NTNU
Det skapende universitet

Tilfartskontroll i rundkjøring

Hans Christian Heisholt

Bygg- og miljøteknikk (2-årig)
Innlevert: mai 2015
Hovedveileder: Arvid Aakre, BAT
Medveileder: Bjørn Richard Kirste, Statens vegvesen

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg, anlegg og transport

Forord

Denne rapporten er et resultat av mitt arbeid med den avsluttende masteroppgaven ved institutt for Bygg, anlegg og transport, faggruppe Veg og transport ved NTNU høsten 2014/ vår 2015. Oppgaven gjennomføres i 5 og 6 semester og er en del av erfaringsbasertmaster i vegteknikk. Arbeidsbelastningen tilsvarer 30 studiepoeng.

I løpet av studiet har jeg fattet interessen for trafikkteknikk og har sett behovet for at flere tilegner seg kunnskaper om dette fagområdet. Det er forholdsvis få med gode formelle kunnskaper om dette i Telemark og jeg fikk etterhvert et ønske om å lære mere om dette fagområdet.

Dagens vegnett er det vi for det meste må regne med å benytte i fremtiden. Jeg synes derfor det er spennende å lære mest mulig om hvordan dagens vegnett kan utnyttes best mulig. Tilfartskontroll i rundkjøring er noe som kan bidra til å øke kapasiteten i armene i rundkjøringer ved rushtid og mulighet til å fordele prioritet, kø og forsinkelse mer «rettferdig».

En stor takk rettes til faglærer og hovedveileder ved NTNU, amanuensis Arvid Aakre, som har hjulpet meg med formulering av oppgaven og mange gode faglige innspill undervegs. Jeg vil også rette en takk til lokal veileder, Bjørn Richard Kirste, som kom med ideen til oppgaven og som har vært en god støttespiller undervegs i oppgaven. Takk til Jostein Eriksrød som var uunnværlig i det praktiske ved feltforsøket.

Jeg ønsker også å takke de som har hjulpet meg med filmingen til trafikktellingene før feltforsøket og under feltforsøket. Kollega Siamack Delirpour ved Statens vegvesen var heldigvis tilgjengelig til å hjelpe til med filming under feltforsøket og stilte med egne kameraer. Bjørn Bremdal fra AV – Team filmet trafikken i rundkjøringen som ble benyttet til trafikktellinger og tellinger av lengder av køen.

Det er også på sin plass å takke Hans Skogli hos NCC, som stilte opp tidlig om morgen og ordnet slik at utstyret kom på plass til feltforsøket og stilte inn det mobile signal anlegget. Familien må selvfølgelig også takkes for at de har holdt ut i denne til tider strevsomme tiden.

På vedlagt minnepenn finnes relevante excelark, sidrafiler og videoer fra tellinger.

Hans Christian Heisholt Skien, mai 2015

Sammendrag

Hensikten med denne masteroppgaven er å undersøke om en tilfartskontroll kan være med å bidra til å bedre forholdene i en ubalansert rundkjøring. Selv om en rundkjøring i de fleste tilfeller er effektiv måte å avvikle trafikken i et vegkryss, er det noen ganger blitt en «urettferdig» fordeling av prioritet, kø og forsinkelse. Dette kan skje dersom den ene trafikkstrømmen blir for stor eller for dominerende. Tilfartskontroll av en arm i en rundkjøring kan i noen tilfeller bedre dette.

I denne oppgaven er det gjort en modellering i SIDRA INTERSECTION av dagens situasjon og det er modellert en tilfartskontroll av en rundkjøring på Bjørnstad i Porsgrunn kommune. Resultatene fra denne modelleringen viser at en tilfartskontroll vil bidra til å gi en mer jevn fordeling av prioritet, kø og forsinkelse. Det er likevel viktig å poengtere at dette vil medføre en redusering i prioritet, økt kø og forsinkelse for den armen som får tilfartskontrollen.

Modellen i SIDRA INTERSECTION er sammenlignet med verdier målt i felt og det er gjort kalibreringer ved hjelp av *Environment factor* i SIDRA INTERSECTION. Det viste seg å være best å kalibrere med denne metoden.

Det er også gjort sammenligning mellom modellert forsøk med tilfartskontroll i SIDRA INTERSECTION og feltforsøket. Det ble funnet å stemme relativt bra, selv om SIDRA INTERSECTION modellerer litt annerledes enn slik feltforsøket ble gjennomført.

I rundkjøringen på Bjørnstad er det også gjort et feltforsøk med tilfartskontroll. Det ble gjort forsøk både i morgenrushet og i ettermiddagsrushet. Resultater etter observasjoner var at det fungerte bra. Med en bedre tilpasset signalplan ville trolig resultatene vært enda bedre. Tilfartskontrollen hadde fungert enda bedre om den hadde vært styrt med detektorer som registrerte kø på armen i rundkjøringen som kommer fra Vabakkentunnelen. Da hadde tilfartskontrollen kun vært i drift ved behov. Det er altså best med en kombinasjon av tidsstyring og detektorstyring.

Tiltaket kan være et alternativ for å kunne få ned trafikken inn mot Porsgrunn sentrum og er mulig å kombinere med kollektivprioritering. Det kan således være aktuelt som et alternativ til kollektivfelt i noen andre rundkjøringer i Grenland.

På bakgrunn av resultatene fra denne masteroppgaven anbefales det å innføre en tilfartskontroll i rushtiden i rundkjøringen på Bjørnstad.

Summary

The purpose of this master's thesis is to see if metering of a roundabout is the right solution for an unbalanced roundabout. Even though a roundabout in most cases is an efficient way of handling traffic in an intersection, it is sometimes an «unfair» proportional distribution of priority, queue and delay. This sometimes happen when the amount of traffic from one approach, becomes too big or too dominant. Metering of one approach can in some instances help solve this problem.

In this thesis, today's traffic situation in a roundabout at Bjørnstad in Porsgrunn was modelled using SIDRA INTERSECTION. A model with metering of the same intersection was also made, and the results show that metering will help even out queues, delay and priority in an unbalanced roundabout. It's important to notice that metering of the controlling approach will result in a larger queue, delay and less priority.

A field experiment was carried out in the Bjørnstad roundabout. One set during the morning peak and one set during the afternoon peak. The model was calibrated with the finds from field observations. The *Environment factor* in SIDRA INTERSECTION was used for calibrations, and this turned out to be the best way of calibration.

This thesis also shows a comparison of the field experiment and the modelling in SIDRA INTERSECTION. They were found to correspond well even tough SIDRA INTERSECTION models this a bit different than the way the field experiment was done.

The conclusion from the field experiment was positive. With better adjusted phase times, the results would probably be better. The metering would probably have given even better results had there been used a detector on the controlling approach. Then the meter would only have been functioning when it was needed.

The thesis concludes that best way to control the traffic flow in an unbalanced roundabout is a combination of signal control and control with a detector. This can be an alternative to lower the traffic in the city center of Porsgrunn, and can be combined with priority for busses (which a roundabout seldom can). This may also be an alternative to bus lanes.

The results from this master's thesis give reasons to recommend that the Bjørnstad roundabout should get a metering roundabout.

Innhold

Forord I
Sammendrag II
Summary III
Tabeller VII
Figurer VII
Innledning 1
1 Muligheter og erfaringer med tilfartskontroll i rundkjøringer 2
1.1 Erfaringer med tilfartskontroll 2
1.2 Muligheter med tilfartskontroll 4
1.2.1 Fotgjengerkryssinger 5
1.2.2 Full signalregulering 6
1.2.3 Tilfartskontroll 6
1.3 Metoder for styring av tilfartskontroller 7
1.3.1 Fulltid eller deltid 7
1.3.2 Styringssystemer 8
2 Grunnlagsdata 9
2.1 Valg av rundkjøring 9
2.1.1 Beskrivelse av rundkjøring 10
2.1.2 Befaring av rundkjøring 12
3 Datainnsamling 12
3.1 Trafikktellinger 12
3.1.1 Planlegging av trafikktellinger 12
3.1.2 Gjennomføring av videotellinger 14
3.2 Bearbeiding av videotellinger 15
3.2.1 Svingebevegelser 16
3.2.2 Tellinger av kølengder til kalibrering av trafikkmengder 17
3.2.3 Beregning av forsinkelser 18
3.2.4 Justering av trafikkmengder for gjenstående kø fra forrige periode 19
3.2.5 Beregning av kritisk tidsluke og følgetid 20

4 Modellering ... 22
4.1 Valg av programvare ... 22
4.2 Hva er SIDRA INTERSECTION ... 22
4.3 Modellering i SIDRA INTERSECTION ... 23
4.3.1 Innledning ... 23
4.3.2 Programvare versjon ... 23
4.4 Innføring i bruken av SIDRA INTERSECTION ... 23
4.4.1 Beskrivelse av inndatamenyer ... 24
5 Beregninger av Bjørnstad rundkjøringen i SIDRA INTERSECTION ... 39
5.1 Utforming ... 39
5.2 Trafikkvolum og topperiode ... 41
5.3 Forsinkelsesberegning ... 42
6 Kalibrering av modellen ... 43
6.1 Kritisk tidsluke og følgetid ... 43
6.2 Environment factor ... 43
7 Modellering av rundkjøring med tilfartskontroll ... 46
7.1 Utforming ... 46
7.2 Signalkontroll ... 47
8 Feltforsøk ... 49
8.1 Planlegging ... 49
8.1.1 Planlegging av skilting og vegutstyr ... 49
8.1.2 Planlegging av dokumentering ... 53
8.1.3 Planlegging av informasjon til publikum ... 53
8.2 Rigging og tilpasninger ... 53
8.2.1 Testing av kamera ... 53
8.2.2 Oppsetting av utstyr ... 53
8.2.3 Respons fra media ... 54
8.3 Gjennomføring av feltforsøk ... 54
8.3.1 Mobil signalanlegg ... 54
8.4 Igangsettelse av tilfartskontrollen ... 54
8.4.1 Forståelse av anlegget fra bilister ... 55
8.5 Observasjoner av trafikkavvikling ... 56
8.5.1 Morgenforsøket ... 56
8.5.2 Ettermiddagsforsøket ... 57

8.6 Beskrivelse av trafikanters kjøremønster i feltforsøket 60
9 Resultater 61
9.1 Sammenligning mellom feltforsøk og vanlig trafikkmønster 63
9.2 Sammenligning feltforsøk og beregninger i SIDRA INTERSECTION 65
9.3 Ulikheter/feilkilder 68
10 Forslag til videre arbeid 69
11 Konklusjon 70
Referanser 72
Vedlegg 74

Tabeller

Tabell 1Maxtime for morgentrafikken(grønt) og ettermiddagstrafikken(blått) 15
Tabell 2 maxtime 17
Tabell 3 justering av timetrafikk for gjenstående kø 20
Tabell 4 Peak flow factor torsdag 5.2.2015 morgen 42
Tabell 5 Peak flow factor torsdag 5.2.2105 ettermiddag 42
Tabell 6 Gjennomsnittlig forsinkelse i armen fra Vabakkentunnelen 42
Tabell 7 Resultat av modellering i SIDRA INTERSECTION. Merket område viser forsinkelse .. 43
Tabell 8 Forsinkelse og kølengder med justerte verdier for Environment factor 45
Tabell 9 signalplan med "optimum cycle time" i SIDRA INTERSECTION 48
Tabell 10 Innlagt rød og blank tid 48
Tabell 11 Resultater ved modellert rundkjøring med tilfartskontroll i SIDRA INTERSECTION for morgentrafikk 4.2.2015 48
Tabell 12 Signalplan i SIDRA INTERSECTION justert slik som feltforsøket ble 61
Tabell 13 Sammenligning av resultater for ettermiddagsforsøk og modelleringen med begge signalplaner 66

Figurer

Figur 1 Område hvor den kontrollerende armen i en rundkjøring vil kunne ha noen fordeler av en tilfartskontroll(Natalizio, 2005) 4
Figur 2 Rundkjøring i Stockholm i Sverige hvor det er signalregulert fotgjengerkryssinger i direkte sammenheng med rundkjøringen 5
Figur 3 Bilde av en fulltidsregulert rundkjøring i Culmore Road i Nord Irland. Bildet er tatt i september 2011 6
Figur 4 Rundkjøring med tilfartskontroll i Australia. Det er venstre kjøring på bildet 7
Figur 5 Oversiktskart over rundkjøring til oppgave 9
Figur 6 Flyfoto av rundkjøringen på Bjørnstad 11
Figur 7 Film mot Vabakkentunnelen 14
Figur 8 Timetrafikk i rundkjøringen på Bjørnstad for bestemmelse av maxtime 16
Figur 9 Telleskjema for svingebevegelser 16
Figur 10 Illustrasjon av de forskjellige bidragene til forsinkelse(Akcelik, 2005) 18
Figur 11 Resultat av regresjonsanalyse for bestemmelse av kritisk tidsluke og følgetid 21
Figur 12 Oppsartsbilde ved modellering av en rundkjøring 23
Figur 13 Meny for bestemmelse av antall armer i rundkjøringen og plassering av armer 24
Figur 14 Bestemmelse av tillatte svingebevegelser fra hver tilfart 25
Figur 15 Bestemmelse av kjøretøytyper som skal få trafikkvolum og eventuelt egne svingebevegelser 25
Figur 16 Bestemmelse av kjørefeltsgeometri 26
Figur 17 Meny fra lane data for bestemmelse av dominant kjørefelt og fart i sirkulasjonsareal 27

Figur 18 Meny for bestemmelse av geometri av rundkjøring og eventuell justering av Environment factor 28
Figur 19 Optionsmeny for modellering av rundkjøring 29
Figur 20 Fotgjengervolum og parametere 30
Figur 21 Spesielle tilpasninger av fotgjengerbevegelser 31
Figur 22 Innlegging av trafikkvolum 32
Figur 23 Peak flow factor og trafikkvekst 33
Figur 24 Kritisk tidsluke og følgetid 34
Figur 25 Fart i kjørefelt inn og ut av rundkjøring 35
Figur 26 Parametere for kjøretøy 36
Figur 27 Parametere for sensitivitetsanalyser 37
Figur 28 Meny for justering av LOS, LOS mål, ytelsesmål, antall personer per kjøretøy. Menyer mest brukt til sammenligning av utslipp, kostnader osv. 38
Figur 29 Målsatt rundkjøring på Bjørnstad 39
Figur 30 Layout av rundkjøring i SIDRA INTERSECTION 40
Figur 31 Hvordan rundkjøringen ble modellert 41
Figur 32 Grafisk fremstilling av LOS for modelleringen i SIDRA INTERSECTION av dagens dtuasjon 45
Figur 33 Layout av modellering av rundkjøringen med tilfartskontroll 47
Figur 34 Grafisk fremstilling av forsinkelse ved innføring av tilfartskontroll 49
Figur 35 Skilt som ble benyttet i feltforsøket 50
Figur 36 Skiltplan med flyfotobakgrunn. Bilde er sett i nord - sørlig retning mot Porsgrunn 51
Figur 37 Mobilt signalanlegg 52
Figur 38 Feltforsøk i drift 55
Figur 39 Grafisk fremstilling av LOS for de 2 forskjellige signalplanen 62
Figur 40 Sammenstilling av trafikkmengder for dagen med feltforsøket og for dagen uten tilfartskontroll 63
Figur 41 Artikkel i avisen Varden den 11.4.2015 ..... **Feil! Bokmerke er ikke definert.**
Figur 42 Sammenligning av kølengder med tilfartskontroll og uten tilfartskontroll for armen fra Vabakkentunnelen ..... **Feil! Bokmerke er ikke definert.**
Figur 43 Sammenligning av gjennomsnittlig forsinkelse med tilfartskontroll og uten for armen fra Vabakkentunnelen ..... **Feil! Bokmerke er ikke definert.**
Figur 44 Sammenstilling av kølengder i meter for modelleringen i SIDRA INTERSECTION og feltforsøk 66
Figur 45 Sammenligning av kølengder i personbilenheter mellom modellering i SIDRA INTERSECTION og feltforsøk 67
Figur 46 Sammenligning av modellering i SIDRA INTERSECTION og feltforsøk av gjennomsnittlig forsinkelse i sekunder 68

Innledning

Tilfartskontroll i rundkjøringer er mye brukt i Australia og er også benyttet i noen andre land. Norge har lite erfaring med dette, men det er prøvd ut noen steder. Det er lite dokumentasjon fra tilfartskontrollene i Norge, noe som gjør oppgaven mer aktuell.

Tilfartskontroll kan benyttes til å gi en mer «rettferdig» fordeling av kø, forsinkelse og prioritering i rundkjøringer som er ubalansert. Det er egentlig en kombinasjon av rundkjøring og lyskryss.

I denne masteroppgaven er det gjort en modellering av en rundkjøring i SIDRA INTERSECTION og det har blitt gjort en kalibrering av denne mot feltobservasjoner. Det er også modellert en tilfartskontroll på samme rundkjøring og det er gjort en sammenligning av disse modellene. For å teste tilfartskontroll ut i praksis, er det gjort et feltforsøk med tilfartskontroll på en rundkjøring på Bjørnstad i Porsgrunn. Resultatene fra feltforsøket er sammenlignet med dagens situasjon og modelleringen i SIDRA INTERSECTION. Det er også gjort et litteratursøk og beskrevet muligheter og erfaringer med tilfartskontroll i rundkjøringer.

Første del av masteroppgaven gir en generell beskrivelse av tilfartskontroll og problemstillinger knyttet til dette. Erfaringer og muligheter med tilfartskontroll, diskuteres også her.

I andre del av oppgaven velges det en aktuell rundkjøring, det planlegges og gjennomføres registreringer til at det blir nok grunnlagsdata.

I tredje del er det modellert dagens situasjon og det er modellert samme rundkjøring med en tilfartskontroll. Begge modeller er også kalibrert. Det er også gitt en innføring i bruken av SIDRA INTERSECTION.

I fjerde del er det gjennomført et feltforsøk av en tilfartskontroll ved hjelp av et mobilt signalanlegg. Det er gjort observasjoner og gjort sammenligninger mellom feltforsøk og dagens situasjon. Det er også gjort sammenligninger mellom det som er modellert i SIDRA INTERSECTION og feltforsøket og dagens situasjon.

I femte og siste del er det gitt en vurdering av tilfartskontroll som virkemiddel for rundkjøringer med skjev belastning. Det er også gjort en vurdering av SIDRA INTERSECTION sin beskaffenhet til slike modelleringer. Det er også her laget en konklusjon.

1 Muligheter og erfaringer med tilfartskontroll i rundkjøringer

Rundkjøring er en mye brukt kryssløsning. Statens vegvesen sin håndbok N100(Statens vegvesen, 2013a) og veileder V121(Statens vegvesen, 2013b) har krav til når rundkjøring kan benyttes som kryssløsning. Rundkjøring skal primært benyttes der hvor trafikkmengden på armene og vegenes funksjon er nokså like. Det er likevel bygd mange rundkjøringer hvor belastningen er ulik. Resultatet av dette er ofte at kryssene ikke fungerer optimalt i deler av døgnet.

En viktig begrunnelse for at det likevel er blitt valgt rundkjøring som kryssløsning i noen kryss med ulik belastning på armene, er rundkjøringens gode trafikksikkerhet. En rundkjøring er den sikreste formen for plankryss. Ulykkesfrekvensen(beregnes som antall ulykker ganger 106 delt på årsdøgntrafikken x 365 x antall år) for en tre armet rundkjøring ligger i området 0,03 – 0,05, mens det for en 4 armet rundkjøring ligger i området 0,05 – 0,06. T-kryss har en ulykkesfrekvens i området 0,05 – 0,07 mens et x – kryss ligger i området 0,10 – 0,11 ved bruk av signalregulering.

1.1 Erfaringer med tilfartskontroll

Det er i hovedsak Australia, England og Sverige som har erfaringer med tilfartskontroll.

I England er trenden å signalregulere rundkjøringer i fulltid i motsetning til deltidsanlegg. Årsaken til dette er en rapport som viste at det var forholdsvis mye ulykker med deltidsanlegg som skjedde når signalanlegget ikke var i drift(CSS, 1997). Flere nyere studier har ikke kunnet finne de samme funnene.

Det er noen erfaringer med dette fra Norge. De fleste er lite dokumentert.

Stavanger har en rundkjøring hvor bussen kjører igjennom midten av rundkjøringen og armene i rundkjøringen er signalregulerte for dette formålet. Det er således ikke tilfartskontroll.

Det ble innført tilfartskontroll i Natvallkrysset i Sandefjord som et strakstiltak høsten 2014, men dette er nå fjernet. Problemet var at en rundkjøring som er plassert i forbindelse med en avkjøringsrampe fra E18, ikke hadde stor nok kapasitet slik at det ble kø tilbake ut på E18. Det var en lokal veg i rundkjøringen som var for dominerende slik at trafikken fra E18 ikke kom inn i rundkjøringen.

Tilfartskontrollen løste dette problemet. Det ble slått av da bompengeinnkrevingen startet fordi trafikkmengden gikk da nok ned til at tilfartskontrollen kunne slås av. Trafikkmønsteret ble endret ved innføring av bompenger. En del av trafikken hadde flyttet seg over til andre veger som følge av bompengeinnkrevingen. Det er nå bestemt at krysset skal bygges om mye grunnet at rundkjøringen var blitt bygd noe annerledes av entreprenøren enn det den skulle ha vært.

E6 ved Tvetenveien har en tilfartskontroll ved rundkjøringen i tilknytning til avkjøringsrampen fra E6. Denne skal sørge for at det ikke blir kø fra rampe ut på E6. Den har også kollektivprioritering.

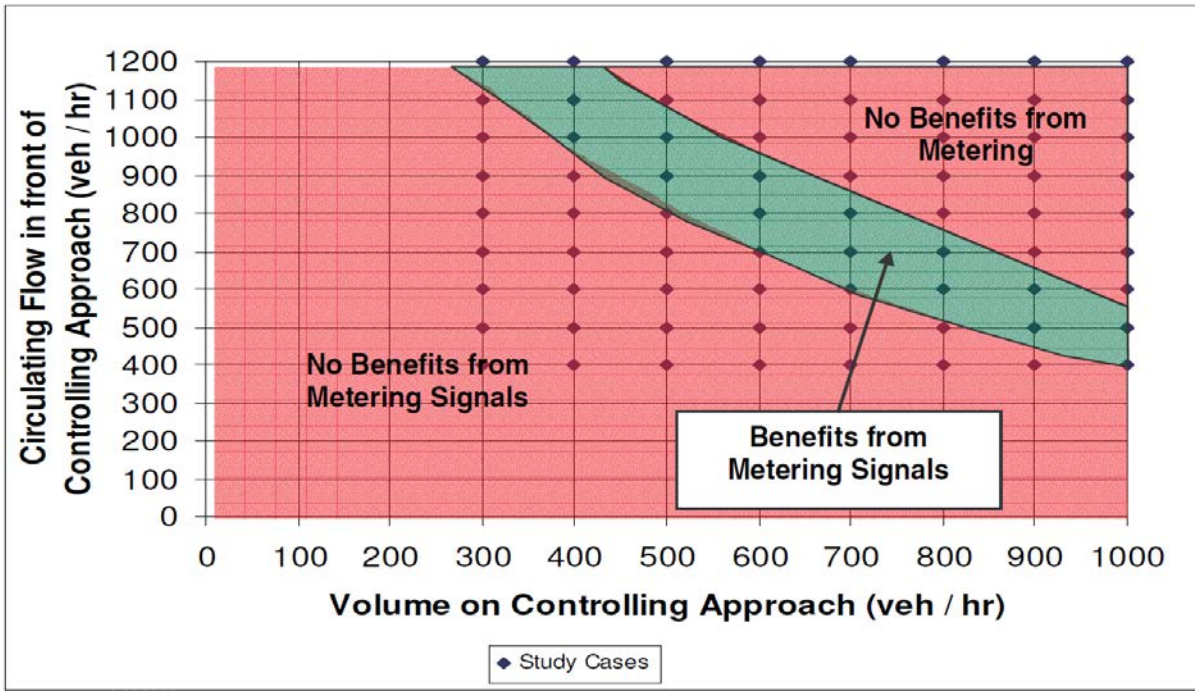
Det er også et par tilfeller til med lignende tiltak i Stavanger. Det er med andre ord mest forsøkt i forbindelse med motorveger i Norge.

Australia har mest erfaring med å kontrollere en arm i en rundkjøring. Det benyttes da for det meste deltidsregulering som aktiveres av køer på den dominerende armen som hindrer andre armer å komme inn i rundkjøringen. I 2005 var det i Melbourne i Australia 8 rundkjøringer med tilfartskontroll mens det i hele England i 1997 var161 signalregulerte rundkjøringer(CSS, 1997).

Det er lite publiserte erfaringer fra resten av verden, selv om det er i bruk også i andre land.

Flere lokale myndigheter i England ønsker å gjeninnføre deltidsregulerte kryss/rundkjøringer. Mye av grunnen er at det blir unødvendig mye forsinkelser og køer utenom rushtider med fulltidsreguleringer med trafikklys.

Emmanuel Natalizio foreslår at figur 1 bør benyttes som veileder for når den kontrollerende arm i en rundkjøring vil ha fordeler av tilfartskontroll(Natalizio, 2005).



Figur 1 Område hvor den kontrollerende armen i en rundkjøring vil kunne ha noen fordeler av en tilfartskontroll(Natalizio, 2005)

1.2 Muligheter med tilfartskontroll

Det er i utgangspunktet tre muligheter for signalkontroll i rundkjøringer. Det er tilfartskontroll, også kjent som *metering*, signalregulert forgjengerkryssing og full signalregulering med lysregulering på alle tilfarter. Tilfartskontroll på påkjøringsramper til motorveger er i utgangspunktet det samme, men utformes slik at en eller to biler får kjøre på hvert grønt signal. Dette er blant annet prøvd ut på Kolomoen og tiltaket er evaluert av Sintef (Sintef, 2001).

Trestegs lysregulering bør unngås på grunn av den ekstra forsinkelsen dette medfører i motsetning til tostegs regulering. Vikepliktsregler i en rundkjøring kan bli glemt dersom det gis grønt lys i en tilfartskontroll. Det er grunnene til at en tostegs lysregulering foretrekkes.

Signalregulering av en rundkjøring kan lage luker i trafikken for nærliggende kryss. Dette kan bedre den totale kapasiteten i disse kryssene og kan modelleres ved å koble kryssene sammen i simuleringsmodeller.

1.2.1 Fotgjengerkryssinger

Fotgjengerkryssinger er i noen tilfeller plassert i nærheten av eller direkte i sammenheng med rundkjøringer. Dette skaper luker i den sirkulerende trafikken, slik at trafikk fra belastede armer i rundkjøringen kommer inn i det sirkulerende området. Signalregulerte fotgjengerkryssinger bør som hovedregel ikke planlegges med det mål å skulle skape luker i den sirkulerende trafikken.

Figur 2 viser en rundkjøring fra Stockholm i Sverige hvor en rundkjøring har signalregulerte fotgjengerkryssinger, som er i direkte sammenheng med rundkjøringen. I dette tilfellet er det innført for å bedre sikkerheten for de myke trafikantene.

Figur 2 Rundkjøring i Stockholm i Sverige hvor det er signalregulert fotgjengerkryssinger i direkte sammenheng med rundkjøringen

Deltidsanlegg bør ikke kombineres med fotgjengerkryssinger. Dette på grunn uforutsigbarheten for de myke trafikantene og for bilistene dersom anlegget ikke skal være i drift deler av døgnet.

1.2.2 Full signalregulering

Full signalregulering av rundkjøringer er meste brukt i England og da ofte i store rundkjøringer. Rundkjøringen er da regulert slik at alle armene i rundkjøringen er signalregulert og noen rundkjøringer har også ekstra signal inne i rundkjøringen. Det er større forsinkelse med full signal regulering av rundkjøringer kontra deltids regulering. Høy trafikkbelastning, fotgjengerkontroll og mulighet for sammenkobling av kryss, er også aspekter som medvirker til fulltids signalregulering. Figur 3 viser bilde av en signalregulert rundkjøring fra Nord Irland.

Figur 3 Bilde av en fulltidsregulert rundkjøring i Culmore Road i Nord Irland. Bildet er tatt i september 2011

Rundkjøringen på bildet har en årsdøgntrafikk(ÅDT) på 45000.

1.2.3 Tilfartskontroll

Deltidsregulering av en arm i en rundkjøring kan være nok til å bedre «urettferdig» kø, forsinkelse og prioritet i rundkjøringer.

Tilfartskontroll kalles også for indirekte kontroll og det er når signalanlegg er plassert på en arm av rundkjøringen uten å skulle kontrollere den sirkulerende trafikken. Trafikken som passerer gjennom signalet må fortsatt vike for sirkulerende trafikk i rundkjøringen. Dette kombineres noen ganger med et signalregulert fotgjengerfelt. Det er viktig at stopplinje

plasseres et godt stykke før rundkjøringen, slik at det ikke kjøres som om det ikke er vikeplikt for sirkulerende trafikk i rundkjøringen.

Figur 4 viser et bilde fra Australia hvor det er tilfartskontroll i en rundkjøring.

Figur 4 Rundkjøring med tilfartskontroll i Australia. Det er venstrekjøring på bildet

Det kan være nødvendig med ekstra skilting slik at de vanlige vikepliktsreglene i rundkjøringen ikke glemmes etter at signalanlegget er passert.

Det finnes flere forskjellige systemer som kan styre signalreguleringen. Det er avhengig av type regulering og tilgjengelighet, samkjøring av kryss osv. Det er ikke en del av denne oppgaven å gå nærmere inn på dette.

1.3 Metoder for styring av tilfartskontroller

1.3.1 Fulltid eller deltid

Det er mulig å ha tilfartskontroll både permanent hele døgnet eller det kan være operativt kun under rushtidene når det er kapasitetsproblemer.

Permanent kontroll innebærer at tilfartskontrollen er aktiv hele døgnet selv under mindre trafikkmengder.

Deltids tilfartskontroll innebærer at anlegget kun er aktivt deler av døgnet. Det mest vanlige er da at tilfartskontrollen er aktivt i morgen og ettermiddagsrushet. Det finnes eksempler på anlegg som benyttes ved spesielle anledninger. I Clearwater i Florida i USA finnes det for eksempel en tilfartskontroll som er mest aktuell under den amerikanske russefeiringen(Springbreak) og anlegget styres ved hjelp av detektorer for kø. Det er fordi det under denne tiden er spesielt mye trafikk på den ene armen, noe som blokkerer for andre armer slik at de ikke kommer inn i rundkjøringen.

1.3.2 Styringssystemer

Det er i hovedsak to styringsmuligheter for tilfartskontroll i rundkjøringer. Det er tidsstyring med signalplaner på signalreguleringen eller sensoraktivert styring.

Tidsstyring med signalplan innebærer at det enten ved faste tidspunkter iverksettes signalregulering på en tilfart eller at det er aktivt hele døgnet. Det er mulighet for å kjøre ulike signalplaner til ulike perioder i døgnet. Det er for eksempel ulik trafikkmengde om natta og i morgenrushet. Disse periodene krever ulike signalplaner.

Det mest vanlige er at tilfartskontrollen er aktiv i rushtiden på morgenen og på ettermiddagen. Det er da forhåndsdefinerte tider hvor det gis blankt signal, gult signal og rødt signal. Det er mulig å kombinere dette med kollektivprioritering, slik at faser forlenges når bussen nærmer seg eller at det skiftes faser raskere når bussen ankommer. Bussen vil da raskere få grønt signal. Det kan også være flere faseplaner i perioden for å optimalisere signalreguleringen.

Det som ofte er en utfordring er å få signalplaner som fungerer optimalt. Lange sykluser øker normalt trafikkapasiteten mens korte sykluser begrenser behovet for oppstillingsplasser for kø. Det er ofte vanskelig å få signaltidene til å passe slik at de ikke blir urettmessighet i prioritering mellom armene i rundkjøringen.

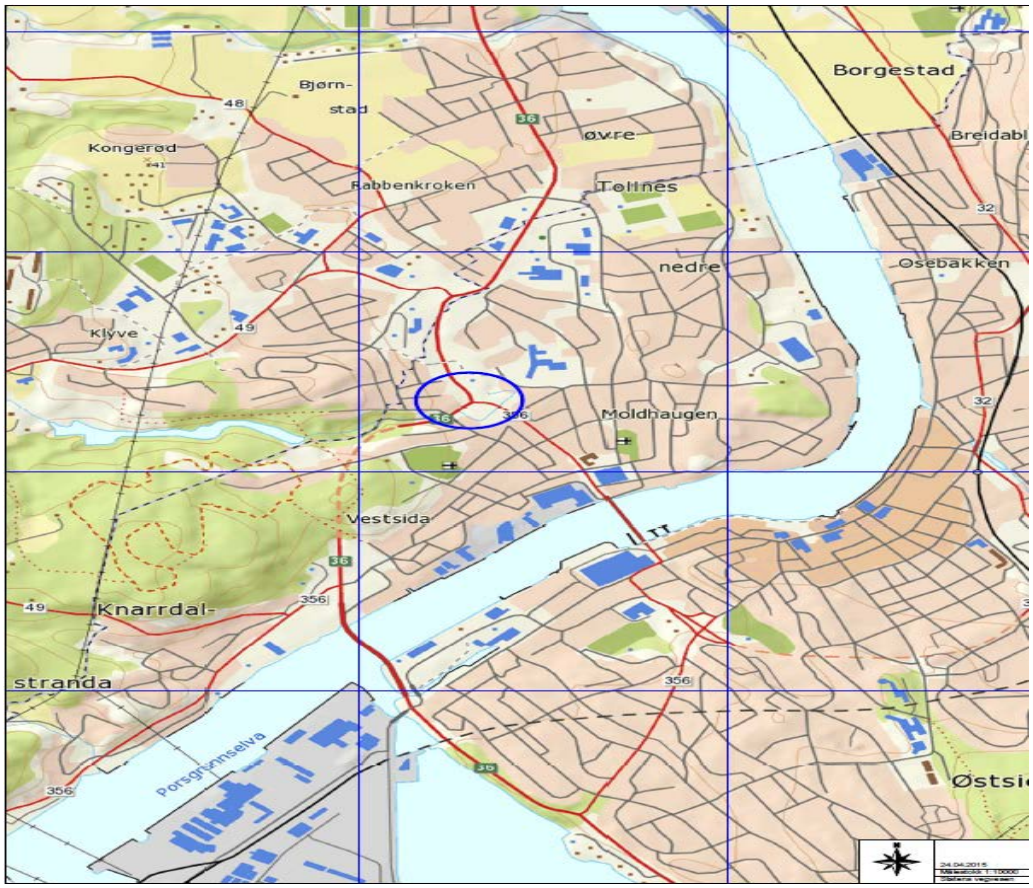
Sensoraktivert styring kan være sensorer/detektorer som er frest ned i asfalten eller det kan være videodetektering. Det mest brukte er sensorer som er i bakken. Kølengder blir da utslagsgivende for om tilfartskontrollen aktiveres. Når køen blir så lang at den blir stående over føleren, vil tilfartskontrollen begynne å fungere. Tilfartskontrollen vil da være aktiv helt til køen er vekk fra detektoren. Det kan også benyttes en detektor på tilfarten som har tilfartskontroll. Dersom køen på denne tilfarten er lang nok til at detektoren aktiveres, vil den blanke tiden når man kan kjøre, forlenges slik at køene på denne armen begrenses.

Det mest vanlige er å ha en detektor 50 – 120 meter fra rundkjøringen på den armen som har køproblemer.

2 Grunnlagsdata

2.1 Valg av rundkjøring

Rundkjøring som ville være aktuell til oppgaven måtte helst være ubalansert. Masteroppgaven skulle også helst være lokalt forankret, det ble derfor søkt etter lokale problemstillinger som det var et ønske om å få utredet i en masteroppgave. Vegavdelingen i Telemark hadde et ønske om at man så på rundkjøringen på Bjørnstad i Porsgrunn. Denne rundkjøringen har i perioder lange køer. Køen i den ene armen av rundkjøringen strekker seg tidvis seg inn i Vabakkentunnelen. Vegavdelingen ved Statens vegvesen i Telemark ønsket at man så grundig på hva som var problemet i denne rundkjøringen, hvordan problemet artet seg og om en tilfartskontroll kunne være et alternativ til løsning. Figur 5 viser oversiktsbilde over området med rundkjøringen.



Figur 5 Oversiktskart over rundkjøring til oppgave

2.1.1 Beskrivelse av rundkjøring

Rundkjøringen er trearmet og kobler sammen riksveg 36 og fylkesveg 356, Linaaesgate. Riksveg 36 går her fra Skien og er vestre hovedveg mellom Skien og Porsgrunn. Riksvegen går videre sørover mot Frednes og Herøya og har tilknytning til E18. Fylkesveg 356, Linaaesgate går fra rundkjøringen og inn til Porsgrunnsentrum og har tilknytning til Vallemyrene som igjen har tilknytning til Kjølnes skoleområdet, Eidanger og E18.

Rundkjøringen har ett sirkulasjonsareal. Det er likevel plass til at biler som skal rett frem og til høyre kan kjøre ved siden av hverandre på grunn av bredden på innkjøringen i armene fra Porsgrunn sentrum og fra Vabakkentunnelen. Det er to felt inn mot rundkjøringen fra Skien. Venstre felt er skiltet med pil til venstre til sentrum og vegnummerskilt 356. Høyre felt er skiltet mot Drangedal og vegnummerskilt 356, 36 og E18. Skiltene er plassert over kjørebanen og festet på overliggende gangbru.

Det er to felt ut av rundkjøringen mot Skien. Venstre kjørefelt er skiltet med pil til venstre og Klyve. Høyre kjørefelt er skiltet med Skien, Seljord og vegnummer 36.

De andre utkjøringene i rundkjøringen har bare ett felt i hver kjøreretning. Utformingen er vist med flyfoto i figur 6.

Figur 6 Flyfoto av rundkjøringen på Bjørnstad

Rundkjøringen er således viktig spesielt for arbeidsreiser mellom Skien og Porsgrunn. Det er mange som jobber i Skien og bor i Porsgrunn og motsatt.

2.1.2 Befaring av rundkjøring

Rundkjøringen ble befart en morgen fra 0700 til 0815 og en ettermiddag fra1430 til 1615. Det første som ble lagt merke til var hvor mye trafikk det var allerede klokken 0715 og 1430. Det ble fort klart at rundkjøringen var ubalansert. Armene fra Porsgrunn sentrum og fra Skien var så å si uten kø under hele periodene. Armen fra Vabakkentunnelen var i perioder sterkt belastet med kø.

Rushen i rundkjøringen var intens, men bestod av flere korte perioder. Det så ut til å være mest trafikk og kø mellom 0715 – 0730 og 0745 – 0815. På ettermiddagen var det et tydelig rush mellom 1500 – 1520 og mellom 1545 -1615. Det så ut til at når Hydroskiftet sluttet klokken 1500, gav det utslag i køer rett etter klokken 1500.

Det ble sett mest på armen fra Vabakkentunnelen i og med at de andre armene virket problemfrie. Det var tydelig at det tidvis stod kø i midt inn i tunnelen og muligens lenger. Det var ikke lett å observere nøyaktig kølengde da det er en krapp kurve i tunnelen. Det var fra før hevdet at køen kunne stå helt gjennom tunnelen.

Det ville la seg gjøre å separere kjørefeltene fra Skien fysisk. Dette måtte være mulig, dersom man skulle teste ut en tilfartskontroll. Etter å ha tatt noen mål ble det konstatert at det var tilstrekkelig bredde til dette.

Rundkjøringen var godt egnet til å gjøre et forsøk på med tilfartskontroll. Den var også interessant med tanke på at trafikantene kunne velge og heller kjøre gjennom tunnelen om køen skulle bli lang i kjørefeltet med tilfartskontroll. Man kunne da se på muligheten for å overføre trafikk fra en veg til en annen.

3 Datainnsamling

3.1 Trafikktellinger

3.1.1 Planlegging av trafikktellinger

Trafikktellinger i kryss kan enten utføres manuelt med telleskjemaer eller man kan benytte video. Maskinelle tellinger er foreløpig ikke gode nok til telling av svingebevegelser. Tidligere erfaringer med manuelle tellinger tilsa at videotellinger var bedre egnet. Da har man

mulighet til å telle i etterkant på kontoret og kan ta pauser undervegs. Det blir da heller ikke nødvendig med opplæring av tellepersonell, samkjøring, innsamling av skjemaer, tyding av håndskrift o.l.

Det ble bestemt å benytte videotellinger som tellemetoden. Metoden er også egnet til kalibrering av modellen i etterkant. Det gir også en mulighet til å betrakte trafikken, noe som gir en større innsikt enn det telleskjemaer vil kunne gi.

Det ble besluttet å gjøre trafikktellingene over to dager for å ha et bedre grunnlag for om tellingene var representative. Det er også lurt å ha litt ekstra i tilfelle noe skulle gå skje med tellingene. Tellingene bør gjøres enten på en tirsdag, onsdag eller torsdag. Mandag og fredag bør unngås på grunn av at disse dagene er spesielle og derfor ikke bør benyttes i trafikktellinger. Grunnen til det er at mandager ofte har litt spesielle trafikkmønstre som følge av helgeaktiviter mens fredager ofte er preget av at mange tar fri og at mange slutter tidlig. Det ble derfor valgt å gjøre tellingene på en onsdag og torsdag.

AV – Team ble leid inn til å gjøre filmingen. Det ble vurdert å kjøpe inn utstyr, men det ville innebåret at man måtte ha satt seg inn i bruken av utstyret, funnet ut av kapasiteter på batteri og minnekort, funnet ut hvilke fester/stativer som fantes/kunne benyttes, hvordan kameraene taklet lysforhold, bildekvalitet og mye mer. Derfor ble det heller valgt å benytte fagfolk.

Det ble gjennomført en befaring mandag den 2.2.2015 med AV – Team. Det ble sett på lysforhold og mulige plasseringer av kameraer. Det viste seg dessverre ikke mulig å få full kontroll på alle armene med hensyn på kølengder. Da måtte vi hatt 4 kameraer. Dette ville blitt uforholdsmessig dyrt og det ble derfor besluttet å konsentrere oss om armen fra Vabakkentunnelen. Det er også tidkrevende å samkjøre 4 kameraer, både under filming og etterpå for registeringer. Det blir da 4 kameraer som må ha tilstrekkelig batteri eller strømforsyning og tilstrekkelig lagringskapasitet.

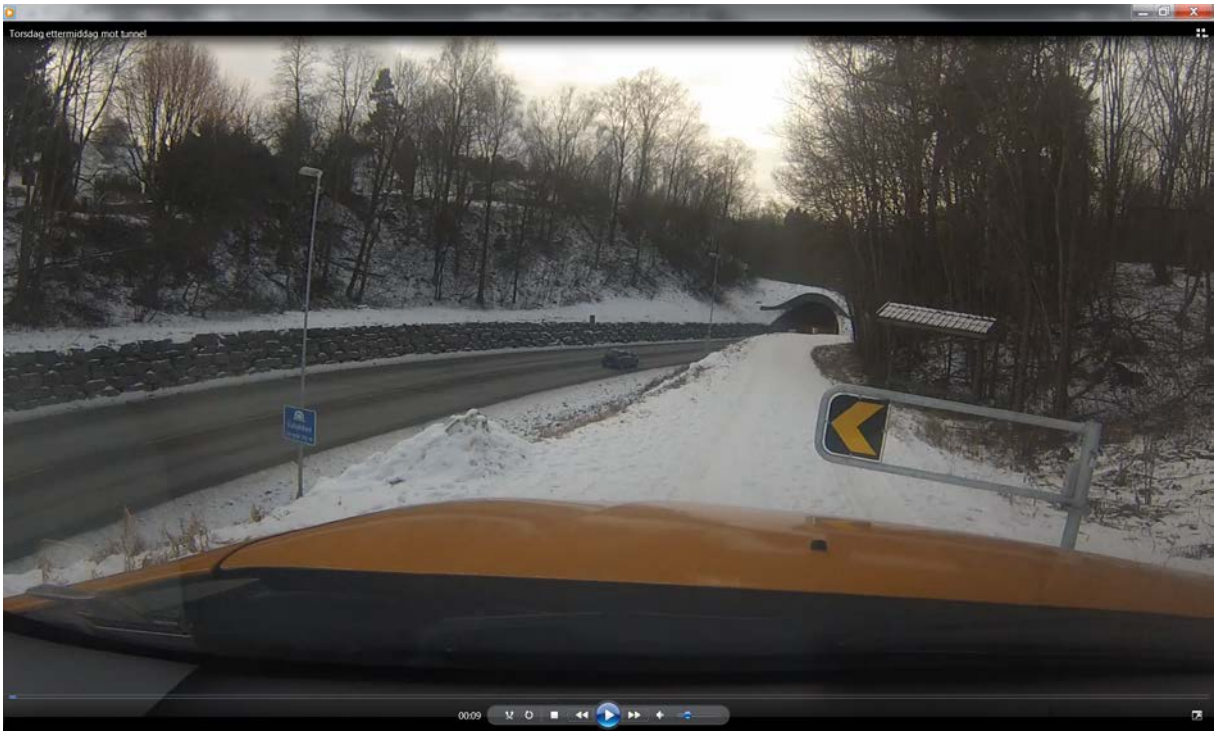
Med to kameraer fikk vi god oversikt over rundkjøringen for å kunne telle svingebevegelser, men som nevnt var det ikke mulig å få full oversikt over alle armene. Det er det samme som andre har erfart tidligere.

Det ble gjort forsøk på å få oversikt over kølengdene inne i tunnelen. Vegtrafikksentralen hadde ikke overvåkning av tunnelen som kunne brukes. Et alternativ kunne vært å plassere en bemannet bil i havarilomma i tunnelen for å observere kølengder i tunnelen. Det ble droppet

på grunn av støynivå, støvnivå og ikke minst eksosnivået. Det lot seg heller ikke gjøre å få oversikt over hele tunnelen fra havarilomma.

3.1.2 Gjennomføring av videotellinger

Trafikktellingene ble utført i form av videotellinger onsdag den 4.2.2015 og torsdag 5.2.2015. Dette ble gjort med to kameraer hvor et var stilt mot rundkjøringen og ett var rettet mot tunnelen for å registrere kølengder. Kameraet mot rundkjøringen ble montert på en bru i nærheten av rundkjøringen. Dette hadde største batteri. Kameraet mot tunnelen ble montert inne i en bil på grunn av muligheten til strømtilførsel. Figur 7 viser bilde av filmen mot tunnelen.



Figur 7 Film mot Vabakkentunnelen

Kameraet som filmet rundkjøringen på dag to fikk problemer med batteriet og som følge av dette mistet vi filmingen mellom 0730 – 0815 denne dagen. Det ble ikke gjennomført ny filming på grunn av kostnader. Det var likevel et godt grunnlag til å kunne gjøre beregninger på.

AV – Team kodet filmene slik at de ble kjørbare i Windows media Player.

Tellinger for onsdag ettermiddag ble ikke tatt med i beregningene fordi det er 50 minutter og 29 sekunders forskjell mellom videoen mot rundkjøringen og filmen mot tunnelen. Det blir da

vanskelig å skulle stole på tellingene fra denne ettermiddagen. Disse tellingene er derfor kun brukt som referansetall.

Ser i etterkant at vi skulle ha gjort lengre prøvefilminger for å kunne ha optimalisert dette enda bedre. Det var vanskelig å se hele køer og vanskelig å finne igjen biler fra den ene til den andre filmen. Dette har medført at det ikke lot seg gjøre å bestemme nøyaktig antall kjøretøy i kø. Ved kalibrering av trafikkmengde er det gjort det beste ut av materialet og benyttet lengder av kø.

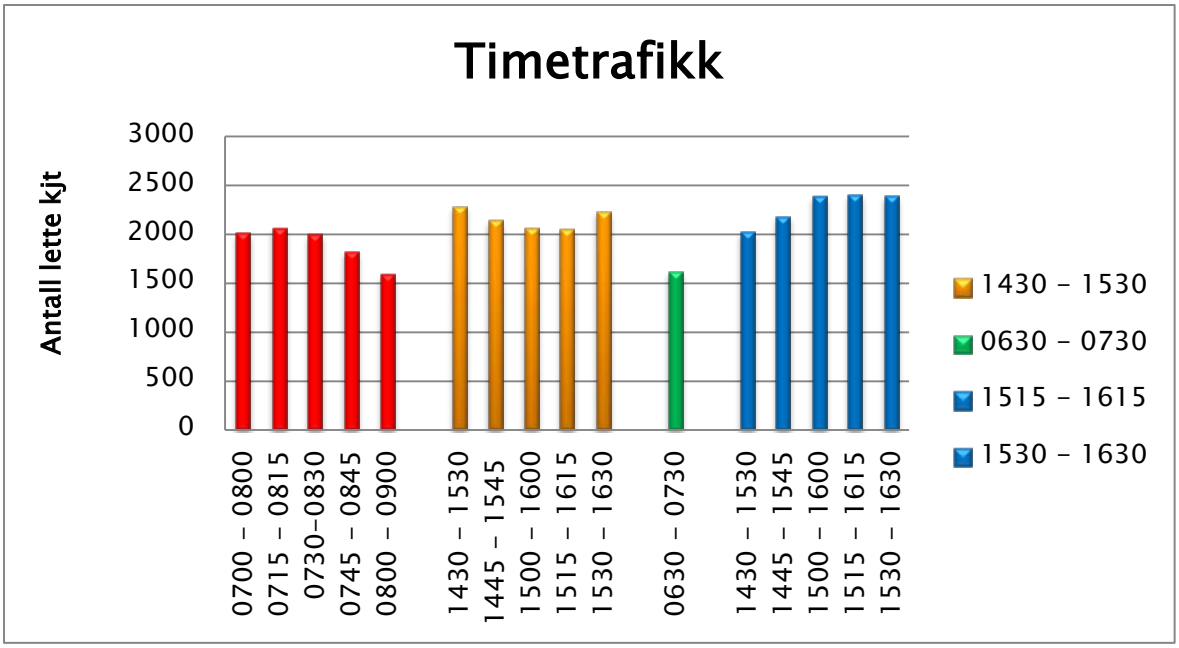
3.2 Bearbeiding av videotellinger

Videoene ble først gjennomsett for å se på trafikkbildet.

Som følge av feilene med videotellingene, ble det onsdag morgen og torsdag ettermiddag som ble benyttet til beregningene. Figur 8 og tabell 1 viser resultatene av tellingene.

	Fra Vabakken tunnelen(Frednes)				Fra Skien				Fra PP – senteret			
Tellinger 4.2.2015	Venstre sving		Høyre sving		Rett frem(mot PP)		Høyre sving		Venstre sving		Høyre sving	
	personbil/varebil	Tungtrafikk	personbil/varebil	Tungtrafikk	personbil/varebil	Tungtrafikk	personbil/varebil	Tungtrafikk	personbil/varebil	Tungtrafikk	personbil/varebil	Tungtrafikk
0700 – 0715	119	3	2	0	66	9	137	6	4	0	57	1
0715 – 0730	164	7	6	0	95	10	134	4	5	0	76	4
0730 – 0745	176	5	4	0	119	4	152	7	7	0	106	5
0745 – 0800	161	6	4	1	148	3	146	7	6	2	126	6
0800 – 0815	119	1	9	0	123	5	90	7	2	0	86	4
0815 – 0830	98	6	9	0	109	9	116	4	5	1	79	9
0830 – 0845	123	4	4	0	110	4	88	11	5	1	67	4
0845 – 0900	82	7	5	1	110	4	78	6	1	0	76	7
1430 – 1445	147	4	10	0	167	4	173	4	7	0	144	5
1445 – 1500	131	1	6	0	176	4	151	2	11	0	112	5
1500 – 1515	119	2	10	0	170	6	165	0	9	0	140	2
1515 – 1530	102	1	5	0	131	3	116	4	5	0	85	5
1530 – 1545	136	6	9	0	137	5	104	7	7	0	107	3
1545 – 1600	131	10	5	0	134	1	124	2	8	1	102	5
1600 – 1615	196	5	5	0	130	3	150	2	5	0	118	2
1615 – 1630	160	9	6	0	140	2	183	5	15	0	127	1
Tellinger 5.2.2012												
	Venstre sving		Høyre sving		Rett frem(Mot PP)		Høyre sving		Venstre sving		Høyre sving	
	personbil/varebil	Tungtrafikk	personbil/varebil	Tungtrafikk	personbil/varebil	Tungtrafikk	personbil/varebil	Tungtrafikk	personbil/varebil	Tungtrafikk	personbil/varebil	Tungtrafikk
0630 – 0645	95	2	8	0	62	7	127	8	6	0	50	1
0645 – 0700	120	3	4	0	51	1	138	6	6	0	54	4
0700 – 0715	111	5	3	0	67	6	157	5	5	0	59	3
0715 – 0730	166	6	5	1	104	6	126	6	3	2	95	5
0730 – 0745	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt
0745 – 0800	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt
0800 – 0815	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt	Kamera kaputt
0815 – 0830	127	9	8	0	103	8	83	8	8	0	87	8
0830 – 0845	116	9	4	0	103	6	83	6	4	0	84	7
0845 – 0900	79	5	7	0	145	4	48	9	4	0	63	4
1430 – 1445	120	5	9	0	115	6	106	6	5	0	104	1
1445 – 1500	108	7	10	0	89	6	124	0	4	0	76	4
1500 – 1515	155	13	7	0	149	2	134	4	5	1	131	2
1515 – 1530	186	8	4	0	153	2	116	7	6	0	114	3
1530 – 1545	176	6	5	0	156	4	151	3	8	0	123	3
1545 – 1600	160	1	6	0	146	2	150	2	7	0	143	3
1600 – 1615	129	5	9	1	165	7	170	2	10	0	120	5
1615 – 1630	137	1	5	0	138	3	157	0	4	0	123	4

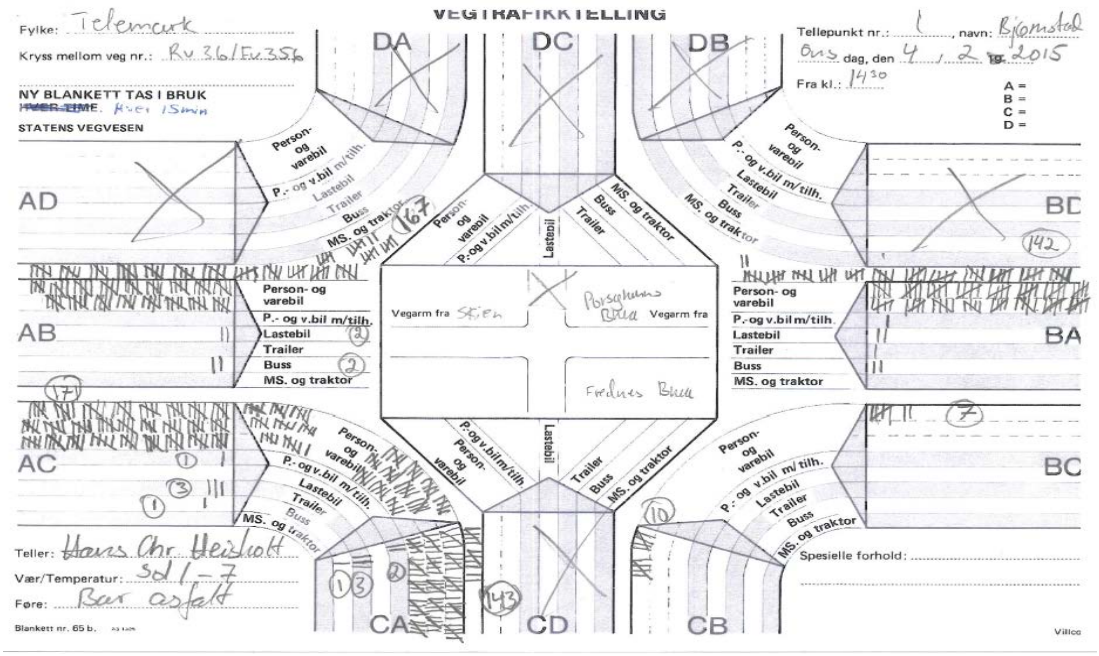
Tabell 1Maxtime for morgentrafikken(grønt) og ettermiddagstrafikken(blått)



Figur 8 Timetrafikk i rundkjøringen på Bjørnstad for bestemmelse av maxtime

3.2.1 Svingebevegelser

Svingebevegelser ble registrert på telleskjema. Det er vist et eksempel i figur 9.



Figur 9 Telleskjema for svingebevegelser

Registreringene er gjort i 15 minutters intervaller og det er registrert svingebevegelser på kjøretøytyper. Det er skilt mellom personbil, personbil med henger, lastebil, trailer, buss og traktor/motorsykkel eller moped.

Begge dagenes svingebevegelser er registrert, men onsdag ettermiddag er ikke benyttet videre i arbeidet. Kvaliteten på disse tellingene var for usikre til å kunne benyttes. Tallene fra svingebevegelsene ble så lagt inn i Xcel, hvor det ble beregnet makstime og maks 15 min. Tabell 2 viser bestemmelse av trafikkmengdene i de forskjellige timene som ble benyttet til å finne makstimen.

	Total maxtime	
onsdag morgen	0700 – 0800	2020
	0715 – 0815	2064
	0730–0830	2000
	0745 – 0845	1833
	0800 – 0900	1594
onsdag ettermiddag	1430 – 1530	2292
	1445 – 1545	2144
	1500 – 1600	2061
	1515 – 1615	2052
	1530 – 1630	2239
tordag morgen	0630 – 0730	1622
torsdag ettermiddag	1430 – 1530	2030
	1445 – 1545	2190
	1500 – 1600	2391
	1515 – 1615	2413
	1530 – 1630	2398

Tabell 2 makstime

3.2.2 Tellinger av kølengder til kalibrering av trafikkmengder

Før man kunne starte på registrering av kølengder, var det viktig å definere hva som skulle registreres. Gjennomsnittlig kølengde defineres i litteraturen som «gjennomsnittlig antall kjøretøyer i en bestemt periode som er i stillstand eller som okkuperer en oppstillingsplass umiddelbart etter oppstart eller før full stans»(Johannessen, 1975).

Telling av kølengde ble gjort ved hjelp av stikkprøvemetoden. Det innebar at det ble gjort tellinger av kølengdene hvert minutt. Det registreres da både i perioder med kø og i perioder uten kø.

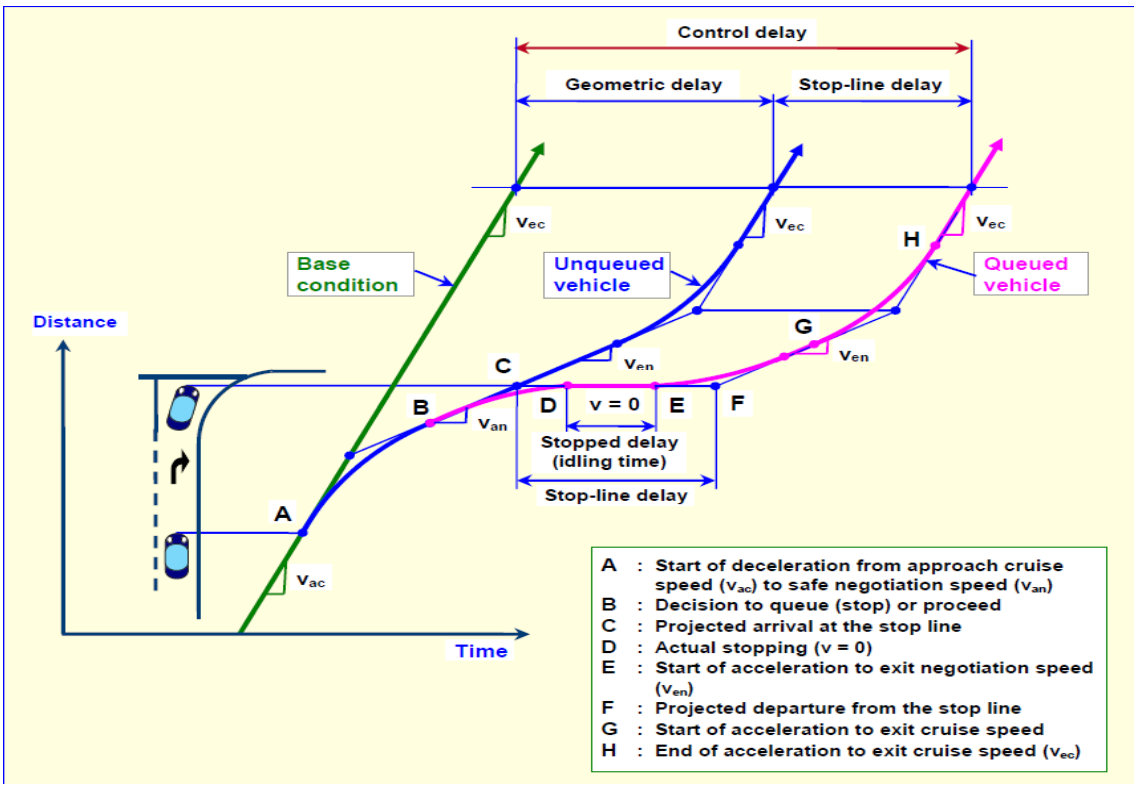
Registrering av kølengder hjelp av videotellingene, bød på noen problemer. Det var utfordrende å måtte bytte mellom videoen mot rundkjøringen og videoen mot tunnelen. Etterhvert gikk dette lettere når det ble rutine på å bytte mellom tider. Filmene hadde nemlig noen sekunder forskjell.

Det ble gjort målinger i AutoCAD for sammenligning av lengder i virkeligheten med registrerte lengder fra videoene. Det er også tatt utgangspunkt i at en personbil tar 7 meters plass i en kø og tunge kjøretøyer er vurdert etter type. Det ble foretatt noen kvalitetskontroller mellom mål i AutoCAD og på videoene. Det viste seg at 7 meter i noen tilfeller var noe mye.

3.2.3 Beregning av forsinkelser

Den totale forsinkelsen defineres som «tidsforbruket ved passering av et nærmere definert kryssområde fratrukket den tid som ville medgått til passering av samme distanse på en fri vegstrekning med samme hastighetsgrense» (Johannessen, 1975).

Forsinkelse i kryss består av geometrisk forsinkelse og trafikkavhengig forsinkelse. Figur 11 viser en oversikt over de ulike bidragene til forsinkelse.



Figur 10 Illustrasjon av de forskjellige bidragene til forsinkelse(Akcelik, 2005)

Geometrisk forsinkelse er den forsinkelsen som oppstår som følge av kryssets geometriske utforming. Krysset er en forsinkelse i seg selv i forhold til en fri vegstrekning.

Trafikkavhengig forsinkelse er den forsinkelsen som oppstår som følge av annen trafikk i krysset.

Gjennomsnittlig forsinkelse pr. kjøretøy er en godt egnet parameter for å beskrive avviklingskvaliteten i et kryss eller i en bestemt trafikkstrøm i et kryss (Johannesen, 1975).

Gjennomsnittlig forsinkelse kan således benyttes til å beskrive avviklingskvaliteten i armen fra Vabakkentunnelen av rundkjøringen.

Forsinkelse er det beste å benytte til kalibrering av modeller(Aakre, 2015). Det er imidlertid vanskelig å registrere forsinkelse. Det finnes en enkel sammenheng mellom forsinkelse og gjennomsnittlig kølengde.

Gjennomsnittlig forsinkelse i sekunder = Gjennomsnittlig kølengde i kjøretøyer / Totaltrafikk i kjt/t * 3600 sek (Aakre, 2015). Denne sammenhengen kalles for Littles lov eller regel(FHWA, 2000). Sammenhengen kan også settes opp slik:

$d = L*3600/V$

hvor d er delay(gjennomsnittlig forsinkelse i sekunder per kjøretøy), L er gjennomsnittlig antall kjøretøy i kø og V er antall kjøretøy per time som ankommer krysset.

3.2.4 Justering av trafikkmengder for gjenstående kø fra forrige periode

Det er nødvendig å justere på trafikkmengdene når det er kø i start og slutt av perioder. Dersom det for eksempel står 15 biler igjen i slutten av perioden, er dette biler som etterspurte kapasitet i rundkjøringen. Derfor skal disse tillegges perioden føre og ikke perioden etter. Dette var kun mulig å gjøre for armen fra Vabakkentunnelen. De andre armene hadde ikke gode nok registreringer av dette. Justeringen gjelder for morgenen onsdag den 4.2.2015.

<u>0700 – 0715:</u> Ingen kø ved start eller slutt av periode.

<u>0715 – 0730</u>: Ingen kø ved start av periode, ved slutt var det kø med store mellomrom mellom biler frem til tunnelåpning. 19 biler i kø fra Vabakkentunnelen, store mellom rom. Dette er da biler som etterspør kapasitet og de skal således telles med i denne perioden.

0730 – 0745: Trekkes fra 19 personbiler som stod i kø ved tellestart. Ingen i kø ved telleslutt. Kølengde reduseres med 19 x 7m som blir 133 meter.

0745 – 0800: Ingen i kø ved start. Ingen ved slutt.

0800 – 0815: Ingen kø ved start. 1personbil ved stopp.

0815 – 0830: 1 bil til fratrekk fra forrige periode. Ingen ved slutt.

0830 – 0845: Ingen kø ved start. Ingen ved stopp.

0845 – 0900: Ingen kø ved start eller stopp.

Dette medførte at trafikkmengdene for onsdagsmorgen ble justert i tidsrommet 0715 – 0730 og 0730 – 0745. Dette gjaldt kun fra Vabakkentunnelen. Resultatene er vist i tabell 3.

Justerte trafikktellinger			
onsdag 4.2.2015	Vabakken	gamle tall	justerte tall
0715 – 0730		145	164
0730 – 0745		195	176

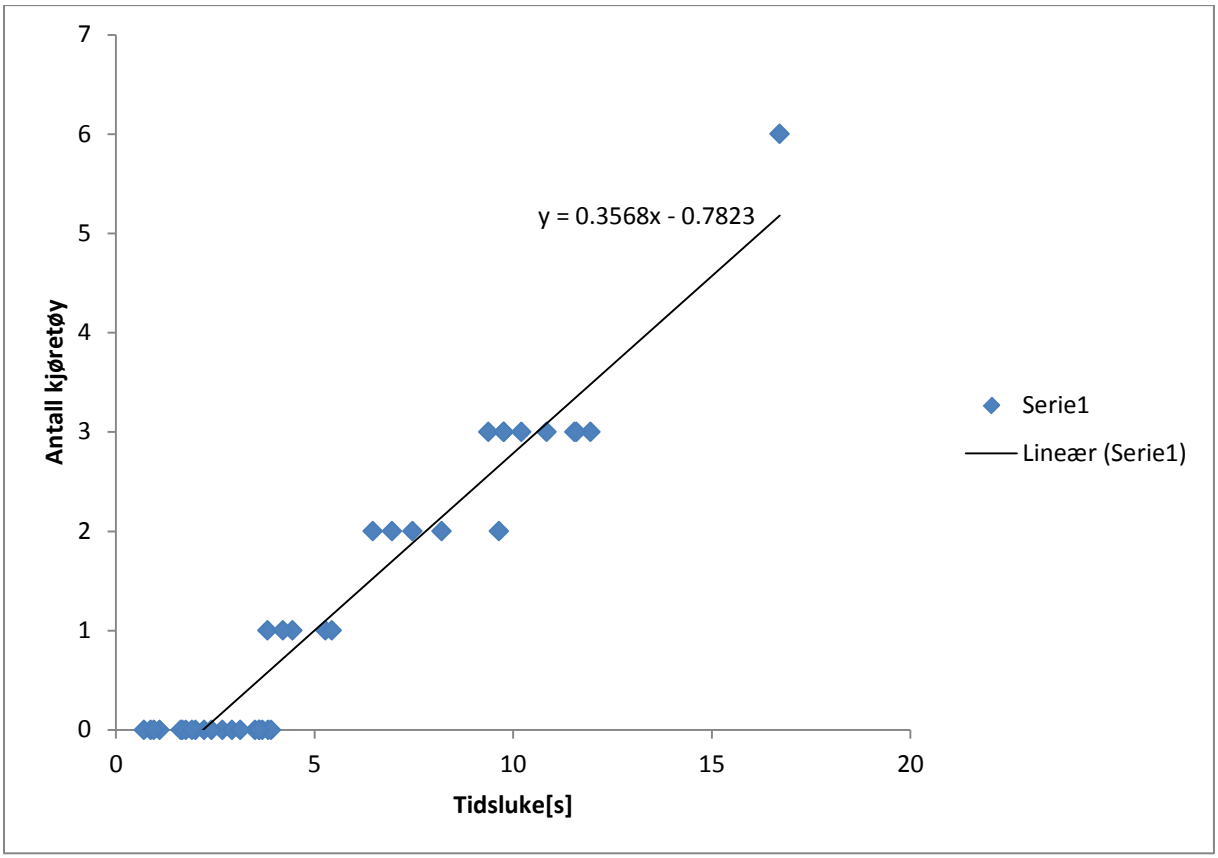
Tabell 3 justering av timetrafikk for gjenstående kø

3.2.5 Beregning av kritisk tidsluke og følgetid

Kritisk tidsluke ble bestemt ved hjelp av lineær regresjonsanalyse. Først ble det gjort registreringer av aksept av tidsluker i trafikkstrømmen fra Skien for armen fra Vabakkentunnelen ved hjelp av stoppeklokke. Det ble altså registrert hvor mange biler fra Vabakkentunnelen som kjørte inn i rundkjøringen ved ulike avstander mellom bilene fra Skien. Tidslukene registreres som front til front avstand mellom bilene fra Skien. Det er ingen nærliggende kryss som påvirker denne registreringen.

Denne registreringen ble kun gjort når det var konstant trafikk fra Skien. Armen fra Skien var så dominerende at dette ikke var noe behov for å beregne kritisk tidsluke for denne armen. Trafikken derfra har så lite trafikk å vike for at det er vanskelig å måle kritisk tidsluke for den trafikkstrømmen. Armen fra Porsgrunn sentrum hadde en aksept av mye kortere tidsluker enn armen fra Vabakkentunnelen.

Verdiene fra registreringene ble lagt inn i Xcel og det ble gjort en regresjonsanalyse på verdiene. Figur 11 viser resultatet av registreringen.



Figur 11 Resultat av regresjonsanalyse for bestemmelse av kritisk tidsluke og følgetid

Uti fra dette kunne følgetid og kritisk tidsluke beregnes.

Følgetid(t_f) = 1/0,3568

Følgetiden ble av denne formelen bestemt til 2,8 sekunder.

t_0 = 0,7823/0,3568

t_0 = 2,19

Kritisk tidsluke ble da:

2,19 + 0,5*2,8 = 3,59 sekunder.

4 Modellering

Det var ønskelig å simulere dagens rundkjøring i et simuleringsverktøy for så å kunne modellere et forsøk med tilfartskontroll av en arm i rundkjøringen. Nytten ville være å få se om denne rundkjøringen var egnet for tilfartskontroll og om man kunne gjøre en sammenligning av feltforsøket mot beregningene i en modell.

4.1 Valg av programvare

SIDRA INTERSECTION egner seg meget god til sammenligning av kryssløsninger. Dette er også det foretrukne programmet til Statens vegvesen. Programmet er således tilgjengelig gjennom Statens vegvesen og behøver ikke å bli kjøpt inn. Dette programmet hadde vi blitt opplært i bruk av i ett av kursene i masterprogrammet. Det var derfor også fornuftig å benytte dette. Veileder er også en meget god ressurs i bruken av dette programmet.

4.2 Hva er SIDRA INTERSECTION

SIDRA står for **S**ignalised & unsignalised **I**ntersection **D**esign and **R**esearch **A**id(Ackelik, 2013). SIDRA INTERSECTION er et avansert verktøy for detaljert beregning og vurdering av kapasitets- og avviklingsforhold i ulike krysstyper. Programmet beregner en rekke parametere for vurdering av kryssløsninger som for eksempel ulike kapasitetsbegrep, avviklingskvalitet, kø, forsinkelse, stopp, drivstofforbruk, forurensning og kostnader(Ackelik, 2013).

SIDRA INTERSECTION er en tidslukemodell, som benytter matematiske og statistiske modeller. Modellene er teoretisk baserte og kalles for mikromodeller. Programmet vurderer tidsluker og sammenligner med førerens krav. Motsetningen er metoder som baserer seg på erfaringer og observasjoner. Dette kalles for makromodeller og Contram er eksempler på dette.

SIDRA INTERSECTION ble første gang lansert i 1984, da kjent som SIDRA og aaSIDRA, og har siden den gang blitt et populært verktøy for trafikkingeniører og planleggere i hele verden (SIDRA, a).

Programmet er utviklet i Australia, der Rahmi Akcelik og Mark Besley har vært sentrale personer.

Det er et avansert mikroanalytisk modellverktøy.

4.3 Modellering i SIDRA INTERSECTION

4.3.1 Innledning

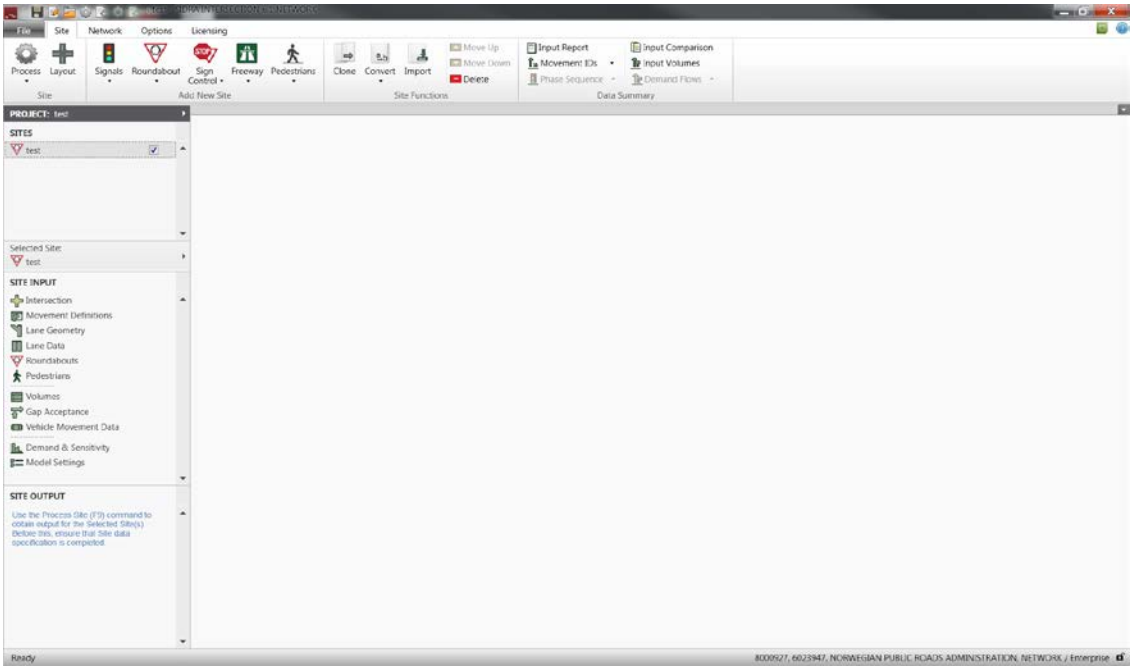
Det ble litt begrenset tid og ressurser til dette, slik at det er kun morgen trafikken onsdag den 4.2.2015, som er modellert. Dette er likevel nok til neste del av oppgaven, som er å modellere en tilfartskontroll i krysset.

4.3.2 Programvare versjon

SIDRA INTERSECTION var tilgjengelig i versjon 6.0 Network ved start av oppgaven. Denne ble oppdatert til versjon 6.1 i sluttfasen av oppgaven. Det var da ikke tid nok til å sette seg inn i den nye versjonen og utnytte alle mulighetene i denne oppgraderingen.

4.4 Innføring i bruken av SIDRA INTERSECTION

Ved innlegging av data i SIDRA INTERSECTION starter man egentlig på toppen og jobber seg nedover i menyen. Det er viktig for at modellen skal bli riktig. Figur 12 viser oppstartsbilde slik det vises når det er lagt inn at det er en rundkjøring som skal modelleres. Noe av det første man må gjøre er å bestemme om det er høyre eller venstre kjøring.

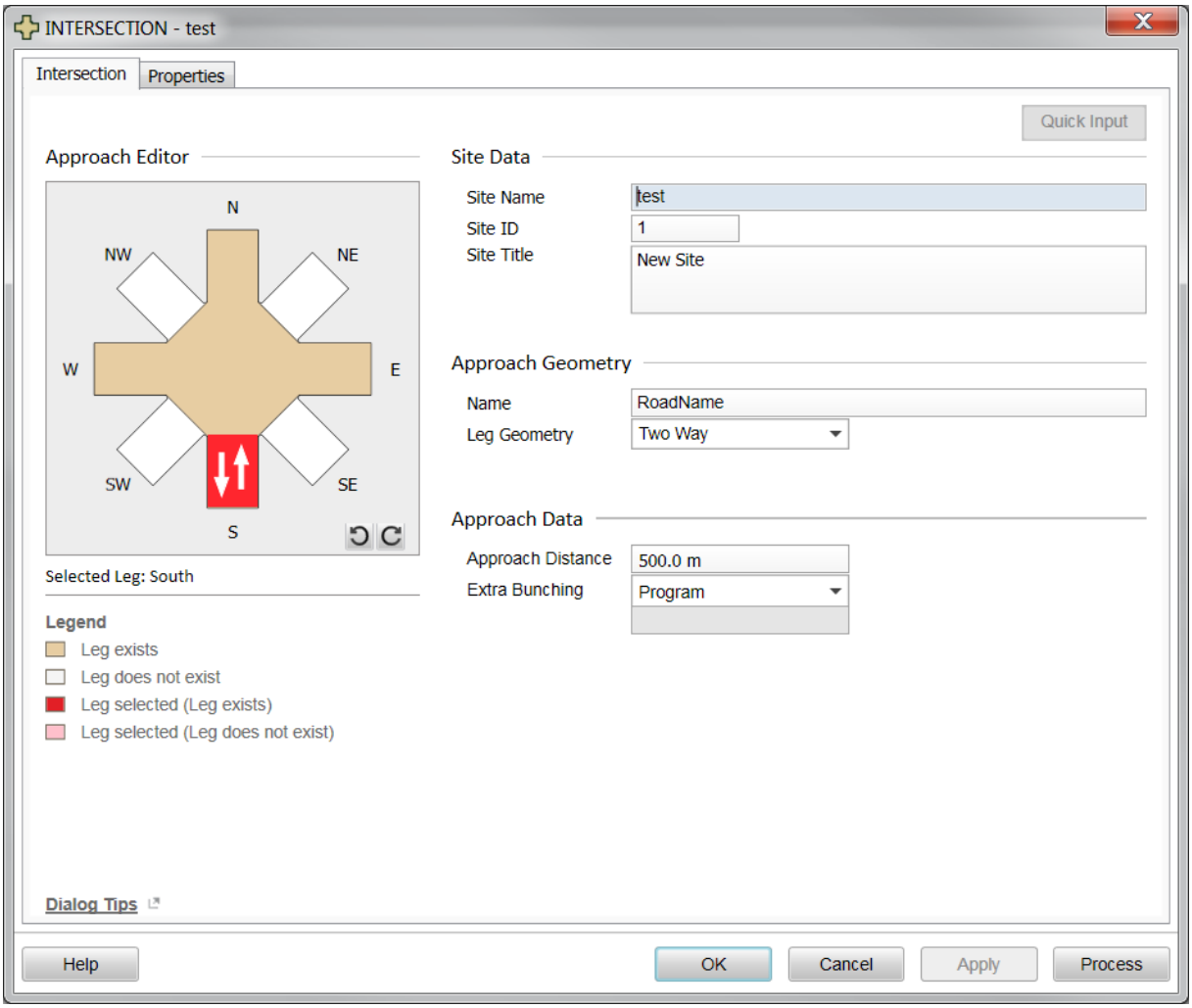


Figur 12 Oppsartsbilde ved modellering av en rundkjøring

4.4.1 Beskrivelse av inndatamenyer

Intersection

Her legges inn hvor mange armer rundkjøringen skal ha. Figur 13 viser menyen som kommer frem ved innlegging av data. Det bestemmes også hvor lange armene er. Armene er satt til 500 meter som forslag fra programmet. Dersom det ikke er noen kryss nærmere enn dette kan disse verdiene bli stående. Det er mulighet til å navngi armene i denne menyen. Man kan enkelt legge til eller slette armer.

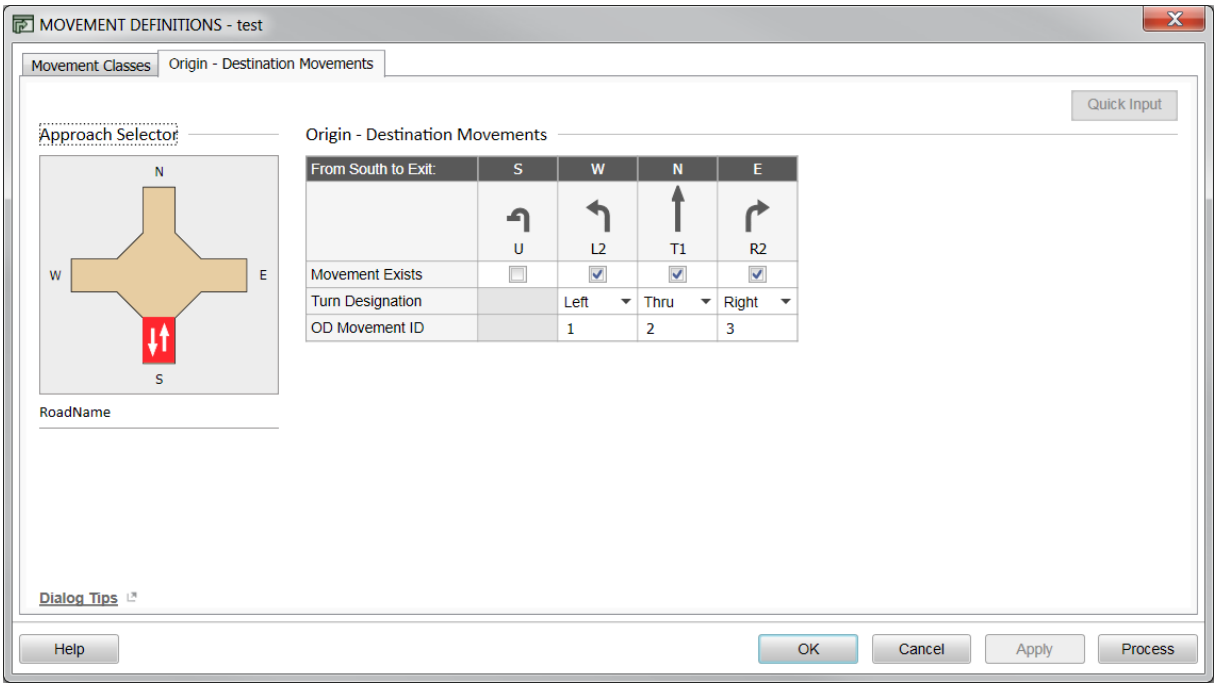


Figur 13 Meny for bestemmelse av antall armer i rundkjøringen og plassering av armer

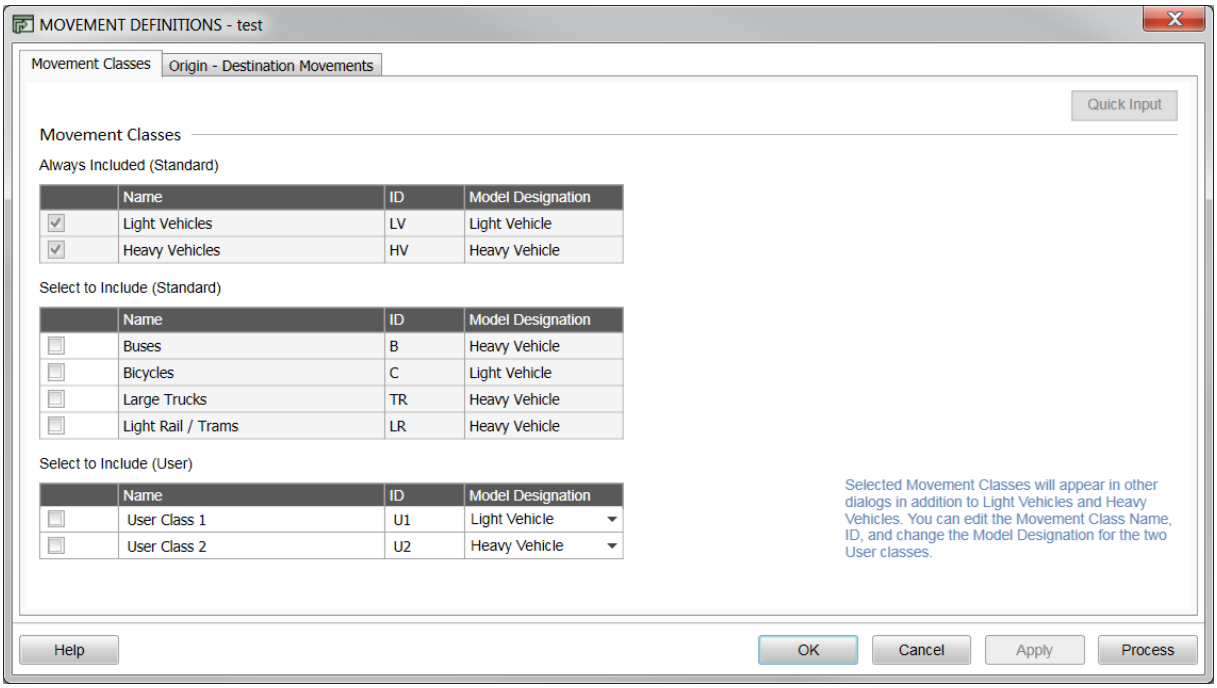
Movement definitions

Her bestemmes hvilke svingebevegelser som er tillatt fra hver arm. Det kan også her bestemmes hvilke kjøretøytyper som skal være med. Personbiler(lette kjøretøy) og tunge kjøretøy er alltid med. Man har i tillegg mulighet til å legge inn busser, sykler, stor lastebiler

og definere kjøretøy selv. Figur 14 viser menyen for svingebevegelse definisjon. Figur 15 viser valg av kjøretøytyper som skal være med.



Figur 14 Bestemmelse av tillatte svingebevegelser fra hver tilfart



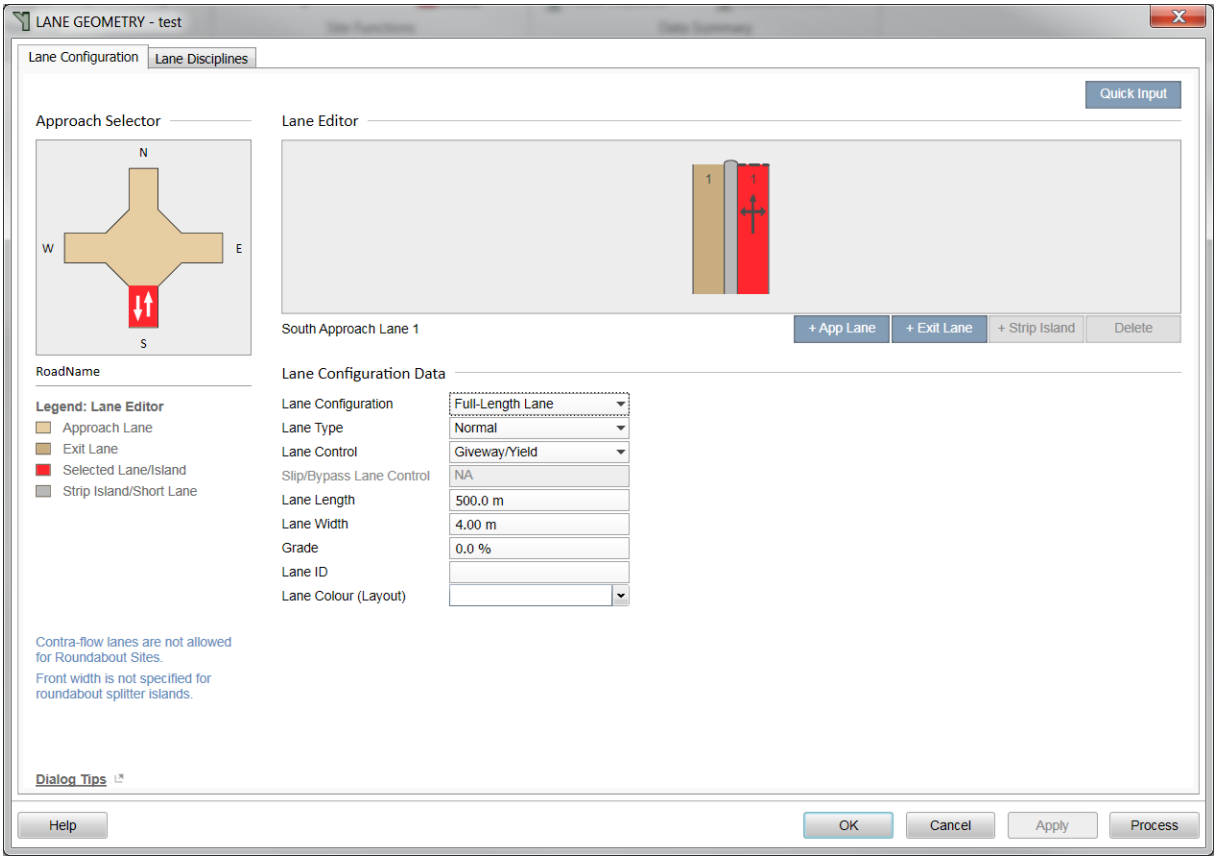
Figur 15 Bestemmelse av kjøretøytyper som skal få trafikkvolum og eventuelt egne svingebevegelser

Lane Geometry

Neste steg er å bestemme kjørefeltgeometri. Man bestemmer antall kjørefelt, bredder og lengder, helninger, vikeplikt eller fletting, rabatt som skille eller ikke, kort eller langt svingefelt. Figur 16 viser bilde for innlegging av disse dataene.

Man må også bestemme om kjørefelt er vanlig i full lengde, om feltet er påvirket av parkering, om kjørefeltet er kort, delt i segmenter eller om det er et filterfelt.

Det bestemmes så hvilke svingebevegelser som er tillatt for hvert kjørefelt. Dette kan også bestemmes for hver kjøretøygruppe. Dette brukes mye ved kollektivfelt.

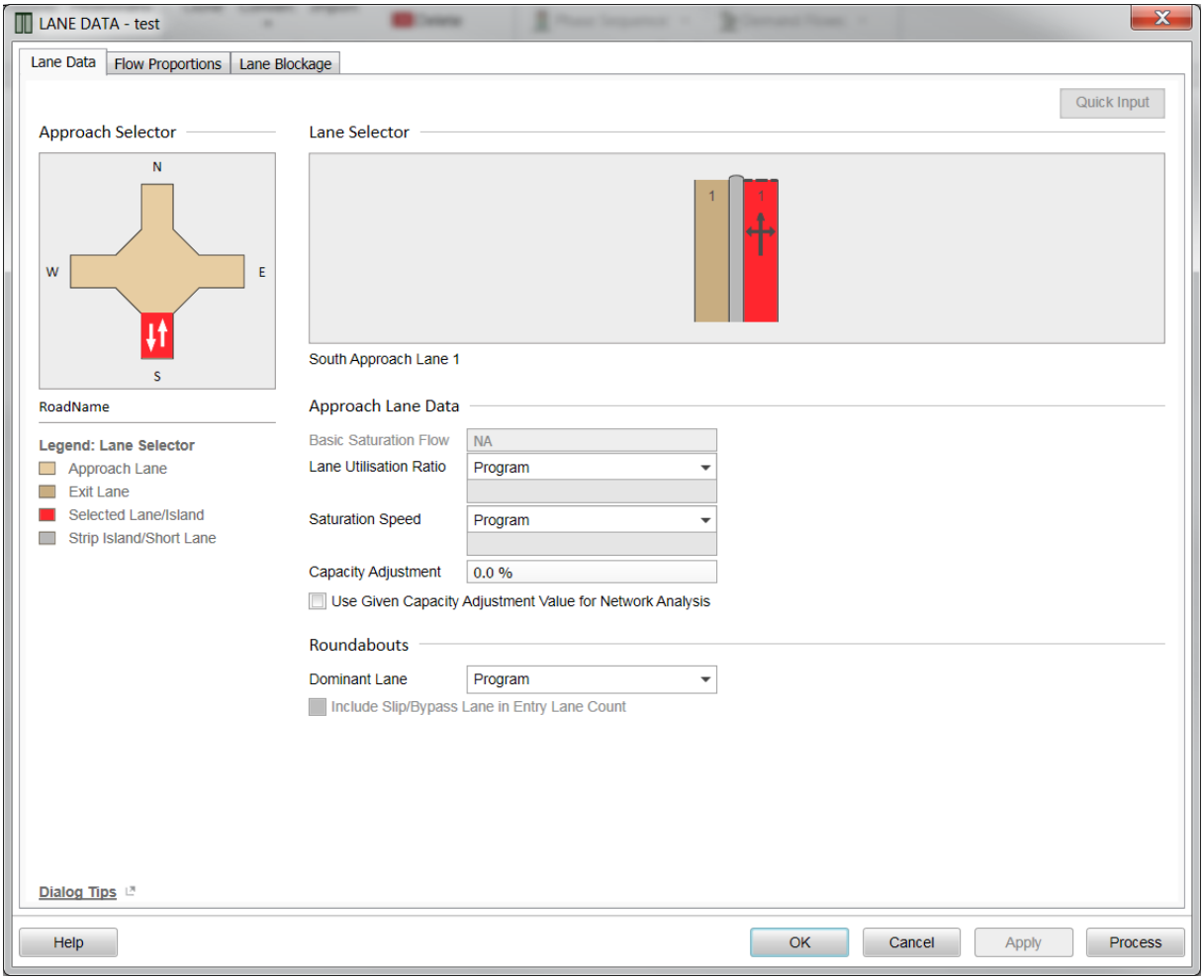


Figur 16 Bestemmelse av kjørefeltsgeometri

Lane data

Under «lane data» legges det inn eventuelle fordelinger mellom kjørefelt når det for eksempel er to kjørefelt hvor samme bevegelser er tillatt. Det er for eksempel mulig å beskrive at 70 % av trafikken er i det ene kjørefeltet. Motorveger med fire felt, vil oppleve slike fordelinger, spesielt derom det ikke er mye trafikk vil de fleste legge seg i det høyre kjørefeltet.

Det kan bestemmes om ett av kjørefeltene er dominant. Det er mulighet for å bestemme sirkuleringsfart og kapasiteten kan overstyres. Figur 17 viser menyen som kommer frem under innleggelse av data.



Figur 17 Meny fra lane data for bestemmelse av dominant kjørefelt og fart i sirkulasjonsareal

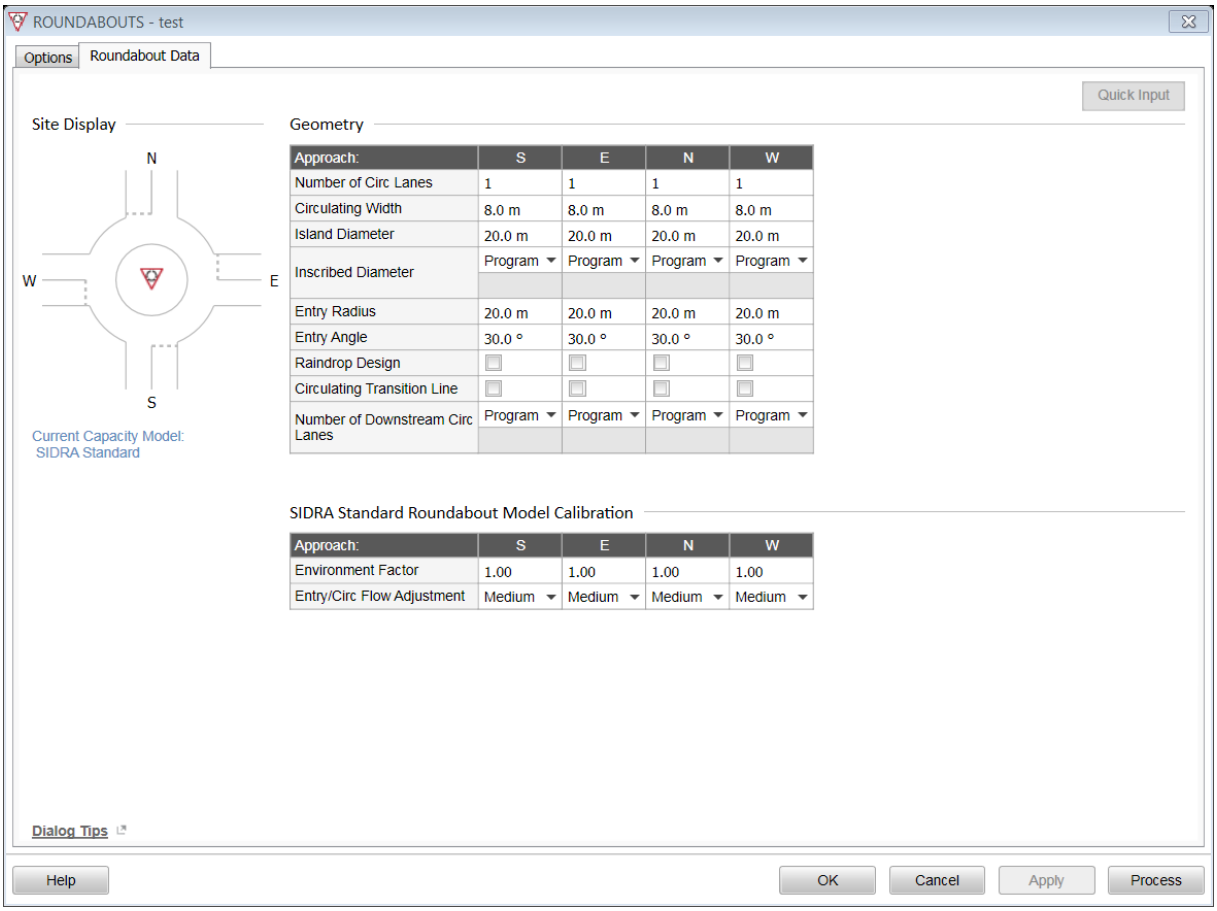
Det kan også legges inn at utkjøringsfeltets køer blokkerer for innkjøringsfeltet, slik at det er redusert kapasitet.

Mange av mulighetene her er mest aktuelle ved sammenkobling av flere kryss i Network applikasjonen.

Roundabout

Under menyen «roundabout» bestemmes geometrien til rundkjøringen. Her bestemmes sirkuleringsbredde, bredde på sentraløy og radius på utkjøringer. Det er også mulig å gjøre noen flere spesialtilpasninger her avhengig av utsende og funksjon av rundkjøringen.

Som figur er 18 viser det også mulig å tilpasse rundkjøringen til lokale kjøremønstre. Det er en justering her som heter «Environment factor». Dette er en slags felles justering, som justerer på aksept av tidsluker og mye mer for å tilpasse til lokale forhold. I Norge er det anbefalt å benytte 1.1(Myhre 2010), mens det i USA er mere vanlig å benytte 0,9, fordi de i USA er mindre vant til å kjøre i rundkjøringer.

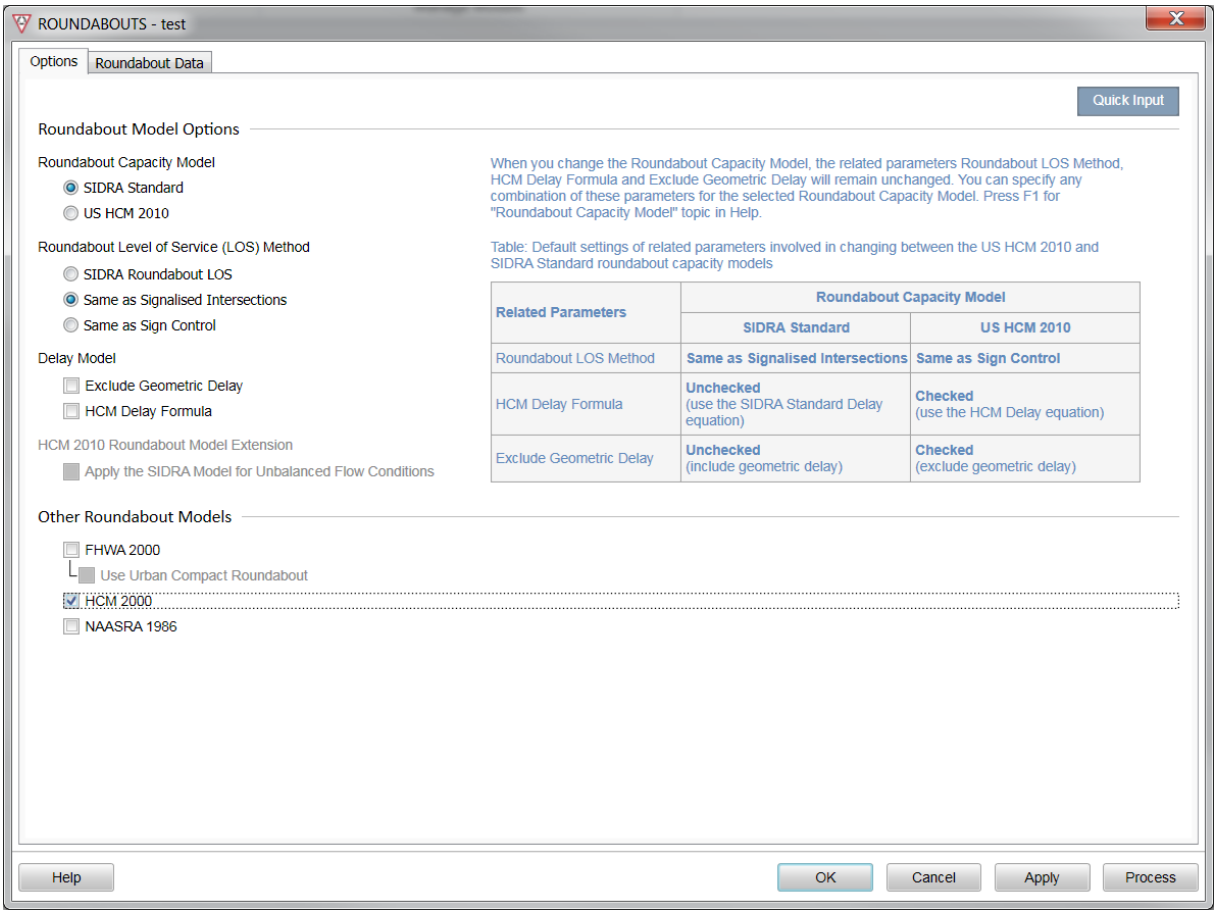


Figur 18 Meny for bestemmelse av geometri av rundkjøring og eventuell justering av Environment factor

Under options, som er del to av menyen, kan man som figur 19 viser bestemme om kapasitetsberegningene skal følge modellen til SIDRA standard eller om det er HCM 2010(HCM, 2010), som skal benyttes.

Det er også mulighet her til å spesifisere hvilke metode som skal benyttes ved beregning av LOS(Level of service), som er et mål på hvor godt rundkjøringen fungerer for trafikantene.

Det er også mulig å benytte andre rundkjøringsmodeller her. Hver forsiktig med å endre på dette uten å ha full oversikt over hva det innebærer.



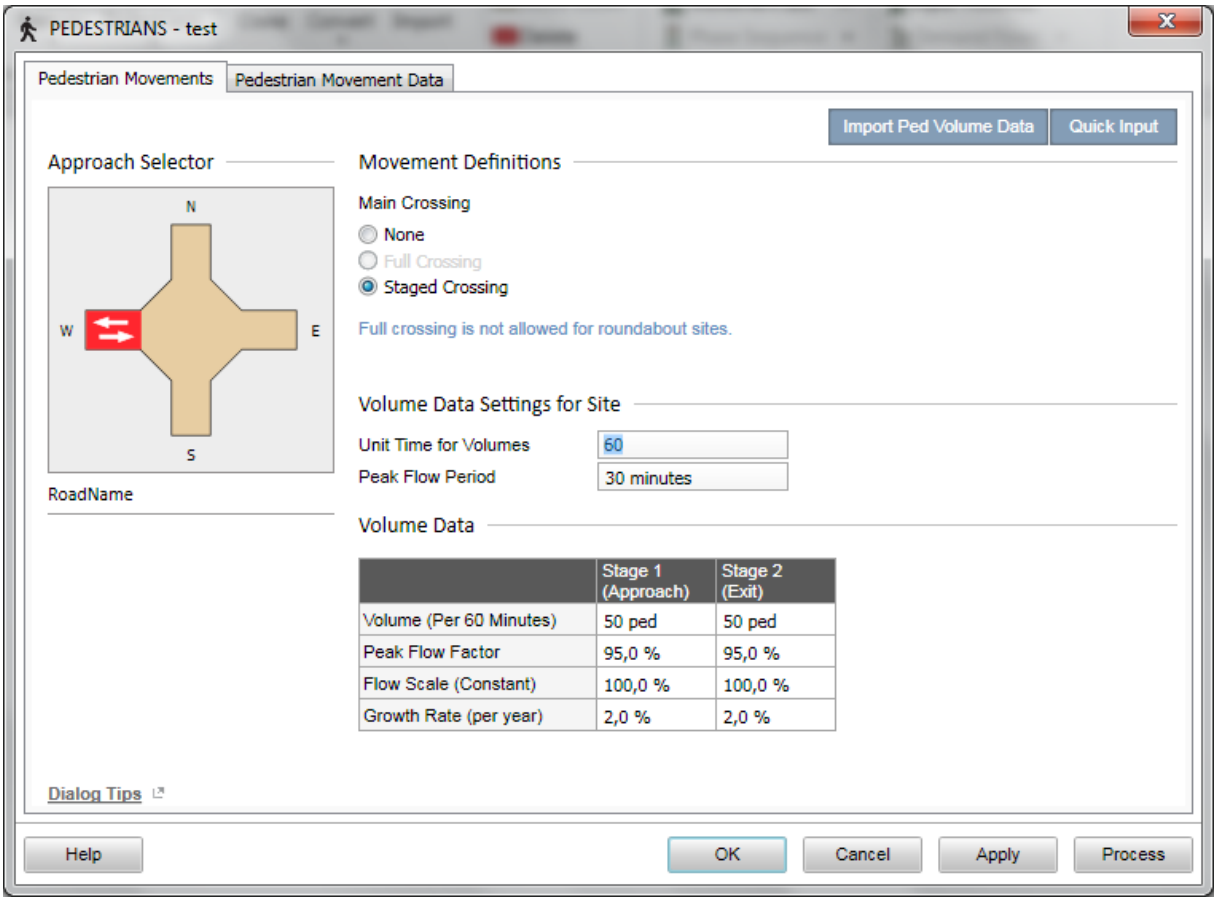
Figur 19 Optionsmeny for modellering av rundkjøring

Pedestrians

Det er mulig å beskrive fotgjengere i SIDRA INTERSECTION. Et høyt antall fotgjengere vil redusere kapasiteten i armene i rundkjøringen. Det er derfor viktig å få dette med.

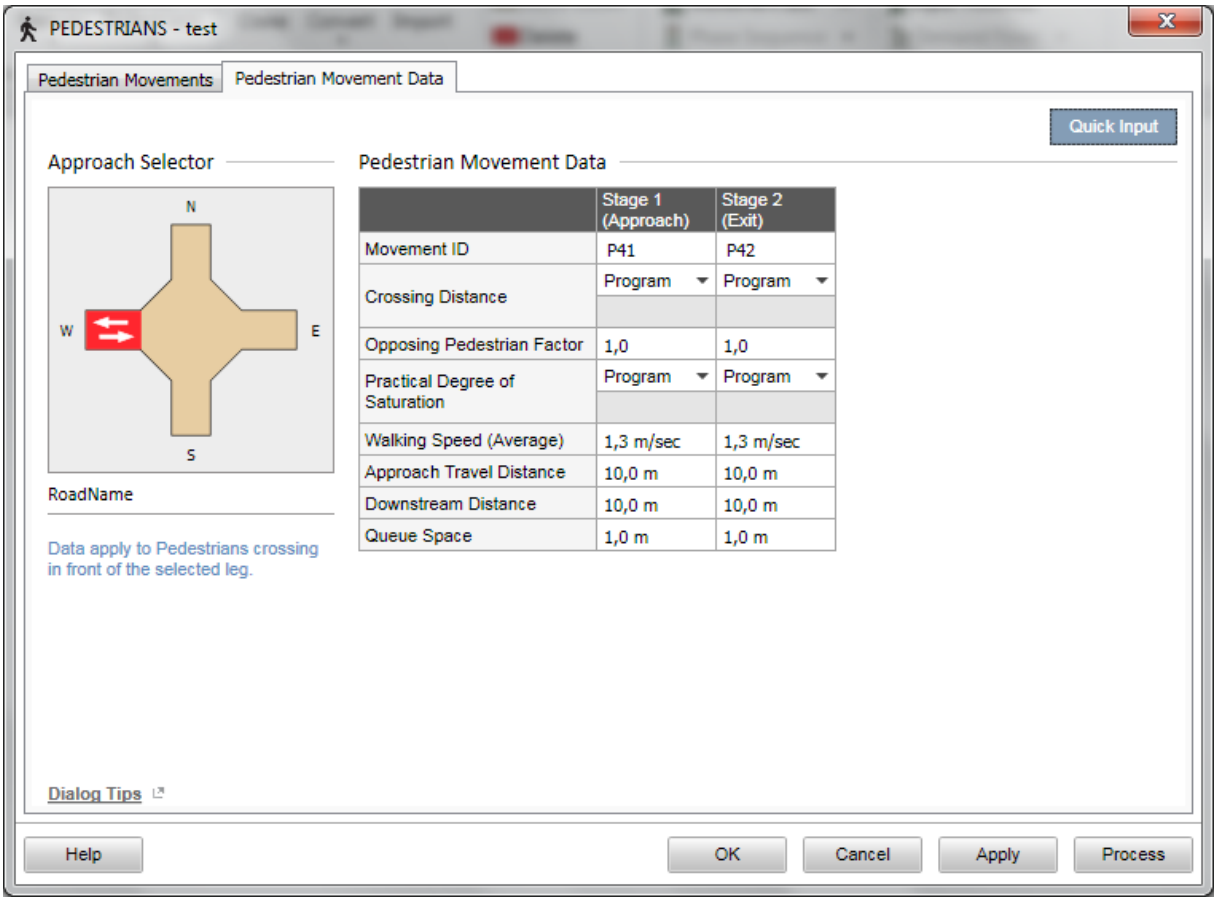
Det kan beskrives en kryssing med eller uten midtøy. For rundkjøring, er det bare oppdelt kryssing med midtøy, som er tillatt. Det er nødvendig at det er gjort tellinger fordi man legger inn volum og lengde på rushtid også for fotgjengere.

Dette legges inn under «Pedestrians movements», som vist i figur 20.



Figur 20 Fotgjengervolum og parametere

Del to av menyen er til for å detaljere kryssingen for fotgjengerne. Som figur 21 viser, kan man beskrive kryssingslengde, fart på fotgjengere, plass en fotgjenger tar og hvordan fotgjengere blir påvirket av motkommende fotgjengere.

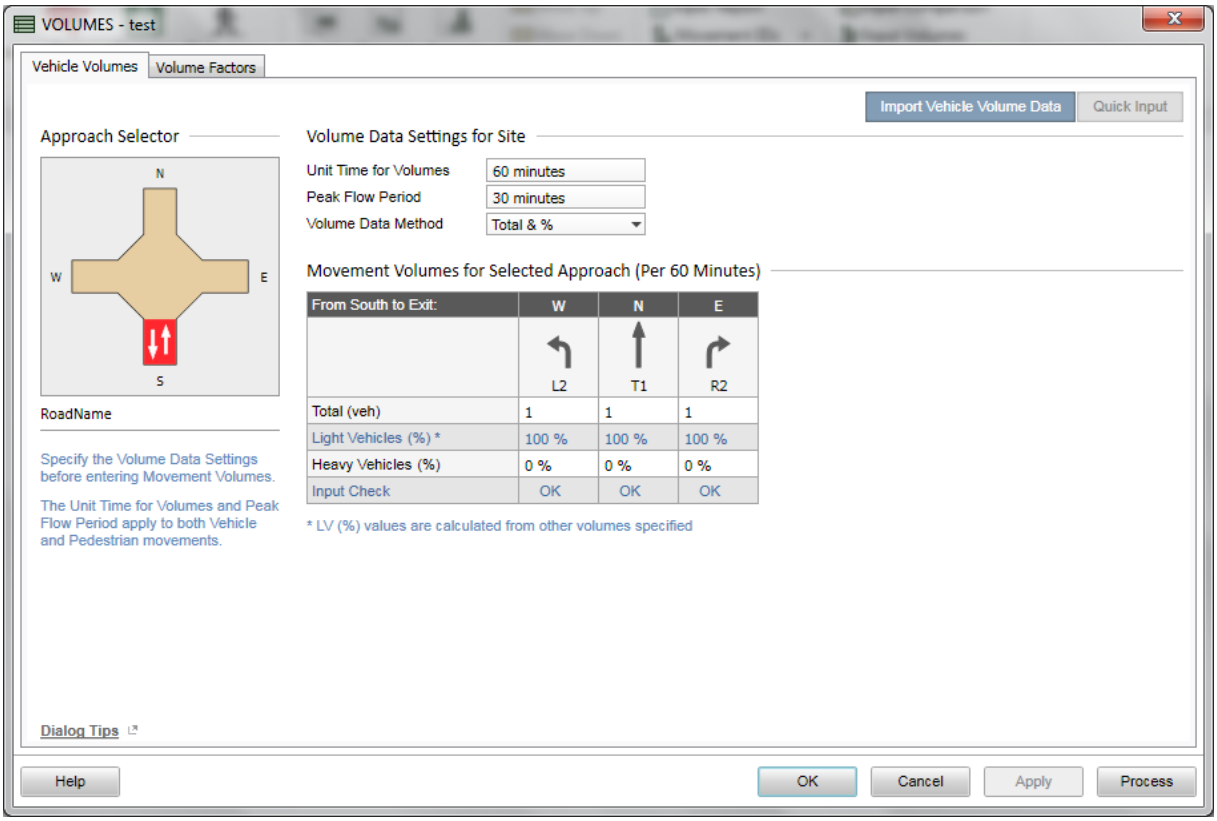


Figur 21 Spesielle tilpasninger av fotgjengerbevegelser

Volums

Først nå legges volumene inn for trafikken. Det er altså avhengig av at man har gjort nøyaktige tellinger. Et kjent begrep innen for modellering er skitt inn gir skitt ut.

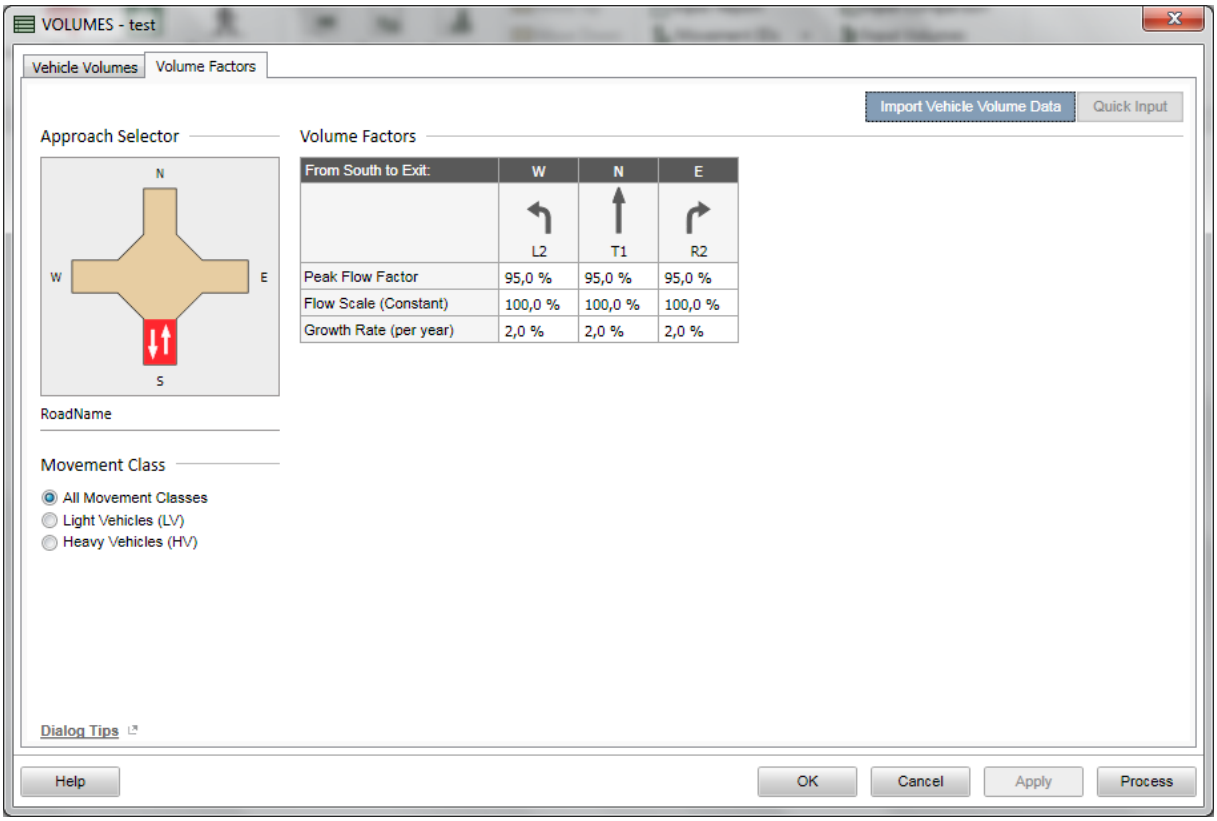
Man legger inn hvor lang periode man har telt, rushtids lengde og om man vil benytte prosentandel med tunge kjøretøy eller om man har nøyaktige tall på dette. Dette er vist på figur 22.



Figur 22 Innlegging av trafikkvolum

Det neste som må legges inn er volum faktorene. Det legges inn under fane to, «volum factors». Her bestemmes «Peak flow factor», trafikkvekst og «Flow scale». Dette er vist i figur 23.

Peak flow factor er en faktor for å ta høyde for at trafikken varierer innenfor dimensjonerende time. Denne må regnes ut å legges inn i SIDRA. Se kapittel 5.2 for hvordan denne bestemmes.



Figur 23 Peak flow factor og trafikkvekst

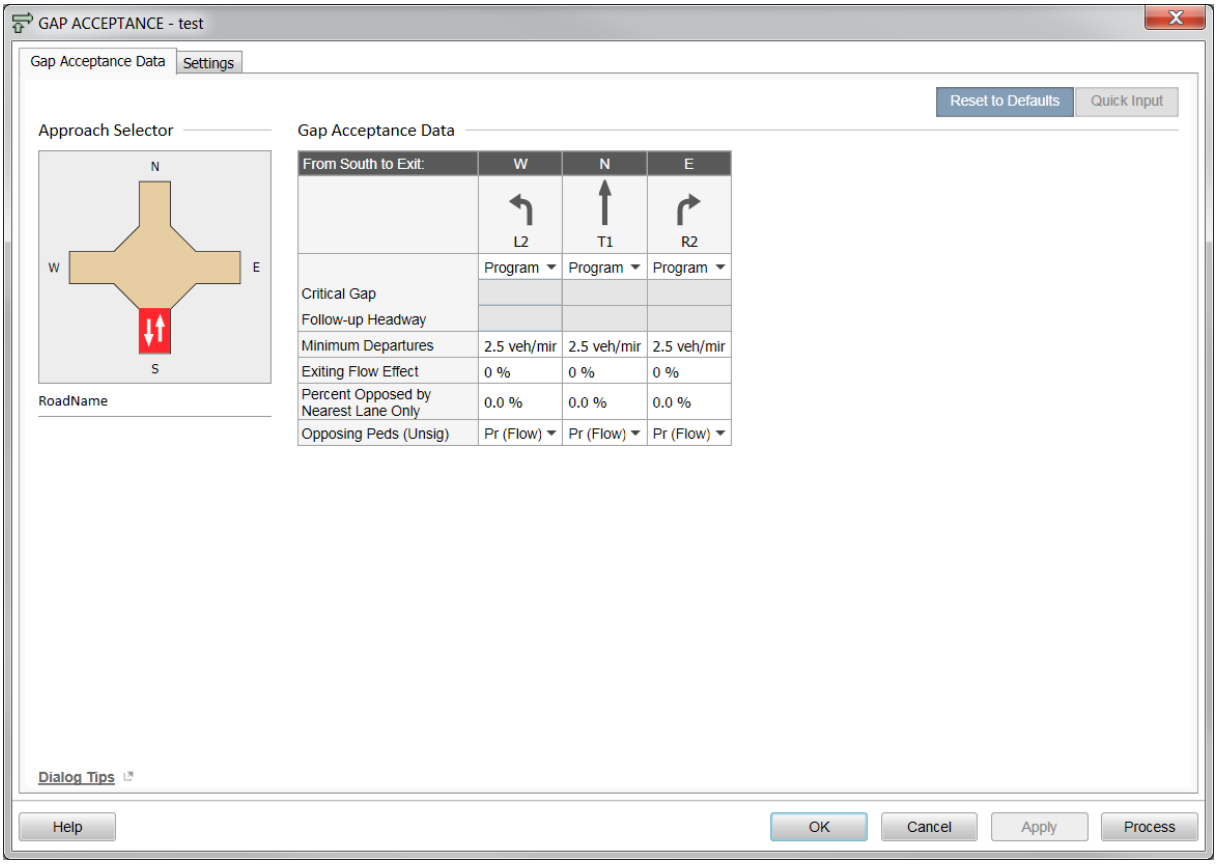
Gap acceptance

Det er her man bestemmer hvor store tidslukene mellom bilene må være for at noen kjører inn i disse og således kommer seg inn i rundkjøringen. Dette må måles i felt eller man lar programmet regnet dette ut. Det er uansett viktig å kalibrere dette. Figur 24 viser meny for innlegging av kritisk tidsluke og følgetid.

Man beskriver også hva som blir minimum av antall kjøretøy som kjører inn i rundkjøringen. Grunnen til dette er at dersom det er helt stillstand, vil til slutt trafikantene tvinge seg inn i rundkjøringen. Ved kork eller store køer, lager ofte trafikanter seg egne regler etter hvert og det vil da ofte bli en fletting mellom den dominerende strømmen i rundkjøringen og den armen, som er strekt belastet av forsinkelser

Det er også flere parametere man kan justere på her om man har informasjon om dette. Det er effekten de som kjører ut av rundkjøringen har på innkomne kjøretøy, prosentandel som svinger til høyre selv om de som skal til venstre i samme felt i rundkjøringen ikke kommer inn i rundkjøringen og i hvilken grad innkomne fotgjengere påvirker kapasiteten i armene.

Under «settings» i samme meny, kan man velge hvilke modell som skal benyttes for aksept av tidsluker. Det er valg mellom SIDRA standard(Akcelik M3D), Akcelik M1, Siegloch M1 eller Traditional M1.

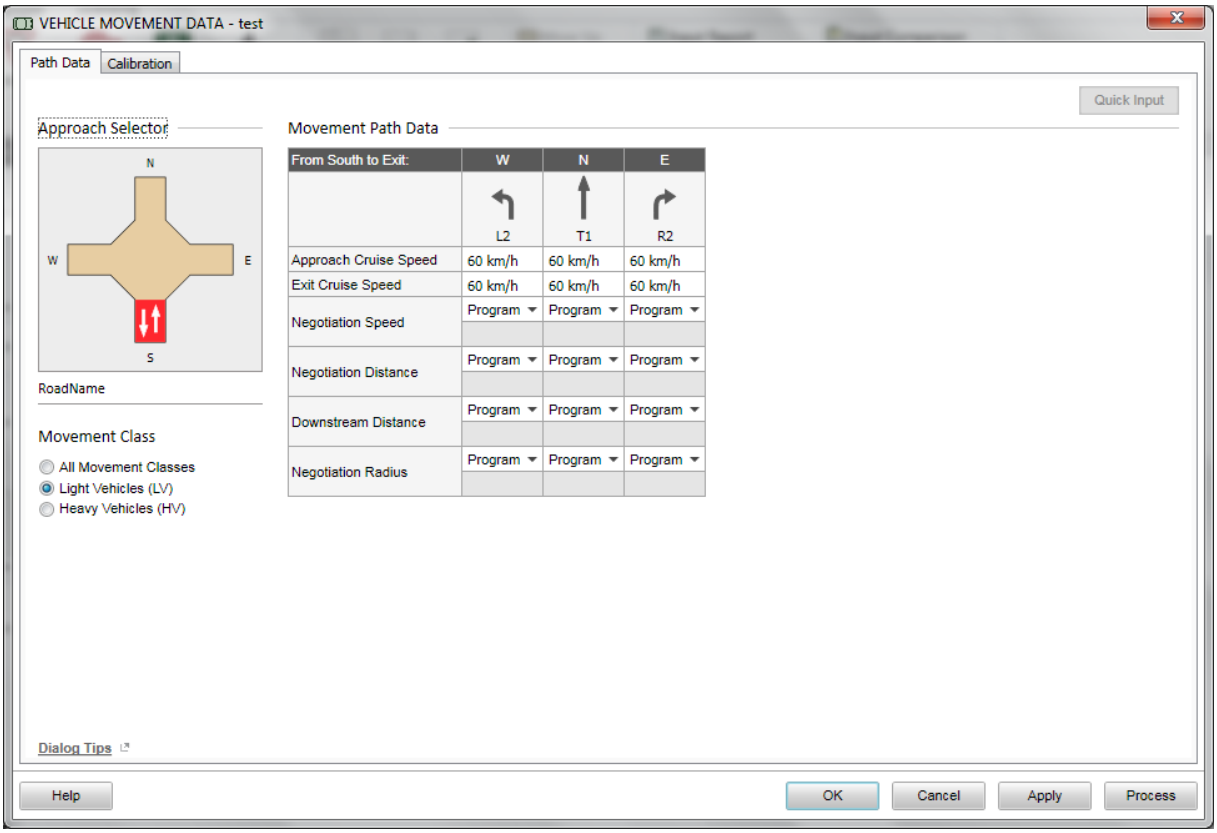


Figur 24 Kritisk tidsluke og følgetid

Vehicle movement data

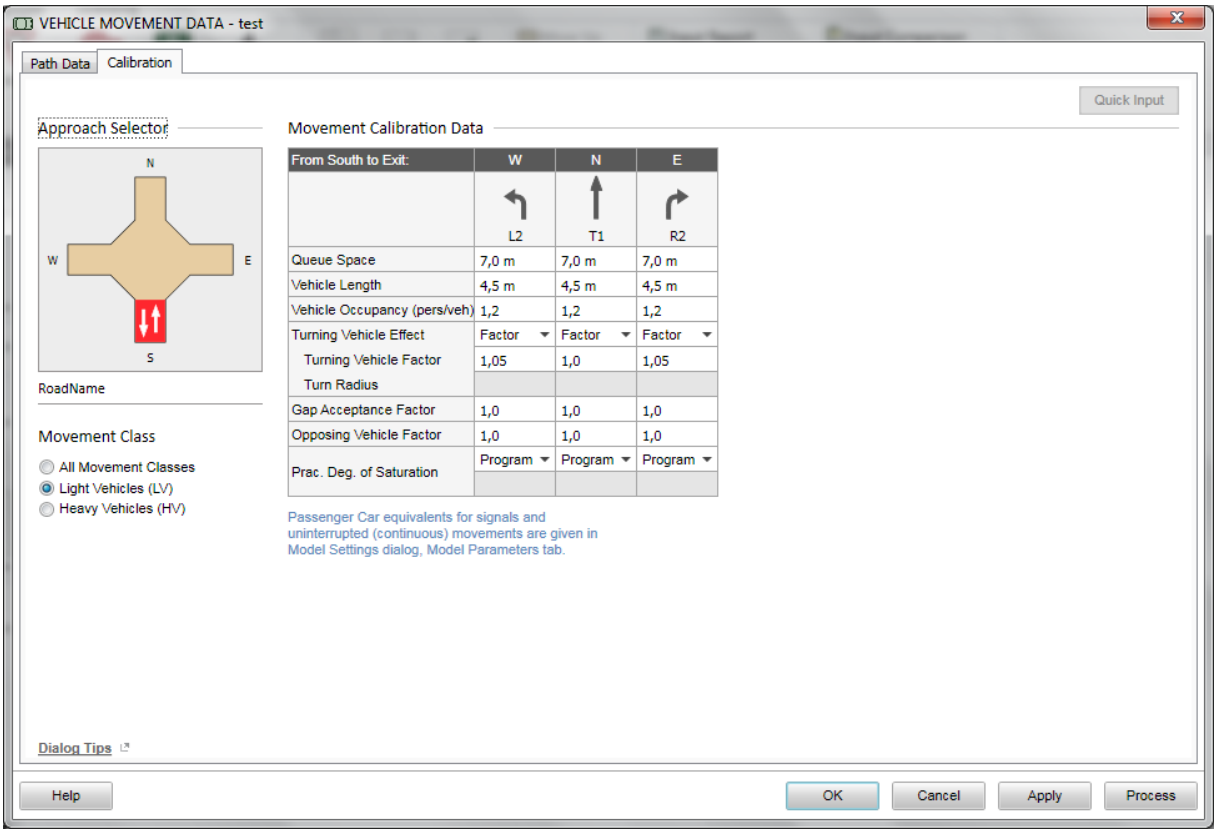
I den første fanen «Path data» legger man inn fart på innkjøring- og utkjøringfelt. Har man ikke målinger, legger man inn fartsgrenser. Dette er vist i figur 25. Det er også mulighet til å overstyre programmet og selv bestemme noen verdier.

Man kan blant annet bestemme distansen hvor kjøretøyene forholder seg til hverandre i kryssende bevegelser før de kjører ut av krysset, distansen til neste kryss inkludert avstanden i krysset som brukes til hvordan kjøretøyer forholder seg til hverandre ved svingebevegelser og farten om kjøretøyene har når de forholder seg til hverandre i svingebevegelser. Denne bør ligge mellom 20 og 50 km/t. Disse verdiene har mye å si for den geometriske forsinkelsen.



Figur 25 Fart i kjørefelt inn og ut av rundkjøring

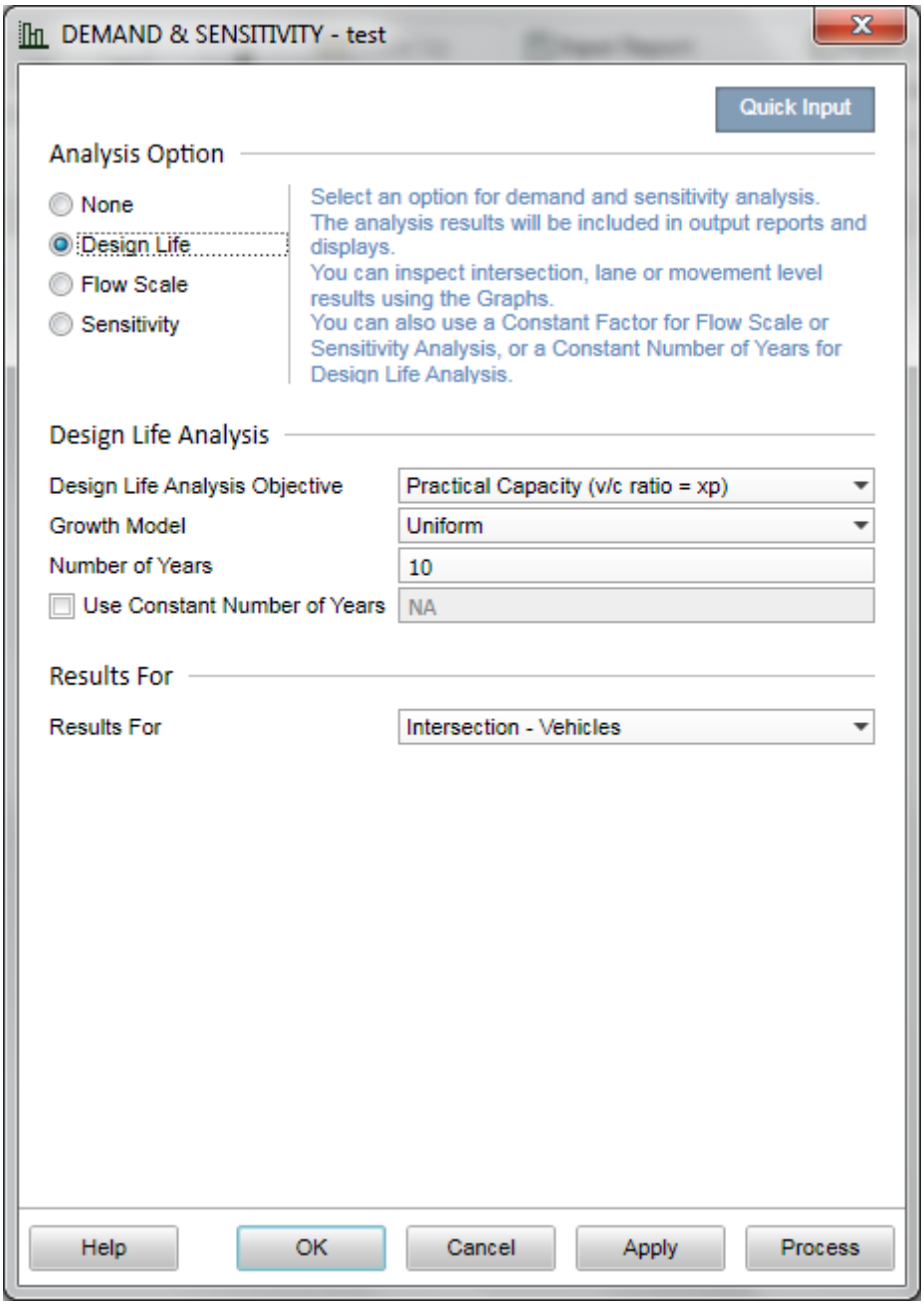
Under fanen «calibration», kan man endre hvor stor plass en personbil tar og hvor stor plass et stort kjøretøy tar i en kø. Man kan også gjøre lokale tilpasninger på kjøretøylengder, hvor mange som sitter i hver bil, effekten avsvingende kjøretøy har for de som skal kjøre inn i rundkjøringer(mange stoler for eksempel ikke helt på at kjøretøyene skal svinge selv om blinklyset er på), man kan legge inn en faktor på aksepten av tidsluker og en faktor på effekten av kjøretøy som kommer i mot. Dette er vist i figur 26.



Figur 26 Parametere for kjøretøy

Demand and sensitivity

Her er det muligheter for å legge inn analyser for å sjekke hvor sensitive resultatene er for justeringer i parametere. Man kan for eksempel sjekke hvordan justeringer av aksept av tidsluker slår ut på resultatene. Det kan gi en god pekepinn på om resultatene er realistiske og hvor sårbare de er. Det er også mulig å beregne hvordan resultatene vil se ut om noen år med en valgt vekst i trafikken. Se figur 27 for eksempel.

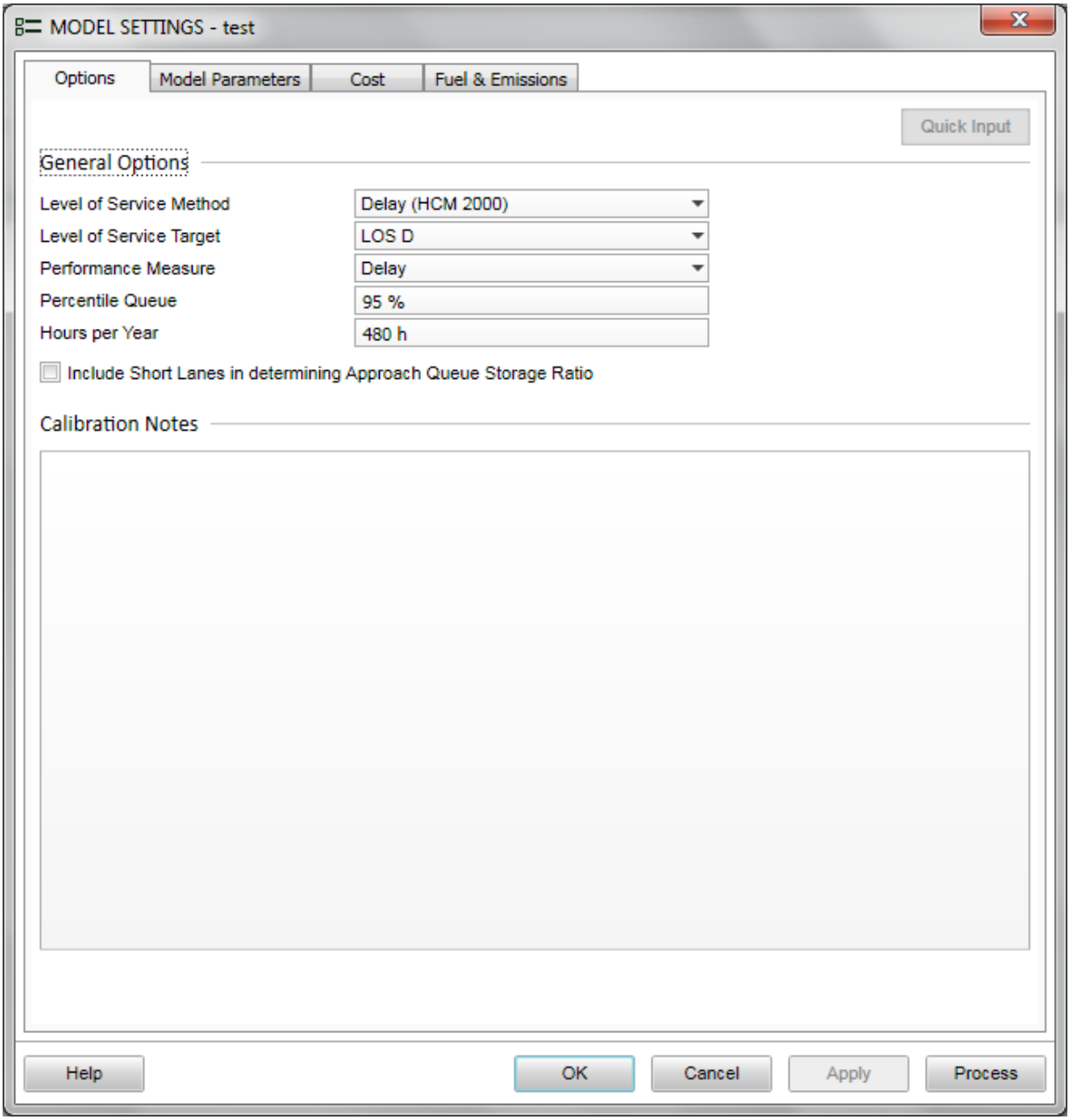


Figur 27 Parametere for sensitivitetsanalyser

Model settings

Her kan man justere på inngangsparameterne. Det er for eksempel mulig å justere målet for «level of service», hva som er målemetoden for hvordan rundkjøringen opptrer og man kan justere på hvor mange personbilenheter en tung bil representerer. Man kan også justere på pumpeprisen for bensin, vekt av personbiler og hestekrefter. Se figur 28 for eksempel.

.



Figur 28 Meny for justering av LOS, LOS mål, ytelsesmål, antall personer per kjøretøy. Menyer mest brukt til sammenligning av utslipp, kostnader osv.

Site Output

Dette blir ikke tilgjengelig før man har kjørt «process» av krysset.

Man kan få detaljerte resultater i tabellform, illustasjoner eller grafisk. Hva man kan få ut avhenger av hvilke type kryss man beregner.

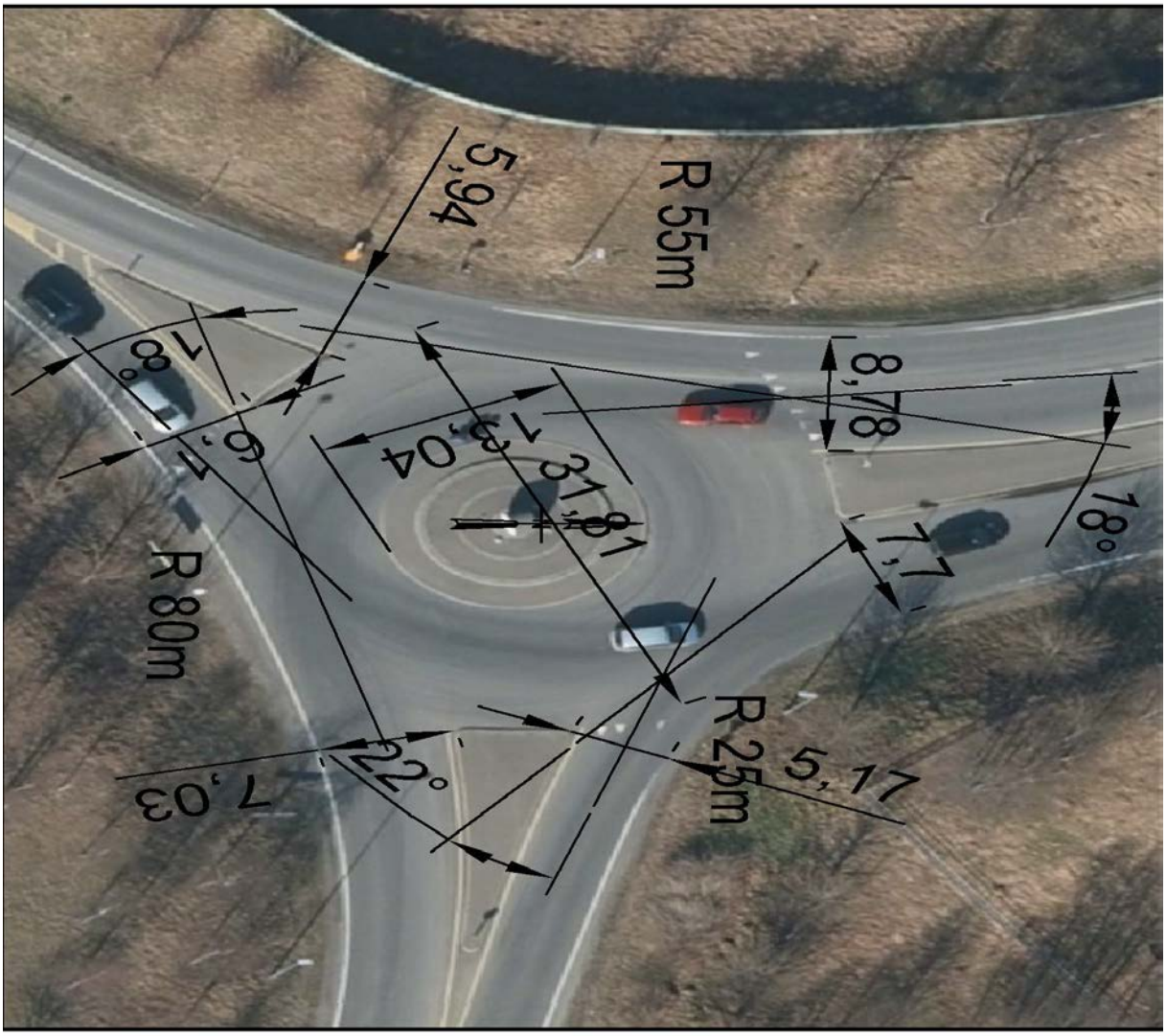
Det ligger ferdige skjemaer og noen flere ligger tilgjengelig under «options» menyen.

5 Beregninger av Bjørnstad rundkjøringen i SIDRA INTERSECTION

5.1 Utforming

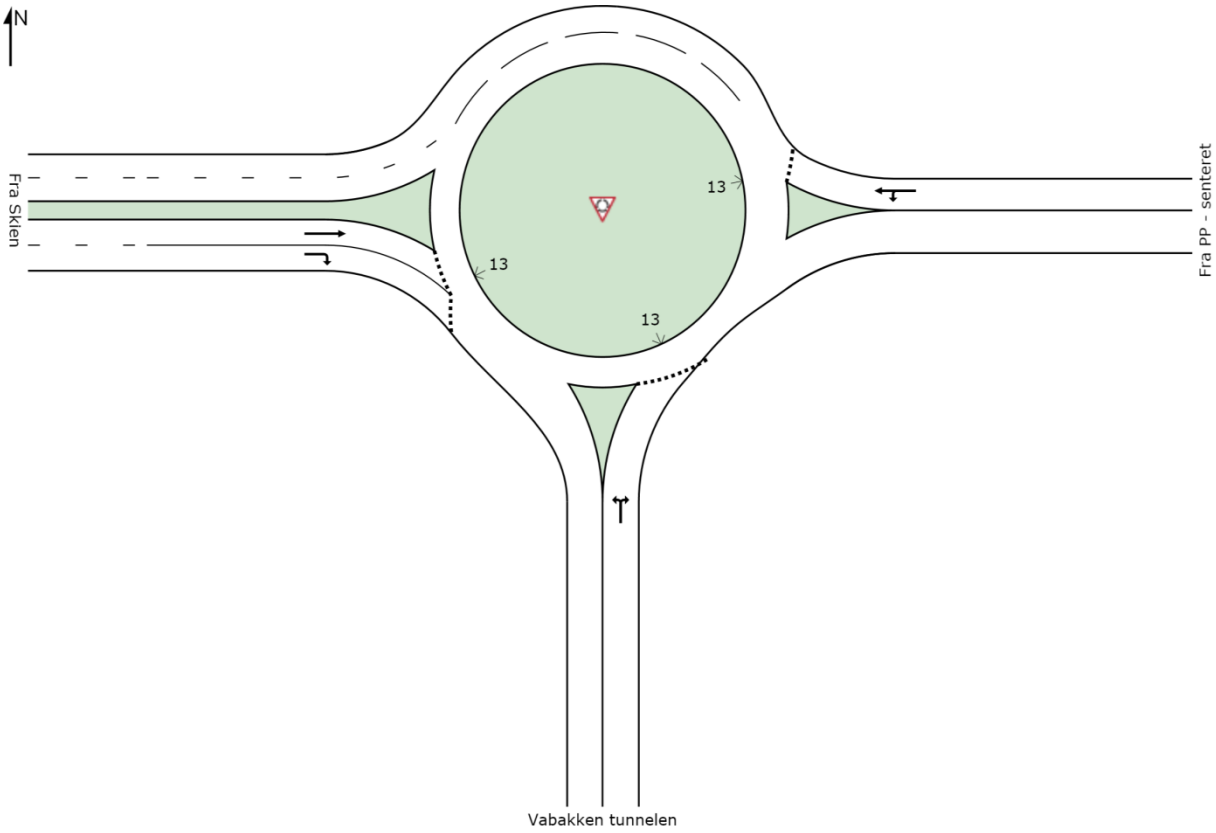
Rundkjøringen legges inn som en tre armet rundkjøring. Det er ingen kryss i nærheten som har direkte innvirkning på dette krysset slik at lengden på kjørefeltene settes til 500 meter.

Mål legges inn som vist på figur 29.



Figur 29 Målsatt rundkjøring på Bjørnstad

Rundkjøring fikk i SIDRA INTERSECTION en layout ut slik figur 30 viser.

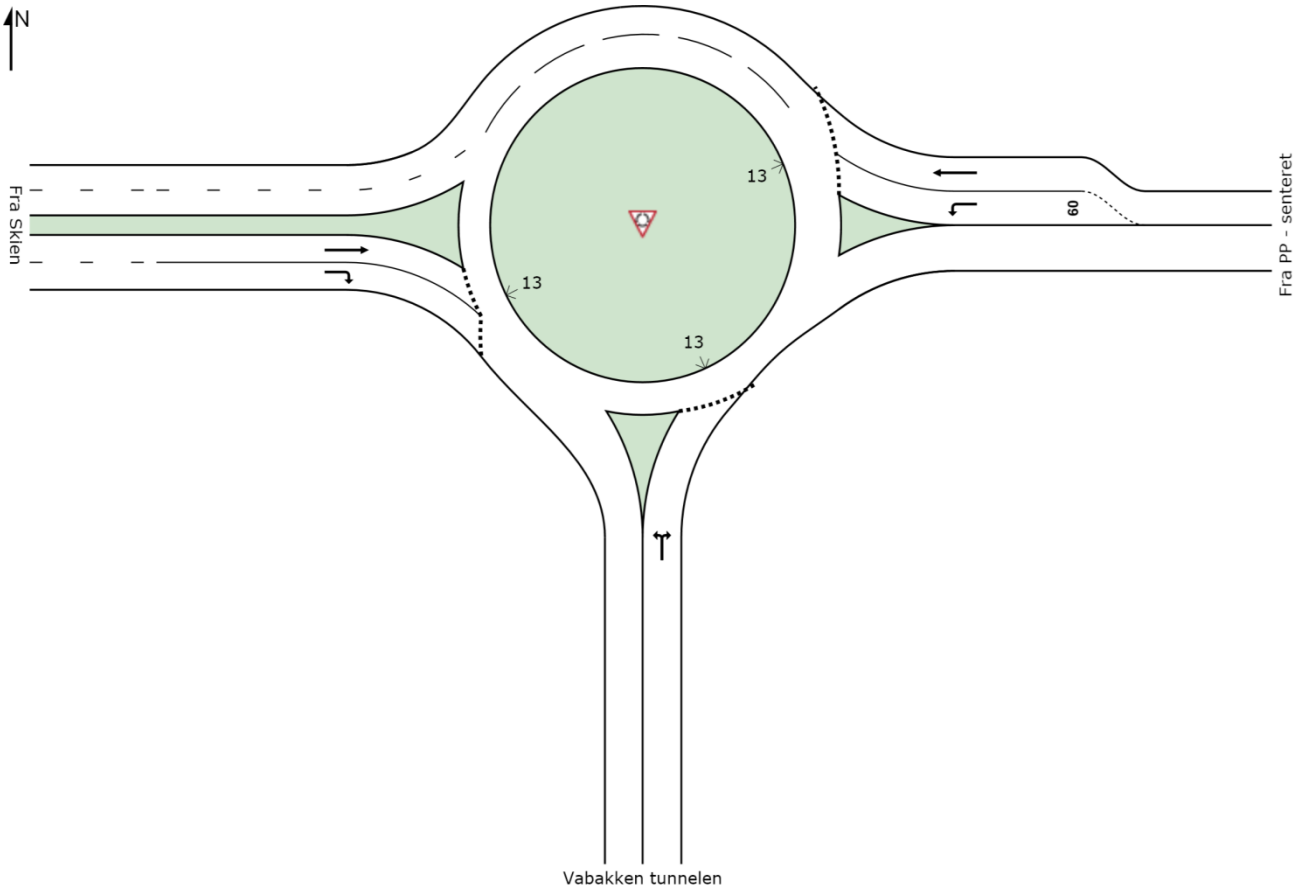


Figur 30 Layout av rundkjøring i SIDRA INTERSECTION

Det er ingen fotgjengere i krysset, så det er ikke nødvendig å ta hensyn til det.

Det er ikke alltid at det stemmer best å modellere rundkjøringene nøyaktig slik de er i virkeligheten. Noen ganger opptrer de litt annerledes enn det geometrien skulle tilsi.

Bjørnstad rundkjøringen virker å fungere litt annerledes enn det som figur 31 viser. Det virker som om at det passer best med å legge inn et kort svingefelt til venstre i armen fra Porsgrunn sentrum. Dette fordi det er såpass stor innkjøringsbredde i denne armen at det er plass til at biler kan stå ved siden av hverandre. Rundkjøringen ble derfor modellert som vist i figur 31.



Figur 31 Hvordan rundkjøringen ble modellert

5.2 Trafikkvolum og topperiode

Det ble lagt inn timesvolum etter at maxtimen ble bestemt. Se vedlagt excelfil for tallmateriale. Lengden av rushtiden ble satt til 15 minutter. Denne kunne vært bestemt enda mer nøyaktig dersom tellingene hadde vært delt opp i for eksempel 5 minutters intervaller.

Peak flow faktoren ble regnet ut for hver svingebevegelse. Tabell 4 viser hvilke tall som ble lagt inn for morgentrafikken og tabell 5 viser tall for ettermiddagstrafikken. Det ble regnet ut slik at det egentlig er trafikken i kvarteret med mest trafikk, som er regnet ut.

Følgende formel er benyttet:

PFK = timetrafikk/4*høyeste 15 minutter

Arm fra	Vabakkentunnelen		Skien		Porsgrunn sentrum	
Svingebev.	Venstre	Høyre	Rett frem	Høyre	Venstre	Høyre
PFK	0,88	1	0,82	0,86	0,71	0,93

Tabell 4 Peak flow factor torsdag 5.2.2015 morgen

Arm fra	Vabakkentunnelen		Skien		Porsgrunn sentrum	
Svingebev.	Venstre	Høyre	Rett frem	Høyre	Venstre	Høyre
PFK	0,88	1	0,94	0,86	0,78	0,87

Tabell 5 Peak flow factor torsdag 5.2.2105 ettermiddag

5.3 Forsinkelsesberegning

Denne ble beregnet som forklart i kapitel 3.2.3. Resultatene er vist i tabell 6. Utregningene ligger i vedlagt minnepenn.

Klokkeslett	Vanlig	Feltforsøk	Kommentar
0715 – 0730	14,02	7,34	
0730 – 0745	18,95	45,93	20 flere biler
0745 – 0800	39,39	13,65	
0800 – 0815	15,23		
1445 – 1500	7,27	9,51	32 flere biler
1500 – 1515	49,15	33,79	
1515 –1530	90,87	16,85	
1530 – 1545	47,10	22,91	
1545 – 1600	34,82	40,87	40 flere biler
1600 – 1615	19,20	16,97	
1615 – 1630	18,33	13,62	

Tabell 6 Gjennomsnittlig forsinkelse i armen fra Vabakkentunnelen

6 Kalibrering av modellen

Modellen fra SIDRA INTERSECTION må tilpasses eller kalibreres til lokale forhold. Dette kan i hovedsak gjøres på tre måter(Akcelik, 2005). Justere på *Environment Factor*, endre på verdi for maksimal kapasitet og sirkulerende trafikk benyttet i lineære regresjonsmodeller eller ved å justere på kritisk tidsluke og følgetid. Det ble valgt å gjøre forsøk med kalibrering ved hjelp av justering på kritisk tidsluke og følgetid og ved justering på *Environment factor*.

Den beste metoden for kalibrering er i følge Aakre(Aakre, 2015) å kalibrere mot forsinkelse.

6.1 Kritisk tidsluke og følgetid

Kritisk tidsluke og følgetid er beskrevet i kapittel 3.2.5. Disse ble også beregnet i kapitel xx. De beregnede verdiene ble lagt inn i SIDRA INTERSECTION. Resultater av gjennomsnittlig forsinkelse etter at verdiene ble endret er vist i tabell 7.

Movement Performance - Vehicles											
Mov ID	ODMov	Demand Flows Total	HV	Deg. Satn	Average Delay	Level of Service	95% Back of Queue Vehicles	Distance	Prop. Queued	Effective Stop Rate	Average Speed
		veh/h	%	v/c	sec		veh	m		per veh	km/h
South: Vabakken tunnelen											
1	L2	726	3.0	0.984	38.6	LOS D	23.9	171.3	1.00	1.67	37.0
3	R2	24	4.2	0.984	32.5	LOS C	23.9	171.3	1.00	1.67	36.5
Approach		750	3.0	0.984	38.4	LOS D	23.9	171.3	1.00	1.67	37.0
East: Fra PP - senteret											
4	L2	31	9.1	0.068	11.6	LOS B	0.3	2.6	0.72	0.80	43.8
5	T1	444	4.6	0.590	9.3	LOS A	5.7	41.1	0.94	1.00	45.1
Approach		475	4.9	0.590	9.5	LOS A	5.7	41.1	0.93	0.99	45.0
West: Fra Skien											
11	T1	618	4.3	0.428	4.8	LOS A	3.6	26.2	0.21	0.43	54.9
12	R2	636	4.6	0.389	4.9	LOS A	3.2	23.1	0.19	0.49	53.6
Approach		1254	4.5	0.428	4.9	LOS A	3.6	26.2	0.20	0.46	54.2
All Vehicles		2480	4.1	0.984	15.9	LOS B	23.9	171.3	0.58	0.93	45.9

Tabell 7 Resultat av modellering i SIDRA INTERSECTION. Merket område viser forsinkelse

Endring av verdiene for kritisk tidsluke og følgetid gav ikke gode nok resultater aleine og det måtte vært gjort supplerende justeringer for at dette kunne vært benyttes til kalibrering. Dette ble da ikke brukt videre som metode for kalibrering.

6.2 Environment factor

Dette er en slags samlefaktor som kan benyttes til å justere kapasiteten i forhold til lokale forhold ved å endre en faktor (Myhre, 2010). Det lar seg ikke gjøre og justere på denne

samtidig som man justerer på kritisk tidsluke og følgetid. Da vil man justere dobbelt opp (Myhre, 2010).

Denne faktoren representerer det generelle rundkjøringsmiljøet som påvirkes av geometri, sikt, stigning, fart, størrelse på lette og tunge kjøretøy, grad av aggressivitet i kjørestil og våkenhet(reaksjonstid), påvirkning fra fotgjengere, tungtrafikk aktivitet(godstrafikk, busser som stopper), parkering og lignende faktorer som påvirker kjøretøys bevegelser(Akcelik, 2005).

Høy kapasitet kan være et resultat av god sikt, mere aggressive og årvåkne førere(lavere reaksjonstid), små fotgjengervolumer, lite eller ingen parkering og lite tungtrafikkaktivitet(godstrafikk, busstopp osv.)(Akcelik, 2005).

Lav kapasitet kan komme av kompakt geometri av rundkjøring(f.eks. feil avbøyning), dårlig sikt, avslappa førere(høy reaksjonstid), store volum av fotgjengere, mye parkering og høy andel av tungtrafikk(godstrafikk og busstopp osv.)(Akcelik, 2005).

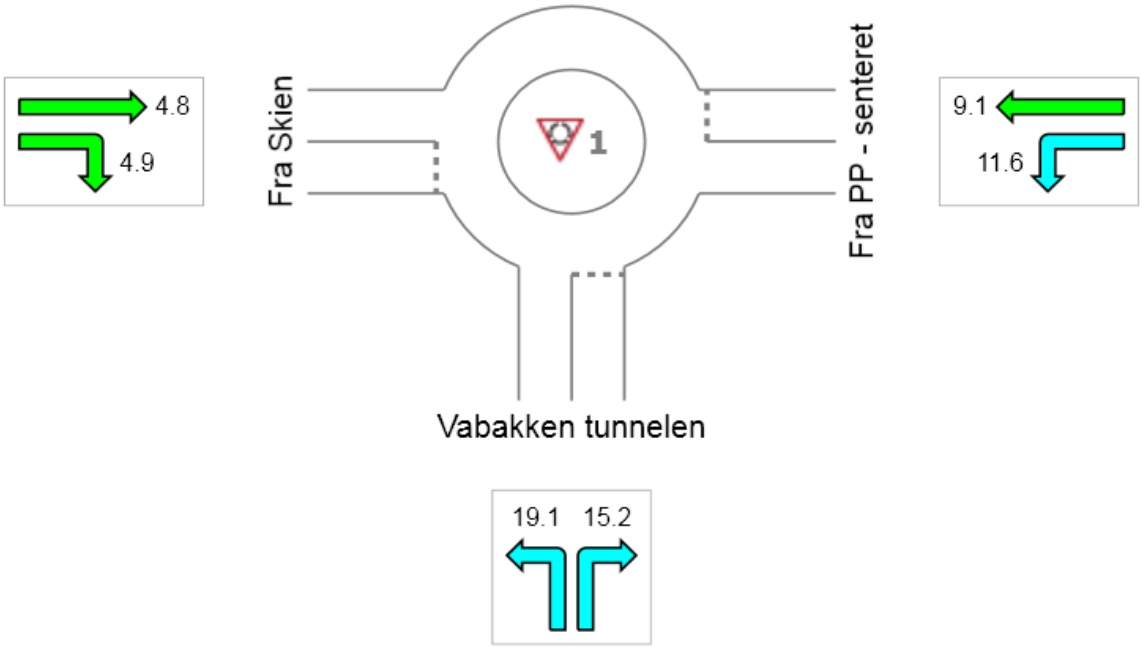
Myhre foreslår i sin rapport fra 2010 at denne faktoren bør være 1.1 i Norge. Økning i denne faktoren medfører reduksjon i kapasitet og økt forsinkelse. Motsatt vil en reduksjon i denne faktoren medføre økt kapasitet og reduksjon i forsinkelse (Myhre, 2010).

Environment factor ble justert for armen fra Vabakkentunnelen. De andre armene hadde i praksis nesten ikke kø og det ble kun små endringer ved justering av faktoren for disse armene. Det var heller ikke like gode data for disse armene. En faktor med verdi 1.16 ga gode verdier både for forsinkelse og for kølengder som stemmer godt med tabell 6 for 0730 - 0745. Resultatene er vist i tabell 8.

Movement Performance - Vehicles											
Mov ID	ODMov	Demand Flows Total veh/h	HV %	Deg. Satn v/c	Average Delay sec	Level of Service	95% Back of Queue Vehicles veh	Distance m	Prop. Queued	Effective Stop Rate per veh	Average Speed km/h
South: Vabakken tunnelen											
1	L2	726	3.0	0.847	19.1	LOS B	11.3	80.8	0.90	1.21	45.8
3	R2	24	4.2	0.847	15.2	LOS B	11.3	80.8	0.90	1.21	45.1
Approach		750	3.0	0.847	19.0	LOS B	11.3	80.8	0.90	1.21	45.8
East: Fra PP - senteret											
4	L2	31	9.1	0.065	11.6	LOS B	0.3	2.5	0.71	0.80	43.8
5	T1	444	4.6	0.572	9.1	LOS A	5.3	38.6	0.92	0.98	45.2
Approach		475	4.9	0.572	9.2	LOS A	5.3	38.6	0.91	0.97	45.1
West: Fra Skien											
11	T1	618	4.3	0.428	4.8	LOS A	3.6	26.1	0.21	0.43	54.9
12	R2	636	4.6	0.389	4.9	LOS A	3.2	23.0	0.19	0.49	53.6
Approach		1254	4.5	0.428	4.9	LOS A	3.6	26.1	0.20	0.46	54.2
All Vehicles		2480	4.1	0.847	10.0	LOS A	11.3	80.8	0.55	0.78	49.5

Tabell 8 Forsinkelse og kølengder med justerte verdier for Environment factor

Resultatene for forsinkelse er også vist med en grafisk fremstilling i figur 32.



Figur 32 Grafisk fremstilling av LOS for modelleringen i SIDRA INTERSECTION av dagens situasjon

7 Modellering av rundkjøring med tilfartskontroll

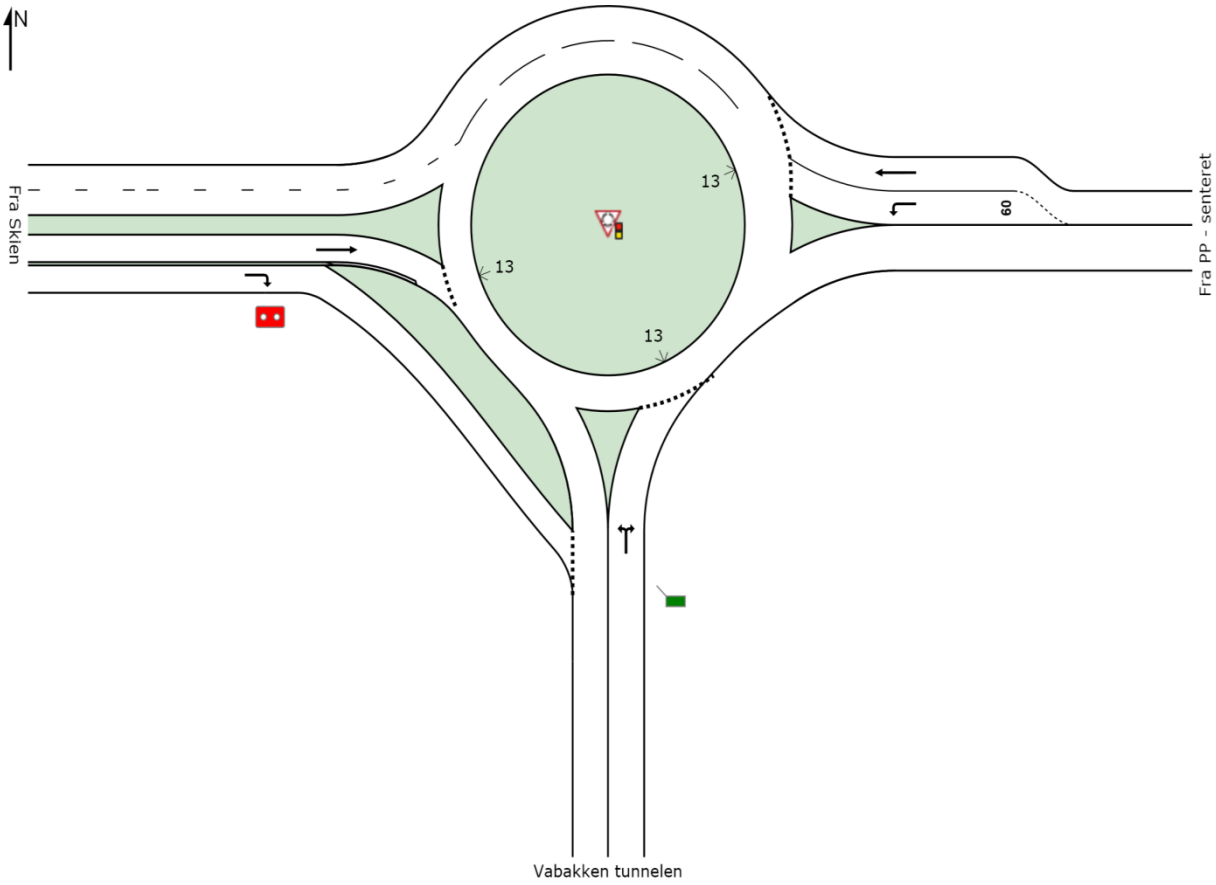
Det var viktig å benytte samme datagrunnlag ved modellering av tilfartskontrollen som ved modellering av eksiterende situasjon. Dette er egentlig relativt enkel arbeidsoperasjon i SIDRA INTERSECTION. SIDRA INTERSECTION har en meget kjekk funksjon som heter *convert to.* Med denne funksjonen beholdes alle verdier og krysset konverteres til det man måtte ønske.

SIDRA INTERSECTION har en ferdig mal som heter *metering roundabout* som ble benyttet og tilpasset.

7.1 Utforming

Rundkjøringen ble i utgangspunktet beholdt lik. Det ble ikke endret på noen mål, men utformingen måtte endres noe. Det var kun kjørefeltet inn mot Porsgrunn sentrum som skulle få tilfartskontroll. Dette ville stemme best med slik feltforsøket var tenkt utført.

I modelleringen i SIDRA INTERSECTION ble det høyre kjørefeltet fra Skien lagt inn som et filterfelt. Det ble også lagt inn en rabatt som skille mellom kjørefeltene med en bredde på 0,5 meter. Utforming i SIDRA INTERSECTION er vist i figur 33.



Figur 33 Layout av modellering av rundkjøringen med tilfartskontroll

For å kunne sammenligne resultater var det viktig og ikke justere på noen av faktorene som påvirket kapasitet, forsinkelse og kølengder. Det ble derfor ikke gjort noen endringer på *Environment factor*, kritisk tidsluke eller følgetid.

7.2 Signalkontroll

En signalplan måtte lages for modelleringen og ikke minst til feltforsøket. I SIDRA INTERSECTION er det mulig å be programmet finne den optimale faseplanen. Dette er *optimum cycle time* i SIDRA INTERSECTION. Resultatene fra denne gav en rød tid på 15 sekunder, en blank tid på 17 sekunder og en gul tid på 3 sekunder. Se tabell 9 for resultatene.

Metered Approach		
Approach Name	Fra Skien	
Approach Location	West	
Red Time (Displayed)	15	sec
Blank Time (Displayed)	17	sec
Yellow Time	3	sec
Red Time (Effective)	18	sec
Blank Time (Effective)	17	sec
Blank Time Ratio	0.49	

Tabell 9 signalplan med "optimum cycle time" i SIDRA INTERSECTION

Det vil tilsi en reduksjon av grønnandel på armen fra Skien til ca. 50 %. Dette anså vi for å være litt mye i hvert fall i starten, så vi bestemte oss for å benytte 26 sekunder blank tid, 17 sekunder rød tid og 3 sekunder gul tid. Dette er vist i tabell 10.

	Blank Phase	Red Phase
Blank or Red Time (sec)	21	12
Yellow Time (sec)	3	3
All-Red Time (sec)	2	2
Phase Time (sec)	26	17
Phase Split (%)	60	40

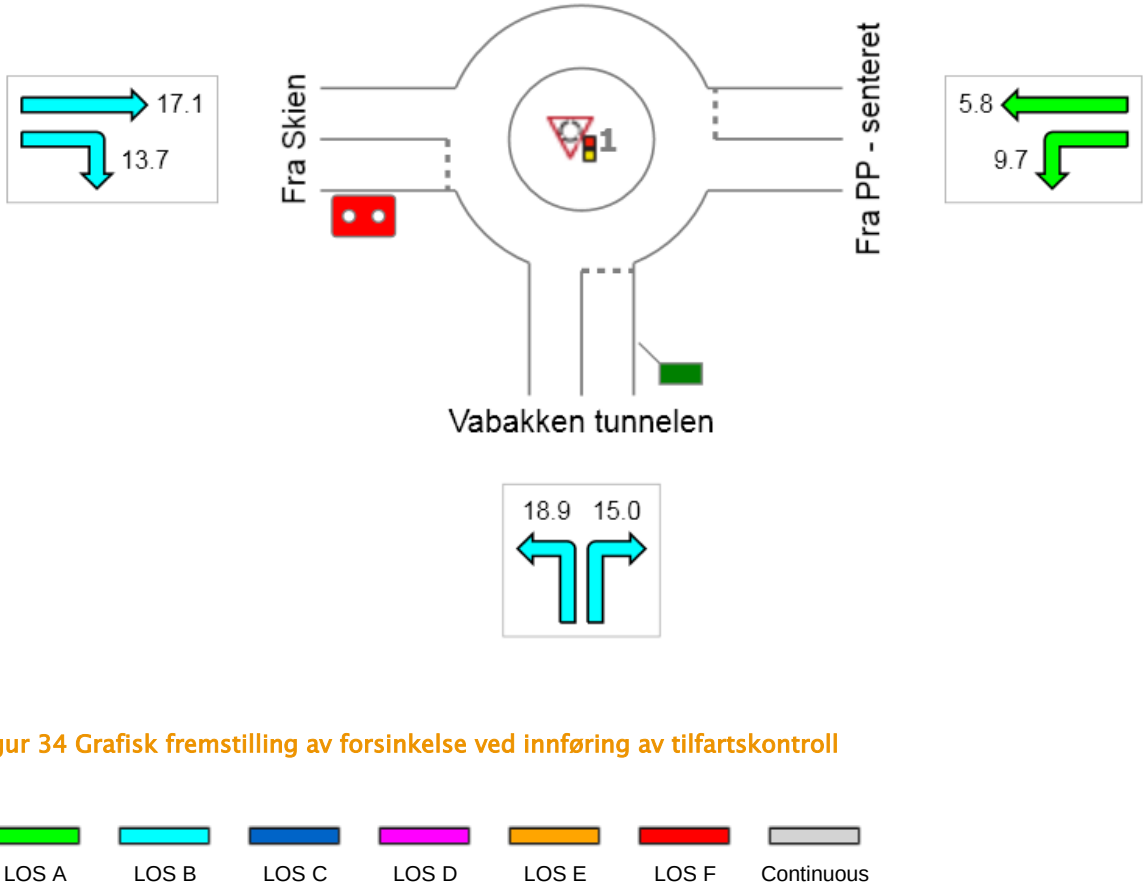
Tabell 10 Innlagt rød og blank tid

Innlagt rød tider og blank tider skulle i følge SIDRA INTERSECTION, gi resultater som vist i Tabell 11.

Movement Performance - Vehicles											
Mov ID	OD Mov	Demand Flows Total veh/h	HV %	Deg. Satn v/c	Average Delay sec	Level of Service	95% Back of Queue Vehicles veh	Distance m	Prop. Queued	Effective Stop Rate per veh	Average Speed km/h
South: Vabakken tunnelen											
1	L2	726	3.0	0.769	18.9	LOS B	13.7	98.3	1.00	0.95	46.0
3	R2	24	4.2	0.769	15.0	LOS B	13.7	98.3	1.00	0.95	45.2
Approach		750	3.0	0.769	18.8	LOS B	13.7	98.3	1.00	0.95	45.9
East: Fra PP - senteret											
4	L2	31	9.1	0.052	9.7	LOS A	0.2	1.9	0.58	0.69	44.8
5	T1	444	4.6	0.453	5.8	LOS A	3.7	26.7	0.77	0.65	46.0
Approach		475	4.9	0.453	6.0	LOS A	3.7	26.7	0.76	0.65	45.9
West: Fra Skien											
11	T1	618	4.3	0.756	17.1	LOS B	23.1	167.6	0.89	0.70	47.0
12	R2	636	4.6	0.778	13.7	LOS B	17.7	129.1	1.00	0.64	48.0
Approach		1254	4.5	0.778	15.4	LOS B	23.1	167.6	0.94	0.67	47.5
All Vehicles		2480	4.1	0.778	14.6	LOS B	23.1	167.6	0.92	0.76	46.7

Tabell 11 Resultater ved modellert rundkjøring med tilfartskontroll i SIDRA INTERSECTION for morgentrafikk 4.2.2015

Resultatene av modelleringen tilsa at det ville bli en liten nedgang i forsinkelsen for armen i fra Vabakkentunnelen med innføring av tilfartskontroll. Dette er også vist grafisk i figur 34.



Figur 34 Grafisk fremstilling av forsinkelse ved innføring av tilfartskontroll

8 Feltforsøk

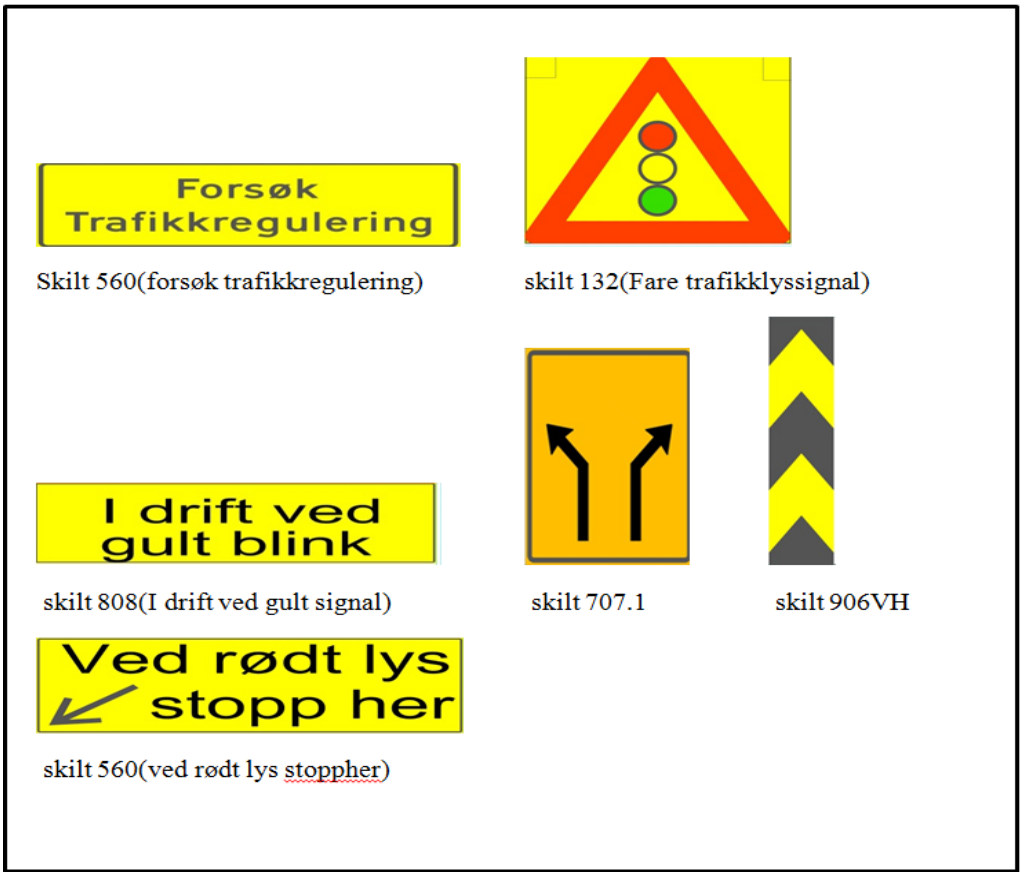
8.1 Planlegging

8.1.1 Planlegging av skilting og vegutstyr

Det var mye som måtte forberedes før feltforsøket kunne gjennomføres. Det måtte lages en skiltplan som var i tråd med skiltnormalene og den måtte godkjennes.

Spesielt var det utfordrende og skulle få til dette som bare skulle stå i en dag uten at det skulle koste for mye, men samtidig måtte det være godt nok.

Statens vegvesen sin håndbok N300(Statens vegvesen, 2012) har klare regler for skilting. Det var nødvendig med noen tilpasninger, men skiltplanen ble godkjent med skiltene i figur 35.

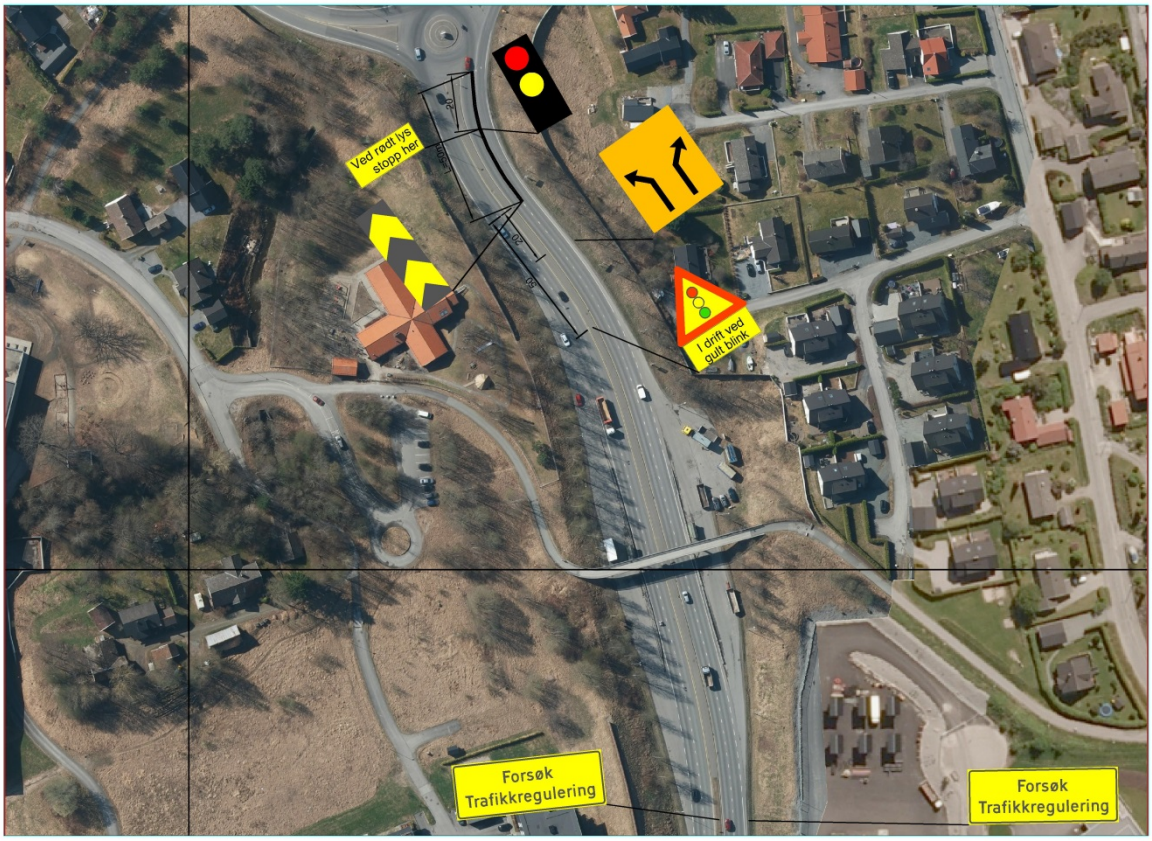


Figur 35 Skilt som ble benyttet i feltforsøket

Det var nødvendig å få laget et fysisk skille mellom kjørefeltene i retning Vabakkentunnelen. Dette på grunn av at vi kun skulle lysregulere tilfarten mot Porsgrunn sentrum. Kjørefeltene var brede nok slik at det skulle la seg gjøre å montere ledeskinner mellom kjørefeltene. Utfordringen var at skilt og lysanlegg skal stå på høyre side av kjørebanen. Det er eventuelt bare mulighet for å supplere med et ekstra skilt på venstre side av kjørebanen.

Noen tilpasninger måtte vi gjøre og det ble til slutt valgt at skiltet med «I drift ved gult blink» skulle plasseres på venstre side av kjørefeltet mot Porsgrunn sentrum i rabatten som skiller kjøreretningene. Det mobile signal anlegget ble tenkt plassert i mellom ledeskinnene som skulle bli en rabatt med dobbelt sett med ledeskinner.

Det ble bestemt at det skulle benyttes et mobilt signalanlegg. Driftsavdelingen hadde tilgang til dette og skilt gjennom driftsentreprenøren. Se figur 36 for hvordan feltforsøket ble planlagt.



Figur 36 Skiltplan med flyfotobakgrunn. Bilde er sett i nord – sørlig retning mot Porsgrunn

Det lot seg ikke gjøre å skaffe et signalanlegg med bare 2 lys. Det ble derfor bestemt å benytte et signalanlegg med 3 lys. Man fikk heller fjerne lyspæra for det grønne lyset. Grunnen til dette er at det ikke er ønskelig med grønt signal rett foran en rundkjøring. Det ble benyttet et tilsvarende mobilt signalanlegg som vist på figur 37 uten videodetektering.

Figur 37 Mobilt signalanlegg

8.1.2 Planlegging av dokumentering

Det hadde kostet betydelige summer å leie inn folk til å filme dagens situasjon, som ble gjort til beregningene i SIDRA INTERSECTION. Det ble derfor søkt etter muligheter for å begrense kostnadene. Det viste seg at det var en kollega som hadde bra kamera utstyr. Han gikk med på å stille opp å filme dagen.

8.1.3 Planlegging av informasjon til publikum

Det ble sammen med kommunikasjonsrådgiver laget en pressemelding som ble sendt ut til medier. Vi valgte å gjøre dette etter å ha forhørt oss med avisene om dette kunne være interessant for media og om de kunne tenke seg å lage noe ut av dette. Alternativet var en kunngjørings annonse hvor vi hadde opplyst om hva som skulle skje. Det er en helt annet synbarhet på saker avisene selv velger å lage en sak på. Vi valgte å satse på det.

8.2 Rigging og tilpasninger

8.2.1 Testing av kamera

Forrige filming hadde gitt noen erfaringer. Det ble derfor bestemt å reise ut dagen før for å gjøre prøvefilming. Det er viktig med tanke på sollys, vind og festemuligheter. Vi fant en bra plassering til Goprokameraet hvor vi fikk med det meste.

8.2.2 Oppsetting av utstyr

Oppsettingen av utstyret skulle starte dagen før feltforsøket for at vi kunne være sikre på at alt ble klart til forsøksdagen. Det ikke ble nødvendig med dobbelt sett med ledeskinner. Det mobile signalanlegget kunne delvis stå over skinnene. Det ble lenge vurdert en kumring som beskyttelse for signalanlegget, men dette ble det gått bort i fra.

Skiltene ble satt opp kvelden før feltforsøksdagen, men vi snudde de slik at de ikke enda var i drift. Ledeskinnene ble montert og vi festet hver tredje med franske skruer til asfalten, slik at de ikke skulle flytte på seg. Det ble montert skilt 906VH foran med en gang. NCC stilte med kranbil og skiltvogn til jobben. Det ble likevel mye manuelt arbeid.

Vi klarte å få til ca. 4,2 meter brede kjørefelt. Det var tilstrekkelig plass.

Signalanlegget satte vi midlertidig i rabatten som skiller kjøreretningene og snudde det vekk. Lyspæra til det grønne lyset ble fjernet.

8.2.3 Respons fra media

Pressemeldingen ble sendt ut dagen før feltforsøket. Det ble umiddelbar respons. Varden, Porsgrunns dagblad og Telemarks avisa tok kontakt i løpet av de 2 nærmeste timene. NRK Telemarkssendinga tok også kontakt og ønsket å være med på åpningen av dette på direkten. NRK ville at åpningen skulle skje direkte på radioen før 0700 nyhetene og med en oppfølging av hvordan forsøket gikk 15 minutter etterpå.

8.3 Gjennomføring av feltforsøk

Dagen startet klokken 0600 med å snu skilt riktig veg og sikre at disse stod støtt. Ansvarlig for det mobile signalanlegget og resten av utstyret var med helt fra starten.

Alt var egentlig klart bortsett fra hvordan vi skulle få til signalplanen. Det viste seg at det mobile signalanlegget hadde noen begrensninger.

8.3.1 Mobil signalanlegg

Det mobile signalanlegg som ble benyttet var egentlig konstruert til å bli brukt ved vegarbeid, et såkalt skyttelanlegg. Signalanlegget hadde derfor ikke mulighet til å bli stilt inn nøyaktig slik vi ønsket. Det måtte legges inn en grønn tid og avstand. Dessverre ble ikke den grønne tiden vi la inn til reel grønntid. Vi ble derfor tvunget til å prøve oss litt frem og tilbake.

Resultatet ble at vi fikk til en signalplan med rød tid 36 sekunder og blank tid 25 sekunder. Disse verdiene måtte vi måle med stoppeklokke. Gul tiden var 3 sekunder. Det var ikke dette jeg hadde regnet meg frem til, men det så likevel ut til å passe ganske bra. Det er en kraftig redusering av kapasiteten på armen fra Skien, så en signalplan med en høyere grønntidsandel, ville ha hatt større kapasitet for den signalregulerte armen.

8.4 Igangsettelse av tilfartskontrollen

Nøyaktig klokken 0650 startet vi signalanlegget direkte på morgensendinga på NRK Telemark. Dette var til stor nytte for oss som informasjon til publikum. Figur 38 viser anlegget i drift.

Figur 38 Feltforsøk i drift

8.4.1 Forståelse av anlegget fra bilister

Bilistene forstod raskt at de skulle stoppe for rødt lys. Det var imidlertid to andre aspekter ved forsøket. Noen trafikanter forstod ikke at de skulle kjøre når signalet skiftet fra rødt til gult til blankt. Det var tydelig at de fleste er vant til at de ikke skal kjøre før det ble grønt lys.

Det var også en del trafikanter som trodde de skulle stoppe for rødt lys selv om de kjørte i kjørefeltet som lå til høyre for signalanlegget. Dette opplyste vi om direkte på radioen klokken 0710 og det hjalp litt.

Det var nesten ingen kjøring på rødt lys, så det var tydelig at trafikantene respekterte signalanlegget.

Det så heller ikke ut til at trafikantene glemte de vanlige reglene for rundkjøringen. Signalanlegget så ut til å være trukket tilstrekkelig tilbake fra rundkjøringen.

8.5 Observasjoner av trafikkavvikling

Det ble raskt klart at dette hadde en positiv effekt for rundkjøringen og ikke minst trafikken fra Vabakkentunnelen.

Trafikken gled greit og det så ut til at grønntiden var lang nok til at køen foran tilfartskontrollen ble tømt før neste rød tid ble startet. Når det noen ganger var trafikanter som stod over en hel blank periode, ble det litt lange køer.

8.5.1 Morgenforsøket

Køen fra Vabakkentunnelen var kraftig redusert. Den lengste observerte køen fra Vabakkentunnelen var ca. 200 meter. Det var helt klart at den gjennomsnittlige forsinkelsen herfra, måtte ha blitt kraftig redusert. Vi hadde på forhånd alliert oss med noen kollegaer som kjører her daglig. De kunne melde om kraftig redusert tid for å komme seg på jobb.

Køen i armen fra Skien så ut til ikke å overstige ca. 15 personbiler.

<u>0715 – 0730:</u>

Anlegget har stått i drift i ca. 20 minutter. Fungerer utmerket.

Arm fra Skien: Noen trafikanter i høyre kjørefelt, som skal mot tunnelen, tror at de også må stoppe for det røde lyset. Blir dermed noe kø i dette feltet. Løser seg raskt opp igjen. Lengste registrerte kø var 15 personbiler. Disse ble avviklet i neste blanke periode.

Arm fra Vabakkentunnelen: Første kø oppstår 0725. Den er 80 meter lang. Etter dette er det nesten ikke kø, kun sakte gående trafikk. Lengste observerte kø til sving ved tunnel. Denne var kortvarig. Løste seg raskt opp og var vekk.

Arm fra Porsgrunn sentrum: Lite kontroll på denne, men det ble noe lengre køer enn til vanlig.

<u>0730 – 0745:</u>

Lite trafikk i start av perioden. Registrer noen som ikke kjører når signalanlegget går i blank.

Arm fra skien: Fortsatt noen i høyre felt, som stopper for rødt signal i indre kjørefelt. Lengste kø er 15 personbiler. Køene blir lengre med en gang tunge kjøretøy er involvert. Disse bruker

lengre tid på oppstart. En bil kjører ikke på blankt signal. Lite biler akkurat da fra Skien, så det blir ikke noe ekstra kø av det.

Arm fra Vabakkentunnelen: Lengste kø er ca. 120 meter lang. Ca. 15 personbiler. Det ser ut til at køene løser seg opp i løpet av 30 sekunder og går over til saktegående trafikk. Mye trafikk herfra under hele perioden. Nesten ikke trafikk herfra lenger i siste minutt av perioden. Tom for trafikk herfra klokken 0745. Kommer ny pulje rett etterpå på 5 – 6 biler av gangen.

0745 – 0800:

Arm fra Skien: Lengste kø ca. 20 personbiler. Noen som ikke kjører på blankt signal, noe som medfører litt lengre køer på armen fra Skien enn nødvendig. Fortsatt noen i høyre kjørefelt som stopper for rødt lys i indre kjørefelt, men færre enn tidligere. Ca. 14 biler avvikles i hver blanke periode i armen fra Skien.

Arm fra Vabakkentunnelen: Lengste kø er ca. 80 meter lang. Køen ble løst opp i løpet av 20 sekunder. Ingen kø ellers i perioden. Køen besto av 11 personbiler.

0800 – 0815:

6 personbiler som venter ved signalregulering i starten av perioden. Ingen kø fra tunnel eller fra Porsgrunn sentrum. 1 personbil som stopper opp før rundkjøring og ikke kjører før bakenforliggende biler får grønt. Den har antageligvis kjørt på rødt signal.

Ingen som stopper for rødt signal i ytre kjørefelt.

Arm fra Skien: Lengste observerte kø er 18 personbiler.

Arm fra Vabakkentunnelen: Lengste observerte kø er ca. 80 meter lang og består av 7 personbiler. Oppløst i løpet av 20 sekunder.

Arm fra Porsgrunn: Har ingen kø.

Etter dette har vi ikke filmet på grunn av tomt batteri. Trafikken hadde da avtatt og signalregulering ble slått av 0830.

8.5.2 Ettermiddagsforsøket

Vi valgte å beholde samme signalplan på det mobile signalanlegget. Det så ut til å fungere greit på morgenen, så da ville det være greit å se om det samme fungerte på ettermiddagen.

Det var ikke enkelt å justere på fasene, så det var enklest å la det være også. Vi skaffet et håndholdt videokamera til ettermiddagsforsøket som vi monterte i en bil for å filme kø ved tunnelen.

1445 – 1500:

Fortsatt stor respekt for lyssignalet. Ingen som stanser for rødt signal i ytre kjørefelt, før en bil i siste minutt av perioden. Ikke den store trafikken enda.

Arm fra Skien: Lengste observerte kø er 13 personbiler. Alle biler avvikles i blank periode, slik at ingen står over en blank fase.

Arm fra Vabakkentunnelen: Lengste observerte kø er ca. 80 meter lang og består av 11 personbiler. Køer var borte på under 20 sekunder. Ingen kø ellers i denne armen.

1500 – 1515:

Noen biler i ytre kjørefelt som fortsatt stanser ved rødt lys. Lite trafikk i start av perioden.

Arm fra Skien: Ca. 12 personbiler avvikles i hver blanke fase. Lite kø i armen fra Skien, spesielt i slutten av perioden.

Arm fra Vabakkentunnelen: Ca. 14 biler kommer seg gjennom rundkjøringen i hver røde fase for armen fra Skien. Noen klarer også å komme seg inn mens det er blank periode for armen fra Skien. Periodevis mye trafikk fra tunnelen. Saktegående trafikk så vidt forbi bru over vegen, men kun kortvarig stillestående kø.

Målt at biler, på det meste, står rolig kun i 20 sekunder før de igjen kan kjøre. Køen strakk seg på det lengste til 200 meter bak til tunnelåpningen, men var igjen borte på under 2 minutter. Dette var lengste observerte kølengde.

Arm fra Porsgrunn: Ser ut til å gli greit.

1515 – 1530:

En bil som ikke helt forstår hvordan han skal kjøre når han kommer frem til rundkjøringen. Denne person er tydelig ny med norske trafikkregler. Få som stopper i ytre kjørefelt ved rødt lys i indre kjørefelt.

Arm fra Skien: Lite eller ingen kø i start av perioden. Alle biler betjenes i blank fase. Samme resultat for slutten av perioden. Lite eller ingen kø.

Arm fra Vabakkentunnelen: Trafikken glir godt. Korte varige køer. Økende trafikk i armen i slutten av perioden. Sakte gående trafikk. Lite kø. Lengste observerte kø, er til 80 meter.

Arm fra Porsgrunn: Ser ut til å gli greit. Lite eller ingen kø.

1530 – 1545:

Trafikken glir godt i starten av perioden. Lite kø og ingen som stopper for rødt lys i indre kjørefelt. Trafikken tar seg noe opp etter klokken 1540. De små køene som oppstår i armen fra Vabakkentunnelen, rekker å bli avviklet mens armen fra Skien har rødt lys.

Arm fra Skien: Mellom 10 – 14 biler som kjører i blank fase.

Arm fra Vabakkentunnelen: Lengste observerte kø er ca. 80 meter.

Arm fra Porsgrunn: Ser ut til å gå greit.

1545 – 1600:

Mere trafikk nå. Noen som igjen stanser for rødt lys i ytre kjørefelt.

Arm fra Skien: Får ikke nøyaktige observasjoner fra video på kølengder, men køene strekte seg til bru ved enkelte anledninger.

Arm fra Vabakkentunnelen: Lengste observerte kø er ca. 200 meter til tunnelåpning. Virker som det er noe kø igjen i noen av periode, som ikke rekker å løse seg mens det er rødt lys. Trafikken herfra avtar de siste 5 min av perioden. Tilfartskontrollen kunne tidvis vært avslått, slik at rundkjøringen som helhet hadde hatt større kapasitet. Dette gjaldt spesielt i slutten av perioden.

Sakte gående trafikk observert ca. 240 meter til sving i tunnel ved størst trafikk. Varighet er ca. 3 minutter før den sakte gående trafikken har avtatt til bru. Det holdes store avstander mellom biler, noe som forlenger køen.

Arm fra Porsgrunn: Lite problemer.

1600 – 1615:

Fortsatt noen som stopper for rødt lys av de som skal mot tunnelen. Lite trafikk fra tunnelen i starten av perioden.

Arm fra Skien: Enkelte biler står litt før de skjønner at de kan kjøre på blankt signal. Dette skaper lengre køer enn nødvendig.

Arm fra Vabakkentunnelen: Trafikken herfra har avtatt. Kommer ny pulje ca. 1605. Lengste observerte kø er 110 meter lang.

Arm fra Porsgrunn: Fungerer greit.

1615 – 1630:

Noen få trafikanter som fortsatt stopper ved rødt lys i ytre kjørefelt.

Arm fra Skien: En bil velger å bli stående over en blank fase og står således rolig i 110 sekunder. Det lager lange køer på denne armen. Køen strekker seg da bak til ca. 200 meter. Dersom vi antar at en bil tar ca. 7 meter plass i en kø, vil det si at det stod ca. 29 biler i kø.

En bil som legger seg i ytre kjørefelt og svinger over i rundkjøringen, slik at han kan kjøre mot Porsgrunn sentrum. Ser ut til at han er klar over at han har gjort noe feil. Kjøremåten tilsier det.

Arm fra Vabakkentunnelen: Ingen kø på denne armen i start av perioden. Lengste observerte kø var ca. 80 meter lang og besto av 10 biler. Største delen av perioden er uten kø på denne armen.

Arm fra Porsgrunn: Ingen problemer.

8.6 Beskrivelse av trafikanters kjøremønster i feltforsøket

Armen fra Porsgrunn sentrum fikk noe lenger køer, nå som trafikken fra armen fra Vabakkentunnelen i større grad blokkerte for at de som ønsket å kjøre inn i rundkjøringen. Det var likevel kun små forsinkelser. Det var ikke alle som hadde forståelse for at det var satt begrensninger for armen fra Skien, til alles felles beste. Likevel var det flere «tommel opp» fra trafikanter.

En ting som helt tydelig hadde økt kapasiteten i alle armene var hvis trafikantene hadde vært flinkere til å følge på og ikke holdt så stor av stand til kjøretøyene foran i kø. Det ble tidvis observert plass til tre vogntog i mellom biler. Dette skapte unødvendig lange køer. Mye av køene inn i tunnelen kunne vært unngått dersom det ikke ble holdt så stor avstand.

Det virket også som at trafikantene reagerte seint både på lys og når køene flyttet på seg. En litt større våkenhet i trafikken ville gitt mindre køer.

9 Resultater

Signalplanen var blitt mye endret i feltforsøket i forhold til simuleringen i SIDRA INTERSECTION. Det var derfor interessant å modellere signalplanen som var blitt benyttet under feltforsøket. Rød tiden og blank tiden var målt med stoppeklokke. Det var derfor viktig å benytte tiden som ble vist i signalanlegget. Den finner man som «displayed» rød tid og blank tid i tabell 12, som viser de innlagte verdiene.

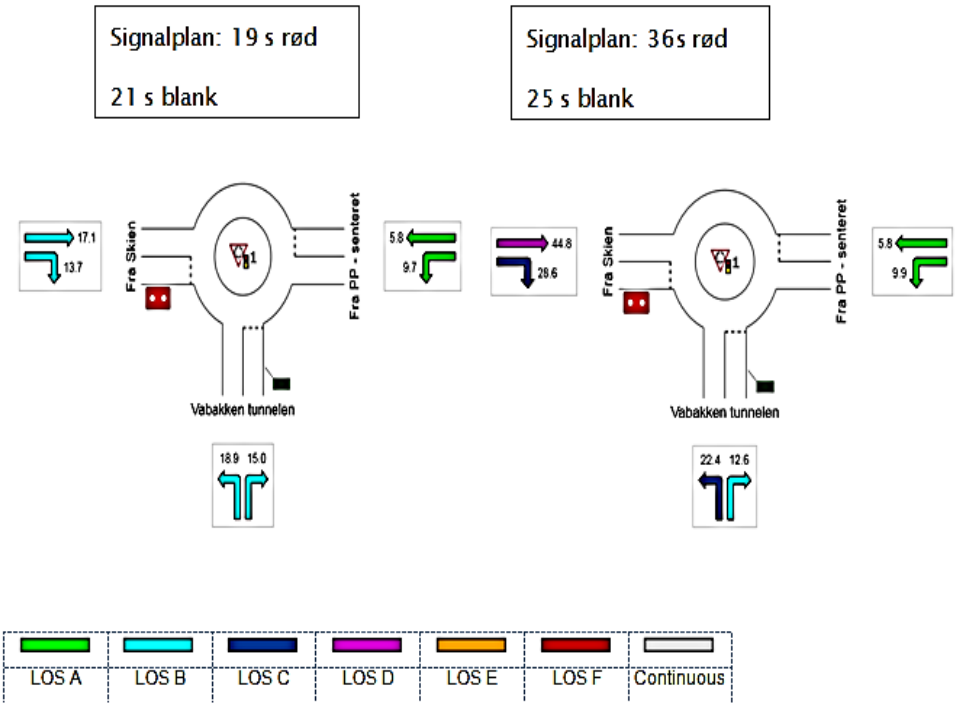
Metered Approach		
Approach Name	Fra Skien	
Approach Location	West	
Red Time (Displayed)	36	sec
Blank Time (Displayed)	25	sec
Yellow Time	3	sec
Red Time (Effective)	39	sec
Blank Time (Effective)	25	sec
Blank Time Ratio	0.39	

Tabell 12 Signalplan i SIDRA INTERSECTION justert slik som feltforsøket ble

Disse verdiene gav andre resultater enn med den forrige signalplanen. Forsinkelsen i armen fra Skien var økt til 22,1 sekunder fra 18,8 sekunder fra forrige signalplan. Det vil si at forsinkelsen egentlig skulle øke med tilfartskontroll i forhold til uten tilfartskontroll.

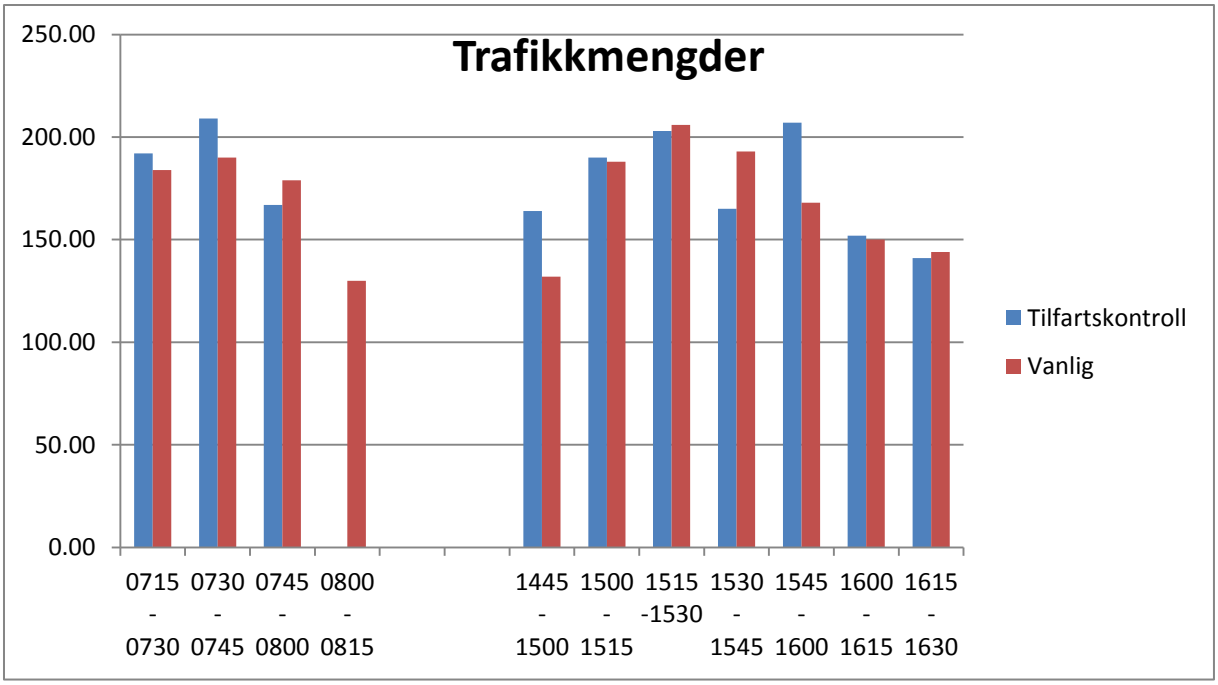
Sammenligning mellom forsinkelsene av de 2 signalplanene er grafisk fremstilt i figur 39. Når man skal sammenligne dette, må man huske på å sammenligne vist tid. Derfor ble 17

sekunder rød tid til 19 sekunder vist rød tid og 26 sekunder med blank tid ble til 21 sekunder vist blank tid.



Figur 39 Grafisk fremstilling av LOS for de 2 forskjellige signalplanen

Trafikkmengdene i feltforsøket og i modelleringen var ikke helt likt. Dette vises i figur 40.



Figur 40 Sammenstilling av trafikkmengder for dagen med feltforsøket og for dagen uten tilfartskontroll

9.1 Sammenligning mellom feltforsøk og vanlig trafikkmønster

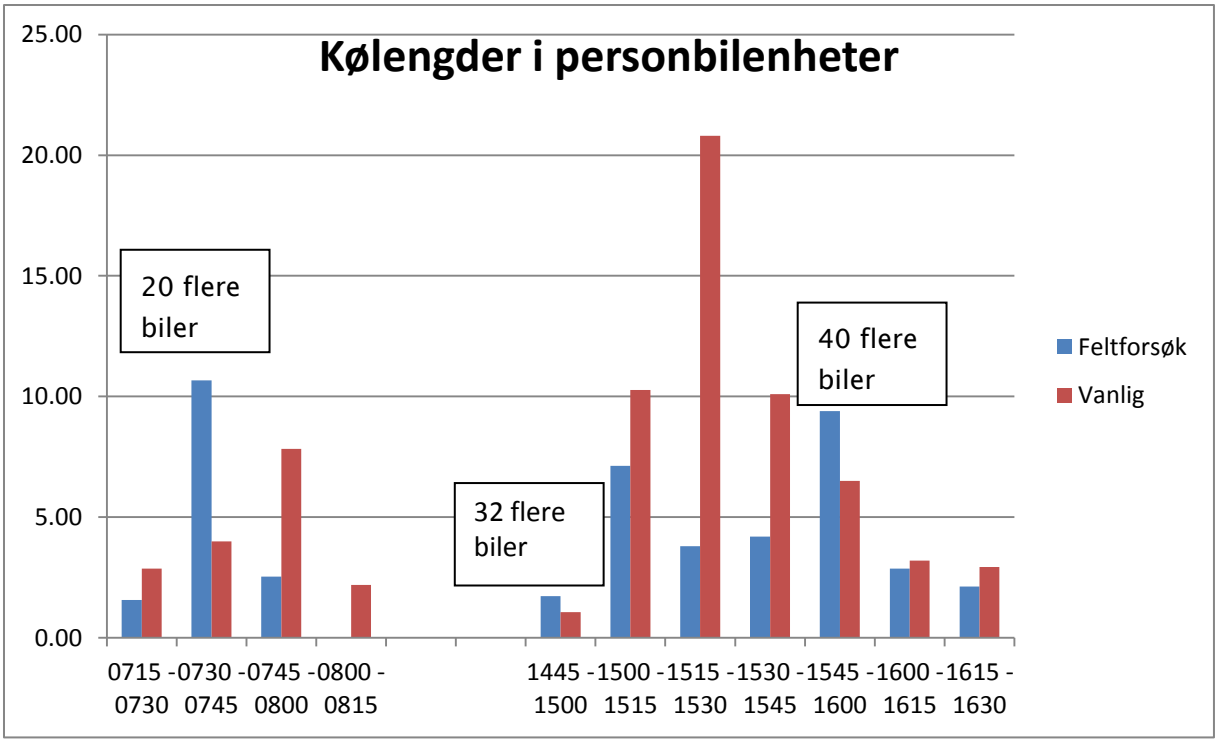
Sammenligning mellom feltforsøket og det vanlige trafikkmønsteret er det mest interessante. Det beste hadde vært om feltforsøket og sammenligningsgrunnlag hadde vært fra samme dag. Det lar seg dessverre ikke gjøre av naturlige årsaker.

Kølengder i antall personbilenheter danner grunnlag for utregning av gjennomsnittlig forsinkelse. Derfor er det naturlig å se på dette først. Sammenligning av kø er vist i figur 42 og sammenligning av forsinkelse er vist i figur 43. Det er gjort sammenligning av trafikken for armen fra Vabakkentunnelen.

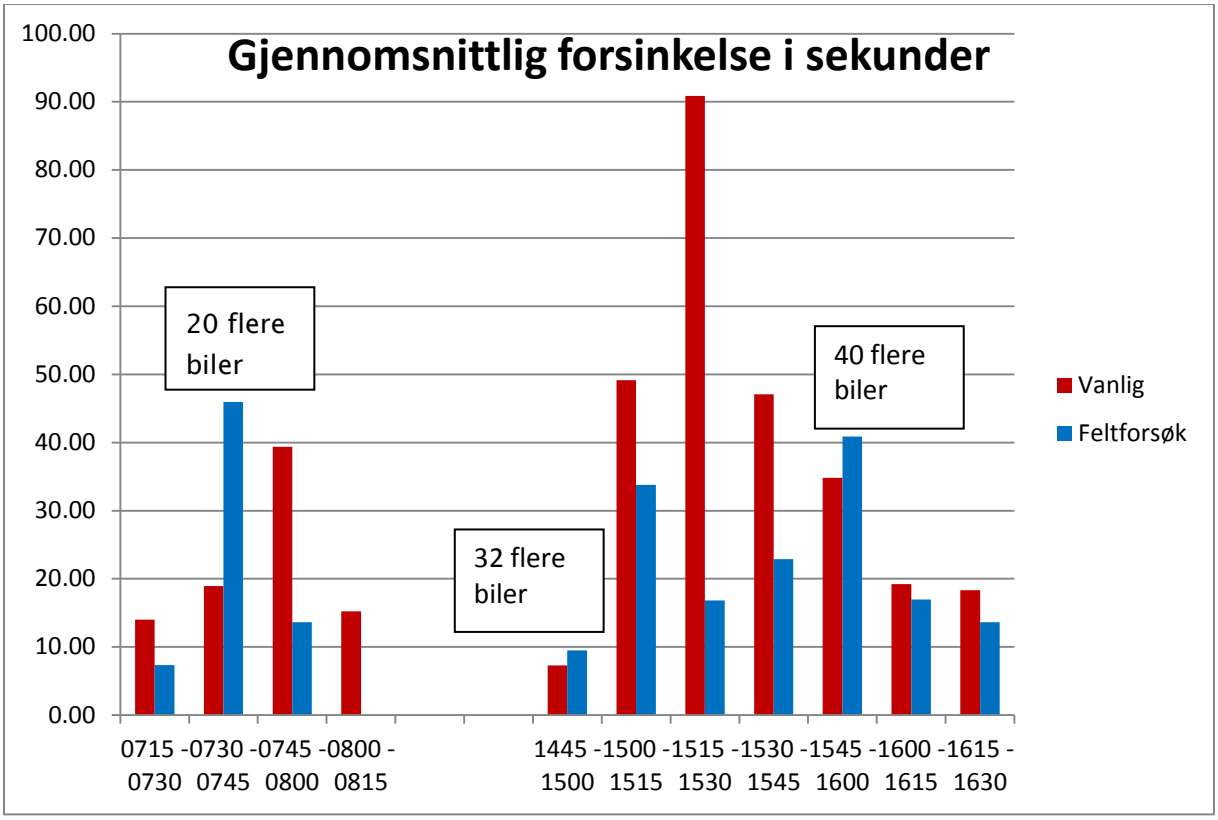
Sammenligning av kølengder fra Vabakkentunnelen viser at kølengdene ble kortere bortsett fra et kvarter om morgenen og 2 kvarter om ettermiddagen. Disse kvarterene hadde høyere trafikkvolum ved feltforsøket enn ved trafikktellingene uten tilfartskontroll noe som forklarer mye av disse resultatene.

Resultatene for forsinkelsene viser mye av det samme, noe som er naturlig når forsinkelse regnes ut fra kølengder og trafikkvolum. Trolig hadde resultatene blitt enda bedre med mulighet til å justere inn en bedre signalplan.

Sammenligningene viser at det ved noen tidspunkter var mye mindre kø og forsinkelse.



Figur 41 Sammenligning av kølengder med tilfartskontroll og uten tilfartskontroll for armen fra Vabakkentunnelen



Figur 42 Sammenligning av gjennomsnittlig forsinkelse med og uten tilfartskontroll for armen fra Vabakkentunnelen

Avisene var i hvert fall ikke i tvil om resultatene. Figur 41 viser utsnitt fra midtsiden i avisen Varden den 11.4.2005.

FORNØYD: Hans Christian Heisholt i Statens vegvesen var godt fornøyd med gårsdagens lysregulerings-eksperiment ved rundkjøringen på Bjørnstad. Foto: Pål Lundeholt

Fjernet køen med trafikklys

Statens vegvesen eksperimenterte torsdag med trafikklys ved rundkjøringen på Bjørnstad i Porsgrunn. Det ble en suksess.

Figur 43 Artikkel i avisen Varden den 11.4.2015

9.2 Sammenligning feltforsøk og beregninger i SIDRA INTERSECTION

Sammenligningen ble gjort for ettermiddagsforsøket i og med at det var filmet litt for kort på morgenforsøket til at det ble en hel time.

Når man skal sammenligne kan det være interessant å sammenligne med signalplanen SIDRA INTERSECTION foreslo og den som ble benyttet i feltforsøket.

Sammenligning av resultatene fra modelleringen med feltforsøket er viktig for å vurdere beskaffenheten til SIDRA INTERSECTION til slike modelleringer.

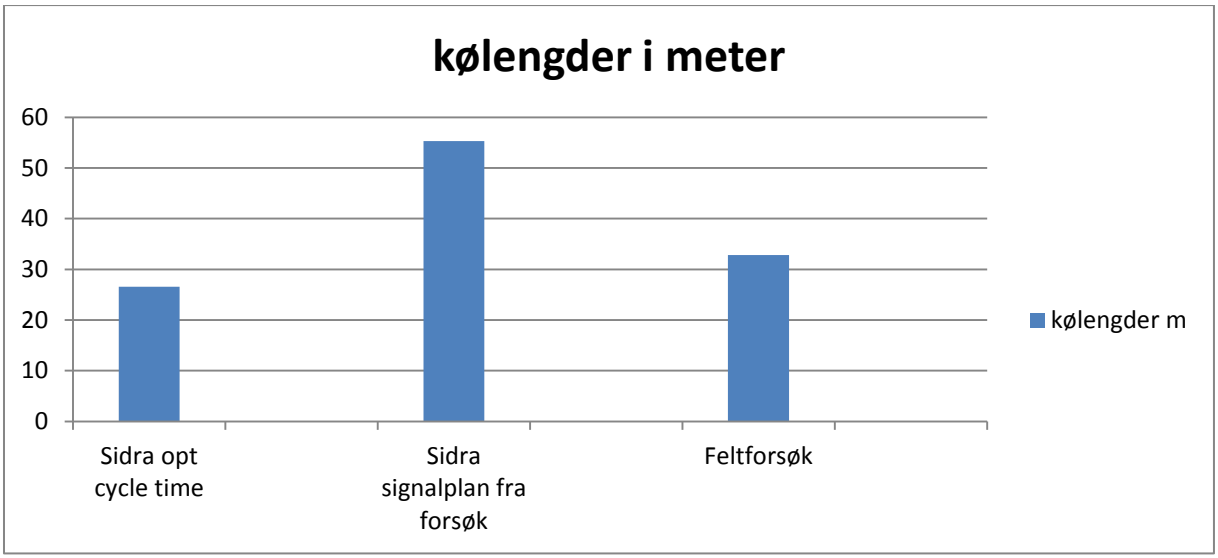
Det er tre parametere som er mest interessante å sammenligne. Det er gjennomsnittlig forsinkelse, kølengder i meter og kølengder i antall personbilenheter. Resultatene for dette er vist i tabellform i tabell 13.

[Skriv inn et sitat fra dokumentet eller sammendrag av et interessant poeng. Du kan plassere tekstboksen hvor som helst i dokumentet. Bruk kategorien Tegneverktøy for å endre formateringen av tekstboksen for sitat.]

	optimum.cycle.time	signalplan. forsøk	Feltforsøk
Kølengder i meter	26,6	55,3	32,8
Kølengder i personbil enheter	3,7	7,7	5,1
Gjennomsnittlig forsinkelse i sek	13,3	33,9	25,1

Tabell 13 Sammenligning av resultater for ettermiddagsforsøk og modelleringen med begge signalplaner

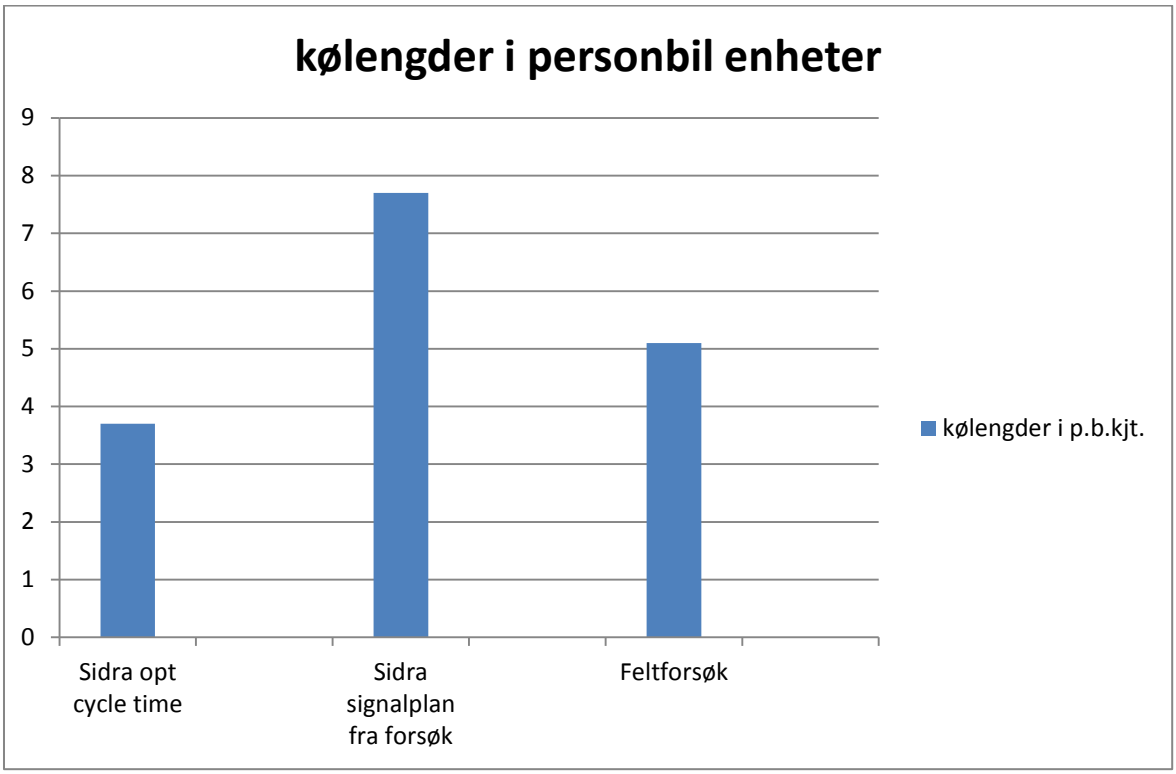
Signalplanen i feltforsøket virker ikke å ha vært optimal, når man ser på kølengder i meter. Figur 44 viser kølengdene satt opp mot hverandre. Kølengdene er faktisk noe kortere for feltforsøket enn de er for modelleringen i SIDRA INTERSECTION med samme signalplan.



Figur 44 Sammenstilling av kølengder i meter for modelleringen i SIDRA INTERSECTION og feltforsøk

Når man ser på kølengdene i personbilenheter, ser man forskjellene tydeligere. Figur 44 viser at forskjellen i kølengder er mindre ved sammenligning når kølengdene er registrert i personbilenheter.

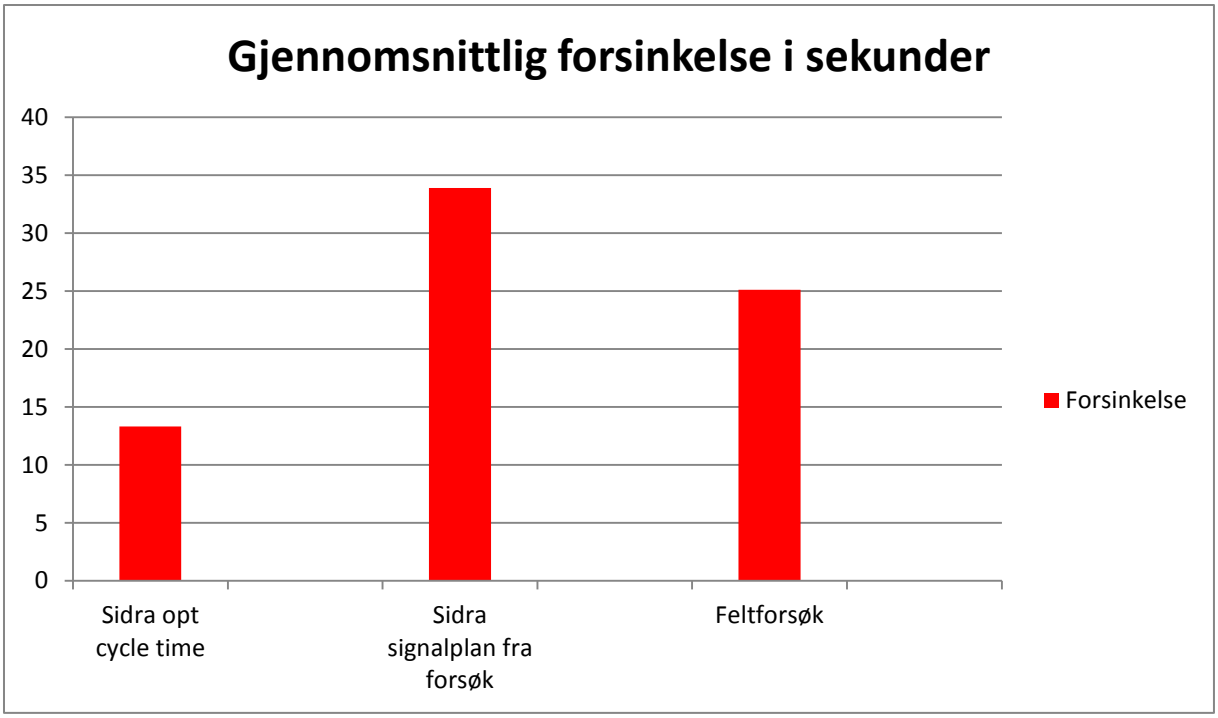
Det er en forskjell i kølengder på 4,3 meter, dersom man sammenligner kølengdene i meter og i personbilenheter. Det kan forklares med unøyaktige målinger eller at personbilene ikke tok opp en plass på 7 meter i køene. Dette er nærmere beskrevet i kapittel xx. Forholdet mellom kølengdene i personbilenheter er vist i figur 46.



Figur 45 Sammenligning av kølengder i personbilenheter mellom modellering i SIDRA INTERSECTION og feltforsøk

Gjennomsnittlig forsinkelse er utregnet fra kølengder i personbilenheter og trafikkvolum, så det er naturlig at det gir omtrent samme resultater som for kølengder.

Resultatene fra figur 47 viser at forholdene er relativt like mellom feltforsøket og modelleringen i SIDRA INTERSECTION når det gjelder gjennomsnittlig forsinkelse i sekunder.



Figur 46 Sammenligning av modellering i SIDRA INTERSECTION og feltforsøk av gjennomsnittlig forsinkelse i sekunder

Sammenligning viser tydelig at det kunne vært mye å hente på justering av signalplanen.

Det ble observert under tellinger av kø at biler ofte tok mindre plass enn 7 meter i kø. SIDRA INTERSECTION benytter som standardverdi 7 meter, men dette virket noe mye for denne rundkjøringen. Det kan forklare noe av forskjellene i lengder.

9.3 Ulikheter/feilkilder

Den største feilkilden er menneskelig. Når det skal telles kjøretøy til å bestemme svingebevegelser i så lange perioder, er det fort at det blir gjort noen feil, men det vil sannsynligvis ikke slå mye ut på det totale antallet.

Køtellinger er derimot mye vanskeligere. Det er utfordrende å bestemme om kjøretøyene er i rullende kø eller om de kjører forholdsvis uhindret.

Kølengder er en viktig faktor her i og med at forsinkelse regnes ut i fra kølengder og trafikkmengder.

Ved sammenligningen mellom feltforsøket og modelleringen, er det flere feilkilder.

Feltforsøket benytter ett tidsstyrt mobilt signalanlegg mens modellen benytter seg av en kødetektor i tillegg til tidsstyring. Det betyr at signalanlegget ikke skal slå seg på før

kølengden på armen som skal kontrolleres, når en spesifisert lengde. Dette var ikke tilfelle for feltforsøket, hvor det kun ble benyttet tidsstyring.

Det lot seg ikke gjøre å få full kontroll over kølengdene fra alle armene i Rundkjøringen ved feltforsøket. Videoene ga dessverre et litt for snevert utsnitt. Det er derfor kun beregnet forsinkelser og registrert kølengder for armen fra Vabakkentunnelen.

Ved tellinger av kølengder i kjøretøy, må man telle i personbilenheter. Dette medfører at man må gjøre om lastebiler og tunge kjøretøy til personbilenheter. Dette kan i noen tilfeller være vanskelig å bestemme om en lastebil er 2 personbilenheter eller 1,5 eller 2,5 personbilenheter.

Det var litt for mange som stoppet for rødt lys, selv om lyssignalet kun gjaldt for det andre lyssignalet. Det gjorde at tellinger av kø for denne armen ikke hadde blitt riktige. Det samme gjaldt for kjørefeltet som hadde tilfartskontroll ved at noen ikke kjørte når de skulle og således lagde lenger køer enn nødvendig.

10 Forslag til videre arbeid

Feltforsøket viste at tilfartskontroll i en ubalansert rundkjøring kan hjelpe til med å fordele prioritering, kø og forsinkelse mer «rettferdig» mellom armene i en rundkjøring.

Det ville trolig gitt bedre resultater dersom tilfartskontrollen hadde vært stående over flere dager slik at trafikantene ble bedre vant med tilfartskontrollen. Situasjonene med at noen trafikanter ikke kjørte i de blanke fasene kunne sannsynligvis vært unngått, dersom feltforsøket hadde vært utvidet til å vare i flere dager.

Bedre kontroll på hvor stor plass kjøretøyer tar i køer, kunne bidratt til bedre modeller og bedre sammenligninger mellom feltforsøk og modeller. Lengdene av tunge kjøretøy i SIDRA INTERSECTION er ikke nøyaktige nok. Det bør legges inn egne mål og regler for dette.

Et feltforsøk med konstante målinger av kølengder og forsinkelser, ville kunne gitt bedre datagrunnlag til beregninger. Dette er ikke lett å gjøre i praksis, men det er mulig at det hadde blitt bedre resultater dersom man benyttet en studentklasse til å telle og registrere samtidig som man benyttet videomålinger. Det bør i hvert fall legges stor vekt på at registreringene gjøres slik at man klarer å få data fra alle armene.

Muligheter for å få nøyaktige tellinger av køer og trafikkvolum, bør være med på å bestemme om rundkjøringer er egnet for forsøk med tilfartskontroll. Det bør også letes etter alternative metoder for å få registrert alt i samme tid.

Kollektivprioritering er aktuelt i busstraser og en tilfartskontroll kan helt klart være en mulighet til å gjøre at også rundkjøringer i større grad kan prioriteres for kollektivtrafikken. Det hadde hatt stor verdi for mange som planlegger kollektivtransport om det hadde vært gjort et forsøk med dette.

11 Konklusjon

Resultatene fra feltforsøket styrker teoriene om at en tilfartskontroll kan «hjelpe» en ubalansert rundkjøring. Feltforsøket viser at køene og forsinkelsene ble mere «rettferdig» ved innføring av tilfartskontroll på den dominerende trafikkstrømmen.

Rundkjøringen på Bjørnstad trenger hjelp av en tilfartskontroll i rushtiden for at fordelingen av prioritet, kø og forsinkelse i armene i rundkjøringen skal være mere lik. Resultatene og observasjonene viser dette klart.

SIDRA INTERSECTION virker å gi pålitelige resultater i modellering av en tilfartskontroll, men det skulle ha vært en mulighet til å velge om man ønsket detektor for kø eller ikke.

Porsgrunn kommune har et ønske om å få ned trafikkmengden i Porsgrunn sentrum. En tilfartskontroll i rundkjøringen på Bjørnstad vil kunne bidra til dette. Feltforsøket viste at trafikk fra Skien ble flyttet fra Porsgrunn sentrum til kjørefeltet mot Vabakkentunnelen. Det betyr at man oppnådde å flytte deler av trafikken fra fylkesveg 356 over til riksveg 36 ved hjelp av tilfartskontrollen.

Tilfartskontroll er en rimelig mulighet til i større grad kunne sidestille trafikkstrømmene i en rundkjøring uten at det må altfor store ombygninger til. Det anbefales at det innføres med sensorer som registrerer kø i armen som kontrolleres og at det benyttes et signalanlegg med tostegs lys. Fordelen med tilfartskontroll i motsetning til å lysregulere hele rundkjøringen er at det bare trenger å være i drift i rushtidene. Ellers i døgnet fungerer rundkjøringen godt nok og et lyssignal da ville laget unødvendige forsinkelser.

Det anbefales å innføre tilfartskontroll som et tiltak i Bjørnstad rundkjøringen. Kjørefeltet fra Skien mot Vabakkentunnelen foreslås ombygget til et filterfelt som går på utsiden av

rundkjøringen slik det ble modellert i SIDRA INTERSECTION. Tilfartskontrollen bør settes i drift ved hjelp av en detektor som registrerer når det er kø som strekker seg ca. 60 - 80 meter fra rundkjøringen. Signalplanen bør tilpasses undervegs, men ved innføring være i tråd med det som ble regnet ut i SIDRA INTERSECTION.

Tilfartskontroll i en rundkjøring virker å være en god kombinasjon av rundkjøring og lyskryss som løsning for kryssende veger. Man beholder de lave ulykkestallene som er for rundkjøringer og kapasiteten mens man også kan fordele prioritet, kø og forsinkelse på en bedre måte ved å innføre tilfartskontroll.

Utformingen av dagens rundkjøring virker å bidra til at forsinkelse, kø og prioritet er «urettferdig» fordelt. Det er mulig å holde stor fart i armen fra Skien, spesielt for de som skal mot Vabakkentunnelen. Dette bidrar til at de som kommer fra Vabakkentunnelen ikke kommer seg inn i rundkjøringen så ofte.

Referanser

Aakre, 2015. Personlig meddelelse, e-post 30.04.2015.

Akcelik, 2005. Roundabout model calibration issues and a case study, Akcelik and associates Pty Ltd, paper presented at the TRB National Roundabout Conference, Vail, Colorado, USA, 22 – 25 mai 2015.

Akcelik, 2013. Quick user guide to SIDRA INTERSECTION.

CSS, 1997. County Surveyors' Society (1997). *A Review of Signal Controlled Roundabouts*. CSS, Shrewsbury

FHWA, 2000: Federal Highway Administration, Roundabouts: An Informational Guide, Report RD-00-067(Juni 2000).

HCM, 2010. Highway Capacity Manual. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 2010.

Johannessen, Stein, 1975. Trafikkavvikling i forkjørsregulerte kryss, instutt for samferdselsteknikk, Norges tekniske høgskole – Universitetet i Trondheim, Publikasjon nr. 2, 1975.

Myhre, 2010: Praktisk uttesting av SIDRA for å vurdere kapasitets- og avviklingsforhold i rundkjøringer, NTNU 2010.

Natalizio, Emmanuel, 2005. Roundabouts with metering signals[internett]

Avaliable at:

http://www.sidrasolutions.com/documents/ENatalizio_ITE2005AnnMeetingPaper.pdf

Sintef, 2001. SINTEF rapport STF22 301304, Trafikkavvikling E6 Hedmark – Utforming og evaluering av tilfartskontroll ved Kolomoen, 2001.

Statens vegvesen, 2012. Håndbok N300 Trafikkskilt, del 1 Fellesbestemmelser
Statens vegvesen, 2012. Håndbok N300 Trafikkskilt, del 2 Fare-,markering-,vikeplikt-,forkjørsskilt
Statens vegvesen, 2012. Håndbok N300 Trafikkskilt, del 3 Forbud-, påbud-, opplysningsskilt
Statens vegvesen, 2012. Håndbok N300 Trafikkskilt, del 4A Vegvisning: planlegging og

anvendelse

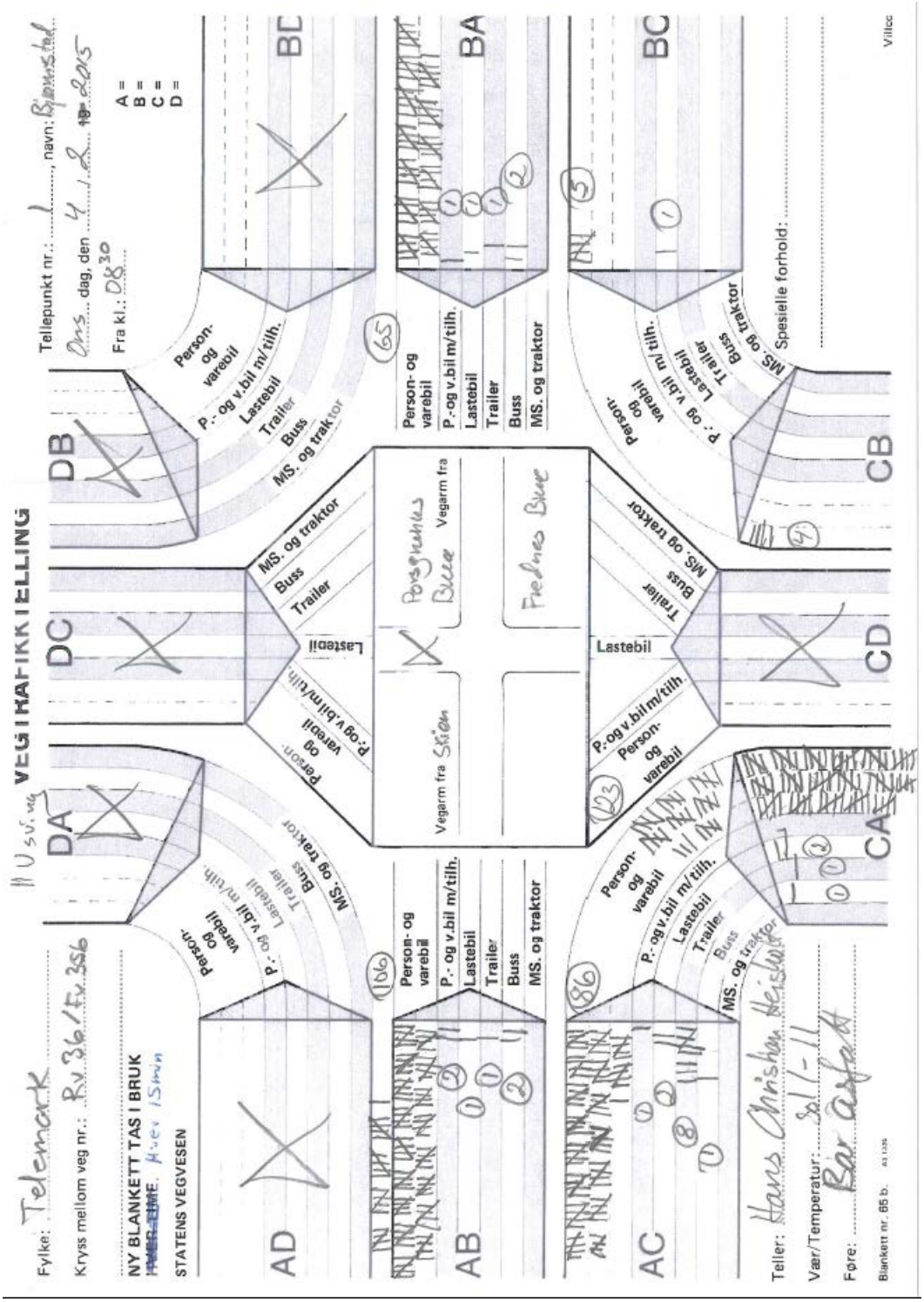
Statens vegvesen, 2012. Håndbok N300 Trafikkskilt, del 4B Vegvisning: detaljert utforming

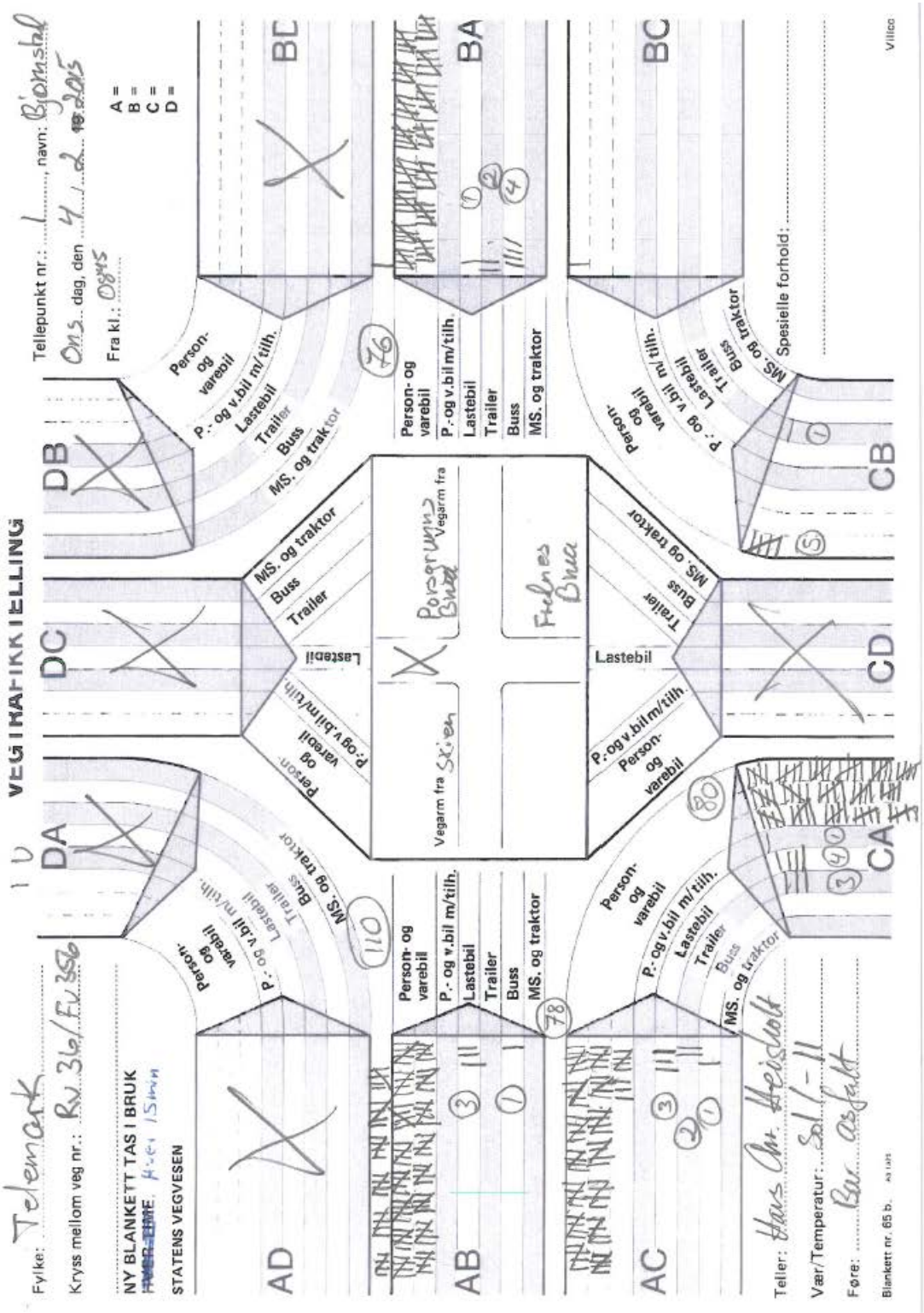
Statens vegvesen, 2012. Håndbok N300 Trafikkskilt, del 5 Serviceskilt og virksomhetsvisning

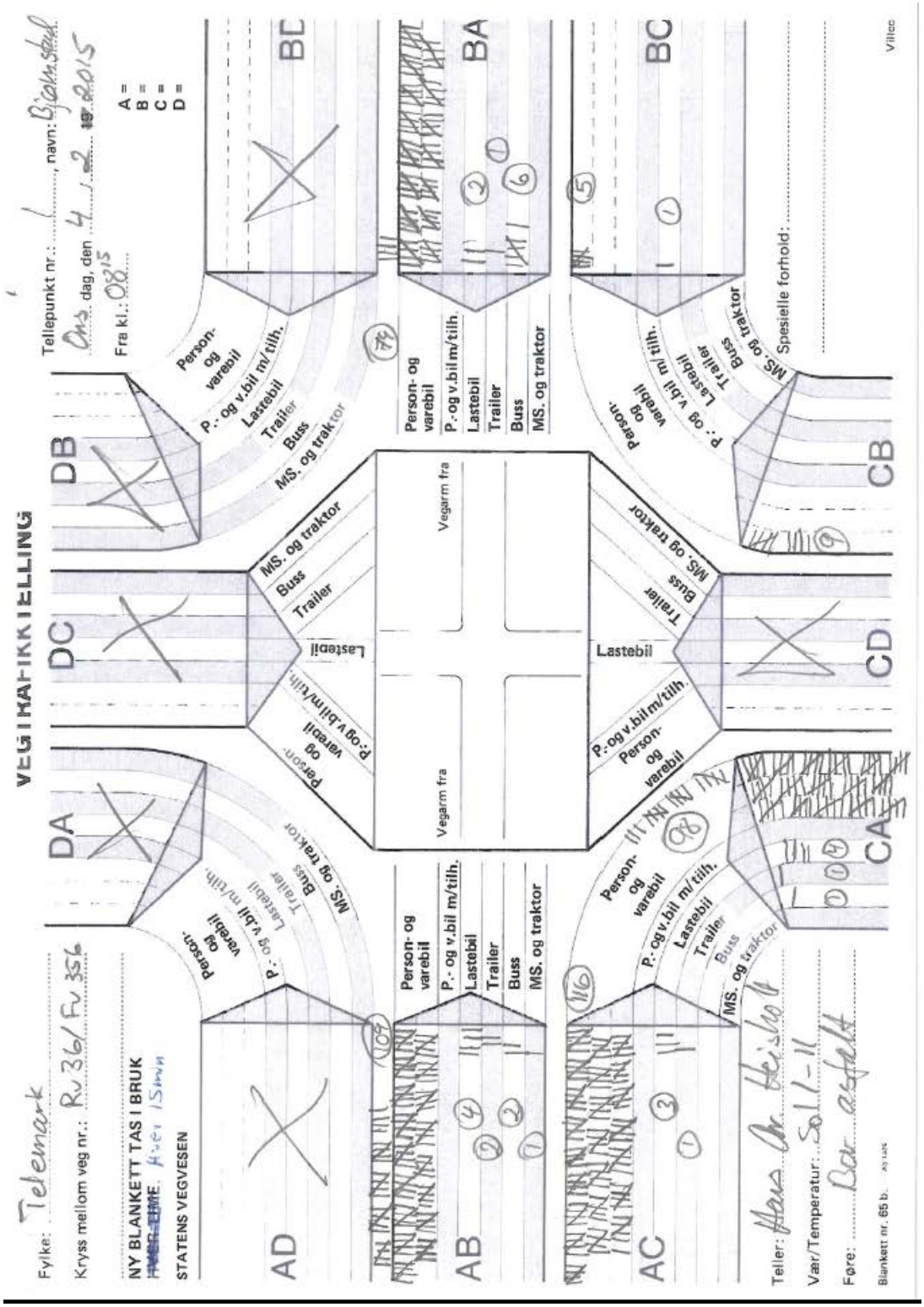
Statens vegvesen, 2013a. Håndbok N100 Veg- og gateutforming, s.l.: Statens vegvesen.

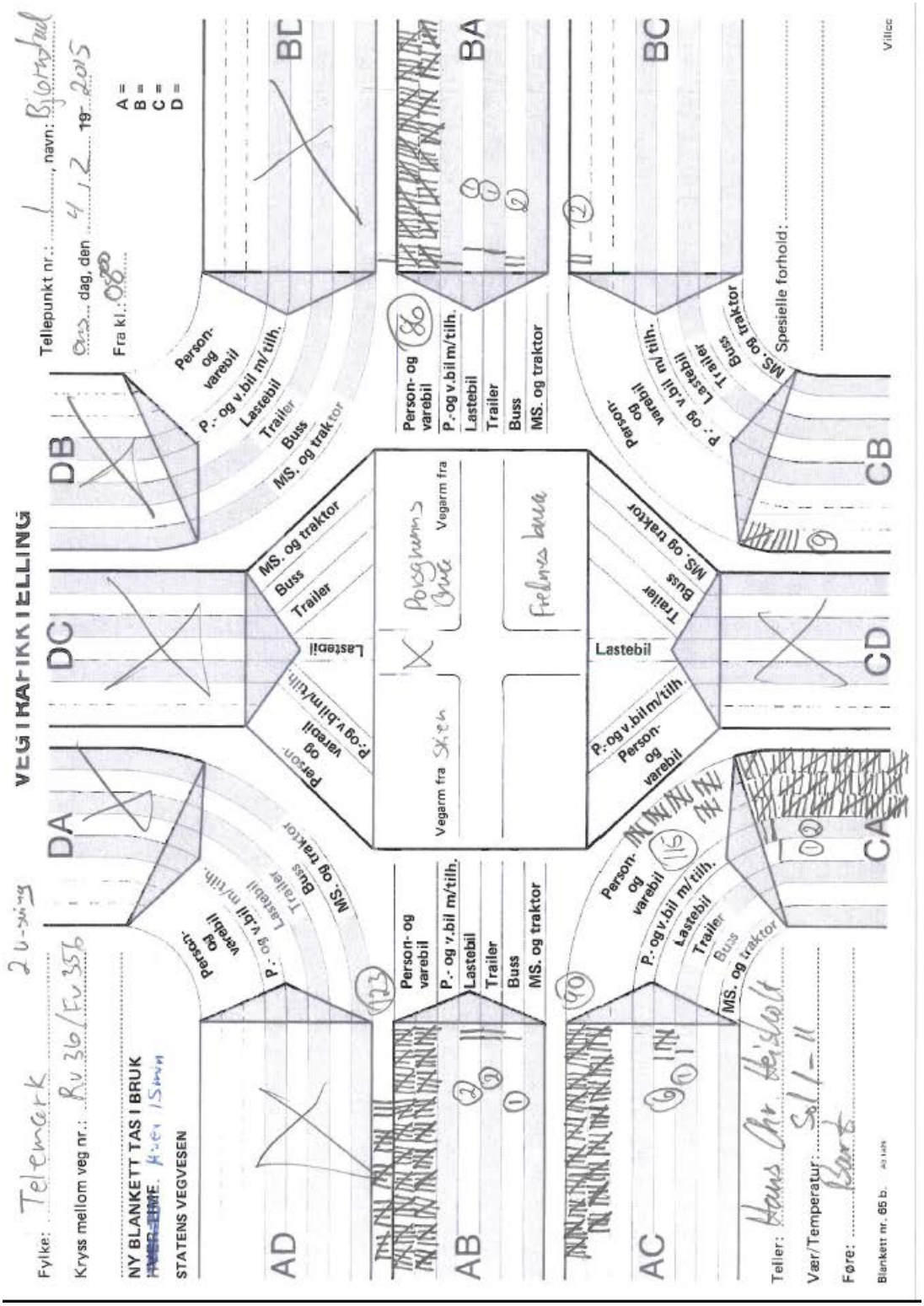
Statens vegvesen, 2013b. Veileder V121 Geometrisk utforming av veg- og gatekryss, s.l.: Statens vegvesen.

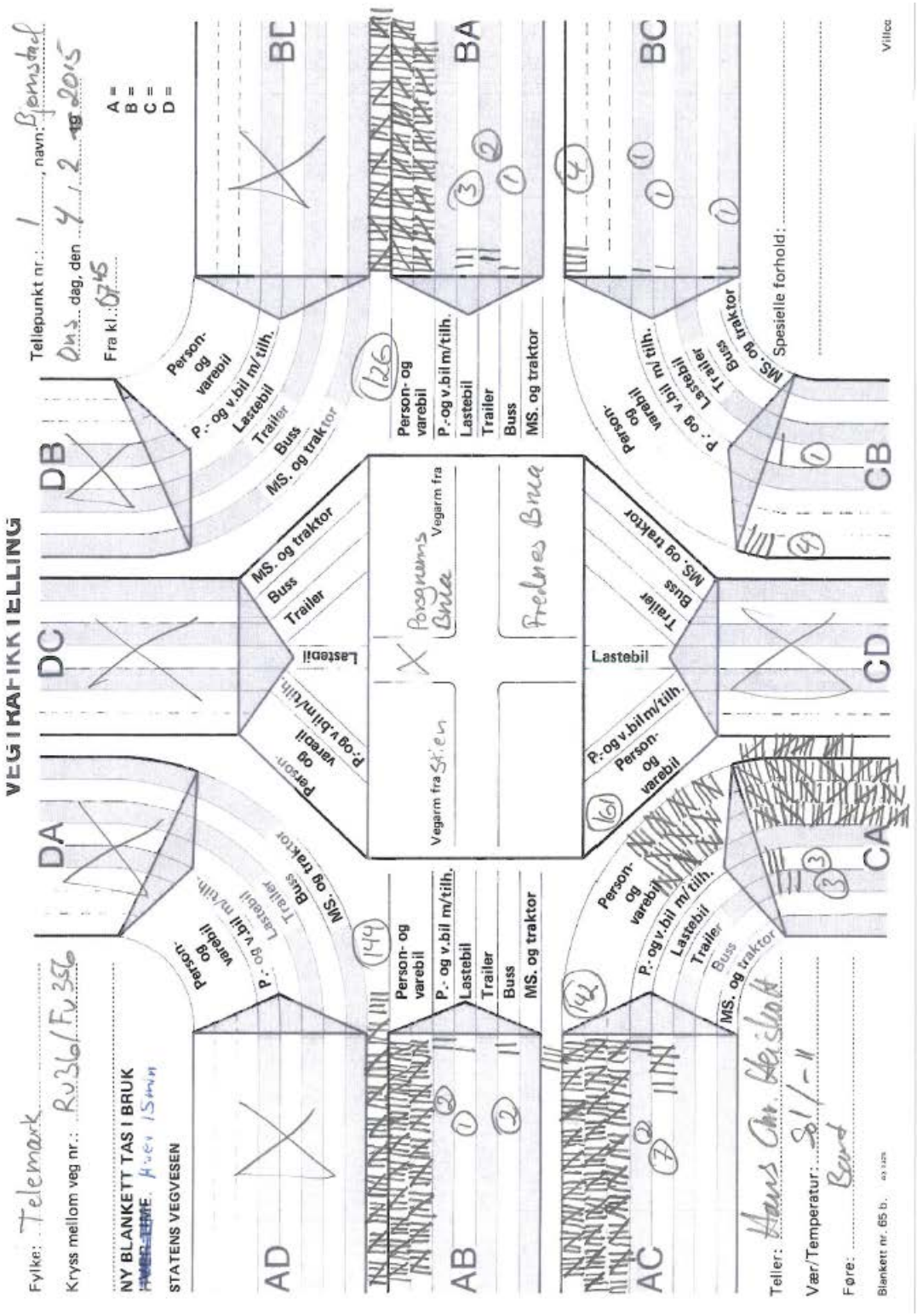
Vedlegg

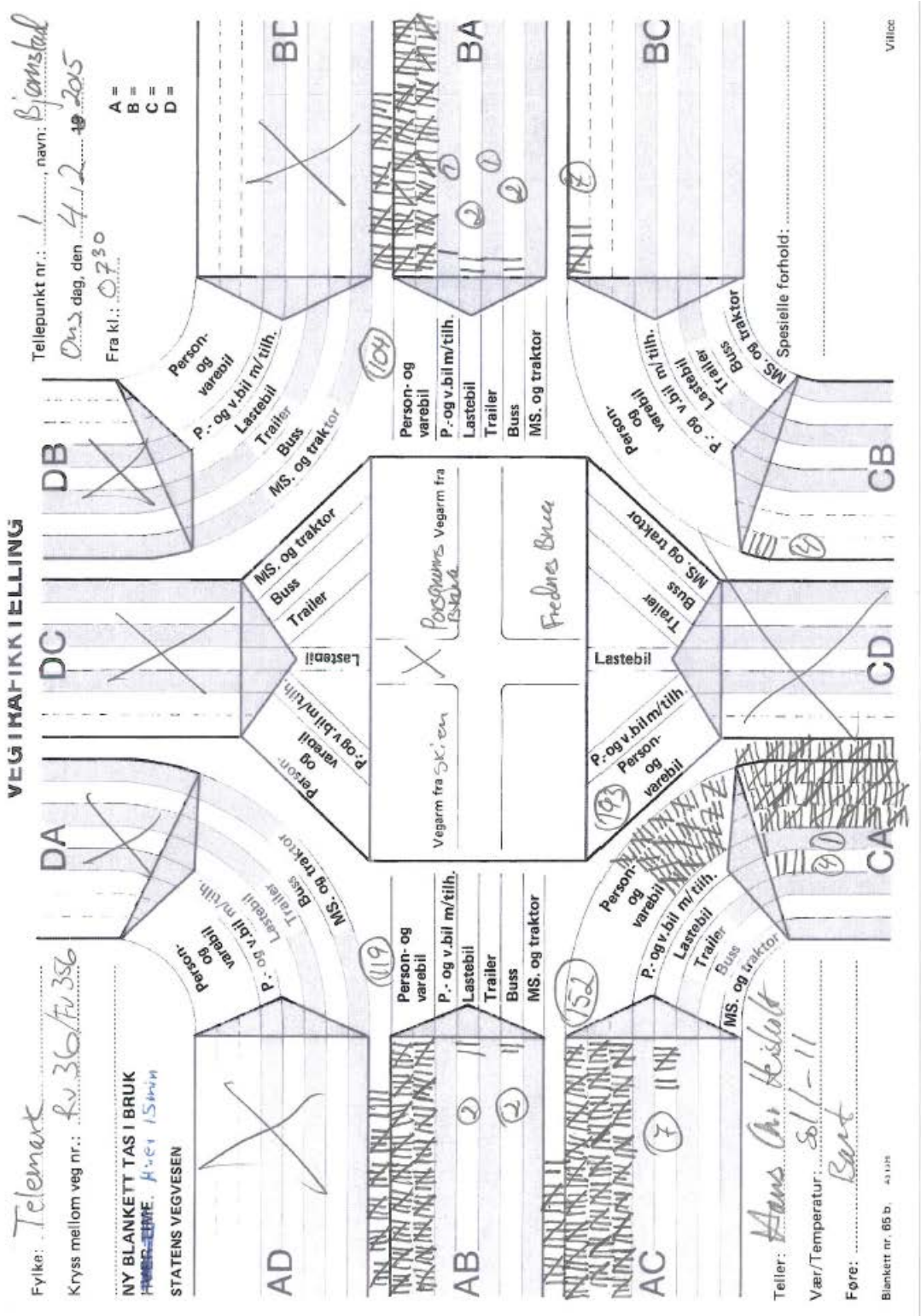

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36 / Fv 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1, navn: Bjønnstad
Ons. dag, den 4.2.2015
Fra kl.: 08:30
A =
B =
C =
D =
AD
DA
DB
DC
AB
BA
BC
CB
AC
CA
CD
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra Skien
Vegarm fra Porsgrunn Buss
Fredlines Buss
Spesielle forhold:
Teller: Hans Christian Heisholt
Vær/Temperatur: Sol / -11
Føre: Bar asfalt
Blankett nr. 65 b.

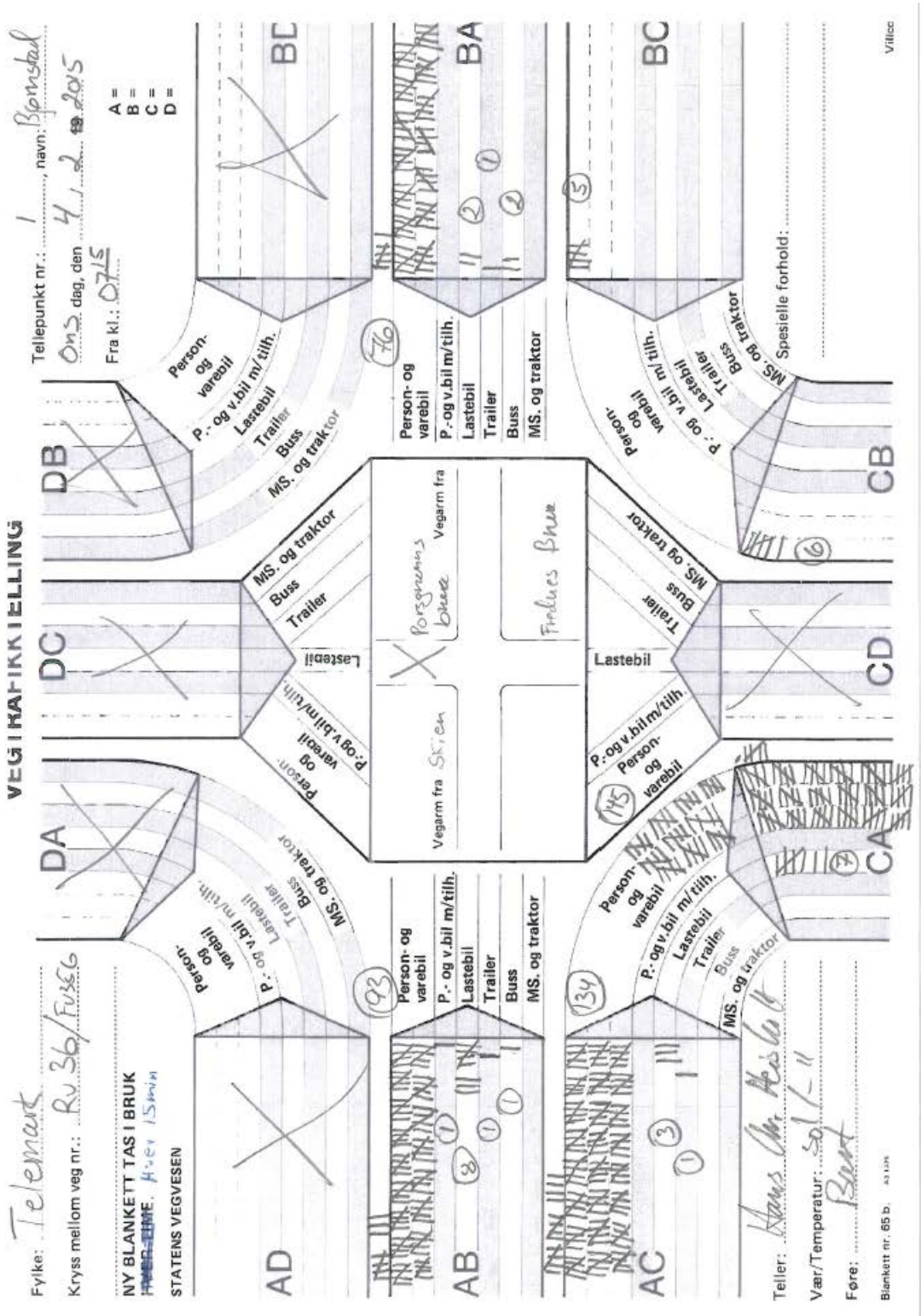

VEGTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36/Fv 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1 navn: Bjønstad
Ons. dag, den 4.2.2015
Fra kl.: 0845
A =
B =
C =
D =
AD
AB
AC
DA
DB
DC
BA
BC
CA
CB
CD
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra Skien
Porsgrunn Bru
Vegarm fra
Frelnes Bru
Teller: Hans Chr. Heisholt
Vær/Temperatur: Sol / -11
Føre: Tørr asfalt
Spesielle forhold:
Blankett nr. 65 b.

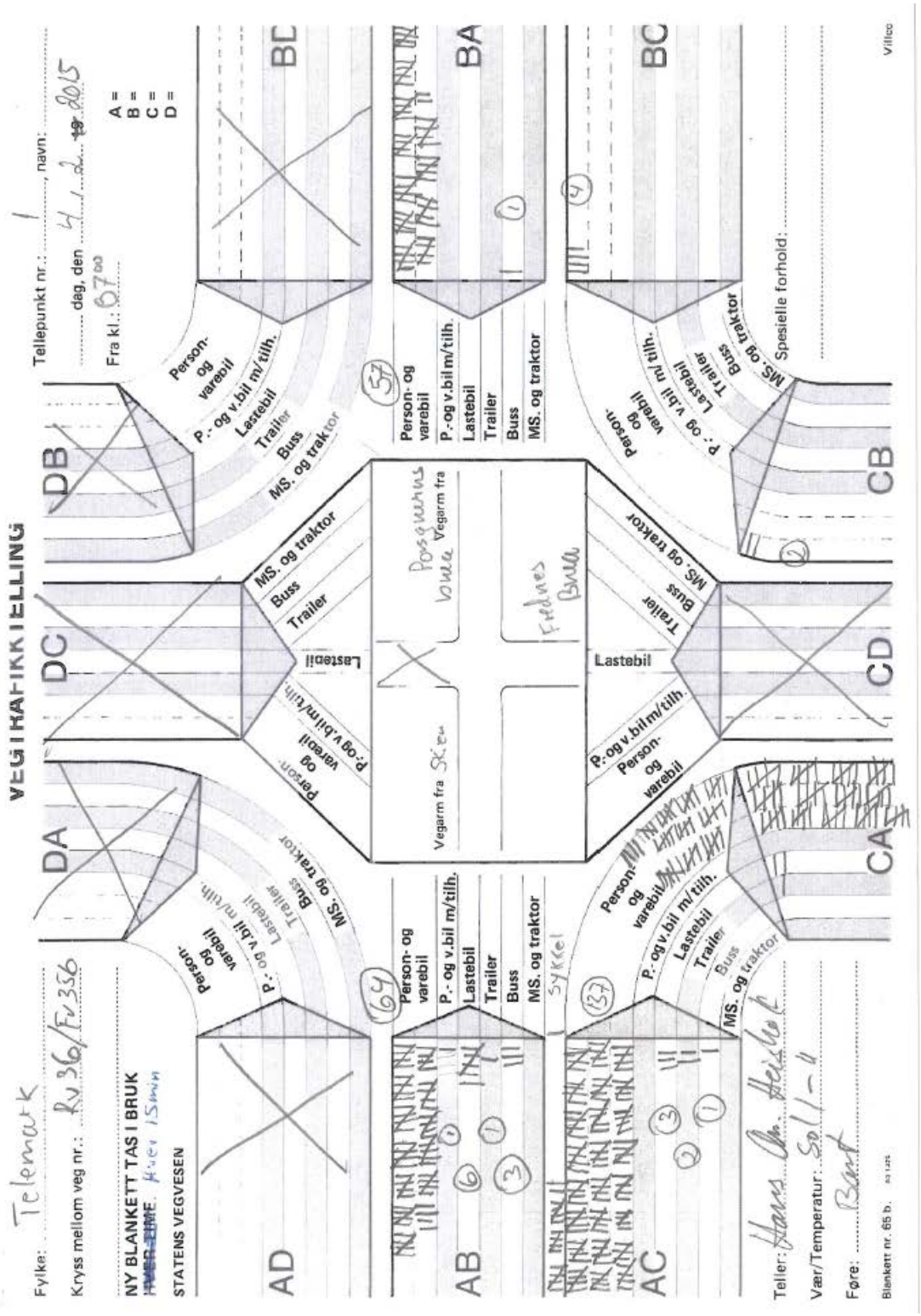

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36 / Fv 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1, navn: Bjørnstad
Ons. dag, den 4 / 2 2015
Fra kl.: 08:15
A =
B =
C =
D =
AD
DA
DB
BD
DC
BA
AB
AC
CA
CB
BC
CD
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Spesielle forhold:
Teller: Hans Chr. Heisholt
Vær/Temperatur: Sol / -11
Føre: Tørr asfalt
Blankett nr. 65 b.

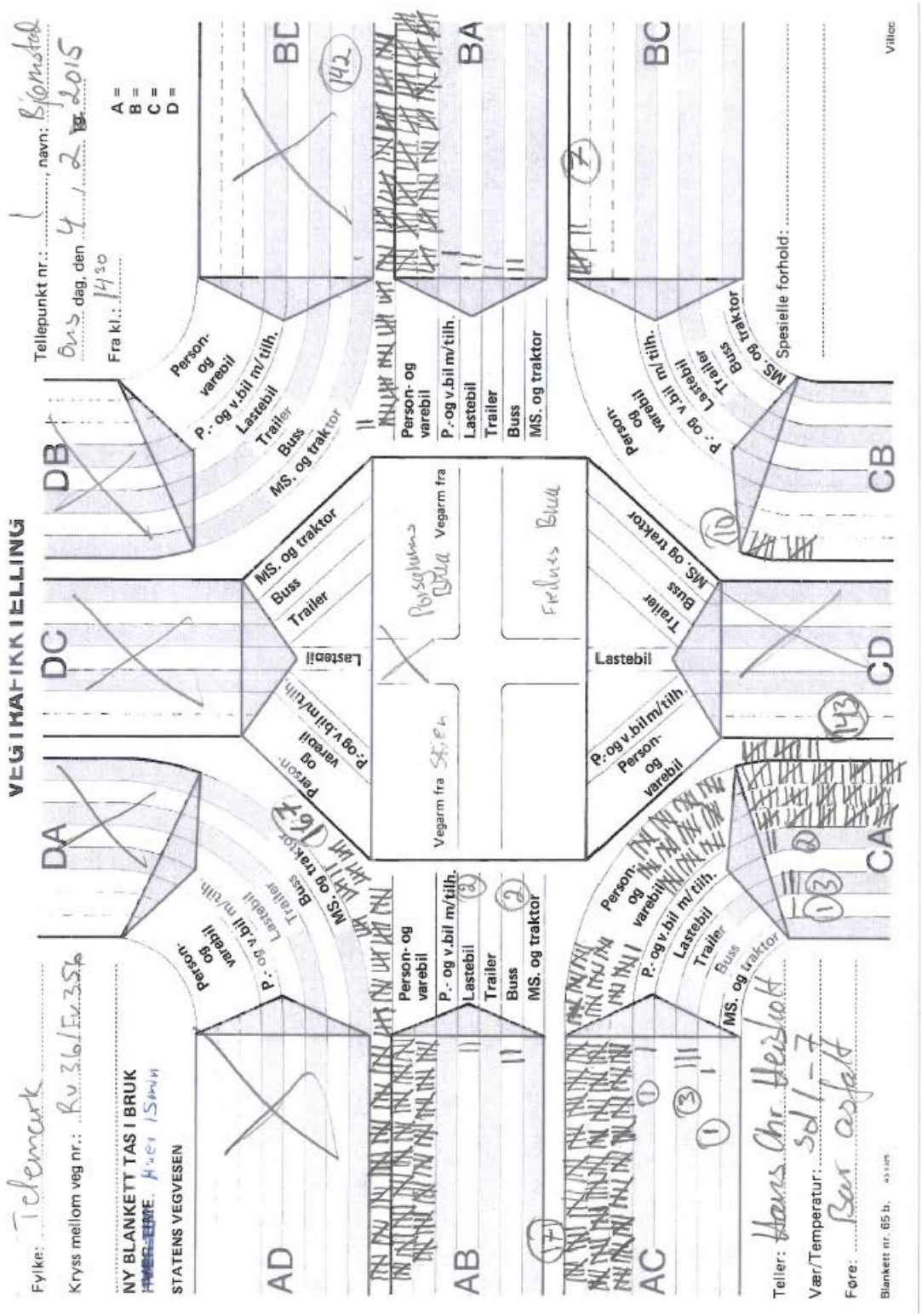

VEGTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36/Fv 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1, navn: Bjørkstul
dag, den 4.12 19 2015
Fra kl.: 08
A =
B =
C =
D =
DA
DB
DC
AD
AB
AC
BC
BA
CA
CB
CD
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra Skien
Vegarm fra Porsgrunn Gate
Frelsesbane
Teller: Hans Chr Heisholt
Værtemperatur: Sol 1-11
Føre: Tørt
Blankett nr. 85 b.
Villco

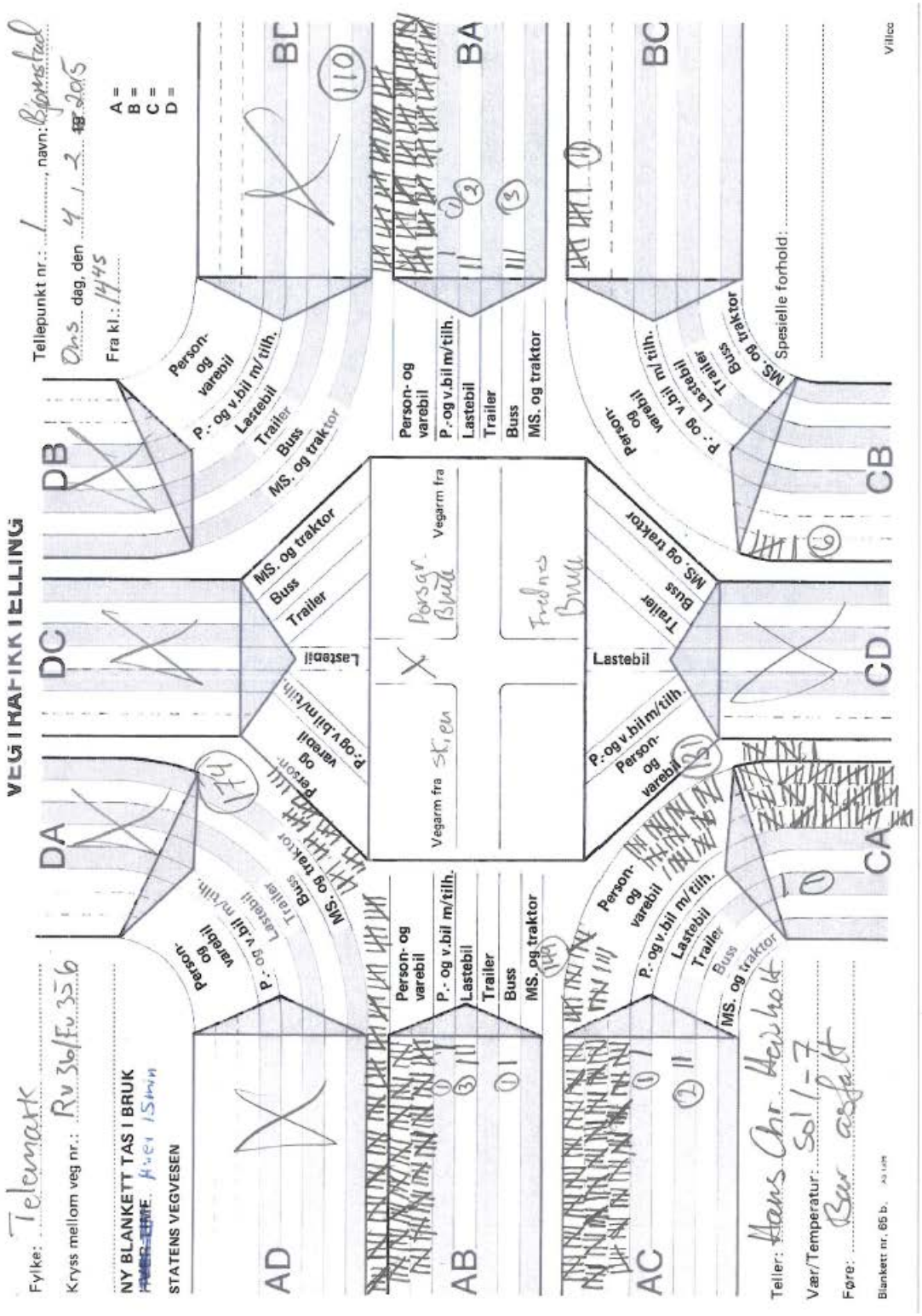

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: RV36/Fv356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1 navn: Bjønstad
Ons. dag, den 4/2 2015
Fra kl.: 07:45
A =
B =
C =
D =
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra Stien
Vegarm fra
Borgrunns Bruer
Frøhnes Bruer
Spesielle forhold:
Teller: Hans Chr. Heisholt
Vær/Temperatur: Sol/-11
Føre: Bart
Blankett nr. 65 b.
Villco

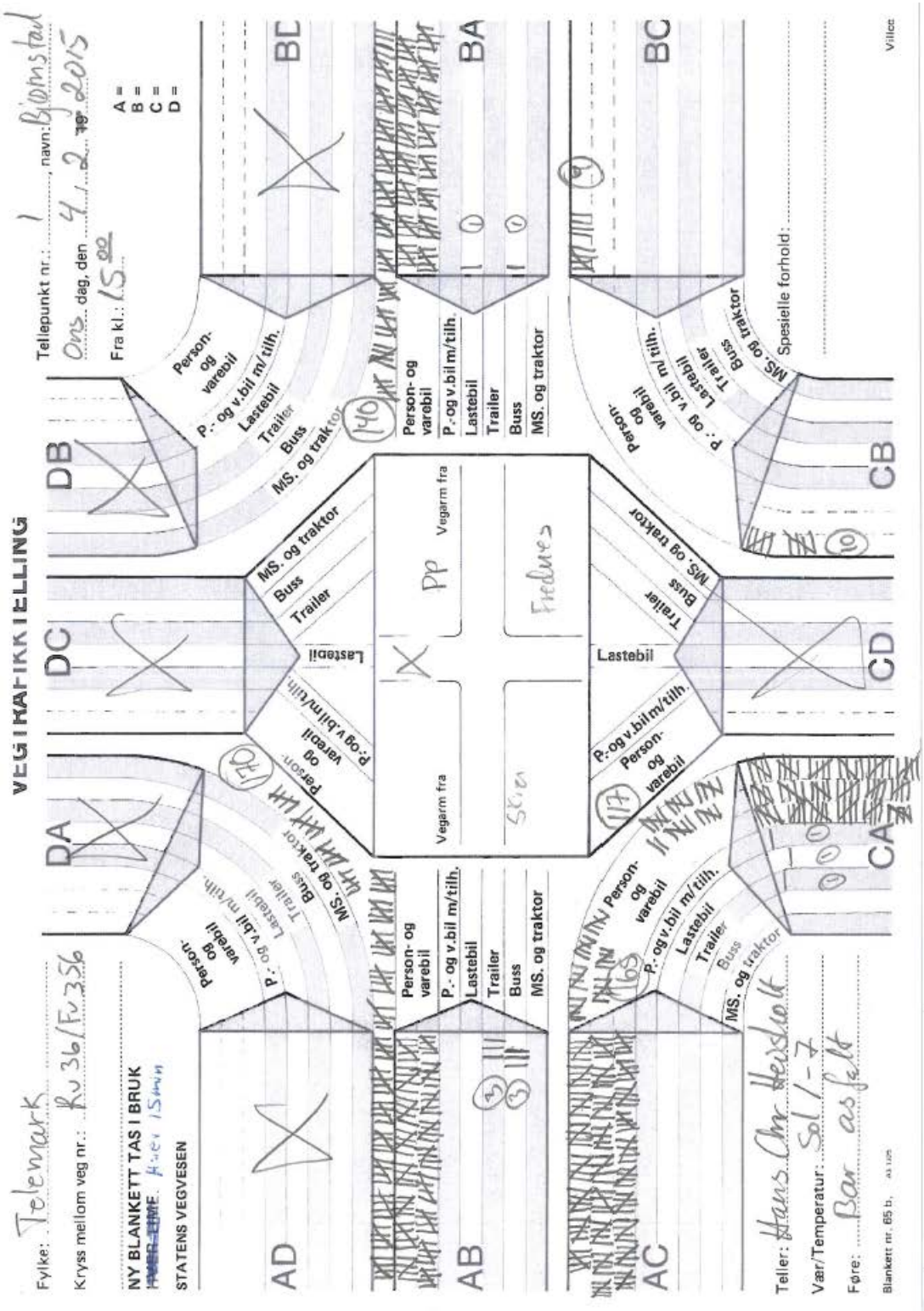

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36/Fv 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1 navn: Bjørnstad
Ons. dag, den 4/2 2015
Fra kl.: 07³⁰
A =
B =
C =
D =
AD
AB
AC
DA
DB
DC
BC
BA
BC
CA
CB
CD
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra Skien
Vegarm fra Porsgrunn Bakke
Fredlines Bruu
Spesielle forhold:
Teller: Hans Ch. Heisholt
Vær/Temperatur: Sol/-11
Føre: Tørt
Blankett nr. 65 b

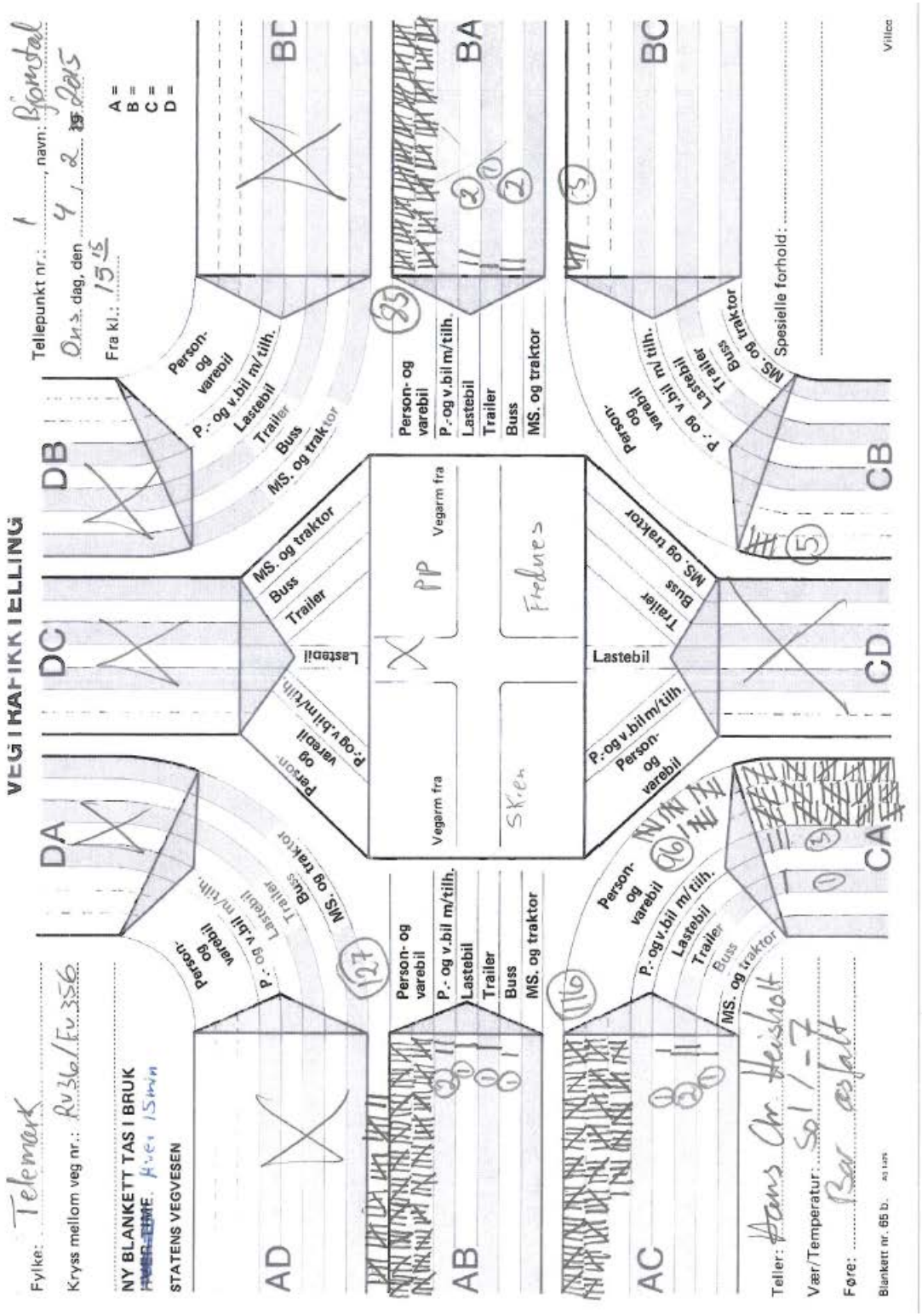

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36/Fv356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1 navn: Bjønstad
Ons. dag, den 4. 2. 2015
Fra kl.: 0715
A =
B =
C =
D =
AD
AB
AC
DA
DB
DC
BC
BA
BC
CA
CB
CD
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra Skien
Vegarm fra Porsgrunns bru
Vegarm fra Frølunes Bru
Teller:
Vær/Temperatur:
Føre:
Spesielle forhold:
Blankett nr. 65 b.

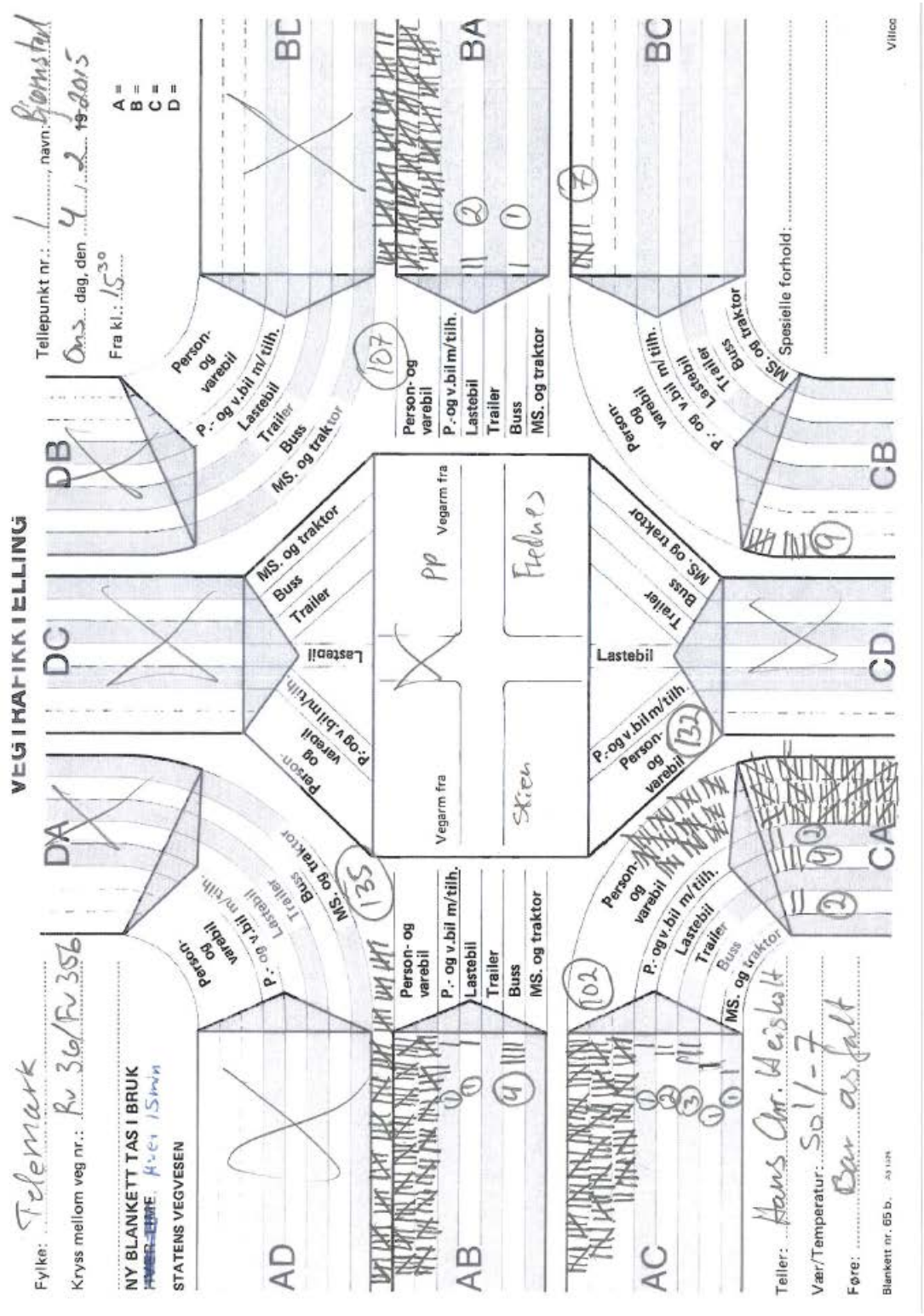

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36/Fv 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1
dag, den 4.1.2015
Fra kl.: 07
A =
B =
C =
D =
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra Skien
Vegarm fra Porsgrunn
Fredes Bruen
Spesielle forhold:
Teller:
Værtemperatur: Sol 1-4
Føre: Bart
Blankett nr. 65 b.
Villco

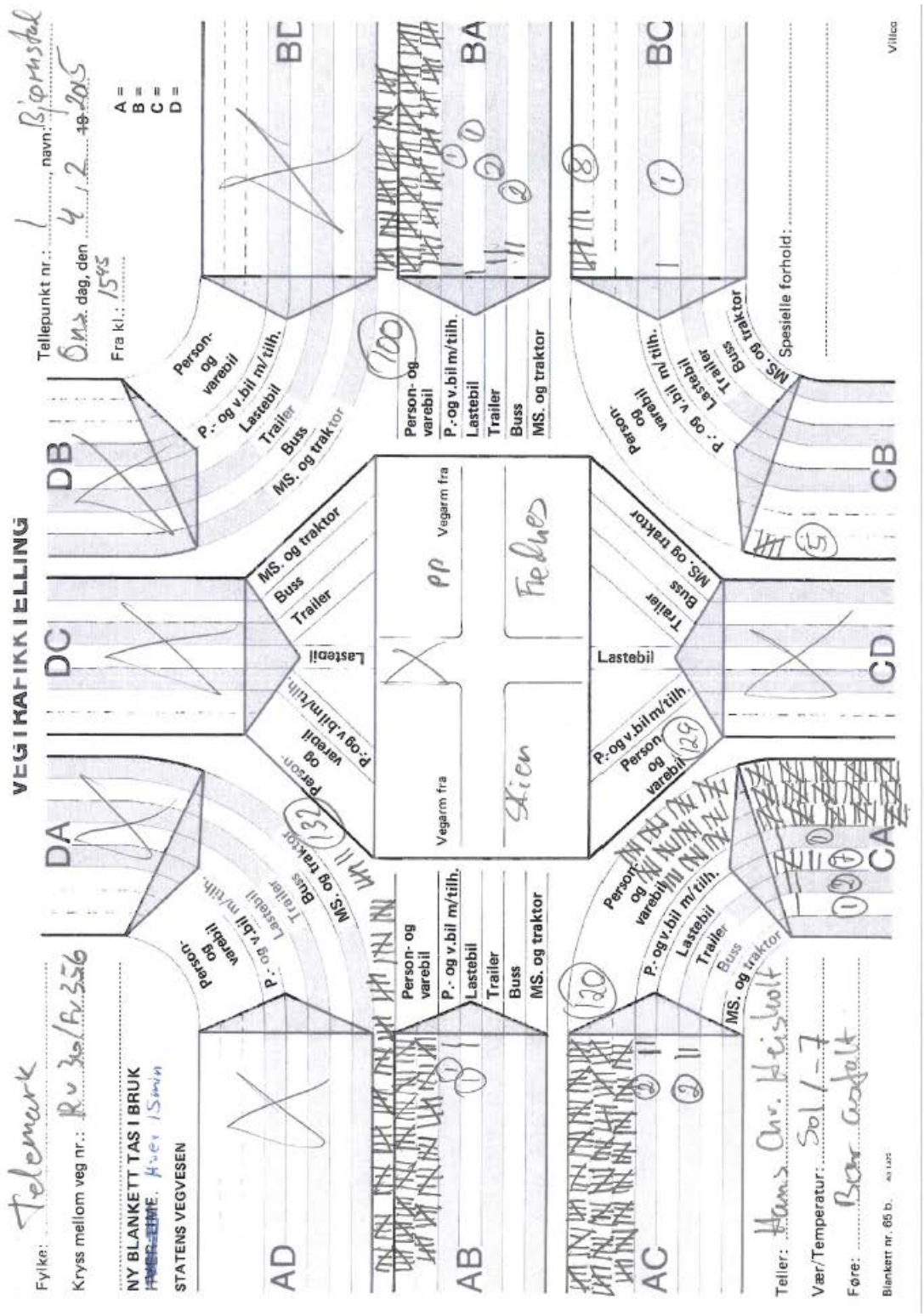

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36/Ev 35
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1, navn: Bjønstad
Onsdag, den 4. 2. 2015
Fra kl.: 14:30
A =
B =
C =
D =
AD
DA
DB
BD
DC
BC
AB
BA
AC
CA
CB
CD
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra Stien
Vegarm fra Bua
Teller: Hans Chr. Heisholt
Vær/Temperatur: Sol 1-7
Føre: Tørr asfalt
Spesielle forhold:
Blankett nr. 65 b.

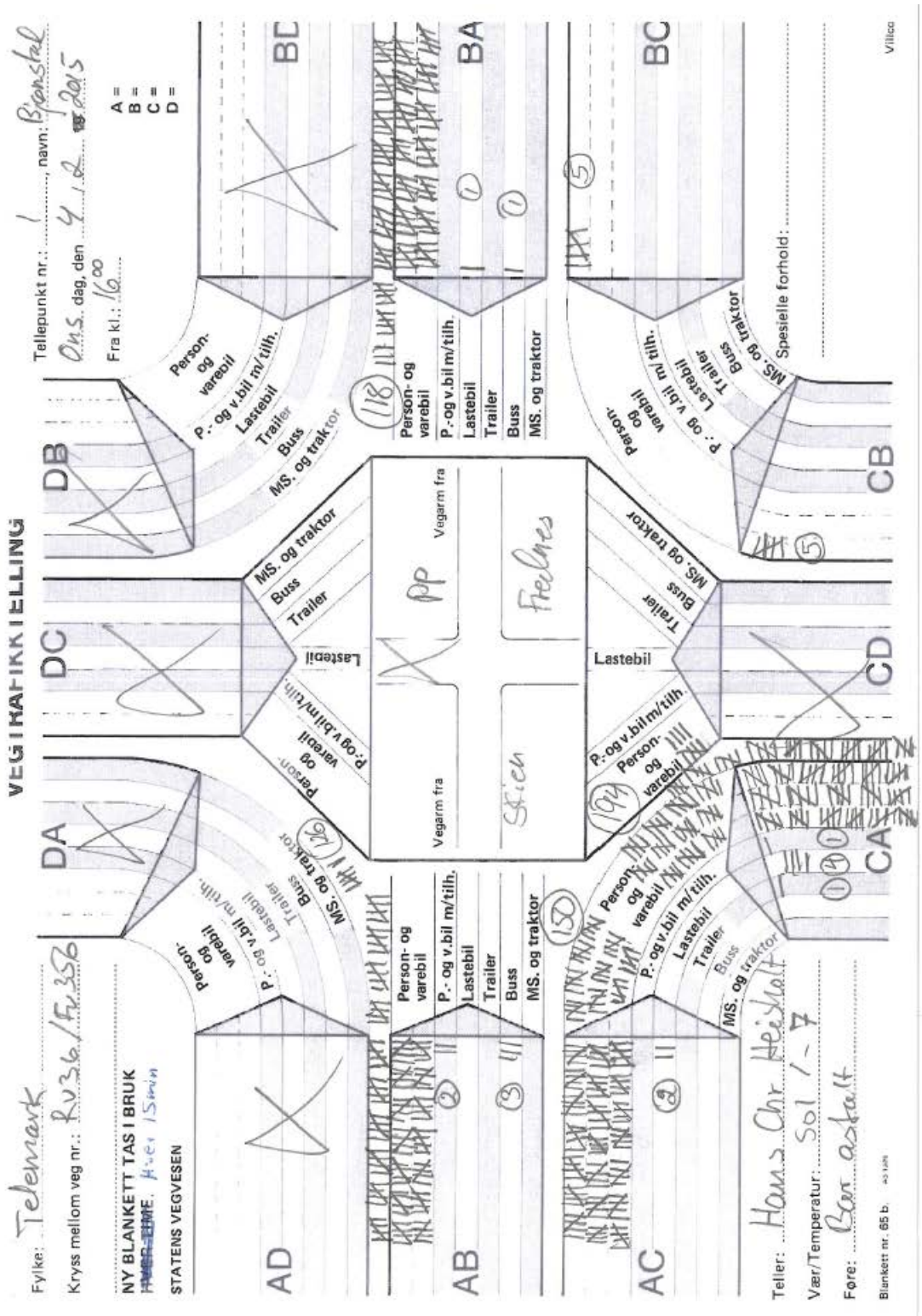

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36/Fv 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1 navn: Bjønstad
Ons. dag, den 4 / 2 - 2015
Fra kl.: 1445
A =
B =
C =
D =
AD
AB
AC
DA
DB
DC
BA
BC
CA
CB
CD
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra Skien
Vegarm fra Porsgr. Bruk
Frelons Bruk
Spesielle forhold:
Teller: Hans Chr. Heisholt
Vær/Temperatur: Sol 1-7
Føre: Bar asfalt
Blankett nr. 65 b.

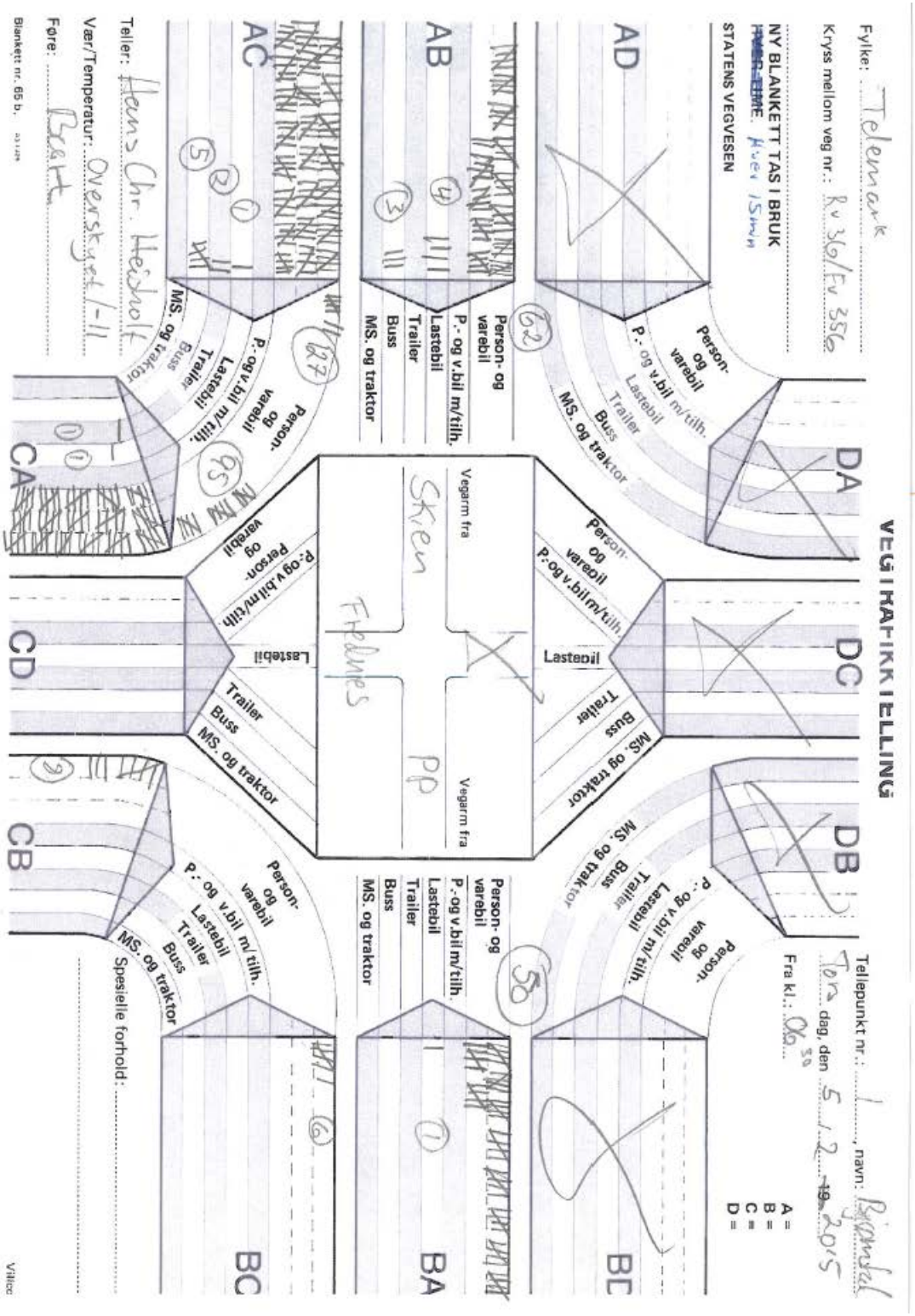

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Ru 36/Fv 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1 navn: Bjønnstad
Ons. dag, den 4. 2. 2015
Fra kl.: 15 00
A =
B =
C =
D =
DA
DB
DC
AD
BC
BA
CB
CD
CA
AB
AC
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Spesielle forhold:
Teller: Hans Chr. Heisholt
Vær/Temperatur: Sol 1-7
Føre: Bar asfalt
Blankett nr. 85 b.

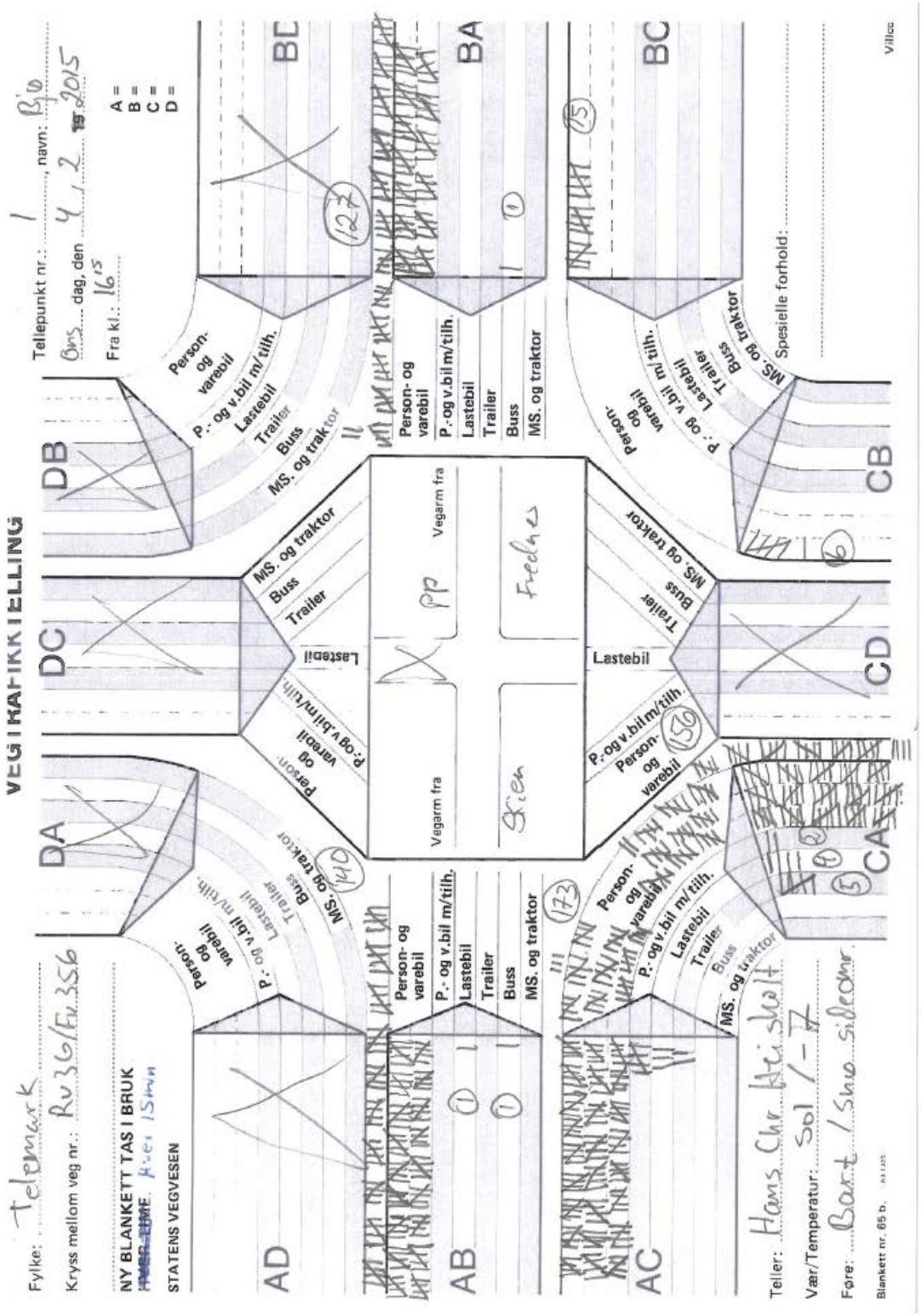

VEGTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv36/Ev356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1 navn: Bjørnstad
Ons. dag, den 4 / 2 2015
Fra kl.: 15 15
A =
B =
C =
D =
AD
DA
DB
BD
DC
CD
CB
BC
AB
BA
AC
CA
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
PP
Fredunes
SKEN
Spesielle forhold:
Teller: Hans Chr Heisholt
Vær/Temperatur: Sol 1-7
Føre: Bar asfalt
Blankett nr. 65 b.
Villco

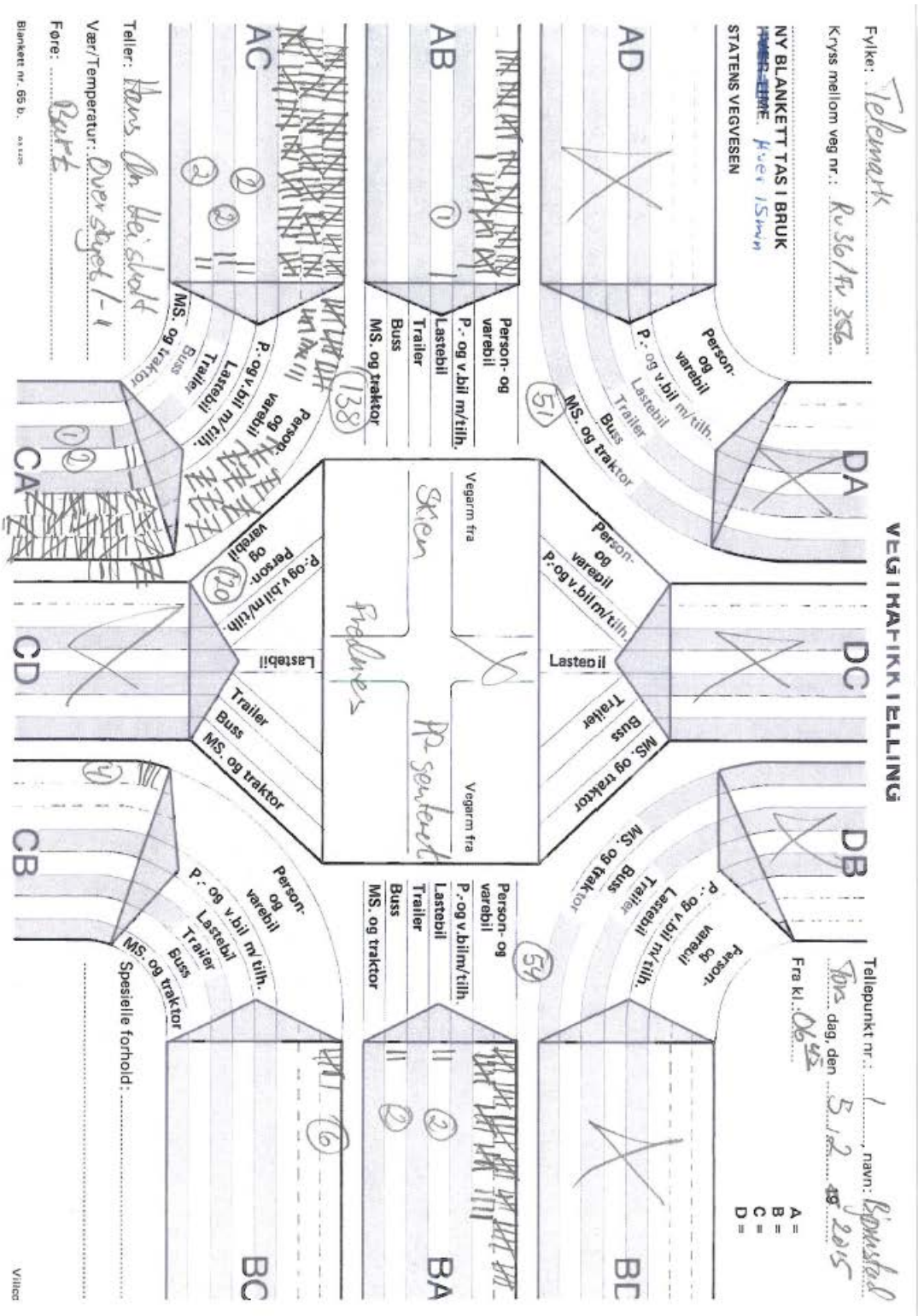

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36/Fv 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1 navn: Bjørnstad
Ons. dag, den 4.2.2015
Fra kl.: 15:30
A =
B =
C =
D =
AD
AB
AC
DA
DB
DC
BC
BA
CA
CB
CD
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Teller: Hans Chr. Heisholt
Vær/Temperatur: Sol 1-7
Føre: Bar asfalt
Spesielle forhold:
Blankett nr. 65 b.

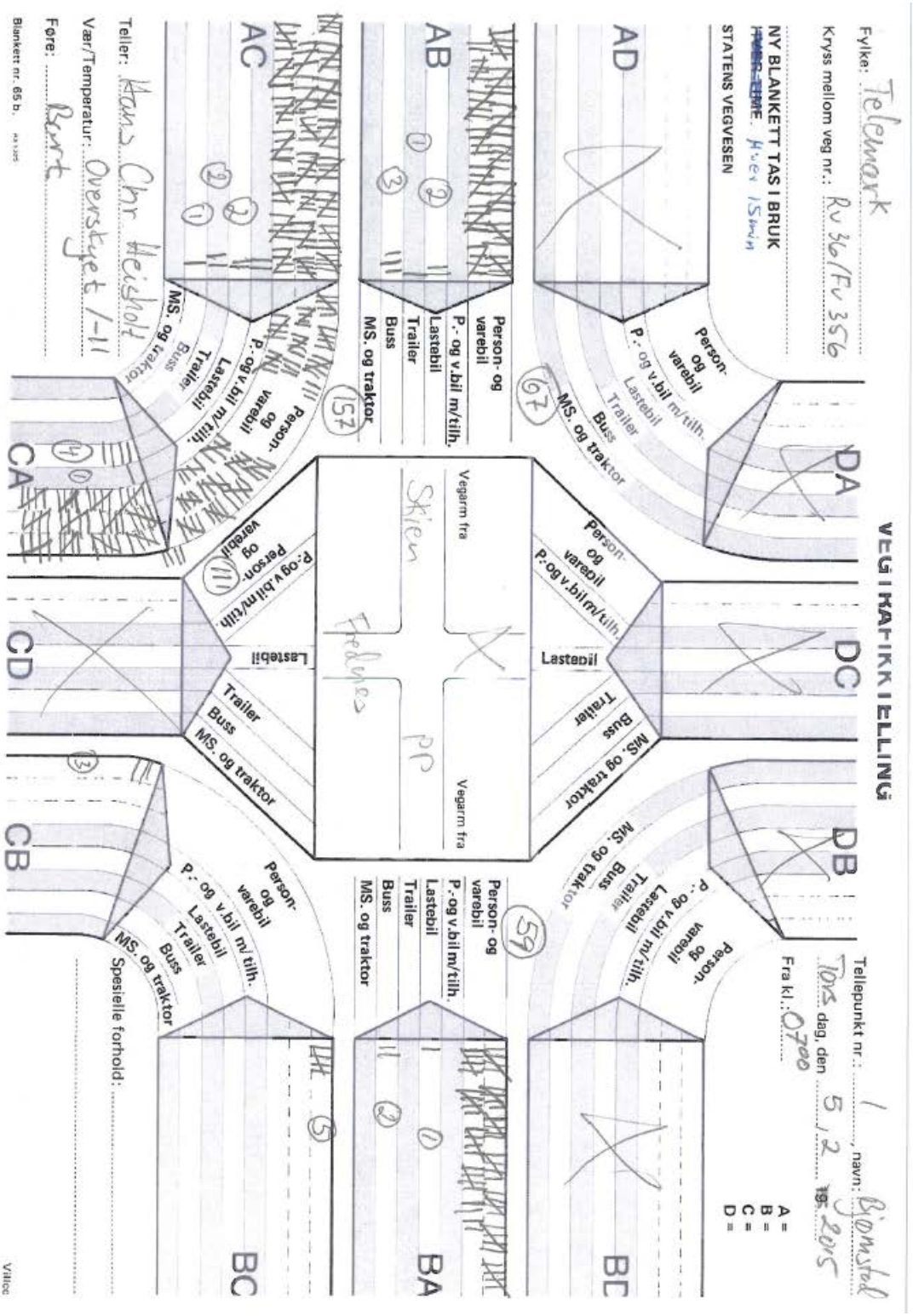

VEGTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36/Fv 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1 navn: Bjørnstad
6.mai dag, den 4.12.2015
Fra kl.: 1545
A =
B =
C =
D =
DA
DB
DC
BC
BA
AD
AB
AC
CA
CB
CD
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Teller: Hans Chr. Heisholt
Vær/Temperatur: Sol 1-7
Føre: Bar asfalt
Spesielle forhold:
Blankett nr. 65 b.
Villco

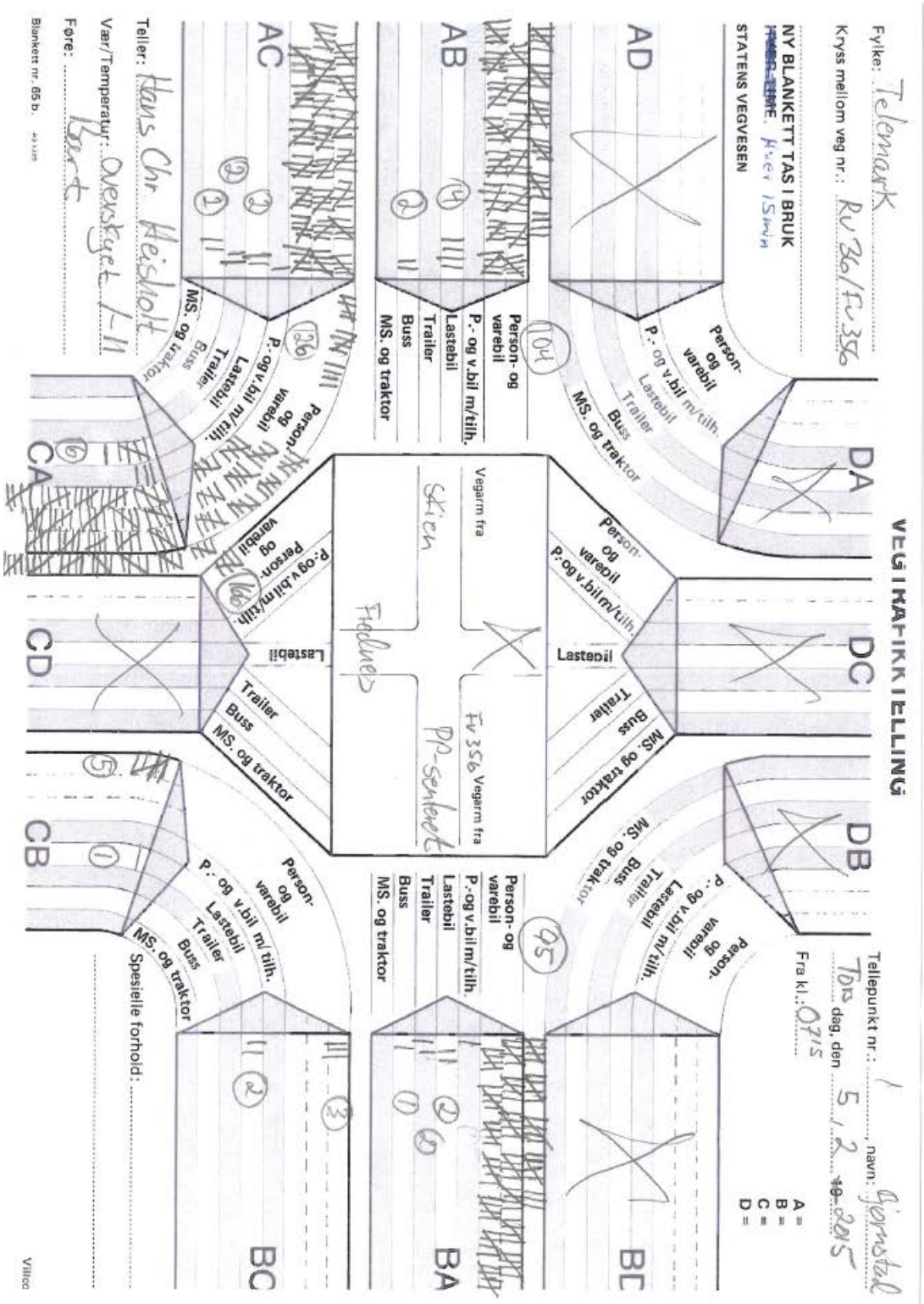

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv36 / Fv358
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1 navn: Bronstad
Ons. dag, den 4.2. 2015
Fra kl.: 16.00
A =
B =
C =
D =
AD
AB
AC
DA
DB
DC
BA
BC
CA
CB
CD
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Teller: Hans Chr. Heisholt
Vær/Temperatur: Sol / -7
Føre: Bar asfalt
Blankett nr. 65 b
Villco

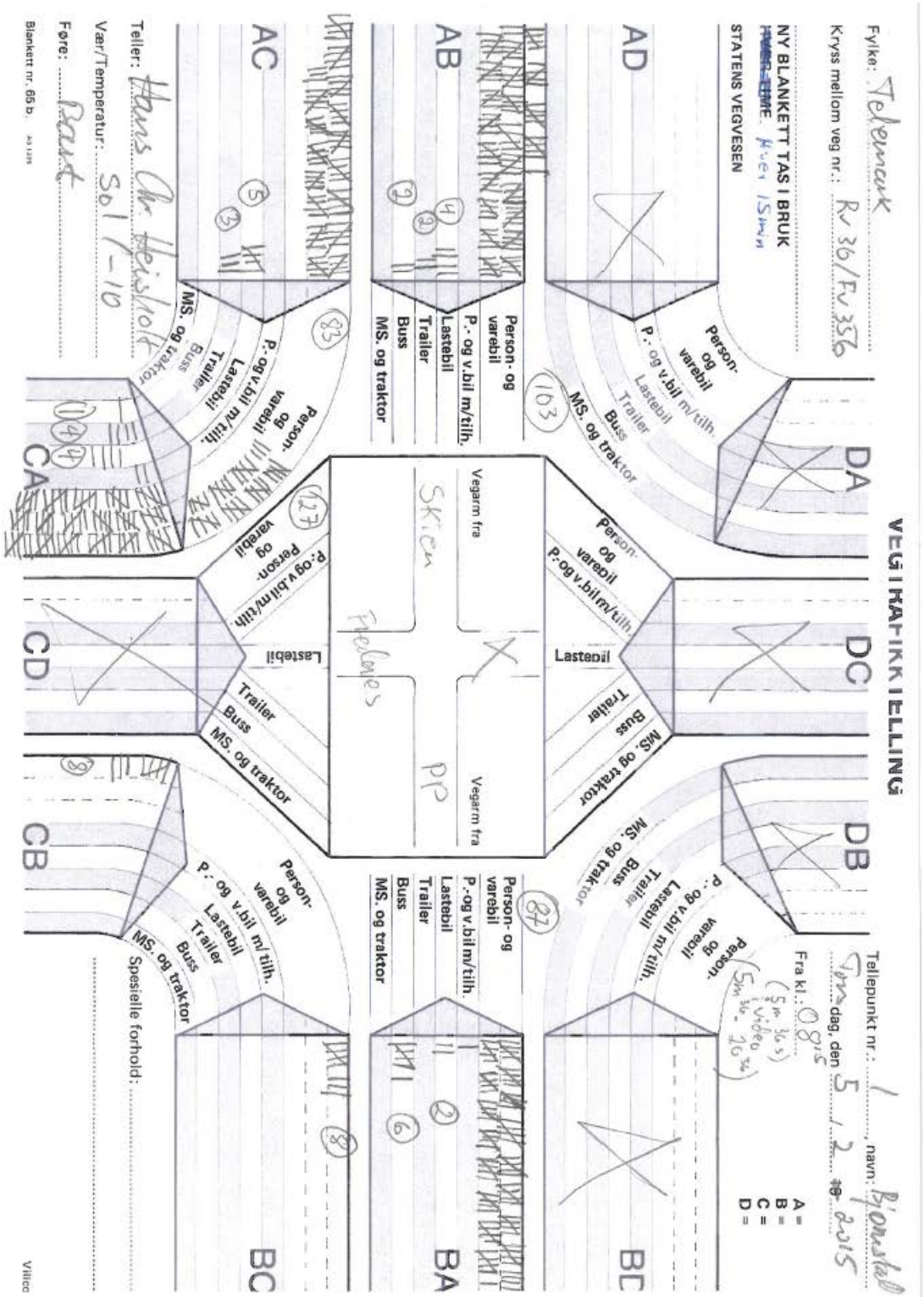

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36/Fv 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1, navn: Bjørnstad
Tirs dag, den 5/2 2015
Fra kl.: 06.50
A =
B =
C =
D =
AD
DA
DC
DB
BC
AB
BA
AC
CA
CD
CB
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Skien
Heddnes
Teller: Hans Chr. Heisholt
Vær/Temperatur: Overskyet/-11
Føre: Bratt
Spesielle forhold:
Blankett nr. 65 b.

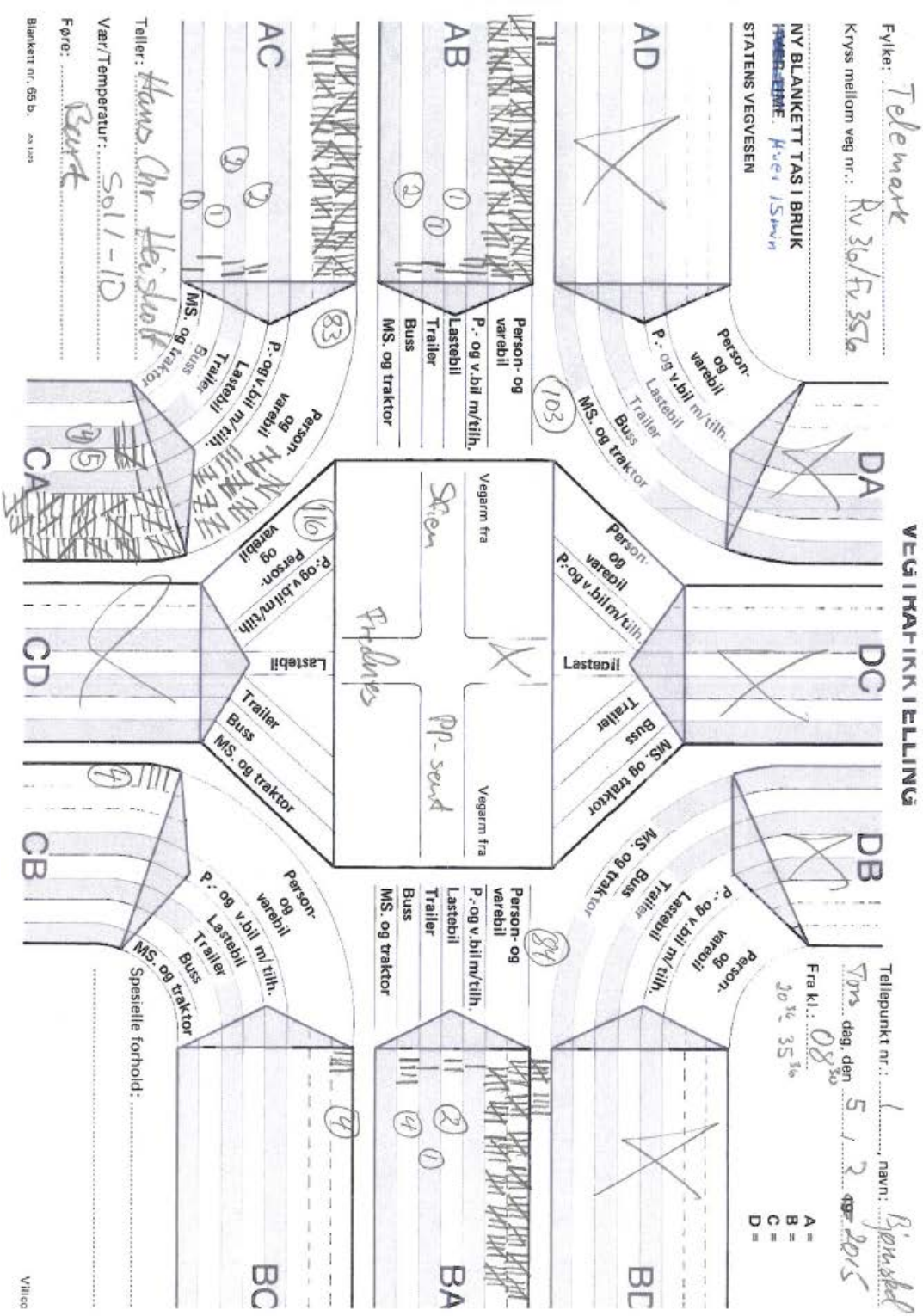

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36/Fv 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1, navn: Bø
Ons. dag, den 4/2 2015
Fra kl.: 16
A =
B =
C =
D =
AD
AB
AC
BE
BA
BC
DA
DB
DC
CA
CB
CD
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Skien
Fredhus
Spesielle forhold:
Teller: Hans Chr. Heisholt
Vær/Temperatur: Sol / -7
Føre: Bart / Snø sideomr.
Blankett nr. 65 b.

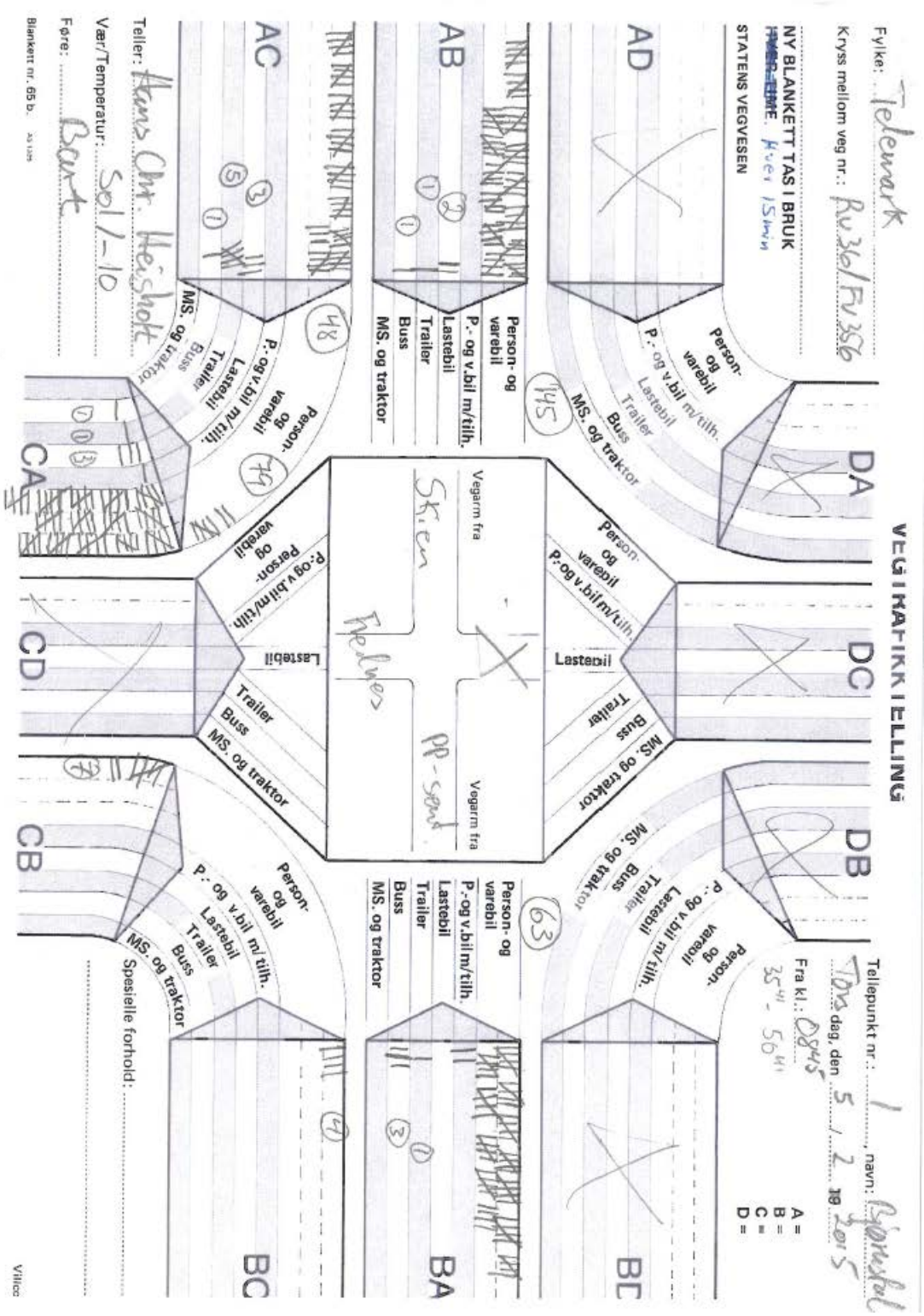

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36/Fv 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1, navn: Bjønnstad
Fra kl.: 06:42
A =
B =
C =
D =
AD
DA
DC
DB
BC
BA
AB
AC
CA
CD
CB
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Skien
Fredriksvern
Telter: Hans Chr. Heisholt
Værtemperatur: Overskyet/-1
Føre: Tørt
Spesielle forhold:
Blankett nr. 65 b.

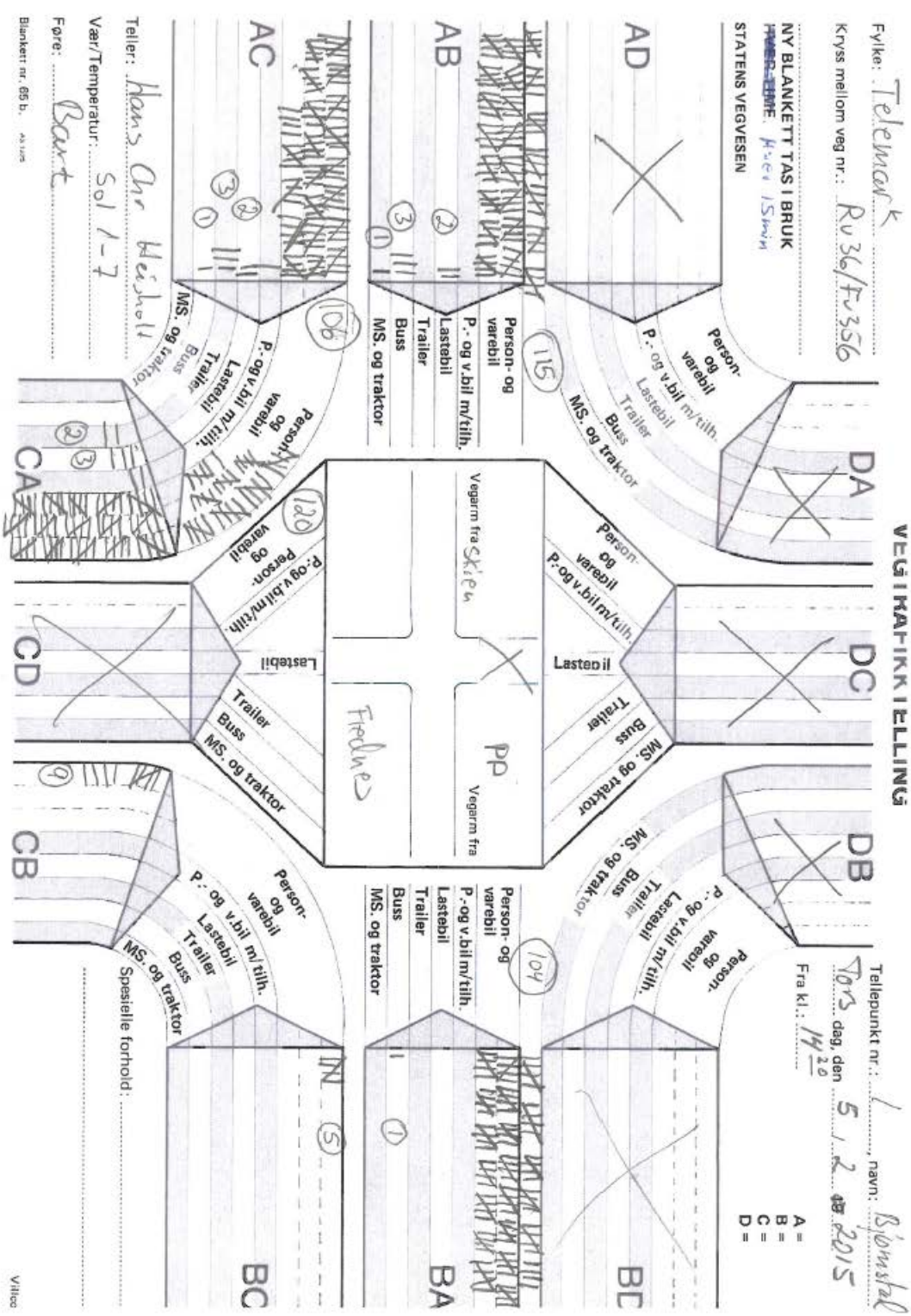

VEGTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36/Fv 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1, navn: Bjønstad
Tors dag, den 5/2 2015
Fra kl.: 0700
A =
B =
C =
D =
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Skien
Fredrikstad
Teller: Hans Chr. Heisholt
Vær/Temperatur: Overskyet /-11
Føre: Tørt
Spesielle forhold:
Blankett nr. 65 b.

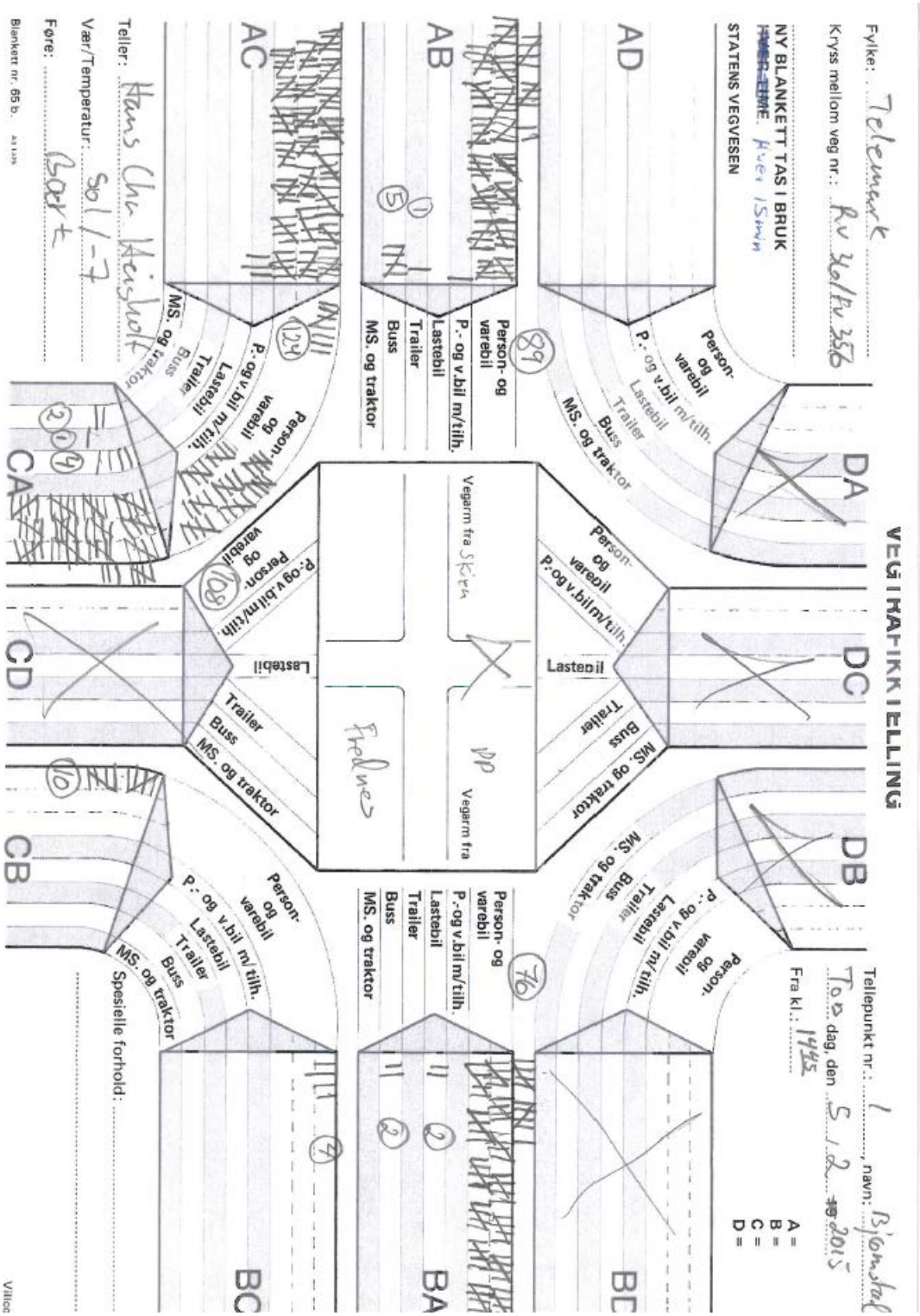

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36 / Fv 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1 navn: Gjernstad
Tirs dag, den 5 / 2 2015
Fra kl.: 07:15
A =
B =
C =
D =
AD
DA
DC
DB
BC
BA
AB
AC
CA
CD
CB
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Skien
Fv 356 Vegarm fra
Porsgrunn
Holmen
Teller: Hans Chr Heisholt
Vær/Temperatur: Overskyet / -11
Føre: Tørt
Spesielle forhold:
Blankett nr. 65 b.

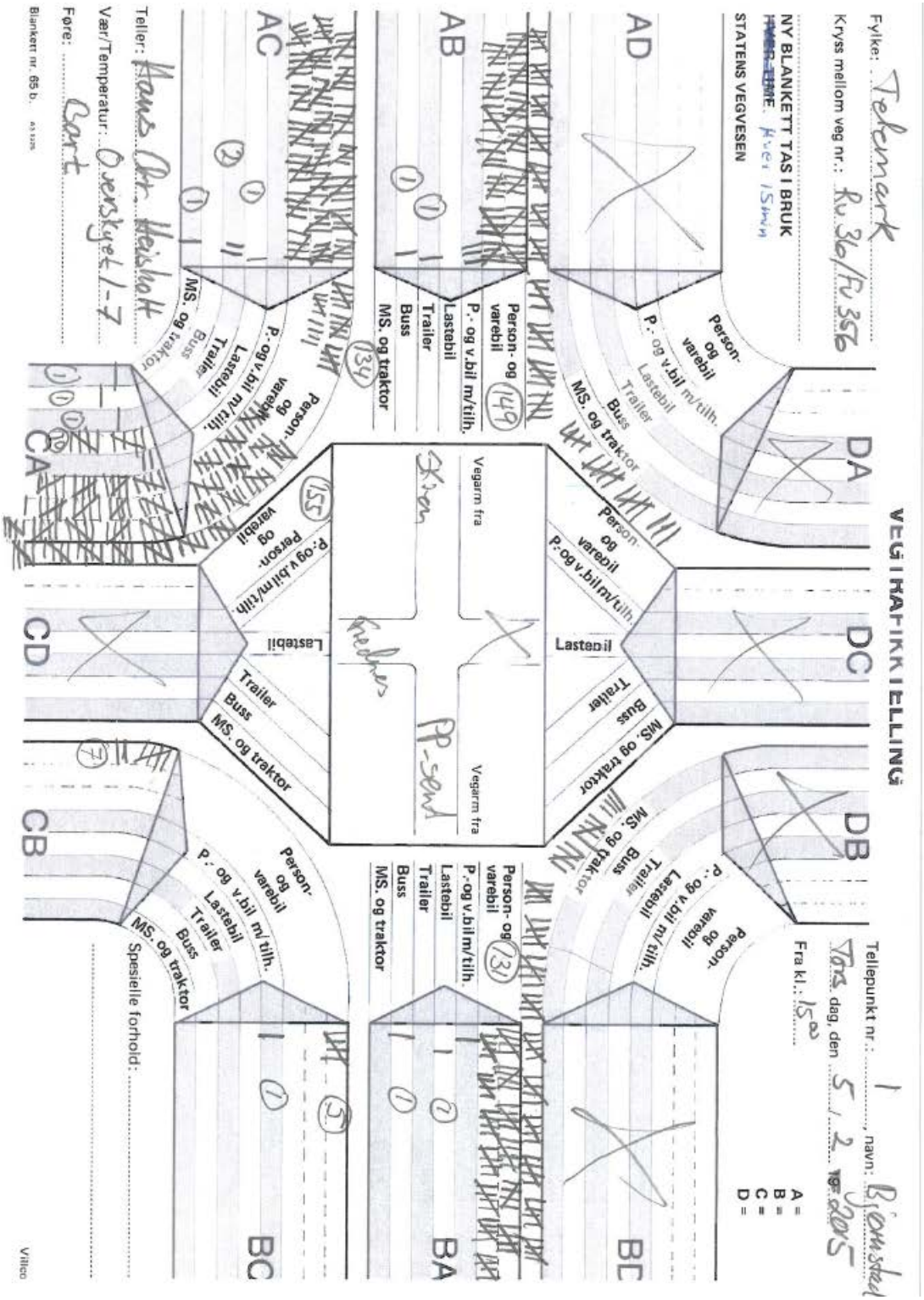

VEGTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36/Fv 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1 navn: Bjønstad
Tørr dag, den 5 / 2 2015
Fra kl.: 08:15
A =
B =
C =
D =
AD
DA
DC
DB
BC
BA
AB
AC
CA
CD
CB
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Teller: Hans Chr Heisholt
Vær/Temperatur: Sol 1-10
Føre: Bart
Spesielle forhold:
Blankett nr. 65 b.

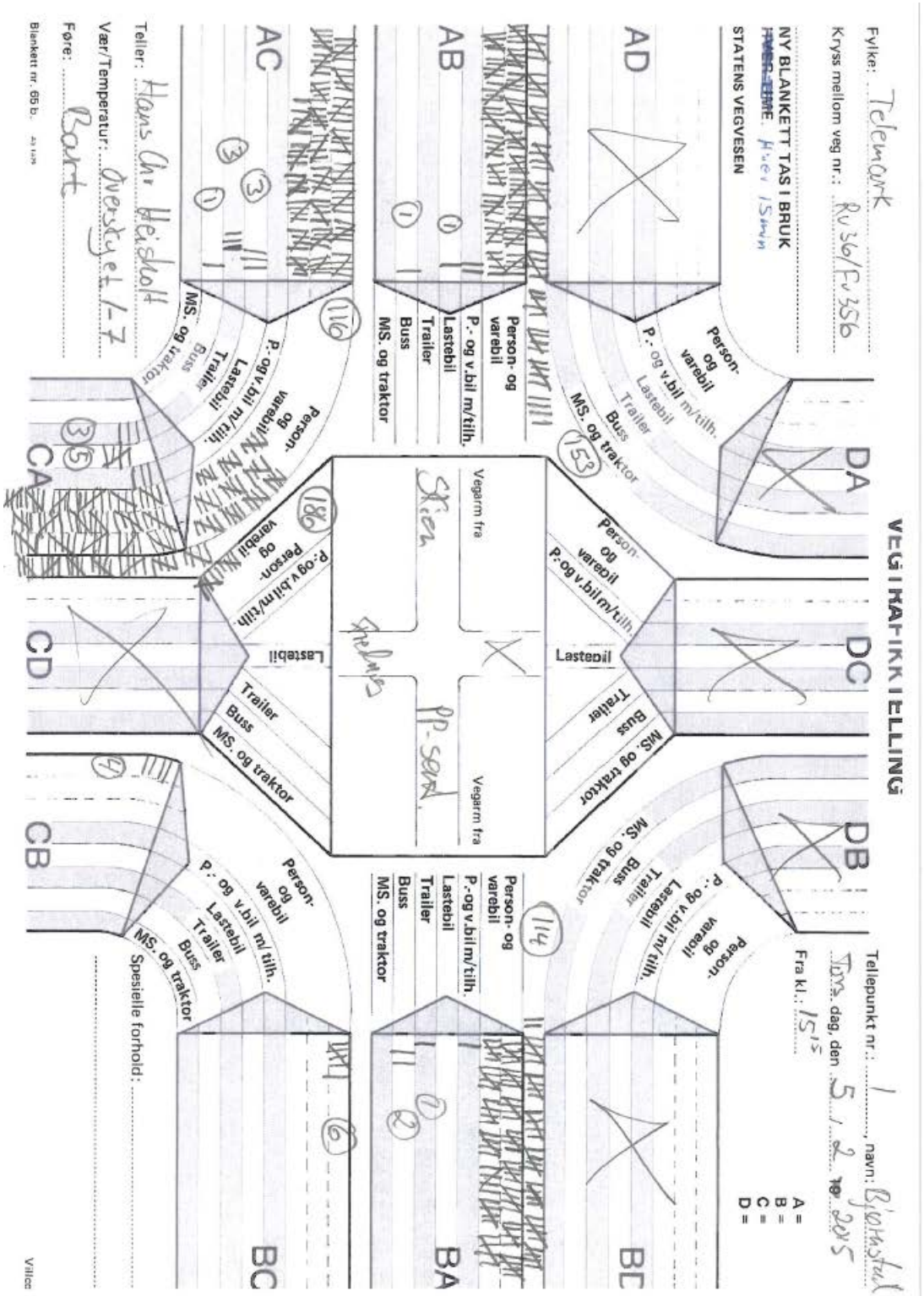

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36/Fv 357a
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1, navn: Bjønnsted
Tors. dag. den 5 / 3 - 2015
Fra kl.: 08 30
A =
B =
C =
D =
AD
DA
DC
DB
BD
AB
BA
AC
CA
CD
CB
BC
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Skien
Arendal
Pp-sand
Teller: Hans Chr Heisholt
Vær/Temperatur: Sol / -10
Føre: Bart
Spesielle forhold:
Blankett nr. 65 b.

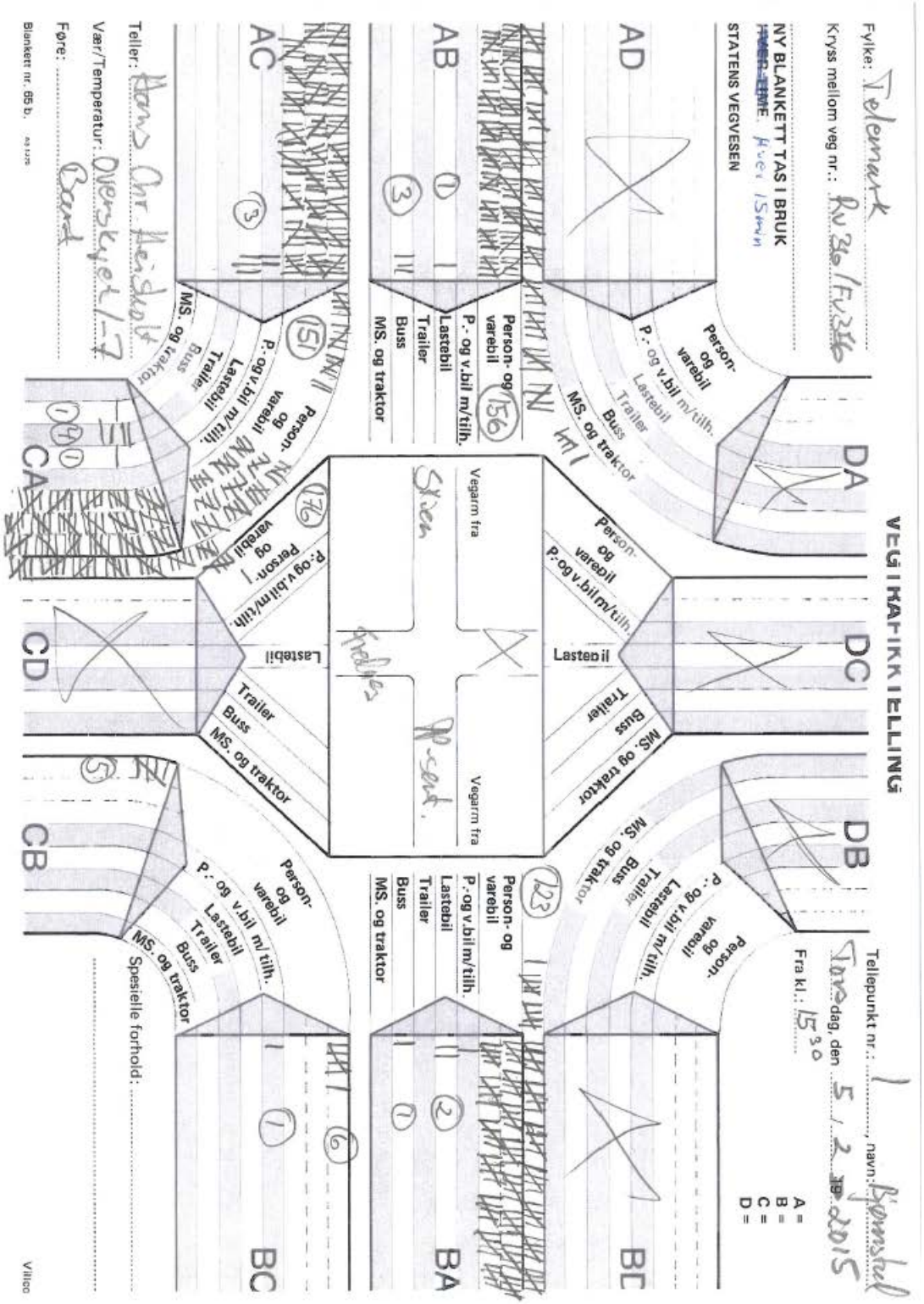

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36/Fv 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1, navn: Bjørnefol
Tirs dag, den 5 / 2 19 2015
Fra kl.: 0845
3541 - 5641
A =
B =
C =
D =
AD
DA
DC
DB
BC
AB
BA
AC
CA
CD
CB
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Skien
Fredlves
PP-sand
Spesielle forhold:
Teller: Hans Chr. Heisholt
Vær/Temperatur: Sol/-10
Føre: Bart
Blankett nr. 65 b.

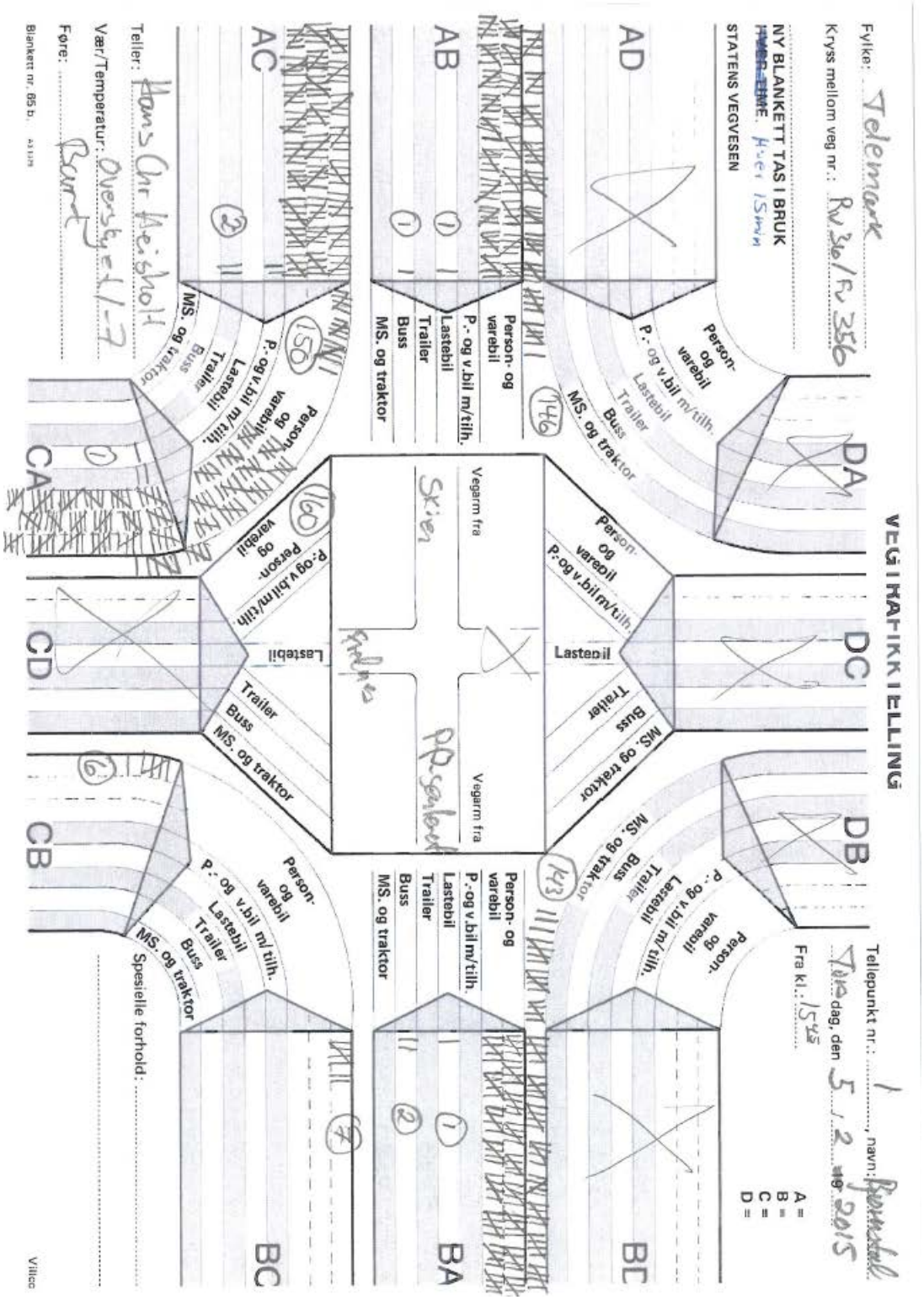

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: RV36/FV356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.:
navn: Bjønstad
Tors. dag, den 5 / 2 2015
Fra kl.: 14 20
A =
B =
C =
D =
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra Skien
PP
Vegarm fra
Fredrikstad
Teller: Hans Chr Heisholt
Vær/Temperatur: Sol 1-7
Føre: Bart
Spesielle forhold:
Blankett nr. 65 b.

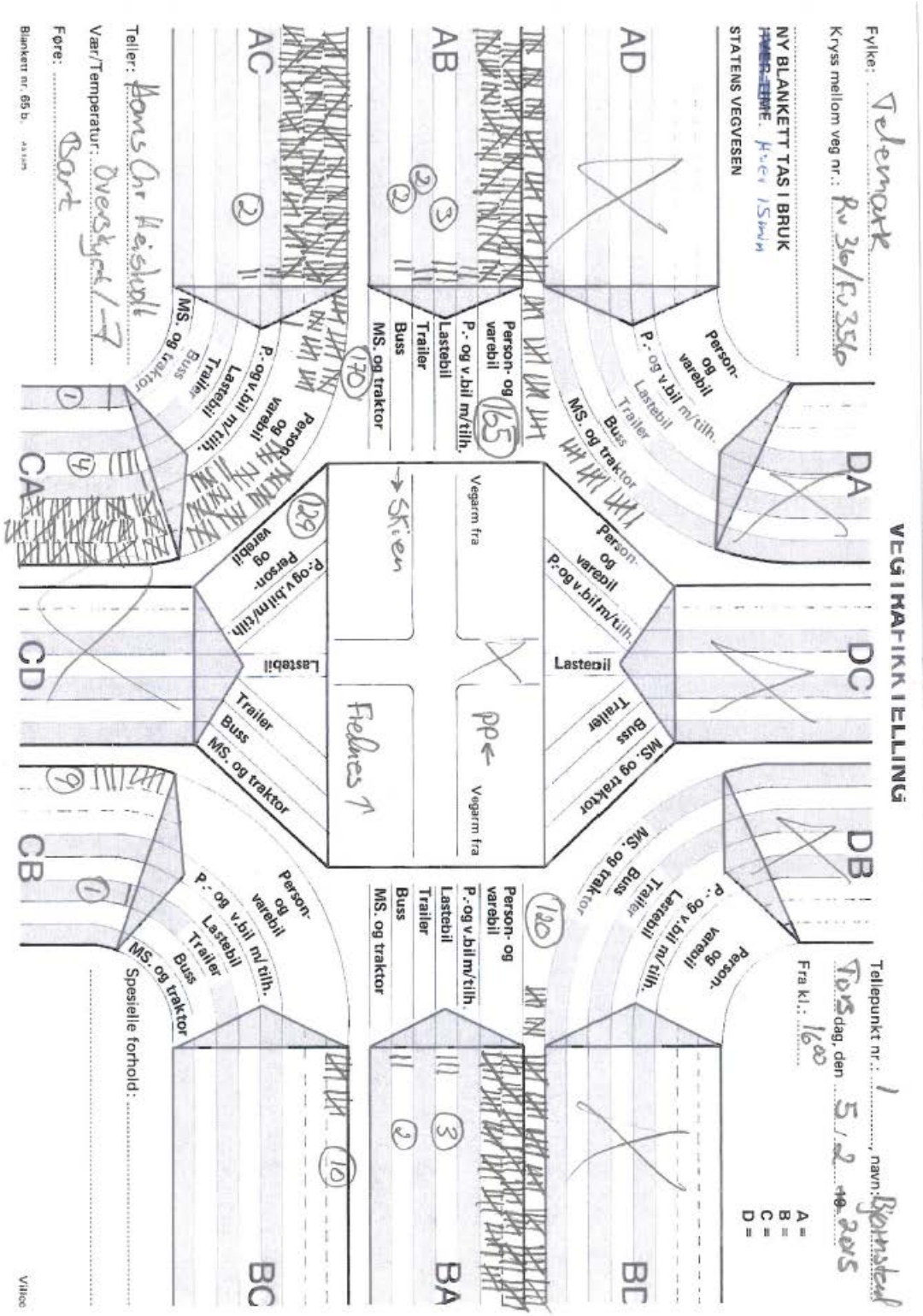

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36/Fv 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1, navn: Bjørnstad
Tor dag, den 5/2 2015
Fra kl.: 1445
A =
B =
C =
D =
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra Skien
Vegarm fra
Fredrikstad
Teller: Hans Chr. Heisholt
Vær/Temperatur: Sol/-7
Føre: Bart
Spesielle forhold:
Blankett nr. 65 b.

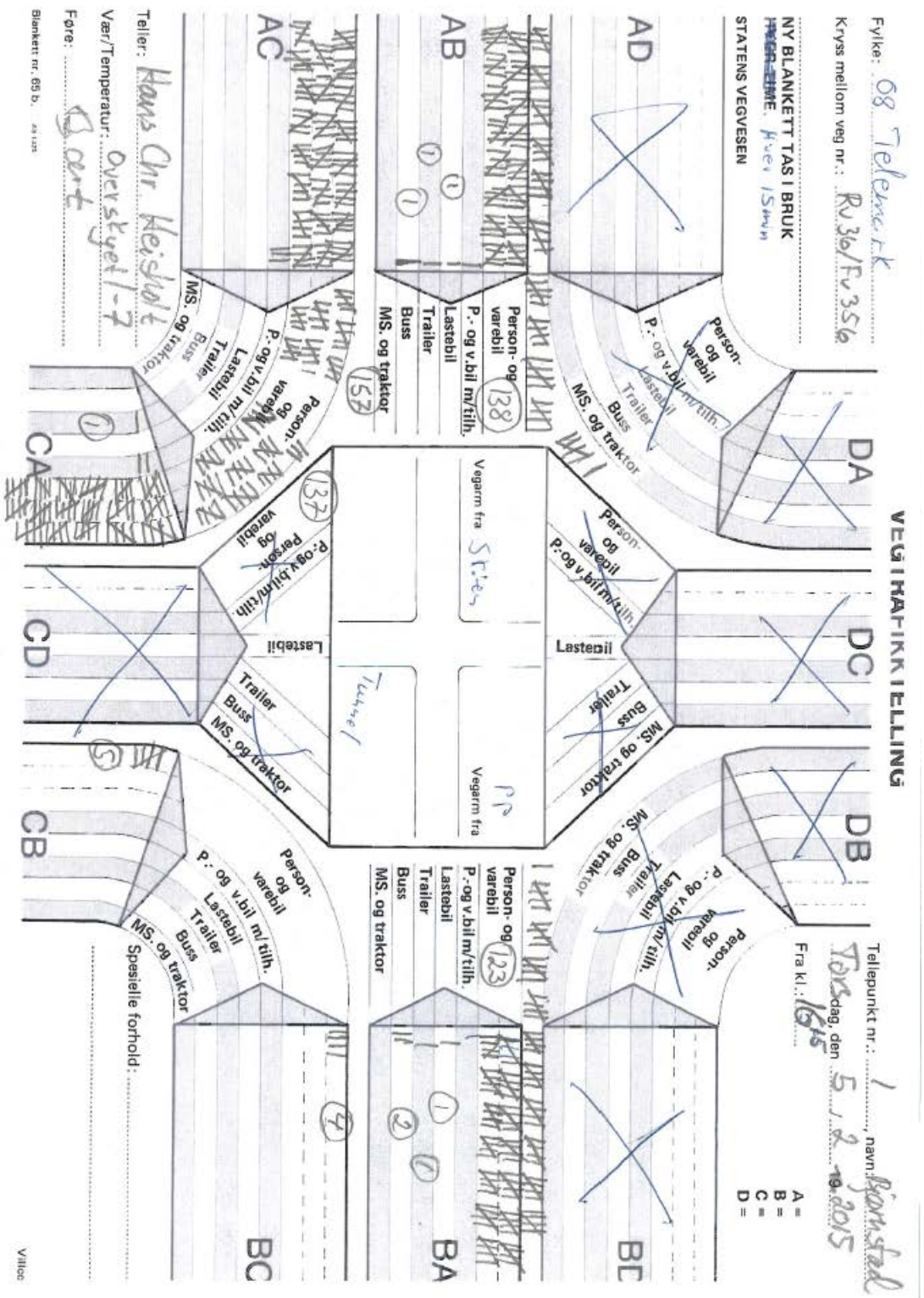

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Fv 36/Fv 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1, navn: Bjørnstad
Tors. dag, den 5/2 1995
Fra kl.: 15⁰⁰
A =
B =
C =
D =
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Skien
Kragerø
Porsgrunn
Teller: Hans Chr. Heisholt
Vær/Temperatur: Overskyet/-7
Føre: Tørt
Spesielle forhold:
Blankett nr. 65 b.

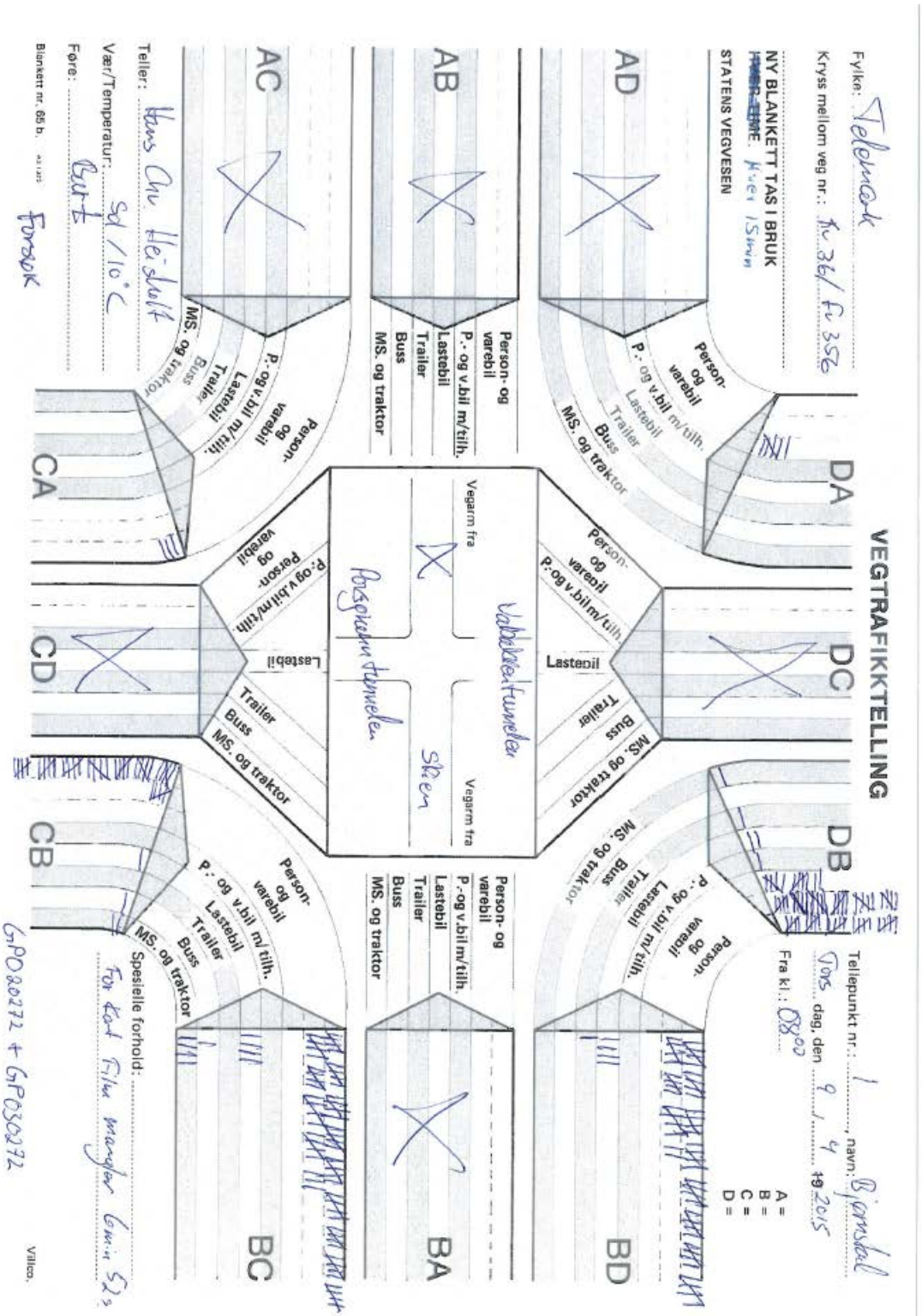

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36/Fv 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1, navn: Bjørkastul
Tirs. dag, den 5./2. 2015
Fra kl.: 15:15
A =
B =
C =
D =
AD
DA
DC
DB
AB
BA
BC
AC
CA
CD
CB
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Skien
Porsgrunn
Telemark
Teller: Hans Chr. Heisholt
Vær/Temperatur: Overskyet 1-7
Føre: Bart
Spesielle forhold:
Blankett nr. 65 b.

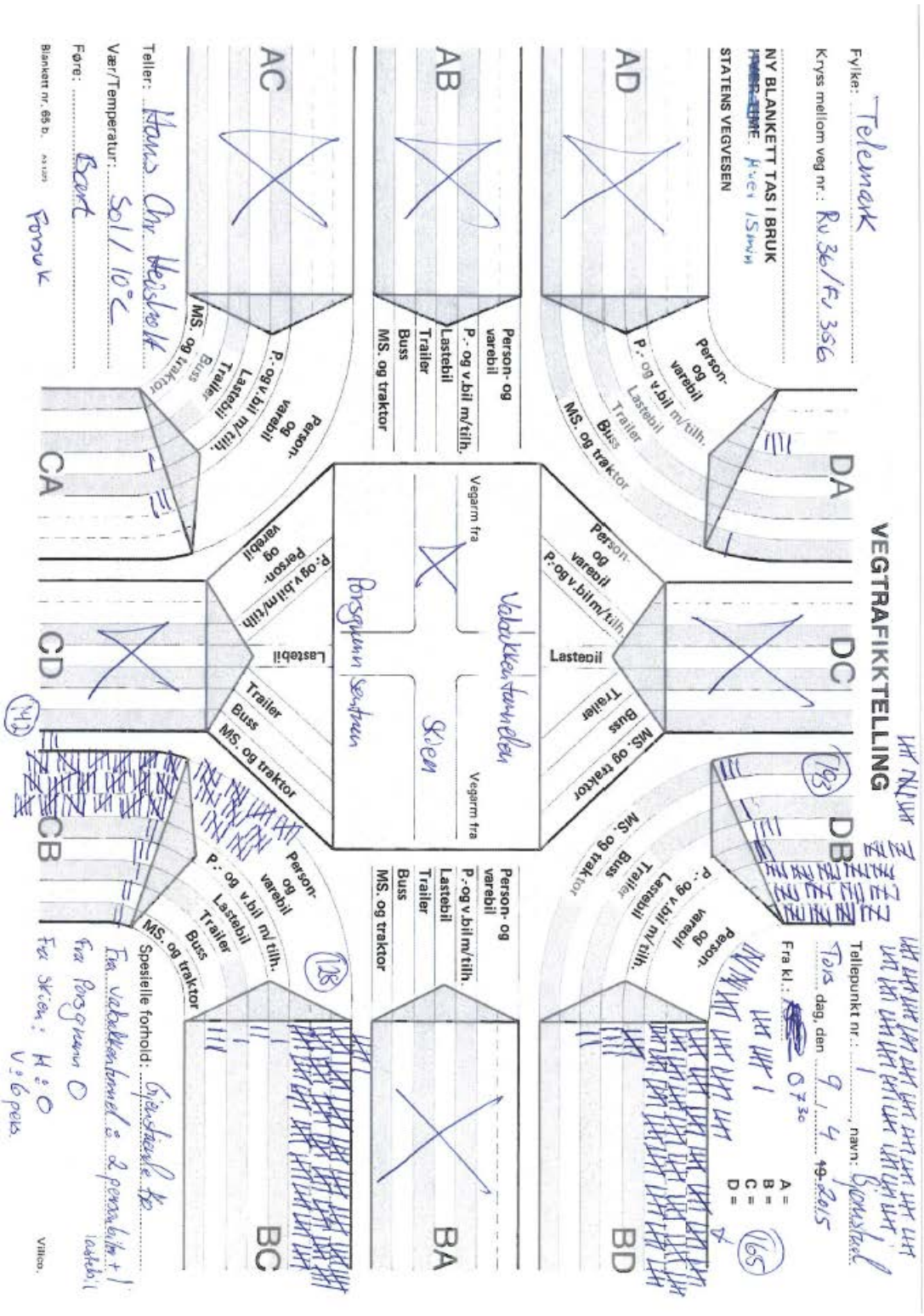

VEGTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36 / Fv 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1, navn: Bjørnstad
Torsdag, den 5 / 2 2015
Fra kl.: 15 30
A =
B =
C =
D =
AD
DA
DC
DB
BD
AB
BA
AC
CA
CD
CB
BC
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Teller: Hans Chr Heisholt
Vær/Temperatur: Overskyet / -7
Føre: Bart
Spesielle forhold:
Blankett nr. 65 b.

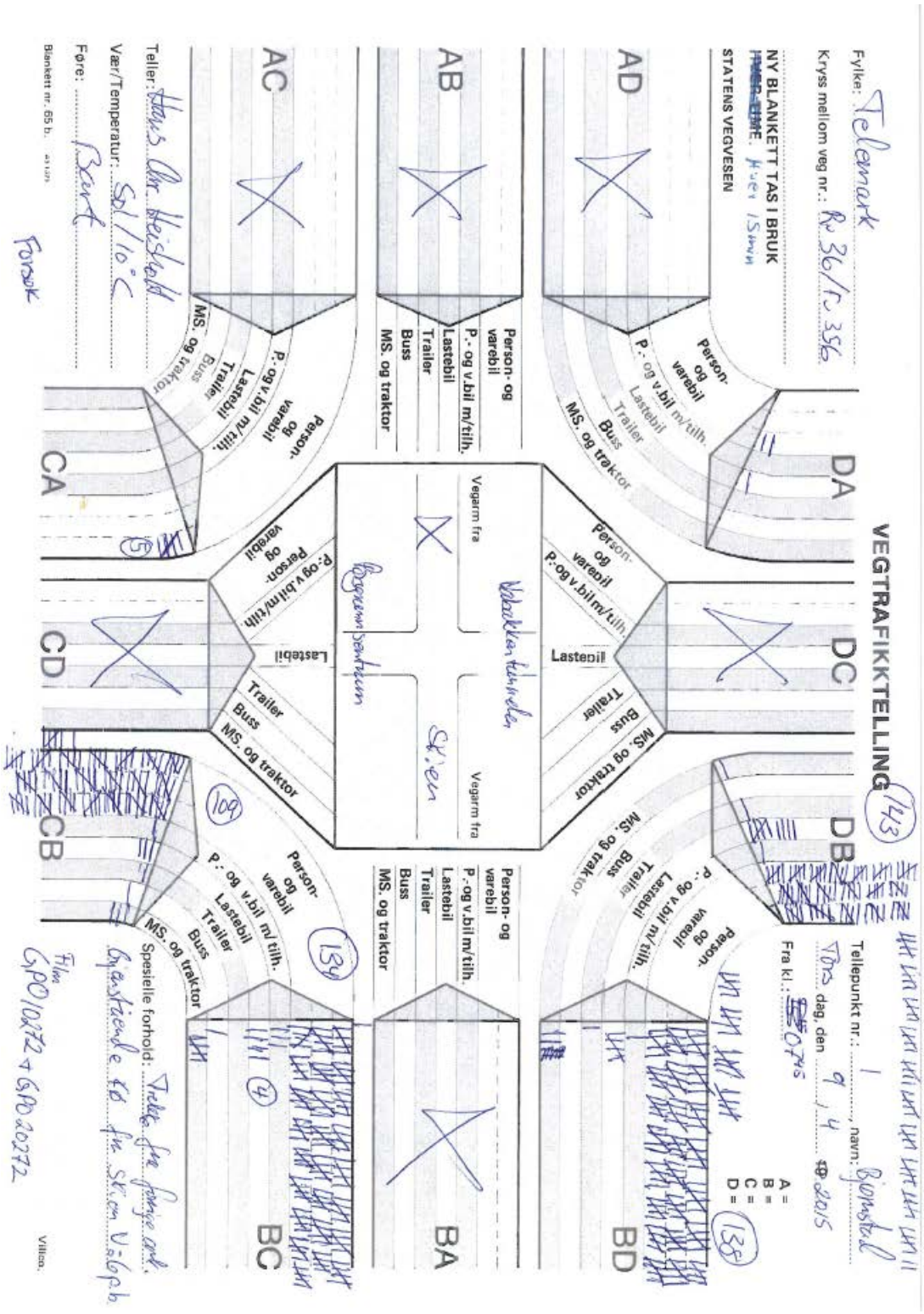

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36 / Fv 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1, navn: Porsmoen
Tirs dag, den 5 / 2 2015
Fra kl.: 1545
A =
B =
C =
D =
AD
DA
DC
DB
BC
AB
BA
AC
CA
CD
CB
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Skien
Porsmoen
Spesielle forhold:
Teller: Hans Chr Heisholt
Vær/Temperatur: Overskyet / -7
Føre: Bart
Blankett nr. 85 b.

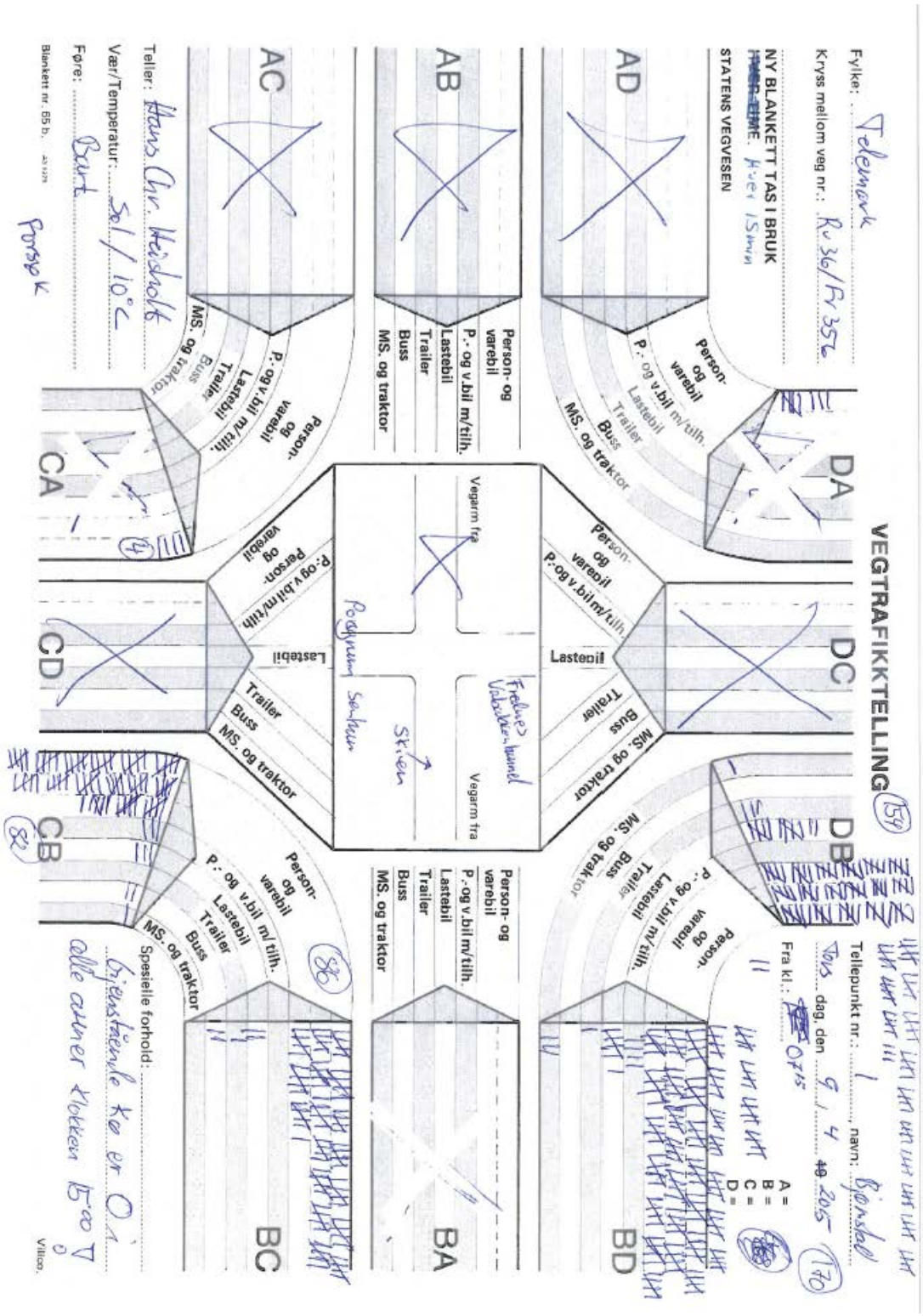

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36/Fv 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1, navn: Bjørnstad
Tors dag, den 5/2 2015
Fra kl.: 16⁰⁰
A =
B =
C =
D =
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Skien
Heimes 7
Teller: Hans Chr Heisholt
Vær/Temperatur: Overskyet/-7
Føre: Bart
Spesielle forhold:
Blankett nr. 65 b.

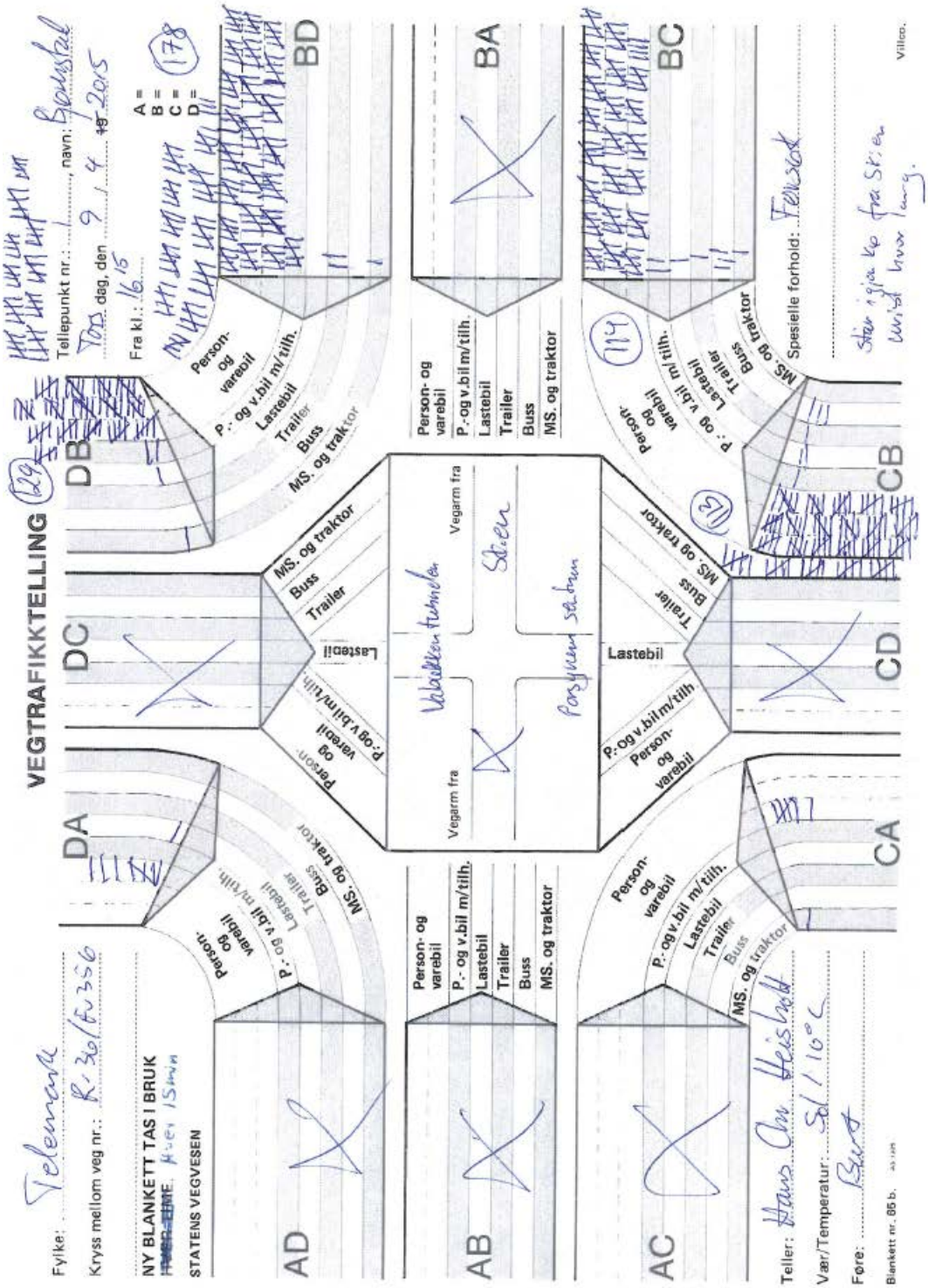

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: 08 Telemark
Kryss mellom veg nr.: RV 36/FV 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1 navn: Bjørnstad
Torsdag, den 5/2 2015
Fra kl.: 16:15
A =
B =
C =
D =
AD
DA
DC
DB
BD
AB
BA
AC
CA
CD
CB
BC
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra Stien
Vegarm fra Turveg
Teller: Hans Chr. Heisholt
Vær/Temperatur: Overskyet 1-7
Føre: Tørt
Spesielle forhold:
Blankett nr. 65 b.

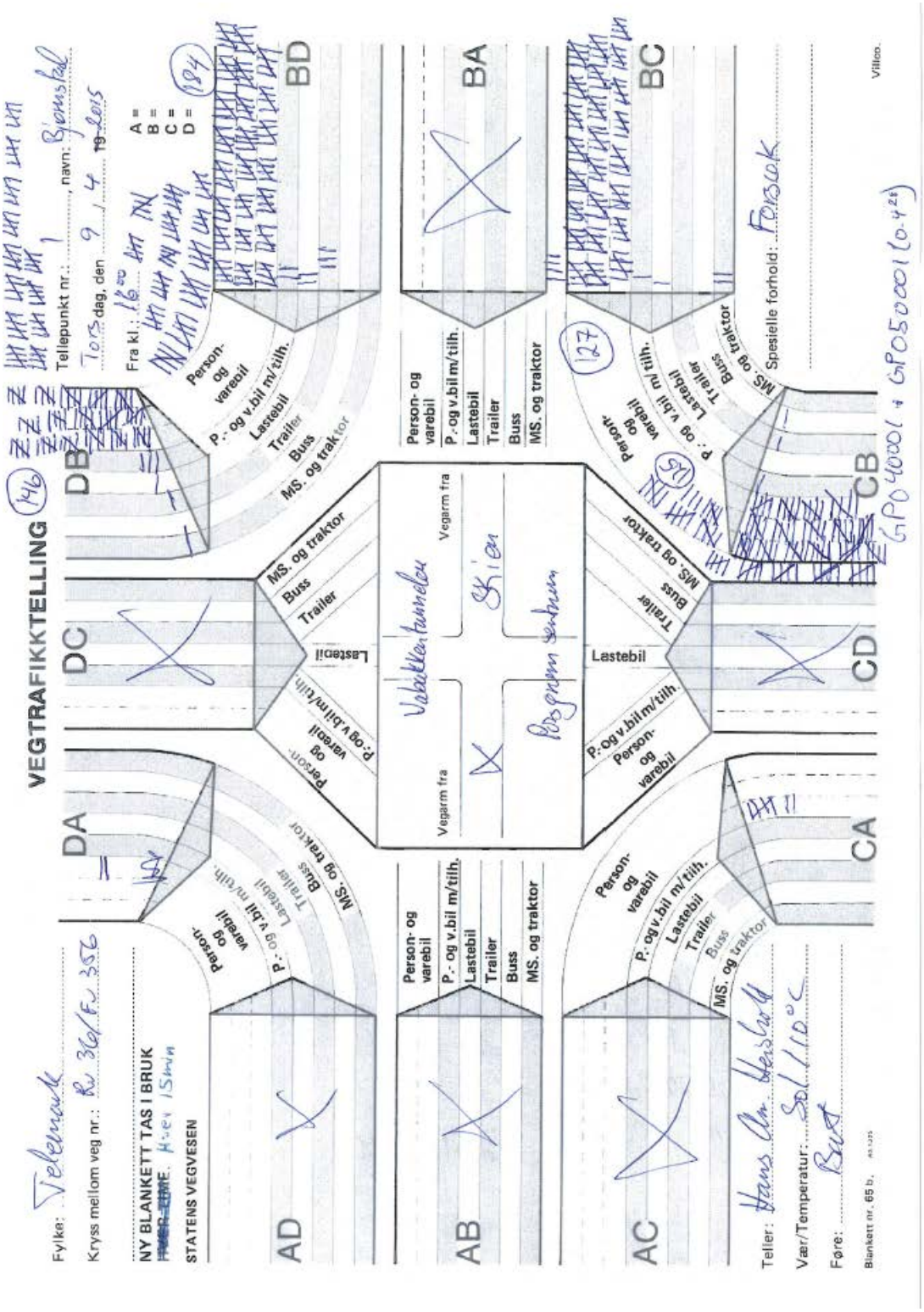

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: fv 36 / fv 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1 navn: Bjørnstad
Fra kl.: 08⁰⁰
A =
B =
C =
D =
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Vegarm fra
Spesielle forhold:
Teller: Hans Chr. Heisholt
Værtemperatur: Sol / 10°C
Føre: Tørt
Blankett nr. 65 b.
Forsøk
GPO80272 + GPO30272

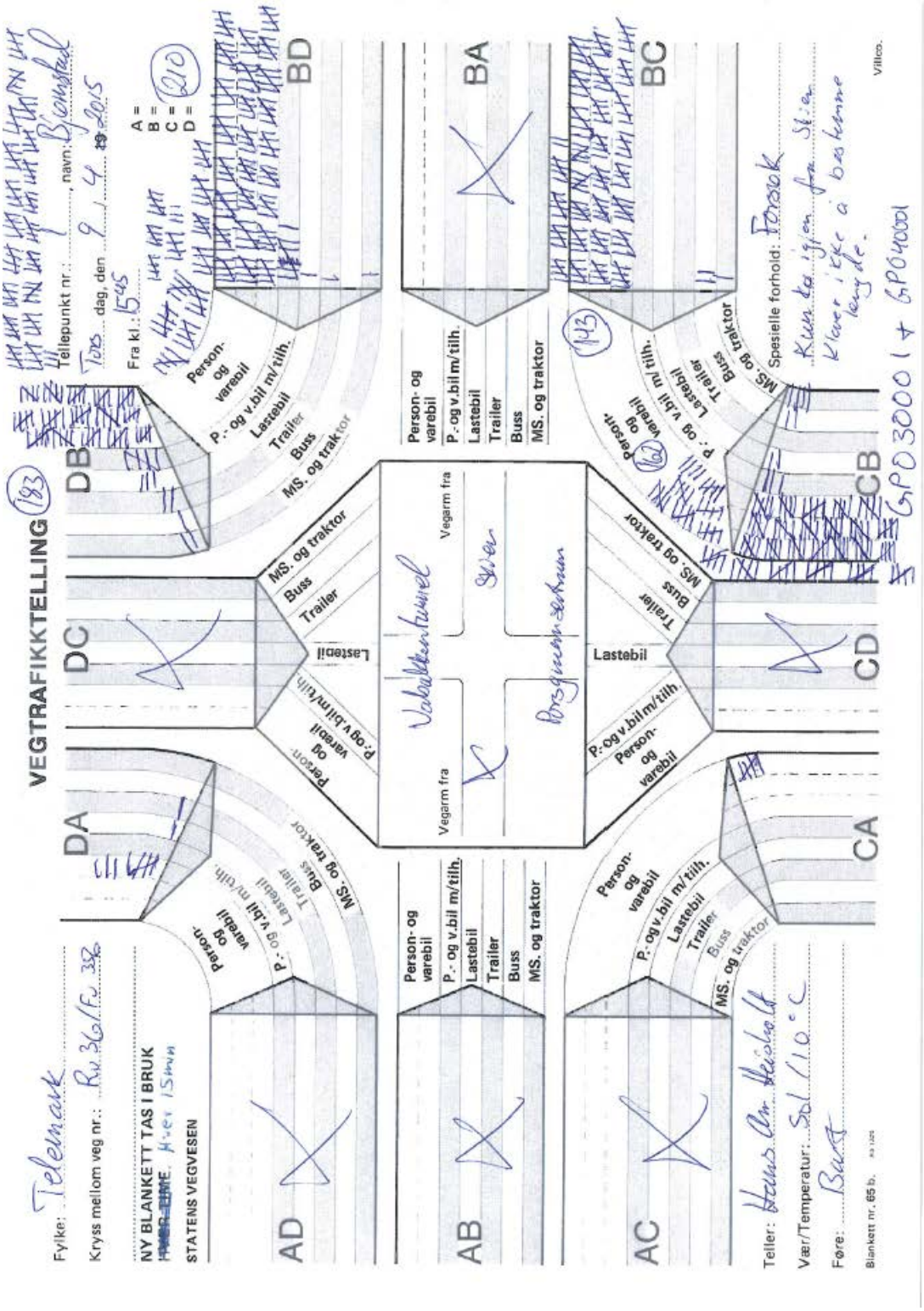

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36/Fv 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1
navn:
Tors. dag, den 9/4 2015
Fra kl.: 07 30
A =
B =
C =
D =
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Valebkkentunnelen
Porsgrunn sentrum
Skien
Spesielle forhold:
Fra valebkkentunnel til porsgrunn
Fra Porsgrunn til Skien: H & O
Teller: Hans Chr. Heisholt
Vær/Temperatur: Sol / 10°C
Føre: Bart
Blankett nr. 65 b.
Villeco.

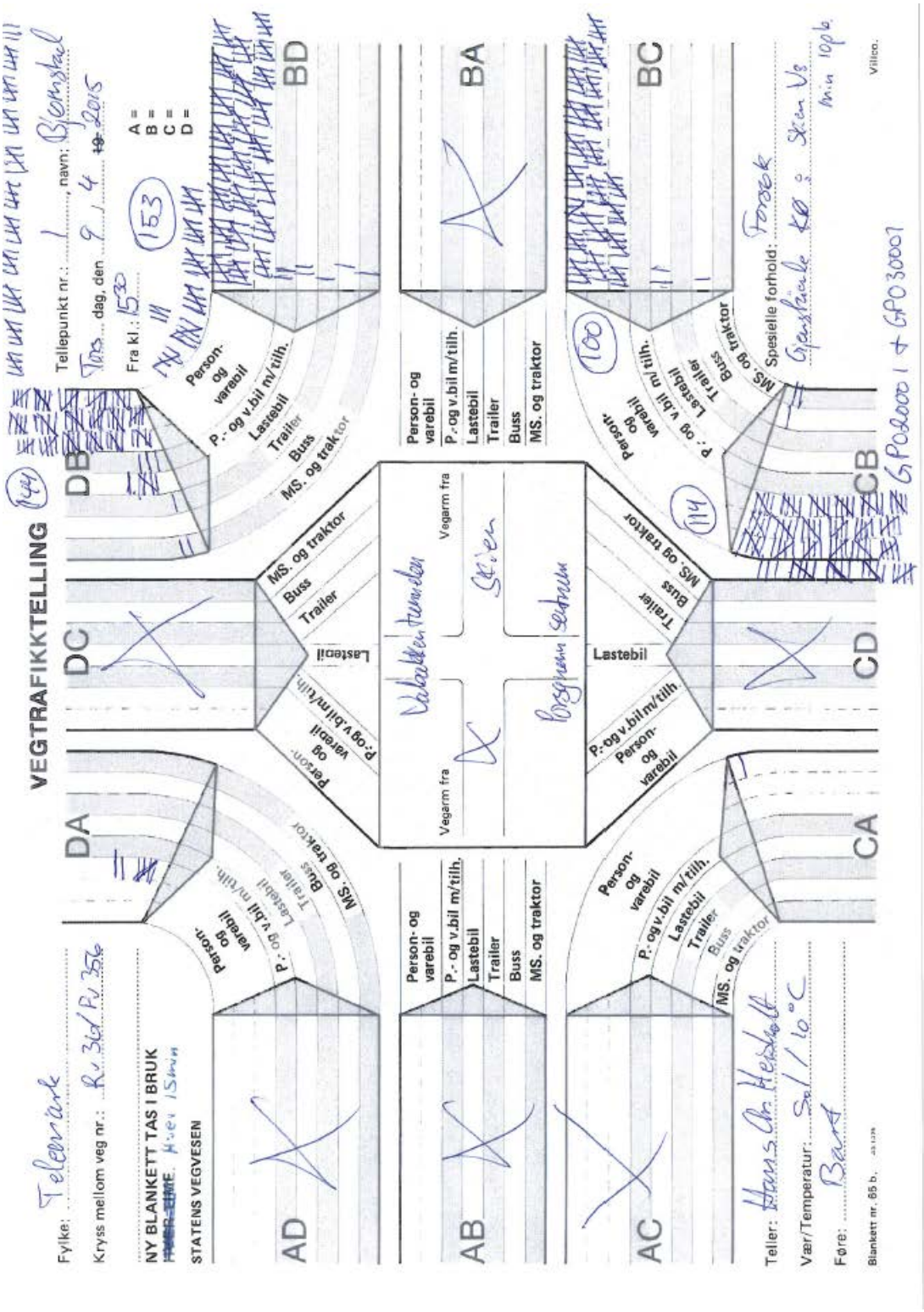

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36/r 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1, navn: Bjørnstad
Tors. dag. den 9/4 2015
Fra kl.: 0745
A =
B =
C =
D =
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Skien
Bøgrem sentrum
Spesielle forhold: Tråkk fra gangs. osv.
Gjestående fra fr. Skien V. 6p.b.
Teller: Hans Chr. Heisholt
Vær/Temperatur: Sol/10°C
Føre: Bart
Blankett nr. 65 b.
Forsøk
Film GP01272 - GP02272
Viltco.

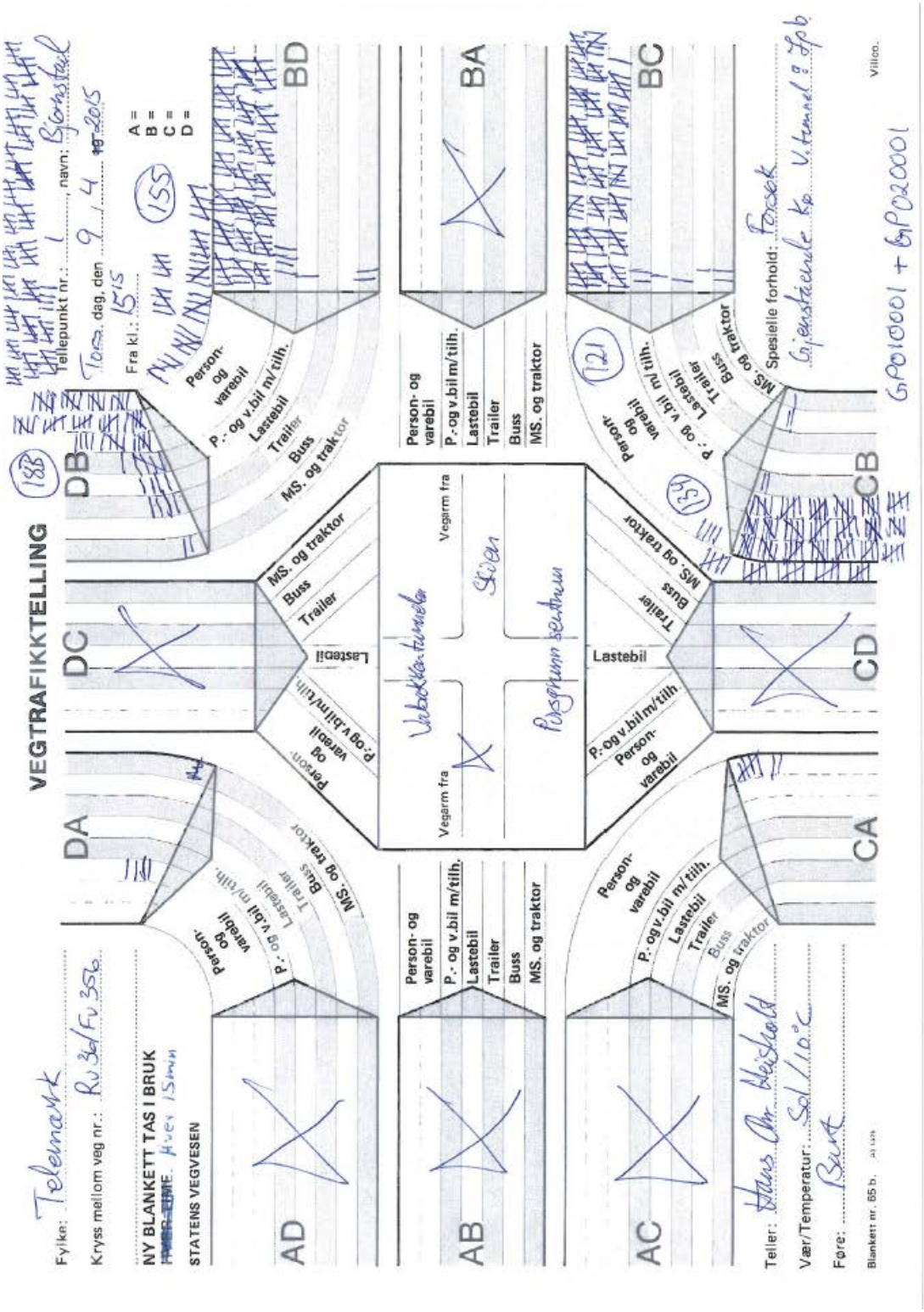

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36/Fv 357
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1, navn: Bjørnstad
Tors dag, den 9/4 2015
Fra kl.: 07:15
A =
B =
C =
D =
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Fredag Valkiekvinnel
Solskinn
Skiven
Spesielle forhold:
Tjenestefrie kø er O.K.
alle annen klokken 15:00
Teller: Hans Chr. Heisholt
Vær/Temperatur: Sol / 10°C
Føre: Bart
Blankett nr. 65 b:
Forsøk

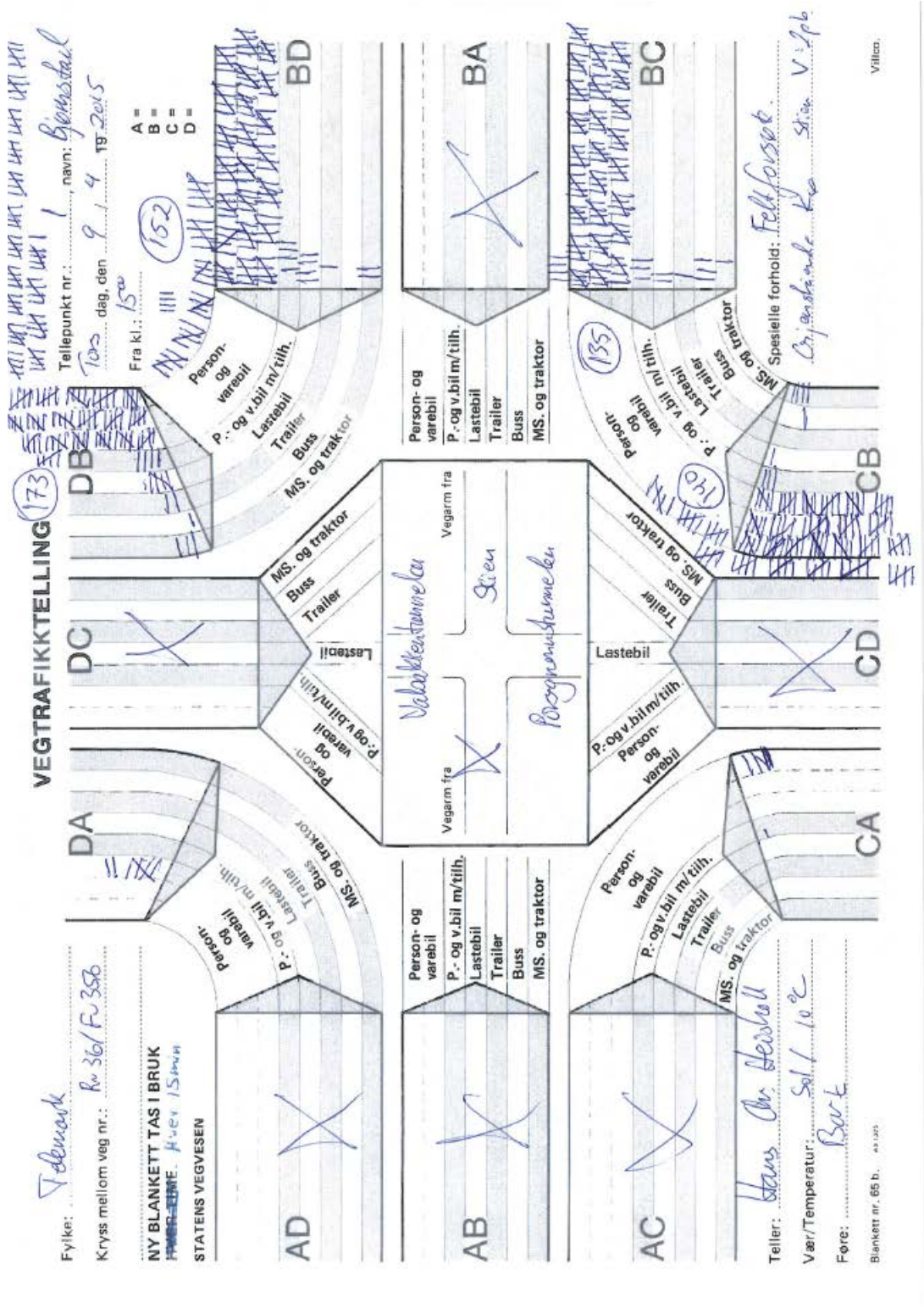

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke:
Kryss mellom veg nr.:
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.:
navn:
dag, den
Fra kl.:
A =
B =
C =
D =
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Spesielle forhold:
Teller:
Vær/Temperatur:
Føre:
Blankett nr. 85 b.
Villco.
AD
AB
AC
DA
DB
DC
BA
BC
BD
CA
CB
CD

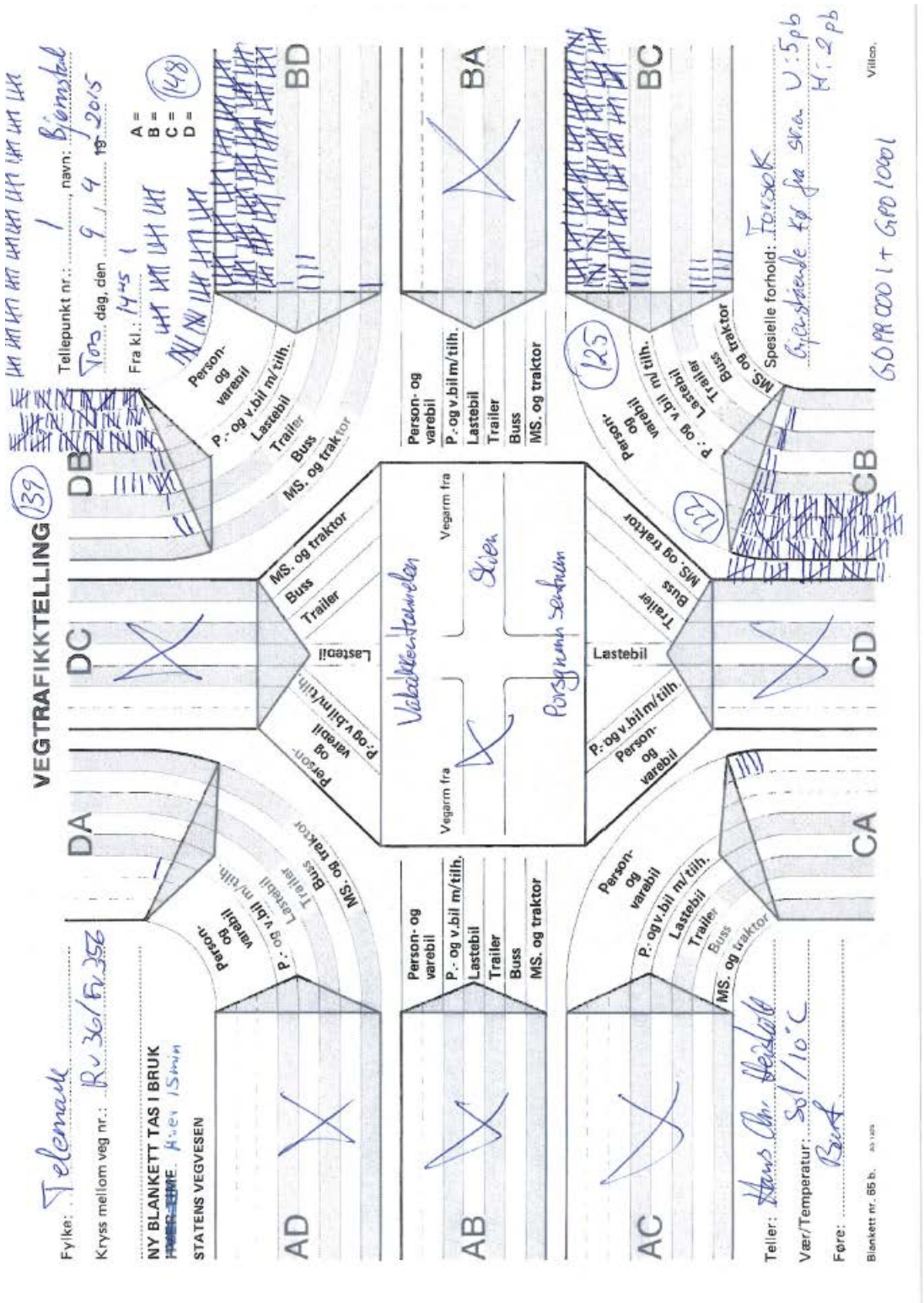

VEGTRAFIKKTELLING
Fylke:
Kryss mellom veg nr.:
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.:
navn:
dag, den
Fra kl.:
A =
B =
C =
D =
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Spesielle forhold:
Teller:
Vær/Temperatur:
Føre:
Blankett nr. 65 b.
Villco.
AD
AB
AC
DA
DB
DC
BD
BA
BC
CA
CB
CD


VEGTRAFIKKTELLING
Fylke:
Kryss mellom veg nr.:
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.:
navn:
dag, den
Fra kl.:
A =
B =
C =
D =
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Teller:
Vær/Temperatur:
Føre:
Blankett nr. 65 b.
Villco.


VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv. 36 / Pv. 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1 navn: Bjønnstad
Tors. dag, den 9. 4. 2015
Fra kl.: 15
A =
B =
C =
D =
AD
AB
AC
DA
DB
DC
BA
BC
BD
CA
CB
CD
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Spesielle forhold: Forsek
Teller: Hans Ch. Heisholt
Vær/Temperatur: Sol / 10 °C
Føre: Bart
Blankett nr. 65 b.
Villco.


VEGTRAFIKKTELLING
Fylke: Telemark
Kryss mellom veg nr.: Rv 36/Fv 356
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.: 1 navn: Bjørnstad
Tors. dag, den 9 / 4 2015
Fra kl.: 15:15
A =
B =
C =
D =
AD
AB
AC
DA
DB
DC
BA
BC
BD
CA
CB
CD
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Spesielle forhold: Forsek
Gjenstående kø. V. tunnel g Jpb
Teller: Hans Chr. Heisholt
Værtemperatur: Sol / 10°C
Føre: Bart
Blankett nr. 65 b.
Villco.
GP010001 + GP020001


VEGTRAFIKKTELLING
Fylke:
Kryss mellom veg nr.:
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.:
navn:
dag, den
Fra kl.:
A =
B =
C =
D =
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Lastebil
Spesielle forhold:
Teller:
Vær/Temperatur:
Føre:
Blankett nr. 65 b.
Villco.
AA
AB
AC
AD
BA
BB
BC
BD
CA
CB
CC
CD
DA
DB
DC
DD


VEGTRAFIKKTELLING
Fylke:
Kryss meilom veg nr.:
NY BLANKETT TAS I BRUK
STATENS VEGVESEN
Tellepunkt nr.:
navn:
dag, den
Fra kl.:
A =
B =
C =
D =
Person- og varebil
P.- og v.bil m/tilh.
Lastebil
Trailer
Buss
MS. og traktor
Vegarm fra
Teller:
Vær/Temperatur:
Føre:
Blankett nr. 65 b.
Villco.