

# Ombygning af vejkryds

- Plantagevej/Saltgade, Ribe

---

Afgangsprojekt



Aalborg Universitet Esbjerg  
Bygge- og anlægskonstruktion

Maria Svendsen  
20144061



AALBORG UNIVERSITET  
STUDENTERRAPPORT



**Titel:** Ombygning af vejkryds – Plantagevej/Saltgade, Ribe  
**Udgivelsesår:** 2018  
**Projekt:** Diplomingeniørafgangsprojekt  
**Periode:** 23/10/17 til 10/01/18  
**Studerende:** Maria Svendsen  
**Universitet:** Aalborg Universitet Esbjerg  
**Vejledere:** Jens Schmidt, Rambøll Danmark A/S  
Søren Heide Lambertsen, Aalborg Universitet  
**Antal sider:** 89  
**Antal bilag:** 3  
**Antal appendiks:** 6



**AALBORG UNIVERSITET**  
STUDENTERRAPPORT

---

Maria Svendsen

## Synopsis

Dette projekt omhandler ombygningen af vejkrydset Plantagevej/Saltgade. Ombygningen af krydset har til formål at forbedre fremkommelighed, trafiksikkerhed og tryghed for de lette trafikanter.

Rapporten indeholder en analyse af den eksisterende situation samt behovet for en ombygning af krydset Plantagevej/Saltgade. Analysen danner grundlag for en vurdering af mulige løsningsforslag, hvoraf det bedste alternativ vælges på baggrund af en cost/benefit analyse. Krydset detailprojekteres for det bedste alternativ.

## **Forord**

Dette projekt er udarbejdet af studerende Maria Svendsen, i forbindelse med afgangsprojektet på 7. semester på Aalborg Universitet Esbjerg. Projektet er udarbejdet i perioden den 23. oktober 2017 til den 10. januar 2018. Projektet omhandler ombygning af krydset Plantagevej/Saltgade samt de trafikale problemstillinger vedrørende krydset.

Rapporten henvender sig primært til studerende, undervisere samt andre med interesse.

Tak til:

Jens Schmidt, Rambøll Danmark A/S, bistået med vejledning.

Esbjerg Kommune Vej & Park, udlevering af trafiktællinger, uheldstal og enhedspriser.

Martin Splid Svendsen, Rambøll Danmark A/S, bistået med vejledning omkring ulykkesanalyse samt barriere- og risikoeffekt.

## **Læsevejledning**

Projektet omfatter planlægning og projektering af krydset Plantagevej/Saltgade, og er inddelt i disse to overordnede emner. Rapportens struktur fremgår af indholdsfortegnelsen.

Der henvises løbende til bilag- og appendiks. Appendiks er udarbejdet af den studerende selv, og bilag er modtaget materiale. Formler der anvendes flere steder i rapporten er angivet med et nummer, der består af kapitelnummer samt formlens nummer. Figurer og tabeller er angivet på samme måde som formler, med et kapitelnummer samt figurens eller tabellens nummer. Figurer og tegninger uden kildehenvisninger er udarbejdet af den studerende selv.

Kort er hentet fra Danmarks Miljøportal, Arealinformation. Der bliver løbende henvist til tegningsmappen med et tilhørende tegningsnummer. Referencer anvendt i rapporten fremgår af afsnittet ”Henvisninger”. Andre og mere specifikke kilder er angivet i litteraturlisten med henvisning til kildens nummer i kantet parentes. Ordforklaring er skrevet i fodnoter.

## **Appendiks indeholder**

- Appendiks A: Besigtigelsesnotat
- Appendiks B: Kapacitetsberegning nuværende situation
- Appendiks C: Kapacitetsberegning løsning A
- Appendiks D: Kapacitetsberegning løsning B
- Appendiks E: Anlægsoverslag løsning A
- Appendiks F: Anlægsoverslag løsning B

## **Bilag indeholder**

- Bilag 1: Ledningsejere
- Bilag 2: Geoteknisk rapport
- Bilag 3: Trafiktællinger

## **Tegningsmappen indeholder**

- PLAN-H-TV-0000 Tegningsliste
- PLAN-H-TV-1000 Oversigtskort
- PLAN-H-TV-1001 Eksisterende forhold
- PLAN-H-TV-1002 Eksisterende oversigtsarealer
- PLAN-H-TV-1100 Situationsplan
- PLAN-H-TV-1101 Oversigtsarealer efter ombygning
- PLAN-H-TV-1102 Kørekurver sættevognstog, del 1
- PLAN-H-TV-1103 Kørekurver sættevognstog, del 2
- PLAN-H-TV-1104 Kørekurver lastbil, del 1
- PLAN-H-TV-1105 Kørekurver lastbil, del 2
- PLAN-H-TV-5200 Belægningsplan
- PLAN-H-TV-5300 Afmærkningsplan
- PLAN-H-TV-5301 Skilteplan
- PLAN-H-TV-5100 Afvandingsplan
- PLAN-H-TV-5000 Højdekurver
- PLAN-H-TV-8000 Tværsnit, Plantagevej
- PLAN-H-TV-8001 Tværsnit, Saltgade og delt sti

# Indholdsfortegnelse

1 Indledning .....	1
1.1 Problemformulering .....	2
2 Henvisninger .....	3
3 Interesseparker .....	4
4 Lovgivning .....	6
5 Den nuværende situation.....	8
5.1 Kommende projekter .....	10
5.2 Beskyttelseslinjer .....	12
5.3 Grundejere .....	13
5.4 Ledningsejere .....	14
5.5 Miljøforhold .....	14
5.6 Geotekniske forhold .....	15
5.7 Trafikale forhold .....	17
5.8 Miljøomkostninger .....	20
5.9 Uheldsanalyse.....	21
5.10 Kapacitet og serviceniveau.....	24
5.11 Barriereeffekt og oplevet risiko.....	30
5.12 Drift og vedligehold .....	33
5.13 Oversigtsforhold.....	34
5.14 Opsamling .....	36
6 Mulige løsningsforslag.....	37
7 Analyse af valgte løsningsforslag .....	41
7.1 Løsningsforslag A .....	41
7.2 Løsningsforslag B .....	49
8 Cost/benefit analyse .....	53
8.1 Kvalitativ vurdering .....	54
9 Projektering af krydset.....	55
9.1 Projekteringsgrundlag .....	55
9.2 Udformning af krydsets elementer .....	59
9.3 Oversigtsforhold.....	67
9.4 Dimensionering af vejbefæstelsen.....	71

9.5 Tværsnit.....	75
9.6 Længdeprofil .....	76
9.7 Vejudstyr .....	77
9.8 Vejafvanding .....	85
10 Diskussion.....	86
11 Konklusion.....	87
12 Summary .....	88
Litteraturliste.....	89

## 1 Indledning

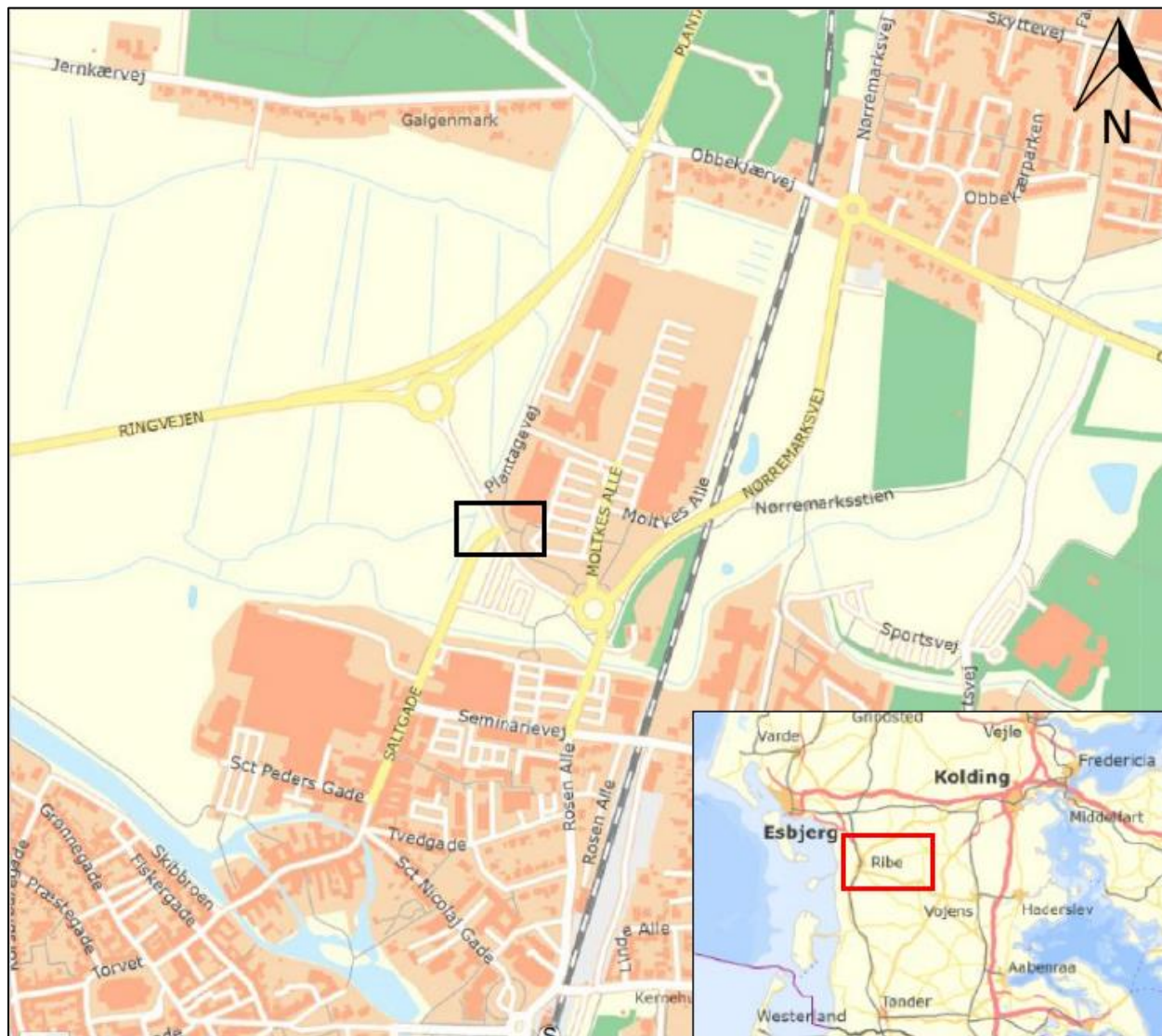
Udviklingen i danskernes trafikale behov resulterer i, at infrastrukturen løbende skal tilpasses og vedligeholdes. Udviklingen ses blandt andet i Danmarks ældste by Ribe, hvor Esbjerg Kommune udfører flere byudviklingsprojekter. Ribe tiltrækker turister fra både Danmark og udlandet, der ønsker at opleve den gamle by og dens seværdigheder. Dette medfører, at der skal sikres god fremkommelighed for både bilister og lette trafikanter der ønsker at komme til og fra Ribe midtby.

Dette projekt omhandler ombygningen af krydset Plantagevej/Saltgade i Ribe. Krydsets geografiske placering fremgår af figur 1.1. Ribe ligger i Sydjylland mod Vadehavet, og i området omkring byen findes der landbrug og marker.

Krydset ligger ved én af hovedindfaldsvejene til Ribe, og leder trafikken videre på rute 11 og rute 24, hvilket resulterer i en relativ stor trafikmængde på Plantagevej. Krydset er et af bindeleddene mellem den nye bydel og Ribe midtby, som også anvendes af cyklister og fodgængere. Krydset er en del af cykelrute 1, og cyklisterne bliver derfor ledt igennem krydset.

I takt med stigende turisme i Ribe, vil der sandsynligvis forekomme en stigning i krydsningsbehovet, grundet krydsets beliggenhed i forhold til campingpladsen. [1] Der er i det nuværende kryds ingen krydsningsmuligheder for lette trafikanter, og disse kan derfor opleve en vis utryghed. Denne utryghed ønskes reduceret ved at sikre god trafiksikkerhed og fremkommelighed for de lette trafikanter i krydset.





Figur 1.1: Kort over området. Rød firkant markerer Ribe, sort firkant markerer krydset Plantagevej/Saltgade.

## 1.1 Problemformulering

Trafiksikkerheden og fremkommeligheden for cyklister og fodgængere ønskes forbedret ved ombygning af krydset Plantagevej/Saltgade i Ribe. På baggrund af dette ønske, er følgende problemformulering opstillet:

***”Hvordan ombygges krydset ved Plantagevej/Saltgade i Ribe, med henblik på trafiksikkerhed og fremkommelighed for cyklister og fodgængere”***

Behovet for ombygningen af krydset belyses. Med udgangspunkt i denne behovsanalyse vurderes løsningsforslag ved en cost/benefit analyse, og det bedste alternativ detailprojekteres.

## 2 Henvisninger

Følgende kilder samt softwareprogrammer er anvendt i projektet. Der vil blive henvist til disse under de relevante afsnit.

### Vejregler

- |  |                |
|--|----------------|
| • Kapacitet og serviceniveau                               | September 2015 |
| • Tværprofiler i byer                                      | April 2016     |
| • AP-Parametre til uheldsmodeller                          | Oktober 2012   |
| • Vejkryds   | Oktober 2010   |
| • Trafiksikkerhed  | Juni 2014      |
| • Trafiksikkerhedsberegninger og uheldsbekæmpelse          | August 2015    |
| • Grundlag for udformning af trafikarealer                 | Oktober 2012   |
| • Krydsninger mellem stier og veje                         | April 2016     |
| • Dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægnings | September 2017 |
| • Tracéring i byer   | Marts 2016     |
| • Eksempelsamling, Afmærkning på kørebanen                 | November 2017  |
| • Vejbelysning   | April 2015     |
| • Håndbog i anvendelse af eftergivelige master             | Marts 2008     |
| • Prioriterede vejkryds i åbent land                       | September 2017 |

### Softwareprogrammer

- Word 2016
- AutoCAD Map 3D 2016
- Novapoint 18.40
- AutoTURN 10
- MMOPP 2017
- DanKap
- Molio Prisdatab

### Andre kilder

Andre og mere specifikke kilder er angivet med nummer i kantet parentes der henviser til kildens nummer i litteraturlisten.

# I. Planlægning

---

## 3 Interesseparter

I forbindelse med ombygning af krydset belyses de relevante interesseparter samt deres rolle og holdning til projektet. På baggrund af disse interesseparter kan det vurderes hvorvidt projektet stemmer overens med deres ønsker, planer og behov. Interesseparter kan inddeles i følgende kategorier

- **Teknologibærere:** Disse har væsentlig indflydelse på udførelsen af projektet i form af magt og midler.
- **Aktører:** Disse har indflydelse på projektet, grundet aktiv deltagelse under planlægningsprocessen.
- **Passive interesseparter:** Disses interesser varetages af andre parter, og har derfor ikke direkte indflydelse på projektet. De har mulighed for at komme med indsigelser i en offentlig høringsfase.

### Esbjerg Kommune

Esbjerg Kommune har direkte indflydelse på projektet, da denne vil agere bygherre. Kommunen vil stå for planlægning, koordinering, finansiering og for en eventuel ekspropriation ved ombygning af krydset. Det fremgår af "Esbjerg Kommuneplan 2014-2026", at kommunen fokuserer på sikker færdsel for cyklister og fodgængere på veje og stier. Det fremgår ligeledes, at cyklen og den kollektive trafik skal være et attraktivt valg i kommunen. På baggrund af dette vurderes kommunen som værende positivt stillede overfor projektet. Det fremgår af Esbjerg Kommunes "Trafiksikkerhedsplan 2015-2020" at der, med udgangspunkt i 2010, ønskes en reduktion i personskadeuheld med 50 % i 2020. Der er i trafiksikkerhedsplanen udarbejdet en liste over projekter med baggrund i uheldsanalyser og borgerhenvendelser, hvor der er flere projekter nær krydset. Dette drejer sig blandt andet om etablering af hastighedsdæmpning og krydssikring ved campingpladsen på Farupevej samt etablering af overkørsel ved krydset Farupevej/Jernkærvej. [2]

### Sydvestjyske Museer

Sydvestjyske Museer er kategoriseret som aktiv interessepart grundet interessen i fortidsminder og bevarelse af Ribes kulturarv. Museet skal kontaktes ved planlægning af projektet. Bygherren bør anmode museet om en udtalelse, der indeholder risikoen for fund af fortidsminder i området. Derved har bygherren mulighed for at ændre anlægsplanerne eller få foretaget arkæologiske undersøgelser, for at undgå en senere standsning af projektet. Bygherre og entreprenør har pligt til at stoppe jordarbejdet og underrette museet ved fund af fortidsminder. [3]

### Ledningsejere

Ledningsejere er kategoriseret som aktive interesseparter, og antages at have delte meninger om projektet. Positivt, da de ved et sammengravningsprojekt kan reducere deres omkostninger ved

ledningsudskiftning. Negativt, da eksisterende ledninger kan have en lang levetid, og det derfor ikke er nødvendigt med en udskiftning eller flytning i den nærmeste fremtid. Ledningsejerne skal sørge for at registrere og opdatere deres ledningsoplysninger i LER. I forbindelse med opstart af projektet afholdes ledningsejermøde, hvor processen omkring flytning af ledninger koordineres. Ledningsejerne har pligt til at betale udgifterne forbundet med flytningen af ledningerne jf. gæsteprincippet<sup>1</sup>. [5]

### **Naturstyrelsen**

Naturstyrelsen administrerer natur- og beskyttelseslinjer samt fredninger, og er derfor vurderet som værende en aktiv interessepart. Ved en ombygning af krydset, der involverer dispensation, vurderes Naturstyrelsen som værende negativt stillede overfor projektet. [6]

### **Borgere i Ribe**

Ribes borgere er vurderet som værende passive interesseparter, der antages at være overordnet positivt stillede overfor projektet, grundet en forbedring i fremkommelighed for lette trafikanter. Ombygningen af krydset vil fremme forholdene for de lette trafikanter, der skal fra den nordlige del af Ribe til midtbyen og omvendt. Ombygningen kan dog medføre gener for borgerne i anlægsperioden. Der skal derfor sikres god trafikafvikling i anlægsperioden.

### **Turister i Ribe**

Turister i Ribe er vurderet som værende passive interesseparter, der antages at være positivt stillede overfor projektet, grundet forbedringen i fremkommeligheden for lette trafikanter. Ribe Camping ligger på Farupvej nord for krydset Plantagevej/Saltgade, og der vil derfor være mange turister, der krydser Plantagevej/Saltgade, for at besøge Ribes seværdigheder i midtbyen. Grundet den store stigning i turister, kan det være problematisk at finde parkeringspladser i midtbyen. Det vil derfor være fordelagtigt for turisterne at kunne vælge cyklen frem for bilen, hvilket kan gøres mere attraktivt ved at skabe god fremkommelighed.

### **Lokale jordejere**

De lokale jordejere er vurderet som værende passive interesseparter. Ved en ombygning af krydset, der kræver arealekspropriation, kan det blive nødvendigt med en delvis ekspropriation, der kan ramme de lokale jordejere. De er derfor vurderet som værende negativt indstillet overfor projektet.

### **Erhvervsdrivende**

De erhvervsdrivende er passive interesseparter. De vurderes som værende positive stillet overfor projektet, da ombygningen af krydset kan medføre en lettere tilgang for lette trafikanter til virksomheder så som Føtex der ligger nord for krydset og Kvickly der ligger syd for krydset.

---

<sup>1</sup> Ledningerne ligger som "gæst" i vejen. Hvis flytningen igangsættes af vejmyndigheden skal ledningsejerne betale for flytningen af ledningerne.

## 4 Lovgivning

I det følgende beskrives den relevante lovgivning, i forbindelse med planlægningen og projekteringen ved ombygningen af krydset.

### **Lov om offentlige veje**

Loven om offentlige vej omfatter veje og gader der administreres af staten eller kommunen, og er derfor relevant for projektet. Loven har til formål at sikre et velfungerende og sammenhængende vejnet samt gode vej- og stiforbindelser i byerne, fremme trafiksikkerheden og trafikafviklingen. Ekspropriation til kommunale vejanlæg sker efter reglerne i loven. [7]

### **Jordforureningsloven**

Loven har til formål at forebygge, fjerne og begrænse jordforurening samt forhindre, at denne har virkning på natur, miljø og menneskers sundhed. Loven kan være relevant ved håndtering og begrænsning af forurenede jord. [8]

### **Jordflytningsbekendtgørelse**

Loven omhandler regler for anmeldelse og dokumentation ved flytning af jord. Dette gælder blandt andet jord der skal flyttes fra offentlig vej. Loven er relevant i forbindelse med ombygningen af krydset, ved anmeldelse og dokumentation af opgravet jord. [9]

### **Bekendtgørelsen om gravearbejder i offentlige vejarealer**

Bekendtgørelsen foreskriver, at der inden gravearbejde i offentligvej skal indhentes en gravetilladelse. Vejmyndigheden kan lade gravetilladelsen være betinget af, vilkår om sammengravning samt bøde ved forsinkelse. [10]

### **LER loven**

Loven har til formål at reducere antallet af skader på ledninger i jorden, ved oprettelse af ledningsregister. Oplysninger om ledningers placering fremgår af registeret, og er derved med til at reducere omkostningerne forbundet med forundersøgelser. Denne er relevant i forbindelse med en kortlægning af eksisterende ledninger i området. [4]

### **Færdselsloven**

Loven er gældende for færdsel på vej, hvor der ikke er andet bestemt, og er derfor relevant i både planlægningen og projekteringen af krydset. [11]

### **Naturbeskyttelsesloven**

Loven har til formål, at friholde områder omkring søer, årer, fortidsminder, skove og kirker for bebyggelse og andre indgreb. Ved anlæg indenfor naturbeskyttelseslinjerne skal der søges dispensation via kommunalbestyrelsen. [12]

### **Museumsloven**

Loven har til formål at sikre bedre vilkår for museerne i forbindelse med bevarelse af Danmarks kulturarv. Loven foreskriver, at der inden påbegyndelse af jordarbejde skal anmodes om udtalelse fra museet angående risikoen for fortidsminder i det relevante område. Da Ribe er Danmarks ældste by, er der særlig stor risiko for at støde på fortidsminder i området. [3]

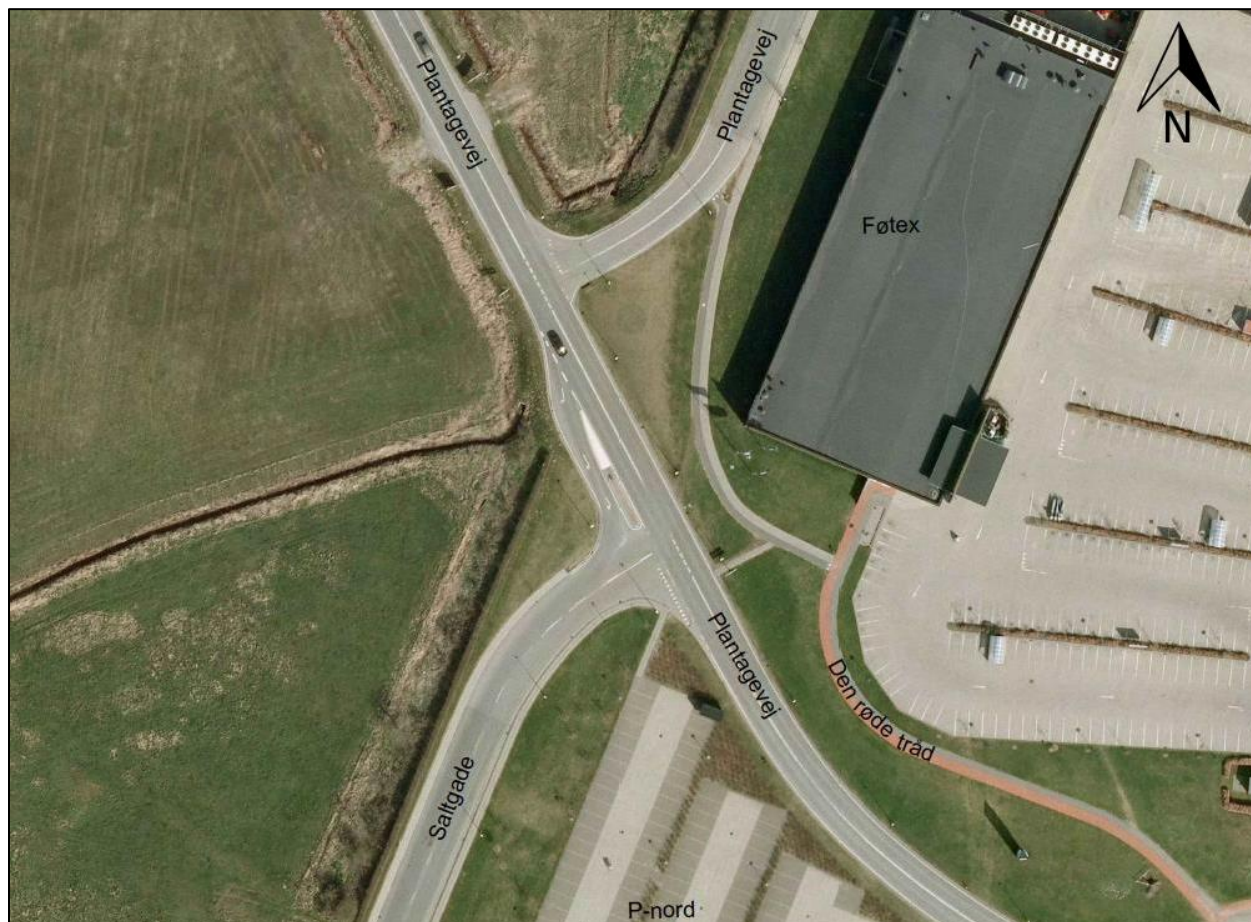
### **Planloven**

Loven omhandler visionerne for udviklingen af Danmark, og har til formål at sikre de samfundsmæssige interesser. Loven fordeler ansvaret for planlægningen, hvor staten fastlægger de overordnede retningslinjer for planlægningen, og kommunerne står for den fysiske planlægning gennem kommuneplaner og lokalplaner. [13]



## 5 Den nuværende situation

Krydset Plantagevej/Saltgade ligger ved én af hovedindfaldsvejene til Ribe. Vest for krydset er der en rundkørsel, som leder trafikken videre på rute 11 og rute 24. Derved servicerer krydset mange af bilisterne der skal til og fra Ribe samt cyklister og bilister der skal fra den nordlige del af Ribe til midtbyen og omvendt. Nord for krydset ligger Føtex og syd for krydset ligger P-nord samt Kvikly. Oversigtskort fremgår af figur 5.1



Figur 5.1 Oversigtskort over krydset Plantagevej/Saltgade

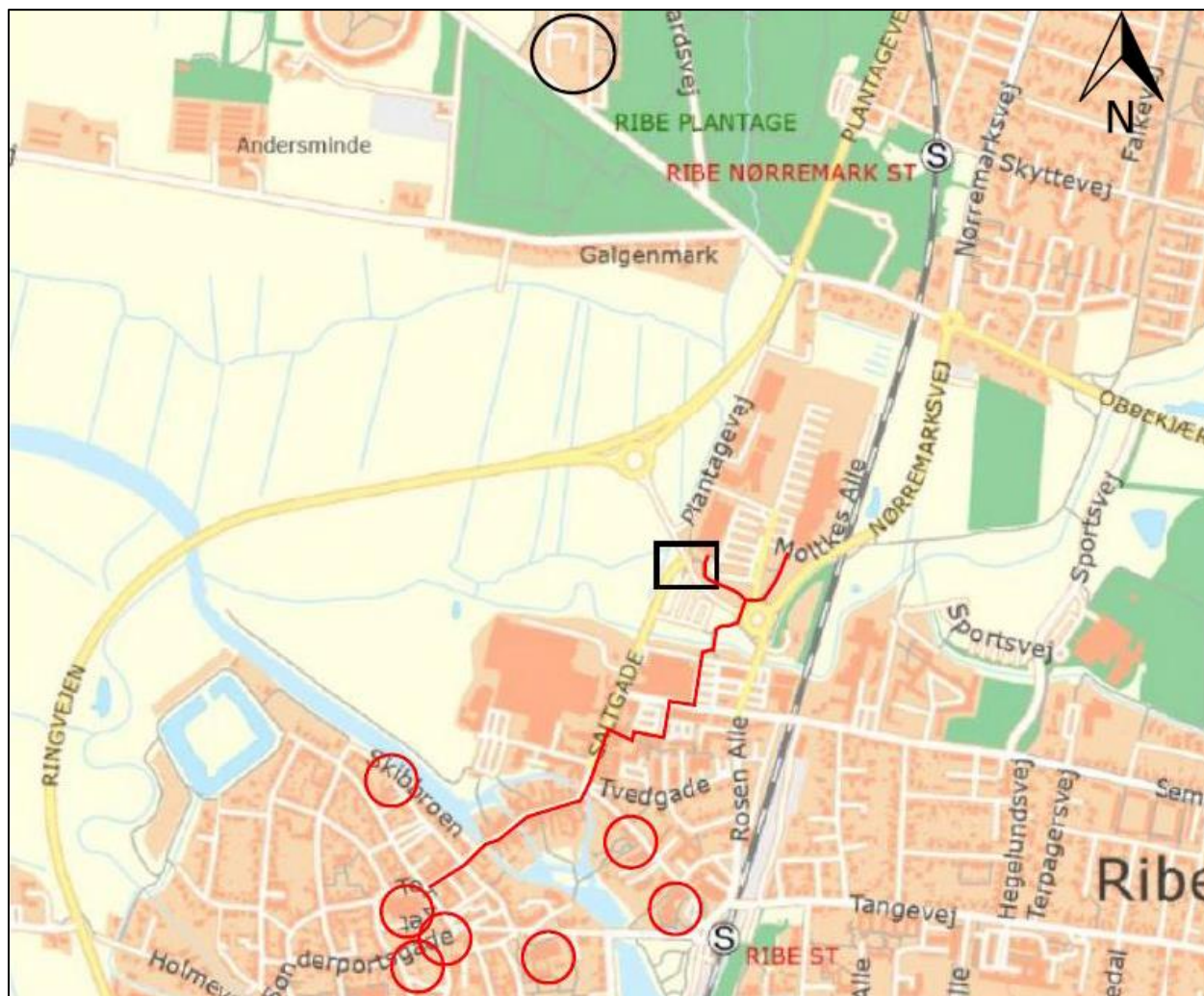
I krydset består Plantagevej af et højresvingsspor og to kørespor adskilt af en helle, mens Saltgade består af to kørespor. Plantagevej nord for krydset består ligeledes af to kørespor. Nord for krydset er der en enkeltrettet delt sti med bredden 2,8 meter. Den delte sti har forbindelse til den røde tråd. Vejbredderne fremgår af tabel 5.1

Tabel 5.1 Vejbredder, hastighedsbegrænsning og fortovsbredde

Vej	Vejbredde [m]	Hastighedsbegrænsning [km/h]	Fortov [m]
Plantagevej	8	50 km/h	-
Saltgade	10	50 km/h	1,3
Plantagevej nord	9	50 km/h	1,8

Nordvest for krydset, på Farupvej, ligger Ribe Camping, der har åbent hele året. De overnattende på campingpladsen har forholdsvis kort afstand til Ribe midtby, hvor de kan krydse Plantagevej/Saltgade for at opleve byens seværdigheder, så som Ribe Domkirke, Ribe Vikingecenter og Ribe kunstmuseum.

I Ribe er der etableret den såkaldte ”røde tråd” som har til formål at forbinde det gamle Ribe, fra Domkirken, til det nye detailhandelsområde mellem Nørremarksvej og Plantagevej. På figur 5.2 fremgår campingpladsens, den røde tråd, nogle af seværdighederne samt krydsets placering.



Figur 5.2 Kort over Ribe. Krydset markeret med sort firkant, campingpladsen med sort cirkel, seværdigheder, Ribe Domkirke, Det gamle Rådhus, Stormflodssøjlen Ribe, Tårnborg, Ribe kloster, Ribe kunstmuseum, Museet Ribes Vikinger, med rød cirkel, den røde tråd med rød streg.

Krydset er en del af Danmarks nationale cykelrute 1, der er Danmarks længste skilte cykelrute på 560 km. Cykelruten kaldes også Vestkyststruten og strækker sig fra Rudbøl til Skagen og går igennem marsken, hederne, skovene, fjordene, nationalparker og flere byer, blandt andet Ribe.

[14]



## 5.1 Kommende projekter

Esbjerg Kommune og Vejdirektoratet har en række kommende projekter i Ribe, som omfangsmæssigt varierer. I det følgende belyses hvorledes disse kommende projekter har indflydelse på behovet for ombygning af krydset Plantagevej/Saltgade. De kommende projekters placering i forhold til krydset fremgår af figur 5.3.



Figur 5.3 Oversigt over kommende projekter i området. Krydset markeret med sort firkant, Esbjerg Kommunes projekter med rød cirkel, Vejdirektoratets projekter med sort cirkel og sort streg.

### 5.1.1 Esbjerg Kommunes planer for området

Esbjerg Kommune har flere byudviklingsprojekter i Ribe, som beskrives og vurderes i forhold til ombygningens relevans.

- **Flytning af Ribe Jernstøberi:** Ribe Jernstøberis nuværende beliggenhed er på Saltgade/Sct. Peders Gade. Virksomheden har valgt at flytte produktionen fra midtbyen til et erhvervsområderne i Ribe. Dette resulterer i et stort areal på Saltgade, som bliver ledigt. Vinderne af arkitektkonkurrencen er Tegnestuen Vandkunsten A/S med samarbejdspartnere. Der vil blive opført karreer, og imellem disse bliver der private havearealer samt arealer til fællesaktiviteter og parkering.
- **Åbning af Toldbodens have:** Der skal etableres en stiforbindelse fra Skibbroen gennem Toldbodens have og den gamle rosenhave ved Quedens Gård og ud til Sortebrødregade.
- **Terrassering ved Kolvigs Gård:** Der skal etableres terrasse ved Kolvigs Gård, så der bliver mulighed for at sidde og se nogle af Ribes seværdigheder.
- **Stormpæle med pontonbroer ved Skibbroen:** Projektet skal gøre det muligt for mindre skibe eller joller at lægge til ved Skibbroen. [15]

Det vurderes, at byudviklingsprojekterne vil bidrage til en stigning i antallet af krydsende cyklister og fodgængere i krydset Plantagevej/Saltgade. Dette skyldes projekternes placering i forhold til campingpladsen, hvor den hurtigste vej vil være via Saltgade.

### 5.1.2 Vejdirektoratets planer for området

Vejdirektoratet har planer om et større projekt i området som skal anlægges i perioden 2019-2021.

- **Udbygning af Rute 11:** Den eksisterende del af rute 11 gennem Ribe nord for Industrivej til og med rundkørslen ved Plantagevej skal udbygges til fire spor.
- **Ny klapbro:** Der skal etableres ny klapbro over Ribe å, for at gøre det muligt for høje skibe at sejle til Ribe.
- **Ny stitunnel:** Der etableres ny stitunnel under rute 11, for at sikre bedre forhold for lette trafikanter når de skal krydse vejen.
- **Ombygning af signalregulerede kryds:** Krydsene ved Industrivej og Farup/Obbekjærvej ombygges.
- **Jernbanekrydsning:** Ombygning af jernbaneoverskæringen på Plantagevej. [16]

Disse projekter vurderes som værende relevante for ombygning af krydset ved Plantagevej/Saltgade. Projekterne skal være med til at forbedre forholdene for lette trafikanter, hvilket stemmer overens med formålet bag en ombygning af krydset. I takt med, at der sikres bedre forhold for de lette trafikanter på tværs af rute 11, kan der forekomme flere lette trafikanter, der ønsker at krydset Plantagevej/Saltgade. Dette skyldes, at fremkommeligheden er forbedret fra campingpladsen til Ribe midtby.

## 5.2 Beskyttelseslinjer

I området omkring krydset er der Natura 2000 habitatområder som krydser Saltgade syd for krydset. Derudover er der engområder, som er en bestykket naturtype, samt beskyttet vandløb og søbeskyttelseslinjer omkring krydset, som det fremgår af figur 5.4.



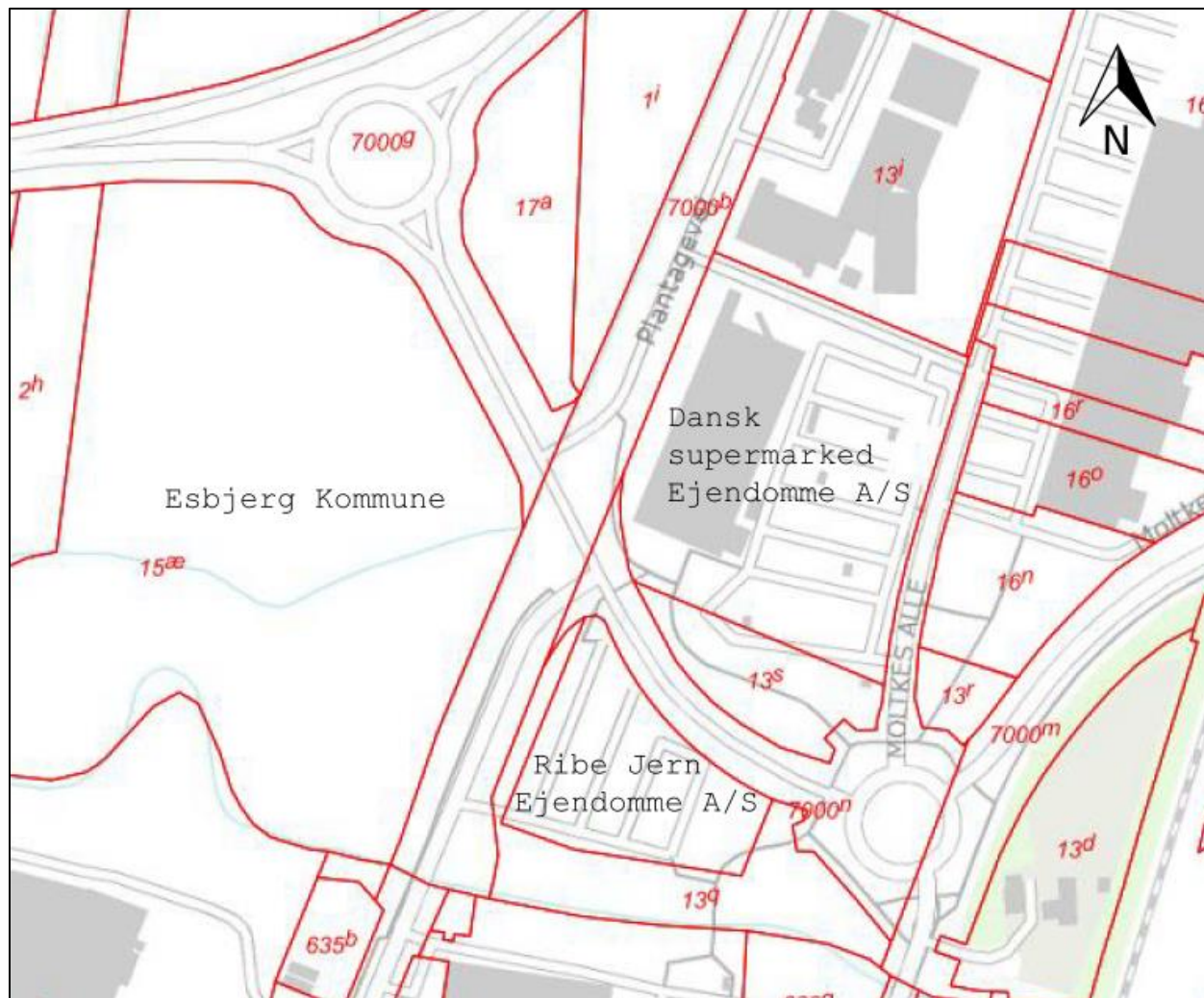
Figur 5.4 Naturbeskyttelseslinjer samt bygge- og beskyttelseslinjer i området omkring krydset. Blåt stribet areal repræsenterer sø- og åbeskyttelseslinjer. Blå stiplede linje beskyttede vandløb, grønt firkantet areal NATURA 2000, grønt stribet areal beskyttede engområde.

Alt efter omfanget af ombygningen, kan det blive relevant at skulle søge dispensation ved kommunalbestyrelsen i forbindelse med anlæg i å- og søbeskyttelsesområdet. Det bør derfor bestræbes at ombygningen ikke involvere disse områder. [17]



### 5.3 Grundejere

I forbindelse med ombygning af krydset kan en ekspropriation blive relevant. På baggrund af matrikelkort for området, hvor de lokale grundejere fremgår, vurderes relevansen for en mulig ekspropriation. Matrikelkortet fremgår af figur 5.5.



Figur 5.5 Matrikelkort for området ved krydset. Kilde: [Kortforsyningen]

Matriklerne nordøst for krydset er ejet af Dansk supermarked Ejendomme A/S. Matriklen sydøst for krydset er ejet af Ribe Jern Ejendomme A/S. Disse grundejere kan blive påvirket af en mulig ekspropriation ved ombygning af krydset.

## 5.4 Ledningsejere

Ved et projekt har graveaktøren pligt til at indhente ledningsoplysninger, før gravearbejdet påbegyndes. Dette gøres via ledningsejerregisteret, LER. Registeret indeholder oplysninger omkring ledningsejere samt deres interesseområder. I forbindelse med ombygning af krydset er der indhentet oplysninger om ledningsejerne i området. Disse ledningsejere har pligt til at betale de udgifter der er forbundet med flytningen af ledningerne såfremt der er tale om gæsteprincippet. Der er for hver ledningsejer modtaget en tegningsfil, hvor ledningernes placering fremgår. Disse tegninger fremgår af *bilag 1*. Følgende ledningsejere er registreret i krydset:

- Dansk Gas Distribution A/S
- DIN Forsyning A/S
- TDC A/S
- Esbjerg Kommune

## 5.5 Miljøforhold

Regionerne sørger for at kortlægge grunde, som er forurenede, for at sikre at forureningen ikke spredes i forbindelse med bygge- og anlægsprojekter. Disse oplysninger er tilgængelige i Danmarks Miljøportals datagrundlag.

I krydset Plantagevej/Saltgade er der registreret jordforurening af både vidensniveau 1 (V1) og vidensniveau 2 (V2) samt områdeklassificering. V1 angiver, at der er viden omkring aktiviteter på grunden, som kan have medført jordforurening. V2 angiver, at der er dokumentationsgrundlag, som med høj sikkerhed viser at jorden på området er forurenede. Områdeklassificering er områder, hvor jorden antages at være lettere forurenede. Klassificeringen anvendes for at undgå, at lettere forurenede jord flyttes til ikke forurenede områder.

Jordforureningen i området fremgår af figur 5.6, hvor der er markeret jordforurening af vidensniveau 1 og vidensniveau 2 samt områdeklassificering.



Figur 5.6 Jordforurening i området ved krydset. V1 markeret med blå, V2 med rød, områdeklassificering med lyserød.

Da der er kortlagt jordforurening af vidensniveau 2 i krydset skal der som udgangspunkt laves en anmeldelse af jordflytning til Esbjerg Kommune. Derudover skal der laves en analyse af jorden for at kunne kategorisere jorden efter forureningsgrad og forureningstype, og derved kunne finde frem til hvilket anlæg jorden kan flyttes til.

### 5.6 Geotekniske forhold

Der er anvendt jordartskort fra GEUS, de nationale geologiske undersøgelser for Danmark og Grønland, for at kategorisere jordarten i krydset. Det fremgår af figur 5.7, at jordarten i krydset hører under kategorien marsk. Derudover er der i området nord for krydset registreret ferskvandsdannelser og syd for krydset smeltevandssand og -grus.



Figur 5.7 Geotekniske forhold for området ved krydset. Mørkegrøn markerer marsk, lysegrøn ferskvandsdannelser, lyserød smeltevandssand og -grus.

Der er ingen tilgængelig geoteknisk boring i krydset. Derfor anvendes den nærmeste boring på Saltgade. Boringen er 9 meter dyb og fremgår af *bilag 2*. Resultater er angivet i tabel 5.2.

Tabel 5.2 Geotekniske borings lag for Saltgade.

Top (m.u.t.)	Bund (m.u.t.)	Beskrivelse
0	1,8	Fyld
1,8	2,4	Postglacial saltvandsgytje
2,4	4,2	Sand
4,2	9	Glacial smeltevandssand

Vandstanden fremgår ikke af borerapporten, og der er derfor anvendt Klimatilpasning grundvandskort, hvor vandstanden er oplyst til 0-1 m.u.t. Vandstanden samt krydsets opbygning bør undersøges i marken, for et mere retvisende resultat.

## 5.7 Trafikale forhold

Der er fra Esbjerg Kommune modtaget trafiktællinger for Saltgade og Plantagevej på strækningen mellem Saltgade og rundkørslen vest for krydset. Der er ligeledes modtaget trafiktællinger for for cyklister på Plantagevej ved Farupvej. Trafiktællingerne fremgår af *bilag 3*. Af disse trafiktællinger findes årsdøgntrafikken ÅDT, hverdagsdøgntrafikken HDT og julidøgntrafikken JDT som det fremgår af tabel 5.3.

Tabel 5.3 ÅDT, HDT og JDT for vejene.

Vej	Køretøjsart	År	ÅDT	HDT	JDT
Plantagevej	Motorktj.	2012	6479	7312	5445
Saltgade	Motorktj.	2015	3788	3924	3514
Plantagevej ved Farupvej	Cykler	2017	262	272	419

Da der, på Plantagevej, kun er foretaget trafiktællinger på strækningen mellem Saltgade og rundkørslen vest for krydset, er trafikmængden på den resterende del vurderet ved besigtigelse. Af besigtigelsesnotatet, *appendiks A*, fremgår det, at der er observeret nogenlunde samme trafikmængde på strækningen mellem Saltgade og rundkørslen øst for krydset. På baggrund af dette, antages det, at den østlige del af Plantagevej har en tilsvarende årsdøgntrafik på 6479.

Det kan af trafiktællingerne ses, at der er flest cyklister i juli måned. Dette kan til dels skyldes vejret samt den stigende turisme i Ribe. Trafikken på Saltgade og Plantagevej er størst i hverdage, hvilket tyder på, at det primært er bilister der skal til og fra arbejde samt varelevering. Lastbilprocent på Saltgade er 5,7 og på Plantagevej er den 4,4. Af trafiktællingerne fremgår morgenspidstimen samt eftermiddagsspidstimen. For Plantagevej er disse klokken 08:18-09:18 og 14:36-15:36 og for Saltgade klokken 08:45-09:45 og 14:53-15:53.

### 5.7.1 Trafikprognose

I forbindelse med Vejdirektoratets projekt i Ribe er der udført en trafikberegning. Der er her anvendt en fremtidig trafikvækst på 1,1 %, som ligeledes anvendes i dette projekt. Der udføres en trafikalfremskrivning til åbningsåret 2018, for at opnå et fælles datagrundlag, til beregning af omkostninger i åbningsåret:

$$\text{ÅDT}_n = \text{ÅDT}_0 \cdot (1 + a \cdot n) \quad [5.1]$$

Hvor:

- a* Den estimerede årlige trafikmæssige vækst i decimaltal  
*n* Antal år efter det kendte år 0

Kilde: [Vejreglen: Kapacitet og Serviceniveau]



$$\dot{A}DT_{Plantagevej,2018} = 6479 \cdot (1 + 0,01 \cdot 6) = 6868$$

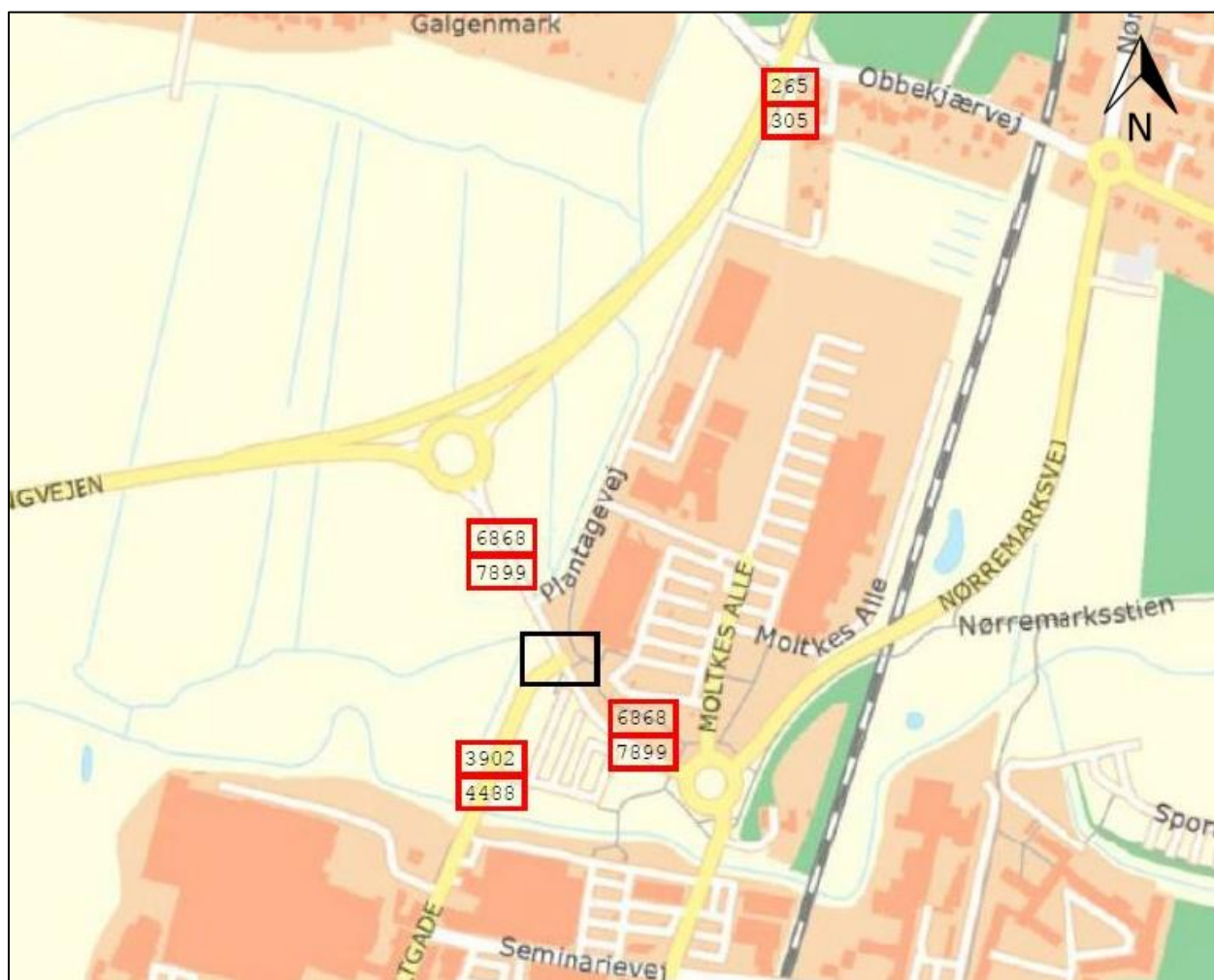
$$\dot{A}DT_{Saltgade,2018} = 3788 \cdot (1 + 0,01 \cdot 3) = 3902$$

$$\dot{A}DT_{Plantagevej \text{ ved Farupvej},2018} = 262 \cdot (1 + 0,01 \cdot 1) = 265$$

Hvis ovenstående trafikale fremskrivning via formel 5.1 anvendes, og der ønskes en kapacitetsmæssig levetid på 15 år, vil  $\dot{A}DT$ 'en i 2033 være som det fremgår af tabel 5.4 og figur 5.8.

Tabel 5.4  $\dot{A}DT$  i åbningsåret 2018 samt år 2033.

Vej	Køretøjsart	$\dot{A}DT$ i 2018	$\dot{A}DT$ i 2033
Saltgade	Motorktj.	3902	4488
Plantagevej	Motorktj.	6868	7899
Plantagevej ved Farupvej	Cykler	265	305



Figur 5.8 Oversigt over  $\dot{A}DT$ . Krydset markeret med sort firkant,  $\dot{A}DT$  i 2018 øverst i rød firkant,  $\dot{A}DT$  2033 nederst i rød firkant.

### 5.7.2 Fremkommelighed for lette trafikanter

Der er visse problemstillinger i og omkring krydset, som kan skabe forvirring for de lette trafikanter. Stien nord for krydset er med tavler angivet som enkeltrettet delt sti, der er dog afmærket med vigepligt i begge ender af cykelstien.

Ved besigtigelse af krydset blev der observeret forvirring omkring den delte sti i forhold til cyklisternes adfærd jf. besigtigelsesnotat *appendiks A*, da stien bliver anvendt som dobbeltrettet. Cyklister fra den nordlige del af Plantagevej, der skal til Føtex må reelt ikke anvende stien, da den er angivet som enkeltrettet. Dette vil medføre, at cyklisterne skal anvende den røde rute, der fremgår af figur 5.9, der er 380 meter lang. Ved etablering af dobbeltrettet delt sti reduceres cyklisternes transporttid, da de derved kan anvende den blå rute, der fremgår af figur 5.9, der er 110 meter lang.



Figur 5.9 Cykelrute fra den nordlige del af Plantagevej til Føtex. Den røde linje angiver den nuværende rute. Den blå angiver ruten ved etablering af dobbeltrettet delt sti.

Det vil være fordelagtigt at angive den delte sti som dobbeltrettet, da den i forvejen bliver anvendt således. Transporttiden reduceres for de lette trafikanter, da ruten bliver 270 meter kortere. Den delte sti har en nuværende bredde på 2,8 meter bestående af 1,3 meter fortov og 1,5 meter cykelsti jf. besigtigelsesnotat *appendiks A*. Dette lever ikke op til vejreglernes anbefalede bredder. Den anbefalede bredde for en dobbeltrettet cykelsti er 2,5 meter samt 2,5 meter for fortov jf. vejreglen: Tværprofiler i byer. Derfor bør den delte sti udvides.

## 5.8 Miljøomkostninger

For at kunne beregne de årlige omkostninger i forbindelse med luftforurening beregnes det trafikale arbejde.

### Trafikalt arbejde

Det trafikale arbejde er et udtryk for trafikken udførte arbejde og beregnes ved følgende:

$$TA = \text{ÅDT} \cdot L \cdot 365 \frac{\text{døgn}}{\text{år}}$$

Enhedsprisen afhænger af om det er personbil eller lastbil, og ÅDT'en behandles derfor separat. Der tages udgangspunkt i den fremskrevne ÅDT på Plantagevej samt lastbilprocenten på 4,4.

ÅDT lastbiler

$$\text{ÅDT}_{La} = \frac{6868}{100} \cdot 4,4 = 302$$

ÅDT personbiler

$$\text{ÅDT}_{Pe} = \text{ÅDT} - \text{ÅDT}_{La} = 6868 - 302 = 6566$$

Trafikalt arbejde for henholdsvis personbiler og lastbiler:

$$TA_{Pe} = 6571 \cdot 0,21 \cdot 365 = 503667,1$$

$$TA_{La} = 302 \cdot 0,21 \cdot 365 = 23148,3$$

På baggrund af det trafikale arbejde kan miljøomkostningerne beregnes.

### Miljøomkostninger

Miljøomkostningerne kan beregnes ved hjælp af enhedspriserne for luftforurening med prisindeks 2018:

- |               |             |
|---------------|-------------|
| - Personbiler | 0,03 kr./km |
| - Lastbiler   | 0,52 kr./km |

Kilde: [TERESA<sup>2</sup>-modellen prisindeks 2018 [19]]

Dette medfører en samlet miljøomkostning på:

$$\text{ÅOK}_{TA} = 503667,1 \cdot 0,03 + 23148,3 \cdot 0,52 = 27147,13 \text{ kr.}$$

Derved er miljøomkostningerne **27.148 kroner** i åbningsåret.

---

<sup>2</sup> Transportministeriets regnearksmodel for samfundsøkonomisk analyse for transportområdet

## 5.9 Uheldsanalyse

I følgende uheldsanalyse sammenholdes de faktiske antal uheld med det forventede antal uheld i krydset, for at kunne vurdere om krydset er uheldsbelastet. Der er modtaget uheldsoplysninger fra Esbjerg Kommunes Vej & Park. Af disse oplysninger fremgår det, at der de seneste fem år er sket ét materielskadeuheld i krydset. Uheldet er sket i forbindelse med en bil, der svinger ud fra Saltgade og en bil, der kører ad Plantagevej i sydøstlig retning. Uheldene for området de seneste fem år fremgår af figur 5.10.



Figur 5.10 Uheld i området de seneste fem år. Trekkanterne repræsenterer ét uheld, tallene repræsenterer flere.

Der er ved besigtigelse observeret en væltet G18 tavle nord for krydset Plantagevej/Saltgade, som det fremgår af besigtigelsesnotatet, *appendiks A*. Esbjerg Kommune er ikke kendt med årsagen til dette, da der ikke er modtaget henvendelser. Tavlen kan være blevet påkørt, hvilket medfører endnu en ulykke i krydset. Dette er dog ikke bekræftet, og der ses derfor bort fra det i følgende analyse.

### 5.9.1 Faktiske uheld

For at kunne vurdere hvorvidt krydset er uheldsbelastet anvendes uheldstæthed, UHT og uheldsfrekvens, UHF for krydset. UHT beskriver hvor mange uheld der er sket på et år, og UHF beskriver antal ulykker i forhold til gennemkørende køretøjer i den observerede periode. Der anvendes ÅDT for Plantagevej i 2015, da denne ligger midt i uheldsperioden 2012-2017.



$$UHT = \frac{Uhald}{Obs. periode} = \frac{1}{5} = 0,2$$

$$UHF = \frac{Uhald \cdot 10^6}{\ddot{A}DT \cdot 365 \cdot Obs. periode} = \frac{1 \cdot 10^6}{\left(6479 + \left(\frac{3788}{2}\right)\right) \cdot 365 \cdot 5} = 0,065$$

En høj uheldstæthed kombineret med en høj uheldsfrekvens er tegn på, at krydset er uheldsbelastet, hvilket ikke virker til at være tilfældet for krydset. Det forventede antal uheld beregnes, for at kunne sammenligne med det faktiske antal uheld.

### 5.9.2 Uheldsmodel 2015

På baggrund af statistik for uheld i bestemte krydstyper, kan det faktiske antal uheld sammenlignes med det forventede antal uheld. Dette gøres ved brug af Vejdirektoratets AP-parametre. Der er anvendt parametre for 3-benet kryds med primærvej kanaliseret uden randbebyggelse.

$$UHT = a \cdot N_{pri}^{p1} \cdot N_{sek}^{p2} \quad [5.2]$$

Hvor:

$N_{pri}$  Trafikmængden ind i krydset fra primærvejen, Plantagevej.

$N_{sek}$  Trafikmængden ind i krydset fra sekundærvejen, Saltgade.

a, p1, p2 Konstanter

Kilde: [Vejdirektoratet: AP-parametre til uheldsmodeller]

Da der ikke foreligger data for forventede UHT for materielskadeuheld, beregnes først UHT for person- og materialeskade og derefter UHT for personskade. Differensen mellem disse udgør UHT for materielskadeuheld.

Det har jf. ”AP-parametre til uheldsmodeller” ikke været muligt at beregne parametre for 3-benede kryds med primærvej kanaliseret og uden randbebyggelse. I dette tilfælde bør der tages udgangspunkt i den gennemsnitlige uheldstæthed, ved at sætte p-værdierne lig 0.

Forventede uheldstæthed for person- og materialeskadeuheld:

$$UHT_{person-og\ materialeskade} = 0,13 \cdot 6674^0 \cdot \left(\frac{3788}{2}\right)^0 = 0,130$$

Forventede uheldstæthed for personuheld:

$$UHT_{personskade} = 0,000192 \cdot 6674^{0,50} \cdot \left(\frac{3788}{2}\right)^{0,16} = 0,052$$

Forventede uheldstæthed for materielskadeuheld:

$$UHT_{\text{materielskade}} = UHT_{\text{person-og materialeskade}} - UHT_{\text{personskade}}$$

$$UHT = 0,130 - 0,052 = 0,078$$

Den faktiske uheldstæthed på 0,2 er højere end den forventede uheldstæthed på 0,078. Dette kan dog anses som værende statistiske unøjagtigheder, da der ved én enkelt hændelse sker en drastisk stigning i UHT. Det vurderes dog, at de mange kommende projekter i området, vil medføre en stigning i antallet af krydsende lette trafikanter, og dermed øge risikoen for uheld.

### 5.9.3 Uheldsmodel 2018

Uheldsudgifterne i åbningsåret kan bestemmes via uheldsmodellen ved anvendelse af enhedspri- ser for personskader og materielskader, prisindeks 2018.

- Personskade	6.871.687 kr./uheld
- Materielskade	747.077 kr./uheld

Kilde: [TERESA-modellen prisindeks 2018 [19]]

For at kunne beregne de årlige uheldsomkostninger beregnes den forventede uheldstæthed i åb- ningsåret ved formel 5.2.

Forventede uheldstæthed for person- og materielskadeuheld:

$$UHT_{\text{person-og materialeskade}} = 0,130065 \cdot 6873^0 \cdot \left(\frac{3902}{2}\right)^0 = 0,130$$

Forventede uheldstæthed for personuheld:

$$UHT_{\text{personskade}} = 0,000192 \cdot 6868^{0,50} \cdot \left(\frac{3902}{2}\right)^{0,16} = 0,054$$

Forventede uheldstæthed for materielskadeuheld:

$$UHT_{\text{materielskade}} = 0,130 - 0,054 = 0,077$$

Den årlige omkostning for forventede uheld i åbningsåret er opgjort i tabel 5.5.

Tabel 5.5 Forventede årlige uheldsomkostninger i åbningsåret.

Type	Enhedspris [kr./uheld]	UHT [uheld/år]	ÅOK [kr./år]
Personskade	6.871.687	0,054	371.072
Materielskade	747.077	0,077	57.525
<b>I alt</b>			<b>428.597</b>

Det kan heraf konkluderes at den forventede udgift til uheld i 2018 er **428.597 kroner**.

## 5.10 Kapacitet og serviceniveau

Kapaciteten for krydset belyses for at kunne vurdere hvorvidt der er kapacitetsmæssige problemer. For at kunne beregne kapaciteten er der foretaget følgende trafikale antagelser:

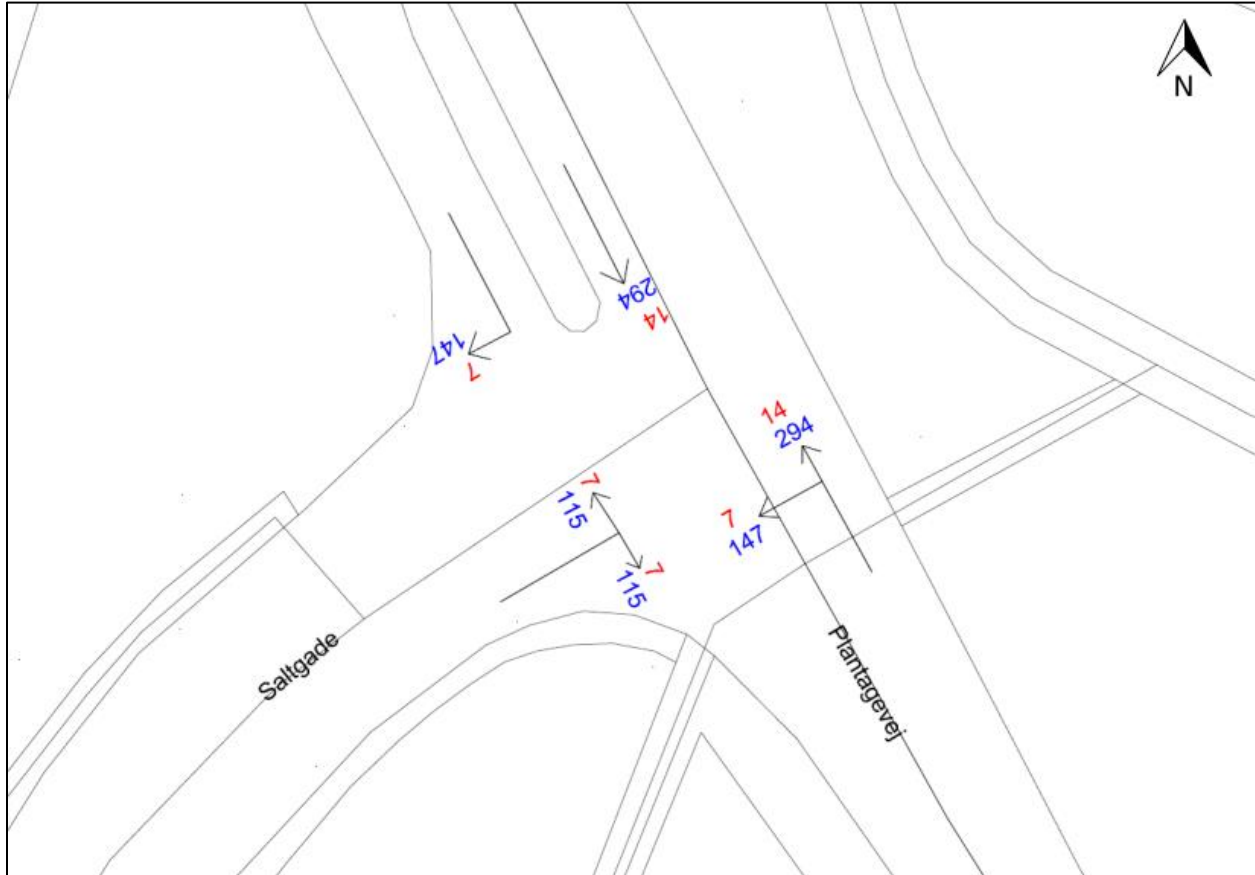
- En tredjedel af motorkøretøjerne på Plantagevej fra øst svinger til venstre af Saltgade.
- En tredjedel af motorkøretøjerne på Plantagevej fra vest svinger til højre af Saltgade.
- Halvdelen af motorkøretøjerne på Saltgade svinger til venstre af Plantagevej.
- Halvdelen af motorkøretøjerne på Saltgade svinger til højre af Plantagevej.
- Da bilisterne ikke skal vige for cyklister i krydset er antallet af disse uden indvirkning på kapaciteten, derfor undlades disse.

Trafikken i spidstimen fremgår af trafiktællingerne, disse er fremskrevet til åbningsåret ved formel 5.1. På baggrund af de trafikale antagelser, trafikmængden i spidstimen samt lastbilprocenten er trafikstrømmene angivet i tabel 5.6.

Tabel 5.6 Trafik ind i krydset Plantagevej/Saltgade.

Vej	Spidstime [ktj.]	Lastbilprocent [ktj.]	Højresvingende [ktj.]	Venstresvingende [ktj.]	Ligeudkørende [ktj.]
Primærvej mod øst	461	4,4	154	-	308
Primærvej mod vest	461	4,4	-	154	308
Sekundærvej	244	5,7	122	122	-

Trafikstrømmene ind i krydset opdelt i personbiler og lastbiler fremgår af figur 5.11



Figur 5.11 Trafikstrømme ind i krydset. Lastbiler markeret med rødt tal, personbiler med blåt tal.

Til beregning af kapaciteten er der anvendt programmet DanKap, hvor de trafikale antagelser er indtastet. Der er løbende lavet kontrolberegninger med udgangspunkt i vejreglen: Kapacitet og serviceniveau. Der bliver i kapacitetsberegningen beregnet belastningsgraden i det enkelte tilfartsspor, trafikanternes middelforsinkelse samt størrelsen på kødannelserne. Fremgangsmåden for kapacitetsberegningen fremgår af afsnit 5.10.1.

### 5.10.1 Kapacitet for tilfartssporet med kørselsretning mod vest

Den dimensiongivende trafikintensitet for køresporet omregnes fra køretøjer til personbilenheder ved anvendelse af personbilækvivalenten. Personbilækvivalenten aflæses på baggrund af køretøjskategori samt Saltgades længdefald til 1,0 for person- og varevogne samt 1,7 for lastbiler og busser jf. vejreglen ”Kapacitet og serviceniveau”.

Personbilenheder:

$$147 \cdot 1,0 = 147 \text{ } \text{ÆPe}$$

Lastbiler omregnet til personbilenheder:

$$7 \cdot 1,7 = 11,9 \text{ } \text{ÆPe}$$



Den samlede trafikintensitet i enheden  $kt/T$  og  $pe/T$ :

$$N_{M,Kt} = 147 + 7 = 154 \text{ Kt}/T$$

$$N_M = 147 + 11,2 = 159 \text{ Pe}/T$$

### Omregningsfaktoren

Omregningsfaktoren anvendes til omregningen af trafikintensiteten fra personbilenheder til køretøjer. Denne anvendes til beregning af middelforsinkelsen i enheden sekunder/køretøj.

$$of = \frac{N_{M,Kt}}{N_M} = \frac{154 \frac{\text{Kt}}{T}}{159 \frac{\text{Pe}}{T}} = 0,97$$

Hvor:

$N_{M,Kt}$  Trafikintensitet i enheden  $Kt/T$

$N_M$  Trafikintensitet i enheden  $Pe/T$

Kilde: [Vejreglen: Kapacitet og serviceniveau]

### Overordnede strømme

En overordnet strøm, er en strøm som den vigepligtige strøm skal vige for i krydset. Venstresving for primærvejen har vigepligt for ligeudkørende og højresvingende på Plantagevej

$$H_M = N_{M,Vest \text{ ligeud}} + N_{M \text{ Vest højresvingende}} = 318 \text{ Pe}/T + 159 \text{ Pe}/T = 477 \text{ Pe}/T$$

Hvor:

$N_{M,Vest \text{ ligeud}}$  Trafikintensitet ligeudkørende fra vest

$N_{M,Vest \text{ højresvingende}}$  Trafikintensitet højresvingende fra vest.

Kilde: [Vejreglen: Kapacitet og serviceniveau]

### Det kritiske interval og følgetiden

Trafikanternes køreadfærd er inddraget i form af det kritiske interval og følgetid for tilfartssporet. På baggrund af disse kan tilfartssporet grundlæggende kapacitet,  $G$ , bestemmes. Det kritiske interval afhænger af reguleringsformen samt svingbevægelsen der foretages.

$$\tau = 5,7 \text{ sek}$$

Kilde: [Vejreglen: Kapacitet og serviceniveau]

Det vægtede kritiske interval,  $\tau_{vægtet}$ , for den enkelte vigepligtige strøm afhænger af mængden af cykler/små knallerter og trafikken i den overordnede strøm. Da der i beregningen ikke er medtaget cykler/små knallerter er det vægtede kritiske interval lig med  $\tau$ .

$$\tau_{vægtet} = \tau = 5,7 \text{ sek}$$

Passagetiden er aflæst til:

$$\delta = 2,5 \text{ sek}$$

Kilde: [Vejreglen: Kapacitet og serviceniveau]

### Tilfartssporets grundlæggende kapacitet

Den grundlæggende kapacitet er det maksimale antal køretøjer, der kan passere tilfartssporet i løbet af beregningsperioden, inden der korrigeres for kapacitetsnedsættende effekter. Kapaciteten beregnes ved formel:

$$G = G_{time} = \frac{\left(H_M + \frac{H_C}{k}\right) \cdot e^{-\left(H_M + \frac{H_C}{k}\right) \cdot \frac{\tau_{vægtet}}{T}}}{1 - e^{-\left(H_M + \frac{H_C}{k}\right) \cdot \frac{\delta}{T}}} = \frac{477 \cdot e^{-477 \cdot \frac{5,7}{3600}}}{1 - e^{-477 \cdot \frac{2,5}{3600}}} = 795 \text{ pe/T}$$

Hvor:

$H_M$	Den overordnede trafik i pe/T, motorkøretøjer.
$H_C/k$	Den overordnede trafik i pe/T, cyklister og små knallerter.
$\tau_{vægtet}$	Det vægtede kritiske interval i sekunder.
T	Beregningsperiodens længde i sekunder.
$\delta$	Følgetiden i sekunder.

Kilde: [Vejreglen: Kapacitet og serviceniveau]

### Tilfartssporets kapacitet ved én strøm

Kapaciteten beregnes ved den grundlæggende kapacitet samt sandsynligheden for kødannelse, s.

$$N_{Max} = G \cdot s_{vest \text{ højresving}}$$

Hvor:

G	Den grundlæggende kapacitet.
$s_{vest \text{ højresving}}$	Sandsynligheden for kødannelse i højresvingssporet.

Kilde: [Vejreglen: Kapacitet og serviceniveau]

Ved beregning af sandsynligheden for kødannelse i højresvingssporene anvendes formelen:

$$s_3 = 1 - \frac{N_{M, \text{højresving}}}{N_{Max, \text{højresving}}} = 1 - \frac{159 \frac{Pe}{T}}{1440 \frac{Pe}{T}} = 0,89$$

Hvor:

$N_{M, \text{højresving}}$	Trafikintensiteten i højresvingssporet
$N_{Max, \text{højresving}}$	Højresvingssporets kapacitet

Kilde: [Vejreglen: Kapacitet og serviceniveau]

På baggrund af dette kan venstresvingssporets kapacitet beregnes:

$$N_{Max} = 795 \cdot 0,89 = 707 \text{ Pe/T}$$

### Tilfartssporets kapacitet ved flere strømme

Tilfartssporet håndterer både ligeudkørende og venstresvingende, derfor beregnes  $N_{Max}$  ved følgende formel

$$N_{Max,Ligeud+venstresving} = \frac{N_{M,ligeud} + N_{M,venstresving}}{\frac{N_{M,ligeud}}{N_{Max,ligeud}} + \frac{N_{M,venstresving}}{N_{Max,venstresving}}} = \frac{318 + 159}{\frac{318}{1636} + \frac{159}{707}} = 1138 \text{ Pe/T}$$

Hvor:

$N_{M,ligeud}$	Trafikintensiteten for trafikstrømmen ligeud.
$N_{M,venstresving}$	Trafikintensiteten for trafikstrømmen venstresving.
$N_{Max,ligeud}$	Kapaciteten for ligeudkørsel.
$N_{Max,venstresving}$	Kapaciteten for venstresving.

Kilde: [Vejreglen: Kapacitet og serviceniveau]

Kapaciteten af tilfartssporet omregnes til enheden køretøjer/T ved hjælp af omskrivningsfaktoren of:

$$N_{Max,Kt} = of \cdot N_{Max} = 0,97 \cdot 1138 = 1103 \text{ Kt/T}$$

### Tilfartssporets belastningsgrad

Belastningsgraden udtrykker, hvor stor en andel af kapaciteten der udnyttes.

$$B = \frac{N_M}{N_{Max}} = \frac{159 + 318}{1138} = 0,42$$

Hvor:

$N_M$	Trafikintensiteten i tilfartssporet.
$N_{Max}$	Tilfartssporets kapacitet.

Kilde: [Vejreglen: Kapacitet og serviceniveau]

Det vil sige tilfartssporet for venstresvingende og ligeudkørende fra øst på Plantagevej er 42 % belastet, derved har køresporet en tilstrækkelig kapacitet.

### Middelforsinkelsen i tilfartssporet, serviceniveauet

Middelforsinkelsen er et udtryk for køresporets serviceniveau. Jo større belastningsgraden er, jo større er middelforsinkelsen.

$$t_m = \frac{T}{N_{Max,Kt}} + t_f \cdot t_2$$

Hvor:

T	Beregningsperioden i sekunder.
$t_f$	Timefaktoren.
$N_{Max,Kt}$	Tilfartssporets kapacitet i køretøjer pr. T.
$t_2$	Trafikanternes forsinkelse i tilfartssporet.

Kilde: [Vejreglen: Kapacitet og serviceniveau]

$t_2$  bestemmes som funktion af belastningsgraden og tilfartssporets kapacitet  $N_{max,Kt}$  i kt/T

$$t_2 = 2$$

Kilde: [Vejreglen: Kapacitet og serviceniveau]

$$t_m = \frac{3600}{1103} + 1 \cdot 2 = 6 \text{ sek}$$

Det vil sige, der er en middelforsinkelse på 6 sekunder per køretøj.

### Køtlængde i tilfartssporet

Køtlængden der overskrides i 5 %,  $n_{5\%}$ , af beregningsperioden beregnes. Det kan efterfølgende vurderes hvorvidt kødannelserne er kritiske for forholdene i krydset.

$$n_{5\%} = 3$$

Kilde: [Vejreglen: Kapacitet og serviceniveau]

Det vil sige køtlængden i antal køretøjer  $n_{5\%}=3$  køretøjer overskrides i 5% af beregningsperioden, hvilket svarer til 18 m, jf. vejreglen: Kapacitet og Serviceniveau.

Det kritiske antal køretøjer i kø,  $n_{kritisk}$  defineres som det antal køretøjer, der kan holde i tilfartssporet uden at være til gene for bagvedliggende kryds og udkørsler.

$$n_{kritisk} = \frac{L_{kritisk}}{\frac{x}{100} \cdot 15 + \frac{100-x}{100} \cdot 6} = \frac{90}{\frac{0,044}{100} \cdot 15 + \frac{100-0,044}{100} \cdot 6} = 15,00$$

Hvor:

$L_{kritisk}$  Længden i meter af den største tilladelige kø.  
x Lastbilprocenten

Kilde: [Vejreglen: Kapacitet og serviceniveau]

Af ovenstående kan det konkluderes, at der kan holde 15 køretøjer i kø, uden at være til gene for omgivelserne. Da køtlængden i antal køretøjer, der overskrides i 5 % af beregningsperioden, er beregnet til 3 køretøjer, er dette tilladeligt.

### 5.10.2 Belastningsgrad, middelforsinkelse og køtlængde

Mellemregninger samt resultater fra kapacitetsberegningen udført i DanKap fremgår af *appendiks B*. Resultaterne er angivet i tabel 5.7.

Tabel 5.7 Belastningsgrader, middelforsinkelse og køtlængde for tilfartssporene.

Tilfartsspor	Belastningsgrad [B]	Middelforsinkelse [ $t_m - \text{sek}$ ]	Køtlængde [ $n_{5\%} - \text{ktj}$ ]
Plantagevej Vest, ligeudkørende	0,19	3	1
Plantagevej Vest, højresvingende	0,11	3	1
Plantagevej Øst, ligeudkørende og venstresvingende	0,42	6	3
Saltgade, højresvingende og venstresvingende	0,75	41	8

På baggrund af ovenstående kan det konkluderes at Saltgade, med en belastningsgrad på 75 %, er hårdest belastet. Det har ifølge vejreglen: ”Kapacitet og serviceniveau” været praksis at stræbe efter en kapacitetsudnyttelse på cirka 70 % ved den dimensionsgivende timetrafikintensitet ved nyanlæg. Belastningen på de 75 % vurderes som værende tilstrækkelig, da der er tale om ombygning af kryds. Kølængden på sekundærvejen svarer til en længde på 48 meter. Da der er cirka 100 meter til nærmeste indkørsel, er dette tilladeligt.

## 5.11 Barriereeffekt og oplevet risiko

I det følgende beregnes barriereeffekt og oplevet risiko for den nuværende strækning ved krydset. På baggrund af beregningerne samt enhedspriser for disse kan omkostningerne vurderes.

### 5.11.1 Barriereeffekt

Barriereeffekten er et udtryk for den barriere som trafikken på vejen udgør for de lette trafikanter, der har behov for at krydse vejen. Barriereeffekten er udtrykt ved barrierevirkningen samt krydsningsbehovet:

$$\text{Barriereeffekt} = \text{Barrierevirkning} \cdot \text{Krydsningsbehov} \quad [5.3]$$

Kilde: [Vejtrafik, trafikteknik & trafikplanlægning [20]]

### Barrierevirkning

Barrierevirkningen er en faktor for trafikens barriere for lette trafikanter der skal krydse vejen. Der er betragtet strækningen fra Plantagevej nord til rundkørslen øst for krydset der har en længde på 210 m. Barrierevirkningen er givet ved følgende formel:

$$\text{Barrierevirkning} = 0,1 \cdot \sqrt{\overset{\circ}{A}DT} \cdot \left(\frac{v}{50}\right)^3 \cdot (1,87 \cdot La + 0,63) \cdot \left(1 - \frac{K}{20 \cdot L}\right) \quad [5.4]$$

Hvor:

V	Gennemsnitshastigheden i km/h
La	Lastbilandelen
K	Antallet af krydsningsmuligheder
L	Længden i km

Kilde: [Vejtrafik, trafikteknik & trafikplanlægning [20]]

$$\text{Barrierevirkning} = 0,1 \cdot \sqrt{6868} \cdot \left(\frac{50}{50}\right)^3 \cdot (1,87 \cdot 0,044 + 0,63) \cdot \left(1 - \frac{1}{20 \cdot 0,210}\right) = 4,50$$

Af tabel 5.8 fremgår klassificeringen af barrierevirkningen, som fremgår at være ubetydelig eller lille.

Tabel 5.8 Klassifikation af barrierevirkning Kilde: [Luftforurening, energiforbrug, barriere og utryghed [21]].

Barrierevirkning	Klassifikation
< 5,5	Ubetydelig eller lille
5,5 - 9	Moderat
9 - 15	Stor
> 15	Uovervindelig

### Krydsningsbehov

Krydsningsbehovet er de lette trafikanters behov for at krydse vejen, på baggrund af bebyggelsesvægten på hver side af vejen.

$$Krydsningsbehov = Bebyggelsesvægt_N \cdot Bebyggelsesvægt_S \cdot L \quad [5.5]$$

Hvor:

Bebyggelsesvægt<sub>N</sub>                      Vejsidens - mod nord - attraktion

Bebyggelsesvægt<sub>S</sub>                      Vejsidens - mod syd - attraktion

L    Strækningens længde i km

Kilde: [Vejtrafik, trafikteknik & trafikplanlægning [20]]

Bebyggelsesvægten er sat til 4 grundet Føtex nord for krydset, og Kwickly syd for krydset [19].

$$Krydsningsbehov = 4 \cdot 4 \cdot 0,210 = 3,36$$

Med kendskab til værdierne for barriereeffekt og krydsningsbehov bestemmes barriereeffekten ved formel 5.3.

$$Barriereeffekt = 4,50 \cdot 3,36 = 15,12$$

Derved er barriereeffekten 15,12 for den nuværende strækning ved krydset.

#### 5.11.2 Risikoeffekt

Risikoeffekten er et udtryk de lette trafikanters utryghed ved færdsels langs vejen. Risikoeffekten afhænger af risikovirkningen og færdselsbehovet:

$$Risikoeffekt = Risikovirkning \cdot Færdselsbehov \quad [5.6]$$

Kilde: [Vejtrafik, trafikteknik & trafikplanlægning [20]]

Som udgangspunkt for beregningen bestemmes risikovirkning og færdselsbehov.



## Risikovirkning

Risikovirkningen afhænger af adgangen til cykelsti og fortov, og beregnes for hver side af vejen.

$$Risikovirkning = \frac{1}{2} \cdot 0,1 \cdot \sqrt{\text{ÅDT}} \cdot \left(\frac{v}{50}\right)^3 \cdot (1,8 \cdot La + 0,63) \cdot (C + F) \quad [5.7]$$

Hvor:

v Gennemsnitshastighed i km/h

La Lastbilandel

F Faktor for fortov

C Faktor for cykelsti

Kilde: [Vejtrafik, trafikteknik & trafikplanlægning [20]]

Faktorerne for fortov og cykelsti fremgår af tabel 5.9.

Tabel 5.9 F-faktorer og C-faktorer ved risikovirkning. Kilde: [Vejtrafik, trafikteknik & trafikplanlægning [20]].

F-Faktor		C-Faktor	
Intet fortov/gangsti	0,5	Ingen cykelsti	0,5
Kun fortov/gangsti i modsat side	0,4	Dobbeltrettet cykelsti i modsat side	0,4
Fælles cykel/gangsti	0,3	Fælles cykel/gangsti	0,3
Fortov	0,1	Cykelbane/kantbane	0,2
		Cykelsti	0,1

Risikovirkningen for nordsiden:

$$Risikovirkning_N = \frac{1}{2} \cdot 0,1 \cdot \sqrt{6868} \cdot \left(\frac{50}{50}\right)^3 \cdot (1,8 \cdot 0,044 + 0,63) \cdot (0,3 + 0,3) = 1,76$$

Risikovirkningen for sydsiden:

$$Risikovirkning_S = \frac{1}{2} \cdot 0,1 \cdot \sqrt{6868} \cdot \left(\frac{50}{50}\right)^3 \cdot (1,8 \cdot 0,044 + 0,63) \cdot (0,5 + 0,4) = 2,645$$

Samlet risikovirkning:

$$Risikovirkning = 1,76 + 2,65 = 4,41$$

## Færdselsbehov

Færdselsbehovet er givet ved bebyggelsesvægten og strækningens længde

$$Færdselsbehov = Bebyggelsesvægt \cdot længde \quad [5.8]$$

Der er anvendt samme bebyggelsesvægt som ved beregning af krydsningsbehovet.

$$Færdselsbehov = (4 + 4) \cdot 0,210 = 1,68$$

Risikoeffekten beregnes på baggrund af risikovirkningen og færdselsbehovet ved formel 5.6

$$Risikoeffekt = 4,41 \cdot 1,68 = 7,41$$

## Barriereeffekt og oplevet risiko

På baggrund af den beregnede barriere- og risikoeffekt kan der gives et samlet udtryk

$$\begin{aligned} BRBT &= \text{Barriereeffekt} + \text{risikoeffekt} & [5.9] \\ BRBT &= 15,12 + 7,41 = 22,53 \end{aligned}$$

Der findes ingen enhedspris for BRBT i åbningsåret, da enhedsprisen blev fjernet i TERESA i 2010 [19]. Dette skyldes, at det er vanskeligt at værdisætte i forhold til samfundsøkonomien, og der derfor er stor usikkerhed forbundet med det. Der vælges dog alligevel at anvende dette i analysen, da det giver et udtryk for trafikanternes tryghed.

For at opnå en enhedspris i åbningsåret laves der en fremskrivning på baggrund af enhedsprisen for 1992 og 2003. I 1992 var enhedsprisen 9520 jf. Veje og Stier [22]. I 2003 var den 11.943 jf. Transport- og energiministeriets nøgletalskatalog [23]. På baggrund af dette har der været en årlig stigning i enhedsprisen på 220 kroner, hvilket medfører en enhedspris i 2018 på:

BRBT

15.243/BRBT

$$BRBT_{\text{fremskrivning}} = 22,53 \cdot 15243 = 343.424,8 \text{ kr.}$$

Den årlige omkostning af barriere- og risikoeffekt er således beregnet til **343.425 kroner**.

## 5.12 Drift og vedligehold

Der laves et overslag på driftsomkostningerne i forbindelse med det eksisterende kryds. Molio Prisdata anvendes til overslaget. Omkostninger for drift og vedligehold fremgår af tabel 5.10.

Tabel 5.10 Drift og vedligeholdsmkostninger for krydset.

Type	Mængde [ $m^2$ ]	Samlet EP [kr.]	Samlet KP [kr.]
Renholdelse, faste belægninger, asfalt	1.415	3,82	5.399
Flisebelægning, eftersyn pr. gang	207	0,44	92
Flisebelægning, fjerne ukrudt pr. gang	207	1,36	281
Asfalt eftersyn pr. gang	1.415	0,35	490
Snerydning mv. på asfalt	1.415	1,87	2.644
Snerydning på flisebelægning	207	2,27	470
Afmærkning	80	0,75	60
Skilte	23	300	6.900
<b>Samlet sum</b>			<b>16.336</b>

På baggrund af overslaget vil der være en drifts og vedligeholdsmkostning på **16.336 kroner** for det eksisterende kryds.

### 5.13 Oversigtsforhold

I det følgende bliver de eksisterende oversigtsforhold beskrevet. Oversigtsforholdene i krydset er vigtige for at opnå den bedste og mest sikre afvikling af trafikken.

Der er anvendt oversigtskravene fra vejreglen: Vejkryds. Et oversigtsareal i et vejkryds er et område der giver trafikanterne mulighed for at overskue krydset, således at trafikanten kan navigere med den nødvendige sikkerhed. I vejkrydset skal der være oversigt fra stoppositionen på Saltgade. Oversigtslængderne er beskrevet i det følgende.

#### Oversigt fra stopposition

Oversigtsarealet i vejkryds med ubetinget vigepligt fastlægges ved længderne  $l_p$  og  $l_s$  ad henholdsvis primærvejen og sekundærvejen. Størrelsen på oversigtsarealerne afhænger af hastigheden på primærvejen, som det fremgår af tabel 5.11.

Tabel 5.11 Oversigtslængder ad primærvejen. Kilde [Vejreglen: Vejkryds]

Ønsket hastighed (km/h)	70	60	50	40	30
Oversigtslængde $l_p$ (m)	145	120	95	75	55

$$l_s = 2,5 m$$

Kilde: [Vejreglen: Vejkryds, byernes trafikarealer]

Da hastigheden er 50 km/h medfører det en oversigtslængde ad primærvejen på 95 meter. Oversigtsarealet starter 2,5 meter fra vigelinjen og ned ad Saltgade, da afstanden svarer til den ventende sekundærtrafikants øjenplacering.

#### Oversigt for venstresvingende

Venstresvingende trafikanter skal ligeledes have tilstrækkelig oversigt, til sikkert at kunne krydse modsatrettede kørespor. Fra venteposition for venstresving bør følgende oversigtslængder i tabel 5.12 frem ad kørebanen være overholdt.

Tabel 5.12 Oversigtslængde frem ad kørebanen ved venstresving. Kilde: [Vejreglen: Vejkryds, byernes trafikarealer]

Ønsket hastighed (km/h)	70	60	50	40	30
Oversigtslængde (m)	115	100	85	65	50

Oversigtslængden bør derved være 85 meter, hvilket er opfyldt i oversigtsarealet for bilister på sekundærvejen. Oversigtsarealerne er optegnet, som det fremgår af figur 5.12, for at kunne vurdere om disse overholdes.



Figur 5.12 Oversigtsarealer for det eksisterende kryds markeret med orange.

Der er ingen større beplantning eller faste genstande på hverken venstre eller højre side af Saltgade. Det vurderes på baggrund af de optegnede oversigtsarealer samt besigtigelse af krydset, at oversigtskravene overholdes.

## 5.14 Opsamling

På baggrund af analysen af krydset Plantagevej/Saltgade vurderes det, at der vil forekomme en stigning i antallet af lette trafikanter i krydset. Dette skyldes byudviklingsprojekterne, den stigende turisme samt krydsets placering i forhold til campingpladsen og indkøbsmuligheder.

Af uheldsanalysen fremgår det, at den faktiske uheldstæthed er større end den forventede uheldstæthed. Dette er dog med en vis usikkerhed, da der kun er indberettet ét uheld de sidste fem år. På baggrund af kapacitetsberegningen kan det konkluderes at kapacitet for køresporerne på Plantagevej og Saltgade er tilstrækkelig.

Det fremgår af analysen, at der er visse problemstillinger ved krydset Plantagevej/Saltgade. Den delte sti nord for kryds er angivet som enkeltrettet, men anvendes som dobbeltrettet. Den røde tråd er hverken angivet som enkeltrettet eller dobbeltrettet, men anvendes som dobbeltrettet. Dette kan skabe forvirring og utryghed hos de lette trafikanter der skal færdes på stisystemet.

Trafikken agerer som en barriere for de lette trafikanter. Denne er dog ikke klassificeret som værende alvorlig, da de lette trafikanter kan anvende krydsningsmuligheden ved rundkørslen øst for krydset. Dette vil dog medføre en større omvej for de lette trafikanter. Det vurderes derfor, at denne ikke anvendes. De lette trafikanter vil anvende den rute, der medfører kortest transporttid, hvilket i visse tilfælde kan være krydset Plantagevej/Saltgade.

Af besigtigelsesnotat, *appendiks A*, fremgår det at cyklisterne har lavet deres egen sti i græsarealet nord for krydset. Dette tyder på, at de lette trafikanter har svært ved at overskue krydset samt dets krydsningsmuligheder og derfor ser sig nødsaget til at lave deres egne.

Med baggrund i denne analyse konkluderes det, at der er behov for en ombygning af krydset. Dette for at øge trafiksikkerheden, trygheden samt fremkommeligheden for de lette trafikanter.

## 6 Mulige løsningsforslag

På baggrund af de beskrevne problemstillinger vurderes løsningsforslag, for at sikre en bedre fremkommelighed og tryghed for cyklister og fodgængere. Valget af løsning afhænger ofte af de trafiksikkerhedsmæssige, kapacitetsmæssige, økonomiske og geometriske forhold. Der findes følgende krydstyper:

- Toplanskryds
- Forsatte vejkryds
- Rundkørsel
- Signalreguleret kryds
- Prioriterede vejkryds

### Toplanskryds

I et toplanskryds foregår krydsningen mellem vejene ude af niveau. Et toplanskryds har en større kapacitet, forbedre sikkerheden og vil medføre mindre ventetid for bilisterne på Saltgade. Dette vurderes dog som værende en dyr og unødvendig løsning da denne anvendes ved krydsning mellem flere højklassede veje, og vil medføre store ændringer i omgivelserne.

### Forsatte vejkryds

Forsatte kryds består af to T-kryds, der ligger så tæt, at de har indvirkning på udformningen. Der skelnes mellem venstreforsatte og højreforsatte kryds. Krydstypen er fordelagtigt ved ombygning fra eksisterende firvejskryds til forsat vejkryds. Da der ikke er tale om firvejskryds, ses der bort fra denne krydstype.

### Rundkørsel

En rundkørsel består af midterø, overkørselsareal langs midterø, cirkulationsareal og yderrabat. Vejgrene består af sekundærheller, tilfartsspor, frafartsspor og yderrabat. Ombygning til rundkørsel kan være en fordelagtig løsning, hvis hastigheden på begge vejgrene ønskes reduceret, at ventetiden ønskes mere ligeligt fordelt samt opnå større kapacitet.

Det fremgår af Vejdirektoratets håndbog for trafiksikkerhed, at de sikkerhedsmæssige effekter er størst ved ombygning af kryds til rundkørsel i åbent land, grundet reducere i hastigheden. Derimod fremgår det, at ombygning til rundkørsel ofte forringer trafiksikkerheden for lette trafikanter. Antallet af ulykker og personskader øges, ved ombygning af vigepligtsregulerede T-kryds til rundkørsel.

Da krydset ønskes ombygget for at sikre bedre trafiksikkerhed, tryghed og fremkommelighed for cyklisterne, er en rundkørsel vurderet som værende et dårligt alternativ til den nuværende krydstype. Derudover vil ombygningen til rundkørslen koste cirka 3 millioner kroner, og vil kræve et større areal.



### **Signalreguleret kryds**

Der kan etableres signalanlæg i det nuværende T-kryds. Signalregulerede kryds kan være 3- eller 4-benede, og udformes med samme elementer som for prioriterede kryds. I et signalreguleret kryds er den gennemgående vej den overordnede vej, og sidevejen er den mindst betydende vej.

Det fremgår af Vejdirektoratets håndbog for trafiksikkerhed, at signalregulering af vigepligtregulerede T-kryds medfører en reduktion i personulykker med 15 % og materielskadeulykker på 20 %. Samt en reduktion på ulykker på veje op til 200 meter fra krydset på 12 %. Signalregulering er dog forbundet med en løbende udgift til drift og vedligeholdelse, og har en anlægsomkostning på cirka 1,5 millioner.

### **Prioriterede vejkryds**

Et prioriteret vejkryds kan udformes som et T-kryds eller firevejskryds med to sekundærveje over for hinanden. Firevejskryds anvendes dog ikke længere ved nyanlæg grundet trafiksikkerheden, og der ses derfor bort fra dette.

Det eksisterende kryds er udformet som et T, hvor bilisterne på Saltgade har vigepligt for trafikken på Plantagevej. Der kan etableres forskellige sikkerhedsfremmende foranstaltninger i det eksisterende kryds. Der er blandt andet følgende varianter af T-kryds:

- Hastighedsdæmpende foranstaltninger
- Forvarsling af vigepligt
- Stoppligt i stedet for vigepligt
- Primær kanalisering
- Stitunnel og - bro
- Sekundærhelle
- Ekstra bredt midterareal
- Højreindsvingsspor
- Venstreindsvingsspor
- Passagelomme
- Hastighedsbegrænsning

#### Hastighedsdæmpende foranstaltninger

Der kan etableres fartdæmpende foranstaltninger i form af afmærkning, belægning, vejudstyr og indsnævring. Ved at reducere hastigheden i krydset forbedres fremkommeligheden for de lette trafikanter. Dette kan også resultere i en stigning i antallet af lette trafikanter, da der skabes bedre forhold for disse.

#### Forvarsling af vigepligt

Forvarsling af vigepligten kan ske i form af skiltning eller afmærkning på kørebanen som rumfelt eller symbol. Dette er en god løsning for at undgå, at trafikanterne fra Saltgade overser deres vigepligt.

### Stoppligt i stedet for vigepligt

Ved at ændre den ubetinget vigepligt til stoppligt, kan trafikikkerheden øges. Hvis der skal etableres stoppligt, skal der være konstateret et betydeligt ulykkesproblem mellem trafikanter fra Saltgade og Plantagevej. Da der ifølge uheldsanalysen ikke kan konstateres et sådant problem, anvendes der ikke stoppligt i krydset.

### Primær kanalisering

En primær kanalisering består som regel af primærheller samt venstresvingsspor. Kanaliseringen medfører en reduktion i antallet af ulykker hvor venstresvingende bliver påkørt af bagfrakommende. Ved etablering af heller samtidig med venstresvingsspor, kan de venstresvingende holde beskyttet i sporet og hellen kan fungere som støttepunkt for lette trafikanter. Etablering af venstresvingkanalisering i T-kryds med delvist kantstensbegrænset og delvist afstribet helleanlæg koster 650.000 kroner.

### Stitunnel/Stibro

Ved stitunnel og -bro er krydsningerne mellem de lette trafikanter og bilister ude af niveau. Stitunnel/stibro anvendes ved veje med stor trafikintensitet og høj hastighed samt hvor terrænet lægger op til det. Da krydsningen finder sted ude af niveau medfører det god trafikikkerhed. Det vurderes dog som værende en dyr og uhensigtsmæssig løsning. Stibroen eller stitunnelen vil medføre en ”omvej” for cyklisterne, i og med, at de skal overvinde en stigning, og det vil derfor være nemmere at krydse direkte i krydset som det bliver gjort i dag.

### Sekundærhelle

En sekundærhelle adskiller sekundærvejens to trafikstrømme samt synliggør krydset for bilisterne. Derudover reducerer hellen hastigheden for svingende biltrafik og denne kan ved udførsel som krydsningshelle agere støttepunkt for lette trafikanter. Sekundærhelle kan dog medføre skader ved påkørsel af den kantstensbegrænsede del, og kræver som regel en breddeudvidelse af sekundærvejen.

### Ekstra bredt midterareal

Der etableres et areal der adskiller primærvejens gennemgående spor. Ved denne løsning kan en venstresvingende trafikant fra Saltgade krydse Plantagevej i to etaper. Det brede midterareal medfører en breddeudvidelse af Plantagevej, og kan skabe forvirring for trafikanterne fra Saltgade. Af sikkerhedsmæssige grunde kan udformningen derfor ikke anbefales, og anvendes derfor heller ikke til ombygningen af krydset.

### Højreindsvingsspor

Et højreindsvingsspor er et separat kørespor for de højresvingende som ender ud i en flettestrækning med bilisterne på Plantagevej. Da der, jf. kapacitetsberegningen, ikke er problemer med afviklingen af højresvingende fra sekundærvejen anvendes løsningen ikke.

### Venstreindsvingsspor

Et venstreindsvingsspor er et separat kørselspor for de venstresvingende, som ender ud i en flettes-trækning med bilisterne på Plantagevej. Da der jf. kapacitetsberegningen, ikke er problemer med afviklingen af venstresvingende fra sekundærvejen anvendes løsningen ikke.

### Passagelomme

En passagelomme medfører en udvidelse af kantbanen i krydset. Denne muliggør at de ligeudkørende kan passere de venstresvingende køretøjer. Dette kan forbedre fremkommeligheden for ligeudkørende samt er en billig og ikke betydelig arealkrævende løsning. Passagelommen kan dog gøre det vanskeligt for trafikanter at gennemskue krydssets anvendelse. Da det i forvejen tyder på, at det er vanskeligt for de lette trafikanter at gennemskue krydset anvendes denne løsning ikke.

### Hastighedsbegrænsning

Der kan etableres lokal hastighedsbegrænsning i og omkring krydset. Dette vil fremme sikkerheden, gøre det lettere for trafikanterne at se hinanden samt reducere antallet af vigepligtsuheld. Hastighedsbegrænsningen vil dog forringe fremkommeligheden for trafikanterne på Plantagevej.

## 7 Analyse af valgte løsningsforslag

I dette kapitel undersøges udvalgte løsningsforslag. I forbindelse med undersøgelsen opstilles parametrene til cost/benefit analysen for de valgte løsninger, med henblik på at kunne vurdere den mest rentable og fordelagtige løsning til ombygning af krydset.

På baggrund af løsningsforslagene i forrige afsnit udvælges to til en videre analyse.

- **Løsningsforslag A:** Etablering af signalanlæg.
- **Løsningsforslag B:** Etablering af kanalisering på Plantagevej og Saltgade.

### 7.1 Løsningsforslag A

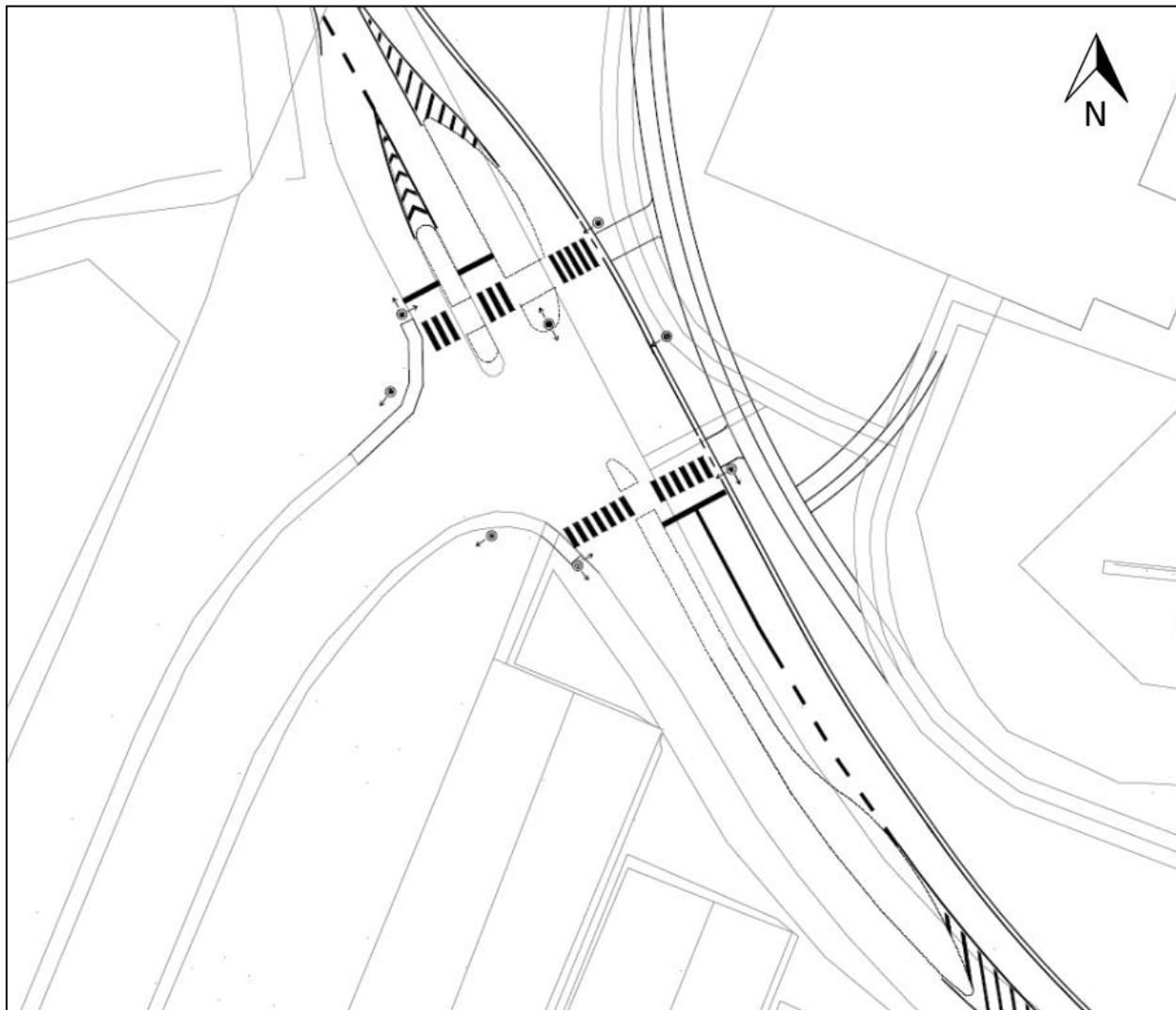
Løsningsforslaget omhandler ombygning af det eksisterende kryds ved etablering af signalregulering på primær- og sekundærvejen.

Der anlægges venstresvingsspor på Plantagevej, for at forbedre sikkerheden for de venstresvingende samt med henblik på fremtidssikring af krydset. I forbindelse med etablering af venstresvingssporet anlægges der to nye midterheller, der skal fungere som krydsningsheller. Den eksisterende helle omlægges til krydsningshelle. Etablering af venstresvingsspor samt heller medfører en breddeudvidelse af Plantagevej.

Der anlægges fodgængerfelt på den østlige og vestlige side af krydset. Det vestlige fodgængerfelt stemmer godt overens med observerede fodgængerstrømme jf. besigtigelsesnotat *appendiks A*, da de observerede fodgængere anvender det østlige fortov på Saltgade i begge retninger. Der er gode muligheder for fodgængerne for at krydse Saltgade i den sydlige ende. Af hensyn til cyklisterne fra nord mod syd, etableres det østlige fodgængerfelt.

Den enkeltrettede delte sti nord for krydset gøres dobbeltrettet, så den kan anvendes af lette trafikanter i begge retninger. Fra den delte sti anlægges enkeltrettede fællestier til krydset.

Signalregulering af krydset vil fremme sikkerheden samt fremkommeligheden for de lette trafikanter samt bilister på sekundærvejen. Placering af signalmaster samt krydsets udformning fremgår af figur 7.1.



Figur 7.1 Skitsetegning af løsning A, hvoraf krydsets geometri samt signalmasternes placering fremgår.

### 7.1.1 Miljøomkostninger

Det trafikale arbejde og miljøomkostningerne er det samme for krydset både før og efter ombygningen, da der ikke forventes ændring i antallet af motorkøretøjer samt længden på strækningen. Miljøomkostningerne i åbningsåret efter ombygningen er derfor **27.148 kroner**

### 7.1.2 Uheldsmodel 2018

De forventede årlige udgifter i forbindelse med uheld, fastlægges via effektberegning. Dette gøres ved hjælp af gennemsnitspriser for henholdsvis personskader og materielskader som er opgivet i afsnit 5.8.3.

Effekterne er beskrevet i Vejdirektoratets håndbog: Trafiksikkerhedsberegninger og uheldsbekæmpelse. Effekterne kræver en vurdering af det enkelte tilfælde, da effekterne kan gælde ved særlige tilfælde eller kun ved bestemte typer uheld. Derudover kan flere sikkerhedsforanstaltninger medføre et overlap af effekterne.

Virkingen af etablering af signalregulering i vigepligtsregulerede kryds fremgår af Vejdirektoratets håndbog: Trafiksikkerhedsberegning og uheldsbekæmpelse. Virkingen på bestemte typer af uheld fremgår af tabel 7.1

Tabel 7.1 Effekter ved signalanlæg. Kilde: [Vejdirektoratet: Trafiksikkerhedsberegninger og ulykkesbekæmpelse]

Uheldstype	Effekt [%]
Alle ulykker	-18
Person ulykker	-15
Materielle ulykker	-20

Etablering af venstresvingsspor har ligeledes en indvirkning på antallet af ulykker i krydset. Venstresvingssporet har en effekt på 20 %. Da venstresvingsskanaliseringen ikke har en dokumenteret virkning på netop den uheldstype der er sket i krydset, medtages denne effekt ikke. Antagelsen er konservativ, og derfor på den sikre side at antage.

På baggrund af ovenstående kan det forventede antal uheld i åbningsåret beregnes ved effektberegning og uheldstæthederne i afsnit 5.9.3.

Forventede uheldstæthed for personuheld:

$$UHT = 0,85 \cdot 0,054 = 0,046$$

Forventede uheldstæthed for materielskadeuheld:

$$UHT = 0,8 \cdot 0,077 = 0,062$$

Den årlige omkostning for uheld er opgjort i tabel 7.2

Tabel 7.2 Uheldsomkostninger i åbningsåret efter ombygning.

Type	Enhedspris [kr./uheld]	UHT [uheld/år]	ÅOK [kr./år]
Personskade	6.871.687	0,046	316.098
Materielskade	747.077	0,062	46.319
I alt			362.417

Det kan heraf konkluderes at den forventede udgift til uheld efter ombygning i 2018 er **362.417 kroner**. Det vil sige en årlig besparelse på 66.180 kroner.

### 7.1.3 Kapacitet

Der er lavet de samme trafikale forudsætninger, som ved det eksisterende kryds, da der vurderes at være samme trafikmængde efter ombygningen. Da der er etableret venstresvingsspor, er der tilføjet en ekstra trafikstrøm til beregningen. Der er ligeledes anvendt programmet DanKap til beregning af kapaciteten for det signalregulerede kryds. I programmet skal der angives de trafikale forudsætninger, antal faser, ankomst fordeling, omløbstiden samt mellemtiderne.



## Ankomsttype

Ankomsttypen afhænger af hvorvidt krydset er koordineret eller ej, hvor god koordineringen er samt hvor stor en del der får gavn af denne. Ankomsttype 3, AT3, anvendes normalvis, hvis krydset ikke er koordineret med andre signalanlæg jf. vejreglen: Kapacitet og serviceniveau. AT3 medfører at køretøjerne ankommer tilfældigt til krydset.

## Faser

Signalplanen for et signalreguleret kryds opdeles i faser. Der er valgt to faser for krydset, i første fase er der grønt for primærvejen, og i anden fase er der grønt for sekundærvej. Da der ønskes etableret fodgængerfelt er der valgt, at fodgængerne får grønt 5 sekunder før højresvingende på sekundærvejen.

## Omløbstid og mellemtider

Der er i programmet valgt en maskinelt beregnet omløbstid, og grøntider. Mellemtider er den tid, der i signalprogrammet indlægges mellem den ene fase får rødt til den anden får grøn. Sikkerhedstiderne fastlægges for krydssets konfliktpunkter, og derefter vælges den største værdi som mellemtid.

For primærvejen beregnes mellemtiden på baggrund af sikkerhedstiden for den sidste cyklist på primærvejen til den første bilist på sekundærvejen. For sekundærvejen beregnes mellemtiden på baggrund af sikkerhedstiden for den sidste fodgænger på sekundærvejen til den første bilist på primærvejen.

Mellemtiden for Plantagevej:

$$t_m > \frac{l_c}{v_c} - \frac{l_b}{v_b} + t_e$$

Hvor:

$t_m$	Mellemtiden
$l_c$	Afstand fra stoplinje på primærvejen til mødet med bilist fra sekundærvejen
$v_c$	Sidste cyklists hastighed
$l_b$	Afstand fra stoplinje på sekundærvejen til mødet med cyklist fra primærvejen
$v_b$	Første bilists hastighed
$t_e$	Passagetid efter grønt

Kilde: [Vejreglen: Kapacitet og serviceniveau]

Afstande opmåles på grundkortet, hastigheder og passagetid efter grønt fremgår af vejreglen: Kapacitet og serviceniveau.

$$t_m = \frac{16}{8} - \frac{9}{13} + 2 = 3,31$$

Derved sættes mellemtiden til 4 sekunder for Plantagevej.

Mellemtiden for Saltgade:

$$t_m > \frac{l_f}{v_f} - \frac{l_b}{v_b} + t_e$$

Hvor:

- $l_f$  Afstand fra fortovet til mødet med bilist fra primærvejen  
 $v_f$  Sidste fodgængers hastighed  
 $l_b$  Afstand fra stoplinje på primærvejen til mødet med fodgænger fra sekundærvejen  
 $v_b$  Første bilists hastighed

Kilde: [Vejreglen: Kapacitet og serviceniveau]

$$t_m = \frac{10}{1,5} - \frac{20}{13} + 0 = 5,13$$

Derved sættes mellemtiden til 6 sekunder for Saltgade.

Grøntider og mellemtider fremgår af tabel 7.3.

Tabel 7.3 Grøntider og mellemtider for krydset

Fase	Grøntid	Mellemtid
1 - Plantagevej	21	4
2 - Saltgade	9	6

Mellemregningerne samt resultater fra kapacitetsberegningen udført i DanKap fremgår af *appendiks C*. Resultaterne er angivet i tabel 7.4.

Tabel 7.4 Belastningsgrader, middelforsinkelse samt kølængde for tilfartssporerne for løsning A

Tilfartsspor	Belastningsgrad [B]	Middelforsinkelse [ $t_m - sek$ ]	Kølængde [ $n_{\%} - ktj.$ ]
Plantagevej vest, ligeud	0,29	8	6
Plantagevej vest, højresving	0,19	8	3
Plantagevej øst, ligeud	0,35	13	4
Plantagevej øst, venstresving	0,36	8	6
Saltgade, højresving og venstresving	0,60	12	5

Af disse resultater fremgår det, at belastningsgraden, middelforsinkelsen samt kølængden er reduceret for Saltgade. Signalanlægget har dog modsatrettet effekt på trafikken på Plantagevej. Signalanlægget har medført, at bilisterne på Plantagevej nu skal vige i en periode for bilisterne fra Saltgade. Signalanlægget medfører at belastningsgraderne for Plantagevej er næsten fordoblet.

### 7.1.4 Barriereeffekt og oplevet risiko

I dette afsnit belyses barriereeffekten og den oplevede risiko for krydset efter ombygningen. Der anvendes samme fremgangsmåde og formler som i afsnit 5.11. I løsningsforslaget er der etableret to krydsningsmuligheder for lette trafikanter, hvilket medfører i alt tre krydsningsmuligheder på strækningen.

#### Barriereeffekt

Barriereeffekten beregnes på baggrund af barrierevirkningen og krydsningsbehovet som beregnes i det følgende ved brug af formel 5.3, 5.4 og 5.5.

$$\text{Barrierevirkning} = 0,1 \cdot \sqrt{6873} \cdot \left(\frac{50}{50}\right)^3 \cdot (1,87 \cdot 0,044 + 0,63) \cdot \left(1 - \frac{3}{20 \cdot 0,210}\right) = 1,69$$

Af tabel 5.8 fremgår klassificeringen af barrierevirkningen, som fremgår at være ubetydelig eller lille. Da der er etableret to ekstra krydsningsmuligheder er barrierevirkningen reduceret.

Krydsningsbehovet afhænger af bebyggelsesvægten samt strækningens længde. Bebyggelsesvægten sættes lig 4, da der er indkøbsmarkeder på begge sider af krydset. [19]

$$\text{Krydsningsbehov} = 4 \cdot 4 \cdot 0,210 = 3,36$$

Med kendskab til værdierne for barrierevirkning og krydsningsbehov bestemmes barriereeffekten.

$$\text{Barriereeffekt} = 1,69 \cdot 3,36 = 5,68$$

Det vil sige barriereeffekten er 5,68 efter ombygning af krydset.

#### Risikoeffekt

Risikoeffekten beregnes på baggrund af risikovirkningen og færdselsbehovet som beregnes i det følgende ved brug af formel 5.6, 5.7 og 5.8.

Risikovirkningen beregnes hvor hver side af vejen, og lægges derefter sammen.

$$\text{Risikovirkning}_N = \frac{1}{2} \cdot 0,1 \cdot \sqrt{6873} \cdot \left(\frac{50}{50}\right)^3 \cdot (1,8 \cdot 0,044 + 0,63) \cdot (0,3 + 0,3) = 1,76$$

$$\text{Risikovirkning}_S = \frac{1}{2} \cdot 0,1 \cdot \sqrt{6873} \cdot \left(\frac{50}{50}\right)^3 \cdot (1,8 \cdot 0,044 + 0,63) \cdot (0,4 + 0,4) = 2,35$$

$$\Sigma \text{Risikovirkning} = 1,76 + 2,35 = 4,12$$

Færdselsbehovet er givet ved bebyggelsesvægten og strækningens længde.

$$Færdselsbehov = (4 + 4) \cdot 0,210 = 1,68$$

Risikoeffekten beregnes på baggrund af risikovirkningen og færdselsbehovet.

$$Risikoeffekt = 4,12 \cdot 1,68 = 6,92$$

### Barriereeffekt og oplevet risiko

Barriereeffekt og oplevet risiko beregnes ved formel 5.9 på baggrund af barriereeffekten og risikoeffekten.

$$BRBT = 5,68 + 6,95 = 12,63$$

Herved kan den årlige omkostning for barriere og risikoeffekt beregnes ved hjælp af enhedspri- sen i afsnit 5.11:

$$12,63 \cdot 15243 = 192519,1 \text{ kr.}$$

Den årlige omkostning af barriere- og risikoeffekt er således beregnet til **192.520 kroner**.

### 7.1.5 Anlægsoverslag

Der er udarbejdet et anlægsoverslag for ombygningen af prioriteret T-kryds til signalreguleret kryds. Anlægsoverslaget fremgår af *appendiks E*, og en oversigt over samlede omkostninger fremgår af tabel 7.5.

Tabel 7.5 Anlægsoverslag for løsning A

Betegnelse	Pris [kr.]
Generelle arbejder	105.000
Jordarbejder	171.200
Bundsikring af sand og grus	62.875
Stabilt grus	82.850
Brolægning	144.000
Varmblandet asfalt	449.480
Afmærkningsmateriel	98.500
Kørebaneafmærkning	61.205
Signalarbejder	325.000
<b>Samlet sum</b>	<b>1.500.110</b>

Derved bliver anlægsomkostningerne for ombygningen af prioriteret T-kryds til signalreguleret kryds **1.500.110 kroner**.

### 7.1.6 Drift og vedligehold

For at kunne give et overslag på omkostningerne forbundet med drift og vedligeholdelsomkostningerne er det forudsat at disse omfatter cirka 2 % af anlægsomkostninger. På baggrund af anlægsoverslaget er drift- og vedligeholdelsomkostningerne per år beregnet til:

$$DOVH = \frac{1.500.110}{100} \cdot 2 = 30.003 \text{ kr./år}$$

Omkostningerne forbundet med signalanlægget bør betragtes som et selvstændigt tillæg til ovenstående pris. Følgende priser er per anlæg/år og er de priser Esbjerg Kommune har forhandlet sig frem til enten via udbud eller forhandling:

- Drift ydre udstyr (Driftsentreprenør): 5.280 kr. pr./år
- Drift indre anlæg (Leverandør) 2.000 kr. pr./år
- Materialer (f.eks. LED lyskilder) 18.700 kr. pr./år
- EL 11.000 kr. pr./år
- Overvågning 5.000 kr. pr./år
- Hærværk/ fjernelse af graffiti mm. 1.000 kr. pr./år
- Udskiftning af diverse hardware 5.000 kr. pr./år

Herudover skal der hvert år lægges et beløb til side pga. levetiden af et anlæg:

- Opsparing til udskiftning af styreapparat efter 10 år: 20.000,00 kr. pr./år
- Opsparing til udskiftning af master efter 25 år: 8.000,00 kr. pr./år
- Opsparing til udskiftning af lanterner mm. efter 15 år: 8.000,00 kr. pr./år

Derved er den samlede årlige drift- og vedligeholdelsomkostning på **113.983 kroner pr. år** for krydset efter ombygningen.

## 7.2 Løsningsforslag B

Løsningsforslaget omhandler ombygning af det eksisterende T-kryds ved etablering af kanalisering af primærvejen og sekundærvejen. Dette med henblik på fremkommelighed, sikkerhed samt tryghed for de lette trafikanter.

Der anlægges venstresvingskanalisering, grundet øget sikkerhed for de venstresvingende samt med henblik på fremtidssikring af krydset. Der etableres tre krydsningsheller på Plantagevej, der skal agere støttepunkt for de lette trafikanter. Hellen i den østlige del af krydset skal anvendes af lette trafikanter fra syd. De to heller i den vestlige del af krydset skal anvendes af lette trafikanter fra nord. Etablering af krydsningsheller samt venstresvingskanalisering medfører, at der skal udføres en breddeudvidelse af primærvejen.

På Saltgade anlægges en sekundærhelle. Denne adskiller trafikstrømmene, synliggør krydset samt reducerer hastigheden for svingende bilister.

Den enkeltrettede delte sti nord for krydset gøres dobbeltrettet, så den kan anvendes af lette trafikanter i begge retninger. Fra den delte sti etableres enkeltrettede fællestier til krydset. Krydsets udformning fremgår af figur 7.2.



Figur 7.2 Skitsetegning af løsning B



### 7.2.1 Miljøomkostninger

Det trafikale arbejde og miljøomkostningerne er det samme for krydset før og efter ombygningen, da der ikke forventes ændring i antallet af motorkøretøjer samt længden på. Miljøomkostningerne i åbningsåret efter ombygningen er derfor **27.148 kroner**

### 7.2.2 Uheldsmodel 2018

De forventede årlige udgifter i forbindelse med uheld, fastlægges via effektberegning. Dette gøres ved hjælp af gennemsnitspriser for henholdsvis personskader og materielskader som er opgivet i afsnit 5.8.3.

Effekterne er beskrevet i Vejdirektoratets håndbog: Trafiksikkerhedsberegninger og uheldsbekæmpelse. Effekterne kræver en vurdering af det enkelte tilfælde, da effekterne kan gælde ved særlige tilfælde eller kun ved bestemte typer uheld. Derudover kan flere sikkerhedsforanstaltninger medføre et overlap af effekterne.

Virkningen af etablering af venstresvingskanalisering i vigepligtsregulerede kryds fremgår af Vejdirektoratets håndbog: Trafiksikkerhedsberegning og uheldsbekæmpelse. Virkningen på bestemte typer af uheld fremgår af tabel 7.6.

Tabel 7.6 Effekt af venstresvingskanalisering på primærvej for T-kryds i byzone.

Uheldstype	Effekt [%]
Alle ulykker	-20
Person ulykker	-20
Materielle ulykker	-20

Derudover viser studierne en tendens til at venstresvingskanalisering med kantstensbegrænset helle giver lidt bedre virkning, end når der anvendes afmærkede heller.

Udover etablering af venstresvingskanalisering, anlægges der en sekundærhelle. Sekundærhellen har en positiv effekt på synliggørelsen af krydset samt adskillelse af trafikstrømme. Jf. Vejdirektoratets håndbog: Trafiksikkerhedsberegninger og uheldsbekæmpelse kan den samlede effekt beregnes ved effektoverlap. Der findes dog ingen dokumentation for effekten af sekundærheller, og det vurderes derfor, at den samlede effekt er 20 %, da det er en konservativ antagelse. Venstresvingskanaliseringen har som sådan ingen dokumenteret virkning på netop den uheldstype der er sket i krydset, hvilket forstærker antagelsen.

På baggrund af ovenstående effekter kan det forventede antal uheld i åbningsåret efter ombygning beregnes ved effektberegning og de beregnede UHT i afsnit 5.9.3.

Forventede uheldstæthed for personuheld:

$$UHT = 0,8 \cdot 0,054 = 0,043$$

Forventede uheldstæthed for materielskadeuheld:

$$UHT = 0,8 \cdot 0,077 = 0,062$$

Den årlige omkostning for uheld er opgjort i tabel 7.7

Tabel 7.7 Uheldsomkostninger i åbningsåret efter ombygning.

Type	Enhedspris [kr./uheld]	UHT [uheld/år]	ÅOK [kr./år]
Personskade	6.871.687	0,043	295.483
Materielskade	747.077	0,062	46.319
I alt			341.802

Det kan heraf konkluderes at den forventede udgift til uheld efter ombygning i 2018 er **341.802 kroner**. Det vil sige en årlig besparelse på 86.795 kroner.

### 7.2.3 Kapacitet

Der er lavet de samme trafikale forudsætninger, som ved det eksisterende kryds, da der vurderes at være samme trafikmængde efter ombygningen. Der er dog ændret på antallet af trafikstrømme førende i vestlig retning, da der etableres venstresvingsspor. Mellemregningerne samt resultater fra kapacitetsberegningen udført i DanKap fremgår af *appendiks D*. Resultaterne er angivet i tabel 7.8.

Tabel 7.8 Belastningsgrader for tilfartssporerne for løsning B

Tilfartsspor	Belastningsgrad [B]	Middelforsinkelse [ $t_m - sek$ ]	Køtlængde [ $n_{\%} - ktj$ ]
Plantagevej Vest, ligeudkørende	0,19	3	1
Plantagevej Vest, højresvingende	0,11	3	1
Plantagevej Øst, ligeudkørende	0,22	7	1
Plantagevej Øst, venstresving	0,19	3	1
Saltgade, højresving og venstresving	0,71	35	7

Af disse resultater ses det, at der er sket en reduktion i belastningsgraden for de ligeudkørende fra øst på Plantagevej, grundet etablering af venstresvingsspor. Derudover er der sket en mindre reduktion i belastningsgrad, middelforsinkelse og køtlængde for Saltgade ved indførelse af venstresvingsspor.

### 7.2.4 Barriereeffekt og oplevet risiko

I dette afsnit belyses barriereeffekten og den oplevede risiko for krydset efter ombygningen. Der anvendes samme fremgangsmåde og formler som i afsnit 5.11. I løsningsforslaget er der etableret to krydsningsmuligheder for lette trafikanter, hvilket medfører i alt tre krydsningsmuligheder på strækningen. Da antallet af krydsningsmuligheder er det samme som for løsning A, bliver omkostningerne forbundet med barriereeffekt og oplevet risiko den samme.

Den årlige omkostning af barriere- og risikoeffekt er således beregnet til **192.520 kroner**.

### 7.2.5 Anlægsoverslag

Der er udarbejdet et anlægsoverslag for ombygningen af krydset. Anlægsoverslaget fremgår af *appendiks F*, og en oversigt over samlede omkostninger fremgår af tabel 7.9.

Tabel 7.9 Anlægsoverslag for løsning B

Betegnelse	Pris [kr.]
Generelle arbejder	105.000
Jordarbejder	214.250
Afvanding	40.000
Bundsikring af sand og grus	71.150
Stabilt grus	96.750
Brolægning	263.500
Varmblandet asfalt	506.505
Afmærkningsmateriel	115.000
Kørebaneafmærkning	24.250
<b>Samlet sum</b>	<b>1.436.405</b>

Derved bliver anlægsomkostningerne for ombygningen af prioriteret T-kryds med kanalisering **1.436.405 kroner.**

### 7.2.6 Drift og vedligehold

For at kunne give et overslag på omkostningerne, der er forbundet med drift og vedligeholdsmkostningerne er det forudsat at disse omfatter cirka 2% af anlægsomkostninger. På baggrund af anlægsoverslaget er drifts og vedligeholdsmkostningerne per år beregnet til:

$$DOVH = \frac{1.436.405}{100} \cdot 2 = 28.728$$

Omkostningerne for drift og vedligehold for ombygningen af krydset er **28.728 kroner pr. år.**

## 8 Cost/benefit analyse

De kvantitative og kvalitative aspekter belyses, vurderes og vægtes under cost/benefit analysen, for at finde den mest fordelagtige løsning. Besparelsen for løsningsforslagene i forhold til det eksisterende kryds fremgår af tabel 8.1.

**Tabel 8.1 Omkostninger for det eksisterende kryds i åbningsåret samt besparelsen ved etablering af løsningsforslag A og løsningsforslag B.**

Omkostning	Eksisterende kryds omkostninger [kr./år]	Løsningsforslag A Besparelse [kr./år]	Løsningsforslag B Besparelse [kr./år]
Miljøomkostninger	27.379	0	0
Trafikuheldsomkostninger	428.597	66.180	86.795
Barriere	343.425	150.905	150.905
Drift og vedligehold	16.336	-97.827	-12.581
<b>Besparelse i alt</b>		<b>119.258</b>	<b>225.128</b>

Rentabiliteten for ombygningen af krydset vurderes ved førsteårsforrentning. Denne kan anvendes til at prioritere løsningerne i forhold til trafikikkerhed. Metoden vurderer værdien af de sparede uheld, det første år, og sætter dem i forhold til anlægsomkostningerne. Projektet med den højeste forrentning, er det mest rentable. Førsteårsforrentningen beregnes ved:

$$\text{Førsteårsforrentning} = \frac{\text{Sparede uheldsomkostninger}}{\text{Anlægspris}} \cdot 100$$

Ved omskrivning af ovenstående kan det dække den samlede årlige besparelse:

$$\text{Førsteårsforrentning} = \frac{\sum \text{Årlig besparelse}}{\text{Anlægspris}} \cdot 100$$

### Løsning A førsteårsforrentning

$$\text{Førsteårsforrentning}_A = \frac{66.180}{1.500.110} \cdot 100 = 4,41$$

$$\text{Førsteårsforrentning}_A \text{ Årlig besparelse} = \frac{119.258}{1.500.110} \cdot 100 = 7,95$$

### Løsning B førsteårsforrentning

$$\text{Førsteårsforrentning}_B = \frac{86.795}{1.436.405} \cdot 100 = 6,04$$

$$\text{Førsteårsforrentning}_B \text{ Årlig besparelse} = \frac{225.128}{1.436.405} \cdot 100 = 15,67$$

På baggrund af ovenstående kan det konkluderes at løsning B har den højeste forrentningen, og er derved det projekt der er mest rentabelt.

## 8.1 Kvalitativ vurdering

Foruden det økonomiske aspekt er det også relevant at betragte løsningernes kvalitative fordele og ulemper.

Den største kvalitet for både løsning A og B, er den forbedrede trafikikkerhed. Løsning A medfører en reduktion i antal personulykker med 15 % og materielle ulykker med 20 %. Løsning B medfører en reduktion i antal personulykker og materielle ulykker på 20 %. Både løsning A og B vurderes at have direkte indflydelse på den uheldstype, der er sket i krydset, hvor en bilist fra Saltgade svinger ud foran en bilist på Plantagevej.

En anden fordel ved begge løsningsforslag, er at de øger antallet af krydsningsmuligheder for de lette trafikanter, og dermed mindske den oplevede barriere- og risikoeffekt. Derved reduceres den oplevede usikkerhed for fodgængere og cyklister. Løsning A sikrer at trafikanterne på Plantagevej holder tilbage for de lette trafikanter. Løsning B medfører, at de lette trafikanter kan anvende støttepunkterne, der opdeler trafikstrømmene.

I det nuværende kryds er der ikke kapacitetsmæssige problemer jf. besigtigelses notat, *appendiks A*, samt kapacitetsberegningen i afsnit 5.10. Løsning A vil ændre markant på den nuværende situation. Trafikanterne på Plantagevej skal i perioder holde tilbage for trafikanterne på sekundærvejen. Dette medfører, at sporene på Plantagevej næsten opnår en fordobling af belastningsgraden. Løsning B ændrer relativt lidt på den eksisterende situation. Der opnås en reduktion af belastningsgraden på primærvejen, da der etableres venstresvingsspor. Denne er dog ikke hårdt belastet, og venstresvingssporet anses derfor som en fremtidssikring af krydset. Derudover opnås der en lille reduktion i belastningsgraden på sekundærvejen grundet etablering af venstresvingssporet.

Løsning A vil medføre at højresvingbanen bliver betydeligt kortere. Da denne i forvejen ikke er særlig lang, kan det resultere i, at denne bør omlægges.

På baggrund af de kvantitative samt kvalitative fordele og ulemper vurderes det, at løsning B er den mest rentable og fordelagtige løsning. Dette skyldes især anlægsomkostningerne og driftsomkostningerne forbundet med løsning A. Derudover vil løsning A medføre en øget transporttid for trafikanterne på Plantagevej, grundet etablering af signalanlægget.

## II. Projektering

### 9 Projektering af krydset

Projekteringen af krydset tager udgangspunkt i vejreglerne, som er vejsektorens grundlag for planlægning, projektering, anlæg og drift af vejinfrastrukturen. Vejreglerne er udarbejdet af Vejdirektoratet som hører under Transportministeriet.

Der er ikke foretaget opmåling af krydset, og der er derfor anvendt højdekurver fra Kortforsynings database. Dette medfører at grundlaget for detailprojekteringen ikke er nøjagtigt. Da højdekurverne er eneste tilgængelige data, tages der udgangspunkt i disse samt antagelser og forudsætninger under de enkelte afsnit, for at muliggøre detailprojekteringen.

#### 9.1 Projekteringsgrundlag

I dette afsnit beskrives grundlaget for projektering og designet af krydset. Ved projektering af krydset fastsættes det dimensionsgivende-, tilgængelighedskrævende- og hastighedsmaksimerede køretøj.

- Det dimensionsgivende køretøj fastsætter tværsnittet og arealbehovet. Køretøjet skal kunne passere uden anvendelse af overkørselsarealer.
- Det tilgængelighedskrævende køretøj fastsætter bredden af overkørselsarealerne og kan anvende disse.
- Det hastighedskrævende køretøj, er det køretøj der kan passere krydset med maksimal hastighed inden for begrænsningslinjerne.

Det dimensionsgivende-, tilgængelighedskrævende- og hastighedsmaksimerede køretøj udvælges af mulige typekøretøjer som fremgår af tabel 9.1

Tabel 9.1 Køretøjstyper samt disses længde og bredde. Kilde: [Vejreglen: Grundlag for udformning af trafikarealer]

Typekøretøj	Køretøjslængde [m]	Køretøjsbredde [m]
T: Traktor med anhænger og kost	6,86	1,40
PV: Person- og varebil	4,80	1,85
BUS: Bus	12/13,7/15	2,55
REN: Renovationskøretøj/Lastbil	10/9,62	2,55
LV: Lastbil	12	2,60
PVT: Påhængsvogntog	18,75	2,55
SVT: Sættevogntog	16,5	2,55
MVT: Modulvogntog	25,25	2,55
SK: Specialkøretøj	22/26/30	2,55

Udover ovenstående typekøretøjer findes der særtransporter med en bredde på op til 3,65 meter. Krydset er ikke en del af modulvogntogsvejnettet, fremkommelighedsvejnettet eller tungvogns-

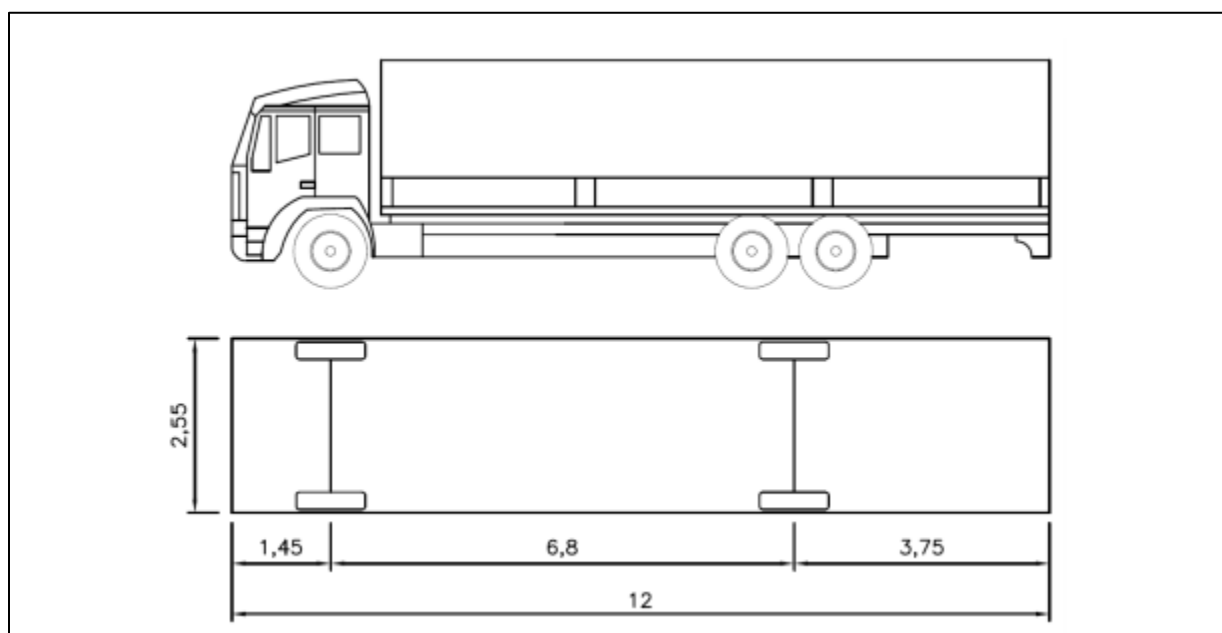


vejnettet, jf. Vejdirektoratets kortlægning af disse, og der er derfor ikke krav til dimensionering for et bestemt typekøretøj.

Typekøretøjerne fastsættes på baggrund af trafiktællingerne samt krydsets anvendelse. Af trafiktællingerne fremgår det, at der er observeret biler og lastbiler på Plantagevej og Saltgade. Der er på Saltgade opsat skiltene C23,1 og C23,2 med forbud mod lastbiler og busser, samt undertavle UC20, ”Gælder kun gennemkørsel”. Derudover er der opsat skiltet C35, forbud mod akseltryk højere end 10 tons på broen.

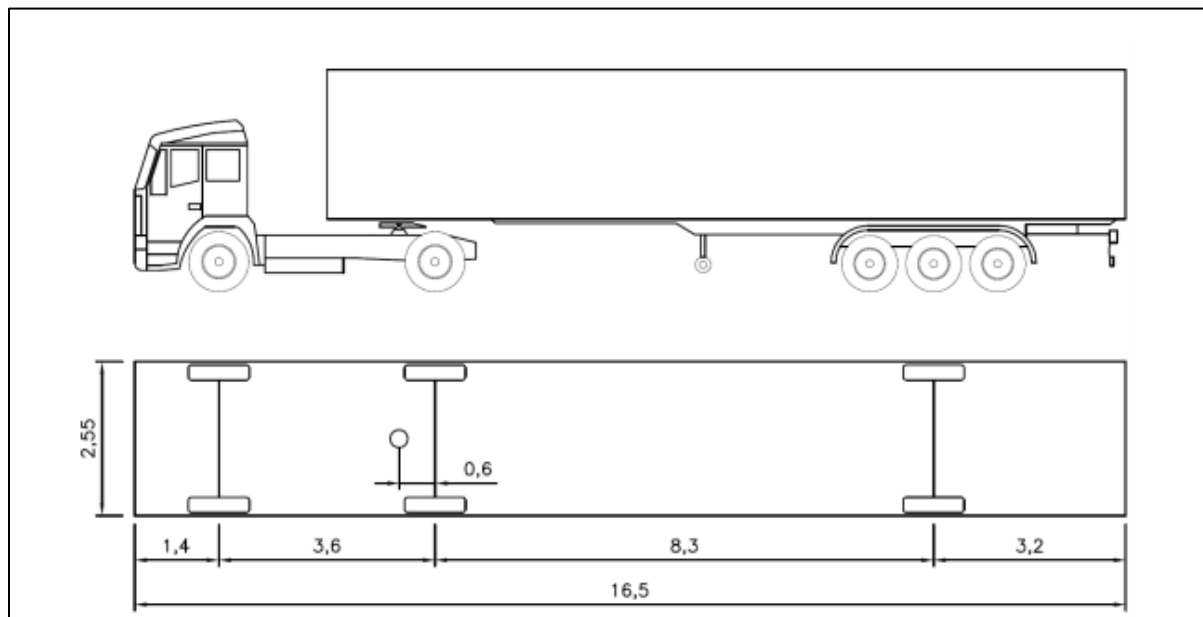
### Dimensionsgivende køretøj

På baggrund af ovenstående vurderes det, at lastbiler er det største køretøj der passerer krydset. Lastbilens dimensioner fremgår af figur 9.1.



Figur 9.1 Lastbilens dimensioner angivet i meter. Kilde: [Vejreglen: Grundlag for udformning af trafikarealer]

Det dimensionsgivende køretøj fastsættes dog alligevel til sættevognstog, for at fremtidssikre krydset. Derved er krydset dimensioneret til en mulig ændring i borgernes og virksomhedernes trafikale behov. Sættevognstogets dimensioner samt dets køremåde fastsætter arealbehovskurven, og er med til at forme krydsets elementer. Sættevognstogets dimensioner fremgår af figur 9.2.



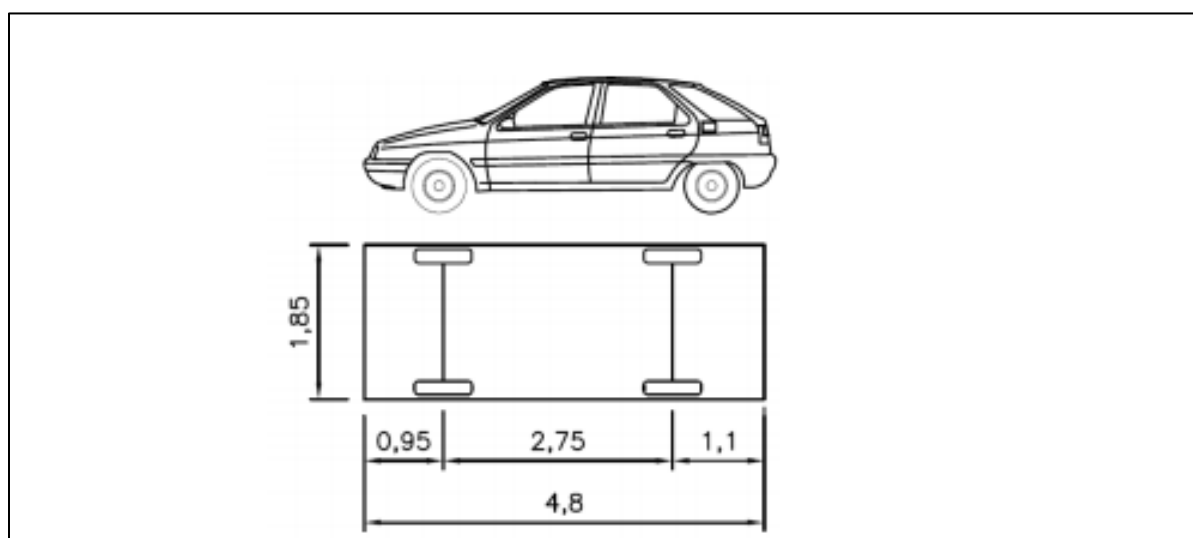
Figur 9.2 Sættevogntogets dimensioner angivet i meter. Kilde: [Vejreglen: Grundlag for udformning af trafikarealer]

### Det tilgængelighedskrævende køretøj

Overkørselsarealernes bredde fastsættes som arealforskellen mellem det dimensionsgivende køretøjs arealbehov og det tilgængelighedskrævende køretøjs arealbehov. Der ønskes ikke etableret overkørselsarealer i krydset, og der vælges derfor ikke et tilgængelighedskrævende køretøj.

### Det hastighedskrævende køretøj

Det hastighedskrævende køretøj fastsættes til personbiler, og disse skal kunne passere krydset med maksimal hastighed samt god komfort inden for begrænsningslinjerne. Personbilernes dimensioner fremgår af figur 9.3.



Figur 9.3 Personbilens dimensioner angiver i meter. Kilde: [Vejreglen: Grundlag for udformning af trafikarealer]

### **Køremåde og arealbehov**

For at kunne fastlægge arealbehovskurven bestemmes køremåden. Der findes, køremåde A, der svarer til fri fremkommelighed og køremåde B, der svarer til begrænset fremkommelighed. Der henvises til tegning PLAN-H-TV-1102, PLAN-H-TV-1103, PLAN-H-TV-1104, PLAN-H-TV-1105 for sættevognstogets og lastbilens kørekurver.

Ved køremåde A fremføres det dimensionsgivende køretøj i kryds med reduceret hastighed, 20 km/h for personbiler og 15 km/h for store køretøjer. Køretøjets arealbehov må ikke ligge beslag på andre trafikstrømmes kørespor. Hastigheden kan reduceres til 5 km/h for svingspor og for sekundærvejen jf. vejreglen: Grundlag for udformning af trafikarealer.

Ved køremåde B fremføres det dimensionsgivende køretøj med en hastighed på 5 km/h. Arealbehovet kan herunder lægge beslag på køresporsarealer for modsatrettet trafik, der må dog ikke overskrides spærrelinjer. Sporarealet kan lægge beslag på kantbaner jf. vejreglen: Grundlag for udformning af trafikarealer.

Arealbehovskurven fastsættes på baggrund af kørekurver udført i AutoTURN. Der tillægges et arealtillæg på 0,3 meter fra køretøjets forhjul og baghjul. Sættevognstoget er fremført med køremåde B, med en hastighed på 5 km/h og ved behov kan denne lægge beslag på køresporsarealer for modsatrettet trafik samt kantbaner. Lastbilen er fremført med køremåde A, med en hastighed på 15 km/h og arealbehovet skal ligge inden for eget kørespor.

### **Planlægningshastighed**

Hastigheden i krydset har stor betydning for sikkerheden, fremkommeligheden og trygheden for både bilister og lette trafikanter. Planlægningshastigheden er den hastighed som vejmyndigheden fastsætter. I byområder er planlægningshastigheden den samme som den dimensionsgivende hastighed. Hastigheden på Plantagevej og Saltgade ønskes bevaret som eksisterende med 50 km/h, som medfører en hastighedsklasse middel.

Hastigheden i selve krydset er fastsat på baggrund af den valgte køremåde. Af afsnittet omkring køremåde er det beskrevet, at lastbiler skal kunne fremføres med en hastighed på 15 km/h og sættevognstoget med en hastighed på 5 km/h. Personbiler skal kunne fremføres med en hastighed på 20 km/h.

## 9.2 Udformningen af krydsets elementer

Projektering af krydset omfatter elementerne på Plantagevej og Saltgade. Det bestræbes i størst muligt omfang at bevare de eksisterende dele af krydset. Derudover ønskes det æstetiske udtryk bevaret, ved at anvende samme principper og materialer som på den resterende del af Plantagevej og Saltgade. Der henvises til tegning PLAN-H-TV-1100 for den overordnede geometri samt PLAN-H-TV-5200 for materialevalg.

### Vognbanebredder

Vognbanebredderne er valgt på baggrund af anbefalede bredder for 50 km/h. De anbefalede vognbanebredder samt valgte bredder fremgår af tabel 9.2.

Tabel 9.2 Anbefalet vognbanebredder samt valgte vognbanebredder. Kilde: [Vejreglen: Vejkryds]

Vognbane type	Anbefalet vognbanebredde [m]	Valgt vognbanebredde [m]
Ligeudgående på primærvejen	3,00-3,25	3,25
Rene svingbaner på primærvejen	2,75-3,00	3,00
Tilfartsbaner på sekundærvejen	2,75-3,50	3,25

### Kantsten og kantbaner

I det nuværende kryds er der anvendt affræset betonkantsten på begge sider af Saltgade. Kantstenen er ført rundt langs tilslutningskanterne til Plantagevej, og afsluttes cirka 10 meter efter tilslutningen. Der er ingen kantstensbegrænsning på den nordlige side af krydset grundet afvanding til rabat. Omfanget af kantstensbegrænsning bevares ved ombygningen. Kantbanen langs kantstene og kørebanekant er fastlagt til 0,5 meter og langs heller 0,25 meter.

### Sikkerhedszone

Sikkerhedszonen er en zone uden faste genstande. Sikkerhedszonen fastsættes på baggrund af hastigheden på de 50 km/h. I åbent land er kravet til sikkerhedszonens bredde 3 meter. I byområder kan det være svært at overholde kravet til sikkerhedszonen og minimumsbredden er derfor fastsat til 1 meter ved 50 km/h. Hvis der placeres faste genstande i sikkerhedszonen skal disse gøres eftergivelige.

### 9.2.1 Primærvejens geometri

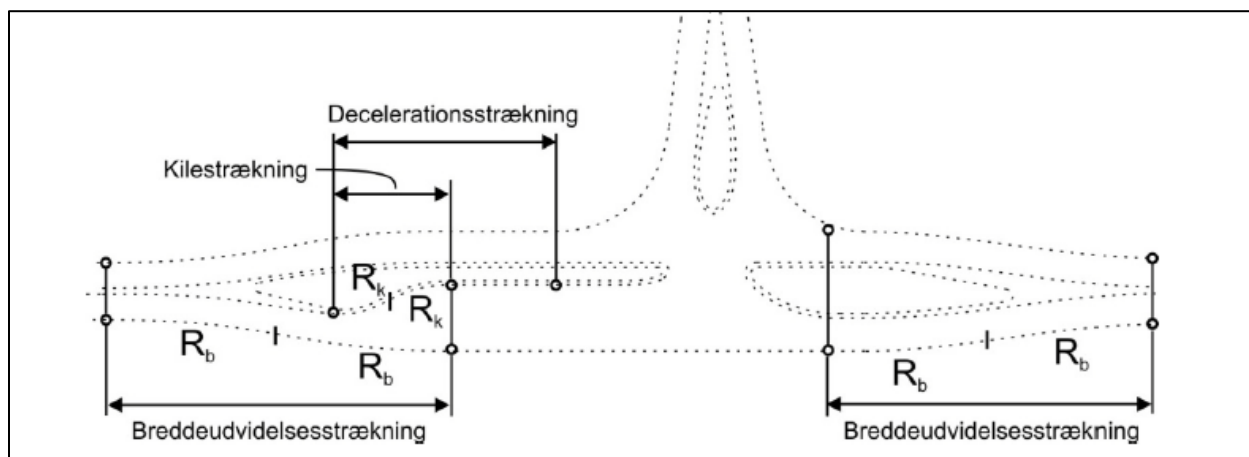
Der etableres venstresvingsspor, højresvingsspor samt tre krydsningsheller på Plantagevej. Én krydsningshelle langs venstresvingssporet, én modsat venstresvingssporet og én langs højresvingssporet. Etableringen af venstresvingssporet samt krydsningshellerne medfører en breddeudvidelse af den nordlige del af Plantagevej. Krydsets elementer fremgår af figur 9.4.



Figur 9.4 Udklip af belægningsplan for krydset, hvoraf krydsets udformning fremgår.

## Kilestrækning og breddeudvidelse

I forbindelse med etablering af venstresvingssporet bestemmes breddeudvidelsesstrækningen samt kilestrækningen, som det fremgår af figur 9.5.



Figur 9.5 Principskitse for breddeudvidelsesstrækning samt kilestrækning. Kilde: [Vejreglen: Vejkryds]

Primærhellen ved venstresvingssporet indsnævres for at opnå den ønskede bredde på venstresporet. Indsnævringen foretages over kilestrækningen, der udformes med en S-kurve. Kurven består af en afrundingsradius  $R_K$ , som bestemmes på baggrund af den ønskede hastighed på 50 km/h.

$$R_K = 23 \text{ m}$$

Kilde: [Vejreglen: Vejkryds]

Da venstresvingssporet samt krydsningsheller medfører et større breddebehov, bestemmes radijerne i forbindelse med breddeudvidelse af primærvejen. Breddeudvidelsen opnås ved en vognbaneforsætning, der udformes som en S-kurve. Kurven består af radius  $R_B$  der bestemmes på baggrund af den ønskede hastighed på 50 km/h.

$$R_B = 115 \text{ m}$$

Kilde: [Vejreglen: Vejkryds]

Værdierne sikre, at det dimensionsgivende køretøj kan gennemkøre breddeudvidelsesstrækningen med 50 km/h.

Ovenstående radius er anvendt til breddeudvidelsen på den vestlige del af krydset, da breddeudvidelsesstrækningen ønskes så kort som muligt. Dette skyldes tilslutning med den nordlige del af Plantagevej forholdsvis tæt på krydset.



På den østlige side af krydset er der derimod valgt at tilvejebringe breddeudvidelsen ved én kurve. Denne er udformet med en radius 120 m som tangerer den eksisterende kørebane kant ved den østlige rundkørsel samt breddeudvidelsens kørebane kant. Dette kræver en længere breddeudvidelsestrækning men medfører til gengæld et bedre flow for trafikken fra øst.

### Venstresvingssporet

Venstresvingssporet og højresvingssporet er sammensat af en decelerationsstrækning og en køstrækning. Decelerationsstrækningen medfører, at den største del af decelerationen kan ske i den separate vognbane. Længden bestemmes på baggrund af den ønskede hastighed i krydset. Sammenhængen mellem hastigheden og decelerationsstrækningens længde fremgår af tabel 9.3.

Tabel 9.3 Decelerationsstrækningens længde. Kilde: [Vejreglen: Vejkryds]

Ønsket hastighed [km/h]	70	60	50	40	30
Decelerationsstrækningens længde [m]	45	35	25	15	8

På baggrund af ovenstående fastsættes decelerationsstrækningens længde til 25 meter. Køstrækningens længde sættes normalt til 25 meter, svarende til 4 personbiler jf. vejreglen: Prioriterede vejkryds i åbent land. Af afsnit 7.2.3 fremgår det, at der i spidstimen er en kølængde svarende til ét køretøj, cirka 6 meter. Grundet begrænset antal venstresvingende bilister på Plantagevej, samt kapacitetsberegningen vurderes det at en kølængde på 15 meter er tilstrækkelig. Venstresvingssporet har derfor en samlet længde på 40 meter.

### Højresvingssporet

Højresvingssporet bør i princippet udformes på baggrund af samme krav som venstresvingssporet ved en decelerationsstrækning og en køstrækning. Da det ønskes at bevare så mange delelementer af krydset som muligt, ændres der ikke på udformningen af højresvingssporet, der har en længde på cirka 36 meter. Da de højre svingende bilister ikke har vigepligt for andre trafikstrømme kan køstrækningen undlades og svingssporet overholder derved kravet til en decelerationsstrækning på 25 meter. Det kan undersøges hvorvidt der er problemer med højresvingssporets længde. I tilfælde af problemer kan det vurderes om denne bør ændres.

### Heller

Primærhellerne har til formål at adskille trafikstrømmene, sænke hastigheden samt agere støttepunkt for de lette trafikanter der krydser vejen. Hellernes udformning fremgår af tegning PLAN-H-TV-5200.

Hellerne placeres 0,5 meter fra forlængelsen af Saltgade. De to krydsningsheller vest i krydset anvendes af lette trafikanter fra nord mod syd, og krydsningshellen ved venstresvingssporet anvendes af lette trafikanter fra syd mod nord.

Hellerne kan anlægges som spærreflade, helle med kantstensbegrænsning eller helle uden kantstensbegrænsning. Da hellerne skal anvendes som krydsningsheller udføres disse som kantstensbegrænset. Der anvendes affræsedede kantsten med en lysning på 5 cm grundet risiko for påkørsel. Den kantstensbegrænsede del udføres i 2 meters bredde samt en kørebanekant langs hellen på 0,25 meter. Hellerne bør mindst være 2-5 meter lange.

Hellernes åbning udføres jf. vejreglen: Grundlag for udformning af trafikarealer og længdekravet til cyklister med anhænger på 3,0 meter. Hellerne kunne udføres med en bredde på 3 meter, hvilket ville kræve en yderligere breddeudvidelse på 1 meter, og anses derfor som ufordelagtigt. Hellernes åbning udføres derfor i en længde på 3,0 meter, så en cyklist med anhænger kan stå på langs i hellerne.

For at blødgøre overgangen ved kørsel forbi hellespidserne der vender bort fra krydset, er den kantstensbegrænsede del afrundet med en cirkelbue med en radius på 0,5 meter. Krydsningshellerne ved venstresvingssporet samt modsat venstresvingssporet afrundes ud fra arealbehovet for det dimensionsgivende køretøj. Krydsningshellen langs højresvingssporet afrundes med en radius 0,5 meter.

Den kantstensbegrænsede del af hellerne kan gøres mindre, og den resterende del kan udføres i spærreflade, hvilket vil være økonomisk fordelagtigt. Det vurderes dog, at der ved at udføre størstedelen af hellen som kantstensbegrænset vil ske en større fartdæmpning i krydsområdet, og derfor vælges dette.

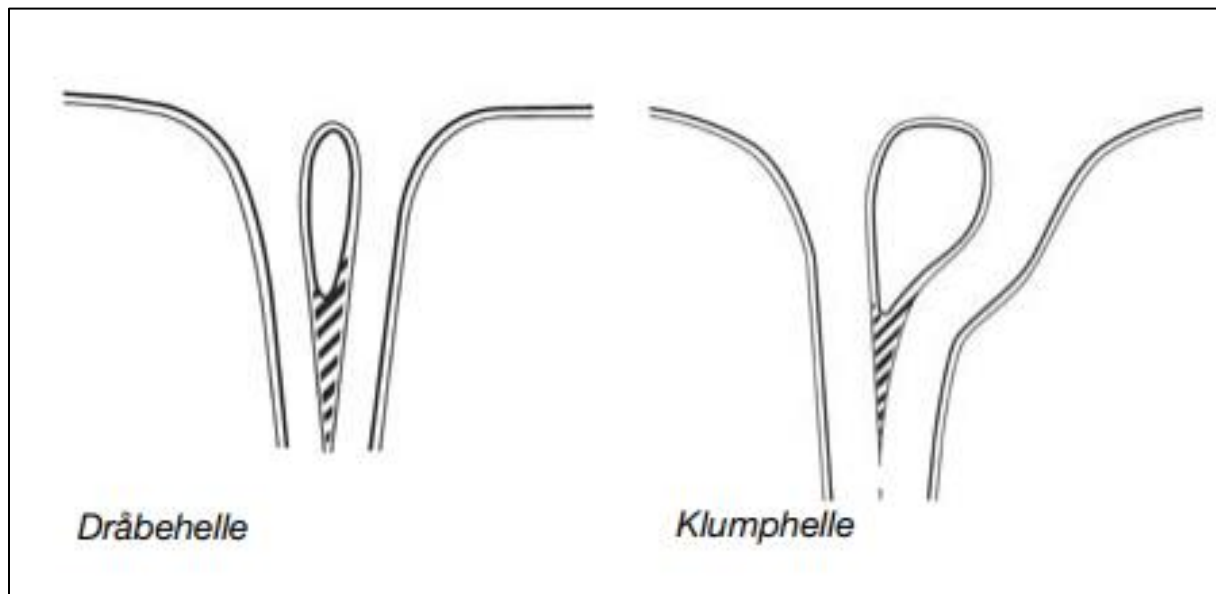
### 9.2.2 Sekundærvejen

På Saltgade etableres en midterhelle. Hellen medfører en udvidelse af tilslutningskanterne. Fortovet på begge sider af Saltgade forlænges langs tilslutningskanterne.

#### **Sekundærhellen**

Hellen i sekundærvejen har til formål at adskille trafikkenstrømme, samt gøre det lettere for trafikanterne at erkende krydset. Da der er fortov på begge sider af Saltgade, samt gode krydsningsmuligheder i den sydlige del af Saltgade, vurderes der ikke behov for at udføre denne som krydsningshelle. Hellen udføres dog alligevel, så den opfylder breddekravene til en krydsningshelle, grundet henblik på fremtidssikring af krydset ved ændring i de lette trafikanters behov. Hellen placeres mindst 0,5 meter fra Plantagevejs skæring med Saltgade.

Sekundærhellen kan udføres som dråbehelle eller klumphelle. Dråbehellen har til formål at adskille trafikstrømmene samt at synliggøre krydset for trafikanterne på Saltgade. Da hellen er med til at synliggøre krydset vil den også have en fartdæpende effekt. Klumphellen har til formål at sænke hastigheden. [18] Dråbehellens og klumphellens udformning fremgår af figur 9.6.



Figur 9.6 Udformning af dråbehelle og klumphelle. Kilde: [18]

Som det fremgår af figur 9.6 kræver klumphellen et større areal end dråbehellen, hvilket vil medføre en større breddeudvidelse af Saltgade. Derfor etableres sekundærhellen som dråbehelle.

Dråbehellen har en dråbeformet facon, som er let for trafikanterne at genkende. Hellenens begrænsningslinjer er udformet på baggrund af arealbehovskurverne for det dimensionsgivende køretøj. Højre side af hellen er udformet efter arealbehovskurven for venstresving til primærvejen. Venstres side af hellen er udformet efter arealbehovskurven for venstresving fra primærvejen.

Hellen udføres med en sådan bredde, at den overholder kravet til en krydsningshelle, hvor den kantstensbegrænsede bredde er minimum 2 meter og en kantbane på 0,25 meter langs hellen.

### Tilslutningskanterne

Tilslutningskanter, kørebanebredder i til- og frafarter samt placering af heller bestemmes ved kørekurver udført i AutoTURN. Tilslutningskanterne udføres med så lille en radius som muligt, for at reducere hastigheden for de mindre køretøjer. Tilslutningskanterne udføres som affræsedede betonkantstene af hensyn til risiko for påkørsel.

Breddeudvidelse af Saltgade udføres ved en vinkeldrejning  $\alpha_b$  i forhold til vejmidten:

$$\alpha_b = 1:5$$

Kilde: [Vejreglen: Vejkryds]

Vinkeldrejningen afrundes med en radius. Radiussen afhænger af kørebanebredden ind og ud af krydset som det fremgår af tabel 9.4.

Tabel 9.4 Mindste radier for afrunding med én cirkelbue. Kilde: [Vejreglen: Vejkryds]

		Kørebanebredde ud af krydset [m]			
		7	6	5	4
Kørebanebredde ind i krydset [m]	7	5	5	6	8
	6	6	6	7	9
	5	7	7	8	10
	4	8	8	8	11

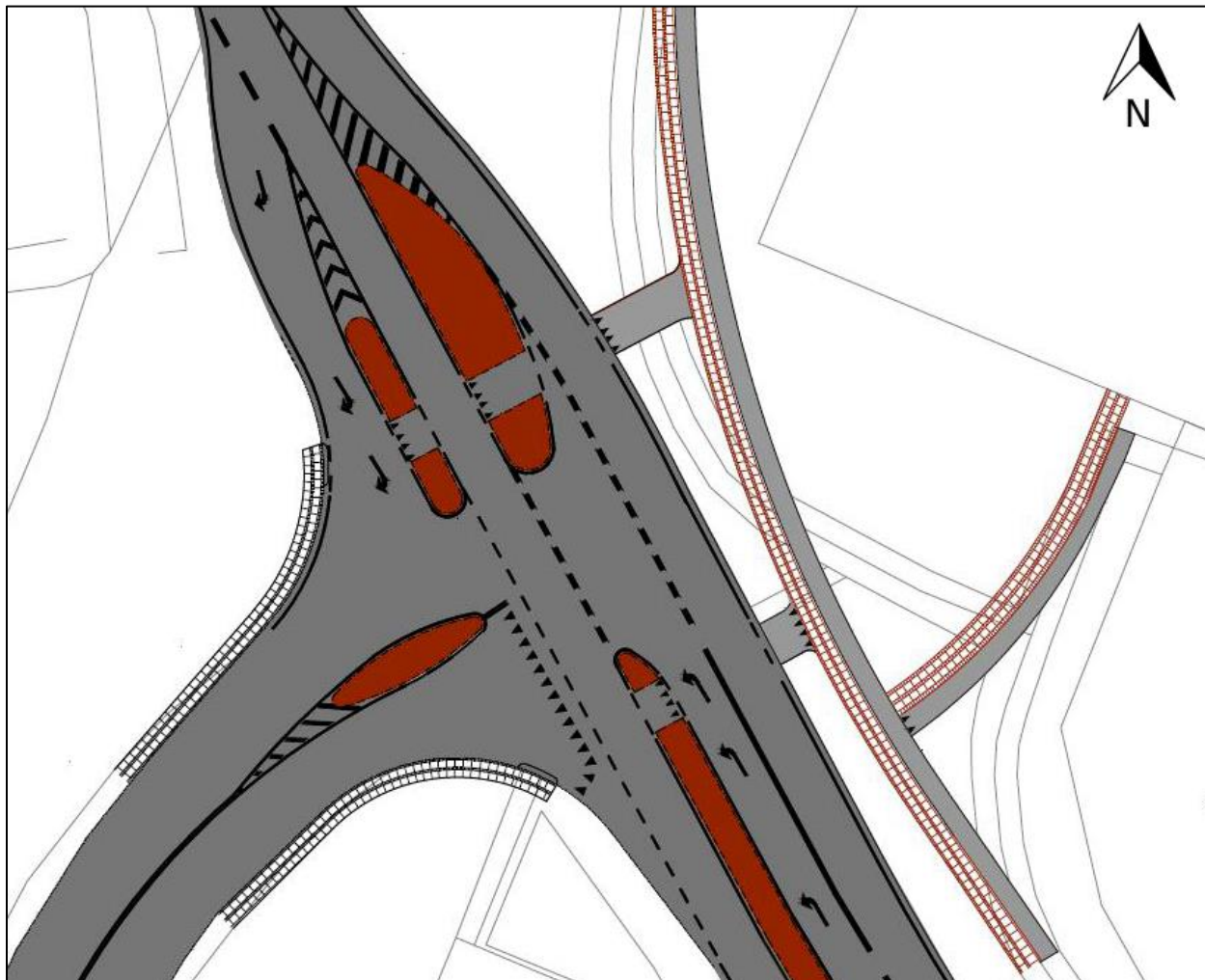
Herved er den mindste radius der bør anvendes til tilslutningskanterne 11 m. Der er taget udgangspunkt i det ovenstående, og efterfølgende er der anvendt arealbehovskurverne, for at fastlægge radierne. På den østlige side er der anvendt en radius 13 der tangerer Saltgades vestlige kørebane kant samt højresvingssporets kørebane kant, og på den veste side er der anvendt en radius 15 der tangerer Saltgades østlige kørebane kant samt Plantagevejs sydlige kørebane kant.

### Fortovet

Det eksisterende fortov på Saltgade er udført i en bredde på 1,3 meter bestående af betonfliser (0,47x0,625 meter) adskilt af chaussésten. Der udføres en forlængelse af fortovet i tilslutningskanterne for at lede fodgængerne til åbningerne i krydsningshellerne på Plantagevej. Den normalt anbefalede bredde af fortov er 2,5 meter og vejledende minimumsbredde 1,5 meter jf. vejreglen: Tværprofiler i byer. Ovenstående krav medfører at fortovet på Saltgade, bør anlægges med en større bredde. Da der er tale om en forholdsvis lille del af fortovet der skal ændres, vurderes det på baggrund af det æstetiske udtryk, at bredden på de 1,3 meter bevares.

### 9.2.3 Delte stier

Den delte sti nord for krydset, omlægges og kobles på den røde tråd i dennes toppunkt. Dette gøres for at forkorte distancen for de lette trafikanter mest muligt samt skabe et bedre flow for disse. Ved omlægning af den delte sti, udføres den i samme materialer som den røde tråd, og fungerer derfor som en forlængelse. Stien til Føtex kobles på den røde tråds forlængelse og har vigepligt for denne. Dette medfører en bedre tilslutning, hvor cyklisterne undgår at skulle krydse fortovsbelægningen. Udformningen samt belægningen af stien fremgår af figur 9.7.



Figur 9.7 Udsnit af belægningsplan over krydset, hvoraf den delte sti fremgår.

Den røde tråd er udført som delte sti, hvor fortovet udgør 1,8 meter og cykelstien 1,3 meter. Den røde tråd er ikke afmærket som en dobbeltrettet delte sti. Stien har til formål at skabe sammenhæng mellem byens rum fra den gamle bydel til den nye, og anvendes derfor som dobbeltrettet af de lette trafikanter. Denne bør, for at overholde breddekravene, anlægges med en cykelsti der er minimum 2,5 meter og et fortovej der er 2,5 meter. Det vælges at udføre forlængelsen af den røde tråd med samme bredde som den eksisterende del, grundet det æstetiske udtryk. Hvis det ønskes af bygherre at overholde breddekravene til stien, bør den røde tråd omlægges fra den østlige rundkørsel til Føtex.

Der etableres to enkeltrettede fællestier, der starter ved den nordlige kørebane kant og kobles på den delte sti nord for krydset. Disse to stier har vigepligt for trafikken på vejen samt den delte sti. Jf. vejreglen: Tværprofiler bør fællestierne anlægges med en bredde på 2,2 meter. Fællestierne anlægges med en bredde på 3 meter da det er samme bredde som hellernes åbning.

### 9.3 Oversigtsforhold

I det følgende bliver oversigtsforhold for krydset efter ombygningen beskrevet. Oversigtsforholdene i krydset er vigtige for at opnå en optimal og sikker trafikafvikling.

#### Oversigtsarealets sigtflade

Sigtfladen er den flade, i trafikantens øjenhøjde, hvor der er frit udsyn. Der er opstillet følgende krav til sigtfladen jf. vejreglen: Vejkryds:

- Kørebanearealer, cykelsti- og fortovsarealer, heller, skillerabatter og yderrabatter, inden for oversigtsarealet bør af hensyn til sne og græs ligge mindst 0,2 meter under sigtfladen.
- Arealer uden for vejarealet, i oversigtsarealet, skal ligge mindst 0,5 meter under sigtfladen grundet plantevækst.
- Ved placering af vejtræer i oversigtsarealet, skal det sikres at der er tilstrækkelig oversigt.

#### Oversigt i ligeudbaner

Længden af stopsigt afhænger af hastigheden i krydset. Sammenhængen mellem hastigheden og længden af stopsigt fremgår af tabel 9.5.

Tabel 9.5 Længden af stopsigt ved forskellige hastigheder. Kilde: [Vejreglen: Vejkryds]

Hastighed (km/h)	90	80	70	60	50	40
Længde af stopsigt	145	120	95	75	55	40

Derved skal længden af stopsigt for bilister med hastigheden 50 km/h være 55 meter.

#### Standselængde

Standselængden for et køretøj beregnes for at kunne afgøre varslingslængden for den ubetingede vigepligt på Saltgade. Standselængden for et køretøj bestemmes ved følgende formel:

$$L_{stop} = L_{re} + L_{br}$$

Hvor:

$L_{re}$  Reaktionslængden i meter

$L_{br}$  Bremselængden i meter

Kilde: [Vejreglen: Grundlag for udformning af trafikarealer]

Reaktionslængden er den længde som et køretøj tilbagelægger i reaktionstiden, og bestemmes ved følgende:

$$L_{re} = \frac{V_d \cdot t_{re}}{3,6}$$

Hvor:

$V_d$  Dimensionsgivende hastighed. Den samme som planlægningshastigheden [km/h]

$t_{re}$  Reaktionstiden i sekunder

Kilde: [Vejreglen: Grundlag for udformning af trafikarealer]

Reaktionstiden for vejkryds i byområder fastsættes til 2,5 sekunder jf. vejreglen: Grundlag for udformning af trafikarealer.

$$L_{re} = \frac{50 \cdot 2,5}{3,6} = 34,72 \text{ m}$$

Bremselængden er den længde som køretøjet tilbagelægger, fra der bremses til køretøjet holder stille og beregnes ved følgende

$$L_{br} = \frac{V_d^2}{2 \cdot g \cdot (\mu + i_t) \cdot 3,6^2}$$

Hvor:

$G$  Tyngdeaccelerationen [ $m/s^2$ ]

$\mu$  Bremsfriktionskoefficient

$i_t$  Vejstrækningens længdegradient

Kilde: [Vejreglen: Grundlag for udformning af trafikarealer]

Bremsfriktionskoefficienten er fastsat til 0,33 jf. vejreglen: Grundlag for udformning af trafikarealer, mens længdegradienten sættes til 0, da krydsområdet er relativt fladt.

$$L_{br} = \frac{50^2}{2 \cdot 9,81 \cdot (0,33 + 0) \cdot 3,6^2} = 29,79 \text{ m}$$

Dermed bliver standselængden:

$$L_{stop} = 34,72 + 29,79 = 64,50 \text{ m}$$

Derved skal vigepligten på Saltgade forvarsles minimum 64,5 meter før vigepligten.



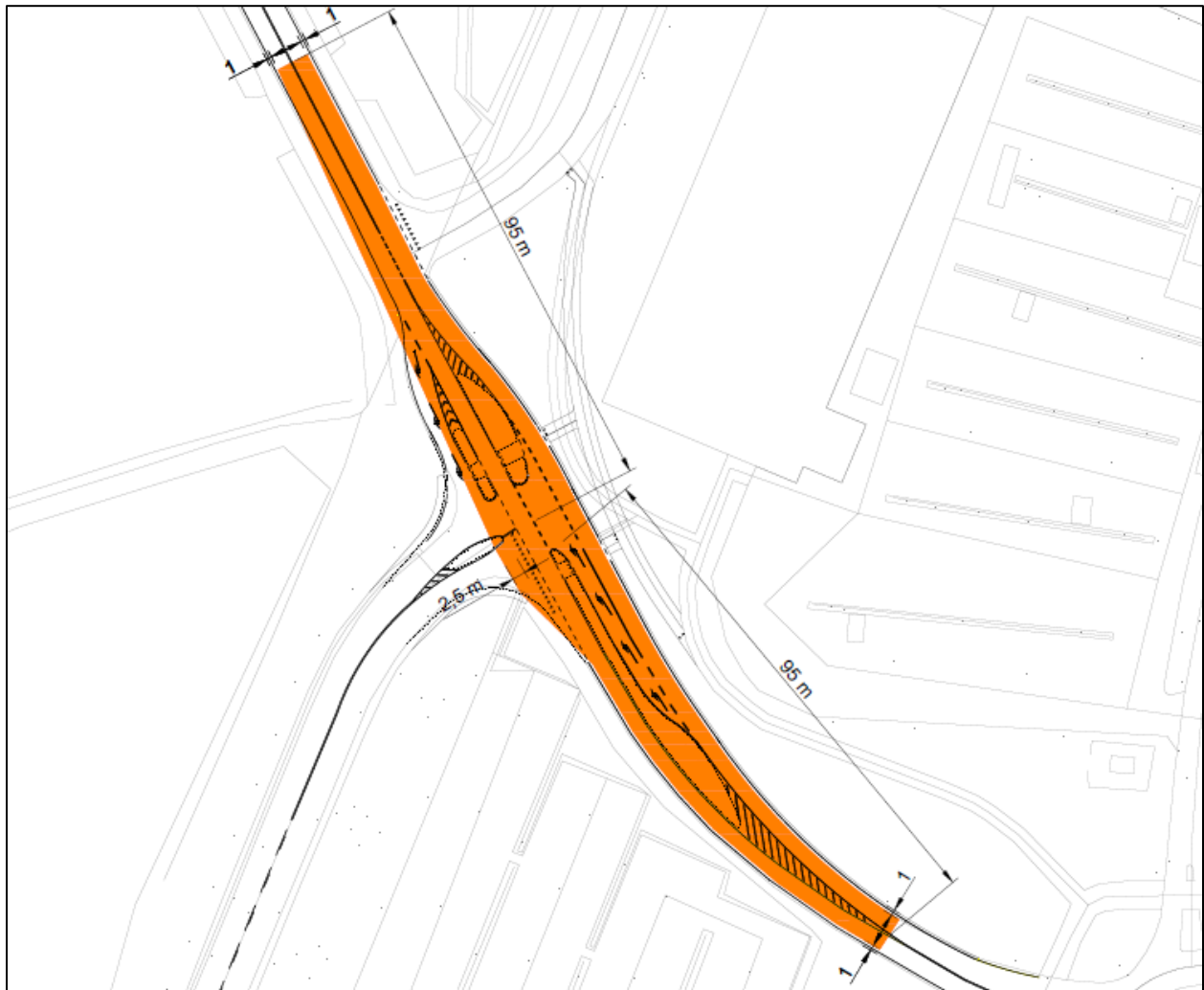
### Oversigt fra stopposition

Ved oversigt fra sekundærvejen efter ombygningen gælder de samme krav som for det eksisterende kryds beskrevet i afsnit 5.13 Oversigtsforhold. Da hastigheden efter ombygningen af krydset ikke er ændret gælder de samme oversigtslængder som for det eksisterende kryds.

Oversigtslængden ad primærvejen:  $l_p=95$  meter.

Oversigtslængden ad sekundærvejen fra vigelinjen:  $l_s=2,5$  meter.

Disse er optegnet, som det fremgår af figur 9.8, for at kunne vurdere hvorvidt disse overholdes.



Figur 9.8 Oversigtsarealer for krydset efter ombygningen

Da der ikke er placeret nogen større genstande eller beplantning i oversigtsarealer overholdes disse.

### Oversigt for venstresvingende

Venstresvingende trafikanter skal have tilstrækkelig oversigt, til at kunne svinge ned ad Saltgade. Fra venteposition for venstresving bør der være en oversigtslængde som det fremgår af tabel 5.12 i afsnit 5.13 Oversigtsforhold.

Oversigtslængde for venstresvingende: 85 meter

Da oversigtslængden er mindre end kravet til oversigt fra stopposition overholdes oversigtslængden for venstresvingende.

### Oversigt for lette trafikanter

I ikke signalregulerede vej/stikrydsninger, hvor stitrafikken har vigepligt for biltrafikken, sikres oversigten ved krydsning af vejen ved oversigtslængderne i tabel 9.6.

Tabel 9.6 Oversigtslængde for stitrafikanter. Kilde: [Vejreglen: Krydsninger mellem stier og veje]

Krydsning af kørebanebredde [m]	Planlægningshastighed (km/h)						
	70	60	50	40	30	20	10
4	78	67	56	45	34	20	10
6	117	100	83	67	50	35	15
8	155	133	111	89	67	45	20
10	194	167	139	111	83	55	30
12	234	200	167	133	100	65	35
14	272	233	194	155	117	80	40

Ovenstående oversigtslængder forudsætter at fodgængerne krydser vejen med 1,0 m/s. Ved denne hastighed kan fodgængerne krydse vejen uden bilisterne behøver at bremse. Den nødvendige oversigtslængde reduceres ved etablering af midterheller.

Ved krydsning fra nord mod syd er der etableret krydsningsheller mellem alle kørespor. Der skal derfor være en oversigtslængde på 56 meter ad primærvejen fra vigepligtslinjen på stien. Ved krydsning fra syd mod nord skal der fra fortovet være en oversigtslængde på 56 meter. Og fra krydsningshelle til fællestien skal der være en oversigtslængde på 83 meter. Kravene er mindre end kravet til oversigtslængden fra stopposition, og disse overholdes derfor.

## 9.4 Dimensionering af vejbefæstelsen

Vejkassen skal kunne betjene den trafikmængde der er i krydset. Vekassen består af vejbefæstelsen samt jorden mellem denne og planum. Vefbefæstelsen består af et bundsikringslag, bærelag, bindelag samt slidlag, der har hvert sit formål.

- Bundsikringslaget skal begrænse frysningen af underbunden, samt kunne bortlede vand, der er trængt ind i befæstelsen.
- Bærelaget skal sørge for at vejbefæstelsen har den nødvendige bæreevne. Denne er med til at fordele trykket fra trafikken. Bærelaget kan bestå af flere lag bestående af ubundne og bundne lag.
- Bindelaget er placeret mellem bærelagene og det afsluttede slidlag, og har til formål at sikre god sammenhæng mellem lagene.
- Det øverste lag i befæstelsen er slidlaget, som bilisterne færdes på. Slidlaget skal sikre god kørselskomfort, tæthed og holdbarhed.

### Jordbundsforhold

Den samlede tykkelse af befæstelsen, koblingshøjden, fastlægges ud fra hensynet til frosthævningsrisiko i kombination med trafikklassen. Tabel 9.7 anvendes til vurdering af koblingshøjden.

Tabel 9.7 Mindste koblingshøjde. Kilde: [Vejreglen: Dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægninger]

	Mindste koblingshøjde		
Risikogruppe	Frostsikker	Frosttvivlsom	Frostfarlig
Materialetyper	Sand og grus uden betydende partikler af silt og siltholdigt ler	Moræneler, ler og stabiliseret underbund	Silt og meget siltholdige jordarter med mulighed for vandtilførsel forbrændingslagge og flyveaske og stabiliseret underbund
Trafikklasse			
T0, T1	Som bestemt ud fra Analytisk-Empirisk dimensionering	400 mm	500 mm
T2		500 mm	700 mm
T3		600 mm	800 mm
T4, T5, T6, T7		700 mm	900 mm

Da det af den geotekniske boring fremgår, at der er gytje, som blandt andet består af ler, silt og finsand antages jordbunden at være frostfarlig. Det er ligeledes en konservativ antagelse. Frostfarlig jord har stor kapillaritet og lille permeabilitet, der medfører, at der kan dannes islinser ved vand og frost, der kan resultere i frostskaade.

### Dimensionering af vejbefæstelsen

Der dimensioneres for vejbefæstelsen på Plantagevej, da der her optræder flest køretøjer. Trafikbelastningen udtrykkes ved  $N_{E10}$ , der er antal ækvivalente 10-tons akseltryk per køretøj i dimensioneringsperioden. Dimensioneringstrafikken bestemmes ved følgende:

$$N_{\text{æ10}} = P \cdot K_F \cdot K_K \cdot K_R \cdot F_{SS} \cdot \sum (F_{\text{Æ10}} \cdot L)$$

Hvor:

P	Vækstfaktor, der tager højde for trafikstigningen i dimensioneringsperioden
$K_F$	Korrektionsfaktor, der tager højde for lastbilernes fordeling tværsnittet
$K_K$	Korrektionsfaktor, der tager højde for kanalisering af trafikken
$K_R$	Korrektionsfaktor, der tager højde for særlige forhold, fx vridning.
$F_{SS}$	Korrektionsfaktor, der tager højde for dækmonteringen
$F_{\text{Æ10}}$	Korrektionsfaktor, der er afhængig af køretøjsart og vejtype
L	Antal lastbiler pr år i begge retninger

Kilde: [Vejreglen: Dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægninger]

Trafikstigningen gennem dimensioneringsperioden beregnes ved følgende formel

$$P = n \cdot \left( 1 + (n - 1) \cdot \frac{\alpha}{2} \right)$$

Hvor:

$\alpha$	Årlige stigning i rent tal af Æ10-belastning
n	Dimensioneringsperioden i år fra åbningsåret til det dimensionsgivende år

Kilde: [Vejreglen: Dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægninger]

$$P = 15 \cdot \left( 1 + (15 - 1) \cdot \frac{0,011}{2} \right) = 16,16$$

$K_F, K_K, K_R, F_{SS}, F_{\text{Æ10}}$  findes ved tabelopslag i vejreglen: Dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægninger. Resultaterne fremgår af tabel 9.8.

Tabel 9.8 Anvendte korrektionsfaktorer. Kilde: [Vejreglen: Dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægninger]

Beskrivelse	Korrektionsfaktor
2-sporede veje	$K_F = 0,5$
Kanaliserede kryds med kantsten	$K_K = 2$
Rundkørsler og kryds med 2 eller flere kørespor	$K_R = 1$
Kommuneveje i by	$F_{SS} = 1,2$
Sololastbiler kommuneveje	$F_{\text{Æ10}} = 0,15$

Andelen af lastbiler, L, beregnes ved formlen:

$$L = \text{ÅDT} \cdot 365 \cdot \left( \frac{\text{Lastbilprocent}}{100} \right)$$

Da vejbefæstelsen skal dimensioneres for en periode på 15 år fra åbningsåret anvendes den fremskrevne ÅDT fra afsnit 5.7 Trafikale forhold.

$$L = 7899 \cdot 365 \cdot \left(\frac{4,4}{100}\right) = 126857,9$$

På baggrund af andelen af lastbiler kan trafikbelastningen bestemmes:

$$N_{\text{Æ}10} = 16,155 \cdot 0,5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot (0,15 \cdot 126858) = 368890,4$$

Den beregnede  $N_{\text{Æ}10}$  er trafikbelastningen for dimensioneringsperioden. Trafikbelastningen per år beregnes:

$$N_{\text{Æ}10,\text{år}} = \frac{368891}{15} = 24.592,73$$

På baggrund af trafikbelastningen for dimensioneringsperioden kan trafikklassen bestemmes ved hjælp af tabel 9.9.

Tabel 9.9 Trafikklasser [Kilde: Vejreglen: Dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægninger]

Trafikklasse	Lastbiler på vejen pr. døgn i begge retninger	$N_{\text{Æ},10}$ pr. døgn i spor	Dimensioneringstrafik $N_{\text{Æ}10}/\text{år}$
T0	Kun lette køretøjer	-	-
T1	Mindre end 1	0,5	75
T2	Op til 65	20	7300
T3	65 - 120	50	18.300
T4	120 - 560	200	73.000
T5	560 - 1200	500	180.000
T6	1200 - 1500	800	300.000
T7	Mere end 1500	1500	500.000

På baggrund af ovenstående tabel er der tale om en trafikklasse mellem T3 og T4. Antal lastbiler i åbningsåret beregnes:

$$LA_{2033} : \frac{7899}{100} \cdot 4,4 = 348 \text{ stk.}$$

Antallet af lastbiler medfører en trafikklasse T4, og denne klasse vælges.

Valget af materialer afhænger af trafikklassen. På baggrund af den valgte trafikklasse kan materialerne vurderes ud fra deres styrke samt anbefalede tykkelse. Der er anvendt vejreglen: Dimensionering af befæstelser til bestemmelse af de anvendelige typer slidlag, bindelag og bærelag samt disses anbefalede tykkelser for den anvendte trafikklasse.

Valget af slidlag afhænger af trafikmængden, andel tung trafik, hastigheden samt bæreevnen på den underliggende vej. Som slidlag kan der anvendes asfaltbeton (AB), drænasfalt (DA), overfladebehandling (OB), pulverasfalt (PA), skærvemastiks (SMA), tyndlagsbelægning (TBk). Der anvendes SMA i krydset da det medfører en lang levetid samt stor stabilitet.

Som bærelag kan der anvendes Grusasfaltbeton (GAB), hydraulisk bundne bærelag (HHB), macadam, stabiltgrus (SG) og knust beton (KB). Der anvendes SG og GAB som bærelag. Der findes to typer af stabilgrus, SG I og SG II, afhængigt af materialets kvalitet. Grusasfaltbeton findes i tre typer, GAB 0, GAB I og GAB II, afhængigt af penetration, bitumenmængde og kornstørrelse.

Bundsikringslaget består af frostsikkert materiale så som sand og grus. Der findes to typer af bundsikringslag, BL I og BL II, afhængigt af materialets kvalitet.

### **Vejbefæstelsens opbygning**

Lagene i vejkassen består af:

- SMA 40/60 35 mm
- GAB 0 40/60 60 mm
- GAB I 40/60 70 mm
- SG II 200 mm
- BL II 535 mm

Koblingshøjden bliver derved 900 mm som overholder kravet til mindste koblingshøjde for frostfarlig undergrund uden kantstensbegrænsning. 40/60 angiver intervallet for bitumenpenetration. Større bitumenpenetration medfører blødere bitumen. Der henvises til tegning PLAN-H-TV-8000 og PLAN-H-TV-8001 for tværsnit, hvoraf vejkassens opbygning fremgår.

### **Dimensionering af den delte stis befæstelse**

MMOPP er ikke indrettet til dimensionering af befæstelse i stier, men anvendes dog alligevel til dimensionering af den delte stis befæstelse. Der vælges en trafikklasse T1, da det er den lavest mulige trafikklasse i MMOPP. Trafikklasse 1 omfatter strækninger, hvor der er mindre end én lastbil pr. døgn.

Jf. tabel 9.7 er koblingshøjden for trafikklasse 1 ved frostfarlig underbund uden kantstensbegrænsning 500 mm. Der er jfr. vejreglen: Dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægninger valgt slidlag, binde- og bærelag der anvendes ved trafikklasse 1.

Fortovet består af:

- Teglsten 55 mm
- AG 30 mm
- SG II 120 mm
- BL II 280 mm

Cykelstien består af:

- AB 160/200 25 mm
- GAB I 70/100 60 mm
- SG II 120 mm
- BL 280 mm

Opbygningen anvendes også til hellerne, hvor der anvendes rød AB. Der henvises til tegning PLAN-H-TV-8000 og PLAN-H-TV-8001 for tværsnit, hvoraf stiens samt hellernes opbygning fremgår.

## 9.5 Tværsnit

Tværsnit for Plantagevej, Saltgade og den delte sti nord for krydset fremgår af tegningerne PLAN-H-TV-8000 og PLAN-H-TV-8001. Da der ikke er foretaget opmåling, findes der ikke noget opmålingsgrundlag for vejens tværfald. Det er jf. besigtigelsesnotat *appendiks A* observeret at både Plantagevej og Saltgade har tagprofil. Det forudsættes derfor, at der er et tagprofil med 25 promilles tværfald, da dette er anbefalet. De 25 promille har til formål at sikre optimal afvanding, sikkerhed og komfort.

Der vurderes to mulige løsninger for breddeudvidelsens tværfald. Den ene hvor tværfaldet fra det eksisterende kørespor forlænges til kørebanekant, den anden hvor breddeudvidelsen har modsatrettet tværfald.

Af højdekurverne fremgår det, at størstedelen af terrænet nord for krydset ligger højere end kørebanen. For at mindste afgravning, vil det være optimalt, at breddeudvidelsen har et tværfald på 25 promille modsat tværfaldet på det eksisterende kørespor. I dette tilfælde skal der foretages en vipning af kørebanen, for at tilpasse den resterende del af vejen med breddeudvidelsesstrækningens tværfald. Sidehældningen vendes ved hjælp af en vendestrækning.

Vendestrækningens længde beregnes ud fra følgende formel:

$$L_{vend} = (i_1 + i_2) \cdot \frac{b}{0,006}$$

Hvor:

- $i_1$  Sidehældning før vendestrækningen i promille
- $i_2$  Sidehældning efter vendestrækningen i promille
- $b$  Kørebanebredden

Kilde: [Vejreglen: Tracering i byer]



Det forudsættes at der er en stigning på 6 promille mod breddeudvidelsesstrækningen.

$$L_{vend} = (0,025 + 0,025) \cdot \frac{8}{0,006} = 66,70$$

Derved skal vende-strækningen have en længde på 67 meter.

Det ønskede tværfald skal være opnået ved kilestrækningens begyndelse, og skal påbegyndes 67 meter før denne. Vipningen skal derfor begynde ved den østlige rundkørsel, hvilket vil medføre et unaturligt vejforløb for bilisterne. Derudover vil det vest for krydset resultere i, at der i en strækning på 67 meter fra breddeudvidelsen skal fortages en vipning af vejen. Da det ikke er nødvendigt at omlægge vejen fra tilslutningen med den nordlige del af Plantagevej til den vestlige rundkørsel, vil der være store omkostninger forbundet med løsningen. På baggrund af dette vurderes det som værende en ufordelagtig løsning.

Ved at fortsætte tværfaldet fra den eksisterende kørebane, undgås vipningen. De økonomiske omkostninger forbundet med vipning af vejen anses som værende betydelige i forhold til omkostninger ved afgravningen.

Ved fortovet og den delte sti skal der ligeledes sørges for afvanding af disse. Cykel- og gangstier udføres normalt med en sidehældning på 20-40 promille. Den delte sti udføres med en sidehældning på 25 promille mod vejen. Fortovet på Saltgade udføres ligeledes med en sidehældning på 25 promille mod vejen.

## 9.6 Længdeprofil

Længdeprofilet er en illustration af vejens vertikale forløb. Længdeprofilet afhænger af linjeføringen samt terrænet, Det bør anlægges med så svage stigninger som muligt i forhold til det eksisterende terræn. Dette af hensyn til bilernes hastighed, da især tunge køretøjer har svært ved at opretholde hastigheden ved stigninger.

Kørebanelens resulterende hældning bør ikke overstige 70 promille grundet manøvre på isglatte veje. Hældninger større end 30 promille kan forårsage erosion samt store vandmængder. Ved opsamling af regnvand langs kørebanelokanten, bør faldet ikke være mindre en 5 promille, da dette vil kræve særlige afvandingsforanstaltninger jf. vejreglen: Tracéring i byer.

Det bør undgås at anlægge vejkryds, hvor vejens hældning er større end 25 promille. Sekundærvejens længdefald eller stigning bør ikke være større end 25 promille på strækningen 20 meter før vigelinjen jf. vejreglen: Tracéring i byer.

Der udarbejdes ikke et længdeprofil for Plantagevej og Saltgade, da vejens vertikale forløb ønskes bevaret. Der tages derfor udgangspunkt i det eksisterende terræn samt det ønskede tværfald, og på baggrund af disse fastsættes den nordlige kørebanelokants vertikale forløb.

## 9.7 Vejudstyr

Skilte og kørebaneafmærkning har til formål at oplyse trafikanterne om krydset samt lede disse sikkert gennem krydset.

### 9.7.1 Færdsels- og vejvisningstavler

Tavlernes placering samt type fremgår af tegning PLAN-H-TV-5301. Tavlerne opsættes i en afstand på mindst 0,5 meter fra kørebaneantastning til tavleantastning, dog 0,3 meter for helle, cykelstier og gangstier. Den maksimale afstand fra belægningskant til færdselstavlens midterlinje må være 4,5 meter. Færdselstavlerne placeres normalt 2,2 meter over belægningsoverflade til tavleunderkant, og bør ikke placeres højere end 2,8 meter. Tavlerne vinkles med 3-5° på den færdselsretning for at undgå generende reflekser.

I det følgende beskrives de anvendte tavler i krydset for henholdsvis Saltgade, Plantagevej og stien nord for krydset. Der er beskrevet de nye tavler samt de eksisterende tavler, der flyttes. De eksisterende tavler, med samme placering, fremgår af tegning PLAN-H-TV-5301, og beskrives ikke yderligere.

#### **Plantagevej**

Eksisterende tavler der flyttes:

- På helle langs højresvingssporet opsættes N43 i reduceret størrelse, for at synliggøre helle, samt kørselsretningen. Den opsættes i reduceret størrelse, at hensyn til lette trafikanter der kan befinde sig på krydsningshelle, som ikke må skjules af tavlen.
- Cykelruteskiltet F21,2 overfor Saltgades tilslutning, flyttes længere mod nord grundet Plantagevejs breddeudvidelse.
- Tabelorienteringstavlen G18, på den nordlige side af Plantagevej flyttes længere mod øst, før venstresvingssporets start. Dette skyldes, at bilisterne fra øst, skal kunne orientere sig i god tid, og efterfølgende kunne anvende venstresvingssporet, hvis ønsket.

Nye tavler:

- Forbuddet mod lastbiler og busser, samt faktiske akseltryk højere end 10 tons forvarsles 100 meter før krydset på både den vestlige og østlige side. Dette er ikke gjort for det nuværende kryds, hvor der kun er opsat tavler på Saltgade. Det vurderes dog, at de store køretøjer først vil opdage skiltet, når de er drejet ned af Saltgade. Der kan dog tages stilling til, hvorvidt forbuddet overholdes, og i tilfælde af, at der ingen problemer er, kan der nøjes med disse tavler på Saltgade for at reducere antallet af tavler.
- På helle langs venstresvingssporet opsættes D15,3, påbudt passage højre, i starten og slutningen af helle for at synliggøre den påbudte passageretning.
- På helle modsat venstresvingssporet opsættes D15,3, påbudt passage højre, i starten og slutning af helle for at synliggøre den påbudte passageretning.

## Saltgade

Eksisterende tavler der flyttes:

- Vigepligtstavlen B11, ubetinget vigepligt placeres maksimalt 20 meter fra vige­linjen. Vige­pligten forvarsles 100 meter før krydset.
- Forbudstavlerne C21,1 og C23,2, lastbiler og busser forbudt, opsættes med undertavlen UC20,1, gælder kun gennemkørsel. Disse flyttes lidt mod vest grundet breddeudvidelsen af sekundærvejen.
- Forbudstavlen C35, højeste tilladte faktiske akseltryk på 10 tons, opsættes med undertavlen, UC+variabel, med teksten ”på broen”. Disse flyttes lidt mod vest grundet breddeudvidelsen af sekundærvejen.
- På lysmasten på den vestlige side af Saltgade, opsættes F21,1, cykelrute, med undertavlen UD 1, der angiver retningen. Disse tavler vendes, så cyklisterne fra vest kan se dem.

Nye tavler:

- På sekundærhellen placeres der D15,3, påbudt passage højre, vendt mod syd, samt et P11, hellefyrr, i slutningen af hellen. Dette for at synliggøre hellen, samt angive den påbudte kørselsretning. På hellefyret placeres en B11 tavle for at gøre opmærksom på vigepligten.

## Stien nord for krydset




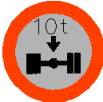


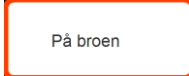
Nye tavler:









- Der opsættes B11, ubetinget vigepligt, i reduceret størrelse, ved starten af den delte sti ved den nordlige del af Plantagevej. Tavlen opsættes også ved den vestlige fællessti, ved vejen samt ved den delte sti der leder til Føtex. Denne placeres 0,5 meter før vige­linjen.
- Ved fællesstiernes tilslutning til den delte sti opsættes der D26,2, delt sti, samt undertavlen UD21,1 med angivelsen om dobbeltrettet cykeltrafik. På den modsatte side af disse skilte, placeres tavlen med ophør af dobbeltrettet delt sti.

De nye tavlens dimensioner, reflekshøjde og opstillingshøjde fremgår af tabel 9.10. Dimensionerne er valgt på baggrund af en hastighed på 50 km/h i byzone. Reflekstypen angiver, tavlens materiale, som afhænger af afstanden hvorfra den skal kunne ses.

Ved fortove skal afstanden fra belægningsoverflade til tavleunderkant være mindst 2,2 meter, og for cykelstier skal afstanden være 2,3 meter jf. vejreglen: Grundlag for udformning af trafikarealer.

Tabel 9.10 Oversigt over nye tavler

Tavle	Dimensioner [cm]	Reflekstype	Opstillingshøjde til underkant [cm]
<p><b>B11</b> Ubetinget vigepligt</p> 	70 50	2	Normalt: 220
<p><b>C23,1</b> Lastbil forbudt</p> 	70	3	Normalt: 220 Minimum: 100 Maksimum: 280
<p><b>C23,2</b> Bus forbudt</p> 	70	3	Normalt: 220 Minimum: 100 Maksimum: 280
<p><b>C35</b> Højeste tilladte faktiske akseltryk</p> 	90	3	Normalt: 220 Minimum: 150 Maksimum: 280
<p><b>U1,1</b> Afstand til det sted på vejen hvorfra hovedtavlens angivelse gælder</p> 	30 x 70	3	Normalt: 190
<p><b>UC20,1</b> Gælder kun gennemkørsel</p> 	30 x 70	3	Normalt: 190
<p><b>UC + variabel</b> På broen</p> 	30 x 70	3	Normalt: 190

<p><b>U 6,1</b> Hovedtavlen gælder en tilstødende vej</p> 	50 x 50	3	Normalt: 190
<p><b>U 6,2</b> Hovedtavlen gælder en tilstødende vej</p> 	50 x 50	3	Normalt: 190
<p><b>D15.3</b> Påbudt passage</p> 	50	3	Normalt: 40
<p><b>D26</b> Delt sti</p> 	30	3	Normalt: 220 Minimum: 50 Maksimum: 280
<p><b>D26.2</b> Delt sti</p> 	30	3	Normalt: 220 Minimum: 50 Maksimum: 280
<p><b>UD 21,2</b> Dobbeltrettet cykeltrafik ophører</p> 	25 x 50	3	Normalt: 190 Minimum: 50
<p><b>E 18,1</b> Blind vej, vejen fortsætter i en sti</p> 	50 (højde)	3	Normalt: 220
<p><b>P 11</b> Hellefyr</p> 	Tophøjde, max: 10 Søjle diameter: 25 - 32 Bund diameter: 27 - 32 Højde: 75 - 90	4	

### 9.7.2 Kørebaneafmærkning

I det følgende er kørebaneafmærkningen for Saltgade og Plantagevej beskrevet. For kørebaneafmærkningens placering samt type henvises til tegning PLAN-H-TV-5300. Udklip af tegningen fremgår af figur 9.9.



Figur 9.9 Udklip af afmærkningsplan.

Den ydre begrænsning på Plantagevej afgrænses med en 0,1 meter bred udbrudt kantlinje Q46.2 i en afstand fra kantsten eller kørebane kant på 0,5 meter. Hvor der skal være mulighed for krydsning af kørebanen er der anvendt brudt kantlinje Q 47.2 på 0,1 meter. På saltgade er der ingen kantlinje.

For den indre begrænsning af krydset er der i en afstand på 0,25 fra den kantstensbegrænsede del af hellerne anvendt Q44 med bredden 0,1 meter. Starten af venstresvingssporet er afmærket med en bred punkteret kantlinje Q47.11 på 0,3 meter. Den resterende del af venstresvingssporet er afmærket med en bred ubrudt kantlinje Q46.1 på 0,3 meter. I midten af krydset er der til adskillelse af køresporerne anvendt bred punkteret kantlinje Q47.12 0,3 meter.

S11 vigepligten placeres på Saltgade cirka 1 meter fra den brudte kantlinje Q 47.2 på 0,1 meter på Plantagevej. Fra slutningen af hellen til vigepligten er der anvendt dobbelt spærrelinje Q44/44 på 0,1 meter.

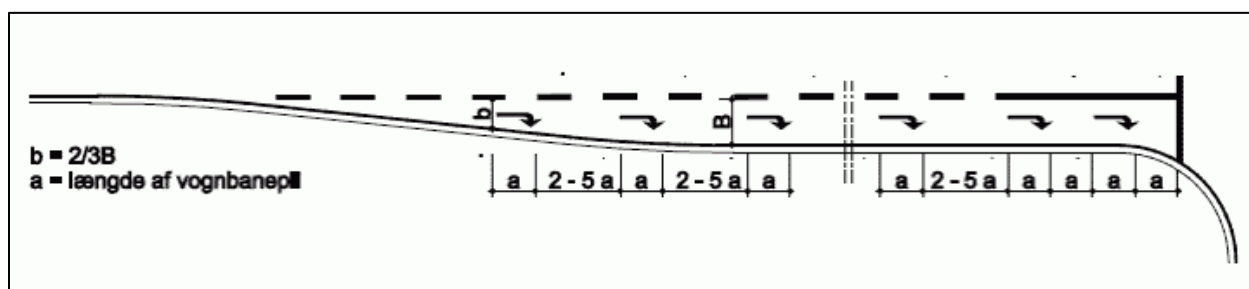
Spærrefladerne Q45, afhænger af breddeudvidelsesstrækningen på primærvejen samt kørekurverne på sekundærvejen. Foran heller findes anbefalede længder af spærrelinjen jf. tabel 9.11.

Tabel 9.11 Længden af spærrelinje

Tilladt hastighed (km/h)	90	80	70	60	50	40
Længden i m af spærrelinje/spærreflade	135	115	90	75	55	40

Da der er ét kørespor for færdselsretningen forbi midterhellerne skal længden af spærrelinjen og spærrefladerne udgøre stopsigtlængden. Stopsigtlængden fremgår af afsnit 5.13 Oversigtsforhold til 64,5 meter. Da der er rundkørsler forholdsvis tæt på krydset på begge sider, er der spærrelinjer fra disse til hellerne. Da der vest for krydset er en vejtilslutning med den nordlige del af Plantagevej skal linjen opføres som punkteret.

I højresvingssporet er der afmærket med R11.5 højresvingspil med længden 2,6 meter. Venstresvingssporet er afmærket med R 11.4 med længden 2,6 meter. Kravene til den indbydes afstand mellem pilene fremgår af figur 9.10.



Figur 9.10 Placering af pile. Kilde: [Vejreglen: Eksempelsamling, afmærkning på kørebanen]

Sterne samt hellerne er afmærket med S11 vigepligt i den påtænkte færdselsretning.



### 9.7.3 Belysning

Belysningen har til formål at synliggøres krydset samt dets delelementer for trafikanterne. Derudover skal det være med til at skabe øget sikkerhed samt tryghed for bilister og lette trafikanter. Placeringen af lysmaster fremgår af tegning PLAN-H-TV-1100 for placering af lysmaster. Der er tale om flytning af 8 belysningsmaster, 6 på den nordlige del af Plantagevej og 2 ved tilslutningskanterne ved Saltgade.

En bilist kørende på Saltgade skal kunne erkende krydset i god tid samt vurdere afstanden til vigelinjen og trafikanterne på Plantagevej. De lette trafikanter skal ligeledes kunne erkende krydset samt vurdere afstanden til bilisterne på Plantagevej og Saltgade.

Kvaliteten af belysningen fastsættes jf. vejreglen: Vejbelysning. Belysningsklassen angiver hvilke arealer på og omkring vejen, der skal belyses samt lysstyrken. Til belysning af krydset anvendes LE-rækkens belysningsklasser. Til den delte sti anvendes LE5, som er den laveste belysningsklasse.

Det ønskes i størst muligt omfang at anvende den eksisterende belysning. Da der er foretaget en breddeudvidelse af Plantagevej kræves det dog at lysmasterne på strækningen flyttes. Grundet breddeudvidelsen og den delte stis placering, kan sikkerhedszonens bredde ikke overholde kravet til de 3 meter. Hvis belysningsmaster er placeret i sikkerhedszonen skal de være eftergivelige jf. vejreglen: Grundlag for udformning af trafikarealer.

Vejreglen: Håndbog i anvendelse af eftergivelige master foreskriver, at der inden for tæt bebygge tområde, hvor fartgrænsen ligger på 50-60 km/h benyttes HE<sup>3</sup>-master til belysningsmater og LE<sup>4</sup>-master til vejskilte og signalmaster. Dette for at undgå, at cyklister eller fodgængere rammes af masterne.

For den delte sti skal afstanden fra cykelstikant til faste genstande være mindst 0,3 meter.

Ifølge grundkortet er der en nuværende varierende afstand fra kørebanekant til centrum af belysningsmast fra 1,5 meter til 2,7 meter på den nordlige side af Plantagevej. Der er forsøgt overholdt sikkerhedszonens bredde på de 3 meter, dette kan dog ikke lade sig gøre ved to af belysningsmasterne, hvor der er en afstand på henholdsvis 1,5 og 2 meter. Disse to kan udføres af eftergiveligt materiale, hvis sikkerhedszonens bredde ikke anses som tilstrækkelig.

---

<sup>3</sup> Høj-energi-absorbering. Eftergivelig mast kendetegnet ved, at et køretøj nedbremses på en kontrolleret måde i forbindelse med påkørsel. *Kilde: [Vejreglen: Håndbog i anvendelse af eftergivelige master]*

<sup>4</sup> Lav-energi-absorbering. Eftergivelig mast kendetegnet ved, at et køretøj delvist nedbremses i forbindelse med påkørsel. *Kilde: [Vejreglen: Håndbog i anvendelse af eftergivelige master]*

#### 9.7.4 Beplantning og materialevalg

Der bør anvendes enkle virkemidler og så få forskellige materialer som muligt af hensyn til det æstetiske udtryk. Krydsets nuværende udtryk ønskes bevaret rent beplantningsmæssigt og belægningsmæssigt, da dette sikre gode oversigtsforhold.

De anvendte materialer i krydset fremgår af tegning PLAN-H-TV-5200. Der er i det eksisterende kryds betonkantsten på Saltgade samt ved tilslutningskanterne. Betonkantsten ønskes ligeledes etableret efter ombygningen, for at bibeholde et sammenhængende udtryk.

Hellerne udføres som kantstensbegrænset med betonkantsten og rød asfalt, som den eksisterende helle. Der vælges betonkantsten da det er anvendt på den resterende del af Saltgade samt del af Plantagevej. Dette er ligeledes økonomisk fordelagtigt i forhold til granitkantsten. I længden er granitkantsten dog mere holdbar end betonkantsten.

Den røde asfalt er ligeledes anvendt i rundkørslen vest for krydset, som er den, at de to rundkørsler der er senest etableret. Det er også økonomisk fordelagtigt i forhold til etablering af heller med chaussésten, som er anvendt i rundkørslen øst for krydset.

Fortovene på Saltgade anlægges så det stemmer overens med den nuværende fortovsbelægning. Der anvendes betonfliser adskilt af chaussésten. Den delte sti ønskes anlagt med de samme materialer som den røde tråd, røde teglsten og asfalt, der sørger for adskillelse af cyklister og fodgængere.

## 9.8 Vejafvanding

Krydset skal afvandes effektivt, dette gælder samling og bortledning af såvel drænvand som overfladevand. Vejafvandingen i krydset består af rendestensbrønde. Rendestensbrønde bør placeres der, hvor der ikke køres, i lokale dybdepunkter samt hvor fodgængere ikke færdes.

Der er ved hjælp af Novapoint fremstillet højdekurver, hvoraf dybdepunkter fremgår, der henvises til tegning PLAN-H-TV-5000. Grundet det unøjagtige opmålingsgrundlag, er disse højdekurver misvisende i størstedelen af krydsområdet. De er dog retvisende for breddeudvidelsen samt højresvingssporet, og er derfor medtaget.

På Saltgade anvendes eksisterende rendestensbrønde. Ved tilslutningskanterne flyttes fire af brøndene grundet breddeudvidelsen. Disse skal placeres med en afstand på 5 cm fra kantsten. Brøndene tilkobles hovedledningen. I højresvingssporet på Plantagevej er der en eksisterende rendestensbrønd som bevares.

For placering af rendestensbrøndene henvises der til tegning PLAN-H-TV-5100. Størstedelen af vandet i krydset vil nedsive i de grønne områder. Da der ikke er oplysninger tilgængelige omkring afvandingsforholdene nord for krydset, antages det at det eksisterende afvandingsystem kan håndtere vejafvandingen.

## 10 Diskussion

Det er, på baggrund af analysen af den eksisterende situation, vurderet, at der er behov for en ombygning af krydset Plantagevej/Saltgade. Nødvendigheden af en ombygning af krydset kan belyses på andre måder end de i rapporten beskrevne. Dette kan blandt andet ske ved interview af de lette trafikanter i området.

Der findes flere løsningsforslag end de, der er beskrevet i dette projekt, som ligeledes kan kombineres på kryds og tværs. Der er udvalgt de to løsningsforslag, der er vurderet som værende de mest fordelagtige i forhold til projektets problemstilling. Disse to løsninger er belyst ved en cost/benefit analyse, hvoraf løsning B fremgår som den mest rentable løsning.

I forhold til det eksisterende kryds er der skabt bedre krydsningsmuligheder for de lette trafikanter. Dette er sket ved etablering af krydsningsheller på Plantagevej samt to enkeltrettede fællestier nord for krydset. Hellerne er udført som kantstensbegrænsede heller. Den kantstensbegrænsede del kan gøres mindre, og den resterende del af hellerne kan udføres som spærreflade, hvis det ønskes at reducere anlægsomkostningerne.

Det er valgt at omlægge den eksisterende delte sti, så den kobles på den røde tråd i dennes topunkt. Dette for at give et bedre flow samt en bedre stitilslutning, hvor cyklisterne ikke skal krydse fortovet. Der kan dog, hvis bygherre ønsker det, anvendes den eksisterende tilslutningsform, hvilket medfører, at den delte sti ikke nødvendigvis skal anlægges i samme materialer som den røde tråd.

Den delte sti nord for krydset er anlagt i et nyt tracé samt i samme materialer og mål som den røde tråd. Disse bredder overholder ikke minimumskravene til en dobbeltrettet cykelsti eller til et fortov. Bygherre kan vurdere hvorvidt det ønskes, at overholde de anbefalede breddekrav til stien, hvilket resulterer i en omlægning af den røde tråd fra rundkørslen øst for krydset til Føtex.

Fortovet på Saltgade overholder ikke minimumskravene til bredden. Det er valgt at anvende den eksisterende fortovsbredde grundet det æstetiske udtryk. Hvis bygherre ønsker at overholde disse breddekrav vil det medføre, at fortovet skal omlægges på Saltgade.

Det kan diskuteres hvorvidt venstresvingssporet er nødvendigt. Der er valgt at anlægge svingsporet, da det medfører en fremtidssikring af krydset. Der er anvendt et dimensionsgivende køretøj med større dimensioner end det egentligt nødvendige, på baggrund af fremtidssikring.

## 11 Konklusion

På baggrund af analysen af det eksisterende kryds Plantagevej/Saltgade i Ribe vurderes det, at der vil forekomme en stigning i antallet af lette trafikanter i krydset. Dette grundet byudviklingsprojekterne, den stigende turisme samt krydsets placering i forhold til campingpladsen og indkøbsmuligheder.

Derudover kan det konkluderes, at der er visse problemstillinger ved den eksisterende situation. De lette trafikanter har svært ved at overskue krydset samt dets krydsningsmuligheder, hvilket kan skabe utryghed. Det er på baggrund af analysen konkluderet, at der er behov for en ombygning af det eksisterende kryds, for at øge trafikikkerheden, trygheden samt fremkommeligheden for de lette trafikanter.

Der er opstillet to løsningsforslag til ombygningen af krydset, løsning A: etablering af signalanlæg og løsning B: kanalisering af Plantagevej og Saltgade. På baggrund af cost/benefit analysen kan det konkluderes, at løsning B er den mest rentable og fordelagtige løsning. Dette skyldes primært de store anlægs- og driftsomkostninger der er forbundet med etablering af signalanlæg.

Løsning B er detailprojektet. Detailprojekteringen er udført på baggrund af ønsket omkring øget fremkommelighed, tryghed samt sikkerhed for de lette trafikanter. Denne løsning omfatter etablering af venstresvingsspor samt tre krydsningsheller på Plantagevej. Hellerne har til formål at sænke hastigheden i krydset samt agere støttepunkt for de lette trafikanter. Etableringen af heller og venstresvingsspor medfører en breddeudvidelse af Plantagevej.

På Saltgade er der etableret en dråbehelle, der har til formål at adskille trafikstrømmene samt skabe større erkendelse af krydset. Dette medfører en udvidelse af tilslutningskanterne.

Den delte sti nord for krydset omlægges, hvilket medfører et bedre flow for de lette trafikanter. Derudover angives denne som en dobbeltrettet sti, da dette vil medføre en reduktion i transporttiden for de lette trafikanter. Den delte sti udføres i samme materialer som den røde tråd, og fungerer derfor som en forlængelse af denne.

Alt i alt kan det konkluderes, at der er fundet en fordelagtig og rentabel løsning til ombygningen af krydset. Denne ombygning forbedrer fremkommeligheden, trafikikkerheden samt trygheden for de lette trafikanter i krydset.

## 12 Summary

The purpose of the project is to study whether there is a need for a conversion of the T-junction Plantagevej/Saltgade in Ribe. If there is a need for conversion this project will include a detailed design of the most cost-effective solution.

Based on the analysis of the T-junction, it can be concluded that the number of bicycles and pedestrians will grow in the next years. This is due to the location of the T-junction, the urban development projects in Ribe, and the growing tourism.

The T-junction causes confusion among the bicycles and pedestrians due to lack of crossing possibilities. The bicycle path near the junction is a one-way path, but is used as a two-way path. This causes a longer transportation time for the bicycles.

This project concludes that there is a need of a conversion of the T-junction. Solutions are assessed, and two are selected for further analysis, solution A, signalized T-junction and solution B canalization of the T-junction. Based on a cost/benefit analysis, solution B is the most cost-effective and advantageous solution.

This project includes a detailed design of the canalization of the T-junction, with a focus on traffic safety and accessibility for the most vulnerable transport users.

A left-hand lane and three traffic islands have been established on Plantagevej. The change in the junction will produce a reduced speed and provide support point for bicycles and pedestrians. The lanes are 3.25 meters wide and the turning lanes are 3 meters wide.

A traffic island has been established on Saltgade, to render the junction visible, and increased the traffic safety.

The path near the junction is established in continuation of den røde tråd, to provide a better flow for the most vulnerable transport users. The path is marked as a two-way path, to reduce the transportation time for the bicycles.

## Litteraturliste

- [1] Ribe turisme: <http://www.jv.dk/esbjerg/Turisterne-vaelter-ind-i-Ribes-hoejsaesoon/artikel/2526638>
- [2] Esbjerg Kommune Trafiksikkerhedsplan: <http://www.esbjergkommune.dk/borger/vej-og-trafik/trafikplanlaegning/trafiksikkerhedsplan.aspx>
- [3] Museumsloven: <https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=162504>
- [4] LER-loven <https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=137551>
- [5] Lednings ejer register: <https://ler.dk/forside/0/2>
- [6] Naturstyrelsen: <http://naturstyrelsen.dk>
- [7] Lov om offentlige veje: <https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=167290>
- [8] Jordforureningsloven: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=188394>
- [9] Jordflytningsbekendtgørelsen: <https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=175829>
- [10] Bekendtgørelsen om gravearbejder: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=176258>
- [11] Færdselsloven: <https://www.retsinformation.dk/Forms/r0710.aspx?id=185819>
- [12] Naturbeskyttelsesloven: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=192144>
- [13] Planloven: <https://www.retsinformation.dk/forms/r0710.aspx?id=176182#idd7c705e0-6745-401d-8f8a-790a4527051b>
- [14] Vestkyststruten: <http://vestkyststruten.dk/da/cykelruter/vestkyststruten/>
- [15] Esbjerg kommune projekter i Ribe: <http://projekter.esbjergkommune.dk/ribe.aspx>
- [16] Vejdirektoratet projekter:  
<http://www.vejdirektoratet.dk/DA/vejprojekter/Udbygning%20af%20rute%2011%20gennem%20Ribe%20og%20etablering%20af%20bro%20over%20Ribe%20aa/Sider/default.aspx>
- [17] Beskyttelseslinjer: <http://mst.dk/natur-vand/planlaegning/landskab/bygge-og-beskyttelseslinjer/>
- [18] Hastighedstilpasning i åbent land: <https://nmfv.dk/wp-content/uploads/2012/12/Hastighedstilpasning-i-%C3%A5bent-land-Id%C3%A9katalog.pdf>
- [19] TERESA: <http://www.modelcenter.transport.dtu.dk/Noegletal/TERESA>
- [20] Vejtrafik: Vejtrafik - Trafikteknik & Trafikplanlægning af Harry Lahrman & Steen Leleur. 1994
- [21] Barrierevirkning: Luftforurening, energiforbrug, barriere og utryghed af Harry lahrman.
- [22] Veje og stier: Veje og stier redigeret af Bent Thagesen. 2006.
- [23] Nøgletalskatalog: Nøgletalskatalog - til brug for samfundsøkonomiske analyser på transportområdet af Transport- og Energiministeriet. December 2004, revideret 2006.