trafik redan i det ena eller andra körfältet och det fanns inte riktigt något beteendemönster att läsa av. Då det finns två filer att välja mellan väljer förarna den lämpligaste att använda utifrån situationen och det skapar ett osäkert förhållande då övriga förare inte kan förutse vilken fil de kommer använda egentligen. Att det inte fanns några vägmarkeringar eller en portal kan vara en stor orsak till detta men det förklarar inte varför så många avviker från praxis. Sedan finns det ju två utfarter för att båda ska användas för att undvika köbildning men det finns ingen standard att gå efter vilket gör det otydligt för förarna. Det ska tilläggas att trafiken rörde sig framåt och det skedde sällan nästan-olyckor, endast 1% som visas i Tabell 4, men det var många kraftiga inbromsningar hos förare på grund av otydliga placeringar och onödig köbildning vid infarten då de väjde för fordon som låg i vänsterfilen i cirkulationen.

Tabell 1: Analysering av fordons beteende vid infart cirkulationsplatsen vid Bärbyleden.

Körfältsplacering vid infart	Antal fordon [st]	Andel av totalen [%]
Totalt	331	100
Totalt höger körfält	189	57
Totalt vänster körfält	142	43

Tabell 2: Analysering av fordons beteende i cirkulationsplatsen vid Bärbyleden från höger körfält vid infart.

Körväg till utfart från höger körfält vid infart	Antal fordon [st]	Andel av totalt antal fordon i höger körfält [%]
Rakt fram	89	47
Högersväng	97	51
Vänstersväng	3	2

Tabell 3: Analysering av fordons beteende i cirkulationsplatsen vid Bärbyleden från vänster körfält vid infart.

Körväg till utfart från vänster körfält vid infart	Antal fordon [st]	Andel av totalt antal fordon i vänster körfält [%]
Rakt fram	54	38
Högersväng	0	0
Vänstersväng	88	62

Tabell 4: Analysering av fordons beteende i cirkulationsplatsen vid Bärbyleden.

Övrig analysering	Antal fordon [st]	Andel av totalt antal fordon [%]
Nästan-olyckor	3	1
Körfältsbyten i cirkulationsplatsen	7	2

3.4.2 Trafikplats Lund Norra

Cirkulationsplatsen i Figur 3 nedan är Tpl Lund Norra, även den är högt trafikerad precis som Bärbyleden. Här binds E22 ihop med Lund vilket skapar ett högt tryck i norr och södergående riktning.

Cirkulationen har portaler som visar hur förarna kan placera sig för att nå rätt utfart. Den har även dubbelfiliga påfarter och dubbelfiliga avfarter. Ett undantag här är om föraren kommer norrifrån och ska väster ut, till Norra lund, då finns det ett eget körfält, en tredje fil, där det är fritt körfält utan störning från andra trafikanter. Portalerna visar lite olika beroende på vilket håll föraren kommer ifrån.



Figur 3: Stillbild från drönarfilm över cirkulationsplats vid Trafikplats Lund Norra.

Körfältet som går i norrgående riktning från E22 skyltas med en portal som syns nedan i Figur 4. Där syns det att portalen är lite annorlunda skyltad jämfört med andra cirkulationer. Eftersom det är en avfart från motorvägen så är det vanligast att förarna gör en höger- eller vänstersväng då rakt fram genom cirkulationen resulterar i en påfart tillbaka på motorvägen E22.



Figur 4: Portal vid Tpl Lund Norra, norrgående riktning (Google, u.å.-c).

Analysen av cirkulationsplatsen resulterade enligt Tabell 5–17 nedan. Som visas i Tabell 6 så gör 72% av förarna i höger körfält en vänstersväng i cirkulationen

och 28% en högersväng. I vänster körfält gör 100% av förarna en vänstersväng. Här följs rekommendationen från portalen och inga eventuellt farliga situationer uppstår. Skyltningen här är bra på så sätt att den främjar säker körning då förare undviker att åka rakt fram, norr ut, ifrån det inrekörfältet. Det gör att farliga körfältsbyten ut mot ytterfilen minskar.

Tabell 5: Analysering av fordons beteende vid infart cirkulationsplatsen vid Trafikplats Lund Norra i norrgående riktning från E22.

Körfältsplacering vid infart	Antal fordon [st]	Andel av totalen [%]
Totalt	67	100
Totalt höger körfält	39	58
Totalt vänster körfält	28	42

Tabell 6: Analysering av fordons beteende i cirkulationsplatsen vid Trafikplats Lund Norra i höger körfält vid infart i norrgående riktning från E22.

Körväg till utfart från höger körfält vid infart	Antal fordon [st]	Andel av totalt antal fordon i höger körfält [%]
Rakt fram	0	0
Högersväng	11	28
Vänstersväng	28	72

Tabell 7: Analysering av fordons beteende i cirkulationsplatsen vid Trafikplats Lund Norra i vänster körfält vid infart i norrgående riktning från E22.

Körväg till utfart från vänster körfält vid infart	Antal fordon [st]	Andel av totalt antal fordon i vänster körfält [%]
Rakt fram	0	0
Högersväng	0	0
Vänstersväng	28	100

Körfältet som går i södergående riktning från E22 skyltas med en portal som syns nedan i Figur 5. Likt portalen i norrgående riktning är även den här skyltad lite annorlunda, endast vänster -och högersväng visas.



Figur 5: Portal vid Tpl Lund Norra, södergående riktning (Google, u.å.-c).

Som syns i Tabell 9 så följer även här de flesta trafikanter skyltningen vilket är väntat. Dock ser vi att en förare har kört rakt fram, ner på motorvägen igen, vilket lätt kan hända om personen tagit fel avfart. I Tabell 10 ser vi att 100% som låg i vänster körfält gör en vänstersväng vilket också visar på god säkerhet på bilströmmarna även här.

Tabell 8: Analysering av fordons beteende vid infart cirkulationsplatsen vid Trafikplats Lund Norra i södergående riktning från E22.

Körfältsplacering vid infart	Antal fordon [st]	Andel av totalen [%]
Totalt	18	100
Totalt höger körfält	4	22
Totalt vänster körfält	14	78

Tabell 9: Analysering av fordons beteende i cirkulationsplatsen vid Trafikplats Lund Norra i höger körfält vid infart i södergående riktning från E22.

Körväg till utfart från höger körfält vid infart	Antal fordon [st]	Andel av totalt antal fordon i höger körfält [%]
Rakt fram	1	8
Högersväng	13	92
Vänstersväng	0	0

Tabell 10: Analysering av fordons beteende i cirkulationsplatsen vid Trafikplats Lund Norra i vänster körfält vid infart i södergående riktning från E22.

Körväg till utfart från vänster körfält vid infart	Antal fordon [st]	Andel av totalt antal fordon i vänster körfält [%]
Rakt fram	0	0
Högersväng	0	0
Vänstersväng	4	100

Körfältet som går i östgående riktning från Norra ringen skyltas med en portal som syns nedan i Figur 6.



Figur 6: Portal vid Tpl Lund Norra, östgående riktning (Google, u.å.-c).

Den här portalen står i påfarten, i östgående riktning in i cirkulationen på Tpl Lund Norra. Eftersom påfarten kommer ifrån en vanlig landsväg är det en mer vanligt förekommande skylning då förarna har alternativet att köra rakt fram här till skillnad från de två förekommande portalerna. Här tillåts det enligt skyltning att använda vänster likväl som höger körfält för att åka rakt fram i cirkulationen. Och att Höger körfält bara är till för de som ska rakt fram. I Tabell 11 nedan ser vi att 71% använder höger körfält medan endast 29% använder vänster körfält. Detta på grund av att huvudströmmen av bilar är på väg ner mot Malmö. I höger körfält gör 75% av alla trafikanter en högersväng och 24% fortsätter rakt fram, detta syns i Tabell 11. En ensam förare vilket motsvarar 1%, gör en vänstersväng vilket personen inte borde. Detta kan resultera i en farlig situation eftersom det vänstra körfältet som tidigare nämnts så hänvisas även dem rakt fram. Här kan ett missförstånd framstå mellan förare och en olycka kan ske. Som visas i Tabell 13 använder 16% av förarna det vänstra körfältet för att åka rakt fram genom cirkulationen.

Tabell 11: Analysering av fordons beteende vid infart cirkulationsplatsen vid Trafikplats Lund Norra i östgående riktning från E22.

Körfältsplacering vid infart	Antal fordon [st]	Andel av totalen [%]
Totalt	174	100
Totalt höger körfält	124	71
Totalt vänster körfält	50	29

Tabell 12: Analysering av fordons beteende i cirkulationsplatsen vid Trafikplats Lund Norra i höger körfält vid infart i östgående riktning från E22.

Körväg till utfart från höger körfält vid infart	Antal fordon [st]	Andel av totalt antal fordon i höger körfält [%]
Rakt fram	30	24
Högersväng	93	75
Vänstersväng	1	1

Tabell 13: Analysering av fordons beteende i cirkulationsplatsen vid Trafikplats Lund Norra i vänster körfält vid infart i östgående riktning från E22.

Körväg till utfart från vänster körfält vid infart	Antal fordon [st]	Andel av totalt antal fordon i vänster körfält [%]
Rakt fram	8	16
Högersväng	0	0
Vänstersväng	42	84

Körfältet som går i västgående riktning från Norra ringen skyltas med en portal som syns nedan i Figur 7.



Figur 7: Portal vid Tpl Lund Norra, västgående riktning (Google, u.å.-c).

Tabell 14: Analysering av fordons beteende vid infart cirkulationsplatsen vid Trafikplats Lund Norra i västgående riktning från E22.

Körfältsplacering vid infart	Antal fordon [st]	Andel av totalen [%]
Totalt	39	100
Totalt höger körfält	20	51
Totalt vänster körfält	19	49

Tabell 15: Analysering av fordons beteende i cirkulationsplatsen vid Trafikplats Lund Norra i höger körfält vid infart i västgående riktning från E22.

Körväg till utfart från höger körfält vid infart	Antal fordon [st]	Andel av totalt antal fordon i höger körfält [%]
Rakt fram	17	85
Högersväng	3	15
Vänstersväng	0	0

Tabell 16: Analysering av fordons beteende i cirkulationsplatsen vid Trafikplats Lund Norra i vänster körfält vid infart i västgående riktning från E22.

Körväg till utfart från vänster körfält vid infart	Antal fordon [st]	Andel av totalt antal fordon i vänster körfält [%]
Rakt fram	2	10
Högersväng	0	0

Vänstersväng	17	90
--------------	----	----

Tabell 17: Analysering av fordons beteende i cirkulationsplatsen vid Trafikplats Lund Norra.

Övrig analysering	Antal fordon [st]	Andel av totalt antal fordon [%]
Nästan-olyckor	0	0
Körfältsbyten i cirkulationsplatsen	5	2

I Tabell 17 syns det att under analysens gång iaktogs 5 körfältsbyten inne i cirkulationen men inga nästan-olyckor.

3.5 Utformning av cirkulationsplats vid Munkebäcksmotet

I Munkebäcksmotet finns en cirkulationsplats som är konstruerad på ett annat sätt än den typiska cirkulationsplatsen i Sverige. Det är en cirkulationsplats med ett körfält för persontrafik, ett kortare busskörfält i norr som är markerat med en röd linje i figur 8 och ett körfält med turbinmålning som gör cirkulationsplatsen tvåfältig en kortare sträcka från sydöst till norr som är markerad med gul linje.

Syftet med turbinmålningen är att ersätta ett körfältsbyte med en säkrare metod. Det är likt Hasselcirkelns utformning vilket gör cirkulationsplatsen intressant att undersöka. Vid infart i turbinmålningen behövs ingen hänsyn från trafik i vänster körfält tas vilket gör cirkulationsplatsen blir säkrare än om det hade varit tvåfältig. Trafikanterna vävs snarare in i ett körfält än att de gör ett aktivt byte till skillnad från den traditionella cirkulationsplatsen.

Trafik från sydgående riktning ska kunna välja att köra vänster i turbinmålningen eller slippa byta körfält och ligga kvar för att ta utfarten i norr. Övrig trafik i cirkulationsplatsen från västgående riktning ska kunna köra rakt fram genom ett körfältsbyte eller ligga kvar och komma ut ur utfarten i norr. Nedan visas i Figur 8 hur körfälten är uppdelade i cirkulationsplatsen.

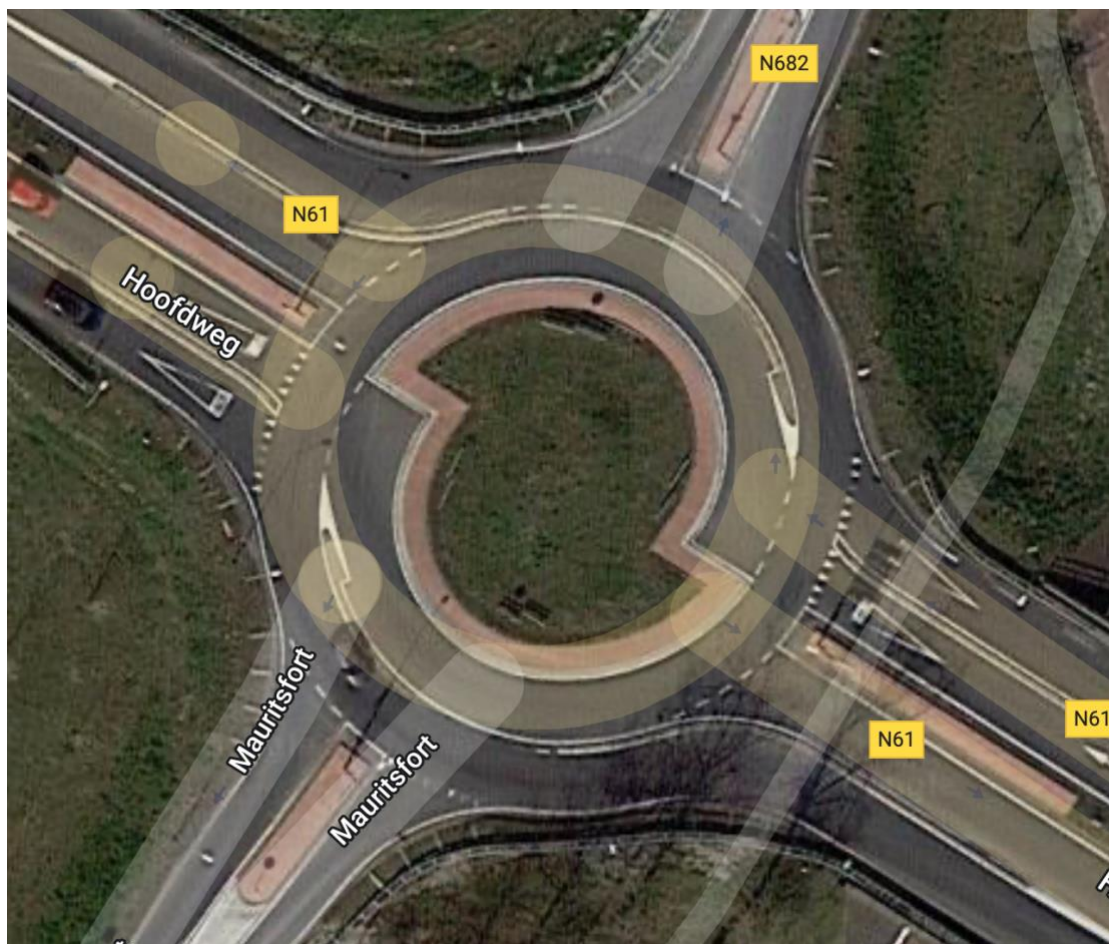


Figur 8: Cirkulationsplats vid Munkebäcksmotet (Google, u.å.-b).

4 Turbo roundabouts

4.1 Bakgrund

Turbo roundabouts är namnet på en ny sorts cirkulationsplats från Holland, som visas i Figur 9 nedan (Transoft Solutions B.V, u.d.). Professor L.G.H Fortuijin presenterade idén i slutet av 90-talet, det var ett alternativ till de vanliga flerfiliga cirkulationsplatserna som skulle vara både säkrare och ha högre kapacitet. En turbo roundabout ger ett mer spirallikt flöde, föraren som kör in i cirkulationen måste välja riktningen den ska i redan innan infart i cirkulationen genom att välja höger eller vänster körfält. År 2000 kom den första cirkulationen som utgick ifrån professor Fortuijins idé. Sedan dess har den holländska regeringen byggt nästan 300 cirkulationer av den här sorten, designen sprider sig även runt om i världen.



Figur 9: En bild från drönarfilm över en turbo roundabout i Holland (Google, u.å.-d).

4.2 Utformning

I en turbo roundabout är förarna låsta till ett körfält, som visas i Figur 9 ovan. Här väljer föraren körfält utefter vilken riktning den ska åt. Det resulterar i att inga körfältsbyten utföras vilket ökar säkerheten eftersom det är där många olyckor sker. Studier visar att det sker 72% färre olyckor i turbo roundabouts jämfört med vanliga tvåfältiga cirkulationsplatser (Transoft Solutions B.V, u.d.).

Hastigheten är låg igenom en sådan cirkulation vilket medför stabilt och säkert trafikflöde, det ger en kapacitet som kan matcha en tvåfältig klassisk cirkulation med högre hastighet. En turbo roundabout sänker konfliktpunkterna från 16 ner till 10 jämfört med en vanlig tvåfältig cirkulation.

5 Hasselcirkeln

Hasselcirkeln är namnet på en ny utformningsidé av en cirkulationsplats. Syftet med den nya utformningsidén är att sänka konfliktpunkterna genom att minimera körfältsbyten. Den är framtagen av Sebastian Hasselblom som arbetar som trafikanalytiker på företaget WSP. Hasselcirkeln utformades utifrån en idé om säkrare cirkulationsplatser med ökad kapacitet. Hasselcirkeln är en cirkulationsplats som utgår från dagens cirkulationsplatser med dubbla körfält. Inspiration är hämtat från turbo roundabouts i Holland samt dagens turbinmålade cirkulationer.

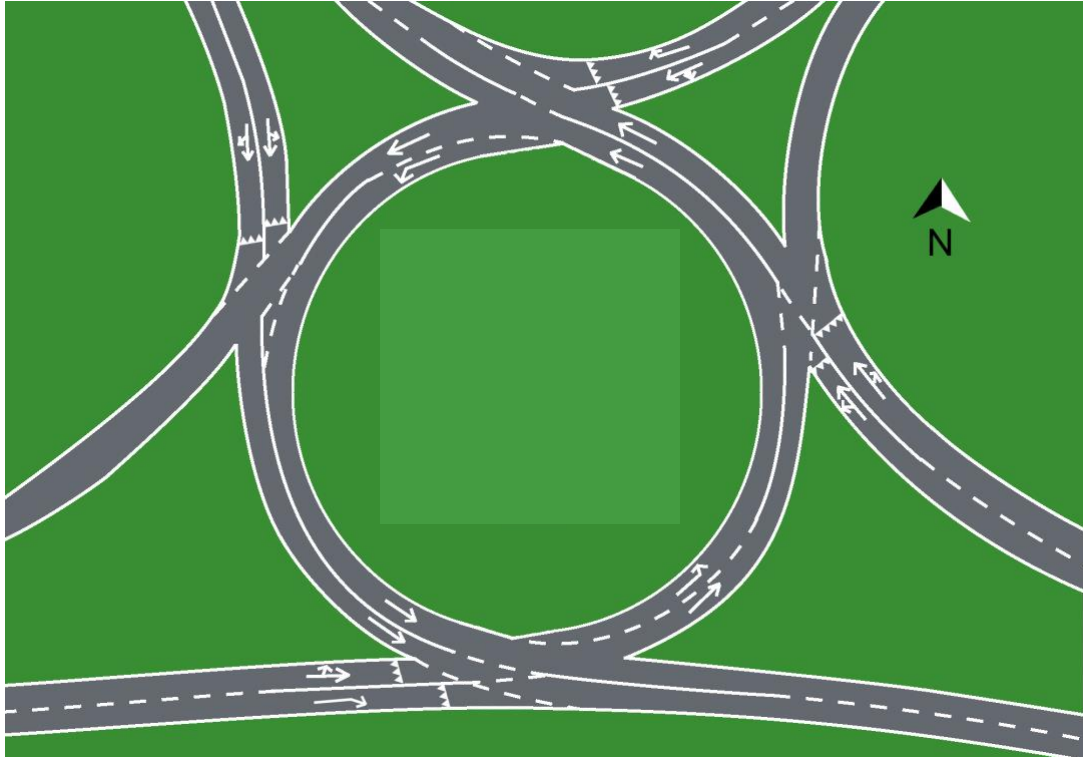
5.1 Fysisk utformning

Den nya utformningsidén är tänkt att kunna implementeras på dagens cirkulationsplatser med hjälp av viss ombyggnad och utbyggnad. Genom att måla om körfält och bredda körfälten där det behövs kommer en komplett ombyggnad att kunna utföras.

Hasselcirkeln är uppbyggd på så sätt att den som kör i cirkulationsplatsen inte ska behöva byta fil en enda gång såvida trafikanten i fråga inte behöver göra en U-sväng eller har missat sin avfart. Körfältsuppbyggnaden visas nedan i Figur 10. Genom en sådan här uppbyggnad kan konfliktpunkterna skäras ned drastiskt. En utformning som är vanlig idag har 28 konfliktpunkter, Hasselcirkeln har i stället 18. Det är en minskning med ungefär 36%.

I Hasselcirkeln väljer föraren körfält innan cirkulationen beroende på vilket håll föraren ska åt. Detta eftersom avskiljarna mellan körfälten inte kommer vara tillåtna att korsas såvida det inte är nödvändigt som för utryckningsfordon eller större specialfordon.

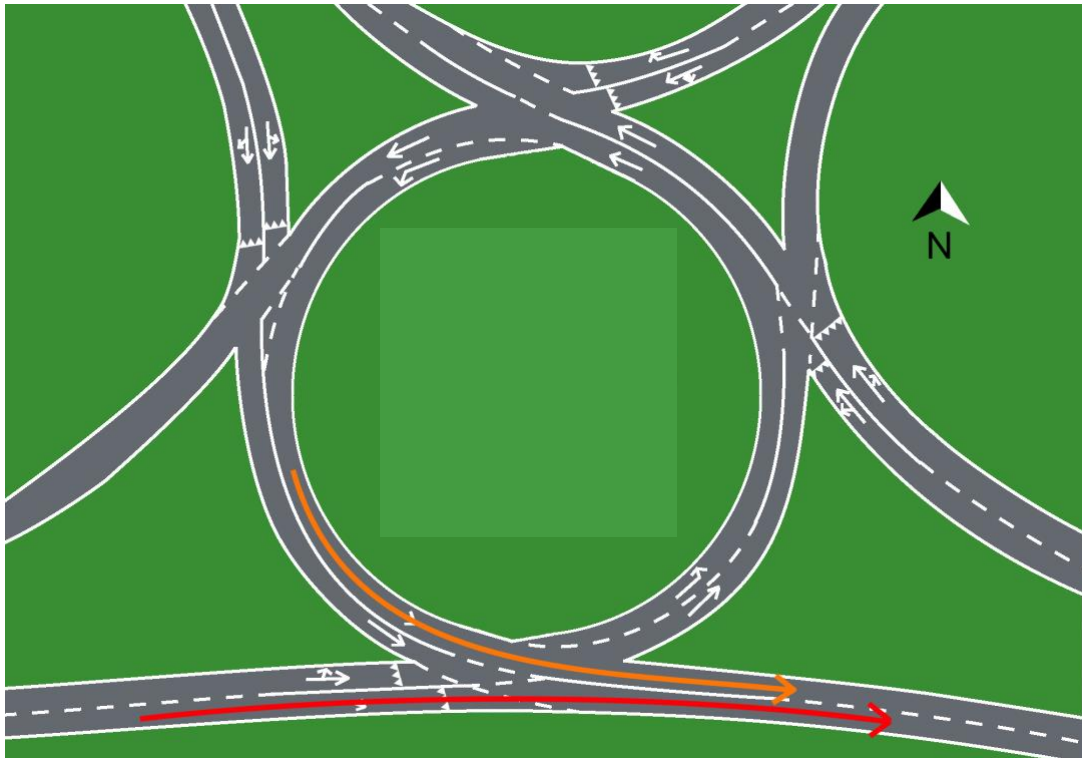
Cirkulationen kommer vara utan tilläggstavlor för väjningsplikt vilket innebär att förarna själva kommer få bedöma vilka bilar de behöver väja för och inte. Viktigt att påpeka är att de trafikanter som kör in i cirkulationen har, juridiskt sätt, väjningsplikt mot alla fordon i cirkulationen, däremot kommer det finnas heldragna linjer och tydlig uppdelning på körfälten som underlättar bedömningen.



Figur 10: Exempel på utformning av Hasselcirkeln.

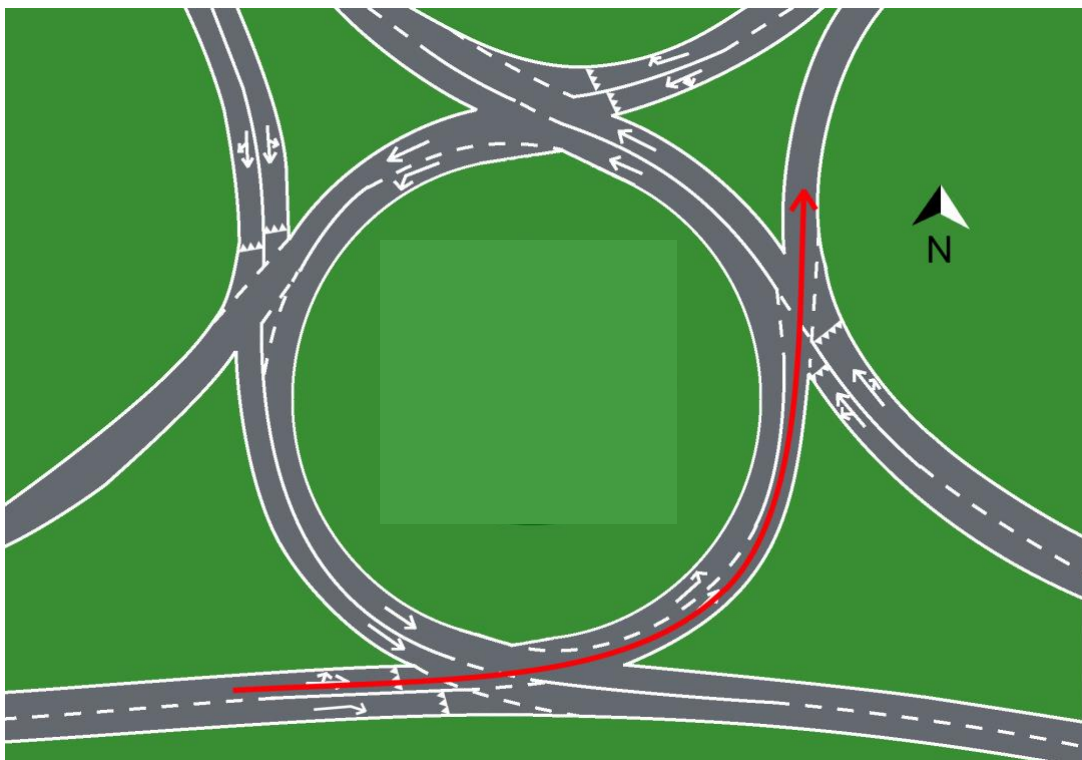
5.2 Körexempel

En bil kommer i höger körfält från väster och ska fortsätta rakt fram i östlig riktning som syns nedan i Figur 11. Föraren som kommer i östlig riktning har bara väjningsplikt för de som kommer i det yttersta körfältet i södergående riktning, eftersom körfälten har en heldragen linje mellan dem och det inre körfältet får en egen utfart. Föraren som visas med röd färg kan därför köra ut samtidigt som trafikanterna som kommer i det inre körfältet markerat med orange färg.



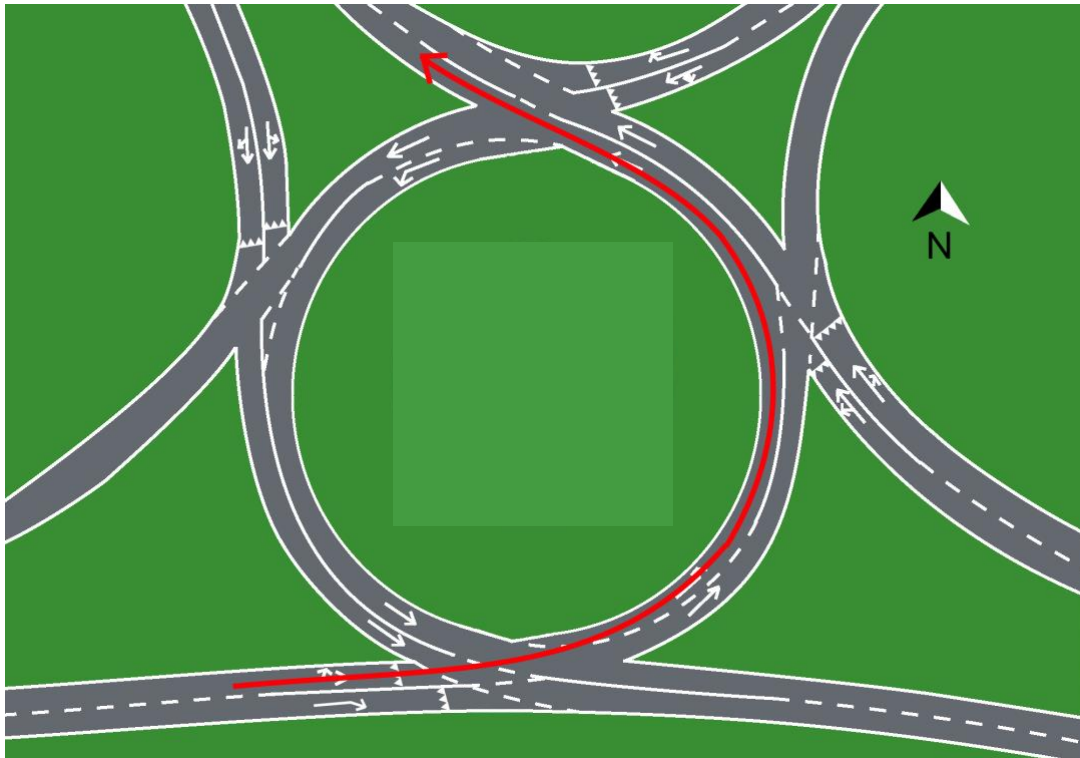
Figur 11: Köra rakt förbi Hasselcirceln.

Ska bilen i stället norrut lägga sig föraren i det vänstra körfältet som syns i Figur 12 nedan. Då är det väjningsplikt till båda södergående körfälten när bilen åker in i cirkulationsplatsen men föraren kan svänga ur cirkulationen utan att behöva byta fil, vilket minskar antalet riskfyllda moment.



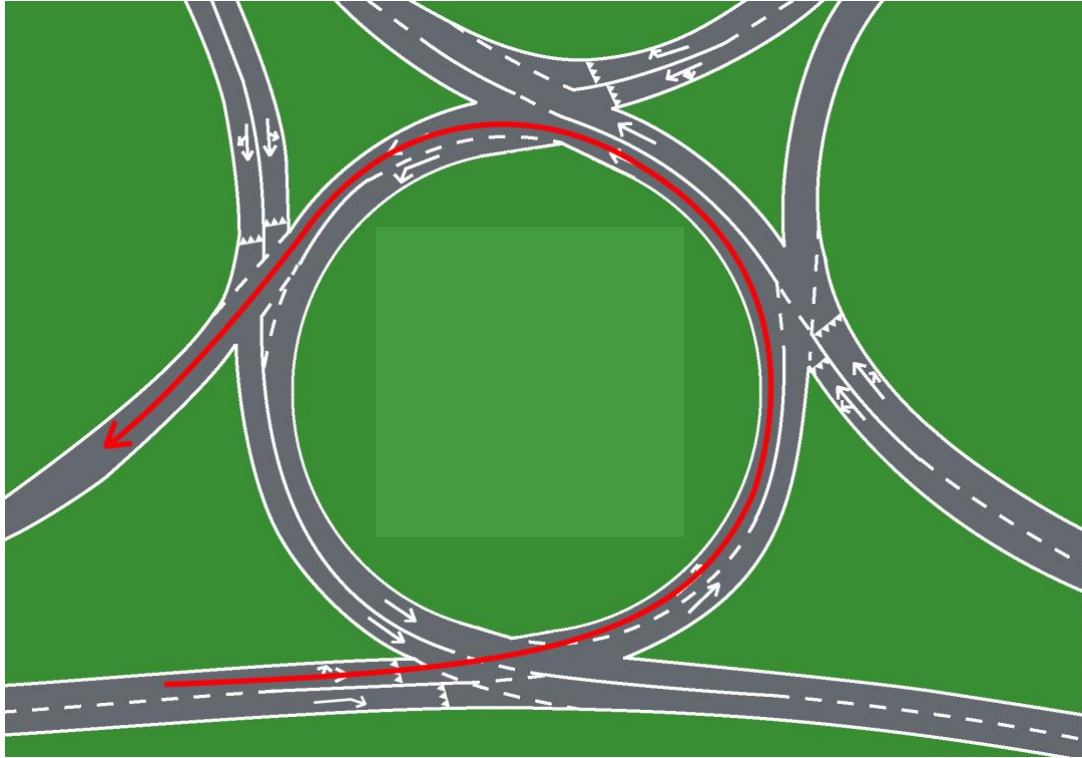
Figur 12: Köra ut ur höger utfart ur Hasselcirceln.

Om föraren i stället ska åka i nordvästlig riktning som visas i Figur 13 nedan, placerar sig då även här föraren i det vänstra körfältet innan cirkulationsplatsen och svänger sedan in i det nya framväxande körfältet inne i cirkulationen. Ett sådant körfältsbyte stör inte någon annan bil i cirkulationsplatsen och ett säkert byte kan genomföras. När avfarten sen kommer kan föraren svänga ut medan bilar som kommer körandes i höger körfält ifrån norrgående riktning kan försätta nordväst utan att behöva ta hänsyn till föraren som kör ut ur cirkulationsplatsen.



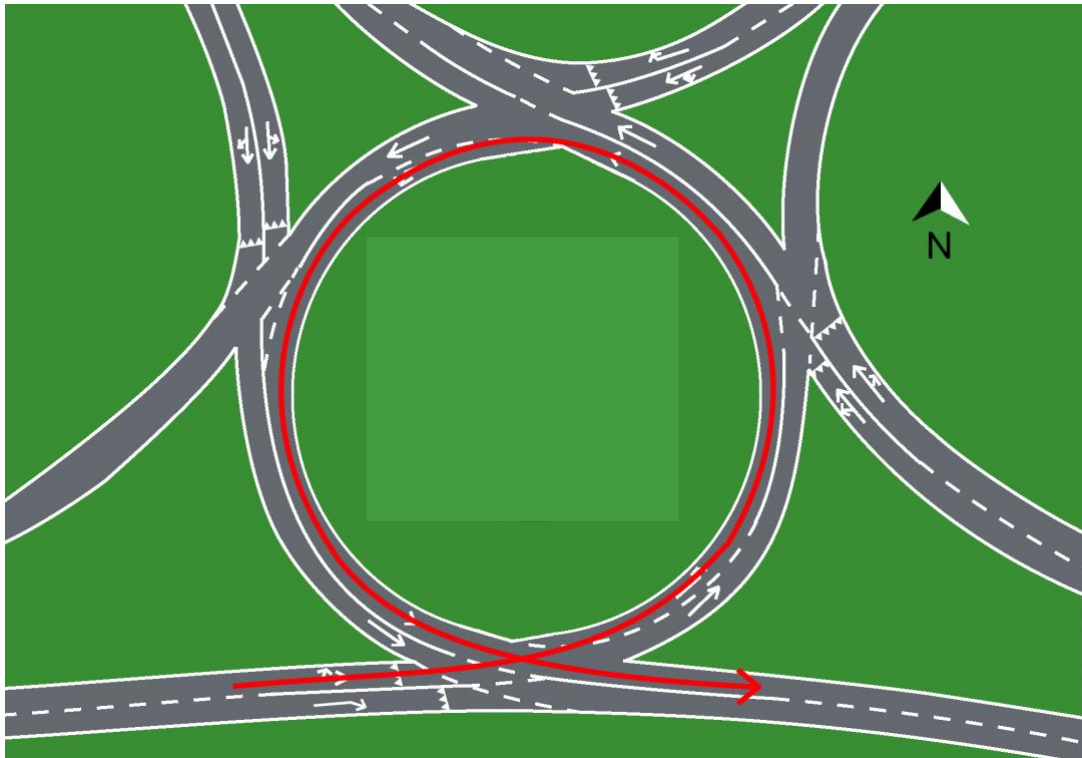
Figur 13: Köra ut ur vänster utfart ur Hasselcirkeln.

Om föraren hamnat fel och behöver göra en U-sväng likt Figur 14 nedan finns den möjligheten. Eftersom det är lockande att följa innerkanten av cirkulationen om en U-sväng behövs finns en mindre avböjare innan körfältet som växer fram för att få föraren att fortsätta i rätt körfält i stället för att lockas in i det nya.



Figur 14: Utföra en U-sväng i Hasselcirkeln.

Skulle en förare missa sin avfart som i Figur 15 nedan, där bilen egentligen skulle legat i höger körfält och bara fortsatt rakt fram går det att fortsätta runt. Genom att byta in till det nya framväxande körfältet på den norra sidan av cirkulationsplatsen, liksom det bilarna gör tidigt om de ska i nordvästlig riktning eller göra en U-sväng, kan föraren ta sig tillbaka till den tänkta rutten och fortsätta sin resa på ett säkert sätt. Men det filbytet de behöver göra sker utan att riskera kollision med andra trafikanter.



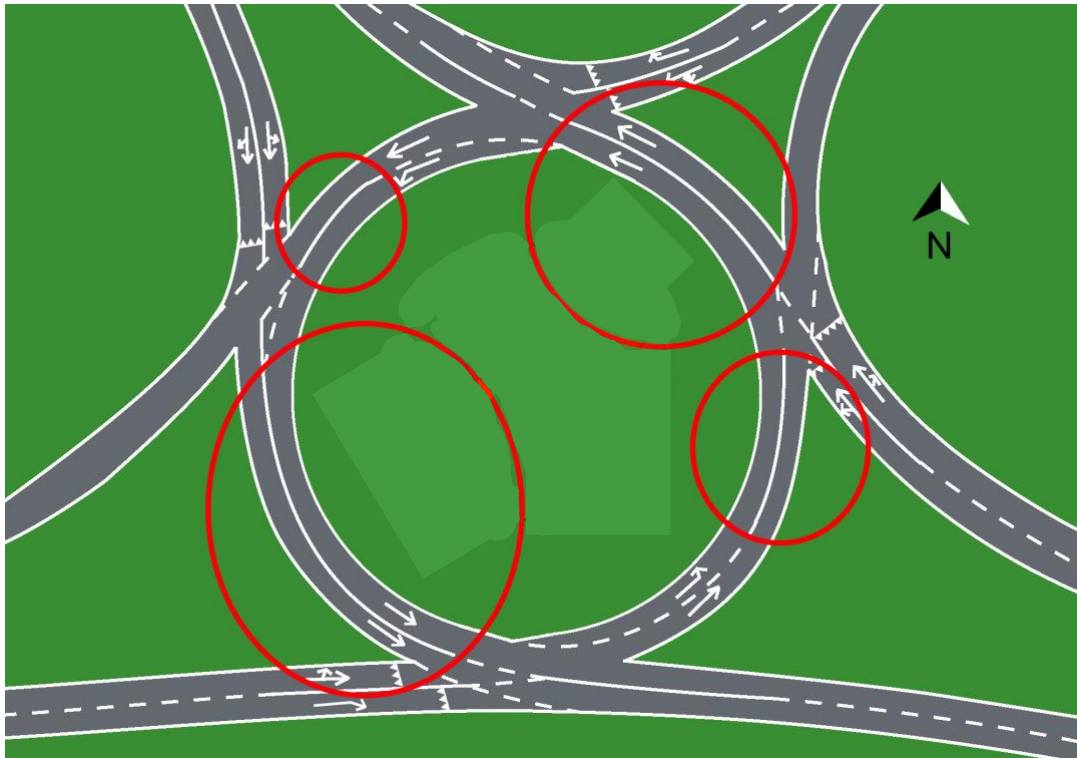
Figur 15: Köra tillbaka ut på samma väg man kom ifrån i Hasselcirkeln.

5.3 Avskiljande heldragen linje eller annat?

Indelningen av körfält i en cirkulationsplats kan se annorlunda ut beroende på vilken plats i världen du befinner dig i. Hasselcirkeln kommer vara uppdelad på ett lite annorlunda sett körfältsmässigt jämfört med de nuvarande cirkulationsplatserna i Sverige, vilket kan leda till att körfälten behöver skiljas av på ett annorlunda sätt för att tydliggöra körningen för trafikanterna. Flera exempel på sådana avskiljare finns, några av dem kommer diskuteras nedan.

5.3.1 Avskiljande heldragen linje

Som syns nedan i Figur 16 är det de heldragna linjerna mellan körfälten i cirkulationsplatsen som är under diskussion. Är det nog för att skilja trafikanterna från varandra och hindra dem från att byta körfält när de inte är tillåtet.



Figur 16: Heldragna linjer i Hasselcirkeln.

En cirkulationsplats främsta mål är att öka kapaciteten i korsningen. Därför är det viktigt vid projektering att ta hänsyn till alla olika dimensionerande fordon som ska kunna passera igenom cirkulationen utan framkomlighetsproblem. Dimensionerande fordon kan vara uttryckningsfordon i form av brandbilar, lastbilar med påhågs- eller släpvagn (Lps) eller en 4-axlig buss (LBn). Fordon av den här storleken behöver en körfältsbredd och svängradie större än för en normal personbil.

5.3.2 GCM-stöd

För linjerna i cirkulationen som markerats ovan i Figur 16 skulle GCM-stöd kunna vara användbart, likt de nedan i Figur 17. GCM-stöd med en höjd >40mm, detta för att stoppa bilar från att gena, ihop med vikbara stolpar med reflex på (Benders Sverige AB, u.d.). Höjden får dock inte bilda en oöverkomlig barriär helt och hållet, speciella fordon måste kunna köra över dem i nödfall. Stolparna kan placeras på ett mellanrum på runt 12-13m. Stolparna är viktiga vid tillfällen då det är dålig sikt och mycket snö, dock är det vikbara vilket underlättar när fordon med extra breda laster eller specialfordon måste passera över dem. Det skulle ge en tydlig barriär vilket skulle styrka Hasselcirkelns säkerhet och bidra till färre onödiga och farliga filbyten. (Benders Sverige AB, u.d.).



Figur 17: Exempel på GCM-stöd (Google, u.å.-a).

5.3.3 Vikbara stolpar

Om GCM-stöd utesluts skulle ett alternativ kunna vara att bara ha vikbara stolpar med reflex likt Figur 18 nedan. Då kvarstår de positiva effekterna som stolparna ger vid dålig sikt och dåligt väglag med mycket snö. Men eftersom de har den fällbara funktionen är det inga problem om större fordon med bred last behöver komma igenom cirkulationen.



Figur 18: Exempel på vikbara stolpar och heldragen linje (Google, u.å.-e).

Ett annat alternativ är att, likt dem har i Holland endast använda sig av GCM-stöd som visas nedan i Figur 19. GCM-stöden är av en bågliknande form som gör att plogningsbilar samt större fordon fortfarande kan komma över dem men de

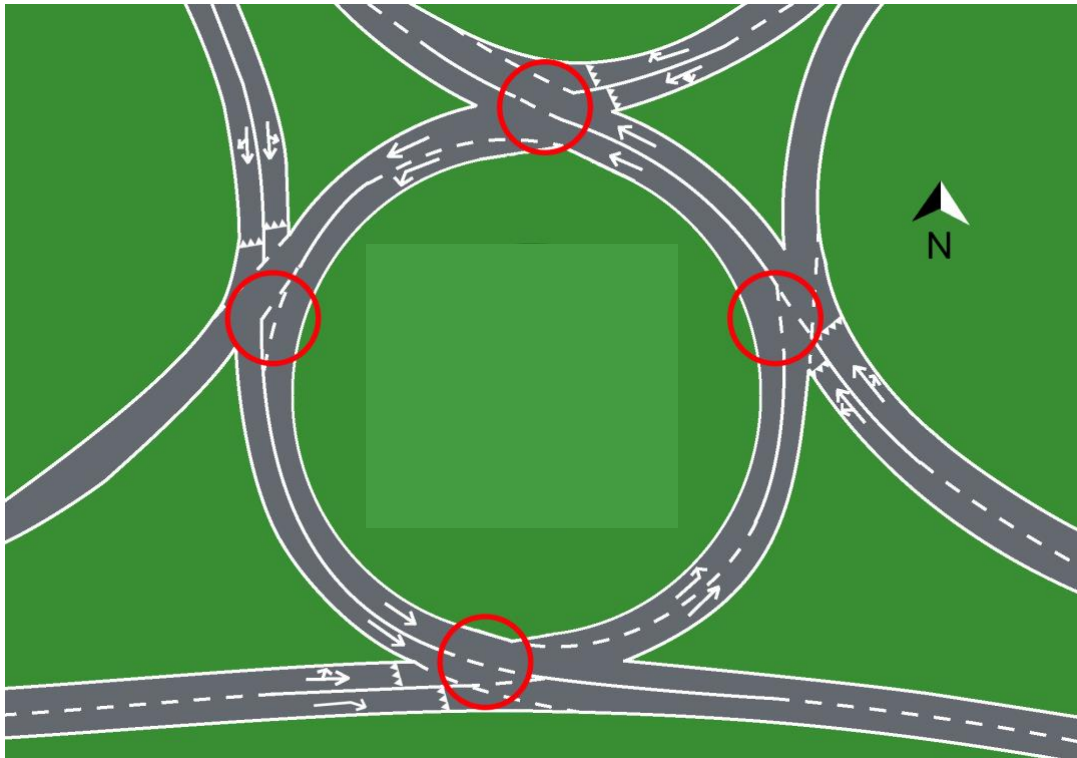
utgör fortfarande en fungerande barriär, de har en bredd på 30cm samt en höjd på 7cm (Perrinin & Baranowski, 2017).



Figur 19: Avskiljare Holland, Turbo roundabout (Google, u.å.-d).

5.3.4 Heldragen- och streckad linje tillsammans

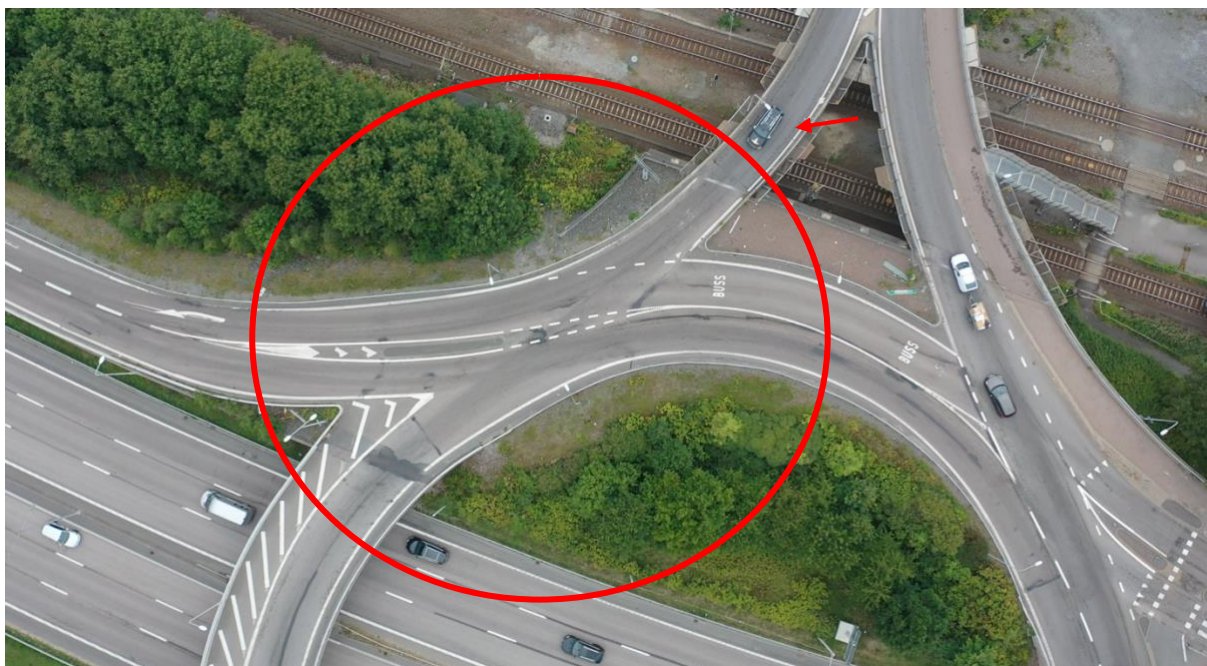
Vid områden som visas nedan i Figur 20 är det viktigt att alla trafikanter förstår hur de ska köra. Här är en möjlighet att sätta en heldragen linje på höger sida i det inre körfältet, medan det är en streckad linje på vänster sida i det yttre körfältet likt Figur 19 ovan. Idén kommer ursprungligen från turbo roundabouts i Holland. Det ger en tydlig signal till föraren som befinner sig i cirkulationen att ett körfältsbyte inte är tillåtet, men för trafikanten som ska in i cirkulationen från påfart är det tillåtet att korsa linjen. Det ger också en bättre chans för trafikanten i fordonet i ytterfilen att förstå att denne inte har väjningsplikt för bilar i det inre körfältet.



Figur 20: Streckade linjer i Hasselcirkeln.

5.3.4.1 *Slutsats om heldragen linje som avskiljare*

I flera cirkulationsplatser idag syns tecken på att en ensam heldragen linje är nog för att få trafikanterna som kör i cirkulationsplatser att förstå vart de ska och vem som har väjningsplikt. I Munkebäcksmotet som nämns ovan finns en cirkulationsplats som har heldragna linjer med efterföljande spärrfält och refug, se Figur 21 nedan, för att klargöra trafikreglerna i den specifika cirkulationen. Här är det likt Hasselcirkeln på så sätt att om bilen som kommer uppifrån bild ska svänga direkt vänster är det enbart bussen som föraren behöver väja för. Andra trafikanter som kommer och ska åt vänster ligger redan i innerfilen och slussas där med ut i vänster körfält. Efter analys av drönbilder syns det tydligt att den absolut största delen förare som passerar i just den här cirkulationsplatsen förstår att dessa två körfält kan köra ut samtidigt.



Figur 21: Drönbild över Munkebäcksmotet.

Här är en sekvens av många från drönbilderna som studerats, sekvensen visar tydligt att heldragna linjer fungerar i en trafiksituation som denna. Som visas i Figur 22 nedan är det flera bilar som ska ut från cirkulationen i västgående riktning, samtidigt som flertalet bilar kommer uppifrån och ska ner åt väster. Här kör de samtidigt på ett kontrollerat och säkert sätt.

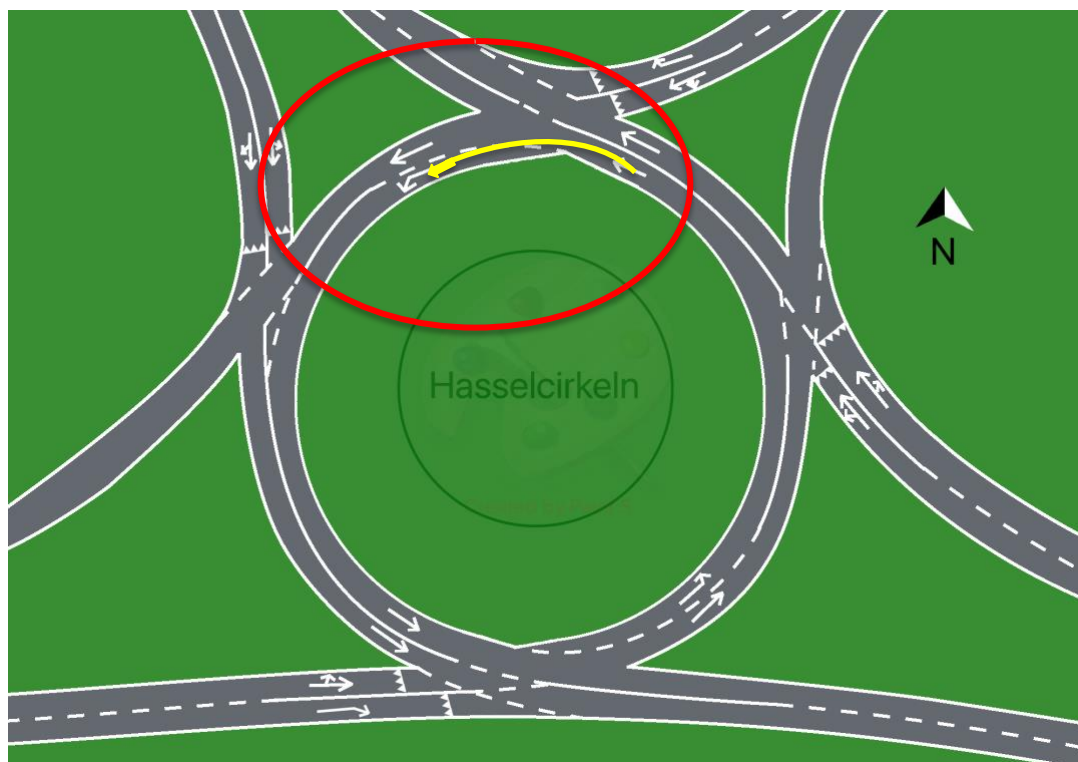


Figur 22: Munkebäcksmotet.

5.4 Turbinmålning

Som tidigare nämnts kommer det finnas turbinmålning i Hasselcirkeln. Diskussion har framkommit angående risken att glida av vägen vid den snäva vinkeländring som föraren behöver ta vid ett körfältsbyte till det turbinmålade körfältet. Som illustreras med den gula linjen nedan i Figur 24 så är det en snävare vinkeländring att köra in till det turbinmålade fältet än att fortsätta i samma körfält. Det borde dock inte vara något problem då vi redan ser snäva vinklar i mindre cirkulationer samt cirkulationer med oval utformning. I ovala

cirkulationer ändras radien i cirkulationen likt den gör vid ett turbinmålade körfältsbyte.

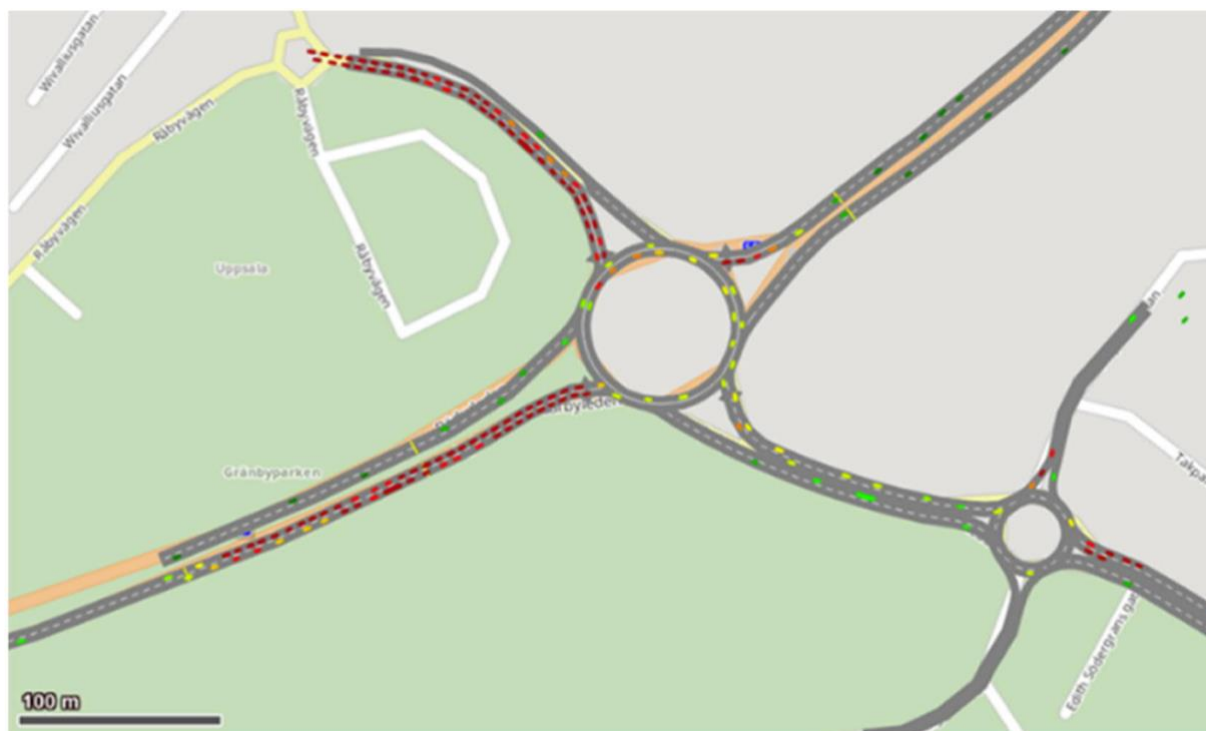


Figur 23: Sväng in i det turbinmålade fältet.

5.5 Framkomlighet

Att öka kapaciteten i cirkulationsplatser är en av de stora anledningarna till att idén om Hasselcirkeln växte fram. Köbildning är ett problem på många olika sätt idag, när bilar, bussar och lastbilar står och trängs i långa rader är det väldigt ineffektivt miljömässigt (Janhäll & Carlson, 2017). De bidrar till stora onödiga utsläpp och stressande moment i trafiken vilket kan leda till olyckor. Att få bort köerna i så stor utsträckning som möjligt är väldigt bra. Det minskar utsläppen av koldioxid till atmosfären vilket är ett av vår tids största problem. Kollektivtrafiken gynnas på så sätt att minskad kötid leder till minskad körtid. Det får positiv effekt genom att fler tar bussen i stället för sitt eget fordon. Det leder även till mindre stressande moment vilket betyder att färre personer riskerar att hamna i olyckor av olika slag i trafiken.

Kapaciteten påverkas av många faktorer. Storlek på cirkulationsplatsen, den specifika utformningen för just den platsen, flödenas uppdelning och storlek och liknande. Nedan i Figur 25 visas bilder och fakta från mikrosimulering från programvaran VISSIM. Här har en jämförelse gjorts mellan en vanlig tvåfältig cirkulationsplats och Hasselcirkeln. Simuleringarna har gjorts på en cirkulationsplats som redan finns i Sverige med riktiga flöden som är uträknade utifrån studerade drönbilder.



Figur 25: Stillbild från VISSIM över en cirkulationsplats i Uppsala vid Bärbyleden.

I Figur 25 ovan syns det en tydlig köbildning i de nedre samt övre vänstra körriktningarna in i cirkulationen. Det är en redan befintlig cirkulation med framkomlighetsproblem. Vid cirkulationer som den här kan Hasselcirkeln vara en billigare alternativlösning på problemet i stället för att till exempel behöva bygga ut vägsystemet vilket är ett både ekonomiskt och miljömässigt större projekt.

I Figur 26 nedan syns samma cirkulation som ovan, nu med en utformning som utgår ifrån Hasselcirkelns koncept. Där har det inre körfältet juridiskt sätt väjningsplikt för båda fälten men uppbyggnaden av cirkulationen gör att det yttre körfältet kan köra samtidigt som det inre körfältet genom de heldragna linjer som förbjuder körfältsbyten i cirkulationen. Här syns det att det ökar framkomligheten och minskar köbildningen markant. Genom generell VISSIM körning syns en kapacitetsökning på 22% jämfört med en oförändrad cirkulation. Det är ett mycket positivt resultat.



Figur 26: Stillbild från VISSIM över en implementering av Hasselcirkeln i stället för den nuvarande cirkulationsplatsen i Uppsala vid Bärbyleden.

5.6 Ombyggnation

För att implementera Hasselcirkeln där en redan befintlig cirkulationsplats befinner sig behövs inga större åtgärder. Det kan hända att körfälten behöver breddas något och att på- och avfarterna behöver byggas om. Detta anses som billiga alternativ jämfört med kostnaderna för att leda om trafiken på nya vägar eller bygga nya mycket större cirkulationer.

6 Förarens beteende i trafiken

Säkerheten är alltid prioritet i trafiken. Sverige har en nollvision vilken innebär att ingen ska dödas eller skadas allvarligt i trafiken (Trafikverket, 2022).

Ansvar för olyckor kommer alltid ligga delat mellan utformarna och användarna av trafiksystemet. Därför måste fordon, gator och vägar anpassas och utformas efter alla människors olika förutsättningar.

Förarna som framför fordon på vägarna är de som påverkar framkomlighet och säkerhet och det är därför viktigt att kunna förstå skyltar och vägmarkeringar. Det finns olika faktorer som skapar olika förutsättningar för varje enskild förare som kommer gås igenom i det här avsnittet men även om hur förarna påverkas av att man skulle implementera Hasselcirkeln.

6.1 Åldersbetydelse

I en jämförelse med äldre förare anses yngre förare köra mer aggressivt och vara mer benägna att ta risker i trafiken (Selander & Sandin, 2021). I stället förekommer specifika misstag hos de äldre, exempelvis att man inte upptäcker skyltar eller tar fel körfält i en cirkulationsplats. Det förekommer att alla individer gör sådana misstag men då i mindre utsträckning. Äldre förare gör mest kortare resor inom tätbebyggda området och olyckorna har skett nära hemmet och mitt på dagen. I en australiensk studie jämfördes äldre förare med medelålders förare som varit inblandade i olyckor. Det framkom att olyckorna främst hade varit sidokollisioner och att stor del av olyckorna hade skett i korsningar som ligger i tätorter. Några av olyckorna berodde på att förarna inte hade lämnat företräde, 43%, eller att föraren inte varit uppmärksam, 22%. Enligt en studie där man studerade olyckor i korsningar och dess orsaker framkom det att det var vanligare att förare över 80 år inte hade varit uppmärksamma på sina medtrafikanter.

I en jämförelse med yngre förare är äldre förare mer inblandade i olyckor vid sidokollisioner och korsningsolyckor (Selander & Sandin, 2021). Flera studier visar att vanliga olyckor där äldre förare är inblandade sker i komplexa trafikmiljöer och där högre kognitiva funktioner krävs. Det vill säga i miljöer där man behöver göra flera saker samtidigt. Ett sådan miljö kan vara när man behöver vara uppmärksam på sina medtrafikanter samtidigt som man manövrerar, och ett bra exempel på det är i en cirkulationsplats.

6.2 Hälsotillstånd

Det är inte åldern som orsakar trafikolyckorna men snarare funktionsnedsättningar som orsakas av åldersrelaterade sjukdomar. Vissa funktionsnedsättningar och sjukdomar bland äldre har en tydlig koppling med att kunna påverka körförmågan. I en australiensk studie framkom det att 23 % av trafikolyckorna kan ha orsakats av medicinska tillstånd som förarna hade (Selander & Sandin, 2021). Vissa sjukdomar förekommer även hos yngre men till exempel demens, MS och Parkinson är mer vanligt bland äldre som kan påverka säkerheten i trafiken och det är även dessa sjukdomar som har högst olycksrisk

bland kroniska sjukdomar. Det är även vanligare att många äldre har fler än en sjukdom till skillnad från yngre förare. I en norsk/svensk studie där olycksinblandning undersöktes framkom det att sjukdom var två gånger så vanligt hos äldre personer som orsak till olyckan än bland de yngre. Synen är även mycket viktigt för att kunna framföra ett fordon och äldre har i de allra flesta fall har nedsatt syn på grund av ålderssyntet.

Det är därför viktigt att man är medveten om eventuella hälsotillstånd som kan påverka körningen och då redan innan planera i förväg, resans gång. I allra värsta fall kan man behöva avstå från att köra för sin egen och andras säkerhet.

6.2.1 Trötthet

Sömnbrist och trötthet är enligt världshälsoorganisationen överst på listan av dödsorsaker i trafiken för unga människor i ålder 15–29 år (Mårtensson et al., 2019). Varje år dör cirka 1.25 miljoner människor i trafiken, ungefär 10–20 procent av dessa är relaterade till trötthet. Ett stort problem är att även om människorna bakom ratten vet att de är trötta, så fortsätter många att köra ändå.

Tröttheten hos en förare påverkas av många faktorer, ålder, kosten, stress men även olika medicinska tillstånd (Ahlström et al., 2018). Saker i trafiken påverkar tröttheten och vakenheten hos förare och det är saker som ljusförhållandena, vägens kurvatur samt trafiken runt om. Här är det viktigt att lysa upp med hjälp av gatlampor samt att utforma cirkulationsplatsen på ett sätt som gör att uppmärksamheten höjs hos förare som närmar sig som tidigare nämnts.

6.2.2 Stress

Svenskar är mer stressade i trafiken idag än för 10 år sedan, så många som tre av fyra bilägare tycker att det är stressigt i trafiken enligt en undersökning gjord av företaget Sifo (Åhlander, 2017). Med tidens gång har trafiken ökat i Sverige, framför allt i städerna. Det ger ökade köer vilket medför frustration och stress i trafiken. Trafiken idag kräver ett stort samarbete eftersom det är krångligare att ta sig fram, en effekt som i stället har ökat är ilskan hos trafikanter som blir stillastående och utsatt för andra förseningsmoment. I Sifos undersökning framkommer det även att 70 procent av deltagarna har blivit utsatta för ilska från medtrafikanter av olika slag. En förbättring av kapaciteten är en väldigt viktig del i en av många lösningar på problem som dessa, något som Hasselcirkeln kommer att bidra med.

6.2.3 Kognitiva nedsättningar

Kognitiv svikt kan innebära bland annat nedsatt problemlösningsförmåga, omdöme, uppmärksamhet och otillräcklig avsökning (Selander & Sandin, 2021). Med åldern blir vanligtvis reaktionsförmågan och uppmärksamheten sämre. Sjukdomar som kan påverka den kognitiva nedsättningar är bland annat demens, stroke och neurologiska sjukdomar.

6.3 Förarens beteende i en cirkulationsplats

I en cirkulationsplats behöver man vara uppmärksam på skyltar, vägmarkeringar och trafikanter.

För att komma in i en cirkulationsplats på ett säkert sätt behöver man redan innan veta vart man ska för att kunna orientera sig med hjälp av vägmarkeringar och skyltar. Man behöver även kunna anpassa sig för eventuellt fordon framför och för de fordon som redan är i cirkulationsplatsen. Väl i cirkulationsplatsen behöver man ha koll på vilka körfältsbyten som eventuellt kan behöva göras och i sådana fall vara uppmärksam på fordon i de andra körfälten för att inte en olycka ska uppstå. I cirkulationsplatsen behöver man även avläsa vägmarkeringar och skyltar.

7 Diskussion och slutsats

I litteraturstudien om hur cirkulationsplatsers fysiska utformning påverkar trafikanternas beteende visas det tydligt att enfältighet är att föredra. Som tidigare nämnt finns större enfältiga cirkulationsplatser i Sverige idag men problemet är att kapaciteten är mycket lägre än i en flerfältig cirkulation. Det är därför det finns fler flerfältiga cirkulationsplatser som är av en större diameter än enfältiga och av resultaten i VISSIM har det visats att en Hasselcirkel skulle öka kapaciteten ytterligare. Hasselcirkeln liknar en enfältig cirkulation i körstilen även om den är flerfältig på grund av att förarna inte kan byta fil utan placerar sig efter planerad körning och därför kan litteraturstudien stärka rapportens simuleringar om säkerhet- och kapacitetsökning samt trafikanalyseringarnas resultat.

Att öka framkomligheten i cirkulationsplatser är en av de stora anledningarna till att Hasselcirkeln togs fram. I VISSIM simuleringarna visade det sig att framkomligheten ökade med 22 % vilket är en markant skillnad mot de nuvarande cirkulationsplatserna och ett tydligt bevis på hur fördelaktig en Hasselcirkel hade varit för Sveriges infrastruktur. Detta är möjligt på grund av att bilarna i det yttre körfältet kan köra samtidigt som bilarna i det inre körfältet, även om de har juridisk väjningsplikt mot bilarna i det inre körfältet förhindrar de heldragna linjerna dem från att kollidera. Framkomligheten har en stor positiv miljöeffekt som tidigare nämns då det bildas färre köer vilket minskar tiden bilar och andra fordon befinner sig i trafiken. Det kommer leda till mindre koldioxidutsläpp.

Av trafikanalyseringarna i Bärbyleden och Tpl Lund norra visar resultaten att portaler och vägmarkeringar bör finnas ur säkerhetssynpunkt och att nästan olyckor och förvirring ofta sker vid avfart ur cirkulationsplatser där man kan välja fritt vilket körfält man får köra ut ur, alltså de som saknar portaler med väganvisningar. På Bärbyleden, som saknar väganvisningar innan påfarterna, gjorde 2% av förarna en vänstersväng från höger körfält. På Tpl Lund Norra där det finns väganvisningar som inte ger förarna alternativet att göra en vänstersväng i höger körfält var det endast 0.35% som gjorde det. Det är en klar förbättring då det är enligt praxis att inte göra en vänstersväng från det högra körfältet i en flerfältig cirkulation. I det vänstra körfältet syns även olikheter. I cirkulationen på Bärbyleden körde 38% av förarna rakt fram från vänsterfilen, det gör att dem måste korsar högerfilen på utvägen vilket medför ett riskabelt moment. I Tpl Lund Norra kan vi utläsa att 40% valde att köra rakt fram i vänsterfilen. Något att ta hänsyn till är att i en skyltad cirkulation som Tpl Lund Norra är det med rätt enligt skyltning att förarna kan köra rakt fram då de har vetskapen att högerfilen endast är skyltad rakt fram och en vänstersväng inte är rekommenderad. Det vi såg var att nästan olyckor sker mer sällan i en skyltad cirkulationsplats då förarna har mer information att tillgå vid valet av körfält innan de kommer fram till cirkulationen. Därför är en portal innan varje påfart av Hasselcirkeln varit att rekommendera, det ett stort steg för Sveriges utveckling och skapar större säkerhet för trafikanter.

När det gäller utformningen av Hasselcirkeln är refuger vid på- och avfarter att föredra då det delar upp trafiken på ett tydligt sätt och bildar platser där eventuell GC-trafik kan korsa på ett säkert sätt. De minskar även risken för ett felaktigt körfältsbyte av förare som ska ut ur cirkulationen. Refuger rekommenderas speciellt på platser där två körfält kör av mot en avfart. Heldragna linjer kommer räcka inne i cirkulationen för att dela av trafiken. Det finns många exempel i trafiken där heldragna linjer är tillräckligt. Ett exempel är en avfart i Munkebäcks motet som diskuteras ovan. Där delar heldragna linjer av körfälten likt en Hasselcirkel och analyser visar tydligt att förare förstår och tar hänsyn till dessa vilket ger ett bra och säkert flöde ut ur cirkulationen. Om plats för ett spärrfält finns är det att rekommendera i stället. Ett spärrfält kan bestå av linjer med inre sned målning eller ett helt vitt ifyllt fält som markerar icke körbar yta. Spärrfält är speciellt viktiga innan refuger vid avfarterna eftersom även dem minskar risken för att förare gör ett felaktigt körfältsbyte när de ska ut ur cirkulationen. Det ger även en väldigt god framkomlighet för större fordon som till exempel räddningstjänsten eller snöröjningen kan behöva. Hasselcirkeln utgår dock från idén om att alla fordon ska kunna hålla sig inom sina körfält vilket gör att spärrfälten endast borde implementeras då det verkligen finns nog med plats. De bör inte förekomma något större slitage på linjerna. Inte mer än vad nuvarande linjer i trafiken utsätts för vilket håller ned kostnaderna för underhåll. Bredden på många cirkulationsplatser som eventuellt hade byggts om till en Hasselcirkel hade kunnat räcka till för spärrfält, om inte så finns det de heldragna linjerna som inte behöver någon större yta jämfört med befintlig sträckning mellan körfälten. Endast mindre utbyggnader för refuger, spärrfält innan refugerna och turbinmålning hade behövts. Det visar att goda ekonomiska möjligheter finns för ombyggnad då det inte är större ändringar som behöver göras.

Som nämnt i kapitlet om psykologi är det till störst del äldre som drabbas av olika hälsotillstånd och har därför lättare att orsaka olyckor på grund av det. De har även svårare att anpassa sig efter förändringar, som implementering av Hasselcirkeln skulle innebära. Den stora skillnaden är att man inte ska utföra körfältsbyten vilket man förstår genom att avläsa skyltar och vägmarkeringar som också finns i en vanlig cirkulationsplats och de heldragna linjerna som kommer finnas likt vanliga vägar där de ej får överträdas. Alltså är inte förändringarna så stora och bör inte påverka de med sämre hälsotillstånd. Turbinmålning kan hittas i cirkulationsplatser idag, som i exempelvis Munkebäcks cirkulationsplats, och är därför inte helt okänt för dagens förare. Tiden då olyckor är mest sannolikt är under uppbyggnad och strax efter, därför rekommenderas noggranna förberedelser genom spridning av information till berörda folkgrupper i närheten, väl tilltagna åtgärder under tiden av byggnationen som hjälper trafiken genom eller runt arbetsplatsen på ett bra och säkert sätt. Det finns kvar vissa fartsänkande åtgärder en tid efter att byggnationen är klar då det tar ett tag för trafikanterna att vänja sig vid en ny utformning och ett lite annorlunda körsätt.

En implementering av Hasselcirkeln skulle underlätta för förare med sämre hälsotillstånd eller kognitiva nedsättningar då körfältsbyten inte behöver utföras. Förarna som ska köra genom cirkulationen har tid att planera sin resa

innan de kör in i cirkulationsplatsen genom att placera sig i rätt körfält innan infart och på så sätt kommer dem kunna ligga kvar i samma körfält tills de kör ur cirkulationsplatsen för att sedan kunna fortsätta sin resa. De behöver fortfarande vara uppmärksam på trafikanter i de andra körfälten men inte i samma utsträckning då kollisionspunkterna är färre än i en vanlig cirkulationsplats, som är bevisat genom en undersökning av Sebastian Hasselblom. Stöd från Hollands Turbo roundabouts finns då undersökningar har visat att kollisionspunkterna är färre och ger upp till 72% färre kollisioner. Man behöver inte heller sakta ned för att anpassa sig efter andra fordon som utför körfältsbyten vilket innebär en ökad framkomlighet i trafiken. Utifrån detta kan det förväntas att Hasselcirkeln kommer ge en mycket god säkerhet och trygghet jämfört med nuvarande cirkulationer i motsvarande storlek.

Fördelarna är stora enligt analyseringarna av Hasselcirkeln och det skulle kunna vara en av framtidens stora vinningar för trafiken.

8 Referenser

- Ahlström, C., Anund, A., Fors, C., & Åkerstedt, T. (2018). Effects of the road environment on the development of driver sleepiness in young male drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 112, 127-134.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.01.012>
- Benders Sverige AB. (u.d.). *Spikma GCM-stöd*.
<https://www.benders.se/sortiment/infrastruktur/trafikprodukter/vagk ompletteringar/gcm-stod/>
- Google. (u.å.-a). [*GCM-stöd*]. Retrieved 2 maj from <https://www.google.se/maps>
- Google. (u.å.-b). [*Munkebäcksmotet*]. Retrieved 2 maj from <https://www.google.se/maps>
- Google. (u.å.-c). [*Skyltning Tpl Lund Norra*]. Retrieved 2 maj from <https://www.google.se/maps>
- Google. (u.å.-d). [*Turbo roundabout i Holland*]. Retrieved 2 maj from <https://www.google.se/maps>
- Google. (u.å.-e). [*Vikbara stolpar på heldragen linje*]. Retrieved 2 maj from <https://www.google.se/maps>
- Hasselblom, S. (2021). *Webbseminarium 211110 – Framtidens cirkulationsplats? – Ny utformningsidé: Hasselcirkeln*. Youtube.
<https://www.youtube.com/watch?v=4Kluo-Sezvs&t=3s>
- Herland, L., & Helmers, G. (2002). *Cirkulationsplatser - utformning och funktion : svenska och utländska rekommendationer och utformningsregler jämte analys och kommentarer* (03476049 (ISSN)). (VTI meddelande, Issue. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-4884>
- Janhäll, S., & Carlson, A. (2017). *Möjligheter till minskade koldioxidutsläpp genom trafikledning : en förstudie* (03476030 (ISSN)). (VTI rapport, Issue. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-11677>
- Mårtensson, H., Keelan, O., & Ahlström, C. (2019). Driver Sleepiness Classification Based on Physiological Data and Driving Performance from Real Road Driving [article]. *IEEE transactions on intelligent transportation systems (Print)*, 20(2), 421-430, Article 8331164.
<https://doi.org/10.1109/TITS.2018.2814207>
- Perrinin, J., & Baranowski, B. (2017). *Turbo roundabouts – Netherlands study tour*. https://www.westernite.org/annualmeetings/18_Keystone/Presentations/3B/3B.JOSEPH%20PERRIN.Multi-Lane%20US%20Roundabouts%20vs..pdf
- Selander, H., & Sandin, J. (2021). *Äldre bilförare : En litteraturgenomgång* (VTI PM, Issue. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-17265>
- Trafikverket. (2022). *Nollvisionen är vår ledstjärna*.
<https://bransch.trafikverket.se/om-oss/vi-gor-sverige-narmare/nollvisionen/>
- Transoft Solutions B.V. (u.d.). *What is a Turbo-roundabout?*
<http://www.turboroundabout.com/turbo-roundabout.html>
- Transportstyrelsen. (2015). *Att köra i cirkulationsplats*. B. Co.
<https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/publikationer/vag/trafikant/produkter/att-koera-i-cirkulationsplats-a5-webb.pdf>
- Wirsenius, P., Remgård, M., Ax, J., Ekman, L., Näswall, L., Andersson, F., Johansson, R., & Linderholm, L. (2021). *VGU-guiden : Vägars och gators utformning -*

Stödjande kunskap (978-91-7725-993-0 (ISBN)). (Trafikverkets publikationer, Issue.

<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:trafikverket:diva-5317>

Åhlander, J. (2017). Mer stress och ilska i den svenska trafiken.

<https://teknikensvarld.expressen.se/nyheter/bil-och-trafik/mer-stress-och-ilska-i-den-svenska-trafiken-460684/>

**INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH
SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA**

Göteborg, Sverige 2022
www.chalmers.se



CHALMERS