

Prosjektering av nytt kryss mellom E16 og Fv24 ved Korsmo

Lene Anita Nordsve

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juni 2013

Hovedveileder: Kelly Pitera, BAT

Medveileder: Tone Lise Aunan, COWI

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



Oppgavens tittel: Prosjektering av nytt kryss mellom E16 og Fv24 ved Korsmo	Dato: 07.06.2013 Antall sider (inkl. bilag): 110
	Masteroppgave <input checked="" type="checkbox"/> Prosjektoppgave <input type="checkbox"/>
Navn: Lene Anita Nordsve	
Faglærer/veileder: Kelly Pitera	
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Tone Lise Aunan	

Ekstrakt:

I Nasjonal transportplan 2014-2023 er det vedtatt at riksveg 2 på strekningen Kløfta-Kongsvinger skal utbygges til firefeltsmotorveg. Ved Skarnes i Sør-Odal kommune skal traseen til riksveg 2 flyttes fra sentrum til ytterkant av tettstedet Korsmo. Aktuell beliggenhet av nytt kryss er i hovedsak på skog og dyrka mark, hvor det er noen boliger og en videregående skole. Det er i tillegg friluftsområder som det er et stort ønske fra lokalbefolkningen om å beholde.

Det er utarbeidet flere alternativer til kryssløsning mellom E16 og Fv24. Alternativene ble sammenlignet ved bruk av en forenklet konsekvensanalyse og det valgte alternativet ble et kløverbladkryss som har bladene plassert ved siden av hverandre. Sammen med de gjeldende kravene i håndbøkene fra Statens vegvesen ble Novapoint benyttet for å prosjektere kryssløsningen. Utfordringene ved prosjekteringen var knyttet til horisontalkurvaturen på rampene og nødvendig lengde på akselerasjonsfelt og retardasjonsfelt. Like øst for planlagt kryss skal E16 over i bro og akselerasjons-/retardasjonsfelt må avsluttes før broen. Det ble også gjennomført sporingsanalyse av rundkjøringene i Novapoint og en kontroll av sikt i ramper.

Ved å følge prosesskoden, håndbok 25 og 26, ble et kostnadsoverslag for det prosjekterte alternativet utarbeidet. Resultatet ble ca. 178 millioner kroner. Til slutt ble det på bakgrunn av tilgjengelig informasjon gjennomført en konsekvensanalyse ved utbygging av det valgt alternativet.

Stikkord:

1. Vurdering av kryssutforming
2. Prosjektering i Novapoint
3. Kostnadsestimat
4. Konsekvensanalyse

Forord

Denne masteroppgaven er gjennomført i samarbeid med COWI og Institutt for bygg, anlegg og transport ved NTNU. Arbeidet med oppgaven har pågått våren 2013 og utgjør 30 studiepoeng.

Årsaken til at jeg har valgt denne masteroppgaven er at jeg har ønsket å benytte og utvikle kunnskaper om vegplanlegging og Novapoint. Gjennom å ha jobbet med masteroppgaven dette halvåret har jeg blitt kjent med en rekke utfordringer som er knyttet til vegprosjektering. Jeg har fått oversikt over kravene i aktuelle håndbøker og fått jobbet med Novapoint som benyttes ved all vegprosjektering. Arbeidet med masteroppgaven har forberedt meg til de arbeidsoppgavene som venter fremover.

Arbeidet med masteroppgaven har blitt utført ved NTNU og hos COWI i Trondheim. Jeg har også vært et par ganger hos COWI i Oslo, for bla. befaring av oppgaveområdet. Jeg vil takke min veileder ved instituttet, Kelly Pitera, for bistand til utforming av oppgaven og god oppfølging under selve arbeidet med masteroppgaven. Jeg vil også takke min eksterne veileder hos COWI, Tone Lise Aunan, for faglig veiledning i løpet av hele dette semesteret. Til slutt vil jeg takke vennene mine på kontoret for et godt faglig og sosialt arbeidsmiljø.

Trondheim 07.06.2013

Lene Anita Nordsve

Sammendrag

I Nasjonal transportplan er det vedtatt at riksveg 2 på strekningen Kløfta-Kongsvinger skal utbygges til firefeltsmotorveg. Ved Skarnes i Sør-Odal kommune skal traseen til riksveg 2 flyttes fra sentrum til ytterkant av tettstedet Korsmo. I dag er Fv24 tilkoblet E16 i en rundkjøring ved Skarnes. Ny utbygging av E16 og de kravene som følger av dette medfører at ny kryssløsning må være et planskilt kryss.

Aktuell beliggenhet for krysset er begrenset av dagens plassering av Fv24. Aktuelt område er i hovedsak skog og dyrka mark hvor det er noen boliger og en videregående skole. Det er i tillegg friluftsområder som det er et stort ønske om å beholde.

Det er utarbeidet flere alternativer til kryssløsning mellom E16 og Fv24. Noen av alternativene er mindre aktuelle enn andre, men i den første fasen har det vært vesentlig å vurdere mange løsninger. Totalt ble 11 løsninger presentert, men det er kun 8 av disse alternativene som er inkludert i videre betraktninger. Alternativene ble sammenlignet ved bruk av en forenklet konsekvensanalyse og for å kunne velge et alternativ fikk de forskjellige konsekvensene vektall.

Det valgte alternativet ble et kløverbladkryss som har bladene plassert ved siden av hverandre. Et ruterkryss med sekundærvegen over primærvegen, ble vurdert som den nest beste løsningen for tilkobling mellom E16 og Fv24 og det kunne like gjerne vært dette alternativet som ble prosjektert. Det var lite som skilte de to alternativene i sammenligningen, men kløverbladkrysset er bedre tilpasset terrenget og ivaretar interessene i nærmiljøet på en god måte.

Sammen med de gjeldende kravene i håndbøkene fra Statens vegvesen ble Novapoint benyttet for å prosjektere kryssløsningen. Det ble brukt fem forskjellige vegmodeller og den innebygde modulen rundkjøring ble brukt for å tegne rundkjøringene. Utfordringene ved prosjekteringen var knyttet til horisontalkurvaturen på rampene og nødvendig lengde på akselerasjonsfelt og retardasjonsfelt. Like øst for planlagt kryss skal E16 over i bro og akselerasjons-/retardasjonsfelt må avsluttes før broen. Det er også et ønske om at det nye krysset skal oppta minst mulig areal og dette sammen med at krysset skal ha en god linjeføring har vært krevende å oppnå.

Det ble også gjennomført sporingsanalyse av rundkjøringene i Novapoint og en kontroll av sikt i ramper.

Ved å følge prosesskoden, håndbok 25 og 26, ble et kostnadsoverslag for det prosjekterte alternativet utarbeidet. Det er knyttet store usikkerheter til resultatet da en del av prosessene på nåværende tidspunkt er usikre i tillegg til at denne oppgaven er begrenset til å vurdere fagfeltet veg og bl.a. drenering er utelatt. Likevel anses kostnadsoverslaget å gi en

omtrentlig verdi for hvilket kostnadsnivå prosjektet vil ligge på. Resultatet av kostnadsoverslaget ble omtrent 178 millioner kroner.

Til slutt ble det på bakgrunn av tilgjengelig informasjon gjennomført en konsekvensanalyse ved utbygging av det valgt alternativet.

Summary

On the stretch of roadway between Kløfta and Kongsvinger, Riksvei 2/E16, which is a national highway, is to be expanded into a four-lane highway. Riksvei 2 is to be moved from the center of Skarnes in the municipality of Sør – Odal to the perimeter of the urban settlement of Korsmo. Presently, Fv24 is connected to E16 by way of a roundabout. Because of the requirements associated with the construction of the new E16 due to increased levels of traffic, the new intersection has to be separated into two levels.

The location of the new intersection is determined by the placement of the Fv24. The area is mainly forest and agricultural land. In this area, there are also residential areas, a high school and outdoor and recreational areas. In the local community, the desire to preserve these recreational areas is strong.

Several alternative solutions were developed for the intersection between E16 and Fv24. Some of the alternatives were less applicable than others, but as a first step it is important to evaluate a great range of solutions. In total, 11 different alternatives are presented in this thesis, but only 8 of these are subject to further evaluation. The alternatives are compared by use of a simplified consequence analysis, in which the consequences are given different weights. Based on the analysis one alternative is chosen as the preferred alternative to be designed in further detail.

The preferred alternative is a *half clover leaf intersection*, where the leaves are situated adjacent to one another. A *routes intersection*, where the primary road is located below the secondary road, is rated as the second best solution. The two solutions are nearly equivalent within the evaluative; however, the location is better suited to the clover leaf solution and is chosen because it is also best protects the interests of the local community.

In conjunction with the requirements in the codes of the Norwegian Public Roads Administration, the Novapoint software is used to design the intersection and produce drawings. Five different road models are used and the integrated roundabout model is applied to draw the roundabouts. The design challenges encountered are related to the horizontal curvature and the necessary length of the acceleration and deceleration lanes. The E16 crosses the river Storåa east of the planned intersection and the acceleration and retardation lanes must end before the bridge. It is also desirable that the intersection occupy as little space as possible.

Tracking analyses of the roundabouts and of the view of the ramps were performed, to confirm that the view always functioned properly.

By following the Process Code, handbooks 25 and 26, a cost estimate is developed for the designed solution. Since a lot of the processes are not yet decided, there is a considerable

uncertainty connected with the result of the cost estimate. Several processes are excluded from this estimate, but the estimate is considered to provide a reasonable range for the costs of this project. The result of the cost estimate was about 178 million Norwegian kroner.

Based on the available information, an impact assessment of the chosen alternative is conducted.

Innholdsfortegnelse

Forord	III
Sammendrag	V
Summary	VII
Innholdsfortegnelse	IX
Figurliste	XI
Tabelliste	XIII
1. Innledning	1
1.1. Oppgavebeskrivelse	1
1.2. Oppbygging av rapport	2
2. Bakgrunn	3
2.1. Kort beskrivelse av prosjektet E16 Kløfta - Kongsvinger	4
2.1.1. Mål med utbyggingen	5
2.2. Beskrivelse av oppgaveområdet Korsmo	6
2.2.1. Reguleringsplan for ny E16 ved Korsmo	6
2.2.2. Trafikk	7
2.2.3. Ulykkeshistorikk	10
2.2.4. Gitte forutsetninger for kryssløsning ved Korsmo	12
3. Alternative løsninger	15
3.1. Alternativ A: Ruterkryss med primærveg under sekundærveg	16
3.2. Alternativ B: Ruterkryss med primærveg over sekundærveg	18
3.3. Alternativ C: Ruterkryss med primærveg under sekundærveg uten rundkjøringer i tilkobling	20
3.4. Alternativ D: Ruterkryss med primærveg under sekundærveg hvor felt fra E16 ledes utenfor rundkjøring	21
3.5. Alternativ E: Planskilt kryss med stor overliggende rundkjøring	22
3.6. Alternativ F: Planskilt kryss med vanlig x-kryss i tilkobling over primærveg	23
3.7. Alternativ G: Halvkløverblad med kløverblad plassert ved siden av hverandre hvor sekundærveg ledes over primærveg	24
3.8. Alternativ H: Halvkløverblad med kløverblad plassert over hverandre hvor sekundærveg ledes over primærveg	26
3.9. Alternativ I: Halvt kløverbladkryss – ruterkryss	27
3.10. Alternativ J: Turborundkjøring	28
3.11. Alternativ K: Trompetkryss	29
3.12. Sammenligning av alternativene	30
4. Valg av løsning	35
4.1. Kryssing av Fv24	35
4.1.1. Fv24 ledes i bro over en nedsenket E16-trase	35
4.1.2. E16-trasee under Fv24 i en kulvert	36
4.1.3. Konklusjon for kryssing av Fv24	36
4.2. Valg av kryssløsning	36
4.2.1. Vekting av konsekvenser	37
4.2.2. Endelig valg av kryssløsning	38
5. Prosjektering	41

5.1. Standardkrav	41
5.1.1. E16	41
5.1.2. Halvkløverbladkryss	45
5.2. Svingebevegelser/sporingsanalyse.....	52
5.3. Kontroll av sikt.....	55
5.3.1. Sikt bakover i påkjøringsrampene	55
5.3.2. Sikt i rundkjøringene.....	57
5.3.3. Stoppsikt i ramper i høgbrekk.....	57
5.4. utfordringer med prosjekteringen	58
5.4.1. Bro – Kryssing av Storåa	58
5.4.2. Hensyn til nærmiljø	59
5.4.3. utfordringer knyttet til grunnforholdene	60
5.4.4. utfordringer ved å følge dimensjoneringskrav	60
5.4.5. Utbygging av krysset.....	60
5.5. Detaljer	61
6. Kostnader	65
6.1. Kostnadsoverslag i Statens vegvesen	65
6.2. Vurderinger før gjennomføring av kostnadsoverslag.....	65
6.3. Kostnadsvurdering etter prosesskoden	67
6.3.1. Hovedprosess 1: Forberedende tiltak og generelle kostnader.....	67
6.3.2. Hovedprosess 2: Sprenging og masseflytting	68
6.3.3. Hovedprosess 5: Vegfundament.....	69
6.3.4. Hovedprosess 6: Vegdekke	69
6.3.5. Hovedprosess 7: Vegutstyr og miljøtiltak	70
6.3.6. Hovedprosess 8: Bruer og kaier	71
6.3.7. Prosesser som er inkludert utenom hovedprosessene: sum.....	71
6.4. Konklusjon av kostnadsoverslaget	72
7. Konsekvensanalyse	75
7.1. Prissatte konsekvenser.....	75
7.2. Ikke-prissatte konsekvenser	76
7.3. Konsekvensanalysen av prosjektert alternativ.....	78
8. Konklusjon	83
Referanser.....	85
Vedlegg:	87

Figurliste

Figur 1 - Avgrensning oppgaveområde	1
Figur 2 - Lokalisering av oppgaveområde (Google maps, 2013)	3
Figur 3 - E16-prosjektet, Kløfta - Kongsvinger (Statens vegvesen, 2013A)	4
Figur 4 - Reguleringsplan (Statens vegvesen, 2013A)	6
Figur 5 - Dagen situasjon (Gule sider, 2013)	7
Figur 6 - ÅDT ved utbygging	9
Figur 7 - Ulykkeshistorikk (NVDB, 2013)	11
Figur 8 - Oppgaveområde, skråfoto (Gule sider, 2013)	12
Figur 9 - Alternativ A Ruterkryss med primærveg under sekundærveg	17
Figur 10 - Alternativ B Ruterkryss med primærveg over sekundærveg	18
Figur 11 - Alternativ C Ruterkryss med sekundærveg over primærveg uten rundkjøringer....	20
Figur 12 - Alternativ D Ruterkryss med primærveg under sekundærveg hvor felt fra E16 ledes utenfor rundkjøring	21
Figur 13 - Alternativ E - Planskilt kryss med stor overliggende rundkjøring	22
Figur 14 - Alternativ F - Planskilt kryss med vanlig x-kryss i tilkobling over primærveg	23
Figur 15 - Alternativ G - Halvt kløverbladkryss med bladene ved siden av hverandre	25
Figur 16 - Alternativ H - Halvt kløverbladkryss med bladene over hverandre	26
Figur 17 - Alternativ I Halvt kløverbladkryss – ruterkryss (Statens vegvesen, 2008)	27
Figur 18 - Alternativ J Turborundkjøring (Statens vegvesen, 2011C).....	28
Figur 19 - Alternativ K Trompetkryss (Statens vegvesen, 2008B)	29
Figur 20 - Vertikalprofil 1200 - 1950	35
Figur 21 - Vertikalprofil ved broen over Storåa	36
Figur 22- Normalprofil E16 (Statens vegvesen, 2008A)	42
Figur 23 - Overbygning E16 og kløverbladkryss	44
Figur 24 - Sideterreng (Statens vegvesen, 2011B)	45
Figur 25 - Bredeutvidelse (Statens vegvesen, 2008A).....	46
Figur 26 - Utforming retardasjonsfelt (Statens vegvesen, 2008B)	47
Figur 27 - Retardasjonsfeltets lengde og radius (Statens vegvesen, 2008B)	47
Figur 28 - Utforming akselerasjonsfelt (Statens vegvesen, 2008B)	48
Figur 29 - Akselerasjonsfeltet lengde og radius (Statens vegvesen, 2008B)	49
Figur 30 - Dimensjonering av rundkjøringer (Statens vegvesen, 2008B)	50
Figur 31 - Sporinganalyse rundkjøring nord	53
Figur 32 - Sporinganalyse rundkjøring sør	54
Figur 33 - Sikt bakover i påkjøringsrampene (Statens vegvesen, 2008B)	55
Figur 34 - Sikt påkjøringsrampe nord-vest	56
Figur 35 - Sikt påkjøringsrampe sør-øst	56
Figur 36 - Kryssing av Storåa	59
Figur 37 - Nærmiljø	59
Figur 38 - Nordlige ramper kløverbladkryss	61

Figur 39 - Ny og gammel tilkobling Fv24 og E16	62
Figur 40 - Oversikt berørt område	63
Figur 41 - Avgrensning kostnadsoverslag	66

Tabelliste

Tabell 1 - ÅDT idag (NVDB, 2013).....	8
Tabell 2 - ÅDT-verdier med utbygging	9
Tabell 3 - Prognose trafikkvekst for lette og tunge kjøretøy	10
Tabell 4 - ÅDT-prognose for 2040	10
Tabell 5 - Sammenligning av alternativene.....	32
Tabell 6 - Vekting av konsekvenser.....	37
Tabell 7 - Endelig vurdering av alternativene	38
Tabell 8 - Verdier for arealbruk.....	38
Tabell 9 - Dimensjoneringskrav ramper (Statens vegvesen, 2008A)	47
Tabell 10 - Resultater kostnadsoverslag	72
Tabell 11 - Konsekvensanalyse av foretrukket alternativ	78

1. Innledning

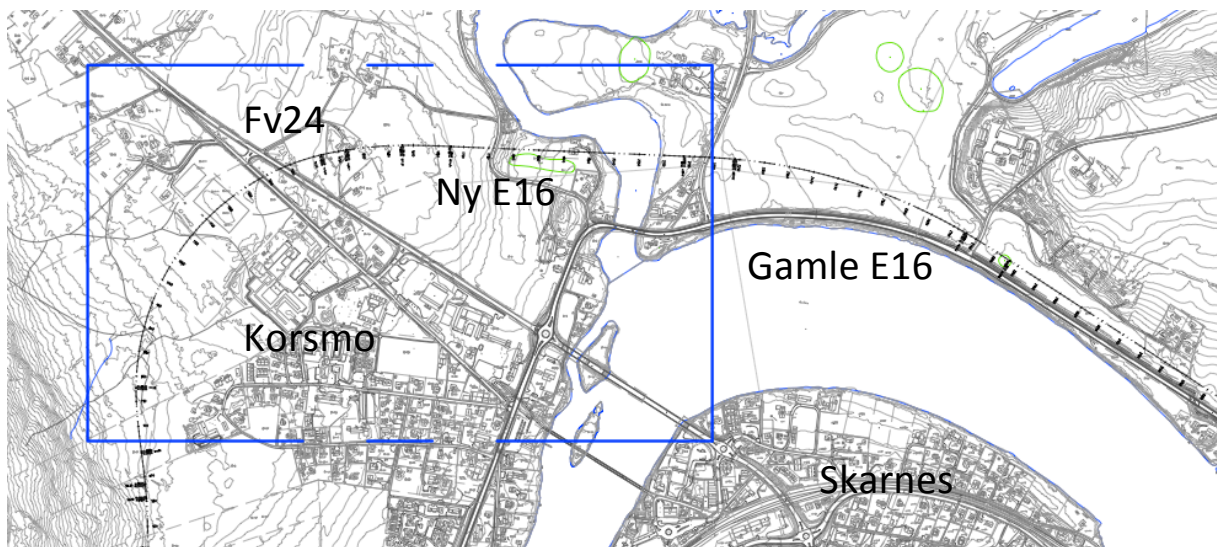
Stortinget har gjennom Nasjonal Transportplan (NTP) vedtatt at E16 skal utvides til en firefeltsmotorveg på strekningen Kløfta – Kongsvinger. Dette for å øke trafikksikkerheten og for å tilpasse seg de økende trafikkmengdene (Samferdselsdepartementet, 2013).

Utbyggingen er delt inn i fire strekninger, hvor COWI har ansvaret for parsellen Herbergåsen – Slomarka. E16-traseen skal flyttes på flere steder og det må bygges nye kryss pga. krav til planskilte kryssløsninger for denne dimensjoneringsklassen.

Utfyllende informasjon om selve utbyggingsprosjektet E16 blir presentert under avsnittet *bakgrunn*.

1.1. Oppgavebeskrivelse

Som nevnt medfører utbyggingen av E16 krav til ny utforming av kryss på strekningen. I denne oppgaven skal nytt kryss mellom E16 og fylkesveg 24 ved Korsmo/Skarnes vurderes. Det er tatt utgangspunkt i en foreløpig plan om at traseen til E16 ved Skarnes skal flyttes nord og vest fra der den er i dag (se figur 1). Dermed må et nytt kryss prosjekteres for å koble sammen de to vegene.



Figur 1 - Avgrensning oppgaveområde

Det er i denne oppgaven utarbeidet flere alternativer for kryssløsningen mellom E16 og Fv24. Hensikten er å komme frem til et forslag gjennom en forenklet konsekvensanalyse av de forskjellige løsningene. Det forslaget som blir vurdert til å være det beste alternativet, skal prosjekteres etter de retningslinjene som er beskrevet i håndbøkene fra Statens vegvesen. Dataverktøyet Novapoint skal benyttes for å produsere tegninger av kryssløsningen. Etter prosjekteringen vurderes kostnadene ved å bygge ut det prosjekterte alternativet. Tilslutt gjennomføres en evaluering av konsekvensene av utbyggingen sammenlignet med det såkalte 0-alternativet, dvs. ingen utbygging.

For denne typen oppgave er det viktig å definere hvilket område som er med i oppgaven. De ulike krysstypene opptar forskjellige areal pga. de ulike krav til prosjektering etter krysstype. Beliggenheten på krysset er noe bestemt ut fra plasseringen til Fv24 og en avgrensning er basert på bakgrunn av dette. En omtrentlig avgrensning for oppgaven er vist i figur 1. En nøyaktig avgrensning for området vet man først når krysset er prosjektert.

Oppgaveområdet ligger i Sør-Odal kommune. Kommuneplanens arealdel er relativt gammel og gir få og generelle bestemmelser om arealbruk. Det er ingen informasjon for området som gjelder E16 spesielt. Noe som er verdt å merke seg er at de delene av kommunen som ligger utenfor tettbebyggelse er hovedsakelig markert som landbruks-, natur- og friluftsmål (LNF-områder)(Statens vegvesen, 2013A).

I forbindelse med arbeidet med kommunedelplanen for E16 i Sør-Odal anbefalte Miljøverndepartementet å gå inn for at E16-traseen skulle lokaliseres slik som det er vist i figur 1. Kommunestyret i Sør-Odal vedtok i 2004 å følge anbefalingene fra Miljøverndepartementet og videre planlegging tar utgangspunkt i den nordvestlige traseen.

Det er på nåværende tidspunkt fortsatt mulig det blir endringer i E16-traseen, men det er tatt utgangspunkt i det nordvestlige-alternativet.

1.2. Oppbygging av rapport

Det er ofte vanlig å inndele masteroppgaven i ulike kapitler som f.eks. teori, resultater og diskusjon. I mitt tilfelle mener jeg det passer bedre med en struktur som følger rekkefølgen de ulike delene av oppgaven ble gjennomført. Derfor er strukturen i denne oppgaven ulik den klassiske oppbyggingen av en rapport.

Denne masteroppgaven er delt inn i fire hoveddeler:

- Den første delen omhandler bakgrunnen for utbyggingen av E16, tilstandsanalyse av området i dag, dvs. f.eks. reguleringsplaner, trafikken og ulykkeshistorikk.
- I den neste delen utredes en rekke forslag til kryssutforming for tilkoblingen mellom E16 og Fv24. Alternativene sammenlignes og på bakgrunn av en forenklet konsekvensanalyse velges et alternativ som skal prosjekteres i neste del av oppgaven.
- I delen om prosjektering presenteres de gjeldende kravene for krysset mellom Fv24 og E16. Detaljer ved prosjekteringen kommenteres og 3D-skisser presenteres.
- I den siste delen av oppgaven gjennomføres et kostnadsoverslag ved å følge prosesskoden fra Statens vegvesen. Til slutt blir konsekvensene ved utbygging av det prosjekterte alternativet vurdert i en konsekvensanalyse.

2. Bakgrunn

Tidligere riksveg 2 skal legges om og bygges til en ny E16 på strekningen Kløfta – Kongsvinger. Vegen går gjennom to fylkeskommuner; Akershus og Hedmark, og gjennom fire kommuner; Ullensaker, Nes, Sør – Odal og Kongsvinger (plassering av oppgaveområde vist i figur 2). Denne masteroppgaven omhandler tilkoblingen mellom E16 og fylkesveg 24, som er ved tettstedet Skarnes.



Figur 2 - Lokalisering av oppgaveområde (Google maps, 2013)

I en rapport utarbeidet av Statens vegvesen blir situasjonen langs riksvegtrase 2b fra Kløfta til Kongsvinger oppsummert på følgende måte (Statens vegvesen, 2011D):

Utfordringer:

- Flere alvorlige ulykker
- For lav vegstandard i forhold til trafikkmengde
- Blandet funksjon

Hovedmål:

- Reduksjon i antall drepte og hardt skadde
- Bedre trafikkavvikling, økt forutsigbarhet og kortere reisetid

Statens vegvesen mener Riksveg 2 på deler av strekningen har for lav kapasitet og standard, og at det er sikkerhetsmessige utfordringer på store deler av ruta, spesielt med tanke på møteulykker. Dette er bakgrunnen for byggingen av ny E16. Ny trase for riksveg 2 medfører nye kryss, som for krysset ved Korsmo, som er utgangspunktet for denne oppgaven. Krysset ved Korsmo har som funksjon å koble riksveg 2 og fylkesveg 24 sammen.

2.1. Kort beskrivelse av prosjektet E16 Kløfta - Kongsvinger

Beskrivelsene i dette avsnittet gjelder hele utbyggingsprosjektet. En presentasjon av selve oppgaveområdet ved Korsmo kommer etter denne delen.

Den gamle vegstrekningen er en del av den tredje viktigste vegen fra Norge og over riksgrensen til Sverige. Dette henger sammen med at dette er den naturlige vegen å kjøre når man kommer fra Valdres, Gudbrandsdalen, Hallingdal og deler av Østlandet. I tillegg går det meste av den regionale trafikken fra Solør/Glåmdalen til Oslo/Akershus på denne strekningen.

Hele strekingen er ca. 60 km og skal bygges som firefeltsveg med en bredde på 16,5 m. Hastigheten langs ny E16 er satt til å være 90 km/t. Totalkostnaden for hele prosjektet er budsjettet til å være 6 milliarder kroner. Utstrekningen av E16-prosjektet er vist i figur 3.



Figur 3 - E16-prosjektet, Kløfta - Kongsvinger (Statens vegvesen, 2013A)

Prosjektet er delt inn i tre delstrekninger (Statens vegvesen, 2013A):

- Kløfta - Nybakk (Ullensaker). Strekningen er 10,4 km og ble bygget i perioden august 2004 til oktober 2007.
- Nybakk – Slomarka (Ullensaker, Nes og Sør-Odal). Denne strekningen er 32. km lang. Strekningen er i planfasen på dette tidspunktet.
- Slomarka - Kongsvinger (Sør – Odal, Kongsvinger). Strekningen er 17 km og skal bygges i perioden 2011 til 2014.

2.1.1. Mål med utbyggingen

Det er definert tre mål med utbyggingen av E16. De tre målene er å øke trafikksikkerheten, bedre trafikkavviklingen og å bedre miljøet for beboerne rundt riksveg 2.

Øke trafikksikkerheten

I perioden 1996 til 2009 har 13 personer omkommet i dødsulykker på strekningen Kløfta – Kongsvinger og 42 personer ble alvorlig skadd. På strekningen varierer ÅDT fra 7000 til 14000. Ved utbyggingen av E16 vil trafikksikkerheten bedres på ny trase da strekningen bygges etter dagens håndbøker. Eksisterende riksveg 2 blir til lokalveg, og trafikksikkerheten økes også her. I forbindelse med prosjektet skal det bygges ny gang- og sykkelveg ved riksveg 2. Dette bedrer sikkerheten for myke trafikanter som ferdes på strekningen.

Bedre trafikkavviklingen

Riksveg 2 fra Kløfta – Kongsvinger fungerer i dag som lokalveg og det er mange avkjørsler på strekningen. Dette medfører at hastigheten er nedsatt på 55 % av strekningen. Ved bygging av E16 vil trafikkavviklingen fungere bedre på både ny og gammel trase (pga. utvidelsen fra tofelts veg til firefelts motorveg) og det er en fordel for både lokal- og gjennomgangstrafikken.

Bedre miljøet for beboere rundt riksveg 2

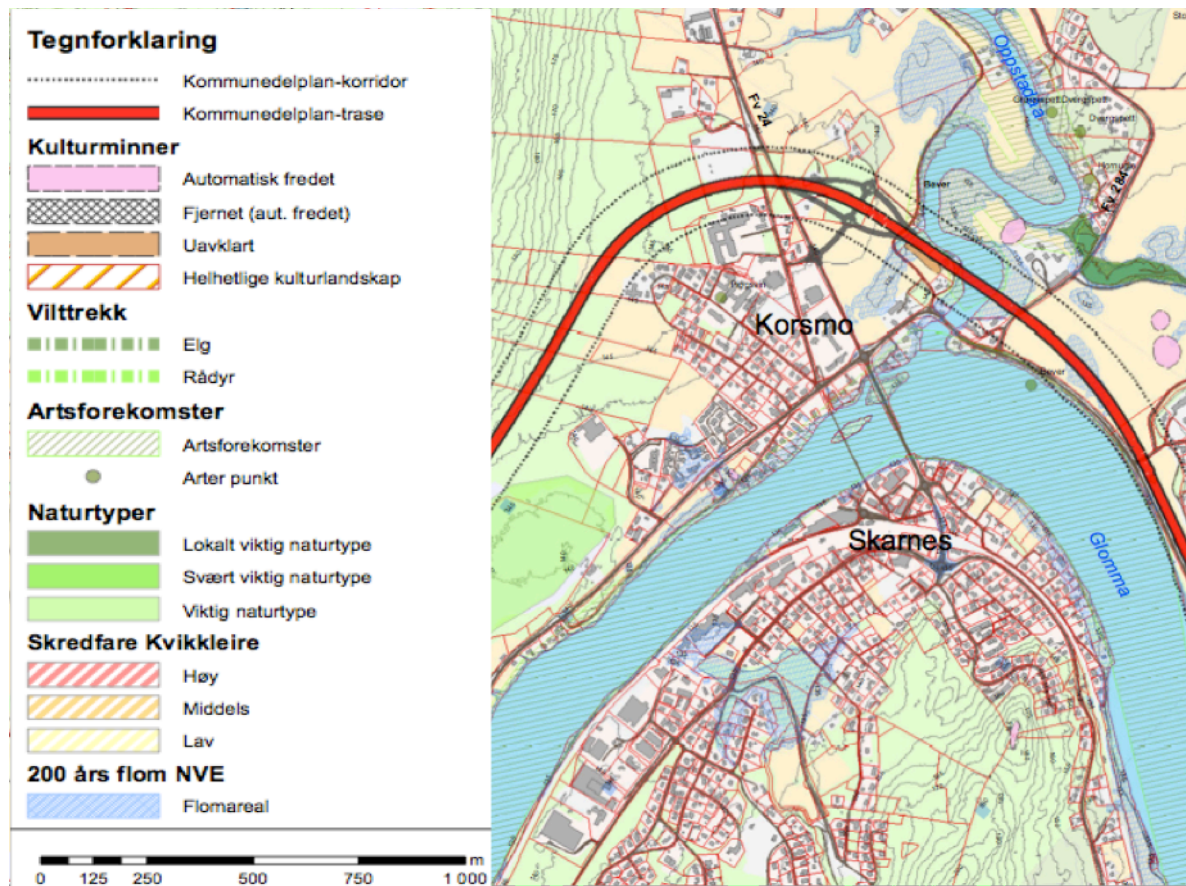
Støy er det første punktet under miljø som endres ved bygging av E16. Færre boliger blir utsatt for støy fra trafikken som følge av ny trase. For de boligene som blir utsatt for støy fra ny trase skal det vurderes støytiltak. Tiltakene vil variere fra bolig til bolig, men aktuelle tiltak vil være støyvoller, lokale skjermer osv. Det er en del vilt i området og det skal derfor bygges viltgjerder langs traseen. Gjerdene leder dyrene til krysningspunktene, som her ved denne utbyggingen er broer hvor vilt kan krysse E16. Videre er det gjort undersøkelser for å kartlegge eventuelle kulturminner og det strebes etter å ivareta friluftsområdene.

2.2. Beskrivelse av oppgaveområdet Korsmo

Krysset skal plasseres på nordsiden av Glomma ved Skarnes og det lokale navnet for området er som tidligere nevnt Korsmo. Ny E16 skal føres gjennom området som en firefelts motorveg og med toplanskryss. Vegen skal ledes delvis gjennom bebyggelse, skole og friluftsområde. Krysset blir sannsynligvis plassert i nærheten av elven Storåa og E16 skal krysse elva kort etter krysset ved Korsmo. Fv24 blir til Rv175 etter kryssing av Glomma.

2.2.1. Reguleringsplan for ny E16 ved Korsmo

COWI har på oppdrag fra Statens vegvesen utarbeidet en reguleringsplan for strekningen Nybakk - Slomarka. Et utsnitt fra reguleringsplanen for området ved Korsmo vist i figur 4.



Figur 4 - Reguleringsplan (Statens vegvesen, 2013A)

Av figur 4 kan man se at det vil være veldig aktuelt å plassere krysset på dyrka mark og skog. Områdene er klassifisert etter ulik viktighetsgrad, men både skog og dyrka mark er forholdsvis enkle å få tillatelse til å bygge på. I aktuelt området er det ikke registrert noen kulturminner og heller ingen artsforekomster som man må ta spesielle hensyn til.

200-årsflommen må tas med i vurderingen av kryssplasseringen og kryssløsning. I figur 4 er det fremstilt hvor vannmengdene fra en 200-årsflom vil være. Man ser av figuren at

vannmengdene fra en 200-årsflom vil kunne være hvor ønskelig kryssplassering er. Dette vil kunne påvirke grunnforholdene og geoteknikken, og derfor er en vurdering av dette er viktig i endelig prosjektering. Det er ikke gjennomført noen analyse av konsekvensene av en 200-årsflom i denne oppgaven.

I nærheten av ønsket kryssplassering ligger Skarnes videregående skole med idrettsbaner og det er kort avstand til friluftsområder som brukes av lokalbefolkningen.

E16-traseen som det er tatt utgangspunkt i i denne oppgaven (nordre alternativ), krysser idrettsbanen ved Skarnes videregående skole. Det har ikke vært spesielt stor motstand mot dette og det er stort sett akseptert i lokalmiljøet.

2.2.2. Trafikk

I dag er koblingen mellom E16 og Fv24 en firearmet rundkjøring hvor hver tilstøtende veg er en tofeltsveg (se figur 5). Innfartene til rundkjøringen har to felt for å bedre trafikkavviklingen. Fartsgrensen er 50 km/t både på Fv24 og E16 rett før og etter rundkjøringen.



Figur 5 - Dagens situasjon (Gule sider, 2013)

Det ligger bolighus i nærheten av rundkjøringen, men nærmest er grøntarealer og dyrka mark. En grundigere vurdering av området hvor denne rundkjøringen er lokalisert blir ikke gjennomført i denne oppgaven. Det er fordi det ikke er noe krav til at det nye krysset skal plasseres i dette området. Den nye traseen til E16 skal ligge nord for Skarnes og den nye plasseringen av krysset vil følge etter. I tabell 1 er dagens ÅDT-verdier og andel tungtrafikk for tilkoblingen E16 og Fv24 oppgitt.

Tabell 1 - ÅDT idag (NVDB, 2013)

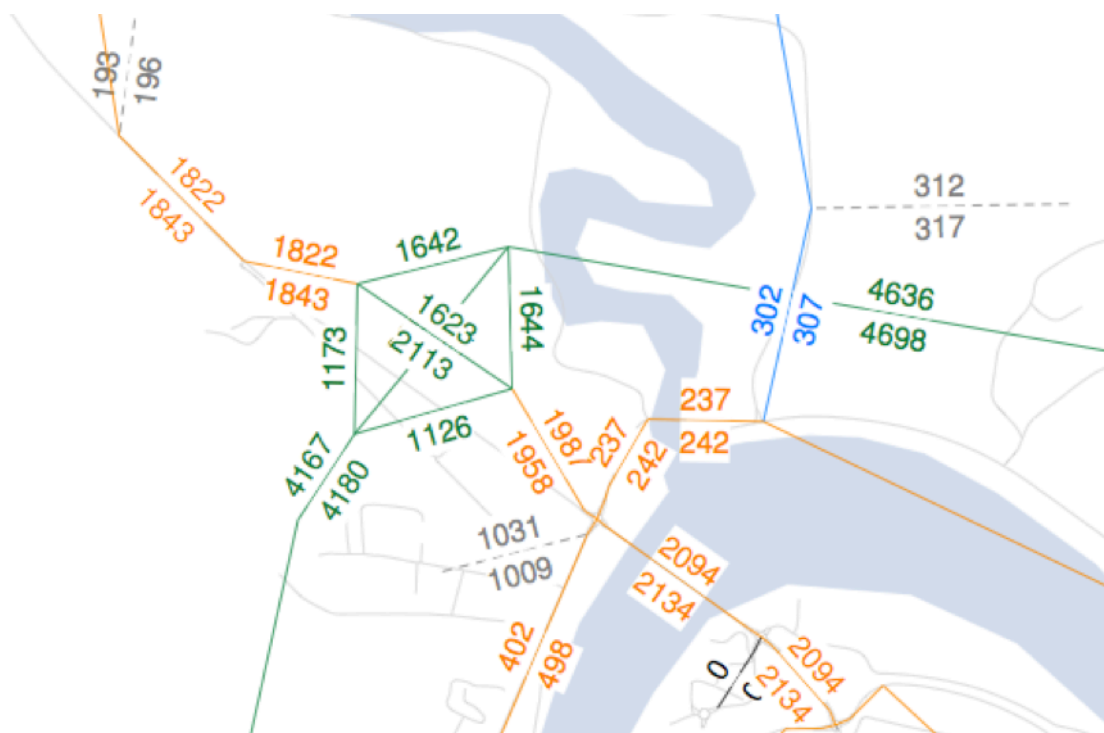
	ÅDT idag	Andel tungtrafikk
E16V	11300	10 %
E16Ø	9550	8 %
Fv24N	5000	11 %
Fv24S	7500	14 %
ÅDT _{kryss} (Sum ÅDT/2)	16675	

ÅDT-verdiene oppgitt i tabell 1 er hentet fra Nasjonal Vegdatabank, NVDB. Det er noe usikkert når disse ÅDT-verdiene er fra siden det ikke er oppgitt, men de antas å være fra 2012. Det er en del usikkerheter i ÅDT i NVDB da det på en del steder ikke er gjennomført nyere tellinger. Hvis man ønsker å gjennomføre detaljerte trafikkberegninger så benytter man som regel tall som er direkte fra tellepunkt. I den første fasen for foreløpige trafikkberegninger som ble gjennomført av COWI anses likevel tall fra NVDB som tilstrekkelig.

Utbyggingen av E16 fører til ny trase og nytt kryss, og man vil få en endring i trafikkmønsteret. Det må gjøres en del antakelser på trafikkvekst osv. for å kunne utføre beregninger. Beregningene viser om man får en forflytning av trafikken når det bygges ny veg, om folk velger å reise til nye steder, hvor mange som vil bruke den nye vegen og om det eventuelt vil bli en trafikkvekst i området når den nye vegen kommer.

Det er benyttet regional transportmodell (RTM) med delområdemodell for Hedmark og Oppland som også inkluderer deler av Akershus. Beregningene er gjort for år 2010 og det er benyttet såkalte sonedata med informasjon om bl.a. antall bosatte og arbeidsplasser for år 2010.

Resultatet fra trafikkberegningene for nytt kryss på Korsmo er vist i figur 6. Dette er resultatet for ny utbygging av E16 med ÅDT-verdier for 2010.



Figur 6 - ÅDT ved utbygging

Videre må man oppskalere trafikkverdiene etter antatt trafikkvekst, som her i tabell 2 for ÅDT 2012 med utbygging. Da har man brukt tallene fra RTM-modellen med ÅDT for 2010 og ÅDT for 2012 fra NVDB. I tabell 2 er ÅDT for 2010 uten utbygging, ÅDT for 2012 med utbygging av ny E16 og endring i trafikkmengde som følge av utbygging vist. Verdien for Fv24 Sør er trafikkmengdene for strekningen nord for dagens E16.

Tabell 2 - ÅDT-verdier med utbygging

Veg	ÅDT 2010	ÅDT 2012 med utbygging	Endring i trafikk
E16 Øst	8150	10900	+ 14,5 %
E16 Vest	8090	11700	+ 3,2 %
Fv24 Nord	3410	5400	+ 7,5 %
Fv24 Sør	3410	5800	+ 15,7 %

Ved prosjektering av veger skal man dimensjonere for trafikkmengden 20 år etter forventet åpningsår (Statens vegvesen, 2008A). På nåværende tidspunkt er det ikke fastsatt hvilket år strekningen åpner. Antatt åpningsår er satt til 2020 og dimensjonerende trafikkmengder ble dermed tall for år 2040.

For å finne frem til trafikkvekst på strekningen er det benyttet tall fra prognoser fra Vegdirektoratet. Det meste av strekningen på E16 som COWI skal prosjektere ligger i Akershus fylke. Derfor er trafikkvekst for Akershus fylke benyttet på Korsmo, selv om

Korsmo ligger i Hedmark fylke. Prognosene for trafikkvekst for lette og tunge kjøretøy er vist i tabell 3.

Tabell 3 - Prognose trafikkvekst for lette og tunge kjøretøy

Til og med år	Lette kjøretøy	Tunge kjøretøy
2014	1,6 %	2,8 %
2020	1,5 %	2,4 %
2030	1,3 %	2,4 %
2040	1,0 %	1,7 %

Resultatene etter beregningene var en vekst fra 2012 til 2040 på 42 % for lette kjøretøy og 83 % for tunge kjøretøy. Det må poengteres at det er store usikkerheter i disse verdiene, men det kan gi et anslag på framtidige trafikkmengder. Andel av tungtrafikk varierer på strekningen og det er valgt å bruke en tungtrafikkandel på 12 % på E16 og 10 % på Fv24. Da blir total trafikkvekst på E16 fra 2012 til 2040 47 % og på Fv24 46 %.

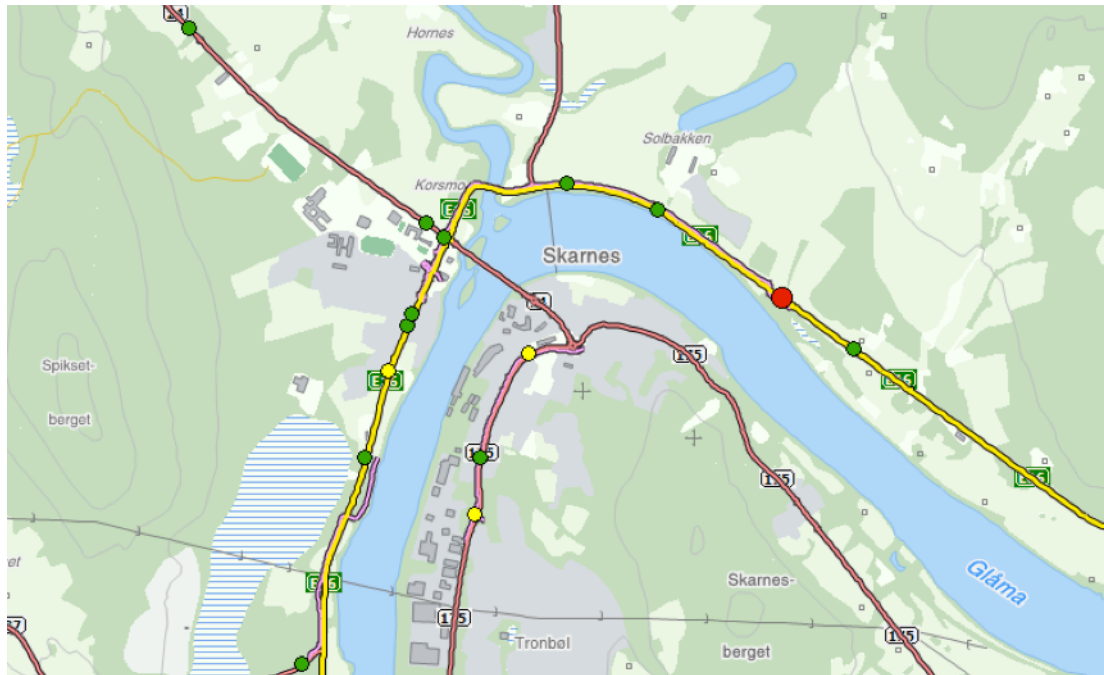
Tabell 4 viser dimensjonerende trafikkmengder for nytt kryss på Korsmo (avrundet til nærmeste hundre). Her er også fremtidige trafikkmengder på rampene tatt med. Disse mengdene blir benyttet i videre vurderinger av utformingen av krysset.

Tabell 4 - ÅDT-prognose for 2040

ÅDT-prognose for 2040	
Veg:	
Fv24 Nord	7900
Fv24 Sør	8500
E16 Vest	13300
E16 Øst	16000
Ramper:	
Fra E16 Øst	2800
Mot E16 Øst	2800
Fra E16 Vest	1900
Mot E16 Vest	1900

2.2.3. Ulykkeshistorikk

E16 bygges med ny trase og nytt kryss ved Korsmo og det er dermed ikke registrert noen ulykkesdata på aktuell strekning. Det er likevel interessant å se på ulykkeshistorikken for området ved Korsmo og Skarnes for å få et inntrykk av dagens trafikksituasjonen i området. Informasjonen om ulykker er hentet fra Nasjonal Vegdatabank og figur 7 viser registrerte ulykker de siste fire årene. Grønn prikk er lettere skadde, gul prikk er alvorlig skadde og rød prikk er drepte. For området har det ikke vært noen meget alvorlig skadde.



Figur 7 - Ulykkeshistorikk (NVDB, 2013)

Som man kan se av figur 7 har det i de siste fire årene vært registrert en dødsulykke i området. Dødsulykken skjedde i et område hvor det ikke er aktuelt å plassere nytt kryss. For dagens tilkobling mellom E16 og Fv24, en firearmet rundkjøring, er det kun registrert en ulykke med alvorlighetsgrad lettere skadd. Det er også registrert en ulykke med samme alvorlighetsgrad ca. 300 m fra rundkjøringen.

Det nye krysset mellom E16 og Fv24 blir et toplanskryss med en annen utforming enn den firearmede rundkjøringen som er der i dag. På en generell basis, kan man ut fra Håndbok 115 Analyse av ulykkessteder, komme til den konklusjonen at situasjonen i dag med en rundkjøring er mer trafiksikker enn en variant av toplanskryss. I Håndbok 115 er en rundkjøring med 4 armer oppgitt til å ha en ulykkesfrekvens på 0,05, men toplanskryss har en ulykkesfrekvens på 0,12 – 0,13. Statistisk sett vil det dermed være en større ulykkesrisiko med den planlagte utbyggingen enn den situasjonen som er i dag.

For å gjøre en kjapp vurdering av ulykkesituasjonen i dag er ulykkesfrekvens for rundkjøringen på Korsmo beregnet. Beregningen gjøres som for et ulykkespunkt med de opplysningene som er oppgitt tidligere.

$$U_f = \frac{U_{obs}}{\text{ÅDT} \times 365 \times 4} \times 10^6 = \frac{1}{16675 \times 365 \times 4} \times 10^6 = 0,041$$

Dermed kan man konkludere med at det eksisterende krysset ved Korsmo har en ulykkesfrekvens som er noe lavere enn den statistiske ulykkesfrekvensen på 0,05 (Statens vegvesen, 2007A).

2.2.4. Gitte forutsetninger for kryssløsning ved Korsmo

Kryssplasseringen og kryssløsningen er ikke bestemt, men det er likevel en del gitte forutsetninger som vil fungere som rammer for å finne en løsning for krysset. E16 er en del av stamvegnettet i Norge og vegen skal prosjekteres etter kravene oppgitt i Håndbok 017. I påfølgende avsnitt vil ulike rammer for oppgaven bli presentert.

2.2.4.1. Oppgaveområde

Figur 8 viser et 3D-kart over Skarnes/Korsmo hvor krysset skal plasseres. Traseen til ny E16 skal legges rundt Skarnes videregående skole og videre krysse elva Storåa som renner ut i Glomma (se traseen presentert under *innledning*). Den nye traseen vil krysse Storåa omtrent 150 m lengre nord enn hvor dagens bro er. Ny E16 skal på samme måte som gamle riksveg 2 kobles med Fv24 som i dette området blir kalt Nord-Odalsvegen. Krav til dimensjoneringsklassen S5 (se avsnitt 2.2.4.2) medfører at koblingen må være et toplanskryss, mens det som nevnt i dag er en rundkjøring. Toplanskryss er ofte plasskrevende og det er viktig at plasseringen av krysset er optimal med tanke på arealbruk. For kryssløsningen ved Korsmo er det mest aktuelt å benytte arealer som i dag er dyrka mark og skog. På figur 8 vil disse områdene ligge til høyre for fylkesvegen.



Figur 8 - Oppgaveområde, skråfoto (Gule sider, 2013)

2.2.4.2. Rammer for løsning av oppgave

Som tidligere nevnt er beliggenheten til krysset noe bundet siden krysset skal koble ny E16 og Fv24 sammen. Traseen til E16 og tilkoblingen med fylkesvegen blir flyttet fra nærheten av Glomma til rundt Skarnes videregående skole. Det er laget forslag til selve traseen for ny E16

gjennom Korsmo. Horisontalkurvaturen er så å si fastlagt, men vertikalkurvaturen diskuteres fortsatt. Det vurderes om E16 skal legges i kulvert under fylkesvegen eller om Fv24 skal ledes i bro over E16. Parallelt med fylkesvegen ligger en mindre veg, Skolevegen, som det sannsynligvis må gjøres noen endringer med. Rundt Korsmo vil traseen til E16 ligge i en sving. Dette er med på å vanskeliggjøre prosjekteringen av kryssløsningen.

I oppgaven er det tatt utgangspunkt i at horisontalkurvaturen er bestemt og det er dermed definert fastpunkter som er med å bestemme lokaliseringen av krysset. I tillegg skal krysset kobles på Fv24 og dette legger klare føringer for beliggenhet. Hvilken del av E16 som er med i oppgaven er vist under *innledning*.

Terrenget ved Korsmo er relativt flatt og det er ikke knyttet noen store utfordringer til selve byggingen pga. kupert terreng. Det er foretatt undersøkelser av grunnforholdene på Korsmo, men resultatene er ikke klare ved tidspunktet denne oppgaven besvares (Statens vegvesen, 2013). Man har midlertidig fått en indikasjon på at grunnforholdene er dårlige. I området er det "mektige marine leiravsetninger som er gjennomskåret av ravedaler. Leira i området er bløt og stedvis kvikk" (Statens vegvesen, 2013A). Dette er med på å komplisere selve byggingen av krysset og det er høyst sannsynlig nødvendig med geotekniske tiltak for å gjennomføre utbyggingen. Disse tiltakene kan være kostbare. Som tidligere nevnt, må man være oppmerksom på 200-årsflommen, som kan medføre alvorlige konsekvenser hvis man ikke tar hensyn til de potensielle vannmengdene i prosjekteringen av veien.

Gjennom Korsmo må man vurdere hvordan E16 skal krysse Fv24. De to alternativene som blir vurdert kort i denne oppgaven er å enten bygge E16 ned i en kulvert eller lede Fv24 i en bro over E16. Det er høyst aktuelt å senke E16 gjennom det mest "urbane" området av Korsmo. Dette området er i forkant av fylkesveg 24. Om det er mulig å legge en kulvert i området og hvor langt ned avhenger av de geotekniske forholdene, og grunnvannstanden.

Å senke E16 vil forhindre støyproblemer fra trafikken og vil være en mer gunstig løsning estetisk, da E16 og krysset blir en mindre dominerende konstruksjon. Man vil fortsatt oppleve støyen fra trafikken som kjører av/på E16 ved Korsmo, men denne støyen er langt mindre alvorlig. E16 skal krysse elva Storåa kort etter fremtidig kryss på Korsmo, og en heving/senkning av E16 vil påvirke hvordan kryssingen av elva blir utformet. Det påvirker både hvor vanskelig det blir å følge kravene i håndbøkene og hvor kostbar brukonstruksjonen blir.

Det er ønskelig at krysset skal oppta minst mulig areal, både fordi det er kostnadsbesparende i form av at det kreves mindre erverv av jord og fordi man helst ikke vil oppta mye av f.eks. jordbruksarealer som er viktig for samfunnet. Det er også hensiktsmessig at krysset tilpasses nærliggende terreng så godt som mulig. Videre ønsker man at byggingen av ny veg skal komme i konflikt med færrest mulig boliger. Man ønsker å unngå at selve traseen med kryss plasseres på eksisterende hus og at støy fra den nye veien skal ramme

færrest mulig boliger, derfor er det aktuelt å senke E16. I tillegg vil man forsøke å bevare naturmiljøet og kulturmiljøet så godt som mulig.

Etter ønske og søknad fra Statens vegvesen har vegdirektoratet godkjent å nedklassifisere E16 fra en S9 veg (med ÅDT over 12.000 og fart = 100 km/t) til en S5 veg (med ÅDT 8000-12000 og fart= 90km/t) med kontinuerlige forbikjøringsfelter. Dvs. at E16 skal prosjekteres etter kravene til en S5 veg. ÅDT-prognosene tilsier at fremtidig trafikk vil være over 12000 (se avsnittet *trafikk*), men Statens vegvesen vil likevel bygge E16 som en S5 veg med forbikjøringsfelt i stedet for standard 4-felts motorveg. Med forbikjøringsfelter i begge retninger kan dermed kjørebanebredden være 3,25 m og E16 bygges etter standardkravene til en S5 veg (H017). Dette medfører at krysset ved Korsmo må være et planskilt kryss som er mer trafiksikkert og ofte gir en bedre trafikkavvikling enn et vanlig kryss, men krysstypen er ofte mer arealkrevende. Planskilte kryss er et krav til både vegstandard S5 og S9. Planskilte kryss er ikke en alltid en bedre løsning enn rundkjøringer. Planskilte kryss har en statistisk ulykkesfrekvens på 0,08 – 0,16, mens rundkjøringer har en ulykkesfrekvens på 0,05 – 0,06 (Statens vegvesen, 2007). Rundkjøringer er den sikreste plankrysstypen ut fra statistisk ulykkesfrekvens, men egner seg dårlig når det er skjev trafikkbelastning på armene i krysset, mange myke trafikanter gjennom krysset og når det er stor forskjell på vegstandard (Vegdirektoratet, 2007).

De økonomiske rammene vil alltid være med på å bestemme hvilken løsning man velger til slutt. En vurdering av kostnader skal gjennomføres ved endelig valg av løsning. Fremgangsmåte og vurdering av kostnadene vil bli presentert i kapittel 6. *Kostnader*.

Finansieringen av vegprosjektet er fastsatt i Nasjonal Transportplan for 2014-2023. Det er bestemt at 40 % skal finansieres av staten og 60 % skal finansieres med bompenger (Samferdselsdepartementet, 2013).

3. Alternative løsninger

I denne delen av oppgaven presenteres alternative løsninger for krysset ved Korsmo. For å kunne gjøre et endelig valg av kryssløsning er det noen punkter man bør vurdere ved alle aktuelle alternativer. En del av disse punktene er oppgitt i Håndbok 263 Geometrisk utforming av veg- og gatekryss og er som følger:

- Dimensjoneringsklasse
- Fartsgrense
- Antall vegarmer
- Trafikkmengde og trafikk sammensetning
- Trafikksikkerhet
- Fremkommelighet og kjørekomfort
- Inngrep i terreng og bebyggelse/tilgjengelig areal
- Kostnader

E16 skal prosjekteres etter dimensjoneringsklasse S5 hvor kravet til kryssløsning er planskilte kryss. Dette innebærer at kryss og rundkjøringer i ett plan utelukkes som reelle alternativ. Løsningene som presenteres er derfor hovedsakelig forskjellige varianter av planskilte kryss.

Som beskrevet under avsnittet *gitte forutsetninger* er det aktuelt å både legge E16 i en kulvert under Fv24 og å lede fylkesvegen i en bro over E16. I denne delen av oppgaven, *alternative løsninger*, blir det lagt vekt på forskjellige kryssløsninger og det fokuseres derfor lite på hvordan vertikalprofilen til E16-traseen gjennom Korsmo skal være. For de mest aktuelle alternativene vil likevel valg av vertikalprofil til E16 ved Korsmo kommenteres.

For å lage skisser av de ulike løsningene er ikke alle dimensjoneringskravene fulgt. Krav til stigningsgrad, lengde på ramper, dimensjoner på rundkjøringer osv. er derfor ikke helt etter håndbøkene, men verdiene ligger i nærheten av kravene. Jeg har valgt å presentere alternativene med kart i bakgrunnen. Dette betyr ikke at plasseringen er valgt, men en mulig plassering er vist på skissene. Ved å ha kartet i bakgrunnen er det enklere å få et inntrykk av hvor mye areal en kryssløsning opptar og det er enklere å se for seg kryssløsningen i terrenget. Skissene er ment for å presentere de mulige løsningene og for å kun gjøre en grov vurdering av hvert enkelt alternativ. I neste del av oppgaven skal det velges ett alternativ som skal prosjekteres etter håndbøkene og ved bruk av Novapoint.

I de påfølgende presentasjonene legges det blant annet vekt på arealbruk, trafikksikkerhet, estetikk, nærmiljø og kostnader. Flere faktorer ved hvert alternativ vil bli gjennomgått senere. Til slutt i denne delen av oppgaven vil en sammenligning av alternativene bli presentert. En fullverdig vurdering (en forenklet konsekvensanalyse) av alternativene med vektning av de forskjellige konsekvensene blir presentert i del 4 *Valg av løsning*, og etter analysen velges en løsning.

De siste to alternativene som blir presentert er ikke aktuelle som kryssløsninger ved Korsmo. Turborundkjøring er ikke et planskilt kryss og trompetkryss passer ikke når man har en gjennomgående sekundærveg. Jeg har likevel valgt å ha med en presentasjon av de to krysstypene for å ha en bredde av løsninger som er aktuelle i Norge.

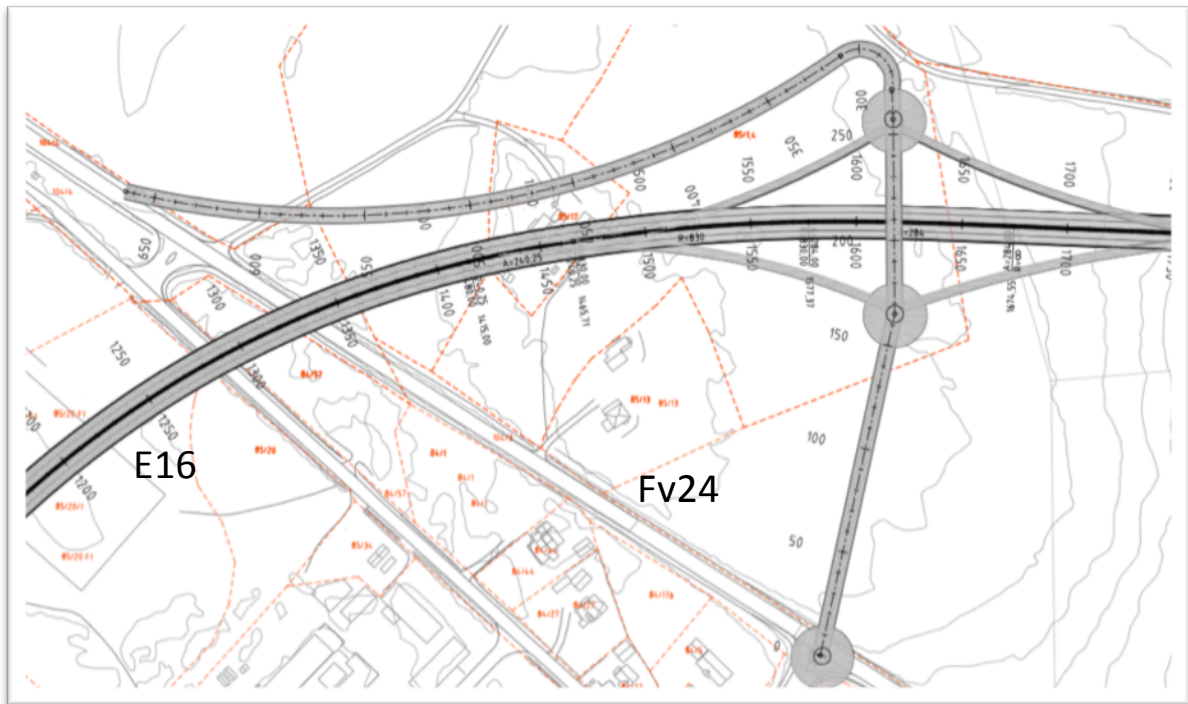
3.1. Alternativ A: Ruterkryss med primærveg under sekundærveg

Ruterkryss er et av de mest vanlige planskilte kryssløsningene her i Norge. Kryssløsningen egner seg godt hvor man har en gjennomgående sekundærveg som enten kan ledes over eller under primærvegen. Mest vanlig er at sekundærvegen ledes i en bro over primærvegen, som for dette alternativet. I tilslutningene mellom sekundærvegen og akselerasjons- og retardasjonsrampene er det to rundkjøringer, som er i samme plan som broen.

Ruterkrysset er den kryssløsningen av de planskilte kryssene som krever minst areal og det er en av grunnene til at denne løsningen ofte blir valgt. Dette er hensiktsmessig på Korsmo hvor det er sannsynlig at areal til krysset må tas fra dyrka mark og det er derfor spesielt ønskelig å begrense arealbruken. Ruterkrysset gir en god oversikt og utformingen er relativt logisk slik at det er enkelt for sjåførere å forstå hvor de skal kjøre. Løsningen er i tillegg en trafiksikker krysstype, som henger sammen med at ruterkrysset er en kjent løsning for de fleste. Videre kan man påpeke at det er relativt lite sannsynlig at kjøretøy ved en feil kommer til å kjøre i motsatt kjøreretning.

Plasseringen av ruterkrysset er ikke endelig bestemt, men figur 9 viser et alternativ. Som man kan se av figuren vil den valgte vegtraseen for E16 gjennom Korsmo kreve at noen boliger må rives, men selve krysset er her stort sett plassert på åkrer og skog.

Ruterkrysset er tilkoblet fylkesveg 24 på to steder. Som figur 9 viser er tilkoblingen til fylkesvegen i nord en variant av et T-kryss, mens i sør er det valgt å plassere en rundkjøring. Dette er bare forslag, og endringer av krysstype i tilkoblingene er aktuelt.



Figur 9 - Alternativ A Ruterkryss med sekundærveg over primærveg

Ruterkrysset som type løsning gir ofte de korteste rampene, noe som er ønskelig med tanke på kostnader og arealbruk. I enkelte situasjoner kan denne varianten av ruterkryss gi en lengre bro enn andre alternativer. Broer er dyre å bygge og ved noen tilfeller vil dette alternativet dermed ha en høyere kostnad.

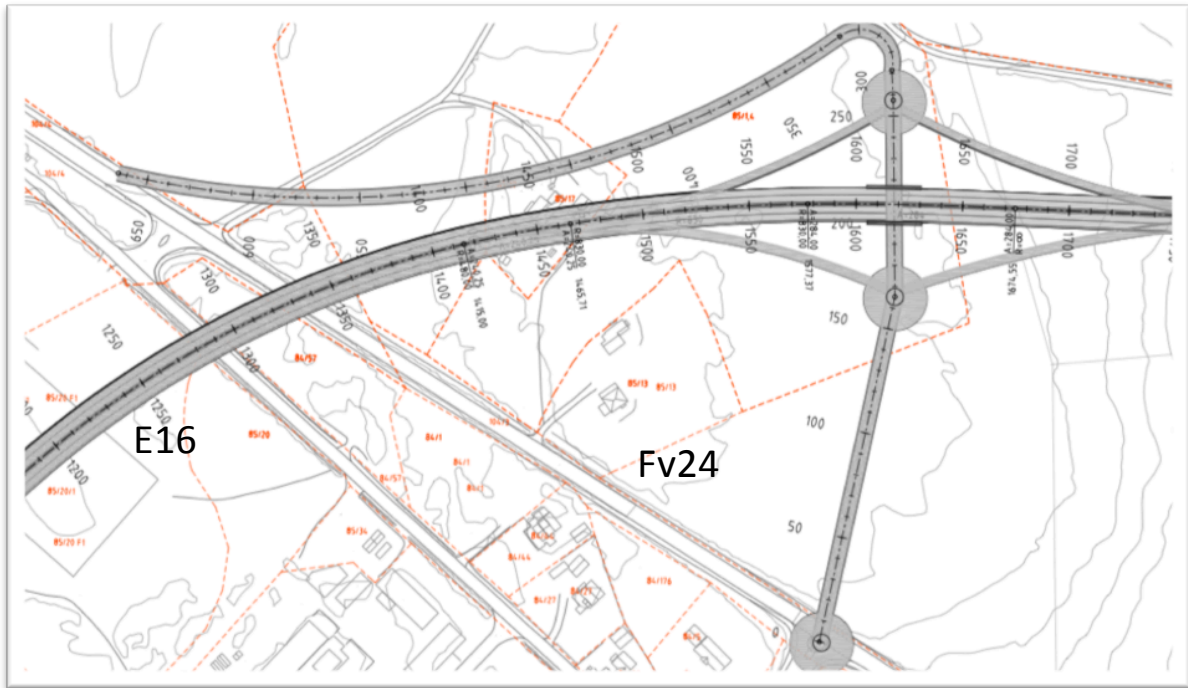
For å lede sekundærvegen over primærvegen må rundkjøringer, bro og ramper heves slik at kravet til fri høyde under broen innfris. Dette styrer kostnadene ved utbyggingen og det innvirker på hvordan landskapsbildet er i området. Det er ikke ønskelig at dette skal være en altfor dominerende konstruksjon. Likevel kommer man ikke unna større konstruksjoner ved utbygging av motorveg. Dette vil bli mer vurdert under sammenligningen av alternativene.

Om E16 skal bygges i en kulvert eller om fylkesvegen bygges i en bro over E16 påvirker hvordan ruterkrysset blir utformet. Hvis E16 legges ned i en kulvert i terrenget under fylkesvegen vil traseen ligge lavere enn hvis E16 bygges delvis ned. Dette gjør at broen, rampene og de øvrige konstruksjonene i ruterkrysset må heves mindre fra eksisterende terreng. Krysset vil da bli mindre dominerende i landskapsbildet og nærmiljøet blir bedre skjermet for støy og forurensing som utbyggingen medfører.

Dette alternativet er en god løsning for krysset på Korsmo. Ruterkryss er en vanlig løsning langs norske motorveger noe som medfører at det er en kryssløsning som er enkel å forstå for trafikanter. Andre positive aspekter med denne løsningen er at den er relativt lite plasskrevende og trafikksikker, og alternativet vil stille sterkt ved en sammenligning.

3.2. Alternativ B: Ruterkryst med primærveg over sekundærveg

Ruterkryst med primærveg over sekundærveg har stort sett de samme fordelene som ruterkryst med primærveg under sekundærveg. Løsningen er relativt lite plasskrevende, trafiksikker og en enkel kryssløsning som de fleste forstår. Å lede primærvegen over sekundærvegen er ofte vanskeligere å gjennomføre enn å lede primærvegen under sekundærvegen. Dette er fordi det er krav om en stivere kurvatur på motorvegen enn for rampene og sekundærvegen.



Figur 10 - Alternativ B Ruterkryst med primærveg over sekundærveg

Å heve E16 over sekundærvegen gjør at støy vil spres mer enn hvis sekundærvegen ligger over primærvegen. Dette er fordi E16 har den største andelen trafikk og det er høyere fart på den veien. Det meste av akselerasjonen/retardasjonen skjer i krysset, men mest støy antas likevel å komme fra E16. Ettersom det er en del bebyggelse i området er det mulig at dette er en mindre ønskelig løsning enn å legge sekundærvegen over primærvegen. Slik som løsningen er presentert i figur 10, så tar ikke krysset noen boliger. Hvis man skal legge E16 over sekundærvegen, kan man legge rundkjøringene og sekundærvegen i samme plan som terrenget. Da vil ikke rundkjøringene og sekundærvegen vises mye i landskapet. Rampene må derimot bygges opp slik at de kan kobles med motorvegen.

For dette alternativet er det også aktuelt å vurdere hvordan kryssingen av fylkesvegen påvirker kryssutformingen. Hvis E16 legges i en kulvert under fylkesvegen kan det bli vanskeligere å få hevet E16 nok til at krav til fri høyde tilfredsstilles, dvs. at hevingen av motorvegen må starte tidligere på traseen. Dette er kostbart og konstruksjonene vises bedre i landskapet. På motsatt vis blir det enklere å oppfylle kravet til fri høyde hvis E16 legges

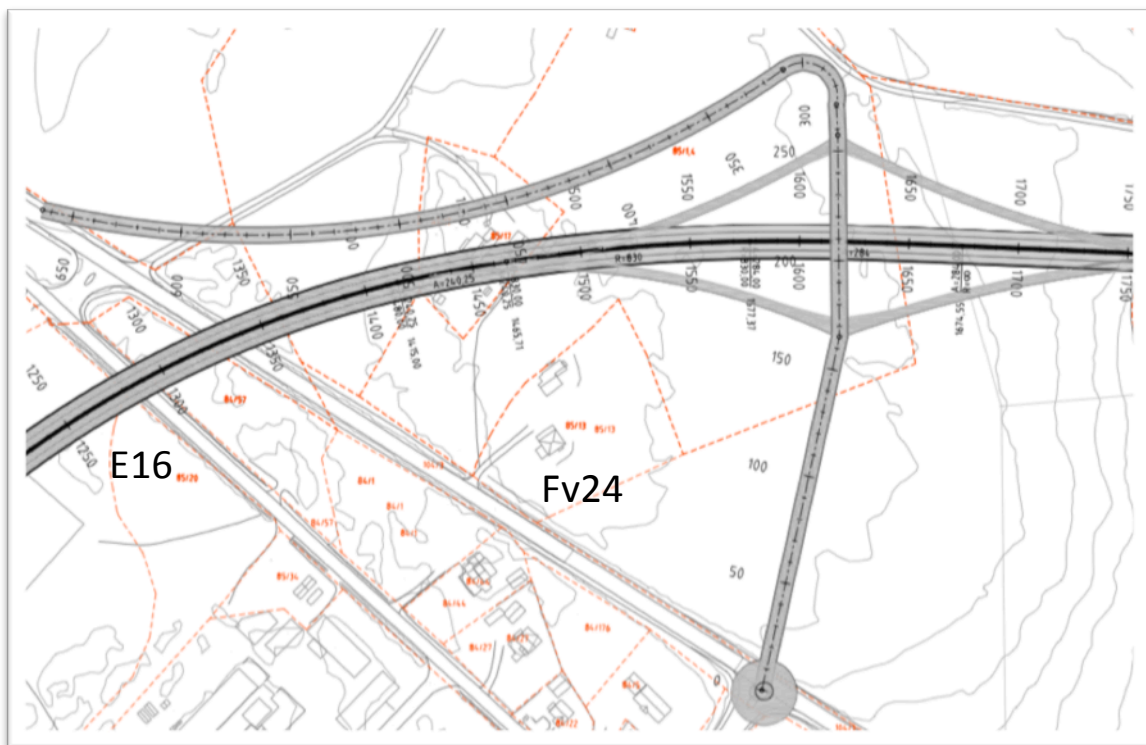
delvis ned i terrenget, men det kan bli problemer med kryssingen av elva med tanke på linjeføringen.

Om man skal legge primærveg over eller under sekundærveg avhenger mest av terrenget hvor krysset skal plasseres. Et eksempel på hvor det ofte er ønskelig å bygge primærveg over sekundærveg, er hvis primærvegtraseen krysser en liten dal og sekundærvegen ligger nede i dalen. Da vil dette alternativet passe bedre inn i landskapet og kostnadene ved utbygging vil også bli lavere.

3.3. Alternativ C: Ruterkryss med primærveg under sekundærveg uten rundkjøringer i tilkobling

Denne løsningen er nok en variant av ruterkrysset. Her er det også mulig å bygge ruterkryss med primærveg over sekundærveg uten rundkjøringer, men jeg har kun valgt å vurdere ruterkryss med primærveg under sekundærveg uten rundkjøringer (se figur 11).

Igjen, så har dette alternativet stort sett de samme egenskapene som de to forrige løsningene. Løsningen er enkel å forstå, samt at den er lite plasskrevende. Det er likevel noen forskjeller. Med en løsning uten rundkjøringer reduseres trafikksikkerheten i tilkoblingen mellom E16 og Fv24. Dette alternativet vil i stedet ha to x-kryss. X-kryss er oppgitt til å ha en statistisk ulykkesfrekvens på 0,10 – 0,18 (Statens vegvesen, 2007A). Ulykkesfrekvensen avhenger av andel sidevegtrafikk, men verdien ligger i området 0,10-0,18. Firearmede rundkjøringer har statistisk ulykkesfrekvens på 0,05, og ved sammenligning ser man at løsningen med kryss er langt mindre trafikksikker enn å ha rundkjøringer i tilkoblingene.



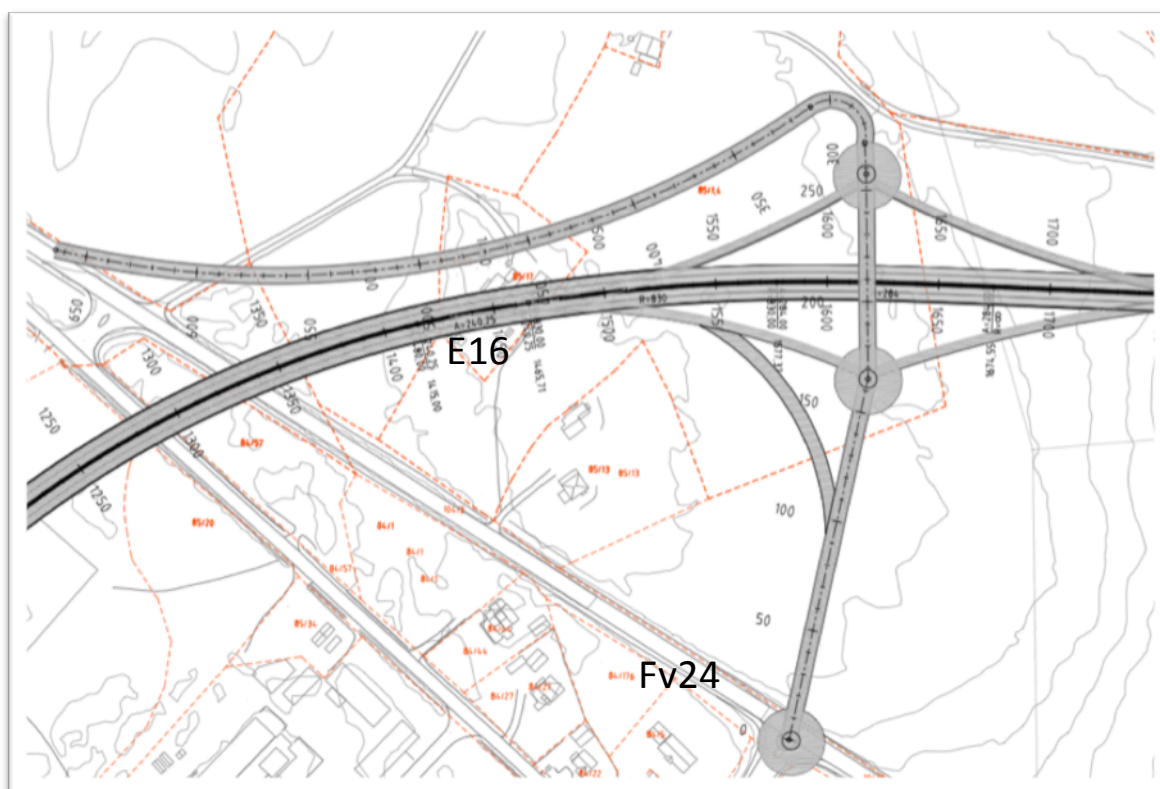
Figur 11 - Alternativ C Ruterkryss med sekundærveg over primærveg uten rundkjøringer

Ved denne løsningen er det ofte vanlig at rampene har vikeplikt for trafikken på sekundærvegen. Det må alltid gjennomføres en vurdering av alternativene og det er ingen fasit for når ulike løsninger er riktig. Ved Korsmo kommer det meste av trafikken fra E16 og det er derfor ønskelig med rundkjøringer i tilslutningene med sekundærvegen for å sikre en bedre trafikkavvikling. I tillegg kommer det relativt mye trafikk fra Fv24 og det vil være en mer trafikksikker løsning med rundkjøringer enn vikepliktsregulert kryss.

3.4. Alternativ D: Ruterkryss med primærveg under sekundærveg hvor felt fra E16 ledes utenfor rundkjøring

Om det er aktuelt å lede felt utenfor rundkjøringen i tilkoblingen med sekundærvegen avhenger av ÅDT, kapasitet og fordelingen av trafikken på de ulike vegene. Som skissert under må det lages et felt ekstra på den rampen hvor man ønsker å lede trafikk utenfor rundkjøringen. Dette feltet knyttes ofte sammen med sekundærvegen ved fletting av trafikken.

Denne løsningen er lik de foregående alternativene siden dette i utgangspunktet også er et ruterkryss. Ved å lede et felt utenfor rundkjøringen krever løsningen mer areal. Et alternativ for plassering av feltet er vist på figur 12. Denne plasseringen tar ikke noen boliger og er feltet ligger over dyrka mark.



Figur 12 - Alternativ D Ruterkryss med primærveg under sekundærveg hvor felt fra E16 ledes utenfor

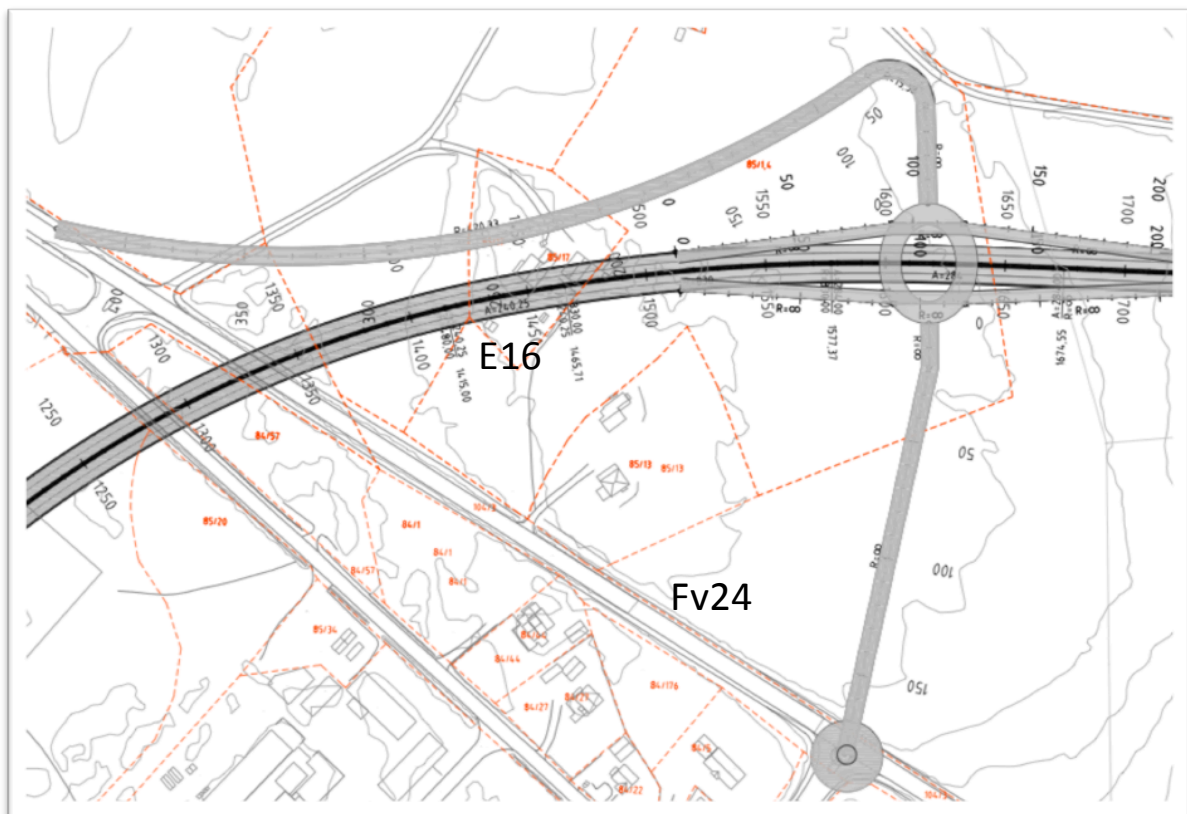
Ved å legge inn et felt til i krysset vil krysset bli noe mer uoversiktlig og det er mulig ulykkesfrekvensen øker. Hvis man velger denne løsningen over de vanlige ruterkryssene, krever kryssutformingen mer areal. Det er derfor viktig å vurdere om dette er nødvendig med tanke på ÅDT, kapasitet og trafikkfordeling.

På Korsmo er det forholdsvis lite av trafikken som skal rett frem, og det er derfor lite aktuelt med denne typen løsning.

3.5. Alternativ E: Planskilt kryss med stor overliggende rundkjøring

En annen versjon av ruterkryss er hvor man bygger en stor overliggende rundkjøring over primærvegen. Med denne løsningen knyttes rampene og sekundærvegen sammen i en stor rundkjøring, i stedet for at man har to mindre separate rundkjøringer/kryss. Primærvegen føres i planet under rundkjøringen på samme måte som vanlig ruterkryss.

Et problem som kan oppstå hvis man velger en overliggende rundkjøring er sikten. Brurekkverket kan gi til dårlig sikt for de kjøretøyene som kommer fra avkjøringsrampen. Hvis man velger denne løsningen er det spesielt viktig med siktkontroll. En overliggende rundkjøring er en relativt stor og tung konstruksjon. For en slik løsning er det viktig med gode grunnforhold, i tillegg til at kostnader og estetikken må vurderes nøye. Kostnadene ved å bygge en overliggende rundkjøring blir som regel høyere enn for eksempel kostnadene ved bygging av et kløverbladkryss, nettopp på grunn av nødvendige geotekniske tiltak.



Figur 13 - Alternativ E Planskilt kryss med stor overliggende rundkjøring

Plasseringen av overliggende rundkjøring som er vist på figur 13, er ikke ideell hvis man ønsker denne løsningen. På Korsmo kunne det ha vært mer aktuelt å ha lagt fylkesvegen i en kulvert og lagt rundkjøringen på toppen av denne. Dette ville ha blitt en tung konstruksjon. Ut fra de indikasjonene man har fra undersøkelsene av grunnforholdene så er man usikker på hvor gode grunnforhold man har i området. Man vet fra tidligere undersøkelser at det generelt er en god del marine avsetninger i området og at det sannsynligvis er det her også.

3.6. Alternativ F: Planskilt kryss med vanlig x-kryss i tilkobling over primærveg

Enda en variant av ruterkrysset er å lede primærvegen under sekundærvegen og koble riksveg 2 og E16 sammen med et vanlig kryss i planet over. Rampene bygges fra vegkanten til E16 (som avkjøringsfelt) og ledes mot midten av E16, sett ovenfra. Gjennomgående veg ledes i planet under. Denne måten å utforme et planskilt kryss på er en mindre vanlig løsning. Kryssende trafikk kan derfor komme overraskende på bilsjåførere og skape trafikkfarlige situasjoner. Alternativet er vist i figur 14.

Dette alternativet har en høyere ulykkesfrekvens enn en type løsning med rundkjøringer i tilkoblingen. Dette henger noe sammen med det som er beskrevet over. Løsningen er mindre ønskelig siden den er mindre trafikksikker.

Ruterkryss med vanlig kryss i tilkobling er en mindre plasskrevende løsning, siden rampene er plassert nært primærvegen. Dette alternativet brukes derfor gjerne i byer hvor det er begrenset med tilgjengelig areal.



Figur 14 - Alternativ F Planskilt kryss med vanlig x-kryss i tilkobling over primærveg

Det er flere måter å regulere trafikken i krysset på. Man kan enten ha et lysregulert kryss eller så kan man regulere krysset med vikeplikt. I dette alternativet er det ikke tatt noe standpunkt til hvordan trafikken i krysset skal reguleres, kun hvordan alternativet kan utformes.

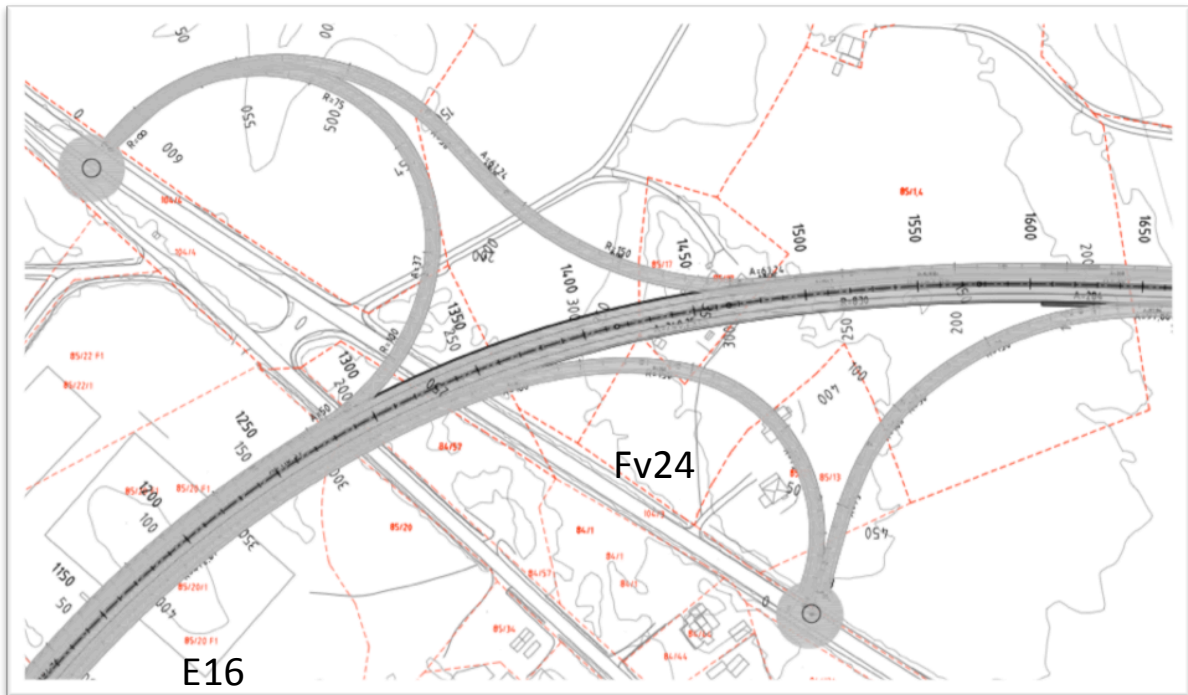
Som kryssløsning på Korsmo vil dette alternativet være mindre aktuelt. Det er en lite ønskelig løsning med tanke på trafiksikkerhet og det er en relativt høy risiko for at kjøretøy kjører i motsatt kjøreretning. I tillegg er ikke kravet til arealbegrensning så høyt. Den siste faktoren er noe som må vurderes nøye ved valg av kryssløsninger på motorveg og det er viktig med god oppmerking og skilting som hindrer at slike situasjoner oppstår.

3.7. Alternativ G: Halvkløverblad med kløverblad plassert ved siden av hverandre hvor sekundærveg ledes over primærveg

Et fullt kløverbladkryss (fire "blader") har stor kapasitet og et logisk kjøremønster. Denne løsningen passer best ved kryssing av firefeltsmotorveger hvor det er mye trafikk og høy fart. Det er ofte ikke nødvendig med en såpass høy kapasitet ved norske motorveger og i stedet er et halvkløverbladkryss aktuelt. Alternativet er en relativt kjent løsning og har en god trafikkavvikling. Kløverbladkryss krever også relativt lite areal og alternativ plassering er vist i figur 15.

For dette alternativet knyttes rampene og sekundærvegen sammen med to rundkjøringer, mens primærvegen ledes under en bro. Det er også mulig for denne typen kryssutforming å lede primærvegen over sekundærvegen. I denne situasjonen er det mest aktuelt å lede sekundærvegen over i en bro og det er derfor kun denne metoden som er vurdert her.

Det er ikke sikkert at det er nødvendig med rundkjøringer i tilslutningene, men dette blir vurdert nærmere hvis man ønsker å gå videre med denne utformingen. Å ha en løsning hvor kløverbladene ligger ved siden av hverandre (figur 15) gjør det enklere å planlegge for myke trafikanter. Det er lettere å lede kryssende gang-og sykkeltrafikk forbi primærveg uten at det oppstår en konflikt mellom kryssende trafikkstrømmer. På denne skissen gjelder det for Fv24.



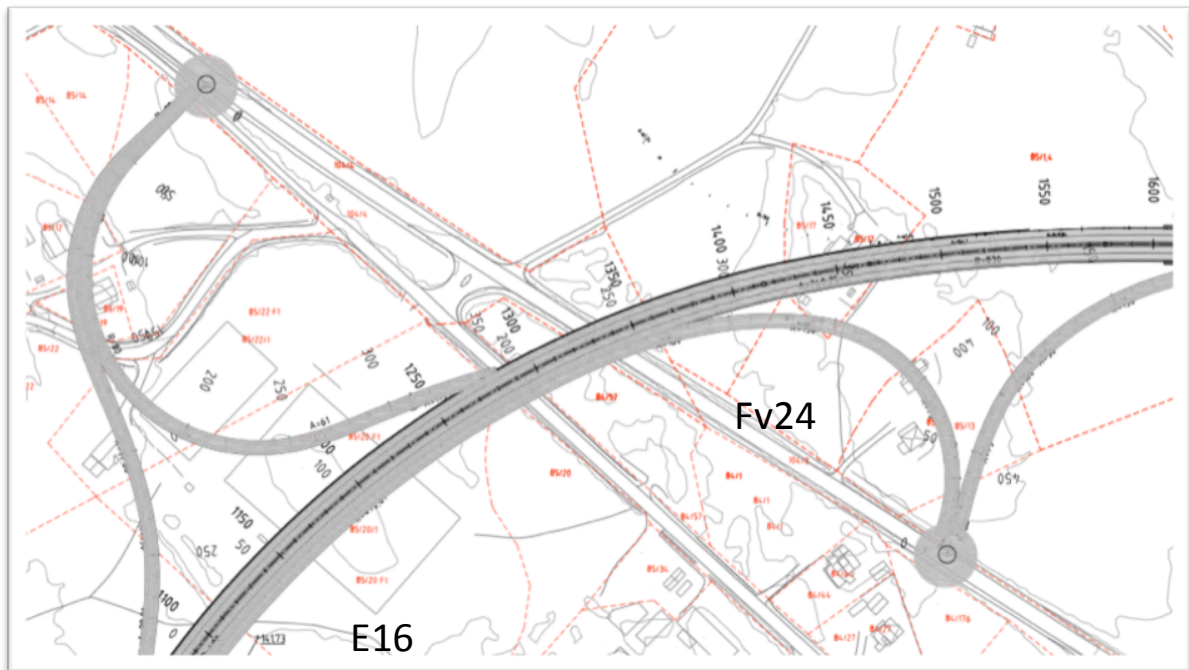
Figur 15 - Alternativ G Halvt kløverbladkryss med bladene plassert ved siden av hverandre

For dette alternativet er det aktuelt å vurdere hvordan kryssingen av fylkesveg 24 påvirker utformingen av dette kryssalternativet. Hvor aktuell kløverbladkryss er som en løsning er vesentlig avhengig av terrenget hvor krysset skal plasseres. Her tilpasser halvkløverbladkrysset godt med omgivelsene. Ved å legge E16 ned i terrenget blir det lettere å føre E16 under sekundærvegen. I tillegg vil rundkjøringene og broen enklere passe inn i terrenget og landskapsbildet vil bli mindre påvirket av utbyggingen. Denne løsningen vil sannsynligvis være utformingen som er best tilpasset nærmiljøet med tanke på landskapsbildet, støy og forurensing. For beboere i området vil dette også være en god løsning med tanke på støy. Ved at traseen allerede ligger nede i terrenget skjermes boligene naturlig for et høyt lydnivå fra trafikken.

Man ser umiddelbart at det er noen utfordringer med denne krysstypen. For å begrense arealbruken ønsker man en krapp kurvatur på rampene. Man må følge dimensjoneringskravene samtidig som man begrenser utstrekningen av krysset. Hvor mange hus som må fjernes og hvilke arealer som skal erverves er med å bestemme om dette er en ønskelig løsning. I tillegg vil nødvendig lengde på akselerasjons- og retardasjonsfelt være utfordrende å få plass til ettersom E16 skal over Storåa i bro øst for mulig kryss.

3.8. Alternativ H: Halvkløverblad med kløverblad plassert over hverandre hvor sekundærveg ledes over primærveg

Denne utformingen har mange av de samme egenskapene som det forrige alternativet. Løsningen har god kapasitet, er kjent for de fleste, sørger for en god trafikkavvikling og er relativt lite arealkrevende. Forskjellen er plasseringen av rampene, se figur 16. Som nevnt for det forrige alternativet avhenger også dette alternativet sterkt av hvilket terreng og område man ønsker å plassere krysset på.



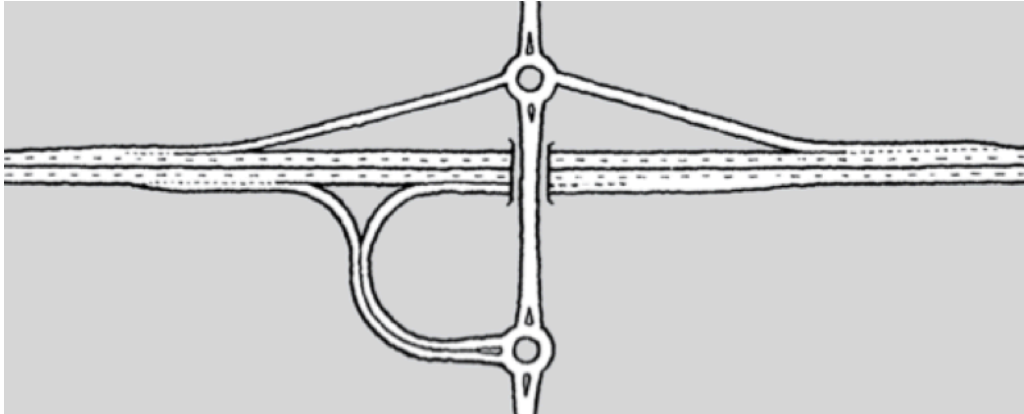
Figur 16 - Alternativ H Halvkløverblad med bladene plassert over hverandre

Å bygge et kløverbladkryss med denne plasseringen av rampene kan være ønskelig hvor det er spesielle ønsker om hvilke arealer krysset skal bygges på. På Korsmo ser vi at dette er en dårligere løsning enn å plassere rampene på en slik måte som vist ved forrige alternativ. De mest aktuelle arealene å bruke ved utbygging av nytt kryss ligger på samme side av fylkesvegen. I tillegg ser vi at plasseringen som er vist på figur 16 krever at flere bygninger må rives. Det forrige alternativet vil hovedsakelig bli bygd på dyrka mark og det bidrar til å gjøre det alternativet mer aktuelt.

Et annet aspekt med denne løsningen er at det er mer ønskelig å ha rampene på samme side av fylkesvegen. Dette er fordi det er da enklere å planlegge for kryssende trafikkstrømmer. Ved å vurdere denne typen kryssutforming med terrenget i området, ser man at dette alternativet er mindre aktuelt enn å plassere rampene ved siden av hverandre.

3.9. Alternativ I: Halvt kløverbladkryss – ruterkryss

Dette er en løsning som ikke benyttes ofte i Norge, men den er presentert som et alternativ i håndbøkene fra Statens vegvesen. Krysset er en kombinasjonstype, hvor det på ene siden er utformet som et ruterkryss og på andre siden som et kløverblad. Det er en rundkjøring i begge tilslutningene med sekundærvegen. En klassisk utformingen av denne typen kombinasjonskryss er vist i figur 17.



Figur 17 - Alternativ I Halvt kløverbladkryss – ruterkryss (Statens vegvesen, 2008B)

Løsningen kan være aktuell hvor man har spesielle ønsker om hvilke arealer krysset skal bygges på. På den andre siden kan en slik utforming skape forvirring for trafikantene, siden man ofte forventer lik løsning på begge sidene av primærvegen. Som regel ønsker man at kryssene skal ha en form for symmetri, og det er ikke tilfellet med denne utformingen.

På Korsmo er ikke dette noen spesielt ønskelig løsning med tanke på terrenget og nærmiljø. Derfor har jeg derfor ikke gjort noen videre vurderinger av dette alternativet.

3.10. Alternativ J: Turborundkjøring

Turborundkjøring er et nederlandsk konsept som man ønsker å bruke mer i Norge. Med turborundkjøring skal kapasiteten øke et sted mellom 25-35 % (Våre veger, 2013) og derfor kan turborundkjøring ofte være en god løsning for kryss og rundkjøringer med for lav kapasitet. En turborundkjøring har tofelts innkjøringer til rundkjøringen, hvor bilene som skal til høyre eller rett frem legger seg i høyre fil og bilene som skal til venstre eller rett frem legger seg i venstre fil. En forskjell mellom vanlige rundkjøringer og turborundkjøringer er at mellom de to kjørebane i turborundkjøringen er det et lavt, overkjørbart fysisk skille. Dette skillet gjør at trafikken ledes på en bedre måte gjennom rundkjøringen. Utformingen er vist i figur 18.

Ellers er mye av utformingen av en turborundkjøring lik utformingen av en vanlig rundkjøring. På vegstrekningen før en turborundkjøring er det viktig med god skilting som sikrer at bilene plasserer seg riktig i forhold til hvor de skal. Gjennom rundkjøringen er riktig kjøring at de bilene som skal til venstre legger seg innerst i rundkjøringen og at de bilene som skal til høyre ligger i ytterste kjørebane. Bilene som skal rett fram kan ligge i begge kjørebane.



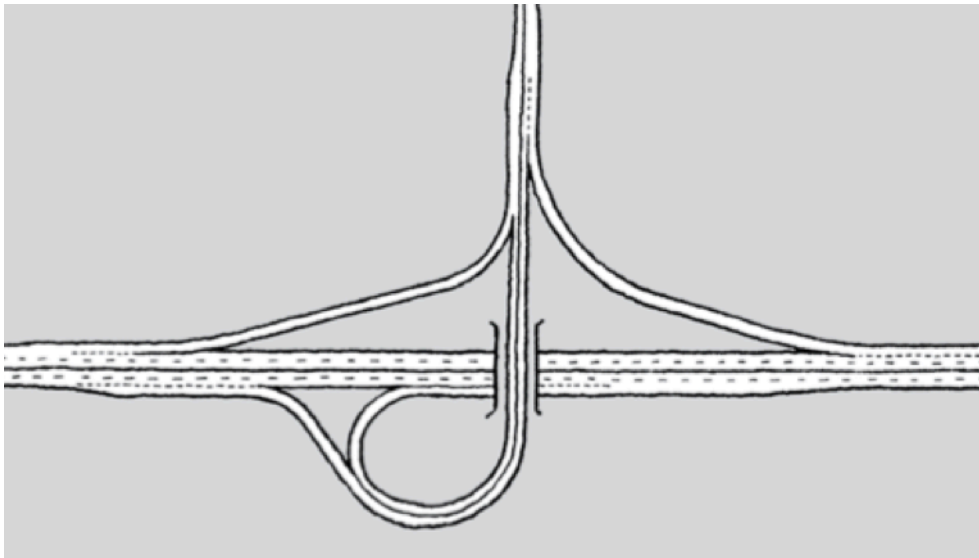
Figur 18 - Alternativ J Turborundkjøring (Statens vegvesen, 2011C)

Turborundkjøring er et spennende konsept som etter all sannsynlighet kan benyttes mer på norske veger enn det gjør i dag. For E16-prosjektet er det satt krav om planskilte kryss, da vegen skal prosjekteres etter dimensjoneringsklasse S5. Turborundkjøring som kryssløsning på Korsmo er dermed ikke aktuelt. Jeg har likevel valgt å presentere turborundkjøring siden det er et spennende konsept for kryss på strekninger hvor det ikke er satt krav til planskilte kryss.

3.11. Alternativ K: Trompetkryss

En av de anbefalte kryssløsningene i Håndbok 263: Geometrisk utforming av veg- og gatekryss er trompetkryss. Trompetkryss er den best egnede planskilte kryssløsningen hvis man ikke har en gjennomgående sekundærveg, dvs. for kryss som i utgangspunktet er utformet som T-kryss. En fordel med denne kryssutformingen er at man ikke får kryssende trafikkstrømmer på sekundærvegen. I stedet har man sammenfletting av trafikkstrømmer. Ved å ha sammenfletting kan kjøretøyene holde en høyere fart og trafikkavviklingen blir bedre enn hvis man har et kryss med kryssende trafikkstrømmer. Krysstypen er vist i figur 19.

Trompetkryss blir brukt en del på veger i Norge som i utgangspunktet er et T-kryss. På Korsmo er trompetkryss ikke en aktuell løsning siden fylkesvegen i dag er gjennomgående og man ønsker å fortsette å la den være en gjennomgående veg.



Figur 19 - Alternativ K Trompetkryss (Statens vegvesen, 2008B)

3.12. Sammenligning av alternativene

Alternativene er kun skissert og følger ikke alle kravene i håndbøkene fra Statens vegvesen. Derfor vil mye av sammenligningen basere seg på grovvurderinger av utvalgte faktorer. I tillegg vil mange av faktorene vurderes subjektivt siden de ikke er direkte målbare.

De tre siste alternativene presentert (alternativ I, J og K) vil ikke bli tatt med videre i vurderingen av de forskjellige løsningene. Dette fordi disse alternativene ikke er gjennomførbare løsninger på Korsmo. Krav til planskilte kryss på E16 gjør at turborundkjøring elimineres. Fv24 er en gjennomgående veg og derfor er ikke trompetkryss en ideell løsning. Videre ser jeg ingen hensikt med å vurdere kombinasjonskrysset halvkløverbladkryss-ruterkryss, da det ikke er spesielle forhold på området som medfører at dette er en ønskelig løsning.

Konsekvensene ved utbygging av vegprosjekter må vurderes i hvert enkelt tilfelle. I Håndbok 140 Konsekvensanalyse er en ofte benyttet metode beskrevet. Her skilles det mellom prissatte og ikke prissatte konsekvenser. Prissatte konsekvenser er typisk trafikant- og transportbrukernytte, operatørnytte, ulykker, støy og forurensing. I mitt tilfelle har jeg kun vurdert investeringskostnader og støy av de prissatte konsekvensene. Jeg har ikke funnet tallverdier for kostnader og støy, men har vurdert faktorene på en skala fra lav til høy. Kostnadene og støy ved utbyggingen av de ulike løsningene er vurdert mot hverandre og det gjør at alternativene blir rangert innen de forskjellige kategoriene.

I Håndbok 140 er det listet opp en rekke ikke-prissatte konsekvenser. De fleste av disse konsekvensene har jeg vurdert for de forskjellige alternativene. Kulturmiljø og naturmiljø er to av de ikke-prissatte konsekvensene jeg har valgt å ikke ta hensyn til i denne vurderingen. Som nevnt innledningsvis er det laget en reguleringsplan for området, og på Korsmo og de områdene hvor det er aktuelt å plassere et nytt kryss er det ikke registrert noen kulturminner eller arter som må vernes. Det er derfor ikke noe spesielt å kommentere for disse to faktorene.

I de påfølgende avsnittene vil det bli forklart hva som vurderes innen de utvalgte faktorene og hvordan det er kommet fram til de forskjellige verdiene.

Den første faktoren som er vurdert er arealbruk. Verdiene er funnet fra skissene i Novapoint hvor ikke alle dimensjoneringskrav er tilfredsstilt, f.eks. lengden på akselerasjons/retardasjonsfelt. Nøyaktigheten i skissene er forskjellig og det er ikke sikkert en rangering av arealbruk for alternativene gir riktig resultat. Derfor er disse verdiene høyst usikre og er presentert som *ca. arealbruk*. I tillegg er det viktig å påpeke at arealbruken som er oppgitt her, kun er arealene til asfaltert vegoverflate. Innestengt areal, grøfter, del av E16 som er tilknyttet krysset osv. er ikke med i tallverdiene. Det hadde vært en fordel hvis

innestengt areal ble tatt med i arealbruk, men det er altså utelatt i denne vurderingen. Innestengt areal vil uansett bli vurdert i valg av alternativ.

To andre målbare faktorer som det kunne vært interessant å ha med i denne sammenligningen er lengde på broer og underganger. Broer og underganger er forholdsvis kostbare konstruksjoner og for å få et mer korrekt inntrykk av kostnadene ville det ha vært hensiktsmessig å vite lengdene. En vurdering av hvor kostbar krysskonstruksjonene blir er i stedet samlet under kategorien kostnad.

Ulykker er i konsekvensanalyser plassert under prissatte konsekvenser. I denne analysen er trafiksikkerheten vurdert for de forskjellige kryssløsningene på en skala fra dårlig til veldig god, i stedet for å gjøre beregninger på kostnadene ved ulykker.

Under kategorien geologi og grunnforhold vurderes hvor passende løsningen er med tanke på de geotekniske forholdene i området. På dette tidspunktet foreligger det ingen resultater av grunnforholdene, og derfor er vurderingen gjort ved antakelser om grunnforholdene.

Noe annet som er vesentlig når man vurderer kryssløsninger for motorveger er sannsynligheten for at noen kjører i feil kjøreretning. Konsekvensene av dette kan være katastrofale og man ønsker derfor å forhindre slike situasjoner. Det er viktig med god skilting og oppmerking, men også valg av selve utformingen av krysset er av betydning. I samme kategori er det gjort en vurdering av kapasiteten. I dette tilfellet har det passet å vurdere kapasitet og trafikkavvikling sammen.

Neste kategori i denne konsekvensanalysen er estetikk og landskapsbilde. Her er det lagt vekt på hvordan en utbygging av de forskjellige alternativene påvirker nærmiljøet og hvor stort inngrep i naturen utbyggingen medfører. I tillegg er det ønskelig at krysset passer best mulig inn i terrenget og at konstruksjonene ikke blir for dominerende. Dette er for at beboere i området, elever og ansatte ved Skarnes vgs., brukere av friluftsområdene osv. ikke skal bli betydelig rammet av en fremtidig utbygging.

Sammen med estetikk og landskapsbilde vurderes støy med tanke på konsekvensene for nærmiljøet. Håndbøkene fra Statens vegvesen oppgir grenser for støyverdier, men i denne analysen er det kun gjort en vurdering ut fra en skala fra dårlig til veldig god.

I kategorien kostnader vurderes de forskjellige alternativene kun mot hverandre da det ikke vil bli gjennomført vurderinger av kostnadene for alle alternativene.

Tabell 5 viser vurderingen av de ulike alternativene med tanke på de forskjellige konsekvensene. Her er konsekvensene vurdert på en skala fra veldig dårlig til veldig god, men også en tallverdi er oppgitt i parentes. Tallverdiene er fra 1 til 5 hvor 1 er veldig dårlig

og 5 er veldig god. Hvis et alternativ har en lav kostnad, får det en høy verdi, da det er positivt med lave kostnader. Tallverdiene brukes videre i valg av alternativ.

Tabell 5 - Sammenligning av alternativene

Alternativ	Ca. areal- bruk [m ²]	Trafikk- sikker- het	Geologi og grunnforhold	Kapasitet /trafikk - avvikling	Estetikk og landskaps- bilde	Støy	Kostnad
A	8200	Veldig god (5)	God (4)	Veldig god (5)	God (4)	God (4)	Middels (3)
B	8200	Veldig god (5)	God (4)	Veldig god (5)	Middels (3)	Dårlig (2)	Middels/ Høy (2,5)
C	6800	Middel (3)	God (4)	God (4)	God (4)	God (4)	Middels (3)
D	8600	God (4)	God (4)	God (4)	God (4)	God (4)	Middels (3)
E	6900	God (4)	Dårlig (2)	God (4)	Middels (3)	God (4)	Høy (2)
F	6700	Middel (3)	God (4)	Middels (3)	God (4)	God ÷ (3,5)	Middels (3)
G	11500	Veldig god (5)	God (4)	Veldig god (5)	Veldig god (5)	Veldig god (5)	Middels (3)
H	10600	Veldig god (5)	God (4)	Veldig god (5)	God (4)	God (4)	Middels (3)

Enkelte verdier i tabell 5 skiller seg mer ut enn andre. Det eneste alternativet som får en annen verdi enn *god* i kategorien *geologi og grunnforhold* er alternativ E. Dette er fordi en overliggende rundkjøring anses som en tung og krevende konstruksjon, og det er ikke sikkert det er en gjennomførbar løsning på Korsmo. Som kommentert tidligere er sannsynligvis grunnforholdene i området vanskelige. Det vil være nødvendig med store ressurser for å sikre geoteknisk stabilitet på alle alternativene, men den overliggende rundkjøringen vil være ekstra krevende. Alternativ E blir også vurdert som den mest kostbare løsningen.

Med tanke på støy er alternativ B en dårlig løsning. Denne løsningen er den eneste som hever E16 over fylkesvegen og derfor spres støyen mest med dette alternativet. Alternativ F er rangert som den dårligste løsningen med tanke på kapasitet og trafikkavvikling. Løsningen kobler primærveg og sekundærveg sammen i et x-kryss, og kryss har en dårligere trafikkavvikling enn rundkjøringer. Det er i tillegg "enkler" å ende opp med å kjøre i feil kjøreretning for dette alternativet. Sammen med alternativ C kommer alternativ F dårligst ut under kategorien trafiksikkerhet. Begge disse alternativene har x-kryss i tilkoblingene mellom vegene og x-kryss har en høyere ulykkesfrekvens enn rundkjøringer som er valgt ved de andre alternativene.

Best ut under kategorien estetikk og landskapsbilde er alternativ G. Dette er fordi et halvkløverbladkryss med bladene på samme side av fylkesvegen passer godt inn i terrenget og konsekvensene for nærmiljøet på Korsmo blir minimale. En overliggende rundkjøring kan passe både bra og dårlig inn på Korsmo. Det avhenger mye av plasseringen av krysset, men her vurderes det likevel som om denne løsningen vil bli dominerende i terrenget og derfor lite ønskelig.

Selv om ca. arealbruk er oppgitt i tabellen, anbefales det å ikke legge mye vekt på disse på grunn av veldig usikre verdier.

4. Valg av løsning

Det er mange forskjellige hensyn som må tas ved valg av kryssutforming. Hvilke faktorer som skal vektlegges mer enn andre varierer fra prosjekt til prosjekt. Man må for hvert prosjekt kartlegge hvilke faktorer som spiller størst rolle i det området hvor utbyggingen er planlagt. Det vil derfor variere hvilke faktorer som er viktigst ved vegutbygging.

I denne delen av oppgaven vil først kryssingen av fylkesveg 24 bli vurdert. Etterpå vil det velges kryssutforming på Korsmo.

4.1. Kryssing av Fv24

Som tidligere forklart vil valg av hvordan man skal krysse Fv24 påvirke kryssutformingen på Korsmo. Det er mulig å legge E16 i en kulvert under fylkesvegen eller man kan lede fylkesvegen over E16 i en bro. Man skal uansett opprettholde fylkesvegen. Det er fordeler og ulemper både med å legge E16-traseen i en kulvert og å lede Fv24 i en bro. Som tidligere beskrevet, er det aktuelt å legge E16 nede i terrenget et stykke i forkant av fylkesvegen. Dette er for å ta hensyn til beboere og nærmiljøet.

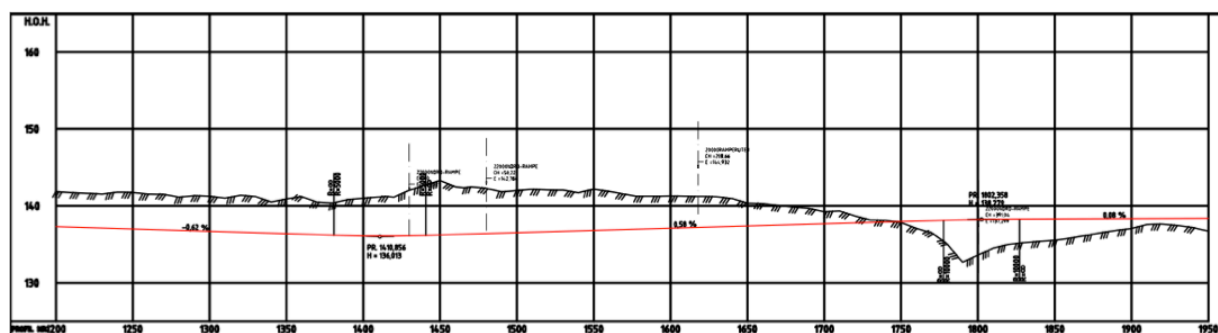
I de neste avsnittene blir ulike sider ved de to alternativene for kryssing av fylkesvegen presentert.

4.1.1. Fv24 ledes i bro over en nedsenket E16-trase

Det som er den mest vanlige løsningen når en sekundærveg skal krysse en primærveg er å lede sekundærvegen i en bro over primærvegen. I dette tilfellet vil dette etter all sannsynlighet være den enkleste løsningen, spesielt siden man er noe usikker på grunnforholdene i området.

Det er negative sider med dette alternativet også. Siden det er relativt flatt i området vil en bro vises bedre i terrenget og er en mindre ønskelig løsning med tanke på nærmiljøet.

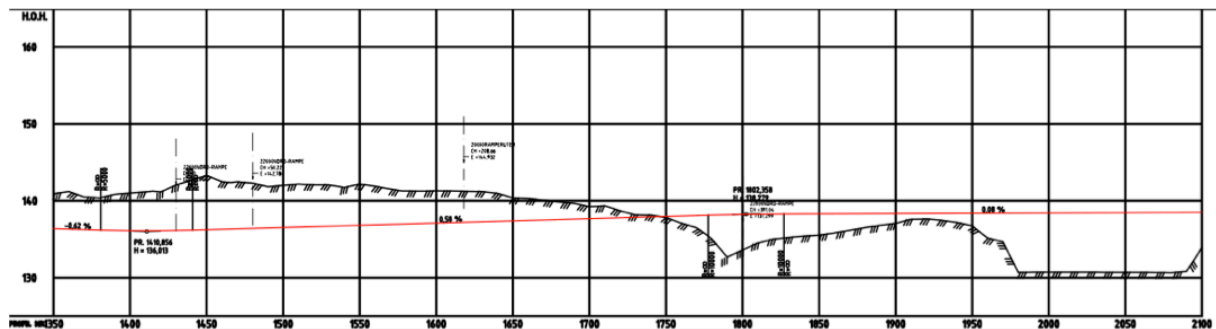
Figur 20 viser et forslag til vertikalprofilen fra profilnummer 1200 til 1950 med dette alternativet. E16-traseen krysser fylkesvegen og Skolevegen ved ca. profilnummer 1275-1345. Hvis man vil lede fylkesvegen i en bro over E16 er det ønskelig å bygge ned E16 i terrenget. Da vil E16 og kryssingen av Fv24 vises mindre i terrenget, dvs. broen blir lavere.



Figur 20 - Vertikalprofil 1200 - 1950

Det er hensiktsmessig å senke traseen på et tidlig profilnummer. Dette er for å sikre en god linjeføring og at kravene til vertikalkurvatur tilfredsstilles.

Som nevnt tidligere påvirker valg av metode for å krysse Fv24 vertikalprofilen videre til E16-linjen. På figur 21 vises et forslag til vertikalprofil i forkant av bru og begynnelsen av broen.



Figur 21 - Vertikalprofil ved broen over Storåa

4.1.2. E16-trasee under Fv24 i en kulvert

Ved å la E16 fortsette i en kulvert under Fv24 skjermer man nærmiljøet bedre for støy fra trafikken. I tillegg vil konstruksjonene være mindre dominerende og innvirkningen på landskapsbildet reduseres. Elever og ansatte ved Skarnes videregående skole, beboere på Korsmo og brukere av friluftsområdene i nærheten vil oppleve det som positivt at E16 legges i en kulvert.

Grunnvannstanden i området er høy og det vanskeligjør å bygge ned E16 i en kulvert. De geotekniske forholdene må også vurderes for å kunne vite om det i det hele tatt er mulig å legge en kulvert i området. Kostnadene ved denne løsningen er sannsynligvis også høyere og mer masser må fjernes fra området.

4.1.3. Konklusjon for kryssing av Fv24

Disse to alternativene er som forklart kun vurdert grovt, men jeg skal likevel velge en løsning å jobbe videre med. Av hensyn til usikre geotekniske grunnforhold og kostnader velger jeg å la E16 ligge ned i terrenget og å lede Fv24 i en bro over E16-traseen (det samme gjelder for Skolevegen). For nærmiljøet ville det ha vært enda bedre å legge E16 i en kulvert, men nærmiljøet vil bli skjermet mye for støy bare ved at denne veggen ligger nede i terrenget.

Ut fra de vurderingene som er beskrevet, vil den beste løsningen være å lede fylkesvegen i en bro over E16.

4.2. Valg av kryssløsning

Som under sammenligningen benyttes også Håndbok 140 Konsekvensanalyse her. For å kunne velge et av alternativene gis det vektall til de ulike konsekvensene. Etter å ha

summert alle verdiene for de forskjellige alternativene har man en rangering av kryssløsningene. Om man skal følge det man finner ut av etter vektingen må vurderes.

4.2.1. Vekting av konsekvenser

For å skille de ulike konsekvensene får hver enkelt konsekvens et vekttall. Vekttallene er i intervallet 1-10 hvor verdien 10 betyr at konsekvensen vurderes som en av de mest betydningsfulle og prioriteres over andre konsekvenser.

Det er de syv konsekvensene som ble presentert under sammenligningen av alternativene som har blitt vurdert og fått vekttall. Vektingen av konsekvensene er oppgitt i tabell 6.

Tabell 6 - Vekting av konsekvenser

Konsekvenser	Vekting
Arealbruk	10
Trafikksikkerhet	10
Estetikk og landskapsbilde	8
Støy	8
Geologi og grunnforhold	7
Kapasitet og trafikkavvikling	6
Kostnader	4

Arealbruk og trafikksikkerhet er de konsekvensene som har blitt vektet høyest. Det er alltid ønskelig å bruke minst mulig areal ved vegutbygging. I tillegg settes trafikksikkerhet høyt, spesielt på motorveger hvor det kan være høy fart og mye trafikk og konsekvensene av en ulykke kan være alvorlige.

Støy og estetikk og landskapsbildet er også vektet relativt høyt med verdien 8. Siden krysset blir plassert i nærheten av bebyggelse, videregående skole og friluftsområde er det viktig at disse blir påvirket minst mulig av utbyggingen av E16.

Geologi og grunnforhold er gitt verdien 7. Geologien og grunnforholdene spiller inn på om det er mulig å gjennomføre kryssløsningen i området og kostnadene av utbyggingen påvirkes av geologien. Kapasitet og trafikkavvikling har fått verdien 6. Kapasiteten på kryssløsningene vil generelt være god og det vil ikke være store problemer med den ÅDT som er funnet som dimensjonerende. Kostnadene er gitt verdien 4, som er den laveste verdien som er gitt til noen av konsekvensene. For kryssløsningen på Korsmo er det andre faktorer enn kostnader som er viktigst. Som nevnt er hensynet til nærmiljøet viktig, og derfor verdsettes arealbruk, landskapsbildet og støy høyere.

I tabell 7 er vektingen og resultatet av vektingen vist. Summen for de ulike alternativene er vist helt til høyre i tabellen. I parentes for hver enkelt konsekvens er vektingen gjengitt.

Verdiene som er oppgitt i parentes i hele tabellen er verdiene fra tabell 5, som er i intervallet 1-5.

Tabell 7 - Endelig vurdering av alternativene

Alternativ	Ca. arealbruk (10)	Trafikk-sikkerhet (10)	Geologi og grunnforhold (7)	Kapasitet /trafikk avvikling (6)	Estetikk og landskaps-bilde (8)	Støy (8)	Kostnad (4)	Sum
A	40 (4)	50 (5)	28 (4)	30 (5)	32 (4)	32 (4)	12 (3)	224
B	40 (4)	50 (5)	28 (4)	30(5)	24 (3)	16 (2)	12 (2,5)	200
C	50 (5)	30 (3)	28 (4)	24 (4)	32 (4)	32 (4)	12 (3)	208
D	40 (4)	40 (4)	28 (4)	24 (4)	32 (4)	32 (4)	12 (3)	208
E	50 (5)	40 (4)	14 (2)	24 (4)	24 (3)	32 (4)	8 (2)	192
F	50 (5)	30 (3)	28 (4)	18 (3)	32 (4)	28 (3,5)	12 (3)	198
G	30 (3)	50 (5)	28 (4)	30 (5)	40 (5)	40 (5)	12 (3)	230
H	30 (3)	50 (5)	28 (4)	30 (5)	32 (4)	32 (4)	12 (3)	214

Som man kan se i tabell 7 har verdien for arealbruk blitt omgjort fra kvadratmeter til verdier fra 1-5. Her er det ønskelig at krysset skal oppta minst mulig areal og derfor gis verdien 5 til de alternativene som bruker minst areal. Verdi 1 og 2 blir ikke brukt. Dette er fordi det er store usikkerheter i de arealene som er oppgitt og man ønsker derfor at det ikke skal være store variasjoner i disse verdiene. Inndelingen for arealbruk er vist i figur 8.

Tabell 8 - Verdier for arealbruk

Arealbruk (m ²)	Verdi
6000 - 8000	5
8000 - 10000	4
10000 - 12000	3

4.2.2. Endelig valg av kryssløsning

Alternativene fikk relativt lik sum etter vektingen. Alternativ A og G fikk høyest poengsum, mens alternativ B, E og F fikk lavest poengsum. Alternativ B, E og F vurderes derfor ikke videre i oppgaven.

Mye av det som ligger bak valg av alternativ er kommentert tidligere i oppgaven. I tillegg er det gjort noen vurderinger av hvor aktuelle alternativene er under oppgavedelen *sammenligning*.

Alternativ E med overliggende rundkjøring anses som lite aktuelt på Korsmo pga. usikre geotekniske forhold, kostnader og rundkjøringen passer i forhold til de andre alternativene dårligere inn i terrenget. Det positive med Alternativ E er at det kan være plassbesparende. Alternativ F med vanlig kryssløsning over primærveg er noe man sjelden ønsker av trafiksikkerhetsmessige grunner. Alternativ B, som er et vanlig ruterkryss men primærvegen ledes over sekundærvegen, passer mindre inn i terrenget enn mange av de andre løsningene og er vanskeligere å gjennomføre med tanke på dimensjoneringskrav.

Alternativ C og D fikk begge poengsummen 208. Disse to alternativene elimineres av forskjellige årsaker. Alternativ C er et vanlig ruterkryss, men uten rundkjøringer i tilslutningene. Dette ønskes ikke på Korsmo, der trafikken anses å være av en størrelse som gjør at man ønsker å ha rundkjøringene av trafiksikkerhetsmessige årsaker. Alternativ D er et vanlig ruterkryss med rundkjøringer i tilslutningene hvor felt ledes utenfor rundkjøringen. Dette er ikke nødvendig på Korsmo pga. sammensetningen av trafikken. Derfor elimineres dette alternativet.

Neste alternativet på rangeringen er alternativ H. Dette alternativet fikk poengsummen 214. Kryssløsningen her er et halvkløverbladkryss hvor kløverbladene er plassert over hverandre. Dette er en trafiksikker og relativt kjent kryssløsning og det som er avgjørende for dette alternativet er hvordan det passer inn i terrenget. Ulempen med dette i forhold til å plassere kløverblad ved siden av hverandre, er at det er vanskelig å lede en gjennomgående veg gjennom krysset. Hvis man kun tar hensyn til om det er mulig med det terrenget man har i området og ikke vurderer hvilke type arealer som beslaglegges, så er alternativ H en god løsning. Som påpekt flere ganger er det viktig å vurdere hvordan alternativene passer inn i området, og på Korsmo er en løsning med kløverbladene ved siden av hverandre bedre enn denne.

Alternativ G fikk høyest poengsum, men det er bare seks poeng som skiller alternativ A og G. Begge alternativene er kjente planskilte kryssløsninger og er på den måten gode løsninger for trafikantene. Det er ikke stor forskjell mellom kostnadene ved å bygge de to alternative, og kapasitet og trafikkavvikling er god for begge alternativene. I tillegg passer alternativene relativt godt inn i terrenget på Korsmo. Med den plasseringen som er valgt under presentasjonen av alternativene vil sannsynligvis alternativ G komme litt med bedre ut av det med tanke på støy. Alternativ G passer også noe bedre inn i terrenget og preger nærmiljøet mindre. Ruterkrysset vil sannsynligvis vises bedre i terrenget.

Alternativ G kommer noe bedre ut etter vurderingen og vektingen av alternativene. Forskjellen er i midlertidig liten og begge alternativene er gode løsninger for Korsmo. Man kunne ha valgt begge løsningene. Det ble valgt å jobbe videre med alternativ G og dermed følger man konklusjonen fra vektingen. Alternativ G passer noe bedre inn i terrenget og det ønskes derfor å prosjektere denne kryssutformingen for Korsmo. Hensynet til nærmiljøet og de berørte av utbyggingen ivaretas på en god måte med denne løsningen og det er viktig for dette prosjektet. Det er også mulig å følge dimensjoneringskravene for halvkloverbladkryss i dette området. I tillegg ivaretar man sikkerheten til trafikantene og man får et kryss som har en god fremkommelighet.

5. Prosjektering

I dag er Novapoint det dataverktøyet som brukes ved prosjektering av gater og veger her i Norge. Programmet benyttes blant annet til å produsere tegninger, vegmodeller, stikningsdata og for å få finne mengden masse som må fjernes eller hentes.

Kravene til utformingen kommer automatisk opp i programmet når man har valgt dimensjoneringsklasse for vegen. Ved noen tilfeller er det aktuelt å overstyre enkelte av kravene hvis det er spesielle krav til et prosjekt. For denne oppgaven har dette vært nødvendig å overstyre noen av kravene. Selv om mange av kravene stilles inn automatisk, er det viktig å ha en oversikt og en forståelse av dimensjoneringskravene. Derfor har en del av oppgaven vært å finne hvilke krav som gjelder for prosjekteringen på Korsmo. Denne delen av oppgaven presenterer disse kravene.

5.1. Standardkrav

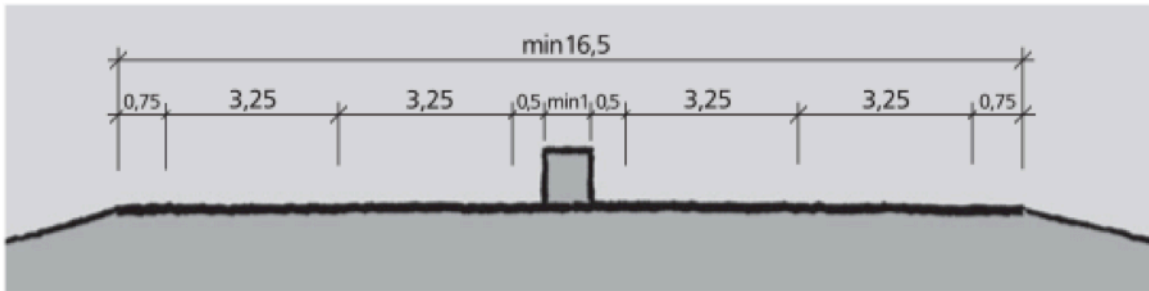
Håndbøkene til Statens vegvesen setter krav til hvordan veger og gater skal prosjekteres. Disse kravene er hovedsakelig beskrevet i håndbok 017 Veg- og gateutforming, 018 Vegbygging, 231 Rekkverk og 263 Geometrisk utforming av veg- og gatekryss. I tillegg har ekstern veileder, Tone Lise Aunan, bistått med veiledning for valg av løsninger til prosjekteringen.

5.1.1. E16

Min oppgave er å bestemme og prosjektere en kryssløsning for ny E16 og Fv24 på Korsmo. Som tidligere beskrevet har jeg tatt utgangspunkt i at E16-traseen er bestemt og jeg har dermed ikke prosjektert denne traseen. Standardkravene til E16 er likevel interessante ettersom kløverbladkrysset skal tilkobles E16 og må legges inn og benyttes i Novapoint. I påfølgende avsnitt blir dimensjoneringskravene til E16 presentert.

5.1.1.1 Linjeføring og normalprofil

Traseen til E16 skal utformes etter dimensjoneringskravene i Håndbok 017 veg- og gateutforming. Normalprofilen for E16 er vist i figur 22. Som nevnt under *gitte forutsetninger* er dette utformingen Statens vegvesen ønsker på strekningen. Fartsgrensen er 90 km/t. S5-veg bygges vanligvis med kun et kjørefelt i hver kjøreretning med en bredde på 3,75 m. I stedet ønsker altså Statens vegvesen to kjørefelt i hver retning som er halv meter smalere enn den vanlige utformingen, hvor ytre skulder er 0,75 m og indre skulder er 0,5 m. Dette er et slags prøveprosjekt fra vegvesenets sin side. Bakgrunnen for prøveprosjektet er at de ønsker å undersøke om det er mulig å bygge smalere veger som er gode nok, som et tiltak for å spare penger. Det har vært mye kritikk av dette prosjektet, bl.a. for å være en liten fremtidsrettet løsning. I ettertid har Vegdirektoratet konkludert med at dette ikke skal gjennomføres for andre veger (Hultgren, J., & Berg Bentzrød, Sveinung., 2013)



Figur C.8: Tverrprofil S5 med forbikjøringsfelt i begge retninger, 16,5 m vegbredde (mål i m)

Figur 22 - Normalprofil E16 (Statens vegvesen, 2008)

S5-veger har vanligvis en dimensjonerende trafikkmengde i intervallet 8000-12000. Som beskrevet under avsnittet *trafikk*, så vil trafikkmengden i antatt åpningsår være over 12000. Justeringer for dette er gjort ved å ha to felt i hver kjøreretning.

Minste horisontalkurveradius er 450 m, og minste vertikalkurveradius for henholdsvis høgbrekk og lavbrekk er 6400 m og 2600 m. Maks stigning for S5-veg er 6 % og resulterende fall skal ikke overstige 10 %.

Veg og kryss skal dimensjoneres for kjøretøytype vogntog (VT) og fremkommeligheten skal sjekkes for kjøremåte A. Minste avstand mellom kryss skal være 1000 m.

5.1.1.2. Sideterreng:

Kravene til sideterreng og om man må ha rekkverk oppgis i Håndbok 231 Rekkverk. Forenklet kan man si, at om man må ha rekkverk avhenger av om det er farlig å kjøre utenfor vegen innenfor sikkerhetssonen. Sikkerhetssonen beregnes ut fra en rekke faktorer som summeres med sikkerhetsavstanden. Sikkerhetsavstanden bestemmes ut fra ÅDT og fartsgrense. For E16 med ÅDT over 12000 og fartsgrense 90 km/t blir sikkerhetsavstanden 10 m. For E16-prosjektet er det bestemt at sikkerhetssone E16 = sikkerhetsavstanden. Forutsetningen for dette er at signingen på skjæringen er slakere enn 1:2.

Grøfteprofilen på E16-prosjektet Kløfta-Kongsvinger blir som følger:

0,75 m (ytre skulder) + 2,4 m (1:4) + 0,65 m (grøftebunn) + 6,2 m (1:3)

5.1.1.3. Fri høyde

E16-traseen skal legges under Fv24 ved Korsmo og kravet til fri høyde må oppfylles for broen som fører Fv24 over E16. Horisontalt vil Fv24 mellom de to rundkjøringene i tilkoblingene være lik som den er i dag. Det er mulig det må gjøres noen endringer vertikalt for å oppfylle kravet til fri høyde. Siden E16-traseen er bestemt er det mest aktuelt å legge broen i den høyden som medfører at kravet er oppfylt.

Det er planlagt å bygge broen av betong og den skal beregnes for påkjørsel. Absolutt krav for overordnede veger og gater er 4,50 m, men med sikkerhetsmargin på 0,20 m, byggetoleranse på 0,10 m og toleranse for vedlikehold av slitelaget under broen på 0,10 m, blir kravet til fri høyde 4,90 m.

5.1.1.4. Overbygning

Hvordan overbygningen skal dimensjoneres er beskrevet i Håndbok 018 Vegbygging. Det første skrittet er å bestemme hvilken trafikkgruppe man har. For E16 er følgende parametere definert:

- Dimensjoneringsperiode: 20 år
- Dimensjonerende aksellast: 10 tonn
- Dimensjonerende tungtrafikk: 20 %
- Dimensjonerende ÅDT: 15000
- Antatt trafikkvekst for denne delen av oppgaven: 2 %
- Dimensjonerende frostmengde: $F_{100} = 39000$ timegrader

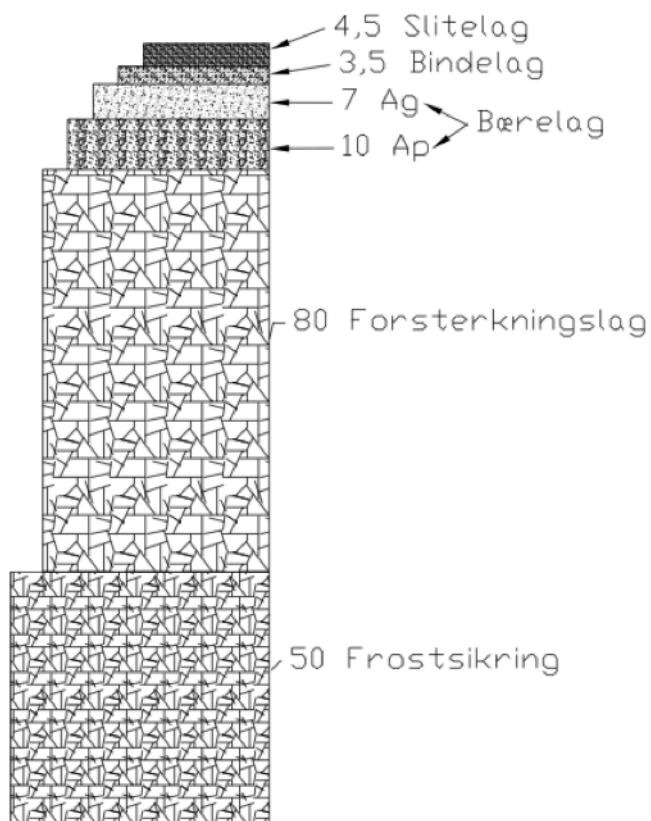
Ved bruk av figur 512.6 Beregning av trafikkbelastning kommer jeg fram til trafikkgruppe F for E16.

Neste steg er å benytte figur 512.7 for å velge bærelag og forsterkningslag i overbygningen. Som bærelag velger jeg Ag over Ap (7 cm over 10 cm). Videre antar jeg telefarlighetsklasse T3, grus, sand og morene. Da må det være et forsterkningslag på 80 cm.

I figur 512.2 er det oppgitt hvilket dekke man skal velge etter ÅDT i åpningsåret. ÅDT i åpningsår for E16 er ≥ 5000 og velger dermed Ab over Agb (4,5 cm over 3,5 cm). Ab fungerer som slitelag mens Agb blir bindelaget.

Det har kommet nye krav og bestemmelser knyttet til oppbygging og frostsikring av veger. Bakgrunnen for de nye bestemmelsene er at det er registrert telehiv på nybygde veger de siste årene. Årsakene til dette er prosjekteringsfeil, mangler ved utførelsen av vegoverbygningen og/eller mangler ved drengsystemet. Statens vegvesen har oppgitt nye anbefalinger for overbygningen. I NA-rundskriv nr. 12/09 (28.06.2012) står det følgende: "For å unngå unødig stor lagtykkelse ved store frostmengder, foreslås at nedre del av frostsikringslaget vurderes erstattet med lettklinker, skumglass eller ekstrudert polystyren (XPS), som alternativ løsning". Bestemmelsene i rundskrivet trer i kraft med umiddelbar virkning, og derfor velger jeg for E16 en av frostsikringene som er anbefalt, 50 cm med skumglassgranulat.

Overbygningen for E16 (og kløverbladkryss) vil ha dimensjoner som vist i figur 23. Total tykkelse av overbygningen blir 155 cm.



Figur 23 - Overbygning E16 og kløverbladkryss

5.1.2. Halvkløverbladkryss

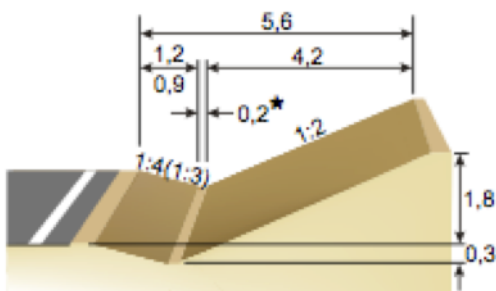
5.1.2.1. Overbygning

Overbygningen i kløverbladkryssets ramper, akselerasjons- og retardasjonsfelt velges å være den samme som for E16 selv om ramper har en lavere ÅDT. Ved bygging av ny veg er det enklest å legge ut asfalt i hele bredden inkludert akselerasjons- og retardasjonsfelt. Da bør også lagene i overbygningen være like store og på dette grunnlaget velges samme overbygningen for E16 og kløverbladkryss. For beskrivelse av overbygningen, se tidligere avsnitt om *overbygning* på E16.

5.1.2.2. Sideterreng

I utgangspunktet ønsker man samme sideterreng langs ramper, akselerasjons- og retardasjonsfelt i kløverbladkryss som på E16. Kravet til sikkerhetsavstand på rampene er lavere ettersom både fartsgrensen er lavere og ÅDT er mindre. Uten å benytte noen faktorer er sikkerhetsavstanden for rampene 3 m og dette kravet er allerede tilfredsstilt ved å summere ytterskulder og grøft.

På Korsmo vil ramper, akselerasjons- og retardasjonsfelt hovedsakelig ligge i jordskjæring. Tverrprofil, som vist i figur 24, er oppgitt i håndbok 231 som et tverrprofil hvor det ikke er nødvendig med rekkverk såfremt det ikke finnes farlige sidehindre i grøften eller grøfteskråningen. Med dette som forutsetning velges utformingen 2,4 m (1:4) + 0,65 m + jordskjæring til terreng (1:2) på høyre side av kjørebanelen i forhold til kjøreretning. På venstre side av kjørebanelen i forhold til kjøreretning er det bestemt at jordskjæringen både skal ha helning 1:4 og 1:2. Det skal være helning 1:4 hvor rampene og retardasjons-/akselerasjonsfelt knyttes mot E16. Hvor rampene knyttes i jordskjæring mot terreng skal helningen være 1:2, den samme som for høyre side.



Figur 24 - Sideterreng (Statens vegvesen, 2011B)

Som en konsekvens av at så å si hele krysset er i jordskjæring vil det i mellom ramper og E16 bli jordvoller. Videre i prosjekteringen vil landskapsarkitekter sørge for at disse tilpasses landskapet.

5.1.2.3. Ramper

Hensikten med ramper er at kjøretøy skal kunne akselerere til ønsket utgangsfart ved akselerasjonsfeltets start og retardere eller tilpasse kjøretøyets fart ved retardasjonsfeltets slutt.

Ramper skal bygges med et felt hvis det ikke pga. kapasitet er nødvendig med flere felt for å sikre en god trafikkavvikling. Ramper bør ha en kjørefeltbredde på 3,5 m med 0,5 m skulder på hver side. Det skal vurderes om det er nødvendig med tilleggsareal for nødstopp, men det trengs ofte ikke hvis vegen er i fall. For kløverbladkrysset på Korsmo er det bestemt at det er tilstrekkelig med et felt og at kjørefeltbredden skal være 3,5 m. Venstre skulder skal være 0,5 m og høyre skulder skal være 1,5 m. Dvs. at man ønsker å planlegge med nødstoppareal for alle fire rampene og på hele lengden av rampene.

Ramper med radius ≤ 500 meter breddeutvides i henhold til breddeutvidelseskravene i håndbok 017. 1-feltsveger (som rampene) gis halv breddeutvidelse i forhold til 2-felts veg, se figur 25.

Tabell E.2. Breddeutvidelse for 2-felts veger avhengig av kurveradius (mål i m)

		Horisontalkurvatur (m)									
		40	70	100	125	150	200	250	300	400	500
Vogntog	VT	3,0	1,8	1,3	1,1	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4
Buss	B	2,7	1,5	1,2	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
Lastebil	L	1,8	1,1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3
Personbil	P	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Figur 25 - Breddeutvidelse (Statens vegvesen, 2008A)

Det er ulike krav til helningen på rampen etter om sekundærvegen går over eller under primærveg. På Korsmo ledes sekundærvegen over primærvegen og maks helning er 8 %.

I håndbok 263 Geometrisk utforming av veg- og gatekryss er det oppgitt følgende forutsetninger for beregning av retardasjonsfeltets lengde i halvt kløverbladkryss:

- Fart i overgang fra retardasjonsfelt til rampe er maksimalt 50 km/t
- Videre fartsreduksjon fra 50 km/t til 0 km/t tas i rampen

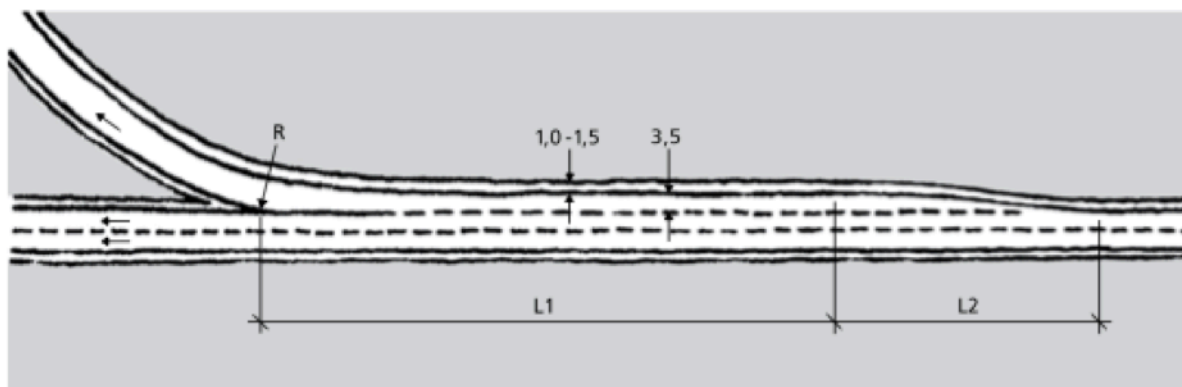
Med disse forutsetningene kan man velge hvilken vegklasse rampene skal utformes etter. På Korsmo velges vegklasse Sa1/Sa2 (50 km/t) og det fører til at følgende dimensjoneringskrav gjelder for rampene (tabell 9):

Tabell 9 - Dimensjoneringskrav ramper (Statens vegvesen, 2008A)

Vegklasse	Maks stigning	Min høgbrekk	Min lavbrekk	Min horisontalkurve	Min klotoider	Min stoppsikt
Sa1/Sa2	6,0 %	400 m	400 m	55 m	40	45 m

5.1.2.4. Retardasjonsfelt

Avkjøringsfelt bør alltid være til høyre for gjennomgående trafikk. Retardasjonsfelt utformes som vist i figur 26.



Figur 26 - Utforming retardasjonsfelt (Statens vegvesen, 2008B)

L1 er retardasjonsfelt i full bredde og L2 er strekningen som trengs for å bygge opp full bredde. Lengdene på L1 og L2 avhenger av fartsgrensen. For dimensjoneringen av retardasjonsfelt og akselerasjonsfelt har man antatt fartsgrense 100 km/t. Dette er konservativt, men man ønsker å ta ekstra hensyn til tunge kjøretøy. Verdiene for L1 og L2 er oppgitt i figur 27.

Tabell C.27: Retardasjonsfeltets lengde og radius ved rampestart for kløverbladkryss og trompetkryss

Fartsgrense [km/t]	60	80	90	100
L1 [m]	40	60	90	130
L2 [m]	20	30	40	60
R start rampe [m]	≥ 50	≥ 70	≥ 80	≥ 100

Figur 27 - Retardasjonsfeltets lengde og radius (Statens vegvesen, 2008B)

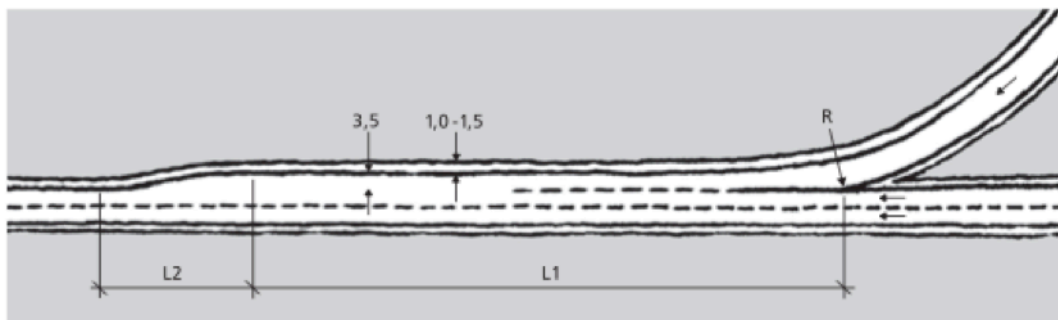
Hvis det oppstår tilbakeblokkering av trafikken pga. kapasitetsproblemer ved sekundærveg anbefales å øke retardasjonsfeltets lengde. Videre anbefales det å bruke klotoider i overgangen retardasjonsfelt og rampe hvis fartsgrensen er 90 km/t eller 100 km/t og klotoider benyttes på Korsmo.

Bredden på retardasjonsfeltet bør være den samme som feltbredden på gjennomgående veg, det samme gjelder for vegskulderen. Vegskulderen bør ikke være bredere enn 1,5 m. Det skal også vurderes om det er nødvendig med tilleggsareal til nødstop (Statens vegvesen, 2008B).

Det er bestemt at bredden på retardasjonsfeltene skal være den samme som for rampene (rampene prosjekteres med bredde 3,5 m), dvs. at bredden på retardasjonsfeltene er 0,25 m bredere enn på gjennomgående veg. Som beskrevet tidligere, så er denne tverrsnittsutformingen et prøveprosjekt og ikke nødvendigvis en anbefalt løsning. Derfor prosjekteres retardasjonsfeltene med bredde 3,5 m som er anbefalt i håndboken. Bredeutvidelsene av høyre skulderen fra 0,75 m til 1,5 m starter ved L2 på retardasjonsfeltet slik at det er full bredde av skulderen ved start L1.

5.1.2.5. Akselerasjonsfelt:

Som for retardasjonsfelt bør akselerasjonsfelt være parallellført og ha samme bredde som feltbredden på gjennomgående veg, men ikke bredere enn 3,5 m. Videre bør akselerasjonsfeltet ha fletting. Utformingen av akselerasjonsfeltet er vist i figur 28.



Figur 28 - Utforming akselerasjonsfelt (Statens vegvesen, 2008B)

Hvis primærvegen har en stigning eller helning på 4 % eller mer bør lengden på L1 henholdsvis økes og reduseres med 30 %, men dette er ikke aktuelt for dette krysset da vegen ikke har helning på 4 % eller mer. Lengden L1 kan også økes hvis det er mye trafikk hvor trafikken skal flettes. I tabell 29 er verdiene for L1 og L2 oppgitt. For akselerasjonsfeltene tar man også hensyn til tunge kjøretøy og velger derfor å dimensjonere for 100 km/t. For krysset på Korsmo er det også bestemt at man skal benytte klotoide i overgangen akselerasjonsfelt og rampe.

Tabell 5.3: Akselerasjonsfeltets lengde og radius ved rampeslutt i kløverbladkryss og i ruterkryss der sekundærvegen ligger under primærvegen

Fartsgrense [km/t]	60	80	90	100
L1 [m]	80	150	180	220
L2 [m]	20	30	40	60
R start rampe [m]	≥50	≥70	≥80	≥100

R gjelder for kløverbladkryss.

Figur 29 - Akselerasjonsfeltet lengde og radius (Statens vegvesen, 2008B)

Oppbygging av bredden på akselerasjonsfeltet følger samme prinsipp som for retardasjonsfeltet. Akselerasjonsfeltet velges å ha samme feltbredde som rampene, dvs. 3,5 m, og er dermed 0,25 m bredere enn felt på gjennomgående veg. Breddeutvidelsen av høyre skulder starter ved start L2 og ender ved start av L1. Høyre skulder skal ha en bredde på 1,5 m og dermed er akselerasjonsfeltene planlagt med nødstoppareal.

5.1.2.6. Rundkjøringer

For krysset på Korsmo kan tilkoblingen mellom rampene og Fv24 enten være to T-kryss eller to trearmede rundkjøringer. Fv24 er klassifisert som S1-veg og rampene er Sa1/Sa2-veger, og T-kryss og rundkjøring er kryssløsninger som kan benyttes for disse dimensjoneringsklassene. Rundkjøringer er en mer trafiksikker løsning, men anbefales likevel ikke å brukes hvis det er svært skjev trafikkbelastning, liten trafikk eller begrenset areal til disposisjon. Det er heller ikke ønskelig å ha rundkjøringer hvis det er mange myke trafikanter som gående og syklende.

Prognosene for trafikkmengdene på rampene til krysset på Korsmo og Fv24 gir ÅDT-verdier som medfører at det er ønskelig med rundkjøringer. Verdiene for år 2040 ligger i intervallet 4700-8500, hvor rampene har den laveste trafikkmengden. Forskjellen er for liten til at man heller ønsker et T-kryss. Med dette grunnlaget er rundkjøringer valgt i tilkoblingen mellom rampene og fylkesvegen.

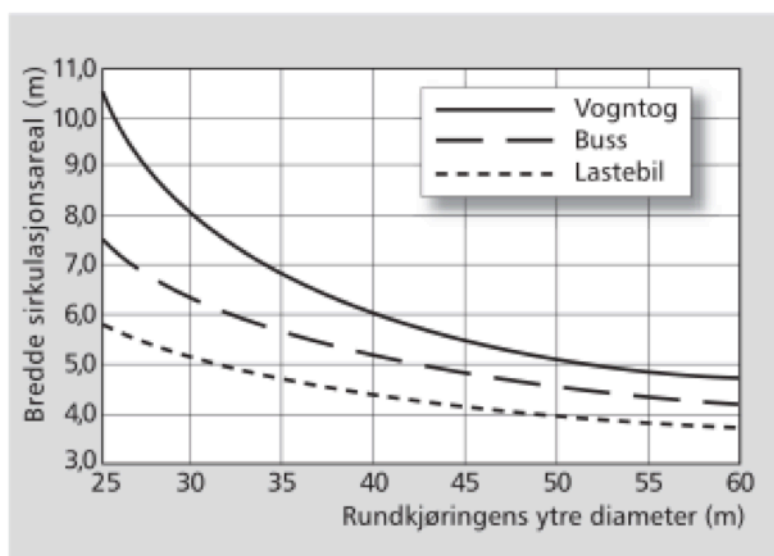
Rundkjøringene i tilkoblingene med Fv24 skal ha tre armer hvor alle tilfartene har vikeplikt. På Korsmo er det ønskelig med et felt i tilfartene og et felt i selve rundkjøringen. Det antas at kapasiteten er tilstrekkelig med denne utformingen.

På tofeltsveger, som er tilfellet her, bør den ytre diameteren minst være 35 m på stam- og hovedveger.

I dag er det ingen løsning for gående og syklende langs Fv24 i det området hvor rundkjøringene skal plasseres. Derfor er det heller ikke tatt noen hensyn til myke trafikanter i prosjekteringen av rundkjøringene.

Sentraløya anbefales å være hevet over sirkulasjonsarealet slik at den er godt synlig fra alle kanter. Overflaten på sentraløya anbefales også å være annerledes enn overflaten på sirkulasjonsarealet. Man kan plassere skulpturer og lignende på sentraløya, men det forutsettes da at det ikke hindrer sikten. Overkjørbart areal er inkludert i diameteren på sentraløya og behovet for dette arealet avhenger av størrelsen på sentraløya. Hensikten med overkjørbart areal er at store kjøretøy skal kunne kjøre over dette arealet ved behov, men kantsteinen skal fungere som avvisende for personbiler. Dimensjonerende kjøretøy skal likevel sikres tilstrekkelig plass i sirkulasjonsarealet.

Sirkulasjonsarealet avhenger av dimensjonerende kjøretøys springsegenskaper og rundkjøringens størrelse. Har man en stor rundkjøring så kan man ha mindre sirkulasjonsareal. Figur 30 brukes til å bestemme nødvendig bredde på sirkulasjonsareal etter dimensjonerende kjøretøy og rundkjøringens ytre diameter. Da er det forutsatt kjøremåte A. Videre må man kontrollere for svingebevegelser, som blir beskrevet *svingebevegelser/sporingsanalyse*.



Figur 30 - Dimensjonering av rundkjøringer (Statens vegvesen, 2008B)

På vegger som har en høy andel tungtrafikk og mye gjennomgangstrafikk, bør som oftest sirkulasjonsarealet dimensjoneres for vogntog. På de vegene som har mer lokaltrafikk og liten andel tungtrafikk, så kan mindre kjøretøy velges som dimensjonerende. Hvis man velger å dimensjonere for mindre kjøretøy enn vogntog, så må vogntog kunne benytte overkjørbart areal. For rundkjøringene på Korsmo er dimensjonerende kjøretøy satt til vogntog og rundkjøringens ytre diameter 40 m. Ved å følge figur 30 må sirkulasjonsarealet ha en bredde på 6 m. I tillegg ble det sjekket om det var mulig å ha en mindre bredde på

sirkulasjonsarealet ved å dimensjonere for mindre kjøretøy enn vogntog. Dette blir beskrevet nærmere under *svingebevegelser/sporingsanalyse*.

Tilfartene bør utformes slik at trafikantene ser sentraløya tidlig. Det er også viktig å sikre tilstrekkelig avbøying og fartsdemping. Dette for å ha en trafiksikker løsning med god avvikling av trafikken. I tillegg må dimensjonerende kjøretøy kunne komme gjennom rundkjøringen med kjøremåte A (som beskrevet i forrige avsnitt). Gjennom rundkjøringen, og en lengde av innfarten inn mot vikelinja som tilsvarer lengden på dimensjonerende kjøretøy bør ikke stigningen overstige 3 %.

Breddeutvidelsen av tilfartene skal sikre en god fremkommelighet med kjøremåte A for dimensjonerende kjøretøy. Breddeutvidelsen starter ved deleøya og bredden på tilfarten ved et-felts tilfart anbefales å være mindre enn 5 m for å sikre en god avbøying. Deleøyene kan utformes på forskjellige måter, for eksempel trekantdeleøy, trompetdeleøy og parallelldeleøy. Videre bør deleøyene være minst 10 m lange. For rundkjøringene på Korsmo er parallelldeleøy benyttet.

Som sagt er det viktig å sikre en god avbøying. For å sikre et lavt fartsnivå bør kjørekurven gjennom rundkjøringen være mindre enn 80 m. Sentraløyas senter bør plasseres i krysningspunktet til vegarmenes senterlinjer. Vegarmene bør ha en stram utforming og rundkjøringen, sirkulasjonsarealet og sentraløya bør ha en passende størrelse. Da kan man sikre en god avbøying.

Vinklene mellom vegarmene anbefales å være tilnærmet 90 grader, men kan også avvike fra dette tallet, slik som for rundkjøringen som er lengst sør på Korsmo.

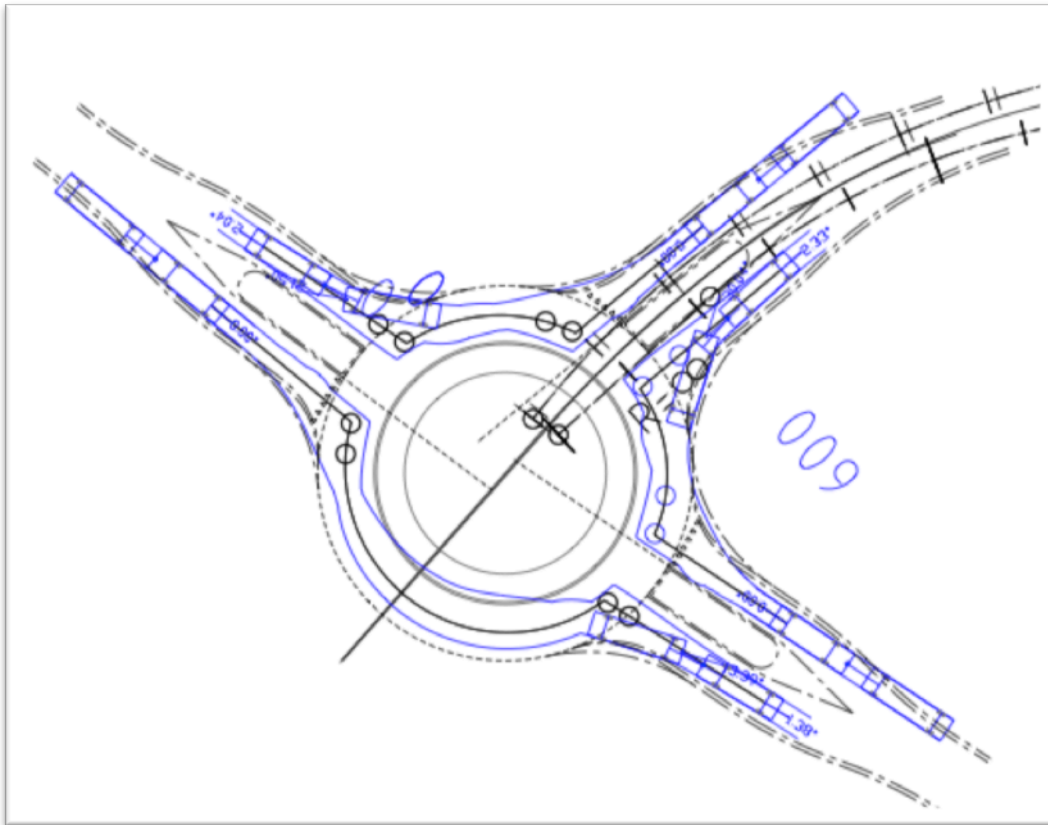
5.2. Svingebevegelser/sporingsanalyse

For å finne ut hvilke dimensjoner man kan ha på rundkjøringene i tilkoblingen mellom rampene og Fv24 benyttet jeg verktøyet *sporingsanalyse* som ligger under *Veg* i Novapoint. Her valgte jeg aktivt kjøretøy vogntog (VT) og land *Norge* hvor informasjonen om kjøretøyets egenskaper er fra Håndbok 017, utgaven fra 2008. Dette sporingsverktøyet har sine svakheter og det anbefales ofte å benytte andre programmer som er bedre til nettopp dette. For denne oppgavene antas sporingsanalysen i Novapoint å være tilstrekkelig.

Rampene er definert som Sa1/Sa2-veg og Fv24 er definert som S1-veg. For disse to dimensjoneringsklassene er dimensjonerende kjøretøy henholdsvis lastebil og vogntog. Det er mulig å bruke lastebil som dimensjonerende kjøretøy, men da må man sjekke med sporingsanalyse at vogntog kommer seg gjennom rundkjøringen med kjøremåte A. Kjøretøyene har ulike kjøreegenskaper og dette kan slå ut på nødvendig bredde av sirkulasjonsareal. Jeg har likevel valgt å benytte vogntog i springen da dette er dimensjonerende kjøretøy, men velger å sjekke med dimensjonerende bredde for lastebil.

Jeg benyttet rundkjøringsmodulen i Novapoint for å tegne rundkjøringene. Ved ytre diameter på 40 m og dimensjonerende kjøretøy lastebil kan minste bredde på sirkulasjonsarealet være ca. 4.5 m (se avsnitt om *rundkjøring*). Ved bruk av sporingsanalysen ble det klart at minste bredde på sirkulasjonsarealet ikke var tilstrekkelig. Videre prøvde jeg med sirkulasjonsbredde 5 m og tilslutt 6 m. Resultatet av sporingsanalysen for begge rundkjøringene med sirkulasjonsbredde 6 m er vist i figur 31 og 32. De blå strekene er sporingslinjene. Med sirkulasjonsbredde 6 m blir de andre parameterne som følger:

- sentraløy 21,5 m
- overkjørbart areal 3 m
- indre skulder 0,25



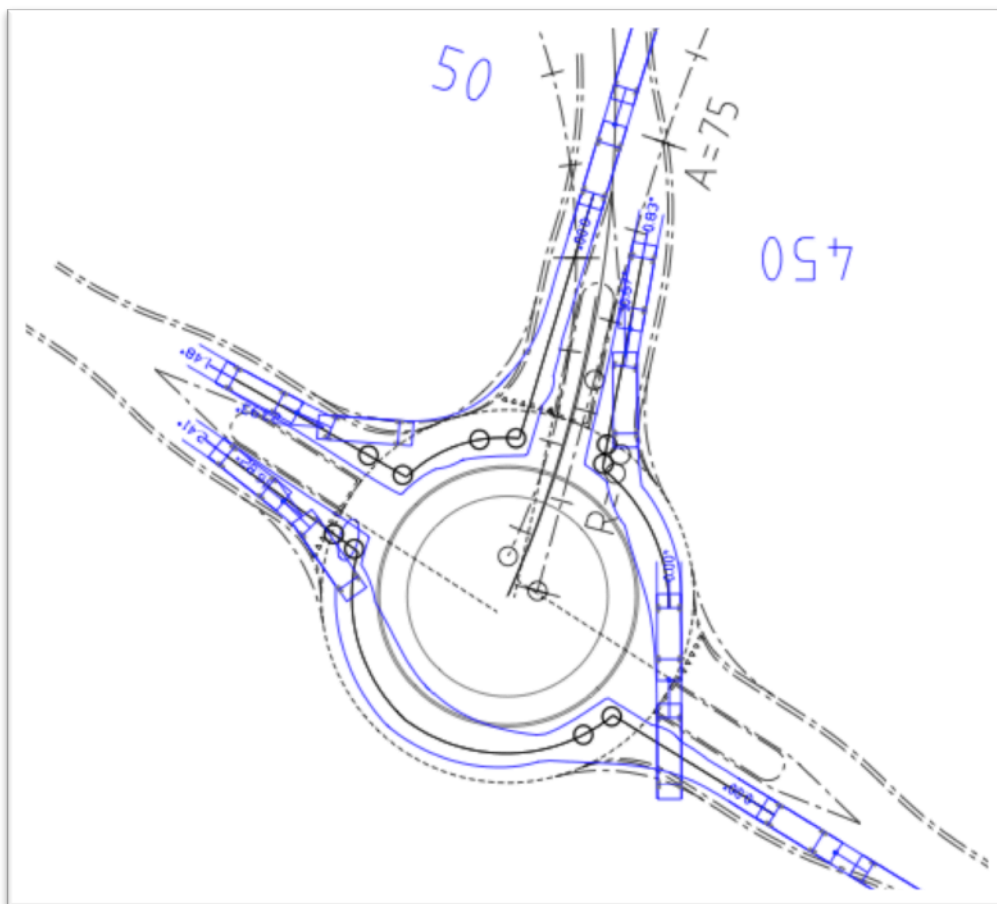
Figur 31 - Sporinganalyse rundkjøring nord

Av figur 31 kan man se at med sirkulasjonsbredde 6 m kan vogntog passere rundkjøringene uten å benytte overkjørbart areal (sirkulasjonsbredde 6 m er i følge figur 30 nødvendig for vogntog). Som tidligere nevnt kan store kjøretøy benytte overkjørbart areal i rundkjøringer, men det forutsettes at dimensjonerende kjøretøy gis tilstrekkelig plass i sirkulasjonsarealet (Statens vegvesen, 2008B). Her er vogntog dimensjonerende og rundkjøringene må derfor ha sirkulasjonsareal på 6 m. Store kjøretøy, som vogntog, kan fortsatt benytte overkjørbart areal og vil på denne måten ha noe "ekstra plass" i rundkjøringen. Det er også mulig å være flere små kjøretøy i samme bredde med det sirkulasjonsarealet som nå er valgt.

Man ønsker i utgangspunktet så små rundkjøringer som mulig, dvs. minst mulig ytre diameter. Dette fordi man vil beslaglegge minst mulig areal og rundkjøringer er i utgangspunktet arealkrevende konstruksjoner. Det er også hensiktsmessig med tanke på avbøying og fartsreduksjon å ikke ha for store rundkjøringer. Minstekravet til ytre diameter på denne vegstrekningen er 35 m, men jeg har likevel valgt 40 m for å sikre fremkommelighet for store kjøretøy uten å ha en stor sirkulasjonsarealbredde.

Med tanke på kapasitet og trafikksituasjonen antas det, som tidligere forklart, at det er tilstrekkelig med ett felt i rundkjøringen. Dette er forutsatt at det er nok breddeutvidelse i feltet. Med de dimensjonene som nå er valgt, antas rundkjøringen å oppfylle kravene til kapasitet.

Figur 32 viser at vogntog også kan passere rundkjøringen som ligger sør ved å kun benytte sirkulasjonsarealet. I figur 32 er det ikke gjort justeringer av rundkjøringens tilkobling med rampene. Ved produksjon av tegninger vil dette bli gjort. Likevel viser skissen hvordan vogntog vil plassere seg gjennom rundkjøringen og at sirkulasjonsbredde 6 m er tilstrekkelig.



Figur 32 - Sporingsanalyse rundkjøring sør

5.3. Kontroll av sikt

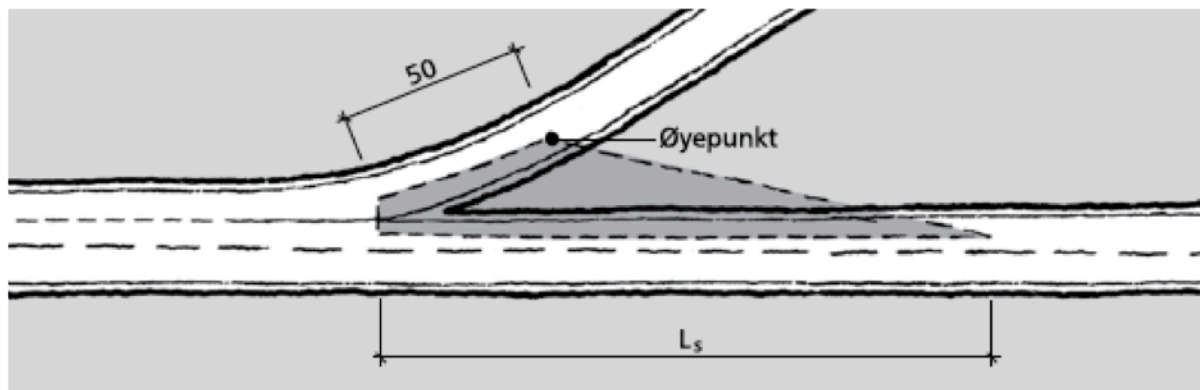
Det er tre steder hvor det er viktig å kontrollere sikt i kløverbladkrysset på Korsmo. De tre stedene er bakover i påkjøringsrampene, i rundkjøringene i tilkoblingene med Fv24 og stoppsikt i rampene som ligger i høgbrekk. 3D-modeller er gode verktøy for å kontrollere sikt. 3D-modeller blir presentert nærmere i avsnitt 5.4.

I utgangspunktet vil kravene til sikt være tilfredsstillt hvis man har fulgt kravene i håndbøkene. I denne oppgaven er kravene fulgt og man kan derfor si at kravene til sikt er tilfredsstillt. I denne delen av oppgaven vil likevel sikten i de tre områdene kommenteres på et grovt nivå.

5.3.1. Sikt bakover i påkjøringsrampene

Siktkravet bakover i påkjøringsrampe blir ikke automatisk oppfylt ved å følge dimensjoneringskravene. Derfor vurderes dette kravet i påfølgende avsnitt.

Rampe i høyrekurve kan gi dårlig sikt bakover for påkjørende trafikk. Sikten bakover må kontrolleres 50 m tilbake på rampen fra hvor kjørebantekanten på gjennomgående felt og rampen møtes. Fra dette punktet bør det være fri sikt til primærvegen i en lengde L_s , som vist i figur 33 (Statens vegvesen, 2008B).



Figur 5.17: Sikt fra påkjøringsrampe (mål i meter)

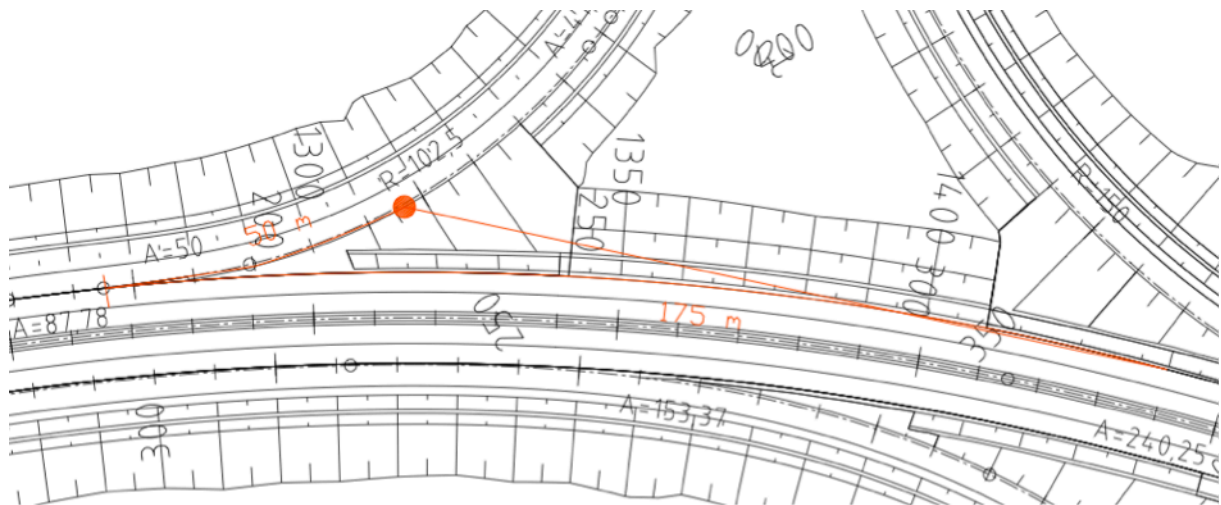
Figur 33 - Sikt bakover i påkjøringsrampene (Statens vegvesen, 2008B)

L_s er stoppsikt lengden som er oppgitt i Håndbok 017 Veg- og gateutforming. Kravet til stoppsikt lengde avhenger av horisontalkurveradiusen. Hvor E16 møter de to påkjøringsrampene i kløverbladkrysset er horisontalkurveradiusen noe ulik. Kravet til fri sikt er vist i figur 34 og 35.

5.3.1.1. Påkjøringsrampe nord-vest

Horisontalkurveradiusen hvor E16 møter rampen er 480 m og kravet til stoppsikt er 175 m uten å justere for fall (situasjonen er vist i figur 34). Helningen på E16 er relativt slak og det anses derfor som akseptabelt å sette stoppsikt kravet til 175 m. Rampen bygger seg ned mot E16 og massene som ligger mellom rampen og E16 skal planeres. Med å måle grovt i

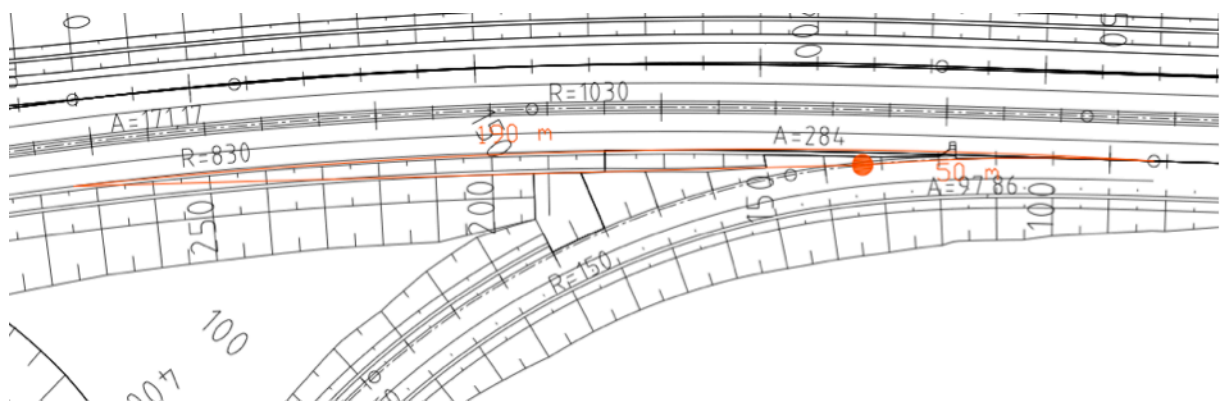
Novapoint og med disse forutsetningene anses siktkravet å være oppfylt for påkjøringsrampe som ligger nord-vest.



Figur 34 - Sikt påkjøringsrampe nord-vest

5.3.1.2. Påkjøringsrampe sør-øst

Horontalkurveradiusen hvor E16 møter rampen er 830 m, rett etter dette punktet går E16 over i rettstrekning (situasjonen er vist i figur 35). Både for $R = 830\text{ m}$ og rettstrekning er kravet til stoppsikt 190 m uten justering for fall. Som den andre påkjøringsrampen i kløverbladkrysset, bygges også denne rampen ned mot E16. Her skal det også planeres mellom E16 og rampen i det området hvor de møtes. E16 og rampen har også her relativt svak helning. På samme måte som for den andre påkjøringsrampen, ble det målt i Novapoint og kravet til stoppsikt anses å være oppfylt.



Figur 35 - Sikt påkjøringsrampe sør-øst

5.3.2. Sikt i rundkjøringene

Det er en rekke krav til sikt i rundkjøringer. Som nevnt tidligere, er rundkjøringsmodulen i Novapoint benyttet for tegne opp rundkjøringene. Terrenget hvor rundkjøringene skal plasseres er flatt. Rampene skal bygges opp til rundkjøringene og masser som ligger i nærheten av tilkoblingene skal planeres.

Rampene som kobles på rundkjøringen i nord kommer ca. vinkelrett på rundkjøringen. Det antas derfor ikke å oppstå noen problemer for sikt i denne rundkjøringen, i tillegg siden terrenget er helt flatt.

Rampene som kobles til rundkjøringen i sør tilkobles ikke til rundkjøringen i 90 grader. Her er det mulig det oppstår noen problemer med sikt, men det er lite sannsynlig ettersom terrenget rundt er helt flatt og det er ingen nærliggende bygninger som vil skape problemer. Her vil også masser ved siden av rampene planeres mot rundkjøringen for å sikre sikt.

5.3.3. Stoppsikt i ramper i høgbrekk

Siden rampene er klassifisert som dimensjoneringsklasse Sa1/Sa2 er kravet til stoppsikt 45 m. Dette kravet er oppfylt hvis man har fulgt kravene i håndbøkene, noe som gjelder for dette tilfellet. Man kan kontrollere at stoppsiktkravet til rampene i høgbrekk er oppfylt med å gjennomføre en siktanalyse i Novapoint. I utgangspunktet er dette unødvendig, men det ble likevel gjennomført. Analysen viste ingen problemer med å oppfylle stoppsiktkravet.

Siden stoppsiktkravet er oppfylt ved å følge kravene i håndbøkene er det ikke vedlagt noen utskrifter fra stoppsiktanalysen i Novapoint.

5.4. utfordringer med prosjekteringen

Det har vært noen utfordringer med prosjekteringen av krysset. Mange av utfordringene har vært knyttet til dataprogrammet Novapoint og de resterende har vært i forhold til prosjekteringsløsningen. AutoCad 2010 og Novapoint 18.20 er benyttet i prosjekteringen. Utfordringene ble identifisert under arbeidet med de ulike alternativene og vurderingen av de.

Noe av det som har vært tidkrevende har vært å koble sammen flere vegmodeller i Novapoint. Akselerasjonsfeltene/retardasjonsfeltene skal kobles på E16 og rampene skal kobles sammen ved rundkjøringene. Det har vært noen "bugs" i programmet som kan stamme fra installeringen av det. Det har derfor vært nødvendig å gjøre manuelle tilpasninger da programmet ikke har utført alt korrekt. Det vil være mulig å få løst problemene ved hjelp av noen med erfaring. De manuelle tilpasningene ble i dette tilfellet sammen ved veileder ved NTNU ansett som tilstrekkelig. Det er likevel viktig å påpeke at det ofte må gjøres tilpasninger og ikke alt som utføres automatisk i Novapoint er korrekt.

Videre i denne delen blir utfordringer ved prosjekteringen presentert sammen med 3D-skisser. 3D-prosjektering vil bli kommentert ytterligere i neste del.

5.4.1. Bro – Kryssing av Storåa

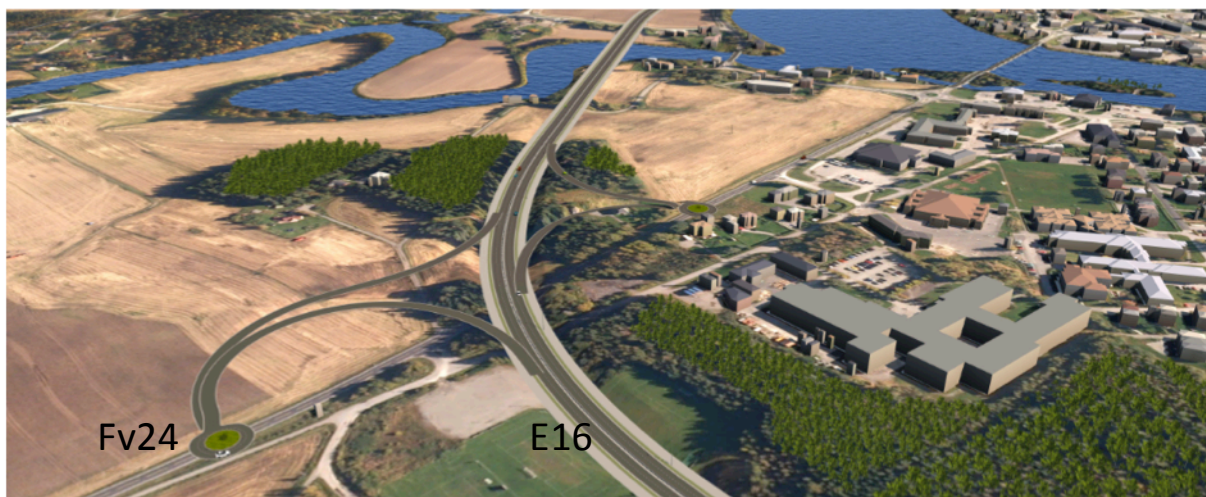
E16 skal kort etter kløverbladkrysset på Korsmo krysse elva Storåa (se figur 36). Dette vanskeliggjør prosjekteringen både av E16 og krysset. Man ønsker alltid at linjen til en veg på bro skal være rettlinjert. I tillegg vil man ha rettlinjert vertikal for vegen over broa. Det er med disse vilkårene det er enklest og billigst å bygge en bro. Som kommentert under *valg av kryssløsning* påvirker valg av kryssing av Storåa selve kryssløsningen. Det ble valgt å legge E16-traseen nede i terrenget, bl.a. nettopp for å ha en god kurvatur på broa. Akselerasjonsfeltet og retardasjonsfeltet som ligger østover må også slutte før broa. Dette har vært med på å bestemme selve lokaliseringen av krysset. Med kravene som er gjeldene for lengden på feltene er det med den valgte kurvaturen akkurat tilstrekkelig med plass før broa.



Figur 36 - Kryssing av Storåa

5.4.2. Hensyn til nærmiljø

I nærmiljøet ligger blant annet Skarnes videregående skole og boliger, skolen er den store bygningen rett til høyre for vegen i figur 37. Man kan se av figuren at sentrum ikke ligger langt fra den nye E16-traseen og krysset. Hensynet til nærmiljøet har vært viktig i prosjekteringen av dette krysset. Derfor er det valgt å senke E16-traseen samt kløverbladkrysset som også stort sett ligger nede i terrenget. Det kommer ikke så godt frem i figur 37 at E16-traseen og krysset er nedsenket, men de er altså det.



Figur 37 - Nærmiljø

5.4.3. utfordringer knyttet til grunnforholdene

Selve byggingen kan kreve omfattende planlegging ettersom det mest sannsynlig er leire og kanskje kvikkleire i området. Spesielt siden E16-traseen og krysset i store deler ligger nede i terrenget. Hvordan byggingen skal gjennomføres vurderes ikke i denne oppgaven, men det er sentralt å være klar over at valgt lokalisering medfører at utbyggingen blir utfordrende med tanke på geoteknikken.

5.4.4. utfordringer ved å følge dimensjoneringskrav

Det er ønskelig at krysset skal oppta minst mulig areal samtidig som utformingen må følge kravene i håndbøkene. Rampene er definert som en Sa1/Sa2-veg og minste horisontalkurveradius er 55 m. Ingen av kurvene er på minstekravet men det er relativt krapp kurvatur på rampene. Derfor har man måttet plassere rundkjøringene et stykke opp og ned på Fv24 for å få plass til ramper med en kurvatur som oppfyller kravene.

5.4.5. Utbygging av krysset

Ved utbyggingen av krysset vil det være nødvendig med en omlegging av både Fv24 og Skolevegen. Det skal bygges to broer og under oppføring må de to vegene legges om. I tillegg må det bygges midlertidige anleggsveger. Kostnadene på omlegging av vegene er kommentert under *kostnader*.

5.5. Detaljer

I de senere årene har det blitt mer vanlig med bruk av 3D-verktøy ved prosjektering av veger. Denne trenden kommer etter all sannsynlighet til å øke. Det er mange fordeler knyttet til bruk av 3D og den mest åpenlyse er at man raskt kan se hvordan vegen ligger i terrenget. Videre kan man ofte legge inn forskjellige detaljer, som bygninger, skog og lignende. Man får ofte et mer riktig inntrykk av hvordan det man har prosjektert vil bli ved utbygging.

En annen viktig fordel med å bruke 3D-prosjektering er når det er flere fagfelt involvert i prosjekt. Dette er det som regel ved alle prosjekt da det ved utbygging av veg også må gjøres endringer med drenering eller at det må bygges et dreneringsnett. I byområder og i kompliserte prosjekter er det som regel mange felt som er involvert og ved denne typen prosjekter er det enda mer aktuelt med 3D.

Det finnes i dag en rekke programmer som kan brukes for å prosjektere i 3D. Foreløpig er det vanlig å benytte Virtual Map, som er en innebygd modul i Novapoint. I denne oppgaven er illustrasjonene fra programmet Infracore. Illustrasjonene er utarbeidet i samarbeid med en COWI-ansatt i Oslo. Noen av detaljene i illustrasjonene stemmer ikke overens med prosjektert løsning. For denne oppgaven ble dette ikke vurdert som veldig vesentlig, da hovedpoenget er at skissene skal gi et inntrykk av nærområdet og ikke at alle detaljene skal være korrekte.

Figur 38 viser de nordlige rampene i kløverbladkrysset. Øverst i figuren ser man kryssingen av Storåa.



Figur 38 - Nordlige ramper kløverbladkryss

Helningen på skjæringene ved rampene varierer etter hvor i krysset man er. Hvor rampene knytter seg mot E16 er helningen 1:4 på venstre side. Hvor rampene knytter seg mot terrenget er helningen 1:2, den samme som for høyre side i forhold til kjøreretning. Jordskjæringene er relativt voldsomme siden E16 på vurdert strekning ligger omtrent 3-5 m nede i terrenget. Skjæringene vises noe i figur 38, men dybden på skjæringene kommer sannsynligvis bedre frem i tverrprofiltegnene (se vedlegg 2).

Figur 39 viser tydelig nærområdet til den prosjekterte kryssløsningen. Rundkjøringen helt til venstre er den gamle tilkoblingen mellom riksveg 2 og Fv24. Den nye E16-traseen og kløverbladkrysset medfører store endringer i området. Arealbehovet til den nye løsningen er langt større enn den firearmede rundkjøringen, det ser man klart her. I midlertid øker kapasiteten og sikkerheten, og lokalbefolkningen ønsker utbyggingen av E16.



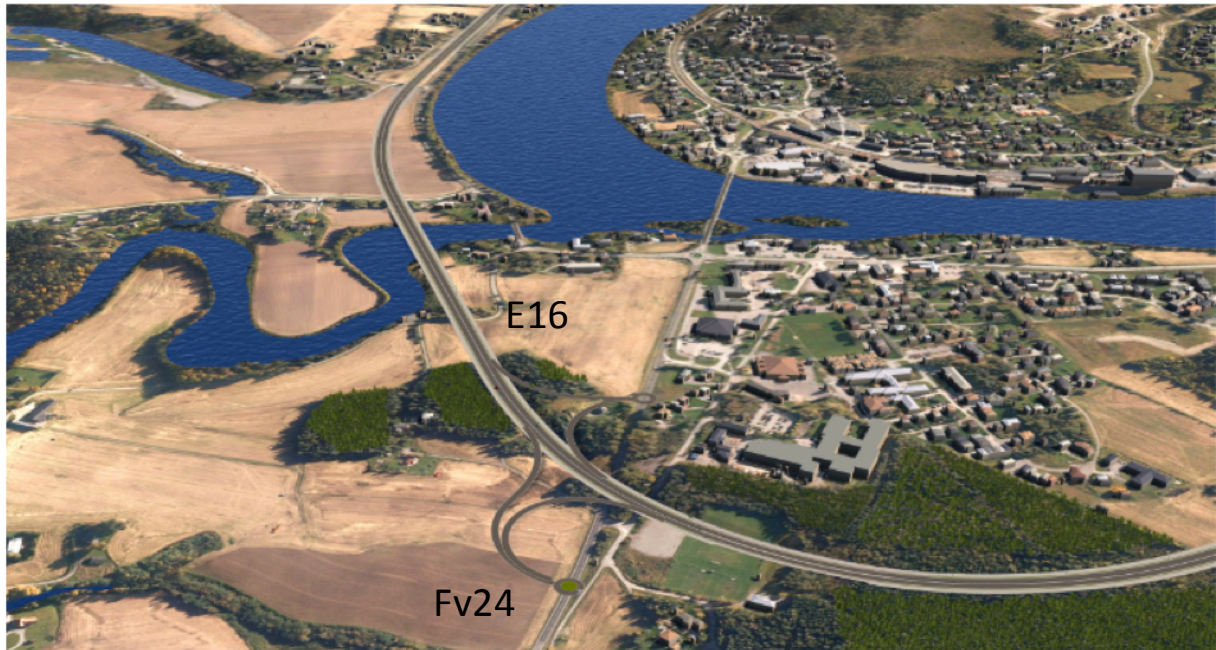
Figur 39 - Ny og gammel tilkobling Fv24 og E16

Det er som regel mange berørte parter ved utbygging av veger. De berørte partene har ofte forskjellige oppfatninger av hvordan de ønsker at den endelige utformingen skal være. Å oppfylle ønskene til de fleste er en vanskelig oppgave. På nåværende tidspunkt har det vært høring og offentlig ettersyn av forslag til planprogram og varsling av start planarbeid. På bakgrunn av dette vurderes det nå å gjøre endringer på E16-traseen. De eventuelle endringene gjelder ikke for strekningen som er vurdert i denne oppgaven, men det er sentralt å kommentere påvirkningskraften til berørte ved utbyggingsprosjekter.

Fastsettelse av planprogram er forventet å bli bestemt høsten 2013 og vedtak av reguleringsplan først vår 2015. Utbyggingen av E16 på strekningen er på dette tidspunktet på et tidlig planleggingsnivå, og man kan forvente endringer på de bestemmelsene som foreligger nå (Statens vegvesen, 2013A).

Det er lite sannsynlig at det vil gjøres store endringer på E16-traseen ved Skarnes, da denne traseen er ønsket av de fleste involverte partene.

Figur 40 viser hvordan Storåa krysser E16 og renner ut i Glomma. På motsatt side av Glomma ser man Skarnes sentrum. Den gamle E16-traseen ligger i dette området langs ved Glomma og det er en relativt stor omlegging som er planlagt.



Figur 40 - Oversikt berørt område

6. Kostnader

For alle utbyggingsprosjekt utføres det en eller annen form for kostnadsestimat. I denne delen av oppgaven presenteres et kostnadsoverslag av det prosjekterte kløverbladkrysset.

6.1. Kostnadsoverslag i Statens vegvesen

Alle kostnadsoverslag som utarbeides i Statens vegvesen for investeringsprosjekter som har en kostnad på over fem millioner skal utarbeides med Anslagmetoden. Det som menes med dette er at kostnadsoverslagene skal følge Håndbok 217 Anslag og de retningslinjene som er oppgitt der. Anslagmetoden kan benyttes på alle nivå i et utbyggingsprosjekt hvor detaljeringsnivået i kostnadsestimatet øker etter detaljeringsnivået i prosjekteringen.

Anslagsprosessen skal ledes av en sertifisert prosessleder, dvs. han eller hun må ha deltatt på et kurs i regi av NTNU eller Statens vegvesen. Videre skal det settes sammen en anslagsgruppe, og størrelsen og sammensetningen på denne varierer fra prosjekt til prosjekt. Har man et stort og mer komplisert prosjekt, så vil det være nødvendig med en større prosessgruppe. Det er også hensiktsmessig at gruppens medlemmer har forskjellig bakgrunn og spesialkompetanse: Medlemmene kan komme både fra prosjektet og utenfra prosjektet.

Selve beregningene utføres som trinnvis kalkulasjon. I anslagsmetoden er fokuset på de forskjellige elementene i et utbyggingsprosjekt. Eksempler på inndelingen av kostnadsposter er veg i dagen og bruer og kaier. I tillegg blir usikkerhetene i prosjektene godt synliggjort i anslagsmetoden.

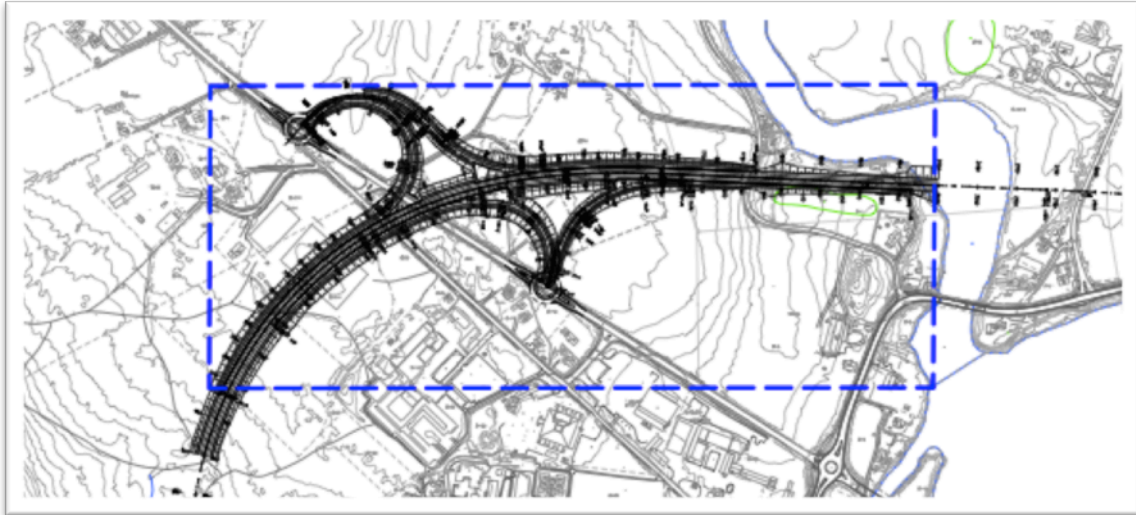
Anslag er en ressurskrevende prosess og en del detaljer bør være avklart før prosessen settes i gang. I denne oppgaven er det i stedet valgt å gjennomføre et kostnadsestimat basert på prosesskoden fra Statens vegvesen (Håndbok 025 og 026). Prosesskoden benyttes for å utarbeide en teknisk beskrivelse som brukes av entreprenører for å lage anbud til vegprosjekter. Her er inndeles alle prosessene i forskjellige hovedprosesser og det er oppgitt om prosessene skal kostnadsestimeres etter stk., m, m² eller m³. Det er i tillegg en beskrivelse av hva prosessene innebærer. En viktig forskjell mellom å følge prosesskoden og å bruke anslag er at prosesskoden ikke er elementbasert, men baseres på mengder.

På samme måte som for Anslag, er det ved bruk av prosesskoden nødvendig at det er personer med erfaring som utarbeider estimatet. Kostnadsestimatet for kløverbladkrysset på Korsmo ble gjennomført i samarbeid med Hallgeir Nordahl ved COWI-kontoret i Oslo. Han har lang erfaring med å lage tekniske beskrivelser av vegprosjekter og har derfor god oversikt over kostnadene på de forskjellige prosessene.

6.2. Vurderinger før gjennomføring av kostnadsoverslag

Det er viktig å sette en avgrensning for kostnadsestimatet slik at det er tydelig hvilke deler av E16 som inkluderes i beregningen. For kostnadsestimatet er avgrensningen satt ved hvor akselerasjonsfelt/retardasjonsfelt starter/slutter tilkoblingen ved E16 og delen av E16 som

ligger innenfor avgrensningen er også inkludert i estimatet. Denne delen av E16 har en lengde på ca. 1 km (se figur 41). Akselerasjonsfelt/retardasjonsfelt, rampene, rundkjøringene, nærliggende områder langs krysset samt inneklemt område (ved ramper, Fv24) er også inkludert i estimatet.



Figur 41 - Avgrensning kostnadsoverslag

Ikke alle prosessene som er i beskrevet i prosesskoden er aktuell for dette prosjektet. Derfor er en del av prosessene eliminert og vil ikke omhandles videre i kostnadsestimeringen. Prosesser som er eliminert er alle prosesser som tar for seg gang- og sykkelveger, alle arbeider som omfatter noe med berg, tunneler, rekkverk.

Elimineringen av disse prosessene har en begrunnelse og den er som følger:

- For dette krysset er det ikke prosjektert noen gang- og sykkelveger, og det er heller ikke noen der i dag. Dette medfører at det ikke skal utføres noen vurderinger med tanke på gang- og sykkelveger.
- Med utgangspunkt i den informasjonen som så langt er tilgjengelig om grunnforholdene, så har man ikke berg/fjell i området hvor krysset skal bygges. Derfor skal det ikke utføres noen sprengningsarbeider, bergsikring og lignende.
- Hovedprosess 3: Tunneler er ekskludert da det ikke skal bygges noen tunneler her
- Rekkverk er eliminert ettersom jeg ikke har tatt stilling til rekkverkstype.

Det er hensiktsmessig å fastsette hvilke prosesser man har utilstrekkelig kunnskap om. For krysset på Korsmo er det en del prosesser hvor dette er tilfellet. Mange av disse prosessene er under hovedprosess 4: Grøfter, kummer og rør. I denne oppgaven skal det ikke gjennomføres prosjektering av VA- eller drensledninger, og derfor blir kostnadene av å bygge ut VA-nettet og drensledninger kun vurdert med en høyst usikker prosent, 8 %, av sum 1.

Eksisterende VA-ledninger kan komme i konflikt med utbyggingen av vegen. Jeg har ikke oversikt over hvor VA-ledningene er plassert i området. Det er mulig at VA-hovedledningene til Skarnes og Korsmo ligger i her, ettersom slike ledninger ofte plasseres langs veger, som her Fv24. Hvis hovedledningen ligger langs fylkesvegen, må det etableres en provisorisk vannforsyning og avløpshåndtering. Dette vil sannsynligvis være kostbart. I dette kostnadsestimatet vurderes ikke kostnadene av omlegging av VA-nett på grunn av utilstrekkelig med tilgjengelig informasjon, og begrensning av oppgavens omfang, men det er viktig å ha med dette til videre vurderinger av kostnader.

Det er heller ikke gjort noen vurdering av hvordan EL-nettet påvirkes av utbyggingen, dvs. om det er nødvendig å fjerne og flytte høyspent- og lavspentledninger. Når prosjektet er ved et høyere detaljeringsnivå vil det være en fordel å inkludere disse postene.

Krysset på Korsmo bygges hovedsakelig på dyrka mark og skog. Jeg antar derfor at det er lite eller ingen riving av eksisterende skilt og kantstein.

6.3. Kostnadsvurdering etter prosesskoden

Bakgrunnen for prisene på de ulike prosessene er hentet fra et av COWI's tidligere prosjekter, Nordliveien. Det er en vanlig metode å benytte verdier fra tidligere prosjekter for å finne kostnader på nye prosjekter. Verdiene fra dette prosjektet brukes som et utgangspunkt, men det er blitt gjort en del justeringer da Nordliveien og kløverbladkrysset på Korsmo er relativt ulike prosjekter. Nordliveien-prosjektet er fra 2012 og vi anser det ikke nødvendig med noen justering av prisene.

Videre i denne delen av oppgaven blir bakgrunnen for de forskjellige kostnadsvurderingene presentert.

6.3.1. Hovedprosess 1: Forberedende tiltak og generelle kostnader

Under bygging av ny veg i områder hvor det allerede er et vegnett må man ha en provisorisk omlegging av eksisterende veger. Både Fv24 og den nærliggende Skolevegen må flyttes under bygging av E16 og kløverbladkrysset. Omleggingen er satt til å ha en samlet kostnad på 1 million kr for de to vegene. I tillegg må det bygges anleggsveger til blant annet transport av masser. Kostnaden av anleggsveger settes til å være 300 000 kr.

Det vil være aktuelt å rive/fjerne asfaltert kjøreveg. Hvor det er tenkt å plassere krysset vil det være deler av asfalten på fylkesvegen som må fjernes. Jeg har antatt at 400 m med en bredde på 6,5 m må fjernes. Enhetsprisen er satt til 100 kr/m².

Grunnerverv plasseres ofte under hovedprosess 1. I disse beregningene er de plassert etter de åtte hovedprosessene, men vurderingene i forhold til grunnerverv blir beskrevet her.

Grunnerverv kan deles inn i tre hovedgrupper: grunnerverv av dyrka mark, grunnerverv av skog og riving/fjerning av hus. I tillegg er det ønskelig å vurdere såkalt ulempeserstatning, som innebærer en erstatning for den eventuelle ulempen det medfører for berørte ved utbygging av veger. Et eksempel på såkalt ulempeserstatning er hvis en bonde må ha en ny og lengre tilfartsveg til dyrka mark som følge av utbyggingen. Da vil han/hun kunne få en kompensasjon for de ulempene den nye vegen har medført.

I den siste tiden har det vært en trend fra Vegvesenets side å redusere utbyggingen av veger på dyrka mark til et minimum. Dette fordi disse områdene anses å spille en viktig rolle i samfunnet og fordi man ønsker å opprettholde primærnæringen som den er i dag. Det er derfor også på Korsmo prioritert å beslaglegge minst mulig dyrka mark.

Det er imidlertid vanskelig å unngå at krysset på Korsmo beslaglegger noe dyrka mark. I området hvor krysset skal bygges dyrkes det blant annet potet og denne typen dyrka mark vurderes som svært verdifull. Dyrka mark settes i dette tilfellet til å ha en verdi på 30 kr/m². Skog settes til å ha en verdi på 8 kr/m².

Det er vanskelig å gi en nøyaktig verdi på hvor stor andel av beslaglagt areal som er dyrka mark og skog. Derfor er det kun gjort et grovt estimat med å se på kart. Under avsnittet med *sammenligning av de forskjellige alternativene* ble arealet for det prosjekterte alternativets vegoverflate oppgitt til å være 6900 m². I grovestimatet som ble gjennomført for denne delen av oppgaven ble innstengt areal, grøfter og lignende inkludert. Med innstengt areal menes arealet mellom rampene, og mellom rampene og Fv24. Areal som beslaglegges som en konsekvens av utbyggingen er omtrent 73 000 m². Beslaglagt dyrka mark antas å være 45000 m² og beslaglagt skog antas å være 25000 m².

Verdien av bolighus vil variere etter blant annet størrelse, standard og beliggenhet. De 4 husene som må rives ved sørliggende ramper er satt til ha en verdi på 2 millioner kroner hver.

6.3.2. Hovedprosess 2: Sprenging og masseflytting

Hvis man skal bygge hvor det er skog må vegetasjonen fjernes og vegetasjonsdekket ryddes. Tykkelsen på vegetasjonsdekket antas å være 200 mm og enhetsprisen er satt til 40 kr/m³.

Ved utbygging av krysset på Korsmo må store mengder jordmasser fjernes, da stort sett hele krysset og E16 ligger i jordskjæring. For å finne jordmengdene som må fjernes ble mengdeberegningen i Novapoint benyttet. For kun krysset, dvs. ramper og ret./aks.felt må 76596 m³ jord fjernes. Ved å anta at E16 i gjennomsnitt ligger omtrent 3,0 m nede i terrenget, har en bredde på 16,5 m og en lengde på 1 km er innenfor kryssavgrensningen, må 49500 m³ med jord fjernes pga. E16-linjen. Totalt må 126096 m³ jord fjernes ved utbygging av krysset. Enhetsprisen på fjerning av jordmasser er satt til 100 kr/m³.

Hovedprosess 24, grunnforsterkning (geotekniske tiltak) er en viktig del av kostnadsberegningene. På nåværende tidspunkt er det kun gjennomført grunnundersøkelser og resultatene av disse undersøkelsene har ikke kommet enda. Man har midlertidig fått en indikasjon på forholdene, men man vet foreløpig ikke konkret hvordan geologien er i området.

Uansett, så har man kunnet konkludere med at grunnforholdene i dette området er relativt dårlige, det er kvikkleire og det må gjennomføres geotekniske tiltak for å sikre stabilitet under bygging og i ettertid. Med dårlige grunnforhold vil det bli dyrere å fjerne masser, blant annet fordi det kreves sikring under fjerning. Kostnadene for å sikre geoteknisk stabilitet i planlagt utbyggingsområde settes til en rund sum på 3 millioner kroner.

6.3.3. Hovedprosess 5: Vegfundament

For å finne mengdene av de ulike delene i vegfundamentet ble det gjort grovberegninger på arealet veg som skal bygges. Arealet som er benyttet i beregningene er 28800 m². Her er arealet på E16 innenfor avgrensingsområdet, ramper, aks./ret.felt. og rundkjøringer inkludert. Tykkelsen på de forskjellige lagene er oppgitt i regnearket og i tidligere avsnitt om *overbygningen*.

Det første som må gjøres ved bygging av selve vegen er avretting, justering og komprimering av planum på jord. Her ble det satt en enhetspris på 25 kr/m³.

Neste laget i overbygningen er frostsikringslaget. Som nevnt under tidligere avsnitt om *overbygningen* er det kommet nye krav fra Statens vegvesen for å sikre tilstrekkelig dimensjonering mot telehiv. I stedet for å øke dybden på forsterkningslaget anbefales det å benytte andre materialer som frostsikring. Her er skumglassgranulat med en tykkelse på 500 mm valgt. Med dette materialet og denne tykkelsen antas vegen å bygges med tilstrekkelig frostsikring. Enhetsprisen på skumglassgranulat er satt til 650 kr/ m³.

Som forsterkningslag er det valgt kult med en lagtykkelse på 800 mm. Enhetsprisen er satt til 250 kr/ m³. Som bærelag er det valgt Ag16. Samlet tykkelse på de to planlagte bærelagene er 170 mm. Videre antas Ag16 å ha en tetthet på 2,5 tonn/m³. Enhetsprisen på Ag16 er satt til 700 kr/tonn.

6.3.4. Hovedprosess 6: Vegdekke

Bindelag og slitelag av Ab11 med tykkelse på henholdsvis 35 mm og 45 mm, antas å ha en enhetspris på 90 kr/m² og 110 kr/ m².

Ved utbyggingsprosjekter som skal knyttes til eksisterende veg ved flere punkter kan det være aktuelt å ta med en prosess som inkluderer buttskjøter. Buttskjøting er for å sikre at ny og gammel asfalt holdes sammen. I dette kostnadsoverslaget er dette utelatt.

Tidligere var det vanlig at vegskuldrene var dekket av subbus. Statens vegvesen har innført nye retningslinjer og det skal nå legges asfalt helt ut til ytterkant av vegskulderen. Med dette grunnlaget utelates subbus i kostnadsestimatet.

Den siste prosessen som er tatt med i hovedprosess 6 er belegning i overkjørbart areal rundkjøring og tilfartsøyer. I den prosjekterte kryssløsningen er det to rundkjøringer med en ytre diameter på 40 m, samt seks tilfartsøyer tilknyttet disse. Samlet areal med belegning er satt til å være 500 m² (overkjørbart areal rundkjøring og tilfartsøyene) med en enhetspris på 1000 kr/m².

6.3.5. Hovedprosess 7: Vegutstyr og miljøtiltak

I denne fasen av prosjekteringen av krysset på Korsmo er det ikke gjennomført noen støyberegninger. Det er bebyggelse i området og det er sannsynlig at det vil være nødvendig med tiltak for å begrense støyen for beboere. Hvor mange meter med støyskjerm som trengs er usikkert, så det er bare antatt en mengde for å illustrere at det vil være aktuelt med støyskjermer. Det er satt en lengde på 200 m, hvor høyden på skjermene er 2,5 m og enhetsprisen er 12000 kr/m.

Flytting av jord og justering av jordskråninger er de neste prosessene som er inkludert under hovedprosess 7. Flytting av jord under denne hovedprosessen innebærer flytting av jord internt på veganlegget. Flytting av jordmasser som ikke skal brukes på anlegget er vurdert under prosess 25.3.

Det er uvisst hvor store jordmasser som skal flyttes internt, så her er det antatt en mengde på 100 m³ og enhetspris på 150 kr/m³. Mengden på arealet av jordskråning som må justeres er også en antatt mengde, 1000 m² og enhetspris 10 kr/m².

I kryssområder er det som regel mer krav til og mer krevende å utforme grøntarealene enn for en rettstrekning. Kryssområdene er ofte godt synlige og derfor bør kryss ha gode arealplaner. Landskapsarkitekter tar seg vanligvis av dette arbeidet. Det er likevel gjort en forenklet vurdering av tiltak som vil være nødvendig her. Det vil etter all sannsynlighet være nødvendig med både manuell og maskinell såing av gress. Arealene som er brukt i dette estimatet er omtrentlige verdier. Enhetsprisen på maskinell såing er 4 kr/ m². Manuell såing er naturligvis mye dyrere og har enhetspris på 100 kr/ m².

Landskapsarkitekten ville også ha foreslått noe beplantning med trær. Her er antallet satt til 25 trær hvor prisen er 4000 kr/stk. Han ville sikkert også ha foreslått beplantning med busker og lignende, men her er det forenklet med å kun se på trær. Grøntarealene skal vedlikeholdes av entreprenøren i 3 år. Her er det satt en rund sum på 50000 kr.

Ved skjæringer vil det ofte være nødvendig med gjerder for å hindre fallulykker. Gjerder benyttes som oftest ved fjellskjæringer, disse er mye brattere, og konsekvensene av

fallulykker vil være langt mer alvorlige. Krysset på Korsmo prosjekteres derfor ikke med gjerder ettersom det her er kun jordskjæringer.

Kantstein til rundkjøringer og tilfartsøyer er en relativt kostbar post. For det prosjekterte kryssalternativet er det to rundkjøringer og 6 tilfartsøyer. Enhetsprisen på kantstein avhenger etter om det er langs trafikkøy, yttering eller innerring rundkjøring. Kantstein til innerring rundkjøring har den høyeste enhetsprisen, etter det følger yttering rundkjøring og lavest enhetspris har kantstein langs trafikkøyer.

Den nøyaktige mengden med trekkerør og kummer som trengs er usikkert. Det er derfor antatt at det vil være nødvendig med 3 kummer med pris 10000 kr/stk. Nødvendig lengde med trekkerør settes til 1000 m med pris på 250 kr/m.

Det er krav til belysning langs E16, ramper og rundkjøring. Det er ikke laget noen konkrete planer for belysningen, men det er forutsatt at det skal være en lysstolpe per 50 m. Det er omtrent 1 km fra E16 som er med i kostnadsestimatet, her antas det at det skal være lysstolper på begge sider av veggen. For E16 blir det totalt 40 lysstolper. I tillegg er det litt under 2 km med ramper, som skal ha lys på ene siden av veggen. Totalt for kløverbladkrysset er det med disse forutsetningene nødvendig med 80 lysstolper som har pris 35000 kr/stk. I denne prisen er alt med belysning inkludert. Det er derfor ikke tatt med egne prosesser på skilletrafo, veilysskap osv. i kostnadsoverslaget.

I et toplanskryss vil det være relativt mye vegoppmerking og mye skilting. Det er ikke laget noen skiltplan for det prosjekterte krysset, men en rund sum på skilting er satt til 300000 kr. Det samme gjelder for vegoppmerking, det er ikke laget noen plan for dette. En rund sum er også bestemt for oppmerkingen og den er satt til 100000 kr.

6.3.6. Hovedprosess 8: Bruer og kaier

I området hvor den nye E16-traseen er og hvor det nye krysset skal plasseres er det to veger som må føres i bruer over E16. For dette kostnadsoverslaget er antatt brolengde for begge bruene 60 m, noe som er en unøyaktig verdi. Når all utbygging er ferdig, er det planlagt at Skolevegen kun skal benyttes som gang- og sykkelveg. Videre antas det at bredden på gang- og sykkelbroen er 4 m og enhetsprisen er 17000 kr/m².

Bredden på kjørebrosen er usikker, men det er her antatt 7 m. Ettersom kjørebrosen må dimensjoneres for tyngre laster har den en høyere enhetspris. Enhetsprisen settes i dette tilfellet til 25000 kr/m².

6.3.7. Prosesser som er inkludert utenom hovedprosessene: sum

Rigg, stikning og oppmåling er en usikker post og den har derfor fått et kostnadsestimat på 15 % av sum 1. Hovedprosess 4, grøfter, kummer og rør finnes også av sum 1 (se vedlegg regneark).

Posten uforutsett skal ta med prosesser og kostnader som ikke er inkludert i kostnadsestimatet.

Grunner til at kostnader ikke har blitt med i kostnadsvurderinger kan være at det er for lite informasjon på tidspunktet kostnadsoverslaget utarbeides, at planene ikke er detaljerte nok eller man kan rett og slett glemme av noen poster. I dette tilfellet er sannsynligvis planene ikke detaljerte nok og man mangler en del informasjon. Dette er antydning tidligere i under avsnittet *kostnader*. Derfor settes posten uforutsette kostnader til en relativt høy prosent, 25 %. Merverdiavgiften legges til etter sum 3. MVA er på 25 %.

Prosjektering av kløverbladkrysset inkludert grunnundersøkelser settes til 10 % av sum 4. Byggeledelse og prosjekteringsledelse settes ofte opp som to separate poster. Her er det valgt å slå disse sammen og prosentsatsen er satt til 7 % av sum 4.

Siste post på kostnadsoverslaget (unntatt grunnerv, som er beskrevet under hovedprosess 1) er såkalt tilstandsvurderingsrapport av bebyggelsen. I en tilstandsvurderingsrapport dokumenteres tilstanden på bebyggelsen for å sikre seg mot søksmål i ettertid av prosjektet. Rund sum på tilstandsvurderingsrapport er satt til 150000 kr.

6.4. Konklusjon av kostnadsoverslaget

Hele regnearket er i vedlegg 3. I tabell 10 er de postene som er utenfor hovedprosessene samt summene for prosjektet vist. Sum 1 (tabell 10) er summen av alle vurderte prosessene (unntatt prosentsatsene og enkelte prosesser som er vurdert etter sum 1), vist i vedlegg 3.

Tabell 10 - Resultater kostnadsoverslag

Sum 1		78 462 600
Rigg, stikning, oppmåling	15 %	11 769 390
Hovedprosess 4, Grøfter, kummer og rør	8 %	6 277 008
Sum 2		96 508 998
Uforutsett	25 %	24 127 250
Sum 3: Entreprisekostnad ekskl. mva.		120 636 248
Mva.	25 %	30 159 062
Sum 4 Entreprisekostnad inkl. mva.		150 795 309
Prosjektering inkl. Grunnundersøkelser - 10 % av Sum 4	10 %	15 079 531
Tilstandsvurderingsrapport av bebyggelsen	RS	150 000
Bygge- og prosjekteringsledelse – 7 % av Sum 4	7 %	10 555 672
Grunnerverv dyrka mark	m ²	1 050 000
Grunnerverv skog	m ²	280 000
Sum 5: Prosjektkostnad inkl. mva.		177 910 512

Med de forutsetningene som er lagt til grunn ved kostnadsoverslaget blir projektkostnaden inklusive mva. i underkant av 178 millioner kroner.

Som tidligere nevnt er det knyttet relativt store usikkerheter til kostnadsestimatet. Dette henger sammen med grunner som tidligere har blitt presentert. Disse er:

- For lite informasjon om prosjektet på dette tidspunktet
- Planene er ikke detaljerte nok
- Det er antatt prosent på en del prosesser. Disse prosentene er relativt usikre.

Man kan likevel konkludere med at for kryssløsningen mellom E16 og Fv24 på Korsmo vil det være høyst aktuelt med Anslagsberegninger da den totale projektkostnaden er langt over 5 millioner.

7. Konsekvensanalyse

I plan- og bygningsloven angis følgende formål for en konsekvensanalyse:

”Formålet med bestemmelsene er at hensynet til miljø, naturressurser og samfunn blir tatt i betraktning under forberedelsen av planen eller tiltaket, og når det tas stilling til om, og eventuelt på hvilke vilkår, planen eller tiltaket kan gjennomføres.” (Statens vegvesen, 2006)

Konsekvensanalyser skal gjennomføres hvor det er fare for vesentlige konsekvenser for miljø, naturressurser og samfunn. Konsekvensene av utbyggingen av nytt kryss på Korsmo burde egentlig blitt satt i sammenheng med hele utbyggingen av E16 på strekningen Kløfta – Kongsvinger. I denne delen av oppgaven blir en forenklet konsekvensanalyse kun gjennomført for krysset og en del viktig informasjon uteblir dermed fra vurderingen.

Under *sammenligning av alternativene og valg av kryssløsning* ble det gjennomført en grov konsekvensanalyse av alle alternativene og da også for det prosjekterte alternativet ”halvkløverbladkryss med bladene ved siden av hverandre”. Inndelingen av konsekvensene vil være relativt like i denne delen og i den tidligere delen av oppgaven, og noe av det som blir vurdert under dette punktet vil være beskrevet i en tidligere del av besvarelsen.

For å gjennomføre en konsekvensanalyse av endelig alternativ er Håndbok 140 Konsekvensanalyser benyttet. Her inndeles konsekvensene av utbygging av vegprosjekt etter prissatte og ikke-prissatte konsekvenser.

Sammenligningen her er gjennomført med 0-alternativet, dvs. ingen utbygging av nytt kryss i området. Forskjellen mellom 0-alternativet og det prosjekterte alternativet er store, men hvis man ser hele utbyggingen av Kløfta-Kongsvinger samlet får man med en del flere positive aspekter. Eksempler på disse er økt kapasitet og sikkerhet langs E16.

7.1. Prissatte konsekvenser

En rekke prissatte konsekvenser er beskrevet i Håndbok 140. De konsekvensene som vil bli vurdert for kløverbladkrysset er:

- Redusert reisetid
- Utbyggingskostnader - investeringskostnader
- Ulykker – Ulykkestyper, ulykkesfrekvens, alvorlighetsgrad og samfunnskostnader
- Støy – i forhold til bebyggelse
- Luftforurensing – global og lokal

Budsjettvirkning fra det offentlige, operatørnytte, trafikanter- og transportbrukernytte er prissatte konsekvenser som ikke vil bli vurdert i dette tilfellet. Å gjennomføre en vurdering av dette på dette planleggingsnivået vil gi et usikkert resultat. Mange detaljer er uavklart og

det er da vanskelig å gjennomføre analyse av disse konsekvensene. Redusert reisetid hører til under gruppen konsekvenser trafikant- og transportbrukernytte, og det vil gjøres en kort vurdering av denne konsekvensen.

Et estimat av utbyggingskostnadene ble gjennomført under *kostnader*. Drifts- og vedlikeholdskostnader er ikke tatt med i dette estimatet.

Det er noe vanskelig å gi en vurdering av utbyggingens effekt på trafiksikkerheten ettersom det er en omlegging av E16-traseen i tillegg til ny krysslokalisering. Det kan gjøres en vurdering ut fra at håndbøkene fra Statens vegvesen er fulgt. Ved å følge håndbøkene er trafiksikkerheten økt ved utbygging. Den eventuelle effekten er viktig med tanke på reduksjon/økning i samfunnskostnadene ved trafikkulykker. I utgangspunktet ønsker man å øke trafiksikkerheten ved alle utbyggingsprosjekter i forhold til den gamle vegen. Om dette er tilfellet ved også dette vegprosjektet vil vurderes i konsekvensanalysen.

Ved å endre traseen til E16 er det nye grupper som vil bli berørt med tanke på støy og luftforurensing. Den støyen som beboere utsettes for skal alltid vurderes. I håndboken er det oppgitt grenseverdier og informasjon om hvordan man skal gjennomføre beregninger på støy. Dette vil ikke gjennomføres her, men det vil bli gjort en vurdering av hvilke grupper som vil bli berørt og omfanget disse blir berørt av utbyggingen. Ved store prosjekter er det ofte interessant å se på konsekvensene for luftforurensing globalt. Man ønsker å redusere utslippene av klimagasser og det er ofte debattert om utbygging av nye veger egentlig bidrar til en økning i luftforurensingen globalt. For denne oppgaven er det vanskelig å gjennomføre beregninger av mengder utslipp. Det vil i stedet vurderes hvordan situasjonen vil være for beboere i nærområdet.

7.2. Ikke-prissatte konsekvenser

Alle de ikke-prissatte konsekvensene som er beskrevet i Håndbok 140 vil vurderes i konsekvensanalysen. De ikke-prissatte konsekvensene vil hovedsakelig vurderes subjektivt da det er vanskelig å gi en objektiv vurdering av disse konsekvensene. De ikke-prissatte konsekvensene som vil bli vurdert er:

- Landskapsbildet
- Nærmiljø og friluftsliv
- Naturmiljøet
- Kulturmiljøet
- Naturressurser

Landskapsbildet omhandler de visuelle kvalitetene i området og hvordan disse endres som konsekvens av et vegtiltak. Landskapsbildet vurderes etter hvordan tiltaket er tilpasset landskapet sett fra omgivelsene og hvordan landskapet oppleves sett fra vegen. Det er et overordnet politisk mål at det skal tas estetiske hensyn til landskapet ved utbygging av

veger. Vurderingen av konsekvensene for landskapsbildet vurderes best ved befaring i området. Dette er ikke aktuelt på dette tidspunktet og vurderingen er derfor gjennomført ved å benytte kart, google streetview, 3D-modellen og tilsvarende programmer.

Nærmiljø og friluftsliv skal vurdere hvordan konsekvensene vil være for beboere og brukere i området. Det skal også vurderes hvordan tiltaket svekker eller bedrer de fysiske forholdene for trivsel, samvær og fysisk aktivitet i uteområdene. Dette innebærer at en vurdering av denne konsekvensen også tar for seg effekten på helse ved utbygging. Nærmiljø og friluftsliv kan i noen tilfeller stå i motsetning til hverandre. For eksempel ved at tiltak som er bra for beboerne, er en ulempe for brukere av friluftsområdene, og motsatt. Nærmiljø defineres som menneskers daglige miljø. Friluftsliv defineres som opphold og fysisk aktivitet i friluft i fritiden med sikte på miljøforandring og naturopplevelse.

Under konsekvensen naturmiljø vurderes naturtyper og artsforekomster som har betydning for dyrs og planters levestruktur, samt geologiske elementer. Ved å vurdere naturmiljøet skal man sikre at man har en bærekraftig utvikling hvor man tar vare på naturen til fremtidige generasjoner. Det er knyttet noe usikkerhet til registreringene av såkalte rødlistearter, og det er også vanskelig å kartlegge alle artsforekomster innen et område hvor det planlegges utbygging. Som en konsekvens av dette kan enkelte arter bli oversett. Vurderingen av naturmiljø som blir gjennomført her baseres på reguleringsplanen som ble presentert under 2.2.1. *Reguleringsplan*.

På samme måte som for ikke-fornybare ressurser ønsker man å ivareta kulturmiljøet eller kulturminnene til fremtidige generasjoner. Det er ikke mulig å ta vare på alt mennesker har skapt gjennom tidene, og man må derfor prioritere hvilke kulturminner som skal bevares. Under konsekvensen kulturmiljø vurderes den kulturhistoriske verdien av berørte områder og om tiltaket vil redusere eller øke verdien av disse. Noen kulturminner er såkalte automatisk fredete kulturminner. Automatisk fredete kulturminner omfatter arkeologiske og faste kulturminner fra før 1537 og alle erklærte stående byggverk med opprinnelse fra før 1650, samt samiske kulturminner eldre enn 100 år. Alt dette er fastsatt i lov om kulturminner. Usikkerheten til kulturminner er stort sett knyttet til fredede kulturminner under bakken eller under vann. Hvis man finner fredede kulturminner under byggefasen så kreves en tidkrevende prosess med søknad om dispensasjon fra kulturminneloven. I tillegg vil det være nødvendig med kostbare og tidkrevende arkeologiske utgravinger. Kulturmiljøet på Korsmo er kartlagt under avsnittet 2.2.1. *Reguleringsplan* og dette avsnittet er grunnlaget for vurderingen i konsekvensanalysen.

Konsekvensen naturressurser omhandler en rekke ressurser. Ressurser fra jord, skog og andre utmarksarealer, fiskebestander i sjø og ferskvann, vilt, vannforekomster, berggrunn og mineraler skal vurderes under naturressurser. Disse ressursene er grunnlaget for sysselsetting og verdiskaping innen primærproduksjon og foredlingsindustri. Ressursene må

vrderes og sees i sammenheng med den samfunnsøkonomiske nytten/verdien de utgjør. Naturressursene må også ivaretas slik at man sikrer en bærekraftig utvikling. Verdien av bl.a. skog og dyrka mark er forskjellig. Dyrka mark anses å ha en større samfunnsmessig verdi enn skog.

7.3. Konsekvensanalysen av prosjektert alternativ

I tabell 11 er vurderingen av konsekvensene ved utbygging av nytt kryss ved Korsmo presentert.

Tabell 11 - Konsekvensanalyse av foretrukket alternativ

Konsekvenser	Vurdering
Prissatte konsekvenser	
Redusert reisetid	Hele utbyggingen av E16 på strekningen Kløfta – Kongsvinger vil øke kapasiteten på vegstrekningen med at vegen bygges som en firefeltsmotorveg. I tillegg vil fartsgrensen være høyere på deler av strekningen og på denne måten vil reisetiden kunne reduseres. Hvor mye reisetiden vil kunne reduseres er usikkert med den informasjonen som er tilgjengelig mens arbeidet med oppgaven pågår.
Utbyggingskostnader	Et overslag på kostnadene ble presentert under <i>Kostnader</i> . Utbyggingskostnadene ble funnet til å være omtrent 178 millioner kroner. I dette estimatet er ikke drifts- og vedlikeholdskostnadene inkludert. Det er nok en gang viktig å presisere at det er knyttet store usikkerheter til dette overslaget, men kostnadene ved utbygging vil sannsynligvis ligge i det området.
Ulykker	Som nevnt, så er tilkoblingen mellom de to vegene i dag en rundkjøring med fire armer. Oppgitt ulykkesfrekvens for denne typen kryss er 0,05 (H115). Det nye krysset er et toplanskryss, kløverblad, med oppgitt ulykkesfrekvens 0,12. Dvs. med det nye krysset er det høyere sannsynlighet for ulykker. Hvis man vurderer hele utbyggingsprosjektet samlet så vil trafikksikkerheten øke, ettersom vegen bygges med midtdeler. Totalt sett vil det derfor ikke utgjøre mye at ulykkesfrekvensen for toplanskrysset er høyere.

Støy	Siden E16 får ny trase ved utbygging i området vil det bli andre beboere som blir berørt enn det det var tidligere. E16-traseen ligger nede i terrenget i området, og beboere vil bli noe skjermet pga. av dette. Det er i kryss det er mest støy fra trafikken. Dette er pga. av akselerasjon/retardasjon. Krysset skal tilkobles Fv24 og ved tilkoblingen vil vegen ligge i terreng høyde og det vil genereres noe støy i dette området. Det er fra før av en del trafikk på Fv24, men man regner med at beboere i nærheten av krysset og E16 vil merke en økning i støy. Det er planlagt støytiltak som støyskjermer ol. og med tilstrekkelig vurdering av hvem som blir plaget av støy regner man med at støyen vil være akseptabel.
Luftforurensing	Med utgangspunkt i at E16 i området er en ny vegutbygging, så vil konsekvensen av utbyggingen føre til økt luftforurensing i nærområdet. Det er gjennomført beregninger som viser at om 20 år så har trafikkmengdene økt, og globalt sett vil man sannsynligvis ha økt luftforurensing. Mange mener at man skal satse på kollektivtransport i stedet for å sette i gang store vegprosjekter nettopp av denne årsaken. Man kan konkludere med at utbyggingen av krysset vil føre til en økt luftforurensing, men på dette tidspunktet vet man ikke omfanget.
Ikke-prissatte konsekvenser	
Landskapsbildet	Utbyggingen fra tofeltsveg til firefelts motorveg innebærer at inngrepene i terrenget blir større. Som regel vil dette påvirke landskapsbildet negativt på den måten at landskapet oppfattes som oppstykket og ødelagt av vegutbyggingen. Selve traseen til E16 hvor krysset er plassert ligger nede i terrenget, nettopp fordi man har ønsket å skjerme nærmiljøet. Det er vanskelig å unngå at et toplanskryss blir en dominerende konstruksjon i terrenget. Denne krysstypen består av relativt store konstruksjoner og krav til utforming gjør at krysstypen ofte er arealkrevende. Kløverbladkrysset er den krysstypen som for dette tilfellet passer best med terrenget og omgivelsene på Korsmo. Det er vurdert at landskapsbildet blir best mulig ivaretatt med

	den prosjekterte løsningen.
Nærmiljø og friluftsliv	Som beskrevet tidligere ligger Skarnes vgs. i nærheten av planlagt utbyggingsområde samt friluftsområder. For denne konsekvensen gjelder mye av de samme vurderingene som for landskapsbildet. Kløverbladkrysset er det alternativet som ivaretar nærmiljøet på best mulig måte. Utbyggingen av krysset vil merkes for elever og ansatte ved Skarnes vgs., men konsekvensen er begrenset ved at det meste av krysset ligger nede i terrenget. Det er fortsatt mulig for brukere å ha tilgang til friluftsområdene, men det er mulig det vil være noe støy fra trafikken.
Naturmiljø	Det er ikke registrert spesielle artsforekomster eller spesielle naturtyper i reguleringsplanen over området hvor det prosjekterte krysset er plassert. Utbyggingen av krysset vil derfor verken ha positiv eller negativ effekt på naturmiljøet.
Kulturmiljø	Kulturminner er ofte registrert i reguleringsplaner. Under avsnittet <i>reguleringsplan</i> ble reguleringsplanen for området hvor krysset skal plasseres presentert. I denne planen er det ikke registrert noen kulturminner i området, og utbyggingen av krysset vil ikke påvirke verdien av kulturmiljøet i noen retning.
Naturressurser	Et toplanskryss er relativt arealkrevende, og mye areal vil beslaglegges pga. utbyggingen av krysset. Hvor krysset er planlagt plassert er det mye dyrka mark og noe skog. Utbyggingen er derfor negativ med tanke på naturressurser. Man ønsker å begrense utbyggingen på dyrka mark, men i dette tilfellet var det umulig å unngå at dyrka mark måtte benyttes. Man kan dermed konkludere med at for naturressursene i området er utbyggingen negativ.

Resultatet av konsekvensanalysen for det prosjekterte krysset viser at naturmiljø og kulturminner vil være uberørte av utbyggingen. Pga. ny trase vil det være nye mennesker som vil oppleve støy og forurensing som en følge av utbyggingen. Dette er midlertidig vanskelig å unngå ved utbygging av veger og det er noe som storsamfunnet må akseptere. Det nye krysset og E16 vil beslaglegge naturressurser siden det vil bygges på dyrka mark.

Landskapsbildet vil også bli endret ettersom toplanskryss er en krevende konstruksjon, men friluftsområdene er relativt godt bevarte. De negative konsekvensene i dette tilfellet blir overskygget av nytten utbyggingen har for hele samfunnet. Redusert reisetid og økt trafikksikkerhet er noen av fordelene ved utbygging.

8. Konklusjon

Det har blitt utarbeidet 8 alternativ for kryssløsning mellom E16 og Fv24 ved Korsmo. Alternativene ble vurdert ved bruk av en forenklet konsekvensanalyse, hvor konsekvensene fikk ulik vektning. Alternativet som ble vurdert som det foretrukne var ett halvt kløverbladkryss. Kløverbladkrysset ble prosjektert etter gjeldene krav i håndbøkene fra Statens vegvesen. Til slutt ble det gjennomført ett kostnadsoverslag og en konsekvensanalyse av alternativet.

Målsetningen og hensikten med denne masteroppgaven var å utarbeide ett gjennomførbart alternativ for nytt kryss mellom E16 og Fv24, som kan benyttes ved videre arbeider. Det anses at målet er oppnådd og tegninger på reguleringsplannivå er vedlagt i tegningsvedlegg.

Som en konsekvens av utbyggingen av ny E16 til firefelts motorveg må det bygges nytt kryss hvor fylkesveg 24 tilkobles E16. Dette er bakgrunnen for oppgaven. Kravet til den valgte dimensjoneringsklassen S5 gjør at krysset må være planskilt. Det finnes mange alternativer for dette krysset, og den valgte kryssløsningen etter en forenklet konsekvensanalyse ble kløverbladkryss med bladene ved siden av hverandre (alternativ G).

Det er relativt liten forskjell i konsekvensene mellom det valgte alternativet og et annet alternativ, ruterkryss med sekundærveg over primærveg (alternativ A). Begge løsningene er trafiksikre, har god kapasitet og relativt like kostnader. Etter vurderingen skilte det valgte alternativet seg fra ruterkrysset ved at kløverbladkrysset er noe bedre tilpasset terrenget og nærmiljøet bedre fra trafikken. På Korsmo hadde ruterkryss (alternativ A) også vært en god løsning, men i denne oppgaven skulle kun en løsning prosjekteres og da ble kløverbladkrysset valgt.

Det er ikke til å unngå at beboere og andre parter i planlagt utbyggingsområde blir berørt av ny E16 og krysset. Fire hus må rives, og både dyrka mark og skogsarealer må erverves. Ved valgt plassering endres ikke verdien av kulturminner og naturmiljøet, men naturressursene reduseres noe ved at dyrka mark må erverves. Landskapsbildet i området endres relativt mye da det av infrastruktur kun var Fv24 der, mens ved utbygging vil firefelts motorveg og et arealkrevende kryss plasseres ved Korsmo. Likevel anses valgt løsning å ivareta nærmiljøet på en god måte.

Kostnadene er ofte viktig ved valg av løsning. På dette tidspunktet og plannivået er det vanskelig å gi et sikkert estimat på kostnadene ved utbygging. Estimater gjennomført i denne oppgaven gir likevel en god indikasjon for hvilket nivå kostnadene vil ligge på. Det er fortsatt usikkert hvilke grunnforhold man har og det er mulig man må gjøre justeringer og tiltak for i det hele tatt å kunne bygge kløverbladkrysset.

Vurderingene av det valgte alternativet må settes i en større sammenheng. Samlet vil utbyggingen av E16 ha en positiv effekt på trafikkavviklingen og infrastrukturen i regionen. Nødvendigheten av vegutbyggingen overskygger de negative konsekvensene og som regel må man godta at noen blir påvirket negativt av ny veg.

Som nevnt, er prosjektet fortsatt i en tidlig planleggingsfase. Det er forventet vedtak av reguleringsplanene først våren 2015. Mange avklaringer og mye arbeid gjenstår før reguleringsplanene er klare og oppstart av utbygging ligger enda flere år fram i tid. Alle vegprosjekter er tverrfaglige prosjekt, og ved videre arbeid må de forskjellige fagfeltene involveres.

Referanser

Google. (2013). *Google maps*. Hentet 23.02.2013, fra <https://maps.google.no/>

Gule sider. (2013). *Gule sider kart*. Hentet 26.02.2013, fra <http://kart.gulesider.no>

Hultgren, J., & Berg Bentzrød, Sveinung., 2013, 29. januar). Bygger E16 som en motorveg "light". *Aftenposten*.

Samferdselsdepartementet. (2013). *Nasjonal transportplan 2014-2023*. Hentet 20.04.2013, fra http://www.regjeringen.no/nb/dep/sd/tema/nasjonal_transportplan.html?id=12198

Samtaler med Aunan, T.L., (Hele perioden for masteroppgaven)

Samtaler med Nordahl, H. (2013.05.06- 2013.05.07)

Statens vegvesen. (2006). *Håndbok 140 Konsekvensanalyser*. Vegdirektoratet

Statens vegvesen. (2007A). *Håndbok 115 Analyse av ulykkessteder*. Vegdirektoratet

Statens vegvesen. (2007B). *Håndbok 139 Tegningsgrunnlag*. Vegdirektoratet

Statens vegvesen. (2008A). *Håndbok 017 Veg- og gateutforming*. Vegdirektoratet

Statens vegvesen. (2008B). *Håndbok 263 Geometrisk utforming av veg- og gatekryss*. Vegdirektoratet

Statens vegvesen. (2011A). *Håndbok 018 Vegbygging*. Vegdirektoratet

Statens vegvesen. (2011B). *Håndbok 231 Rekkverk*. Vegdirektoratet

Statens vegvesen. (2011C). *Kan få Norges første turborundkjøring*. Hentet 20.02.2013, fra <http://www.vegvesen.no/Europaveg/e6ost/Nyhetsarkiv/Kan+få+Norges+første+turborundkjøring.197170.cms>

Statens vegvesen. (2011D). *Rutevise utredninger for riksvegnettet, Riksvegrute 2b*. Hentet 01.02.2013, fra http://www.vegvesen.no/_attachment/263383/binary/467299

Statens vegvesen. (2012A). *Håndbok 025 Prosesskode 1*. Vegdirektoratet

Statens vegvesen. (2012B). *Håndbok 026 Prosesskode 2*. Vegdirektoratet

Statens vegvesen. (2013A). *Forslag til planprogram for reguleringsplaner med konsekvensutredning E16 Nybakk-Slomarka i Ullensaker, Nes og Sør-Odal kommuner*. Region øst.

Statens vegvesen. (2013B). *Nasjonal vegdatabank*. Hentet 07.02.2013 fra <http://svvgw.vegvesen.no/http://svvnvdbapp.vegvesen.no:7778/webinnsyn/anon/index>

Vegdirektoratet. (2007). *Rv. 2 Kløfta-Kongsvinger, parsell Slomarka – Kongsvinger. Søknad om fravik fra gjeldende vegnormal*. (Notat). Statens vegvesen.

Vegdirektoratet. (2009). *Riksveg 2 Nybakk - Kongsvinger. Valg av vegstandard*. Statens vegvesen.

Vegdirektoratet. (2012). *Nye krav og bestemmelser knyttet til håndbok 018 Vegbygging*. (NA-rundskriv nr. 12/09). Statens vegvesen.

Våre veger (2013). *Våre veger*. Hentet 12.02.2013, fra <http://www.tu.no/vareveger/>

Vedlegg:

Vedlegg 1: Oppgavebeskrivelse

Vedlegg 2: Tegningshefte

Vedlegg 3: Kostnadsestimat

Vedlegg 1:**MASTEROPPGAVE
(TBA4940 Veg, masteroppgave)**

VÅREN 2013
for
Lene Anita Nordsve

Prosjektering av nytt kryss mellom E16 og Fv24 ved Korsmo

(Design considerations associated with the construction of a new interchange
between E16 and Fv24 in the vicinity of Korsmo)

BAKGRUNN

In response to increasing traffic demands, the realignment of the E16 on the north side of the Glomma river at Skarnes (local name Korsmo) will widen the road to 4 lanes and relocate it to the outer limits of the town. The proposed routing of the new E16 is confined by its proximity to buildings/schools, recreational areas, and areas of environmental concern, and will cross the river Storåa which flows into the Glomma just east of Korsmo. The new E16 will connect with Fv24 from Østerdalen.

OPPGAVE

The task is to design and prepare drawings for the connection Fv24 to the new E16 in the vicinity of Korsmo. The project will consider several locations and/or intersection designs in determining an alternative 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 E16 and Fv24 in the vicinity of Korsmo for further use by Sør-Odal Kommune and SVV.

Beskrivelse av oppgaven

The assignment shall include:

- A literature review of the Norwegian road standards and background information (including existing road and traffic conditions, and constraints/conflicts) on the project necessary to complete the design

- Assessment of several options for the connection between the new E16 through Korsmo to Fv24 using a simplified cost/benefit and impact assessment
- Design of the connection between the new E16 through Korsmo to Fv24, presented in plan and profile drawings at a scale of 1:4000, or 1:2000 as needed to show various details of design
- Consequence analysis and cost analysis for the final design decision

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 rapportskrivning 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 godkjenning 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, befarings, 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: Tone Lise Aunan, COWI

Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU

Dato: 18.02.2013



Kelly Pitera
Faglærer

Vedlegg 2: Tegninger

Det er utarbeidet tegninger etter kravene i Håndbok 139 Tegningsgrunnlag. Følgende tegninger er produsert:

- A101 – Oversikt
- B101 – Plan og profil med ortofoto
- B102 – Plan og profil med kart
- C101 – Plan og profil for E16
- C102 – Plan og profil for E16
- D101 – Plan og profil rampe 1 linje 50000
- D102 – Plan og profil rampe 2 linje 51000
- D103 – Plan og profil rampe 3 linje 52000
- D104 – Plan og profil rampe 4 linje 53000
- E101 – Vegkryss og avkjørsler, her rundkjøring (prinsipp)
- F101 - Overbygning
- F102 - Normalprofiler
- F103 - Normalprofiler

Se tegningsvedlegg for tegninger samt en kort forklaring av disse.

Vedlegg 3: Kostnadsestimat

Kløverbladkryss Korsmo

08. mai 2013
Lene Anita Nordsvæ

		Enhet	Mengde	Enh.pris	Sum	Merknader
13.1	Provisoriske anleggsveger	RS			300 000	
14.5	Provisorisk omlegging eksisterende veg	RS			1 000 000	
15.1	Riving fjerning av hus, 4 stk	stk	4		8 000 000	Fire hus ca.
15.44	Riving og fjerning av asfalt kjøreveg	m ²	2 600	100	260 000	Endringer på FV24
21.2-3	Vegetasjonsrydding og avtaking vegetasjonsdekke, t= 200 med mer	m ³	14 600	40	584 000	Trekker fra asfaltflater
24	Grunnforsterkning (geotekniske tiltak)	RS			3 000 000	
25.3	Jordmasser til lager	m ³	126 096	100	12 609 600	
51.3	Avretting, justering og komprimering av planum på jord	m ³	35000	25	875000	
52.33	Frostsikingslag av skumglassgranulat, t = 500 med mer	m ³	14 400	650	9 360 000	
53.2	Forsterkningslag kjørevei, kult 22-120, t=800 mm	m ³	26 040	250	6 510 000	
55.1	Bærelag av Ag16 til kjøreveg	tonn	12 240	700	8 568 000	
65.12	Bindlag av Ab11 Pmb, t=35 mm, kjøreveg	m ²	28 800	90	2 592 000	
65.22	Siltlag av Ab 11 Pmb, t=45 mm, kjøreveg	m ²	28 800	110	3 168 000	
67.2	Belegning i overkjørbar areal rundkjøring og tilfartseyer	m ²	500	1 000	500 000	
72.1	Støytillak	m	200	12 000	2 400 000	Svært usikker post
74.1	Justering av jordskrånninger	m ²	1 000	10	10 000	
74.41	Flytting av jord	m ³	100	150	15 000	
74.511	Manuell såing av gress	m ²	250	100	25 000	
74.512	Maskinell såing av gress	m ²	15 000	4	60 000	
74.61	Beplanting av trær	stk	25	4 000	100 000	
74.7	Vedlikehold av grøntarealer (3 år)	RS			50 000	
75.1	Kantstein langs trafikkøy	m	192	600	115 200	
75.1	Kantstein ytterring rundkjøring	m	172	800	137 600	
75.1	Kantstein innering rundkjøring	m	136	1 200	163 200	
76.1	Trekkerer langs vegen	m	1 000	250	250 000	
76.1	Trekkekurver	stk	3	10 000	30 000	
76.3	Belysning, nye stolper	stk	80	35 000	2 800 000	
77.1	Skiltning	RS			300 000	
77.3-4	Oppmerking	RS			100 000	
80.	Gangbro (Skolevegen)	m ²	240	17 000	4 080 000	
80.	Kjørebro (Fv24)	m ²	420	25 000	10 500 000	

Sum 1				78 462 600	
Rigg stikning, oppmåling	15 %			11 769 390	
Hovedprosess 4, Grøfter, kummer og rør	8 %			6 277 008	
Sum 2				96 508 998	
Uforutsett	25 %			24 127 250	
Sum 3: Entreprisekostnad ekskl mva				120 636 248	
Mva	25 %			30 159 062	
Sum 4 Entreprisekostnad inkl mva				150 795 309	
Prosjektering inkl grunnundersøkelser - 10 % av Sum 4	10 %			15 079 531	
Tilstandsvurderingsrapport av bebyggelsen				150 000	
Byggleielse og prosjekteringsledelse - 7 % av Sum 4	7 %			10 555 672	
Grunnerverv dyrka mark	m²	35000	30	1 050 000	
Grunnerverv skog	m²	35000	8	280 000	
Grunnerverv: Ulemperstatning					
Sum 5. Prosjektkostnad inkl mva				177 910 512	

Siden det er så tidlig og mye usikkerheter

Antar at SVV og kommunen allerede eier noe i området

UKJENT