



# OMRÅDET VÅRVIK MED NY BRO I TROLLHÄTTAN

Trafikanalys och bedömning av föreslagen gatuutformning

2018-06-12

Version 0.99

Denna rapport är framtagen av trafikanalysföretaget M4Traffic AB på uppdrag av Trollhättans Stad. Per Strömgren vid Movea AB har varit underkonsult till M4Traffic och framförallt bistått med kapitel 5 och 6 i rapporten.

Beställare: Trollhättans Stad, Kommunstyrelsens förvaltning, Tillväxt och utveckling

Kontaktperson: Malin Nyberg, [malin.nyberg@trollhattan.se](mailto:malin.nyberg@trollhattan.se)

Rapportförfattare:

Kristina Schmidt (red), M4Traffic AB, [kristina.schmidt@m4traffic.se](mailto:kristina.schmidt@m4traffic.se)

## Sammanfattning

Trollhättans stad har givit M4Traffic AB i uppdrag att genomföra trafikanalys för i Vårvik (fd Knorren) och Hjulksvarnelund. I uppdraget har utformningen av korsningar och gatustruktur analyserats ur kapacitets-, trafiksäkerhets- och trygghetsperspektiv. Trafikflödet har simulerats utifrån befintliga skisser och tidigare prognostiserade trafikmängder. Med hjälp av simuleringen har konsekvenserna för omgivande vägnät av en broöppning kunnat studeras.

Ytterligare en del av uppdraget har varit att påvisa hur planeringen kan påverkas vid ett större inslag av förarlösa bilar.

Den nya bron avlastar Klaffbron och en stor del av trafiken kommer att utgöras av bilar som inte har start- eller mål i Vårvik. Trafikmängderna på tillfarterna längs Kungssportsvägen och i järnvägsviadukten kommer att öka betydligt.

Analysen visar att korsningarna i det nya området kommer att fungera kapacitetsmässigt även under högtrafik men att vänstersvägande fordon som väntar på en lucka ibland kan blockera bakomliggande trafik. Ett kort körfält för vänstersvägande trafik rekommenderas därför.

Utifrån de ÅDT-värden över genomgående trafik, cyklande, fotgängare och kollektivtrafik och den höga andelen av oskyddade bör särskild omsorg ägnas åt korsningspunkterna på huvudstråket. Med de prognostiserade flödena för fordonstrafik, kollektivtrafik och oskyddade trafikanter blir sannolikt lösningen signalreglerade korsningar. Alternativt kan upphöjda korsningar användas. Dessa är möjliga att utforma med acceptabla vertikalaccelerationer för bussar i linjetrafik.

Vid broöppning finns stor risk för besvärlig köbildning i de gamla områdena öster om älven. Förutom att undvika broöppning i högtrafik och informera trafikanter för att ge dem möjlighet att välja annan väg eller tidpunkt för sin resa bör man överväga att förstärka gatustrukturen kapacitetsmässigt.

Framtidens autonoma fordon bedöms sammanfattningsvis och huvudsakligen kunna påverka trafiken i Vårvik på tre sätt: Hastighetssäkring krävs inte om fordonen kan detektera och identifiera personer på eller i närheten av övergångsställe. Likaså om ISA-system blir obligatorisk, dvs att fordonen inte kan framföras med högre hastighet än avsett. Vid eventuella signaler kan fordonen starta betydligt snabbare och dessutom med kortare tidslucka sker avvecklingen snabbare samt att fordonen kan köra hem och parkera när innehavaren ej behöver fordonet under dagen vilket genererar mer trafikarbete i nätet.



## 1 Innehåll

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | Bakgrund och syfte .....                                      | 6  |
| 2     | Förutsättningar och trafikmängder .....                       | 7  |
| 2.1   | Tidigare utredningar .....                                    | 7  |
| 2.2   | Trafikmängder .....   | 9  |
| 2.2.1 | Trafikverkets SAMPERS-modell .....                            | 9  |
| 2.2.2 | Trafikalstring i nya området .....                            | 9  |
| 2.2.3 | Eftermiddagstrafik .....                                      | 10 |
| 2.2.4 | Bussar .....  | 10 |
| 2.2.5 | Resulterande trafikmängder .....                              | 10 |
| 3     | Kapacitetsanalys för korsningar .....                         | 12 |
| 3.1   | Förutsättningar och sammanfattande slutsatser .....           | 12 |
| 3.2   | Redovisning av CAPCAL-analyser för samtliga korsningar .....  | 13 |
| 3.2.1 | Inledning .....   | 13 |
| 3.2.2 | Korsningspunkt 1 Vänersborgsvägen-huvudgata Vårvik .....      | 14 |
| 3.2.3 | Korsningspunkt 2 Huvudgata – Lokalgata Vårvik .....           | 14 |
| 3.2.4 | Korsningspunkt 3 Huvudgata – Lokalgata Vårvik .....           | 15 |
| 3.2.5 | Korsningspunkt 4 Huvudgata – Lokalgata Vårvik .....           | 15 |
| 3.2.6 | Korsningspunkt 5 Kungsportsvägen – infart ny bro .....        | 16 |
| 3.2.7 | Korsningspunkt 6 Kungsportsvägen – Tunhemsvägen .....         | 16 |
| 3.2.8 | Korsningspunkt 7 Drottninggatan - Elfhögsgatan .....          | 17 |
| 3.3   | Redovisning av effekt av broöppning .....                     | 18 |
| 3.4   | Några tankar om hur man kommer till rätta med problemen ..... | 21 |
| 4     | Gatustruktur och trafiksäkerhet .....                         | 22 |
| 4.1   | Överblick gatustruktur .....                                  | 22 |
| 4.2   | Kommentarer kring gatusektioner .....                         | 23 |
| 4.3   | Övriga kommentarer .....                                      | 24 |
| 5     | Planering för framtidens förarlösa bilar .....                | 25 |
| 6     | Referenser .....  | 28 |

# 1 Bakgrund och syfte

Kommunfullmäktige i Trollhättan antog i september 2017 en ny fördjupad översiktsplan för Knorren och Hjulkvarnelund. I anslutning till stadsdelen skall en ny bro över älven byggas. Bron kommer att påverka trafikflödet i hela Trollhättan, framför allt i de centrala delarna.

Som en del av det förberedande arbetet har Trollhättans stad velat genomföra en trafikanalys för området.

I detta uppdrag har utformningen av korsningar och gatustruktur i Vårvik (fd Knorren) och Hjulkvarnelund analyserats ur kapacitets-, trafiksäkerhets- samt trygghetsperspektiv. Trafikflödet har simulerats utifrån befintliga skisser och tidigare prognostiserade trafikmängder. Med hjälp av simuleringen har konsekvenserna för omgivande vägnät av en broöppning kunnat studeras.

Ytterligare en del av uppdraget har varit att påvisa hur planeringen kan påverkas vid ett större inslag av förarlösa bilar.

Utredningen har genomförts av M4Traffic AB huvudsakligen under maj månad 2018. Kristina Schmidt har varit uppdragsledare och Henrik Carlsson har genomfört simuleringar och kapacitetsanalyser. Per Strömgren på Movea AB har bistått med bedömningar av gatustruktur och trafiksäkerhet samt planering för framtidens förarlösa bilar.

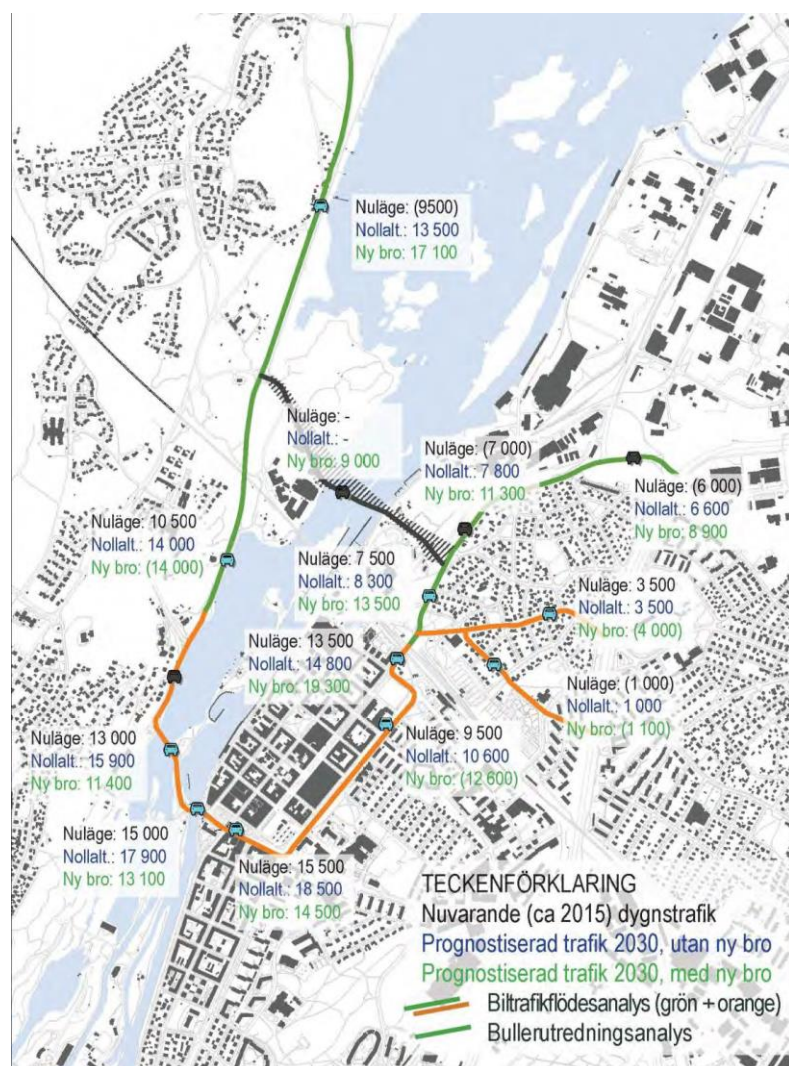
## 2 Förutsättningar och trafikmängder

### 2.1 Tidigare utredningar

Som underlag till den fördjupade översiktsplanen för Knorren och Hjulksvarnelund genomfördes en trafik- och bullerutredning i samverkan mellan Trollhättans stad, Norconsult och Akustikverkstan. Beräkningarna i utredningen byggde delvis på Trafikprognosen för FÖP Överby från 2009.

Utredningen redovisades i januari 2017 och trafikmängderna därifrån utgör kunskapsunderlag och utgångspunkt i föreliggande analyser.

Bilden nedan visar trafikflödena (ÅDT) år 2015, samt år 2030 utan bro samt år 2030 med bro.



Figur 1 Trafikanalys för nollalternativ respektive samrådsförslag av FÖP Knorren Hjulksvarnelund. Klippt från Buller- och Trafikutredning 30 januari 2017. (Trollhättan stad, Norconsult, Akustikverkstan, 2017)

Trafikmängderna för närområdet, som antagits avse årsmedeldygn, sammanfattas också i nedanstående tabell.

Tabell 1 Sammanfattning av trafikmängder (ÅDT)

| Väg             | Trafik i dagsläget | 2030   | 2030 med bro |
|-----------------|--------------------|--------|--------------|
| Vänersborgsv N  | 9 500              | 13 500 | 17 100       |
| Vänersborgsv S  | 10 500             | 14 000 | 1 400        |
| Kungsportsv N   | 7 000              | 7 800  | 11 300       |
| Kungsportsv S   | 7 500              | 8 300  | 13 500       |
| Järnvägsviadukt | 13 500             | 14 800 | 19 300       |
| Drottninggatan  | 9 500              | 10 600 | 12 600       |
| Tunhemsvägen    | 3 500              | 3 500  | 4 000        |
| Klaffbro        | 15 000             | 17 900 | 13 100       |
| Ny bro          |                    |        | 9 000        |

Man kan konstatera att den nya bron kommer att avlasta Klaffbron medan trafiken på samtliga gator och vägar i bronns närområde ökar.



## 2.2 Trafikmängder

### 2.2.1 Trafikverkets SAMPERS-modell

Trafikmängderna i de tidigare analyserna är redovisade på en relativt övergripande nivå och avser årsdygnstrafik. För att kunna göra simulering och kapacitetsanalyser behövs en mer detaljerad fördelning av trafiken, dels på start- och målpunkter, dels över tid.

Trafikverkets SAMPERS-modell för Region Väst med basår 2014 (Trafikverket, 2018) har använts som stöd i arbetet att ta fram en sådan fördelning.



Figur 2 avgränsning av analysområde – uppdelning av Värvik i delområde

I detta arbete har använts trafikfördelning för eftermiddagen från Sampersmodellen. Nivåerna för dygnstrafiken var inte samma i SAMPERS som de tidigare utredningarna i Trollhättan kommit fram till. I Sampersmodellen drog den nya bron till sig mer trafik från t ex Stallbackabron medan effekten på Kungssportsvägen blev betydligt lägre än vad tidigare utredningar kommit fram till.

Eftersom trafiksiffrorna från tidigare utredningar antas vara mer genomarbetade och därmed mer pålitliga än de i Sampers har nivån på Kungssportsvägen justerats så att de liknar tidigare utredningar.

Det finns relativt stora osäkerheter i trafikmängder och svängströmmar eftersom antaganden gjorts i flera led. Kapacitetsanalyserna påverkas av nivåerna. Resultatet bör ses som indikativa och gärna kompletteras med känslighetsanalyser.

### 2.2.2 Trafikalstring i nya området

Trafikverket tillhandahåller ett trafikstringsverktyg i Excel (Trafikverket, 2018) med vars hjälp antalet resor och fordon kan skattas utifrån antal lägenheter och yta för verksamheter.

2000 lägenheter och 17000 kvadratmeter verksamhetsyta genererar enligt verktyget ca 5500 bilresor per årsmedeldygn, vilket motsvarar 4500 fordonsrörelser per vardagsdygn.

Antalet kollektivresor skulle bli ca 1200, och cykelresor 1900 och förflyttningar till fots ca 4000.

Trafiken har fördelats över Vårviks olika delområden (visas i figur 2 ovan) på basis av antalet planerade parkeringsplatser. Andelen trafik under maxtimmen har för bostäder antagits vara 17% in och 3% ut. För verksamheter antas 3% in och 17% ut, vilket resulterar i nedanstående flöden.

|          | antal p-plats i exploateringsstudie | mot        | från       |
|----------|-------------------------------------|------------|------------|
| <b>A</b> | 588                                 | 100        | 18         |
| <b>B</b> | 415                                 | 71         | 12         |
| <b>C</b> | 750                                 | 128        | 23         |
| <b>D</b> | 605                                 | 18         | 103        |
|          |                                     | <b>316</b> | <b>155</b> |

### 2.2.3 Eftermiddagstrafik

Totalt antas andelen trafik under eftermiddagen vara ungefär 10 % av dygnstrafiken. Detta stämmer med tillgänglig mätning av dygnsfördelning som avser Kungsporsvägen. På eftermiddagen går en stor del av trafiken från arbetsplatser till bostäder. På enskilda vägar kan andelen variera mycket och riktningsfördelningen är generellt ojämn, dvs 10% kan innebära att flödet är tex 5 % av dygnstrafiken åt ena hållet och 15 % åt andra.

### 2.2.4 Bussar

Under eftermiddagstimmen går det ca tio bussar i varje riktning och timme genom Kungsporten och vidare på Kungsporsvägen, och ytterligare fem som trafikerar Kungsporten, Kungsporsvägen och Tunhemsvägen.

I simuleringarna har förutsatts att Vårvik trafikeras av två busslinjer, en i kvartstrafik och en i halvtimmeslinje, och att dessa stannar vid två hållplatser i området.

### 2.2.5 Resulteraende trafikmängder

Förutsättningarna ovan har resulterat i en så kallad trafikmatris för eftermiddagsmaxtimmen som ser ut som i nedanstående tabell/figur. I fälten kan man se hur många bilresor som går från varje område till de andra områdena.

| FRÅN           | TILL       |                        |          |           |            |              |              |          |          |          |          |    |     | SUMMA |
|----------------|------------|------------------------|----------|-----------|------------|--------------|--------------|----------|----------|----------|----------|----|-----|-------|
|                | Björndalsv | Vänersborg: Kungsporsv | Tunhemsv | Bangårdsg | Drottningg | Vänersborgsv | Vårviksvägen | vårvik A | vårvik B | vårvik C | vårvik D |    |     |       |
| Björndalsv     | 0          | 0                      | 8        | 9         | 11         | 6            | 0            | 19       | 2        | 1        | 2        | 0  | 53  |       |
| Vänersborgsv N | 0          | 0                      | 92       | 23        | 162        | 72           | 200          | 129      | 24       | 17       | 31       | 4  | 678 |       |
| Kungsporsv     | 12         | 32                     | 0        | 10        | 21         | 272          | 0            | 26       | 14       | 10       | 18       | 3  | 372 |       |
| Tunhemsv       | 34         | 60                     | 65       | 0         | 67         | 54           | 0            | 84       | 13       | 9        | 16       | 2  | 364 |       |
| Bangårdsg      | 27         | 111                    | 12       | 25        | 0          | 22           | 0            | 0        | 11       | 8        | 14       | 2  | 197 |       |
| Drottningg     | 15         | 99                     | 335      | 23        | 162        | 0            | 0            | 20       | 27       | 19       | 34       | 5  | 654 |       |
| Vänersborgsv S | 0          | 205                    | 0        | 0         | 0          | 0            | 0            | 0        | 8        | 5        | 10       | 1  | 205 |       |
| Vårviksvägen   | 41         | 66                     | 30       | 31        | 0          | 9            | 0            | 0        | 6        | 4        | 8        | 1  | 177 |       |
| vårvik A       | 1          | 4                      | 4        | 1         | 3          | 4            | 1            | 2        | 0        | 0        | 0        | 0  | 18  |       |
| vårvik B       | 1          | 3                      | 3        | 1         | 2          | 3            | 1            | 1        | 0        | 0        | 0        | 0  | 12  |       |
| vårvik C       | 1          | 5                      | 5        | 1         | 4          | 5            | 2            | 2        | 0        | 0        | 0        | 0  | 23  |       |
| vårvik D       | 5          | 22                     | 21       | 5         | 16         | 24           | 8            | 10       | 0        | 0        | 0        | 0  | 103 |       |
| SUMMA          | 129        | 573                    | 540      | 121       | 423        | 435          | 200          | 278      | 100      | 71       | 128      | 18 |     |       |

Figur 3 Trafikmatris för eftermiddagstimmen

Trafiken över den nya bron kan därmed komma att uppgå till nästan 1300 fordon under eftermiddagsmaxtimmen. Det beräknas bli fler bilar i västlig riktning än i östlig under eftermiddagen medan det omvända gäller på morgonen. Genomfartstrafiken utgör vid denna tidpunkt tre fjärdedelar av trafiken medan en fjärdedel har start eller mål i Vårvik. Fördelningen sammanfattas i nedanstående tabell.

*Tabell 2 Beräknad trafik över ny bro under EM-max*

|                         | Östlig riktning | Västlig riktning | Andel |
|-------------------------|-----------------|------------------|-------|
| <b>Till/från Vårvik</b> | 110             | 200              | 24%   |
| <b>Genomfart</b>        | 450             | 520              | 76%   |
| <b>Totalt</b>           | 560             | 720              | 100%  |
| <b>Andel av dygn</b>    | 9%              | 15%              |       |

## 3 Kapacitetsanalys för korsningar

### 3.1 Förutsättningar och sammanfattande slutsatser

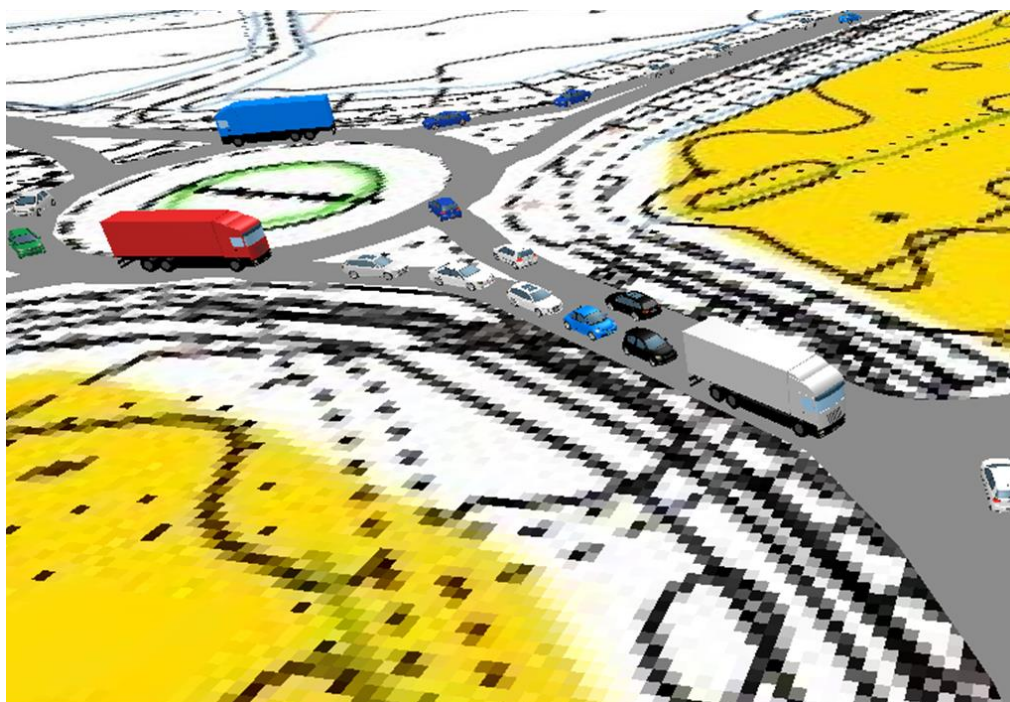
Samtliga korsningar har analyserats med verktyget Capcal, som är ett svenskt standardverktyg för kapacitetsanalyser i korsningar.

Trafikmängder och nät har lagts in i mikrosimuleringsverktyget VISSIM. I mikrosimuleringen tas hänsyn till att bilförarna beter sig lite olika i trafiken. Hur fordonen ankomst till korsningarna fördelas över tid slumpas fram. För att få fram ett genomsnittligt resultat har sju stycken simuleringar körts och ett medelvärde beräknats.

Enligt Capcal, och vid en situation utan broöppning, kommer samtliga korsningar i området att fungera kapacitetsmässigt med föreslagen utformning och trafikmängder.

Den trebenta cirkulationsplatsen där Kungsportsvägen ansluter till den nya bron är den punkt som får den högsta belastningsgraden.

Man kan notera att det är kort avstånd mellan korsningen vid Vänersborgsvägen och den västligaste av korsningarna på huvudgatan. I vissa lägen kan vänstersvängande fordon komma att blockera trafiken i korsningen med lokalgatan vilket gör att köer växer ut mot Vänersborgsvägen. Det illustreras i bilden nedan, som hämtats från Vissim-simuleringen.



*Figur 4 Kö mot Vänersborgsvägen pga blockering av vänstersvängande fordon nedströms*

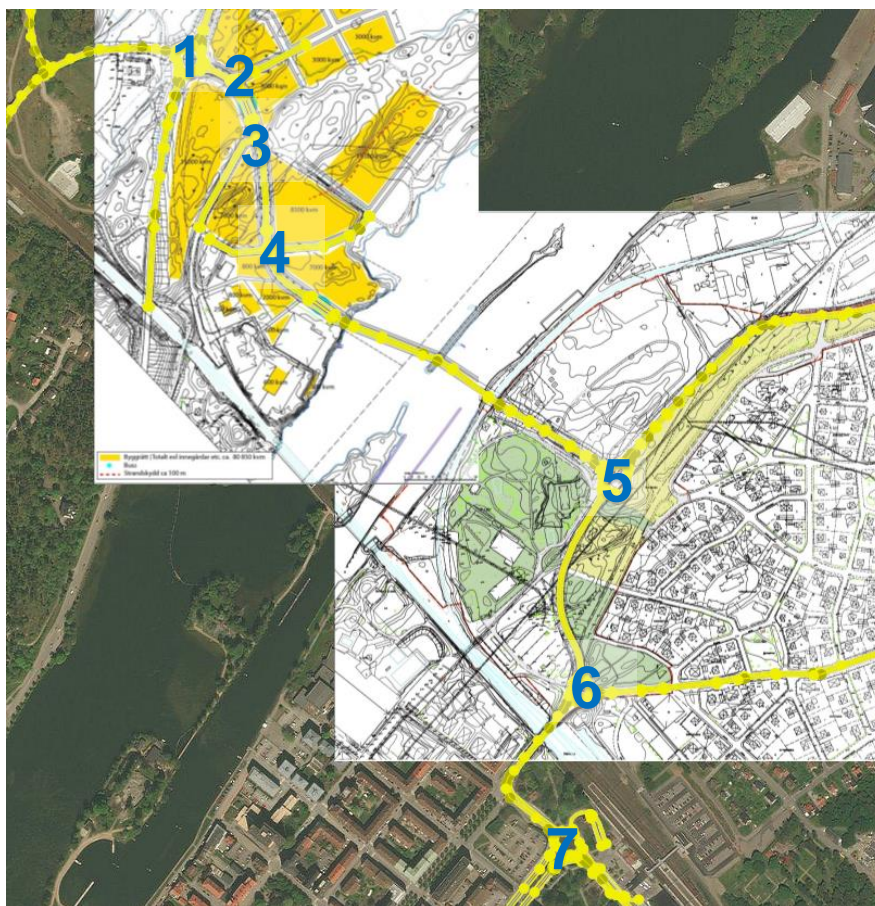
Simuleringarna indikerar stora problem vid broöppning under eftermiddagsmaxtimmen. Detta gäller särskilt för korsningarna på östra sidan om bron. Kötillväxtförloppet under broöppning sammanfattas i kapitel 3.3 nedan och kan också studeras i filmer från simuleringen.



## 3.2 Redovisning av CAPCAL-analyser för samtliga korsningar

### 3.2.1 Inledning

I detta avsnitt redovisas förutsättningar och resultat för CAPCAL-analyser i samtliga korsningar. Korsningarna har numrerats i enlighet med de blåa siffrorna i Figur 5 nedan. Beräkningarna med Capcal görs separat för varje enskild korsning där externa effekter som t.ex. köbildning från en broöppning inte fångas. I beräkningarna har korsningar mellan den nya huvudgatan genom Vårvik och anslutningarna från den planerade bebyggelsen kodats som vanliga korsningar där trafiken på anslutningsvägarna lämnar företräde mot trafiken på trafiken på huvudgatan. Samtliga korsningar har ett körfält på de ingående benen.



Figur 5 Numrering av korsningar i området (blåa siffror)

Capcal-beräkningarna resulterar i belastningsgrader för de ingående benen. Belastningsgraden beskriver hur stor del av den tillgängliga kapaciteten som nyttjas. Om belastningsgraden på ett ben är 0,5 innebär det att hälften av kapaciteten nyttjas. Om belastningsgraden överstiger 1,0 innebär det att korsningen är överbelastad och inte kan avveckla den trafik som anländer.

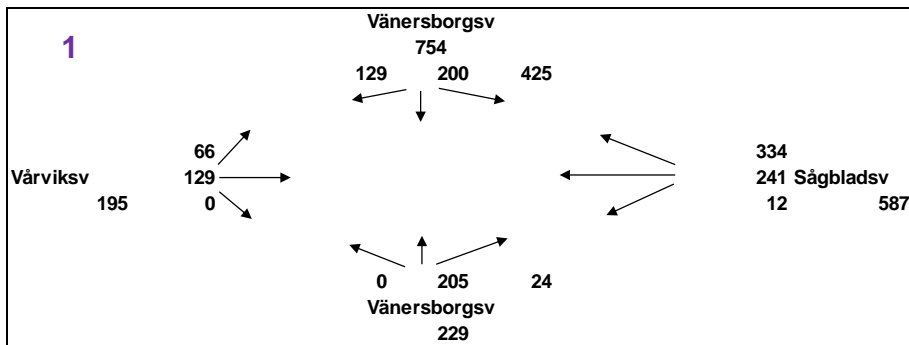
Enligt Trafikverkets riktlinjer är det önskvärt om belastningsgraden i en nybyggd korsning underskrider 0,6 under den dimensionerande timmen. Det kan dock vara godtagbart med belastningsgrader upp till 1,0 efter Trafikverkets godkännande<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Vägars och gators utformning (Trafikverkets publikation 2012:181)

Det ben som har högst belastningsgrad i respektive korsning i kommande stycken är gulmarkerat i resultattabellerna. Utöver belastningsgrader redovisas även antal ingående körfält, riktning<sup>2</sup>, ingående flöde, kapacitet samt körlängder.

### 3.2.2 Korsningspunkt 1 Vänersborgsvägen-huvudgata Vårvik

I korsningen mellan Vänersborgsvägen och huvudgatan genom den planerade bebyggelsen i Vårvik (Sågbladsvägen) uppstår den högsta belastningsgraden på Vänersborgsvägens norra tillfart.



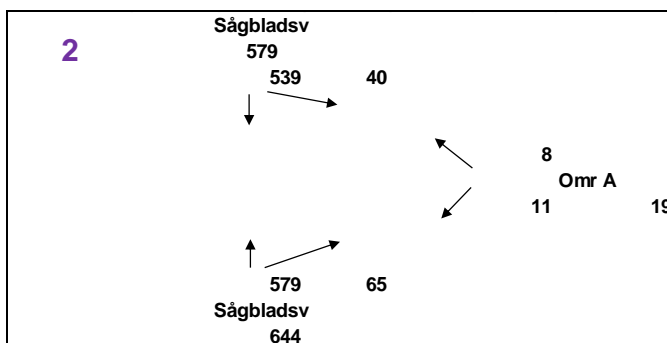
Figur 6: Svängande trafikmängder under maxtimmen i korsning 1.

Tabell 3: Beräkningsförutsättningar och resultat från Capcal-beräkning för korsning 1

| 1 | Tillfart           | Körfält | Riktning | Flöde (f/t) | Kapacitet (f/t) | Belastningsgrad | Körlängd (antal fordon) |              |
|---|--------------------|---------|----------|-------------|-----------------|-----------------|-------------------------|--------------|
|   |                    |         |          |             |                 |                 | Medel                   | 90-percentil |
|   | Vårviksv           | 1       | HRV      | 195         | 796             | 0.24            | 0.2                     | 0.3          |
|   | Vänersborgsv norr  | 1       | HRV      | 754         | 1229            | 0.61            | 0.4                     | 0.7          |
|   | Sågbladsv          | 1       | HRV      | 587         | 1209            | 0.49            | 0.2                     | 0.4          |
|   | Vänersborgsv söder | 1       | HRV      | 229         | 835             | 0.27            | 0.2                     | 0.4          |

### 3.2.3 Korsningspunkt 2 Huvudgata – Lokalgata Vårvik

I korsning mellan Huvudgatan och den nordligaste infarten till den planerade bebyggelsen är framkomligheten god. De högsta belastningsgraderna uppstår på huvudgatan för den överordnade trafiken då svängande trafik påverkar kapaciteten.



Figur 7: Svängande trafikmängder under maxtimmen i korsning 2.

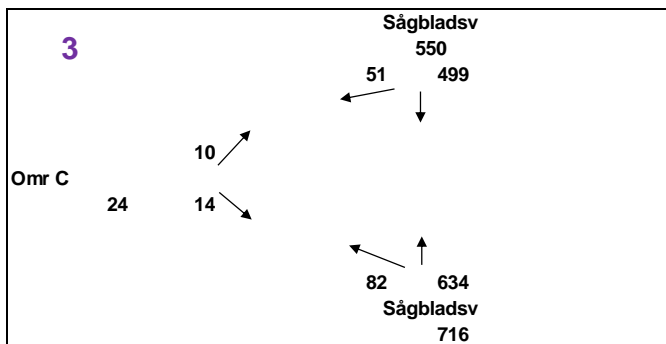
<sup>2</sup> H=höger, R=rakt fram och V=vänster

Tabell 4: Beräkningsförutsättningar och resultat från Capcal-beräkning för korsning 2.

| 2               |         |          |             |                 |                 | Körlängd (antal fordon) |              |
|-----------------|---------|----------|-------------|-----------------|-----------------|-------------------------|--------------|
| Tillfart        | Körfält | Riktning | Flöde (f/t) | Kapacitet (f/t) | Belastningsgrad | Medel                   | 90-percentil |
| Sågbladsv norr  | 1       | RV       | 579         | 1676            | 0.35            | 0.0                     | 0.0          |
| Omr A           | 1       | HV       | 19          | 402             | 0.05            | 0.0                     | 0.0          |
| Sågbladsv söder | 1       | HR       | 644         | 1905            | 0.34            | 0.0                     | 0.0          |

### 3.2.4 Korsningspunkt 3 Huvudgata – Lokalgata Vårvik

Inte heller i korsning 3 uppstår några kapacitetsproblem. Det högre antalet vänstersvängande fordon från söder gör att belastningsgraden ökar något på denna tillfart men framkomligheten är fortfarande god.



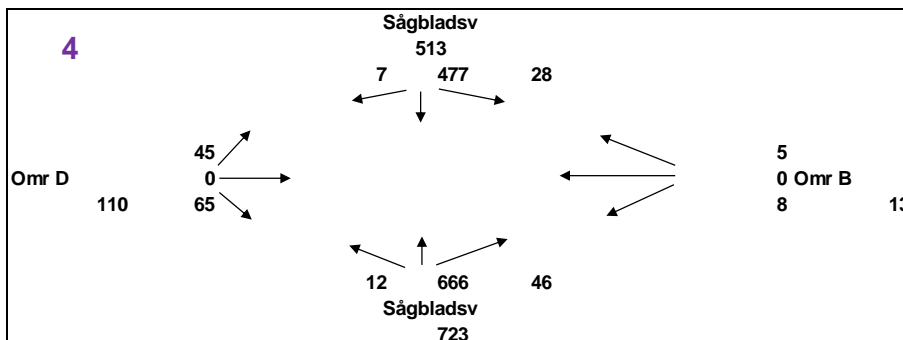
Figur 8: Svängande trafikmängder under maxtimmen i korsning 3.

Tabell 5: Beräkningsförutsättningar och resultat från Capcal-beräkning för korsning 3.

| 3               |         |          |             |                 |                 | Körlängd (antal fordon) |              |
|-----------------|---------|----------|-------------|-----------------|-----------------|-------------------------|--------------|
| Tillfart        | Körfält | Riktning | Flöde (f/t) | Kapacitet (f/t) | Belastningsgrad | Medel                   | 90-percentil |
| Omr C           | 1       | HV       | 24          | 433             | 0.06            | 0.0                     | 0.0          |
| Sågbladsv norr  | 1       | HR       | 550         | 1905            | 0.29            | 0.0                     | 0.0          |
| Sågbladsv söder | 1       | RV       | 716         | 1600            | 0.45            | 0.1                     | 0.1          |

### 3.2.5 Korsningspunkt 4 Huvudgata – Lokalgata Vårvik

Även i den södra infarten till den planerade bebyggelsen är framkomligheten god med en högsta belastningsgrad om 0,39.



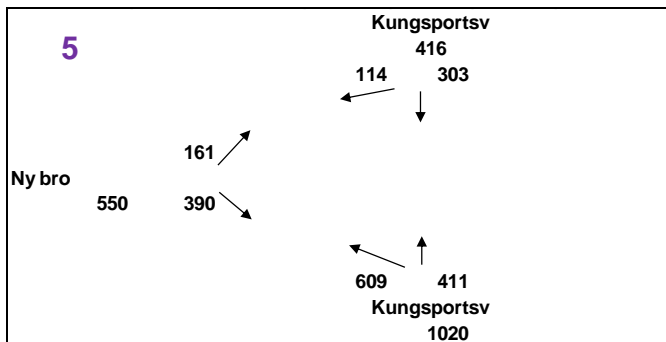
Figur 9: Svängande trafikmängder under maxtimmen i korsning 4.

Tabell 6: Beräkningsförutsättningar och resultat från Capcal-beräkning för korsning 4.

| 4               |         |          |             |                 |                 | Körlängd (antal fordon) |              |
|-----------------|---------|----------|-------------|-----------------|-----------------|-------------------------|--------------|
| Tillfart        | Körfält | Riktning | Flöde (f/t) | Kapacitet (f/t) | Belastningsgrad | Medel                   | 90-percentil |
| Omr D           | 1       | HRV      | 110         | 461             | 0.24            | 0.2                     | 0.4          |
| Sågbladsv norr  | 1       | HRV      | 512         | 1697            | 0.30            | 0.0                     | 0.0          |
| Omr B           | 1       | HRV      | 13          | 330             | 0.04            | 0.0                     | 0.0          |
| Sågbladsv söder | 1       | HRV      | 724         | 1860            | 0.39            | 0.0                     | 0.0          |

### 3.2.6 Korsningspunkt 5 Kungsportsvägen – infart ny bro

I korsning 5, där infarten till den nya bron ansluter till Kungsportsvägen uppstår de högsta belastningsgraderna av samtliga studerade korsningar. Den högsta belastningsgraden uppstår på den södra tillfarten där det ingående flödet är relativt högt med drygt 1 000 ingående fordon.



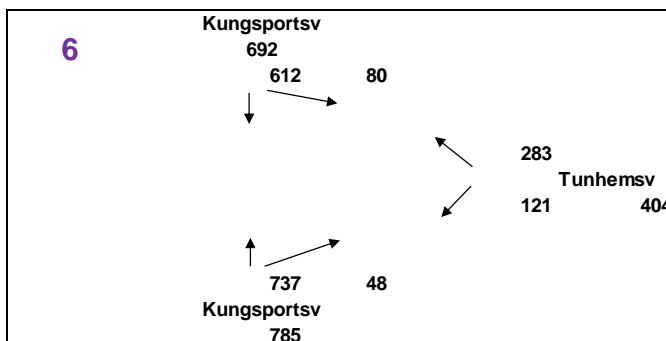
Figur 10: Svängande trafikmängder under maxtimmen i korsning 5.

Tabell 7: Beräkningsförutsättningar och resultat från Capcal-beräkning för korsning 5.

| 5                 |         |          |             |                 |                 | Körlängd (antal fordon) |              |
|-------------------|---------|----------|-------------|-----------------|-----------------|-------------------------|--------------|
| Tillfart          | Körfält | Riktning | Flöde (f/t) | Kapacitet (f/t) | Belastningsgrad | Medel                   | 90-percentil |
| Ny Bro            | 1       | HV       | 551         | 1171            | 0.47            | 0.3                     | 0.4          |
| Kungsportsv norr  | 1       | HR       | 417         | 839             | 0.50            | 0.6                     | 1.3          |
| Kungsportsv söder | 1       | RV       | 1020        | 1357            | 0.75            | 0.3                     | 0.7          |

### 3.2.7 Korsningspunkt 6 Kungsportsvägen – Tunhemsvägen

I korsningen mellan Kungsportsvägen och Tunhemsvägen uppstår inga kapacitetsproblem. Belastningsgraden blir som högst på Kungsportsvägens södra anslutning.



Figur 11: Svängande trafikmängder under maxtimmen i korsning 6.

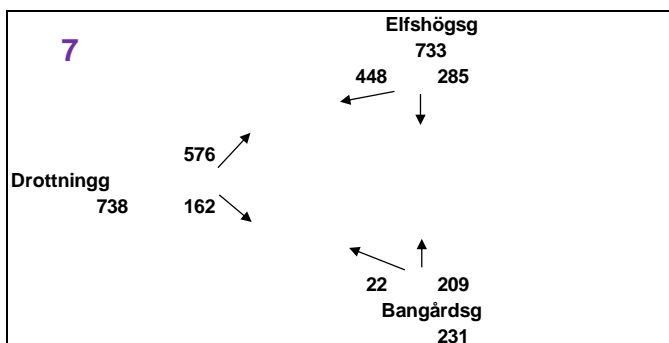


Tabell 8: Beräkningsförutsättningar och resultat från Capcal-beräkning för korsning 6.

| 6           |         |          |             |                 |                 | Körlängd (antal fordon) |              |
|-------------|---------|----------|-------------|-----------------|-----------------|-------------------------|--------------|
| Tillfart    | Körfält | Riktning | Flöde (f/t) | Kapacitet (f/t) | Belastningsgrad | Medel                   | 90-percentil |
| Kungsportsv | 1       | RV       | 692         | 1376            | 0.50            | 0.1                     | 0.1          |
| Tunhemsv    | 1       | HV       | 404         | 797             | 0.51            | 0.6                     | 1.4          |
| Kungsportsv | 1       | HR       | 785         | 1415            | 0.55            | 0.1                     | 0.1          |

### 3.2.8 Korsningspunkt 7 Drottninggatan - Elfshögsgatan

Capcal-beräkningarna visar även att kapaciteten är tillräcklig i Drottninggatans korsning med Elfshögsgatan där den högsta belastningsgraden uppstår för trafiken på Drottninggatan.



Figur 12: Svängande trafikmängder under maxtimmen i korsning 7.

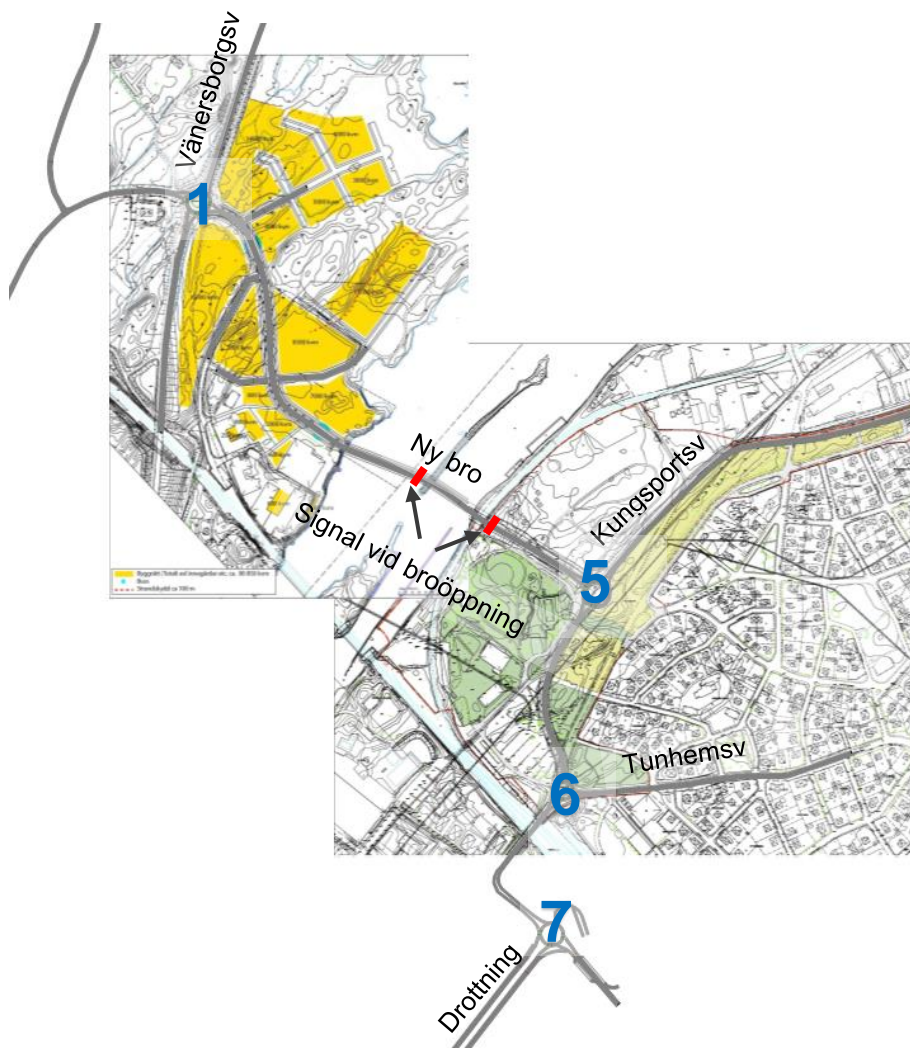
Tabell 9: Beräkningsförutsättningar och resultat från Capcal-beräkning för korsning 7.

| 7          |         |          |             |                 |                 | Körlängd (antal fordon) |              |
|------------|---------|----------|-------------|-----------------|-----------------|-------------------------|--------------|
| Tillfart   | Körfält | Riktning | Flöde (f/t) | Kapacitet (f/t) | Belastningsgrad | Medel                   | 90-percentil |
| Drottningg | 1       | HV       | 738         | 1175            | 0.63            | 0.5                     | 1.0          |
| Elfshögsg  | 1       | HR       | 733         | 1482            | 0.49            | 0.0                     | 0.0          |
| Bangårdsg  | 1       | RV       | 231         | 984             | 0.23            | 0.1                     | 0.1          |

### 3.3 Redovisning av effekt av broöppning

Effekten av en broöppning har studerats i VISSIM. Effekterna sammanfattas nedan men förloppet kan också studeras i de inspelade filmer av simuleringen som levererats.

Broöppningen simuleras som två stoppsignaler vid bron på en sträcka som framgår av figuren.



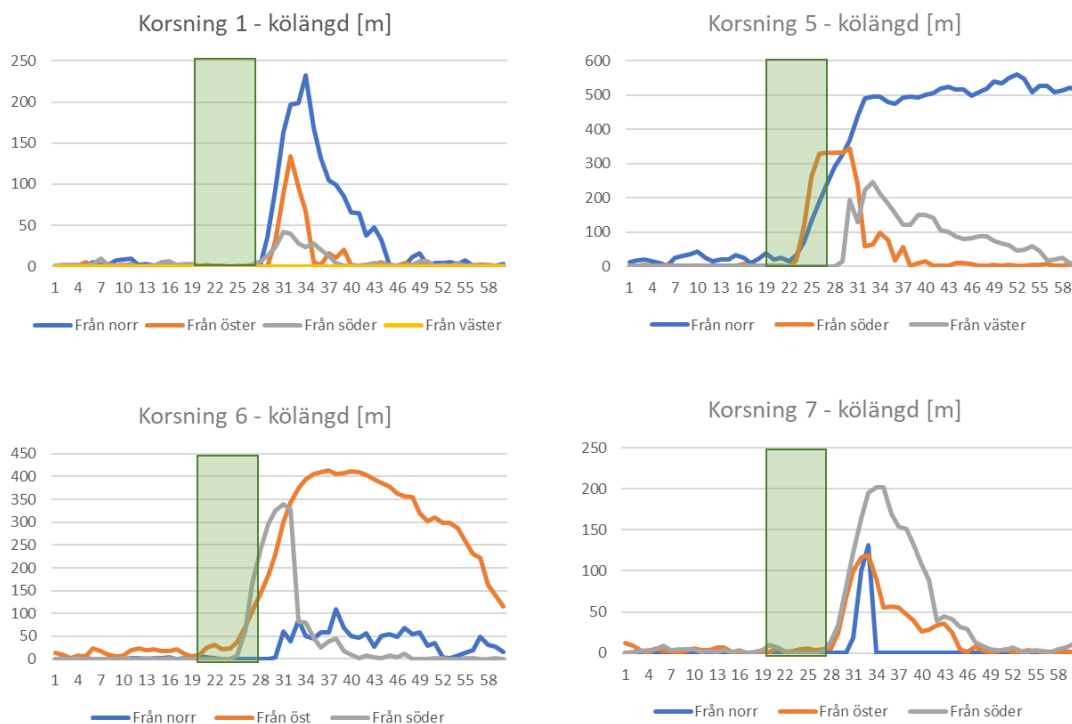
Figur 13 Simulering av broöppning sker genom att stänga av bron med trafiksignal

Initialt simulerades en broöppning som varade 8 minuter. Detta genererade mycket långa köer särskilt i korsningarna på den östra sidan om bron, särskilt norrifrån på Kungsportsvägen. Broöppningen medför att trafiken magasineras upp. När trafiken sedan släpps på igen innebär det att ett högre flöde anländer till de angränsande korsningarna under en kortare tid.

Diagrammen nedan visar kölängden som funktion av tiden för de mest kritiska korsningarna (se Figur 13 för aktuella korsningar):

- Korsning 1 avser cirkulation vid Vänersborgsvägen/Huvudgatan
- Korsning 5 avser cirkulation vid Kungsportsvägen/Huvudgatan
- Korsning 6 avser Kungsportsvägen/Tunhemsgatan
- Korsning 7 avser Järnvägsrondellen

Det bör noteras att förarna i modellen inte har möjlighet att välja annan väg när det blir trängsel, vilket ju sker spontant i verkligheten. Därför kan man räkna med att kösituationen blir något värre i modellen än vad den kommer att bli i verkligheten.

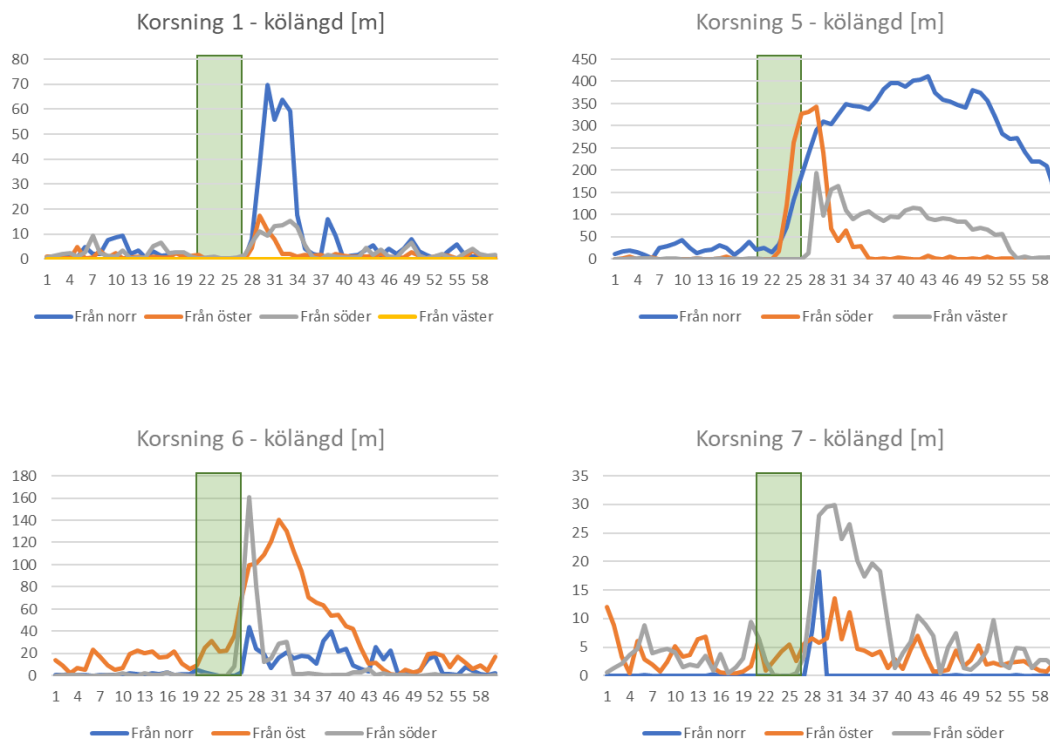


Figur 14 Körlängder vid 8 minuters broöppning. Observera att skalan på den lodräta axeln är olika i respektive diagram. Grön markering illustrerar tid för broöppning (8 minuter).

Bron är stängd mellan minut 20 och 28. För de korsningar som ligger längst från bron (1 och 7) börjar således inte köerna växa förrän efter det att bron har öppnats för trafik igen. När bron är stängd fortsätter köerna att växa eftersom det tar tid för trafiken att avvecklas. I korsning 5 norrifrån har kön inte börjat avvecklas vid slutet av den maxtimme som simuleras, dvs mer än en halvtimme efter bron är öppen för trafik igen.

I korsning 6 finns kvarvarande köer på anslutningen från öster vid slutet av simuleringen. Dessa köer håller dock på att avvecklas.

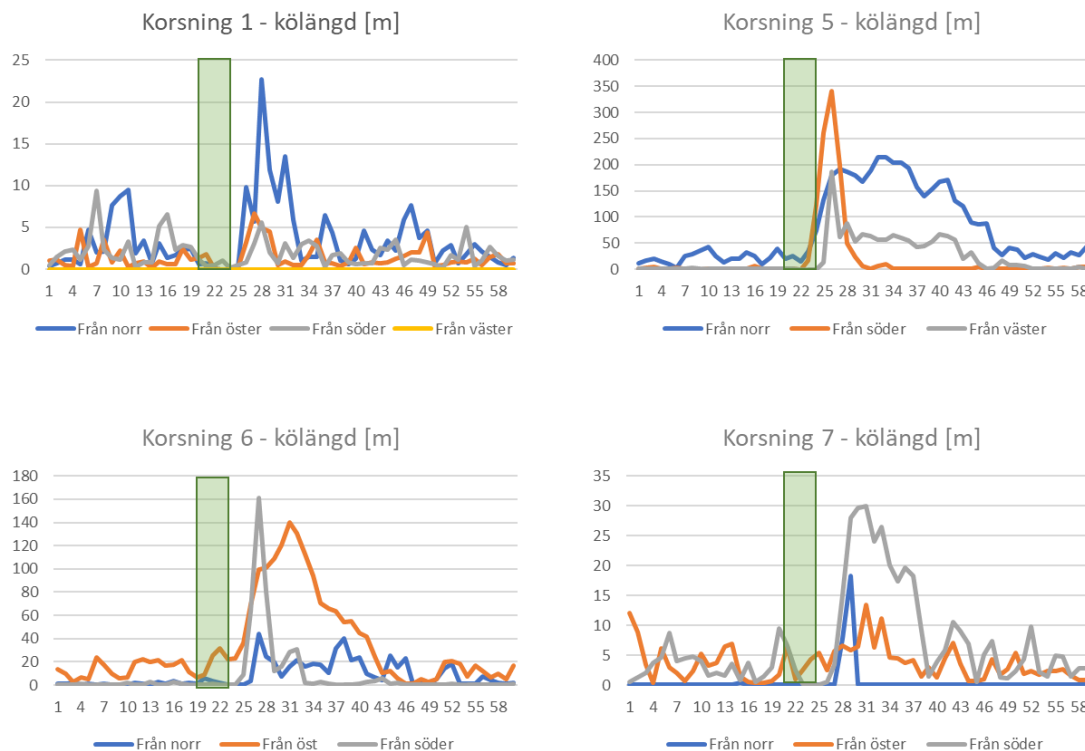
Simuleringar har skett även för 6 respektive 4 minuters broöppning, resultaten visas i diagrammen nedan.



Figur 15 Kölängder vid 6 minuters öppning

I Figur 15 ovan redovisas kölängder över tid för ett scenario där bron är stängd för fordonstrafik i 6 minuter mellan minut 20 och 26. I figuren går det se att det finns köer kvar i korsning 5 vid simuleringens slut. Köerna håller dock på att avvecklas till skillnad mot scenariot med 8 minuters broöppning.

Köerna på den östra anslutningen i korsning 6 avvecklas cirka 43 minuter in i simuleringen. Dvs. 17 minuter efter det att bron öppnats för trafik.



Figur 16 Kölängder vid 4 minuters broöppning

Vid fyra minuters broöppning hinner köerna avvecklas i samtliga korsningar under simuleringen av eftermiddagens maxtimme. Värt att notera är att även den 4 minuter långa broöppningen påverkar köerna i korsning 7 där det går att se längre köer under drygt 10 minuter mellan minut 27 till 38.

### 3.4 Några tankar om hur man kommer till rätta med problemen

Korsningarna längs huvudgatan i de nyexploaterade området klarar utformningsförslaget kapacitetsmässigt, men man bör fundera på att anlägga korta vänstersvängkörfält för att undvika blockering av trafik vid de tidpunkter som det genomgående flödet är högt.

Den nya bron kommer till stor del att användas av genomfartstrafik, dvs trafik som inte har start eller mål i Vårvik. Det medför ökad belastning på gator och korsningar i tillfarterna på östra sidan. Fler körfält på Kungsportsvägen i riktning mot bron och i cirkulationen skulle medföra en möjlighet för bilar och bussar som inte skall över bron att passera utan att fastna bland de väntande bilarna. Det ökar också magasinet så att köerna blir kortare. Signalreglering i korsningarna ger större möjlighet att styra trafiken under broöppning.

Om det är möjligt bör man förstås undvika broöppning under rusningstid. Det bör det finnas möjlighet till genom samverkan och planering. Information till bilister, t ex på variabla meddelandeskyltar, kan också vara effektivt. Eftersom Klaffbron i de flesta fall måste öppna ungefär samtidigt som den nya bron så är det omlodning till Stallbackabron som gäller. Information via sms-tjänst eller liknande ger bilisterna längre framförhållning och chans att ändra tidpunkt för sin passage, vilket lättar situationen för de som blir kvar.



## 4 Gatustruktur och trafiksäkerhet

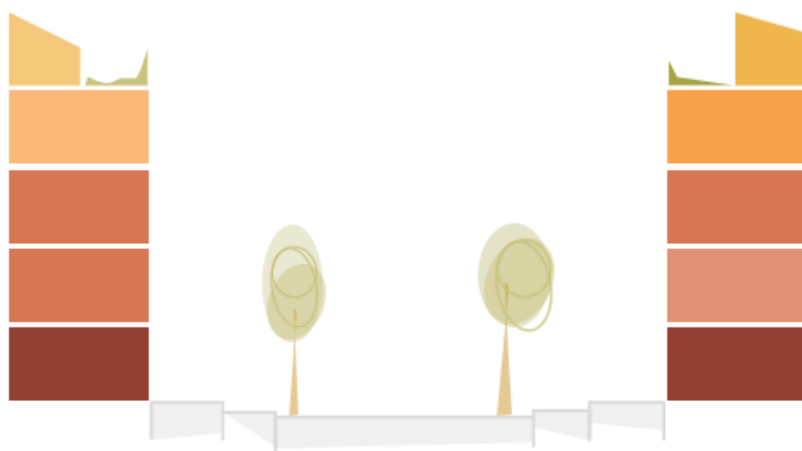
### 4.1 Överblick gatustruktur

Gatunätet består av en genomfart med ett ÅDT på ca 9000 fordon med anslutande lokalgator i form av tre stycken 3-vägs korsningar och en 4-vägs korsning.



Figur 17 Gatustruktur i Vårvik .... (Trollhättans Stad, 2017). Utformningen har arbetats om efter att denna bild togs fram.

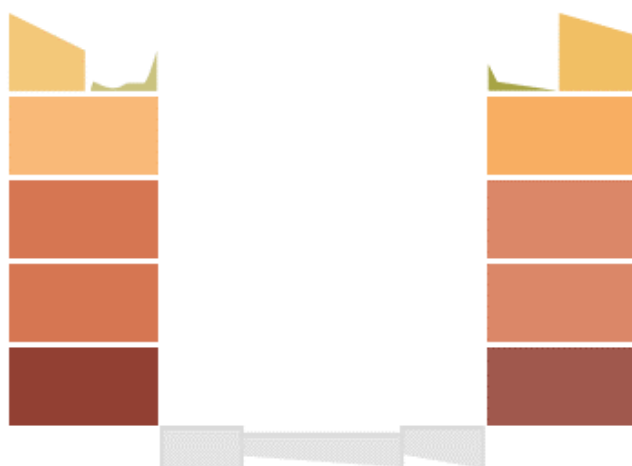
## 4.2 Kommentarer kring gatusektioner



Figur 18 Huvudstråkets sektionssupbyggnad. (Trollhättans Stad, 2017)

Huvudstråket består av en sektion bestående av separerad gång- och cykelbana samt en körbana på 7,0 m för bil och kollektivtrafik. Delar av skiljeremsan mellan de båda består delvis av permeabelt område för regnvatten samt trädplantering och dels av parkering för bil och cykel.

Detta ger utrymmesklass A utan gatuparkering för utrymmesklass B utan gatuparkering gäller en minimibredd på 6,3 m. Eftersom delar av skiljeremsan mellan de båda består delvis av permeabelt område för regnvatten och dels av parkering för bil och cykel blir istället minimibredden för sektionen enligt följande; vid utrymmesklass A med gatuparkering erfordras en bredd på 7,4 m och för utrymmesklass B med gatuparkering erfordras en bredd på 6,7 m.



Figur 19 Lokalgatornas sektionssupbyggnad. (Trollhättans Stad, 2017)

Lokalgatorna består av trottoar för gående och cyklister i respektive riktning och en körbana med ett körfält. Detta är dock svårt att bedöma eftersom måttet på 1-fältssträckan ej finns angivet. ÅDT per område blir uppskattningsvis per område; område A=1000, område B=750, område C=1300 och område D=1050. Under förutsättning att det går att mötas Pb+Lbn (minimimått 5,10 m) kommer sektionen att fungera. Om så inte är fallet och endast Pb+Pb kan mötas erfordras åtminstone ett minimimått på 4,45 m.

## 4.3 Övriga kommentarer

De boende och verksamma i området förväntas att använda andra färdmedel än bil i stor utsträckning, vilket framgår av nedanstående tabell som är hämtad ur Fördjupad Översiktsplan.

| <i>Valt färdmedel</i>      | <i>Utan ny bro<br/>("Ytterområde")</i> | <i>Med ny GCK-bro ("Halv-central")</i> |
|----------------------------|--|--|
| <i>Med Bil</i>             | <b>51%</b>                             | <b>37%</b>                             |
| <i>Med kollektivtrafik</i> | <b>7%</b>                              | <b>9%</b>                              |
| <i>Med cykel</i>           | <b>13%</b>                             | <b>19%</b>                             |
| <i>Till fots</i>           | <b>29%</b>                             | <b>35%</b>                             |

*Figur 20 Färdmedelsval med och utan den nya bron. (Trollhättans Stad, 2017)*

Enligt den analys som är gjord uppgår de olika gruppernas resor till, kollektivtrafik 1200 resor/dygn, cykel 1900 resor/dygn och fotgängare till 4000 resor/dygn. De alstrade bilresorna i området motsvarar ÅDT 4000.

Utifrån de ÅDT-värden över genomgående trafik, cyklande, fotgängare och kollektivtrafik och den höga andelen av oskyddade trafikanter bör särskild omsorg ägnas åt korsningspunkterna på huvudstråket. Enligt uppgift diskuteras att använda sig av ett hastighetssystem med 60/40 i nätet. Normalt ska oreglerade övergångsställen hastighetssäkras till 30 km/h och hastigheten på genomgående väg vara maximalt 60 km/h. Vanligast är att använda sig av en hastighetsdämpning i form av gupp. Dessa kan utformas på olika sätt. Detta medför dock omedelbart problem för kollektivtrafik i linjetrafik, eftersom detta till viss del medför ett arbetsmiljöproblem. Med de tidigare nämnda flödena för fordonstrafik, kollektivtrafik och oskyddade trafikanter blir sannolikt lösningen signalreglerade korsningar. Alternativt kan upphöjda korsningar användas. Dessa är möjliga att utforma med acceptabla vertikallaccelerationer för bussar i linjetrafik.

Implementeras trafiksignaler eller upphöjda korsningar utmed huvudstråket samt att kösituationer uppstår i samband med blockering upp mot cirkulationsplatsen på Vänersborgsvägen sker sannolikt en överflyttning av en del av trafiken till Klaffbron.



## 5 Planering för framtidens förarlösa bilar

Stadstrafik innebär en mer utmanande miljö för självkörande bilar som ska täcka vardagssituationer som att stanna på rätt sätt vid en stoppsignal och svårare utmaningar som att ta sig igenom en blockerad korsning eller ta hänsyn till oskyddade trafikanter och samtidigt interagerande fordon.

I dagens trafiksignaler finns till viss del självreglerande intelligens, men med självkörandefordon som kan kommunicera med såväl infrastrukturen som andra fordon ökar möjligheterna dramatiskt att utveckla betydligt smartare tidssättning av trafiksignalerna.

(Eno, 2013) pekar på att fördelarna med självstyrande fordon är att dessa kan hantera kortare tidluckor och kan ha kortare uppstartstider vid trafiksignaler. Därigenom kan gröntiden användas mer effektivt, vilket ökar kapaciteten i korsningarna.

(Makarem, 2012) är ett exempel på tänkbara förbättringar av styralgoritmer för tätortskorsningar med automatiska fordon. Obs, att här förutsätts 100% automatiska fordon. Dessa antas vara av två typer, personbilar och lastbilar. Hastighetsgränsen är 50 km/h och fordonen antas ej byta körfält. Lastbilarna ges företräde.

En decentraliserad navigationsfunktion introduceras, som håller reda på position hastighet och riktning för fordon som ankommer från konflikterande ben i korsningen. Med möjligheten att kommunicera vid högersväng, vänstersväng eller köra rakt fram ökar effektiviteten ytterligare.

Tabell Automatiseringsnivåer enligt SAE (SAE, 2017).

| Nivå | Namn                      | Beskrivning  |
|------|---------------------------|--|
| 5    | Full automatisering       | Ett automatiserat körsystem har kontroll över köruppgiften i alla trafiksituationer och miljöer som den fysiska föraren klarar av. Fordonet kan vara förarlöst.  |
| 4    | Hög automatisering        | Ett automatiserat körsystem har kontroll över köruppgiften i vissa trafiksituationer. Det finns en förare i fordonet, men föraren behövs inte när fordonet är inställt på självkörande läge. Exempelvis kan självkörande fordon vara tillåtet på en viss vägsträcka, men när det tillåtna området upphör måste föraren ta över. Om föraren inte reagerar på lämpligt sätt kan fordonet ändå hantera situationen. |
| 3    | Villkorlig automatisering | Ett automatiserat körsystem har kontroll över köruppgiften i vissa trafiksituationer under förutsättning att föraren reagerar på ett lämpligt sätt när systemet begär att föraren ingriper.  |
| 2    | Partiell automatisering   | Ett eller flera förarstödande system hjälper föraren i vissa trafiksituationer att styra och accelerera/bromsa under förutsättning att föraren har kontroll över andra delar av köruppgiften.  |
| 1    | Förarstöd                 | Ett förarstödande system hjälper föraren i vissa trafiksituationer att antingen styra eller accelerera/bromsa under förutsättning att föraren har kontroll över andra delar av köruppgiften.   |
| 0    | Ingen automatisering      | Föraren har fullständig kontroll över alla aspekter av köruppgiften, även om varnings- och interventionssystem stödjer föraren i detta.  |

Effekterna av autonoma fordon i trafiktekniskt perspektiv är inte helt självklara och många hypoteser har tagits fram på olika håll i världen. Möjliga år för implementering i olika miljöer kan ses i tabell nedan

Tabell 10 Möjlig spridning av självkörande bilar i olika trafikmiljöer

| Typ av miljö   | År             |
|--|----------------|
| Separata körfält på motorvägar                                   | 2025-2030      |
| Blandade körfält på motorvägar inkl ramper                       | 2030-2035      |
| Trafikleder med enbart bilar                                     | 2035-2040      |
| Multimodala gator och korsningar                                 | 2040-2050      |
| Fordon utan legal förare ombord:                                 |                |
| - privata gator och automatisk parkering på privata anläggningar | 2040-2050      |
| - allmänna gator och parkeringsanläggningar                      | Senare än 2050 |

Som kan ses så ligger prognoserna på en implementering i multimodal miljö och parkeringsanläggningar på mellan 2040 och 2050. De första effekterna av implementering av autonoma fordon kommer vi att se på våra motorvägar, där det sannolikt startar med dedikerade körfält. De system som i viss utsträckning redan existerar och har börjat användas i trafik kan ses i tabellen nedan.

Tabell 11 Andel av nya bilar och trafikarbete olika år med förarstödssystem

| System                            | Nya bilar år 2015 | Nya bilar år 2030 | Trafikarbete år 2030 |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
| Distanshållning                   | 9%                | 90%               | 53%                  |
| Varning för oskyddade trafikanter | 5%                | 50%               | 37%                  |
| Körfältshållare                   | 0%                | 60%               | 45%                  |
| Hastighetsanpassare               | 0%                | 6%                | 4%                   |

Mest problematiskt tycks tydligen vara införandet av hastighetsanpassare, som gör att man följer hastighetsgränsen. Troligen kommer denna funktion att byggas in i den adaptiva farthållaren.

Övriga bedömningar från experterna antyder att en rimlig nivå på andelen system som svarar mot nivå 3 utgör 37-53%. En del av dessa skulle kunna vara begränsat självkörande. Enligt (Bierstedt, 2014) skulle 25% av nya fordon bli automatiska genom samverkan mellan fordon (V2V) år 2035. En rimlig andel för år 2030 kan då vara 15%, men räknat på trafikarbete blir det lite mindre.

Körning på flerfältiga trafikleder i stadstrafik liknar motorvägstrafik. Distanshållning, hastighetsanspråk i förhållande till hastighetsbegränsning och benägenhet till körfältsbyte ligger i linje med motsvarande värden för motorvägstrafik.

Den adaptiva farthållaren antas till år 2030 utvecklad för hela hastighetsregistret och kan då också beakta trafik i sidokörfälten. Detta underlättar distanshållning och körfältsbyte.

Självkörande bilar antas kunna köra själva i hastigheter under 30 km/h. Vid högre hastigheter måste föraren intervensera om det inte är möjligt att följa efter ett fordon med mänsklig förare. Drivkraften för att utnyttja att bilen kan köra själv är relativt låg. Föraren kommer i allmänhet att köra själv i stadstrafik.

På innerstadsgator med parkering måste föraren fortfarande år 2030 ingripa för att korrigera hastighet och placering i körfältet. Motsvarande gäller vid kollektivkörfält, där föraren också måste hålla reda på vilka regler som gäller för olika trafikslag.

Den adaptiva farthållaren hjälper även här till med distanshållningen. Självkörande bilar antas kunna köra själv i hastigheter under 30 km/h.

Fotgängardetekteringssystemet har förbättrats så att även korta och liggande personer utan svårigheter kan detekteras, så att bilen kan stanna själv vid alla typer av hinder i hastigheter under 30 km/h.

Den adaptiva farthållaren kan underlätta genom att hålla avståndet till framförvarande bil. Den adaptiva farthållaren måste då kunna reglera avståndet även med hänsyn till fordon i eventuella sidokörfält. Själva korsningsrörelsen måste dock föraren genomföra själv. Med adaptiv farthållare tillämpas samma tidsluckor vid avståndshållning genom korsningen som för motorväg, dvs. ca 2-3 sekunder.

Självstyrande bilar har kortare reaktionstid och förväntas kunna starta 1,0 sek snabbare vid grönt än mänskliga förare. Maxhastighet vid passage av korsning med fotgängare eller cyklister uppgår till 30 km/h. Detta gör att fysiska åtgärder såsom gupp ej behöver anläggas.

Tidsluckan vid svängrörelser bil-bil som i medeltal uppgår till ca 5 sek med mänskliga bilförare antas kunna reduceras till 3 sek med självkörande bilar, som har kortare reaktionstider.

Sammanfattningsvis för Vårvik kan påverkan av autonoma fordon bli tre saker. Hastighetssäkring krävs inte om fordonen kan detektera och identifiera personer på eller i närheten av övergångsställe. Likaså om ISA-system blir obligatorisk, dvs att fordonen inte kan framföras med högre hastighet än avsett. Vid eventuella signaler kan fordonen starta betydligt snabbare och dessutom med kortare tidslucka sker avvecklingen snabbare samt att fordonen kan köra hem och parkera när innehavaren ej behöver fordonet under dagen vilket genererar mer trafikarbete i nätet.

## 6 Referenser

- Bierstedt, J. G. (2014). *Effects of Next-Generation Vehicles on Travel Demand and Highway Capacity*. FP Think.
- Eno. (2013). *Preparing a Nation for Autonomous Vehicles*. Washington, DC: ENO, Center for Transportation.
- Makarem, L. G. (2012). *Information sharing among autonomous vehicles crossing an intersection*. Lausanne, Switzerland: Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL).
- SAE. (2017). [www.sae.org/autodrive](http://www.sae.org/autodrive) . SAE.
- Trafikverket. (2012). *Vägars och gators utformning*. Trafikverkets publikation 2012:181.
- Trafikverket. (den 30 05 2018). Hämtat från Trafikverket.se:  
<https://www.trafikverket.se/tjanster/system-och-verktyg/Prognos--och-analysverktyg/Sampers/>
- Trafikverket. (den 30 05 2018). Hämtat från trafikverket.se: <https://www.trafikverket.se/tjanster/system-och-verktyg/Prognos--och-analysverktyg/Trafikalstringsverktyg/>
- Trollhättan stad, Norconsult, Akustikverkstan. (2017). *Buller- och trafikutredning*. .
- Trollhättans Stad. (2017). *FÖRDJUPAD ÖVERSIKTSPLAN FÖR KNORREN OCH HJULKVARNELUND*. Trollhättan: Trollhättans Stad.