

## Vurdering av kryssløsning på Bøen

**Maria Lines Arntzen**

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juni 2013

Hovedveileder: Kelly Pitera, BAT

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





Oppgavens tittel: Vurdering av kryssløsning på Bøen	Dato:06.Juni 2013		
	Antall sider (inkl. bilag): 150 + tegningshefte		
	Masteroppgave	x	Prosjektoppgave
Navn: Maria Lines Arntzen			
Faglærer/veileder: Kelly Pitera			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Thomas Kaaløy Jensen			

**Ekstrakt:**

Det er planer om utvidelse av Kristiansand lufthavn, Kjevik, og det skal i denne forbindelse planlegges ny adkomstveg med utbedret standard. Denne masteroppgaven har gått ut på å vurdere kryssløsninger på Bøen i Kristiansand kommune, som en del av arbeidet med ny adkomstveg.

I oppgaven er det tatt sikte på å:

- Beskrive dagens situasjon i området
- Beskrive behov for tiltak og målsetninger, samt eksisterende planer for området
- Redegjøre for hvilke verdier, interesser og andre hensyn det bør legges vegg på under prosjekteringen
- Finne passende krysstype, løsning og dimensjoner
- Vurdere alternativene og anbefale løsning for videre arbeid

Det er i denne masteroppgaven presentert tre ulike kryssløsninger for nytt kryss på Bøen. Rapporten kan ses på som tre deler, en med bakgrunnsinformasjon og analyser av denne, en prosjekteringsdel og en del for vurdering og videre anbefaling.

Novapoint er benyttet for prosjektering av kryss som er tilpasset topografien på Bøen. Det anbefalte alternativet er videre detaljert med flere tegninger og større detaljeringsgrad.

**Stikkord:**

1. Vurdering av krysstype
2. Vurdering av kryssutforming
3. Detaljering i Novapoint
4. Konsekvensvurdering

---

(sign.)



## Forord

Denne masteroppgaven er skrevet ved Institutt for Bygg, anlegg og transport ved Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet, våren 2013. Oppgaven er utformet og gjennomført i samarbeid med Statens Vegvesen region sør. Oppgaven søker løsning for nytt kryss på Bøen i Kristiansand kommune. Ulike alternativer til kryssløsning er utarbeidet gjennom en kreativ prosess og videre prosjektert og fremstilt i *Novapoint*.

Oppgaven ble valgt fordi jeg ønsket en prosjekteringsoppgave, hvor jeg kunne benytte meg av kunnskap opparbeidet gjennom studieløpet ved NTNU. Jeg hadde også et ønske om å utvikle mine ferdigheter i *Novapoint*.

Deler av arbeidet med oppgaven ble gjennomført på NTNU. Prosjektering i *Novapoint* ble gjennomført hos ViaNova Trondheim og jeg vil rette en takk til de ansatte for veiledning underveis i prosessen. En stor takk rettes også til Kelly på institutt for bygg, anlegg og transport og Thomas Jensen hos Statens Vegvesen region sør for veiledning, gode tilbakemeldinger og å ha satt meg i kontakt med faglig sterke personer. Jeg vil også takke mine venner på og utenfor studiene, samt min kjære samboer Ragnar Alexander som har støttet og motivert meg gjennom arbeidet.

Trondheim, 06.Juni 2013



Maria Lines Arntzen



## Sammendrag

Det skal planlegges nytt kryss på Bøen i Kristiansand Kommune. Oppgaven er foreslått av Statens Vegvesen region sør. Vurdering av kryssløsning kan ses på en del av deres pågående arbeid med kommunedelplan for ny adkomstveg til Kristiansand lufthavn, Kjevik. Resultatet i masteroppgaven kan avvike fra Vegvesenets resultater, da arbeidet er basert på data tilgjengelig underveis i vårsemesteret 2013.

Avinor planlegger å utvide sin drift på Kjevik og trafikkmengden i området vil øke betraktelig. Dagens adkomstveg vil ikke ha tilstrekkelig kapasitet for fremtidige trafikkmengder. Planlegging av ny veg vil ha stor betydning for utvikling av flyplassen, som regionens hovedflyplass. Rv 41 utvides fra to til fire felt i ny trase fra E18 til mot Bøen, hvor ny veg kobles til eksisterende rv 41. Herfra fortsetter vegen som ny rv 451 av utbedret standard frem til terminalen på Kjevik.

Ved vurdering av løsninger for nytt kryss på Bøen tas det utgangspunkt i tre av Statens Vegvesens foreslåtte vegkorridorer for ny adkomstveg til Kjevik. Ny rv 41 tar av fra nytt kryss på E18 ved Skjøringsmyr og fortsetter videre forbi planlagt boligfelt på Hamrevann. Videre er det skissert tre ulike løsninger for passering av Ve. I forbindelse med vegkorridorene er to kryssplasseringer foreslått, en sør og en nord på Bøen.

De flate, langstrakte jordbruksområdene langs Topdalselva er trukket frem med stor verdi for landskapsbilde, kulturmiljø og naturressurser i området. Bebyggelsen i området er spredt over slettene, med konsentrert bebyggelse på Ve og Ryen. En rekke bygninger har stor verdi for kulturmiljø. I valg av løsning for nytt kryss på Bøen er det ønsket å bevare de verdifulle områdene, i så stor grad dette lar seg gjøre. Det søkes samtidig en økonomisk god løsning, og det legges vekt på å minimere bygging av tunneler og bruer, for å redusere kostnadene. Det er ved prosjektering og anbefaling av løsning også lagt vekt på en løsning med god trafikkavvikling og trafiksikkerhet.

Planlegging av nytt kryss på Bøen er gjort på bakgrunn av eksisterende forhold og foreliggende planer for området. Det er gjort beregninger av fremtidig trafikkmengde og hvordan trafikken vil fordele seg gjennom krysset. Den største trafikkmengden i dagens T-kryss på Bøen går mellom rv 41 i retning Kristiansand og rv 451 mot Kjevik. På grunnlag av trafikale vurderinger er Statens Vegvesens forslag om å planlegge nytt kryss som rundkjøring vurdert som hensiktsmessig.

Nytt kryss på Bøen utformes som en stor rundkjøring med filterfelt, og to felt i tilfart og utfart på vegarmene hvor dette er vurdert som nødvendig, for en effektiv og robust løsning. Det er utarbeidet tre alternativer til løsninger for nytt kryss på Bøen med bakgrunn i foreslåtte vegkorridorer. To av disse ligger sør på Bøen, alternativ B4 og B6. Et tredje alternativ er plassert 300 m lengre nord på Bøen, alternativ B3. Alternativene er prosjektert i henhold til Statens Vegvesens normaler i prosjekteringsverktøyet *Novapoint 18.30*, med tegninger i separat tegningshefte som vedlegg til masteroppgaven.

Rundkjøringsalternativene ble prosjektert med utgangspunkt i rundkjøringsmodulen i *Novapoint*. Det var imidlertid nødvendig med justeringer for å tilpasse geometri til forholdene

for de ulike kryssplasseringene på Bøen. Sikt- og sporingsanalyser ble gjennomført og utforming av rundkjøringene ble også endret noe som et resultat av dette.

Det er gjennomført konsekvensvurderinger av de ulike kryssalternativene, med tilhørende vegkorridorer. Vurderingen er i hovedsak gjort på et grovt, kvalitativt nivå. Faktorer for valg av løsning ble rangert etter viktighet for valg av løsning. Rangeringen er gjort i henhold til mål for prosjektet. De ulike alternativenes innvirkning på disse faktorene, som kostnad, arealbeslag og andre ikke-prissatte tema ble karaktersatt og alternativene ble rangert fra best til dårligst.

Alternativ B6 med tilhørende vegkorridorer ble vurdert som det dårligste alternativet, da spesielt grunnet lav fremkommelighet og trafiksikkerhet i krysset. Alternativ B3 og B4 ble rangert med lik verdi. Til slutt ble kostnadene ved tiltak avgjørende faktor for valg. Alternativ B4 ble vurdert som den beste løsningen, da deler av vegkorridor for alternativ B3 er planlagt i tunnel med en adskillig merkostnad.

Alternativ B4 er videre detaljert, med flere tegninger og høyere detaljeringsgrad. Kryssløsningen vil bidra til å øke fremkommeligheten og utviklingen av Kristiansand lufthavn, Kjevik, på en trafiksikker måte. Myke trafikanter sikres en god og trafiksikker løsning med en separat vegbane, parallelt med lokalvegen og videre mot Kjevik langs rv 451. Ny veg er trukket over Hamrevann og vil sikre adkomst til nye boliger, samtidig som beboerne på Hamre skånes.



## Summary

A new intersection at Bøen in Kristiansand municipality should be designed. The master thesis is suggested by The Norwegian Public Roads Administration (NPRA). The assessment of a new connection at Bøen can be seen as a part of their ongoing work with the municipal master plan for a new road for an access road to Kristiansand airport, Kjevik. The results of the thesis might differ from the results of NPRA's work, when the work is based on available data at the moment.

Avinor plans to expand its operations at Kjevik. The capacity of current access road will not be sufficient for future traffic volumes. Planning of a new road will be of great importance for the development of the airport. Route 41 (rv 41) will be extended from two to four lanes, following a new route towards Bøen. Here the new road connects with existing rv 41 and continues as a new, improved, rv 451.

The base of the planning and design of a new intersection at Bøen will be three new routes for the access road to Kjevik, proposed by NPRA. The new road will depart from E18 in a new intersection at Skjøringsmyr and continues over Hamrevann, passing a new residential area that is under planning. The route, passing Ve, is suggested as three alternative solutions. It is proposed two locations for the new intersection at Bøen, one in the south and one in the north.

The flat, wide farming areas along Topdalselva I highlights with a great value for the landscape, cultural and natural resources in the area. The settlements are scattered over the area, with concentrated houses at Ve and Ryen. A number of houses had great value to the cultural environment. In choosing a solution for a new intersection at Bøen, it is desired to preserve the valuable areas to as great an extent as possible. It is also searched for a financially good solution, and the mineralization of building road tunnels and bridges are emphasized, to reduce costs. It has been important to design and give recommendation of a solution that ensures a good traffic flow and road safety.

The existing conditions and plans for the area are taken into consideration, while planning the new intersection at Bøen. Estimations of the future traffic volumes and how the traffic will be distributed through the intersection is done. The main traffic volume runs in the current T-intersection between rv 41 towards and from Kristiansand and rv 451 towards Kjevik. The NPRA has suggested to build a new intersection as a roundabout. This proposal is taken under consideration and found as the best solution for a new intersection at Bøen.

The new connection at Bøen is designed as a large roundabout, with a separate lane outside of the roundabout. The approach and exit to the intersection is extended from one to two lanes where this is found necessary to provide a good traffic flow. Three alternatives for a new intersection is made. Two of these are located in the south of Bøen, named alternative B4 and B6. The third alternative is located 300 m to the north, named alternative B3. The design is done based on the Handbooks for road construction, published by NPRA. The design tool *NovaPoint 18.30* is used to design and visualize the different alternatives. Drawings can be found in a separate drawing booklet.

Roundabouts were designed based on the roundabout module in NP. However, it was necessary to do adjustments to adapt to the geometry for the different cross locations at Bøen. It was checked that the design of roundabouts could provide necessary view when driving towards and in the roundabout. It was also tested that it was possible to drive through it with a truck. This resulted in further adjustments to the geometry.

It was done an impact assessment of the various alternatives for the new intersection with accompanying routes for the new roads. Estimates mainly presented of a rough qualitative level. A ranking of choice factors are ranked by importance for the selection of solution. The rating is done in accordance to the objectives of the project. The different alternatives were graded by the scope of impact on factors such as cost, use of land and other non-monetised themes. The options were ranked from best to worst.

Alternative B6 with accompanying routes for the new road was rated at the worst solution. This is especially due to low accessibility and road safety in the roundabout. Alternative B3 and B4 were ranked equally. Finally, the costs were the crucial factor in deciding which the best alternative was. So, alternative B4 was considered as the best solution. This was mainly because alternative B3 includes a tunnel that will cause in great costs.

Alternative B4 are further detailed, with additional drawings with and a higher level of detail. The new intersection at Bøen will increase the accessibility towards Kristiansand Airport, Kjevik. The solution also provides a good road safety. Pedestrians are ensured a good and safe alternative with a separate roadway, parallel to the local road that continues towards Kjevik along rv 451. The new road route is moved from Hamre to Hamrevann and will ensure access to the new residential area at Hamrevann, while the residents at Hamre is spared.

## **Innhold**

Forord .....	I
Sammendrag .....	III
Summary .....	V
Figurliste.....	XI
Tabelliste .....	XIII
Kapittel 1 - Innledning .....	1
Bakgrunn for oppgaven .....	1
Oppgavebeskrivelse.....	2
Oppbygging av rapporten .....	2
Kapittel 2 - Bakgrunn .....	3
Oppgaveområdet.....	4
Historikk .....	5
Kapittel 3 – Dagens situasjon.....	7
Planområdet .....	7
Veg.....	8
Kryss .....	8
Andre kryss i området .....	9
Gang og sykkel .....	9
Kollektivtransport.....	10
Ulykker .....	11
Dagens trafikksituasjon .....	11
Grunnforhold .....	12
Eksisterende anlegg og virksomheter .....	13
Kapittel 4 - Rammer og føringer .....	15
Mål med tiltaket.....	15
Samfunns mål (prosjektets virkning på samfunnet).....	15
Effektmål (virkning for brukere, transport, ulykker, miljø, nytte/kostnadstall osv.).....	15
Eksisterende planer.....	15
Reguleringsplaner i området.....	17
Reguleringsplan for Kristiansand lufthavn, Kjevik. ....	17
Andre vedtatte reguleringsplaner i området:.....	18
Reguleringsplaner under utarbeidelse .....	18
Kommunedelplan for Hamrevann.....	18

Avinors planer for drift.....	19
Planenes innvirkning på tiltaket .....	19
Kapittel 5 - Beskrivelse av områdets verdi og miljø .....	21
Landskapsbilde .....	21
Kulturminne og –miljø .....	22
Nærmiljø og friluftsliv.....	23
Naturmiljø.....	24
Naturressurser .....	25
Oppsummering av områdets verdi.....	26
Kapittel 6 - Trafikkprognoser.....	27
Dagens svingebevegelser i kryss på Bøen.....	27
Trafikkprognoser .....	29
Vurdering av prognoser .....	30
Prognoser av svingebevegelser i nytt kryss på Bøen.....	30
Kapittel 7 - Prosjekteringsgrunnlag.....	33
Vegstandard ny rv 41.....	33
Vegstandard ny rv 451.....	33
Vegstandard, eksisterende rv 41 .....	34
Oversikt over dimensjoneringskrav .....	34
Gang- og sykkelveg.....	35
Byggegrense .....	36
Overbygging .....	36
Kapittel 8 – Utvalgskriterier.....	37
Kapittel 9 - Valg av krysstype.....	39
Planskilte kryss .....	39
Ulike utforminger av planskilte kryss .....	40
Kryss i plan.....	41
Vurdering og valg.....	43
Kapittel 10 - Rundkjøringsdimensjoner, generelt .....	45
Rundkjøringsdimensjoner.....	45
Rundkjøring .....	46
Tilfart og utfart.....	46
Deleøy .....	48

Filterfelt.....	48
Kapittel 11 – Novapoint .....	51
Presentasjon av alternative kryssløsninger .....	51
Novapoint 18.30 .....	51
Kommentarer til tegninger .....	52
Kapittel 12 - Beskrivelse av kryssalternativer og vegkorridorer.....	53
Kryssalternativ B3 .....	54
Beskrivelse av vegkorridorene i kryssområdet .....	55
Beskrivelse av rundkjøring .....	56
Kryssalternativ B4 .....	58
Beskrivelse av vegkorridorene i kryssområdet .....	58
Beskrivelse av rundkjøring .....	59
Kryssalternativ B6 .....	60
Beskrivelse av vegkorridorene i kryssområdet .....	61
Beskrivelse av rundkjøring .....	61
Lokalvegløsninger .....	63
Alternativ B4.....	63
Alternativ B6.....	64
Gang- og sykkelveg .....	64
Kapittel 13 - Konsekvensvurdering av alternativene .....	67
Trafikale konsekvenser.....	68
Oppsummering av fremkommelighet .....	70
Konsekvensvurdering og omfang .....	70
Prissatte konsekvenser .....	70
Trafikksikkerhet.....	71
Ikke-prissatte konsekvenser .....	72
Kapittel 14 - Rangering og valg av alternativ .....	77
Måloppnåelse.....	77
Rangering.....	77
Valg av alternativ.....	79
Kapittel 15 - Utforming av B4 beskrivelse .....	81
Detaljering .....	81
Utforming av Bøenkrysset – Detaljering .....	82

Kontroll av sikt i rundkjøring .....	84
Vegkorridor for ny rv 41 .....	85
Gang og sykkelveg.....	87
Lokalvegnett .....	88
Ytterligere prosjekteringsvurderinger.....	89
Vegoppmerking.....	89
Vegskilt .....	90
Terrengbehandling .....	90
Sikkerhetssone .....	91
Overbygging .....	91
Belysning .....	92
Estetikk .....	92
Virknings og konsekvenser for området .....	92
Byggegrense.....	92
Erverving av eiendom .....	93
Ikke-prissatte konsekvenser .....	93
Byggefaser .....	94
Kapittel 16 - SVVs valg av løsning.....	95
Kapittel 17 - Konklusjon .....	97
Måloppnåelse.....	97
Videre planarbeid .....	98
Referanser.....	99
Vedlegg .....	105

## Figurliste

Figur 1 Oversikt over studieområdet med nangiving av områder (google, 2013) .....	1
Figur 2 Oversiktskart - Bøenkrysset (google, 2013) .....	3
Figur 3 Oversikt over B-korridorene og videre fortsettelse mot Kjevik.(Statens Vegvesen, 2013d).....	4
Figur 4 Svart område markerer oppgaveområdet for masteroppgaven (Statens vegvesen, 2013d).....	5
Figur 5 Oversikt over Kjevik (ukjent årstall) (Kjeviksiden, udatert).....	5
Figur 6 Oversikt over områder som omtales i teksten (google, 2013).....	7
Figur 7 Flyfoto av området (Statens vegvesen, 2013e).....	7
Figur 8 Bilde av dagens rv 41 forbi Hamresaden (google, 2013).....	8
Figur 9 Bildet viser dagens T-kryss på Bøen sett fra nord langs rv 41 (google, 2013).....	9
Figur 10 Rød linje markerer eksisterende gang- og sykkelvegnett langs rv 41 (Byutviklingsenheten, 2007) .....	10
Figur 11 Blå firkant markerer dagens bussholdeplasser ved Bøenkrysset (Norsk vegdatabank, udatert) .....	11
Figur 12 Tellepunkt for trafikkregistreringer fra 2009 (Statens Vegvesen, 2013e).....	12
Figur 13 Løsmassekart for området (NGU, 2012) .....	13
Figur 14 Kommuneplanenes arealdel, 2011-2022 (Kristiansand kommune, 2011a).....	16
Figur 15 Vedtatt reguleringsplan for Kristiansand lufthavn, Kjevik (Byutviklingsenheten, 2007).....	17
Figur 16 Bilde av jordene på Bøen for øst (Eget foto).....	21
Figur 17 Fotografi av hus med høy verdi for kulturminner (Eget foto).....	22
Figur 18 Kulturminner i området. Rød er stor verdi. Rød-Oransje er middels-stor. Oransje er middels. (Rui, L.M. ,2013).....	22
Figur 19 Bygninger med stor verdi for kulturmiljøet på Bøen (markert med rød sirkel) (Thomas Jensen, møte 13.04.2013).....	23
Figur 20 Bilde av Ve barne- og ungdomsskole (eget foto) .....	24
Figur 21 Oversikt over naturmiljøverdi i området. Rødt er stor verdi. Oransje er middels. Rød-oransje er middels-stor verdi. (Liebel, H., 2013). .....	25
Figur 22 Oversikt over naturressurser i området (Aalen, Ø. og Undheim, I., 2013). .....	26
Figur 23 Skisse av dagens T-kryss på Bøen (google, 2013) .....	27
Figur 24 Figurene viser prosentvis fordeling av svingebevegelser i Bøenkrysset, summert over makstimene i døgnet, som andel av total trafikk gjennom krysset (venstre) og som andel av total trafikk på vegarmen (høyre).....	28
Figur 25 Antatt trafikkfordeling gjennom krysset og langs vegarmene over døgnet.....	32
Figur 26 Antatt svingebevegelser i makstimen. Prosenten angir andel av total trafikk gjennom krysset som gjennomfører de ulike svingebevegelesene. ....	32
Figur 27 Tverrprofil H7, 20 m vegbredde med fysisk midtdeler (mål i m) (Statens Vegvesen, 2013c).....	33
Figur 28 Tverrprofil H4, 10 m vegbredde med fysisk midtdeler (mål i m) , (Statens Vegvesen, 2013c).....	34
Figur 29 Tverrprofil av gang- og sykkelveg (mål i m) (Statens Vegvesen, 2013c).....	35
Figur 30 Forslag til overbygging for adkomstveg til Kjevik .....	36

Figur 31 Venstre: Ruterkryss (Statens Vegvesen, 2008a) Høyre: Ruterkryss med én stor rundkjøring (Norconsult, 2009).....	40
Figur 32 Halvt kløverbladkryss (Statens Vegvesen, 2008a) .....	41
Figur 33 Kombinert ruter- og kløverbladkryss (Statens Vegvesen, 2008a).....	41
Figur 34 Stor rundkjøring (Statens Vegvesen, 2008a).....	42
Figur 35 Skisse av turborundkjøring (Engelsman, J.c. og Uken, M., 2007).....	43
Figur 36 Figur med navn på rundkjøringselementer (Statens vegvesen, 2008a).....	45
Figur 37 Figuren viser behovet for flere felt i tilfart i rundkjøring. Lilla streker markerer trafikkmengden inn i rundkjøringen for de forskjellige vegarmene (Giæver, T., 2010).....	47
Figur 38 Lengden av venstresvingefelt ved fartsgrense 50 og 60 km/t + 15 m breddeutvidelse (Statens vegvesen, 2008a).....	47
Figur 39 Lengden av venstresvingefelt ved fartsgrense 80 og 90 km/t + 25 m breddeutvidelse (Statens vegvesen, 2008a).....	48
Figur 40 Utforming av trompetdeleøy for store rundkjøringer med to felt i tilfart (Statens vegvesen, 2008a).....	48
Figur 41 Kartet viser SVVs foreslåtte vegkorridorer for ny adkomstveg til Kjevik (Statens Vegvesen, 2013e).....	53
Figur 42 Oversiktsbilde av rundkjøringsalternativene, alternativ B3-B4-B6 fra venstre mot høyre.....	54
Figur 43 Alternativ B3 .....	55
Figur 44 Figuren viser foreslått plassering av bro over Topdalselva (eget foto).....	56
Figur 45 Figuren viser utforming av retardasjonsfelt (Statens Vegvesen, 2008a).....	56
Figur 46 Sporinganalyse med VT mellom Rv 41 ny-rv451 og rv 451-rv41 S.....	57
Figur 47 Plantegning av alternativ B4.....	58
Figur 48 Sporinganalyse for VT mellom ny rv 41-rv41S og rv41N-rv451.....	60
Figur 49 Plantegning av alternativ B6.....	61
Figur 50 Eksempel på sporinganalyse mellom rv 41 ny- rv 41 N, rv 41N-ny rv 41 og rv 41 N-rv 451. ....	62
Figur 51 Purpur og blårød linje markerer hhv. lokalvegnett og ny adkomstveg til Kjevik. Svart sirkel markerer planskilt kryss mellom ny rv 41 og lokalveg (kartgrunnlag uten markeringer fra Asplan Viak, 2013b). ....	63
Figur 52 Purpur og blårød linje markerer hhv. lokalvegnett og ny adkomstveg til Kjevik. Svart sirkel markerer planskilt kryss mellom ny rv 41 og lokalveg (kartgrunnlag uten markeringer fra Asplan Viak, 2013b). ....	64
Figur 53 Oversikt over bygninger som mulig må fjernes, (opprinnelig kartgrunnlag uten markeringer fra Asplan Viak, 2013b) .....	73
Figur 54 Gul linje markerer vegkorridor for ny adkomstveg til Kjevik som tilhører anbefalt løsning for kryss på Bøen (kartgrunnlag uten gul markering fra Statens Vegvesen, 2013e)...	80
Figur 55 Bøenkrysset lagt i eksisterende terreng (kartgrunnlag fra google, 2013).....	81
Figur 56 Perspektivtegning av kryssløsningen. Obs! Vegmarkeringer stemmer ikke.....	82
Figur 57 Prinsippskisse av Bøenkrysset.....	82
Figur 58 Normalprofil av ny rundkjøring på Bøen .....	83
Figur 59 Siktanalyse på vegarmene med lengder.....	85



Figur 60 Ny adkomstveg til Kjevik (markert med oransje) tilknyttet nytt kryss sør på Bøen (Statens Vegvesen, 2013e) .....	86
Figur 61 Plantegning av ny adkomstveg til Kjevik .....	86
Figur 62 Profiltegning av ny rv 41 fra kryssning av Topdalsbruen til rundkjøring (pr. 0 starter i senter av rundkjøring) .....	87
Figur 63 Prinsippskisse av gang- og sykkelveg i kryssområdet .....	88
Figur 64 Skisse av alternativer lokalvegløsning .....	88
Figur 65 Vegoppmerking i rundkjøring .....	89
Figur 66 Grøfteprofil (Statens Vegvesen, 2011d) .....	90
Figur 67 Typisk normalprofil for ny rv 41 .....	91
Figur 68 Skisse av virkelig vegoppbygging mot grøft .....	91
Figur 69 Rosa linje markerer byggegrense 50 m fra senterlinje for ny rv 41 .....	92
Figur 70 Veglinjer for ny rv 41 forbi bygninger på Ve er skissert med grå linje (google, 2013) .....	93
Figur 71 Grå linje markerer trase for ny rv 41 over næringseiendom på Ve (Kristiansand kommune, 2013b) .....	93
Figur 72 Statens Vegvesens skisserte krysløsninger på Bøen for vegkorridor B4 (Asplan Viak, 2013c) .....	95
Figur 73 Statens Vegvesens skisserte krysløsninger på Bøen for vegkorridor B6 (Asplan Viak, 2013c) .....	95

## Tabelliste

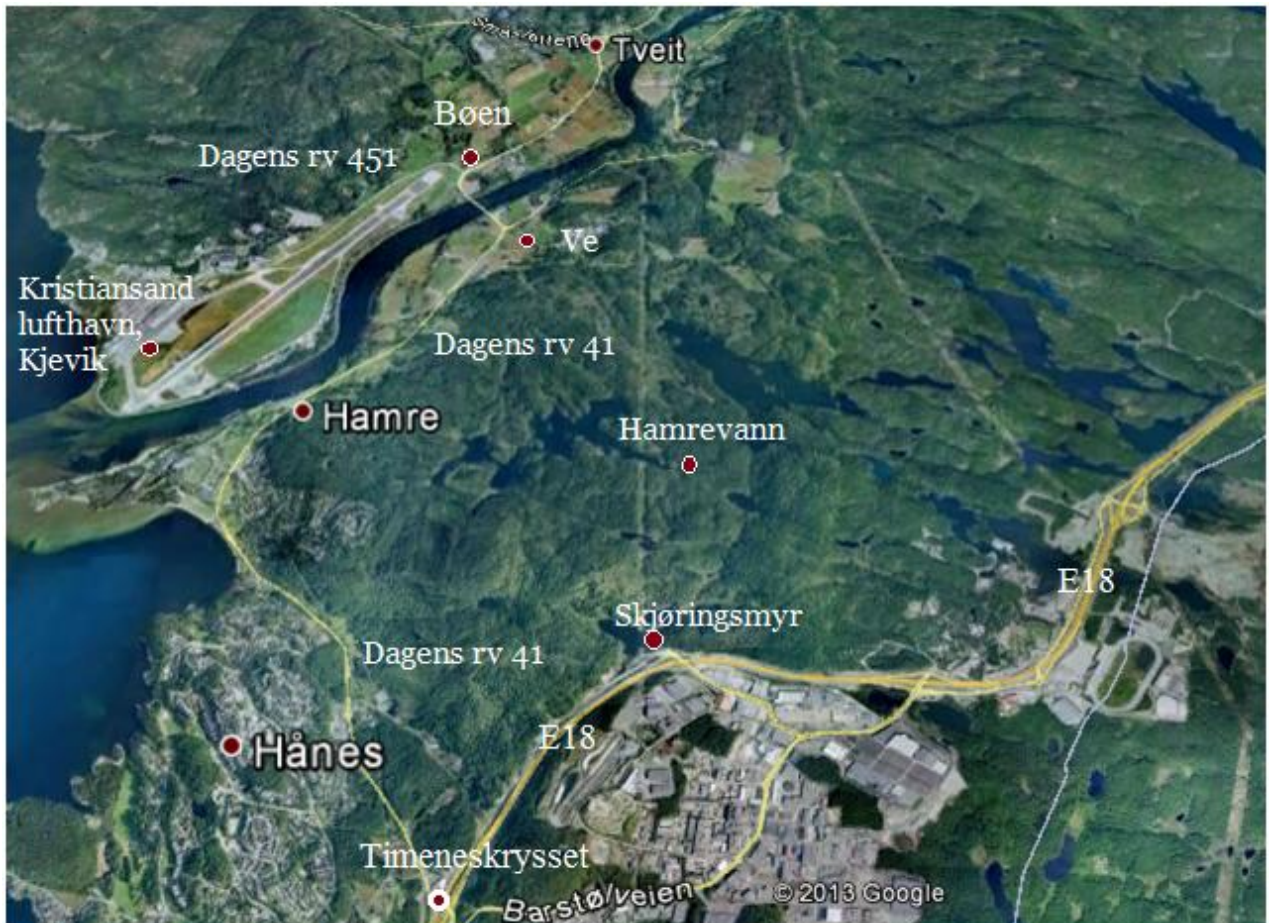
Tabell 1 ÅDT på vegene rundt dagens kryss på Bøen (Statens Vegvesen, 2013e) .....	11
Tabell 2 Svingebevegelser i makstime på morgenen (Byutviklingsenheten, 2007) .....	27
Tabell 3 Svingebevegelser i makstime på ettermiddagen (Byutviklingsenheten, 2007) .....	27
Tabell 4 Summerte svingebevegelser i maksimaltime på morgen og kveld .....	28
Tabell 5 Trafikkberegninger for dimensjoneringsåret 2040 (Nilsen, Ø.L., 2013) .....	29
Tabell 6 Beregnede svingebevegelser i nytt kryss på Bøen .....	31
Tabell 7 Dimensjoneringskrav, (Statens Vegvesen, 2013c) .....	35
Tabell 8 Vurdering av krysstyper .....	43
Tabell 9 Radius på kjørekurve og antatt fartsnivå .....	68
Tabell 10 Total og gjennomsnittlig kjøretid for kryssalternativene .....	69
Tabell 11 Overslag av kostnader for vegkorridorene .....	70
Tabell 12 Beregnet kjøretid for de alternative vegkorridorene .....	71
Tabell 13 Berørte kultuminner og bygninger .....	73
Tabell 14 Overslag på beslaglagt areal for de ulike løsningsalternativene .....	75
Tabell 15 Alternativenes måloppnåelse i henhold til effektmål for ny adkomstveg til Kjevik .....	77
Tabell 16 Vekting av faktorer, karaktersetting og rangering av alternativer .....	78
Tabell 17 Dimensjoner på tilfart og utfart for Bøenkryss (Statens Vegvesen, 2008a) .....	83
Tabell 18 Siktkrav angitt av kjørekurveradius i rundkjøring (Statens Vegvesen, 2008a) .....	84
Tabell 19 Vurdering av i hvilken grad nytt kryss på Bøen tilfredsstillende effektmål for ny adkomstveg .....	97



# Kapittel 1 - Innledning

## Bakgrunn for oppgaven

Årlig trafikkvekst, i tillegg til økt trafikk som følge av Kristiansand lufthavn, Kjeviks, utviklingsplaner fører til at kapasiteten på eksisterende adkomstvegen overskrides. Det planlegges derfor ny adkomstveg fra E18 til lufthavnen. Ny rv 41 vil følge endret trase fra E18 frem til nytt kryss på Bøen og utvides fra to til fire-feltsveg. Herfra vil vegen forsette som ny rv 451, også denne i ny trase og utbedret tofeltsstandard. Den nye adkomstvegen og økt trafikkmengde fører til at eksisterende T-kryss på Bøen må erstattes med et nytt kryss som knytter sammen ny rv 41, eksisterende rv 41 (fungerer som lokalveg) og ny rv 451. Kryss skal utformes i henhold til krav for ny rv 41 med bakgrunn i økt trafikkmengde og ønsket om en mer effektiv og robust adkomst til Kjevik. Ny adkomstveg til Kjevik vil ha stor betydning for utviklingen av flyplassen da eksisterende veg- og kryssløsning vil få kapasitetsproblemer. Se figur 1 for oversiktsbilde av studieområdet.



Figur 1 Oversikt over studieområdet med nanging av områder (google, 2013)

Statens Vegvesen (SVV) har utarbeidet forslag til planprogram for utarbeidelse av kommunedelplan for prosjektet med fem ulike trasealternativ for adkomstveg fra E18 til Kjevik som per dags dato er under videre utredning og vurdering for endelig valg. I planprogrammet planlegges nytt kryss på Bøen som rundkjøring. Rapporten omhandler samme geografiske område som min prosjektoppgave ved NTNU høsten 2013. I prosjektoppgaven ble det gjennomført en

alternativitetsstudie av mulige traseer for ny rv 451 fra nytt kryss på Bøen og frem til lufthavnen. Det er i følgende rapport sett bort i fra resultater av tidligere oppgave og det tas i stedet utgangspunkt i SVVs foreslåtte vegkorridorer fra planprogram.

Oppgaven er foreslått av Statens Vegvesen da de ønsker å se på mulige plasseringer og kryssløsninger for nytt kryss på Bøen. Rapporten er uavhengig av SVVs parallelle arbeid med kommunedelplan for prosjektet. Resultat i rapporten kan derfor avvike noe fra SVVs resultat, da enkelte forutsetninger per dags dato er uavklart og resultatet er basert på subjektive vurderinger. Grunnlagsdata for rapporten er basert på foreliggende data per dags dato, delt ved tilgang til SVVs interne fildatasystem, *erom*.

## Oppgavebeskrivelse

Målet med oppgaven har vært å studere mulige og hensiktsmessige løsninger og plassering for nytt kryss på Bøen i henhold til de effektmål som er satt for prosjektet. Det skal også skisseres løsninger for lokalvegsystemet i området. Alternativer er skissert og beskrevet, for videre å bli vurdert opp imot ulike valgkriterier for å finne det beste alternativet med hensyn på prissatte og ikke-prissatte tema. Det er ved valg lagt vekt på økonomisk gode løsninger med god trafikkavvikling og trafiksikkerhet.

Arbeidet med rapporten har vært delt i tre deler, analyse av prosjekteringsgrunnlaget og området, prosjektering og vurdering. Det gis først en innføring i dagens situasjon og fremtidige planer for området. Videre presenteres forutsetninger for ny veg, inkludert resultat fra kartlegging og egne beregninger av trafikkmengde og svingebevegelser i krysset. På grunnlag av analysen vurderes hensiktsmessig kryssløsning og dimensjoneringskrav presenteres. Videre er tre alternative kryssløsninger, med tilhørende vegkorridorer, beskrevet og fremstilt med horisontal- og vertikalprofil i henhold til Statens Vegvesens normaler. En grov vurdering av konsekvenser og måloppnåelse for alternativene gir grunnlag for hvilke alternativ som tas med for videre detaljering og beskrivelse. SVVs løsninger kommenteres kort til slutt.

Et viktig mål med arbeidet har vært å lære prosjekteringsverktøyet *Novapoint*. Det har derfor vært satt av god tid til dette, da kunnskapen ved oppstart var svært begrenset. Prosjektering i *Novapoint* er tatt i bruk for å gi en grafisk fremstilling av kryssløsningene og å tilpasse linjeføringen til terrenget på Bøen. Det er også gjort kontroll av sikt og kjørekurver i *Novapoint*. Det er i rapporten lagt vekt på å presentere realistiske alternativer, prosjektert etter krav i normalene, og fremstilt i *Novapoint* på en god måte. Plantegninger av alternativene ligger i separat tegningshefte. 3D-verktøy er også benyttet for fremstilling av det valgte alternativet.

## Oppbygging av rapporten

Rapporten kan deles i tre hoveddeler. I første del, i kapittel 2 til 11, presenteres området og bakgrunns materialet behandles for videre planlegging av nytt kryss på Bøen. Neste del, i kapittel 12 til 14, presenteres ulike kryssalternativ med beskrivelse og vurdering, samt rangering og valg av løsning for videre detaljering. I siste del, kapittel 15 til 17, presenteres den valgte kryssløsningen i detalj. Tegninger er lagt ved i separat terninghefte med tegningsliste presentert i vedlegg 1 i rapporten.

## Kapittel 2 - Bakgrunn

Bøenkrysset er lokalisert i Kristiansand kommune i Vest-Agder fylke, ca. 16 km nordøst for Kristiansand sentrum, se figur 2. Krysset er i dag utformet som et T-kryss som knytter sammen gjennomgående veg (rv 41) og rv 451 fra Kristiansand lufthavn, Kjevik. Økt trafikkmengde og ny trase for rv 41 og rv 451 fører til et behov for nytt kryss på Bøen. Krysset inngår som en del av kommunedelplan for ny adkomstveg fra E18 til Kjevik som er under utarbeidelse. Nytt kryss på Bøen skal knytte sammen ny rv 41, eksisterende rv 41 og ny rv 451.

Avinor har planer om å utvide sin drift på Kjevik, med forlenget flystripe og en parallell taksebane. Dette fører til at dagens rv 451 og Bøenkrysset må flyttes. Løsning for ny adkomstveg må finnes før utvidelsen kan begynne.



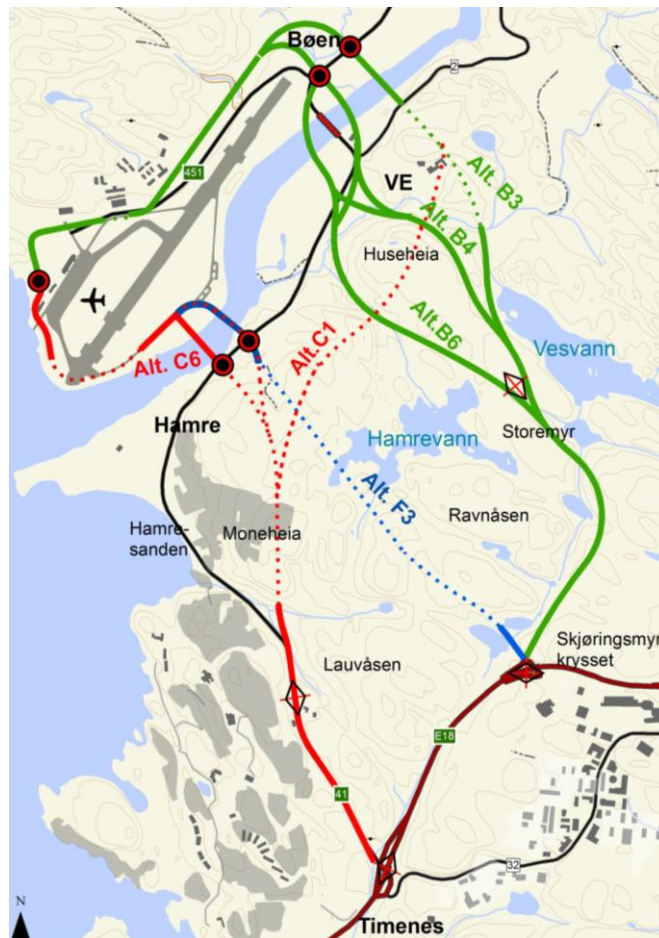
Figur 2 Oversiktskart - Bøenkrysset (google, 2013)

Adkomstveg til Kjevik er en del av NTP 2014-2023 og *rutevis planlegging av riksvegtrase 3* (Statens Vegvesen, 2010a). Ny adkomstveg til Kjevik er en del av Kristiansands kommuneplan, og SVV arbeider per dags dato med kommunedelplan for adkomstvegen som planlegges vedtatt sommeren 2014. Bygging av ny veg ligger et ukjent stykke frem i tid, trolig 2018-2023 (Statens Vegvesen, 2013e). I SVVs planprogram ble det lagt fram en rekke forslag til vegkorridorer for ny adkomstveg, med adkomst til Kjevik både sør og nord for flystripes (se figur 3).

B-korridorene tar av fra nytt kryss på E18 ved Skjøringsmyr og passerer ny, planlagt, bydel ved Hamrevann. Herfra er det foreslått tre alternativer til vegkorridor for kryssing av Ve og Topdalselva, som alle ender opp i nye kryss på Bøen med adkomst til Kjevik fra nord. F-korridoren tar av fra samme kryss på E18 og fortsetter videre i en lengre tunnel mot ny rundkjøring på Hamre, med adkomst til Kjevik fra sør. C-korridorene tar av fra Timeneskrysset, som rv 41 i dag, og fortsetter i liknende trase som dagens veg frem til Lauvåsen. Herfra går vegen i tunnel mot ny rundkjøring på Hamre, også med adkomst til Kjevik fra sør. Alternativt forlenges tunnel mot ny rundkjøring på Bøen, med adkomst til Kjevik fra nord.

I følgende masteroppgave er det, grunnet tidsbegrensning, kun sett på tre alternative adkomstveger, markert med grønne linjer på figur 3 (B-korridorene). Traseene vil benevnes som alternativ B3, B4 og B6. Prosjektering av nytt kryss på Bøen tar utgangspunkt i disse vegkorridorene med kryss på Bøen, i sør eller nord, avhengig av vegkorridor. Eksakt plassering er ikke bestemt, men skal vurderes i rapporten. F- og C-korridorene kommenteres ikke videre i

rapporten. Når B-korridorene ble valgt for videre studie er det lagt til grunn at planlagt boligområde på Hamrevann bygges ut og finansiering av vegen er til stedet.

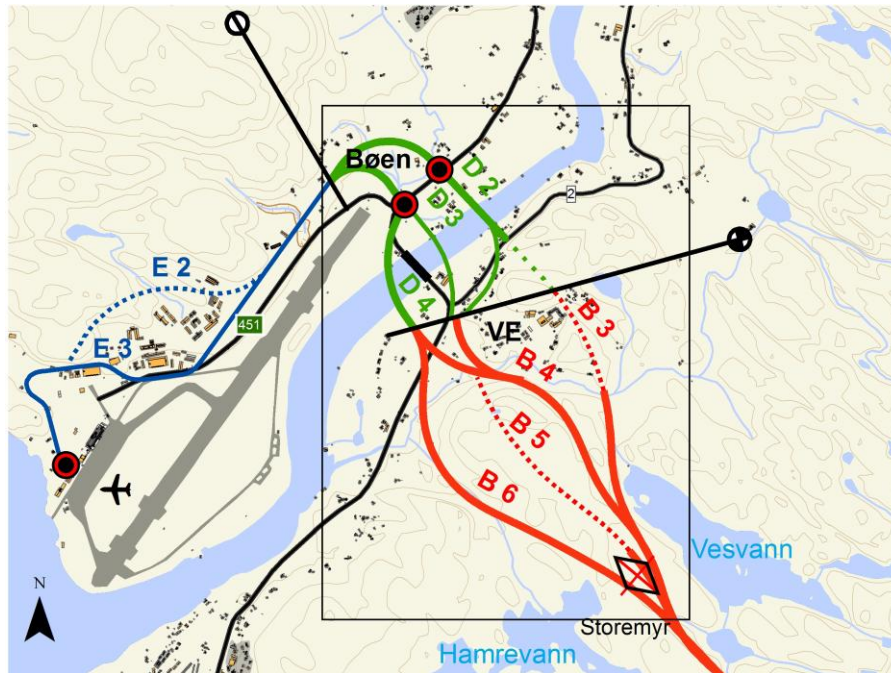


Figur 3 Oversikt over B-korridorene og videre fortsettelse mot Kjevik.(Statens Vegvesen, 2013d)

I henhold til forslag til planprogram for ny adkomstveg til Kjevik planlegges ny rv 41 som avkjørselsfri H7-veg med fire felt og midtrekkverk. Ny rv 451 fra kryss på Bøen til Kjevik planlegges som en tofelts H4-veg hovedsakelig med fartsgrense 80 km/t. Kryssløsning er skissert i reguleringsplan for Kristiansand lufthavn, Kjevik, som T-kryss, men med tilstrekkelig plass for rundkjøring. Men grunnet bygging av ny rv 41 og endret trase må nytt kryss på Bøen planlegges (Statens Vegvesen, 2013e). Under oppstartsmøte for masteroppgaven med representanter for Statens Vegvesen region sør ble det også reist interesse mot andre typer kryss, både kryss i plan og planskilte kryss (Jensen, T.K. og Qvalben, P., 13. Februar 2013). En vurdering av hensiktsmessig krysstype på Bøen er derfor gjennomført.

## Oppgaveområdet

Oppgaven er avgrenset til et område fra fellespunkt mellom foreslåtte vegkorridorer ved Hamrevann og til fellespunkt ved Kjevik, se figur 4. Hovedfokus under prosjektering har allikevel vært rundt kryssområdet på Bøen og Ve, men hele området er vurdert under sammenlikning av alternativene. Ved planlegging og prosjektering av nytt kryss på Bøen må det tas hensyn til eksisterende forhold og planer innenfor oppgaveområdet.



Figur 4 Svart område markerer oppgaveområdet for masteroppgaven (Statens vegvesen, 2013d).

## Historikk

Bosetningsspor fra jernalderen vitner om at slettene på Ve og Bøen har vært bebodd og brukt til landbruk i lang tid og er i dag å regne som et av de viktigste landbruksområdene i Kristiansand kommune (Rui, L.M., 2013). Mye av bebyggelsen på Ve og Bøen ble også bygget på 18- og 1900-tallet og har i dag stor verdi for området.

I 1650 ble postveien (rideveg) anlagt langs østsiden av elva, forbi Hamre og Ve og senere kjøreveg fra 1798. I tillegg fantes mindre kirkeveger i området. I perioden 1802-1804 ble den neste postvegen anlagt (vestlandske hovedveg) som likner på dagens rv 41 fra Birkenes og videre sørover mot Kristiansand. Frem til 1937 var allikevel Topdalselva den viktigste transportåren (Rui, L.M., 2013).

Kristiansand lufthavn, Kjevik, ble åpnet 1.juni 1939, da med en flystripe på kun 1000 m, se figur 5. Senere er flyplassens drift utvidet og Luftforsvarets skolesenter anlagt, til fordel for både skog og eldre bebyggelse. Rullebanen har i dag en total lengder på 1870 m.



Figur 5 Oversikt over Kjevik (ukjent årstall) (Kjeviksiden, udatert)





## Kapittel 3 – Dagens situasjon

En analyse av dagens situasjon er viktig for hensiktsmessig planlegging av ny veg. Videre beskrives eksisterende område som helhet, veg- og trafikksituasjon. Se figur 6 for kart med navngiving av området.



Figur 6 Oversikt over områder som omtales i teksten (google, 2013)

### Planområdet

Bøen er preget av et flatt og langstrakt jordbrukslandskap med fjellformasjoner i randsonen, se figur 7. I nord ligger tettstedet Tveit (også omtalt som Ryen i oppgaven) og spredt gårdsbebyggelse strekker seg frem mot flytrippen på Kjevik i sør. Ve ligger på motsatt side av den vernede Topdalselva og er tettere bebyggelse i nord. På Ve ligger Ve barne- og ungdomsskole.



Figur 7 Flyfoto av området (Statens vegvesen, 2013e)

## Veg

Dagens adkomstveg til Kristiansand lufthavn, Kjevik tar av fra E18 i toplankryss på Timenes, passerer gjennom Hamresanden og møter rv 451 i T-kryss på Bøen og følger videre flystripen frem til Kjevik som rv 451. Total veglengde er ca 8 km med en kjøretid på 8 min (google, 2013). Rv 41 har en bredde på 7,5 m og ÅDT 11 000 kjt/d forbi Hamre (Qvalben, P., 2011).

Dagens rv 41 går i hovedsak gjennom ubebygde område, men har stedvis randbebyggelse med kryss i plan. På hamresand reduseres skiltet fart fra 70 km/t til 50 km/t gjennom tettere bebyggelse. Vegen følger strandsonen, og virker i dag som en barriere mot sjøen (se figur 8). Rv 451 ligger i randsonen til jordbruksområder på Bøen, og følger flystripen gjennom forsvarrets eiendom frem til Kjevik. Vegen har skiltet fart 70 km/t og et fåtall avkjørsler i plan. Gjennom forsvarrets område og frem til flyplassen er skiltet fart 50 km/t. ÅDT på rv 451 i 2010 var 3700 kjt/d (Nilsen, Ø.L., 2013).



Figur 8 Bilde av dagens rv 41 forbi Hamresanden (google, 2013)

Vegen oppleves i dag som tungkjørt med stedvis lav fartsgrense og boliger tett inntil vegen. Krysninger gjøres i plan og biltrafikken må også ta hensyn til myke trafikanter som krysser vegen i plan.

## Kryss

Bøenkrysset er i dag lokalisert ved flystripens ende, helt sør på Bøen, 5,7 km fra Timeneskrysset på E18 (google, 2013). Krysset er utformet som et T-kryss, men trafikkøy og venstresvingefelt på sørlige vegarm (se figur 9). Rv 41 utgjør kryssets nordlige og sørlige arm hhv i retning Tveit og Kristiansand og benevnes senere som rv41N og rv41S. Rv 451, fra Kjevik, kobles til krysset i den vestlige armen. Bøhnsbekken ligger i rør under krysset. Det er lite bebyggelse i kryssområdet.

Det er i dag ingen store avviklingsproblemer i krysset. Men i forbindelse med ønsket om en robust trafikkavvikling i møte med fremtidens trafikkmengde og bygging av ny rv 41 og rv 451 vil det være nødvendig med ny kryssløsning (Byutviklingsenheten, 2007).



Figur 9 Bildet viser dagens T-kryss på Bøen sett fra nord langs rv 41 (google, 2013).

For å oppnå helhetlig vegløsninger på den nye vegen er omkringliggende kryss studert. Ny rv 41 planlegges med planskilte kryss. Rv 451 planlegges med kryss i plan, helst få.

### Andre kryss i området

Rv 41 er en del av riksvegrute 3 og det er ønsket en helhet i kryssløsninger langs riksvegrutene (Statens Vegvesen, 2011b). Kryss langs planlagt og eksisterende veg i tilknytning til Bøenkrysset er derfor presentert:

- Kryss på ny rv 41 ved Hamrevann er planlagt som toplanskryss (Statens Vegvesen, 2013e)
- Kryss E18/rv41 på Skjøringsmyr er planlagt som toplanskryss (Statens Vegvesen, 2013e)
- Kryss langs E18 i nærheten av rv 41 er utformet eller planlagt som ruterkryss
- Eksisterende rv 41 har direkte avkjørsler og kryss i plan

### Gang og sykkel

Siste strekning på rv 41 frem mot Bøenkrysset og videre til Ryen har sammenhengende, separert, gang- og sykkelveg (GS-veg), markert med rød linje på figur 10. Krysninger forgår i hovedsak i plan, foruten planskilt krysning ved Bøenkrysset. Langs rv 451 er det i dag ikke etablert noe tilbud for myke trafikanter. Andelen myke trafikanter langs vegen er relativt liten på grunn av store avstander mellom boliger og arbeidsplasser (Nilsen, Ø.L. og Lunde, T., 2009).



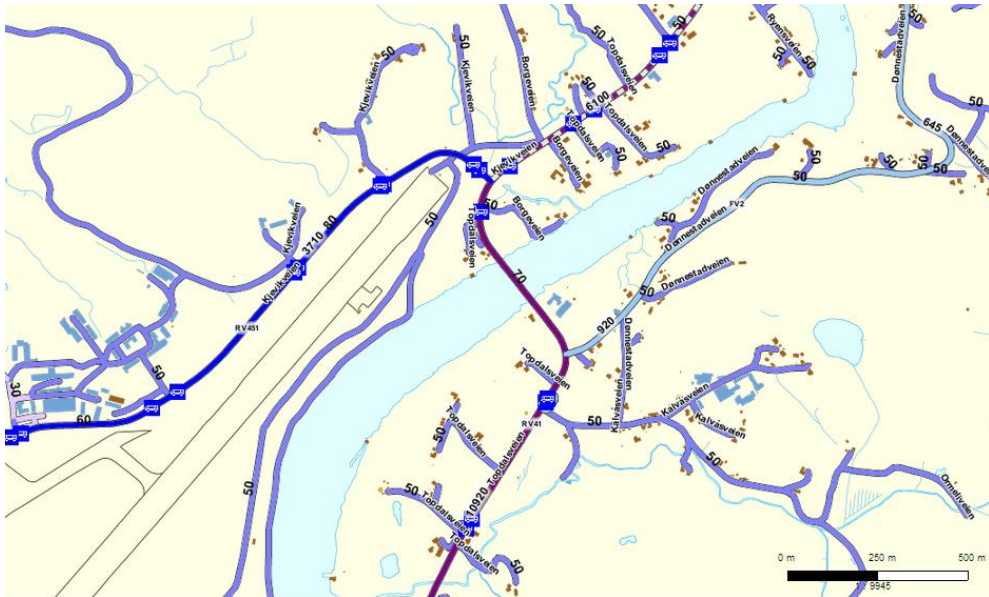
Figur 10 Rød linje markerer eksisterende gang- og sykkelvegnett langs rv 41 (Byutviklingsenheten, 2007)

Separat gang- og sykkelveg langs eksisterende rv 41 fungerer som skoleveg og er en del av hovedsykkelvegnettet i Kristiansand.

Sykkelvegen er en del av sykkelvegrute 3, *Telemarksvegen*, fra Kristiansand til indre Telemark, og trekkes frem som en særnorsk turistattraksjon. *Telemarksvegen* er også et navn som benyttes om rv 41 i et ledd for å markedsføre de perifere kommunene langs vegen (Telemarksvegen, udatert).

### **Kollektivtransport**

I dag går det flybuss fra Arendal og Kristiansand til Kjevik lufthavn. I tillegg passerer lokalbussrute M2, 35, 36 og 37 gjennom krysset på Bøen. Det er registrert bussholdeplass både på rv 41 og rv 451 i tilknytning til eksisterende kryss, se figur 11. Det står alltid oppstilt taxi på Kjevik flyplass ved avgang/adkomst (Statens Vegvesen, 2013e).



Figur 11 Blå firkant markerer dagens bussholdeplasser ved Bøenkrysset (Norsk vegdatabank, udatert)

## Ulykker

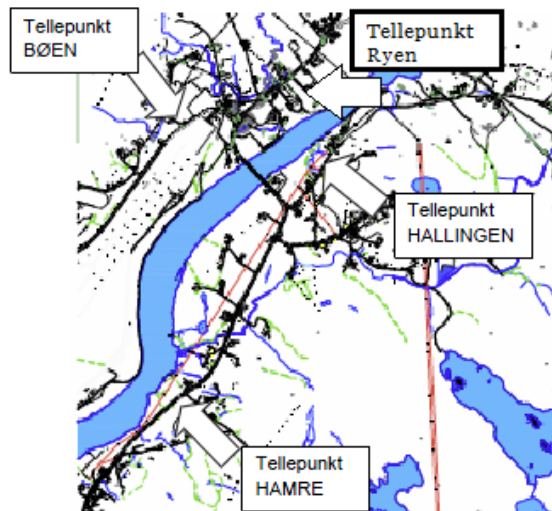
Siste 10 års-periode (2002-2011) er der registrert 37 ulykker på adkomstvegen på strekningen fra E18 til Kjevik, hvorav 6 alvorlig skadde og 31 lettere skadde. Alle ulykkene skjedde på Rv41, ingen på Rv 451 (Jensen, T., 2013a). En av ulykkene med alvorlig skadde skjedde i Bøenkrysset (Byutviklingsenheten, 2007)

## Dagens trafikksituasjon

Det foreligger kun trafikktegninger fra 2009 for fire tellepunkt i krysset og disse brukes for å gi et inntrykk av trafikkfordelingen, se tabell 1 for verdier og figur 12 for oversikt over tellepunktene.

Veg – tellepunkt	ÅDT [kjt/d] (2009 –tall)
Rv 451 - Bøen	3 700
Rv 41 – Hamre	10 900
Rv 41 – Ryen	6 100
Lokalveg - Hallingen	920

Tabell 1 ÅDT på vegene rundt dagens kryss på Bøen (Statens Vegvesen, 2013e).



Figur 12 Tellepunkt for trafikkregistreringer fra 2009 (Statens Vegvesen, 2013e).

Andel tunge kjøretøy for rv 41 er 6 %, noe som er en relativt liten andel, sett i sammenheng med landsgjennomsnittet på 10 % (Rekaa, K.S.L., 2012). Godstransport og andre store kjøretøy utgjør en vesentlig del av trafikkmengden til og fra flyplassområdet, langs rv 451 (Byutviklingsenheten, 2007).

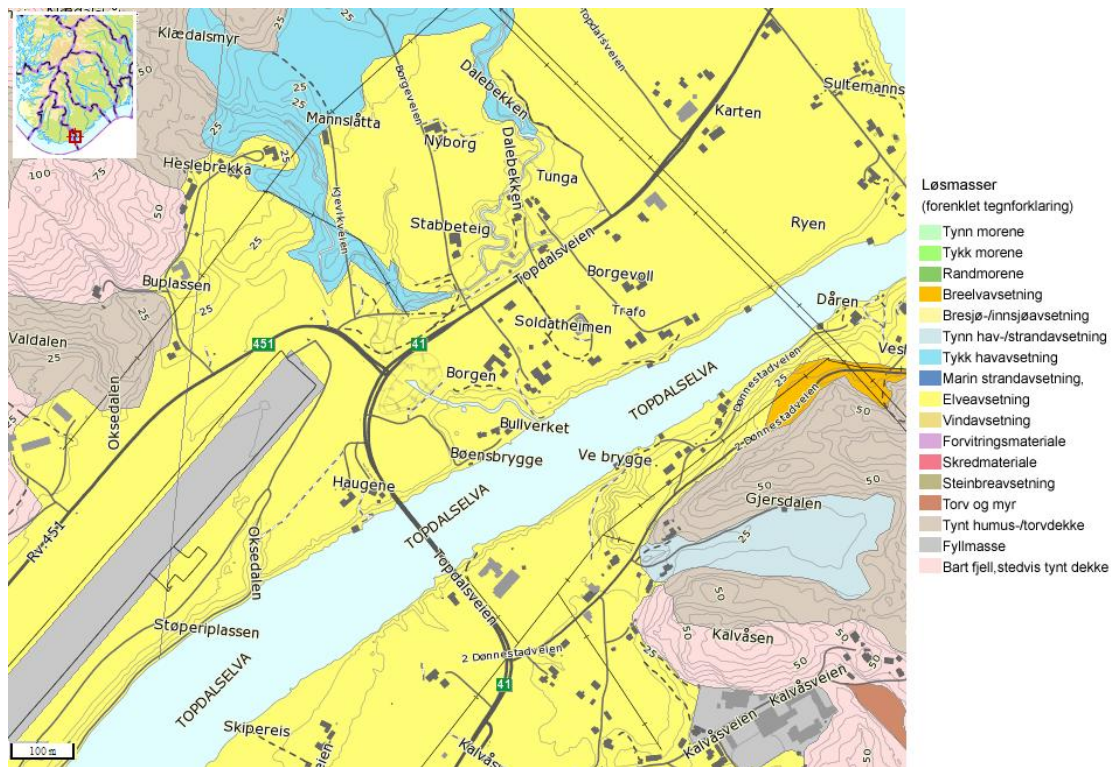
Trafikkundersøkelser av flypassasjerene viser at transport til Kjevik fordeles med lik andel mellom kollektivtransport, privatbil og privat skyss (Aalen, Ø., 2013).

Trafikkanalyser fra 2010 viser at det ikke kapasitetsproblemer på eksisterende adkomstveg til Kjevik, men at det i rushtid kan bli noen forsinkelser, spesielt i kryssområdet (Byutviklingsenheten, 2007). Grensen for trafikkvolum for firefeltsveg ventes nådd innen kort tid, noe som vil føre til en uforutsigbar og lite trafiksikker veg dersom tiltak ikke settes i verk (Statens Vegvesen, 2011a).

## Grunnforhold

Planområdet består i stor del av småkupert landskap i randsonen og flate partier mot Topdalselva. Forsenkninger og høydedrag følger en NV-SØ orientering. Store deler av området er fjell i dagen eller vegeterte fjellpartier med tynne, organiske, løsmassedekker (Statens Vegvesen, 2013e). Bergartene er hovedsakelig gneis og migmatitt, og fjellkvaliteten kan i følge Thomas Jensen ved SVV regnes som god. Forholdene må følges videre opp under anleggsarbeidene.

Slettene på Bøen og Ve er elveavsetninger med en lagdelt grunn av sand, silt og leire med ypperlig kvalitet for jordbruk. Marin grense i området ligger på kote +25-30, men marine avsetninger er erodert og vasket bort i de aktuelle kryssområdene (sør og nord på Bøen). Her er massene relativt faste. Dette sammen med det flate terrenget gjør at det ikke forventes problemer knyttet til stabilitet i kryssområdet. På Ve er det bemerket at det kan oppstå stabilitetsproblemer nært elven ved ny bro over Topdalselva (NGU, 2012). Se figur 13 for løsmassekart for Ve og Bøen.



Figur 13 Løsmassekart for området (NGU, 2012)

## Eksisterende anlegg og virksomheter

Kristiansand lufthavn, Kjevik og Forsvaret legger beslag på store eiendommer på sørenden av Bøen. På Ve, ved Bøen bro, ligger foretnings- og lagerbygninger som i dag brukes av *Kjevik byggsenter* (Kristiansand kommune, 2013b).





## Kapittel 4 - Rammer og føringer

### Mål med tiltaket

For å oppnå en helhetlig og god planlegging av vegsystemet i Norge settes det både på nasjonalt og regionalt nivå opp langsiktige mål. For ny veg til Kjevik har Kristiansand kommune på forhånd av oppstart med kommunedelplan for ny adkomstveg til Kjevik definert mål for prosjektet, se samfunns- og effektmål i påfølgende avsnitt (Statens Vegvesen, 2013e).

Følgende rapport søker gode kryssløsninger som møter effekt- og samfunns mål for prosjektet. Kryssets hovedfunksjon er å knytte sammen trafikken på ny rv 41, rv 451 og eksisterende rv 41N og rv 41S (Statens Vegvesen, 2012e). Omfanget av krysset vil være relativt lite sett i sammenheng med ny vegtrase for adkomstvegen. Valg av kryssløsning er dog viktig for måloppnåelse, da dette vil være et kritisk punkt bl.a. med tanke på kapasitet på strekningen.

Rv 41 N er en del av riksvegrute 5a som har mål om forbedret fremkommelighet, trafikksikkerhet og bomiljø langs vegen (Statens Vegvesen, 2011b).

### Samfunns mål (prosjektets virkning på samfunnet)

Ny adkomstveg til Kjevik skal gi en robust og effektiv tilknytning til flyplassen, samtidig som valg av løsning skal være god for miljø og næringsliv tilknyttet rv 41/rv451. Vegen skal planlegges med tanke på modernisering og utvidelse av Kristiansand lufthavn og andre planer i området (Statens Vegvesen, 2012f). Det skal også legges vekt på minimal av bygging av tunneler og bruer for å redusere investeringskostnader og fremtidige driftskostnader (Statens Vegvesen, 2012e).

### Effektmål (virkning for brukere, transport, ulykker, miljø, nytte/kostnadstall osv.)

- Redusert kjøretid fra E18 til terminal ved Kjevik flyplass, totalt fra 8 min til 5 min.
- Stabil trafikkavvikling på ny Rv41 og Rv451 i 2040.
- God trafikksikkerhet, redusert ulykkesfrekvens til <0,06
- God framkommelighet for kollektivtrafikken.
- Trafikkseparering med gode kryss- og vegløsninger, planfrie kryssinger for gående og syklende, samt redusert konflikt mellom de ulike reisetypene (transportreiser til flyplassen, handlereiser mellom bolig og kjøpesenter).
- Antall støyutsatte boliger reduseres.
- Redusert barrierevirksomhet mellom boligområdene og sjøen

### Eksisterende planer

I henhold til miljøverndepartementets retningslinjer skal vegplanlegging gjøres i sammenheng med annen arealplanlegging. Ny veg skal ikke legge beslag på og gjøre unødvendig store inngrep. (Miljøverndepartementet, 1994). I følgende delkapittel gis det derfor en kort innføring i eksisterende planer for oppgaveområdet som det skal tas hensyn til ved prosjekteringen.

Adkomstveg til Kjevik er svært viktig for utviklingen av Kristiansand lufthavn som regionens hovedflyplass. Det legges i regional plan for Kristiansandsregionen 2011-2050 til rette for utbygging av lufthavnen og ny veg med god fremkommelighet fra E18. Det er ønskelig å kombinere ny adkomstveg med nytt, planlagt, boligfeltet på Hamrevann (Statens Vegvesen, 2013d).



## Reguleringsplaner i området

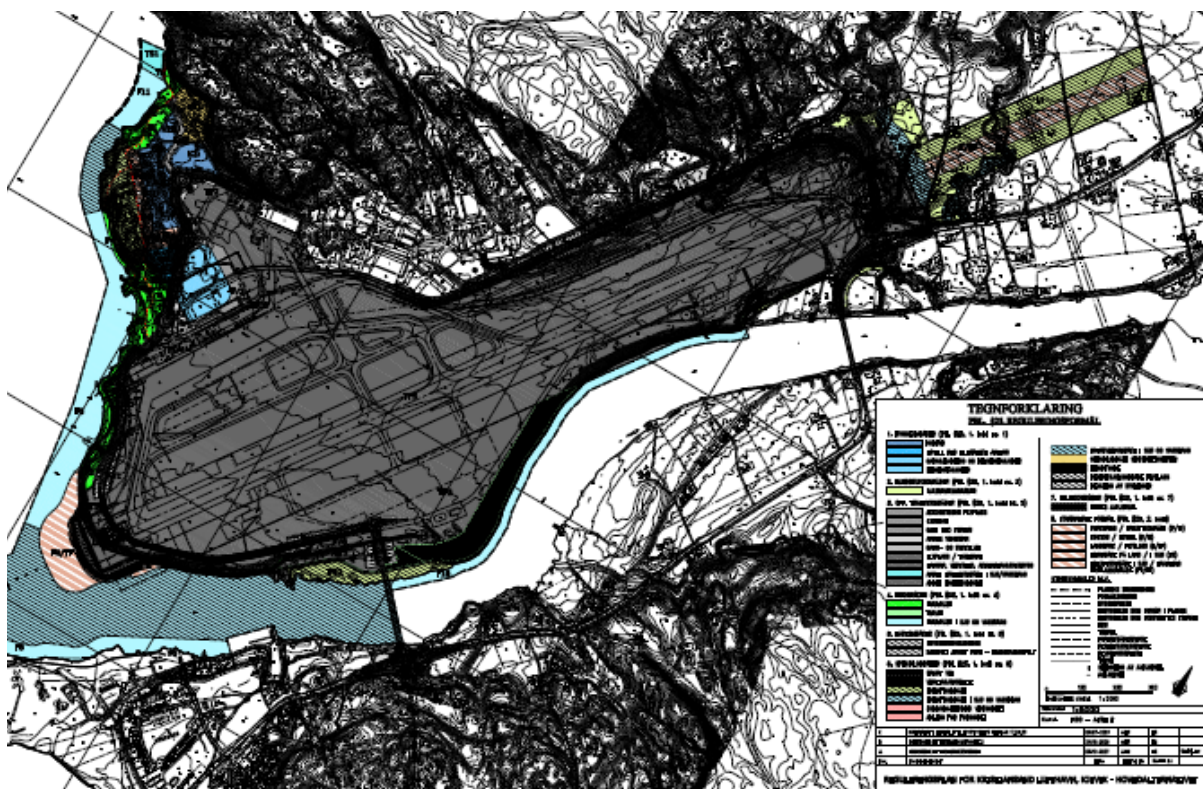
### Reguleringsplan for Kristiansand lufthavn, Kjevik.

I forbindelse med Avinors planer om utvidelse av flyplassen ble det i 2007 vedtatt reguleringsplan for området (se figur 15). Planen viser krav til sikkerhetssone og det er tilrettelagt for fremtidig taksebane parallelt med rullebanen og utvidelse av rullebanen. Det er også regulert område til hotell- og næringsvirksomhet ved terminalen på Kjevik.

Utredning av ny adkomstveg til Kjevik ble satt i gang i forbindelse med arbeid med reguleringsplanen. I plan er reguleringsplan skissert med to alternativer til adkomst til Kjevik, en fra nord, fra eksisterende kryss, langs flystripen og gjennom forsvarrets område. Og en i bro fra Hamre, med adkomst til terminalen fra sør. Det foreslås å beholde løsning med adkomst fra nord.

Forsvaret har reist innsigelser mot dette og deler av vegen, gjennom forsvarrets eiendom, er derfor tatt ut av reguleringsplanen før vedtak. Løsning for ny adkomstveg må finnes før driften på flyplassen kan utvides (Statens Vegvesen, 2013d). Det er ved planlegging av nytt kryss på Bøen ikke tatt hensyn til veglinjer foreslått i reguleringsplanen.

Det er ikke kjent når ny taksebane skal realiseres, men dette antas et stykke frem i tid. Rullebaneforlengelse i nord fører til en heving av store deler av dagens rullebane til kote 21 (Statens Vegvesen, 2013d). Dette krever store inngrep og lukking av flyplass. Utvidelse i nord er derfor kostnadmessig lite sannsynlig og det skal i følge Thomas Jensen hos SVV region sør ikke stor vekt på dette under prosjektering av nytt kryss (bekreftet på møte 13. Februar 2013). Eventuell utvidelse vil føre til at rv 451 må endres til et nivå i terrenget slikt at den kan legges i kulvert under rullebanen.



Figur 15 Vedtatt reguleringsplan for Kristiansand lufthavn, Kjevik (Byutviklingsenheten, 2007).

Det stilles krav til sammenhengende gang- og sykkelveg langs eksisterende rv 41 fra E18 til Kjevik (Avinor, 2011). Dette vil øke tilgjengeligheten og trafikksikkerheten for myke trafikkanter og kan øke antallet myke trafikkanter. Det skal også etableres sammenhengende turveg fra kryss på Bøen til Bjervika (ved Kjevik) (Byutviklingsenheten, 2007).

Det er satt høyderestriksjoner til anlegg innenfor planområdet rundt rullebanen og innflyvningsrekken jfr. *Bestemmelser for Sivil Luftfart* (BSL) E 3-2. Dette kan legge føringer for mulige konstruksjoner på Bøen (Avinor, 2011).

Ny bro over Topdalselva skal ha minimum seilingshøyde og – bredde på hhv. 6 m og 20 m (Byutviklingsenheten, 2007).

#### **Andre vedtatte reguleringsplaner i området:**

- Reguleringsplan for Kjevik – Soldatheimen. Området er regulert til hotell/næring samt noe boligareal som i dag er bebygd med et hus (Statens Vegvesen, 2013d).
- Reguleringsplan for Ve skole (Statens Vegvesen, 2013d)
- Reguleringsplan for rv 39 Gang- og sykkelvei Ve-Ryen, vedtatt i 1988. I dag ferdig utbygd som 3 m bred, separat gang- og sykkelveg langs rv 41 (Statens Vegvesen, 2013d).

#### **Reguleringsplaner under utarbeidelse**

##### **Reguleringsplan for Topdalsveien 112.**

Planen omhandler næringsbygg ved Kjevik bru. Området er i kommunedelplanen for Kristiansand avsatt til næringsareal (Statens Vegvesen, 2013d)

##### **Reguleringsplan for rv 41 Timenes- hamre**

Reguleringsplan for rv 41 Timenes-Hamre viser løsning for parallell og separat gang- og sykkelveg fra Timeneskrysset (E18) til Hamre hvor det i dag mangler et slikt tilbud. Gangvegen skal kobles til eksisterende nettverk mot Ryen og ny turveg rundt rullebanen mot Topdalselva (Avinor, 2011).

#### **Kommunedelplan for Hamrevann**

Hamrevann inngår som framtidig utbyggingsområde i den regionale planen for Kristiansandsregionen og i kommuneplan for Kristiansand 2011-2022 (Kristiansand Kommune, teknisk, 2013a). Parallelt med SVVs planarbeid utarbeides det kommunedelplan for Hamrevann 2012-2015.

Valg av trase og utforming av ny rv 41 ses i sammenheng med utforming av boligområdet på Hamrevann. Hamrevann AS har i intensjonsavtale med Kristiansand eiendom for Hamrevann lagt ved punkt om tett oppfølging av ny veg til Kjevik (Kristiansand Kommune, teknisk, 2013a). Det ble i møte med Thomas Jensen 13. Februar 2013 bekreftet at det kan være aktuelt at utbyggere bidrar i finansiering toplanskryss for adkomst til boligområdet på Hamrevann.

Utbyggingsomfanget er ikke fastsatt, men det er forespeilet et boligområde med rundt 4-6 000 beboende. Utbygging vil skje en stund frem i tid grunnet spørsmål boligbehov (Rådmannen i Kristiansand kommune, 2011). Om trase over Hamrevann er en god løsning for ny adkomstveg til Kjevik er avhengig av den faktiske utbyggingen på Hamrevann. Planleggingen baserer seg derfor på foreløpige fremtidsutsikter for prosjektet.

## **Avinors planer for drift**

Avinors planer for utvikling av Kjevik ble presentert på møte med SVV i starten av 2013. Ønsket oppstart av bygging er i 2017 med utgangspunkt i adkomstveg fra nord, slik som antatt i følgende masteroppgave (Statens Vegvesen, 2013b).

## **Planenes innvirkning på tiltaket**

I masteroppgaven skal det søkes kryssløsninger som bidrag til god måloppnåelse i henhold til mål for prosjekt med ny adkomstveg til Kjevik. Løsningen skal planlegges med bakgrunn i planer for området, som presentert over. Dimensjoner på kryssløsning tar utgangspunkt i antatt utvikling i området, med den økte trafikkmengden dette vil medføre. Vegtrase og kryssplassering må bl.a. ses i sammenheng med reguleringsplan for Kristiansand lufthavn, Kjevik.



## Kapittel 5 - Beskrivelse av områdets verdi og miljø

Forslag til planprogram for ny adkomstveg til Kjevik og håndbok 140 *Konsekvensanalyser* legger føringer for hvilke konsekvenstema det skal tas hensyn til (Statens Vegvesen, 2012c) (Statens Vegvesen, 2013e). Kartlagt verdi av landskap, naturressurser, nærmiljø og friluftsliv presenteres i følgende kapittel, med bakgrunn i verdivurderinger fremlagt av SVV i 2013. Se vedlegg 3 og 4 for verditabell og -kart.

I henhold til rikspolitiske retningslinjer for samordnet areal- og transportplanlegging, gjøres en verdivurdering av området for å klargjøre hva som bør vektlegges i planleggingen av nytt kryss. Dette gjøres for å oppnå en miljømessig god løsning, med et trygt lokalmiljø (Miljøverndepartementet, 1994). Det pekes tilbake til denne verdivurderingen ved konsekvensvurdering av utarbeidede kryssalternativ senere i rapporten.

### Landskapsbilde

*Landskapsbilde omhandler de visuelle kvalitetene i omgivelsene (hb 140).* Verdivurdering av landskap, naturressurser, nærmiljø og friluftsliv er basert på rapport utarbeidet av Øystein Aalen og Ingrid Undheim for Statens Vegvesen (Aalen, L. og Undheim, I., 2013).

Området er preget av helhetlig og inntakt kulturlandskap med flate sletter på Ve og Bøen, omkranset av vegeterte daler og romdannende heier, se figur 16. Vegetasjonen består i stor del av løvtrær (eik, bøk, ask og lind) og furuskog. Fra Kjevik er Huseheia, Hamreheia og daldragene imellom svært synlig (og i motsatt retning Kjevikheia) og viktig for inntrykket av området.

Den vide Topdalselva, med sin frodige kantvegetasjon, deler området i to og er viktig for landskapsbildet. Dale-, Bøhn- og Vesbekken med sin spesielle kantvegetasjon skjærer gjennom de ellers flate jordbruksarealene. Elven, medregnet sideelver og et belte på inntil 100 m langs disse er fredet. Fredningen gjør at inngrep av større omfang bør unngås (Statens Vegvesen, 2013d).



Figur 16 Bilde av jordene på Bøen for øst (Eget foto)

Området har spredt gårdsbebyggelse på Bøen og tettere bebyggelse på Ve. Arkitekturen er preget av rikholdig trearkitektur, stedvis med bebyggelse av høy til svært høy verdi og er viktig for landskapsbildet (se figur 17). Landbruksområdet på Bøen og Ve har stor verdi. Heiene på Ve har middels verdi. Kristiansand lufthavn, Kjevik, dominerer foruten dette landskapet i stor grad, men har liten verdi for landskapsbildet.



Figur 17 Fotografi av hus med høy verdi for kulturminner (Eget foto)

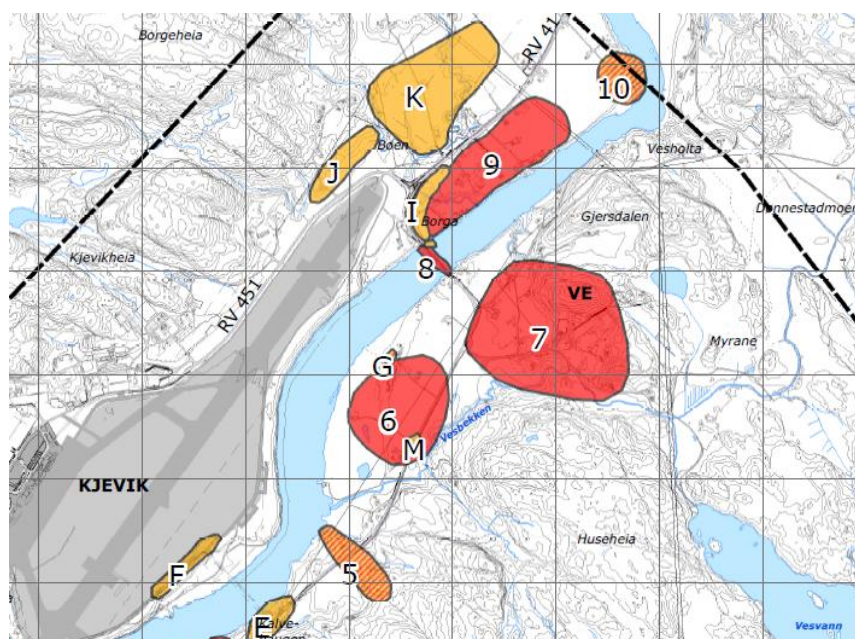
Rv 41 tar av fra E18 på Timenes, passerer Hamre, og fortsetter videre gjennom kulturlandskapet på Ve og Bøen.

## Kulturminne og –miljø

*Kulturminne og –miljø er kilder til kunnskap om fortidens samfunn og levevilkår* (Statens Vegvesen, 2012c).

Det er spesielt viktig i kulturminnesammenheng at områdene langs elva opprettholdes som jordbruksareal. De fleste av kulturminnene ligger langs elva (Rui, L.M. ,2013), se figur18.

Kristiansand kommune har gjennomført kartlegging av kulturminner i området og det er det funnet spor fra stein- og jernalderen (område G, I, J og K på figur 18). Område G er spor etter gravlund fra jernalderen og har middels-stor verdi. Område I,J og K er bosetningsspor som har fått middels verdi, men er i forbindelse med arbeid med reguleringsplan for Kjevik lufthavn frigitt (Statens Vegvesen, 2013b). Kjevik bro er fredet (Rui, L.M. ,2013).



Figur 18 Kulturminner i området. Rød er stor verdi. Rød-Oransje er middels-stor. Oransje er middels. (Rui, L.M. ,2013)



Gårdene på Bøen og Ve har spesielt stor verdi og er med på å prege området i stor grad (område 6, 7 og 9 på figur 18). Flere av gårdene har historie tilbake til 18- og 1900-tallet. For å vise hvilke bygninger som har stor verdi for kulturlandskapet på Bøen er figur 19 inkludert (rød sirkel markerer bygninger av stor verdi). Denne brukes i konsekvensvurdering av kryssalternativ og omfanget av disse for bygninger med stor verdi for kulturmiljø.



Figur 19 Bygninger med stor verdi for kulturmiljøet på Bøen (markert med rød sirkel) (Thomas Jensen, møte 13.04.2013)

## Nærmiljø og friluftsliv

*Nærmiljø og friluftsliv omhandler områdets betydning for beboerne og brukerne, og hvordan området brukes i det daglige* (Statens Vegvesen, 2012c). Verdivurderingen er basert på vedlegg til planprogram for ny adkomstveg til Kjevik (Aalen, L. og Undheim, I., 2013).

Slettene på Ve og Bøen har middels verdi og er for det meste åpen, dyrka mark med spredt bebyggelse og tettere bebyggelse på Ryen/Tveit og nord på Ve. Lokalvegene er lite trafikkert og benyttes til tur i nærområdet. Separat gang- og sykkelveg langs eksisterende rv 41 fungerer som skoleveg og er en del av hovedsykkelvegnettet i Kristiansand.

De fleste av barna i planområdet går på Ve skole (1-10 klasse), se figur 20. Skoleområdet og området i nærheten har høy verdi for nærmiljøet. Barnehager finnes både på Ve og Ryen. Mellom Ryen og Bøen (nord for planområdet) ligger dagligvareforretningen Prix. I tillegg ligger Sørlandsparken med større handels og næringsvirksomhet ca 8 km langs fra området.



Figur 20 Bilde av Ve barne- og ungdomsskole (eget foto)

Naturområdene på høydedragene/heiene brukes i stor grad til friluftsliv, både av beboerne og tilreisende. Strandområdet på Hamresanden har særlig stor verdi. I dag virker rv 41 som en barriere mot stranden, og redusert barrierevirkning er satt som delmål for prosjektet om ny adkomstveg til Kjevik. Lengre nord, langs Topdalselva, er stranden mindre tilrettelagt og området brukes lite. Det er i gjeldende reguleringsplan vist fremtidig kyststi rundt flystripen på Bøen. Langs Topdalselva er det en del ferdsel med småbåter til fiske og fritid.

Naturområdene rundt Vesvann brukes mye av beboerne og har middels verdi, med viktige innfartspunkter til marka i daldragene på nord og sørsiden av Huseheia. Områdene er ikke sikret for friluftsliv. Tveit skisenter ligger på Ve og er Kristiansand kommunes eneste slalombakke.

Bebyggelsen på Hamre ligger i dag langs randsonen til rv 41 og er i dag støybelastet. I tillegg genereres det en del støy i forbindelse med fly som tar av og lander på Kjevik flyplass.

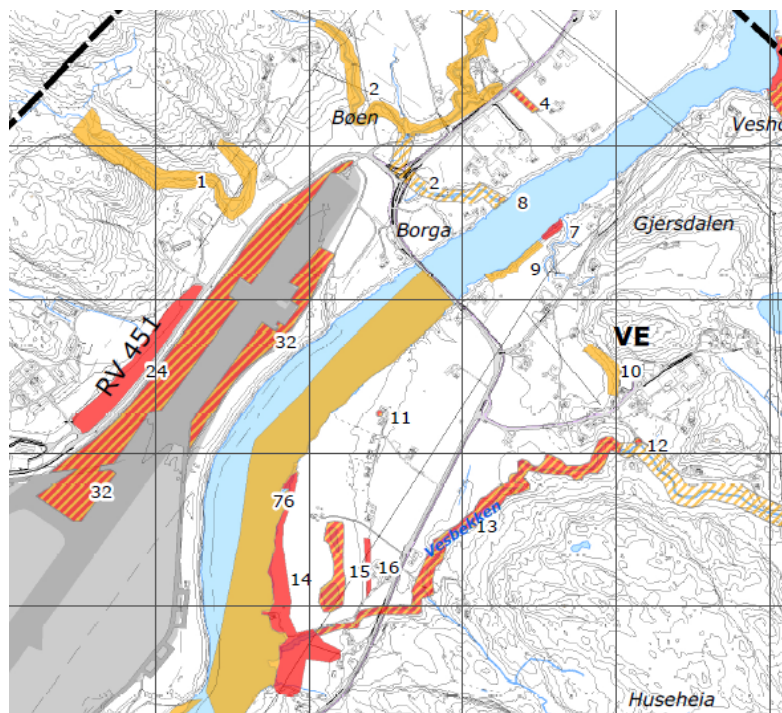
## Naturmiljø

*Naturmiljø omhandler naturtyper og artsforekomster som har betydning for dyr og planters levegrunnlag, samt geologiske elementer (Statens Vegvesen, 2012c). Verdivurderingen er basert på Heiko Liebels vurdering av området for Statens vegvesen (Liebel, H., 2013).*

Oppgaveområdet består av variert landskap med større flate partier og skogkledde heier. Spesielle naturtyper er kartlagt for området og vist i figur 21.

I området er Bøhn- og Dalebekken trukket frem som viktige bekkedrag med spesiell kartvegetasjon og viktige gyteområder for fisk (område 2 på figur 21). I tillegg kommer Vesbekken, som et område av ende større verdi, også som gytebekk. Bøen (Øst) og Ve (SV og NØ) brygge er omgitt av gamle, spesielle trær som gjør områdene verdifulle (område 8 og 9). I tillegg ligger spesielle trær på flata på Ve (11).

Grunnvannsområdet (76) langs Topdalselva er viktige områder for fugl.



Figur 21 Oversikt over naturmiljøverdi i området. Rødt er stor verdi. Oransje er middels. Rød-oransje er middels-stor verdi. (Liebel, H., 2013).

## Naturressurser

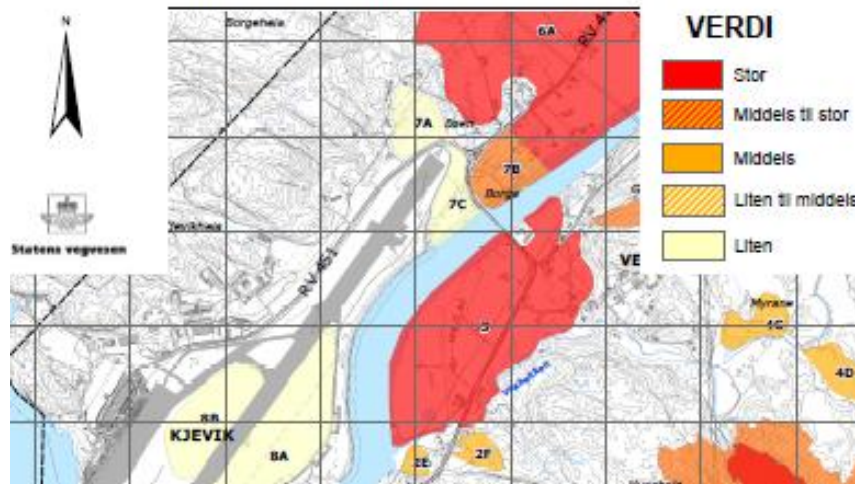
Naturressurser er ressurser fra jord, skog og andre utmarksarealer, jakt- og fiske, vannforekomster, berggrunn og mineraler (Statens Vegvesen, 2012c). Verdivurderingen er basert på rapport som vedlegg til planprogram for ny adkomstveg til Kjevik (Aalen, L. og Undheim, I., 2013).

I planområdet, på Bøen og Ve, finner vi noen av de beste landbruksområdene i Kristiansand kommune, se figur 22 for oversikt over jordbruksverdier. De store sammenhengende jordbruksarealene med helhetlig gårdsbebyggelse gir området stor verdi, både med hensyn til naturressurser og kulturmiljø. Mye av den dyrka marka på Bøen ligger rundt dagens rv 41 som deler områdene i to.

Topdalselva er vernet og er trukket frem som en god fiskeelv. Det drives noe jakt og fiske i området. Bøhn- og Dalebekken er viktige gyteelver for fisk.

## RV 41 OG RV 451 NY VEG TIL KJEVIK

### VERDIANALYSE NATURRESSURSER



Figur 22 Oversikt over naturressurser i området (Aalen, Ø. og Undheim, I., 2013).

Kommuneplan for Kristiansand (2011-2022) viser at det aktuelle kryssområdet på Bøen er sikret til jord- og skogbruk som LFN-områder som i det vesentlige skal være ubebygde. Det er derfor ønskelig å legge trase og kryss slik at beslaglegging av slike områder blir minst mulig (Landbruks- og miljøverndepartementet, 2005).

### Oppsummering av områdets verdi

For landskapsbildet er området rundt Topdalselva spesielt viktig, med sitt helhetlige, flate kulturlandskap omkranset av skogkledde heier. Området har spredt gårdsbebyggelse av stedvis stor verdi for kulturmiljøet på Bøen og Ve, og konsentrerte boligområder på Ve og Ryen. De store, sammenhengende jordbruksområdene på Bøen og Ve trekkes frem som de beste landbruksområdene i Kristiansand kommune, med stor verdi for landskapsbilde og naturressurser.

Det er gjort funn fra jern- og steinalder, hvor områdene på Bøen er frigitt i forbindelse med reguleringsplan for Kjevik, og status på Ve er uavklart, men foreløpig satt med middels-stor kulturminneverdi.

Det må rettes spesiell oppmerksomhet til området rundt Ve barne- og ungdomsskole da nærmiljøet har stor verdi. Foruten har store deler av oppgaveområdet middels verdi for nærmiljø og friluftsliv. Topdalselvans og dens sidebekker (Bøhn-, Dale- og Vesbekken) har kantvegetasjon av verdi for naturmiljø. Bekkene ligger i ravedaler som skjærer gjennom det ellers flate terrenget og er viktig landskapsbildet.

Med bakgrunn i verdivurdering av området og omfanget av områder med middels og stor verdi, vil det være vanskelig å planlegge en kryssløsning, med vegkorridorer, som ikke vil medføre negative konsekvenser på noen områder. Ved vurdering av alternativer kommenteres konsekvensene for de ulike tema og en rangering av viktigheten av de ulike tema for valg er gjort i kapittel 14. Generelt bør områder av stor verdi beholde i så stor grad dette er mulig.

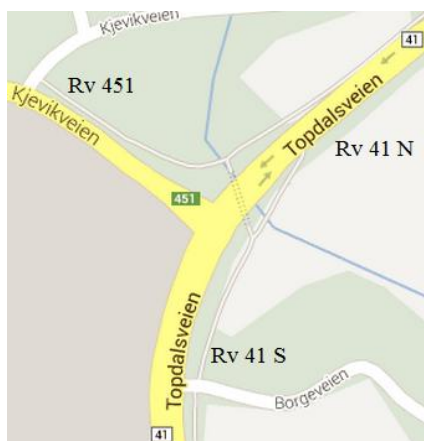
## Kapittel 6 - Trafikkprognoser

Ved planlegging av ny veg må også antatt utvikling i trafikk, som følge av utvikling og normal, årlig, trafikkvekst i området. Dette vil sørge for en robust løsning som møter fremtidige trafikkmengder på en robust måte.




I følgende kapittel presenteres svingebevegelser i eksisterende kryss på Bøen. Det er ønskelig å bruke disse til å gjøre antagelser for hvordan trafikken vil fordele seg i nytt kryss med trafikkmengder i dimensjoneringsåret, 20 år etter åpning, i 2040. Dette vil videre brukes som grunnlag for dimensjonering og utforming av nytt kryss. Dimensjoneringsperioden for kryss er satt av SVV ved oppstart av masteroppgave.

### Dagens svingebevegelser i kryss på Bøen




Antall kjøretøy som gjennomfører gitte svingebevegelser i makstimen på morgen og ettermiddagen for dagens T-kryss på Bøen er presentert i tabell 2 og 3 (2006-tall) (Byutviklingsenheten, 2007). Navngiving på vegarmene er presentert i figur 23.



Figur 23 Skisse av dagens T-kryss på Bøen (google, 2013)

Maksimaltiden, morgen	Venstresving 	Høyresving 	Rett frem 	sum	Venstresving (#tunge)	Høyresving (#tunge)	Rett frem (#tunge)	sum
Fra Rv 41 (fra sør)	360		250	610	56		12	68
Fra Rv 41 (fra nord)		155	282	437		7	20	27
Fra Rv 451	101	618		719	21	40		61
sum				1766				156

Tabell 2 Svingebevegelser i makstime på morgenen (Byutviklingsenheten, 2007).




Maksimaltiden, ettermiddag	Venstresving 	Høyresving 	Rett frem 	sum	Venstresving (#tunge)	Høyresving (#tunge)	Rett frem (#tunge)	sum
Fra Rv 41 (fra sør)	244		325	569	19		11	30
Fra Rv 41 (fra nord)		107	383	490		11	25	36
Fra Rv 451	126	410		536	14	56		70
sum				1595				136

Tabell 3 Svingebevegelser i makstime på ettermiddagen (Byutviklingsenheten, 2007).

Sammenlikner man makstimen om morgen og ettermiddag ser man at trafikken er mindre konsentrert på ettermiddagen. Svingebevegelserne i krysset er også noe forandret, da trafikken

til/fra Kjevik reduseres (fra 70 % til 55 % av all trafikk i krysset) og trafikken til/fra Ryen øker om ettermiddagen.

For å se mer generelt på svingebevegelesene i krysset i makstimene er morgen- og ettermiddagstrafikken summert, til totalt to timer med registreringer. Det er knyttet usikkerhet til hvor nøyaktige verdiene er i forhold til den faktiske situasjonen da det kun er basert på to observasjonstimer, men disse brukes som en pekepinn på hvordan trafikken fordeles. Resultatet er presentert i tabell 4.

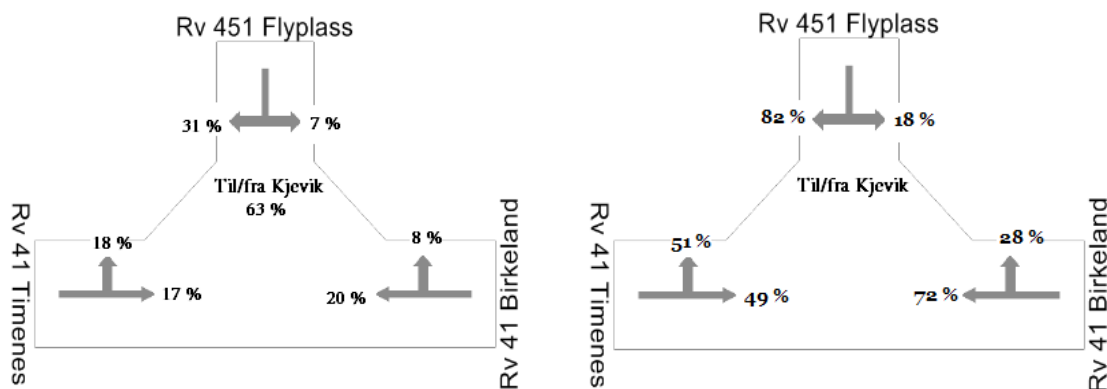
Maksimaltimene, summert	Venstresving 	Høyresving 	Rett frem 	sum	Venstresving (#tunge)	Høyresving (#tunge)	Rett frem (#tunge)	sum
Fra Rv 41 (fra sør)	604	0	575	1179	75	0	23	98
Fra Rv 41 (fra nord)	0	262	665	927	0	18	45	63
Fra Rv 451	227	1028	0	1255	35	96	0	131
sum				3361				292

Tabell 4 Summerte svingebevegelser i maksimaltime på morgen og kveld.

Total trafikkmengde gjennom krysset er ca. 9 000 kjt/d (2006-tall), hvor trafikk i makstimen utgjør 19 % av døgnetrafikken (Byutviklingsenheten, 2007).

Påfølgende figurer presenterer svingebevegelesene i dagens T-kryss som andel av total trafikk på vegarmen og totalt gjennom krysset, for å gi et inntrykk av hvor de største trafikkmengdene er (se figur 24). Trafikken er noe skjevt fordelt mellom vegarmene. Hovedstrømmen med trafikk kjører mellom rv 41 S og rv 451 Kjevik (49 %). Trafikken direkte gjennom krysset på rv 41 utgjør også en større del av trafikkmengden (37 %). Bergninger av andelen som gjennomfører de enkelte svingebevegelesene er funnet av formelen:

$$\text{Andel}_{\text{Fra rv 41 sør til rv 451}} = \frac{\text{Antall kjt som gjennomfører svingebevegelse X på vegarmen}}{\text{Totalt antall kjt fra vegarmen}}$$



Figur 24 Figurene viser prosentvis fordeling av svingebevegelser i Bøenkryss, summert over makstimene i døgnet, som andel av total trafikk gjennom krysset (venstre) og som andel av total trafikk på vegarmen (høyre)

Resultatet av svingebevegelsesanalysen brukes sammen med antagelser og prognoser for trafikkmengden på de nye vegene til å finne hvordan trafikken vil fordele seg i det nye Bøenkryss. For de videre prognosene er det antatt at nytt kryss på Bøen, som SVVs forslag, utformes som en firearmet rundkjøring. Dette er viktig for å gi en hensiktsmessig utforming av rundkjøringen for å nå målet en trafiksikker, effektiv og robust adkomst til Kjevik. Trafikken i maksimaltimene er vurdert da det er mest hensiktsmessig ved vurdering av avvikling i kryss (Aakre, A., 2008).

## Trafikkprognoser

Antagelser om svingebevegelser og dimensjoneringsgrunnlag for nytt kryss på Bøen er gjort på bakgrunn av trafikkprognoser for ny adkomstveg i dimensjoneringsåret 2040, gjennomført av Rambøll i februar 2013 (Nilsen, Ø.L., 2013). Det reises usikkerhet til prognoser av trafikkmengden, da de synes å være svært høye, spesielt for rv 451. Da dette per dags dato er de eneste foreliggende trafikkdata for 2040, er de tatt i bruk som veiledning til trafikkmengde og kritisk vurdert i rapporten.

Trafikktellinger fra 2010 er brukt som grunnlag for Rambølls prognoser, med en årlig vekst på 1,5 % frem mot 2040 i henhold til vegdirektoratets regionsvise vekstfaktorer og økt flytrafikk. Tabell 5 presenterer resultat av trafikkberegningene for vegtrasé B3, B4 og B6. Trafikkmengden vil øke ytterligere utover normal vekst som følge av utbygging av kontor- og næringsvirksomhet på Kjevik (totalt 50 000 m<sup>2</sup>). Det er gjort anslag på et ekstra bidrag på totalt 3600 kjt/d for rv 451 ved full utbygging på Kjevik, som summert med normal vekst gir ÅDT på rv 451 på 9000 kjt/d.

Veg – tellepunkt	ÅDT [kjt/d] (2010-tall fra Rambølls trafikkmodell)	Trafikkprognoser [kjt/d] 2040 Alt. B3	Trafikkprognoser [kjt/d] 2040 Alt. B4/B6
Rv 451 - Bøen	3550	0	0
Rv 41 – Hamre	7802	800	1 400
Rv 41 – Lauvåsen	9887	9 000	10 000
Rv 41 – Ryen	6100 (NVDB)	9 000	9 000
Ny rv 41		16 000	15 000
Ny rv 451		9 000	9 000

Tabell 5 Trafikkberegninger for dimensjoneringsåret 2040 (Nilsen, Ø.L., 2013).

Trafikkprognoser for de alternative vegkorridorene for ny rv 41 skiller seg ikke betraktelig fra hverandre. Det er derfor, tilsvarende som i SVVs planprogram, valgt å bruke tall for vegkorridor B4/B6 som dimensjoneringsgrunnlag som er uthevet. For rv 41 S er antatt trafikkmengde i 2040 1000 kjt/d.

Ekstra bidrag som følge av næringsutbygging er ikke medregnet i tabellverdier for ny og eksisterende rv 41 (kommenteres senere). Dersom denne ekstra trafikken fordeles etter dagens svingebevegelser i krysset med 80-20 % forhold for trafikk fra rv 451 til ny rv 41 og rv 41 N vil dette gi et ekstra bidrag til trafikkmengden på hhv. 2880 og 720 kjt/d på ny rv 41 og rv 41 N. Det er videre i rapporten sett bort ifra denne, ekstra, trafikkmengden på ny rv 41 og rv 41 N.

Total trafikkmengde gjennom Bøenkryss på ca. 17 000 kjt/d i 2040, som er summen av trafikken på vegarmene dividert på to for ikke å telle trafikken dobbelt. Dersom maksimaltimen, som i dag, tilsvarer 19 % av døgnetrafikken kan man forvente gjennomsnittlig ca. 3 000 kjt/t i maksimaltimen. Tungtrafikken antas økt til 8 og 9 % prosent på hhv ny rv 41 og 451 (Byutviklingsenheten, 2007).

## Vurdering av prognoser

Det er knyttet en viss usikkerhet til Rambølls trafikkprognoser for den nye vegen da trafikkvekst i området og utbyggingsomfanget på Kjevik og Hamrevann per dags dato er ukjent. Det gjøres i følgende delkapittel en vurdering av prognosene for videre bruk.

Vegdirektoratet legger til grunn en årlig trafikkvekst på 1,5-2 % i sine trafikkberegninger. Det vil være en viss usikkerhet knyttet til den faktiske utviklingen da den i regionen har vist seg å være vesentlig høyere (opptil 7,5 %) de siste årene (Qvalben, P., 2011). Med en årlig trafikkvekst på 7,5 % vil grensen for firefeltsveg (> 12 000 kjt/d), (Statens Vegvesen, 2013c) på rv 41 overskrides allerede i 2013. Med vegdirektoratets prognoser (årlig trafikkvekst 1,7 %) vil grensen overskrides i 2020. Det er med andre ord, uansett vekstfaktor, ikke tvil om at det er behov for en ny firefelt veg for å nå effektmålene i møte med fremtidig trafikkmengde (Qvalben, P., 2011).

Den faktiske veksten vil trolig reduseres noe fremover, da regionen ønsker at økningen skal tas på myke trafikanter og kollektivtransport. Trafikkveksten i området antas i mindre grad tatt opp av myke trafikanter da avstand hjem-Kjevik er stor og alternativet er lite aktuelt for flypassasjerer. Økt bruk av kollektivtransport er avhengig av kollektivsatsingen.

ÅDT på adkomstvegen til Kjevik vil være svært avhengig av utbyggingsomfanger ved lufthavnen. Ved full utbygging er ÅDT for rv 451 beregnet til 9 000 kjt/d på rv 451 i dimensjoneringsåret. Dette er basert på en årlig trafikkvekst på totalt 3,2 %, og kan ses på som et svært høyt anslag. Avinors satsing på flytrafikk til/fra Kjevik og kollektivdekningen til flyplassen vil ha stor betydning for den faktiske trafikkmengden på rv 41/rv 451 da tilreisende til/fra Kjevik utgjør en stor del av trafikkmengden på vegene.

Prognoser for trafikkmengden på ny rv 41 og rv 41 N i 2040 er beregnet på grunnlag av en total vekst på ca. 50 %. Ekstra trafikk som følge av utbygging av kontor- og næringsareal på Kjevik (+ 3 600 kjt/d) er ikke medregnet slik som for rv 451. Dette vurderes som en noe merkelig praksis av Rambøll. Da den ekstra trafikkmengden ikke antas å utgjøre forskjeller for dimensjoneringsklasse for ny rv 41, ses det bort ifra bidraget.

Den faktiske trafikkmengden på ny og eksisterende rv 41 er avhengig av om trafikantene på E18 velger ny eller eksisterende rv 41. Det er knyttet en usikkerhet til om den store andelen på E18 (80 %) som i dag kommer fra sør mot Timenekrysset på E18 kommer til å velge ny rv 41 til fordel for den eksisterende. Disse trafikantene må passere Timenekrysset og eksisterende rv 41 og kjøre 1 km lengre til nytt kryss på Skjøringsmyr. All trafikk nord for Timenekrysset på E18 antas å velge ny veg (Jensen, T., 2013a).

Da fokus i masteroppgaven er en vurdering av kryssløsning for nytt kryss på Bøen er foreliggende trafikkprognoser benyttet. Dette gjøres selv om det er knyttet usikkerhet til anslaget, da videre trafikkanalyser krever mye tid og tilgjengelige verktøy.

## Prognoser av svingebevegelser i nytt kryss på Bøen

Den største trafikkstrømmen i dagens kryss går mellom rv 41 S og rv 451, samt rett gjennom krysset fra rv 41 S til rv 41 N. Det er satt mål om redusert kjøretid til Kjevik, med en robust trafikkavvikling for trafikanter på ny rv 41 og rv 451. Nytt kryss på Bøen er i trafikkvurderingen



antatt utformet som en firearmet rundkjøring. Da kapasiteten til en tilfart avtar med økende antall kjøretøy i sirkulasjonsarealet må nytt kryss dimensjoneres med hensyn på antatt trafikkmengde og hvordan disse fordeler seg mellom vegarmene (Transportøkonomisk institutt, 2009).

Det er derfor ønskelig å kartlegge hvordan trafikkvolumet fordeler seg i nytt kryss på Bøen. I følgende avsnitt presenteres beregningene, med tabeller av mindre viktighet for resultatfremstilling i vedlegg 5.

Basert på presenterte svingebevegelser i makstimene (tidligere i kapittelet) og trafikkprognoser for krysset i 2040 er det gjort overslag på hvordan trafikken vil fordele seg gjennom det nye krysset. Målpunkt for trafikantenes turer forventes de samme i dimensjoneringsåret 2040 som i registreringsåret 2009, foruten den ekstra trafikkmengden som genereres til/fra Kjevik som følge av utbygging på Kjevik. Beregningene vil nok avvike noe fra virkeligheten, og er ment som en hentydning til trafikkfordeling i nytt fire-armet kryss på Bøen som grunnlag til videre detaljering.

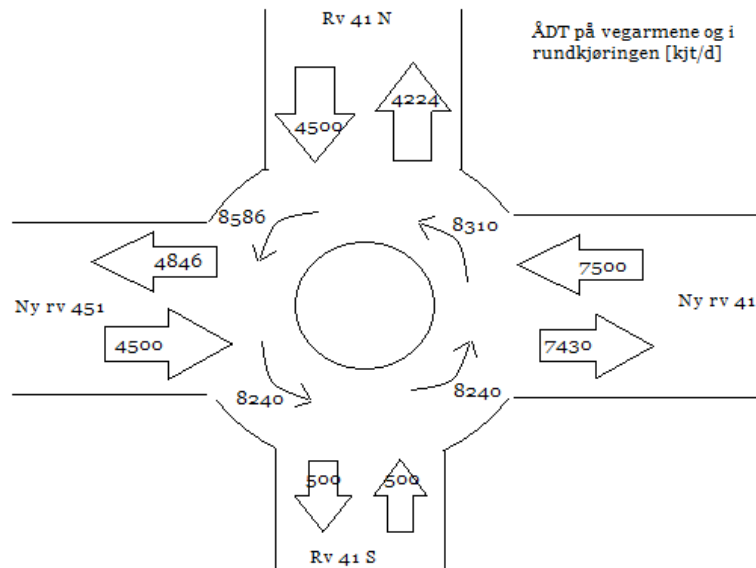
Tabell 4 og figur 24 presenterer svingebevegelser som andel av total trafikk på vegarmen i eksisterende T-kryss. Det antas for nytt kryss at all trafikk fra rv 41 N og rv 451, som i dag velger eksisterende rv 41, velger ny rv 41. Trafikkmengden fra ny rv 41 S antas i stor grad komme fra boliger på Ve. Alle trafikanter på denne vegarmen antas for enkelthets skyld å velge ny rv 41, uten at dette vil føre til store feilberegninger da trafikkmengden er relativt liten (Jensen, T., 2013a).

Trafikk på ny rv 41 antas å fordele seg som dagens rv 41 S. Forholdet mellom trafikk som velger rv 41 N og ny rv 451 vil være den samme som i dag. I tillegg til dette innføres en ny svingebevegelse mot rv 41. Dette gir en endret prosentvis fordeling mellom målpunktene, hvor rv 41 S, rv 41 N og rv 451 utgjør hhv. 7 %, 45 % og 48 % av totalen på vegarmen i det nye krysset.

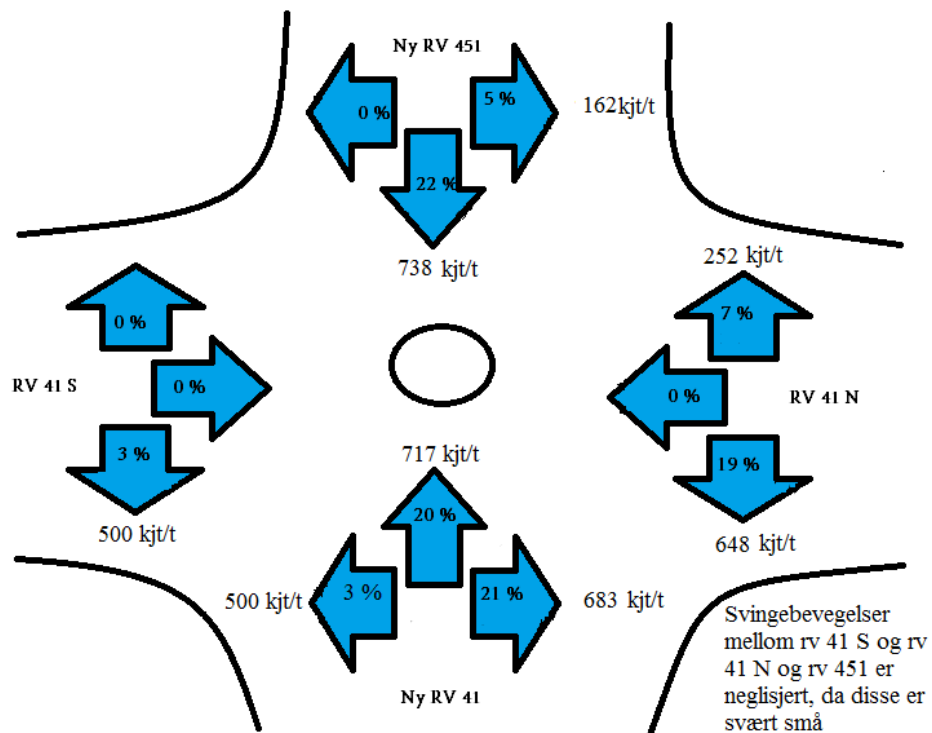
Resultatet av beregninger av svingebevegelser gjennom døgnet for 2040 er presentert i tabell 6 og figur 25. Det er benyttet en sterkere rd farge jo større trafikken er. Det er naturlig at trafikkmengden for motsatte svingebevegelser er lik. Til tross for avviket får tabellen frem informasjonen som trengs for å beskrive trafikkbildet. Figur 26 viser trafikken i makstimen, samt trafikkmengden på vegarmene som andel av total trafikk i krysset.

	Til Rv 41 (sør)	Til Rv 41 (nord)	Til Rv 451	Til ny rv 41	sum gjennom rk
<b>Fra Rv 41 (sør)</b>	0	0	0	500	500
<b>Fra Rv 41 (nord)</b>	0	0	1260	3240	4500
<b>Fra Rv 451</b>	0	810	0	3690	4500
<b>Fra ny rv 41</b>	500	3414	3586	0	7500
<b>sum gjennom rk</b>	500	4224	4846	7430	<b>17000</b>

Tabell 6 Beregnede svingebevegelser i nytt kryss på Bøen



Figur 25 Antatt trafikkfordeling gjennom krysset og langs vegarmene over døgnet



Figur 26 Antatt svingebevegelser i makstimen. Prosenten angir andel av total trafikk gjennom krysset som gjennomfører de ulike svingebevegelserne.

## Kapittel 7 - Prosjekteringsgrunnlag

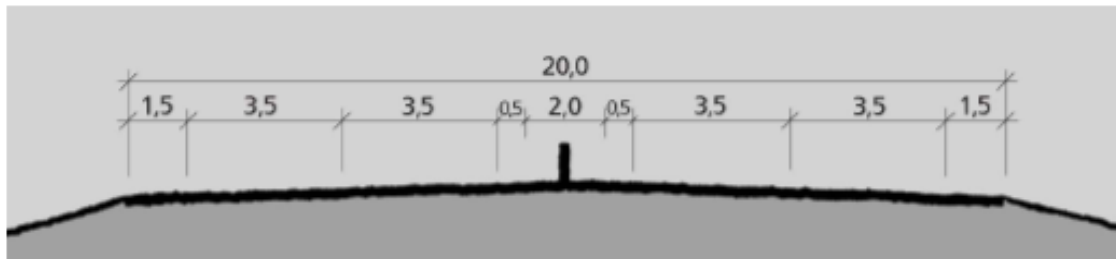
På grunnlag av økt fremtidig trafikkmengde og et ønske om bl.a. å minske barrierenvirkningen av dagens adkomstveg til Kjevik, planlegges det ny adkomstveg. Ny rv 41 og rv 451 planlegges av høyere standard enn dagens adkomstveg. Det søkes en løsning som gir god fremkommelighet og trafiksikker for alle trafikant- og reisegrupper.

Valg av krysstype og –utforming er i stor grad avhengig av trafikkmengden som skal fordeles i krysset og eksisterende planer for forhold i området. Standard på de kryssende vegarmene er en faktor av trafikkmengde og krysset må tilpasses disse, både i valg av type og løsning. I følgende avsnitt presenteres derfor prosjekteringsgrunnlag som er aktuell for prosjektet *rv 41/rv451 ny adkomstveg til Kjevik*. Dimensjonene vil også brukes som input for prosjektering av løsninger i *Novapoint*.

Forutsetninger for dimensjonering av ny rv 41 og rv 451 ble diskutert og fastsatt i oppstartsmøte for master med SVV 13.02.2013. Som utgangspunkt for dimensjonering brukes antatt trafikkmengde i 2040, 20 år etter åpning. Dimensjoneringskrav og prosjektering av nytt kryss på Bøen, samt de tilhørende vegkorridorene, i henhold til forslag til ny håndbok 017 som forventes godkjent primo 2013 (Statens Vegvesen, 2013c).

### Vegstandard ny rv 41

Ny rv 41 skal utformes som en firefeltsveg med fysisk midtdeler, dimensjoneringsklasse H7 og 90 km/t, se tabell 7 for dimensjoneringskrav. Opprinnelig skal H7-veger har fartsgrense 80 km/t, men det er ønskelig å øke denne til 90 km/t for ny rv 41 og det tilstrebes derfor en bedre linjeføring enn minimumskravene i hb 017 (Statens Vegvesen, 2013e). Tverrprofil av vegen med totalbredde 20 m er vist på figur 27.



Figur 27 Tverrprofil H7, 20 m vegbredde med fysisk midtdeler (mål i m) (Statens Vegvesen, 2013c)

Tunnelprofil T 9,5 med to tunnellop er aktuelt for ny rv 41.

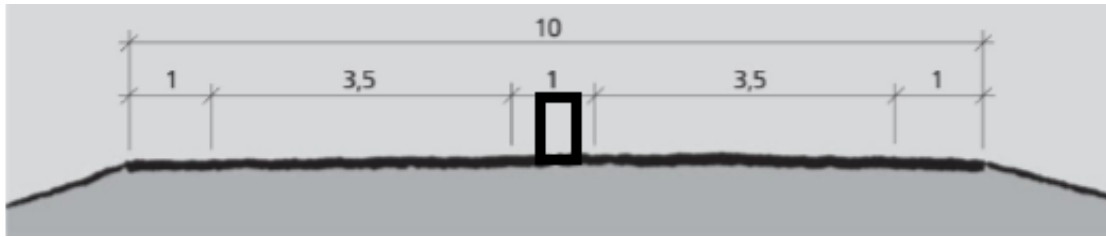
Vegen skal være fri for avkjørsler og planskilte kryss kreves.

Holdeplasser skal ikke plasseres langs hovedveg, men kanaliseres til ramper. Holdeplasser utformes som busslomme uten refuge.

### Vegstandard ny rv 451

Ny rv 451 skal utformes som en tofeltsveg med midtdeler og dimensjoneringsklasse H4. Skiltet hastighet vil være 80 km/t fra kryss på Bøen frem til Forsvarets området, hvor farten skiltes ned til 60 km/t og beholdes frem mot terminalen. Trafikkmengden på ny rv 451 overskrider grensen for

dimensjoneringsklasse H4 (4-6 000 kjt/d) og det ble derfor under oppstartsmøte for masteroppgaven bestemt at det skal tas i bruk fysisk midtdeler av trafikksikkerhetsmessige årsaker. Tverrprofil er vist på figur 28.



Figur 28 Tverrprofil H4, 10 m vegbredde med fysisk midtdeler (mål i m) , (Statens Vegvesen, 2013c)

Vegen skal være avkjørselselfri. Kryss kan utformes som T-kryss, rundkjøring eller planskilte kryss. Holdeplasser for kollektivtransport utformes som busslomme uten refuge.

### Vegstandard, eksisterende rv 41

Eksisterende rv 41 vil fungere som lokalveg og løsninger for denne utredes i kapittel 12. Vegen beholdes som i dag der denne er uberørt av vegkorridor for ny rv 41. Vegen er låst til sin kryssing av Topdalselva over Bøen bro, men er fri i sin fremføring herfra, til nytt kryss på Bøen. Eksisterende veg har standard som en H1-veg, med vegbredde 7,5 m og fartsgrense mellom 50-70 km/t. Ved endring av eksisterende løsning etableres ny veg derfor i henhold til krav for vegklasse H1.

Thomas Jensen hos SVV bekrefter at på dagens lokalveg mellom boligene på Ve vil ikke trafikkmengden få en drastisk endring og eksisterende standard kan beholdes.

Dagens rv 41 sør for Bøen vil beholdes som lokalveg og trafikkmengde og fart på denne vil være betraktelig lavere enn på ny rv 41 og rv 451. Krysninger mellom alle trafikanter gjøres i hovedsak i kryss.

### Oversikt over dimensjoneringskrav

Krav til dimensjonering av ny adkomstveg og lokalveg (rv 41 S) er oppsummert i tabell 7. Det stilles noe strengere krav enn presentert til ny rv 41 da skiltet fart settes til 90 km/t.

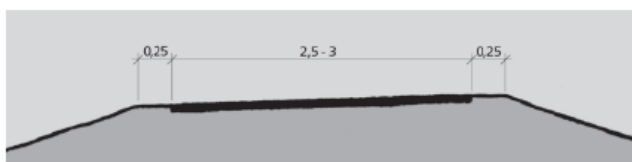
	H7	H4	H1
ÅDT,(2040)	≥ 12 000 kjt/d	4- 6 000 kjt/d Fysisk midtdeler kreves da dimensjonerende trafikkmengde er 9 000 kjt/d	>12 000 kjt/d
Fartsgrense	80 km/t	80 km/t	60 km/t
Avstand mellom kryss	1 000 m	1 000 m	250 m
Min. horisontalkurveradius	300 m	300 m	125 m
Min. klotoider	140 m	140 m	75 m
Min. vertikalkurveradius høy	4 400 m	4 400 m	1 000 m
Min. vertikalkurveradius lav	2 100 m	2 100 m	1 100 m
Kryssløsning	Planskilt	T-kryss Rundkjøring Planskilt	T-kryss X-kryss Rundkjøring
Stopsikt	145 m ± Δst	145 m ± Δst	70 m ± Δst
Dimensjonerende kjøretøy	VT (svingradius 12,5m)	VT (svingradius 12,5m)	VT (svingradius 12,5m)
Dimensjonerende kjøremåte	A	A	A
Maksimal stigning	6 %	6 %	6 %
Maksimal overhøyde	8 %	8 %	8 %

Tabell 7 Dimensjoneringskrav, (Statens Vegvesen, 2013c).

Kjøremåte A forutsetter at dimensjonerende kjøretøy kan trafikere vegen kun ved bruk av eget kjørefelt. Dette betyr at kjøretøyet, inklusiv overhang kan bevege seg innenfor sitt eget kjørefelt. (Statens Vegvesen, 2008a)

## Gang- og sykkelveg

Som et av målene for ny adkomstveg til Kjevik skal det planlegges en trafikksikker og helhetlig løsning for myke trafikanter. Det skal etableres separat gang- og sykkelveg langs rv 451 med bredde 3,5 m og planskilte kryssninger. Tverrprofil er vist på figur 29. For rv 41 vil gang- og sykkelveg løses på lokalveg parallelt med eksisterende rv 41.



Figur 29 Tverrprofil av gang- og sykkelveg (mål i m) (Statens Vegvesen, 2013c)

Som et ledd i arbeidet mot å nå Kristiansandsregionens mål om å overføre brukere av privatbil på andre, mer miljøvennlige, transportmidler legges det til rette for sykkelparkering og adkomst til bussholdeplasser.

## Byggegrense

Byggegrense er satt til 50 m fra senterlinjen til ny adkomstveg. Innenfor denne avstanden skal det ikke komme noen ny bebyggelse. Dette har ikke direkte betydning for eksisterende bebyggelse, foruten ved endringer/utvidelse av bygninger (Statens vegvesen, 2006).

## Overbygging

Det følger ikke, fra SVV, skisser eller bestemmelser for overbygging av vegkroppen for ny adkomstveg til Kjevik. Oppbyggingen er avhengig av bl.a. trafikk, grunnforhold og klima. Videre følger et forslag til passende overbygning og vegdekke for ny adkomstveg til Kjevik med bakgrunn i håndbok 018 *Vegbygging* (Statens Vegvesen, 2011c).

*”Overbygningen skal fordele laster fra trafikken til undergrunnen slik at det ikke oppstår skadelige eller uakseptable deformasjoner”* (Statens Vegvesen (2011c), s.206).

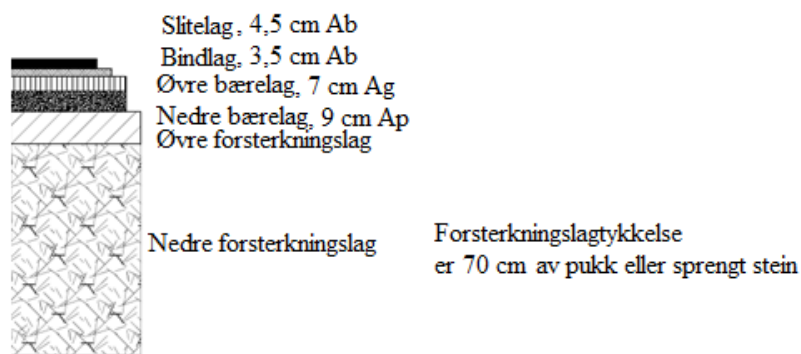
Overbygging på rundkjøringens vegarmer mot rv 41 S og rv 41 N tilpasses eksisterende vegkropp for å unngå ulik oppførsel langs vegen. Det er ikke kjent hvordan vegkroppen for eksisterende rv 41 er bygd opp.

Vurdering av hensiktsmessig overbygning på Bøen tar utgangspunkt i foreliggende grunnundersøkelser i området, men det anbefales videre undersøkelser før vedtak. Det ikke knyttet noen særlige stabilitetsproblemer til grunnen på Bøen og krysskonstruksjonen er enkel uten spesielle krav til støtte i fundament. Det er heller ikke stor telefare knyttet til disse materialene (sand og grus med antatt telefarlighetsgruppe T2) og området har relativt mildt norsk klima.

ÅDT-tunge i åpningsåret er dimensjonerende for oppbygging av vegkroppen og ny rv 41 er klassifisert som trafikkgruppe E. For et og samme anlegg bør det være en mest mulig lik overbyggingstype og rv 451 dimensjoneres som ny rv 41. For vegprosjektet er det ønskelig å spare fraktavstander og tilgjengelig materiale som grus, stein og sprengt stein vil derfor være gunstige.

Det foreslås en oppbygging av øvre- og nedre bærelag av asfaltert grus (Ag) eller asfaltert pukk (Ap). Øvre forsterkningslag kan bygges opp av pukk, kult eller knust asfalt, og nedre forsterkningslag av tilsvarende materialer i tillegg til sprengt stein med total tykkelse 70 cm. Mellom nedre bærelag og forsterkningslag bør det være et avrettingslag uten finstoffer.

Dekketype er foreslått som to lag à 4,5 cm og 3,5 cm av varmblandet asfalt (Ab over Ab/Agb eller Ska over Ab). Det er ifølge Per Qvalben vanlig å legge de to asfaltlagene med lik asfalttype (Qvalben, P., e-post, 25.05.13). Se figur 30 for skisse av foreslått overbygning og vegdekke for ny adkomstveg til Kjevik (godkjent av Per Qvalben).



Figur 30 Forslag til overbygging for adkomstveg til Kjevik

## Kapittel 8 – Utvalgskriterier

Gjennom rapporten vurderes ulike krysstyper og –løsninger opp imot hverandre og det foretas begrunnede valg av løsninger som tas til videre detaljering. Ved oppstart av masteroppgaven ble det bestemt at det skulle i hovedsak skulle gjøres kvalitative vurderingen med fokus på trafikkflyt og trafiksikkerhet i kryssområdet. I tillegg til dette vil oppnåelse av mål satt for prosjektet ”Ny adkomstveg til Kjevik” være viktig ved valg (se kapittel 4).

Analyse av trafikkfordelingen i krysset viser at hovedstrømmen av trafikk vil gå mellom ny rv 41, rv 41 N og rv 451. Det har derfor vært viktig å utforme alternativ med god kapasitet på disse vegarmene. Det er ønskelig å prioritere trafikk mellom ny rv 41 og rv 451 i henhold til mål om kortere kjøretid til Kjevik fra E18. Samtidig er det viktig å opprettholde trafikkflyten på de andre vegarmene.





## Kapittel 9 - Valg av krysstype

Kristiansand lufthavn. Kjevik, planlegger å utvide sin drift og det er ønskelig med en ny adkomstveg fra E18 til flyplassen som møter fremtidig trafikkmengde på en trafiksikker og robust måte. I dagens T-kryss på Bøen vil være et kritisk punkt på strekningen, hvor det fort vil oppstå kapasitetsproblemer. Nytt kryss må derfor planlegges. I reguleringsplan for Kjevik er det avsatt plass til rundkjøring. SVV arbeider i disse dager med kommunedelplan for ny adkomstveg til Kjevik, hvor rv 41 ligger i ny trase og skal utvides til firefeltsveg og vegklasse H7. Rv 451, frem mot Kjevik, følger også ny trase med økte dimensjoner (H4-veg). Det tas under prosjektering a nytt kryss på Bøen utgangspunkt i SVVs foreslåtte vegkorridorer over Hamrevann, med adkomst til flyplassen fra nord.

Som en del av masteroppgaven skal det gjøres en vurdering av SVVs valg om å prosjektere nytt kryss på Bøen som rundkjøring. Andre krysstyper skal også vurderes, for å komme frem til hensiktsmessig krysstype for trafikksituasjonen og omgivelsene på Bøen. En sammenlikning av generelle krysstyper og egenskaper ved dem presentert i Statens vegvesens normaler gjøres i følgende kapittel, uten videre detaljering. Figurer og dimensjoner er hentet fra *Hb 017 Veg- og gateutforming* og *Hb 263 Geometrisk utforming av veg- og gatekryss* (Statens Vegvesen, 2013c)(Statens Vegvesen, 2008a). Valgt krysstype detaljeres videre og presenteres senere i rapporten.

De viktigste faktorene i vurdering og valg av krysstype har i henhold til mål for prosjektet vært trafiksikkerhet og -avvikling, kostnader, arealbruk og løsninger for myke trafikanter. I tillegg skal ikke løsningen føre til unødvendig store inngrep på Bøen.

I krysset skal dagens rv 41, ny rv 41 og rv 451 knyttes sammen. Ny rv 41 planlegges som firefelts H7-veg, som avsluttes i rundkjøringen og vegen fortsetter som rv 451 og vegklasse H4 frem mot Kjevik (tofelts veg). For vegklasse H7 skal kryss være planskilte. For H4-veger kan kryss utformes som T-kryss, rundkjøring eller planskilte kryss. Vegklasse H7 avsluttes i krysset, og det kan derfor være aktuelt å planlegge kryss i plan. Det vil også gjøres en vurdering av planskilte kryss, da dette er hensiktsmessig krysstype i knutepunkt mellom to hovedveger.

Videre presenteres en sammenlikning og vurdering av hensikten med planskilte kryss og kryss i plan. Vurderingen leder til en samlet vurdering og krysstype velges.

### Planskilte kryss

Langs riksvegrute, som avsluttes i kryss på Bøen, er kryss i stor grad utformet som planskilte kryss. En planskilt løsning for nytt kryss vil gi en helhet i krysstyper langs vegruten.

I planskilte kryss er de primære trafikkstrømmene (her rv 41/r 451) skilt fra hverandre ved avvikling i to plan (kilde:tsh). Sekundærvegen (her eksisterende rv 41) er gjennomgående og krysser primærvegen i bro og kobles til denne i ramper. Alternativt kan sekundærveg legges i kulvert under primærveg, men dette anses som en mindre trafiksikker løsning. Sekundærveg

under primærvegen er ifølge Thomas Jensen eneste alternativ dersom kryss plasseres nær flyplassens sikkerhetssone grunnet høyderestriksjoner (oppstartmøte 13.04.13).

Løsningen gir svært god trafikkavvikling på primærvegen (her rv 41/r 451) og høy hastighet kan opprettholdes gjennom krysset. Modellberegninger viser at man gjennomsnittlig sparer 5-15 s kjøretid per kjøretøy på et planskilt kryss til sammenlikning med kryss i plan (Transportøkonomisk institutt, 2009).

Gjennomsnittlig ulykkesfrekvens for planskilte krysser er  $U_f = 0,08-0,16$  ul/mill.kjt. Ruterkryss trekkes frem som det sikreste alternativet med slake ramper og naturlig aks-og deselerasjon. Lesbarhet og oversikten i halve kløverbladkryss er noe dårligere (Transportøkonomisk institutt, 2009).

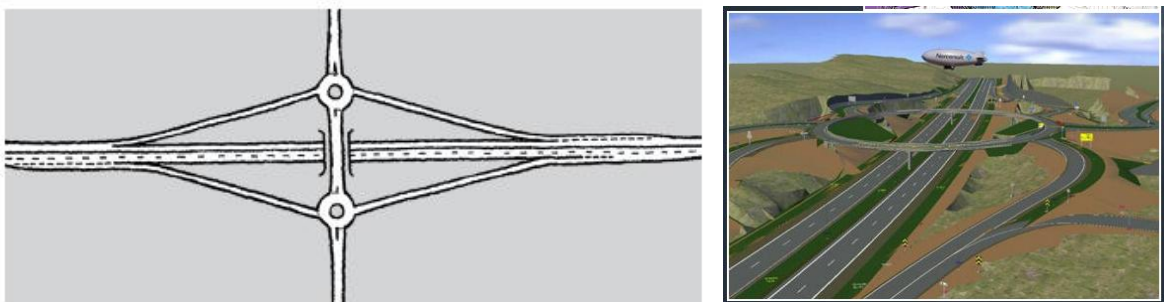
Planskilte kryss er omfattende kryssløsninger og vil beslaglegge store areal og virke dominerende i det flate, verdifulle landskapet på Bøen. Referanseprosjekt på Vinstra viser at et ruterkryss eksempelvis krever 40 mål mens tilsvarende kryss utformet som rundkjøring kun legger beslag på ca. 1,5 mål (Statens Vegvesen, 2009).

Gang- og sykkelveg planlegges med planskilte krysninger under ramper og over primærveg, noe som krevet økt rampelengde.

De planskilte løsningene som er vurdert er ruterkryss, halvt kløverbladkryss og en kombinasjon av disse. Disse er valgt ut da disse har tilstrekkelig kapasitet og egner seg for gjennomgående sekundærveg. Videre presenteres disse kort.

### Ulike utforminger av planskilte kryss

I ruterkryss går primærvegen uforstyrret gjennom krysset og sekundærvegen kobles til disse i strake ramper, se figur 31 venstre. Krysset kan i hovedsak ligge i plan, foruten bro for krysning av primærvegen.

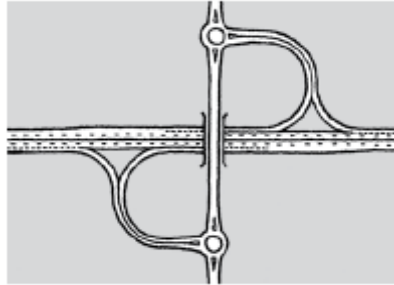


Figur 31 Venstre: Ruterkryss (Statens Vegvesen, 2008a) Høyre: Ruterkryss med én stor rundkjøring (Norconsult, 2009)

Ruterkryss anbefales når sekundærvegen er gjennomgående. Løsningen gir god trafikkavvikling og er lett å lese. Alternativt kan ruterkryss utformes med stor rundkjøring over primærvegen for bedre trafikkavvikling for den relativt store trafikkmengden på rv 41 N, se figur 31 høyre.

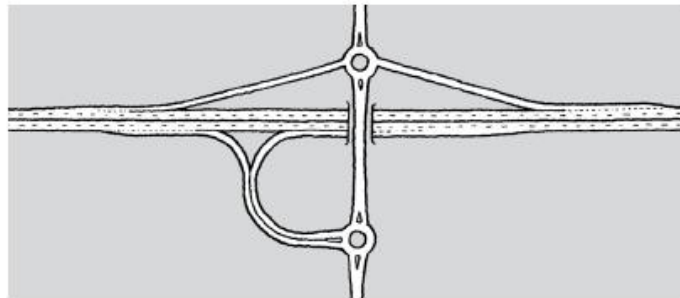
Ruterkryss er den vanligste kryssløsningen på riksvegrute 3, og løsningen vil gi en helhetlig kryssutforming på strekningen (Statens Vegvesen, 2010a)

Utformingen av halvt kløverbladkryss er liknende som et ruterkryss, men ramper ligger her i kurver (se figur 32). Med ramper i kurve økes kapasiteten på rv 41 N da alle vegarmene i rundkjøring på sekundærveg får tovegstrafikk. (Statens Vegvesen, 1992a). Krysset krever større areal enn ruterkryss, men plassering av rampene kan tilpasses omgivelsene på Bøen i større grad.



Figur 32 Halvt kløverbladkryss (Statens Vegvesen, 2008a)

Alternativt kan krysset utformes som en kombinasjon av ruter- og kløverbladkryss, se figur 33, og dra nytte av begge løsningenes fordeler og tilpasses omgivelsene.



Figur 33 Kombinert ruter- og kløverbladkryss (Statens Vegvesen, 2008a)

Generelt innebærer planskilte kryss høye investeringskostnader på anslagsvis rundt 40-80 mill.kr. avhengig av utforming (Transportøkonomisk institutt, 2009).

## Kryss i plan

Kryss i plan utformes som rundkjøring, se figur 34. Kryss i plan på H4-veger kan også utformes som T-kryss, men dette er tatt ut av videre vurdering da kapasiteten er lavere enn i rundkjøringer. All trafikkavvikling foregår i plan og det kreves mindre kompliserte og synlige konstruksjoner enn planskilte kryss. En standard rundkjøring beslaglegger relativt små areal og krever lavere investeringskostnader (gjennomsnittlig 3-5 mill.kr) ((Transportøkonomisk institutt, 2009) (Transportøkonomisk institutt, 2011).



Figur 34 Stor rundkjøring (Statens Vegvesen, 2008a)

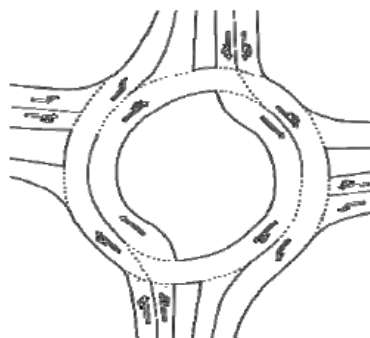
En rundkjøring vil, til sammenlikning med planskilte kryss, øke kjøretiden til Kjevik ved at fart må reduseres frem mot krysset og trafikanter inn mot rundkjøringen har vikeplikt for kjøretøy i sirkulasjonsarealet. Rundkjøringer er igjen den mest trafikksikre løsningen, som følge av den reduserte farten og dermed skadeomfanget, med en gjennomsnittlig ulykkesfrekvens på  $U_f=0,05-0,06$  ul/mill.kjt. Fartsreduksjonen vil igjen føre til større operatørkostnader og forurensning enn planskilte kryss (Transportøkonomisk institutt, 2009).

Gang- og sykkeltrafikk ledes gjennom krysset i underganger under vegarmene i henhold til hb 017.

Rundkjøringer egner seg best ved lik trafikkmengde på alle vegarmene. Trafikkmengden på rv 41 N, ny rv 41 og rv 451 er omtrent like store, men rv 41 S har adskillig lavere trafikkmengde og vil få redusert fremkommelighet da disse har vikeplikt for et stort antall kjøretøy i sirkulasjonsområdet.

Ved å etablere en stor rundkjøring på Bøen, med til- og utfarter som er tilpasset trafikkmengden på vegarmene, vil en rundkjøring ha tilstrekkelig kapasitet. Denne vurderingen er basert på samtaler med fagpersoner hos SVV og studie av referanseprosjekt. Trafikkmengden i makstimen gjennom nytt kryss på Bøen beregnet til 3400 kjt/t. Kapasitetsanalyser gjennomført av J.K. Engelsmann og M. Uken som viser til en kapasitet for standard tofelts rundkjøring på inntil 3200 kjt/t (Engelsman, J.c. og Uken, M., 2007). Ved å øke dimensjoner og antall kjørefelt i til- og utfart vil kapasiteten økes. Ved å etablere filterfelt mellom vegarmer med stor trafikkmengde ledes en større andel av trafikken utenom rundkjøringen og kapasitetsgrensen vil dermed ikke overskrides.

Alternativt er det gjort en kort vurdering av en ny type rundkjøring i Norge, tofelts turborundkjøringer som har en økt kapasitet på inntil 4050 kjt/t da tidsluken mellom bilene reduseres (Engelsman, J.c. og Uken, M., 2007). Se figur 35 for skisse av turborundkjøring.



Figur 35 Skisse av turborundkjøring (Engelsman, J.c. og Uken, M., 2007)

Et spiralfelt gjør det umulig med feltskifte i rundkjøringen og trafikanter må velge rett felt før innkjøring til rundkjøringen noe som fører til feltskifte på vegarmene. Dette gir økt kapasitet og trafiksikkerhet i krysset. Da det i dag ikke finnes turborundkjøringer i Norge og det er ukjent hvordan dette vil fungere på det norske vegnettet er det ikke sett videre på denne løsningen (Sweco, 2013e)(Statens Vegvesen, 2011e)

## Vurdering og valg

I følgende avsnitt gis en samlet vurdering av de presenterte krysstypene, se tabell 8 for sammendrag av hvilken løsning som i størst grad tilfredsstillere ulike faktorer.

	<b>Beste løsning</b>	<b>Merknad</b>
<b>Trafikksikkerhet</b>	Rundkjøring	Lavere fartsnivå enn planskilt kryss
<b>Trafikkavvikling</b>	Planskilt kryss	Trafikk på rv 41-rv 451 kan prioriteres
<b>Arealbehov</b>	Rundkjøring	
<b>Kostnader</b>	Rundkjøring	
<b>Tilpassing til omgivelser / landskapsbilde</b>	Rundkjøring	
<b>Myke trafikanter</b>	Likevektig	Planskilt krysning uansett valg av krysstype for biltrafikk.
<b>Forurensing</b>	Planskilt	

Tabell 8 Vurdering av krysstyper

Planskilte kryss blir i første rekke anlagt der hvor trafikkmengden er så stor at avvikling i plan vil medføre redusert trafiksikkerhet (Transportøkonomisk institutt, 2009). Da rundkjøring i plan med filterfelt og to felt i sirkulasjonsareal og til- og utfart er vurdert tilstrekkelig for trafikkmengden gjennom Bøenkrysset, vil en planskilt løsning være unødvendig. En løsning med kryss i plan vil gi besparte kostnader, areal og virke mindre dominerende i det flate landskapet på Bøen. Løsningen vil øke kjøretiden til Kjevik, men dette veies opp av de andre positive konsekvenser av rundkjøring i plan. Kryss på Bøen vil på grunnlag av vurderingen planlegges som rundkjøring. Konklusjonen underbygger SVVs valg om å planlegge krysset som rundkjøring.

Videre presenteres krav til dimensjoner for rundkjøringen på Bøen et generelt nivå før ulike alternativer for ny rundkjøring utarbeides.



## Kapittel 10 - Rundkjøringsdimensjoner, generelt

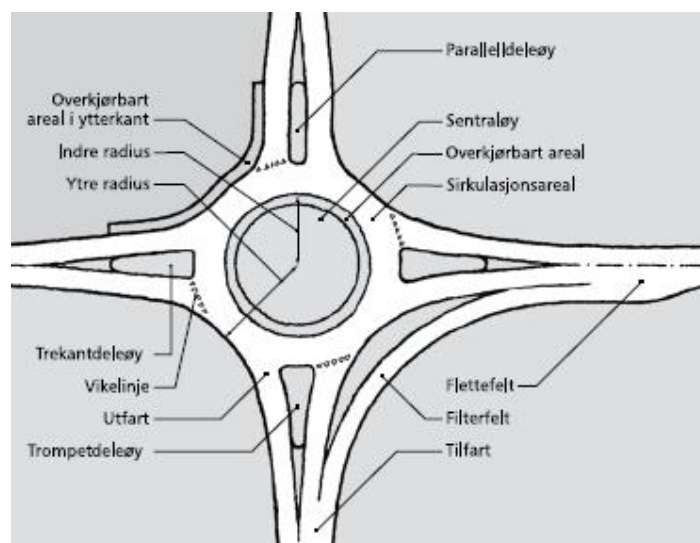
### Rundkjøringsdimensjoner

Bøenkrysset, planlagt som en firearmet rundkjøring, skal tilpasses kryssets tilsluttende vegkorridor som foreslått av SVV i planprogram. Kryss- og vegarmer er prosjektert med dimensjoner i henhold krav i Hb 263 *Geometrisk utforming av veg- og gatekryss* og Hb 017 *Veg- og gateutforming* (Statens vegvesen, 2008a) (Statens Vegvesen, 2013c). Aktuelle dimensjoner presenteres videre i kapitlet. Det er gjort en vurdering av hensiktsmessige dimensjoner i forhold til trafikkfordeling, og hvordan vegene møtes i krysset på de punkter normalen legger opp til dette. Da studentens erfaringer med prosjektering av rundkjøringer er begrenset, er tilgjengelige fagpersoner og sammenliknbare referanseprosjekt benyttet om grunnlag for vurderinger.

I følgende kapittel presenteres generell utforming av rundkjøring på Bøen uavhengig av plassering. Vegelementer i forbindelse med rundkjøringen presenteres og diskuteres fortløpende med bakgrunn i normalene, se figur 36 for benevning av rundkjøringselementene. På grunnlag av de presenterete dimensjonene er det utarbeidet tre ulike alternativer for nytt kryss på Bøen. Endelig detaljering av alternativene gjøres underveis i prosjektering i *Novapoint*, etter rundkjøring er lagt i terreng og utforming kan tilpasses de spesielle tilfellene.

Hvordan rundkjøringen skal utformes, og hvilke elementer og dimensjoner den skal ha, vil være en vektning av behov mot negative konsekvenser av dette. Eksempelvis er det ønskelig å redusere beslaglegging av de verdifulle jordene på Bøen, samtidig som krysset skal møte mål om trafiksikkerhet og avvikling. Dimensjoner er etterprøvd med sporingsanalyser i *Novapoint*.

Generelt er det viktig at rundkjøringen er lesbar og godt synlig fra alle kanter og at farten reduseres tilstrekkelig inn mot krysset. Med riktig utforming vil trafikantene tilpasse farten inn mot og gjennom rundkjøringen og man oppnår en trafiksikker løsning. Særsilt fart kan skiltes på forhånd av krysset som et ekstra virkemiddel.



Figur 36 Figur med navn på rundkjøringselementer (Statens vegvesen, 2008a)

## Rundkjøring

Bøenkrysset skal dimensjoneres ut ifra ny firefelts rv 41 som avslutts i krysset, og rundkjøring vil derfor utformes som en stor, sirkulær, rundkjøring med to felt i sirkulasjonsarealet (Statens Vegvesen, 2008a). Rundkjøring bør ligge i krysningspunktet mellom de tilsluttende vegarmene, og at vegarmene står mest mulig vinkelrett på hverandre, for å sikre avbøyning og sikt frem mot rundkjøringen.

Utforming av tilfarter og sirkulasjonsareal er avgjørende for trafikksikkerhet, avvikling og kjørekomfort i rundkjøringen. Ved dimensjonering gjøres en vurdering av disse faktorene opp i mot hverandre for å finne hensiktsmessig størrelse på rundkjøringen. I diskusjon med fagpersonell hos SVV med bakgrunn i trafikkprognoser, ble en ytre diameter for rundkjøringen på ca. 45 m vurdert som hensiktsmessig (Jensen, T. og Qvalben, P.). Diameter heller mot minimumskravet til flerfelts veg og trafikkmengden, men sporingsanalyser tilsier at diameteren er tilstrekkelig uten at unødvendig mye areal beslaglegges og fart holdes nede.

Sirkulasjonsarealet har to kjørefelt à 5,5 m og 0,5 m ytre skulder, med tverrfall  $\leq 3\%$  fra sentraløy. Dette gir en indre radius i rundkjøring på 11,5 m. Normalt utformes ikke rundkjøringer på flerfeltsveger med overkjørbart areal rundt sentraløy, men av sporingsanalyse er det funnet nødvendig med 1 m overkjørbart areal (kommenteres videre i kapittel 12). Overkjørbart areal får stigning (7-10 %) inn mot sentraløyens senter med ikke-avvisende kantstein, slik at den er avvisende for mindre kjøretøy (Giæver, T., 2010).

Sirkulasjonsarealet bør være sirkelformet, men det har i områder av rundkjøringen vært utfordrende å sikre fremkommelighet for VT ved utvidelse uten å ødelegge den sirkulære rundkjøringen og å få et høyt fartsnivå gjennom rundkjøringen. I slike tilfeller tenkes ytre diameter utvidet som overkjørbart areal.

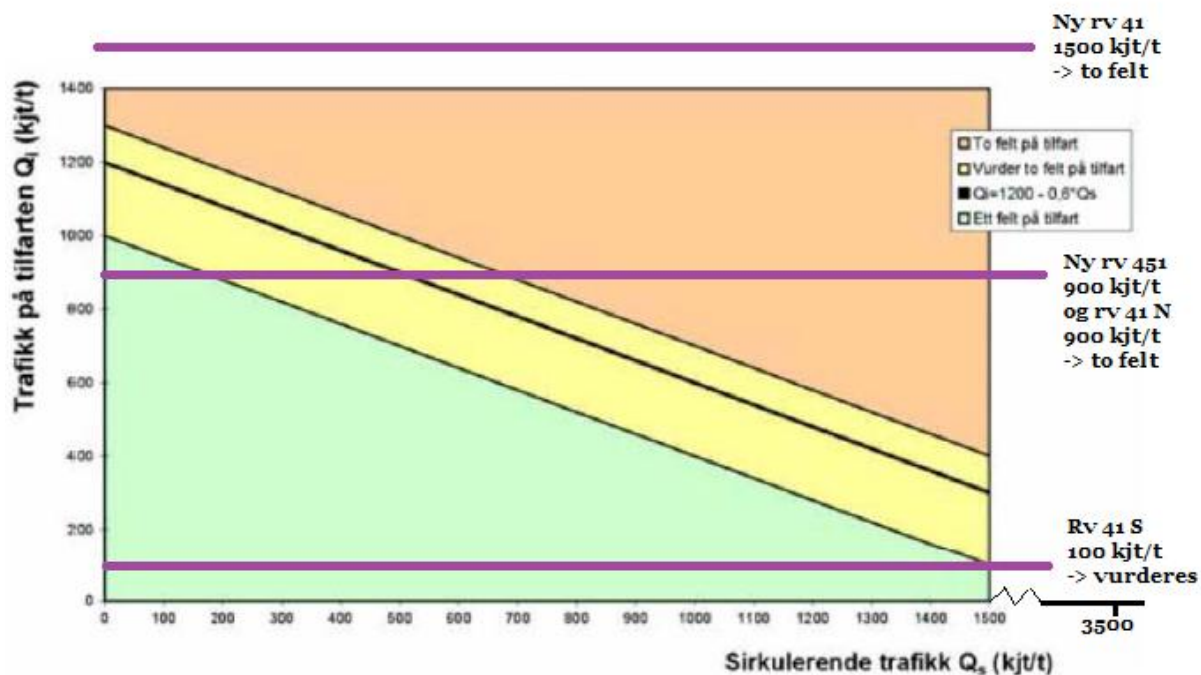
Kjørekurven gjennom rundkjøringen bør ha en avbøyning mindre enn 80 m, dette gjelder alle svingebevegelser i rundkjøringen for kjøretøy innenfor sitt felt. En slik utforming vil sikre lavt fartsnivå og dermed god kjørekomfort og trafikksikkerhet i rundkjøringen. Det er samtidig ønske om en redusert kjøretid til Kjevik, og kjørekurven kan derfor ikke være for krapp.

## Tilfart og utfart

På firefeltsveger bør det være to felt i tilfart, utfart og i rundkjøringens sirkulasjonsareal. Flere felt øker rundkjøringens kapasitet, da flere biler kan utnytte samme tidsluke ved å kjøre parallelt inn og ut.

Det er for Bøenkrysset gjort en vurdering av behovet for flere felt i tilfart og utfart basert på trafikkmengde i makstimen på vegarmene, da dette er hensiktsmessig dimensjoneringsgrunnlag for rundkjøringer (Giæver, T., 2010). Terje Gjæver presenterte i 2010 figur 37 for bestemmelse av antall felt i tilfart som funksjon av trafikkmengder. Lilla linjer markerer trafikkmengde for vegarmene og som resultat prosjekteres ny rv 451 og rv 41 N med to felt i tilfarten. For ny rv 41 beholdes to felt i tilfart, slik som på resten av strekningen. Rv 41 S har såpass lav trafikkmengde at det er vurdert som unødvendig med to felt i tilfart.





Figur 37 Figuren viser behovet for flere felt i tilfart i rundkjøring. Lilla streker markerer trafikkmengden inn i rundkjøringen for de forskjellige vegarmene (Giæver, T., 2010).

Det er som en del av mål for prosjekt med ny adkomstveg til Kjevik ønske om å prioritere trafikk mellom ny rv 41 og rv 451. Derfor planlegges rv 451 med to felt også i utfarten, da trafikkmengden mot denne utfarten er stor. Rv 41 S og rv 41 N får ett felt i utfart. Det anbefales at det gjøres en analyse av hvordan trafikken fordeler seg i krysset og om det oppstår køsituasjoner, før endelig valg av løsning.

Utvidelse til to, parallelle felt i tilfart dimensjoneres ifølge Arvid Aakre som venstresvingefelt i T-kryss. Lengden er avhengig av fart på vegarmen og hvordan trafikken fordeler seg mellom feltene, se figur 38 og 39. Ved kjøring i rundkjøring legger i stor grad trafikanter som skal til venstre seg i venstre felt, og trafikanter som skal til høyre i høyre felt. Trafikanter som skal rett frem er mer varierende, og antas fordele seg likt mellom feltene (Statens Vegvesen, 2012a). Avhengig av plassering av nytt kryss på Bøen vil trafikkmengden i de ulike feltene i tilfarten være forskjellig som følge av ulik rekkefølge på vegarmene. Dimensjoner kommenteres derfor under beskrivelse av de ulike kryssalternativene i kapittel 12.

Antall kjøretøy i dim. time - venstresving	Antall kjøretøy i dim. time - primærveg		
	<400	400-800	>800
<100	20	30	40
>100	30	40	50

Figur 38 Lengden av venstresvingefelt ved fartsgrense 50 og 60 km/t + 15 m breddeutvidelse (Statens vegvesen, 2008a)

Antall kjøretøy i dim. time - venstresving	Antall kjøretøy i dim. time - primærveg	
	<400	>400
<100	40	60
>100	60	80

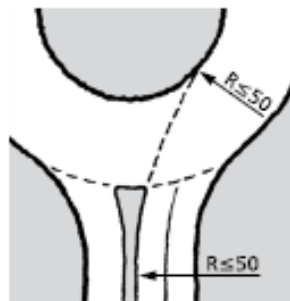
Figur 39 Lengden av venstresvingefelt ved fartsgrense 80 og 90 km/t + 25 m breddeutvidelse (Statens vegvesen, 2008a)

Trafikkmengden og dimensjonene på utfarten mot ny rv 451 vil være lik, uavhengig av kryssalternativ. I henhold til *Hb 50 Trafikkskilt* skal to felt flettes sammen over en strekning på 50 m med full (tofelts) bredde før innsnevring av vegen (Statens Vegvesen, 2012b). Lengden av parallelle kjørefelt (30 m) før fletting dimensjoneres som reduksjon i antall kjørefelt ved X-kryss (Giæver, T., e-post, 15.04.13).

Tilfart og utfart anbefales med kjørefeltbredde på hhv.  $\leq 4$  m og 6 m, men ikke smalere enn kjørefeltbredden på den frie vegstrekningen før rundkjøringen. Breddeutvidelse skjer på høyre side av kjørebanelen inn mot vikelinjen. Det tas ved prosjektering utgangspunkt i disse målene, med forbehold om endringer som følge av sporingsanalyser med dimensjonerende kjøretøy.

### Deleøy

Deleøyer på vegarmene har som funksjon å lede trafikken med redusert fart inn mot sirkulasjonsområdet slik at trafikanter i det indre feltet ikke presses inn mot sentraløyen. I store rundkjøringer brukes trompetdeleøy, se figur 40. Alle vegarmener, unntatt rv 41 S, planlegges med deleøy. På rv 41 S sløyfes deleøy av plassmessige årsaker da deleøy ikke ses på som nødvendig på lokalveg med lav trafikk.



Figur 40 Utforming av trompetdeleøy for store rundkjøringer med to felt i tilfart (Statens vegvesen, 2008a)

Trompetdeleøy med innkjøringsradius,  $R \leq 50$  m, som tangerer sentraløyen, benyttes på alle vegarmene. Midtrabatt på ny rv 41 og rv 451 avsluttes og endres til trompetdeleøy på forhånd av rundkjøringen. Dette vil gjøre trafikanter spesielt oppmerksom på rundkjøringen slik at farten tilpasses i tillegg til at oversikten frem mot krysset forbedres. På rv 41 N planlegges en 10 m lang deleøy som starter i sperrefelt og –linje med en total lengde lik stoppsikt,  $L_s$ . En forlengelseskurve av trompetøya skal tangere sentraløya for tilstrekkelig avbøyning.

### Filterfelt

Filterfelt bygges for å bedre fremkommeligheten i rundkjøringen ved at en del av trafikken ledes utenom rundkjøringen. En slik løsning er vurdert som hensiktsmessig i nytt kryss på Bøen for å oppnå tilstrekkelig kapasitet i møte med målet om god fremkommelighet til Kjevik, se kapittel 9. Det må imidlertid gjøres oppmerksom på at et slikt filterfelt vil kreve ekstra areal.

Det er gjort en vurdering av hensiktsmessig plassering av filterfelt for hvert av kryssalternativene. En vurdering av behovet for flere felt i tilfart og utfart bør vurderes innbyrdes for kryssalternativene, avhengig av plassering av filterfelt.

Filterfelt utformes som rampe ved planskilte kryss som starter i retardasjonsfelt og avsluttes med akselerasjonsfelt og fletting med lengde tilpasset fartsgrense. Tverrprofil i akselerasjon- og retardasjonsfelt beholdes som gjennomgående veg. Filterfelt utformes med 3,5 m bred kjørefelt gjennom kurve + 0,5 m asfaltert og gruslagt område på hver side av kjørebanelen. Ved  $R \leq 500$  m må feltet breddeutvides i henhold til krav i hb 017. Lengde på akselerasjon- og retardasjonsfelt er funnet av modell fra SVV som per dags dato er under revisjon (Statens Vegvesen, 2012g) (Statens Vegvesen, 2013a).

Radius ved start av og gjennom filterfeltet beholdes som krav i normalene for ramper i planskilte kryss. Det gjøres oppmerksom på at det er liten avstand mellom filterfelt og ytre skulder for rundkjøringen, og mulige tiltak må settes i verk. Maks radius på filterfelt har vært begrenset av nærheten til sirkulasjonsarealet, da det må sikres tilstrekkelig plass til filterfelt utenom og forbi rundkjøring.



## Kapittel 11 – Novapoint

Nytt kryss på Bøen skal utformes som en rundkjøring i henhold til normalene, beskrevet i foregående kapittel. Det skal tas hensyn til eksisterende forhold på Bøen, verdifulle områder og fremtidige planer for området. Det er utarbeidet ulike alternativer for ny kryssløsning på Bøen. Gjennom prosjektering av kryss i Novapoint kan løsningene tilpasses topografi og forhold på Bøen.

### Presentasjon av alternative kryssløsninger

Alternative løsninger som beskrives i denne masteroppgaven representerer mulige utforminger og plassering av nytt kryss på Bøen. Disse er utarbeidet gjennom et kreativt arbeid med bakgrunn i krav i normalen og tilpasset planlagte korridorer for ny adkomstveg til Kjevik og eksisterende veg. Dette har resultert i tre alternative kryssløsninger, en for hver vegkorridor som er presentert i SVVs planprogram for prosjektet.

Kryssløsningene med tilhørende vegkorridorer er tegnet i *Novapoint 18.30* med varierende målestokk (mellom 1:400 og 1:2000) avhengig av fokusområde. Under arbeid med tegninger er navnsetting og planstruktur gjennomført i henhold til PROF versjon 1.5 (Statens Vegvesen, 2005). Tegninger fra *Novapoint* er å finne i eget tegningshefte som vedlegg til masteroppgaven. Tegning av veglinjene er avgrenset til ett plankart for hvert vegnummer, med fokus på kryssområdet. Profiltegninger er kuttet der ny veg møter eksisterende veg og til fellespunkt mellom de alternative vegkorridorene ved Kjevik. Der det er hensiktsmessig, er eksisterende terreng med 1 m ekvidistanse og veg lagt som underlag for tegningene.

Hensikten med tegningen har vært å presentere prinsippløsninger og gi et bilde på dimensjoner for ny rundkjøring på Bøen. Tegningene har også vært bakgrunn for sammenlikning og vurdering av kryssalternativene.

### Novapoint 18.30

*Novapoint* er et programvarekonsept for prosjektering av veg, jernbane, sjø- og luftfartsanlegg (Vianova systems, udatert). I følgende masteroppgave er følgende Novapointmoduler benyttet for produksjon av tegninger (Vianova systems, 2013):

- *Novapoint Basis* – felles administrasjonsverktøy for alle modulene i *Novapoint*
- *Novapoint Veg utvidet* – verktøy for prosjektering, bergning, tegning osv. av veg
- *Novapoint Vegskilt utvidet* – verktøy for å lage skiltplaner med alle norske standardskilt
- *Novapoint Vegoppmerking* – verktøy for oppmerking i vegprosjekter med alle grunnsymboler

Terrengmodell<sup>1</sup> og skisserte linjer for adkomstvegen er tilsendt på mail for videre utarbeidelse i *Novapoint* (Andersen, S.C., e.post, 11.04.13). Kartgrunnlag og vegkorridorer ble brukt som utgangspunkt for prosjektering av ny, firearmet rundkjøring på Bøen.

---

<sup>1</sup> En terrengmodell er en digital beskrivelse av terrengets topografi (Vianova Systems, 2013)

Som utgangspunkt for prosjekteringen av rundkjøring er rundkjøringsmodulen i *Novapoint* benyttet, med input fra vurdering av passende dimensjoneringskrav. Verktøyet viste seg å ha begrensninger til kompleksitet og utforming av rundkjøring. Manuelle endringer og tilpassinger til de enkelte forhold på Bøen var derfor nødvendig.

Verktøy for sporingsanalyse ble benyttet for å sikre fremkommelighet for dimensjonerende kjøretøy i rundkjøringene. Verktøy for siktanalyse ble benyttet for å sjekke sikt langs rundkjøringens vegarmer (da fremkommelighet langs vegkorridorene var av interesse). Resultat fra disse analysene er presenter fortløpende i rapporten. Siktanalyser inn mot og gjennom rundkjøringen ble gjennomført manuelt.

I vegmodellen i *Novapoint* kan vegklasse velges, og veglinjen tegnes da med bakgrunn i dimensjoneringskrav i henhold til Statens vegvesens normaler fra 2007 (med tilhørende normalprofil, tverrfall og breddeutvidelse osv.). Under prosjektering ble vegklasse S7, S4 og H1 benyttet for å erstatte hhv. H7-, H4- og H1-veg fra ny håndbok 17 Veg- og gateutforming som per dags dato er under revisjon. Avvik fra krav for vegklassen ble endret i manuelt i vegmodellen.

Perspektivviser av vegmodellene er benyttet for å visualisere krysskonstruksjonen og veglinjene i terrenget underveis i prosessen og for å fremstille endelig løsning.

Skilt- og vegoppmerkingsmodul ble benyttet for å lage skilt- og vegoppmerkingsplan for alternativ B4, se L-tegninger i tegningshefte. Oppsummerte skilt- og vegoppmerkingslister presenteres også i tegningshefteet.

### **Kommentarer til tegninger**

Av tidsmessige årsaker er det gjort forenklinger i tegninger for alternativ B3 og B6. Vertikalprofilen for innfartsvegene er eksempelvis ikke tilpasset trådmodell<sup>2</sup> for rundkjøring. Prinsippet ved kryssalternativene kommer til tross for dette godt frem av plan- og profiltegningsene.

Tegninger og prosjektering av alternativ B4 er videre detaljert, både for bedre visualisering og vurdering av krysset og for å øke læringsutbytte i henhold til mål for prosjektet om å lære å bruke *Novapoint*. Rundkjøringen besto av seks vegmodeller, en for hver av de fire vegarmene, en for sirkulasjonsområdet og en for filterfeltet. Det var utfordrende å gjøre tilpasninger mellom disse slik at vegflatene fremsto som helhetlige. Avgrensninger og sideterrenget måtte også tilpasses mot de andre vegmodellene.

For kryssalternativ B4 er vegarmene i profiltegninger avsluttet der disse møter rundkjøringens trådmodell. Trådmodell er markert med en noe svakere linje i vertikalprofiltegninger.

Med bakgrunn i analyse av dagens forhold, planer for området og ønsket fremtidsløsning med ny adkomstveg til Kjevik er det utarbeidet tre ulike kryssløsninger med ulik plassering på Bøen, med tilhørende vegkorridorer foreslått av SVV.

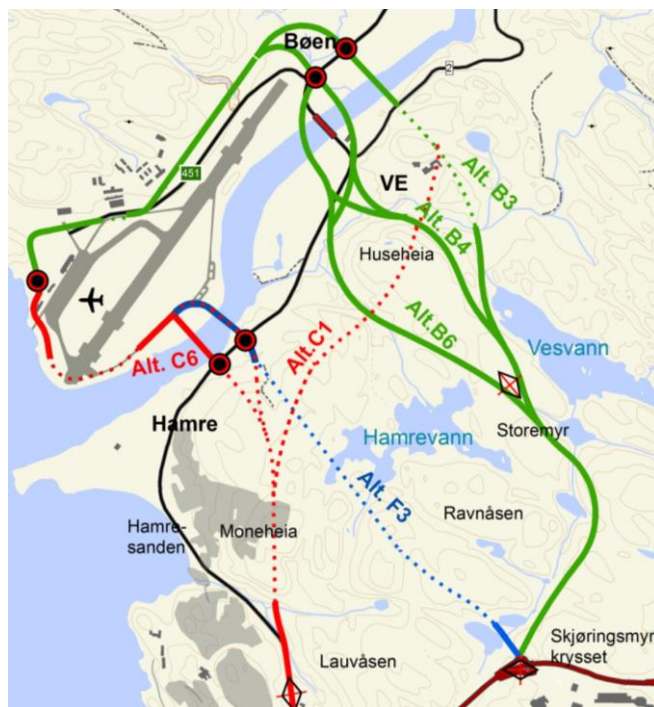
---

<sup>2</sup> En trådmodell angir knekkpunkter langs vegens linje og kan legges inn i terrengmodellen og benyttes til visualisering av vegprosjekter, eller som hjelpemiddel i prosjekteringen.

## Kapittel 12 - Beskrivelse av kryssalternativer og vegkorridorer

Avinor planlegger å utvide sin drift ved Kristiansand lufthavn, Kjevik. Dette vil føre til økt trafikkmengde på adkomstvegen til flyplassen. Kapasitetsgrensen på rv 41 forbi Hamre vil nås innen få år og det vil være nødvendig med en utbedring av adkomstvegen til Kjevik. Det er ønsket en ny, effektiv løsning for vegen, med fokus på trafikksikkerhet for alle trafikanter. SVV arbeider parallelt med masteroppgaven med kommunedelplan for ny adkomstveg til Kjevik, fra E18. Løsning for nytt kryss på Bøen skal innlemmes i kommunedelplanen. Det skal ved planlegging av nytt kryss derfor søkes en løsning i tråd med mål for ny adkomstveg og foreliggende planer for arealdisponering. I verddivurdering er området rundt Topdalselva trukket frem som områder med stor verdi og bør i så stor grad som mulig bevares.

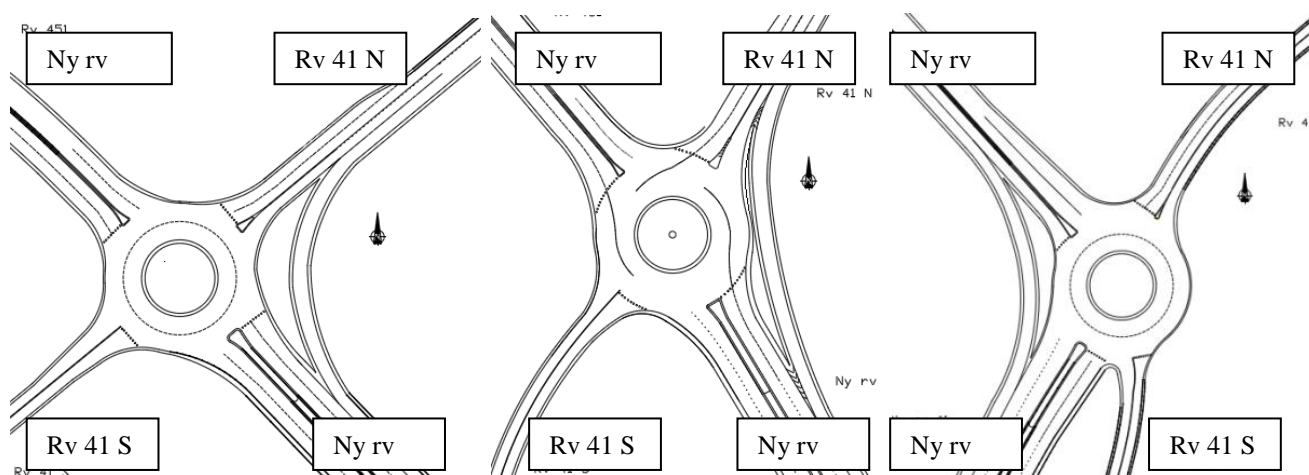
Lokalisering av nytt kryss på Bøen er ikke bestemt. Denne vil være avhengig av vegkorridor for ny adkomstveg til Kjevik. Med utgangspunkt i SVVs foreslåtte B-korridorer (markert med grønn linje på figur 41) vil kryssplassering variere over et strekke på ca. 300 m langs eksisterende rv 41 på Bøen, se figur 41, med mindre endringer sammenliknet med skissert plassering. Følges vegkorridor B3 tenkes kryss plassert nord på Bøen. Dersom vegkorridor B4 eller B6 følges tenkes kryss plassert sør på Bøen, i flystripens randsoner.



Figur 41 Kartet viser SVVs foreslåtte vegkorridorer for ny adkomstveg til Kjevik (Statens Vegvesen, 2013e)

Utforming av ny rundkjøring på Bøen må planlegges ut ifra standard på de møtende vegene og trafikken som skal fordeles gjennom krysset. Ny rundkjøring skal planlegges i sammenheng med annen arealplanlegging i området. Løsningen skal ikke legge beslag på undøvendig store areal. Arealbruk vektlegges spesielt i områder med verdi for landskapsbilde, kulturmiljø, nærmiljø og friluftsliv, naturmiljø og friluftsliv. Kartlegging av planer og føringer, samt verdi av området og andre rammer og føringer er presentert tidligere i rapporten. Det er på grunnlag av dette utarbeidet alternativ til løsning for nytt kryss på Bøen.

Kryssløsning på Bøen skal som nevnt ta utgangspunkt i foreslåtte B-korridorer for ny adkomstveg, og kryssplassering er derfor i stor grad låst til plassering nord og sør på Bøen. Vegkorridorene er låst til foreslått kryssing av Topdalselva og eksisterende rv 41 skal, som i dag krysse over Bøen bro. Fra fastpunkt til ny rundkjøring kan trasé for vegene endres fritt innenfor krav til linjeføring for vegklassen. Gjennom en kreativ prosess ble kryssalternativ skissert, men det viste seg å være liten frihet til variasjon i utforming grunnet vegarmenes fastpunkt ca. 200 m fra krysset. Det er derfor presentert kun ett kryssalternativ for hver vegkorridor, se oversiktstegninger på figur 42 (tegningene finnes også i vedlegg 7). Kryssalternativene har fått navn av tilhørende vegkorridor og benevnes videre som kryssalternativ B3, B4 og B6.



Figur 42 Oversiktstegning av rundkjøringsalternativene, alternativ B3-B4-B6 fra venstre mot høyre

Hensiktsmessige dimensjoner for ny rundkjøring som skal avvikle trafikken fra ny rv 41, rv 451 og eksisterende rv 41 er presentert i kapittel 10. Dersom ikke annet er kommentert utformes kryselementene som beskrevet i den generelle beskrivelsen av rundkjøring på Bøen.

Videre gis en beskrivelse av kryssalternativene med tilhørende vegkorridor, løsning for myke trafikanter og lokalveg, etterfulgt vurdering og anbefalt alternativ. Kryssløsningene og tilhørende vegkorridorer er prosjektert i *Novapoint 18.30*. Tegninger av foreslåtte kryssløsninger er lagt veg i separat tegningshefte, med utklipp fra disse i teksten, se vedlegg 1 for oversikt over foreliggende tegninger. Det er brukt mye tid på prosjektering og presentasjon av gode og mulige løsninger i *Novapoint*, med bakgrunn i Håndbok 017 som er under revisjon (Statens vegvesen, 2013c).

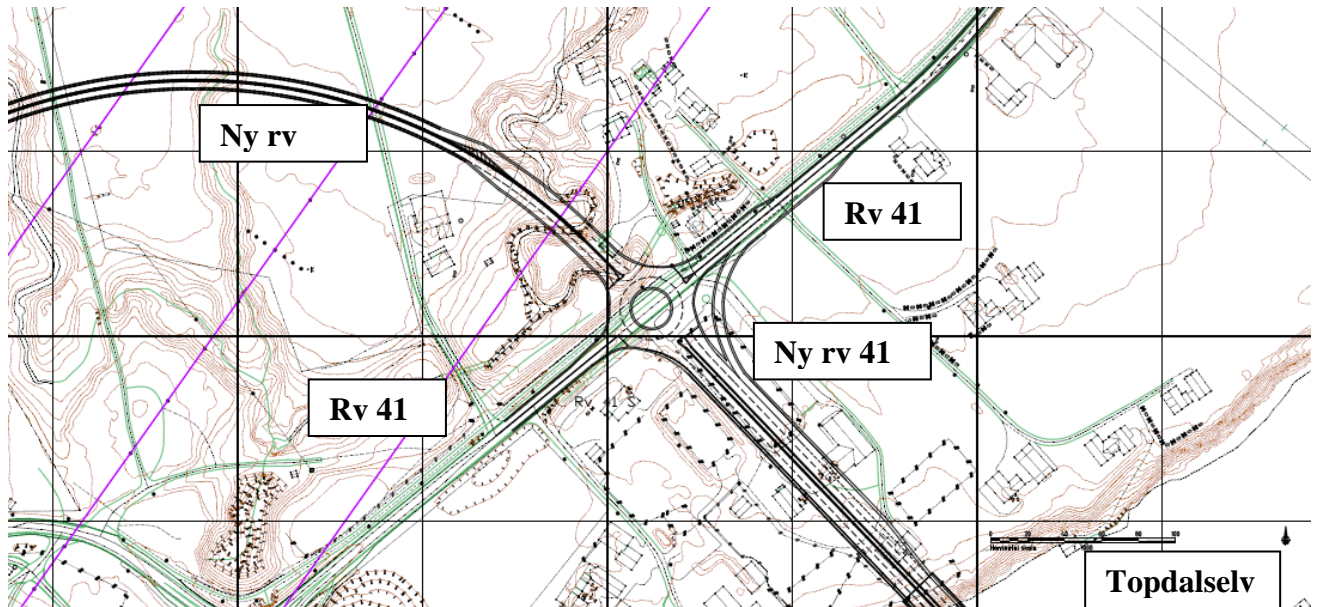
Basert på en vurdering og rangering av kryssløsningene anbefales alternativ B4, og alternativet og tegninger av dette er videre detaljert og fremstillingen av alternativet på tegninger fremstår derfor som mer helhetlig.

### Kryssalternativ B3

Kryssalternativ B3 er basert på vegkorridor B3. Alle B-korridorene tar av fra nytt kryss på Skjøringsmyr og går herfra, hovedsakelig som veg i dagen, over det uberørte skogsområdet ved Hamrevann. Fra Hamrevann er det presentert tre ulike B-korridorer som møtes i et fellespunkt langs lufthavnens rullebane. En beskrivelse av vegkorridor mellom fellespunkt på Hamrevann og Kjevik gis i avsnitt for beskrivelse av de tilhørende kryssalternativene.



Vegkorridor B3 går videre fra Hamrevann, langs Vesvann, som veg i dagen. Fra Vesvann går vegen i tunnel, under bebyggelsen på Ve, til tunnelmunning ved *Ve brygge NØ*. Herfra krysses Topdalselva direkte i vinkelrett bro og møter eksisterende rv 41 og ny rv 451 fra øst i ny rundkjøring nord på Bøen, mellom avkjørsel til Topdalsveien 137-145 og Soldatheiemen, se figur 43 for plantegning. Som en forlengelse på ny rv 41 fortsetter vegen som rv 451 mot Kjevik som rundkjøringens vestlige arm, tvers over jordene på Bøen og videre langs rullebanen. Eksisterende rv 41 møter rundkjøringen fra sør (r 41 S) og nord (rv 41 N). Total veglengde er 6910 m, inkludert en tunnel- og brolengde på hhv. 980 m og 430 m. Plan- og profiltegning finnes i tegningshefte.



Figur 43 Alternativ B3

### Beskrivelse av vegkorridorene i kryssområdet

Det er ikke sett noe nærmere på endringer av trase over Hamrevann, men i kryssområdet er endringer vurdert. Grunnet krav til overdekning er tunnelmunning ved Topdalselva låst til sin plassering. Tunnelmunning ligger på kote 11,5 og ny bro over Topdalselva beholdes som foreslått da denne treffer terrenget på Bøen i samme høyde, se figur 44 (Asplan Viak, 2013a). Fra ny bro, frem til rundkjøring, beholdes foreslått vegkorridor over Soldatheimen for å skåne bygninger av stor verdi nært veglinjen som alternativt måtte fjernes. Grunnet krav til linjeføring beholdes rv 451 som foreslått av SVV.



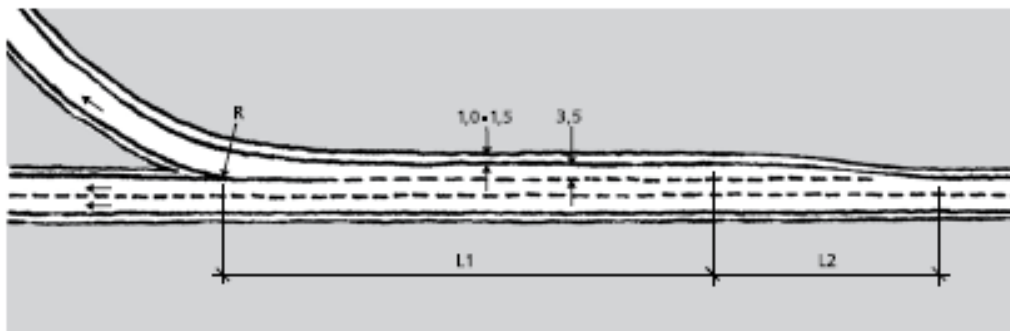
Figur 44 Figuren viser foreslått plassering av bro over Topdalselva (eget foto)

### Beskrivelse av rundkjøring

Utforming av rundkjøring er i stor grad bestemt av de møtende veglinjene og er lagt i krysningspunktet for senterlinjene. Krysset er utformet som en standard stor rundkjøring med to felt i sirkulasjonsarealet og ytre diameter på ca. 46 m, se figur 43.

For å øke fremkommeligheten i rundkjøringen er filterfelt mellom ny rv 41 og rv 41 N etablert og den store, stipulerte, trafikkmengden (3 400 kjt/d) mellom vegene kan dermed kjøre utenom rundkjøringen. ÅDT gjennom rundkjøringen reduseres da til ca. 14 000 kjt/d.

Filterfelt starter og avslutter i retardasjonsfelt<sub>(1)</sub> og akselerasjonsfelt<sub>(2)</sub>. Lengden av disse er funnet av SVVs beregningsmodell, og er hhv.  $L_{11}=110\text{m}$  og  $L_{21}=40\text{m}$  og  $L_{21}=65\text{m}$  og  $L_{22}=20\text{m}$ , se figur 45 for forkortelser (Statens Vegvesen, 2012g) (Statens Vegvesen, 2013a). Beregningene tar utgangspunkt i at fart reduseres fra 90 til 50 km/t før overgang fra retardasjonsfelt. I akselerasjonsfelt økes fart fra 50 km/t til fart på gjennomgående veg (60 km/t), noe som kan være en høy antagelse av fartsnivå for gjennomgående veg da trafikanter kommer direkte fra rundkjøring. Radius ved overgang fra retardasjonsfelt til filterfelt, og fra filterfelt til akselerasjonsfelt settes til  $\geq 50\text{ m}$  (Statens Vegvesen, 2013c). Filterfeltet har  $R \leq 500\text{ m}$  og må breddeutvides i hht. føringer hb 017 (Statens Vegvesen, 2008a).



Figur 45 Figuren viser utforming av retardasjonsfelt (Statens Vegvesen, 2008a).

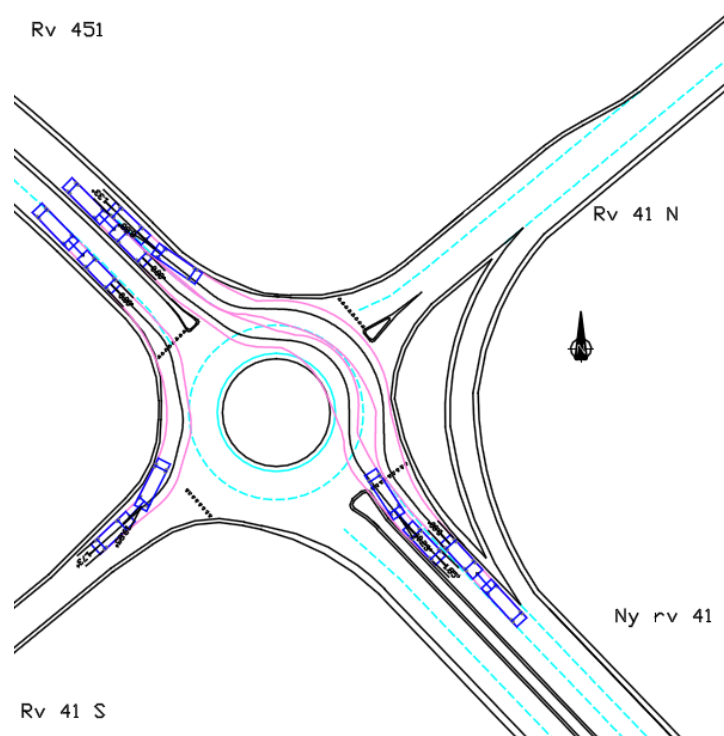
Lengden på parallele felt i tilfart på rv 41 N er satt til 50 m, i tillegg til 15 m breddeutvidelse. Dette gjøres på bakgrunn av kartlagt svingebevegelser på vegarmen og antagelser om feltvalg ved innkjøring. Eksempelvis beregnes det i makstimen 900 kjt/t fra rv 41 N, som fordeler seg med 252 og 648 kjt/t i hhv. høyre felt mot rv 451 og venstre felt mot ny rv 41. Lengden av parallele felt i tilfarten på rv 451 er satt til 80 m i tillegg til 25 m utvidelse (Statens Vegvesen, 2008a). Dimensjoner av utfart beholdes som gitt i kapittel 10.

Senterlinjene til de møtende vegene møtes omtrent vinkelrett i rundkjøringens sentraløy, noe som gir god avbøying og sikt (Statens Vegvesen, 2008a). Da krysset og innfartsvegene også ligger flatt i horisontalplanet nært kryss antas sikt frem mot rundkjøringen god. Avstand til kryss fra tunnelmunning er kontrollert og tilfredsstillende kravet ( $2 \cdot L_s$ ) (Statens Vegvesen, 2010c).

Rundkjøring tilpasses topografi på Bøen og legges med horisontale vegarmer i naturlig terreng, i kote 12,5. Dette gir et slakt vertikalkurveforløp frem mot rundkjøring og mindre terrenginngrep.

Det er for alle kryssløsningene gjennomført sporingsanalyser for dimensjonerende kjøretøy (VT) med kjørekurve radius  $\geq 12,5$  m og kjøremåte A (Statens Vegvesen, 2008a). Eksempler på dette presenteres i teksten, med ytterligere resultat fra sporingsanalyser av interesse i vedlegg 8. Rosa linje markerer på figurer overheng og nødvendig areal for gjennomkjøring. Markering av kjørefelt er tatt med for å påse at kjøretøy kun benytter eget kjørefelt (cyan eller svart linje på figurer). Flere bussruter passerer gjennom krysset og sporingsanalyser er gjennomført også for buss da denne har noe større overheng enn VT.

Av sporingsanalyser i kryssalternativ B3 er det funnet nødvendig å utforme sentraløy med 1 m overkjørbart areal. I tillegg er det stedvis nødvendig med overkjørbar skulder, spesielt mellom rv 41 N og rv 451. Se figur 46 for eksempel på sporingsanalyse.

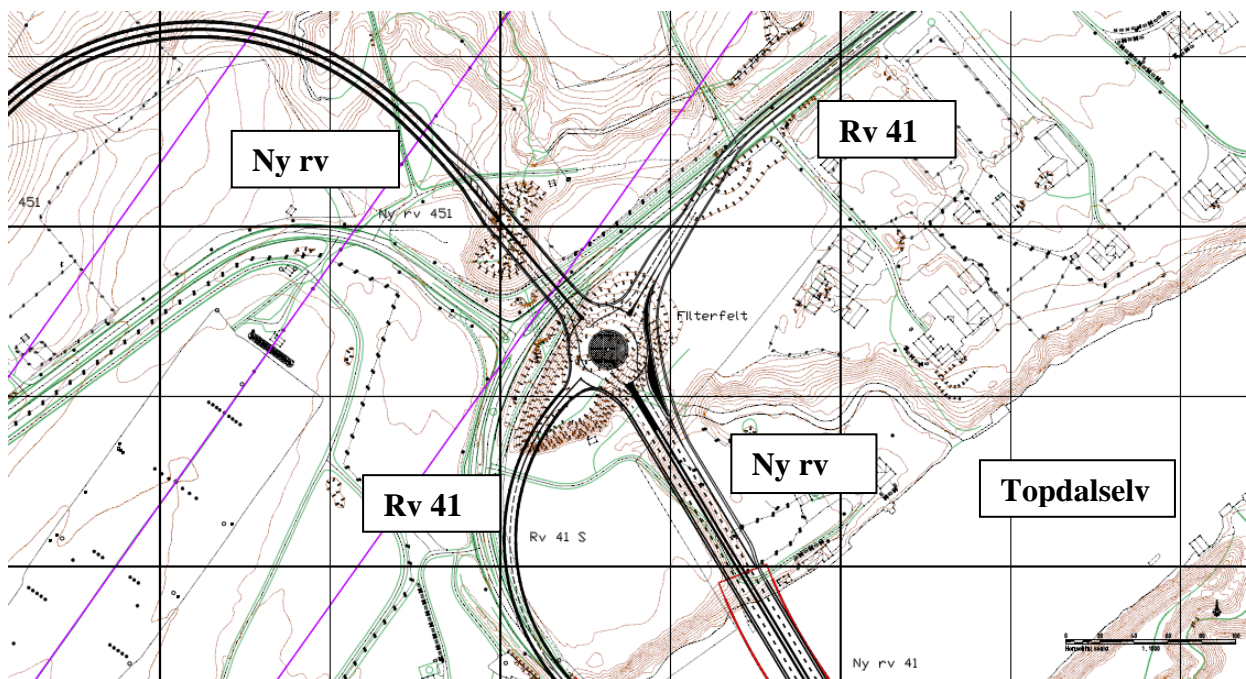


Figur 46 Sporingsanalyse med VT mellom Rv 41 ny-rv451 og rv 451-rv41 S

Linjeføring langs vegarmene og i rundkjøringen er god. Rundkjøringsløsningen med vinkelrette vegarmer gir trafikanter god oversikt over krysset før innkjøring. Filterfelt leder en større trafikkmengde utenom rundkjøringen, noe som gir økt fremkommelighet for trafikanter i krysset. Løsningen er effektiv for trafikanter fra ny rv 41 da en stor andel av trafikken i rundkjøringen tar av mot ny rv 41. Trafikanter fra ny rv 41 har derfor vikeplikt for et mindre antall trafikanter ved innkjøring til rundkjøring.

## Kryssalternativ B4

Vegkorridor B4 skiller ad fra vegkorridor B3 før tunnelunning ved Vesvann og fortsetter som veg i dagen på nordsiden av Huseheia og krysser jordene på Ve, like ved bebyggelsen i nord. Videre krysses Topdalselva nord for eksisterende bro og møter eksisterende rv 41 og ny rv 451 fra øst i rundkjøring lokalisert like øst for dagens T-kryss, sør på Bøen. Eksisterende rv 41 får noe endret trase frem mot rundkjøringen og utgjør kryssets sørlige (rv 41 S) og nordlige arm (Rv 41 N). Videre adkomstveg til Kjevik fortsetter som rv 451 fra rundkjøringens vestlige arm over i krapp kurvatur, og videre langs flystripen frem mot Kjevik. Total veglengde er 6620 m, med en tunnel- og brolengde på hhv 120 m og 480 m. Se figur 47 for plantegning, og tegningshefte for plan- og profil av kryss og vegarmene.



Figur 47 Plantegning av alternativ B4

### Beskrivelse av vegkorridorene i kryssområdet

Det er igjen valgt å beholde SVVs foreslåtte vegkorridorer, da disse er relativt låst til linjeføring ved passering av Huseheia og tilfart til rundkjøring og er vurdert som hensiktsmessige med tanke på omgivelser.

Rv 41 S fungerer som lokalveg og skal krysse Topdalselva over eksisterende bro. For god oversikt i rundkjøringen er det ønskelig at vegarmenes senterlinjer møtes vinkelrett i sentraløyen. Dette fører til en relativt krapp kurve for rv 41, men dette kan forsvares med den lave trafikkmengden og dermed mindre strenge krav til linjeføring for vegen (behandles som en H1-veg). Sikt sikres ved vegetasjon og terrengtilpassing.

Av hensyn til reguleringsplan for Kristiansand lufthavn, Kjevik, skal ny rv 451 ligge utenfor sikkerhetssonen. Ut fra rundkjøringen er vegarmen relativt låst til linjeføring mellom rullebanens randsoner i nord og Dalebekken. Det er også liten frihet til linjeføringen mellom sikkerhetssonen, bygninger langs denne og høyden nord-vest for rullebanen (funnet fra egen prosjektoppgave høsten 2012, Arntzen, M.L., 2012). Dette gir en krapp kurve rundt rullebanen, like etter rundkjøring, som

ikke tilfredsstillende krav i normalene og må fraviktsbehandles. Dette kan forsvares med lav fart ut av rundkjøringen og gjennom svingen. Per Qvalben hos SVV region sør bekrefter at fart kan skiltes til 80 km/t etter horisontalkurven.

Da kryssplassering i stor grad er låst av de møtende vegarmene har rundkjøringen en noe uheldig plassering i en større fordypning i terrenget hvor Bøhnsbekken i dag går. Dette krever utfylling til terreng for å bedre trafikk sikkerheten og omlegging/rørlegging av bekken.

Brospenet for ny bro er utvidet utover bredden av Topdalselva for å skåne det gamle dampskipsanløpet (Bøen brygge) og tunet nord for dette. Det er også noe usikkerhet til stabiliteten i grunnen på vestsiden av elva og den store fyllingen det alternativt ville vært behov for her (Berg-Thomassen, S., 2007).

Dersom rullebanens forlengelse skjer i nord legges det lokk over ny rv 451. Fri høyde i kulvert skal være 4,9 m i tillegg til overbygning for rullebanen, antatt til 1 m. Fra Bøenkrysset ligger vegen såpass lavt i terrenget av det ikke må gjøres endringer på vegen ved utvidelse. Videre må vegen endres og tilpasset terrengnivå.

Dette vil ha lite å si for utforming av rv 451 da senterlinjen ligger tilstrekkelig lavt i terreng til at rullebanen kan legges over uten større endringer av rv 451. Det kan oppstå problemer med sikt frem mot rundkjøring dersom veg legges i kulvert under rullebane og løsningen frarådes (Byutviklingsenheten, 2007).

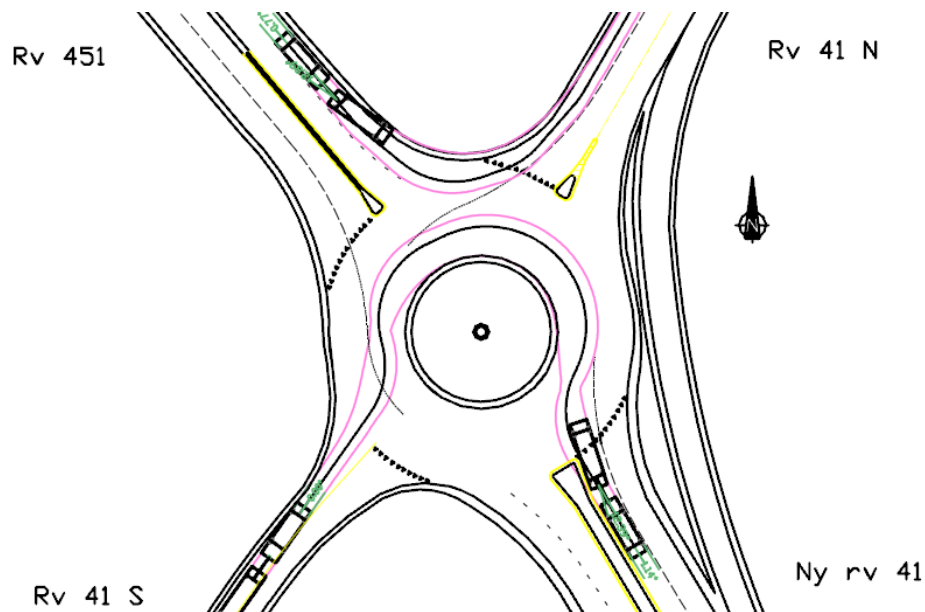
### Beskrivelse av rundkjøring

Rundkjøring er trukket noe øst for dagens T-kryss for å sikre tilstrekkelig plass til kryss utenfor flyplassens sikkerhetssone og evt. utvidelse av flystripen i nord. Krysset er i stor grad utformet som rundkjøringsalternativ B3, da vegarmene møtes fra tilsvarende retninger i rundkjøringen. Utforming av felt i inn- og utfart og deleøyer kommenteres derfor ikke, se avsnitt *Alternativ B3* over. Ved avvik fra alternativ B3 kommenteres utforming. Krysset er utformet som en stor rundkjøring med to felt i sirkulasjonsarealet og en ytre diameter på 48 m, se figur 47.

Tilsvarende som kryssalternativ B3 er alternativ B4 prosjektert med filterfelt mellom ny rv 41 og rv 41 N for å lede noe av trafikken utenfor rundkjøringen. Filterfelt starter i retardasjonsfelt som får en noe redusert lengde i forhold til beregnet verdi for fartsreduksjon fra 90 km/t til 50 km/t. Dette er gjort da det ikke er ønskelig å utvide bredden på broen til tre felt over broen i retning rundkjøring. Retardasjonsfelt starter utvidelse etter bro og får en lengde på  $L_1=70\text{m}$  og  $L_2=15\text{m}$  og fart ved overgang fra retardasjonsfelt vil dermed være 75 km/t, med videre fartsreduksjon gjennom filterfelt. Grunnet dette er start av rampe/filterfelt utformet med minste radius for 75 km/t, beregnet til 265 m av hb 265 (Statens Vegvesen, 2008b), og feltet må breddeutvides i henhold til krav i normalen. Kurve reduseres mot akselerasjonsfelt til  $R_{\min}=50\text{m}$  og fart økes fra 50 km/t til 60 km/t over en lengde på  $L_1=65\text{m}$  og  $L_2=20\text{m}$  (Statens Vegvesen, 2008a)(Statens Vegvesen, 2012g)(Statens Vegvesen, 2013a). Det korte retardasjonsfeltet kan forsvares med en noe redusert fart inn mot rundkjøring, slik at faktisk fart er lavere enn dimensjonerende 90 km/t.

Dimensjoneringsgrunnlag for feltøkning og –reduksjon i tilfart og utfart for rundkjøringen er tilsvarende som alternativ B3.

Av sporingsanalyser med vogntog og buss er det funnet nødvendig å utforme sentraløy med 1 m overkjørbart areal i ytterkant. I tillegg har sporingsanalysen ført til utvidelse i ytterkant av rundkjøringen, da spesielt mellom rv 41 N og rv 451, hvor utvidelse utover diameter på 48 m utføres som overkjørbart areal for å sikre fremkommelighet for dimensjonerende kjøretøy, men være avvisende for mindre kjøretøy. Se figur 48 for eksempel på sporingsanalyse og vedlegg 8 for flere sporingsanalyser.

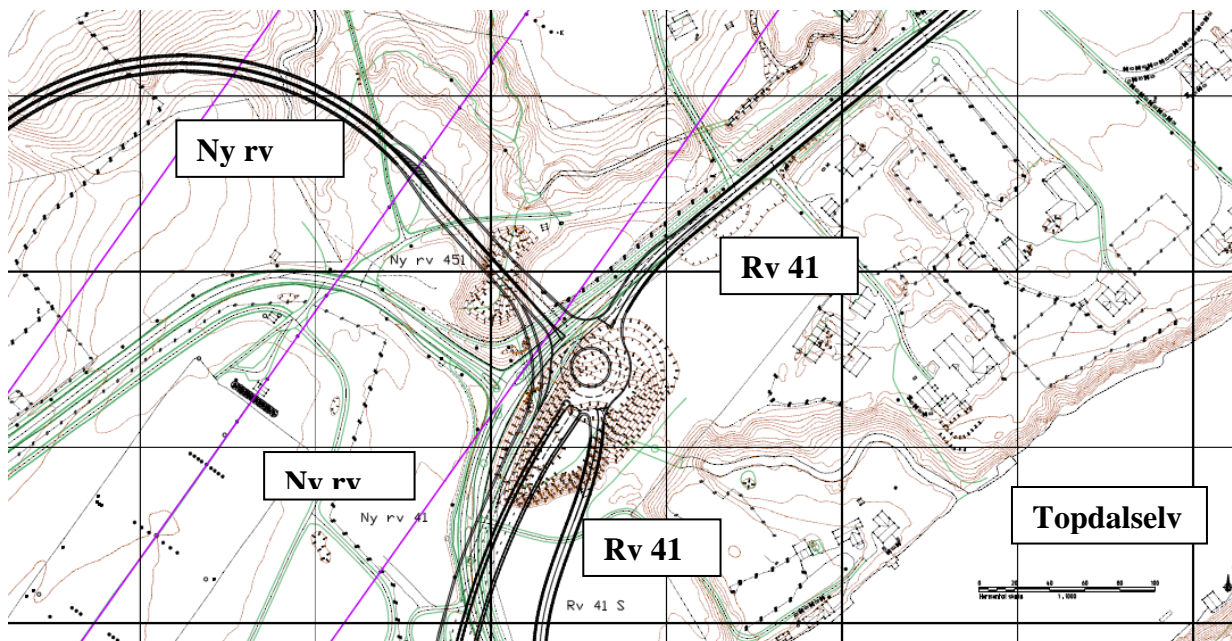


Figur 48 Sporingsanalyse for VT mellom ny rv 41-rv41S og rv41N-rv451

Rundkjøringens utforming gir god oversikt over krysset før innkjøring for trafikanter på ny rv 41 og rv 41 N, da vegarmene ligger i slak kurvatur frem mot rundkjøringen. For rv 41 S og rv 451 har vegarmene er uheldig linjeføring, med krappe kurver, og oversikten reduseres. Filterfelt leder en større trafikkmengde utenom krysset, noe som gir økt fremkommelighet for trafikanter i rundkjøringen. Løsningen er spesielt effektiv for trafikanter fra ny rv 41, da disse har vikeplikt for et mindre antall trafikanter i rundkjøringen, siden de fleste tar av mot ny rv 41.

### Kryssalternativ B6

Vegkorridor B6 skiller seg fra vegkorridor B4 og B6 i planlagt toplanskryss på Hamrevann, hvor vegen fortsetter sør for Huseheia, krysser jordene på Ve og Topdalselva sør for eksisterende bro. Ny rv 41 møter eksisterende rv 41 og rv 451 fra sør i kryss på Bøen lokalisert øst for eksisterende T-kryss, tilsvarende som kryssalternativ B4. Rv 451 følger samme trase som alternativ B4. Eksisterende rv 41 får noe endret trase frem mot rundkjøringen og utgjør kryssets sørlige (rv 41 S) og nordlige arm (Rv 41 N). Total veglengde er 6880 m, med en tunnel- og brolengde på hhv 120 m og 390 m. Se figur 49 for plantegning og tegningshefte for plan- og profil av kryss og vegarmene.



Figur 49 Plantegning av alternativ B6

### Beskrivelse av vegkorridorene i krysområdet

Som for de andre alternativene er det valgt å beholde SVVs foreslåtte vegkorridor, B6. Kryss vil være plassert som for alternativ B4, se kommentarer til dette i avsnitt over.

Bro for ny rv 41 vil krysse Topdalselva i kurve for å tilfredsstille krav til linjeføring og å ligge utenom flyplassens sikkerhetssone. Eksisterende rv 41 N vil få en noe endret trase frem mot krysset. Vegkorridor for rv 451 er tilsvarende som for kryssalternativ B4, se kommentarer i avsnitt *Alternativ B4* over.

Eksisterende rv 41 S er låst til krysning av Topdalselva over eksisterende bro. Og ny rv 41 krysser elva over ny bro som møter land på Bøen bare ca. 70 m sør for Bøenbroen. Dette gir utfordringer til vegenes fremføring til rundkjøringen. Foreslått trase for ny rv 41 skal som nevnt beholdes. Dette fører til at rv 41 S får endret trase etter kryssing av elven. Linjeføringen på rv 41 S vil være dårlig da vegen vil ligge i to krappe, motsatt rettede, kurver frem mot rundkjøringen som må fraviksbhandles da  $R < R_{\min}$ . Dette kan i noen grad forsvares med lav fart og trafikkmengde.

Tilfarten fra ny rv 41 og rv 41 S vil ligge svært tett og det oppstå problemer med sikt. Trafikanter fra ny rv 41 kommer med stor fart inn i rundkjøringen og fokuserer på trafikk fra venstre som de har vikeplikt for og kan overse trafikanter som ankommer med lavere fart fra rv 41 S.

### Beskrivelse av rundkjøring

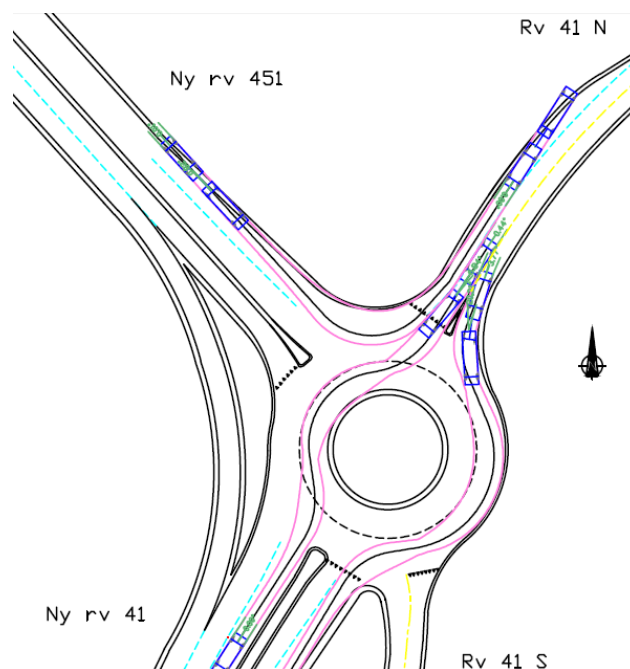
Rundkjøring har tilsvarende lokalisering som alternativ B4, men utformingen er forskjellig grunnet vinkel og rekkefølge på vegarmene. Rundkjøring er utformet som en standard stor rundkjøring med ytre diameter på ca. 46 m. Figur 49 viser skisse av rundkjøringsalternativ B6.

Hensiktsmessig plassering av filterfelt for kryssalternativ B6 vil være fra rv 451 til ny rv 41. Dette vil lede opp til 3 690 kjt/d utenfor rundkjøringen, noe som gir en ÅDT i rundkjøring på ca. 13 000 kjt/d. Dette vil bedre fremkommeligheten betraktelig, både for trafikanter mellom ny rv 451 og rv 41 og i rundkjøringen. Rv 451 ligger i krappe kurve før innkjøring til rundkjøring med en maksimal

hastighet på 70 km/t (beregnet av hb 265 (Statens Vegvesen, 2008a)). Av trafikksikkerhetsmessige og plassårsaker starter filterfelt etter kurve og fart reduseres over til 50 km/t en lengde på  $L_1=60\text{m}$  og  $L_2=30\text{m}$ . I akselerasjonsfelt skal fart økes til antatt fart på gjennomgående veg (ny rv 41) over en lengde på  $L_1=130\text{ m}$  og  $L_2=30\text{ m}$ .

Ny rv 41 og rv 41 N utformes med to felt i tilfart, mens det på rv 451 er sett på som unødvendig med to felt i tilfart, grunnet filterfeltets avlastning på vegarmen. Rv 451 utformes også med to felt i utfart, likt som kryssalternativ B3 og B4. Som alternativ B4 må foreslått veglinje for rv 451 fraviksbhandles grunnet krapp kurvatur.

Av sporingsanalyser med vogntog og buss er det funnet nødvendig å utforme sentraløy med 1 m overkjørbart areal. I tillegg har sporingsanalysen ført til utvidelse i ytterkant av rundkjøringen, da spesielt mellom rv 41 N og rv 451, hvor utvidelse utover diameter på 46 m i stor grad utføres som overkjørbart areal for å sikre fremkommelighet for dimensjonerende kjøretøy. Sporingsanalyser viser at det ikke er mulig for dimensjonerende kjøretøy å kjøre direkte fra ny rv 41 til rv 41 S uten å ta en runde i rundkjøringen. Eventuell utvidelse av tilfarten er å regne som ugunstig for rundkjøringsgeometri og det ses derfor ikke på som et alternativ. Se figur 50 for eksempel på sporingsanalyse og vedlegg 8 for flere sporingsanalyser.



Figur 50 Eksempel på sporingsanalyse mellom rv 41 ny- rv 41 N, rv 41N-ny rv 41 og rv 41 N-rv 451.

Rundkjøringen har en uheldig utforming, da det ikke er mulig for vogntog å kjøre direkte fra ny rv 41 til rv 41 S. Linjeføring langs rv 41 S og rv 451 er uheldig for oversikt over krysset før innkjøring. Filterfelt vil lede en større trafikkmengde utenom krysset, noe som gir bedre fremkommelighet for andre trafikkanter gjennom rundkjøringen. Trafikanter fra ny rv 41 til rv 451 må kjøre gjennom hele rundkjøringen, og farten må reduseres betraktelig for gjennomkjøring.



## Lokalvegløsninger

Som en del av oppgaven skal mulig løsninger for lokalnettverk skisseres dersom det må gjøres endringer i dette. Rv 41 S (dagens rv 41) vil fungere som lokalveg og sikre adkomst til boliger på Ve og fortsette mot Hamresanden. Løsning for adkomstveger er ikke videre detaljert på dette planstadiet.

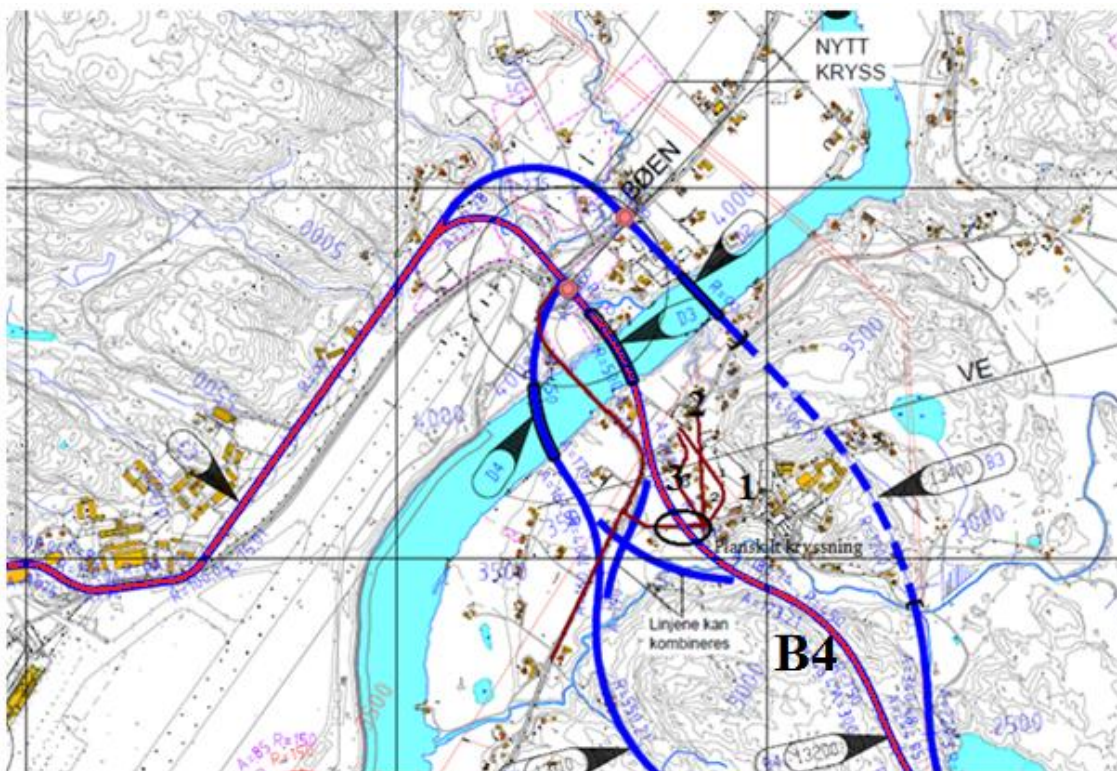
Vegkorridor B3 vil ikke medføre nødvendige endringer på lokalvegnettet på Ve, men adkomst til boligene i Topdalsveien 137-145 må endres, da denne i dag ligger i kryssområdet. Adkomst må sikres gjennom lokalt vegnett tilkoblet rv 41 S eller rv 41 N.

Vegkorridor B4 og B6 skjærer over eksisterende rv 41, Kalvåsveien og Dønnestadvegen. Lokalvegene må derfor legges om for å sikre adkomst til boliger. Dette er kun ment som skisser på mulige løsninger og endelig valg vil gjøres på grunnlag av videre studier.

Ny lokalveg (rv 41 S) utformes etter krav presentert i kapittel 7. Krysninger med ny rv 41 skal i henhold til normalen gjøres planskilt. Videre er lokalvegen låst til krysning av Topdalselva over eksisterende bro. Kalvåsveien og Dønnestadvegen er adkomstveger av lavere standard med lav fart (50 km/t) og trafikkmengde og krav til linjeføring er derfor lite strenge.

### Alternativ B4

Vegkorridor B4 vil krysse dagens adkomstveg og ligge tett inntil dagens rv 41 og boliger på Ve. Det må derfor anlegges ny adkomstveg til boligene som kobles på rv 41 S. Trase for Rv 41 S må også endres noe (se purpur linje på figur 51 for foreslått lokalvegnett).



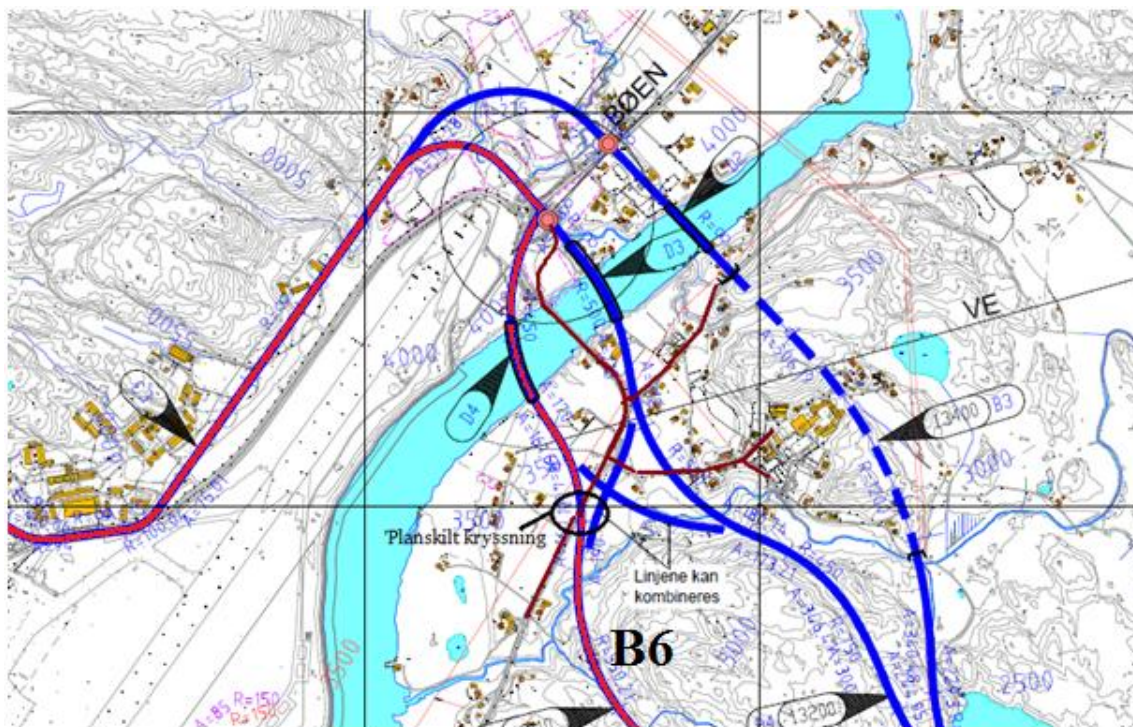
Figur 51 Purpur og blårød linje markerer hhv. lokalvegnett og ny adkomstveg til Kjevik. Svart sirkel markerer planskilt kryss mellom ny rv 41 og lokalveg (kartgrunnlag uten markeringer fra Asplan Viak, 2013b).

For å berøre minst mulig av jordene på Ve beholdes i stor grad dagens trase for rv 41 som lokalveg med tilkobling til Bøenkrysset etter Bøenbroen. Trase for rv 41 S må allikevel endres noe da den i kurve før Bøenbroen vil komme svært tett inntil ny rv 41. Adkomst til Dønnestadvegen fra eksisterende rv 41 fjernes og erstattes med adkomst via Kalvåsvegen.

Adkomstveg til boligene på Ve krysser i planskilt løsning under ny rv 41 ved Kalvåsvegen 14 og kobles til rv 41 S i eksisterende T-kryss på Vesletten. Videre er tre alternative veglinjer for adkomst til boliger langs Dønnestadvegen i nord skissert på kart. Alternativ 3 følger en mindre, eksisterende, adkomstveg og vil derfor føre til mindre endringer på Ve, men igjen økt trafikk nært boliger, noe som av trafikksikkerhetsmessige årsaker ikke er å foretrekke og flere alternativer er derfor utarbeidet (linje 1 og 2). Disse er utarbeidet med tanke på å spare boliger og å tilpasse terrenget i området. Det har vært vanskelig å finne en veldig egnet trase gjennom boligområdet da området er relativt tett bebygd og kupert.

### Alternativ B6

Vegkorridor B6 vil krysse dagens rv 41 på slettene på Ve. Dette gjør at det må gjøres mindre endringer i dagens rv 41 ved å føre denne i planskilt kryssning under ny rv 41, se figur 52. Videre kan lokalveg og adkomstveg til boligene på Ve beholdes som i dag.



Figur 52 Purpur og blårød linje markerer hhv. lokalvegnett og ny adkomstveg til Kjevik. Svart sirkel markerer planskilt kryss mellom ny rv 41 og lokalveg (kartgrunnlag uten markeringer fra Asplan Viak, 2013b).

### Gang- og sykkelveg

Gang- og sykkelveg løses på lokalt vegnettverk. Og eksisterende gang- og sykkelveg langs rv 41 beholdes og videreføres gjennom krysset i planskilt kryssning. Det etableres også separat, ensidig, gang- og sykkelveg langs ny rv 41 frem mot Kjevik fra kryss på Bøen. Nødvendige kryssninger av rv 41 S og rv 41 N gjøres på forhånd av kryssområdet i plan for å redusere behovet for planskilte kryssninger i kryssområdet.

Videre utredning av GS-veg ikke gjort for de ulike alternativene, men er skissert for valgte løsning.

Et nytt og forbedret gang- og sykkeltilbud med fokus på trafikksikkerhet vil trolig føre til flere trafikanter i denne gruppen, noe som vil ta opp noe av den generelle trafikkveksten som ønsket i Nasjonal sykkelstrategi 2014-2023 (Vegdirektoratet, 2012).



## Kapittel 13 - Konsekvensvurdering av alternativene

Gjennom en verdivurdering av området, se kapittel 5, ble det påpekt at de flate slettene rundt Topdalselva har særlig stor verdi for området. Her er det gjort forhistoriske funn og et flertall bygninger er trukket fram med stor verdi for kulturmiljø. Landbruksområdene på Bøen og Ve er noen av de beste i Kristiansands kommune og bør bevares så langt dette er mulig. Nærmiljøet rundt Ve barne- og ungdomsskole har stor verdi og det bør ved prosjektering av veg tas spesielt hensyn til området. Nærmiljøet og marka som omkranser området er viktig for landskapsbildet og filuftsliv. Omfanget av tiltakene innenfor områder av stor eller middels verdi bør i så stor grad dette lar seg gjøre bevares. Bevaring av områder bør vektas mot de ekstra kostnadene ved dette og omfanget av tunnel og broer bør begrenses.

For å komme frem til beste løsning må en rekke faktorer belyses og vektlegges gjennom en vurdering av kryssløsninger og tilhørende vegkorridorer. I følgende delkapitel kommenteres omfanget av konsekvensene de ulike alternativene medfører tematisk, på bakgrunn av verdivurderingen av området. Det gjøres også en vurdering av i hvor stor grad mål for prosjektet ”Ny adkomstveg til Kjevik” (se kapittel 4) er oppnådd. Til slutt gjøres en samlet vurdering og vektning av faktorer for endelig valg av løsning. Analysen er avgrenset til fellespunkt for vegkorridorene på Hamrevann og ved Kjevik, med hovedfokus på kryssområdet (Ve og Bøen).

Ved valg av løsning har hovedfokus vært på egenskaper ved kryssløsningene. Konsekvenser for miljø ved de ulike kryssalternativene, isolert sett, skiller seg lite fra hverandre da alternativene er lokalisert med en avstand på kun 300 m fra hverandre. Det er gjort en vurdering av trafikale egenskaper ved kryssene som sammen med prissatte og ikke-prissatte konsekvenser gi grunnlag for valg.

Prissatte og ikke-prissatte konsekvenser av tilhørende vegkorridorer er også vurdert, da valg av kryssalternativ også medfører valg av vegkorridor. Dette gir et bedre sammenlikningsgrunnlag for alternativene, da omfanget av tiltakene skiller seg betraktelig fra hverandre. Vegkorridor B3 innebærer eksempelvis en lengre tunnel under Ve, som medfører en adskillig merkostnad sammenliknet med veg i dagen.

Konsekvensvurderingen er begrenset av tid og tilgjengelig verktøy og er derfor holdt på et grovt og i hovedsak kvalitativt nivå basert på subjektive vurderinger, med *hb 140 konsekvensanalyse* som utgangspunkt (*Statens Vegvesen, 2012c*). Resultatet er derfor ment som en pekepinn og sammenlikningsgrunnlag for alternativene. Ved senere planfaser vil det være knyttet mindre usikkerhet til prosjektet og det vil være mer hensiktsmessig med videre analyser, som kostnadsestimering i *Anslag* og nytte-kostnadsanalyser i *EFFEKT*.

I henhold til håndbok 140 sammenliknes alternativene med 0-alternativet (dagens situasjon) der dette er hensiktsmessig. Dersom dagens vegsituasjon beholdes vil det raskt oppstå kapasitetsproblemer på vegstrekningen og i T-kryss på Bøen og tiltak er derfor vurdert som svært nødvendig. 0-alternativet gis ikke en videre vurdering i denne oppgaven. D

Konsekvensene av tiltak kan forsvares med det såre behovet for ny løsning for adkomst til Kjevik. For områdene på Hamrevann vil omfanget av konsekvensene av ny veg være relativt liten til sammenlikning med utbyggingen av ny den nye bydelen. Tiltakene vil få konsekvenser også

utenfor det avgrensede området, eksempelvis bosetningsstruktur, turgenerering og viltbestand, men valg av løsning utgjør liten forskjell for dette og kommenteres derfor ikke videre.

Videre presenteres først de trafikale virkningene av krysset, etterfulgt av en konsekvensvurdering av tiltak.

## Trafikale konsekvenser

Fremkommelighet og effektivitet av kryssløsningen er satt som er viktige utvelgelseskriterium. Dette er i henhold til mål for prosjektet og begrensningen til konsekvensanalysen som kan gjennomføres på dette nivå. Da alle rundkjøringsalternativene er utformet etter normalen og tilpasset trafikkmengden antas det at det ikke oppstår kapasitetsproblemer. Det anbefales allikevel gjennomført videre trafikkanalyser av trafikkavviklingen i krysset før endelig vedtak, men dette er ikke gjort i følgende rapport. For å få et sammenlikningsgrunnlag for alternativene er grad av fremkommelighet målt i:

- Fartsnivå gjennom rundkjøring
- Kjørelengde/tid gjennom rundkjøring

H7-veger skal normalt ha planskilte kryss, men da denne vegen avslutten i Bøenkrysset og rundkjøring er vurdert med tilstrekkelig kapasitet for trafikkmengden er det valgt å prosjektere rundkjøring av hensyn til prissatte og ikke-prissatte konsekvenser. Dette vil gi noe redusert fremkommelighet fra ny rv 41 til rv 451 til sammenlikning med et planskilt kryss med denne trafikkstrømmen som prioritet. Et filterfelt og flere felt i tilfart og utfart øker kapasiteten til rundkjøringen og denne regnes som tilstrekkelig.

Antatt fartsnivå inn i og gjennom rundkjøringen bestemmes av avbøyning og kjørekurveradius. Tabell 9 presenterer antatt fartsnivå for krappeste kjørekurven (R) med personbil gjennom de prosjekterte rundkjøringene. Fartsnivå til vogntogene er lavere enn for personbiler da minste kjørekurveradius er 12,5 m og antatt fart gjennom rundkjøring < 25 km/t (Statens Vegvesen, 2008a).

	<b>B3 (kjørekurve og fartsnivå)</b>	<b>B4 (kjørekurve og fartsnivå)</b>	<b>B6 (kjørekurve og fartsnivå)</b>
<b>Ny rv 41 – rv 451 (ytte kjørebane)</b>	30 m, 35 km/t	30 m, 35 km/t	20 m, 30 km/t
<b>Ny rv 41 – rv 451 (indre kjørebane)</b>	22 m, 31 km/t	22 m, 31 km/t	16 m, 25 km/t
<b>Ny rv 41 – rv 41 N (indre kjørebane)</b>	Filterfelt	Filterfelt	22 m, 31 km/t
<b>Rv 451 – ny rv 41 (indre kjørebane)</b>	22 m, 31 km/t	22 m, 31 km/t	Filterfelt
<b>Rv 41 N – ny rv 41 (indre kjørebane)</b>	16 m, 25 km/t	16 m, 25 km/t	22 m, 31 km/t
<b>Rv 41 N – ny rv 41 (ytte kjørebane)</b>	20 m, 30 km/t	20 m, 30 km/t	30 m, 35 km/t
<b>Rv 41 N- rv 451</b>	30 m, 35 km/t	30 m, 35 km/t	30 m, 35 km/t
<b>Rv 41 S – ny rv 41</b>	30 m, 35 km/t	30 m, 35 km/t	16 m, 25 km/t

Tabell 9 Radius på kjørekurve og antatt fartsnivå

Mål om redusert kjøretid mellom E18 og Kjevik og oppnås i størst grad ved alternativ B3 og B4 da trafikk mellom målpunktene kan kjøre rett gjennom rundkjøringen med moderat fartsreduksjon (30 km/t). Den store trafikkmengden fra ny rv 41 og rv 41 N kan holde 50 km/t gjennom filterfelt og krysset vil medføre en mindre tidsforsinkelse.

For alternativ B6 må trafikanter fra ny rv 41 til rv 451 redusere farten betraktelig da de må kjøre gjennom hele rundkjøringen. I motsatt retning benyttes filterfelt med høyere fartsnivå og fremkommelighet.

Som en videreføring av fartsnivå er det gjort beregninger av kjørelengden for personbiler gjennom rundkjøringene, fra en fast avstand tilbake på innfartsvegene. Total kjøretid gjennom rundkjøringen, for alle biler som gjennomfører de ulike svingebevegelsene med gitt fart og kjørelengde, er summert av formelen:

$$\begin{aligned} & \text{Total kjøretid for alle trafikanter}_{\text{fra veg x til veg y}} \\ &= \frac{\text{lengde av kjørekurve} * \dot{A}DT_{\text{fra veg x til veg y}}}{\text{fartsnivå langs kjørekurven}} \end{aligned}$$

Eksempelvis kan trafikken fra ny rv 41 til rv 451 i alternativ B4 kjøre direkte gjennom rundkjøringen med en kjørelengde på 100 m og fartsnivå 30 km/t. Dette gir en total kjøretid for alle trafikanter fra rv 41 til rv 451 (3586 kjt/d) på 672 min/d. For alternativ B6 må de samme trafikantene kjøre 125 m (gjennom hele rundkjøringen) og med lavere hastighet (25 km/t). Total kjøretid trafikantene ved alternativ B6 er derfor totalt 1076 min/d.

Resultat av beregning av total og gjennomsnittlig kjøretid for trafikanter gjennom rundkjøringsalternativene er presentert i tabell 10, med utvidede tabeller for beregning i vedlegg 9.

	B3	B4	B6
Total kjøretid for alle trafikanter [t/d]	51,2	51,2	53,8
Gjennomsnittlig kjøretid pr. kjt [s/dkjt.]	10,8	10,8	11,4

Tabell 10 Total og gjennomsnittlig kjøretid for kryssalternativene

Beregningene antyder at kryssløsning B6 fører den høyeste gjennomsnittlige og totale kjøretiden gjennom rundkjøringen. Det store utslaget for totalen er den store trafikkmengden fra ny rv 41 til rv 451 som må ned i 25 km/t, mens tilsvarende trafikanter kan kjøre med 31 km/t for kryssalternativ B3 og B4.

Dersom kjørelengden er stor og farten må reduseres betraktelig, grunnet krapp kjørekurve, for en stor andel av totaltrafikken gjennom krysset, vil dette gjøre store utslag for total og gjennomsnittlig kjøretid. Dette er tilfelle ved alternativ B6, hvor den store trafikkmengden fra ny rv 41 kjører gjennom hele rundkjøringen i krapp kurvatur og farten må reduseres betraktelig for gjennomkjøring.

## Oppsummering av fremkommelighet

Det kan på bakgrunn av resultatet anslås at kryssalternativ B4 og B3 er de beste med tanke på fremkommelighet i krysset. I tillegg til kjøretiden gir ikke kryssløsning B6 mulighet for vogntog å kjøre direkte fra ny rv 41 til rv 41 S, da kurven er for krapp. Det er ønskelig med vider analyser av konsekvensene for de enkelte rundkjøringene for å kunne vurdere og rangere løsningene.

## Konsekvensvurdering og omfang

### Prissatte konsekvenser

Det er på dette plannivå ikke grunnlag for kvantitativ analyse av de prissatte konsekvensene, foruten et grovt overslag av investeringskostnader for veglinjene, da det er knyttet stor usikkerhet til beregningsgrunnlag. Det er derfor gjort subjektive vurderinger og kommentarer til omfanget av tiltaket.

### Kostnader

Det ble ved oppstart av vegprosjektet bestemt at omfanget av svært kostbare løsninger som tunnel og bruer skulle reduseres og svært kostbare alternativ skulle lukes ut. Følgende avsnitt presenterer et grovt overslag av totalkostnader for vegkonstruksjonen for de ulike vegkorridorene fra E18 til Kjevik, basert på kostnadstall fra SVV(Berg-Thomassen, S., 2007). Se tabell 11 for beregningsresultat.

Linje	Lengde total [m]	Lengde bru [m]	Lengde tunnel [m]	Delkostnad (210 000 kr/m)	Veg i dagen [m]	Delkostnad (35 000 kr/m)	SUM kostnad
<b>B3</b>	6910	430	980	205800000	5930	207550000	<b>413</b>
<b>B4</b>	6620	480	120	25200000	6500	227500000	<b>253</b>
<b>B6</b>	6880	390	120	25200000	6760	236600000	<b>262</b>

Tabell 11 Overslag av kostnader for vegkorridorene

Brospen er i overslaget regnet som veg i dagen, noe som vil avvike fra de faktiske kostnadene. I tillegg vil nødvendig terrengtilpassing trolig endre kostnadsbildet drastisk, og alternativ B3 kan komme heldigere ut av sammenlikningen. Endring i lokalvegnettet ved vegkorridor B4 og B6 vil også medføre ekstrakostnader som ikke er medregnet i overslaget, og skal tas med i vurdering. Da ikke alt er tatt med i beregningene er overslaget kun ment som en pekepinn og sammenlikningsgrunnlag for alternativene.

Vegkorridor B3 ser tilsynelatende ut til å være det mest kostbare alternativet, grunnet 860 m tunnel. Alternativ B4 og B6 skiller seg ikke vesentlig fra hverandre, og kan på dette nivå ikke skilles. Ved utvidelse av rullebanen i nord legges det lokk over rv 451 i alternativ B4 og B6. Dette vil innebære en betraktelig merkostnad, men det er i følgende rapport sett bort ifra denne kostnaden.

Det er ikke gjort beregninger av drifts- og vedlikeholdskostnader. Men det nevnes at drift og vedlikehold av tunnel er vesentlig dyrere enn veg i dagen, og alternativ B3 trekkes derfor igjen ut som et mer kostbart alternativ (Smeby, T.J., 2011).

Da utforming av nytt kryss på Bøen i stor grad er lik for de ulike kryssalternativene vil ikke investeringskostnadene skille seg vesentlig fra hverandre. Gjennomsnittlig kostnad for rundkjøringer er 3-5 millioner kr (Transportøkonomisk institutt, 2009)



### Andre kostnadsfaktorer

Det er ikke gjort videre beregninger og analyser av andre kostnader for bruker, operatør, det offentlige og samfunnet for øvrig.

Det vises til kapittel 13 for en ikke-prissatt vurdering av kjøretiden og –avstand for de ulike rundkjøringsalternativene. Lengen og kjøretiden av vegkorridorene skiller seg ikke vesentlig ifra hverandre, og vil derfor tilsynelatende utgjøre små forskjeller for bruker og operatør, se beregninger av kjøretid i tabell 12. Det er allikevel verdt å merke seg at alle alternativene når mål om å redusere kjøretiden fra 8 til ca. 5 min fra E18 til Kjevik.

	Lengde total [m]	Gjennomsnittlig fart [km/t]	Tid [min]
B3	6910	80	5,18
B4	6620	80	4,97
B6	6880	80	5,16

Tabell 12 Beregnet kjøretid for de alternative vegkorridorene

Andre kostnader som kan være aktuelle for konsekvensvurderingen er kostnader relatert til helsevirkning og utrygghet for myke trafikanter og kostnader for kollektiv-, bompeng- og andre private selskaper ved drift. For det offentlige vil valg av tiltak få konsekvenser nødvendig tilskudd til operatører og skatteinntektene og –kostnader relatert til prosjektet (Statens Vegvesen, 2012c)

Det er også relatert kostnader til ulykker, støy og forurensning og dette kommenteres videre i senere kapitler.

### Trafikksikkerhet

I effektmålene for prosjektet er det ønsket god trafikksikkerhet og en redusert ulykkesfrekvens til <0,06 ul.pr.mill.kjt. Vegkorridorene er utformet etter krav i normalen, med god linjeføring og slak kurvatur, tilpasset terreng i så stor grad som mulig. Rundkjøring ligger i plan, utformet med tanke på redusert fart, lesbarhet og god sikt frem mot og gjennom krysset. Filterfelt vil også redusere antall påkjøringer bakfra, men medfører et økt antall konfliktpunkter i forbindelse med fletting (Statens Vegvesen, 2008a).

Det er ikke gjort beregninger av ulykkesfrekvens, men det kommenteres at konsekvensene av ulykker i tunnel er større enn for veg i dagen (Smeby, T.J., 2011). Gjennomsnittlig ulykkesfrekvens for rundkjøringer på 0,05-0,06 pr. mill. kjt. og kryssløsning B3 og B4 forventes å ligge innefor dette området (Statens Vegvesen, 2008a).

For alternativ B6 ligger vegarmene til ny rv 41 og rv 41 S svært nær hverandre og medfører risiko og antas lavere trafikksikkerhet enn gjennomsnittet for rundkjøringer. Trafikanter på ny rv 41 har blikket rettet bakover i rundkjøringen og kan derfor ankomme inn i krysset med stor fart og overse trafikanter som kommer fra rv 41 S med lavere fart. Også for trafikanter på rv 41 S kan det være vanskelig å oppdage trafikanter på ny rv 41 tidsnok.

Frem mot rundkjøring på Bøen vil rv 41 S ved alternativ B4 og B6 få noe krapp kurvatur som må fraviksbhandles. Dette er lite gunstig, men kan forsvares av lav fart og trafikkmengde. Også ny rv 451 ligger i krapp kurve rundt rullebanen og må fraviksbhandles. Maksimal hastighet gjennom kurven er beregnet til 70 km/t og dette må skiltes på forhånd (Statens Vegvesen, 2008a).

Myke trafikanter for en god løsning ved separat gang- og sykkelveg med med planskilte kryssninger ved nytt kryss på Bøen.

### **Ikke-prissatte konsekvenser**

Videre kommenteres konsekvenser for ikke-prissatte tema for de ulike alternativene. Kun tema som berøres av tiltaket kommenteres.

### ***Landskapsbilde***

Området på Bøen og Ve har middels-stor verdi og det vil være viktig å ta vare på disse områdene ved å redusere synligheten av vegen og inngrep i terreng. Området er sterkt preget av de langstrakte jordene med spredt gårdsbebyggelse på Bøen og Ve og høydedragene som omkranser området som er så avgjørende for landskapsbildet.

Ny veg vil følge ny trase over Hamrevann, med forskjellig trase over Ve og Bøen. Høy standard vil forsterke de negative inngrepene, og stivere horisontal- og vertikalkurvatur gjør tilpassing til eksisterende forhold vanskeligere. Tiltaket vil på store deler av strekningen fremstå som dominerende i det uberørte landskapet over Hamrevann, dette kommenteres ikke videre. Mål om å fjerne barriere mot Hamresanden tilfredsstilles, da eksisterende veg vil fungere som lokalveg med liten trafikkmengde.

Vegkorridor B3 går i tunnel under Ve og vil kun få konsekvenser for landskapet på Bøen. Veggen vil krysse tvers over og dele de store jordene på Bøen. I det åpne landskapet vil fyllinger mot enden av flystripen fremstå som skjemmende. Kryssområdet ligger flatt i terrenget og vil derfor ikke bety større inngrep.

Vegkorridor B4 og B6 følger terrengets hovedform rundt Huseheia og terrenginngrep skjermes av de skogkleddede heiene. Videre krysser vegkorridorene tvers over og deler jordene på Ve og den store asfaltflaten vil være skjemmende i det ellers vegeterte området. Veggen vil ha lite å si for landskapet på Bøen da den ligger langs ytterkanten flyplassens lite verdifulle område.

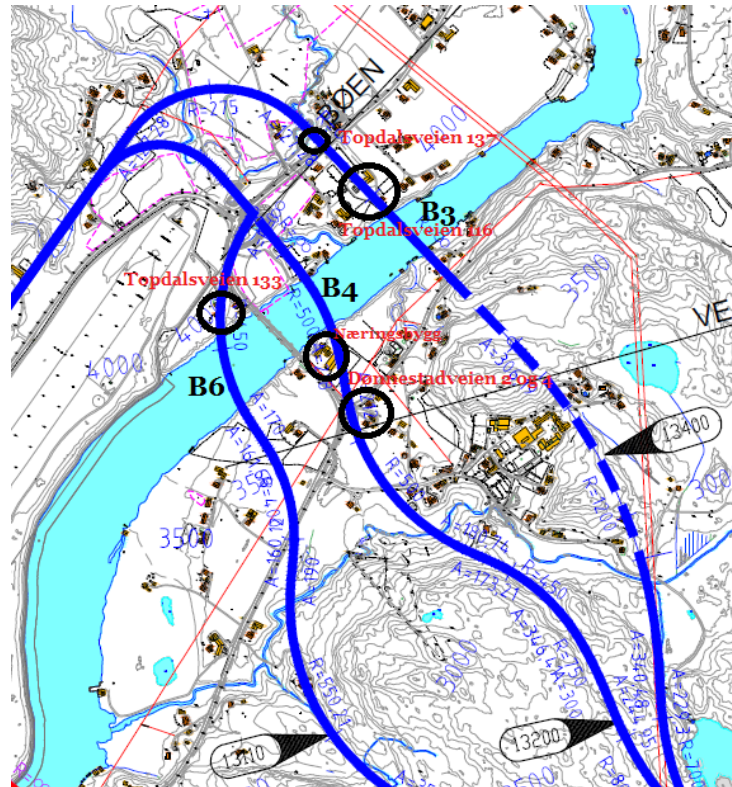
Ved kryssing av Topdalselva vil ny bro for vegkorridor B4 få utvidet lengde og behovet for fylling reduseres. Ny bro i kurve for vegkorridor B6 vil være lite gunstig av estetiske årsaker, men er låst til dette grunnet krav til linjeføring.

### Kulturmiljø

Det er gjort funn av bosetningsspor fra jern- og steinalderen i området. I tillegg er et utvalg boligstun karakterisert med spesielt høy arkitektonisk verdi. Tabell 13 og figur 53 gir en oversikt over berørte kulturminner og bygninger for de ulike vegkorridorene.

Vegkorridor	Fornminne/Kulturminne	Bygninger av høy verdi	Andre bygninger
<b>B3</b>	Bosetningsspor fra jern- og steinalderen krysses. Områdene er frigitt i forbindelse med reguleringsplan av flyplassen på Kjevik.	Ingen	Garasje i Topdalsveien 137 Bolig i Topdalsveien 116 Soldatheimen i Topdalsveien 116 B
<b>B4</b>	Bosetningsspor fra jernalderen i kryssområdet, frigitt i forbindelse med arbeid med reguleringsplan.	To gårdstun på Ve med adresse Dønnestadveien 2 må mulig fjernes.	Næringsbygg ved Bøen bro.
<b>B6</b>	Bosetningsspor fra jernalderen i kryssområdet, frigitt i forbindelse med arbeid med reguleringsplan.  Ve gravminne fra jernalderen med middels/stor verdi krysses	Ingen	Bolig i Topdalsveien 133, topdalsveien 131 og tilhørende bygninger og brygge

Tabell 13 Berørte kulturminner og bygninger



Figur 53 Oversikt over bygninger som mulig må fjernes, (opprinnelig kartgrunnlag uten markeringer fra Asplan Viak, 2013b)

Alle vegkorridorene krysser over eiendommer som fører til at arealer må erverves fra grunneier med takser bestemt av Skjønnsretten. Verdisetting vil skje etter vedtatt reguleringsplan, da detaljnivået er høyt nok til å stadfeste konsekvensene med sikkerhet. For Soldatheimen er det aktuelt med omregulering fra næringseiendom til vegformål (Kristiansand kommune, 2010). I tillegg til de prissatte konsekvensene ved erverving av eiendom, vil det være uheldig for kulturminnene i området ved tap av verdifulle bygninger, og vektas høyt i den samlede verdivurderingen.

På steder hvor vegen krysser historiske funnsteder må det gjøres ytterligere undersøkelser før igangsetting av vegbygging.

### *Nærmiljø og friluftsliv*

Heiene som omkranser området brukes i stor grad av beboerne i området, da spesielt i området av middels verdi rundt Ve med innfartsveier nord og sør for Huseheia. I tillegg brukes mindre småveier på Bøen og Ve til turer i nærområdet. Det rettes spesiell oppmerksomhet til området rundt Ve skole, med stor verdi for nærmiljøet. Boliger som er direkte berørt og må rives er kommentert i avsnittet over.

Ny veg vil, uansett valg av vegkorridor, i stor grad ligge i uberørt terreng og middels verdifulle friluftsområder ved Hamrevann. Vegkorridor B4 og B6 ligger i innfartsportene til marka på Ve, noe som vil virke som en barriere mot marka. Vegene vil også ligge relativt tett inntil boligene på Ve, noe som vil redusere hygge- og trygghetsfølelsen ved ferdsel i området. Vegkorridor B4 ligger kun 400 m fra Ve barne- og ungdomsskole og svært tett inntil Tveit slalåmbakke.

Vegkorridor B3 vil ha små konsekvenser for nærmiljø og friluftsliv, men vil oppleves negativt for beboerne tett inntil vegen på Bøen (mht. trivsel, samvær og fysisk aktivitet).

Det er ikke gjort noen beregninger av støy og luftforurensing, da dette krever spesielle verktøy. En vurdering av boligers nærhet til vegen er derfor vurdert. Maksnivå for innendørs støy om ikke skal overstige 42 dB  $L_{pAq,24h}$  for eksisterende bygninger. Ved overskridelse må tiltak settes i verk (Justisdepartementet, Lovdata, 2004). Alternativ B3 vil i stor grad skjerme boligene på Ve, men nært nytt kryss på Bøen ligger et titalls boliger som vil oppleve økt støv og støy som følge av den nye vegen. For alternativ B4 er omfanget av konsekvensene større, da vegen ligger tett inntil boligområdet og skolen og fartsnivå er betraktelig høyere på vegstrekningen enn i krysset. Alternativ B6 ligger lengre fra boliger og støv- og støyplagene reduseres.

### *Naturmiljø*

I området er strandlinja rundt Topdalselva og bekkene i området, med sin spesielle kantvegetasjon, trukket frem som områder med middels verdi for naturmiljøet.

Vegkorridor B3 krysser over Bøhn- og Dalebekken i fylling og bekkefarene endres eller legges i rør, med de negative konsekvensene dette har for gyteforholdene for fisk. Noe kantvegetasjon langs bekk og elv må fjernes.

Kryss for vegkorridor B4 og B6 ligger i søkk for Bøhnsbekken og dette fylles ut til terreng og bekken må rørlegges over en større strekning eller legges om. Vesbekken krysses og legges i rør uten større konsekvenser. Kun vegkorridor B6 vil få konsekvenser for strandsonen langs

Topdalselva, men da i et mindre brukt område i nord mot Bøen bro. Økt brospenn for vegkorridor B4 skåner spesiell kantvegetasjon langs Topdalselva.

### Naturressurser

Jordene på Ve og Bøen har stor verdi og er trukket frem som de beste landbruksområdene i Kristiansand kommune. Størrelsen på beslaglagt jordbruksareal er derfor svært viktig. Det er gjort beregninger av beslaglagt av areal av liten til stor for naturressurser/jordbruksareal i vegmodellen i Novapoint, se tabell 14. Se tegningshefte for skisser av skråningsutslag for alternativene. Beregningene er avgrenset fra det punkt hvor vegen går over i berørte områder på Ve til fellespunkt ved Kjevik.

	Alternativ B3 [kvm] (verdi)	Alternativ B4 [kvm] (verdi)	Alternativ B6 [kvm] (verdi)
<b>Veglengde over jorder</b>	200 (stor)	350 (liten) 120 (middels) 430 (stor)	600 (liten)
<b>Beslaglagt jordbruksareal, totalt</b>	6 000 (stor)	14 000 (liten) 6 000 (middels) 15 000 (stor)	28 000(liten) 22000 (stor)
<b>Beslaglagt jordbruksareal av stor verdi</b>	6 000	15 000	22 000

Tabell 14 Overslag på beslaglagt areal for de ulike løsningsalternativene

Alternativ B6 vil ha størst konsekvenser for jordbruket, da 22 og 28 dekar av jorder med stor og middels verdi beslaglegges. Alternativ B3 krysser kun jordene på Bøen, men beslaglegger *bare* 6 dekar jordbruksareal av stor verdi. Alternativ B4 beslaglegger totalt 15 og 6 dekar jord av stor og middels verdi. I tillegg til antall kvadratmeter som beslaglegges kommenteres det at alternativ B3 og B6 vil dele jordene på hhv. Bøen og Ve i mindre områder, som da blir mer tungvint å drive.

Vegen ligger utenfor Ve og Bøen i uberørt terreng uten særlig verdifulle naturressurser, foruten jaktmark. Det er for hele vegkorridoren, fra E18 til Kjevik anslått et beslaglagt areal på 50 dekar.



## Kapittel 14 - Rangering og valg av alternativ

### Måloppnåelse

Som et mål på hvor gode alternativene er, er det aktuelt å se på grad av tilfredsstillelse av mål satt for ny adkomstveg til Kjevik. Grad av måloppnåelse er gradert på skalaen svært dårlig – dårlig – middel – god - svært god, sammenliknet med dagens situasjon. Dagens løsning vil ikke være tilstrekkelig for fremtidig trafikkmengde. Ingen av alternativene er derfor vurdert som dårlig. Se tabell 15 for grad av måloppnåelse.

	Redusert kjøretid (fra 8 til 5 min)	Stabil trafikk-avvikling	God trafikk-sikkerhet	God fremkommelighet for kollektivtransport	Trafikk-separering for ulike trafikantgrupper og reisetypen	Redusere antall støytsatte boliger	Redusert barrierevirkning mot stranden på Hamre
B3	Svært god	Svært god	Svært god	God	God	Svært god	Svært god
B4	Svært god	Svært god	Svært god	God	God	Svært god	Svært god
B6	Svært god	Svært god	Middels	God	God	Svært god	Svært god

Tabell 15 Alternativenes måloppnåelse i henhold til effektmål for ny adkomstveg til Kjevik

Alle de tre alternativene til vegkorridorene er prosjektert i henhold til krav i normalene, dette sørger for en stabil trafikkavvikling og med god trafikk-sikkerhet. Kryssløsning B6 trekker derimot den totale trafikk-sikkerheten ved alternativt noe ned.

Det er ikke spesielt tilrettelagt for trafikkseparering mellom reisetypen og trafikkgrupper langs ny rv 41. Myke trafikanter er sikret god fremkommelighet, trygghetsfølelse og trafikk-sikkerhet med en separat løsning langs lokalvegnettet, og med planskilte løsninger i kryssområdet. Det er ikke lagt spesielt til rett for kollektivtransport, i form av eksempelvis separate kollektivkjørefelt, men gjennomkjørbarhet er sikret under prosjekteringen.

Antallet støytsatte boliger reduseres betraktelig ved å endre trase for ny adkomstveg til Kjevik fra E18 utenom boligområdet på Hamre. Andre boliger, på Ve og Bøen, kan oppleve økt støy som følge av ny vegkorridor.

Grad av måloppnåelse er generelt stor for alle de tre kryss- og vegalternativene. Løsningene kan derfor ikke skilles kun på grunnlag av dette. Anbefalt løsning skal også være god for miljø og planlegges med tanke på utviklingsplaner for Kristiansand lufthavn, og andre planer i området. En sammenstilling av alle egenskapene og konsekvenser av veg kryss- og vegløsning er derfor nødvendig for valg.

Ved videre anbefaling og detaljering av alternativ skal det fremdeles legges vekt på hensiktsmessige løsninger om tilfredsstillende mål for ny adkomstveg til Kjevik.

### Rangering

Ny adkomstveg skal sikre en effektiv adkomst til Kjevik på en trafikk-sikker og økonomisk god måte. Det skal ved planlegging av nytt kryss på Bøen og adkomstveg tas hensyn til utviklingsplaner i området. Det er gjennomført verddivurdering av området for å kartlegge hvilke miljøhensyn som bør vektlegges.

Viktig for valg av alternativ som anbefales for videre detaljering er måloppnåelse, trafikale virkninger av kryssløsning og konsekvensomfanget av de ulike alternativene, presentert i foregående kapittel. Alternativene har ulike egenskaper og disse vil i følgende kapittel sammenstilles og vektes for en helhetlig vurdering med bakgrunn i *Hb 140 – konsekvensanalyser* (Statens Vegvesen, 2012c). Vurderingen munner ut i en rangering av alternativene, hvor en løsning anbefales for videre detaljering.

I tabell 16 er sentrale faktorer rangert med prioritet fra viktigst til minst viktig (verdi 10 til 1). Rangering er gjort med bakgrunn i mål for prosjektet og verdivurdering av området. For hvert av alternativene er faktorene gitt karakter mellom 1 og 5, hvor 5 er god. Karaktersettingen er basert på vurderinger i foregående kapittel. Karakter og prioritet er multiplisert for å rangere alternativene. Alternativet med høyest verdi er ansett som det beste.

Faktorer	Forkortelse	Prioritet (1-10)	Vekting (1-5)			Rangering (prioritet *vekting)		
			B3	B4	B6	B3	B4	B6
Trafikksikkerhet (myke og kjt.)	TS- kryss	10	5	5	1	50	50	10
	TS-veg		4	4	5	40	40	50
Kostnad	Kost.	10	1	4	4	10	40	40
Kapasitet i møte med ny trafikk, spesielt på ny rv 41-rv 451	Kap.	10	5	5	5	50	50	50
Fremkommelighet/kjøretid - E18-Kjevik	Kj.tid	10	5	5	3	50	50	30
Kollektivtrafikk	Koll.	8	4	4	4	32	32	32
Arealbruk – naturressurser av stor verdi	Ar. – jord	8	4	3	2	32	24	16
Bygninger (fokus på bygninger av høy verdi)	Bygg.	7	4	2	4	28	14	28
Nærmiljø (hygge, støy, forurensning)	Nærm.	4	3	2	4	12	8	16
Barrierevirkning mot Hamresanden	Barr.	4	5	5	5	20	20	20
Naturmiljø (spesielt Topdalselva)	Natur	4	4	3	3	16	12	12
Kulturminner	Kult.	3	4	4	2	12	12	6
Landskapsbilde	Landsk.	3	3	3	3	9	9	9
<b>SUM</b>						<b>361</b>	<b>361</b>	<b>319</b>

Tabell 16 Vekting av faktorer, karaktersetting og rangering av alternativer

Ikke alle faktorer har vært like enkel å gi karakter og er fastsatt av en subjektiv vurdering. Måloppnåelse og omfang av konsekvensene for ulike tema er presentert i foregående kapitler, og er grunnlaget for karaktersettingen. Viktigste for karaktersettingen er forholdet mellom alternativenes karakter for de ulike egenskapene. Faktorer med høy prioritet vil være spesielt avgjørende for resultatet.



Ser man på rundkjøringen isolert vil alternativene få lik karakter for mange av faktorene og sammenlikningsgrunnlaget blir tynt. Da de tilhørende vegkorridorene vil utgjøre store forskjeller i omfanget av konsekvenser er disse tatt med i vurderingen.

Bygninger er trukket ut av kulturminner i rangeringen, da disse ønskes vektet høyere enn andre kulturminner. I bygningskategorien er riving alle typer bygninger medregnet, men alternativet gis lavere karakter dersom noen av disse er av høy verdi.

I kostnadsfaktoren ligger investerings-, drift- og vedlikeholdskostnader, for vegkorridor og rundkjøring. Trafikksikkerhet er vektet separat for kryss og vegstrekning, da alternativ B6 har en lite trafikksikker kryssløsning, men vegløsningen er god.

Siden dagens T-kryss på Bøen vil få kapasitetsproblemer er ingen av alternativene kategorisert med dårlig kapasitet da veg- og kryssutforming er tilpasset fremtidig trafikkmengde, med margin opp til økt standard.

Ut ifra poengsystemet kommer alternativ B3 og B4 best ut. Karaktersetting og rangering av faktorenes viktighet er sensitiv og kan i stor grad påvirkes av subjektive vurderinger. Det gis derfor i påfølgende delkapittel en videre begrunnelse for anbefalt alternativ.

## Valg av alternativ

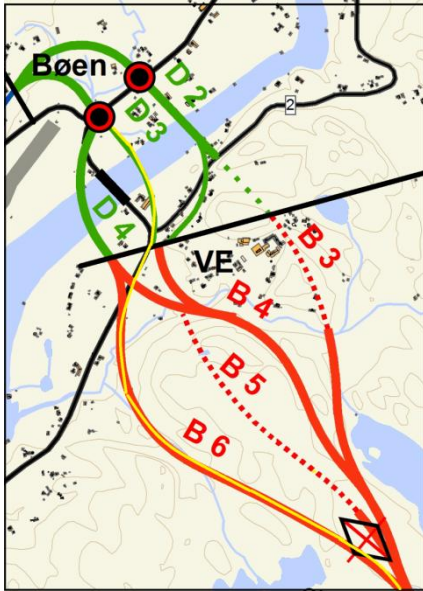
I følgende delkapittel diskuteres alternativene med utgangspunkt i analysen i foregående delkapittel, og tidligere bemerkninger til alternativene, før endelig alternativ bestemmes for videre detaljering. Av rangeringen kommer alternativ B3 og B4 best ut av sammenlikningen, da med 42 poeng mer enn alternativ B6.

Alternativ B6 kommer dårligst ut av rangeringen, spesielt på grunn av kryssløsningen som gir lav trafikksikkerhet og lengre gjennomsnittlig kjøretid. Ved vurdering av alternativet ble det også påpekt at vegarmene for ny rv 41 og rv 41 S ligger svært tett, og det er ikke mulig for vogntog å kjøre direkte fra ny rv 41 til rv 41 S. Dette gjør at alternativ B6, med kryss sør på Bøen, tas fra videre vurdering.

Alternativ B3 og B4 oppnår lik verdi i rangeringen. Ser man på rundkjøringsløsningen isolert er alternativene svært like, men noen forskjeller i linjeføring frem mot krysset. Konsekvenser av vegkorridorene er derfor avgjørende for valg. Alternativ B4 medfører større konsekvenser for ikke-prissatte tema enn alternativ B3. Men de prissatte konsekvensene av 860 m lengre tunnel ved vegkorridor B3 er vurdert så store at dette alternativet forkastet, i henhold til mål om å minimere bygging av tunnel (Statens Vegvesen, 2012e). Alternativ B4 er valgt for videre detaljering. Dette begrunnes med at det ved oppstart av prosjektet ble satt som ønskelig å redusere bygging av tunnel. Investeringskostnader er også rangert med større betydning for valg enn de ikke-prissatte tema.

En mulig løsning er en kombinasjon av vegkorridor B4 og B6 (alternativ B4b), hvor kryssalternativ B4 beholdes og vegkorridor B6 på sørsiden av Huseheia kobles på vegkorridor B4 på Bøen, se gul markering på figur 54. Dette vil gi en kjøretid og -avstand (200 m og 6 s forskjell), men skåne beboerne på Ve, ved at vegen trekkes noe lenger unna boliger og skolen. Foruten dette

vil konsekvensene være tilsvarende som alternativ B4 og B6 der linjene er sammenfallende. Dette alternativet er ikke tatt med til videre vurdering, da det vil medføre store endringer for eksisterende rv 41 S på rettstrekket på Ve. Dette vil ha negative konsekvenser både for prissatte og ikke-prissatte tema.



Figur 54 Gul linje markerer vegkorridor for ny adkomstveg til Kjevik som tilhører anbefalt løsning for kryss på Bøen (kartgrunnlag uten gul markering fra Statens Vegvesen, 2013e)

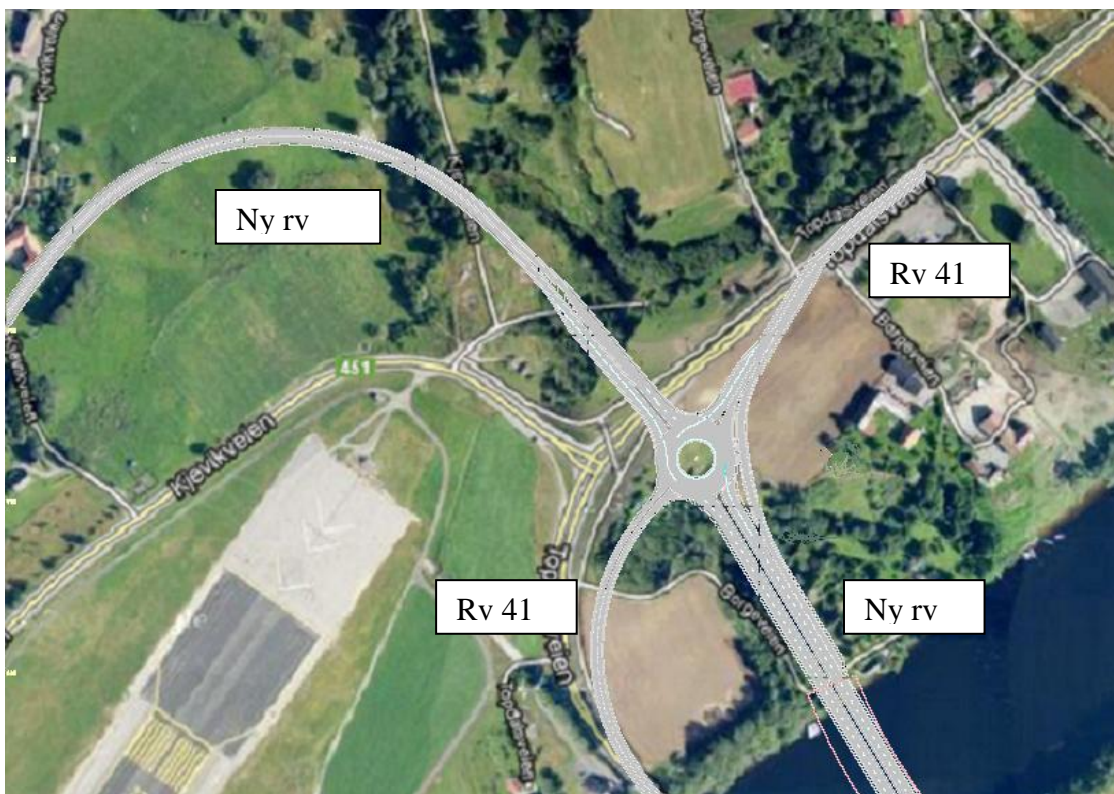
Den opprinnelig foreslåtte løsningen for alternativ B4 velges for videre detaljering og utredning, og får benevnningen *nytt kryss på Bøen/ Bøenkrysset*.

## Kapittel 15 - Utforming av B4 beskrivelse

Nytt kryss på Bøen planlegges som en del av arbeidet med kommunedelplan for ny adkomstveg til Kristiansand lufthavn, Kjevik. Det er ventet en adskillig vekst i trafikkmengden på vegene i området som følge av den planlagte utviklingen. På Bøen knyttes ny veg til eksisterende rv 41, hvor trafikkantene skal fordeles på en effektiv og trafiksikker måte gjennom en ny, stor rundkjøring med filterfelt, sør på Bøen.

### Detaljering

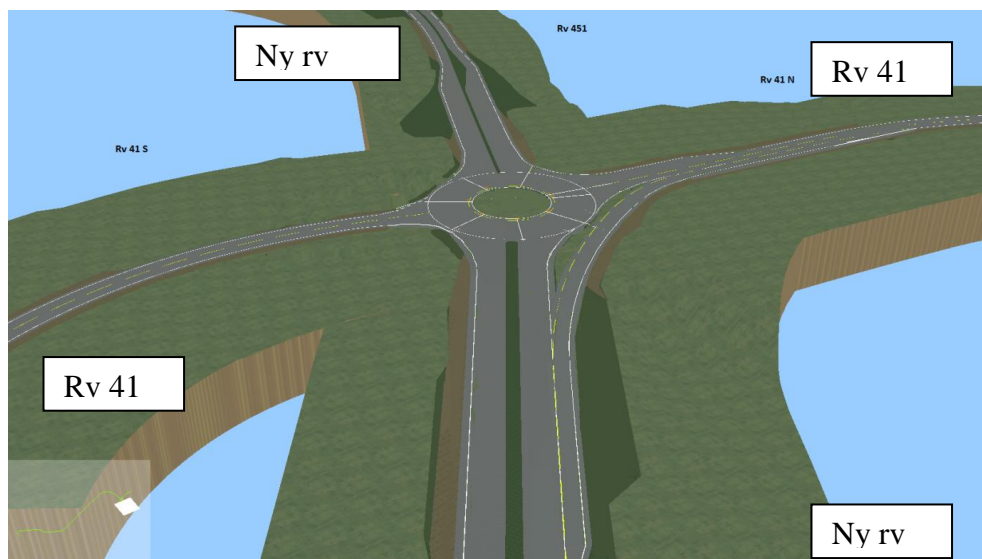
I følgende kapittel presenteres videre detaljering av det valgte kryssalternativet, alternativ B4. Dette ble i foregående kapittel vurdert til å være den mest hensiktsmessige løsningen, og vil videre bli benevnt som *Bøenkrysset*. Se figur 55 for oversikt over kryss i eksisterende terreng.



Figur 55 Bøenkrysset lagt i eksisterende terreng (kartgrunnlag fra google, 2013)

En kort oppsummering av tidligere presenterte dimensjoner følger. Deretter gis en ytterligere detaljering av veg- og kryssløsninger. Tegninger presenteres fortløpende i teksten og er å finne som fullstendige tegninger i separat tegningshefte, se vedlegg 1 for tegningsoversikt.

De ulike kryssalternativene, diskutert i kapittel 12, er prosjektert og fremstilt med dimensjoner i henhold til Statens Vegvesens normaler med nødvendige tilpassinger. Plantegninger for alternativ B4 er derfor ikke endret betraktelig fra forprosjekteringen og alternativitetsanalysen. Under videre arbeid med tegninger er vegarmene tilpasset rundkjøring og filterfelt slik at man oppnår en myk overgang og vegbanen fremstår som helhetlig med sammenfallende tverrfall. Det var utfordrende å knytte de ulike vegmodellene i *Novapoint* til hverandre på en god måte. Omkringliggende terreng er også tilpasset ny veg, se figur 55 for 3D-fremstilling av Bøenkrysset i *Novapoint*.

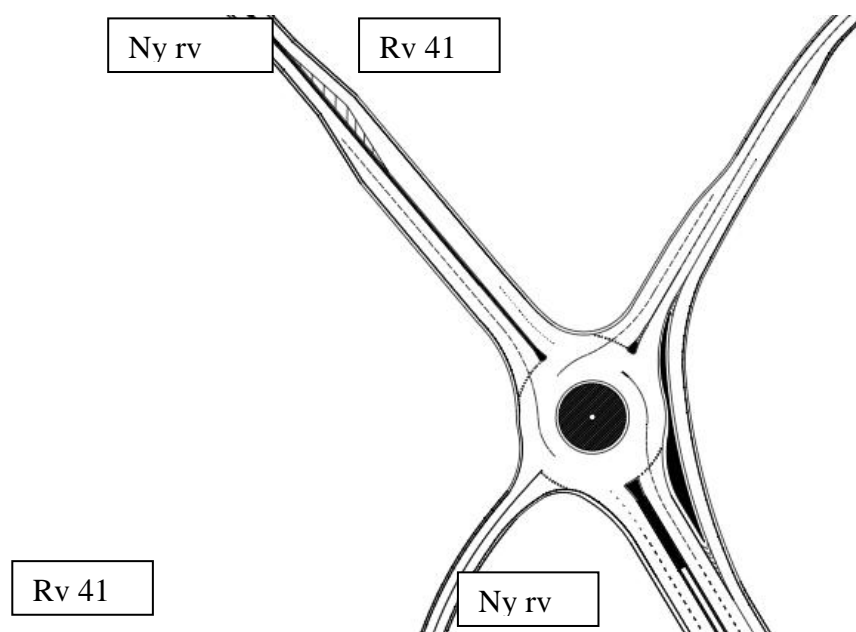


Figur 56 Perspektivtegning av kryssløsningen. Obs! Vegmarkeringer stemmer ikke.

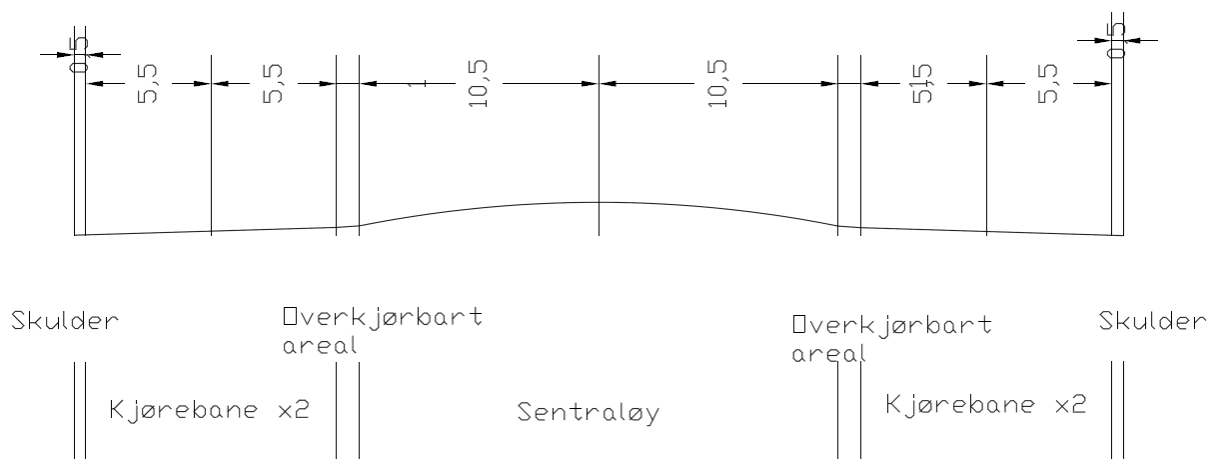
### Utforming av Bønkrysset – Detaljering

Dimensjonering av kryss og vegarmer er gjort i henhold til *Håndbok 017 Veg- og gateutforming* og *Håndbok 263 Geometrisk utforming av veg- og gatekryss* (Statens Vegvesen, 2013c) (Statens Vegvesen, 2008a).

Rundkjøring på firefelts veg bør utformes med to felt i sirkulasjonsareal og inn- og utfarter og en ytre diameter  $> 40$  m (Bønkrysset har ytre diameter 48 m). Det er av trafikkanalyser også funnet nødvendig med to felt i tilfart på rv 41 N og rv 451, samt to felt i utfart på rv 451. Sentraløy utformes med 1 m overkjørbart areal for å sikre fremkommelighet med vogntog og kjøremåte A. rundkjøringens ytre diameter er utvidet noe av samme årsak. Utvidelsen gjøres som overkjørbart areal, slik at den sirkulære formen og avbøying ikke forsvinner. Se figur 57 for oversiktsbilde av rundkjøring og figur 58 for normalprofil.



Figur 57 Prinsippskisse av Bønkrysset



Figur 58 Normalprofil av ny rundkjøring på Bøen

### Tilfart og utfart

Dimensjoner på tilfart og utfart i rundkjøringen er vist i tabell 17.

	Tilfart (to fullstendige kjørefelt)	Tilfart (breddeutvidelse)	Utfart (full bredde + flettetrekning + innsnevring)
<b>Rv 41 N</b>	50 m	15 m	Ingen
<b>Rv 451</b>	80 m	25 m	30 + 50 + innsnevring m

Tabell 17 Dimensjoner på tilfart og utfart for Bøenkrysset (Statens Vegvesen, 2008a).

Som resultat av sporingsanalyser er tilfart og utfart breddeutvidet frem mot rundkjøring, samtidig som avbøyning  $\leq 80$  m på alle steder i rundkjøringen. På plantegningene i tegningshefte er breddeutvidelse med ekstra felt vist.

Stigning på tilfartsvegene er tilpasset vertikal helning på rundkjøringen slik at man unngår knekkpunkt i veglinjene på forhånd av kryss.

### Deleøyer

Deleøyer sikrer god avbøyning frem mot rundkjøring slik at trafikanter i indre felt ikke presses inn mot sentraløyen. Deleøyen skiller også trafikk inn og ut av rundkjøringen fra hverandre og vil må veger med midtrabatt (ny rv 41 og rv 451) være en naturlig fortsettelse på denne. Det er prosjektert trompetdeleøyer på alle vegarmer, med unntak av rv 41 S da trafikkmengden er liten (opptil 1000 kjt/d).

Fysisk midtdeler på ny rv 41 og rv 451 avsluttes 30 m før rundkjøring. På rv 41 N er det etabler en mindre deleøy, med lengde 10 m, grunnet fartsnivå. Deleøyen forlenges med sperreområde og sperrelinje med total lengde lik stoppsikt for å gi bedre trafikkseparering og trafiksikkerhet.

### Filterfelt

Filterfelt starter i retardasjonsfelt langs ny rv 41 og avsluttes i akselerasjonsfelt langs rv 41 N. Som nevnt tidligere vil ny bro over Topdalselva (i pr. 150-310 på ny rv 41) legge føringer for lengden på retardasjonsfeltet. For at filterfelt ikke skal komme i konflikt med rundkjøringens vegbane, samtidig som kurven gjennom filterfeltet ikke skal bli for krapp vil retardasjonsfelt avsluttes i pr. 70 på ny rv 41. Dette gir en total lengde på retardasjonsfelt som er kortere enn nødvendig (totalt

85 m, inkl. 15 m bredeutvidelse fra enden av ny bro over Topdalselva). Dersom fart ved innkjøring til retardasjonsfelt er 90 km/t vil farten kun reduseres til 75 km/t over avstanden. Ved varsling av rundkjøring på forhånd av bro antas fartsnivå ved innkjøring til retardasjonsfeltet å være lavere enn 90 km/t, og krav til lengde på felt for fartsreduksjon reduseres. Løsningen anses derfor som tilstrekkelig da radius ved filterfeltstart er økt. Bredden på retardasjonsfeltet er 3,5 m i tillegg til 1,5 m bred skulder, som gjennomgående veg (ny rv 41). Rekkverk mellom filterfelt og rundkjøring vurderes da farten inn i filterfeltet er relativt høyt (Statens Vegvesen, 2011d).

Akselerasjonsfeltet er planlagt med 65 m full bredde (3,5 m + 1 m skulder) før 20 m innsnevring (i henhold til beregningsmodell (Statens Vegvesen, 2012g)). Over denne strekningen skal fart økes fra 50 km/t til fart på gjennomgående veg (60 km/t) og kjøre inn på gjennomgående veg.

En analyse av trafikk og evt. tilbakeblokkeringer bør gjennomføres for å sjekke at lengden på feltene er tilstrekkelig. Dersom retardasjonsfeltets må forlenges vil dette føre til en betraktelig økning av brobredde, og denne bør være konstant over hele broens lengde av estetiske årsaker.

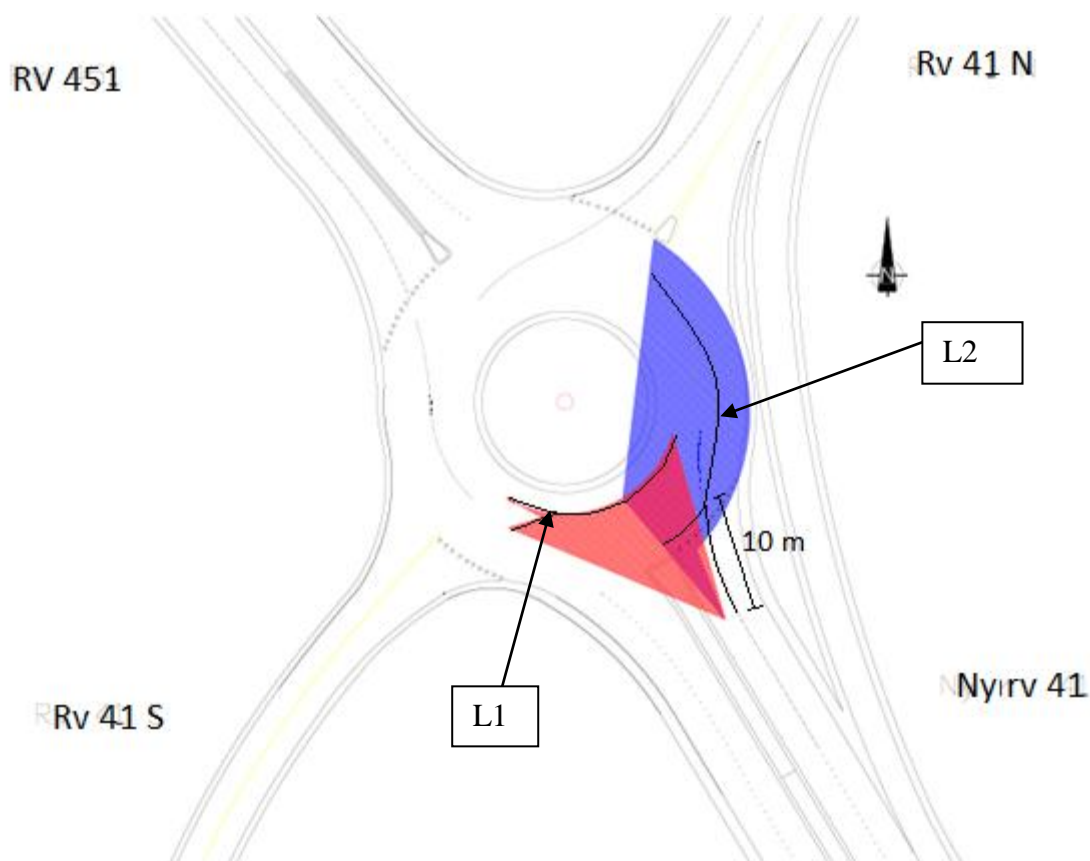
### Kontroll av sikt i rundkjøring

Det settes krav til sikt i kryssområdet i henhold til *håndbok 263 Geometrisk utforming av veg- og gatekryss* (Statens Vegvesen, 2008a). Stoppsikt skal være tilfredsstillt på alle punkter langs vegen og i sirkulasjonsområdet. For Bøenkrysset er det gjennomført siktanalyser i kryssområdet og et stykke tilbake på tilfartsvegene. Langs tilfartsvegene er siktanalyser gjennomført vha. verktøy for siktanalyse i vegmodellen i *Novapoint*. I tilfartene og sirkulasjonsområdet er manuelle siktanalyser gjennomført.

Sikt i rundkjøringen ble sjekket fra et punkt 10 m tilbake på vegarmene (fra vikeline) og gjennom rundkjøringen. Krav til sikt er gitt av antatt kjøreurveradius gjennom rundkjøringen og presenteres i tabell 18. Se figur 59 for eksempel på siktanalyse gjennomført for vegarmen ny rv 41, hvor blå og rød skravur viser sikt hhv. fremover og bakover i rundkjøringen.

	Kjørekurveradius	L1	L2	Fartsnivå
<b>Indre kjørefelt</b>	14,25 m ≈ 15 m	25	25	25
<b>Ytre kjørefelt</b>	19,75 m ≈ 20 m	30	30	30

Tabell 18 Siktkrav angitt av kjørekurveradius i rundkjøring (Statens Vegvesen, 2008a)



Figur 59 Siktanalyse på vegarmene med lengder

Senterlinje for vegarmene møtes vinkelrett i rundkjøringens sentraløy, noe som er et godt utgangspunkt med tanke på sikt inn mot og gjennom rundkjøringen. Sikt fremover og bakover i rundkjøring er tilfredsstillt på alle punkter. Som det fremgår av skissen må midtrekkverk avsluttes og endres til trompetdeleøy et stykke tilbake på tilfartene. Resultatet av siktanalysen gir føringer for plassering av skilt, som skal være godt synlig men samtidig ikke skal blokkere sikten.

Rundkjøringens høyde i planet er tilpasset eksisterende terreng slik at vegarmene i stor grad ligger horisontalt, i terrenget og rundkjøringen er godt synlig fra alle kanter. Sikt langs vegarmene for ny rv 41, rv 41 S og rv 41 N tilfredsstiller krav til stoppsikt. For ny rv 451 kan det oppstå problemer i krapp kurve før rundkjøring og sideterreng må tilpasses sikt krav. Det er ikke knyttet noen problemer til sikt i filterfelt da dette ligger flatt i terrenget.

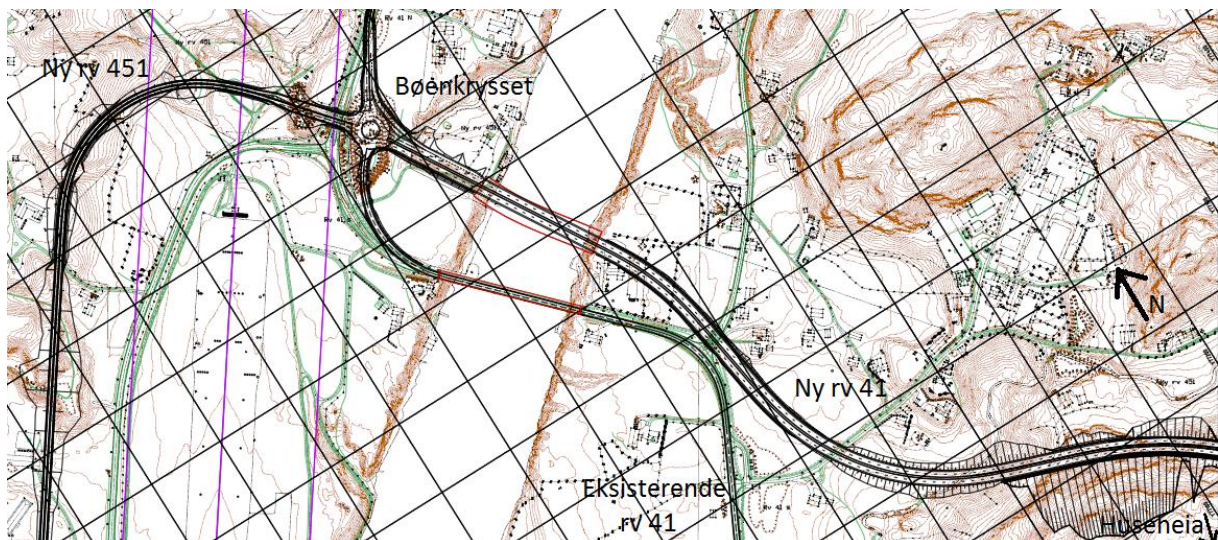
### Vegkorridor for ny rv 41

Ved vurdering av kryssalternativene ble også tilhørende vegkorridorer studert som en del av den totale vurderingen av alternativet. Ny adkomstveg til Kjevik tar av fra nytt kryss på E18 ved Skjøringsmyr forbi Hamrevann og Ve og møter ny rv 451 og eksisterende rv 41 i ny rundkjøring sør på Bøen. Videre fortsetter ny rv 451 langs flystripa frem mot Kjevik. Ny adkomstveg er markert med oransje på figur 60.



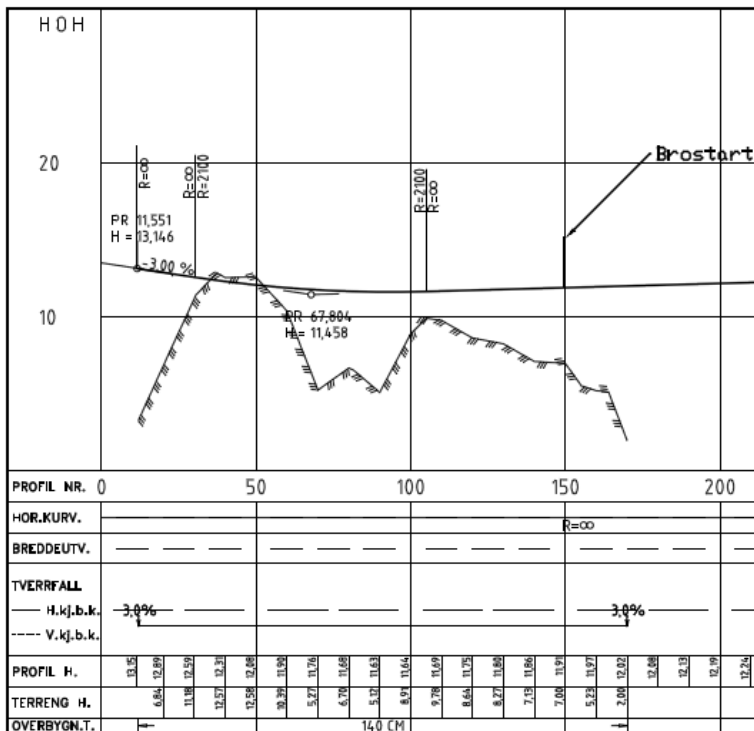
Figur 60 Ny adkomstveg til Kjevik (markert med oransje) tilknyttet nytt kryss sør på Bøen (Statens Vegvesen, 2013e)

Ny rv 41 ligger relativt tungt i skjæring fra Skjøringsmyr og følger terrenget rundt Huseheia, mot Ve. På Ve ligger vegen mellom bebyggelsen og slalåmbakken i delvis fylling ned mot flatene på Ve, se figur 61 for plantegning av vegen. Krysning av Vesbekken gjøres i løsmassefylling eller bru. Etter kryssing av Topdalselva ligger vegen langsetter en skråning med fylling mot terreng. Se figur 62 for profiltegning av vegen mellom Topdalselva og nytt kryss på Bøen. Bøenkrysset ligger i terreng og rv 451 fortsetter rundt flystripens ende i relativt kraftige fyllinger og skjæringer.



Figur 61 Plantegning av ny adkomstveg til Kjevik





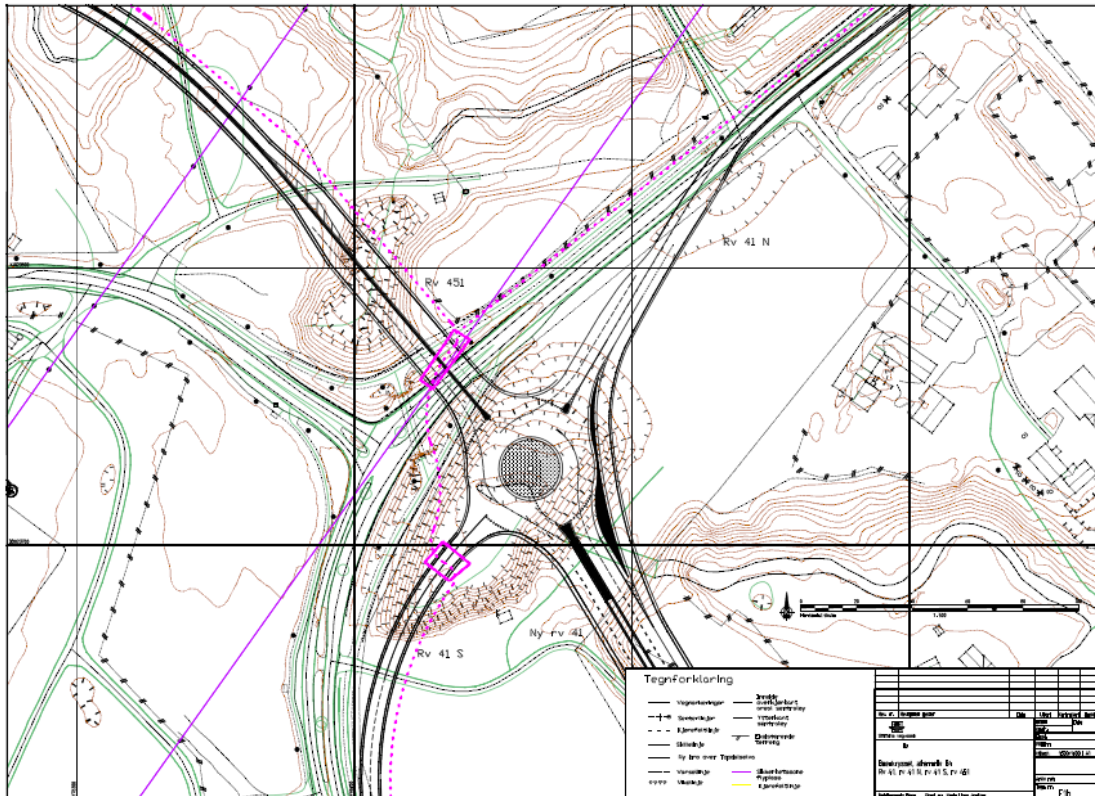
Figur 62 Profiltegning av ny rv 41 fra kryssning av Topdalsbruen til rundkjøring (pr. 0 starter i senter av rundkjøring)

For reisende fra E18 til Kjevik er ny veg 2 km kortere enn dagens løsning, med redusert kjøretid fra 8 til 5 minutter. Det er i planprogram for adkomstvegen rettet noe usikkerhet om trafikanter på E18 fra Kristiansand vil passere Timeneskrysset, hvor eksisterende rv 41 tar av og fortsetter mot Kjevik, og velge ny adkomstveg 1 km lenger frem på E18.

### Gang og sykkelveg

Løsning for gang- og sykkelveg i forbindelse med Bøenkrysset kobles til eksisterende nettverk, se stripet, rosa linje på figur 63 for skisse av løsning i kryssområdet. Planskilte kryssninger i kryssområdet vil øke den opplevde og faktiske trafikksikkerheten. Krysningspunkt er tenkt i undergang under tilfart for rv 41 S og rv 451 og GS-vegen kobles på eksisterende løsning langs rv 41 N. Langs rv 451 etableres ny, separat, GS-veg på høyre side av vegen i retning Kjevik.

Det skal settes opp rekkverk langs bilveg som krysset over gang- og sykkelveg (Statens Vegvesen, 2011d). Fri høyde i undergangen bør være  $\geq 3$  m i tillegg til 0,1 m toleransekrav. Dersom undergangen forutsettes trafikert av jordbruksmaskiner for å slippe disse på vegnettet bør fri høyde være  $\geq 4$  m (Statens Vegvesen, 2013c).

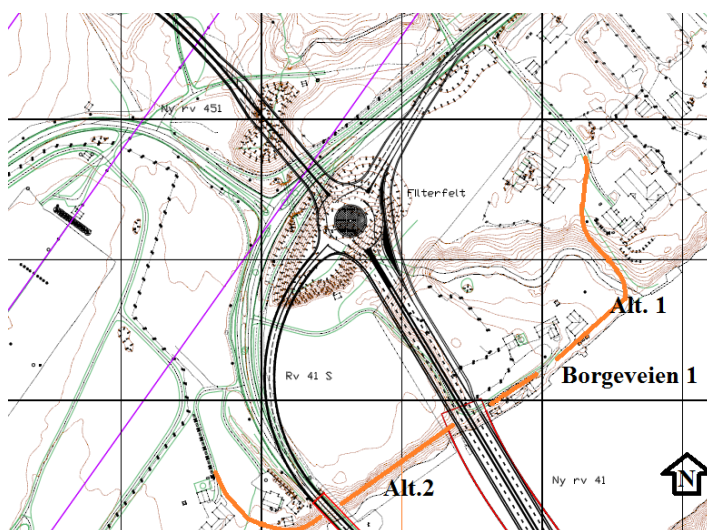


Figur 63 Prinsippskisse av gang- og sykkelveg i kryssområdet

### Lokalvegnett

I henhold til oppgavebeskrivelse skal løsning for lokalvegnettet vises på et enkelt nivå. Forslag til løsning for lokalveg på Ve ble presentert i kapittel 12 og beholdes som foreslått. Ny rv 41 og rv 451 skal være avkjørsselfri, og avkjørsler må derfor saneres til lokalvegene rv 41 N og rv 41 S (Statens Vegvesen, 2013c).

Etter kryssing av Topdalselva vil ny rv 41 ligge i trase for dagens adkomstveg til Borgeveien 1 og bygningene må derfor sikres ny adkomst. Se figur 64 for foreslått løsning.

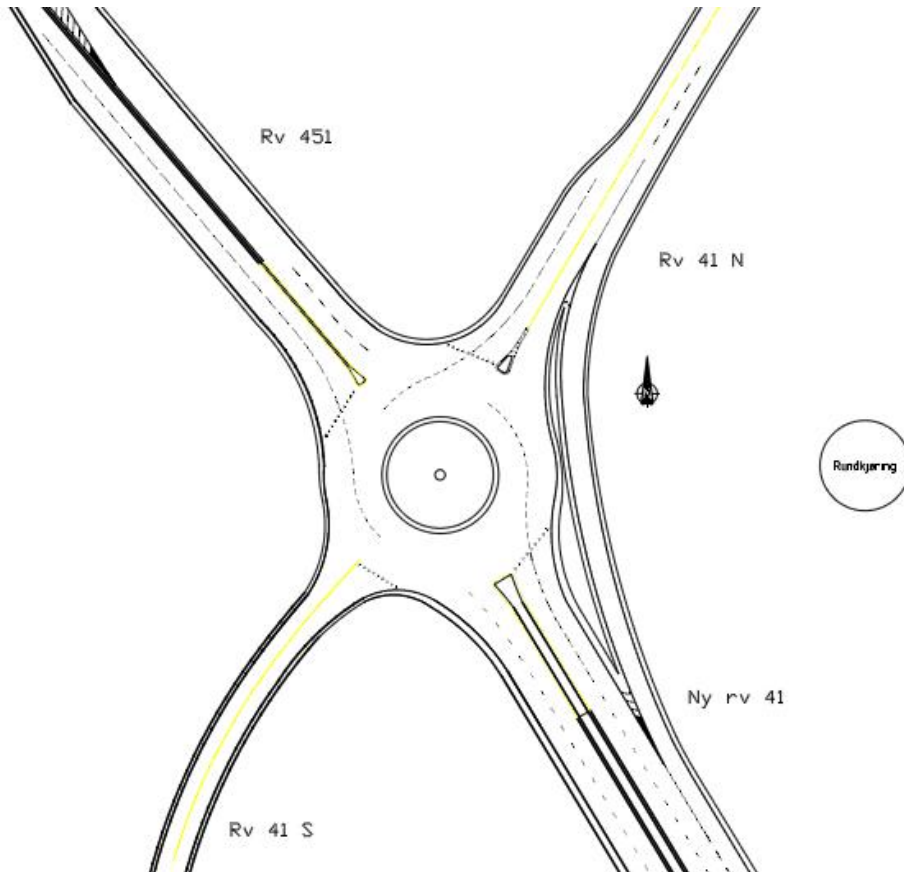


Figur 64 Skisse av alternativer lokalvegsløsning

## Ytterligere prosjekteringsvurderinger

### Vegoppmerking

Vegoppmerking for veg- og kryssløsningen er detaljert for anbefalte alternativ (B4) i henhold til Håndbok 049 Vegoppmerking (Statens Vegvesen, 2001) og presentert som vegoppmerkingsplan i tegningshefte. Modulen "Vegoppmerking" i *Novapoint* er benyttet under tegning av vegoppmerkingsplan, se figur 65, og detaljering i tegningshefte.



Figur 65 Vegoppmerking i rundkjøring

I kryss endres vegoppmerking for å markere innfart til rundkjøring, hvor ytterkant av sirkulasjonsareal markeres med vikelinje. Piler i bakken i tilfartene og sperrelinjer mellom kjørefeltene kan vurderes for bedre utnyttelse og å redusere konflikter. Ledelinjer inn i krysset er benyttet for å lede trafikken gjennom sirkulasjonsarealet og hindre at kjøretøy blir presset inn mot sentraløyen.

På tofeltsveg endres midtlinje til dobbel sperrelinje på forhånd av kryss eller deleøy i en total lengde lik  $L_s$ . På rv 41 N er dobbel sperrelinje noe kortere enn dette, da varsellinje endres for å markere akselerasjonsfelt langs motgående kjøreretning.

Varsellinje markerer breddeutvidelse fra kryss. Reduksjon i antall kjørefelt i utfart markeres med skillelinje og 50 m fletteområdet med full bredde før innsnevring. Retardasjonsfelt markeres med skillelinje, sperrelinje og sperreområdet. Akselerasjonsfelt markeres med sperrelinje og skillelinje. Gjennomgående veg markeres med varsellinje/sperrelinje mellom kjøreretningene.

## Vegskilt

Det er utarbeidet forslag til skiltplan for Bøenkrysset, se tegningshefte L01 og L02 for skiltplan og skiltliste. Forslaget stammer i krav til vegskilting i Statens vegvesens, *håndbok 050 Trafikkskilt del 1-4A* (Statens Vegvesen, 2012b). Kommentarer til skiltplan presenteres videre.

Hensiktsmessig skilting gjøres på en slik måte at trafikantene i god tid får oversikt over veglinjen fremover. Samtidig skal ikke et unødvendig antall skilt settes opp, da dette kan skape forvirring, mindre fokus på veg og hindre sikt. Plassering av skilt er her vurdert i forhold til synlighet, lesbarhet, siktforhold og estetiske forhold.

Skiltdimensjoner i kryssområdet er tilpasset et lavere fartsnivå enn skiltet hastighet på gjennomgående veg, da fart vil reduseres mot rundkjøringen.

Rundkjøring varsles tosidig med skilt 406 "Påbudt rundkjøring" og 202 "Vikeplikt" så nært vikelinje som mulig uten hinder av sikt. Fysiske trafikkøyer markeres med skilt 404.1 "påbudt kjørefelt" og 906V "hindermarkering. Skilt 703.1 "Diagramorienteringstavle" settes for forvarsling av rundkjøring. I tillegg settes tosidig skilt 711 "Tabellvegviser" opp like før rundkjøring og 713 "Vegvisningskilt" ved utfart som bekreftelse på visningsmål.

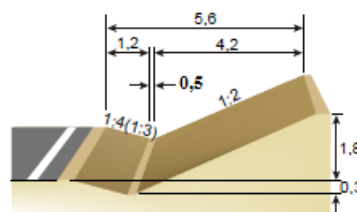
Skilt 711 "Tabellvegviser" med horisontal pil for markering av avkjøring til rv 41 N plasseres ved start av retardasjonsfelt som supplement til tabellvegviser nært rundkjøring. Skilt 912 "Avkjøringsmarkering" markerer deleøy for filterfelt. Felt for fartsøkning etter filterfelt markeres med 531.21 og 531.111 tilstrekkelig tilbake på filterfelt slik at det ikke oppstår missforståelser og på gjennomgående veg 50-100 m foran slutt av fartsøkningfelt.

For reduksjon av felt i utfart settes skilt 530 "Sammenfletting" opp på begge sider av vegen ved flettestrekningens begynnelse, uten forvarsel da fart ut av rundkjøring er lav og sikt frem mot skilt god.

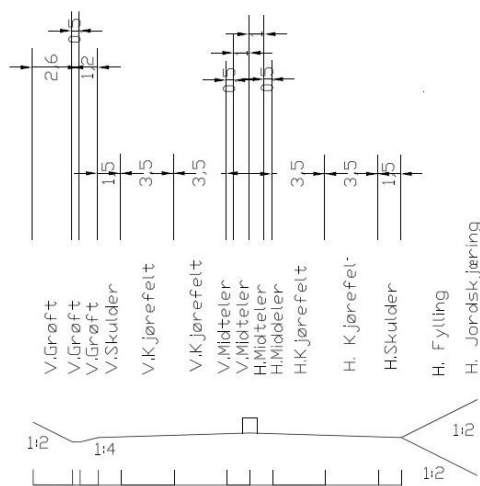
For å varsle om kryss og bedre oversikt kan fart skiltes ned mot rundkjøringen. Fart skiltes til 70 km/t på forhånd av krapp kurve på rv 451 like etter rundkjøring. Skilt 362.X settes opp etter rundkjøring på de andre vegarmene for å markere særskilt fartsgrense.

## Terrengbehandling

Fyllinger og løsmasseskjæringer er generelt planlagt med helning 1:2. Da lukkede grøfter er sikrere enn åpne grøfter anbefales dette brukt med en utforming som vist på figur 66 (Statens Vegvesen, 2011d). Med utforming som forelått vil det ikke være nødvendig med rekkverk mot fylling og skjæring, så lenge andre farlige hinder ikke befinner seg innenfor sikkerhetssonen. Se figur 67 for typisk normalprofil for ny rv 41.



Figur 66 Grøfteprofil (Statens Vegvesen, 2011d).



Figur 67 Typisk normalprofil for ny rv 41

### Sikkerhetssone

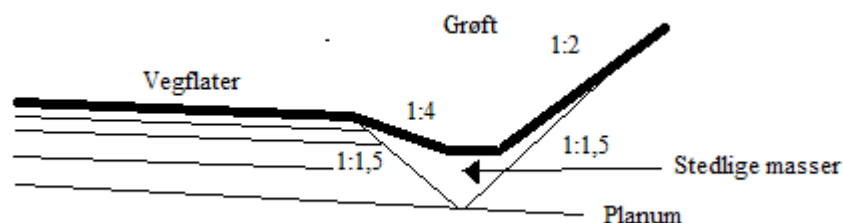
Sikkerhetssone er omtalt i *Håndbok 231 rekkverk* og er et område utenfor kjørebane kant som skal være utformet på en sikker måte (Statens Vegvesen, 2011d). Avstanden er gitt av vegstandard, linjeføring, sideterreng og evt. tillegg for spesielle sideobjekter/etater. Sikkerhetssonen er studert på et enkelt nivå for kryssområdet. Det er ikke gjort videre vurderinger av vegstrekningene. Farlige objekter innenfor sikkerhetssonen (eksempelvis trær og steiner) gjennomgås og kartlegges før bygging.

Krysset er plassert sør på Bøen i god avstand til bygninger. Eksisterende terreng i søkk vil fylles ut og man oppnår et tryggere sideområde med tanke på utforkjøring. Ny gang- og sykkelveg planlegges med planskilt krysning og rekkverk er aktuelt mot denne. Grøfter langs vegen er utformet på en slik måte at rekkverk ikke er nødvendig.

### Overbygging

For forslag til overbygging er vises det i kapittel 7.

Oppbygging av overbygging i *Novapoint* bar på utfordringer, da avgrensingsflater må defineres for å markere materialflater. Overbygging vist i tverrprofil gir inntrykk av at overbyggingen (planumflaten) avsluttes på skrå oppover, langs stråle fra vegskulder. I praksis vil overbygging legges ut slik at stråle med helning 1:1,5 fra skulder treffer horisontal planumsflate som reflekteres videre med tilsvarende helning, se figur 68. Grøfteskråning fylles, fra denne flaten til helning 1:4 mot grøftebunn og 1:2 mot terreng, ut med stedlige masser.



Figur 68 Skisse av virkelig vegoppbygging mot grøft

## Belysning

Det er ikke krav til belysning på strekning for vegklassene som møtes i krysset. I kryssområdet og langs vegarmene i en lengde tilsvarende stoppsikt skal det belyses for å redusere ulykkesrisikoen i mørke. Lysmast i sentrum av sentraløy er også en fin markering av rundkjøring. I tillegg bør veger med parallellførte gang- og sykkelveger og GS-veg belyses. Belysningsnivå i kryssområdet skal være som hovedvegen. Belysningsnivå bestemmes i henhold til Statens Vegvesens Håndbok 017 (Statens Vegvesen, 2013c)

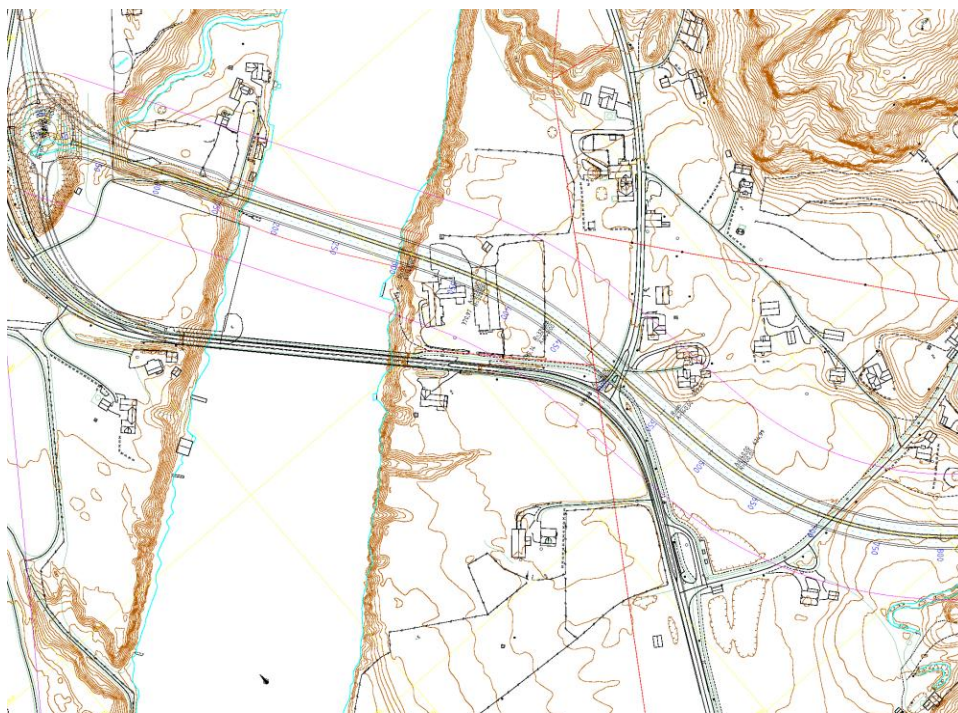
## Estetikk

Estetisk bør rundkjøringens utforming gjenspeile området og omgivelsenes karakter. Beplantning er et godt virkemiddel for å stramme opp det store kryssområdet og gjøre det mer lesbart, uten at dette hindrer sikt. Beplantning skiller sentraløy fra kjørebanelen og gjør rundkjøringen mer synlig, både på dag- og natters tid. I tillegg vil høystammede trær og lysstolper bidra positivt til å redusere inntrykket av den store asfalterte flaten (Statens Vegvesen, 2011d).

## Virkninger og konsekvenser for området

### Byggegrense

Byggegrense for ny adkomstveg til Kjevik er satt til 50 m, målt fra senterlinjen, se figur 69 hvor rosa strek markerer byggegrense for ny rv 41. Dette vil ikke ha konsekvenser for eksisterende bebyggelse, unntatt ved endringer av bygningene. Det skal ikke komme noen ny bebyggelse innefor dette området.



Figur 69 Rosa linje markerer byggegrense 50 m fra senterlinje for ny rv 41

Innenfor byggegrensen til ny rv 41 ligger det i dag tre bolighus. Et feriehus og Befalsmessen (underlagt Forsvarets eie) ligger innenfor byggegrensen til ny rv 451 før vegen krysser gjennom Forsvarets eiendom og en rekke hus ligger nært inntil veglinjen.

## Erverving av eiendom

I kapittel 13 er konsekvenser av de ulike alternativene beskrevet. Anbefalt alternativ vil få spesielt store konsekvenser for nærmiljøet på Ve, sammenliknet med de andre alternativene. Løsning, med veg i dagen vil også føre til større beslag av verdifulle jordbruksarealer. Alternative løsninger, med tunnel under Ve, ble forkastet da dette innebærer adskillige merkostnader.

Ved bygging av ny veg må der erverves arealer til vegformål. Da de flate, langstrakte jordene på Ve og Bøen har stor verdi, både for landskapsbilde og naturressurser, er dette uheldig. Total vil det beslaglegges 6 dekar og 15 dekar landbruksområder av hhv. middels og stor verdi.

Det er ønskelig å bevare gårdsbygningene som ligger nært ny rv 41 i pr.500-550 da disse har stor verdi for området kulturmiljø. På det nærmeste ligger bolighus kun 12 m fra vegskulderen, noe som vil medføre redusert bomiljø. Se figur 70 for skisse av vegen i terreng forbi huset. Huset ligger på en liten kolle og vegens inntrykk for beboerne vil i noen grad skjermes av dette. For å kompensere for det reduserte bomiljøet vurderes avbøtende tiltak i form av støyskjerm.



Figur 70 Veglinjer for ny rv 41 forbi bygninger på Ve er skissert med grå linje (google, 2013)

Næringseiendommen ved Bøen bro må fjernes (se figur 71), men dette utgjør kun en prissatt konsekvens og ervervingsprosessen forenkles (Thomas Jensen). Bygninger langs ny rv 451 ligger et stykke ifra vegen, men behovet for skjæringer og fyllinger kan føre til at disse må fjernes.



Figur 71 Grå linje markerer trase for ny rv 41 over næringseiendom på Ve (Kristiansand kommune, 2013b)

## Ikke-prissatte konsekvenser

Det vises til full konsekvensvurdering av anbefalt løsning for nytt kryss på Bøen i kapittel 13. Videre er vurderingen oppsummert i korte trekk.

Kryssløsning sør på Bøen, og tilhørende vegkorridorer nært bebyggelsen på Ve, er i stor grad tilpasset terrengets hovedform. Veggen er av store dimensjoner og asfaltflaten vil bryte med de ellers grønne, dyrkede slettene på Ve. På Bøen vil veggen ligge langs flystripens randsone og få mindre konsekvenser for de ikke-prissatte tema.

Ved videre detaljering av alternativet er det ikke funnet nødvendig å fjerne de to verdifulle gårdstunene på Ve, som først antatt i tidligere vurdering. Veggen vil ligge nært boligfeltet og kun 400 m fra skolen på Ve, og kvaliteten av nærmiljøet reduseres ved støy og luftforurensning, samt en redusert trygghets- og hyggefølelse. Avbøtende tiltak, som støyskjermer bør etableres. Ny veg ligger i innfartporten til marka på Ve, langs nordsiden av Hamreheia, og vil virke som en barriere mot naturområdet. Veggen vil også medføre endringer, om ikke stenging, av områdets eneste slalåmbakke (Tveit slalåmbakke).

Kryss er plassert i trase for Bøhnsbekken og vil føre til omlegging av denne og inngrep i den spesielle kantvegetasjonen langs bekken, med negative konsekvensene det har for naturmiljø, kulturlandskapet og gyteforhold ved fisk. Vesbekken krysses også og legges i rør. Kantvegetasjon og bebyggelse vil ikke påvirkes i stor grad, da ny bro har fått utvidet spenn for å spare disse områdene (og av stabilitetshensyn).

## Byggefaser

En kort vurdering av faser for bygging av adkomstveg til Kjevik følger. Det er ikke gjort videre arbeid med dette, da løsning enda ikke er vedtatt.

Trafikkmengden på dagens rv 41 forbi hamresanden ligger tett opp mot grensen for firefeltsveg og denne vegstrekningen er derfor mest kritisk. Ny rv 41 må bygge helt fullt ut fra Skjøringsmyr til kryss på Bøen før den får funksjon. Nytt kryss på Bøen, samt ny bro over Topdalselva, kan bygges som en egen del av prosjektet, men ferdigstilling bør koordineres med utbyggingen av ny rv 41. Dagens rv 451 kan kobles til nytt kryss med midlertidig løsning. Utbyggingstidspunkt for ny rv 451 bør ses i sammenheng med når flyplassutvidelsen skal starte og er ikke på dette tidspunkt kritisk.

Eksisterende adkomstveg til Kjevik kan brukes parallelt med utbygging av ny veg. Under bygging på Ve og Bøen må boliger sikres adkomst. Dette kan løses ved utbygging av lokalvegnett parallelt med ny rv 41 og Bøenkrysset.



## Kapittel 16 - SVVs valg av løsning

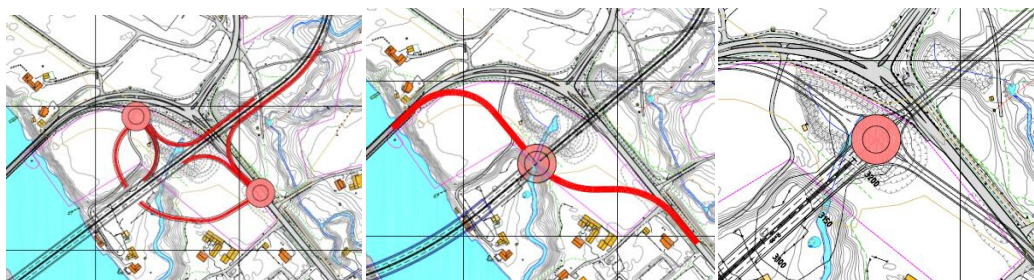
For at kreativ prosess og utarbeiding av alternativer for nytt kryss på Bøen ble ikke SVVs forslag til kryssløsninger studert før etter alternativ for videre detaljering var valgt. SVV har på dette tidspunkt ikke valgt løsning, og har foreløpig presentert fire alternativer til nytt kryss på Bøen (på et enkelt nivå) fra oktober 2012 som kommenteres i følgende kapittel, se figur 72.

SVV arbeider per dags dato med å fastsette hvilke vegkorridorer som skal utredes i kommende konsekvensutredning og utarbeidelse av kommunedelplan. De har skissert en rekke vegkorridorer for ny adkomstveg fra E18 til Kjevik. Som nevnt tidligere er kun tre av disse studert i masteroppgaven, og kun tilhørende kryssforslag er kommentert. Det foreligger ingen skisser for vegkorridor B3, nord på Bøen, av ukjente årsaker.

For vegkorridor B4 presenteres tre skisser av nytt kryss på Bøen, både i plan og planskilt, som videre benevnes som alternativ B4a, -b og -c (figur fra venstre mot høyre).

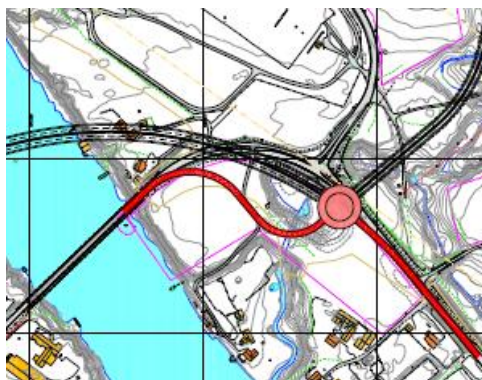
Alternativ B4a skisserer en planskilt løsning med sekundærveg i kulvert under primærvegen. Sekundærvegen kobles til primærveg fra rundkjøringer i ramper. Dette vil gi god fremkommelighet for ny rv 41 og rv 451, men samtidig legge beslag på store områder da areal og medføre store investeringskostnader.

Alternativ B4b og B4c er like i utforming og kommentarer slås derfor sammen. Kryss utformes som en standard rundkjøring og vil kreve mindre areal og investeringskostnader enn kryss i plan.



Figur 72 Statens Vegvesens skisserte kryssløsninger på Bøen for vegkorridor B4 (Asplan Viak, 2013c)

Det foreligger også skisse av en kryssløsning for vegkorridor B6, se figur 7. Kryss er utformet som en standard rundkjøring med lave investeringskostnader og arealbeslag.



Figur 73 Statens Vegvesens skisserte kryssløsninger på Bøen for vegkorridor B6 (Asplan Viak, 2013c)

Alternativ B4b og -c og alternativ B6 likner i stor grad på de foreslåtte kryssløsningene i følgende rapport. Basert på at alternativ B4 i rapporten ble vurdert som beste alternativ for nytt kryss på Bøen, kan tilsvarende SVVs alternativ B4b og –c trekkes frem som de beste alternativene.

Av beregninger av trafikkmengden gjennom krysset i dimensjoneringsåret 2040 ble det ansett som nødvendig for god måloppnåelse å etablere en stor rundkjøring med filterfelt og flere felt i tilfart, utfart og sirkulasjonsarealet. SVVs skisser av standard rundkjøringer antas derfor få kapasitetsproblemer. Det anbefales, som nevnt tidligere, videre analyser av hvordan trafikken vil fordele seg i krysset for å avdekke evt. kapasitetsproblemer før vedtak. Det er knyttet usikkerhet til resultatet i rapporten, da disse er basert på subjektive vurderinger.

## Kapittel 17 - Konklusjon

Området langs Topdalselva har vært bebodd over lengre tid, og bebyggelse og kulturhistoriske funn har stedvis stor verdi. De flate, helhetlige landbruksområdene på Bøen og Ve er trukket frem som Kristiansands beste og har stor verdi både for landskapsbilde og naturressurser. Dette, i tillegg til planer for utvikling av området har lagt føringer for utforming og plassering av nytt kryss på Bøen med tilhørende vegkorridorer. Det er ønskelig å bevare jordene i så stor grad som mulig, samtidig som beboerne i området skånes uten unødvendig store kostnader. Mulighetene for utforming av kryssløsninger er også bundet i stor grad til Statens Vegvesens foreslåtte linjer for ny adkomstveg til Kjevik.

Trafikkmengden vil være størst mellom ny rv 41 og rv 451, samt ny rv 41 og rv 41, i nordgående retning mot Ryen. Den anbefalte løsningen gir best fremkommelighet, for flest, trafikanter gjennom rundkjøringen (sammenliknet med andre, foreslåtte alternativ). Vegkorridorer for vegene som er knyttet sammen i rundkjøringen medfører de største konsekvensene for beboerne, landbruket og kulturmiljøet på Ve. På fremkommelighet og kostnader kommer løsningen bedre ut og dette, sammen fremkommelighet i rundkjøringen, veier opp for konsekvenser for landskap-, bomiljø- og landbruk. Rundkjøringen, med tilhørende vegkorridorer er derfor det beste alternativet for nytt kryss på Bøen.

En rundkjøring er tilstrekkelig for den økte trafikkmengden, og etablering av et planskilt kryss, med bedre fremkommelighet for trafikanter mellom ny rv 41 og rv 451, er unødvendig. Dette vil gi besparte kostnader og mindre arealbeslag. En ny rundkjøring, sør på Bøen, vil være med på øke fremkommeligheten mellom E18 og Kjevik, og bidra positivt til utviklingen av Kristiansand lufthavn, Kjeviks, som regionens hovedflyplass. Dette vil i andre rekke ha positiv innvirkning på byutviklingen i Kristiansand. Løsningen vil medføre stor grad av måloppnåelse i henhold til mål, fastsatt ved SVVs oppstart av prosjektet.

### Måloppnåelse

Som en oppsummering av anbefalt løsning er det ønskelig å se på måloppnåelse. Tabell 19 viser i hvor stor grad anbefalt løsning tilfredsstiller effektmål for ny adkomstveg.

Effektmål	Måloppnåelse	Kommentar
<b>Redusert kjøretid (fra 8 til 5 min)</b>	Svært god	Kjøretiden reduseres til 5 min
<b>Stabil trafikkavvikling på ny rv 41 og rv 451 i 2040</b>	Svært god	Veg og kryss er utformet med bakgrunn i prognoser for trafikk situasjon og dimensjoneringskrav.
<b>God trafiksikkerhet</b>	Svært god	Veg og kryss utformet etter kravene
<b>God fremkommelighet for kollektivtrafikken</b>	God	Ikke tilrettelagt spesielt. Spøringsanalyser er gjennomført.
<b>Trafikkseparering mellom trafikantergrupper og reisetypen</b>	Svært god	Planskilte løsninger for myke trafikanter.
<b>Antall støyutsatte boliger</b>	God	Redusert støy på Hamre Økt støy på Ve
<b>Redusert barrierevirkning mellom boligområde (på Hamre) og sjøen</b>	Svært god	Ny rv 41 legges over Hamrevann og eksisterende rv 41 forbi Hamre får redusert trafikk

Tabell 19 Vurdering av i hvilken grad nytt kryss på Bøen tilfredsstiller effektmål for ny adkomstveg

## Videre planarbeid

Vurdering av kryssløsning for nytt kryss på Bøen gjøres som en del av prosessen med utarbeiding av kommunedelplan for ny adkomst til Kristiansand lufthavn, Kjevik. En løsning er anbefalt, men det bør gjøres videre analyser før Statens Vegvesen i samarbeid med Kristiansand kommune vedtar endelig kryssløsning som inkluderes i forslag til kommunedelplan for rv 41/rv 451 (ferdig innen sommeren 2014).

## Referanser

- Andersen, S.C. (kontinuerlig kontakt over masteroppgaveperioden, våren 2013) Asplan Viak innleid av Statens Vegvesen)
- Aakre, A. (2008) *Trafikkavvikling i kryss*. EVU-kurs Veg- og geteplanlegging. Lillehammer.
- Aakre, A. (04.04.13) Amanuensis. Institutt for bygg, anlegg og transport.
- Aalen, Ø. (2013) *Rv41 og rv451 Ny veg til Kjevik. Møte med Avinor*. Distriktskontoret: Statens Vegvesen region sør
- Aalen, Ø. og Undheim, I. (2013) *Landskap, naturressurser, nærmiljø og friluftsliv. Rv 41 og rv 451 Ny veg til Kristiansand lufthavn Kjevik*. Kristiansand: Statens Vegvesen region sør
- Arntzen, M.L. (2012) *Ny veg til Kristiansand lufthavn, Kjevik, fra Fv.41*. Trondheim: NTNU
- Asplan Viak (2013a) *Plan og profil rv 41/rv 451 pr. 2400-3700*. Kristiansand: Statens Vegvesen region sør
- Asplan Viak (2013b) *Anbefalte alternativer rv 41/rv 451. B-korridorer*. Kristiansand: Statens Vegvesen region sør
- Asplan Viak (2013c) *Mulig kryssløsninger Kjevik*. Kristiansand: Statens Vegvesen region sør
- Avinor (2011) *Restriksjonsplan for Kristiansand lufthavn, Kjevik*. Kristiansand: Avinor
- Berg-Thomassen, S. (2007) *Rv 41. Hp 01 Timenes – Ryen (xrv453) Parsell Bjønndalen – Bøen*. Kristiansand: Statens Vegvesen region sør.
- Byuviklingsenheten (2007) *Reguleringsplan for Kristiansand lufthavn – Kjevik. Planbeskrivelse og konsekvensutredning*. Kristiansand: Kristiansand kommune
- By- og samfunnsenheten (2012) *Høringsuttalelse til transportetatens forslag til nasjonal transportplan (NTP) 2014-2023*. Kristiansand: Kristiansand kommune

Engelsman, J.c. og Uken, M. (2007) *Turbo roundabouts as an alternative to two lane roundabouts*. Pretoria, Sør-Afrika: Transformation Technologies cc.

Giæver, T. (2010) *Utforming av rundkjøringer*. EVU-kurs vegplanlegging, Bergen.

Google maps (2013) *Google maps*. Hentet:01.01.13-06.06.13, fra <https://maps.google.no/maps?hl=en&tab=wl>

Jensen, T. (kontinuerlig kontakt over masteroppgaveperioden, våren 2013) Planansvarlig for Kommunedelplan for ny rv 41 og rv 451 – Ny veg til Kristiansand Lufthavn Kjevik

Jensen, T. (2013a) *Silingsrapport Kristiansand: Statens Vegvesen region sør*

Jensen, T.K. (2013b) *Rv 41 og rv 451 Ny veg til Kjevik – Vegstandard*. Kristiansand: Statens Vegvesen region sør

Justisdepartementet, Lovdata (2004) *Forskrift om begrenning av forurensning*. Hentet 03.05.13 fra <http://www.lovdata.no/for/sf/md/td-20040601-0931-010.html>

Kjeviksiden (udatert) Hentet: 03.03.2013 fra <http://www.kjevik.dk/default.htm>

Kristiansand kommune (2010) *Planbeskrivelse. Detaljplan for Kjevik – Soldatheimen*. Kristiansand: Kristiansand kommune

Kristiansand kommune (2011a) *Kommunedelplanens arealdel, Kjevik* Hentet: 22.03.2013 fra [http://www.kristiansand.kommune.no/Documents/Kommuneplan%202011-2022/Vedtatt%20kommuneplan%202011-2022/Kart/10\\_Kjevik.pdf](http://www.kristiansand.kommune.no/Documents/Kommuneplan%202011-2022/Vedtatt%20kommuneplan%202011-2022/Kart/10_Kjevik.pdf)

Kristiansand kommune, teknisk (2013a) *Kommunedelplan for Hamrevann-området*. Kristiansand: Kristiansand kommune

Kristiansand kommune (2013b) *Situasjonskart*. Kristiansand: Kristiansand kommune

Larsen, K.R. (kontinuerlig kontakt over masteroppgaveperioden, våren 2013) Vianova Trondheim

Liebel, H. (2013) *Verdivurdering av naturmiljø*. Kristiansand: Statens Vegvesen region sør

Landbruks- og miljøverndepartementet (2005) *Plan- Og bygningsloven og landbruk pluss*. Oslo: Miljøverndepartementet

Ludvigsen, S. (2013) *Kristiansand Kjevik*. Hentet: 04.02.13, fra <http://www.festningsverk.no/kjevik.htm>

NGU (2012) *Løsmassekart Nasjonal løsmassedatabase*. Hentet 06.04.2013 fra <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>

Miljøverndpartemenet (1994) *Riks- og fylkesveger*. Hentet: 15.04.2013, fra [http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/dok/lover\\_regler/retningslinjer/1994/t-1057-riks-og-fylkesveger.html?id=107727](http://www.regjeringen.no/nb/dep/md/dok/lover_regler/retningslinjer/1994/t-1057-riks-og-fylkesveger.html?id=107727)

Nilsen, Ø.L. (2013) *Trafikkberegninger rv 41 Kjevik*. Tønsberg: Rambøll

Nilsen, Ø.L. og Lunde, T. (2009) *Trafikkanalyse reguleringsplan Kjevik*. Trondheim, Rambøll)

Norconsult (2009) *Rundkjøring*

Norskeflyplasser (udatert, skrevet første gang i 1957). Hentet 02.03.13, fra <http://www.norskeflyplasser.no/public.aspx?pageid=43705>

Norsk vegdatabank (udatert) hentet 05.04.2013, fra <http://svvgw.Vegvesen.no/http://svvnvdbapp.Vegvesen.no:7778/webinnsyn/anon/index>

Rekaa, K.S.L. (2012) *Vurdering av kryssløsning på Klett*. Trondheim: NTNU

Rui, L.M. (2013) *Vedlegg til forslag planprogram. Verdivurderinger kulturmiljø*. Kristiansand: Statens Vegvesen region sør

Rådmannen, Kristiansand kommune (2011) *Styrke i muligheter. Kommuneplan 2011-2022*. Kristiansand: Kristiansand kommune

Smeby, T.J. (2011) *Planprosess, involvering og kvalitet*. Foredrag på Tunnel skolen, Trondheim.

Statens Vegvesen (1992a) *Valg av krysstype*. Hentet 17.03.2013 fra:

[http://www.Vegvesen.no/s/bransjekontakt/Hb/hb017-1992/DelC\\_Detaljkapitler/18.Vegkryss/18\\_Valg\\_av\\_krysstype.htm](http://www.Vegvesen.no/s/bransjekontakt/Hb/hb017-1992/DelC_Detaljkapitler/18.Vegkryss/18_Valg_av_krysstype.htm)

Statens Vegvesen (1992b) *Detaljutforming av rundkjøringer*. Hentet: 17.03.2013 fra:

[http://www.Vegvesen.no/s/bransjekontakt/Hb/hb017-1992/DelC\\_Detaljkapitler/18.Vegkryss/18\\_Detaljutforming\\_av\\_rundkjoeringer.htm](http://www.Vegvesen.no/s/bransjekontakt/Hb/hb017-1992/DelC_Detaljkapitler/18.Vegkryss/18_Detaljutforming_av_rundkjoeringer.htm)

Statens Vegvesen (2001). *Håndbok 049 Vegoppmerking*. Oslo: Vegdirektoratet

Statens Vegvesen (2005) *PROF (versjon 1.51)*. Oslo: Verdirektoratet

Statens Vegvesen (2006) *Byggegrenser i arealplaner*. Kristiansand: Statens Vegvesen region sør.

Statens Vegvesen (2008a). *Håndbok 263 Geometrisk utforming av veg- og gatekryss*. Oslo: Vegdirektoratet

Statens Vegvesen (2008b). *Håndbok 265 Linjeføringsteori*. Oslo: Vegdirektoratet

Statens Vegvesen (2009) *E6 Ringebu sør – Otta*. Statens Vegvesen region sør

Statens Vegvesen Region Sør (2010a) *Rutevise planer for riksvegnettet. Riksvegrute 3. 2014-2043 (Versjon ALFA 0046c)*. Statens Vegvesen region sør.

Statens Vegvesen Region Sør (2010b) *Rv. 41 Timenes-Hamresanden. Gang/sykkelveg Kristiansand kommune. Detaljeringsplan. Plan nr 1136. Planbeskrivelse*. Kristiansand: Statens Vegvesen region sør.

Statens Vegvesen (2010c). *Håndbok 021Vegtunneler*. Oslo: Vegdirektoratet

Statens Vegvesen (2011a) *Hovedrapport. Konseptvalgutredning for samferdselspakke for Kristiansandsregionen*. Kristiansand: Statens Vegvesen region sør



Statens Vegvesen (2011b) *Rutevis plan for riksvegnettet. Rute 5a. Region vest: Statens Vegvesen region vest.*

Statens Vegvesen (2011c). *Håndbok 018 Vegbygging.* Oslo: Vegdirektoratet

Statens Vegvesen (2011d). *Håndbok 231 Rekkverk.* Oslo: Vegdirektoratet

Statens Vegvesen (2011e) *Kan få Norges første turborundkjøring.* Hentet 16.03.2013 fra <http://www.Vegvesen.no/Europaveg/e6ost/Nyhetsarkiv/Kan+f%C3%A5+Norges+f%C3%B8rste+turborundkj%C3%B8ring.197170.cms>.

Statens Vegvesen (2012a) *Mer om kjøring i rundkjøringer.* Hentet: 24.02.2013 fra <http://www.Vegvesen.no/Trafikkinformasjon/Lover+og+regler/Trafikkregler/Kjoring+i+rundkjoringer/N%C3%A6rmere+om+kj%C3%B8ring+i+rundkj%C3%B8ringer>

Statens Vegvesen (2012b). *Håndbok 050 Trafikkskilt.* Oslo: Vegdirektoratet

Statens Vegvesen (2012c). *Håndbok 140 Konsekvensanalyser.* Oslo: Vegdirektoratet

Statens Vegvesen (2012d) *Igang satt planarbeid.* Kristiansand: Statens Vegvesen region sør.

Statens Vegvesen (2012e) *Kommunedelplan Rv41/rv451 Ny veg til Kjevik. Oppstartsmøte.* Kristiansand: Statens Vegvesen

Statens Vegvesen (2012f) *Kommunedelplan Rv41/rv451 Ny veg til Kjevik. Møte Intern samarbeidsgruppe.* Kristiansand: Statens Vegvesen

Statens Vegvesen (2012g) *Akselerasjonsmodell* Mottatt på mail fra Terje Giæver hos Statens Vegvesen. Dato: 10.04.2013

Statens Vegvesen (2013a) *Retardasjonsmodell*, gjeldende utgave. Mottatt på mail fra Terje Giæver hos Statens Vegvesen. Dato:10.04.2013

Statens Vegvesen (2013b) *Rv 41 og rv 451 Ny veg til Kjevik. Møte med Avinor.* Kristiansand: Statens Vegvesen

Statens Vegvesen (2013c). *Håndbok 017 Veg- og gatutforming.Utkast til ny håndbok*. Oslo: Vegdirektoratet

Statens Vegvesen (2013d) *Rv 41 og rv 451. Ny veg til Kristiansand lufthavn, Kjevik*. Kristiansand: Statens Vegvesen region sør.

Statens Vegvesen (2013e) *Rv 41 Forslag til planprogram*. Kristiansand: Statens Vegvesen region sør.

Sweco (2013e) *Reguleringsplan med konsekvensutredning. E39 Kviltorp - Lergrovika*. Molde: Statens Vegvesen region midt

Telemarksvegen (udatert). *Velkommen til Telemarksvegen*. Hentet: 05.03.13, fra <http://www.telemarksvegen.no/index.php?menuid=7&expand=7&LanguageID=1>

Transportøkonomisk institutt (2009) *Trafikksikkerhetshåndboken*. Transportøkonomisk institusjon. Oslo: Norsk senter for samferdselsforskning.

Transportøkonomisk institutt (2011) *Fysisk fartsregulering og rundkjøringer*. Oslo: Norsk senter for samferdselsforskning.

Qvalben, P. (2011) *Resultat fra trafikkteLLinger på rv 41*. Areandal: Asplan Viak 36 Qvalben, P. (kontinuerlig kontakt over masteroppgaveperioden, våren 2013) Vegplanlegger hos Asplan Viak, innleid av Statens Vegvesen.

Vegdirektoratet (2012) *Nasjonal sykkelstrategi 2014-2023*. Oslo: Statens Vegvesen

Vianova systems (2013) *Novapoint*. Hjelp. Hentet: 10.06.2013 fra: <http://wiki.novapoint.com/doku.php/no:np:start>

Vianova systems (udatert) *Novapoint*. Hentet: 01.06.2013 fra: [http://www.vianovasystems.no/Produkter/Novapoint#.Uasq\\_0BUGSp](http://www.vianovasystems.no/Produkter/Novapoint#.Uasq_0BUGSp)

## Vedlegg

Vedlegg 1 – Tegningsliste for skisser i Novapoint

Vedlegg 2 – Referat fra oppstartsmøte til masteroppgaven

Vedlegg 3 – Verdi av området - tabell

Vedlegg 4 – Verdi av området - kart

Vedlegg 5 – Svingebevegelser i kryss på Bøen

Vedlegg 6 - Rundkjøringsdimensjoner

Vedlegg 7 – Skisser av rundkjøringsalternativene

Vedlegg 8 - Spøringsanalyser

Vedlegg 9 – Manuelle beregninger av kjørelengde og -tid

Vedlegg 10 – Rangering av kryssalternativene

Vedlegg 11 – Masteroppgave



## Vedlegg 1 - Tegningsliste for skisser i Novapoint

Vedlegget inneholder en oversikt over tegninger som kan finnes i separat tegningshefte som vedlegg til masteroppgaven. Plan- og profiltegninger at alternativer for nytt kryss på Bøen foreligger. Alternativ B4 er valgt for videre detaljering. Tegningene er navngitt i henhold til Statens Vegvesens manual for tegningspresentasjon.

<b>Tegningsnr.</b>	<b>Tegningstittel og alternativ</b>	<b>Sidetall</b>
	Tegningsliste	1
	Notat til tegninger	2
C01	Plan og profil B4 ny rv 41	3
C02	Plan og profil B4 ny rv 451	4
C03	Plan og profil B4 rv 41 S	5
C04 x skriv på	Plan og profil B4 rv 41 N	6
C05	Plan og profil B3 ny rv 41	7
C06	Plan og profil B3 ny rv 451	8
C07	Plan og profil B3 rv 41 S	9
C08	Plan og profil B3 rv 41 N	10
C09	Plan og profil B6 rv 41 S	11
C10	Plan og profil B6 ny rv 41	12
C11	Plan og profil B6 ny rv 451	13
C12	Plan og profil B6 rv 41 N	14
C13	Skråningsutslag B4	15
C14	Skråningsutslag B3	16
C15	Skråningsutslag B6	17
E01	Bøenkrysset B4	18
E01b	Bøenkrysset B4 (1:500)	19
E02	Bøenkrysset B3	20
E03	Bøenkrysset B6	21
E04	Gang- og sykkelveg B4	22
F01 x skriv på helning	Typisk normalprofil, ny rv 41	23
F02 x skriv på helning	Typisk normalprofil, ny rundkjøring	24
		25
L01	Skiltplan, B4	26
L02	Skiltliste, B4	27
L03	Oppmerkingsplan, B4	28
L04	Oppmerkingstabell, B4	29
U01 x skriv på B4	Tverrprofil, ny rv 41 B4	30

## Vedlegg 2 - Referat fra oppstartsmøte til masteroppgaven

**Sted:** Kristiansand

**Dato:** 13.04.2013

**Til stedet:** Thomas Kaaløy Jensen, Per Qvalben og Maria Lines Arntzen

### Oppsummering:

- Introduksjon til området og planer
- Dimensjoneringsklasser for ny veg ble gjennomgått
- Utkast til ny *Håndbok 017 Veg- og gateutforming* skal brukes ved prosjektering.
- Tilgang til Statens Vegvesens interne nettverk *erom* ble tildelt. Dette brukes til fildeling under prosessen.
- Oppgavetekst ble fastsatt
- Det skal gjøres vurdering av kryssløsninger med utgangspunkt i B-vegkorridorene over Hamrevann og videre mot Kjevik foreslått i planprogram
- Det skal gjøres en vurdering av valg av rundkjøring som planlagt krysstype. Andre krysstyper skal diskuteres og vurderes.
- Høyderestriksjoner ved Kristiansand lufthavn, Kjeviks, sikkerhetsone og høyderestriksjoner vil gjøre det uaktuelt med planskilte kryss med konstruksjoner over bakkenivå. Sekundærveg må derfor legges under primærveg.
- Trafikkberegninger gjort i forbindelse med forberedelse til planarbeid skal benyttes som trafikkgrunnlag med videre antagelser og beregninger.
- Trafikkmengden på ny rv 451 i år 2040 overskrider grensen for tenkt dimensjoneringsklasse (H4) og denne må derfor utformes med fysisk midtdeler.
- Nytt kryss skal være økonomisk og øke kjøretiden i så liten grad som mulig, samtidig som hensyn til omgivelser og miljø ivaretas.
- Rundkjøringsdiameter på ca. 45 m og to felt i sirkulasjonsarealet vil være tilstrekkelig med filterfelt
- Rv 451 kan ligge i krapp kurve etter rundkjøring, sør på Bøen, dersom fart skiltes ned.
- Alternativer skal hovedsakelig sammenliknes på et kvalitativt nivå, med fokus på trafikale egenskaper ved krysset og trafiksikkerhet. Andre prissatte og ikke-prissatte konsekvenser kommenteres og vurderes.

### Befaring

Under befaring i området ble det opparbeidet et grunnlag som gjorde det enklere å gjennomgå og forstå foreliggende planer. Dagens veg- og trafikksituasjon ble studert. Det ble observert kødannelse i dagens kryss på Bøen i rushtiden (mellom 16 og 17). Området oppleves som et idyllisk område med et åpent og langstrakt landskap. Topdalselva er vid, med sidebekker som skjærer gjennom jordene på Bøen.

### Vedlegg 3 - Verdi av området - tabell

Videre presenteres en samlet verditablell for ikke-prissatte tema fra vurdering av verdien av området.

Landskapsbilde Bøen –Ryen	Større åpent kulturlandskap med gode visuelle kvaliteter. Eldre bebyggelse med vegetasjonsrike hager er med på å forsterke inntrykket. Bøesbekken skjærer seg ned i landskapet, som en ravinedal. Den er delvis skult av tett vegetasjon på begge sider.	Middels – Stor
Kulturminner Bøen og Ve	Bosetningsspor fra stein- og jernalderen.	Middels
Kulturminner Bøen og Ve	Gårdsbebyggelse fra 18- og 1900-tallet med spesiell arkitektur.	Stor
Nærmiljø og friluftsliv Hamre - Ve	Kulturlandskap med spredt bebyggelse. Stier med forbindelse til Huseheia, Hamrevann og Vesann. Elva brukes til fiske. Ve skole (1-10 kl) bruker området til uteaktivitet og skolevei.	Middels
Nærmiljø og friluftsliv Bøen-Ryen	Landbruksområde med spredt bebyggelse og turmuligheter på lokalveger.	Middels
Naturmiljø Bøhn- og Dalebekken	Viktige bekkedrag med spesiell kantvegetasjon og viktige gyteområder	Middels
Naturmiljø Vesbekken	Spesielt viktig bekkedrag med spesiell kantvegetasjon og viktige gyteområder	Middels- Stor
Naturmiljø Topdalselva	Grunnvannsområdet rundt Topdalselva er viktige områder for fugl	Middels
Naturressurser Bøen og Ve	Jordene er trukket frem som de beste landbruksområdene i Kristiansand kommune	Stor
Naturressurser Bøen	Ved Bøen bro er jordene kupert med noe redusert verdi	Middels- Stor

Videre presenteres kartgrunnlag for de ikke-prissatte tema. Forklaring av aktuelle henvisninger til tall og bokstaver er presentert i teksten. Fargemarkeringene er som følger:

Rød: stor verdi

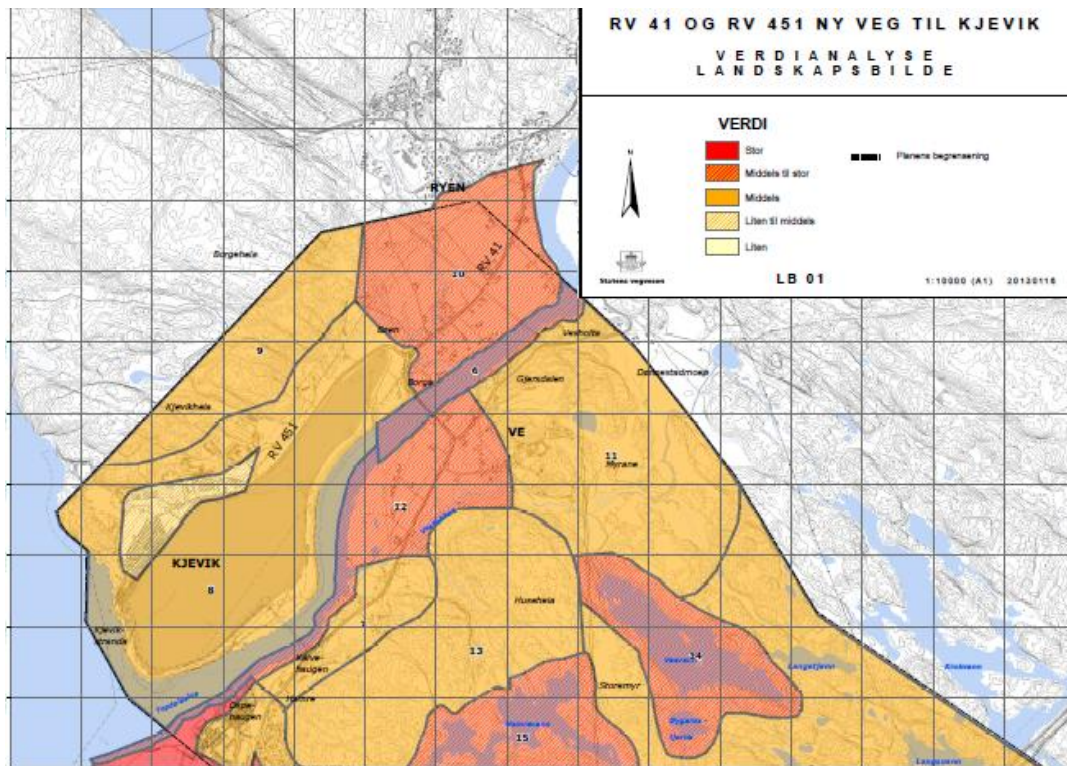
Oransje: middels verdi

Hvit: liten verdi

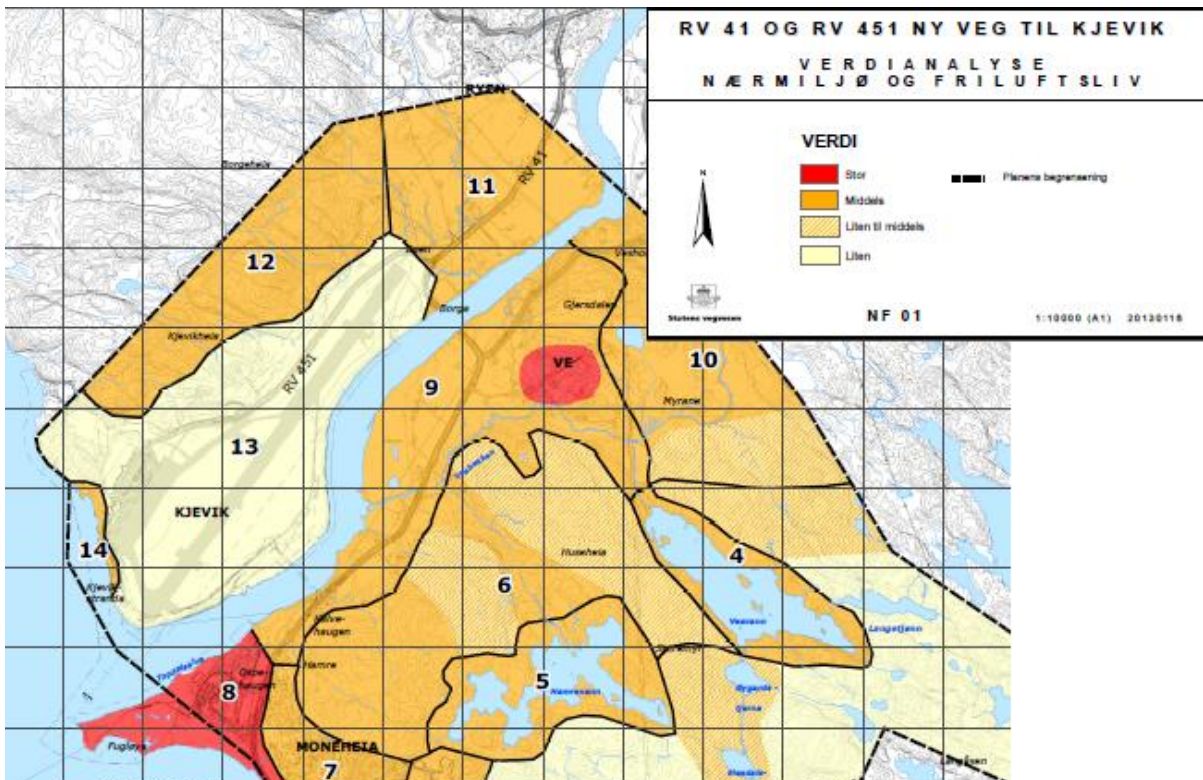
## Vedlegg 4 - Verdi av området - kart

Videre presenteres kart som er benyttet ved fremstilling av områdets verdi.

### Landskapsbilde:



### Nærmiljø og friluftsliv:











Andel av totaltrafikken i krysset [%]				
	Til Rv 41 (sør)	Til Rv 41 (nord)	Til Rv 451	sum
Fra Rv 41 (sør)	0	17	18	35
Fra Rv 41 (nord)	20	0	8	28
Fra Rv 451	31	7	0	37
sum	50	24	26	100

Svingebevegelsenes andel av trafikk på vegarmen ble beregnet av følgende formel:

$$\text{Svingebevegelsenes andel} = \frac{\text{Antall kjt som gjennomførte svingebevegelse A}}{\text{Antall kjt på vegarmen totalt}}$$

Andelen av totaltrafikk i krysset ble beregnet av følgende formel:

$$\text{Andel av total trafikk i krysset} = \frac{\text{Trafikk på vegarmen i maksimaltimene}}{\text{ÅDT gjenno krysset} * 2}$$

### Trafikkprognoser - Ny firearmet rundkjøring

Videre ble trafikkberegninger i dagens kryss brukt til å gjøre antagelser om trafikkfordelingen i ny firearmet rundkjøring på Bøen. Se tekstdokument for forklaring.

Antall kjt. inn i rk. fra vegarmene	
Rv 41 S	500
Rv 41 N	4500
Rv 451	4500
Ny Rv 41	7500

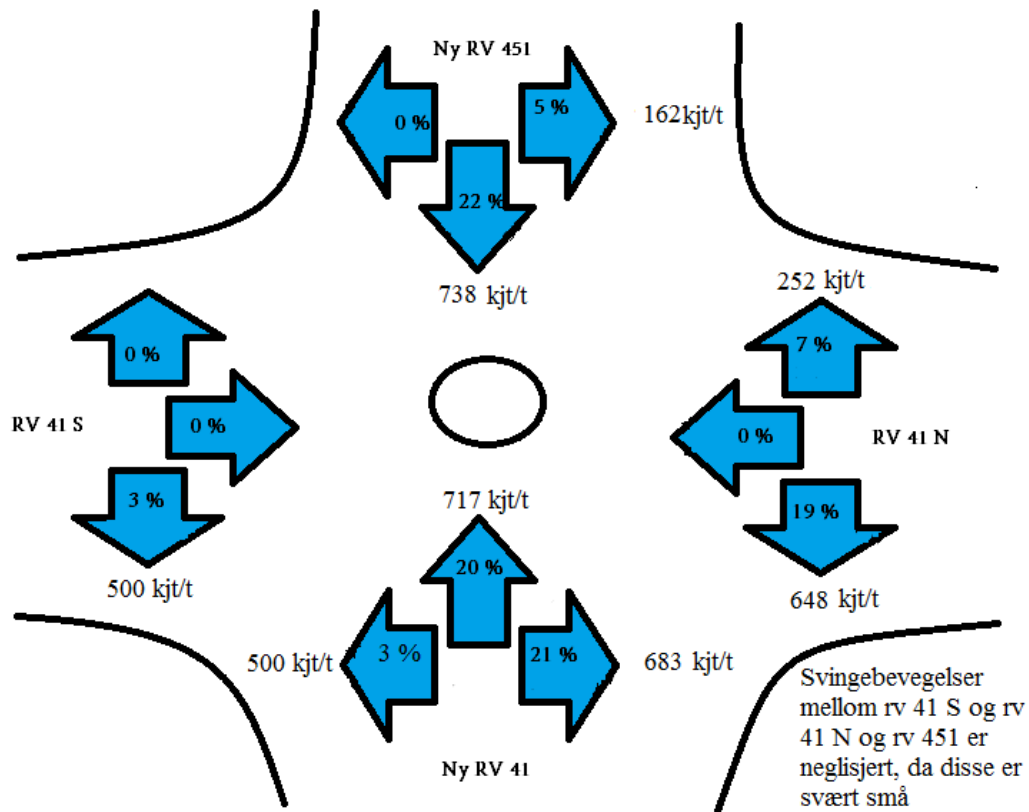
Svingebevegelsenes andel av total trafikk på vegarmen [%]					
	Til Rv 41 (sør)	Til Rv 41 (nord)	Til Rv 451	Til ny rv 41	sum [%]
Fra Rv 41 (sør)	0	0	0	100 %	100
Fra Rv 41 (nord)	0	0	28 %	72 %	100
Fra Rv 451	0	18 %	0	82 %	100
Fra ny rv 41	6,67 %	45,5 %	47,8 %	0	100

ÅDT på innfartene til rundkjøringen [kjt/d]					
	Til Rv 41 (sør)	Til Rv 41 (nord)	Til Rv 451	Til ny rv 41	sum gjennom rk
Fra Rv 41 (sør)	0	0	0	500	500
Fra Rv 41 (nord)	0	0	1260	3240	4500
Fra Rv 451	0	810	0	3690	4500
Fra ny rv 41	500	3414	3586	0	7500
<b>sum gjennom rk</b>	<b>500</b>	<b>4224</b>	<b>4846</b>	<b>7430</b>	<b>17000</b>

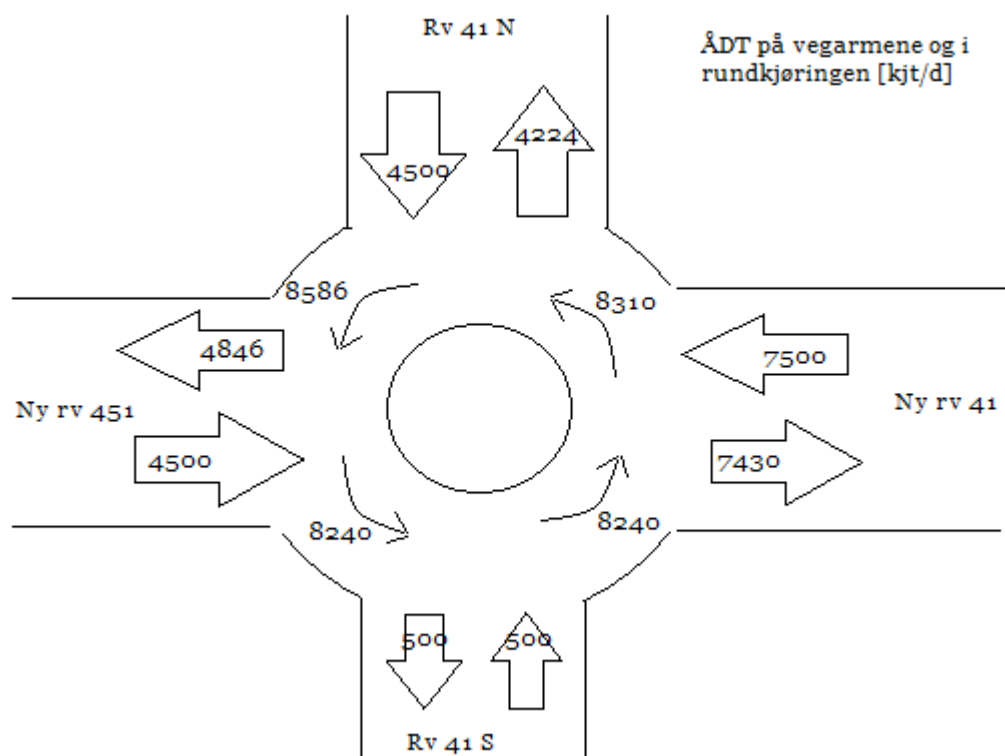
Trafikk på innfart i makstimen [kjt/t] (20 % av ådt)					
	Til Rv 41 (sør)	Til Rv 41 (nord)	Til Rv 451	Til ny rv 41	sum gjennom rk
Fra Rv 41 (sør)	0	0	0	100	100
Fra Rv 41 (nord)	0	0	252	648	900
Fra Rv 451	0	162	0	738	900
Fra ny rv 41	100	683	717	0	1500
<b>sum gjennom rk</b>	<b>100</b>	<b>845</b>	<b>969</b>	<b>1486</b>	<b>3400</b>

Andel av totaltrafikken gjennom krysset [%]					
	Til Rv 41 (sør)	Til Rv 41 (nord)	Til Rv 451	Til ny rv 41	sum gjennom rk
Fra Rv 41 (sør)	0	0	0	3	3
Fra Rv 41 (nord)	0	0	7	19	26
Fra Rv 451	0	5	0	22	26
Fra ny rv 41	3	20	21	0	44
<b>sum gjennom rk</b>	<b>3</b>	<b>25</b>	<b>29</b>	<b>44</b>	<b>100</b>

Figurene som følger ligger vedlagt i teksten, men er tatt med i vedlegg for bedre lesbarhet.



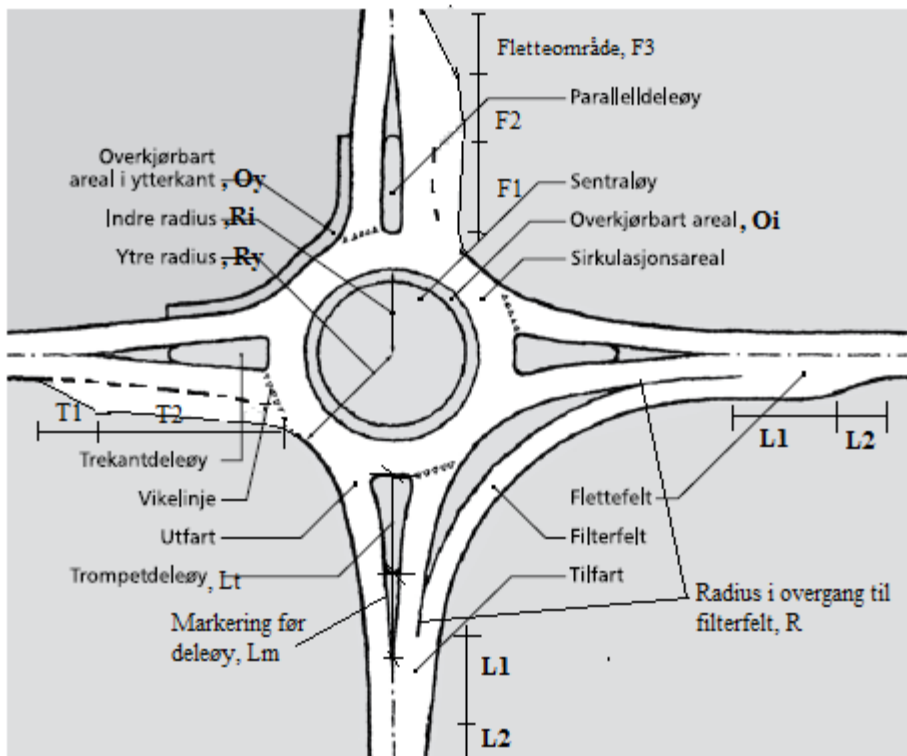
Figuren over viser hvordan trafikken på de ulike vegarmene fordeler seg i krysset og prosentvis andel av total trafikk i krysset. Tall er gitt for makstimen i døgnet.



Figuren over viser trafikkbevegelsene i krysset over døgnet.

## Vedlegg 6 - Rundkjøringsdimensjoner

Videre er dimensjoneringsstørrelser for alternativene oppsummert i tabell. Figur er lagt ved for å forklare forkortelser benyttet i tabell.



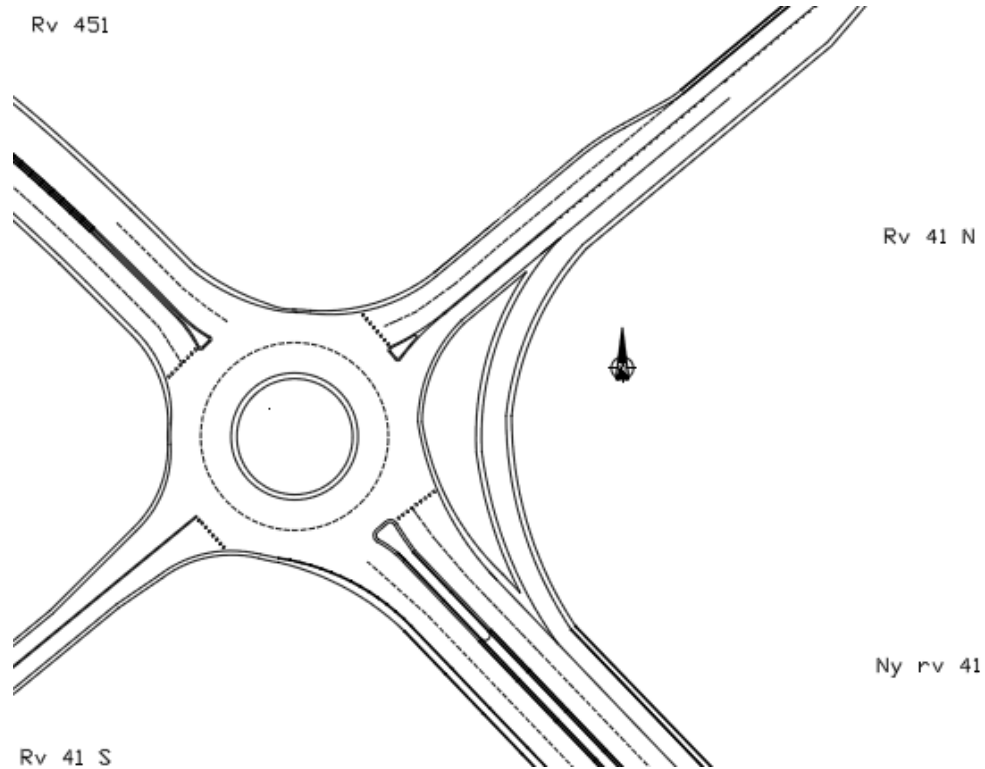
	B3				B4				B6			
Ry	Ca. 23 m				Ca. 24 m				Ca. 23 m			
Ri	Ca. 11,5 m				Ca. 11,5 m				Ca. 11,5 m			
Oi	1 m				1 m				1 m			
Oy	Mellom: - rv 41 N og rv 451 - rv ny rv og rv 41 N				Mellom : - rv 41 N og rv 451				Mellom: - rv 41 N og rv 451			
	Ny rv 41	Rv 41 N	Ny rv 451	Rv 41 S	Ny rv 41	Rv 41 N	Ny rv 451	Rv 41 S	Ny rv 41	Rv 41 N	Ny rv 451	Rv 41 S
To felt i tilfart (T1 + T2) [m]	hele	15+ 50	25+ 80	x	hele	15+ 50	25+ 80	x	hele	15+ 50	x	x
To felt i utfart (F1 + F2 + F3) [m]	hele	x	50+ 50+ F3		hele	x	50+ 50+ F3	x	hele	x	50+5 0+F3	x
Deleøy- lengde [m]	30	Lt= 10 + Lm = 20	30	x	30	Lt= 10 + Lm = 20	30	x	30	Lt= 10 + Lm = 20	30	x
Filterfelt	Ny rv 41 til rv 41 N				Ny rv 41 til rv 41 N				Ny rv 451 til ny rv 41			
Retarda- sjonsfelt	L2=40 + L1=110 R <sub>min</sub> ≥ 50m R <sub>vikelig</sub> =80 m				L1=70 m, L2=15 m R <sub>min</sub> =265 m R <sub>vikelig</sub> =270 m				L1= 60 m, L2= 30 m R <sub>min</sub> ≥ 50 m R <sub>vikelig</sub> = 50 m			
Akselera- sjonsfelt	L1=65 m, L2=20 m (som krav) R <sub>min</sub> =50 m R <sub>vikelig</sub> =50 m				L1=65 m, L2=20 m (som krav) R <sub>min</sub> =50 R <sub>vikelig</sub> =50 m				L1=130 m, L2=30 m R <sub>min</sub> ≥ 50m R <sub>vikelig</sub> =70 m			



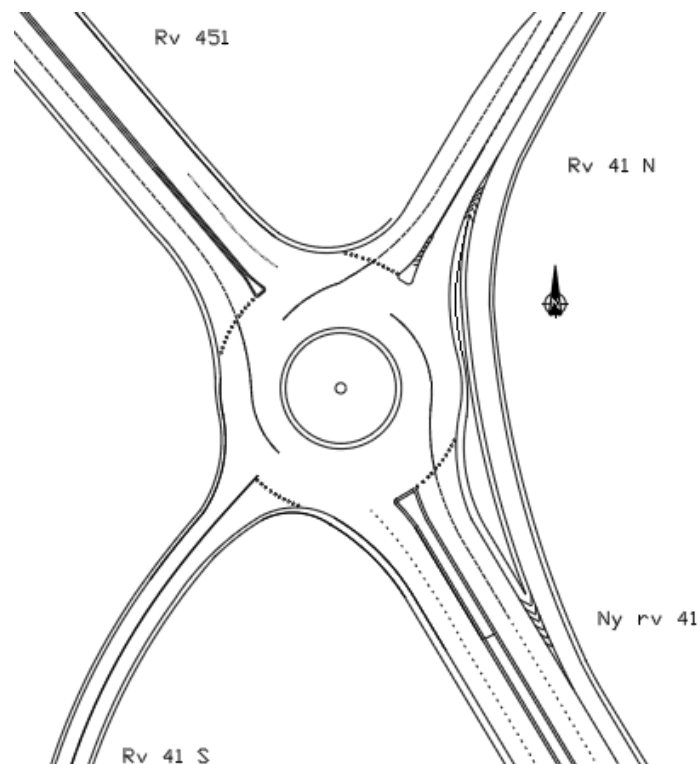
## Vedlegg 7 - Skisser av rundkjøringsalternativene

I vedlegget er skisser av rundkjøringsalternativene lagt ved da figurer i tekst kan bli noe små og uleselige.

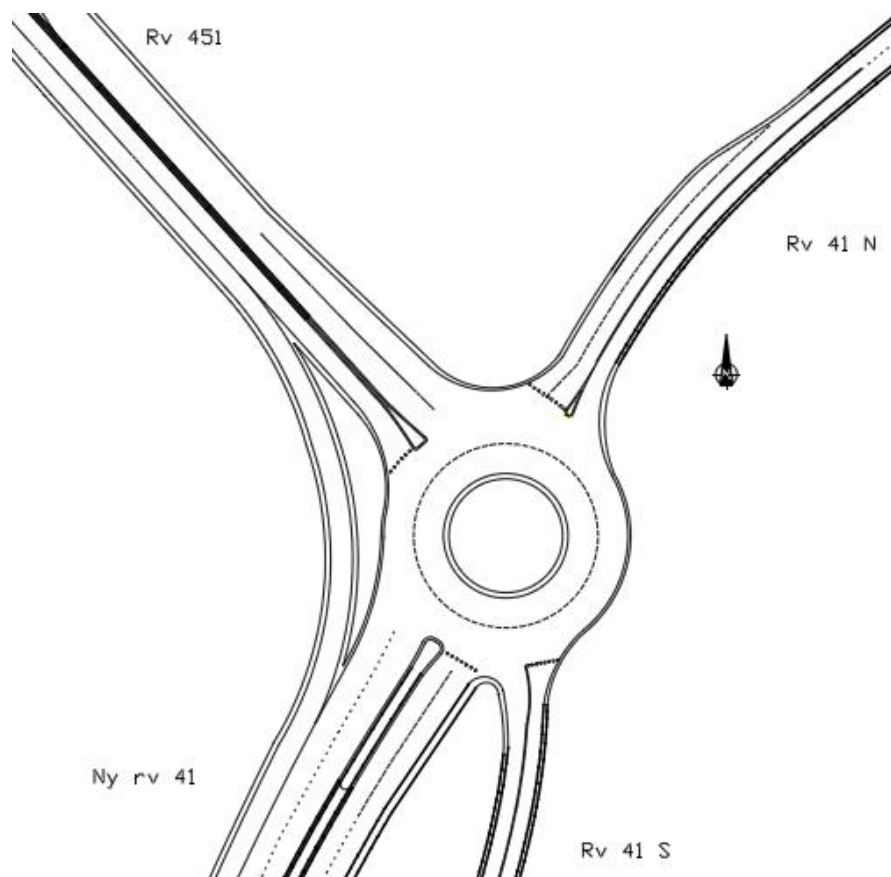
Oversikt/prinsippkisse av kryssalternativ B3:



Oversikt/prinsippkisse av kryssalternativ B4:



Oversikt/prinsippsskisse av kryssalternativ B6:

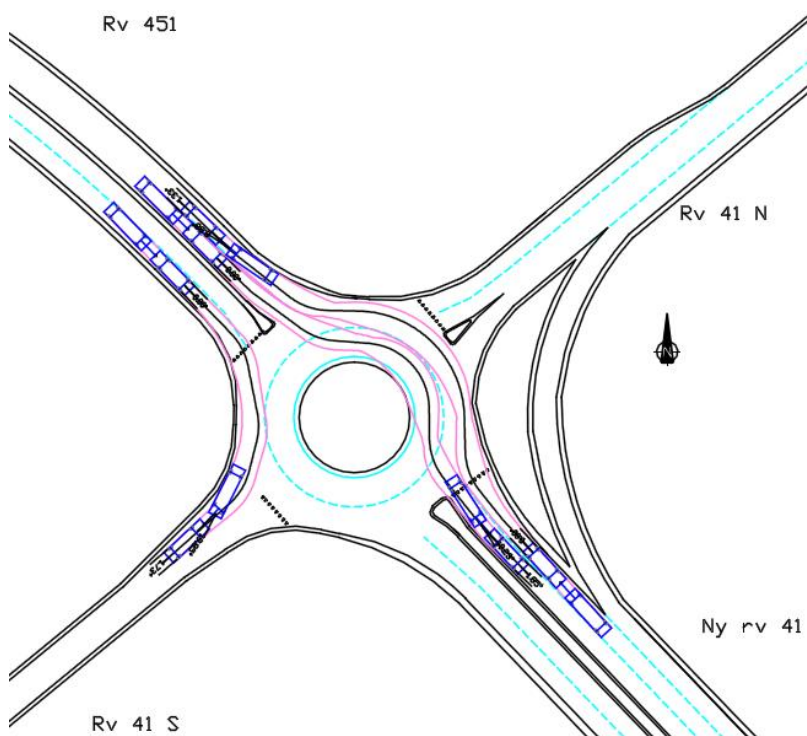


## Vedlegg 8 - Sporningsanalyser

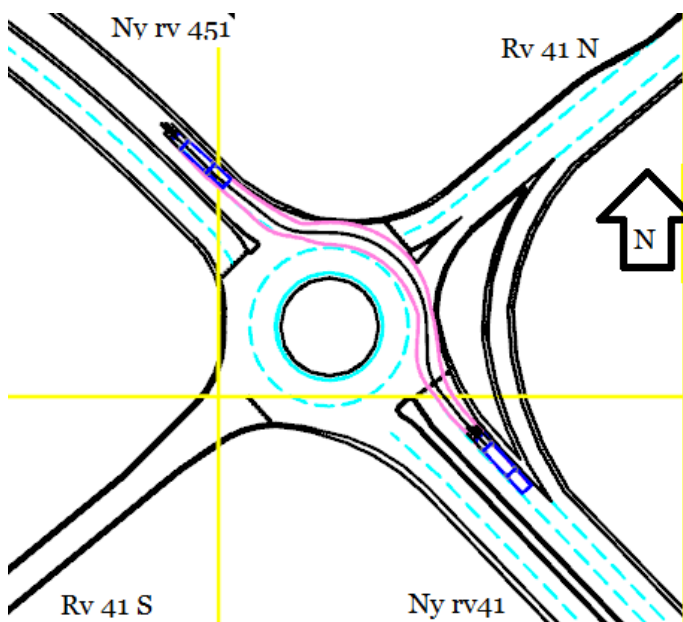
I følgende vedlegg presenteres sporningsanalyser for de tre kryssalternativene, B3, B4 og B6. Sporing er gjennomført for VT og kjøremåte A (rosa linje på figurene markerer overheng). Rundkjøringen er også testet for gjennomkjørbarhet med buss. Vegoppmerking er ikke korrekt og er kun ment som en visning av vegbane og kjørefelt.

### Resultat fra sporningsanalyse for kryssalternativ B3:

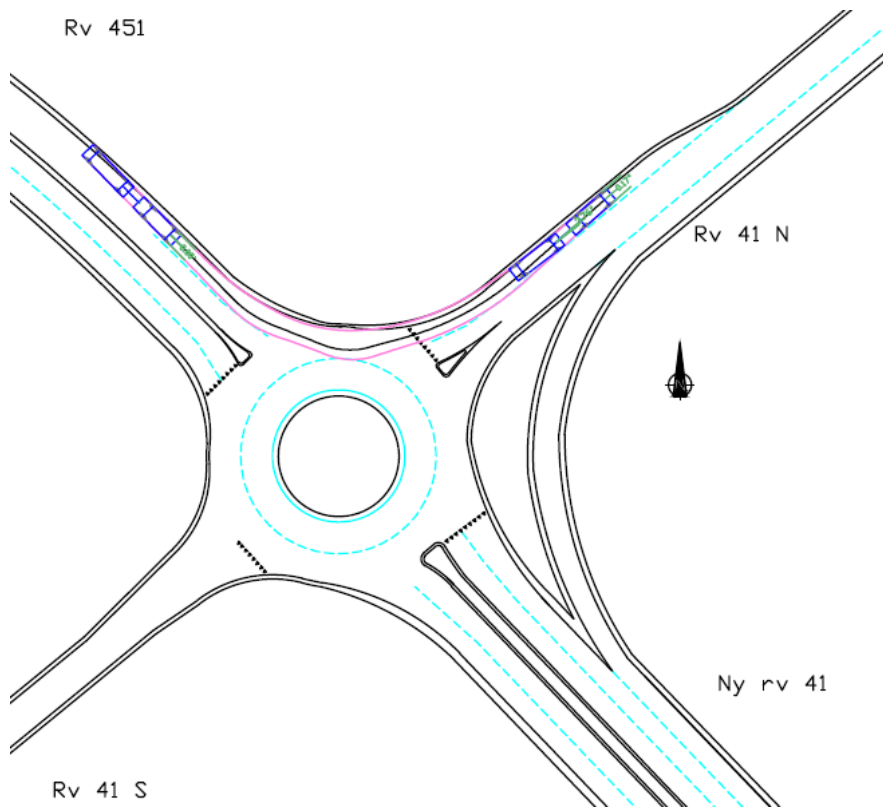
Følgende figur viser sporing med VT for ny rv 41-ny rv 451 (ytre og indre kjørefelt) og rv 451 – rv 41 S.



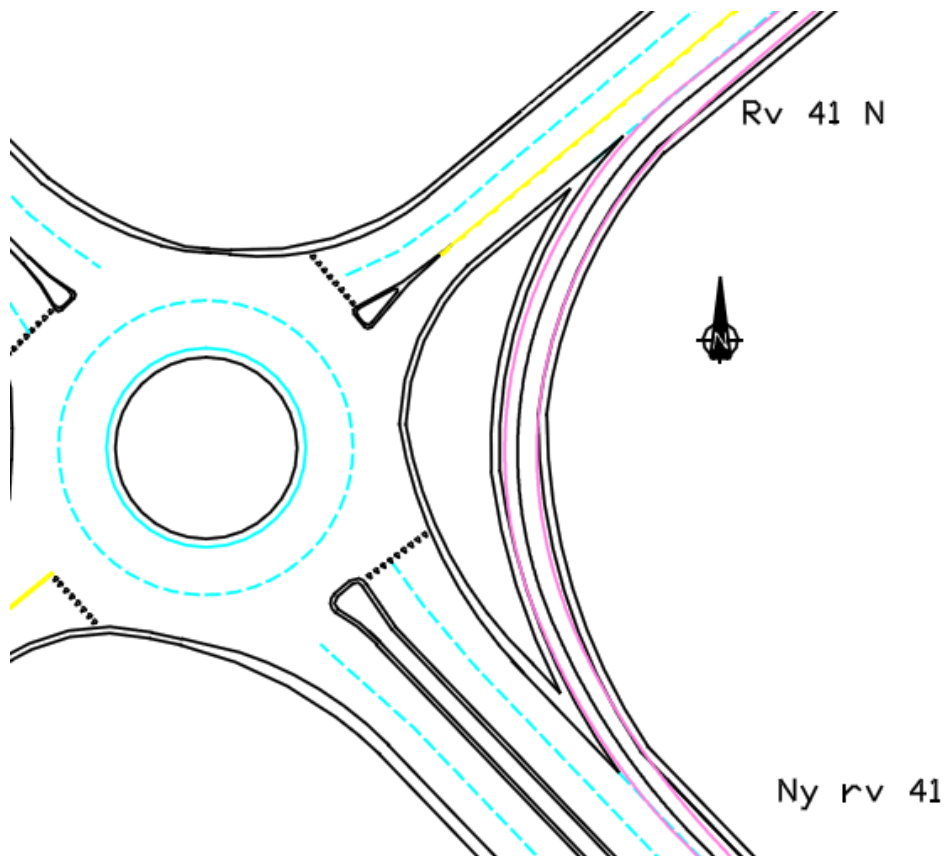
Følgende figur viser sporing med buss mellom ytre felt for ny rv 41 og ny rv 451.



Følgende figur viser sporing med VT for rv 41 N–rv 451.

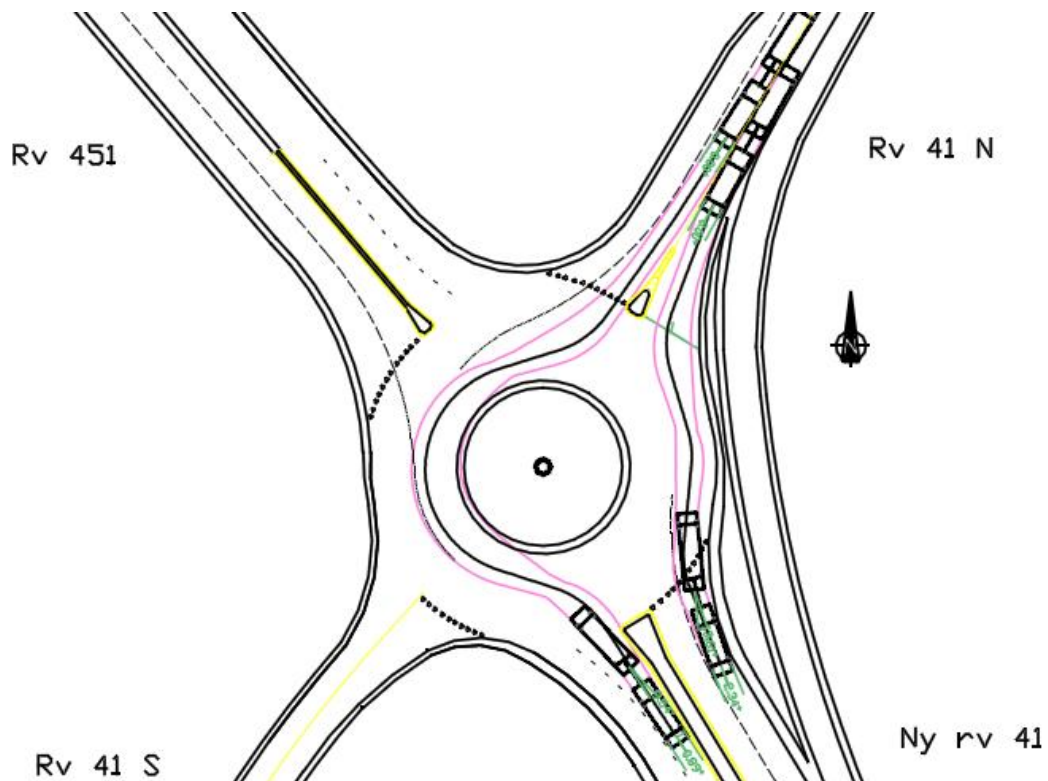


Følgende figur viser sporing i filterfelt for VT.

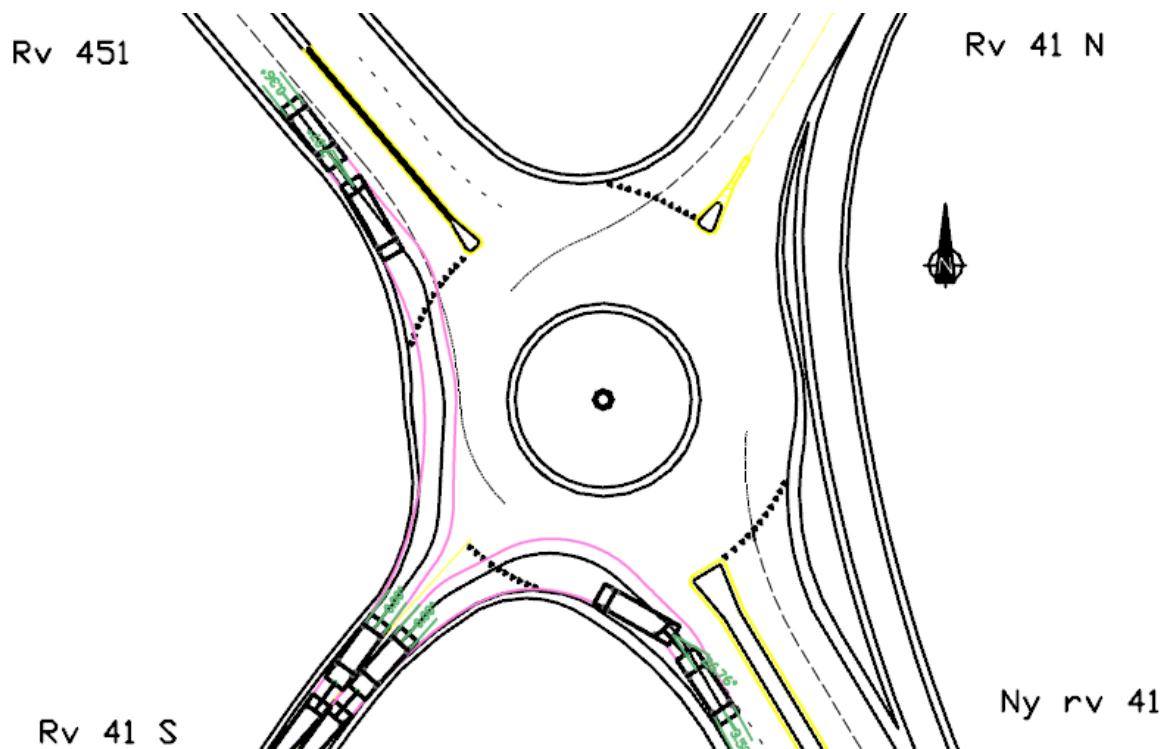


### Resultat fra sporingsanalyse for kryssalternativ B4:

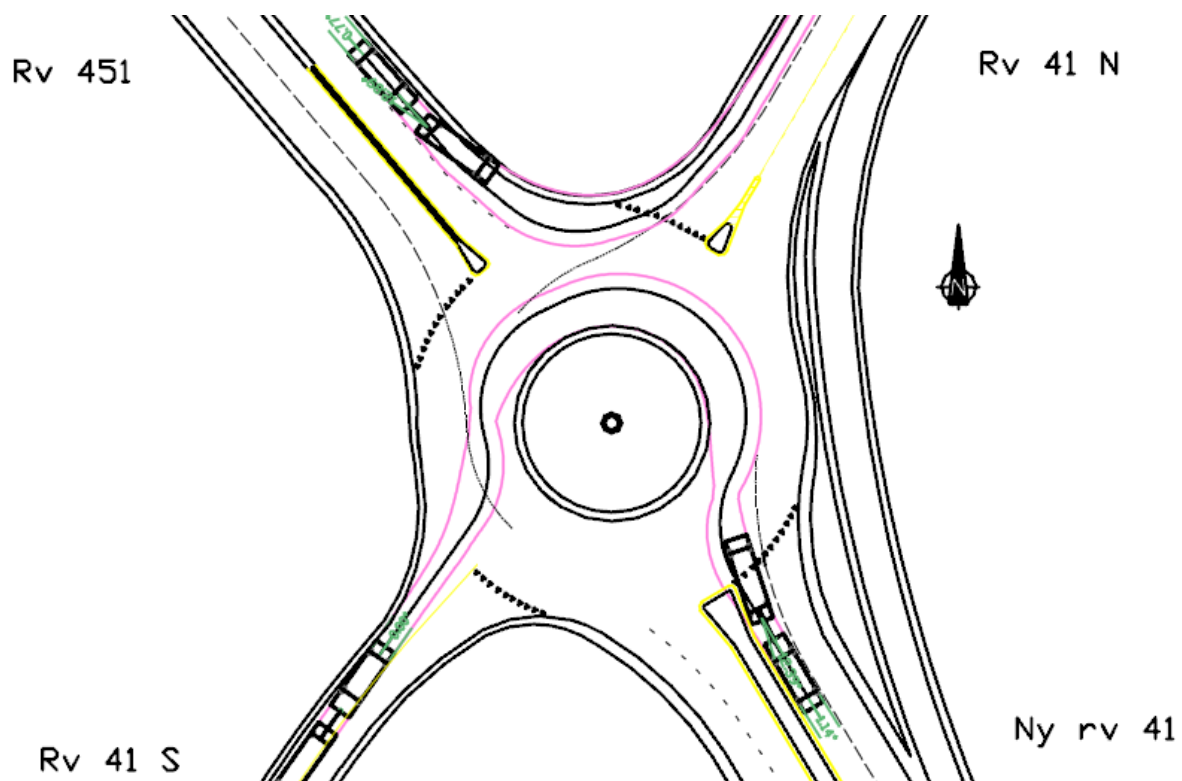
Følgende figur viser sporing av VT for ny rv 41 – rv 41 N og rv 41 N – ny rv 41.



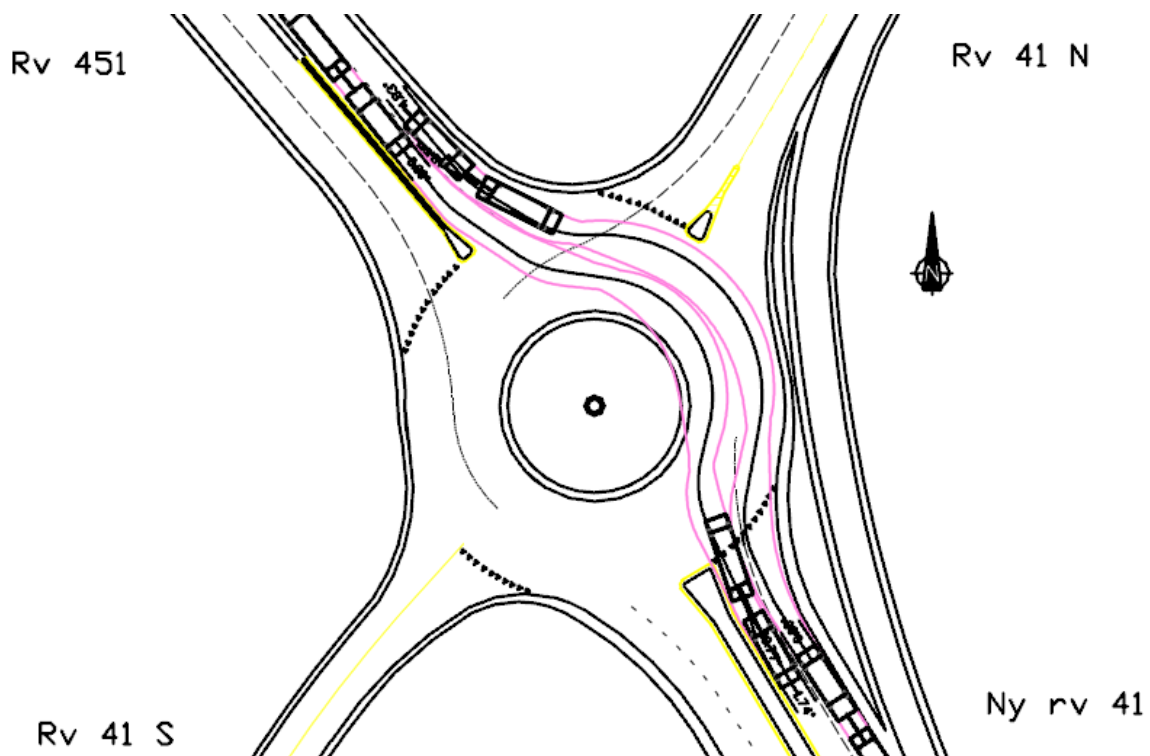
Følgende figur viser sporing av VT for rv 41 S – ny rv 41 og rv 451 – rv 41 S.



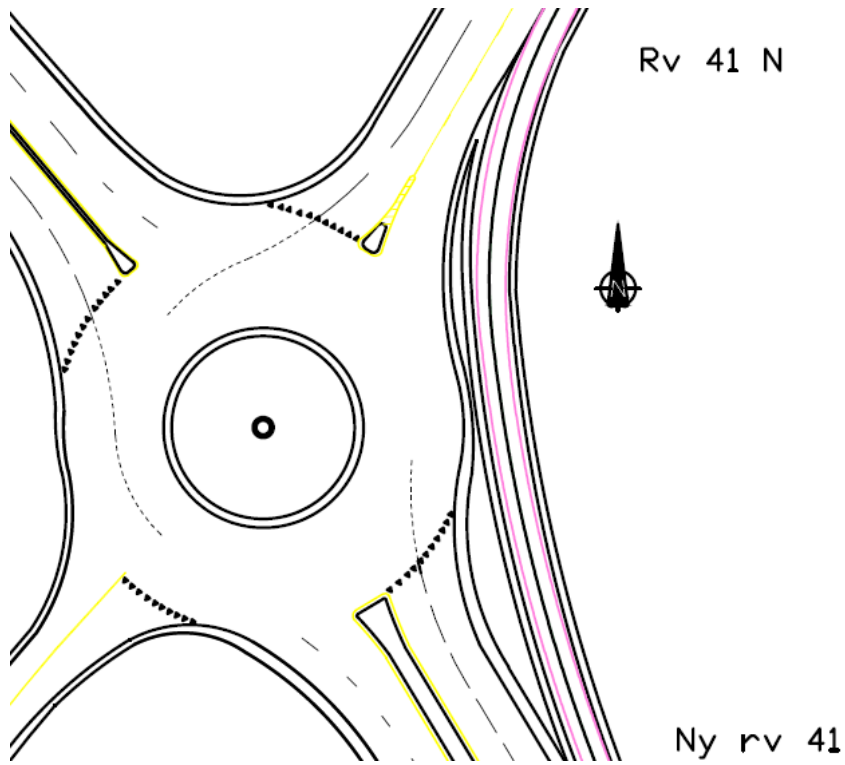
Følgende figur viser sporing av VT for ny rv 41- rv 41 S og rv 41 N – rv 451.



Følgende figur viser sporing av VT for ny rv 41- rv 451 (ytre og indre kjørefelt).

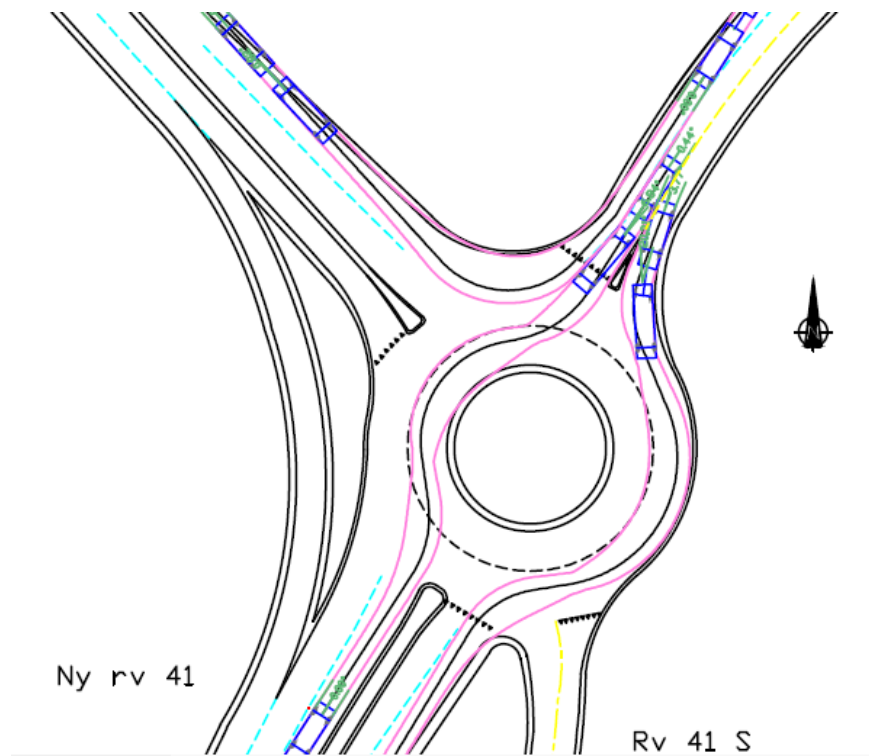


Følgende figur viser sporing i filterfelt for VT.

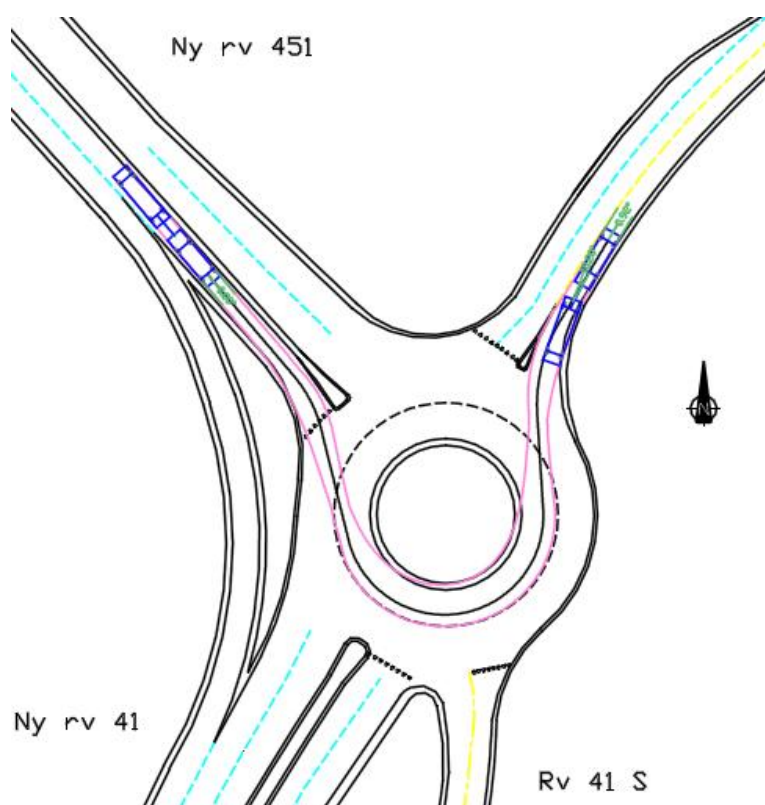


**Resultat fra sporingsanalyse for kryssalternativ B6:**

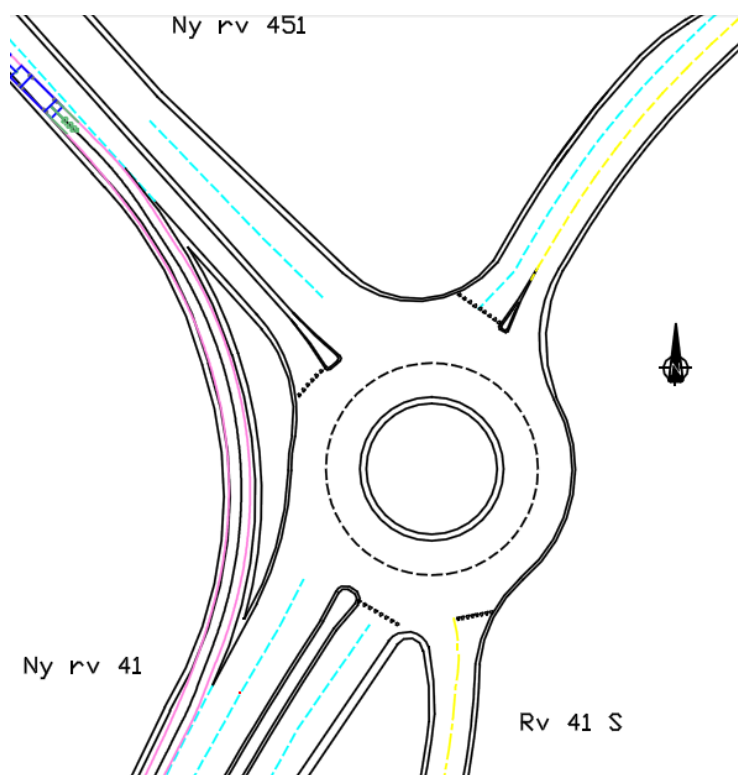
Følgende figur viser sporing av VT for ny rv 41 – rv 41 N, rv 41 N – ny rv 41 og rv 41 N – rv 451 .



Følgende figur viser resultat for sporing av VT for rv 451 – rv 41 N .



Følgende figur viser resultat for sporing for VT i filterfelt for VT.





## Vedlegg 9 - Manuelle beregninger av kjørelengde og -tid.

Videre følger målinger av lengden av kjørekurven fra modell og beregninger av kjøretid gjennom de ulike rundkjøringsalternativene. For å kunne vekte kurvelengde og –hastighet er kjøretid multiplisert med trafikkmengden som gjennomfører svingebevegelsen. Total kjøretid for alle trafikanter som utfører svingebevegelsen er presentert i påfølgende tabeller. Kryssalternativ B3 og B4 er relativt lik i utformingen og har derfor samme tabeller.

ÅDT på kryssarmene					
	Til Rv 41 (sør)	Til Rv 41 (nord)	Til Rv 451	Til ny rv 41	sum
Fra Rv 41 (sør)	0	0	0	500	500
Fra Rv 41 (nord)	0	0	1260	3240	4500
Fra Rv 451	0	810	0	3690	4500
Fra ny rv 41	500	3414	3586	0	7500
sum	500	4224	4846	7430	17000

### Rundkjøringsalternativ B3 og B4

Kjørekurvenes lengde:

Kjørelengde i rundkjøring [m]						
	Til Rv 41S	Til Rv 41N	Til Rv 451-indre	Til Rv 451-ytre	Til ny rv 41 -indre	Til ny rv 41-ytre
Fra Rv 41S	0	100	125	0	0	60
Fra Rv 41N-indre	95	0	0	0	105	0
Fra Rv 41N- ytre	0	0	0	55	0	0
Fra Rv 451- indre	0	120	0	0	90	0
Fra Rv 451- ytre	80	0	0	0	0	0
Fra ny rv 41- indre	120	0	100	0	0	0
Fra ny rv 41-ytre	0	0	0	0	0	0
filterfelt, rv 41ny-rv 41N	0	90	0	0	0	0

Total kjørelengde for alle trafikanter som gjennomfører svingebevegelsene summer [kjt.km./d]:

total kj.lengde							
	Til Rv 41S	Til Rv 41N	Til Rv 451-indre	Til Rv 451-ytre	Til ny rv 41 -indre	Til ny rv 41-ytre	Kj.tøy*m
Fra Rv 41S	0	0	0	0	0	30000	30000
Fra Rv 41N-indre	0	0	0	0	340200	0	340200
Fra Rv 41N- ytre	0	0	0	69300	0	0	69300
Fra Rv 451- indre	0	97200	0	0	332100	0	429300
Fra Rv 451- ytre	0	0	0	0	0	0	0
Fra ny rv 41- indre	60000	0	358609	0	0	0	418609
Fra ny rv 41-ytre	0	0	0	0	0	0	0
filterfelt, rv 41ny-rv 41N	0	307252	0	0	0	0	307252
					total kjørelengde, alle kjt.		1 594 661
					gj.snitt kj.lengde pr kjøretøy		94
							tot.kjt.m/d m/dkjt.

Beregnet total kjøretid for alle trafikkanter som gjennomfører svingebevegelesene summer [kjt.min./d]:

	Til Rv 41S	Til Rv 41N	Til Rv 451-indre	Til Rv 451-ytre	Til ny rv 41 -indre	Til ny rv 41-ytre	sum kjøretid
Fra Rv 41S	0	0	0	0	0	51	51
Fra Rv 41N-indre	0	0	0	0	816	0	816
Fra Rv 41N- ytre	0	0	0	119	0	0	119
Fra Rv 451- indre	0	233	0	0	643	0	876
Fra Rv 451- ytre	0	0	0	0	0	0	0
Fra ny rv 41- indre	144	0	694	0	0	0	838
Fra ny rv 41-ytre	0	0	0	0	0	0	0
filterfelt, rv 41ny-rv 41N	0	369	0	0	0	0	369
					total kjøretid for alle kjøretøy [kjt.min]		3070
					total kjøretid for alle kjøretøy [kjt.t]		51

gjennomsnittlig kjøretid	
	0,18 min/kjt
	10,83 s/kjt

Total kjøretid for svingebevegelesene ble beregnet av formelen:

$$\text{Total kjøretid for svingebevegelesene} = \frac{\text{Total kjørelengde}}{\text{Antall kjt. som gjennomfører svingebevegelesene pr. dag}}$$

### Rundkjøringsalternativ B6

Kjørekurvenes lengde:

Kjørelengde i rundkjøring [m]	Til Rv 41S	Til Rv 41N	Til Rv 451-indre	Til Rv 451-ytre	Til ny rv 41 -indre	Til ny rv 41-ytre
Fra Rv 41S	0	80	115	0	120	0
Fra Rv 41N-indre	95	0	0	0	85	0
Fra Rv 41N- ytre	0	0	0	65	0	0
Fra Rv 451- indre	100	130	0	0	0	0
Fra ny rv 41- indre	0	90	125	0	0	0
Fra ny rv 41-ytre	40	0	0	0	0	0
filterfelt, rv 451-rv41	0	0	0	0	0	95

Total kjørelengde for alle trafikkanter som gjennomfører svingebevegelesene summer [kjt.km./d]:

total kj.lengde							
	Til Rv 41S	Til Rv 41N	Til Rv 451-indre	Til Rv 451-ytre	Til ny rv 41 -indre	Til ny rv 41-y	Kj.tøy*m
Fra Rv 41S	0	0	0	0		60000	60000
Fra Rv 41N-indre	0	0	0	0		275400	275400
Fra Rv 41N- ytre	0	0	0	81900		0	81900
Fra Rv 451- indre	0	105300	0	0		0	105300
Fra ny rv 41- indre	0	307252	448261	0		0	755513
Fra ny rv 41-ytre	20000	0	0	0		0	20000
filterfelt, rv 451-rv41	0	0	0	0		350550	350550
					total kjørelengde, alle kjt.		1 648 663
					gj.snitt kj.lengde pr kjøretøy		97
							tot.kjt.m/d
							m/dkjt.

Beregnet total kjøretid for alle trafikkanter som gjennomfører svingebevegelesene summer [kjt.min./d]:

	Til Rv 41S	Til Rv 41N	Til Rv 451-indre	Til Rv 451-ytre	Til ny rv 41 -indre	Til ny rv 41-ytre	Kj.tøy*m
Fra Rv 41S	0	0	0	0	144	0	144
Fra Rv 41N-indre	0	0	0	0	551	0	551
Fra Rv 41N- ytre	0	0	0	140	0	0	140
Fra Rv 451- indre	0	253	0	0	0	0	253
Fra ny rv 41- indre	0	595	1076	0	0	0	1671
Fra ny rv 41-ytre	48	0	0	0	0	0	48
filterfelt, rv 451-rv41	0	0	0	0	0	421	421
					total kjøretid for alle kjøretøy [kjt.min]		3227
					total kjøretid for alle kjøretøy [kjt.t]		54

gjennomsnittlig kjøretid	
0,19	min/kjt
11,39	s/kjt

## Vedlegg 10 - Rangering av kryssalternativene

Faktorer	Forkortelse	Prioritet (1-10)	Vekting (1-5)			Rangering (prioritet *)		
			B3	B4	B6	B3	B4	B6
Trafikksikkerhet (myke og kjt.)	TS- kryss	10	5	5	1	50	50	10
	TS-veg		4	4	5	40	40	50
Kostnad	Kost.	10	1	4	4	10	40	40
Kapasitet i møte med ny trafikk, spesielt på ny rv 41-rv 451	Kap.	10	5	5	5			
						50	50	50
Fremkommelighet/kjøretid - E18-Kjevik	Kj.tid	10	5	5	3	50	50	30
Kollektivtrafikk	Koll.	8	4	4	4	32	32	32
Arealbruk – naturressurser av stor verdi	Ar. – jord	8	4	3	2			
						32	24	16
Bygninger (fokus på bygninger av høy verdi)	Bygg.	7	4	2	4	28	14	28
Nærmiljø (hygge, støy, forurensning)	Nærm.	4	3	2	4	12	8	16
Barrierevirkning mot Hamresanden	Barr.	4	5	5	5	20	20	20
Naturmiljø (spesielt Topdalselva)	Natur	4	4	3	3	16	12	12
Kulturminner	Kult.	3	4	4	2	12	12	6
Landskapsbilde	Landsk.	3	3	3	3	9	9	9
<b>SUM</b>						<b>361</b>	<b>361</b>	<b>319</b>

## Vedlegg 11

# MASTEROPPGAVE

(TBA4940 Veg, masteroppgave)

VÅREN 2013

for

**Maria Arntzen**

Vurdering av kryssløsning på Bøen

(Assessment study of intersection design at Bøen )

### **BAKGRUNN**

A new access road from the E18 to the Kristiansand Airport (Kjevikneset) will be constructed. This includes the construction of a new intersection at Bøen, connecting new Rv 41 with Rv 451 and existing Rv 41, crossing of the Topdalselva, and expanding Rv 41 from two lanes to four lanes. The project area will extend from the proposed Bøen intersection, north to the connection the existing Rv 451 and south to the intersection with E18, with a large focus on the intersection.

### **OPPGAVE**

The task is to design and prepare drawings for the connection between Rv 41 and Rv 451 at Bøen in the vicinity of the Kristiansand Airport. The project will consider several alternatives for the location of the new access road between E18 and the airport and preliminary designs of the intersection will be used to evaluate the alternatives to determine which is most feasible solution for the project area. The various alternatives shall be prepared with a level of detail corresponding to a kommune level, with greater detail used for critical elements/areas, as appropriate.

### **Målsetting og hensikt**

The objective of this thesis is to prepare a feasible design alternative for a new interchange between Rv 41 and Rv 451 at Bøen as part of road project to improve the connection between the E18 and Kristiansand Airport.

### **Beskrivelse av oppgaven**

The assignment shall include:

- A review of standards to be used in design, existing conditions and constraints around project site.
- Evaluation of decision by SVV to use a roundabout intersection within project. This will be a high-level, predominately qualitative study to determine which intersection/interchange type is most appropriate for the location. Considerations to be examined include volumes, speed, adjacent land, relative costs, right-of-way required, safety and impact on the surrounding area.
- Preliminary design of 3 alternatives proposed by SVV, including plan and profile design, including sketches for pedestrians, bicyclist and large vehicles, as necessary.
- Development of quantitative assessment method to select final alternative from 3 preliminary designs.
- Finalize design of selected alternative considering minimization of cuts and fills, minimizing the impact on existing built and natural environment, ensuring connections to existing roadways, and considerations for pedestrians, bicyclists, and large vehicles, as necessary.

### **GENERELT**

Opgaveteksten er ment som en ramme for kandidatens arbeid. Justeringer vil kunne skje underveis, når en ser hvordan arbeidet går. Eventuelle justeringer må skje i samråd med faglærer ved instituttet.

Ved bedømmelsen legges det vekt på grundighet i bearbeidingen og selvstendighet i vurderinger og konklusjoner, samt at framstillingen er velredigert, klar, entydig og ryddig uten å være unødig voluminøs.

Besvarelsen skal inneholde

- standard rapportforside (automatisk fra DAIM, <http://daim.idi.ntnu.no/>)
- tittelside med ekstrakt og stikkord (mal finnes på siden <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank>)
- forord
- sammendrag på norsk og engelsk (studenter som skriver sin masteroppgave på et ikke-skandinavisk språk og som ikke behersker et skandinavisk språk, trenger ikke å skrive sammendrag av masteroppgaven på norsk)
- innholdsfortegnelse inklusive oversikt over figurer, tabeller og vedlegg
- om nødvendig en liste med beskrivelse av viktige betegnelser og forkortelser benyttet
- hovedteksten

- referanser til kildemateriale som ikke er av generell karakter, dette gjelder også for muntlig informasjon og opplysninger.
- oppgaveteksten (denne teksten signert av faglærer) legges ved som Vedlegg 1.
- besvarelsen skal ha komplett paginering (sidenummerering).

Besvarelsen kan evt. utformes som en vitenskapelig artikkel. Arbeidet leveres da også med rapportforside og tittelside og om nødvendig med vedlegg som dokumenterer arbeid utført i prosessen med utforming av artikkelen.

Se forøvrig «Råd og retningslinjer for rapportskriving ved prosjektarbeid og masteroppgave ved Institutt for bygg, anlegg og transport». Finnes på <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank>

### **Hva skal innleveres?**

Rutiner knyttet til innlevering av masteroppgaven er nærmere beskrevet på <http://daim.idi.ntnu.no/>.

Trykking av masteroppgaven bestilles via DAIM direkte til Skipnes Trykkeri som leverer den trykte oppgaven til instituttkontoret 2-4 dager senere. Instituttet betaler for 3 eksemplarer, hvorav instituttet beholder 2 eksemplarer. Ekstra eksemplarer må bekostes av kandidaten/ekstern samarbeidspartner.

Ved innlevering av oppgaven skal kandidaten levere en CD med besvarelsen i digital form i pdf- og word-versjon med underliggende materiale (for eksempel datainnsamling) i digital form (f. eks. excel). Videre skal kandidaten levere innleveringsskjemaet (fra DAIM) hvor både Ark-Bibl i SBI og Fellestjenester (Byggsikring) i SB II har signert på skjemaet. Innleveringsskjema med de aktuelle signaturene underskrives av instituttkontoret før skjemaet leveres Fakultetskontoret.

Dokumentasjon som med instituttets støtte er samlet inn under arbeidet med oppgaven skal leveres inn sammen med besvarelsen.

Besvarelsen er etter gjeldende reglement NTNUs eiendom. Eventuell benyttelse av materialet kan bare skje etter godkjennelse fra NTNU (og ekstern samarbeidspartner der dette er aktuelt). Instituttet har rett til å bruke resultatene av arbeidet til undervisnings- og forskningsformål som om det var utført av en ansatt. Ved bruk ut over dette, som utgivelse og annen økonomisk utnyttelse, må det inngås særskilt avtale mellom NTNU og kandidaten.

### **(Evt) Avtaler om ekstern veiledning, gjennomføring utenfor NTNU, økonomisk støtte m.v.**

Beskrives her når dette er aktuelt. Se <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank> for avtaleskjema.

### **Helse, miljø og sikkerhet (HMS):**

NTNU legger stor vekt på sikkerheten til den enkelte arbeidstaker og student. Den enkeltes sikkerhet skal komme i første rekke og ingen skal ta unødige sjanser for å få gjennomført arbeidet. Studenten skal derfor ved uttak av masteroppgaven få utdelt brosjyren "Helse, miljø og sikkerhet ved feltarbeid m.m. ved NTNU".

Dersom studenten i arbeidet med masteroppgaven skal delta i feltarbeid, tokt, befaring, feltkurs eller ekskursjoner, skal studenten sette seg inn i "Retningslinje ved feltarbeid m.m.". Dersom studenten i arbeidet med oppgaven skal delta i laboratorie- eller verkstedarbeid skal studenten sette seg inn i og følge reglene i "Laboratorie- og verkstedhåndbok". Disse dokumentene finnes på fakultetets HMS-sider på nettet, se <http://www.ntnu.no/ivt/adm/hms/>.

Studenter har ikke full forsikringsdekning gjennom sitt forhold til NTNU. Dersom en student ønsker samme forsikringsdekning som tilsatte ved universitetet, anbefales det at han/hun tegner reiseforsikring og personskadeforsikring. Mer om forsikringsordninger for studenter finnes under samme lenke som ovenfor.

### **Innleveringsfrist:**

Arbeidet med oppgaven starter 14. januar 2013

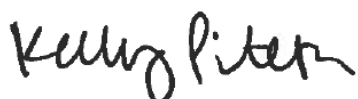
Besvarelsen leveres senest ved registrering i DAIM innen 10. juni 2013 kl 1500.

**Faglærer ved instituttet:** Kelly Pitera

**Veileder(eller kontaktperson) hos ekstern samarbeidspartner:** Thomas Jensen, SVV region sør

Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU

Dato: 18.02.2013



Kelly Pitera

Faglærer