

TITTEL :

Toplanskryss på Solavågseidet

KANDIDATNUMMER(E):

120, 113

DATO:	FAGKODE:	FAGNAVN:	DOKUMENT TILGANG:
16.5.2014	IB302811	Bacheloroppgave Bygg	
STUDIUM:	ANT SIDER/VEDLEGG:	BIBL. NR:	
Bygg-planlegging, vei og VA	45/		

VEILEDER(E) :

Terje Tvedt og Robin Sætre

SAMMENDRAG:

Hensikten med oppgaven er å prosjektere og visualisere et toplanskryss på Solavågseidet i Sula kommune. Kapasiteten på eksisterende veger i området er sprengt og trafikkavviklingen er uheldig og har ført til en rekke ulykker. Et nytt kryss over to plan, med veger dimensjonert etter et fremtidig skue vil føre til en mer komfortabel og trygg avvikling, samt syte for en jevnere flyt i trafikken enn det er i dag.

Oppgaven har resultert i nytt kryss av typen ruterkryss som omfatter to rundkjøringer, bro og fire ramper. Hovedvegen har oppgradert vegstandard både fra vest mot Mauseidvåg til krysset og firefeltsmotorveg fra krysset videre mot Vegsund. I tillegg har en ny samleveg ført til stenging av to T-kryss inn hovedvegen. Underveis i arbeidet har vi benyttet drone til å ta nytt ortofoto av området, det som et bidrag i modelleringen av 3D-modellen. Den illustrerer det prosjekterte krysset på en virkelighetsoppfattende måte.

Rapporten inneholder dimensjoneringen av veger og ramper etter Statens vegvesen sine håndbøker. Et fullstendig tegningshefte av vegmodellene med profiler og snitt ligger ved som eget vedlegg, samt en presentasjon av 3D-visualiseringen på egen CD.

Denne oppgaven er en eksamensbesvarelse utført av studenter ved Høgskolen i Ålesund.

FORORD

Tidlig høst 2013 bestemte vi, Håvard og Eldar, for å skrive hovedoppgave sammen. Etter å ha gjennomgått flere av de innsendte forslagene til hovedoppgave, tok vi kontakt med Statens Vegvesen for et møte og vurdering av deres oppgaver.

Det ble til at vi valgte hovedprosjekt innen infrastruktur og bruk av digital tegning fordi det er innenfor vårt interessefelt, og med tanke på en fremtidig karriere. Vi ønsker gjennom dette prosjektet å skaffe oss erfaring og innsikt innenfor prosjektering og bruk av digitale verktøy, og kunne levere og fremstille en rapport med løsninger som tilfredsstiller dagens standarder til Statens vegvesen.

Utfordringene er å blant annet finne en passende planskilt kryssløsning for det aktuelle området samt å prosjektere det etter en fornuftig trafikkdimensjon med tanke på fremtidens trafikkutvikling og krav. Å bruke digitale verktøy i et så stort og omfattende omfang som prosjektet er blir også en utfordring ut ifra nåværende kunnskap, men vi tror at oppgaven skal la seg realisere innen for de rammene som vi har satt.

Vi vil takke alle som har vært med på å gjort dette prosjektet mulig.



Figure 1: Eksisterende kryss på Solavågseidet.

INNHOOLD

SAMMENDRAG	4
TERMINOLOGI	4
FORKORTELSER	4
1 INNLEDNING	5
2 TEORETISK GRUNNLAG	6
2.1 VEG	6
2.1.1 Valg av kryssløsning	6
2.1.2 Valg av dimensjoneringsklasser	8
2.1.3 Grøft	19
2.1.4 Skjæring og fyllinger	20
2.1.5 Rekkverk	22
3 MATERIALER OG METODE	23
3.1 DATA	23
3.2 METODE	23
3.2.1 Kvalitetssikring	23
3.2.2 Programvare	23
3.2.3 Vegmodeller	24
3.2.4 3D-Visualisering	24
3.2.5 Synfaring	25
3.3 MATERIALER	26
4 RESULTATER	27
4.1 VALG AV KRYSSLØSNING	27
4.2 KRYSSLØSNING	32
4.2.1 Valg av dimensjoneringsklasse	34
4.2.2 Grøft	39
4.2.3 Skjæring og fylling	39
4.2.4 Rekkverk	39
4.2.5 Prosjektering	40
5 MODELLERING	40
5.1 3D-VISUALISERING	40
6 DRØFTING	42
6.1 PROSJEKTERINGEN AV TOPLANSKRYSSET OG 3D-MODELLERING	42
6.2 EVALUERING AV OPPGAVEN	43
7 KONKLUSJON	44
8 REFERANSER	45
9 VEDLEGG	46

SAMMENDRAG

Hensikten med oppgaven er å prosjektere og visualisere et toplanskryss på Solavågseidet i Sula kommune. Kapasiteten på eksisterende veger i området er sprengt og trafikkavviklingen er uheldig og har ført til en rekke ulykker. Et nytt kryss over to plan, med veger dimensjonert etter et fremtidig skue vil føre til en mer komfortabel og trygg avvikling, samt syte for en jevnere flyt i trafikken enn det er i dag.

Oppgaven har resultert i nytt kryss av typen ruterkryss som omfatter to rundkjøringer, bro og fire ramper. Hovedvegen har oppgradert vegstandard både fra vest mot Mauseidvåg til krysset og firefeltsmotorveg fra krysset videre mot Vegsund. I tillegg har en ny samleveg ført til stenging av to T-kryss inn hovedvegen. Underveis i arbeidet har vi benyttet drone til å ta nytt ortofoto av området, det som et bidrag i modelleringen av 3D-modellen. Den illustrerer det prosjekterte krysset på en virkelighetsoppfattende måte.

Rapporten inneholder dimensjoneringen av veger og ramper etter Statens vegvesen sine håndbøker. Et fullstendig tegningshefte av vegmodellene med profiler og snitt ligger ved som eget vedlegg, samt en presentasjon av 3D-visualiseringen på egen CD.

TERMINOLOGI

Retardasjon	Fartsreduksjon for trafikk som foretar avkjøring i eget felt fra primærveg.
Subtraksjonsfelt	Der ene kjørefeltet tar av fra hovedvei og går ut i rampe
Hafast	Fergefri E39 mellom Hareid og Sula
Fefast	Fergefri E39 mellom Festøya og Solavågen

Forkortelser

PBL	Plan- og bygningsloven
ÅDT	Årsdøgntrafikk
NJKF	Norges Jordskifte kandidatforening

1 INNLEDNING

Hovedoppgaven tar utgangspunkt i Solavågseidet som ligger i Sula kommune, rett sør for Ålesund. Stedet er et trafikknutepunkt der E39 forbinder Sula med fastlandet og Ålesund ved bro over Vegsundet, med Ørsta/Volda ved fergeforbindelse over Storfjorden (Solavågen–Festøya). Videre har Sula fergeforbindelse over Sulafjorden på Fv. 61 (Sulasundet–Hareid). Det er også båtforbindelse fra Langevåg til Ålesund sentrum.

Hensikten med oppgaven er å **prosjekttere et toplanskryss** som skal løse trafikksituasjonen for området på en mer komfortabel og trafikksikker måte enn den er i dag, og i tillegg kunne ta unna for en fremtidig trafikkutvikling. Det har vært flere ulykker på strekningen i og rundt krysset, og i tillegg ofte kødannelser ved trafikknutepunktet hvor Fv.61 kommer inn på E39 på grunn av sprengt kapasitet på veien. Det andre av de to hovedmålene er å **3D-visualisere den aktuelle kryssløsningen gjennom dataverktøy**.

Prosjektet er i samarbeid med Statens Vegvesen, og de ønsker å få kartlagt hvorvidt det lar seg gjøre å bygge et toplanskryss på området, og hvordan det vil ta seg ut etter at det er ferdigstilt. Så blir det opp til dem om de ønsker å gå videre med en slik løsning i ettertid. Rapporten er bygd opp slik at en enkelt kan se hva som er lagt til grunn inn mot de retningslinjene håndbøkene til Statens vegvesen inneholder. Teoridelen blir dermed detaljert og omfattende slik at det skal være enkelt å kunne se hvilke krav som gjelder og hvilke dimensjonerings som er aktuelle.

Vi tror denne oppgaven vil gi oss mange utfordrende og spennende problemstillinger, men at vi ikke vil ha mulighet til å kunne besvare alt som ikke inngår i våre hovedmål. Vi vil derfor forutsette en del punkt som vi ikke ønsker å gå nærmere på i denne oppgaven, men som blir nevnt av den grunn at det kan være relevante problemstillinger dersom kryssløsningen skulle realiseres.

2 TEORETISK GRUNNLAG

Beregningsgrunnlaget for veg blir hentet fra Statens vegvesen sine håndbøker; 017 Veg og gateutforming, 263 Geometrisk utforming av veg-og gatekryss, 018 Vegbygging, 231 Rekkverk og 050 Trafikkskilt. I prosjekteringen av kryssløsningen er det fire aktuelle dimensjoneringsklasser som vi bli brukt på de ulike vegstykkene ut fra krysset(se begrunnelse under resultater); H7, H5, H1 og Sa1. Beregningsgrunnlaget for ramper, bru og rundkjøringer er også hentet fra de respektive håndbøkene.

Selve prosjekteringen og det teoretiske grunnlaget tar for seg det som er aktuelt for selve krysset og utfallet det omfatter. Vi kommer ikke til å ta for oss kollektivanlegg, løsning for gående og syklende, sideanlegg og andre avkjørsler. Dette går vi ut fra som gitt at det ville la seg ordne, dels fordi det ikke er gang eller sykkelvei langs våre veier, ei heller kollektivanlegg i kryssområdet. Vi tar her bare med det teoretiske grunnlaget som vi mener trengs for å kunne svare på de utfordringene prosjekteringen av selve kryssløsningen krever.

2.1 Veg

2.1.1 Valg av kryssløsning

Over større områder velges kryssløsninger etter en samlet plan. Før man velger krysstype, vurderes flere momenter. Det kan blant annet være:

- kryssets funksjon
- nåværende og framtidig trafikkmengde (20 års perspektiv for planskilte kryss)
- ulykkessituasjonen (de siste 8 år)
- trafikkavviklingen
- fartsgrense for kryssende trafikk
- terrengmessige forhold
- vegplaner som finnes i området
- trafikksituasjonen for gående og syklende

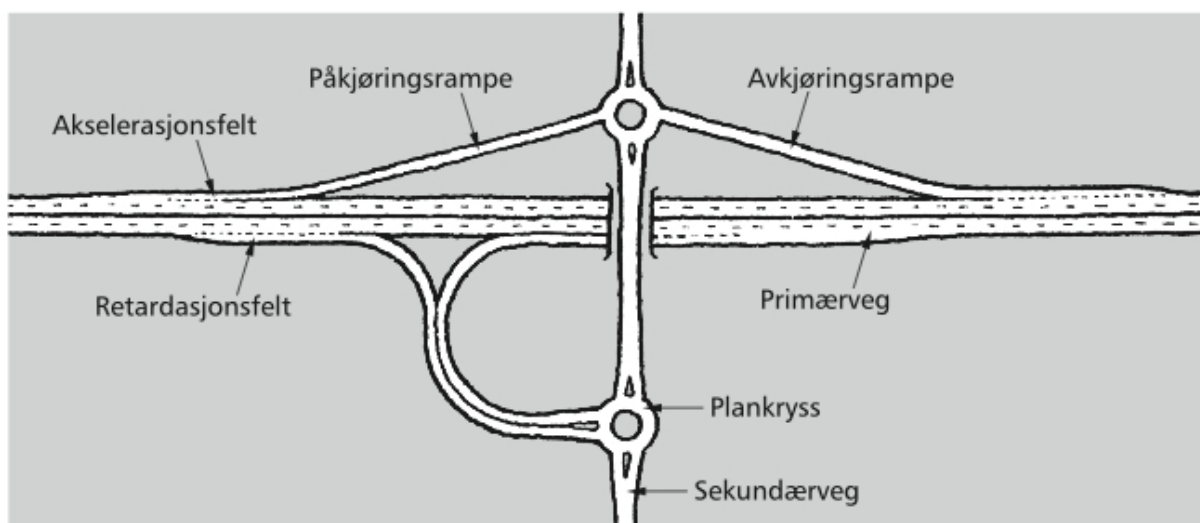


Figure 2: Figur 5.1 (s.69 HB263), kryselementene i planskilte kryss.

5.1.1 Ruterkryss

I firearmete kryss hvor sekundærvegen er gjennomgående, anbefales ruterkryss (også kalt diamantkryss) med rundkjøringer i tilslutningene mellom rampene og sekundærvegen.

69

GEOMETRISK UTFORMING AV VEG- OG GATEKRYSS :: UTFORMING AV PLANSKILTE KRYSS

Ruterkryss kan også benyttes der sekundærvegen ikke er gjennomgående (trearmet kryss).

Ruterkrysset krever minst areal av de planskilte krysstypene. Det gir god oversikt, logiske retningsvalg og korte tilslutningsrampene.

Et ruterkryss kan også bygges med en stor overliggende rundkjøring. Brurekkverket kan gi dårlig sikt for trafikk fra avkjøringsrampen inn mot den overliggende rundkjøringen, og sikt kontroll er derfor meget viktig.

Ved dårlig kapasitet på sekundærvegen kan avvikling av trafikken fra avkjøringsrampene bli dårlig. Dette kan føre til tilbakeblokkering på primærvegen. Da kan løsningen være å forlenge det parallelførte retardasjonsfeltet.

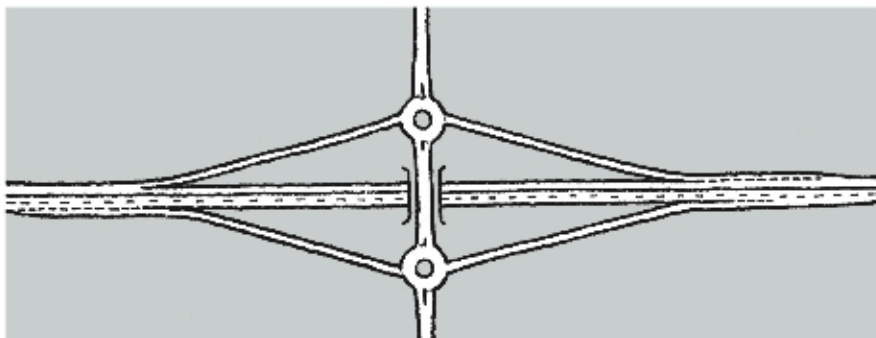


Figure 3: Om ruterkryss og figur 5.2 (s.69 og 70 HB263)

2.1.2 Valg av dimensjoneringsklasser

Tabell C.1: Dimensjoneringsklasser for veg – standardkrav (s36 HB017).

	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H _{1,1}	H _{1,2}	Sa1	Sa2	Sa3	A1	A2	A3
Vegtype	H/H ₀	H	H	H/H ₀	H/H ₀	H/H ₀	H/H ₀	H/H ₀	H/H ₀	H ₀	H ₀	Sa	Sa	Sa	A	A	A
AOT	<12°	<4°	<4°	4-6°	6-12°	>12°	>12°	12-20°	>20°	<1,5°	1,5-4°	<1,5°	>1,5°	<1,5°	A	A	A
Fartsgrense [km/h]	60	80	90	80	90	60	60	100	100	80	80	60	60	80	30	50	50
Tverrsnitt [m]	8,5	8,5	8,5	10	12,5	16	20	20	20	2,3	6,5	6	6,25*	6,5	5	7	4
Skulder [m]	1	1	1	1	1,5	0,75	1,5	1,5	3	0,5	0,75	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Kjørefelt 1 [m]	3,25	3,25	3,25	3,5	3,5	3,25/3,25	3,5/3,5	3,5/3,5	3,5/3,5	2,75	3	2,75	2,75	2,75	4	3	4
Innre skulder [m]				1FM	1MR	1MK	2MR	2MR	2MR								
Slette kjørefelt [m]																	
Innre skulder [m]																	
Kjørefelt 2 [m]	3,25	3,25	3,25	3,5	3,5	3,25/3,25	3,5/3,5	3,5/3,5	3,5/3,5	2,75	3	2,75	2,75	2,75	3	3	3
Skulder [m]	1	1	1	1	1,5	0,75	1,5	1,5	3	0,5	0,75	0,25	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Algoritmisk utforming [m]	3,5/16,5																
Min. horisontalkurve radius [m]	125	250	450	300	450	175	300	700	700	200	200	65	55	200	30	60	60
Min. skulder [m]	75	125	180	180	180	90	140	245	245	110	110	40	40	100			
Stoppestrekk [m]	70	115	175	145	175	75	145	255	255	100	100	45	45	100	20	45	45
Δset_{1,vegg}	-4	-9	-18	-14	-18	-4	-14	-35	-30	-8	-8	-2	-2	-8			
Δset_{2,veg}	5	12	27	20	27	6	20	55	44	11	11	2	2	11	50	100	100
Målestikk [m]																	
Forbikjringsslett [m]	450	550								450	450						
Min. vertikalkurve radius, høy [m]	1100	2800	6400	4400	6400	1200	4400	13600	13600	2500	2100	400	400	2100	300	400	1100
Min. vertikalkurve radius, lav [m]	1100	1900	2600	2600	2600	1100	2100	3400	3400	1600	1600	400	400	1000	150	400	400
Maks. overhøyde [%]	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	5	8	8
Maks. stigning [%]	6	6	6	6	6	6	6	6	5	8	8	6	6	8	8	6	8
Maks. resulterende fall [%]	10	10	10	10	10	10	10	10	9,5	11,3	11,3	10	10	11,3	9,5	10	11,3
Min. resulterende fall [%]	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Kryssløsning	T,X,R	T,R	T,R	T,R,P	P,e,T,R	T,X,R,P	P	P	P	T,R	T,R	T,X	T,X	T,X	T	T	T
Avstand mellom kjøys	250	500	1000	1000	1000	300	1000	3000	3000	250	250						
Min. horisontalkurve radius [m]	2250/3300	400 (T)	700 (T)	500 (T)	700 (T)	2750/3300	2750/3300			350 (T)	500 (T)	100 (T)	100 (T)	350 (T)			
Min. vertikalkurve radius, høy [m]	2900	7000	16400	10900	16400	2600				5600	5600	1000	1000	5600			
Avkjørster	B/MF	B	B	AF	AF	AF	AF	AF	AF	B	B	B	B	B	T	T	T
Min. vertikalkurve radius, høy [m]	1300	3500	8200							2700	2700						
Avstand mellom stopplommer		5	5	3	2		3	3		5	5						
Forbikjring																	
Egget- eller mestg. felt		M	M	E/M	E	E	E	E	E	M	M						
Belysning		I	I	I	I	B	B	B	B	I	I	B	B	B	I	B	I
Dimensjonerende kjørefelt	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	VT	L	L	L	L	VT	L
Dimensjonerende kjørefelt	A,B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C	C	B	B	C

Legende:

Vegtype:
 H1, H2, H3 - Nasjonale hovedveger og andre hovedveger
 H2, H3 - Regionale hovedveger
 H1, H2 - Bygget hovedveger
 S3 - Spørveger

Avvikler:
 B - Bognett
 AF - Avviklerstilt
 T - Tiltaks

Forbikjring:
 M - Akkompasert
 E - Egget felt
 I - Inntak

Dimensjonerende kjørefelt:
 VT - Forbikjring
 L - Løst kjørefelt
 A, B, C - Kjørefelt

Figure 4: Tabell C.2 Dimensjoneringsgrunnlag (s.36 HB017)

H7 – Nasjonale hovedveger og øvrige hovedveger, ÅDT > 12 000 og fartsgrense 80 km/t

Vegen har standard som motorveg. Det kan være innfartsveg til en by, lenke i et ringvegssystem eller forbindelsesveg mellom byer.

Tverrprofil for aktuell vegklasse:

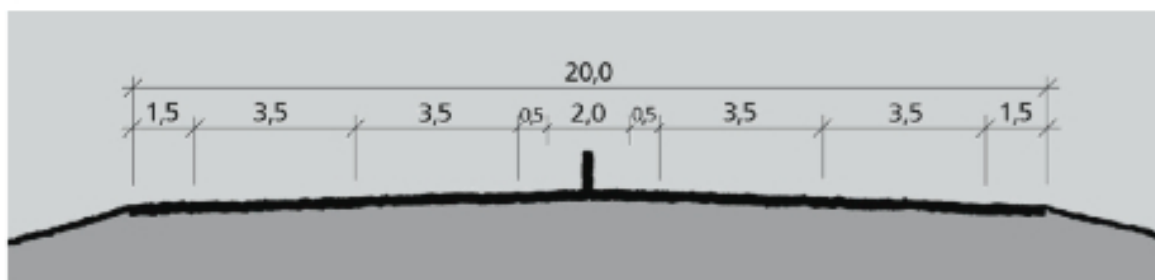


Figure 5: : Figur C.6 (s.47 HB017)

Horisontal- og vertikalkurvatur

Vegen skal utformes etter krav gitt i tabell C.7 (s.47 HB017)

R_h^1	Horisontalkurvaturparametre						Vertikalkurvaturparametre					
	Nabokurve		Klotoide	Siktlengde ²			$R_{v, høy}$	$R_{v, lav}$	Overhøyde	Stigning	Res. fall	
	Min	Maks	Min	Stopp ³	$\Delta st1$	$\Delta st2$	Min	Min	e	Maks	Maks	Min
300	300		140	145	-14	20	4400	2100	8,0	6,0	10,0	2
350	300		155	145	-14	20	4400	2100	8,0	6,0	10,0	2
400	300		165	145	-14	20	4400	2200	8,0	6,0	10,0	2
450	300		175	150	-15	21	4700	2200	8,0	6,0	10,0	2
500	300		185	150	-15	21	4700	2200	8,0	6,0	10,0	2
550	300		195	150	-15	21	4700	2200	8,0	6,0	10,0	2
600	300		200	150	-15	21	4700	2200	8,0	6,0	10,0	2
700	300		220	150	-15	21	4700	2200	8,0	6,0	10,0	2
800	300		225	155	-15	22	5000	2300	7,5	6,0	10,0	2
900	300		235	155	-15	22	5000	2300	7,0	6,0	10,0	2
1000	300		235	155	-15	22	5000	2300	6,5	6,0	10,0	2
1200	300		240	155	-15	22	5000	2300	5,6	6,0	10,0	2
1400	300		240	155	-15	22	5000	2300	4,7	6,0	10,0	2
1600	300		240	155	-15	22	5000	2300	3,7	6,0	10,0	2
≥ 1750	300		240	155	-15	22	5000	2300	3,0	6,0	10,0	2

Figure 6: Tabell C.7 (s.47 HB017)

Valg av krysstype

Kryss skal bygges som planskilte kryss og utformes i samsvar med kapittel E.1.3. Minste avstand mellom kryss bør være 1 km.

Avkjørsler

Vegen skal være avkjørselsfri.

Belysning

Vegen bør belyses. Belysningsanlegg utformes i samsvar med kapittel E.5.

Dimensjonerende kjøretøy og kjøremåte

Vegen og kryssene skal dimensjoneres for kjøretøytype VT (vogntog). VT skal sikres framkommelighet etter kjøremåte A. Se kapittel F.2.

Fri høyde

Kravene til fri høyde er beskrevet i kapittel F.4 HB017.

H5 - Nasjonale hovedveger og øvrige hovedveger, ÅDT 6 000 – 12 000 og fartsgrense 90 km/t

Vegen har standard som motortrafikkveg forutsatt planskilte kryss.

Tverrprofil

Vegen skal bygges med tverrprofil som vist i figur C.6 (s.48 HB017).

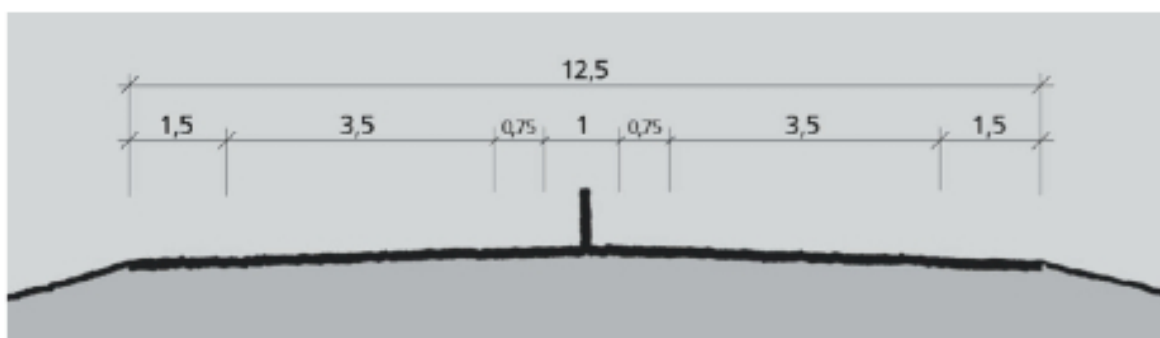


Figure 7: Figur C.6 (s.48 HB017)

Vegen skal ha midtdeler med midtrekkverk. Skilt skal ikke plasseres i midtdeler på 2- eller 3-felts veger.

Krav til bredde på åpning i rekkverk (for utrykningskjøretøy, drift og omregulering av trafikk) og avstand mellom disse er gitt i håndbok 231 Rekkverk og vegens sideområde.

Horisontal- og vertikalkurvatur

På fri vegstrekning skal vegen utformes etter krav gitt i tabell C.7. For strekninger med horisontalkurveradius ≤ 500 m er krav til breddeutvidelse gitt i kapittel F.3.

R_h^1	Horisontalkurvaturparametre						Vertikalkurvaturparametre					
	Nabokurve		Klotoide	Sikt lengde ²			$R_{v, høy}$	$R_{v, lav}$	Over- høyde	Stig- ning	Res. fall	
	Min	Maks	Min	Stopp ³	$\Delta s1$	$\Delta s2$	Min	Min	e	Maks	Maks	Min
450	450		180	175	-19	27	6400	2600	8,0	6,0	10,0	2
500	450		190	175	-19	27	6400	2600	8,0	6,0	10,0	2
550	450		200	180	-19	28	6800	2600	8,0	6,0	10,0	2
600	450		210	180	-19	28	6800	2700	8,0	6,0	10,0	2
700	450		230	180	-19	28	6800	2700	8,0	6,0	10,0	2
800	450		240	185	-20	28	7100	2700	7,5	6,0	10,0	2
900	450		245	185	-20	28	7100	2700	7,0	6,0	10,0	2
1000	450		250	185	-20	28	7100	2800	6,5	6,0	10,0	2
1200	450		255	190	-20	29	7500	2800	5,6	6,0	10,0	2
1400	450		255	190	-20	29	7500	2800	4,7	6,0	10,0	2
1600	450		255	190	-20	29	7500	2800	3,7	6,0	10,0	2
≥ 1750	450		255	190	-20	29	7500	2800	3,0	6,0	10,0	2

Figure 8: Tabell C.7 (s.48 HB017)

Kryssløsninger

For $\dot{A}DT \geq 8\ 000$ skal kryss bygges planskilt og utformes i samsvar med kapittel E.1.3.

I plankryss skal rekkverket føres så langt inn mot krysset som mulig uten å hindre sikt i kryssområdet.

Minste avstand mellom kryss bør være 1 km.

Avkjørsler

Vegen skal være avkjørselsfri.

Belysning

Vegen bør belyses. Belysningsanlegg utformes i samsvar med kapittel E.5.

Dimensjonerende kjøretøy og kjøremåte

Vegen og kryssene skal dimensjoneres for kjøretøytype VT (vogntog). VT skal sikres framkommelighet etter kjøremåte A. Se kapittel F.2.

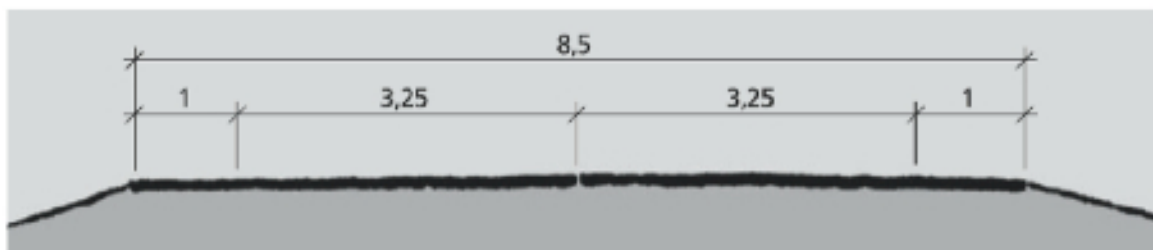
Fri høyde

Kravene til fri høyde er beskrevet i kapittel F.4 HB017.

H1 – Nasjonale hovedveger og øvrige hovedveger. ÅDT <12 000 og fartsgrense 60 km/t

Dette kan være innfartsveg til by eller tettsted som danner en overgangsstrekning mellom spredt bebyggelse og et område med gatesstruktur.

Vegen skal bygges med tverrprofil som vist i figur C.1, C.2 eller C.12.



Figur C.2: Tverrprofil H1, 8,5 m vegbredde og ÅDT 4 000 – 12 000 (mål i m)

Figure 9: Aktuelt tverrprofil, figur C.2 (s.37 HB017)

Horisontal- og vertikalkurvatur

På fri vegstrekning skal vegen utformes etter krav gitt i tabell C.3. For strekninger med horisontal- kurveradius ≤ 500 m er krav til breddeutvidelse gitt i kapittel F.3.

R_n^1	Horisontalkurvaturparametre							Vertikalkurvaturparametre						
	Nabokurve		Klotoide	Siktlengde ²				R_{over}	R_{over}^3	R_{lav}	Over- høyde	Stig- ning	Res. fall	
	Min	Maks	Min	Stopp	Δ st1	Δ st2	Forbi	Min	Kryss	Min	e	Maks	Maks	Min
125	125	180	75	70	-4	5	-	1100	-	1100	8,0	6,0	10,0	2
150	125	200	85	75	-4	6	-	1200	-	1100	8,0	6,0	10,0	2
175	125	250	90	75	-4	6	-	1200	-	1100	8,0	6,0	10,0	2
200	150	300	100	75	-4	6	-	1200	-	1200	8,0	6,0	10,0	2
225	160	350	105	75	-4	6	-	1200	2600	1200	8,0	6,0	10,0	2
250	175	400	110	75	-4	6	-	1200	2600	1200	8,0	6,0	10,0	2
275	180	550	115	75	-4	6	-	1200	2600	1200	8,0	6,0	10,0	2
300	200		120	75	-4	6	-	1200	2600	1200	8,0	6,0	10,0	2
350	225		135	75	-4	6	-	1200	2600	1200	8,0	6,0	10,0	2
400	250		140	80	-5	6	-	1300	2900	1200	8,0	6,0	10,0	2
450	270		150	80	-5	6	-	1300	2900	1200	8,0	6,0	10,0	2
500	270		160	80	-5	6	-	1300	2900	1200	8,0	6,0	10,0	2
550	275		165	80	-5	6	-	1300	2900	1200	8,0	6,0	10,0	2
600	280		175	80	-5	6	-	1300	2900	1200	8,0	6,0	10,0	2
700	290		190	80	-5	6	-	1300	2900	1200	8,0	6,0	10,0	2
800	290		195	80	-5	6	-	1300	2900	1200	7,5	6,0	10,0	2
900	290		200	80	-5	6	-	1300	2900	1200	7,0	6,0	10,0	2
1000	300		205	80	-5	6	-	1300	2900	1200	6,5	6,0	10,0	2
1200	300		205	80	-5	6	-	1300	2900	1300	5,6	6,0	10,0	2
1400	300		205	80	-5	6	-	1300	2900	1300	4,7	6,0	10,0	2
1600	300		205	80	-5	6	-	1300	2900	1300	3,7	6,0	10,0	2
≥ 1750	300		205	80	-5	6	-	1300	2900	1300	3,0	6,0	10,0	2

Figure 10: Figur C.2 (s.37 HB017)

Kryssløsninger

Kryss skal bygges som T-kryss, X-kryss eller signalreguleres.

Dimensjonerende kjøretøy og kjøremåte

Vegen og kryssene skal dimensjoneres for kjøretøytype VT (vogntog). VT bør sikres framkommelighet etter kjøremåte A med unntak for vegbredde 6,5 m hvor kjøremåte B legges til grunn. Se kapittel F.2.

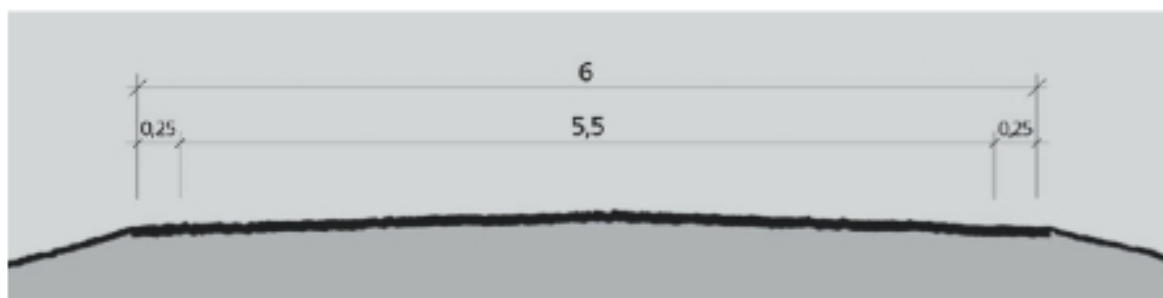
Fri høyde

Kravene til fri høyde er beskrevet i kapittel F.4 HB017.

Sa1 – Samleveger i boligområder, fartsgrense 50 km/t

Samleveger i boligområder bør ikke være lenger enn 2 km, og ikke ha en trafikkbelastning på mer enn ÅDT 1500.

Vegen bør bygges med tverrprofil som vist i figur C.14 eller C.15.



Figur C.14: Tverrprofil Sa1 (alternativ 1) 6 m vegbredde (mål i m)

Figure 11: Figur C.14 aktuelt tverrprofil (s.63 HB017)

Horisontal- og vertikalkurvatur

På fri vegstrekning bør vegen utformes etter krav gitt i tabell C.14. For strekninger med horisontal- kurveradius ≤ 500 m er krav til breddeutvidelse gitt i kapittel F.3.

R_h^{-1}	Horisontalkurvaturparametre				Vertikalkurvaturparametre							
	Klotoide Min	Siktlengde ²			$R_{v,lag}$	$R_{v,kryss}$ ³	$R_{v,av}$	Overhøyde	Stigning	Res. fall		
		Stopp	$\Delta st1$	$\Delta st2$	Min	Kryss	Min	e	Maks	Maks	Min	
55	40	45	-2	2	400	-	400	8,0	6,0	10,0	2	
75	50	45	-2	2	400	-	400	8,0	6,0	10,0	2	
100	55	50	-2	3	500	1100	400	8,0	6,0	10,0	2	
125	65	50	-2	3	500	1100	400	8,0	6,0	10,0	2	
150	70	50	-2	3	500	1100	400	8,0	6,0	10,0	2	
175	75	50	-2	3	500	1100	400	8,0	6,0	10,0	2	
200	80	50	-2	3	500	1100	400	8,0	6,0	10,0	2	
225	85	50	-2	3	500	1100	400	7,9	6,1	10,0	2	
250	90	50	-2	3	500	1100	500	7,7	6,4	10,0	2	
275	90	50	-2	3	500	1100	500	7,5	6,6	10,0	2	
300	95	50	-2	3	500	1100	500	7,3	6,8	10,0	2	
350	100	50	-2	3	500	1100	500	7,1	7,0	10,0	2	
400	105	50	-2	3	500	1100	500	6,8	7,3	10,0	2	
450	110	50	-2	3	500	1100	500	6,5	7,6	10,0	2	
500	115	50	-2	3	500	1100	500	6,2	7,8	10,0	2	
550	115	50	-2	3	500	1100	500	5,8	8,0	10,0	2	
600	120	50	-2	3	500	1100	500	5,5	8,0	10,0	2	
700	120	50	-2	3	500	1100	500	4,9	8,0	10,0	2	
800	120	50	-2	3	500	1100	500	4,3	8,0	10,0	2	
900	120	50	-2	3	500	1100	500	3,5	8,0	10,0	2	
≥ 1000	120	50	-2	3	500	1100	500	3,0	8,0	10,0	2	

Figure 12: Tabell C.14 (s.64 HB017)

Belysning

Vegen bør belyses. Belysningsanlegg utformes i samsvar med kapittel E.5.

Dimensjonerende kjøretøy og kjøremåte

Vegen og kryss med atkomstveg eller annen samleveg bør dimensjoneres for kjøretøytype L. L bør kunne trafikkere vegen minst etter kjøremåte C. Se kapittel F.2.

Fri høyde

Kravene til fri høyde er beskrevet i kapittel F.4 HB017.

Rampeutforming

Ramper skal primært ha ett kjørefelt, men utvidelse til to felt kan være nødvendig på grunn av trafikkavviklingen.

Ramper bør ha et kjørefeltbredde på 3,5 m. Høyre skulder bør være 1,5 m bred og venstre skulder 0,5 m. Høyre skulder vil da kunne brukes til nødstopp. Figur E.20 viser utforming av ramper.

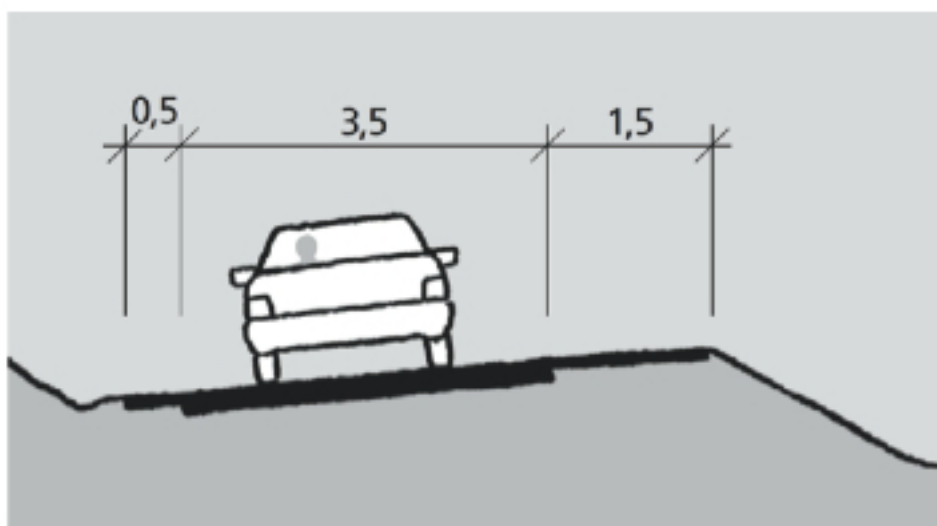


Figure 13: Figur E.20 viser utforming av ramper (s.119 HB017)

Ramper bør ikke ha større stigning eller fall enn 6 % hvis sekundærvegen ligger under primærvegen, og 8 % hvis den ligger over. Vertikalkurvene i rampene utformes slik at de samsvarer med antatt fartsnivå.

Tverrfallet på envegskjørt ramper kan økes utover standard normalkrav, men resulterende fall bør ikke være større enn 12 %.

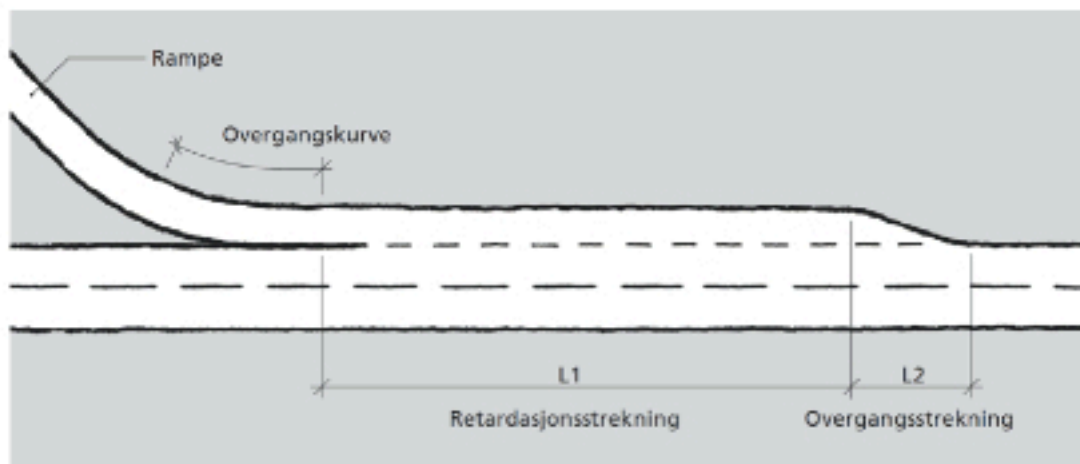
Ramper med horisontalkurveradius ≤ 500 meter breddeutvides i henhold til krav i del F. Ramper bør utformes med overgangskurve (klotoide).

Retardasjon- og akselerasjonsfelt

Under viser utforming av retardasjonsfelt og akselerasjonsfelt (utsnitt fra HB017 s.120). Se Vedlegg 6 for å se utregning av disse lengdene i egen kalkulator utarbeidet i Microsoft Excel hentet fra HB263.

E.1.3.2 Retardasjonsfelt

Alle avkjøringer bør ha et retardasjonsfelt. Figur E.21 viser standardutforming av retardasjonsfelt.



Figur E.21: Standardutforming av parallelført retardasjonsfelt

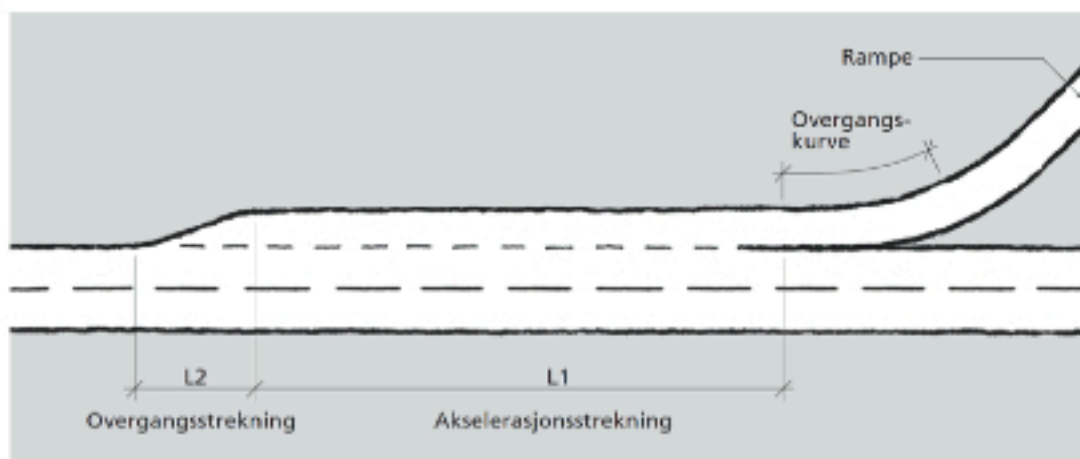
Lengden L1 beregnes ut fra primærvegens fartsgrense og stigning, samt fartsnivået i rampen. Lengden L2 avhenger av fartsgrensen. En regnemodell skal benyttes for beregning av retardasjonsfeltets lengde, se håndbok 263 Geometrisk utforming av veg- og gatekryss.

Rampen starter ved retardasjonsfeltets slutt.

Bredden på retardasjonsfeltet bør være som feltbredden på den gjennomgående veg. Skulderen bør også være som på gjennomgående veg, men ikke bredere enn 1,5 m.

E.1.3.3 Akselerasjonsfelt

Planskilte kryss bør ha akselerasjonsfelt. Feltet bør avsluttes med fletting. Standardutforming er vist i figur E.22. Akselerasjonsfelt bør være parallelført og ha samme bredde som feltbredden på gjennomgående veg. Skulderen bør også være som på gjennomgående veg, men ikke bredere enn 1,5 m.



Figur E.22: Standardutforming av parallelført akselerasjonsfelt

Figure 14: Om retardasjon- og akselerasjonsfelt (s.120 HB017)

Rundkjøring

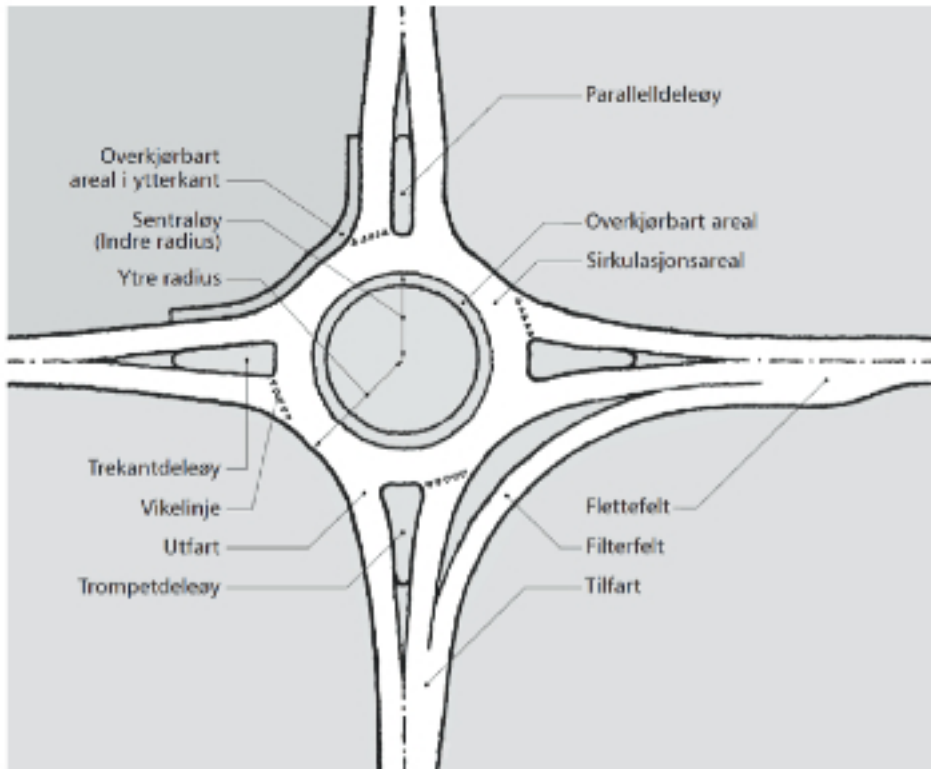


Figure 15: Figur E.11: Elementene i en rundkjøring. (s.112 HB017)

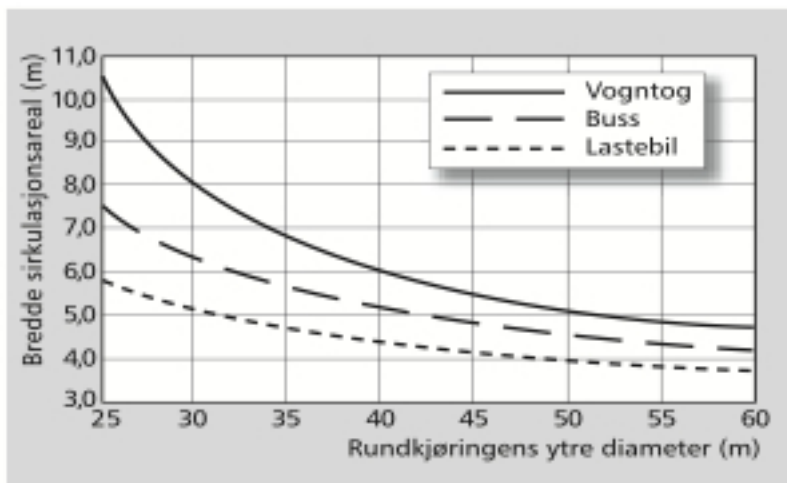


Figure 16: Figur E.12: Kjøretøys krav til minste kjørefeltbredde i sirkulasjonsarealet. (s.113 HB017)

Figur avleses etter dimensjonerende kjøretøy. Overkjørbart areal legges til som margin.

Bro

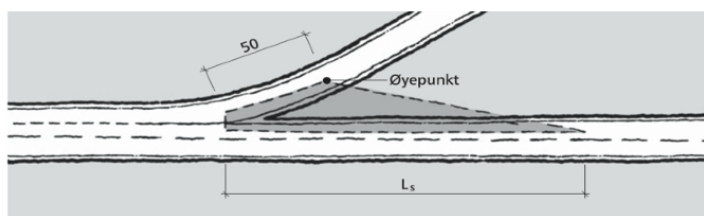
Broen i ruterkrysset bygges etter en passelig dimensjon i forhold til trafikkmengde og dimensjonerende kjøretøy. Selve brokonstruksjonen er tegnet etter et veiledningshefte i Novapoint bro. Vi kommer ikke til å gå nærmere inn på selve konstruksjonen og bruk av materialer til den, da vi ikke anser det som nærliggende vår oppgave, og forutsetter at den lar seg bygge med de dimensjoner vi har valgt. Det kan måtte bli avsatt litt ekstra avstand under bro i tillegg til minste krav. Dette på grunn av usikkerhet på hvor tykk selve brokonstruksjonen skal være.

Vegkroppen

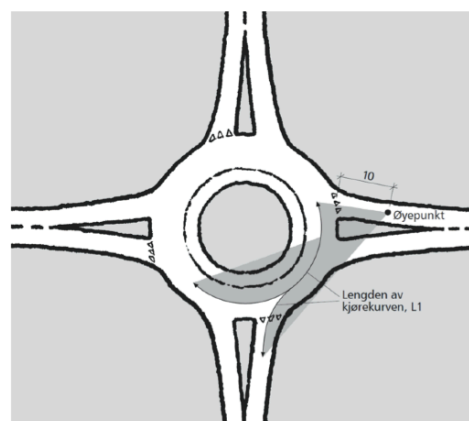
I denne oppgaven har vi valgt å se bort i fra dimensjonering av selve vegkroppen – oppbyggingen av vegen - da vi forutsetter at det ikke vil bli noen komplikasjoner med det. Vi mener at dette ikke er relevant til vår målsetning om å legge frem en kryssløsning og visualisere denne slik den ville blitt seende ut. Hva som er under vegens overflate vil derfor ikke være interessant her, og hvordan den bygges vil bli en annen problemstilling.

Siktkrav

Dette er særlig viktig ved T-kryss og X-kryss, noe vi ikke har mye av i vår oppgave. Det er likevel aktuelt på akselerasjonsfeltet for en av rampene der flettingen skal finne sted, hvor det må være tilstrekkelig lengde og radius på siktlinjen. Inn mot rundkjøringene på hver side er det også mulighet for at rekkverk kan være sikthinder mot venstre. Her må det gjøres en vurdering ved hvert tilfelle der dette kan oppstå. Siktkravene finnes i tabell C.2.



Figur E.23: Siktkrav fra påkjøringsrampe (mål i m)



Figur E.16: Siktkrav til venstre for tilfarten (bakover i rundkjøringen) (mål i m)

Figure 17: Figurene viser aktuelle siktkrav i rampe og rundkjøring (s.121 og 116 i HB0127)

Breddeutvidelse

Ved kjøring i kurver vil et kjøretøy trenge mer plass enn på rettlinjet veg. Dette skyldes at sporingsbredden øker, samtidig som deler av kjøretøyet vil henge utover hjulene. Derfor økes kjørefeltbredden noe i kurver. Breddeutvidelse er avhengig av dimensjonerende kjøretøy og horisontalkurve radius. Vedlagt tabell, hentet fra HB017 s. 157.

Breddeutvidelsen er avhengig av dimensjonerende kjøretøy og horisontalkurveradius. Nødvendig breddeutvidelse for fri vegstrekning på 2-felts veg er gitt i tabell F.2. Breddeutvidelse på fri vegstrekning skal legges inn når horisontalkurveradius er ≤ 500 m. Ved kjørefeltbredde $> 3,25$ m reduseres kravene i tabell F.2 med økning i kjørefeltbredde utover 3,25 m. (Eksempel: kjørefeltbredde 2 x 3,5 m gir reduksjon på 0,5 m). Breddeutvidelsen fordeles likt på de to kjørefeltene.

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

		Horisontalkurvatur [m]									
		40	70	100	125	150	200	250	300	400	500
Vognvogt	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

4-feltsveger behandles som to 2-feltsveger. 1-feltsveger gis halv breddeutvidelse i forhold til 2-felts veg.

Figure 18: Tabell F.2: Breddeutvidelse (s.157 HB017)

2.1.3 Grøft

For å drenere vegkonstruksjonen benyttes åpne og lukkede drengrofter. Åpne grøfter er mest vanlig da dette er betydelig billigere enn lukket drenering. Lukket drenering benyttes ofte på høytrafikkerte veger, i bystrøk eller andre steder hvor en åpen grøft tar for stor plass eller er uhensiktsmessig av andre årsaker (Berntsen 2011).

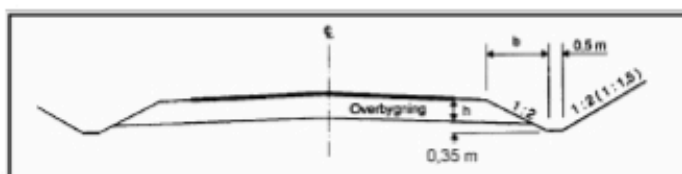
Med en lukket drenering mener en at drensnettet ikke vises på overflaten. Grøftene blir ikke særlig dype, og en drensledning ligger under massene i grøften. Vatnet trenger ned gjennom massene og blir fanget i ledningen. Den fører vatnet videre til kummer, som igjen vanligvis knytter seg til en hovedledning som transporterer bort vatnet.

En åpen drenering har ikke underliggende drensledning. Denne typen grøft er dypere, og fører ofte vatnet synlig på overflata når det blir transportert til sluker og rister som er plasserte med jevne mellomrom. Også disse inntakene er ofte knyttet til en hovedledning. Under viser prinsipp hentet fra Statens vegvesen sine normaler (s.78 HB018).

242. forts.
Med grøftebredde (b) menes her bredde av grøfteskråning mot veg.

Grøfter

Med dyp sidegrøft (åpen drenering), skal profilet utformes som vist på figur 242.2. Bredden (b), ved dyp sidegrøft, bestemmes avhengig av krav til grøftedybde (minimum 0,35 m under vegoverbygningen) og av skråningshelningen.

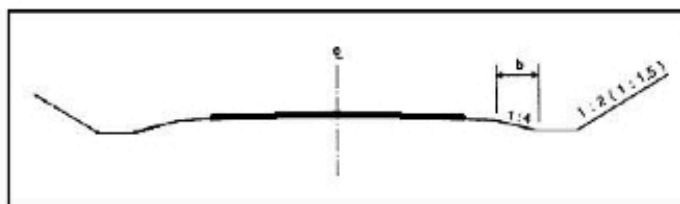


Tykkelse på vegoverbygning h (m)	Nødvendig bredde ¹⁾ b (m)
0,15	1,0
0,25	1,2
0,50	1,7
0,70	2,1
1,00 ²⁾	2,7

- 1) Åpne sidegrøfter er en lite aktuell løsning i tett bebyggelse.
- 2) For tykkere vegoverbygning kan lukket drenering være en løsning

Figur 242.2 Min. bredde (b), ved dyp sidegrøft, avhengig av overbygningstykkelse (h)

Med grunn sidegrøft (lukket drenering), skal profilet utformes som vist på figur 242.3. Med hensyn til plassering av lukket drenering, se kap. 4.



Standardklasse	Nødvendig bredde, b (m) ¹⁾
H	1,2 m (grøftedybde 0,30 m)
S	1,0 m (grøftedybde 0,25 m)
A	0,8 m (grøftedybde 0,20 m)
GS	0,8 m (grøftedybde 0,20 m)

- 1) Åpne sidegrøfter er en lite aktuell løsning i tett bebyggelse.
H = Hovedveg, S = Samleveg, A = Adkomstveg, GS = Gang- og sykkelveg

Figur 242.3 Min. bredde (b) ved grunn sidegrøft

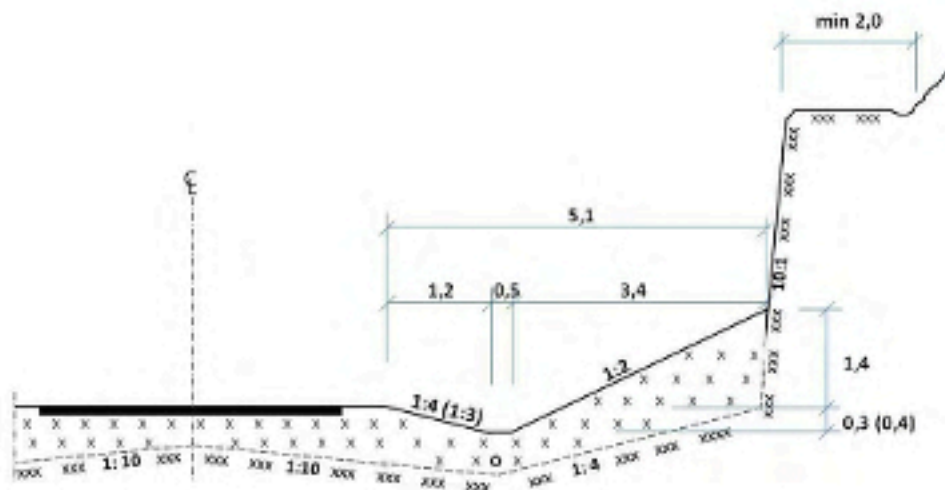
I noen tilfeller kan det vurderes å øke b opp mot 2,0 m av hensyn til snøsmelting, nedbør osv.

Figure 19: Prinsipp for utarbeiding av grøft.

2.1.4 Skjæring og fyllinger

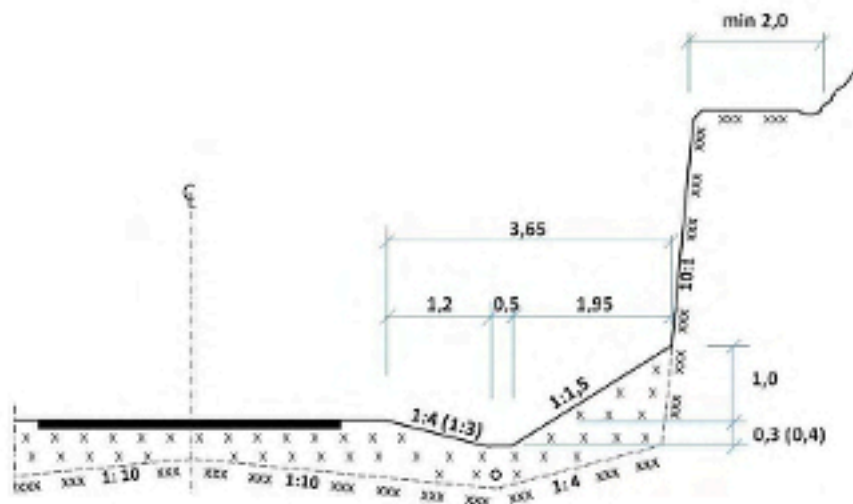
Skjæring i fjell

Statens vegvesen beskriv i HB018 s. 60, to forskjellige skjæringsprofil i fjell:



Figur 225.1 Normalprofil i bergskjæring når rekkverk ikke benyttes.

I vanskelig eller kostbart/sårbart terreng kan annet profil benyttes, se figur 225.2. Tilbakefylling mot berg skal ha en høyde på minimum 1 m over kjørebanelnivå. Oppfyllingen mot berg bør imidlertid ikke være større enn vist på figur 225.1 og 225.2 for å hindre at mulig nedfall får så stor rulleenergi at det når helt frem til vegbanen slik at trafikkfarlige situasjoner oppstår. Bergveggen og ovenforliggende terreng skal også sikres mot nedfall og iskjøving.



Figur 225.2 Redusert skjæringsprofil med tilbakefylling mot berg.

Figure 20: Aktuelle skjæringsprofil.

Fylling

Figur 251.1 side 86 i HB018:

Materialer	Største skråningshelning
Stein	1: 1,25 ¹⁾
Grus	1:1,5
Sand	1:1,5
Finsand/silt	1:2
Leire	Se figur 251.2

- 1) Fylling av sprengt stein kan legges med helning brattere enn 1:1,25. Det forutsettes lagvis utlegging og stein med egnet form og størrelse i skråningsflaten.

Figur 251.1 Største skråningshelning for vegfyllinger

2.1.5 Rekkverk

Beregning av behov for rekkverk

Tabellen finnes i HB231 side 21.

2 Beregning av sikkerhetssoner og behov for rekkverk

2.1 Generelt

Rekkverk og/eller støtpute skal settes opp der ett eller flere faremomenter befinner seg innenfor sikkerhetssonen (se kapittel 2.2), og der faremomentet er farligere å kjøre på enn å kjøre inn i rekkverket eller støtputen (se kapittel 2.3– 2.11.5).

Disse faremomentene kan deles inn i 4 hovedkategorier:

- **Faste sidehindre** langs vegen som vil medføre alvorlig skaderisiko ved påkjøring. Dette vil kunne være enten sidehindre som er en del av vegens konstruksjon (utstikkende kulverter, landkar og pilarer osv.), vegutstyr langs vegen (lysmaster, skiltmaster osv.), elementer i terrenget utenfor vegkroppen (stein, fjell, vann, monumentale trær osv) eller annet (mur, bygning osv.)
- **Farlige skråninger** som er utformet slik at et kjøretøy vil velte eller bråstoppe ved utforkjøring
- **Øvrige trafikanter**, f.eks. gående og syklende eller motgående kjøretøy som vil være utsatt for alvorlig skaderisiko ved utforkjøring
- **Spesielle anlegg** ved vegens sideområde, som f.eks. langsgående og kryssende jernbane eller T-bane, drivstofftanker, vannreservoarer osv., som ved utforkjøring vil kunne resultere i sekundærulykker med meget alvorlige og omfattende følgeskader

Rekkverk skal benyttes på stup, fyllinger, bruer, støttemurer osv. med høyder som overskrider minsteverdiene i Tabell 2.6 og Tabell 2.7. Behov for rekkverk ved farlige sidehindre, vann, bruer og støttemurer er nærmere omtalt i kapittel 2.6 – 2.9.

Rekkverk skal også settes opp i visse situasjoner for å beskytte øvrige trafikanter mot kjøretøy på avveie, (se kapittel 2.2.8, 2.7 og kapittel 2.11). Spesielle typer rekkverk anvendes i forbindelse med arbeidsområde innenfor sikkerhetssonen, (se kapittel 2.11.5).

Videre kan rekkverk settes opp langs utsiden av fortau og gang- og sykkelveger, på høye fyllinger og støttemurer, og på bruer for gående og syklende for å sikre myke trafikanter mot å falle utfor kanten (se kapittel 3.7).

Minsteavstand mellom kjørebane kant og rekkverk vurderes i HB 231 kapittel 2.10.3 s.35:

2.10.3 Minsteavstand mellom kjørebane kant og rekkverk

På vegger med fartsgrense ≤ 80 km/t skal avstanden mellom vegens kjørebane kant og rekkverksfrontside være minimum 0,5 m.

På vegger med fartsgrense > 80 km/t og med $\text{ÅDT} < 12000$ skal avstanden mellom vegens kjørebane kant og rekkverks frontside være minimum 0,5 m.

På vegger med fartsgrense > 80 km/t og med $\text{ÅDT} \geq 12000$ skal avstanden mellom vegens kjørebane kant og rekkverks frontside være minimum 0,75 m.

Rekkverket plasseres slik at rekkverkets forkant flukter med den asfalterte (belagte) vegskulderens ytterkant for å unngå kant (høydesprang) på vegskulderen.

3 MATERIALER OG METODE

3.1 Data

All datagrunnlag har vi fått med Statens vegvesen, det gjelder SOSI-data, kartgrunnlag og ortofoto. Sistnevnte har vi likevel valgt å anskaffe oss selv ved hjelp av drone utlånt av Høgskolen i Ålesund med hjelp av Kjell Borgund.

Dronen må kunne referere til fastmerker for området hvor det skal ta bilde. Vi gikk gjennom fastmerkeregisteret til Sula kommune, men ingen var brukende fordi de var utenfor vårt område. Vi tok derfor kontakt med Ålesund kommune for hjelp av utstikking av fastmerker som vi kunne bruke. På grunn av gjentatte problem med dronen gikk det en tid før vi fikk bruk for fastmerkene, og på den tid var stikkene flyttet av grunneier ved plenklipping. Det endte med at vi benyttet Høgskolen sitt GPS-utstyr til å stikke ut punkt selv, med god hjelp fra Kjell Borgund.

3.2 Metode

3.2.1 Kvalitetssikring

Veileder Robin Sætre har sett over tekniske tegninger og kommet med tilbakemelding på disse. I tillegg har vi våre i kontakt med flere fagkyndige i Statens Vegvesen ved uthenting av kilder og data. Tilbakemelding fra vegleder Terje Tvedt har også våre med på å kvalitetssikre arbeidet, i tillegg til sidemannskontroll og sjekklister. Fagpersoner i Novapoint har bidratt med svar og forslag på ulike problemstillinger over e-post.

3.2.2 Programvare

Flere ulike program har blitt brukt i prosessen med prosjekteringen av kryssløsningen og visualiseringen. Filmdelingnettstedet YouTube har vært mye brukt i opplæringsfasen, og er et dugende verktøy til innføring av enkeltmoduler som har vært nødvendig for å kunne knyte sammen de ulike delene i kryssløsningen.

Novapoint 19.00 og 19.20 er nytta til alt prosjekteringsarbeid. Her har det blitt tegnet veimodeller, definert horisontal- og vertikalkurvatur, laget bru og sydd sammen alt til en

passende og optimal løsning i forhold til eksisterende terreng. Den ferdige modellen ble så videreført til Virtual Map og 3D-visualisering for presentasjon av løsningen.

AutoCad 2013 og Novapoint bru har vært nyttet til å tegne bruene som blokk, og ble etter hvert importert til Novapoint.

Virtual Map er et 3D-modeleringsprogram som har blitt brukt til å visualisere kryssløsningen i en endelig presentasjon. Den ferdig prosjekterte modellen har blitt strekt ut i 3D ved hjelp av ortofoto og fått eksisterende objekter innsatt etter virkelige koordinater.

Windows Movie Maker har blitt brukt til å lage selve filmpresentasjonen.

3.2.3 Vegmodeller

I vegprosjekt er det et varierende antall veger som skal modelleres ved hjelp av en vegmodell. For å kunne referere til hver av de på en god måte, vil vegene navnesetter etter standardiserte regler i vegvesenet sin PROF. Vegmodellene skal navngis etter følgende prinsipp (PROF manualen 1.5):

8.3.2 Standardisering av vegmodell-navngiving

- En veg/gate skal primært beholde samme vegmodell-navn gjennom hele plansyklusen, fra overordnet planfase til byggeplan.
- Vegmodell-navnet skal gjenspeile vegens/gatas standardklasse.
- Vegmodell-navnene grupperes i 100-serier, med start fra 10.000 og oppover til 99.900.
- Vegmodell-navnet legger føringer for navning av primærlinje (senterlinje), kant- og avgrensningslinjer samt gruppenummer i terrengmodell.

Vegmodeller skal navngis etter følgende prinsipp:

VEGMODEL- navn	Vegtype
➤ 10.000 - 19.900	Hovedveger (H1, H2, H3)
➤ 20.000 - 39.900	Samleveger (S1, S2, S3)
➤ 40.000 - 59.900	Kryssområder (H, S)
➤ 60.000 - 69.900	Adkomstveger (A1, A2, A3)
➤ 70.000 - 79.900	G/S-veger, m/fotgjengeroverganger og underganger
➤ 80.000 - 89.900	Kollektivtrafikk
➤ 90.000 - 99.900	Diverse

8.3.3 Tilbakeføring til terrengmodellen

- Ved tilbakeføring av linjer til terrengmodellen, skal disse legges på et gruppenummer som tilsvarer VEGMODEL-**navnet**.
- Ved tilbakeføring av hele vegmodellen skal disse legges på gruppen tilsvarende siste nummer i 100-serien (dvs. xxx99).
- Ved tilbakeføring av bakkeplaneringsdata skal disse legges på gruppen tilsvarende nest siste nummer i 100-serien (dvs. xxx98).

Figure 21: Om navnsetting av vegmodeller etter PROF-manualen.

3.2.4 3D-Visualisering

3D visualisering er en effektiv måte å selge et produkt på før det er ferdig. Mange synes det er vanskelig å få en forståelse av romslighet ut i fra klassisk arkitekttegninger, her kan 3D-

visualisering være den riktige løsningen. I følge Teknisk Ukeblad kan 3D-modellering av vegprosjekter redusere ekstrakostnadene ved et prosjekt fra 20 til 5 prosent (TU 2013).

3D-bilder kan være nødvendig å vise frem planer, eller ta et prosjekt med på utstilling, uten å ta med varen. Noen ganger illustrer en enkel 3D-rendering bedre funksjonalitet enn et faktisk bilde. 3D-gjengivelser kan sees fra alle vinkler, og de kan gjøres gjennomsiktig eller kuttet, slik at du ser kuttet. En god 3D modell er avhengig av et godt kartgrunnlag (Rambøll 2014).

Teorien bak dette baserer seg til en viss grad på opplæring fra faget «arealplanlegging og digital modellering» hvor det ble undervisning med AutoCad 2012. 3D modellen tar utgangspunkt i en trådmodell som vert laget på grunnlag av kartet i 2D. Denne trådmodellen konverteres til et bilde, såkalt rendering, blant annet ved hjelp av et ortofoto. Figurer som hus, tre, biler og folk kan settes inn i 3D modellen gjennom posisjonsgjengivelse fra ortofotoet. På denne måten kan en presentere trådmodellen på en måte som vil gi en mer helhetlig forståelse og virkelighetsoppfattelse enn en vanlig 2D-tegning ville gitt. Dette kan være avgjørende blant annet i politiske avgjørelser.

3.2.5 Synfaring

Vi har vært flere ganger på befaring på stedet. Veiledere har ikke vært med, men kjenner til kryssområdet fra før og har kommet med flere gode innspill.

Under synfaringen kunne vi konstatere at det er relativt smalt og liten plass på hver side av dagens E39. Næringsbygget Johan R. Sunde ligger tett inn til vei på den ene siden, mens det er boliger på den andre. Vest mot Mauseidvåg er det derimot relativt åpent og urørt areal, med en stor skråning ned mot Storevalen.



Figure 22: Eldar på synfaring på Solavgåseidet.



Figure 23: Vanlig situasjon for bilister som skal ta ferge Solavågen-Festøya.

3.3 Materialer

Drone

Drone er internasjonalt kalt; Remotely Piloted Aircraft System. På norsk kan det gjerne kalles fjernstyrte fly. Droner blir også brukt til krigføring, overvåking osv. Det finnes mange ulike versjoner droner, men er typisk et fjernstyrt fly brukt til kartlegging. Droner inneholder en GPS-enhet og en treghetsnavigasjon(MEMS). Kan være et flyplanleggingsverktøy(+autopilot), der man monterer på et kamera. En trenger kjentpunkt på bakken for nøyaktig georeferering. Prosesseringen foregår i nettjeneste eller i tradisjonelle fotogrammetriprogram eller spesialprogram. Det er også mulig å ha laserskanner på droner. I Norge må man søke om tillatelse til luftfartstilsynet + NSM for å få



Figure 24: Kjell klargjør dronen.

bruke droner.

Droner er svært mye brukt i Europa og resten av verden, tilgjengeligheten og bruken har økt mye. Dette for å dokumentere framdrift, masseberegning, ortofoto og at aktiviteten foregår innenfor angitt område.

Begrensninger kan blant annet ligge i at terrenget sees dårligere enn ved skanning. Droner er ubrukelig i skog, men småbuskas kan klassifiseres vekk. Bruk av droner krever mange kjentpunkt på bakken, derfor fotogrammetrisk tilbakeskritt. Ved bedre nøyaktighet på GPS-en kan man ha færre kjentpunkt på bakken. Det kreves da kunnskap til beregning av GNSS-observasjoner, altså er det fortsatt behov for geomatikk-/fotogrammetrikompetanse. (NJKF 2014)

4 RESULTATER

Viser til tegninger i Vedlegg 12; tegningshefte med oversikt, normalprofil med mer.

4.1 Valg av kryssløsning

Kryssets funksjon

Et fremtidig planskilt kryss vil kunne gi en bedre oversikt og bli mer funksjonelt for trafikantene, samt øke kjørekomforten og bidra til en mer sikker avløsning av trafikken. Med riktige dimensjoner vil løsningen bidra til en bedre flyt og god avvikling av trafikken.

ÅDT

I følge data vi har fått med vegvesenet viser det at det er en ÅDT på over 12 000 fra eksisterende kryss mot Vegsund i dag. Tallene er estimert fra 2012 . Dette er like over grensen for motortrafikkveg med firefelts kjørebane. Minst like viktig er timestrafikken. Etersom Solavågen ligger like utenfor by og sentrum, varierer trafikkmengden i forhold til døgnet. Det er særlig mye trafikk om morgenen når folk skal på arbeid, kjøre barn på skolen og lignende, og man ser samme mønsteret på ettermiddag når skole- og arbeidsdagen er over. I tillegg har en industri og transport i forstedene som utgjør pendling for større kjøretøy og firmabiler.



Figure 25: ÅDT-oversikt på ferskt ortofoto.

Framskrivning av ÅDT

Under ser en utklipp fra tabell utarbeidet av Vegvesenet for framskrivning av ÅDT i et 20 års perspektiv. I følge tallene ser man at det allerede er ÅDT over 12 000, og dermed krav om firefelts motorveg og planskilt kryss. Innen 2034 ser en at også strekningen Solavågseidet-Mauseidvåg ligger like under kravet for firefeltsveg. Dette er bare basert på en årlig vekst og ikke eventuelle endringer i kjøremønster som andre utbyggingsprosjekt kan forårsake. Se Vedlegg 4 for fullstendig tabell.

3	År	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017			
4	ÅDT Solavågseidet X61 - Vegsund sør				11810	11975	12143	12277	12412	12548			
5	ÅDT Solavågseidet X61 - Mauseidvåg				8500	8619	8740	8836	8933	9031			
6	ÅDT Solavågen - Solavågseidet X61				2780	2819	2858	2890	2922	2954			
9	Årlig vekst 2008-2010:	1,014											
10	Årlig vekst 2010-2014:	1,014											
11	Årlig vekst 2014-2020:	1,011											
12	Årlig vekst 2020-2030:	1,014											
13	Årlig vekst 2030-2040:	1,007											
15		Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB
19		2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
20		13708	13900	14095	14292	14492	14695	14901	15005	15110	15216	15323	15430
21		9866	10004	10144	10286	10431	10577	10725	10800	10875	10951	11028	11105
22		3227	3272	3318	3364	3411	3459	3508	3532	3557	3582	3607	3632

Figure 26: Framskrivning av ÅDT utarbeidet av Statens vegvesen.

Ulykkesstatistikk

En av grunnen til at Vegvesenet ønsker krysset vurdert og analysert er på grunn av den mørke ulykkesstatistikken. Siden 2005 har det vært 27 ulykker med personskade av ulik grad. Se tabell under. Se Vedlegg 5 for mer omfattende statistikk og detaljer.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	Veg	HP	Meter	Alvorligste skadegrad	Ulykkesdato	Uhellskode	Antall enheter	Antall drepte i ulykken	Antall alvorlig skadet	Antall lettere skadet	Oppgitt antall skadde	Stedsforhold	
2	E39	13	1746	Lettere skadd	20120919	Påkjøring bakfra	2	0	0	5	5	3-armet kryss (T-kryss, Y-kryss)	
3	E39	13	1889	Ikke registrert	20130313	Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side på rett vegstreking	1	0	0	0	2	Vegstreking utenfor kryss/avkjørsel	
4	E39	13	1993	Lettere skadd	20110916	Påkjøring bakfra	2	0	0	5	5	Avkjørsel	
5	E39	13	2048	Alvorlig skadd	20090108	Påkjøring bakfra	4	0	3	1	4	Annet kryss	
6	E39	13	2067	Lettere skadd	20111217	Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side på rett vegstreking	1	0	0	1	6	Vegstreking utenfor kryss/avkjørsel	
7	E39	13	2197	Alvorlig skadd	20111112	Møting på rett vegstreking	2	0	1	0	1	Vegstreking utenfor kryss/avkjørsel	
8	E39	13	2248	Lettere skadd	20070922	Møting i kurve	4	0	0	2	2	Vegstreking utenfor kryss/avkjørsel	
9	E39	13	2273	Lettere skadd	20070123	Påkjøring bakfra	2	0	0	1	1	Vegstreking utenfor kryss/avkjørsel	
10	E39	13	2581	Lettere skadd	20130327	Enslig kjøretøy kjørte utfor på venstre side i høyrekurve	1	0	0	1	1	Vegstreking utenfor kryss/avkjørsel	
11	E39	13	2704	Lettere skadd	20131005	Enslig kjøretøy kjørte utfor på venstre side i venstrekurve	1	0	0	1	1	Vegstreking utenfor kryss/avkjørsel	
12	E39	13	2969	Lettere skadd	20070424	Møting på rett vegstreking	3	0	0	1	1	Vegstreking utenfor kryss/avkjørsel	
13	E39	13	3031	Lettere skadd	20071207	Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side på rett vegstreking	1	0	0	1	1	Vegstreking utenfor kryss/avkjørsel	
14	E39	13	3064	Lettere skadd	20100904	Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side i venstrekurve	1	0	0	1	1	Vegstreking utenfor kryss/avkjørsel	
15	E39	13	3852	Ikke registrert	20110113	Avsvingning til venstre foran kjørende i motsatt retning	2	0	0	0	3	3-armet kryss (T-kryss, Y-kryss)	
16	E39	13	3855	Ikke registrert	20121015	Venstresving foran kjørende i motsatt retning	2	0	0	0	1	3-armet kryss (T-kryss, Y-kryss)	
17	E39	13	4972	Lettere skadd	20071218	Påkjøring bakfra	2	0	0	1	1	Vegstreking utenfor kryss/avkjørsel	
18	E39	13	5059	Lettere skadd	20130811	Møting på rett vegstreking	2	0	0	6	6	Vegstreking utenfor kryss/avkjørsel	
19	E39	14	332	Lettere skadd	20090524	Påkjøring bakfra	2	0	0	1	1	Vegstreking utenfor kryss/avkjørsel	
20	Fv61	1	364	Lettere skadd	20080316	Uhell med uklart forløp hvor enslig kjøretøy kjørte utfor vegen	1	0	0	1	1	Vegstreking utenfor kryss/avkjørsel	
21	Fv61	1	430	Drept	20080616	Møting i kurve	2	1	0	1	1	Vegstreking utenfor kryss/avkjørsel	
22	Fv61	1	586	Lettere skadd	20100616	Avsvingning til venstre foran kjørende i motsatt retning	2	0	0	1	1	3-armet kryss (T-kryss, Y-kryss)	
23	Fv61	1	602	Alvorlig skadd	20131115	Avsvingning til venstre foran kjørende i motsatt retning	2	0	1	0	1	Avkjørsel	
24	Fv61	1	609	Lettere skadd	20060509	Påkjøring bakfra ved venstresving	2	0	0	5	5	Avkjørsel	
25	Fv61	1	994	Ikke registrert	20130520	Enslig kjøretøy kjørte utfor på høyre side i venstrekurve	1	0	0	0	1	Vegstreking utenfor kryss/avkjørsel	
26	Fv61	1	996	Drept	20080725	Enslig kjøretøy kjørte utfor på venstre side på rett vegstreking	1	1	1	1	0	2	Vegstreking utenfor kryss/avkjørsel
27	Fv61	1	1106	Lettere skadd	20070828	Påkjøring bakfra	3	0	0	0	3	3	Vegstreking utenfor kryss/avkjørsel
28													

Figure 27: Ulykkesstatistikk med data og tall.



Figure 28: Oversikt over hvor hendelsene har funnet sted.

Trafikkavviklingen

Som det går frem av ÅDT-tallene, er størsteparten av trafikken på strekingen Mauseidvåg-Vegsundet. Ulempen er jevne pulser av ferjetraffikk fra sambandene Hareid-Sulesund og Festøy-Solavågen som møtes i krysset på samme tidspunkt. I tillegg er det to T-kryss både øst og vest for krysset med avkjøring mot Bjørkavågen og Solavågen skole. En gangbro forbinder Solavågseidet med Solavågen like øst for Johan R. Sunde-bygget.

Fra 1.mai 2014 ble fergetidene endret med 10 minutters senere avgang på sambandet Festøy-Solavågen. Endringen har nok gjort situasjonen noe bedre, men fortsatt er det registrert kødannelser og uheldige situasjoner i morgen- og ettermiddagsrushet.

Fartsgrense

Fartsgrensen ble nedjustert av Statens vegvesen fra 80- til 70 kilometer i timen som følge av dødsulykkene i 2008 (Sunnmørsposten 2013). E39 fra ferjekaien til krysset har fartsgrense 60 kilometer i timen forbi tettbebyggelsen, 70 videre frem til krysset.

Terrengmessige forhold

Eksisterende hovedvei er sprenget gjennom en knaus nord for Stølenakken før terrenget åpner seg til en jevn helling fra Solavågseidet og ned til bukta ved Storevalen. Grunnen består i hovedsak av et tynt lag med marin strandavsetning som ligg på fjell ref. kartutsnittet under. Utover det forutsetter vi i denne oppgaven at grunnen er god nok til å tole utbyggingen av krysset og kommer ikke til å gå nærmere inn på de terrengmessige forholdene. Ved en detaljprosjektering ville en ta forhåndsregler med tanke på kvikkleire og forebygging av tele, og vi ser det derfor relevant å nevne dette punktet. Kartet er hentet fra Sula- og Ålesund kommune sine kartsider:

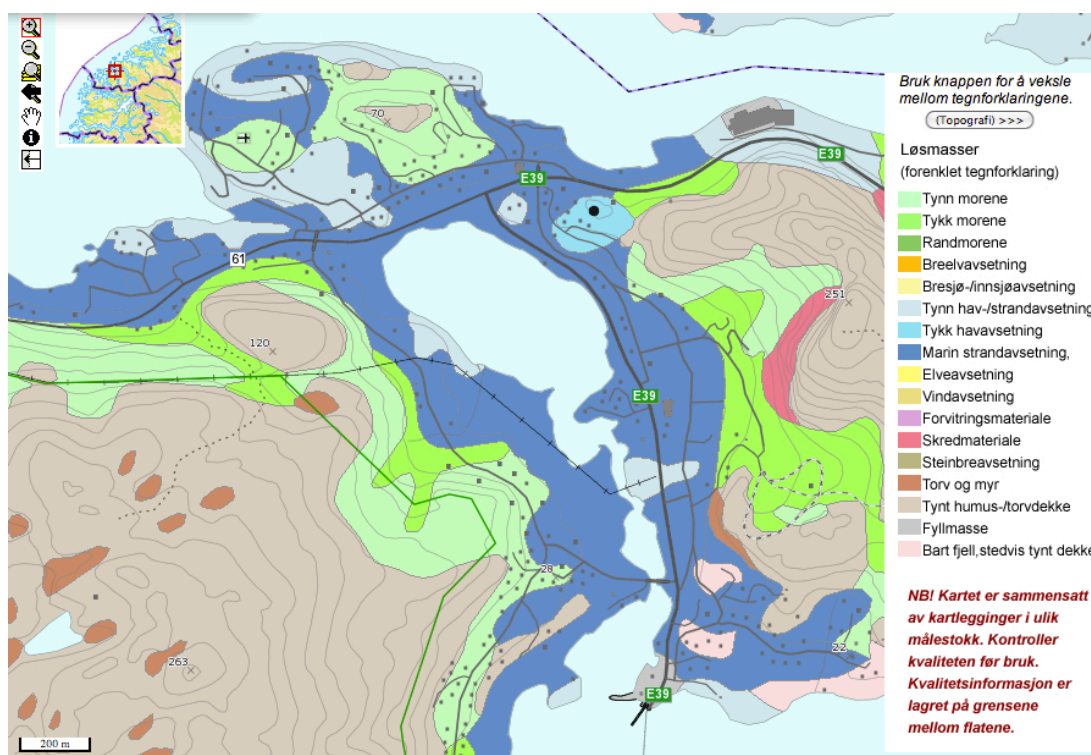


Figure 29: Geologisk kart med aktuelle løsmasser.

Planlagt utvikling i området

Det foreligger ikke noen konkrete plan for kryssområdet, men det ble gjort en hovedoppgave i fjor, med prosjektering av en rundkjøring som erstatning for dagens T-kryss.

Det er likevel flere større prosjekt i distriktet som kan ha påvirkning både på trafikkmønster, men også ÅDT gjennom krysset. De to fjordkryssingsprosjektene Hafast og Fefast – ferjefrikryssing av Sulafjorden og Storfjorden - vil trolig føre til en jevnere strøm av trafikk på det stedet hvor kryssingen eventuelt vil bli realisert. Et annet prosjekt som trolig vil kunne påvirke Solavågseidet er et privat prosjekt med undersjøisk tunell under Borgundfjorden mellom Måseide og Vedde. Det kan tenkes at en del av trafikkmengden fra Langevåg og omkringliggende områder vil benytte denne vegen til Ålesund i stedet for å kjøre via Solavågseidet og Vegsund.

14.april i år kunngjorde Frp sin parlamentariske leder at regjeringen har valgt Hafast som trasé for fergefri E39, og at valget står fast. Det blir likevel spekulert i om prosjektet noen gang vil bli realisert da det ansees som teknisk vanskelig eller kanskje umulig å gjennomføre (Sunnmørsposten 2014).

Vi kommer likevel til å forholde oss til de tall og data som foreligger nå, og dimensjonerer etter et fremtidig skue etter Statens vegvesen sine data, men er som nevnt kjent med at prosjektene kan bli realisert, og at kjøremønster og behov kan bli endret med disse.

Inngrep

Ved plassering av krysset ønsker vi å ta hensyn til omkringliggende hus og bygninger så langt dette går, men forutsetter med grunnlag i Veglova §14:

”Når Stortinget har gjort vedtak om bygging eller utbetring av riksvegar, kan Vegdirektoratet fastsette at vedkomande kommune skal syte for eigedomsinngrep etter §§ 49 og 50, jfr. § 60, og for å få gjort arbeidet på riksvegstrekingar som ligg i kommunen. Arbeidet skal gjerast i samsvar med godkjent plan.”

og Veglova§50:

”Mot vederlag etter skjønn til den det råkar, kan eigedomsinngrep settast i verk etter vedtak av vegstyremakta så langt ho finn at det trengs til bygging, utbetring, vedlikehald og drift av riksveg, fylkesveg eller kommunal veg...”

at det går greit å rive noen bygg der dette er nødvendig for å optimalisere veglinjen (Lovdata: Veglova 2014)



Figure 30: Bygg som trolig må rives.

Med toplanskryss er det tenkelig at det øvre planet vil ruve i terrenget, og vi ønsker å senke krysset så langt det lar seg gjøre for å få minst mulig masse og hindre støy. Skjæringer og

fyllinger blir utformet etter Statens vegvesen sine håndbøker og etter beste evne valgt på en slik måte at de gjenspeiler et estetisk uttrykk til kulturlandskapet som allerede er på staden.

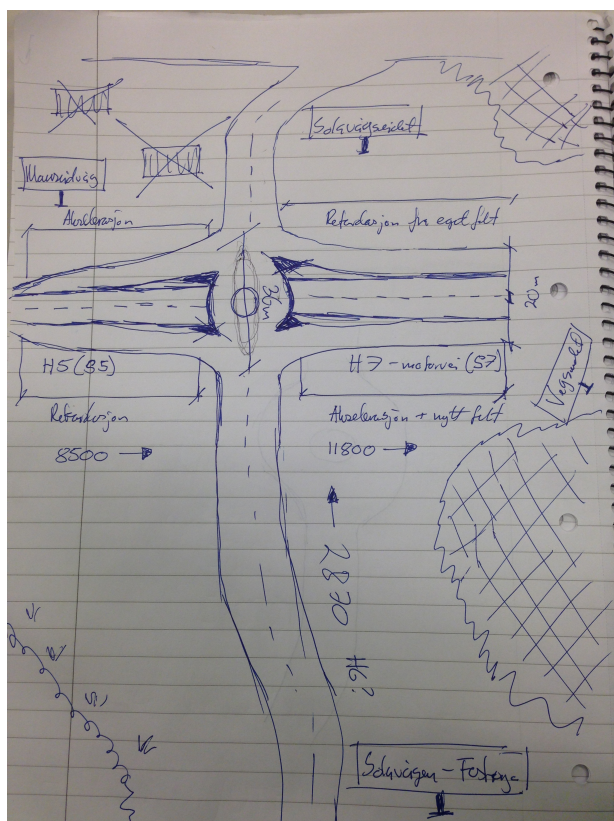
På Sula kommune sine kartsider (felles med Ålesund kart) kan man se symboler for fredede kulturminner på tre steder for området vårt. To av dem ligger imidlertid under eller like ved eksisterende veg. Det tredje ligger slik til at en av rampene ville gå over det, vertfall i følge kartet. Hvorvidt disse kulturminnene vil hindre en realisering av vår løsning er ikke kjent, og vi forutsetter at det ikke ville være noe problem, og kommer ikke til å gå nærmere inn på det her. Et forprosjekt ville ha kunne gitt mer utfyllende info og detaljer om blant annet slike ting, og ville vært en selvfølge før detaljprosjekteringen hadde startet.

4.2 Kryssløsning

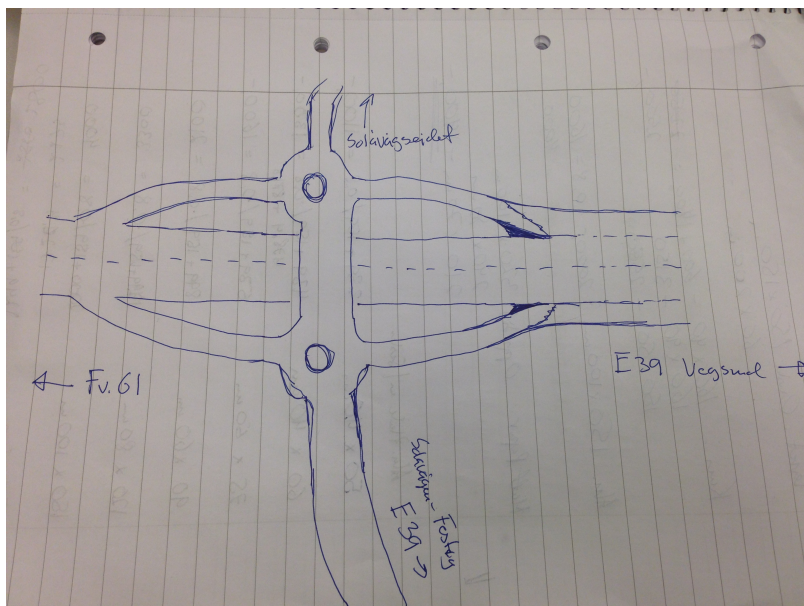
3 alternativ

Som det går frem av oppgaven – er kravet at kryssløsningen skal gå over to plan. Dette er basert på trafikk tallene som foreligger. Av tradisjonelle toplansløsninger er ruterkryss (diamantkryss), trompetkryss eller kløverbladkryss de mest vanlige. Vi evaluerte området og kom frem til tre alternativ som kan være aktuelle. De har alle i hovedsak tatt hensyn til plassmangelen som er på stedet. Firefeltsmotorveg i seg selv høres kanskje for folk flest ut som noe stort og plasskrevende, og det er også derfor ønskelig å ikke bruke mer plass enn nødvendig. Hva økonomi angår, har vi ikke tatt nøyere i betraktning annet enn at vi har forsøkt utøve fornuft og vurdert etter det vi tror kan være beste og rimeligste løsning.

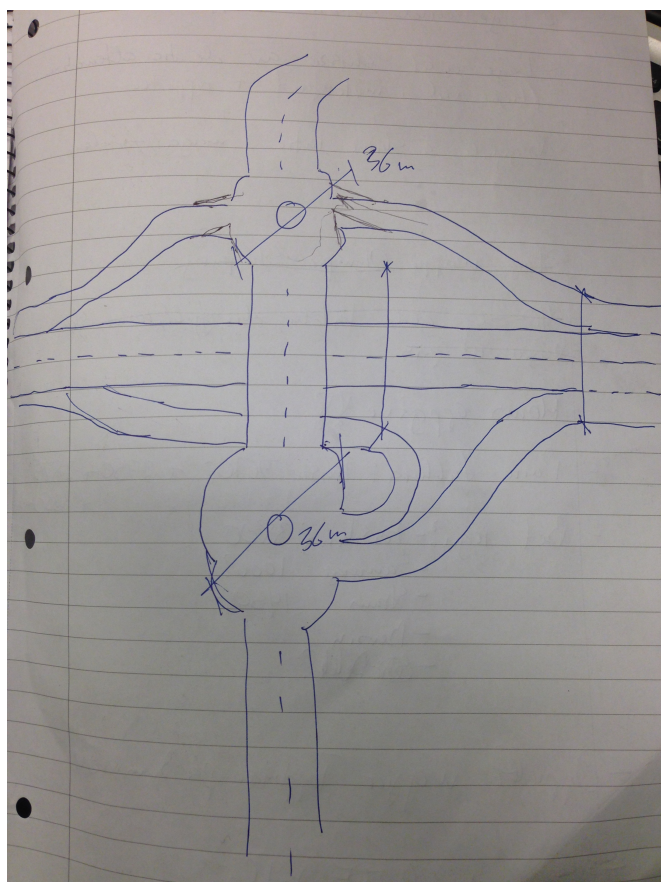
Alternativ 1: Stor rundkjøring over primærveien



Alternativ 2: Tradisjonelt ruterkryss



Alternativ 3: Kombinert ruterkryss med trompetrampe



Fordeler med valgt kryssløsning

Valget landet til slutt på alternativ 2; tradisjonelt ruterkryss. Dette fordi trafikken må opp i ramper uansett løsning, og plassmangel ble avgjørende for å ikke velge en kombinert løsning

som i alternativ 3. Alternativ 1, en variant av 3-planskrysset på Sinsen i Oslo, kan tenkes at ville vært enda mer plassbesparende. Etter råd fra Robin Sætre, mente han det ville bli mer avansert med en konstruert rundkjøring som i alternativ 1, og at når det likevel foreligger nok plass til et tradisjonelt ruterkryss så ville det være en mer fornuftig og trolig bedre økonomisk løsning. Symmetrien om primærveg-aksen gir også et bedre visuelt uttrykk enn for eksempel den kombinerte løsning i alternativ 3.

Rent teknisk med tanke på kjørekomfort, vil det bli behagelig fartsøkning og retardasjon i ramper med stigning og fall etter gjeldende håndbøker. Spesielt for vårt kryss er nok overgangen fra fire felt til to i løpet av kryssområdet. Det var litt usikkerhet rundt om en må av sikkerhetsmessige årsaker trekke firefeltsvegen gjennom hele kryssområdet før man kan gå over på en smalere vegtype. Under et møte sa seksjonsleder i Statens vegvesen, Håvard Parr Dimmen at det likevel var mulig å gjøre det på vår måte om man benyttet såkalt feltsubtraksjon. Se Vedlegg 3 – Møtereferat 1. Dette forutsetter god skilting av at ytterste kjørefelt vil forlate hovedvegen. Mer om dette lenger nede i oppgaven.

Ulemper

Ettersom krysset skal gå i to plan, er en nødt til å sette av en fri høyde mellom hovedveg og overliggende bro. Vi så på som et alternativ å senke dagens veg, men slo det fra oss etter en nøyere vurdering med tanke på vertikalcurvatur og økonomiske forutsetninger. Det er altså lite å gjøre med at krysset blir ruvende såpass høyt i terrenget. Vi vedtok imidlertid et fall på rundkjøringene for å senke den sørlige lavest mulig. Mer om dette under punkt 4.2.1. Med den store fyllingen og at krysset vil bli en forhøyning i terrenget er nok ikke bare estetisk uheldig, men vil trolig også medføre en økning i støy. Det kan derfor være aktuelt med støyhinder i form av voll eller mur på flere steder, blant annet øst for den sørlige rundkjøringen hvor det står hus tett inn til, og i høyde med den nye veien.

Andre løsninger

Ettersom oppgaven konkret gjelder prosjektering av et toplanskryss har vi ikke gått nærmere inn på andre mulige løsninger for kryssområdet. Vi har likevel sett for oss et alternativ med tunnel under Leirvågdaalen og gjennom Leirvågfjellet med utløp rundt Reitehaugen sørvest for Vegsundbroa. Et flettefelt her, eventuelt direkte tilknytting til en firefelts veg, vil kunne avlaste trafikkmengden i krysset ved Solavågseidet, og mønsteret ville trolig bli endret radikalt.

4.2.1 Valg av dimensjoneringsklasse

Ved valg av dimensjoneringsklasse må man se an hvilket formål veien skal tjene. Vi har i dag en hovedveg med ÅDT på over 12000, og farten vil trolig være ønskelig at skal ligge på 80 km/t. Av dette ser vi av tabell C.6 under punkt 2.1.2, at det tilsvarer firefeltsmotorveg, H7. Fra krysset mot Mauseidvåg avtar ÅDT og det er tilstrekkelig med H5 vei. Primærvegen er valgt, og vi skal under gå mer i detalj for hvert enkelt vegstykke. Dimensjonerende parameter for vegmodellene kan sees under punkt 2.1.2.

Vegmodell 10 000 – primærveg, H7

Som nevnt ovenfor blir hovedvegen firefeltsmotorveg. Av Figur C.6 ser vi at den totale vegbredden blir 20m. Den består av skulder, fire kjørefelt og midtrekkverk med skulder på begge sider. Kryssløsning skal være planskilt, veien skal være avkjørselsfri og den bør

belyses. Krysset øst for Johan R. Sunde må derfor stenges. Dimensjonerende kjøretøy er VT – Vogntog og kjøremåte er A. Vegen er dimensjonert til fartsgrense 90 km/t, men vi antar at det vil bli 80 km/t på hele strekningen, også på H5-vegen. Det er altså en oppjustering på 10 km/t fra dagens fartsgrense. Dette burde la seg gjøre da det blir midtrekkverk på den nye veggen. Gangbroen mellom boligene på Stølenakken og Johan R. Sunde må rives på grunn av bredere veg. Det kan tenkes det vil være mulighet for å bygge denne opp igjen ettersom areal har blitt frigjort i krysområdet like ved som har blitt avstengt.

Vegmodell 11 000 – Primærveg, H5

Tverrprofil for H5 under Figur C.6 gir en bredde på 12.5m. Dimensjonerende kjøretøy er VT og kjøremåte er A. Det er som tidligere nevnt avsatt bredde under bro og videre mot Mauseidvåg dersom det skulle bli aktuelt med firefeltsmotorveg også her. Plass til ett ekstra kjørefelt på 3,5 m er avsatt på begge sider, samt grøfteareal. Det er lite trolig at dette vil bli realisert, men dersom det skulle bli aktuelt så ville man slippe å måtte rive broen og bygge ny. Vegen skal være avkjørsselfri og krysset vest mot Bjørkavågen må derfor stenges.

Vegmodell 12 000 – Sekundærveg, H1

Fra krysset mot Solavågen ferjekai er det i dag en ÅDT på underkant av 3000. Med en fremtidig trafikkøkning, og eventuell brokryssing ved realisert Fefast-prosjekt, antar vi en ÅDT på over 4000. Med dagens fartsgrense på 60-70 km/t i det spredt bebygde området har vi valgt H1-veg for denne vegstrekningen. Dette er litt breiere veg en det er i dag.

Vegmodell 13 000 – Bro, H1

Broen mellom rundkjøringene ble dimensjonert etter en antatt ÅDT ut i fra de tallene som foreligger. Vi antok en trafikkmengde over selve broen på mellom 4000-12 000 som tilsvarer H1-veg. Figur C.2 viser tverrprofil på 8,5 m. Ut i fra en sporingsanalyse vi gjorde måtte vi i tillegg breddeutvide broen med tall estimert fra analysen. Den endelige bredden på broen ble 9m på midten og en del mer i innkjøringene på begge sider av broen. Hvert av kjørefeltene fikk breddeutvidelse på 0,25m og har deleøyer i mellom seg i endene av broen. Spøringsanalysen ble foretatt av dimensjonerende kjøretøy og kjøremåte som er vogntog og måte A. Lengden på broen er 36m.

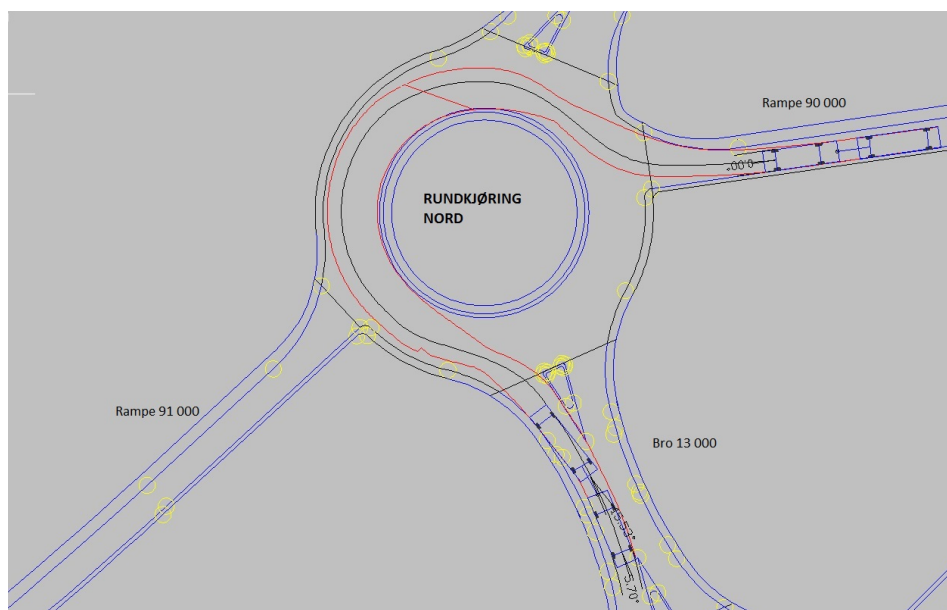


Figure 31: Spningsanalyse for rundkjøring og bro

Fri høyde fra underliggende veg til bro er etter HB017 kapittel F.4 satt til 4.50m + 0,1m for byggetolleranse og + 0,1m for vedlikehold av slitelag. I tillegg 0,2 m sikkerhetsmargin. Det gir en total fri høyde på 4.90m. Det er usikkerhet rundt hvor tykk selve brokonstruksjonen på en slik bro må være. Novapoint Bru tegnet ut automatisk en tykkelse på 0,90 m i T-profil, noe som kan tenkes å være litt lite. Spesielt med tanke på hvor vidt spennet på 36 meter krever søyler eller om det kan bygges slik at den tolerer tyngden av konstruksjonen med trafikk på. Vi forutsetter at dette ikke vil være noe problem og vil derfor ikke gå mer inn på det.

Vegmodell 20 000 – Sa1

Med firefelts motorveg kreves det at vegen skal være avkjørselsfri og minste avstand mellom kryss bør være 1 km. Dette innebærer at krysset øst for Johan R. Sunde-bygget må stenges. I tillegg har vi valgt å benytte kun innkjøring på hovedveg for krysset vest på Solavågseidet. På den måten slipper man fare for trafikkulykker, for eksempel påkjøring bakfra ved avkjøring.

Som en erstatning har vi valgt å legge trafikken inn om rundkjøringene. Trafikktallene for denne vegen ble vurdert ut i fra antall boliger, skole og næringsbygg i området. ÅDT ble estimert som under 1500, og samleveg for boligområder har vanligvis fartsgrense på 50km/t. Vi har derfor valgt Sa1-veg for denne vegen, og dimensjoneres etter vogntog og kjøremåte B. Kravet er derimot minst L – lastebil, og kjøremåte C. Det kan tenkes at det er tilstrekkelig å dimensjonere etter buss, med tanke på skolerute til og fra skole. Men på befaring ble det observert vogntog på parkeringsplassen ved næringsbygget Johan R. Sunde, og vi ønsker derfor ikke å forhindre transport til og fra dette bygget. Tverrprofil for Sa1-veg er 6 meter, men på grunn av krapp horisontalkurveradius har vi tilført en variabel breddeutvidelse interpolert fra spningsanalysen for vogntoget.

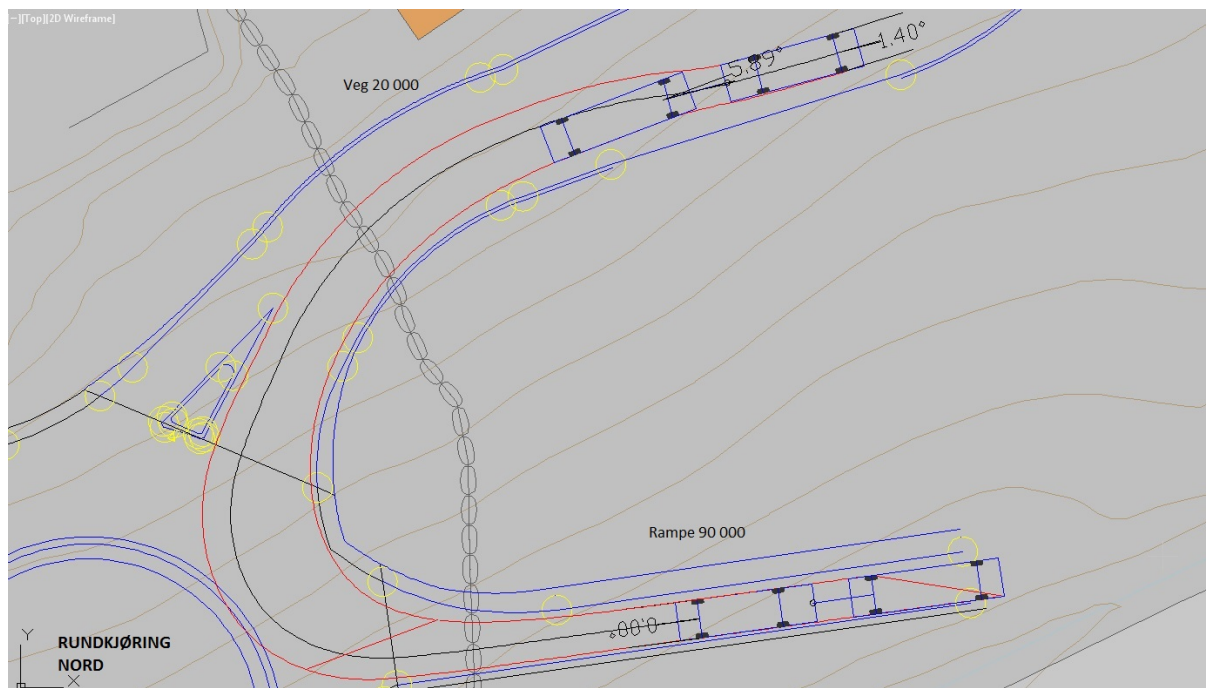


Figure 32: Springsanalyse for Sa1-vegen.

Vegmodell 40 000 – Rundkjøring Nord

Rundkjøringene er dimensjonert etter figur E.12 under punkt 2.1.2. Ytre diameter er 40 meter, i tillegg kommer skulder og rekkverksrom. Sirkulasjonsarealet er dimensjonert etter vogntog, og skal minimum være 6,0 m. Vi valgte 7,0 m for å gi en romslig svingradius for de lengste kjøretøyene. Skulder utgjør 0,5 m inn mot overkjørbart areal som er 1,0 m bredt. Begge rundkjøringene har et fall på 2,5% nedover mot Storevalen. Dette for å få senket bro og den sørlige rundkjøringen mest mulig i det oppbygde terrenget. Tverrfallet er 3% i selve sirkulasjonsarealet. Inn til sentraløya er det 16 cm høy brosteinkant.

Vegmodell 41 000 – Rundkjøring Sør

Denne rundkjøringen er omtrent identisk med den andre, med samme diameter og mål på de ulike feltene. Fallet er 2,5% og tverrfall i sirkulasjonsarealet er 3%.

Vegmodell 90 000 – Rampe (1, NØ)

Rampene er dimensjonert etter figur E.20 under punkt 2.1.2. Kjørefeltet er 3.5 m, med 0,5 m skulder på venstre side og 1,5 m på høyre. Dette på grunn av sikkerhet ved eventuelt motorhavari. Stigningen er på det bratteste 8%, med en utflating i toppen på mellom 2-2,5% på grunn av krav om oversikt før kryss. Fartsgrense er 50 km/t. For tverrfall og detaljer på rampene for øvrig, se Vedlegg 12 – Tegningshefte, D-001 og D-003.

Alle rampene har breddeutvidelse, utregnet fra Tabell F.2 under punkt 2.1.2.

Ved kjørefeltbredde $> 3,25$ m reduseres kravene i tabell F.2 med økning i kjørefeltbredde utover $3,25$ m. Breddedeutvidelsen fordeles likt på de to kjørefeltene. Ettersom vi har en rampe med $3,5$ m reduseres kravet med $0,25$ m. Avlest horisontalkurvatur og dimensjonerende kjøretøy gir $X - 0,25$ m/2 for de forskjellige rampene. Dette fordi 1-feltsveger gir halv breddedeutvidelse.

Denne rampen har radius på overgangskurven (se Figur E.21) på 300 m. Med bredde $3,5$ m gir det avlest breddedeutvidelse på $0,5$ m, minus reduksjon på $0,25$ på grunn av bredde på kjørefelt er over $3,25$ m. I tillegg deles $0,25$ på to grunna 1-felts veg. Total breddedeutvidelse for denne rampen blir med det $0,125$ m.

Avkjøringsrampen forlater et eget kjørefelt, ulikt fra vanlige ramper med retardasjon. Det er derfor viktig med tilstrekkelig skilting for det som kalles feltsubtraksjon. Skiltet, hentet fra HB050, viser at om man fortsetter videre i nåværende kjørefelt vil en forlate hovedvegen.

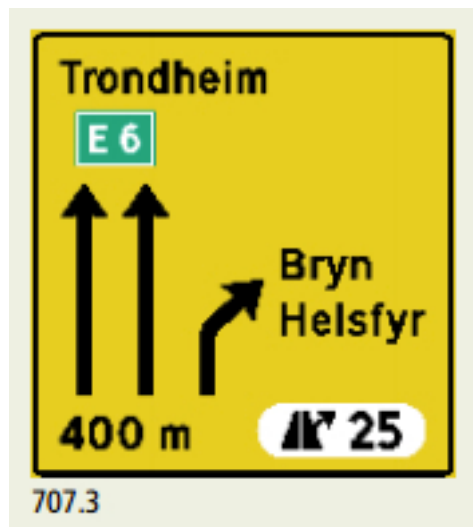


Figure 33: Eksempel på skilting av feltsubtraksjon.

Vegmodell 91 000 – Rampe (2, NV)

Denne rampen har samme mål, stigning og tverrfall som foregående rampe. Radius er 300 m, og utregnet breddedeutvidelse blir også her $0,125$ m.

Til forskjell fra de andre har denne rampen et akselerasjonsstrekning og overgangsstrekning. Dette er utformet etter figur E.22 under punkt 2.1.2. Utregning av feltet er gjort etter modell hentet fra HB263. Se Vedlegg 6. Akselerasjonsfeltet (L1) ble 133 meter og overgangsstrekningen (L2) ble 30 meter. Fartsgrensen er 50 km/t.

Ettersom det er en rampe i høyrekurve kan det gi dårlig sikt bakover for påkjørende trafikk. For siktanalyse av figur E.23 under punkt 2.1.2, se Vedlegg 12 –Tegningshefte for inntegnet sikt krav i C-tegningene.

Vegmodell 92 000 – Rampe (3, SV)

Radius på rampen er 200 m. Avlest data fra figur E.21 og utregnet, blir breddedeutvidelsen $0,225$ m. Som for Rampe 2 så har vi gjort utregning av retardasjon ettersom det er en overgangsstrekning og retardasjonsstrekning som avkjøring fra hovedveg. Se Vedlegg 6. Retardasjonsfeltet ble $83,9$ meter og overgangsstrekningen ble 30 meter. Fartsgrensen er 50 km/t.

Brurekkverket kan gi dårlig sikt for trafikk fra avkjøringsrampen inn mot den overliggende rundkjøringen. Vi har derfor utført en sikt kontroll etter figur E.16 under punkt 2.1.2, se bilde under. For flere sikt kontroller se Vedlegg 12 –Tegningshefte for inntegnet sikt krav i E-tegningene.

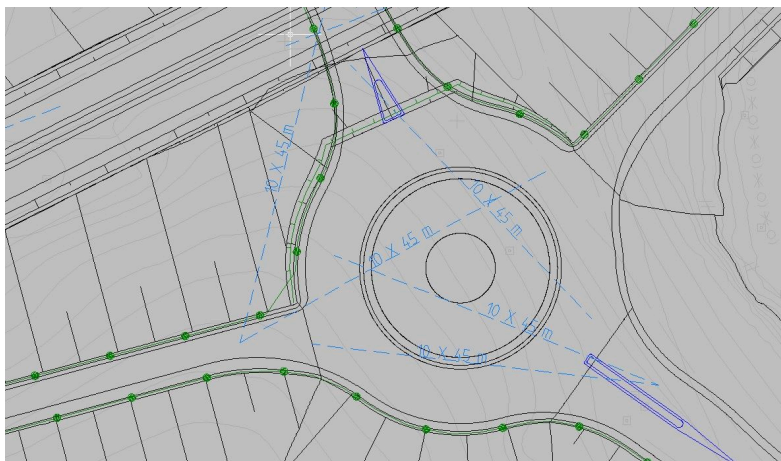


Figure 34: Siktanalyse i ulike retninger.

Vegmodell 93 000 – Rampe (4, SØ)

Radius på denne er litt krapp på grunn av sving. Radius er satt til 150m. Breddeutvidelse på denne rampen blir dermed 0,325m. Rampen har ikke akselerasjonsfelt og fletting, men går videre i eget kjørefelt. Kjørefeltet er 3.5 m, med 0,5 m skulder på venstre side og 1,5 m på høyre. Tverrfallet er på 8% og hellingen er på det bratteste 8% med en myk start på rundt 2%.

4.2.2 Grøft

I henhold til punkt 2.1.3 må vi velge mellom en åpen eller lukket drenering. På grunn av det er en høytrafikkert veg ble det gjort en vurdering sammen med Robin Sætre om at lukket drenering vil være det mest gunstige.

Figur 242.3 under samme punkt blir dermed gjeldende. Grøftedybden settes dermed til 0,30 m under vegoverbygning avlest fra tabell med standardklasse H. Bredden blir 1,2 m med helning 1:4. Grøftebunn blir 0,5 m bred, og terreng mot eventuell skjæring blir 1:2 eller 1:1,5.

Ettersom kryssområdet befinner seg utenfor tettbygd strøk kan det tenkes at det ikke finnes noen hovedledning i området til å føre samleledningen inn på. Det kan derfor tenkes at det mest fornuftige vil være å samle vannet og transportere det i fall ned skråningen til Storvalen. Den lille bukta har stillestående sjøvann mellom tidevannet, og et direkte utslipp vil nok trolig ikke være heldig med tanke på forurensing. Et lite pumpehus med rensing kan da være en løsning, eller pumpe vannet videre og koble det på et annet sted. Vi har ikke tatt stilling til mer utgreiing om dette temaet i denne oppgaven.

4.2.3 Skjæring og fylling

Vi valgte å benytte redusert skjæringsprofil etter figur 225.2 under punkt 2.1.4. Dette grunna fare for iskjøving og nedfall, særlig ved Stølenakken der skjæringen vil være nordvendt og således større sannsynlighet for pålagring av is ettersom solen ikke tar her. Oppfyllingen mot berget bør i midlertid ikke være høyere enn anvist på figuren på grunn av rulleenergien isklumpene kan få ved smelting.

Fyllinger legges med naturstein i skråningshelling 3:1. Dette gjelder steder som under bro, ved ramper og skråning nord mot Tørla. Jordfylling mot Storvalen og jordfyllinger generelt har skråningshelling 1:2.

4.2.4 Rekkverk

Behovet for rekkverk er vurdert ut ifrå tabeller under 2.1.5. Det er aktuelt i forskjellige profil med ulik bredde avhengig av trafikkmengde. For rundkjøring, ramper og veger med ÅDT >12

000 og fartsgrense <80km/t er bredden 0,5 m. Dette gjelder alle våre vegmodeller med unntak av H7 som får 0,75m bredt rekkverksrom på grunn av ÅDT \geq 12 000 og fartsgrense > 80 km/t i henhold til figur 2.10.3.

4.2.5 Prosjektering

Prosjektering av toplanskryss på Solavågseidet har ikke vært noen enkel oppgave. Det har vært mange faktorer å ta hensyn til, både topologiske og tekniske problemstillinger har bidratt til å utfordre oss. På grunn av liten plass mellom Johan R. Sunde og Stølenakken kom vi ikke uten om å måtte rive to hus på sørsiden av hovedvegen, samt en løe på nordsiden. Ettersom kryssløsningen går i to plan måtte vi bygge opp eksisterende terreng, noe som gav store fyllinger som ikke var til å unngå. I følge masseberegningsrapportene for vegmodellene - se Vedlegg 11 –Masseberegning – utgjør sprengt fjell 43 436 m³ og 508m³ utgravd jord. Til gjengjeld trengs det 90 549 m³ fylling. Jordlaget ble satt til 1m under prosjekteringen av modellen. Dette vurdert ut fra type løsmasser og geologisk sammensetning hentet fra Figur 29. Det trengs altså grovt estimert 46 605 m³ med anbrakt fyllmasse til fyllinger.

Som den 6.mest ulykkesutsatte strekningen på Sunnmøre (Sunnmørsposten 9/8-2013) var det viktig for oss å velge en trygg og god trafikkavløsning. Kjørebildet er endret ved at man har fått planskilt kryssing av hovedveg, samt stengt av de to andre T-kryssene i området. I tillegg er begge de to vegtypene på hovedvegen dimensjonert med midtrekkverk. På den måten har vi redusert muligheten for en rekke type trafikkulykker radikalt.

En mål med oppgaven har vært å følge Statens vegvesen sine standarder i håndbøkene. Dette har latt seg gjøre mest hele veien, med unntak av utformingen av vegmodell 20 000, Sa1. Vegen har krappere horisontalkurveradius en det HB 017 tillater. Dette ble slik da det var eneste måten å få slak nok stigning og på grunn av liten plass. Vi har i gjengjeld benyttet tilstrekkelig breddeutvidelse på opp til 3 m på hver side for at vogntog skal kunne overholde kjøremåte B. Vi har altså her brutt med gjeldende krav i HB017.

Utover det benyttes tall og statistikk som er usikre. Med flere mulige prosjekter i nærområdet i fremtiden, er det tvil om hvor vidt man skal en planlegge etter statistikk og variabler eller anta utvikling og prøve å forutse endring i kjøremønster.

5 MODELLERING

5.1 3D-visualisering

En 3D-modell tar som tidligere nevnt utgangspunkt i en trådmodell som vert laget på grunnlag av kartet i 2D. Vi begynte derfor med å tegne opp hovudtrasèn i Mauseidvåg-Vegsund-aksen, og la den mest mulig etter den opprinnelige vegen for å få minst mulig utskjæringer og fyllinger. Inn mot Johan R. Sunde-bygget ble det tegnet etter radiusen til muren, slik at den kunne stå som før.

Deretter tegnet vi rundkjøringene. De ble beregnet etter minste frihøyde opp fra hovedvegen. På grunn av



Figure 35: 3D-modellen over nytt ortofoto.

feilmeldinger i Novapoint er det hull i sentraløya på rundkjøringene, siden det ikke har så mye å si på resultatet, brukte vi ikke mer tid på å få rettet i det. Videre ble rampene tegnet etter dimensjoner utregnet fra egen kalkulator. Det ble mye justeringer og pirk for å få disse til å treffe de andre vegmodellene. For å få til hjørneavrundingar har det blitt nytt av grensingslinjer. Tross litt hjelp fra veileder Robin, tok dette sin tid og

var noe av grunnen til at vi brukte mer tid på prosjekteringen enn planlagt. Også de to andre vegstykkene ble tegnet inn mot rundkjøringene i riktig høyde og avsluttet mot eksisterende vegger.

3D-modellen er blitt bygd med originale kartdata, men med fornyet ortofoto. Det gamle ortofoto-grunnlaget var ikke utdatert, men vi ønsket å tilknytte oss prosessen med utarbeidelse av denne typen oversiktsbilde gjennom bruk av drone. Selv om ikke området hadde merkbare endringer i terreng og bebyggelse, fikk vi vertfall et oppdatert bilde med god oppløsning.



Figure 36: Den endelige 3D-visualiseringen av toplansløsningen.

Vi har satt inn trær, steiner, skilt, vegmerking, havflate, rekkverk og kjøretøy. Dette for en mer virkelighetsoppfatning av 3D-modellen.



Figure 37: Inn mot den nye kryssløsningen fra to ulike sider.

En større visuell presentasjon av 3D modellen ligger i Vedlegg 12 – Tegningshefte under T-tegninger. Ellers kan man detaljstudere og navigere seg frem i modellen om man åpner prosjektet i Novapoint - eller se filmen - som ligger på CD'en.

6 DRØFTING

6.1 Prosjekteringen av toplanskrysset og 3D-modellering

Prosjekteringen av toplanskrysset var en grei prosess hvor vi har fått brukt kunnskap og erfaring vi har fått underveis i studiet. Fra starten har vi vært bevisst og klare på hvordan vi skulle nå målene og hva som måtte til for å nå dem. Det å kartlegge og innhente data, samt å klare å reflektere over fagstoffet og sette det ut i ideer og etter hvert konkrete oppgaver tror vi kan være en av grunnene til at vi kommet frem til et slikt resultat. I tillegg har det blitt mye dobbelsjekk og oppslag i håndbøkene. Det å i det hele tatt komme frem til et løsningsforslag er vel kanskje i og for seg ikke så vanskelig, men vi føler vi har levert et resultat som er basert på nøye og bevisste tanker, der vi har veid opp og tatt hensyn så langt det har vært mulig.

Det andre hovedmålet var modellering av kryssløsningen i dataverktøy, og utarbeide en presentasjon av modellen i 3D. Denne delen av oppgaven har nok vært mer tidkrevende og anstrengende enn antatt. Underveis i studiet har vi hatt fått innføring i Novapoint, men nye oppgraderinger og endringer har gjort at mye tid har gått med til feilsøking og prøving og feiling. Dette dels på grunn av selvlæring underveis etter hvert som problem og nye verktøy og knapper måtte tas i bruk. Tidlig i opparbeidingen av modellen opplevde en blant annet at objekt ikke ville knyte seg til flater på ønsket måte, og det oppstod ”bugs” og visuelle forringelser. Veileder Robin har likevel vært til god hjelp, og lange og hyggelige samtaler med Jakob i ViaNova har vært utslagsgivende for fremdriften i arbeidet. At programmet henger seg opp, store filer skal leses og figurer genereres har også ført til mer arbeid enn først antatt.

Vi mener likevel vi har greid å levert en god presentasjon av kryssløsningen etter de forutsetninger vi har med bruk av programvaren og utfordringene vi har blitt utsatt for underveis. Selve presentasjonen har et relativ enkelt innhold med de objekt vi mener er særlig relevante for å kunne presentere kryssløsningen på en god måte. Detaljgraden kunne selvsagt vært større dersom ønskelig.

Oppsummert har prosjekteringen resultert i en brukbar løsning, både teoretisk og som 3D-visualisering.

6.2 Evaluering av oppgaven

Helt fra starten på prosjekter har det å tilegne oss kunnskap og erfaring med prosjektering av veg, kryssløsning og tegning i modelleringsverktøy stått i fokus. For å få et så bredt grunnlag som mulig har kartlegging og diskusjon vært svært viktig for forståelsen og resultatet. Kartleggingsarbeidet har bestått i dialoger i hovedsak oss i mellom og med veileder Robin Sætre. Sammen har vi gjennomgått synfaring av området, tilegnet oss fagstoff gjennom håndbøker og innhentet data og statistikk for å få forskjellige innfallsvinkler og synspunkt på hvordan vi skulle løse oppgaven.

Etter hvert som ideer har blitt til konkrete oppgaver, har selvstendig arbeid og egne arbeidsoppgaver vært del av prosjektet, med blant annet tilegning av kunnskap i Novapoint via YouTube, datainnsamling fra håndbøker og standarder, men også felles møter med drøfting og veiledning for videre fremdrift. Dette for å kvalitetssikre arbeidet, ikke bare gjennom sidemanns-kontroll, men også rådføring med veileder som har erfaring fra både prosjektering i dataverktøy og godt kjent med normene til Statens vegvesen.

Målene som ble satt under forprosjektet ansees som å være nådd, og etterprøving og ettersyn har vært med på å komplettere arbeidet til et nivå vi vil si oss fornøyd med. Underveis i arbeidet med oppgaven har vi møtt på flere problemstillinger som en ikke hadde tatt stilling til på forhånd. Løsningen på disse problemene har gått greit, dels ved å forutsette at det lar seg gjøre, men også takket være hjelpsomme fagpersoner som har bistått i prosjektet.

7 KONKLUSJON

Hovedoppgaven har resultert i et nytt toplanskryss av typen ruterkryss. Løsningen er prosjektert etter vegdimensjoner som vil ha en god kapasitet i forhold til trafikkmengde. Hovedvegen er prosjektert som H5 og H7 veg. Trafikksikkerheten har blitt bedre ved at en har stengt av to kryss, på den måten unngår man skumle situasjoner som blant annet påkjørsel bakfra. I tillegg er eksisterende T-kryss hvor fergekøene møtes blitt til to plan, og man unngår kødannelser og farlige situasjoner mellom trafikantene. Det er også dimensjonert midtrekkverk på hele hovedvegen.

Kryssløsningen er visualisert i 3D. På grunn av utfordringer med dataverktøyene ble ikke modellen plettfri for visuelle feil, men gir et godt bilde av området slik det ville bli seende ut. Modellen er bygd opp på et ferskt ortofoto som bidrar til en nærmere virkelighetsoppfatning av toplanskrysset.

Rapporten og fremdriften har mer eller mindre fulgt forprosjektet, men en del mer tid og arbeid enn antatt er nedlagt. Rapporten er oppbygd slik at en skal kunne orientere seg enkelt og fagpersoner skal ha mulighet til å videreføre innholdet.

Vi anser målsettingene som oppnådde, og at de er løst på en god og ryddig måte.

8 REFERANSER

- [1] Statens vegvesen, Håndbok 017
- [2] Statens vegvesen, Håndbok 018
- [3] Statens vegvesen, Håndbok 231
- [4] Statens vegvesen, Håndbok 050
- [5] Statens vegvesen, Håndbok 263
- [6] Kjell Borgund, Høgskolen i Ålesund
- [7] Robin Sætre, Statens Vegvesen
- [8] Jakob Kowalski, 3D-modelleringsekspert, ViaNova
- [9] Sunnmørsposten 2013: <http://www.smp.no/nyheter/alesundogomland/article8053599.ece>
- [10] Sunnmørsposten 2014: <http://www.smp.no/nyheter/soere/article9516667.ece>
- [11] Veglova §14 og §50: http://lovdata.no/dokument/NL/lov/1963-06-21-23?q=veglova*
- [12] Teknisk Ukeblad, artikkel 2013:
<http://www.tu.no/samferdsel/2013/11/06/3d-modellering-av-veiprosjekter-reduserer-ekstrakostnadene-fra-20-til-5-prosent>
- [13] Ålesund kart
<http://kart.alesund.kommune.no/webinnsyn/Content/Main.asp?layout=alesundsula&time=1398694659&vwr=asv>
- [14] Berntsen, Geir. 2011. NCC Roads:
http://www.vegvesen.no/_attachment/290255/binary/512529?fast_title=Kap+7+Drenering.pdf
- [15] PROF 1.5, manual:
http://www.vegvesen.no/Fag/Veg+og+gate/Prosjektering+og+bygging/Prosjektering/Prosjektstruktur,+lagring+og+arkivering/_attachment/547013?ts=14232d6f6d0&fast_title=PROF+Prosjektdataflyt+versjon+1.51.pdf
- [16] Rambøll 2014: <http://www.ramboll.no/services/vann-og-miljo/3d-visualisering-og-kart>
- [17] NJFK 2014, Leiknes, Oda: <http://njkf.no/2014/02/moderne-kartlegging/>
- [18] Sunnmørsposten, papirutgaven, 9/8-2013: ”Her er ulykkesvegene på Sunnmøre”

9 VEDLEGG

Vedlegg 1 Forprosjektrapport

Vedlegg 2 Framdriftsrapporter

Vedlegg 3 Møtereferat

Vedlegg 4 ÅDT og framskriving

Vedlegg 5 Ulykkesstatistikk

Vedlegg 6 Utregning av retardasjon- og akselerasjonsfelt

Vedlegg 7 Rapport fra dronetrygning

Vedlegg 8 Sporingsanalyser

Vedlegg 9 Dagbok

Vedlegg 10 Sjekkliste

Vedlegg 11 Masseberegning

Vedlegg 12 Tegningshefte

Vedlegg 13 CD m/ filer og presentasjon