

Beregnet til  
**Statens vegvesen**

Dokument type  
**Trafikkanalyse**

Dato  
**Juni 2022**

# TRAFIKKAVVIKLING VANGSVEGEN

# TRAFIKKAVVIKLING VANGSVEGEN

Oppdragsnavn **Rv.25 Vangsvegen Hamar - Avvikling**  
Prosjekt nr. **1350046210-002**  
Mottaker **Statens vegvesen**  
Dokument type **Trafikkanalyse**  
Versjon **1**  
Dato **03.06.2022**  
Utført av **Daniel Bjerkan**  
Kontrollert av **Espen Sletten Orten**  
Godkjent av **Tomas Moen**  
Beskrivelse **Vurdering av trafikkavvikling og trafiksikkerhet i Vangsvegen.**

Rambøll  
Erik Børresens allé 7  
3015 Drammen  
  
T +47 32 25 45 00  
F +47 32 25 45 01  
<https://no.ramboll.com>

## INNHALDSFORTEGNELSE

<b>1.</b>	<b>Bakgrunn</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>Beskrivende parametere</b>	<b>2</b>
2.1	Trafikkmengder	2
2.2	Fartsnivå og tetthet	4
<b>3.</b>	<b>Trafikkavvikling i rundkjøring</b>	<b>7</b>
3.1	Kapasitetsberegninger	7
3.2	Trafikkavvikling 15:45 – 16:15	7
3.2.1	Belastningsgrad	7
3.2.2	Forsinkelse	9
3.2.3	Kølengde (95%-percentil)	10
3.2.4	Kølengde (gjennomsnitt)	11
3.2.5	Konklusjon	12
<b>4.</b>	<b>Vurderinger med sjokkbølgeteori</b>	<b>13</b>
<b>5.</b>	<b>Trafikksikkerhet</b>	<b>16</b>
<b>6.</b>	<b>Samlet vurdering</b>	<b>17</b>
<b>0.</b>	<b>Vedlegg</b>	<b>19</b>

## 1. BAKGRUNN

Statens vegvesen har behov for en vurdering av trafikkavvikling langs Vangsvegen i Hamar, på Rv.25. Vurderingen gjøres i forbindelse med flytting av busslomme langs Vangsvegen etter rundkjøring mellom Rv.25 og Ringgata, som flyttes lenger vest før rundkjøringen. Samtidig etableres ny holdeplass som kantstopp fremfor tradisjonell holdeplass med lomme for buss, der øvrig trafikk kan passere holdeplassen. I tillegg gjøres det en vurdering av trafikksikkerheten i forbindelse med ny holdeplass for ulike trafikantgrupper i området. Et kartutsnitt med plasseringer av holdeplassene er vist i Figur 1.



Figur 1: Flyfoto med markering av holdeplasser. Kartkilde: Finn.no.

For å vurdere trafikkavvikling i forbindelse med tiltaket gjøres det både vurderinger av trafikkavviklingen i rundkjøringen, med hjelp av programmet SIDRA Intersection, og med sjokkbølgeteori knyttet til selve kantstoppet.

## 2. BESKRIVENDE PARAMETERE

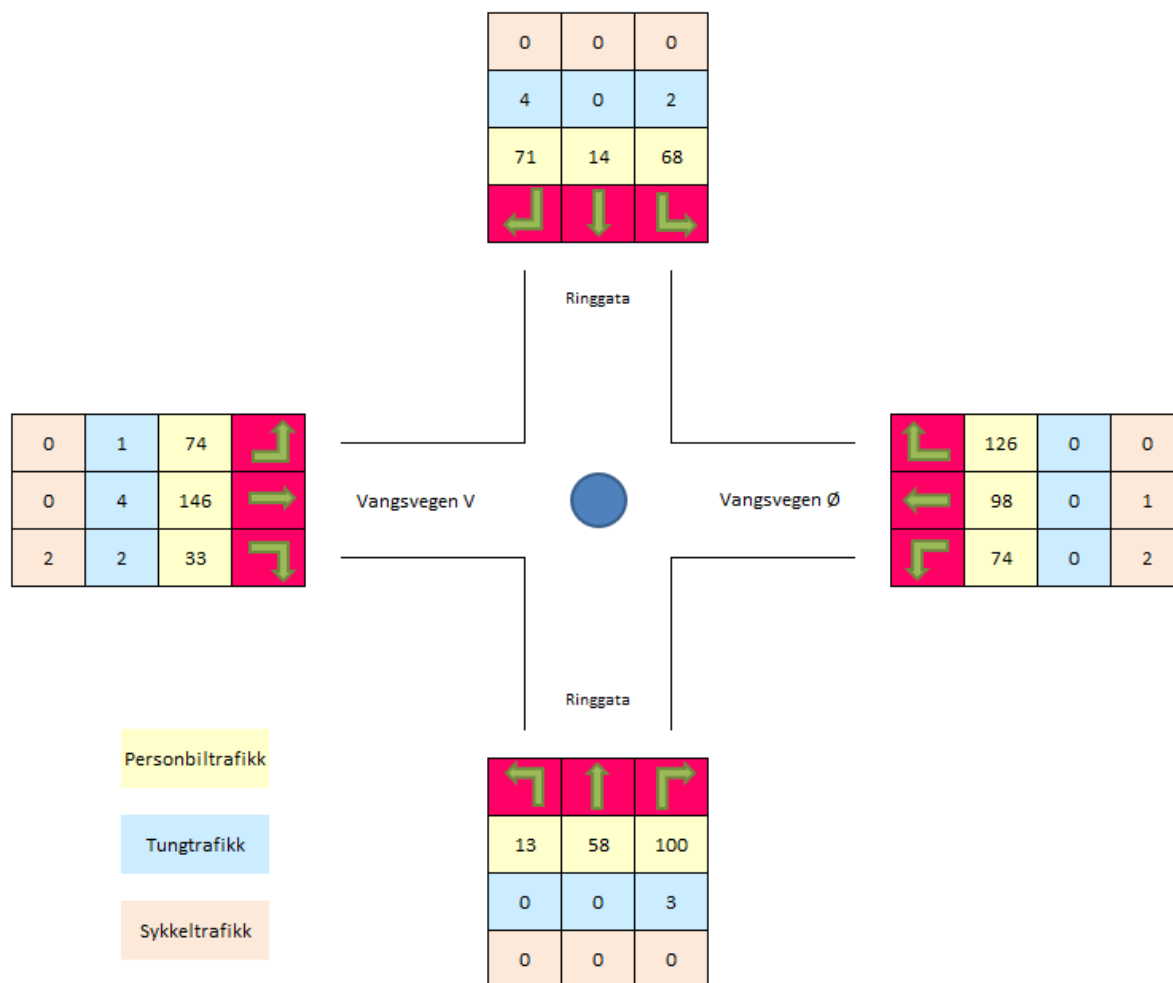
For å kunne gjennomføre vurderinger knyttet til trafikkavvikling, både ved kantstoppet isolert og av trafikkavviklingen i rundkjøringen mellom Vangsvegen og Ringgata, er det behov for trafikkmengder og andre parametere som beskriver de trafikale forholdene.

### 2.1 Trafikkmengder

Data i form av trafikkmengder er samlet inn med sensorer plassert ved hver vegarm i rundkjøringen mellom Vangsvegen og Ringgata. Innsamlingen ble gjort over 24 timer onsdag 09.03.2022, fra midnatt og frem til midnatt dagen etter. Dataene er i etterkant kontrollert opp mot et permanent tellepunkt i Vangsvegen vest, som registrerer både trafikkmengder og hastighet.

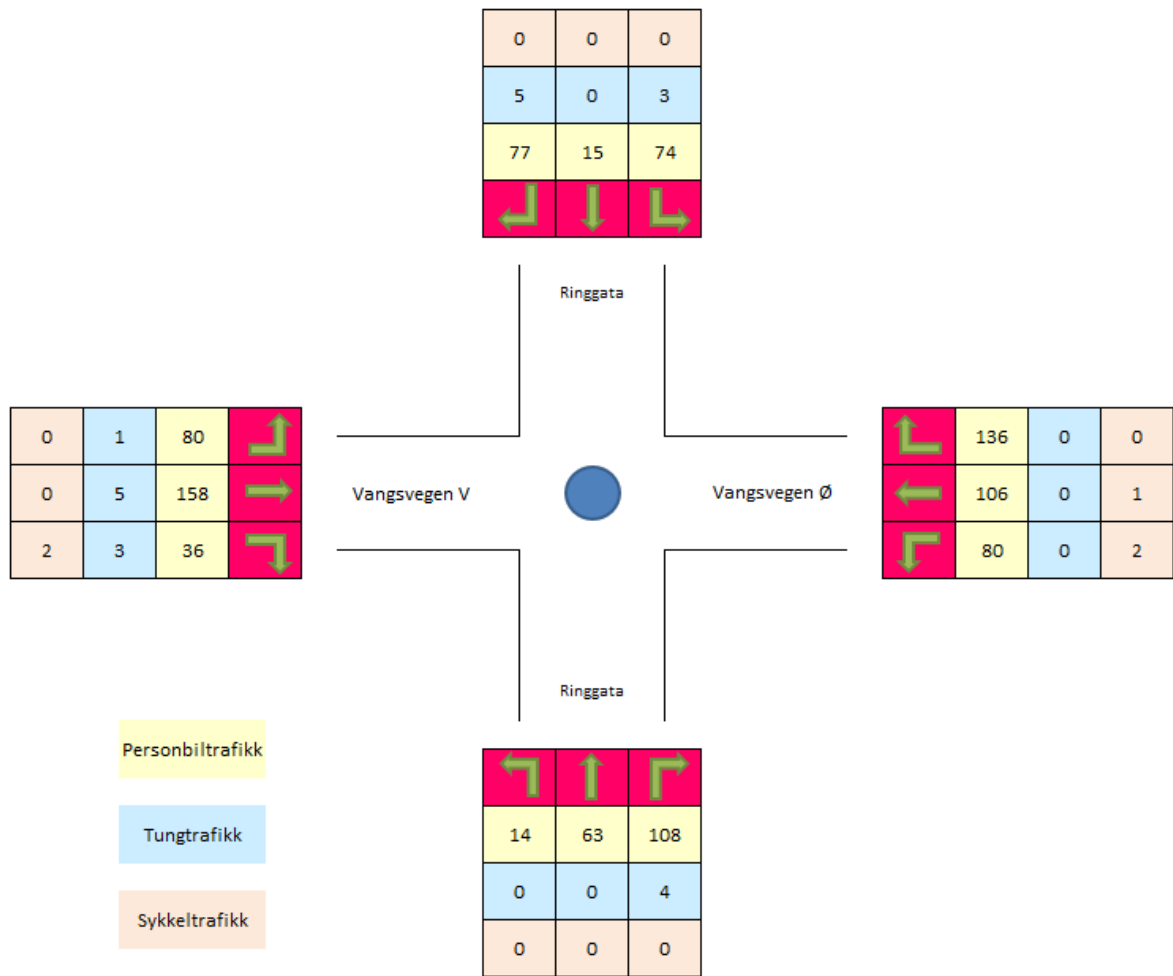
Den gjennomførte trafikktellingen viser at rundkjøringen har mest trafikk kvarteret 15:15 – 15:30, mens vegarmen Vangsvegen vest hvor ny holdeplass skal etableres har mest trafikk kvarteret 15.45 – 16:00 med totalt 137 motorkjøretøy i tillegg til 4 syklist. Makstimen for

rundkjøringen som helhet er 15:15 – 16:15. Makshalvtimen er på sin side funnet å være 15:45 – 16:15 og er vist ved Figur 2.



**Figur 2: Registrert trafikkmengder for ulike svingebevegelser i makshalvtimen for rundkjøring mellom Vangsvegen og Ringgata.**

Det er også beregnet et estimat for kryssets trafikkvolum 10 år frem i tid etter forventet trafikkvekst med NTP-prognoser for korte reiser (< 70 km). De forventede trafikkvolumene er vist i Figur 3. Godstrafikk er økt etter egne prognoser for gods, mens personbiltrafikk og sykkeltrafikk er økt etter prognoser for trafikkarbeid knyttet til personbiler.



Figur 3: Trafikkvolum mellom Vangsvegen og Ringgata justert med NTP-prognoser 10 år frem i tid.

## 2.2 Fartsnivå og tetthet

Registrert fartsnivå trafikken holder langs Vangsvegen vest er hentet fra permanent tellepunkt litt vest for planlagt plassering av ny holdeplass. Nøyaktig plassering av tellepunktet er vist i Figur 4. Fartsnivå for kjøreretning mot Ringgata er presentert i Tabell 1 for 5-minutters intervaller, hvor registrert snittfart ligger i området 20 – 35 km/t.

I tillegg til fartsnivå er trafikkenes tetthet (k) beregnet utfra trafikkvolum og fartsnivå (formel 1). Tetthet (k) uttrykker antall trafikanter som oppholder seg per km veg. Formel 1 er essensen i trafikkstrømsteori og sier at trafikkvolum tilsier tetthet multiplisert med strekningshastighet. Med utgangspunkt i formelen er tetthet beregnet ved å dividere trafikkvolum på hastighet fra registreringene. De utregnede verdiene presenteres i Tabell 1.

$$\text{Formel 1: Trafikkvolum } (q) = k * \bar{u}_s$$

Hvor k er tetthet og  $\bar{u}_s$  er gjennomsnittlig strekningshastighet



Figur 4: Plassering av permanent tellepunkt vest for Ringgata på Rv.25. Kilde: Statens vegvesens trafikkdata.

dag	periode_start	felt	trafikkmengde	snittfart	Average time_gap	Tetthet (k)
09.03.2022	15:00	1	41	33,8	6,8	14,6
09.03.2022	15:05	1	46	29,3	5,9	18,8
09.03.2022	15:10	1	55	24	4,5	27,5
09.03.2022	15:15	1	51	30,2	5,3	20,3
09.03.2022	15:20	1	45	27,2	4,8	19,9
09.03.2022	15:25	1	54	31,3	5,1	20,7
09.03.2022	15:30	1	50	27,5	5,4	21,8
09.03.2022	15:35	1	50	19,3	4,8	31,1
09.03.2022	15:40	1	53	22,2	4,5	28,6
09.03.2022	15:45	1	40	25	5,8	19,2
09.03.2022	15:50	1	54	32,3	5	20,1
09.03.2022	15:55	1	45	26,5	5,7	20,4

Tabell 1: Fartsnivå i 5-minutters intervaller fra tellepunkt på Vangsvegen i kjøreretning mot Ringgata.

Beregningene gjort av tetthet, samt videre utregninger knyttet til hastighet, skal i utgangspunktet gjøres med trafikkstrømmer sin gjennomsnittlige strekningshastighet. På grunn av lovverket rundt personvern er det ikke mulig å hente ut data på kjøretøynivå og beregne dette, men gjennomsnittlig punkthastighet fra det nærliggende tellepunktet benyttes. Gjennomsnittlig punkthastighet er aritmetisk middel av individuelle hastigheter som vektet hastighet etter tidsbruk. Gjennomsnittlig strekningshastighet er på sin side harmonisk middel, hvor hastighet vektet etter reiselengde. Ved beregning av gjennomsnittlig punkt- og strekningshastighet vil punkthastigheten ha en høyere verdi enn strekningshastighet, med unntak av situasjoner hvor kjøretøy har samme hastighet. Denne forskjellen skyldes at kjøretøy med høy fart vil ha større

påvirkning i utregningen av punkthastighet enn reelt<sup>1</sup>. For beregningene i denne analysen, og de tilhørende resultatene, bidrar dette til en usikkerhet. Men i selve beregningene er ikke rådataene brukt, men justerte hastigheter med basis i innsamlet gjennomsnittlig punkthastighet, justert for å gi beregningene robusthet. Samtidig påpekes det at Wardrop, som kom frem til forskjellene i hastighet, selv uttalte at det gav en større usikkerhet å blande punkt- og strekningshastighet i beregninger, enn forskjellen utgjør i seg selv<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Forskjellen er knyttet til variansen i hastighetene til de registrerte kjøretøyene.

<sup>2</sup> Wardrop, J. G. (1952). Road Paper. Some Theoretical Aspects of Road Traffic Research. Proceedings of the Institution of Civil Engineers, 1(3), 325-362. doi:10.1680/ipeds.1952.11259



## 3. TRAFIKKAVVIKLING I RUNDKJØRING

### 3.1 Kapasitetsberegninger

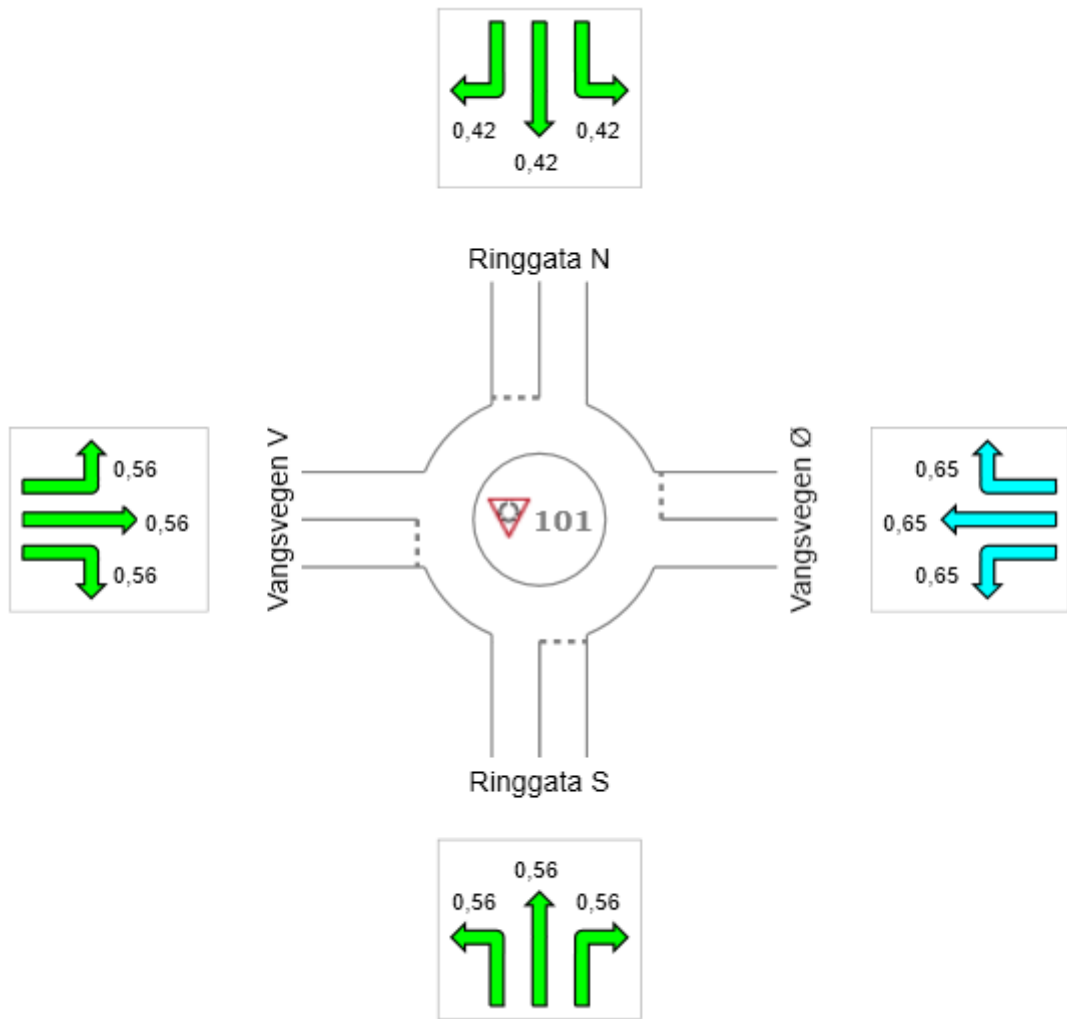
For å kunne vurdere trafikksituasjonen i rundkjøringen mellom Vangsvegen og Ringgata, benyttes programvaren SIDRA Intersection (9.0.3.9771) til å beregne trafikale egenskaper ved trafikkavviklingen. Først er det laget en modell med trafikkmengder for dagens situasjon som brukes til å kalibrere oppsettet i beregningsprogrammet (vedlagt som vedlegg). Deretter er det gjennomført beregninger hvor trafikkmengden er justert etter forventet trafikkvekst etter NTP-prognoser 10 år frem i tid, til 2032. I tillegg til personbiltrafikk og godstrafikk, er også gang- og sykkeltrafikken økt tilsvarende NTP-prognosene for personbiltrafikk. Beregningene gjøres hovedsakelig for å se om etablert kø inn mot rundkjøringen kan forventes å strekke seg til planlagt kantstopp i Vangsvegen vest for rundkjøringen, samt generelt gi et bilde av rundkjøringens trafikkavvikling. Dessverre er det ikke mulig å ta hensyn til dagens holdeplass i Vangsvegen øst, og om inn- eller utkjøring av buss til/fra holdeplassen blokkerer trafikk fra rundkjøringen og dermed reduserer fremkommeligheten. Det er dog ikke rapportert noen slike tilfeller og det forventes ikke å være noe problem da trafikken i dag kan passere bussene når passasjerene slippes av og på bussene.

### 3.2 Trafikkavvikling 15:45 – 16:15

Beregningene i SIDRA Intersection gjøres for halvtimen 15:45 – 16:15 da denne halvtimen er registrert å ha størst trafikkvolum i dag. Større trafikkvolum medfører på sin side økt sannsynlighet for begrenset fremkommelighet og opphopning av kø. For å støtte opp om fremkommelighet for kollektivtrafikken som vil benytte det nye kantstoppet i Vangsvegen, er det et ønske at kø fra rundkjøringen ikke strekker seg frem til og forbi det planlagte kantstoppet. Målinger viser at kantstoppet er planlagt etablert 31 meter fra eksisterende vikelinje i vegarmen Vangsvegen vest. Resultatene fra beregninger i SIDRA Intersection følger i dette kapittelets underkapitler.

#### 3.2.1 Belastningsgrad

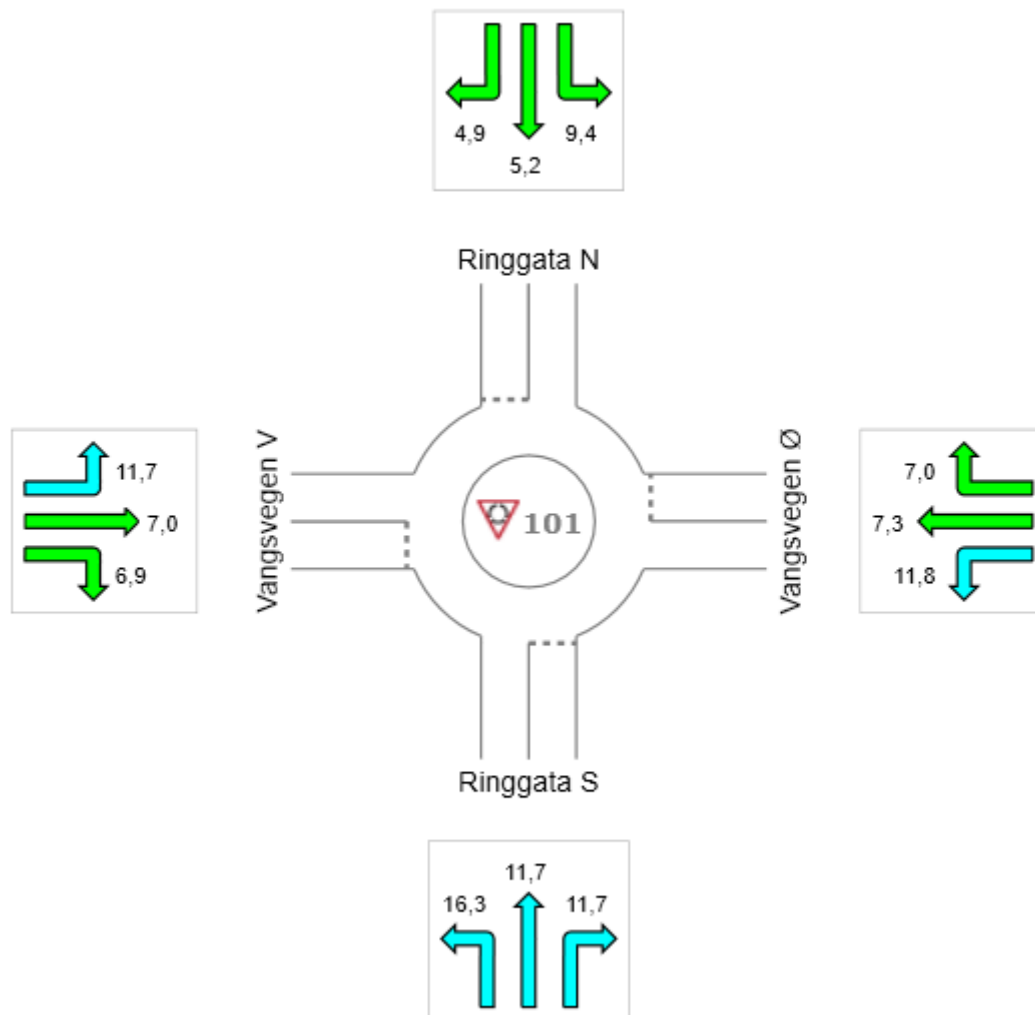
Belastningsgrad er et forholdstall mellom faktisk trafikkvolum og tilgjengelig kapasitet. Som figuren viser, har vegarmen fra Vangsvegen øst høyest belastningsgrad hvor 65% av tilgjengelig kapasitet benyttes. Sammenlignet med dagens situasjon, er belastningsgraden beregnet noe høyere som er forventet med et høyere trafikkvolum. Øvrige svingebevegelser viser noe lavere belastningsgrad enn Vangsvegen øst, men oppsummert har alle vegarmer tilgjengelig restkapasitet.



Figur 5: Belastningsgrad for rundkjøring mellom Vangsvegen og Ringgata.

### 3.2.2 Forsinkelse

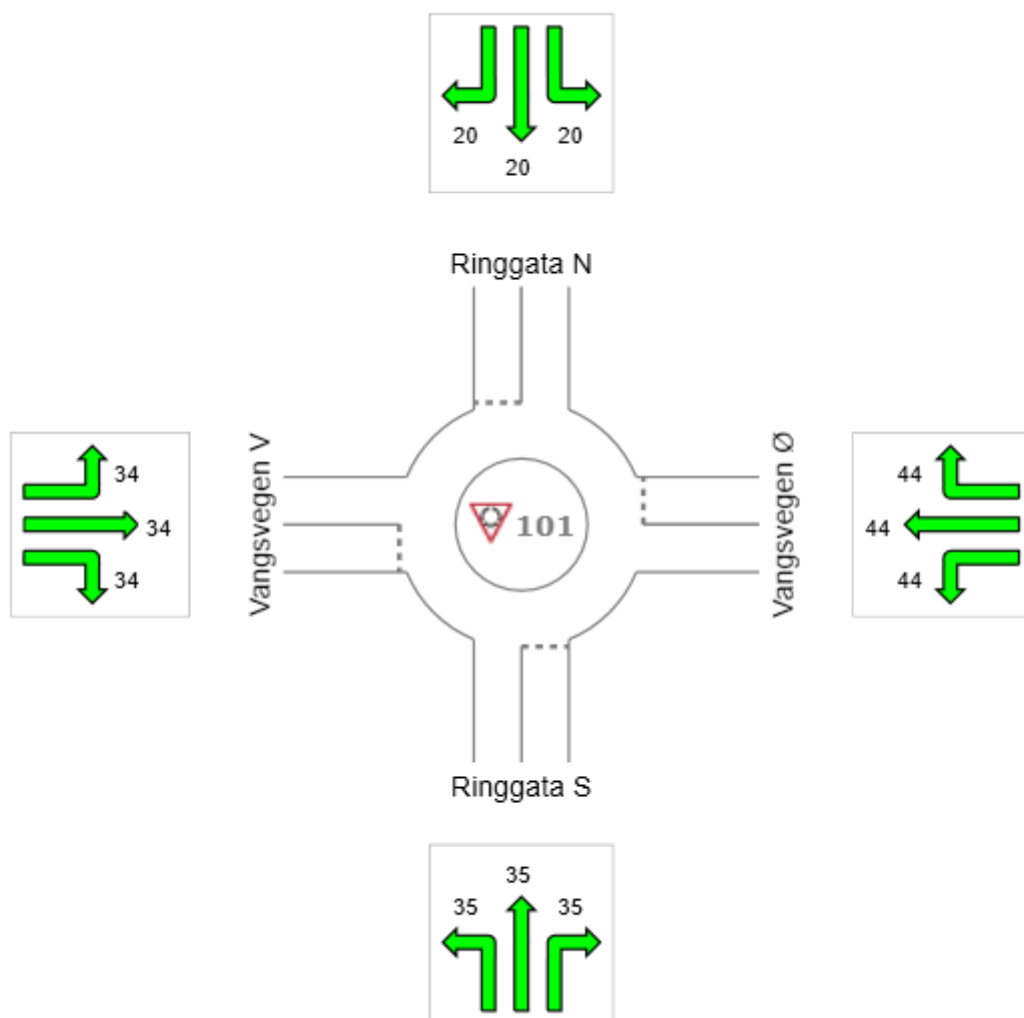
Figur 6 viser gjennomsnittlig forsinkelse i sekunder. Som Figur 6 viser, angir beregningene størst forsinkelse fra Ringgata sør. Totalt sett viser ingen svingebevegelser store forsinkelser i 2032.



Figur 6: Forsinkelse for rundkjøring mellom Vangsvegen og Ringgata.

### 3.2.3 Kølengde (95%-percentil)

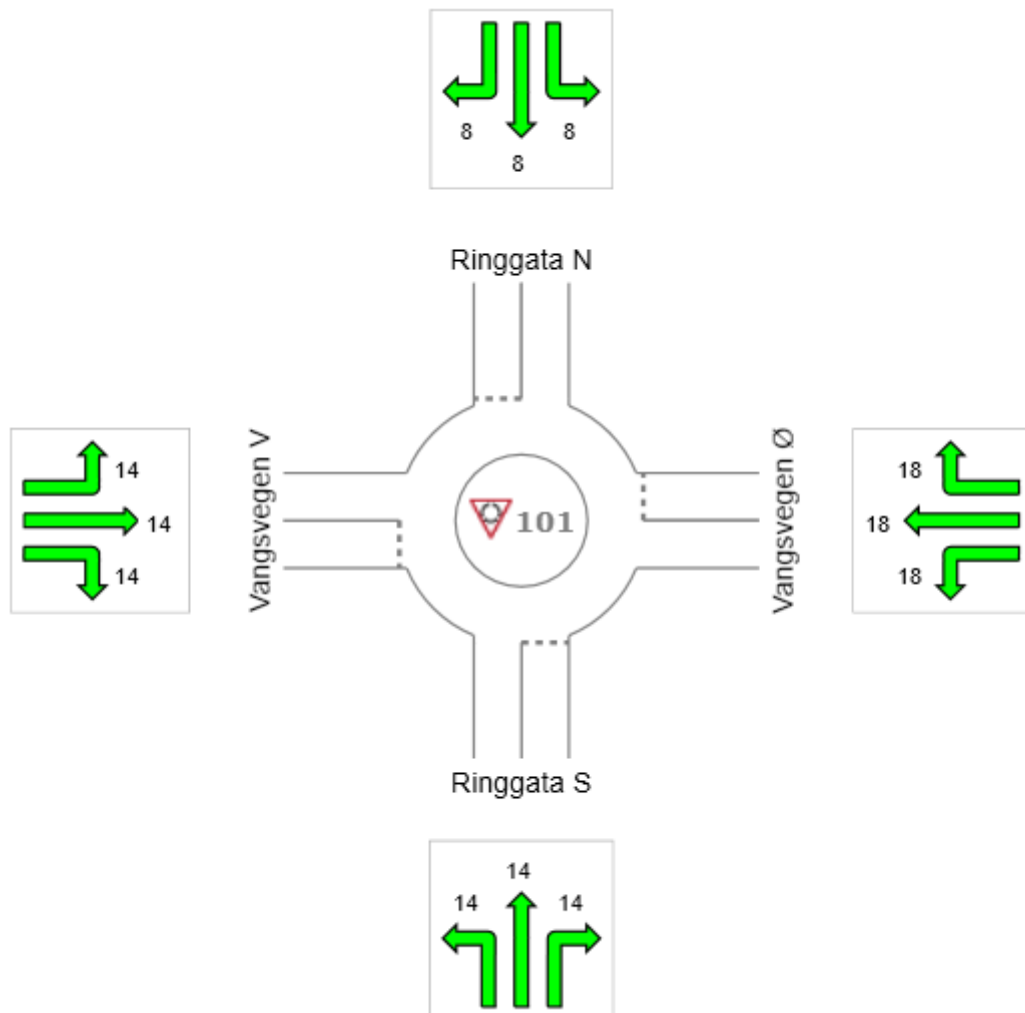
Verdien for kølengde, angitt i meter, representerer en lengde som køen vil være mindre enn i 95% av tilfellene. For svingebevegelsene viser beregningene lite risiko for at kø etableres til nærliggende vegkryss, men kølengden i vegarm for Vangsvegen vest er beregnet å kunne strekke seg inn på planlagt kantstopp.



Figur 7: Kølengde (95%-percentil) for rundkjøring mellom Vangsvegen og Ringgata.

### 3.2.4 Kølengde (gjennomsnitt)

Figur 8 viser gjennomsnittlig kølengde i vegarmene for rundkjøringen mellom Vangsvegen og Ringgata. Med en tommelfingerregel om at et kjøretøy bruker ca 7 meter plass ved stillestående kø, kan en si at vegarmene i rundkjøringen jevnlige har 2 kjøretøy som venter på å kjøre ut i sirkulasjonsarealet i snitt. Unntaket er ringgata som i snitt har en bil som står i kø.



Figur 8: Gjennomsnittlig kølengde for rundkjøring mellom Vangsvegen og Ringgata.

### 3.2.5 Konklusjon

Beregningene viser at rundkjøringens trafikkavvikling i 2032 totalt sett er god, med tilgjengelig restkapasitet og normale forsinkelser for rundkjøringer langs hovedveger i sentrumsområder. Med hensyn på planlagt kantstopp, så er kølengden i vegarm for Vangsvegen vest beregnet å kunne strekke seg inn i kantstoppet. Kantstoppet er på sin side planlagt å etableres 31 meter fra eksisterende vikelinje i vegarmen, mens kølengden er beregnet å kunne strekke seg 34 meter fra vikelinja.

Antallet tilfeller hvor kølengden forventes å strekke seg til kantstoppet, og på den måten forhindre busser sin bruk av kantstoppet, er dog relativt få. Beregningene for kølengde i Figur 7 viser 95%-fraktil, som vil si at verdiene angir kølengder som forventes overskredet maksimalt 5% av tiden. Videre er beregningene gjort innenfor makshalvtimen, som vil si at kølengdene maksimalt forventes lengre enn angitte verdier 5% av tiden i makshalvtimen. Det bør allikevel sees på muligheter for å etablere kantstoppet noe lengre vest enn planlagt, for å unngå tilfeller hvor buss forsinkes av etablert kø i rushtid, eller alternativt må slippe av og på passasjerer lengre bak enn holdeplassen er etablert. Sistnevnte tilfeller vurderes hovedsakelig problematisk i tilknytning til taktil merking for blinde og svaksynte, som skal etableres der bussenes dører i front stanser.

## 4. VURDERINGER MED SJOKKBØLGETEORI

Sjokkbølgeteori er en veletablert metode for å beregne trafikale virkninger og effekter i trafikkstrømmer. Selve sjokkbølgene er effekter som kan sies å spre seg som en bølge gjennom trafikkstrømmer. For kantstoppet som planlegges etablert, vil en buss som stanser i vegen skape en sjokkbølge som sprer seg bakover langs vegen i form av trafikanter som blokkeres av bussen og dermed må stanse og vente i kø. I forbindelse med vurdering av kantstoppet gjennomføres det beregninger med sjokkbølgeteori som en forsikring om at etablert kø etter en buss, rekker å avvikles før ny buss ankommer holdeplassen og skaper en ny sjokkbølge. Dette er sentralt for at både kollektivtransport og øvrig trafikk skal ivareta sin fremkommelighet.

Beregningene innen sjokkbølgeteori bygger opp under sjokkbølgehastigheter, som er hastigheten til de ulike effektene som både bygger opp kø og avvikler køen når en hindring ikke lenger er gjeldende. Sjokkbølgehastighet er definert som endring i trafikkenes trafikkvolum, dividert på endring i tetthet mellom de to situasjonene trafikken endrer seg fra og til (Formel 2). For beregninger av effektene med kantstopp, tas det utgangspunkt i trafikkvolum og hastigheter fra nærliggende tellepunkt i Vangsvegen. Videre er trafikkenes tetthet beregnet ved å dividere aktuelt trafikkvolum på trafikkenes hastighet (formel 1). Utreget tetthet, samt registrert trafikkvolum og gjennomsnittshastighet i 5-minuttersintervaller er presentert i Tabell 1. For beregningene sin del benyttes verdier med time som enhet, hvor 5-minuttersintervallet med størst trafikkvolum er benyttet som utgangspunkt. Valgt 5-minuttesintervall er gjort med bakgrunn i at behovet er registrert størst denne perioden, hvor trafikkmengden er oppskalert til time som enhet. De aktuelle parameterne som beskriver ulike tilstander presenteres i Tabell 2.

$$\text{Formel 2: Sjokkbølgehastighet (w)} = \frac{q_B - q_A}{k_B - k_A} = \frac{\Delta q}{\Delta k}$$

Hvor q er trafikkvolum og k trafikkenes tetthet.

#	Tilstander:	Trafikkvolum (q):	Tetthet (k):	Kjørehastighet (u <sub>s</sub> ):
A	Uforstyrret trafikk	660 kjt/t	28 kjt/km	30 km/t
B	Stillestående buss	0 kjt/t	140 kjt/km	0 km/t
C	Maks trafikkavvikling	900 kjt/t	30 kjt/km	30 km/t

**Tabell 2: Beskrivende parametere for ulike tilstander langs Vangsvegen.**

I Tabell 2 er parameterne for trafikkvolum (q), tetthet (k), samt hastighet (u<sub>s</sub>) beregnet med time som enhet. Tilstanden for maksimal trafikkavvikling, som forventes etter at bussen forlater holdeplassen, men som samtidig er begrenset av kjørehastigheten til bussen, er basert på bussen sitt forventede fartsnivå og trafikkstrømsteori. Forventet fartsnivå settes samtidig på et konservativt nivå da nærhet til rundkjøringen med Ringgata, samt kø i forbindelse med vegkrysset, forventes å begrense bussene sin mulige kjørehastighet. Det bemerkes at fri vegstrekning etter kantstoppet, ville muliggjort et høyere fartsnivå og dermed raskere avvikling av etablert kø.

Hastigheten til sjokkbølgene, som beskriver skiftet mellom tilstander, kan videre beregnes med formel 2 for sjokkbølgehastighet. Utreget sjokkbølgehastighet for de ulike endringene presenteres i Tabell 3.

#	Tilstander:	Trafikkvolum (q):		Tetthet (k):		Sjokkbølgehastighet (ω):		
A	Uforstyrret trafikk	660	kjt/t	28	kjt/km	A → B	-5,89	km/t
B	Stillestående buss	0	kjt/t	140	kjt/km	B → C	-8,18	km/t
C	Maks trafikkavvikling	900	kjt/t	30	kjt/km	C → A	120	km/t

Tabell 3: Utregnet sjokkbølgehastigheter for skifte mellom ulike tilstander knyttet til kantstopp i Vangsvegen.

Utregnet sjokkbølgehastighet mellom tilstand A, hvor trafikken kjører uforstyrret, og tilstand B, hvor en buss har stanset på kantstoppet og blokkerer bakenforliggende trafikk, tilsier hvor raskt køen bak den stillestående bussen bygger seg opp. Ved å multiplisere hastighet for kjøppbygging med tiden bussen står stille, for å slippe av og ta imot nye passasjerer, får man køens lengde idet bussen kjører videre.

Innlandet fylke har gjennomført en manuell registrering av varigheten ulike busslinjer stanser ved dagens holdeplass i dag. Registreringen ble gjennomført onsdag 06.04.2022 i rushtid mellom 15:08 – 16:10. De registrerte varighetene i tillegg til om avgangene hadde avstigende eller påstigende passasjerer vises i Tabell 4. Lengste stans varte i 21,8 sekunder, mens øvrige busslinjer hadde stans med ca varighet på 16 sekunder, hvor gjennomsnittlig varighet på stansede avganger var 15,4 sekunder. For videre beregninger av konsekvensene ved kantstopp på trafikkavvikling, benyttes en varighet på 25 sekunder for stansede bussavganger. 25 sekunder velges for å gi beregningene robusthet og hensynta både noe økning i antall av- og påstigende passasjerer, samt usikkerhet ved de gjennomførte registreringene.

Linje	Ankomsttid	Varighet	Påstigende	Avstigende
100	15:08	13,4 sek.	Ja	Nei
B21	15:12	21,8	Nei	Ja
B24	15:15	Ikke stopp	Nei	Nei
B26	15:25	17,8 sek.	Ja	Ja
B21	15:28	16,9 sek.	Ja	Ja
105	15:42	12,4 sek.	Ja	Nei
B21	15:42	Ikke stopp	Nei	Nei
B24	15:45	Ikke stopp	Nei	Nei
B26	15:55	14,5 sek.	Ja	Ja
B21	15:56	11,0 sek.	Nei	Ja
100	16:09	Ikke stopp	Nei	Nei

Tabell 4: Registrerte varigheter på stansede bussavganger onsdag 06.04.2022 i perioden 15:08-16:10.

Etablert kølengde idet en buss, som har stanset ved kantstoppet, forlater holdeplassen kan beregnes ved å multiplisere 25 sekunder, som er antatt varighet for stans ved kantstoppet, med sjokkbølgehastighet mellom tilstand A og B:

$$\text{Kølengde etter stans ved kantstopp} = \frac{w(A \rightarrow B)}{3,6} * \text{Varighet} = \frac{5,89 \text{ km/t}}{3,6} * 25 \text{ s} = \underline{40,9 \text{ meter}}$$

Med et stopp på 25 sekunder ved kantstoppet, og den registrerte trafikkmengden, er kø bak bussen beregnet å bli 40,9 meter lang idet bussen forlater kantstoppet. Videre er det mulig å



beregne hvor lang tid det tar å avvikle den etablerte køen. Noe som er viktig for å ivareta at etablert kø av en buss, rekker å avvikles før neste bussavgang ankommer kantstoppet.

Hastighet på køavvikling er på sin side et resultat av sjokkbølgen mellom situasjon hvor buss stanser ved kantstoppet, og etterfølgende trafikkavvikling, først og fremst begrenset av bussen sin hastighet. I tillegg må det hensyntas at ankommende trafikk etter de 25 sekundene med stopp, vil møte en etablert kø og på den måten bli blokkert. Hastigheten på køens avvikling kan med det uttrykkes som sjokkbølgehastighet mellom situasjon B, stillestående buss, og C, maksimal trafikkavvikling, hvor man subtraherer sjokkbølgehastigheten mellom situasjon A og B, som beskriver raten nye trafikanter ankommer køens bakende.

$$\text{Hastighet på køavvikling} = W_{B \rightarrow C} - W_{A \rightarrow B} = (-8,18 \text{ km/t}) - (-5,89 \text{ km/t}) = \underline{-2,29 \text{ km/t}}$$

Ved å dividere etablert kølengde på hastighet for køavvikling, får man nødvendig tid for å avvikle etablert kø skap av bussen.

$$\text{Tid for å avvikle kø} = \frac{40,9 \text{ meter}}{\left(\frac{2,29 \text{ km/t}}{3,6}\right)} = 64,4 \text{ sekunder}$$

Videre kan totalt antall trafikanter som opplever begrenset fremkommelighet beregnes ved å multiplisere sjokkbølgen mellom situasjon A og B med total varighet av hendelsen. Uttrykket for mengden trafikk påvirket av hendelsen gis i antall meter, som refereres til som total kølengde. Verdien kan også beregnes i antall kjøretøy ved å multiplisere trafikkmengden med hendelsens varighet.

$$\text{Total kølengde (meter)} = W_{A \rightarrow B} * \text{total varighet} = \frac{5,89 \text{ km/t}}{3,6} * (25 + 64,4) \text{ s} = \underline{146,3 \text{ meter}}$$

$$\text{Total kølengde (kjøretøy)} = q * \text{total varighet} = 660 \text{ kjt/km} * (25 + 64,4) \text{ s} = \underline{16,4 \text{ kjøretøy}}$$

Varighet for å at trafikken skal tilbake stille seg til normal kjøreadferd kan gjøres ved å dividere total kølengde på sjokkbølgehastighet mellom situasjon C, maksimal trafikkavvikling, og A, uforstyrret trafikk, som på sin side er et uttrykk for hastigheten trafikken bruker på å endre kjøreadferd.

$$\text{Tilbakestilling til normal kjøreadferd} = \frac{143,6 \text{ meter}}{\left(\frac{120 \text{ km/t}}{3,6}\right)} = \underline{4,4 \text{ sekunder}}$$

Til slutt kan total varighet av alle sjokkbølger beregnes ved å summere varigheten til de tre situasjonene.

$$\begin{aligned} \text{Total varighet av sjokkbølger} &= \text{Stans} + \text{Avvikling av kø} + \text{Tilbakestilling til normal kjøreadferd} \\ \text{Total varighet av sjokkbølger} &= 25 \text{ s} + 64,4 \text{ s} + 4,4 \text{ s} = \underline{93,8 \text{ sekunder}} \end{aligned}$$

De gjennomførte beregningene viser at en stansende buss ved kantstoppet vil medføre konsekvenser i totalt 94 sekunder. Med 2 minutter mellom bussavganger fra holdeplassen, ihht rutetabell, skal kollektivtrafikken kunne avvikles uten at de ulike avgangene begrenser hverandres fremkommelighet. De gjennomførte beregningene inneholder usikkerheter og trafikken vil ikke ankomme konstant. Ved å øke varigheten bussen stanser i beregningene og benytte en konservativ maksimal avvikling etter stans, vurderes beregningene å hensynta

usikkerhetene i noe grad. Videre er det en avstand mellom bussavgangene i tid, som gir fleksibilitet og mulighet for tilpasning knyttet til trafikkvariasjon.

## 5. TRAFIKKSIKKERHET

Etablering av kantstopp før rundkjøring mellom Vangsgvegen og Ringgata, som vist i Figur 1, vil kunne påvirke flere trafikantgrupper. I nærheten av kantstoppet forventes det ikke bare buss, personbiler og busspassasjerer, men også syklist i tilknytning til langsgående sykkelfelt og også fotgjengere på det langsgående fortauet. I tillegg er det etablert gangfelt på tvers av Vangsgvegen i forbindelse med rundkjøringen. Etableringen av et kantstopp i tillegg til dagens infrastruktur, kan by på utfordringer knyttet til trafiksikkerhet. I den forbindelse inkluderes en overordnet vurdering av trafiksikkerheten ved kantstoppet og det nærliggende området.

Vurdering av trafiksikkerheten gjøres ved å først belyse mulige bidrag til høyere risiko, for deretter å belyse eventuelle avbøtende tiltak for å redusere risikoen knyttet til de tidligere beskrevne risikobidragene. Definisjonen av risiko er på sin side sammenhengen mellom sannsynlighet for at en trafikkulykke inntreffer og konsekvensen ved den aktuelle trafikkulykken. På den måten vil et bidrag som enten reduserer sannsynlighet eller konsekvensen for en trafikkulykke, redusere den totale risikoen.

### **Mulige risikobidrag som et resultat av kantstopp:**

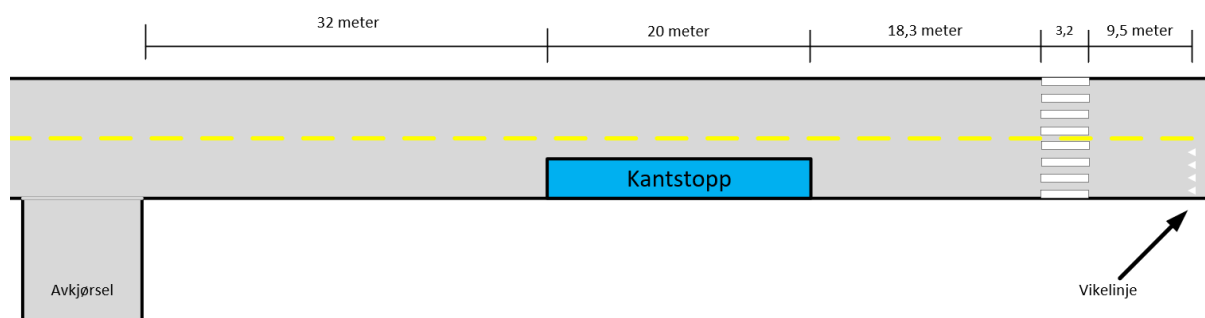
- Syklist kan velge å benytte fortau når buss stopper ved kantstopp, noe som kan medføre økt trengsel og potensiell påkjørsel av fotgjengere. En syklist sitt skifte mellom sykkelfelt og fortau vurderes samtidig å kunne være uventet for gående.
- Ved innkjøring til kantstopp ser ikke bussjåfør syklist i sykkelfeltet, som kjøres på/presses til siden.
- Ved stopp på holdeplass ser ikke bakenforliggende syklist at buss stanser, ved kantstopp som ligger i sykkelfelt, og sykler i bussens bakende.
- Mye infrastruktur som kantstopp, rundkjøring, gangfelt og mer, i tillegg til mange ulike trafikanttyper, kan gjøre den trafikale situasjonen kompleks og muliggjør større grad av feiltolkning, miskommunikasjon eller at man ikke ser alle trafikanter. Feiltolkning, miskommunikasjon og manglende oppfattelse av øvrige trafikanter kan medføre påkjørsler eller nestenulykker som også påvirker trafikkavviklingen negativt.
- Ved buss som stanser ved kantstopp, kan trafikanter velge å gjennomføre forbikjøring i motgående kjørefelt og over oppmerket sperreområde. Dette kan skape risikofylte situasjoner i seg selv, men også når trafikantene bytter tilbake til originalt kjørefelt samtidig som buss kjører fremover.

Generelt sees det få mulige tiltak som kan redusere risikoen knyttet til nye mulige trafikkulykker som et resultat av kantstopp. Et tiltak som dog sees å bidra til å redusere sannsynligheten for flere av trafikkulykkene er å ivareta god sikt i alle retninger. Generelt er det lite sikthindrende objekter i dag, men en gjennomgang og vurdering av om noen etablerte trær bør fjernes er et aktuelt og anbefalt tiltak. I tillegg kan det å forlenge eksisterende trafikkøyer i vegarmen med Vangsgvegen vest enda lenger vest, være med å begrense sannsynligheten for at trafikanter velger å gjennomføre forbikjøring forbi buss som stanser i kantstopp, da det ikke blir plass mellom buss og trafikkøyer.

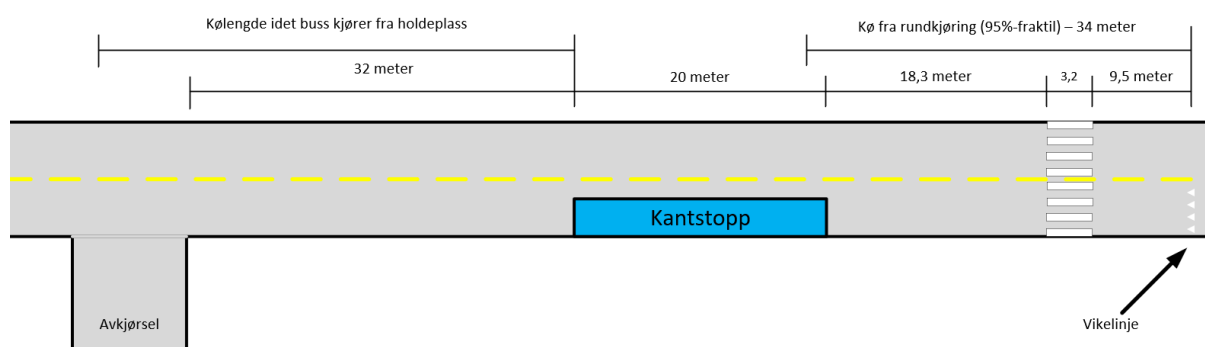
## 6. SAMLET VURDERING

Totalt sett er den trafikale situasjonen i området langs Vangsvegen kompleks, med mange ulike elementer og trafikantgrupper. De gjennomførte vurderingene i denne analysen har alle sett på en side av hvordan trafikkavvikling i Vangsvegen vest fungerer. De isolerte vurderingene belyser ulike virkninger og nyanser, men i praksis vil trafikkavvikling i rundkjøringen med Ringgata måtte sees i sammenheng med sjokkbølger ved kantstoppet. I tillegg medfører gjerne avstigende passasjerer fra buss at fotgjengere ønsker å krysse gangfeltene ved rundkjøringen, og på den måten muligens begrenser bussene sin fremkommelighet, som får vikeplikt for kryssende fotgjengere. En komplett forespeiling av hvordan de ulike trafikantgruppene avvikes i området er ikke mulig å gjennomføre, men de ulike beregningene kan sees i sammenheng.

En måte å vurdere sammenhengen mellom de ulike analysene, er ved å illustrere de ulike virkningene sin avstand eller plassbehov langs kjørebanelen. Figur 9 viser avstanden mellom ulike elementer i Vangsvegen vest med kantstopp etablert som planlagt. Videre forsøker Figur 10 å illustrere kølengdene som kan oppstå fra vikelinjen, i forbindelse med trafikkavvikling i rundkjøringen, og fra bakenden av kantstoppet, idet buss kjører videre etter stans. Som Figur 10 viser er det mulig at kø fra rundkjøringen strekker seg inn i kantstoppet, og at kø bak kantstoppet strekker seg forbi bakenforliggende avkjørsel. I tillegg vil kø bygge seg opp etter at en buss forlater kantstoppet, da ankommende trafikk blir blokkert av kø som har bygget seg opp mens bussen slapp passasjerer av og på. Det er dermed en reell sannsynlighet for at fremkommelighet til og fra bakenforliggende avkjørsel blir forhindret i rushtid når buss stanser ved kantstoppet.



Figur 9: Illustrasjon av avstander mellom ulike elementer i Vangsvegen vest.



Figur 10: Illustrasjon av kølengder langs Vangsvegen vest.

I tilknytning til om etablert kø fra rundkjøring i Vangsvegen kan forhindre fremkommeligheten til buss i rute, er det naturlig å påpeke at foranliggende kø, foran kantstoppet, vil avvikles mens buss slipper av og på passasjerer. Det kan på den måten forventes at bussene vil kunne kjøre frem til gangfelt med en gang stans ved holdeplass er gjennomført. Dette bygges opp under beregnet gjennomsnittlig forsinkelse for trafikk i vegarmen, som er mindre enn den antatte stoppetiden på 25 sekunder.

Totalt sett vurderes et kantstopp å kunne fungere i Vangsvegen vest, gitt at det aksepteres mindre tidsperioder i rush, hvor trafikk fra nærliggende avkjørsler forhindres. Samtidig anbefales det å vurdere om kantstoppet kan plasseres noe lenger unna rundkjøringen for å forsikre seg om at kø sjelden bygges opp til kantstoppet og på den måten forhindrer bussens fremkommelighet. Samtidig vil et slik tiltak i større grad, og oftere, medføre forsinkelser for de nærliggende avkjørslene som blir mer sårbare for kortere kølengder bak buss i rute.

## 0. VEDLEGG

### **Innledning**

Presenterte data er ved dagens situasjon for maksimal halvtime i krysset mellom Vangsvegen og Ringgata.

### **Endring av standardverdier i SIDRA Intersection for beregningene**

- For beregningene er *environment factor* oppjustert fra standardverdi 1,0 til 1,1. Oppjusteringen er gjort for å bedre ivareta norske trafikkforhold og norsk trafikkultur som tilsier større krav til tidsluker og dermed en noe mindre utnyttelse av kapasitet enn i Australia hvor programmet SIDRA Intersection er utviklet.

## Inndata

Intersection - Approach & Exit Data													
Location	Name	Type	No. of App. Lanes	No. of Exit Lanes	Approach Distance (m)	Extra (Site Analysis) (%)	Extra (Network Analysis) (%)	Exit Distance (m)	Approach Control	Area Type	Factor		
South	Ringgata S	Two-way	1	1	113.0	0	0	0	---	---	---	---	---
East	Vangavegen Ø	Two-way	1	1	73.0	0	0	0	---	---	---	---	---
North	Ringgata N	Two-way	1	1	38.0	0	0	0	---	---	---	---	---
West	Vangavegen V	Two-way	2	2	85.0	0	0	0	---	---	---	---	---

Lane Geometry - Lane Configuration														
Leg Item	Configuration	Type	Control	Stp./Bypass Control	Length (m)	Width (m)	Grade (%)	Full Lane (ID)	Full Lane (Cd)	Full Lane (Style)	Island (m)	Island (Type)	Full Lane (Width)	Full Lane (Design)
South	Ringgata S	---	---	---	119	5.9	0	---	---	---	---	---	---	---
Exit Lane 1	Full Length	---	---	---	119	4.2	0.5	---	---	---	---	---	---	---
App. Lane 1	Full Length	Normal	Give-Way	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
East	Vangavegen Ø	---	---	---	73	4.1	0	---	---	---	---	---	---	---
Exit Lane 1	Full Length	---	---	---	73	4.1	0	---	---	---	---	---	---	---
App. Lane 1	Full Length	Normal	Give-Way	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
North	Ringgata N	---	---	---	38	6.3	0	---	---	---	---	---	---	---
Exit Lane 1	Full Length	---	---	---	38	4.4	0.8	---	---	---	---	---	---	---
App. Lane 1	Full Length	Normal	Give-Way	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
West	Vangavegen V	---	---	---	85	1.5	0	---	---	---	---	---	---	---
Exit Lane 2	Full Length	---	---	---	85	5.2	0	---	---	---	---	---	---	---
App. Lane 1	Full Length	Normal	Give-Way	---	---	---	-0.3	---	---	---	---	---	---	---
App. Lane 2	Full Length	Normal	Give-Way	---	---	---	-0.3	---	---	---	---	---	---	---

Roundabouts - Geometry													
Location	Name	Circ. Lanes	Circ. Width	Inscribed Diameter (m)	Island Diameter (m)	Entry Radius (m)	Entry Angle (°)	Ramp Design	Circ. Trans. Line	Downstream Circ. Lanes			
South	Ringgata S	1	8.0	20.0	20.0	20.0	30.0	No	No	---	---	---	---
East	Vangavegen Ø	1	8.0	20.0	20.0	20.0	30.0	No	No	---	---	---	---
North	Ringgata N	1	8.0	20.0	20.0	20.0	30.0	No	No	---	---	---	---
West	Vangavegen V	1	8.0	20.0	20.0	20.0	30.0	No	No	---	---	---	---

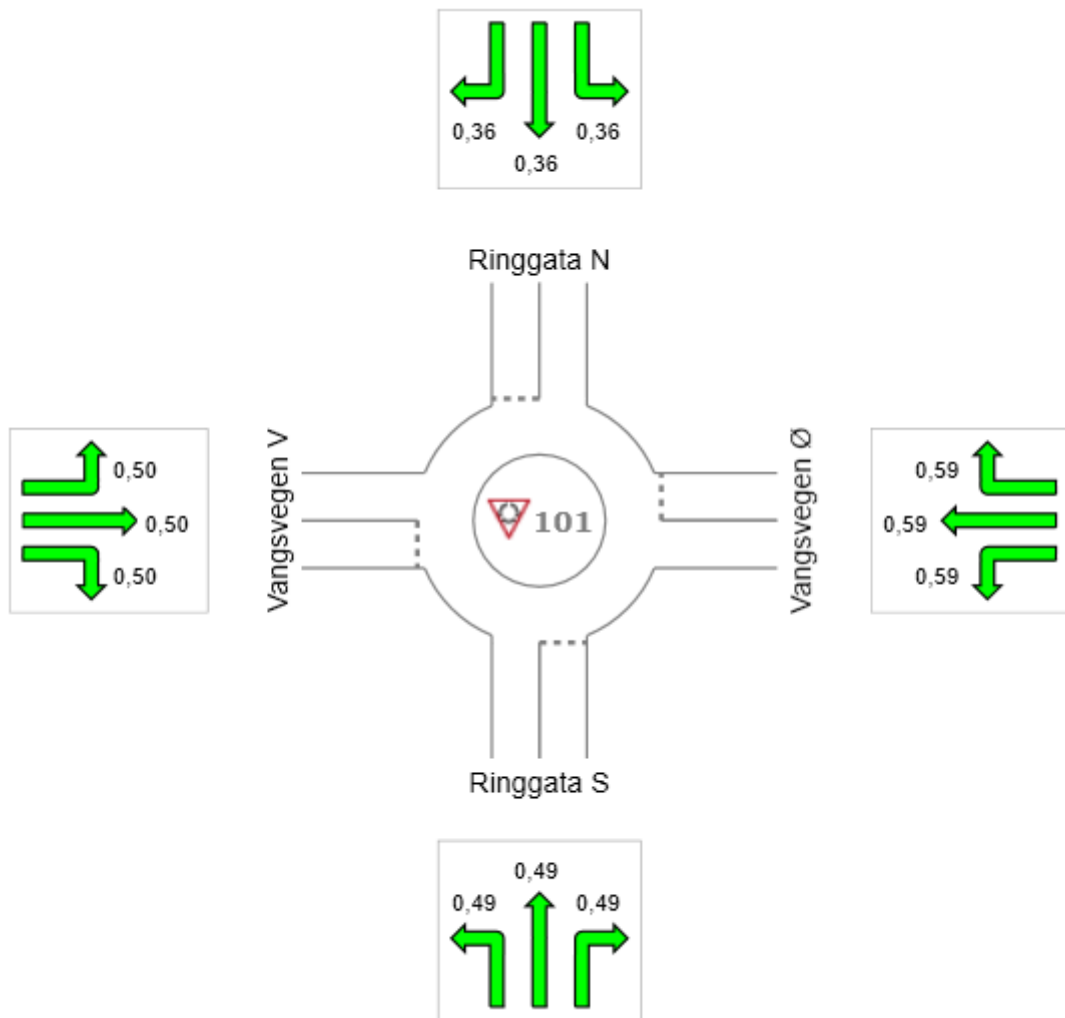
  

Pedestrians - Pedestrian Movements														
Location	Configuration	Type	Control	Stp./Bypass Control	Length (m)	Width (m)	Grade (%)	Full Lane (ID)	Full Lane (Cd)	Full Lane (Style)	Island (m)	Island (Type)	Full Lane (Width)	Full Lane (Design)
South	Ringgata S	---	---	---	119	5.9	0	---	---	---	---	---	---	---
Stage 1 (Approach)	Full Length	---	---	---	119	4.2	0.5	---	---	---	---	---	---	---
Stage 2 (Exit)	Full Length	---	---	---	119	4.2	0.5	---	---	---	---	---	---	---
East	Vangavegen Ø	---	---	---	73	4.1	0	---	---	---	---	---	---	---
Stage 1 (Approach)	Full Length	---	---	---	73	4.1	0	---	---	---	---	---	---	---
Stage 2 (Exit)	Full Length	---	---	---	73	4.1	0	---	---	---	---	---	---	---
North	Ringgata N	---	---	---	38	6.3	0	---	---	---	---	---	---	---
Stage 1 (Approach)	Full Length	---	---	---	38	4.4	0.8	---	---	---	---	---	---	---
Stage 2 (Exit)	Full Length	---	---	---	38	4.4	0.8	---	---	---	---	---	---	---
West	Vangavegen V	---	---	---	85	1.5	0	---	---	---	---	---	---	---
Stage 1 (Approach)	Full Length	---	---	---	85	5.2	0	---	---	---	---	---	---	---
Stage 2 (Exit)	Full Length	---	---	---	85	5.2	0	---	---	---	---	---	---	---

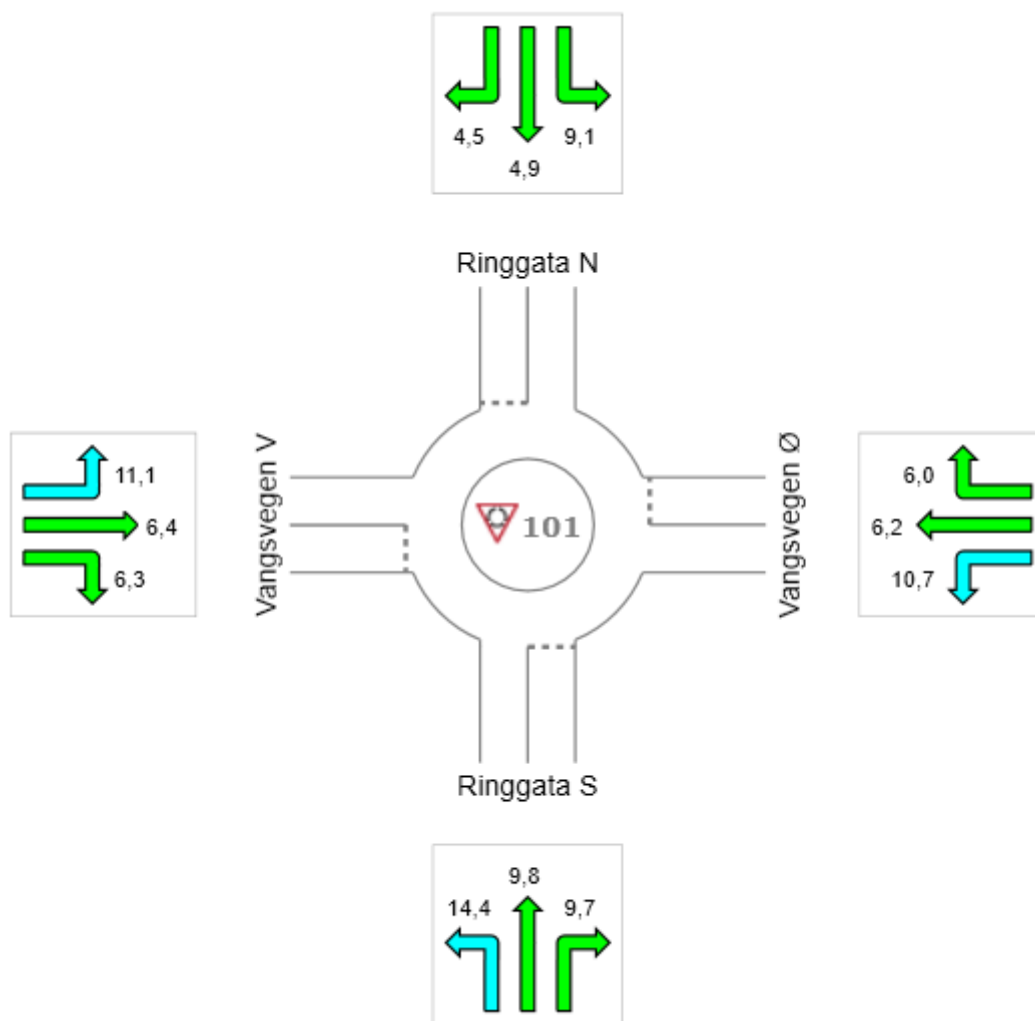
  

Unit Time for Volumes: 30 minutes														
Location	Configuration	Type	Control	Stp./Bypass Control	Length (m)	Width (m)	Grade (%)	Full Lane (ID)	Full Lane (Cd)	Full Lane (Style)	Island (m)	Island (Type)	Full Lane (Width)	Full Lane (Design)
South	Ringgata S	---	---	---	119	5.9	0	---	---	---	---	---	---	---
Stage 1 (Approach)	Full Length	---	---	---	119	4.2	0.5	---	---	---	---	---	---	---
Stage 2 (Exit)	Full Length	---	---	---	119	4.2	0.5	---	---	---	---	---	---	---
East	Vangavegen Ø	---	---	---	73	4.1	0	---	---	---	---	---	---	---
Stage 1 (Approach)	Full Length	---	---	---	73	4.1	0	---	---	---	---	---	---	---
Stage 2 (Exit)	Full Length	---	---	---	73	4.1	0	---	---	---	---	---	---	---
North	Ringgata N	---	---	---	38	6.3	0	---	---	---	---	---	---	---
Stage 1 (Approach)	Full Length	---	---	---	38	4.4	0.8	---	---	---	---	---	---	---
Stage 2 (Exit)	Full Length	---	---	---	38	4.4	0.8	---	---	---	---	---	---	---
West	Vangavegen V	---	---	---	85	1.5	0	---	---	---	---	---	---	---
Stage 1 (Approach)	Full Length	---	---	---	85	5.2	0	---	---	---	---	---	---	---
Stage 2 (Exit)	Full Length	---	---	---	85	5.2	0	---	---	---	---	---	---	---

## Resultater

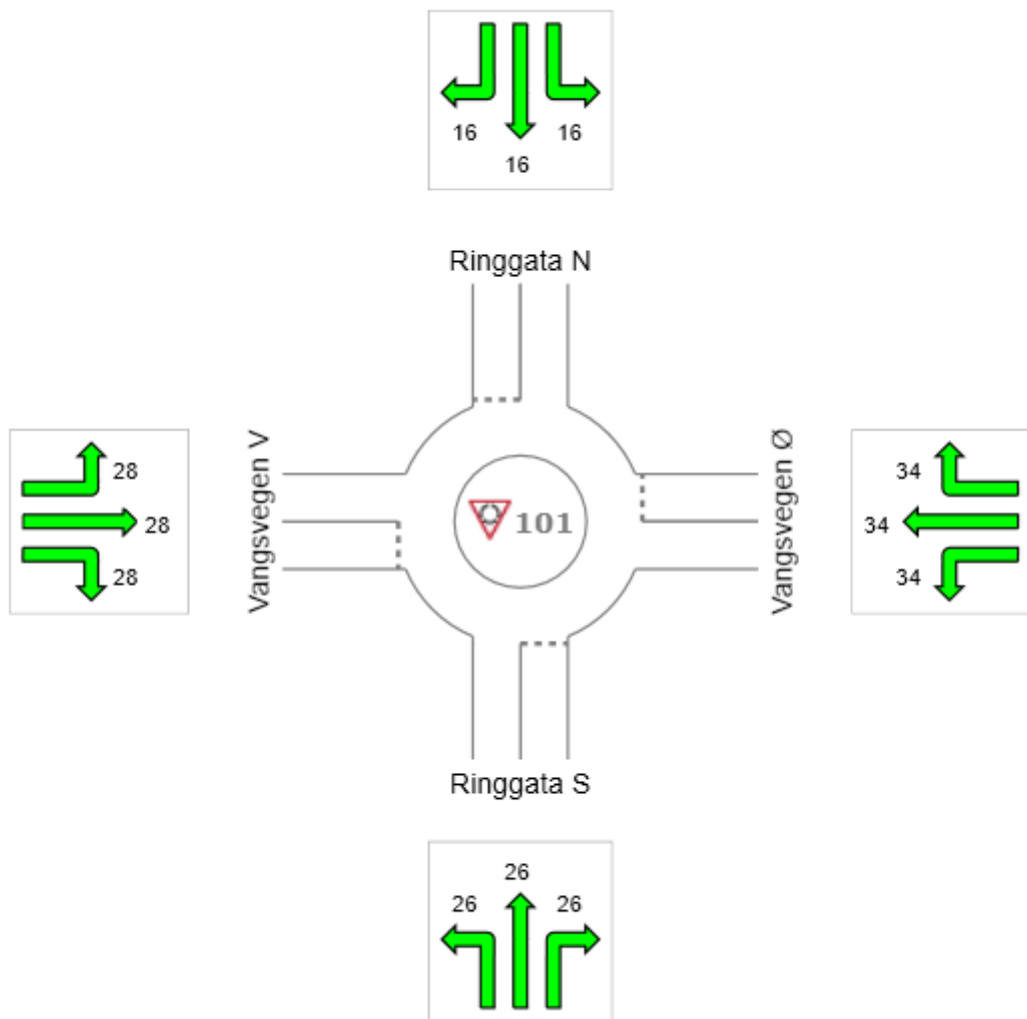


Figur 11: Belastningsgrad.



Figur 12: Forsinkelse.





Figur 13: Kølengde (95%-percentil).