

Valg av ny vegtrasé fra Kårstø til Våg, E39

Linn Baade-Mathiesen

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juni 2015

Hovedveileder: Kelly Pitera, BAT

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



Oppgavens tittel: Valg av ny vegtrasé fra Kårstø til Våg, E39	Dato: 08. juni 2015			
	Antall sider (inkl. bilag): 185			
	Masteroppgave	X	Prosjektoppgave	
Navn: Linn Baade-Mathiesen				
Faglærer/veileder: Kelly Pitera				
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Bjørn Alsaker, Statens vegvesen				

Ekstrakt:

For prosjektet "Ferjefri E39", opprettet i regi av Statens vegvesen, skal det i løpet av en tjuårsperiode bygges en ferjefri E39 fra Kristiansand til Trondheim. Prosjektet er med i Nasjonal transportplan for 2014-2023. Et av målene med Ferjefri E39 er å forbedre den generelle vegstandarden langs E39. En eksisterende vegstrekning, Kårstø til Våg i Rogaland fylke, er en delstrekning i prosjektet. Denne strekningen ligger i nærheten av Haugesund i Tysvær kommune. Det er denne vegstrekningen som gjennomgås i masteroppgaven for å finne det beste alternativet til en ny vegtrasé som skal erstatte den eksisterende.

Den nye vegtraséen skal bygges etter H11-standard. Det betyr at vegen bygges med fire felt og midtdeler med en dimensjonerende fartsgrense på 110 km/t. Dagens veg består av to felt uten midtdeler med en fartsgrense varierende fra 60-80 km/t. Strekningen fra Kårstø til Våg har en rekke sårbare landskapsformer, variert terreng, flere tettsteder, vann, nærhet til fjord og utfordringer i forhold til miljø. Målet med oppgaven er å finne det beste alternativet for en vegtrasé der det er tatt hensyn til tekniske utfordringer og klimagassutslipp, i tillegg til faktorene ovenfor.

For å komme frem til anbefalt vegtrasé ble det sett på tolv forslag til vegtraséer i en innledende fase av masteroppgaven. Disse alternativene ble så redusert til tre alternativer ut fra vurderinger i forhold til ulendt terreng, myrer, innsjøer, fjordkryssinger, kommuneplan for Tysvær kommune, miljødata og horisontal- og vertikalgeometri. Konstruksjonsverktøyet Novapoint ble brukt som hjelpemiddel for å lage veglinjene for alternativene.

For de tre gjenstående alternativene ble det gjennomført en konsekvensanalyse. Her ble prissatte og ikke-prissatte konsekvenser med håndbok V712 som hjelpemiddel gjennomgått. De utvalgte konsekvensene i en tilpasset analyse var for de prissatte konsekvensene; anleggskostnader, trasélengde, masseberegning og stigningsgrad, sett i sammenheng med klimagassutslipp. For de ikke-prissatte konsekvensene ble alle konsekvensene fra håndbok V712 brukt; landskapsbilde, nærmiljø og friluftsliv, naturmangfold, kulturminner og naturressurser, i tillegg til kommuneplanen for Tysvær kommune. Konsekvensanalysen ga grunnlag til å rangere alternativene opp mot hverandre.

Klimagassutslipp sett i forhold vegutforming har vært et fokusområde i oppgaven gjennom et litteraturstudium. Det er sannsynlig at bygging av en ny vegtrasé etter H11-standard vil gi reduserte utslipp fordi vegkvaliteten, kurvaturen, flyt i trafikken og stigningsgraden forbedrer seg. På den annen side vil økt kvalitet på vegen og økt fartsgrense føre til generert og ny trafikk, og derfor økt klimagassutslipp. Ved at den dimensjonerende fartsgrensen økes til 110 km/t blir fartsgrensen økt i forhold til optimalhastigheten, 80 km/t, for reduksjon av klimagassutslipp.

Stikkord:

1. Vegtrasé
2. Ferjefri E39
3. Konsekvensanalyse
4. Klimagassutslipp

Linn Baade-Mathiesen

(sign.)

Forord

Denne masteroppgaven er utført under fordypningsemnet TBA 4940 Veg som en avslutning på 5. årskurs på studiet Bygg- og miljøteknikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Masteroppgaven er skrevet ved Institutt for bygg, anlegg og transport (BAT) og i samarbeid med Statens vegvesen.

Masteroppgaven ser nærmere på en vegstrekning langs E39 på Vestlandet. I forbindelse med prosjektet Ferjefri E39 skal denne strekningen bygges ny og ut fra krav for en H11-veg. Ved deltakelse på "Teknologidagene" i Trondheim høsten 2014 fikk jeg øynene opp for prosjektet Ferjefri E39 og undersøkte derfor muligheten for å skrive en masteroppgave relatert til dette prosjektet. Bjørn Alsaker i Statens vegvesen kom med informasjon om vegprosjekter som ikke er startet opp og det ble bestemt at jeg i oppgaven skulle lage forslag til en ny vegtrasé fra Kårstø til Våg i Tysvær kommune.

I tillegg til å ville skrive om Ferjefri E39 har jeg hatt et mål om å få dypere innsikt i bruk av Novapoint. Dette har jeg oppnådd ved å lage forslag til vegtraséer med bruk av dette programmet. Arbeidet med masteroppgaven har vært varierende og lærerikt både med tanke på konsekvensanalysen som ble utført for vegtraséene i prosjektområdet og parallell jobbing med Novapoint gjennom hele våren, i tillegg til en befaring i området.

Jeg vil takke veilederen min ved NTNU, Kelly Pitera, som har vært en god motivator gjennom våren og har gitt gode råd. Takk til Bjørn Alsaker i Statens vegvesen for gode tips og erfaringsoverføring i oppgaveskrivingen. I tillegg vil jeg takke alle i Statens vegvesen Stavanger som har bidratt med deres spesialkompetanser. Jeg vil takke Morten Fremnesvik i ViaNova Plan og Trafikk for hjelp med bruk av Novapoint. Til slutt vil jeg takke Julius, Elisabet (mamma) og Tom (pappa) for god støtte gjennom hele våren, og jentene på kontor 2-276 for konstruktive diskusjoner og godt humør på sene kvelder.

Trondheim, 08. juni 2015

Linn Baade-Mathiesen

Linn Baade-Mathiesen

Sammendrag

For prosjektet "Ferjefri E39", opprettet i regi av Statens vegvesen, skal det i løpet av en tjueårsperiode bygges en ferjefri E39 fra Kristiansand til Trondheim. Prosjektet er med i Nasjonal transportplan for 2014-2023. Et av målene med Ferjefri E39 er å forbedre den generelle vegstandarden langs E39. En eksisterende vegstrekning, Kårstø til Våg i Rogaland fylke, er en delstrekning i prosjektet. Denne strekningen ligger i nærheten av Haugesund i Tysvær kommune. Det er denne vegstrekningen som gjennomgås i masteroppgaven for å finne det beste alternativet til en ny vegtrasé som skal erstatte den eksisterende.

Den nye vegtraséen skal bygges etter H11-standard. Det betyr at vegen bygges med fire felt og midtdeler, og den skal være dimensjonert for en fartsgrense på 110 km/t. Dagens veg består av to felt uten midtdeler med en fartsgrense som varierer fra 60 til 80 km/t. Strekningen fra Kårstø til Våg har en rekke sårbare landskapsformer, variert terreng, flere tettsteder, vann, nærhet til fjord og utfordringer i forhold til miljø. Målet med oppgaven er å finne det beste alternativet for en vegtrasé der det er tatt hensyn til tekniske utfordringer og klimagassutslipp, i tillegg til faktorene ovenfor.

For å komme frem til anbefalt vegtrasé ble det sett på tolv forslag til vegtraséer i en innledende fase av masteroppgaven. Disse alternativene ble så redusert til tre alternativer ut fra vurderinger i forhold til ulendt terreng, myrer, innsjøer, fjordkryssinger, kommuneplan for Tysvær kommune, miljødata og horisontal- og vertikalgeometri. Konstruksjonsverktøyet Novapoint ble brukt som hjelpemiddel for å lage veglinjene for alternativene.

For de tre gjenstående alternativene 1, 2 og 3, ble det gjennomført en konsekvensanalyse. Her ble prissatte og ikke-prissatte konsekvenser med håndbok V712 som hjelpemiddel gjennomgått. De utvalgte konsekvensene i en tilpasset analyse var for de prissatte konsekvensene; anleggskostnader, trasélengde, masseberegning og stigningsgrad, sett i sammenheng med klimagassutslipp. For de ikke-prissatte konsekvensene ble alle konsekvensene fra håndbok V712 brukt; landskapsbilde, nærmiljø og friluftsliv, naturmangfold, kulturminner og naturressurser, i tillegg til kommuneplanen for Tysvær kommune.

De vurderte vegtraséene i konsekvensanalysen går gjennom utfordrende områder, blant annet eksisterende og planlagte områder i kommuneplanen. I tillegg har det vært nødvendig å komme med forslag til nye bruer og tunneler i alle alternativene. Alternativ 1 går på vestsiden av Førlandsfjorden med fjordkryssing ved Mjåsund og kryssing av Fuglavatnet før traséen går gjennom Aksdal sentrum. Alternativ 2 krysser Førlandsfjorden lenger nord enn alternativ 1, fortsetter på vestsiden og krysser deretter Fuglavatnet lenger øst. Alternativ 3 går på østsiden av Førlandsfjorden og har ingen fjordkryssing. Traséen går i tunnel gjennom Svefjellet før traséen krysser Fuglavatnet nordøst i forhold til de to andre alternativene. Alle alternativene tar cirka samme trasé etter Aksdal med to tunneler før Våg.

I konsekvensanalysen ble alternativ 2 rangert som nummer én med 61 poeng, etterfulgt av alternativ 3 med 46 poeng. Alternativ 2 er best for trasélengde, landskapsbilde og naturressurser. Alternativ 1 er best for kostnader og masseberegning, mens alternativ 3 er best for stigningsgrad og naturmangfold. Alternativ 2 og alternativ 3 er like gode når det kommer til nærmiljø og friluftsliv, i tillegg forholder de seg bra til kommuneplanen. Alternativ 1 og alternativ 2 er like gode i forhold til kulturminner. Resultatene fra konsekvensanalysen viser at alternativ 2 gjør det best innenfor flest konsekvenser.

Klimagassutslipp sett i forhold vegutforming har vært et fokusområde i oppgaven gjennom et litteraturstudium, og som følge av dette ble stigningsgrad sett nærmere på i konsekvensanalysen. Ut fra litteraturen er det at sannsynlig bygging av en ny vegtrasé etter H11-standard vil gi reduserte utslipp fordi vegkvaliteten, kurvaturen, flyt i trafikken og stigningsgraden forbedrer seg. På den annen side vil økt kvalitet på vegen og økt fartsgrense føre til generert og ny trafikk, og derfor økt klimagassutslipp. Ved at den dimensjonerende fartsgrensen økes til 110 km/t blir fartsgrensen økt i forhold til optimalhastigheten, 80 km/t, for reduksjon av klimagassutslipp. Nedkortet reisetid mellom regionene vil være en positiv virkning av økt fartsgrense og økt kvalitet på vegen.

Basert på resultatene fra konsekvensanalysen, anbefales det for Statens vegvesen å gå videre med alternativ 2 som hovedalternativ for en vegtrasé fra Kårstø til Våg i den videre planleggingen. Det har midlertid blitt gjort forenklinger flere steder i oppgaven og av den grunn er det sannsynlig å finne flere varianter av alternativ 2 enn den vegtraséen som presenteres i denne oppgaven. Det er derfor mulig at vegtraséen endres når detaljeringsgraden i prosjektet økes.

Summary

For the project “Coastal Highway Route E39”, owned and managed by the Norwegian Public Roads Administration (NPRA), a ferry free highway from Kristiansand to Trondheim will be built within the next 20 years. The project is part of the “National transportation plan” for the years 2014 to 2023. One of the goals of the project is to improve the quality of the road for the whole stretch. An existing road stretch, Kårstø to Våg in the county of Rogaland, is a part of the Coastal Highway Route E39. This stretch is located close to Haugesund in the municipality of Tysvær, and will be examined in order to find the best alternative for a new road alignment that will replace the existing road.

The new road alignment will be built after the design class H11, which means that the road will have four lanes, a traffic barrier in the center and a speed limit of 110 km/h. The existing road is a two-lane road without a traffic barrier and the speed limit is varying from 60 to 80 km/h. The stretch from Kårstø to Våg consists of sensitive landscape formations, rough terrain, several small communities, water areas, fjords and challenges regarding the environment. The goal is to find the best alternative for a road alignment taking technical requirements, a literature study about greenhouse gas emissions and the aspects mentioned above into consideration.

To find a recommended road alignment, twelve initial alignments were developed in the beginning of the project. Out of these, three alternatives were chosen for further study on the basis of considering terrain, marshes, lakes, fjord crossings, the municipality plan of Tysvær, environmental data, and horizontal and vertical geometry. The computer construction program Novapoint was used to make the road lines for the alternatives.

For the remaining alternatives 1, 2 and 3, a consequence analysis was performed. The consequence analysis focused on cost-relevant and non-cost-relevant consequences based on handbook V712. The considered cost-relevant consequences, developed on the basis of limited data, were construction costs, the length of the alignments, calculation of masses and the gradient of different road stretches, as a means of considering emissions. For the non-cost-relevant consequences, all the following consequences from handbook V712 were studied further; landscape, local environment and outdoor recreation, natural environment, cultural monuments and natural resources, in addition to the municipality plan of Tysvær.

The road alignments evaluated in the consequence analysis are passing through challenging areas while connecting Kårstø to Våg, which include mainly existing and planned developed areas. Suggestions for where bridges and tunnels should be located were made for all three alternatives. Alternative 1 is planned on the west side of "Førlandsfjorden" with a fjord crossing over to Mjåsund and a crossing over "Fuglavatnet", before the alignment continues through the center of Aksdal. Alternative 2 is crossing "Førlandsfjorden" further north than alternative 1, continuing on the west side and then crossing "Fuglavatnet" further east. Alternative 3 is along the east side of the project area and does not have a fjord crossing. The alignment goes through a tunnel through "Svefjellet" before crossing "Fuglavatnet" northeast of the other alternatives. The three alternatives take the same route after Aksdal with two tunnels before Våg.

In the consequence analysis, alternative 2 was ranked as the best alternative, with a score of 61 points, followed by alternative 3 with 46 points. Alternative 2 is the best alternative regarding the length of the alignment, landscape and natural resources. Alternative 1 is best regarding construction costs and mass calculation, while alternative 3 is best regarding the gradient of road stretches and natural environment. Alternative 2 and 3 received the same amount of points for local environment and outdoor recreation, in addition to the municipality plan. Alternative 1 and alternative 2 are equally good regarding cultural monuments. From what is shown above, alternative 2 has the best score for the most consequences.

Emissions related to road design were considered within this thesis, and analyzed with respect to gradient in the consequence analysis. The literature study on this topic shows that emissions can be potential reduced for the new road stretch which implements the H11 design class because the quality of the road, the curvature, the traffic flow and the gradient will be improved. On the other hand improved road quality and an increased speed limit to 110 km/h, exceeding the optimum speed (80km/h) for greenhouse gas emissions, will lead to more traffic and therefore to increased emissions. Reduced travel time between regions will be a positive effect from the increased speed limit and the improved road quality.

Based on the consequence analysis, it is recommended to the NPRA to use alternative 2 as the main alternative from Kårstø to Våg, and for further studies. During the thesis' development, simplifications have been made and because of that it is most likely to find different variations of alternative 2 than the alignment shown in this thesis. It is therefore possible that the road alignment chosen here will change if the level of detail is increasing.

Innholdsfortegnelse

Forord	I
Sammendrag	III
Summary	V
Innholdsfortegnelse	VII
Figurliste	XI
Tabelliste	XIII
Kapittel 1 – Innledning	1
1.1 Ferjefri E39	1
1.1.1 Hovedtrekk.....	1
1.1.2 Handlingsprogrammet 2014-2017 (2023)	2
1.1.3 Delprosjekter for Ferjefri E39.....	3
1.2 Prosjektområdet	5
1.2.1 Tilknytning til Ferjefri E39	5
1.2.2 Avgrensning av det geografiske området for masteroppgaven	5
1.3 Formål med masteroppgaven	6
1.3.1 Problemstilling.....	6
1.3.2 Deloppgaver	7
1.3.3 Detaljeringsnivå	8
1.4 Oppbygging av oppgaven	9
Kapittel 2 – Prosjektområdet Kårstø-Våg	11
2.1 Kort innføring i prosjektområdet	11
2.2 Kommuneplan for Tysvær kommune	13
2.3 Miljødata	15
Kapittel 3 – Metode	19
3.1 Generelt	19
3.2 Fremgangsmåte	19
3.2.1 Steg 1: Skissering av alternativer for hånd.....	19
3.2.2 Steg 2: Oppretting av veglinjer for alternativene i Novapoint	20
3.2.3 Steg 3: Konsekvensanalyse.....	20

3.3 Bruk av Novapoint	21
3.3.1 Horisontalgeometri.....	22
3.3.2 Vertikalgeometri.....	23
3.4 Styrker og svakheter	25
Kapittel 4 – Teoretisk grunnlag	27
4.1 Konsekvensanalyse	27
4.1.1 Generell teori.....	27
4.1.2 Tilpasset konsekvensanalyse	28
4.2 Vegtekniske krav	29
4.2.1 Ny dimensjoneringsklasse, H11	29
4.2.2 Linjeføring.....	31
4.2.3 Vegtunneler.....	34
4.2.4 Bruer.....	35
4.2.5 Bruk av krav i denne oppgaven	36
4.3 Drivstofforbruk og klimagassutslipp	37
4.3.1 Nødvendig drivkraft ved kjøring i stigning	37
4.3.2 Stigningsgrad.....	39
4.3.3 Vegoverflate	42
4.3.4 Hastighet.....	44
4.3.5 Økte klimagassutslipp ved bedre veger	45
4.3.6 Beregning av klimagassutslipp og drivstofforbruk i denne oppgaven.....	46
Kapittel 5 – Valg av alternativer til konsekvensanalyse	47
5.1 Skissering av alternativer for hånd	47
5.1.1 Oppstart	47
5.1.2 Vurderingskriterier.....	47
5.1.3 Begrunnelse for reduksjon av alternativer og utvelgelsesprosess	48
5.1.4 Alternativer som tas med videre.....	50
5.2 Oppretting av veglinjer for alternativene i Novapoint	52
5.2.1 Videre vurdering	52
5.2.2 Vurderingskriterier.....	52
5.2.3 Begrunnelse for reduksjon av alternativer.....	53
5.2.4 Utvelgelsesprosess	56
5.2.5 Alternativer som tas med videre.....	58
Kapittel 6 – Presentasjon av de valgte alternativene	59
6.1 Generelt	59
6.2 Alternativ 1	62
6.2.1 Bruer.....	62
6.2.2 Tunneler	64
6.2.3 Utdfordrende strekninger	66

6.3 Alternativ 2	67
6.3.1 Bruer.....	67
6.3.2 Tunneler	70
6.4 Alternativ 3	72
6.4.1 Bruer.....	72
6.4.2 Tunneler	73
6.4.3 Ufordrende strekninger	76
6.5 Aksdal sentrum	78
6.6 Kryss.....	79
6.7 Oppsummering og tanker før gjennomføring av konsekvensanalysen	81
Kapittel 7 – Konsekvensanalyse.....	83
7.1 Utvalgte temaer til konsekvensanalysen	83
7.1.1 Prissatte konsekvenser	84
7.1.2 Ikke-prissatte konsekvenser.....	88
7.1.3 Lokal og regional utvikling	91
7.2 Konsekvensanalyse.....	92
7.2.1 Anleggskostnader	92
7.2.2 Trasélengde.....	93
7.2.3 Masseberegning.....	94
7.2.4 Stigningsgrad.....	95
7.2.5 Landskapsbilde.....	96
7.2.6 Nærmiljø og friluftsliv.....	99
7.2.7 Naturmangfold	100
7.2.8 Kulturminner	101
7.2.9 Naturressurser	102
7.2.10 Kommuneplan	103
7.3 Oppsummeringstabell	105
Kapittel 8 – Diskusjon og videre arbeid.....	107
8.1 Diskusjon.....	107
8.1.1 Måloppnåelse.....	107
8.1.2 Konsekvensanalyse.....	108
8.1.3 Drivstofforbruk og klimagassutslipp	113
8.2 Videre arbeid	115
Kapittel 9 – Konklusjon og anbefalinger	119
Referanser	121

Vedlegg.....	123
Vedlegg A: Oppgavetekst.....	124
Vedlegg B: Utsnitt av plankart 1 – Aksdal og Grinde.....	128
Vedlegg C: Plankart 2 – Førland og Padlane	129
Vedlegg D: Plankart 3 – Slåttevik, Tysværåvåg og Mjåsund	130
Vedlegg E: H9 – Nasjonale hovedveger og øvrige hovedveger.....	131
Vedlegg F: Skissetegning av tolv alternativer fra skissefasen	133
Vedlegg G: Masseberegning alt. 1, alt. 2 og alt.3	134
Vedlegg H: Eksempel på siktanalyse i Novapoint	137
Vedlegg I: Kart landskapsbilde	138
Vedlegg J: Kart friluftsområder.....	139
Vedlegg K: Kart naturmangfold	140
Vedlegg L: Kart kulturminner.....	141
Vedlegg M: Kart naturressurser	142
Vedlegg N: Tegningshefte.....	143

Figurliste

Figur 1: Ferjefri E39 fra Kristiansand til Trondheim (Statens vegvesen, 2015b)	2
Figur 2: Kart over Tysvær kommune, vist i rødt (Google maps, 2015).....	5
Figur 3: Definisjon av detaljeringsnivå vist i forhold til tid og grad av påvirkning (Statens vegvesen, 2014f)	8
Figur 4: Oversikt over prosjektområdet	12
Figur 5: Utsnitt fra miljøkart (se vedlegg K)	15
Figur 6: Eksempel på linjekonstruksjonstabell for horisontalgeometri fra Novapoint ...	22
Figur 7: Eksempel på linjekonstruksjon for horisontalgeometri fra Novapoint.....	23
Figur 8: Eksempel på linjekonstruksjonstabell for vertikalgeometri fra Novapoint	24
Figur 9: Eksempel på linjekonstruksjon for vertikalgeometri fra Novapoint	24
Figur 10: Tverrprofil for en H11-veg (mål angitt i meter) (Statens vegvesen, 2015c)	29
Figur 11: Prosjekteringstabell for en H11-veg (Statens vegvesen, 2015c)	30
Figur 12: Elementer i horisontalkurvaturen (Statens vegvesen, 2014d)	31
Figur 13: Definisjonen på en eggkurve (Statens vegvesen, 2014d).....	32
Figur 14: Definisjonen på en vendeklotoide (Statens vegvesen, 2014d)	32
Figur 15: Begreper brukt i vertikalkurvaturen (Hovd, 2014).....	32
Figur 16: Eksempel på godt samspill mellom horisontal- og vertikalkurvaturen (Statens vegvesen, 2014d)	33
Figur 17: Tunnelprofil T9,5 (Statens vegvesen, 2014c).....	34
Figur 18: Krefter som virker på kjøretøyet ved stigning (Kang et al., 2013).....	37
Figur 19: Sammenheng mellom vertikalkurvatur og nødvendig drivkraft (Kang et al., 2013).....	38
Figur 20: Sammenheng mellom drivkraft og drivstofforbruk (Kang et al., 2013)	38
Figur 21: Drivstofforbruk og utslipp vist for tre prototypiske vegstrekninger (Knudsen et al., 2009)	39
Figur 22: Variasjon i kurveradius for et høybrekk (Ko et al., 2012).....	41
Figur 23: Sammenheng mellom drivstofforbruk og stigningsgrad (Svenson and Fjell, 2014)	41
Figur 24: Drivstofforbruk sammenliknet med gradient, kurvatur og overflate ruhet (Svenson and Fjell, 2014)	42
Figur 25: Variasjon i drivstofforbruk ved tørt og vått føre (Svenson and Fjell, 2014).....	43
Figur 26: Drivstofforbruk sammenliknet med overflateruhet og stigning (Svenson and Fjell, 2014)	43

Figur 27: Hastighet sett i forhold til CO ₂ -utslipp (IEA, 2012).....	44
Figur 28: Alternativer som ble valgt bort (markert svart) i første utvelgelsesprosess	49
Figur 29: Åtte gjenstående alternativer til neste utvelgelsesprosess	51
Figur 30: Oversiktskart for alt. 1, alt. 2 og alt.3.....	60
Figur 31: Alternativ 1, bru ved Slåttevik/Mjåsund	62
Figur 32: Alternativ 1, bru over Fuglavatnet	63
Figur 33: Alternativ 1, tunnel ved Aksdal.....	64
Figur 34: Alternativ 1, tunnel ved Våg.....	65
Figur 35: Alternativ 1, boligområde etter Mjåsund	66
Figur 36: Alternativ 2, bru ved Slåttevik/Tysværvåg	67
Figur 37: Alternativ 2, bru over Førlandsfjorden	68
Figur 38: Alternativ 2, bru over Fuglavatnet	69
Figur 39: Alternativ 2, tunnel etter Aksdal	70
Figur 40: Alternativ 2, tunnel ved Våg.....	71
Figur 41: Alternativ 3, bru over Fuglavatnet	72
Figur 42: Alternativ 3, tunnel gjennom Svefjellet.....	73
Figur 43: Alternativ 3, tunnel ved Aksdal.....	74
Figur 44: Alternativ 3, tunnel ved Våg.....	75
Figur 45: Alternativ 3, boligområde ved Tysværvåg.....	76
Figur 46: Alternativ 3, boligområde ved Førland	77
Figur 47: Traséer gjennom Aksdal sentrum	78
Figur 48: Markerte områder for nødvendige kryss	80

Tabelliste

Tabell 1: Oversikt over plankart fra kommuneplanen for Tysvær kommune	13
Tabell 2: Oversikt over de viktigste elementene fra kommuneplanen	14
Tabell 3: Metode brukt for konsekvensanalyse.....	21
Tabell 4: Oversikt over temaer definert under prissatte og ikke-prissatte konsekvenser	28
Tabell 5: Hastighetsendringer som bidrar til endring i klimagassutslipp (Strand et al., 2009)	44
Tabell 6: Kryssing av miljøområder, område 1.....	53
Tabell 7: Vurderingskriterier område 1	54
Tabell 8: Kryssing av miljøområder, område 2.....	55
Tabell 9: Vurderingskriterier område 2	55
Tabell 10: Utvelgelsesprosess for område 1	56
Tabell 11: Utvelgelsesprosess for område 2	57
Tabell 12: Utvalgte temaer til konsekvensanalyse.....	83
Tabell 13: Oversikt over cirka priser for bygging av en ny vegtrasé (Alsaker, 2015)	84
Tabell 14: Rangering av stigningsgrad	86
Tabell 15: Kostnadsestimat for alt. 1, alt. 2 og alt. 3	92
Tabell 16: Poengsum for anleggskostnader	93
Tabell 17: Lengde på vegtrasé for alt. 1, alt. 2 og alt. 3.....	93
Tabell 18: Poengsum for trasélengde	93
Tabell 19: Masseberegning for alt. 1, alt. 2 og alt. 3	94
Tabell 20: Poengsum for masseberegninger	94
Tabell 21: Stigningsgrad for alt. 1, alt. 2 og alt. 3	95
Tabell 22: Poengsum for stigningsgrad.....	95
Tabell 23: Positive og negative sider ved landskapsbildet alternativ 1.....	96
Tabell 24: Positive og negative sider ved landskapsbildet alternativ 2.....	97
Tabell 25: Positive og negative sider ved landskapsbildet alternativ 3.....	98
Tabell 26: Poengsum for landskapsbilde	99
Tabell 27: Nærmiljø og friluftsliv for alt. 1, alt. 2 og alt. 3.....	99
Tabell 28: Poengsum for nærmiljø og friluftsliv	99
Tabell 29: Naturmangfold for alt. 1, alt. 2 og alt. 3	100
Tabell 30: Poengsum for naturmangfold.....	101
Tabell 31: Kulturminner for alt. 1, alt. 2 og alt. 3	101

Tabell 32: Poengsum for kulturminner.....	102
Tabell 33: Naturressurser for alt. 1, alt. 2 og alt. 3	102
Tabell 34: Poengsum for naturressurser.....	102
Tabell 35: Positive og negative sider ved kommuneplanen alternativ 1.....	103
Tabell 36: Positive og negative sider ved kommuneplanen alternativ 2.....	104
Tabell 37: Positive og negative sider ved kommuneplanen alternativ 3.....	104
Tabell 38: Poengsum for kommuneplan.....	105
Tabell 39: Oppsummeringstabell for alle konsekvensene.....	106
Tabell 40: Detaljert gjennomgang av poengfordeling.....	111
Tabell 41: Utdrag fra oppsummeringstabell i konsekvensanalysen	113

Kapittel 1 – Innledning

I dette kapitlet gis en introduksjon til valg av tema i masteroppgaven. Først forklares prosjektet Ferjefri E39. Deretter angis det hvordan masteroppgaven er knyttet opp mot dette prosjektet, og en avgrensning blir gitt. Videre følger problemstilling med dypere innsikt i hva masteroppgaven består av. Til slutt presenteres kapitteloppbyggingen. Masteroppgaven skal finne en ny løsning for en eksisterende vegstrekning langs E39. Denne strekningen går fra Kårstø til Våg i nærheten av Haugesund. Det er derfor naturlig å presentere prosjektet Ferjefri E39 før masteroppgaven presenteres i del 1.2.

1.1 Ferjefri E39

Det gis en kort innføring i prosjektet Ferjefri E39 som er bakgrunnen for oppgaven. Hensikten er å vise at vegstrekningen i masteroppgaven er en brikke i et større puslespill som skal gjøre vegen fra Kristiansand til Trondheim mer attraktiv for bilister.

1.1.1 Hovedtrekk

Sommeren 2010 opprettet Statens vegvesen et prosjekt for å finne konsekvensene av og muligheten for bygging av en ferjefri europaveg fra Kristiansand til Trondheim. Seks fylker var med i utredningen og blir direkte involvert i en Ferjefri E39. Disse fylkene er Vest-Agder, Rogaland, Hordaland, Sogn og Fjordane, Møre og Romsdal og Sør-Trøndelag. I forbindelse med dette prosjektet skal nye bruvarianter planlegges og bygges over syv fjorder langs Vestlandet. Figur 1 (neste side) viser omfanget av Ferjefri E39. (Statens vegvesen, 2015b)

For Ferjefri E39 blir det fokusert på å ha en generell god standard på vegen langs hele vegstrekningen fra Kristiansand til Trondheim. Distansen fra Kristiansand til Trondheim er på nesten 1 100 km. Siden de involverte fylkene står for rundt halvparten av norsk fastlandseksport (Statistisk sentralbyrå, 2015), vil en oppgradering av vegene og kortere reisetid ha stor betydning for alle fylkene. Målet er at Vestlandet skal bindes sammen gjennom en opprustet og ferjefri E39 i løpet av en tjueårsperiode. Dette vil gi store reisetidsgevinster, bedre trafiksikkerhet, bidra til enklere transport og dermed mulighet for større regioner og mer robust bo- og arbeidsmarked. Det vil være med på å påvirke nasjonal, regional og lokal utvikling, verdiskaping og næringslivsstruktur. (Statens vegvesen, 2015b)



Figur 1: Ferjefri E39 fra Kristiansand til Trondheim (Statens vegvesen, 2015b)

1.1.2 Handlingsprogrammet 2014-2017 (2023)

Handlingsprogrammet er Statens vegvesens gjennomføringsplan for Nasjonal transportplan 2014-2023 og beskriver de tiltak som skal gjennomføres i perioden 2014-2017. Handlingsprogrammet har hovedfokus på den første fireårsperioden av Nasjonal transportplan og danner i tillegg grunnlaget for de årlige budsjettene. (Statens vegvesen, 2014a). I Nasjonal transportplan 2014-2023 blir Ferjefri E39 omtalt slik:

"Regjeringen har som ambisjon å binde Vestlandet sammen gjennom en opprustet og ferjefri E39 og legger i denne meldingen opp til oppstart av en rekke prosjekt langs E39 og til planlegging av andre." (Det Kongelige Samferdselsdepartement, 2013)

Status for Ferjefri E39 er evaluert i handlingsprogrammet 2014-2017. Det nevnes at dagens standard på E39 er meget varierende. Vegstrekningene varierer fra firefelts veger ved noen av de største byene, til smale tofelts veger uten gul midtlinje på enkelte strekninger med lav trafikk. I den kommende tiårsperioden skal derfor en rekke prosjekter langs E39 påbegynnes og andre prosjekter skal planlegges. Utbygging og utbedring av viktige strekninger mellom ferjesambandene skal det fokuseres på. Den undersjøiske tunnelen E39 Rogfast som skal krysse Boknafjorden, er allerede i planfasen og er omtalt i handlingsprogrammet. I løpet av ti år vil utbyggingen gi en reisetidsgevinst på 75 minutter i tillegg til at påliteligheten og trafikksikkerheten skal bli vesentlig bedre. (Statens vegvesen, 2014a)

1.1.3 Delprosjekter for Ferjefri E39

Fire delprosjekter ble i mai 2011 opprettet som følge av målet om en Ferjefri E39.

Det første delprosjektet fokuserer på *samfunn* og blant annet hvordan en ferjefri E39 kan være med på å korte ned reisetiden mellom regioner og dermed knytte regionene nærmere. Det fokuseres på det potensial en slik veg vil ha for næringsliv og bo- og arbeidsregioner i de involverte fylkene.

Det andre delprosjektet omhandler *fjordkryssinger* og målet om å finne nye og gode tekniske løsninger for strekninger som i dag betjenes av ferjer. Disse fjordkryssingene vil ved bygging av bru eller tunnel erstatte dagens ferjer langs kysten.

Det tredje delprosjektet fokuserer på *energi* og mulige fornybare løsninger for tekniske anlegg. Dette skal gjøres ved å utnytte kraft fra sol, strøm, bølger og vind.

Det siste, og fjerde delprosjektet innebærer å vurdere hva slags type *gjennomføringsstrategier og kontraktstyper* som vil være best egnet til et så stort prosjekt som Ferjefri E39 kommer til å bli. Det skal vurderes om det i oljesektoren eller i internasjonale prosjekter er benyttet tilnæringsmåter som kan være aktuelle å bruke i Ferjefri E39. (Statens vegvesen, 2013)

I begynnelsen av 2013 var hovedrapporten og alle delrapportene klare. De konkluderte med at kjøretiden mellom Kristiansand og Trondheim kan bli endret fra 20 til 13 timer med en investering på rundt 100 milliarder kroner. Dette kan gi trafikantene reduserte kjørekostnader på 4-6 milliarder kroner i året. Disse tallene forklarer omfanget og ikke minst påvirkningskraften et prosjekt som Ferjefri E39 kan gi. Videre blir de ulike delprosjektene, deres fordeler og hva rapportene kom fram til kort oppsummert.

Samfunn

Delrapporten om samfunn viser at ferjefri E39 kan være med på å skape et større bo- og arbeidsmarked. Det er vist i rapporten at trafikken langs E39 er økende, varierende fra 2,4 til 5,8 prosent. Det er erfart i andre prosjekter at trafikken øker på strekninger der ferjetrafikk byttes ut med fast forbindelse. Dette teller positivt for gjennomføring av et prosjekt som Ferjefri E39. En ny europaveg med forbedret kvalitet vil gi økt sikkerhet ved å bygge møtefrie vegløsninger. I tillegg vil forbindelsen til Danmark og Europa bedres betraktelig. Dette vil ha en merkbar virkning på handelsrutene mot Europa. (Statens vegvesen, 2013)

Det er i tillegg vist at mye av trafikken mellom Rogaland og Møre og Romsdal i dag går via Oslo. Dette innebærer en omkjøringsrute som er over 40 mil lengre enn ved bruk av E39. Denne utviklingen har skjedd på grunn av den svake utviklingen av standarden på E39. Mye trafikk blir unødvendig ført østover til Oslo og videre sørover. Dette er veger som allerede har høy trafikkmengde. Ferjefri E39 kan sammen med utviklingen av havner og sjøtransport gjøre Vestlandet mindre avhengig av østlandsområdet. Ferjefri E39 er av den grunn viktig for å utvikle en effektiv nord-sør trafikk mellom de største byene på Vestlandet; Stavanger, Bergen og Ålesund. (Statens vegvesen, 2015a)

Fjordkryssing

I følge delrapporten om fjordkryssing er det teknisk mulig å krysse alle de gjenværende fjordene langs E39 med fast bruforbindelse. Dette er medregnet ivaretagelse av et vanlig sikkerhetsnivå tilsvarende det som blir brukt i generell vegbygging. Hengebruer, flytebruer, rørbruer eller kombinasjoner av disse er mulige alternativer for fjordkryssinger. Helt nye løsninger og ideer må finnes for å få til fjordkryssingene på en best mulig måte. (Statens vegvesen, 2013)

Energi

I delrapporten om energi kommer det frem at det er mulig å produsere kraft fra strøm og bølger som fornybarenergi (bølge- og tidevannskraftverk) i tilknytning til bruene. Dette er energikildene med størst potensiale, og ved riktig utnyttelse kan kraft fra strøm og bølger bidra positivt til klimaregnskapet for vegsektoren. Dette er et nyskapende fagfelt og E39 er det første prosjektet der et slik tema er sett i sammenheng med infrastruktur for veg. Norge har gode naturgitte forutsetninger for å kunne være ledende på dette temaet. Mangelen på miljødata gjør det derimot vanskelig å anslå hvor mye energi som kan produseres, og det er behov for videre studier. (Statens vegvesen, 2013)

Gjennomføringsstrategier og kontraktstyper

Når det gjelder gjennomføringsstrategier og kontraktstyper kan utbyggingen av en Ferjefri E39 skje innen 20 år dersom byggingen skjer samlet. Delprosjektet drøfter ulike sider av en gjennomføringsstrategi og det er satt fokus på planprosessen, gjennomføring, kontraktmessige forhold, organisering og finansiering. (Statens vegvesen, 2013)

1.2 Prosjektområdet

1.2.1 Tilknytning til Ferjefri E39

Som nevnt i forrige delkapittel er et av målene med Ferjefri E39 å forbedre den generelle vegstandarden. En eksisterende vegstrekning, Kårstø til Våg, som ligger mellom Stavanger og Haugesund er en delstrekning i prosjektet. Det er denne vegstrekningen som skal studeres nærmere i masteroppgaven.

Sikkerheten skal oppgraderes ved å bygge vegen etter H11-standard (for nærmere forklaring se avsnitt 0). Dette betyr at vegen bygges med en oppgradert standard med fire felt og midtdeler. Et annet mål er å redusere reisetiden mellom byene. Dette skjer ved en økning av fartsgrensen til 110 km/t. Vegtraséen kommer raskt etter den allerede planlagte tunnelen E39 Rogfast. Strekningen fra Kårstø til Våg har ikke kommet i planleggingsfasen enda, men skal etter hvert gjennomføres som et av de mange delprosjektene.

1.2.2 Avgrensning av det geografiske området for masteroppgaven

Vegstrekningen ligger i Tysvær kommune i Rogaland fylke, se Figur 2. Avgrensningen for vegtraséen har blitt satt fra Kårstø til Våg i nærheten av Haugesund. Dette er en distanse på cirka 22 km. Dagens E39 består av to felt uten midtdeler med en fartsgrense som varierer fra 60 til 80 km/t (Statens vegvesen, 2015d). Den nye vegtraséen skal som nevnt ovenfor bygges etter H11-standard. Dette er en stor oppgradering fra dagens vegstandard. Prosjektområdet forklares nærmere i kapittel 2.



Figur 2: Kart over Tysvær kommune, vist i rødt (Google maps, 2015)

1.3 Formål med masteroppgaven

Nedenfor presenteres problemstillingen for masteroppgaven. Videre gjengis ulike delmål som har blitt brukt i gjennomføringen.

1.3.1 Problemstilling

Det blir i masteroppgaven sett på mulige trasévalg for vegstrekningen definert på forrige side. Problemstillingen for masteroppgaven er gitt i rammen nedenfor.

Strekningen fra Kårstø til Våg i Tysvær kommune har en rekke sårbare landskapsformer, variert terreng, tettsteder, vann, fjord og utfordringer med miljø. Masteroppgaven skal finne det beste alternativet for en vegtrasé. Det må derfor gis riktige krav til utvalgelse blant flere alternative løsninger. Ved gjennomgang av alternativene skal disse kravene benyttes og ytterligere vurderinger gjøres for å redusere antall alternativer slik at kun det beste gjenstår til slutt.

Siden planleggingen for denne vegstrekningen ikke har startet ligger mulighetene helt åpne for å lage forslag til ulike alternativer. En stor del av oppgaven vil være å komme med egne alternative forslag til ny vegtrasé.

Det foretas først en grovgjennomgang av en rekke alternativer i området, men etter hvert vil 2-3 alternativer til en vegtrasé stå igjen. Disse lages mer detaljerte ved bruk av Novapoint. I hovedsak vil traséene vurderes med hensyn til veggeometri og tekniske løsninger, men andre faktorer som miljø og kommuneplan er også viktige. Det beste alternativet velges gjennom en tilpasset konsekvensanalyse. Denne analysen skal finne det beste alternativet basert på de konsekvensene som er viktige for akkurat dette prosjektområdet. En del av vurderingsgrunnlaget er basert på en konsekvensanalyse utført etter håndbok V712 og et litteraturstudium om klimagassutslipp og drivstoffforbruk.

Det ses på som viktig å inkludere et litteraturstudium om klimagassutslipp og drivstoffforbruk i denne oppgaven fordi dette er temaer som stadig får mer oppmerksomhet. I 2014 fastslo FNs klimapanel at det er svært sannsynlig at klimaendringene skyldes menneskeskapte klimagassutslipp i atmosfæren (FN-Sambandet, 2015). Vegtrafikken i Norge sto for 60 prosent av klimagassutslippene fra transport i 2013 (Miljødirektoratet, 2015). I prosjektet Ferjefri E39 er det laget en egen delrapport om energi. I rapporten er det fokus på å utnytte fornybar energi i vegbygging som et godt tiltak til det totale klimaregnskapet for vegsektoren (Statens vegvesen, 2013). Ut fra disse opplysningene er det tydelig at bevisstheten rundt klimagassutslipp har økt de siste årene.

1.3.2 Deloppgaver

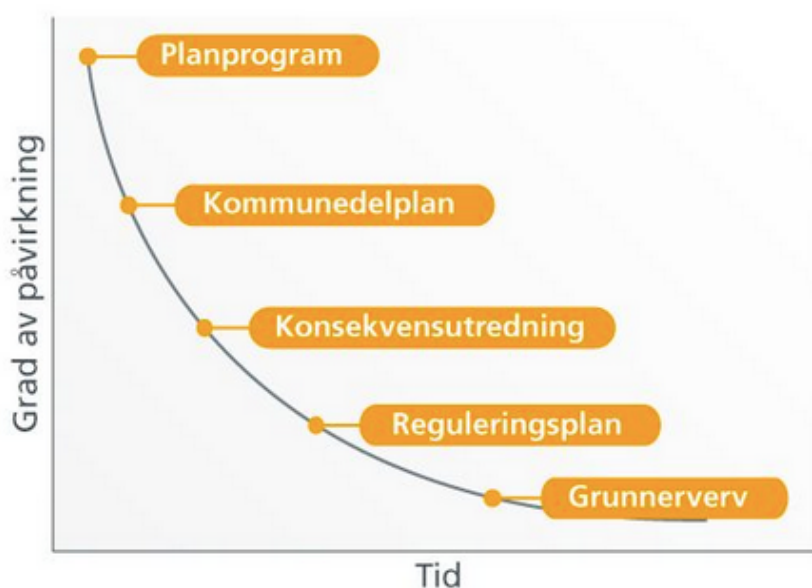
Ulike deloppgaver er satt opp for å strukturere arbeidet i oppgaven.

- Skissere egne alternativer for hånd og deretter velge ut hvilke alternativer som skal tegnes med Novapoint.
- Finne de viktigste kravene til bygging av en veg, både linjeføringskrav og krav til dimensjonering av en veg.
- Bruke Novapoint, kommuneplanen for Tysvær kommune og et kart over miljødata til å finne 2-3 alternativer som skal vurderes mer grundig.
- Utføre et litteraturstudium der utslippsberegninger blir sett nærmere på. Hvilken informasjon finnes om drivstofforbruk og klimagassutslipp for kjøretøy?
- Finne de viktigste prissatte og ikke-prissatte konsekvensene som bør være med i konsekvensanalysen.
- Velge metode for en konsekvensanalyse som skal brukes til å velge det beste alternativet.
- Velge det beste alternativet og diskutere med bakgrunn i konsekvensanalysen hvorfor dette ble valgt.
- Gi en presentasjon av nødvendig videre arbeid. På grunn av avgrensning av hvor langt det er mulig å gå i masteroppgaven, er det viktig å gi en status på hva som kan arbeides med videre.

Hovedmålet er å stå igjen med et alternativ som etter en konsekvensanalyse kan sies å være den beste løsningen.

1.3.3 Detaljeringsnivå

Som en del av gjennomføringen av E39 prosjektet skal det utføres planlegging på kommunedelplannivå. Dette nivået er mindre detaljert enn en konsekvensutredning og en reguleringsplan (se Figur 3). Planlegging på dette nivået innebærer at Statens vegvesen utarbeider et forslag til kommunedelplan, mens politikerne i den berørte kommunen til slutt vedtar planen. I kommunedelplanen vedtas overordnede prinsipper for den framtidige vegutbyggingen. Dette innebærer valg av endelig trasé, plasseringer av kryss, vegstandard, bruk og vern av arealer nær vegen og byggegrenser. Offentlige etater, grunneiere og andre interesserte kan gi innspill til kommunedelplanen. (Statens vegvesen, 2014f)



Figur 3: Definisjon av detaljeringsnivå vist i forhold til tid og grad av påvirkning (Statens vegvesen, 2014f)

I denne masteroppgaven blir noen av kravene til en kommunedelplan påbegynt. Det ene kravet er valg av endelig trasé, der en konsekvensanalyse blir brukt som metode for utvelgelse av det beste alternativet. Alternativene som sammenliknes i konsekvensanalysen skal lages detaljerte nok til at alternativene kan vurderes opp mot hverandre til slutt. Vegstandarden for dette prosjektet er bestemt på forhånd.

1.4 Oppbygging av oppgaven

Opgaven består av 9 kapitler. Videre følger en liten oversikt over innholdet i de ulike kapitlene:

Kapittel 1: Innledning

Dette kapitlet beskriver Ferjefri E39, som er bakgrunnen for oppgaven. Videre presenteres prosjektområdet og hvorfor det er knyttet opp mot Ferjefri E39. Tilslutt blir formålet og oppgavens problemstilling beskrevet.

Kapittel 2: Prosjektområdet Kårstø-Våg

Kapitlet ser nærmere på det avgrensede prosjektområdet og går gjennom de viktigste stedene i området. Kommuneplankartene og miljøkartet som har blitt mye brukt i oppgaven blir forklart her.

Kapittel 3: Metode

Dette kapitlet redegjør for de ulike metodene som blir brukt for å finne svar på problemstillingen.

Kapittel 4: Teoretisk grunnlag

Dette kapitlet utgjør teorigrunnlaget for oppgaven og tar opp temaene; konsekvensanalyse, vegtekniske krav og drivstofforbruk og klimagassutslipp.

Kapittel 5: Valg av alternativer til konsekvensanalyse

I dette kapitlet vises og forklares utvelgelsesprosessen som ble brukt for å stå igjen med tre foretrukne vegtraséer fra Kårstø til Våg.

Kapittel 6: Presentasjon av de valgte alternativene

De tre alternativene som har blitt valgt ut presenteres og vises med utvalgte detaljløsninger. Eventuelle utfordringer ved de ulike alternativene kommer frem i dette kapitlet.

Kapittel 7: Konsekvensanalyse

Det blir i dette kapitlet gjennomført en konsekvensanalyse for de tre utvalgte alternativene for å ha et grunnlag til å finne det beste alternativet.

Kapittel 8: Diskusjon og videre arbeid

I dette kapitlet diskuteres funnene fra konsekvensanalysen, drivstofforbruk og klimagassutslipp, i tillegg til nødvendig videre arbeid.

Kapittel 9: Konklusjon og anbefalinger

Kapitlet oppsummerer funnene i oppgaven og en konklusjon blir gitt med diskusjonen som bakgrunn. Til slutt gis det en anbefaling til hvilket alternativ som bør tas videre.

Kapittel 2 – Prosjektområdet Kårstø-Våg

I dette kapittelet presenteres området som har blitt undersøkt i denne oppgaven, omtalt som prosjektområdet. Tettsteder og boligområder blir først introdusert med en kort tekst for å gi en rask innføring. Deretter blir de viktigste og mest berørte områdene i kommuneplanen for Tysvær kommune gjennomgått. Tilslutt blir et kart over miljødata forklart nærmere. Når denne informasjonen er gitt, vil det være lettere å følge prosessen videre.

2.1 Kort innføring i prosjektområdet

Figur 4 på neste side viser et kart over de ulike tettstedene i prosjektområdet. En kort innføring blir gitt for hvert sted. Området er beskrevet fra sør til nord (Kårstø til Våg).

- **Kårstø:** startpunkt for vegtraséen. Litt lenger sør ligger Kårstø prosessanlegg som er eid av Gassled og drevet av Statoil. (Statoil, 2014)
- **Slåttevik:** består av boligområder og grøntområder. Har planer for diverse utbygging. Fylkesveg 780 går fra Slåttevik til Førland på østsiden av Førlandfjorden. Haugaland næringspark er planlagt vest for Slåttevik på andre siden av Førlandsfjorden.
- **Mjåsund:** boligområde på vestsiden av Førlandsfjorden der dagens E39 krysser.
- **Tysværåvåg:** består av boligområder og grøntområder. Har planer for diverse utbygging.
- **Våga:** boligområde som kun har en nordlig forbindelsesveg til E134.
- **Padlane:** eksisterende og planlagte boliger og grøntområder langs fjorden. Svefjellet er et fjellområde i nærheten.
- **Førland:** har en svært viktig omsynssone for bevaring av naturmiljø av nasjonal betydning øverst ved Førlandsfjorden. Førland har noen boligområder langs fjorden.

- **Aksdal:** kommunesentrum for Tysvær kommune. Rundt Aksdal er det mye bebyggelse og planlagte boliger og grøntområder. Aksdal industripark er planlagt sør for Aksdal. Fuglavatnet og Akسدalsvatnet ligger sør for Aksdal.
- **Grinde:** boligområde med planlagt utbygging av boliger. Grinde består også av Grindafjorden og campingområder.
- **Våg:** endepunktet for vegtraséen. I Våg ligger krysset som forbinder Vestlandet med Østlandet via E134 som går videre mot Oslo. E39 fortsetter nord for Våg.



Figur 4: Oversikt over prosjektområdet

2.2 Kommuneplan for Tysvær kommune

Kommuneplanen for Tysvær kommune viser eksisterende og planlagt bebyggelse for kommunen i perioden 2015 til 2027. Det er valgt å bruke kommuneplanen for å få en pekepinn på hvilke områder og bygginger som allerede finnes, og hva som er planlagt de neste 12 årene. Kommuneplanen er kun en høringsutgave, men det ses likevel på som mest hensiktsmessig å bruke denne som grunnlag. Plankartene har vært en viktig vurderingsfaktor når vegalternativene har blitt tegnet opp, både på skissestadiet og i Novapoint. Kommuneplanen blir brukt som et eget tema i konsekvensanalysen. Fargekodene kan være vanskelig å tolke i blant, men hensikten med kommuneplankartet til dette formålet er å se hvilke areal som er båndlagt. Oppsummeringen på de forrige sidene, med viktige steder i kommunen, tar for seg noen av de aspektene som blir vist i kommuneplankartet, mens en mer detaljert visning blir vist på de neste sidene.

Tre ulike plankart viser detaljerte kommunedelplaner for noen de viktigste stedene. Disse kartene er direkte knyttet til prosjektområdet (Tysvær kommune, 2015).

Tabell 1 gir en oversikt over hvilke vedlegg som inneholder hvilket kart og til hvilket sted kartet tilhører. I Tabell 2 (på neste side) blir hvert sted nærmere beskrevet ut fra kommuneplanen. Videre i tabellen følger en oppsummering av hvert område markert i rødt. Denne sier noe om hvor mye plass området tar opp sett i forhold til bygging av en ny vegtrasé.

Tabell 1: Oversikt over plankart fra kommuneplanen for Tysvær kommune

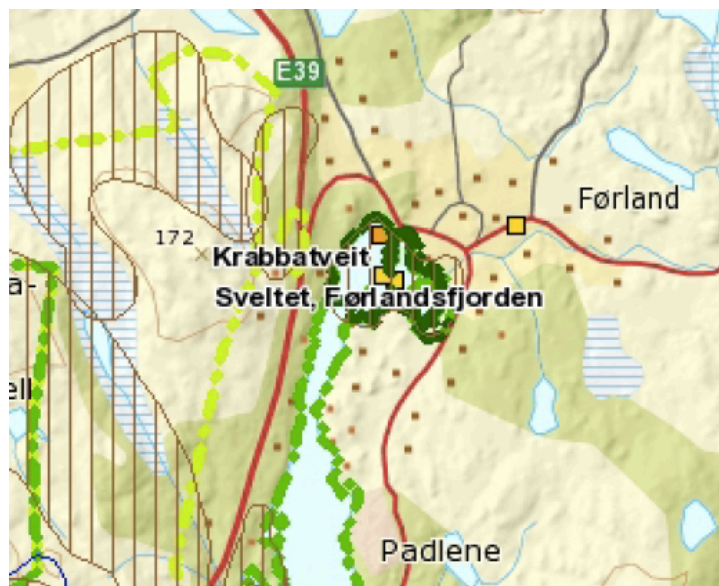
Plankart nr.	Vedlegg nr.	Sted
<i>Plankart 1</i>	B	I. Akسدal II. Grinde
<i>Plankart 2</i>	C	III. Førland IV. Padlane
<i>Plankart 3</i>	D	V. Tysværvåg VI. Slåttevik (Mjåsund)

Tabell 2: Oversikt over de viktigste elementene fra kommuneplanen

<p>I. Aksdal:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kommunesentrum: eksisterende og planlagte sentrumsformål - Eksisterende og planlagte boliger - Eksisterende og planlagte LNF-områder (landbruks-, natur- og friluftsområder) - Eksisterende/planlagt næringsområde; <i>Aksdal næringspark</i> - Offentlig/privat tjenesteyting - Omsynssoner <p><i>Mye bebyggelse og planer, derfor er det lite plass til en ny veg.</i></p>	<p>II. Grinde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eksisterende og planlagte boliger - Planlagt kombinert bebyggelse og anlegg - Eksisterende/planlagte fritids- og turistformål (reiselivsbygg, camping) - Offentlig/privat tjenesteyting - Eksisterende næringsområde - Omsynssoner <p><i>En del av arealet er båndlagt, men det er fortsatt muligheter for en vegtrasé.</i></p>
<p>III. Førland:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eksisterende boliger - Planlagt offentlig/privat tjenesteyting - Omsynssone for bevaring av naturmiljø <p><i>Førland er kun et lite område langs fjorden, men består av et viktig omsynsområde som ikke bør krysses.</i></p>	<p>IV. Padlane:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eksisterende og planlagte boliger - Eksisterende og planlagt LNF-område (landbruks-, natur- og friluftsområde) <p><i>Padlane er kun et lite område langs fjorden, men planlagte boliger og LNF-områder skal utvides østover.</i></p>
<p>V. Tysværvåg</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planlagte bygninger og anlegg - Eksisterende og planlagte boliger - Offentlig/privat tjenesteyting - Gravplasser - Idrettsanlegg/kajakkanlegg - Omsynssoner <p><i>En del av arealet er båndlagt, men det er fortsatt muligheter for en vegtrasé.</i></p>	<p>VI. Slåttevik:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planlagte bygninger og anlegg - Eksisterende og planlagte boliger - Planlagt forretning og næringsområde - Offentlig/privat tjenesteyting - Planlagt areal trafikkområde - Småbåthavn - Omsynssoner: bl. a faresone gassledning - Boligområdet Mjåsund <p><i>En del av arealet er båndlagt, men det er fortsatt muligheter for en vegtrasé.</i></p>

2.3 Miljødata

Kartet over miljødata viser ulike kategorier for viktige miljøhensyn i prosjektområdet. Det har blitt brukt som grunnlag for utvelgelse av alternativer i begge utvelgelsesprosessene og er et eget tema i konsekvensanalysen. Kartet er vist i vedlegg K, men kan også hentes fra Temakart Rogaland. Figur 5 nedenfor viser et lite utsnitt av miljøkartet. Figuren viser blant annet et svært viktig område innerst i Førlandsfjorden, markert med mørk grønn stiplet linje.



Figur 5: Utsnitt fra miljøkart (se vedlegg K)

Mange ulike miljøkategorier er vist i kartet. Ofte er det vanskelig å vite hva som bør prioriteres og hva kategoriene egentlig betyr. Derfor blir de ulike kategoriene forklart nærmere på neste side. Det anbefales å ha med en egen miljørådgiver i et vegprosjekt. Da kan denne personen fordype seg i miljøkategoriene og få mulighet til å prioritere dette temaet uten påvirkning fra andre faktorer. (Hognestad, 2015)

Forklaring av miljøkategorier (se vedlegg K):

- **Art-viltområde:** vises som store avgrensninger på kartet. Av den grunn er det ofte vanskelig å unngå vegbygging innenfor hele området. Det er som regel bedre å legge en veg i kanten av området, enn å la den krysse rett gjennom. Dersom det er nødvendig at vegen krysser tvers gjennom et art-viltområde, er det ofte nødvendig å tilrettelegge for viltkryssing eller viltovergang.
- **Lakseførende vassdrag:** vises som en linje ved Akسدal og Grinde. Det må tas spesielle hensyn slik at fisken ikke får dårligere forhold, men det betyr ikke at elven ikke kan krysses. En løsning kan være å forlenge en eventuell bru slik at fisken ikke blir berørt. Det må også tas hensyn under anleggsarbeidet.
- **Tynn, blå linje (style 0):** vises på vestsiden av Førlandsfjorden. Viser avgrensningen/nedbørsfeltet til det vernede vassdraget Haugevassdraget.
- **Stiplede grønne linjer:** vises over hele området. Stiplingen viser områder som er registrert som verdifulle. A-områder (svært viktig) vil si områder med nasjonal interesse (markert med mørk grønn farge), og er av den grunn de mest betydningsfulle. B-områder (viktig) tilsvarer et område av regional interesse (markert med grønn farge) og C-områder (lokalt viktig) er et område av lokal interesse (markert med lys grønn farge). Se eksempel fra Figur 5 på forrige side. Som for art-viltområdet, er det verre å krysse direkte gjennom disse områdene enn å komme nær kanten. Når det gjelder kryssing av vann og vassdrag, er det viktig å unngå fylling. Fjordbunnen til Ytre Førlandsfjord er for eksempel veldig sårbar. Der det blir nødvendig med kryssing bør bruene/kulvertene være så lang at den naturlige kantsonen ikke blir berørt.
- **Landskapsvern/fredning:** viser de seks siste kategoriene i tegnforklaringen; landskapsvernområde, landskapsvern, plantefredningsområde, dyre-/fuglefredning, naturreservat og naturminne, og biotopvernområde. Hvis en av disse kategoriene ligger innenfor det aktuelt planområdet bør en kryssing av området unngås.

- **Røde, gule og oransje punkter:** viser punktvis hvor det finnes leveområder for dyr og planter. Rødt punkt betyr kritisk truet, oransje punkt sterkt truet og gul betyr sårbar. Her er det behov for at noen med arts kunnskap går inn og vurderer leve- og funksjonsområdene for disse områdene. Et eksempel kan være observasjoner av fugler. Dette kan være tilfeldige observasjoner av trekkfugl og da er det ofte ikke viktig. Hvis det er sannsynlig at fuglen er sjelden og at den hekker i området er det mye viktigere å ta hensyn. Det mest kritiske er funn av rødlistearter. Da bør noen vurdere om arten har et helt avgrenset leveområde, eller om det er sannsynlig at den finnes over et større område. Funn av rødlistearter i de mest sjeldne kategoriene kritisk truet eller sterkt truet kan føre til at området må unngås helt.

Denne kategorien blir ikke vurdert i utvelgesprosessen eller konsekvensanalysen fordi hvert tilfelle må vurderes for seg, og det ses på som for omfattende i denne oppgaven. Det er allikevel et viktig tema som definitivt måtte blitt studert nærmere i et virkelig prosjekt.

I dette kapittelet har viktige steder i prosjektområdet blitt identifisert. Dette skal gjøre det lettere å følge med i de neste kapitlene når forslag til vegtraséer omtales. Ovenfor har formålet med kommuneplanen for Tysvær kommune og et miljøkart for prosjektområdet blitt beskrevet nærmere. Disse kartene er brukt som grunnlag for utvelgesprosessen i kapittel 5 og konsekvensanalysen i kapittel 7.

Kapittel 3 – Metode

I dette kapitlet presenteres fremgangsmåten som har blitt brukt for å finne det beste alternativet for en ny vegtrasé. Utvelgelsesprosessen presenteres og hvert steg blir kort beskrevet. Bruken av Novapoint i denne oppgaven beskrives også nærmere. Til slutt blir styrker og svakheter ved metoden gjennomgått.

3.1 Generelt

I kapittel 1 ble problemstillingen presentert. Den innebærer å finne det beste alternativet for en vegtrasé fra Kårstø til Våg. Dette har vært en detaljert og omfattende prosess, og har av den grunn blitt delt inn i flere steg. I neste delkapittel er fremgangsmåten nærmere beskrevet ved å vise hvordan prosessen har gått fra å ha flere mulige alternativer på skissestadiet til å finne det beste alternativet ved hjelp av en konsekvensanalyse.

3.2 Fremgangsmåte

Dette delkapitlet går gjennom de tre utvelgelsesprosessene som har blitt brukt i denne oppgaven; skissering av alternativene for hånd, oppretting av veglinjer i Novapoint og konsekvensanalyse.

3.2.1 Steg 1: Skissering av alternativer for hånd

Proessen startet med å tegne vegalternativer for hånd. Tolv alternativer ble tegnet opp på et kart over prosjektområdet. De valgte alternativene fikk et nummer ut fra hvilken retning de tok etter startpunktet ved Kårstø; startpunkt 1, 2 eller 3, og tilhørende bokstaver til hvert startpunkt (se avsnitt 5.1). Ut fra vurderingskriterier listet opp nedenfor ble tolv alternativer redusert til åtte alternativer.

Vurderingskriterier:

- Nødvendig avgrensning av området
- Lengde = høyere kostnad
- Ulendt terreng, myrer og innsjøer
- Fjordkryssinger
- Kommuneplan: eksisterende og planlagte områder

3.2.2 Steg 2: Oppretting av veglinjer for alternativene i Novapoint

Neste del var å tegne veglinjene i Novapoint. Horisontalgeometrien ble hovedprioriteten ved inntegningen av alternativene, mens vertikalgeometrien ikke ble prioritert like mye som i steg 3. Fra første utvelgelsesprosess sto det igjen åtte alternativer. Alternativene som var igjen beholdt nummereringen fra forrige steg. Nedenfor listes vurderingskriteriene for alternativene. Disse kriteriene ga grunnlaget for å redusere alternativene fra åtte til tre. Avsnitt 5.2 viser hvilke alternativer som ble plukket ut til konsekvensanalysen.

Vurderingskriterier:

- Miljøområder
- Horisontalgeometri
- Vertikalgeometri
- Kommuneplan: boligområder
- Kryssing av innsjø

3.2.3 Steg 3: Konsekvensanalyse

Tre alternativer ble vurdert som de beste ut fra steg 2. Disse ble videre forsøkt optimalisert i Novapoint både med tanke på horisontal- og vertikalgeometri. Alternativene ble gitt et nummer fra 1-3, og deretter vurdert i en konsekvensanalyse etter at optimaliseringen i Novapoint var gjort. Hensikten med en konsekvensanalyse er å sikre god medvirkning i planprosessen, i tillegg til å formidle resultatene på en enkel og forståelig måte. Dette gir forståelse for valg av løsninger både hos politikere og lokalbefolkning. (Statens vegvesen, 2014e) Denne analysemetoden ble valgt for å ha mulighet til å vurdere alternativene opp mot hverandre.

Tabell 3 (på neste side) viser hvordan konsekvensanalysen ble utført. De utvalgte konsekvensene ble delt inn i prissatte og ikke-prissatte konsekvenser med håndbok V712 som bakgrunn. Kun de konsekvensene som var mulige å vurdere i denne oppgaven ble brukt i konsekvensanalysen. Konsekvensene ble gitt et vektstall ut i fra hvor viktige de var for oppgaven. Videre ble alternativene plassert i tabellen og gitt poeng etter hvor bra eller dårlig de var i forhold til konsekvensene. Konsekvensanalysen er gjennomført i kapittel 7.

Tabell 3: Metode brukt for konsekvensanalyse

Konsekvens	Vekttall (sum=100%)	Alternativ ...	Alternativ ...
Prissatte konsekvenser			
...			
Ikke-prissatte konsekvenser			
...			
SUM	100 %		
PLASSERING PÅ FORHÅND			
RANGERING			

I Tabell 3 ble summen regnet ut ved å addere poengene alternativene fikk for hver konsekvens. Alternativene ble gitt en plassering på forhånd ved å vurdere helhetsinntrykket etter presentasjonen av alternativene i kapittel 6. Dette ble gjort for å se om det er noen sammenheng mellom problemområdene fra den tekniske utformingen på vegtraséene og resultatet konsekvensanalysen gir. Ut fra poengsummen fra konsekvensanalysen ble alternativene rangert etter første-, andre- og tredjeplass. Denne rangeringen dannet grunnlaget for å ha muligheten til å anbefale et av alternativene i kapittel 9.

3.3 Bruk av Novapoint

Novapoint er et profesjonelt konstruksjonsverktøy for konstruksjon av infrastruktur (Vianova Systems, 2015), og fungerer som et presentasjonsverktøy for tegning av veglinjer i AutoCAD. I denne oppgaven har versjon "Novapoint DCM 19.20.FP5a" blitt brukt. Novapoint-modulen Veg utvidet har blitt brukt sammen med AutoCAD 2014 for å konstruere horisontal- og vertikalgeometrien for vegalternativene. Novapoint brukes til å lage vegmodeller av veglinjene og er nyttig for å se alternativene i en 3D-visning. Programmet tegner i tillegg ut vegen med riktig bredde på skjæringer og fyllinger slik at det er mulig å få en oversikt over arealbruken og masseflytninger langs veglinjen. Dette gjøres ut fra en terrengmodell som lages i Novapoint ved hjelp av høydedata. I denne oppgaven har hovedfokuset vært at vegtraséene skal være gjennomførbare og at kravene til horisontal- og vertikalkurvatur er opprettholdt. Novapoint brukermanual "Basis" og "Veg grunnkurs" har blitt brukt som hjelpemiddel ved konstruering av veglinjer i Novapoint.

Dimensjoneringsklassen H9 har blitt brukt som vegstandard i Novapoint siden standarden for en H11-veg enda ikke er en offisiell dimensjoneringsklasse i håndbok N100. Eventuelle krav som skiller de to dimensjoneringsklassene har blitt ivaretatt for alle vegalternativene. Dette innebærer blant annet krav til minste horisontal- og vertikalkurvatur og minste klotoidelengde. I de tilfellene kravene i Novapoint ikke har stemt overens med kravene for en H11-veg har de blitt endret til å gjelde for H11-standard.

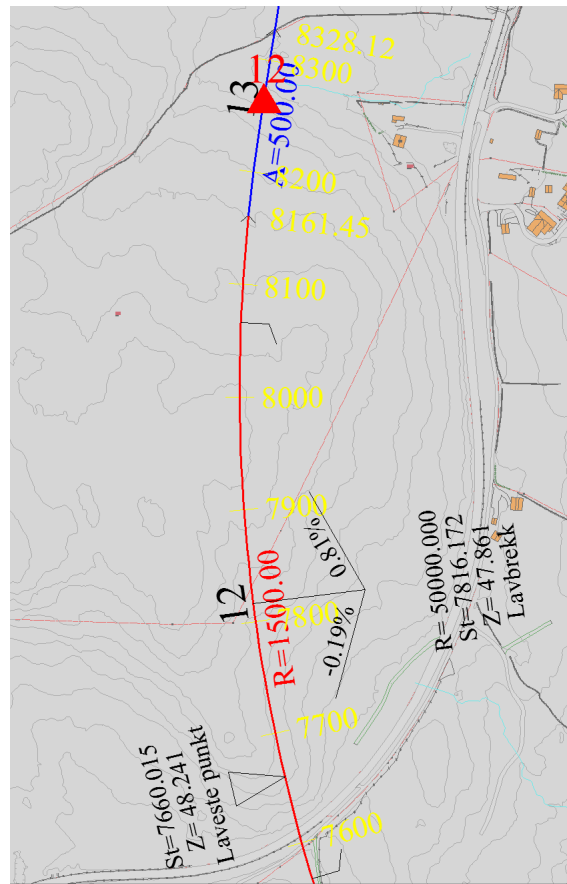
Horisontal- og vertikalkurvaturen til de tre alternativene som ble vurdert i konsekvensanalysen har blitt forsøkt optimalisert på best mulig måte. Arbeidet i vegmodellen måtte nødvendigvis avsluttes før resultatkapittelet ble lagt inn i oppgaven. En ytterligere detaljering kunne vært gjort (men det hadde vært utenfor avgrensningen av tidsbruken til oppgaven), og det er vanskelig å si om dette kunne gitt bedre poengsum for andre enn det valgte alternativet.

3.3.1 Horisontalgeometri

Prosjekteringen i Novapoint startet med å tegne linjer i horisontalgeometrien. Det ble sett på som mest hensiktsmessig å tegne veglinjer med store kurveradier for å lettere unngå hindringer langs traséen. Vendeklotoider ble mest brukt, men eggkurver var også nødvendig for noen av alternativene. Alle vegtraséene starter og slutter med en rettlinje for å gjøre det enklest mulig å koble traséene opp mot eksisterende veg.

Nr.	Elementtype	Innspenning	Radius	Lengde	Param.	Retning	Buetype
1	Rettlinje	—x		254.598		1.642	
2	Klotoide	—x	0.000	200.000	600.000		
3	Sirkelbue	—x	-1800.000	1074.195			Kort
4	Klotoide	—x	-1800.000	200.000	600.000		
5	Klotoide	—x	0.000	222.445	667.000		
6	Sirkelbue	—x	2000.000	1982.449			Kort
7	Klotoide	—x	2000.000	222.445	667.000		
8	Klotoide	—x	0.000	237.500	950.000		
9	Sirkelbue	—x	-3800.000	2641.070			Kort
10	Klotoide	—x	-3800.000	237.500	950.000		
11	Klotoide	—x	0.000	166.667	500.000		
12	Sirkelbue	—x	1500.000	722.583			Kort
13	Klotoide	—x	1500.000	166.667	500.000		
14	Klotoide	—x	0.000	187.500	750.000		
15	Sirkelbue	—x	-3000.000	664.039			Kort
16	Klotoide	—x	-3000.000	187.500	750.000		
17	Klotoide	—x	0.000	222.445	667.000		
18	Sirkelbue	—x	2000.000	873.066			Kort
19	Klotoide	—x	2000.000	222.445	667.000		
20	Klotoide	—x	0.000	250.000	1000.000		
21	Sirkelbue	—x	-4000.000	2316.648			Kort
22	Klotoide	—x	-4000.000	250.000	1000.000		

Figur 6: Eksempel på linjekonstruksjonstabell for horisontalgeometri fra Novapoint



Figur 7: Eksempel på linjekonstruksjon for horisontalgeometri fra Novapoint

Figur 6 og Figur 7 viser eksempler på hvordan linjekonstruksjon for horisontalgeometri ser ut i Novapoint. Figur 6 viser oversiktstabellen, mens Figur 7 viser veglinjen.

3.3.2 Vertikalgeometri

Det største fokuset for vertikalgeometrien var å få til et samspill med horisontalgeometrien. For alternativene var det ofte vanskelig å få til et godt samsvar mellom kurvaturene. Av den grunn ble ofte horisontalkurvaturen prioritert fremfor vertikal-kurvaturen fordi det ble sett på som viktigere å ta hensyn til hindringer langs ruten enn terrenget som uansett må gjennom et inngrep ved vegbygging. Derfor ble vertikal-kurvaturen ofte tilpasset etter at den horisontale linjen var gjort så optimal som mulig. Det antas derfor at så lenge horisontalkurvaturen er godt tilpasset, samtidig som ulendt terreng er forsøkt unngått, vil det være mulig å lage en vertikal-kurvatur som er så optimal som mulig. Det ble selvfølgelig også fokusert på å finne den ruten som ga minst mulig skjæring eller fylling. Ved en mer detaljert prosjektering burde skjæring og fylling vurderes i forhold til optimalisering etter type masser, mekanisk egenhet og eventuell forurenset grunn.

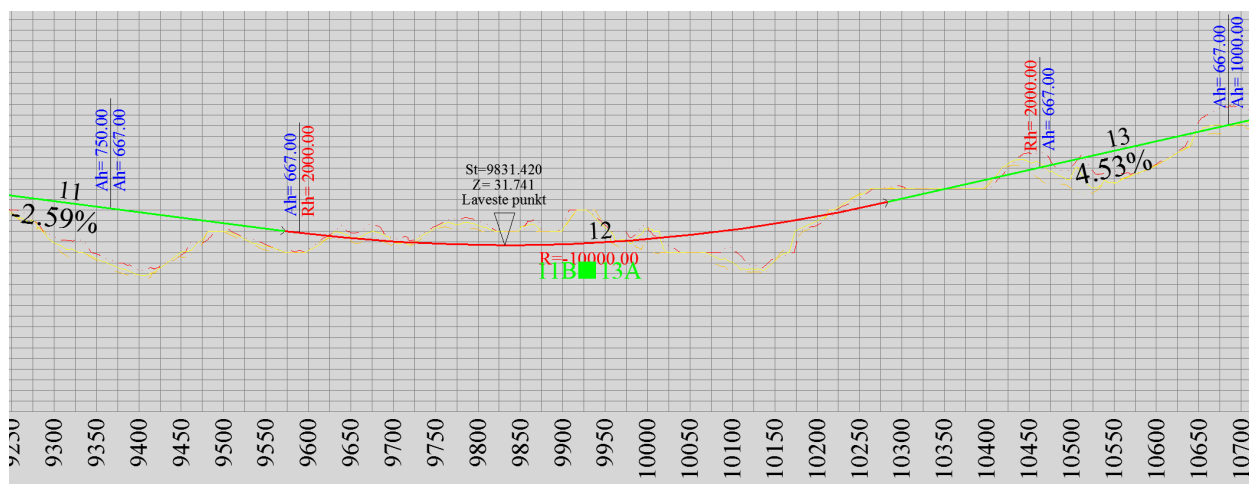
Linje Editor Vis Sett inn Endre Verktøy Data Vindu Hjelp

Nr.	Elementtype	Innspenning	Radius	Hor. Lengde	Helling %	Hellingsretn.
1	Rettlinje	x-x			-0.437	Fri
2	Sirkelbue	←→	90000.000	843.796		
3	Rettlinje	x-x			-1.374	Fri
4	Sirkelbue	←→	-40000.000	1279.662		
5	Rettlinje	x-x			1.825	Fri
6	Sirkelbue	←→	60000.000	1207.217		
7	Rettlinje	x-x			-0.187	Fri
8	Sirkelbue	←→	-50000.000	499.235		
9	Rettlinje	x-x			0.812	Fri
10	Sirkelbue	←→	15000.000	509.898		
11	Rettlinje	x-x			-2.589	Fri
12	Sirkelbue	←→	-10000.000	711.310		
13	Rettlinje	x-x			4.530	Fri
14	Sirkelbue	←→	20000.000	1742.725		
15	Rettlinje	x-x			-4.192	Fri
16	Sirkelbue	←→	-15000.000	1137.345		
17	Rettlinje	x-x			3.396	Fri
18	Sirkelbue	←→	15000.000	680.531		
19	Rettlinje	x-x			-1.143	Fri
20	Sirkelbue	←→	-50000.000	1035.628		
21	Rettlinje	x-x			0.928	Fri

Velg Vertikaldata < Oppdater OK - Tegn Avbryt

OK Vertikal Tereng Fyll=33% Skjær=67% Ch=-3.234 Høyde=-1358.118 Z=0.000 Zv=36.872 dz=36.872

Figur 8: Eksempel på linjekonstruksjonstabell for vertikalgeometri fra Novapoint



Figur 9: Eksempel på linjekonstruksjon for vertikalgeometri fra Novapoint

Figur 8 og Figur 9 viser eksempler på hvordan linjekonstruksjon for vertikalgeometri ser ut i Novapoint. Figur 8 viser oversiktstabellen, mens Figur 9 viser veglinjen.

3.4 Styrker og svakheter

Den største svakheten med metoden som er brukt i denne oppgaven er at alle vurderingsprosessene er vurdert subjektivt og på premisser gitt ut fra mulig tidsbruk for masteroppgaven. Det har vært en fordel å få skrive en masteroppgave om et prosjekt som ikke har kommet til planleggingsfasen ennå. Dette gir mulighet for å komme med løsninger uten å ha noen forhåndsbestemte tanker om hvordan alternativene burde se ut. På den annen side blir tankeprosessen gjort i denne oppgaven isolert, sett i forhold til hvordan en slik prosess ville vært i et virkelig vegprosjekt. Et vegprosjekt består alltid av et team der den enkelte er ekspert på sitt delfag og hvor løsninger blir diskutert før de blir tatt videre. I denne oppgaven var ikke det mulig. I tillegg består et vegprosjekt av innspill fra eksterne parter, og slike hensyn har det ikke vært nødvendig å ta i denne oppgaven.

Valg av metode i denne oppgaven har hatt fokus på at utvelgelsesprosessen skal være strukturert og enkel å følge. En konsekvensanalyse ble valgt for å kunne vurdere et tilstrekkelig antall konsekvenser før et endelig vegalternativ ble valgt.

Kapittel 4 – Teoretisk grunnlag

I dette kapitlet gjennomgås nødvendige teoretiske aspekter for å gi oppgaven tyngde og grunnlag for vurderingene som gjøres i de neste kapitlene. Teoridelen starter med en oppsummering av hvordan en konsekvensanalyse vanligvis blir gjennomført og hvordan konsekvensanalysen er tilpasset til denne oppgaven. Deretter tar kapitlet opp dimensjoneringskrav for veg, tunnel og bru og beskriver linjeføring i form av horisontal- og vertikalkurvatur og romkurvatur. Til slutt presenteres retningslinjene fra Statens vegvesen. Siste del av kapitlet er en gjennomgang av drivstofforbruk og klimagassutslipp fra kjøretøy sett i sammenheng med stigningsgrad, veggeometri, vegoverflate og hastighet.

4.1 Konsekvensanalyse

Videre presenteres en generell konsekvensanalyse fra håndbok V712. Deretter følger en del som beskriver hvilke aspekter av konsekvensanalysen som har blitt brukt i denne oppgaven. I tillegg vil eventuelle forenklinger bli begrunnet.

4.1.1 Generell teori

I følge håndbok V712 er en konsekvensanalyse en analyse av sammenhengen mellom årsak og virkning, der tiltaket som skal analyseres er definert som årsak. En konsekvensutredning er i håndbok V712 brukt om en konsekvensanalyse utført i henhold til bestemmelsene i plan- og bygningsloven og tilhørende forskrift.

Formålet med en konsekvensutredning blir formulert på følgende måte:

”Formålet med bestemmelsene om konsekvensutredninger (KU) er å sikre at hensynet til miljø og samfunn blir tatt i betraktning under forberedelsen av planer eller tiltak, og når det tas stilling til om, og på hvilke vilkår, planer eller tiltak kan gjennomføres.” (Statens vegvesen, 2014e)

Konsekvensanalysen består av en samfunnsøkonomisk analyse sammensatt av prissatte og ikke-prissatte konsekvenser. I tillegg kan netto ringvirkninger, fordelingsvirkninger og lokale og regionale virkninger vurderes dersom det ses på som nødvendig. I denne oppgaven blir kun de prissatte og ikke-prissatte konsekvensene vurdert.

Prissatte konsekvenser vurderes i en nytte-kostnadsanalyse og måles i kroner. De ikke-prissatte konsekvensene vurderes ikke i kroner, men en ni-delt skala som går fra meget stor positiv konsekvens til meget stor negativ konsekvens. (Statens vegvesen, 2014e).

I Tabell 4 nedenfor er de prissatte og ikke-prissatte konsekvensene vist. Temaene som er markert med grønt har blitt brukt i konsekvensanalysen for denne oppgaven.

Tabell 4: Oversikt over temaer definert under prissatte og ikke-prissatte konsekvenser

Prissatte konsekvenser:	Ikke-prissatte konsekvenser:
<ul style="list-style-type: none"> - Trafikant- og transportbrukernytte - Operatørnytte - Budsjettvirkning for det offentlige - Ulykker - Støy, luftforurensning og klimagassutslipp - Restverdi - Skattekostnad 	<ul style="list-style-type: none"> - Landskapsbilde - Nærmiljø og friluftsliv - Naturmangfold - Kulturmiljø - Naturressurser

4.1.2 Tilpasset konsekvensanalyse

Siden vegprosjektet fra Kårstø til Våg ikke har startet opp enda, og fordi det i tillegg er begrenset med ressurser og tid, vil kun de markerte temaene i Tabell 4 bli vurdert i en konsekvensanalyse. Det har i denne oppgaven vært spesielt utfordrende å gjennomføre en konsekvensanalyse for de prissatte konsekvensene. Dette er hovedsakelig fordi de prissatte konsekvensene måles i kroner. Temaene operatørnytte, støy, luftforurensning, restverdi og skattekostnad blir av den grunn tatt ut av analysen. Trafikant- og transportbrukernytte, budsjettvirkning, ulykker og klimagassutslipp vil bli sett nærmere på i kapittel 7. For de ikke-prissatte konsekvensene er alle konsekvensene tatt med videre fordi disse konsekvensene ikke blir målt i kroner. Bakgrunnsinformasjonen for disse kategoriene er også lettere tilgjengelig og analysen kan i større grad gjøres subjektiv.

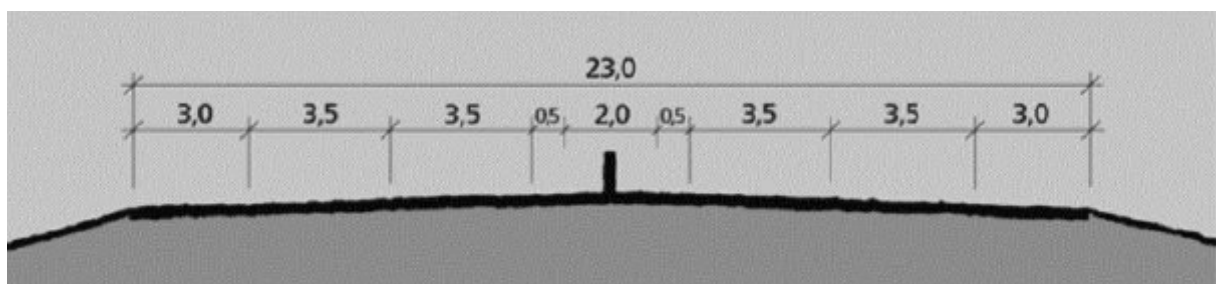
Vanligvis blir de forslåtte alternativene i en konsekvensanalyse sammenliknet med et nullalternativ for å kunne ha en referansesituasjon (Statens vegvesen, 2014e). I denne konsekvensanalysen blir ikke alternativene vurdert opp mot et nullalternativ. Grunnen til dette er at det ikke er et alternativ å beholde den nåværende vegen. Vegen skal bygges ny og prosjektet består av å finne den beste traséen for en ny vegstrekning. Det skal til slutt nevnes at konsekvensanalysen gjøres basert på egne tanker. Når dette prosjektet blir gjennomført i virkeligheten antas det at flere jobber sammen og at resultatet fra konsekvensanalysen blir kvalitetssikret i flere omganger.

4.2 Vegtekniske krav

I dette delkapitlet blir ulike vegtekniske krav presentert. Det er fire kategorier innenfor vegprosjektering som har vært viktig i denne oppgaven. Disse kategoriene er standardkrav til en H11-veg, linjeføringskrav og krav til tunneler og bruer.

4.2.1 Ny dimensjoneringsklasse, H11

Når denne oppgaven startet opp var det bestemt at vegen skulle dimensjoneres etter krav for en H11-veg. Denne vegtypen erstatter en H9-veg med virkning fra 20.11.2014 (Statens vegvesen, 2015c). Kravene til en H11-veg avviker litt fra kravene til en H9-veg, men hovedforskjellen er at fartsgrensen har økt fra 100 km/t til 110 km/t. Kravene til minimum klotoidelengde, siktlengde, minste radius for høybrekk og lavbrekk samt minimum horisontalradius er også endret i forhold til standardkrav for en H9-veg. Videre vises de viktigste dimensjoneringskravene for en H11-veg.



Figur 10: Tverrprofil for en H11-veg (mål angitt i meter) (Statens vegvesen, 2015c)

Figur 10 viser tverrprofilen for en H11-veg. Vegen skal prosjekteres med en total bredde på 23 meter og med en ÅDT > 20 000. Vegen har standard som en motorveg og skal ha midtdeler med midtrekkverk.

Minste avstand mellom kryss bør være 3 km og vegen skal være avkjørselsfri. Det skal ikke være gang- og sykkeltrafikk langs vegen, men gående og syklende skal ha et tilbud via et lokalt vegnett. (Statens vegvesen, 2015c)

Figur 11 nedenfor viser prosjekteringstabellen for en H11-veg med de kravene som gjelder for en veg med fartsgrensene 110 km/t. Ved $R_h < 4000$ bør ensidig fall benyttes. Ved maksimal stigning reduseres kravet til stoppsikt med $\Delta st1 = -27 m$ og ved maksimalt fall økes kravet til stoppsikt med $\Delta st2 = 38 m$. Ordinært midtrekkverk (cirka 0,75 m høyt) i venstrekurve anses som ikke sikthindrende. Det samme gjelder for kanttrekkverk i høydekurve. For brurekkverk (vanligvis 1,2 m høyt) skal stoppkravet stilles. (Statens vegvesen, 2015c)

Standardkrav til dimensjoneringsklassen H9 er vist i vedlegg E (Statens vegvesen, 2014b). I vedlegget er kun dimensjoneringskravene for en H9-veg vist, men med en kombinasjon av Figur 11 kan tabellen brukes til prosjektering av en H11-veg.

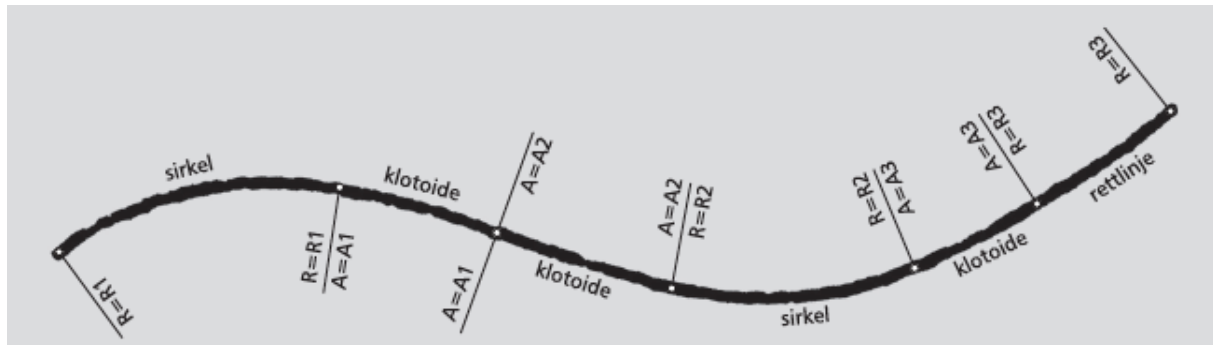
R_h^{-1}	Horisontalkurvatur		Vertikalkurvatur					
	Klotoide	Siktlengde ^{4, 5}	$R_{v,høy}$	$R_{v,lav}$	Overhøyde	Stigning	Res. fall	
	Min	Stopp	Min	Min	e	Maks	Maks	Min
800	260	260	14100	3800	7,5	5,0	9,0	2
900	265	260	14100	3800	7,0	5,0	9,0	2
1000	270	260	14100	3800	6,5	5,0	9,0	2
1200	275	260	14100	3800	5,6	5,0	9,0	2
1400	275	260	14100	3800	4,7	5,0	9,0	2
1600	275	260	14100	3800	3,7	5,0	9,0	2
≥ 1750	275	260	14100	3800	3,0	5,0	9,0	2

Figur 11: Prosjekteringstabell for en H11-veg (Statens vegvesen, 2015c)

4.2.2 Linjeføring

Horisontalkurvatur

Elementene rettlinje, sirkel og klotoider brukes ved konstruksjon av vegens horisontalkurvatur og kan kombineres fritt ut fra ønsket utforming av vegen. Figur 12 viser et eksempel på hvordan elementene kan kombineres. (Statens vegvesen, 2014d)

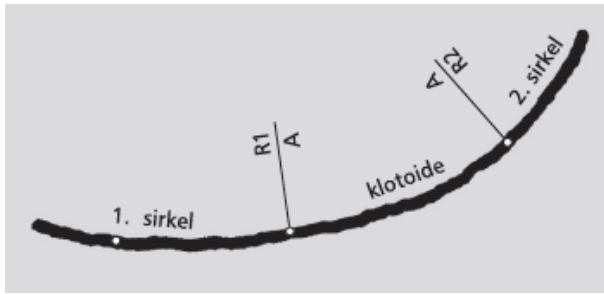


Figur 12: Elementer i horisontalkurvaturen (Statens vegvesen, 2014d)

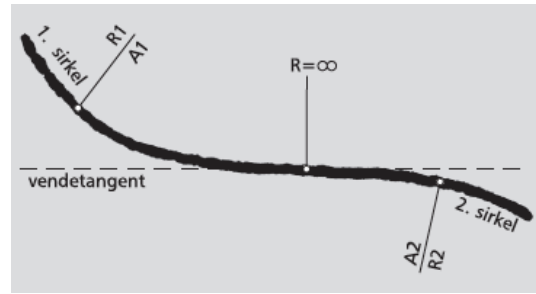
En *rettlinje* gir god sikt og gode muligheter for forbikjøring, men gir også økt mulighet for fartsøkning. Det kan i tillegg være vanskelig å bedømme avstand til møtende kjøretøy og ved kjøring i mørket vil det på en rettlinje være økt fare for blanding fra motgående kjøretøy. Av denne grunn bør ikke rettlinjer brukes i et stort omfang og svakt krummede kurver anbefales. (Statens vegvesen, 2014d)

Sirkelkurven er en geometrisk kurve med konstant krumning. En veg som består av kurver med liten variasjon i radius og kurvelenge vil gi sikker kjøring og en estetisk god veglinje hvis veglinjen passer inn i landskapet. (Statens vegvesen, 2014d)

En *klotoid* brukes for å skape en jevn overgang fra en krumning til en annen. De kan bli brukt som en overgang mellom rettlinjer og sirkler eller mellom to sirkelkurver. En klotoid mellom to sirkler bestående av ulike, men ensrettede krumninger er kalt *eggkurver* (se Figur 13). To enkeltklotoider mellom sirkelkurver med motsatt krumning er kalt *vendeklotoider* (se Figur 14). Klotoiden blir brukt som en overgangskurve fordi dens geometri gir konstant vinkelhastighet ved kjøring med konstant fart. (Statens vegvesen, 2014d)



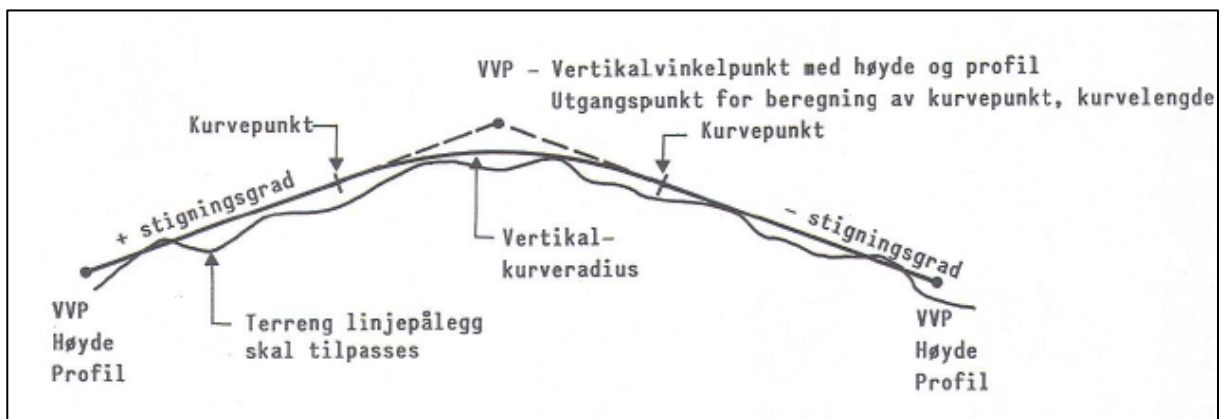
Figur 13: Definisjonen på en eggkurve (Statens vegvesen, 2014d)



Figur 14: Definisjonen på en vendeklotoide (Statens vegvesen, 2014d)

Vertikalkurvatur

Vertikalkurvaturen beskrives som veglinjens geometriske elementer i vertikalplanet. En vertikalcurve er en overgangskurve mellom to strekninger med konstant stigning. Av elementer brukt for vertikalkurver er sirkelen den mest vanlige. Overgangen mellom stigninger må gradvis utjevnes for å få en veglinje med god kjørekomfort og estetikk. Det er i tillegg viktig å få en best mulig tilpasning mot terrenget. Figur 15 viser ulike elementer i vertikalkurvaturen. (Hovd, 2014)



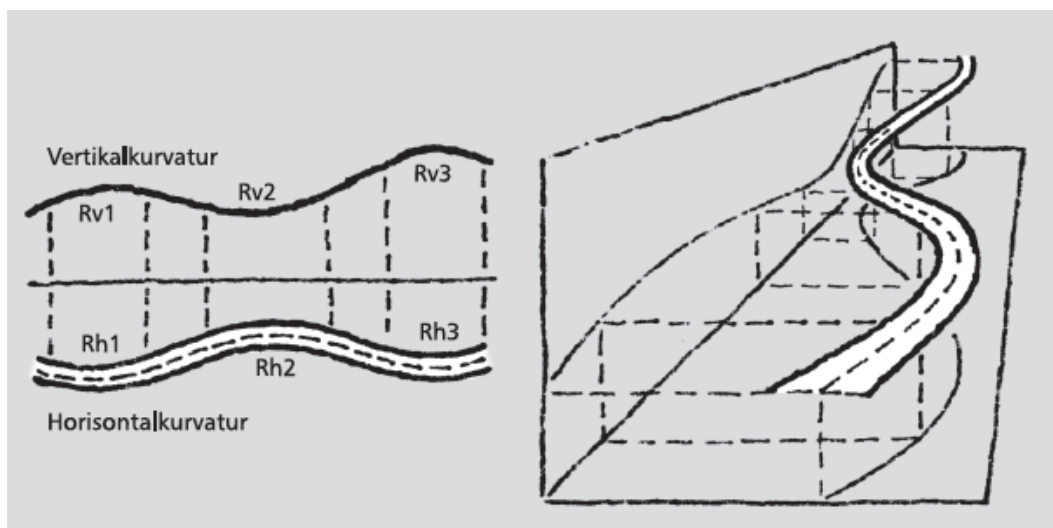
Figur 15: Begreper brukt i vertikalkurvaturen (Hovd, 2014)

Vertikalkurvaturen består av høybrekkskurver ($R_{v,høy}$) og lavbrekkskurver ($R_{v,lav}$) som er to rettlinjer på hver sin side av en sirkelcurve. Forskjellen på høybrekkskurver og lavbrekkskurver er kun avhengig av om radiusen på sirkelbuen viser en høyde eller en dal. Figur 15 viser en høybrekkskurve.

Romkurvatur

Godt samspill mellom horisontal- og vertikalkurvaturen for en veg er viktig og vil gi vegen en jevn og rytmisk form. Vegen skal gi god optisk føring i tillegg til informasjon om vegens geometri og videre forløp. Slake kurver er ofte ønskelig med tanke på trafiksikkerhet og framkommelighet. Det er utformingen av den tredimensjonale romkurven som er viktig estetisk sett og derfor bør horisontal- og vertikalkurvaturen planlegges i kombinasjon. (Statens vegvesen, 2014d) Romkurven kan kontrolleres ved hjelp av 3D modeller i Novapoint.

Figur 16 viser et godt eksempel på samspill mellom horisontal- og vertikalkurvatur. Når disse faller sammen oppnås en jevn romkurvatur. En generell regel anbefaler høybrekk i utkurve og lavbrekk i innkurve. (Hovd, 2014)



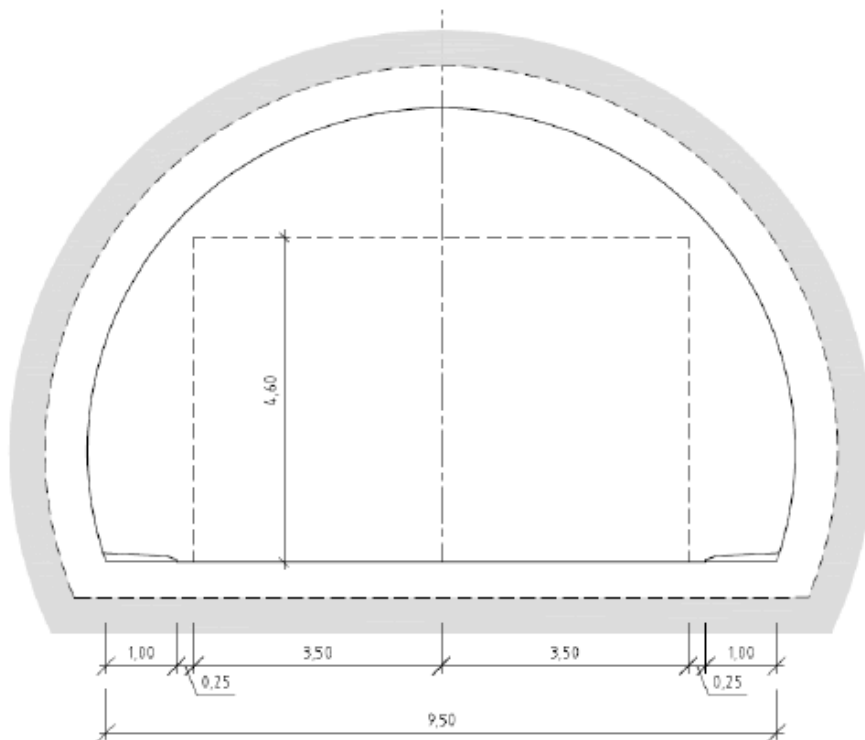
Figur 16: Eksempel på godt samspill mellom horisontal- og vertikalkurvaturen (Statens vegvesen, 2014d)

4.2.3 Vegtunneler

Vegtunneler skiller seg fra veg i dagen på grunn av flere aspekter. Det er lite eller ingen sideaktivitet, tunneler har andre forhold på vinterstid og jevne lysforhold over døgnet og året. I tillegg er det vanskelig å bedømme stigning og fall og avstanden til neste kjøretøy. En tunnel har også andre krav til sikkerhet, evakuering og redning. (Statens vegvesen, 2014c)

Prosjektområdet i denne oppgaven består av mange fjellområder, og to eller flere tunneler er nødvendig for alle vegtraséene. Prosjektering og utforming av tunneler er ikke vist ved presentasjon av de endelige alternativene, men under dette delkapitlet blir den nødvendige utforming av en tunnel presentert kort.

For en H11-veg er det nødvendig med en tunnelklasse mellom E og F. En tunnelklasse er utgangspunktet for å bestemme tunnelprofil, antall tunnellop, behov for havarinisjer, snunisjer, gangbare tverrforbindelser, nødutganger og sikkerhetsutrustning. Det vil si at for en H11-veg kreves en tunnel med to løp (ett i hver retning) og tunnelprofil T9,5. Dette er fordi ÅDT > 20 000 for en H11-veg. Kravet til fri høyde i tunneler er 4,6 meter og måles vinkelrett på kjørebanelen. Figur 17 viser kravene for en T9,5 profil der hvert kjørefelt må være på 3,5 meter.



Figur 17: Tunnelprofil T9,5 (Statens vegvesen, 2014c)

I overgangen mellom tunnel og veg i dagen er det noen forhold som må vurderes spesielt (Statens vegvesen, 2014d):

- Linjeføring og siktforhold
- Lysforhold
- Skred og nedfall av snø/is og jord/stein
- Risikoen for at føreren skal kjøre på tunnelportalen
- Klimatiske forhold
- Duggproblemer
- Drivsnø

Dette blir ikke vurdert i denne oppgaven, men er viktig ved økt detaljering.

4.2.4 Bruer

Ut fra krav i håndbok N100 skal veg på bru ha samme bredde som tilstøtende veg. Det vil si at bruene skal prosjekteres med en bredde på 23 meter, se Figur 10.

Bruplanlegging bør i tidlig fase ta hensyn til følgende (Statens vegvesen, 2014d):

- Bruas plassering og lengde
- Grunnforhold og aktuelle fundamenteringsløsninger
- Spennvidder og aktuelle brutyper

For hvert sted det skal bygges bru vurderes mulige søyleakser basert på kartgrunnlag og befaringer. Søyleakser og fundamenteringsløsninger bestemmer spennvidder, som videre bestemmer hvilke brutyper som er aktuelle og økonomisk gunstige.

Linjeføring på bruer kan bestemmes ut fra tre kategorier (Statens vegvesen, 2014d):

- Små bruer: bruas linjeføring tilpasses vegens linjeføring
- Mellomstore bruer: linjeføringen optimaliseres i forhold til både veg og bru
- Store bruer: vegens linjeføring tilpasses bruas lokalisering

En eller flere bruer er nødvendig for alle vegtraséene. Prosjektering og utforming av bruer er ikke vurdert i denne oppgaven på grunn av manglende kunnskap om temaet. Kravet til bredde over bruene er opprettholdt i henhold til håndbok N100.

4.2.5 Bruk av krav i denne oppgaven

Det har gjennom arbeid med utforming av vegalternativer i denne oppgaven blitt gitt tips til ulike vegtekniske krav. Nedenfor blir disse retningslinjene presentert. (Alsaker, 2015)

Horisontalgeometri

- Minimum horisontalkurveradius: $R_h = 800 \text{ m}$
- Anbefalt horisontalkurveradius: $R_h = 1500 \text{ m} - 3000 \text{ m}$ (opp til 5000 m)
- Klotoider:
 - o Minimum klotoidelengde: $A = 275 \geq R_h = 1000 \text{ m}$
 - o Ved radius på $R_h = 1000 \text{ m} - 1500 \text{ m}$ bør klotoiden være $\frac{1}{3}$ av lengden (dvs. 333 m – 500 m). Med svært store $R_h = 3000 \text{ m}$, er det være nok med $\frac{1}{4}$ av lengden.
- Rettlinjer brukes i vegprosjektering, men bør ikke brukes unødvendig. Slake kurver anbefales fremfor rettlinjer.

Vertikalgeometri

- Minimumskrav vertikalkurveradius:
 - o Lavbrekk: $R_{v,lav} = 3800 \text{ m}$
 - o Høybrekk: $R_{v,høy} = 14\,100 \text{ m}$
- Anbefalte minimumskrav:
 - o Lavbrekk: $R_{v,lav} = 5000 \text{ m}$
 - o Høybrekk: $R_{v,høy} = 15\,000 \text{ m}$
- Masser:
 - o Skjæring: maksimalt $15 \text{ m} - 20 \text{ m}$
 - o Fylling: maksimalt $20 \text{ m} - 25 \text{ m}$ (maks 30 m)

Stigningsgrad

- Maksimal stigningsgrad: 5 %
- Anbefalt maksimal stigningsgrad: 3 %

Diverse

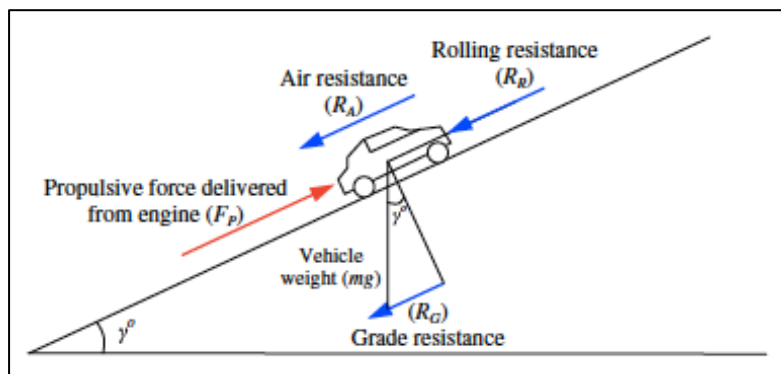
Dagens E39 skal ikke benyttes til sin opprinnelige funksjon etter opprettingen av en ny vegstrekning. Det er derfor følgende muligheter; anleggsveg, framtidig lokalveg, gang- og sykkelveg eller traktorveg. Prosjektering og utforming av tunneler og bruer er ikke prioritert i denne oppgaven.

4.3 Drivstofforbruk og klimagassutslipp

Det vil i dette delkapittelet bli sett på hvordan drivstofforbruk og klimagassutslipp kan bli påvirket av flere faktorer ved bilkjøring. Litteraturen viser blant annet at stigningsgrad, veggeometri, vegoverflate og hastighet har innvirkning på både drivstofforbruk og klimagassutslipp. Det er vist at oppgradering eller bygging av en veg kan føre til mer trafikk som totalt vil gi økte utslipp.

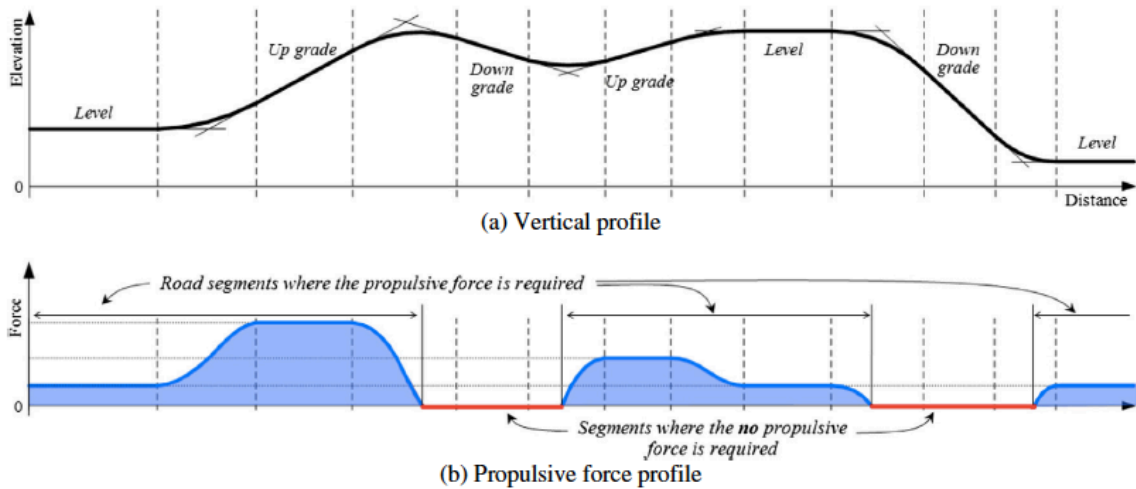
4.3.1 Nødvendig drivkraft ved kjøring i stigning

Drivstofforbruket til et kjøretøy kan beregnes ut fra den kraften som er nødvendig for å opprettholde en jevn hastighet uten å bremse eller akselerere, også kalt drivkraft (*propulsive force*). Hvordan denne drivkraften virker, avhenger av veggeometrien. Ved helt flatt terreng, er en forholdsvis liten drivkraft nødvendig for å opprettholde jevn hastighet fordi kun luftmotstand (*air resistance*) og rullemotstand (*rolling resistance*) virker på kjøretøyet. En større drivkraft er nødvendig ved kjøring i oppoverbakke fordi ekstra kraft virker mot bevegelsen til kjøretøyet, stigningsmotstanden (*grade resistance*). Ingen drivkraft er nødvendig for å kjøre i nedoverbakke fordi en negativ stigningsmotstand virker på kjøretøyet og utjevner effekten fra andre motstandskrefter. Dette avhenger selvfølgelig av hvor bratt bakken er og lengden på bakken, men ved kjøring i nedoverbakke kan drivstoff bli spart. Figur 18 viser hvilke krefter som virker på kjøretøyet ved stigning. (Kang et al., 2013).



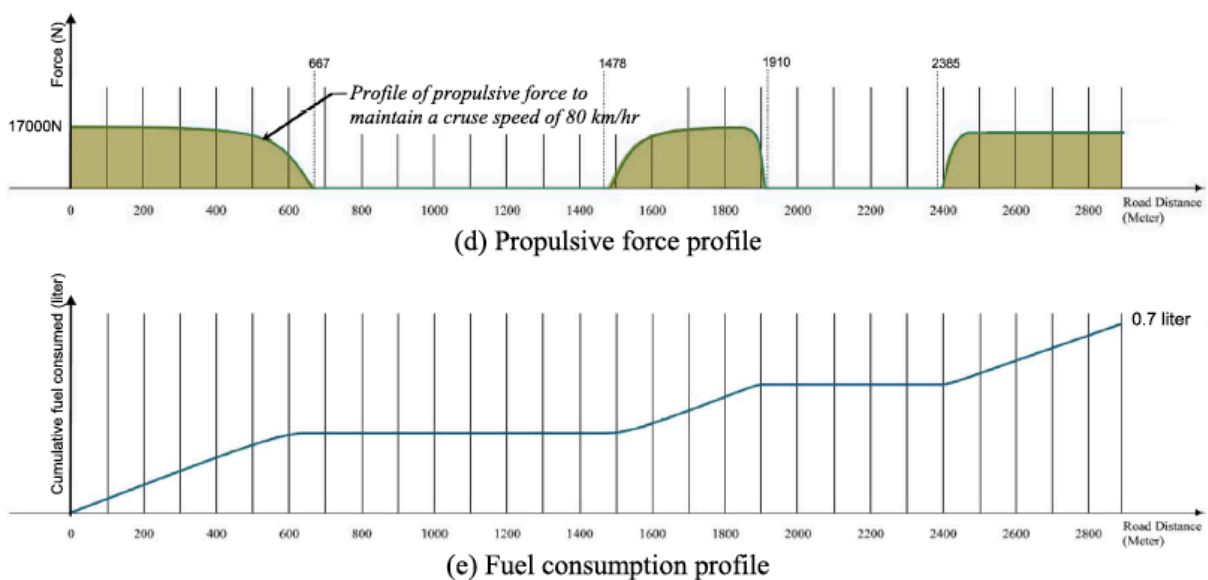
Figur 18: Krefter som virker på kjøretøyet ved stigning (Kang et al., 2013)

Figur 19 (neste side) viser sammenhengen mellom vertikalkurvatur og nødvendig drivkraft. Drivkraften blir null på noen av strekningene fordi stigningsmotstanden er negativ og utjevner effekten av luftmotstand og rullemotstand. For en flat strekning er kun en liten drivkraft nødvendig, mens ved kjøring i oppoverbakke øker den nødvendige drivkraften.



Figur 19: Sammenheng mellom vertikalkurvatur og nødvendig drivkraft (Kang et al., 2013)

Figur 20 under viser drivkraft i sammenheng med drivstofforbruk for et kjøretøy med jevn fart på 80 km/t. Siden drivstofforbruk er proporsjonalt med drivkraften til et kjøretøy får man fram denne figuren for et kjøretøy med jevn hastighet. Drivkraften er arbeidet som er gjennomført av kjøretøyet mens det beveger seg langs denne linjen. Der drivkraft ikke er nødvendig kan drivstofforbruket neglisjeres og sies å være tilnærmet lik null. (Kang et al., 2013)



Figur 20: Sammenheng mellom drivkraft og drivstofforbruk (Kang et al., 2013)

4.3.2 Stigningsgrad

Stigningsgrad er definert som vegens helning i lengderetningen. Den blir beregnet med utgangspunkt i høydeforskjellen mellom to nabovertikalvinkelpunkt og den horisontale avstanden mellom disse punktene. (Hovd, 2014) Stigningsgraden er positiv i stigning og negativ i fall, sett i profileringsretningen. Stigningsgraden blir gitt i prosent. (Statens vegvesen, 2014d)

SINTEF har sett nærmere på drivstofforbruk og klimagassutslipp i forhold til stigninger og fall. Med datagrunnlag hentet fra EU-prosjektet ARTEMIS har SINTEF oppdatert sin første rapport som het "Miljøkonsekvenser av bedre veger". Rapporten tar hensyn til vegstandarden og beskriver trafikken ved hjelp av 20 kjøretøytyper. De 20 kjøretøytypene skiller mellom personbil og lastebil, og ser på fire ulike aldersgrupper for hver. For lastebilene skilles det på tre ulike vektkategorier og for personbiler på type drivstoff. (Knudsen et al., 2009)

Beregningene viste at det var reduksjoner i utslipp når veger med dårlig vegstandard enten ble utbedret eller erstattet med nye veger. Hovedårsaken til disse reduksjonene er jevnere flyt i trafikken med færre akselerasjoner og oppbremsinger. Dette gir en vesentlig reduksjon i utslippene.

I rapporten ble tre prototypiske vegstrekninger sett nærmere på med hensyn på drivstofforbruk og utslipp. Figur 21 viser resultatene for disse tre vegtraséene:

Vegalternativ	Drivstofforbruk og utslipp											
	Drivstoff			CO ₂			NO _x			CO		
	liter	l/kjt-km	%ending	kg	g/kjt-km	%ending	kg	g/kjt-km	%ending	kg	g/kjt-km	%ending
Alternativ 1												
Alt. a) med stigning	576	0,132	0 %	1.446	330	0 %	20,6	4,7	0 %	25,6	5,9	0 %
Alt. a) uten stigning	462	0,106	-20 %	1.152	263	-20 %	14,5	3,3	-30 %	20,2	4,6	-21 %
Alt. b) (uten stigning)	332	0,086	-35 %	830	214	-35 %	5,4	1,4	-70 %	10,8	2,8	-53 %
Alternativ 2												
Alt. a) med stigning	822	0,101	0 %	2.049	251	0 %	18	2,2	0 %	38	4,7	0 %
Alt. a) uten stigning	671	0,082	-18 %	1.659	203	-19 %	13	1,6	-29 %	29	3,6	-24 %
Alt. b) (uten stigning)	479	0,080	-20 %	1.186	199	-21 %	7	1,2	-46 %	17	2,9	-38 %
Alternativ 3												
Alt. a) med stigning	2550	0,109	0 %	6351	271	0 %	65	2,8	0 %	122	5,2	0 %
Alt. a) uten stigning	2079	0,088	-19 %	5142	220	-19 %	48	2,1	-25 %	97	4,1	-21 %
Alt. b) (uten stigning)	1696	0,083	-24 %	4212	205	-24 %	22	1,1	-61 %	48	2,3	-56 %

Figur 21: Drivstofforbruk og utslipp vist for tre prototypiske vegstrekninger (Knudsen et al., 2009)

De tre vegstrekningene blir beskrevet slik:

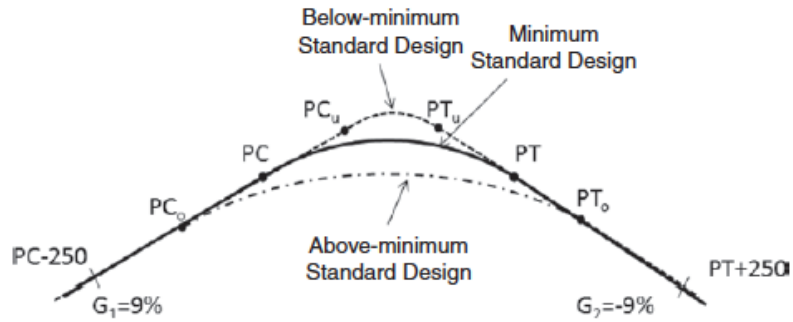
Alternativ 1: ”dårlig tofeltsveg med betydelig stigning erstattes med flat, god tofeltsveg”

Alternativ 2: ”tofelts svinget fjellovergang som erstattes med tofelts flat tunnel”

Alternativ 3: ”tofeltsveg med stigninger og betydelig trafikk erstattes med firefelts motorveg”. (Knudsen et al., 2009)

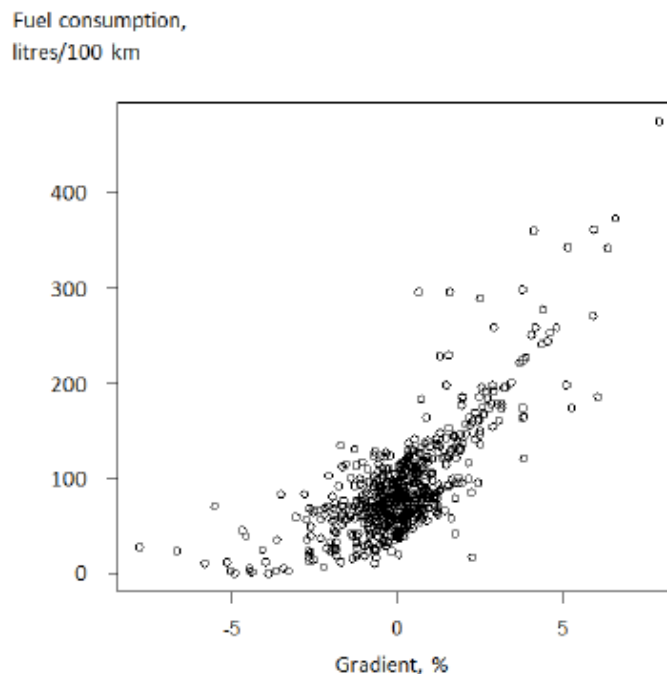
Den første linjen under hvert alternativ i Figur 21 viser det opprinnelige alternativet; veg med smal, dårlig horisontalkurvatur og stigninger. Den neste linjen viser den samme vegen bare uten stigninger og fall, mens den tredje linjen viser et nytt og forbedret alternativ for vegstrekningen; veg med god bredde og horisontalkurvatur og ingen stigning/fall. Alle alternativene viser en reduksjon i drivstoff, CO₂, NO_x og CO når vegen får en bedre geometrisk utforming og ved fjerning av stigning og fall. Størst reduksjon er vist for NO_x og CO. Drivstoffet og utslipp av CO₂ ser ut til å påvirkes mest av stigning/fall, mens utslipp av NO_x og CO er vel så følsomme for vegbredde, horisontalkurvatur og flyt i trafikken.

En annen undersøkelse viser hvordan kurveradien for et høybrekk er med på å gi økte eller reduserte utslipp. Figur 22 på neste side viser hvordan en kurve kan designes over minimumsstandard eller under minimumsstandard etter AASHTO's krav. Det ble vist at et kjøretøy brukte og produserte 10 % mindre drivstoff og CO₂ når kurven ble økt med 50%, fra 39 m/% til 58,5 m/%. Når kurven ble gjort 50 % mindre, fra 39 m/% til 19,5 m/%, økte drivstofforbruket og utslippet med 10 %. Det ble også vist at den minimerte kurven produserte 12 % mer NO_x og PM_{2,5}. For kurven med økt radius ble det produsert 15 % mindre NO_x og PM_{2,5}. For CO og HC var resultatene enda mer tydelige: for kurven med redusert radius ble det produsert 25% mer CO og 14% mer HC, og for kurven med økt radius ble utslippene redusert med 31% og 20%. Hovedgrunnen til disse tallene viser seg å avhenge av lengden på den vertikale kurven, fordi en økning i radien gir lengre vertikale kurver og dermed lengre flate strekninger på kurvaturen. En flatere kurvatur ga derfor mindre drivstofforbruk og lavere utslipp. (Ko et al., 2012)



Figur 22: Variasjon i kurveradius for et høybrekk (Ko et al., 2012)

En undersøkelse gjort av Svenson og Fjeld (2014) har tatt opp sammenhengen mellom drivstofforbruk og stigning, og viser at det er stor forskjell mellom kjøring i nedoverbakke og oppoverbakke. Figur 23 viser at når man kjører oppover øker drivstofforbruket med økende gradient, mens drivstofforbruk ved kjøring i nedoverbakke synker ikke like raskt som økningen i oppoverbakke. Figuren viser at ved stigningsgrad på over 2 prosent øker drivstofforbruket mest.



Figur 23: Sammenheng mellom drivstofforbruk og stigningsgrad (Svenson and Fjell, 2014)

I rapporten til Ko et. al (2012) sies det at vinkelen på vegen, hastighet og akselerasjon er noen av de mest viktige variablene som påvirker utslipp og drivstoff. Et kjøretøy bruker mellom 15 % og 20 % mer drivstoff på en oppoverbakke med 6% stigning etterfølgende av en nedoverbakke med samme stigning, enn på en flat vegstrekning. Den store andelen av drivstoff som blir brukt på en oppoverbakke blir ikke fullt kompensert for ved mindre forbruk i en nedoverbakke.

4.3.3 Vegoverflate

Svenson og Fjeld (2014) har gjort studier på lastebiler som frakter tømmer i Sverige. Målet var å finne hvor stor påvirkning veggeometri og vegoverflaten har å si for drivstofforbruket ved en tørr sommer og en våt høst. Undersøkelsene ble gjort på offentlige veger og skogsveger. I Sverige er vegklassene delt inn med nummer fra 1 til 9, der vegklasse 1 til 5 er de beste vegene, mens vegklasse 7 til 9 tilsvarer skogsveger.

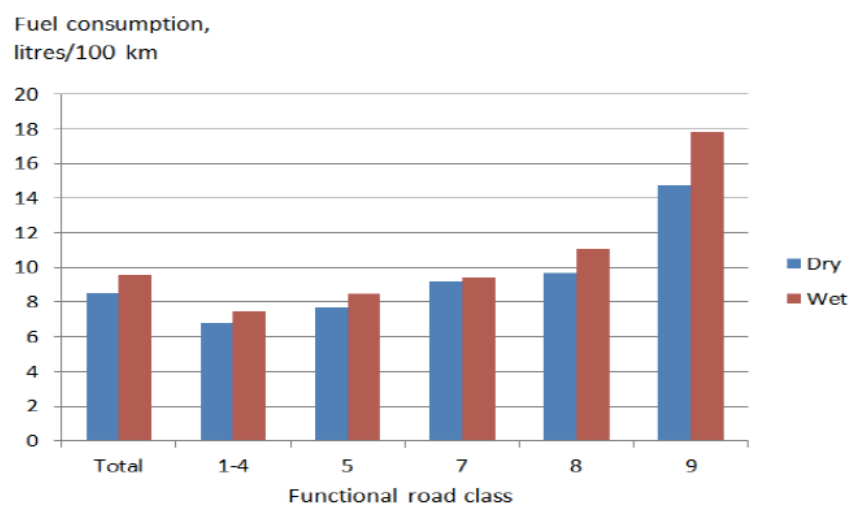
Figur 24 viser at ved å forlate de bedre vegklassene (vegklasse 1-5) og heller benytte seg av de dårligste vegklassene (vegklasse 7-9) øker drivstofforbruket betraktelig. Gjennomsnittlig drivstofforbruk var på 91,8 liter per 100 km for alle veger. På de beste offentlige vegene var drivstofforbruket på 71,3 liter per 100 km, mens det på skogsveger var på hele 162, 8 liter per 100 km. Undersøkelsene viste at det var sammenheng mellom drivstofforbruk og de uavhengige variablene gradient (målt i % [m/100 meter]) og kurvatur (målt i 1000/radius meter), som nevnt tidligere, i tillegg til overflate ruhet (målt i IRI - International Roughness Index).

Road class	Fuel consumption, litres/100 km	Velocity, m/s	Gradient	Curvature	IRI, mm/m	No. of observations
1 – 4	71.3	17.7	0.2	1.5	2.1	201
5	81.1	13.2	-0.1	3.7	3.6	150
7	93.3	10.1	0	2.8	6.2	39
8	104.1	11.2	0.1	3.1	5.3	123
9	162.8	7.6	0.3	4.9	7.4	38

Figur 24: Drivstofforbruk sammenliknet med gradient, kurvatur og overflate ruhet (Svenson and Fjell, 2014)

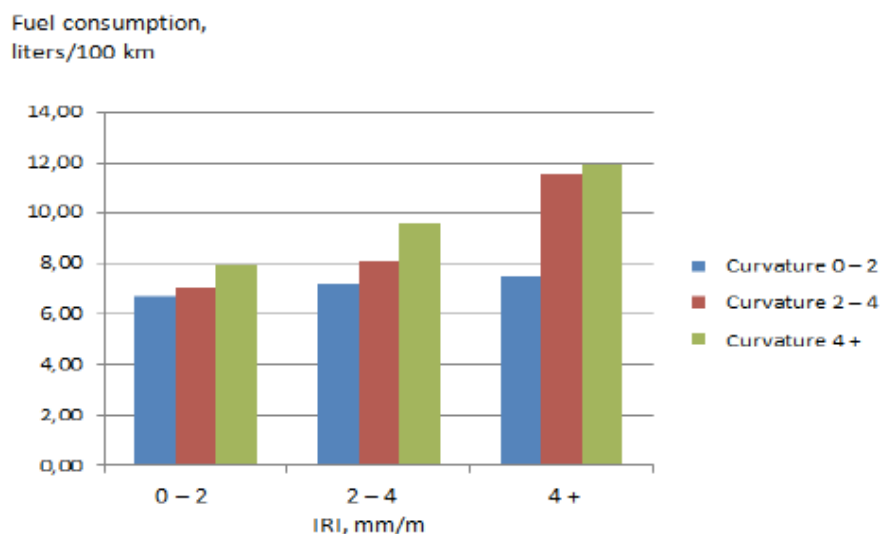
Det er forskjell på sommer og vinterføre på offentlige veger og skogsveger. Sesongvariasjon ble funnet for alle vegklassene og var størst for skogsvegene. Sesongvariasjonen for drivstofforbruk kan forklares med forskjellen i fuktinnhold for veg materialet, men temperatur og hastighet spiller også inn. Større forbruk av drivstoff på skogsveger kan forklares med mer variert kurvatur og en grovere overflate.

Sesongvariasjon er vist i Figur 25 og viser at drivstofforbruket er høyere ved våte høstdager enn varme sommerdager. (Svenson and Fjell, 2014)



Figur 25: Variasjon i drivstofforbruk ved tørt og vått føre (Svenson and Fjell, 2014)

Figur 26 viser tydelig at drivstoffet øker med både ruhet på vegoverflaten og kurvaturen.

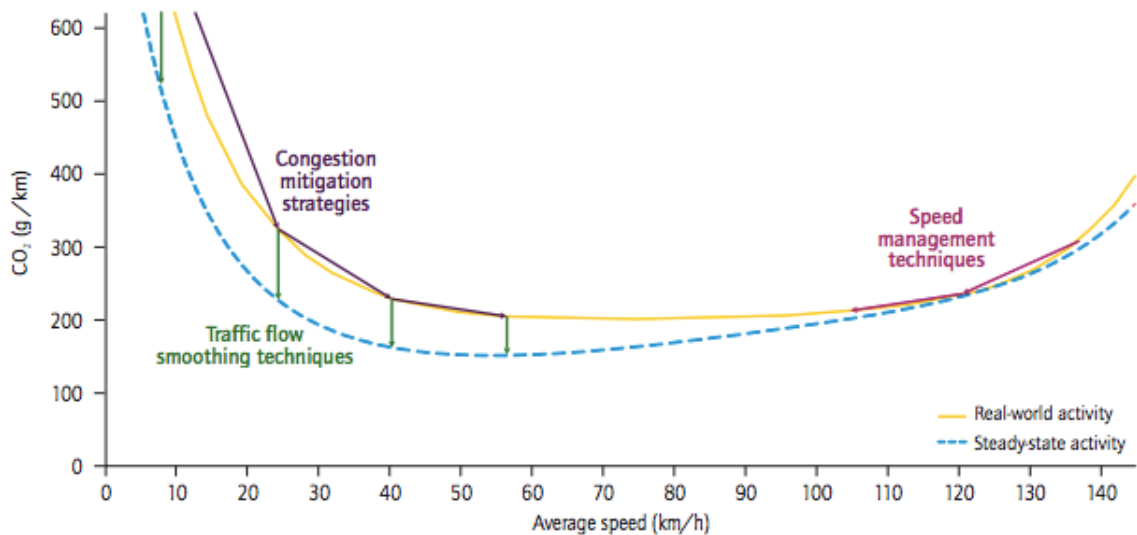


Figur 26: Drivstofforbruk sammenliknet med overflateruhet og stigning (Svenson and Fjell, 2014)

4.3.4 Hastighet

Hastigheten på kjøretøyet er en viktig variabel når drivstoff og utslipp skal beregnes. Utslipp av CO₂ er avhengig av hastighet og det viser seg at ved kjøring i jevn fart rundt 72-80 km/t resulterte i mindre utslipp og drivstofforbruk, enn ved hastigheter over 105 km/t og under 72 km/t. (Barth and Boriboonsomsin, 2008)

“International Energy Agency” viser at hastighet og drivstofforbruk har en klar sammenheng. Figur 27 viser hvordan CO₂-utslippet øker før og etter optimal hastighet. (IEA, 2012)



Source: Barth and Boriboonsomsin, 2008.

Figur 27: Hastighet sett i forhold til CO₂-utslipp (IEA, 2012)

TØI-rapporten (2009), som tar opp temaet om bedre veger faktisk gir mindre klimagassutslipp i neste del, har også kommet med tall for hvilke hastigheter som øker, reduserer eller holder klimagassutslippet uforandret. Tabell 5 viser hvilke hastighetsendringer som bidrar til endring i klimagassutslipp.

Tabell 5: Hastighetsendringer som bidrar til endring i klimagassutslipp (Strand et al., 2009)

Førhastighet	Etterhastighet	Endring bidrar til
0 – 40 km/t	50 – 70 km/t	Reduksjon i CO ₂ -utslipp
50 – 70 km/t	50 – 70 km/t	Ingen endring i CO ₂ -utslipp
50 – 70 km/t	80 – 90 km/t	Noe økning i CO ₂ -utslipp
70 – 80 km/t	90 km/t og over	Stor økning i CO ₂ -utslipp

4.3.5 Økte klimagassutslipp ved bedre veger

I motsetning til rapporten fra SINTEF; "Miljøkonsekvenser av bedre veger" har TØI's rapport; "Gir bedre veger mindre klimagassutslipp?" funnet ut at bygging av bedre veger gir økte klimagassutslipp. Hovedgrunnen til dette er at forbedringer i vegnettet øker gjennomsnittshastigheten til kjøretøyene. Dette er ofte hastigheter på over 80km/t, der utslippene øker mest. Utslippene øker også fordi transportmengden øker i form av flere og lengre turer, samtidig som det skjer en overgang fra kollektive transportmidler og gang- og sykkeltrafikk. Vegbyggingen i seg selv, tilhørende drift og vedlikehold øker også klimagassutslippene. (Strand et al., 2009)

Som en kommentar til dette skal det nevnes at interessen for elektriske biler har økt de siste årene. I april i år var det 50 000 elbiler på norske veger (Norsk elbilforening, 2015). Hvis elbiler etter hvert blir konkurransedyktig med diesel- og bensinbiler vil ikke økt trafikk ha like stor betydning.

TØI-rapporten skriver at vegutvidelser vil føre til generert og nyskapt trafikk ved å påvirke rutevalget, andelen som velger å reise i rush-tiden, transportomfanget (lengre/hyppigere ruter), transport-middelfordelingen (høyre bilandel), arealbruk og standarden på det kollektive transporttilbudet. Det er vist at vegbygging som nedsetter reisetiden bidrar til trafikkøkning.

Det skal nevnes at jevnere kjøring, i form av redusert behov for akselerasjon og nedbremsing, som er muliggjort ved bedret vegstandard kan gi en utslippsreduksjon. Drivstofforbruket og klimagassutslippene øker med økende stigning og spesielt for tunge lastebiler. Rapporten nevner at det er mulig å unngå mye av klimagassutslippet ved å redusere vertikalkurvaturen eller ved å redusere hastigheten på strekninger med mye vertikalkurvatur. (Strand et al., 2009)

SINTEF har i sin oppdaterte rapport om stigninger og fall, beskrevet i kapittelet om stigningsgrad, tatt høyde for funnene til TØI. SINTEF skriver at flere studier viser at nye veger med bedre fremkommelighet vil kunne generere ny trafikk som demper eller i enkelte tilfeller fjerner den positive effekten av bedre veger. Videre foreslår rapporten at etterspørselsregulerende virkemidler som for eksempel vegprising, parkeringsregulering og styrking av kollektivtrafikken kan være med på å forhindre økt trafikk. (Knudsen et al., 2009) Slike tiltak er også foreslått i Figur 27.

Dette viser at det er en vanskelig balanse mellom den positive effekten ved oppgradering av veg og den negative effekten ved ny eller generert trafikk. Det må gjøres videre studier på hvordan dette kan balanseres på best mulig måte i forbindelse med drivstofforbruk og klimagassutslipp.

4.3.6 Beregning av klimagassutslipp og drivstofforbruk i denne oppgaven

Når denne oppgaven ble laget var planen å få utslippsdata fra Statens vegvesen som kunne brukes i konsekvensanalysen. I forbindelse med prosjektet Ferjefri E39 har Statens vegvesen gjort anslag for beregning av klimapåvirkningene av en helt ny E39 fra Kristiansand til Trondheim. Dette har blitt gjort ved å sammenlikne utslipp ved kjøring på eksisterende veg og en antatt rute for en ny E39. Dette prosjektet tok lenger tid enn forventet og delen om klimagassutslipp i konsekvensanalysen ble derfor mindre enn først planlagt.

For å kunne implementere temaet i konsekvensanalysen ble det valgt å se på stigningsgrad for de ulike vegtraséene. Teksten ovenfor har vist at dette er en viktig faktor for hvor mye drivstofforbruk et kjøretøy bruker, og som følge av dette hvor mye klimagassutslipp et kjøretøy gir.

Siden alle horisontalkurveradiene er godt over minstekravet for alle vegtraséene og den minste radien er på $R=1200$, vil ikke nedbremsing i krappe kurver være et problem. Det vil heller ikke kvaliteten på vegen være, da den bygges helt ny. På en H11-veg er det krav om maks stigningsgrad på 5 prosent (se Figur 11). Det er ønskelig at stigningsgraden ligger på under 3 prosent. Strekninger med en stigningsgrad på over 3 prosent vil derfor bli vurdert negativt i konsekvensanalysen. Bygging av en ny E39 vil med stor sannsynlighet generere og skape ny trafikk, og dermed øke klimagassutslippene, men dette diskuteres ikke nærmere her.

Kapittel 5 – Valg av alternativer til konsekvensanalyse

I dette kapitlet vises og forklares utvelgelsesprosessen som ble brukt for å stå igjen med tre foretrukne vegtraséer fra Kårstø til Våg. Disse tre traséene skal i kapittel 7 vurderes i en konsekvensanalyse. Prosessen før dette har vært grundig og tidkrevende, og forklares derfor nærmere her. Vurderingen ble gjort i to steg for å strukturere arbeidet. Det første steget innebar skissering av alternativer for hånd på et kart over prosjektområdet. Før steg nummer to ble satt i gang ble fire av de skisserte alternativene valgt bort. De åtte resterende alternativene ble tegnet inn i Novapoint.

5.1 Skissering av alternativer for hånd

5.1.1 Oppstart

Prosessen startet med et møte med ekstern veileder Bjørn Alsaker på Statens vegvesen sitt kontor i Stavanger. Det ble gitt en rask innføring i prosjektområdet og omfanget av oppgaven ble bestemt. I september 2014 tegnet "Plan Vest" to mulige forslag til trasévalg på oppdrag fra Statens vegvesen. Dette er vegtraséer som kun viser to av mange mulige alternativer, og de har ikke blitt brukt som grunnlag for oppgaven. I møtet med Statens vegvesen ble det skissert vegtraséer for hånd på et kart over prosjektområdet. Etter møtet fortsatte tankeprosessen på egen hånd, og ulike forslag til vegtraséer ble tegnet. Det var til slutt tolv forslag igjen fra skisseringen. Skissetegning med tolv alternativer er vist i vedlegg F.

5.1.2 Vurderingskriterier

Etter at tolv alternativer var skissert var det tenkt at alternativene skulle tegnes inn i Novapoint. For å ha mulighet til å tegne alternativene måtte kartdatafiler for prosjektområdet importeres til programmet. Dette tok mye tid fordi noen av filene måtte endres og tilpasses. Når alle de nødvendige filene var importert og en terrengoverflate skulle lages, ble det oppdaget at prosjektområdet var for stort til å jobbe med. Området måtte avgrenses, og det ble av den grunn naturlig å ta bort noen av alternativene.

I tillegg til den nødvendige avgrensningen, ble lengde på vegtraséene sett i forhold til kostnad vurdert i utvelgelsen. Kryssing av ulendt terreng, myr, innsjø og fjord ble vurdert som negativt. Kommuneplanen ble grovt brukt til utvelgelse ved å se på eksisterende eller planlagte områder med stort båndlagt areal.

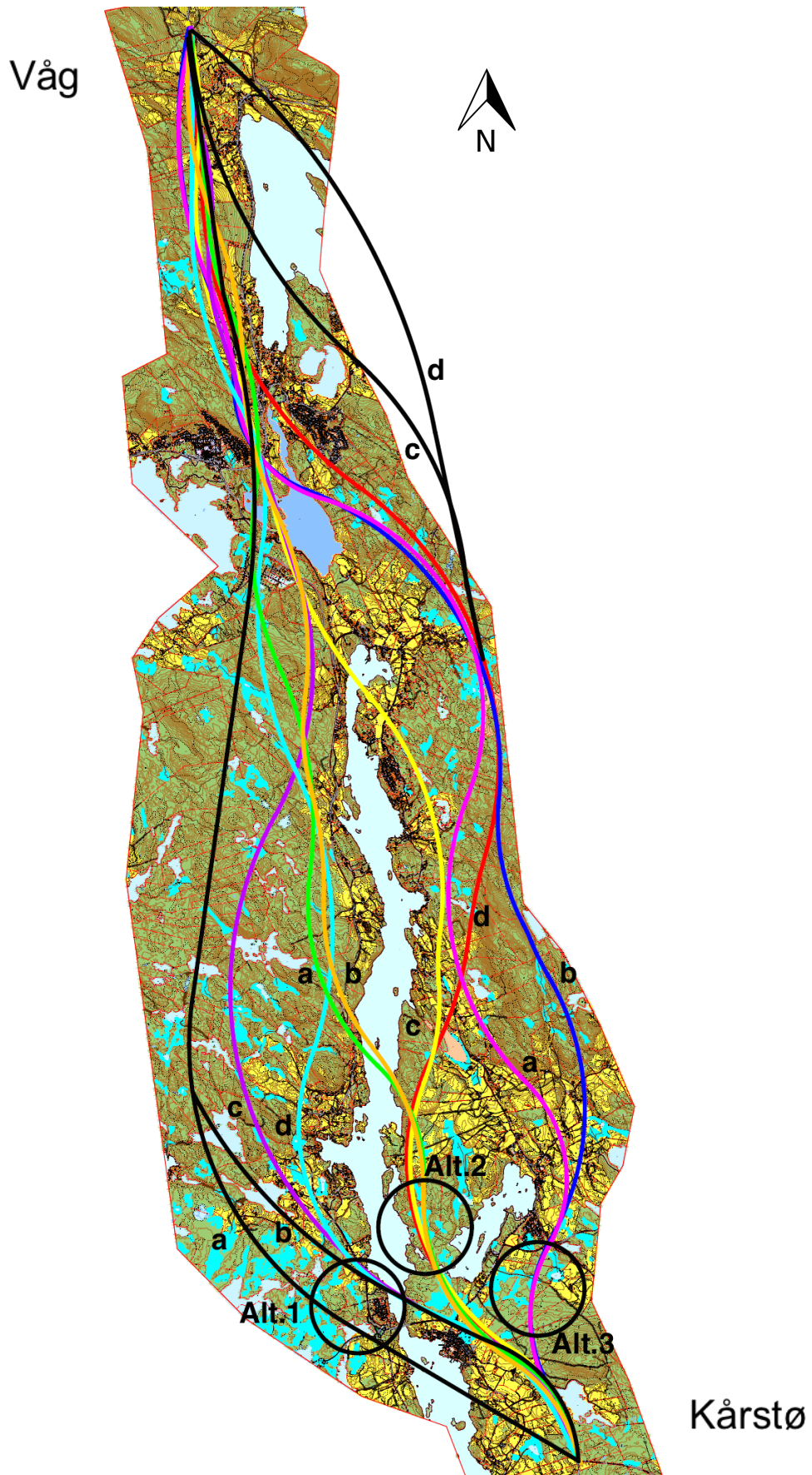
5.1.3 Begrunnelse for reduksjon av alternativer og utvelgelsesprosess

Det ble valgt å ta alternativ 1a, 1b, 3c og 3d ut av vurderingen. Figur 28 (på neste side) viser alternativene som ble valgt bort, markert i svart. Alternativene som går videre til neste steg har fått hver sin farge.

Vegtraséene vist på skissetegningen i vedlegg F og alternativene vist i Figur 28 er ikke helt like. Ved skissering av alternativer for hånd er det naturlig at det finnes flere løsninger for delstrekninger enn de forslagene som senere er tegnet. Dette er fordi det er mer komplisert å vite hvordan terrenget slår ut uten bruk av Novapoint. Kartene som er vist i dette kapittelet, er hentet fra Novapoint og viser forslagene som allerede er endret fra skissestadiet. Det ble sett på som mest hensiktsmessig å bruke disse kartene til presentasjon. Det henvises til vedlegg F for å se den opprinnelige skissetegningen.

Det er de ytterste alternativene som har blitt valgt bort. Dette er de lengste traséene og det innebærer at de ville koste mer enn alternativene med mer direkte ruter. De ytterste områdene på begge sider av Førlandsfjorden består av mye fjellandskap, myrer og innsjøer. Dette gjør det ekstra utfordrende å bygge en veg. De overnevnte faktorene og den nødvendige avgrensningen i Novapoint gjorde det derfor naturlig å ta bort disse fire alternativene.

Videre følger en mer detaljert begrunnelse for valgt reduksjon av hvert alternativ sett i forhold til kommuneplanen for Tysvær kommune.



Figur 28: Alternativer som ble valgt bort (markert svart) i første utvelgelsesprosess

Alternativ 1a og 1b ble i tillegg valgt bort på grunn av den planlagte næringsparken sørvest i prosjektområdet rett etter fjordkryssingen ved Slåttevik. Denne næringsparken er med i kommuneplanen og skal bli til Haugaland næringspark. Alternativ 1a og 1b går rett gjennom dette området. I tillegg har alternativ 1a en lang fjordkryssing over Førlandsfjorden i sør. På samme sted går det to gassledninger og det er en fordel at kryssing av disse unngås. Det positive med alternativene er at disse to vegstrekningene kunne knyttet tettstedet Våga (vest i området) direkte til E39. I dag har befolkningen på dette tettstedet kun mulighet til å kjøre nordover for å komme til E134 eller E39, og må deretter følge en av disse vegene for å komme sørover igjen. På tross av dette er det ikke nok fordeler med alternativene til å ta de med videre i vurderingen.

For **alternativ 3c og 3d** ble to andre faktorer avgjørende for reduksjon av alternativer. Alternativ 3c krysser rett over et eksisterende og planlagt campingområde ved Grinde, mens alternativ 3d får en veldig lang fjordkryssing over Grindafjorden. Denne fjordkryssingen tilsier en lang bru, og dette vil koste mer enn å la veien krysse et annet sted med en kortere bru. På bakgrunn av dette fjernes disse to alternativene.

5.1.4 Alternativer som tas med videre

Etter at fire alternativer ble tatt bort, gjenstår åtte alternativer. Figur 29 (neste side) viser disse.

Figur 29 (på neste side) viser at alternativene tar tre ulike ruter i begynnelsen av traséen; startpunkt #1, #2 og #3. Et forstørret oversiktskart finnes i vedlegg N. Alternativene beholder navnene de fikk i skissestadiet. For alternativ 1 og alternativ 3 gjenstår to tilhørende alternativer, mens for alternativ 2 gjenstår fire tilhørende alternativer. Nedenfor vises alternativene som er med fra forrige utvelgelsesprosess:

Startpunkt #1:

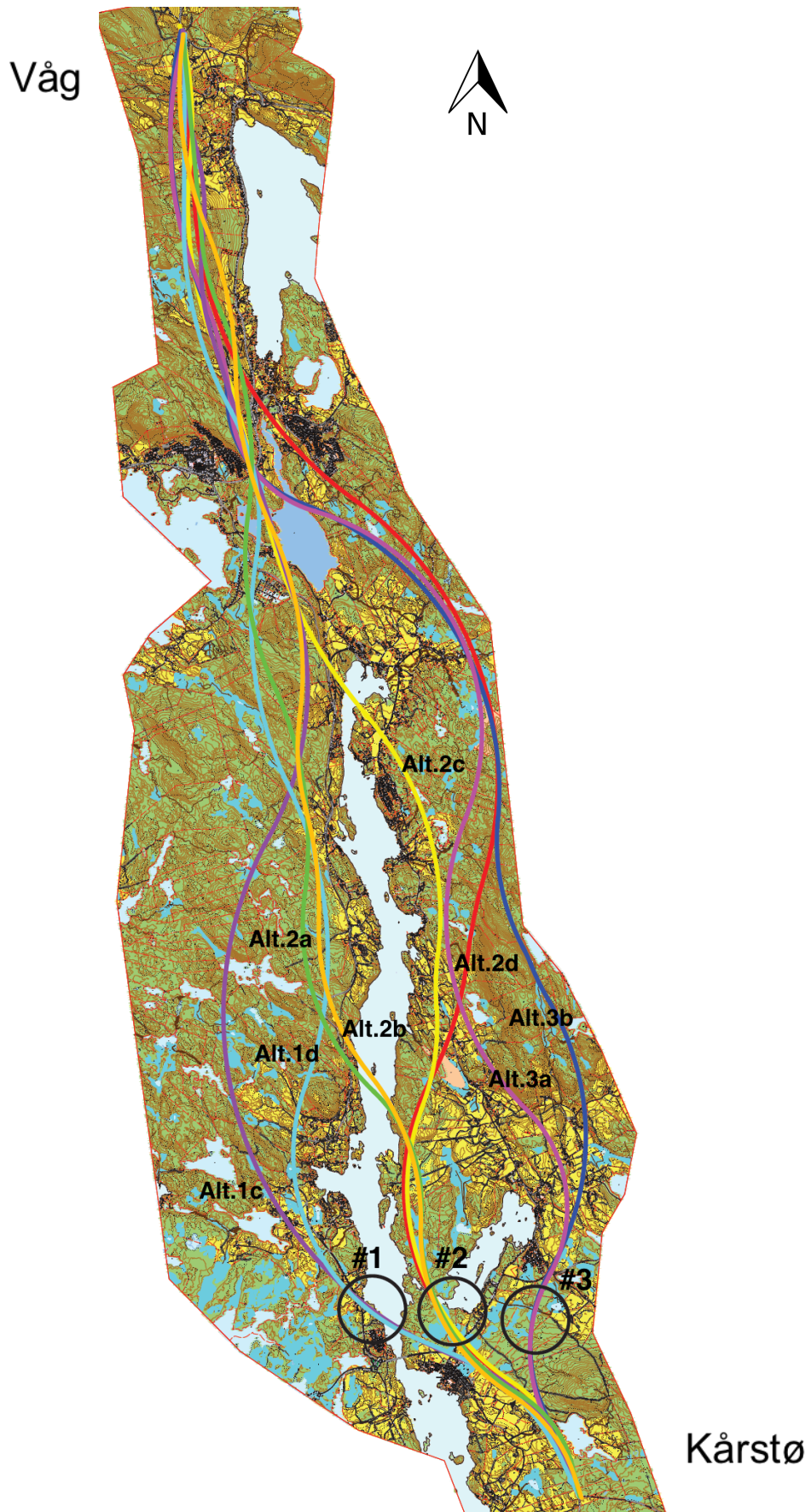
- Alternativ **1c**
- Alternativ **1d**

Startpunkt #2:

- Alternativ **2a**
- Alternativ **2b**
- Alternativ **2c**
- Alternativ **2d**

Startpunkt #3:

- Alternativ **3a**
- Alternativ **3b**



Figur 29: Åtte gjenstående alternativer til neste utvelgelsesprosess

5.2 Oppretting av veglinjer for alternativene i Novapoint

5.2.1 Videre vurdering

Fra forrige utvelgelsesprosess ble åtte alternativer valgt ut. I dette steget ble disse åtte alternativene tegnet i Novapoint. Målet med denne utvelgelsesprosessen er å stå igjen med 2-3 alternativer som skal vurderes i en konsekvensanalyse.

Utvelgelsen i forrige delkapittel ble utført uten å tegne alternativene i Novapoint. I denne vurderingsrunden skal Novapoint brukes for å få en mer detaljert oversikt over hvordan horisontal- og vertikalkurvatur blir. Det ble laget to avgrensninger av prosjektområdet så det skulle være mulig å jobbe med en detaljert terrengoverflate i Novapoint.

Område 1: vestsiden av Førlandsfjorden

- Alternativ 1c
- Alternativ 1d
- Alternativ 2a
- Alternativ 2b

Område 2: østsiden av Førlandsfjorden

- Alternativ 2c
- Alternativ 2d
- Alternativ 3a
- Alternativ 3b

5.2.2 Vurderingskriterier

Det ble lagt til noen flere vurderingskriterier i denne evalueringen. Det ble naturlig å se på horisontal- og vertikalgeometri fordi de utvalgte alternativene ble tegnet i Novapoint. I utvelgelsesprosessen ble det lagt større vekt på horisontalkurvaturen enn vertikalkurvaturen. Dette er fordi horisontalkurvaturen bestemmer ruten og tar hensyn til eventuelle hindringer langs vegen som for eksempel hus og innsjøer. Det kan ta lang tid å få tilpasset vertikalkurvaturen og i denne utvelgelsen var det derfor nok å se på hvordan de ulike traséene gikk i terrenget. Ujevnt og krevende terreng ble vurdert som en ulempe.

Miljøhensyn ble også lagt til som en faktor i utvelgelsesprosessen, og det ble sett på som negativt å krysse et definert område fra miljøkartet forklart i avsnitt 2.3. Som for første utvelgelsesprosess, spiller kommuneplanen for Tysvær kommune og kryssing av innsjø inn i vurderingen. Kryssing av innsjøer eller boligområder ble sett på som negativt.

5.2.3 Begrunnelse for reduksjon av alternativer

I denne delen vurderes alternativene ut fra vurderingskriteriene nevnt ovenfor. Det er laget fire tabeller som viser hvilke alternativer som ble valgt med begrunnelse. Det er laget separate tabeller for område 1 og 2 (se forrige side) for å gjøre prosessen oversiktlig. Tabell 6 viser kryssing av miljøområder for område 1, mens Tabell 8 viser kryssing av miljøområder for område 2. Tabell 7 og Tabell 9 viser hvordan de ulike alternativene vurderes i forhold til de resterende vurderingskriteriene. Til slutt vises to oppsummeringstabeller med resultatene og utvelgelsen diskuteres nærmere.

Område 1 (vestsiden av Førlandsfjorden):

Tabell 6 og Tabell 7 viser med plusstegn (+) og minustegn (÷) hvilke alternativer som påvirker de ulike vurderingskriteriene.

Tabell 6: Kryssing av miljøområder, område 1

Miljøaspekt	Alternativ 1c	Alternativ 1d	Alternativ 2a	Alternativ 2b
<i>A: svært viktig</i>	(÷)	(÷)	(÷)	(÷)
<i>B: viktig</i>	(÷)(÷)	(÷)	(÷)	(÷)
<i>C: lokalt viktig</i>	(÷)	(÷)	(÷)	(÷)
<i>Lakseførende vassdrag</i>	(÷)	(÷)	(÷)	(÷)
<i>Nedbørsfelt</i>	(÷)	(÷)		
<i>Art-viltområde</i>	(÷)(÷)(÷)	(÷)(÷)(÷)	(÷)(÷)(÷)	(÷)(÷)(÷)
TOTALT	9 x (÷)	8 x (÷)	7 x (÷)	7 x (÷)

Tabell 7: Vurderingskriterier område 1

Kategorier	Alternativ 1c	Alternativ 1d	Alternativ 2a	Alternativ 2b
<i>Horisontalkurvatur</i>	(÷) Et av de lengste alternativene	(+) Tar en kortere rute	(+) Tar en kortere rute	(+) Tar en kortere rute
<i>Vertikalkurvatur</i>	(÷) Ulendt fjellandskap (+) Flatt i begynnelsen	(÷) Ulendt fjellandskap (+) Flatt i begynnelsen	(÷) Ulendt fjellandskap (+) Flatt i begynnelsen	(+) Flatt i begynnelsen
<i>Kommuneplan</i>	(÷) Krysser boligområder to steder før Aksdal (+) Holder seg unna andre boligområder	(÷) Krysser boligområder to steder før Aksdal (+) Holder seg unna andre boligområder	(+) Unngår kryssing av boligområde i begynnelsen	(+) Unngår kryssing av boligområde i begynnelsen
<i>Kryssing av innsjø</i>	(÷) Krysser noen innsjøer	(+) Lite kryssing av innsjøer	(+) Lite kryssing av innsjøer	(+) Lite kryssing av innsjøer
TOTALT	4 x (÷), 2 x (+)	2 x (÷), 3 x (+)	1 x (÷), 3 x (+)	4 x (+)

Område 2 (østsiden av Førlandsfjorden):

Tabell 8 og Tabell 9 viser med plusstegn (+) og minustegn (÷) hvilke alternativer som påvirker de ulike vurderingskriteriene.

Tabell 8: Kryssing av miljøområder, område 2

Miljøaspekt	Alternativ 2c	Alternativ 2d	Alternativ 3a	Alternativ 3b
A: svært viktig	(÷)(÷)	(÷)	(÷)	(÷)
B: viktig	(÷)			
C: lokalt viktig				
Lakseførende vassdrag	(÷)	(÷)	(÷)	(÷)
Nedbørsfelt				
Art-viltområde	(÷)	(÷)(÷)	(÷)	(÷)(÷)
TOTALT	6 x (÷)	4 x (÷)	3 x (÷)	4 x (÷)

Tabell 9: Vurderingskriterier område 2

Kategorier	Alternativ 2c	Alternativ 2d	Alternativ 3a	Alternativ 3b
Horisontalkurvatur	(+) Tar en kortere rute	(÷) Et av de lengste alternativene	(÷) Et av de lengste alternativene	(÷) Et av de lengste alternativene
Vertikalkurvatur	(+) Ok vertikalkurvatur	(÷) Ulendt fjellandskap	(+) Ok vertikalkurvatur	(÷) Ulendt fjellandskap
Kommuneplan	(÷) Krysser boligområder langs fjorden	(÷) Krysser boligområde langs fjorden og ved Grinde	(÷) Krysser boligområde ved Tysværvåg (+) Holder seg unna andre boligområder	(÷) Krysser boligområde ved Tysværvåg (+) Holder seg unna andre boligområder
Kryssing av innsjø	(÷) Krysser noen innsjøer	(÷) Krysser noen innsjøer	(+) Lite kryssing av innsjøer	(+) Lite kryssing av innsjøer
TOTALT	2 x (÷), 2 x (+)	4 x (÷)	2 x (÷), 3 x (+)	3 x (÷), 2 x (+)

5.2.4 Utvelgelsesprosess

Tabell 10 og Tabell 11 viser alle vurderingskategoriene samlet. Alternativene har fått pluss- og minustegn basert på vurderingen ovenfor. På siste rad i de to tabellene er det laget en linje med status, og hvilke alternativer som er vurdert som de beste og tas med videre.

Område 1 (vestsiden av Førlandsfjorden):

Tabell 10: Utvelgelsesprosess for område 1

Kategorier	Alternativ 1c	Alternativ 1d	Alternativ 2a	Alternativ 2b
<i>Miljø</i>	(÷)(÷)(÷) (÷)(÷)(÷) (÷)(÷)(÷)	(÷)(÷)(÷) (÷)(÷)(÷) (÷)(÷)	(÷)(÷)(÷) (÷)(÷)(÷) (÷)	(÷)(÷)(÷) (÷)(÷)(÷) (÷)
<i>Horisontalkurvatur</i>	(÷)(÷)	(+)	(+)	(+)
<i>Vertikalkurvatur</i>	(÷)(+)	(÷)(+)	(÷)(+)	(+)
<i>Kommuneplan</i>	(÷)(+)	(÷)(+)	(+)	(+)
<i>Kryssing av innsjø</i>	(÷)	(+)	(+)	(+)
STATUS	IKKE VIDERE	VIDERE	IKKE VIDERE (for lik 2b)	VIDERE

Tabell 10 viser at alternativ 1d og alternativ 2b beholdes. Ut fra antall pluss- og minustegn ville det vært naturlig å gå videre med alternativ 2a istedenfor alternativ 1d. Grunnen til at dette ikke ble gjort er fordi alternativ 2a og alternativ 2b er veldig like. Alternativ 2b ble valgt fremfor alternativ 2a fordi dette alternativet kom litt bedre ut av vurderingsprosessen. Hvis alternativ 1d og alternativ 2b sammenliknes vil alternativene gi to traséer som går på hver sin side av Aksdal industripark. Det er vurdert som viktig å ha variasjon i alternativene når de skal gjennomgå i en konsekvensanalyse.

Område 2 (østsiden av Førlandsfjorden):

Tabell 11: Utvelgelsesprosess for område 2

Kategorier:	Alternativ 2c	Alternativ 2d	Alternativ 3a	Alternativ 3b
<i>Miljø</i>	(÷)(÷)(÷) (÷)(÷)(÷)	(÷)(÷)(÷) (÷)	(÷)(÷)(÷)	(÷)(÷)(÷) (÷)
<i>Horisontalkurvatur</i>	(+)	(÷)	(÷)	(÷)
<i>Vertikalkurvatur</i>	(+)	(÷)	(+)	(÷)
<i>Kommuneplan</i>	(÷)	(÷)	(÷)(+)	(÷)(+)
<i>Kryssing av innsjø</i>	(÷)	(÷)	(+)	(+)
STATUS	IKKE VIDERE	IKKE VIDERE	VIDERE	IKKE VIDERE

Tabell 11 viser at alternativ 3a beholdes. Det er dette alternativet som har fått flest plusstegn og færrest minustegn av alternativene i område 2. Alternativ 3a er i tillegg det alternativet som har fått flest plusstegn etter at de beste alternativene fra område 1 har blitt vurdert. Det anses som viktig å inkludere et alternativ fra østsiden av Førlandsfjorden i konsekvensanalysen.

5.2.5 Alternativer som tas med videre

Alternativene som blir tatt med videre til konsekvensanalysen er som nevnt ovenfor alternativ 1d, alternativ 2b og alternativ 3a. Disse alternativene renummereres for å gjøre det enklere å følge med i konsekvensanalysen (se nedenfor). Det var ingen bevisst tanke å få med et alternativ fra hvert startpunkt i prosjektområdet i utgangspunktet, men når det etter hvert har blitt slik, er det en fordel med variasjon når konsekvensanalysen skal gjennomføres. Det blir i tillegg naturlig å gi alternativene nummer etter hvilket startpunkt de opprinnelig hadde i denne utvelgelsesprosessen.

- Alternativ 1d = **Alternativ 1**
- Alternativ 2b = **Alternativ 2**
- Alternativ 3a = **Alternativ 3**

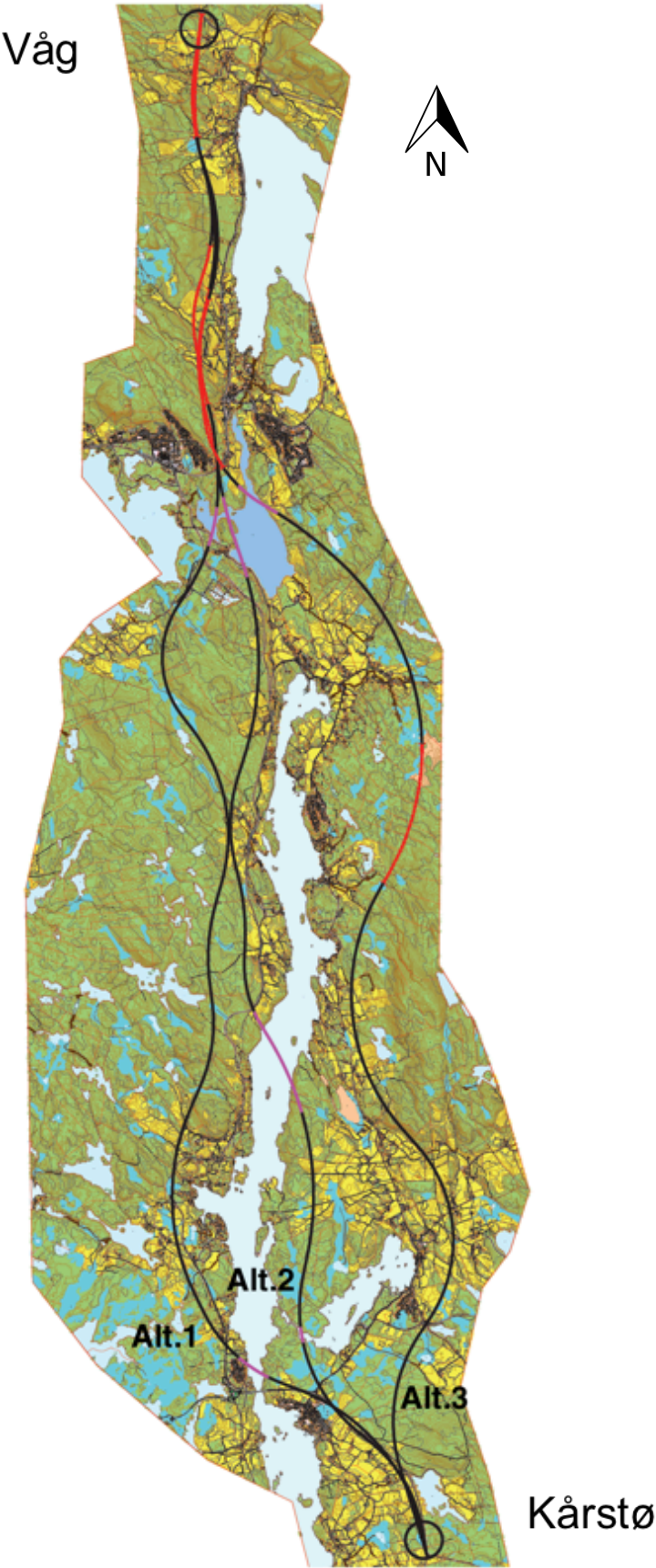
Etter gjennomføring av de to overnevnte stegene ble alternativene tegnet mer grundig i Novapoint. Horisontal- og vertikalgeometrien ble optimalisert på best mulig måte for de tre alternativene. På bakgrunn av dette ble det lagt til rette for at vegtraséene kunne stille likt ved videre vurdering i en konsekvensanalyse. Alternativene presenteres grundig i neste kapittel. Figur 30 på side 60 viser en oversikt over de tre gjenværende alternativene, mens vedlegg N viser plan- og profiltegninger for de tre alternativene i et tegningshefte. Kapittel 7 går gjennom konsekvensanalysen for de tre alternativene.

Kapittel 6 – Presentasjon av de valgte alternativene

I dette kapitlet presenteres de tre valgte alternativene fra kapittel 5. De tre vegtraséene blir først vist i et oversiktskart, så det er enkelt å se rutene for alternativene. Deretter blir hvert alternativ gjennomgått med fokus på hvor det er nødvendig med bru eller tunnel, samt utfordrende områder ved kryssing av større boligområder. Videre blir strekningen alternativene tar gjennom Aksdal sentrum vist i et samlet kart. Nødvendige kryss for vegtraséene blir presentert til slutt. Dette kapitlet danner grunnlaget for konsekvensanalysen i neste kapittel.

6.1 Generelt

Figur 30 (på neste side) viser et oversiktskart over de tre valgte alternativene fra kapittel 5. Et forstørret oversiktskart finnes i vedlegg N. Alternativene er nummerert fra 1 til 3 fra venstre mot høyre. Svarte sirkler på kartet viser start- og sluttpunkt for vegtraséene. Svart linje viser vegtraséer, rosa linje viser bruer og rød linje viser tunneler. Mer detaljerte figurer blir vist for hvert alternativ fortløpende i dette kapitlet. Det er laget plan- og profiltegninger for de tre alternativene og disse er lagt ved i et separat tegningshefte. Vedlegg N viser tegningslisten for tegningene som er laget.



Figur 30: Oversiktskart for alt. 1, alt. 2 og alt.3

Som tidligere nevnt, er terrenget i prosjektområdet vanskelig, og det har vært utfordrende å finne en god vertikalkurvatur. Kravene til maksimal skjæring og fylling er blitt forsøkt opprettholdt ut fra de forhåndsbestemte kravene (se avsnitt 4.2.5). I områder med mye fjell er det lagt inn forslag til tunneltraséer. På steder med kryssing av fjord eller innsjø er det forslag til bruer. Prosjektering eller utforming av bru og tunnel er ikke prioritert i denne oppgaven. Bruer og tunneler er laget med en linjeføring som på best mulig måte unngår eksisterende bebyggelse og er kun markert ut ved passende profilnummer. Profilnummer er oppgitt for alle bruer og tunneler vist i dette kapitlet slik at de enkelt kan finnes i tegningsheftet (vedlegg N). Bruene krysser ikke fjord eller innsjø med rette linjer, noe som ville gjort bruene kortere, men med en best mulig horisontalgeometri for å unngå boligområder så langt det lar seg gjøre. Det koster mer å bygge bru og tunnel. Av den grunn er det viktig å vise hvor det er nødvendig å bygge bru eller tunnel kontra veg.

Vegtraséene går gjennom utfordrende områder langs ruten. Noen av disse områdene blir presentert nærmere i dette kapitlet. Alternativ 1 krysser et boligområde etter Mjåsund, mens alternativ 3 krysser boligområder ved Tysværvåg og Førland. Dette er vist mer detaljert i Figur 35, Figur 45 og Figur 46. Alternativ 2 krysser ingen boligområder, så detaljtegninger er ikke vist for dette alternativet. Imidlertid går alle alternativene gjennom et tettbebyggt Akسدal. Dette vises i Figur 47. Det er som nevnt ovenfor viktig å unngå eksisterende bebyggelse på best mulig måte, derfor er kryssing av boligområder vist i dette kapitlet.

Nødvendige kryss i prosjektområdet er vurdert i slutten av kapitlet. Disse løsningene er vist i Figur 48. Ved Tysværvåg, Grinde og Våg er det spesielt mange kulturminner som må tas hensyn til. Disse er ikke vist i dette kapitlet, men er nærmere forklart i neste kapittel. Det vises til kapittel 2 for en nærmere beskrivelse av hvor de omtalte stedene ligger i prosjektområdet.

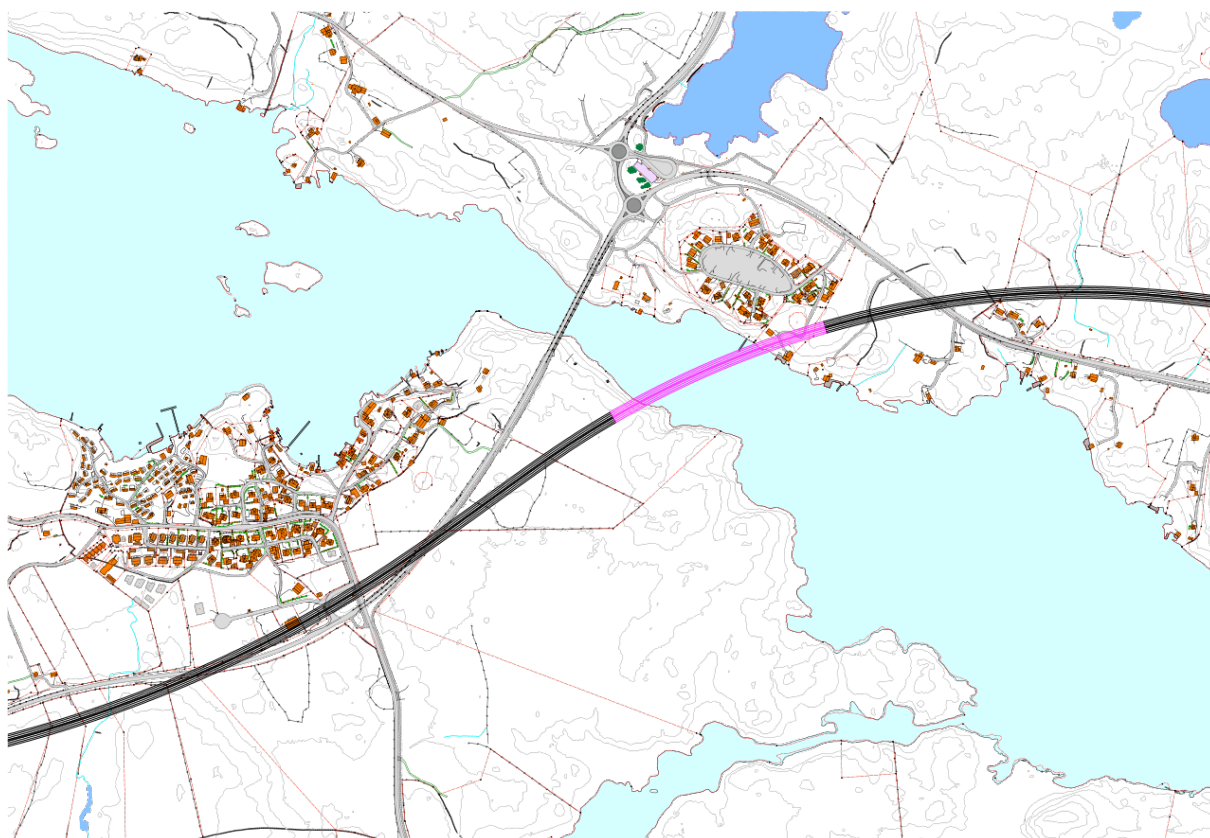
6.2 Alternativ 1

Figur 30 viser de tre vegtraséene. Videre kommer en detaljert visning av bruer, tunneler og områder som er spesielt utfordrende for alternativ 1.

6.2.1 Bruer

På de neste sidene vises to bruer langs traséen til alternativ 1. Den første bruene går over Førlandsfjorden ved Slåttevik (Figur 31), mens den andre bruene krysser Fuglavatnet ved Aksdal (Figur 32).

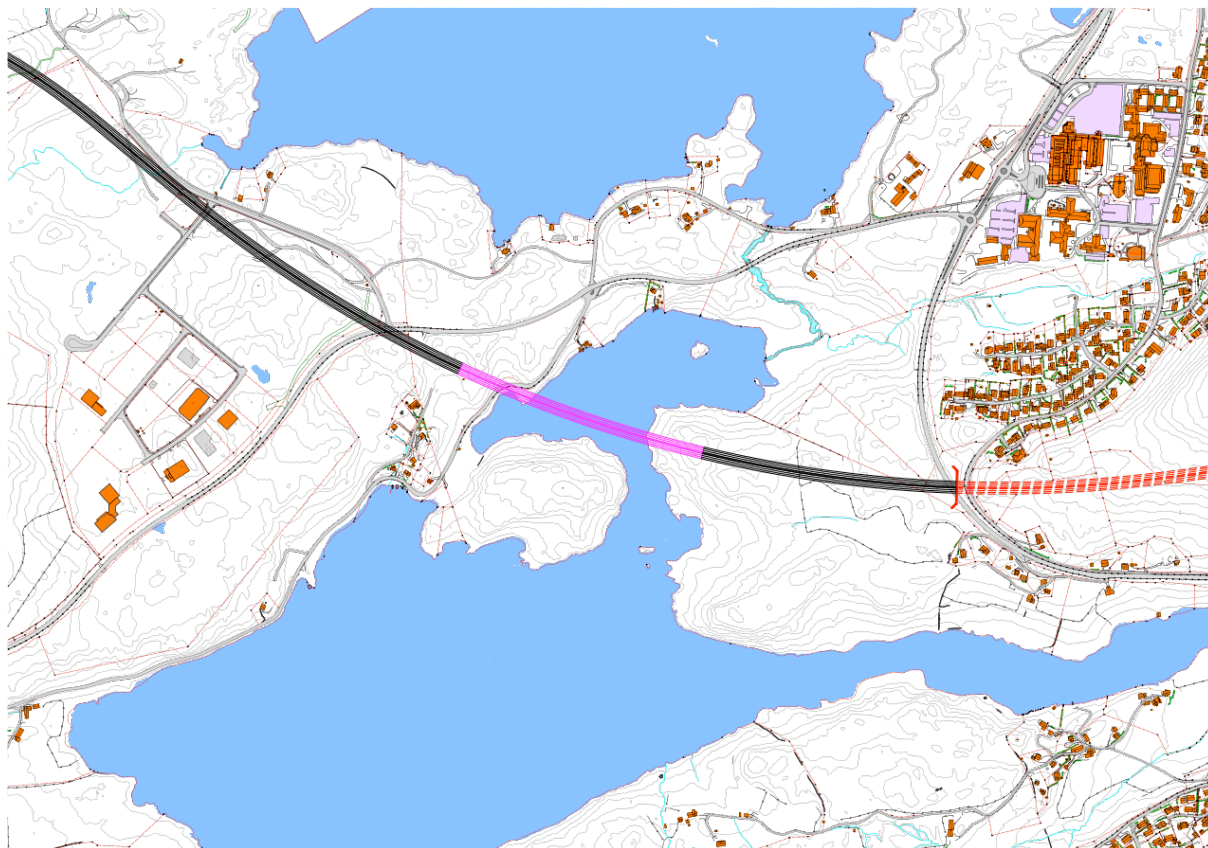
Bru ved Slåttevik/Mjåsund



Figur 31: Alternativ 1, bru ved Slåttevik/Mjåsund

Figur 31 viser boligområdet ved Slåttevik (til venstre) og kryssing av Førlandsfjorden over til Mjåsund (øverst til høyre). Vegtraséen unngår nesten hele boligområdet ved Slåttevik før fjordkryssingen, men krysser fremdeles over to bygninger. På andre siden ved Mjåsund går traséen nærme boligområdet og krysser midt mellom to bygninger. Bruene er 450 meter lang (profilnummer 3200-3650).

Bru over Fuglavatnet



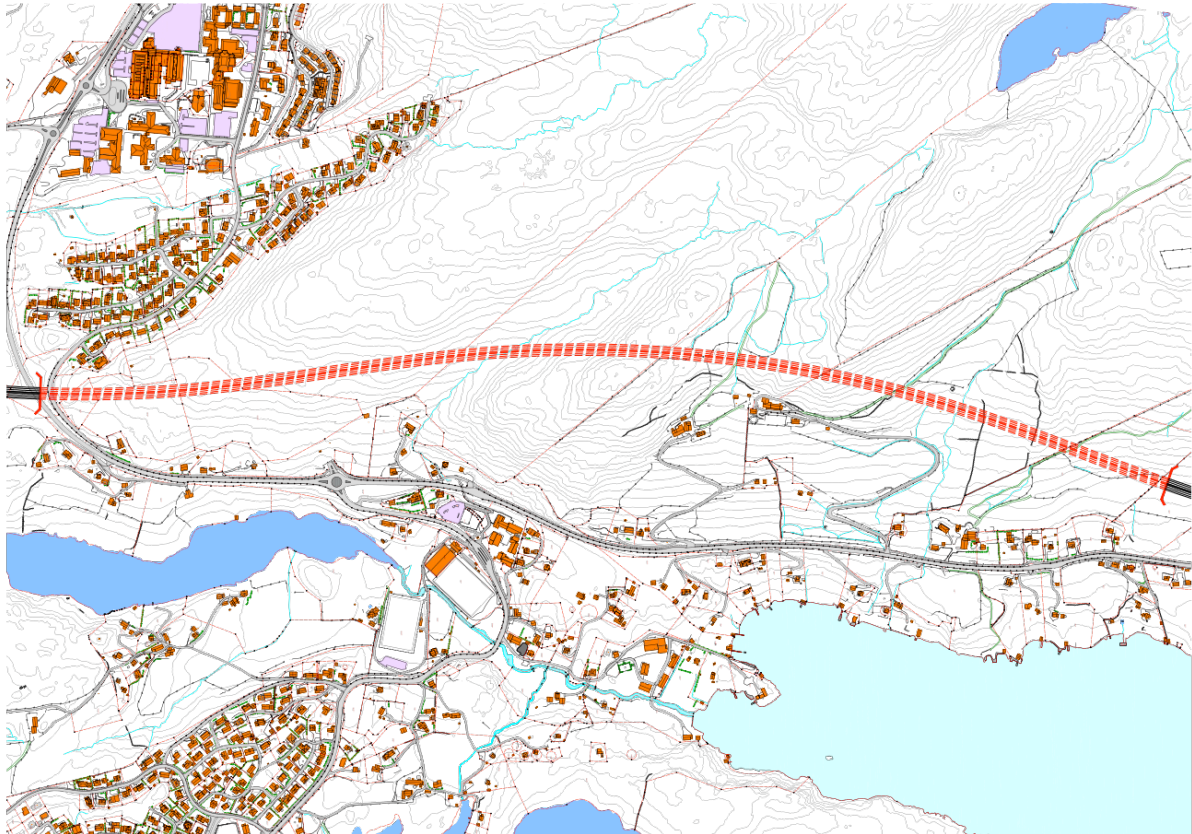
Figur 32: Alternativ 1, bru over Fuglavatnet

Figur 32 viser den eksisterende bebyggelsen som utgjør Aksdal industripark (til venstre) og kryssingen over Fuglavatnet til Aksdal (øverst til høyre). Vegtraséen unngår Aksdal industripark og krysser en smal del av Fuglavatnet. Traséen fortsetter videre gjennom Aksdal der den eksisterende bebyggelsen så vidt unngås. Bruen er 500 meter lang (profilnummer 14600-15100). Ved Aksdal går vegtraséen over i tunnel. Tunneltraséen vises i Figur 33 på neste side.

6.2.2 Tunneler

På de neste sidene vises to tunneler langs traséen til alternativ 1. Den første tunnelen går fra Aksdal til begynnelsen av Grindafjorden (Figur 33), mens den andre tunnelen starter rett før Våg og fortsetter til slutt punktet for prosjektområdet (Figur 34).

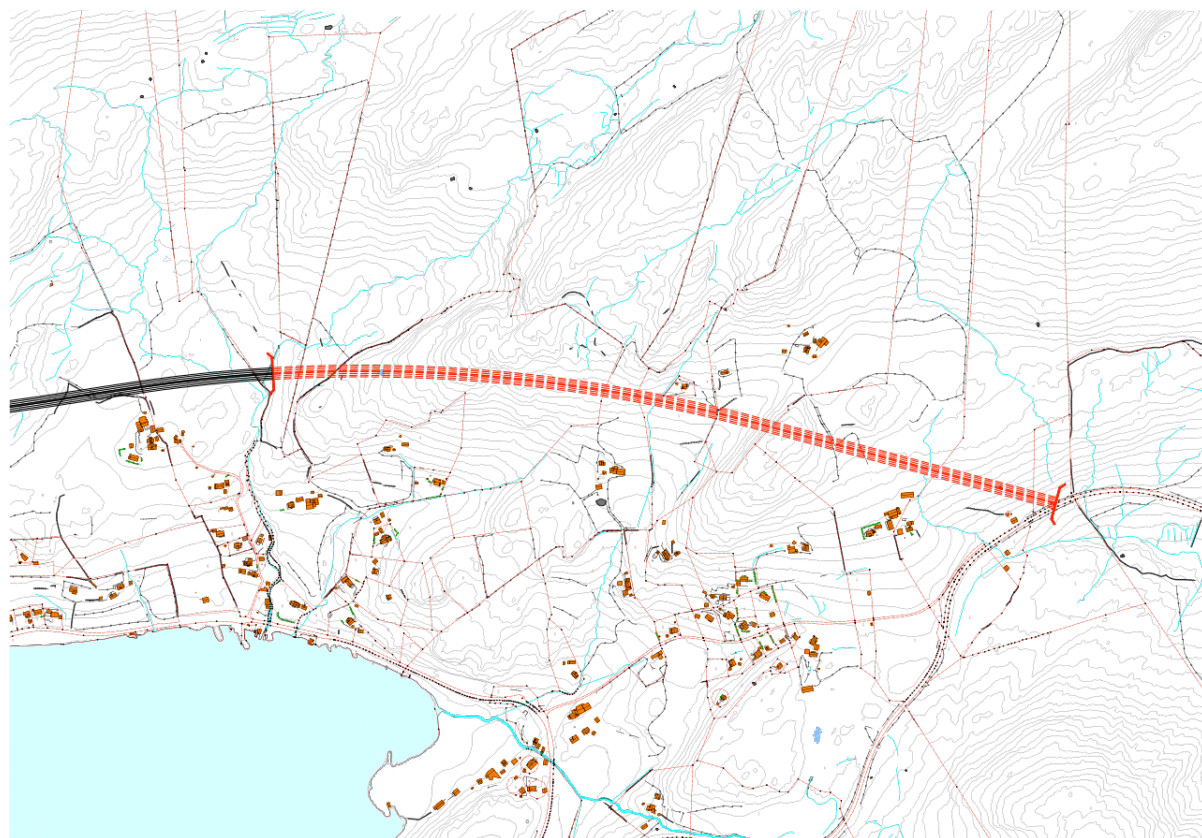
Tunnel ved Aksdal



Figur 33: Alternativ 1, tunnel ved Aksdal

Figur 33 viser den eksisterende bebyggelsen i Aksdal sentrum (øverst til venstre) og deler av bebyggelsen ved Grinde (nederst til venstre). Tunneltraséen går inn i fjell ved Aksdal der den så vidt unngår eksisterende bygg, fortsetter i fjell langs Grinde og kommer ut i dagen ved Grindafjorden (nederst til høyre). Tunnelen er 2300 meter lang (profilnummer 15600-17900).

Tunnel ved Våg



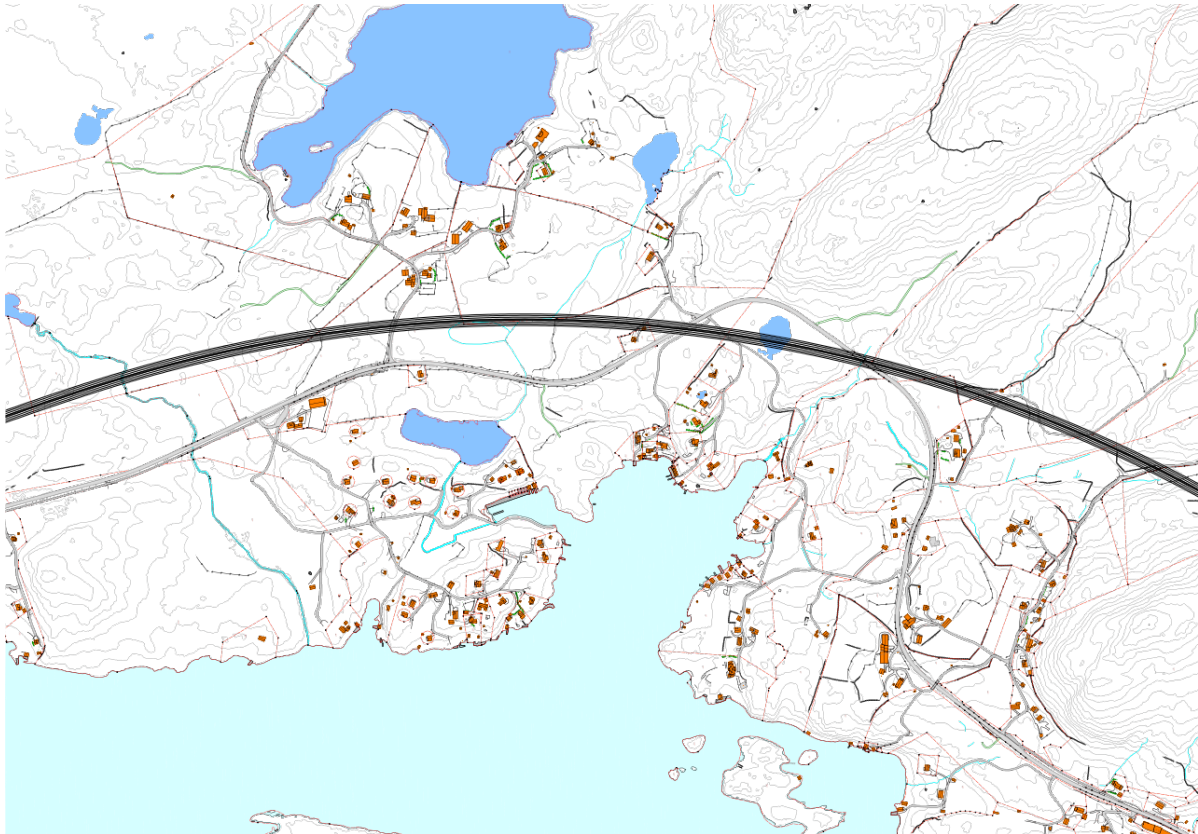
Figur 34: Alternativ 1, tunnel ved Våg

Figur 34 viser siste delen av vegtraséen som slutter ved Våg (til høyre). Tunneltraséen går inn i fjell ved slutten av Grindafjorden og fortsetter i fjell fram til Våg. Dette er slutt punktet på vegtraséen, så om tunnelen fortsetter etter Våg eller kommer ut i dagen, er ikke bestemt. Tunnelen er 1550 meter lang (profilnummer 19850-21400). Alle tunnelene tar cirka samme trasé på slutten og er derfor like lange.

6.2.3 Utdfordrende strekninger

Nedenfor vises en delstrekning langs traséen til alternativ 1. Figur 35 viser at vegtraséen må krysse et boligområde rett etter Mjåsund.

Boligområde etter Mjåsund



Figur 35: Alternativ 1, boligområde etter Mjåsund

Figur 35 viser et boligområde etter Mjåsund (profilnummer 4550-6950). Vegtraséen krysser boligområdet på best mulig måte uten å påvirke eksisterende bygg for mye. Traséen treffer likevel to bygg cirka midt på traséen. Etter dette krysser traséen også over et lite vann. Siden vannet er såpass lite er det er ikke tegnet inn en bru her.

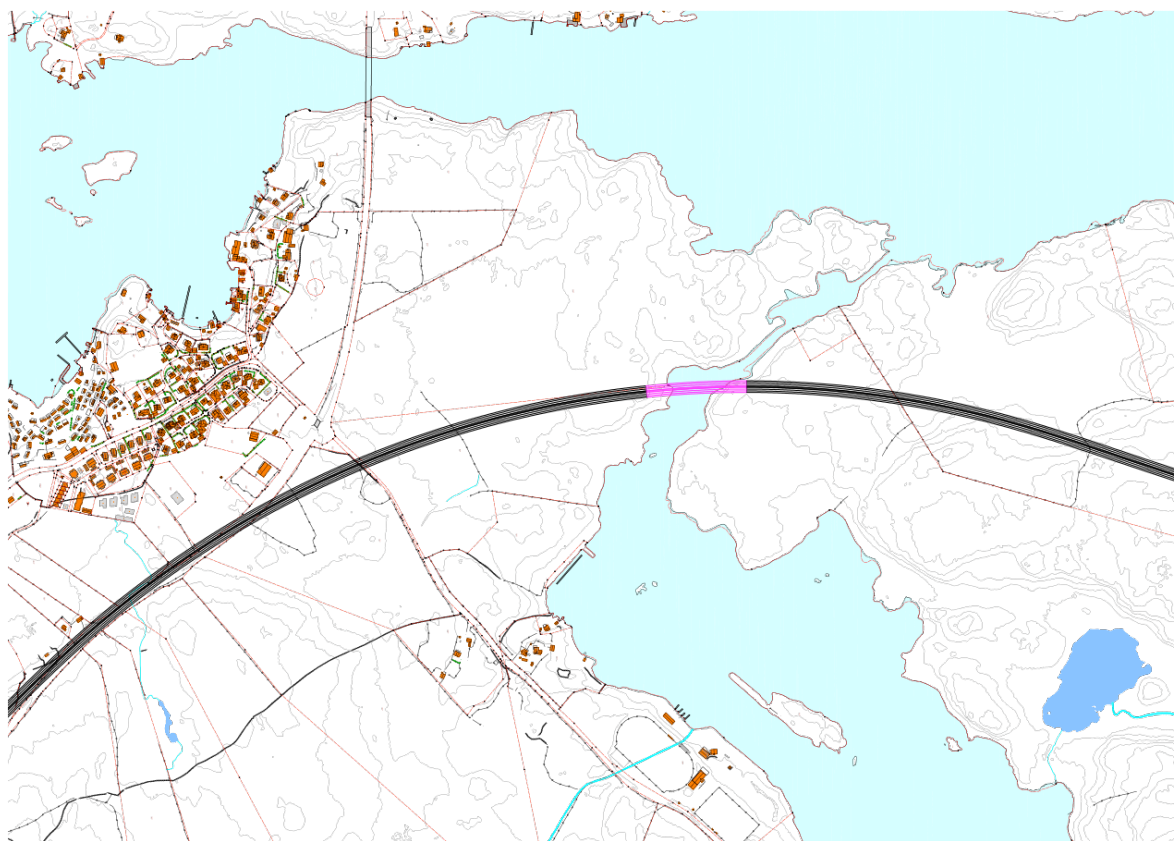
6.3 Alternativ 2

Figur 30 viser de tre vegtraséene. Videre kommer en detaljert visning av bruer og tunneler for alternativ 2.

6.3.1 Bruer

På de neste sidene vises tre bruer langs traséen til alternativ 2. Den første bruene går over en smal del av Førlandsfjorden ved Slåttevik/Tysværvåg (Figur 36), den andre bruene krysser Førlandsfjorden på et bredere parti lenger nord (Figur 37), mens den tredje bruene krysser Fuglavatnet ved Aksdal (Figur 38).

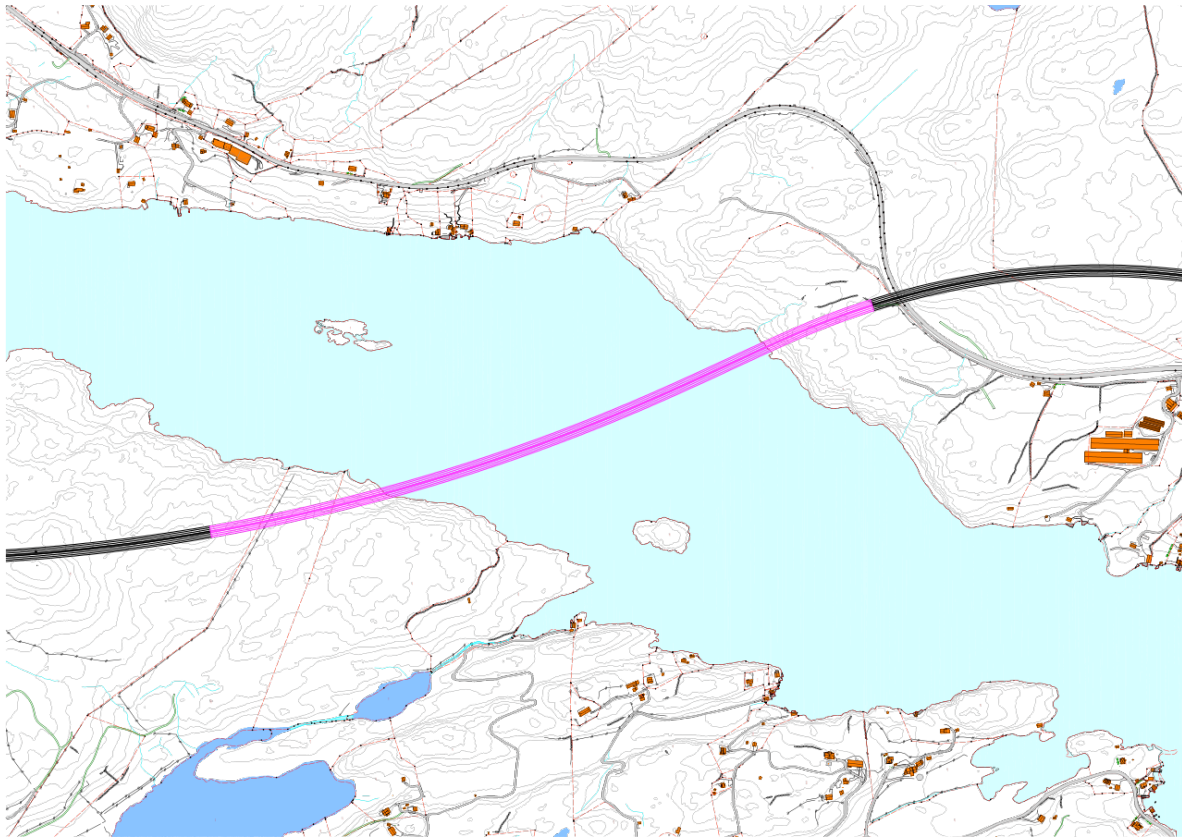
Bru ved Slåttevik/Tysværvåg



Figur 36: Alternativ 2, bru ved Slåttevik/Tysværvåg

Figur 36 viser boligområdet ved Slåttevik (øverst til venstre) og kryssing over et smalt parti av Førlandsfjorden, kalt Vågen. Vegtraséen unngår hele boligområdet ved Slåttevik før fjordkryssingen. Ved kryssing av Vågen berører heller ikke bruene noe bebyggelse. Bruene er 200 meter lang (profilnummer 3200-3400).

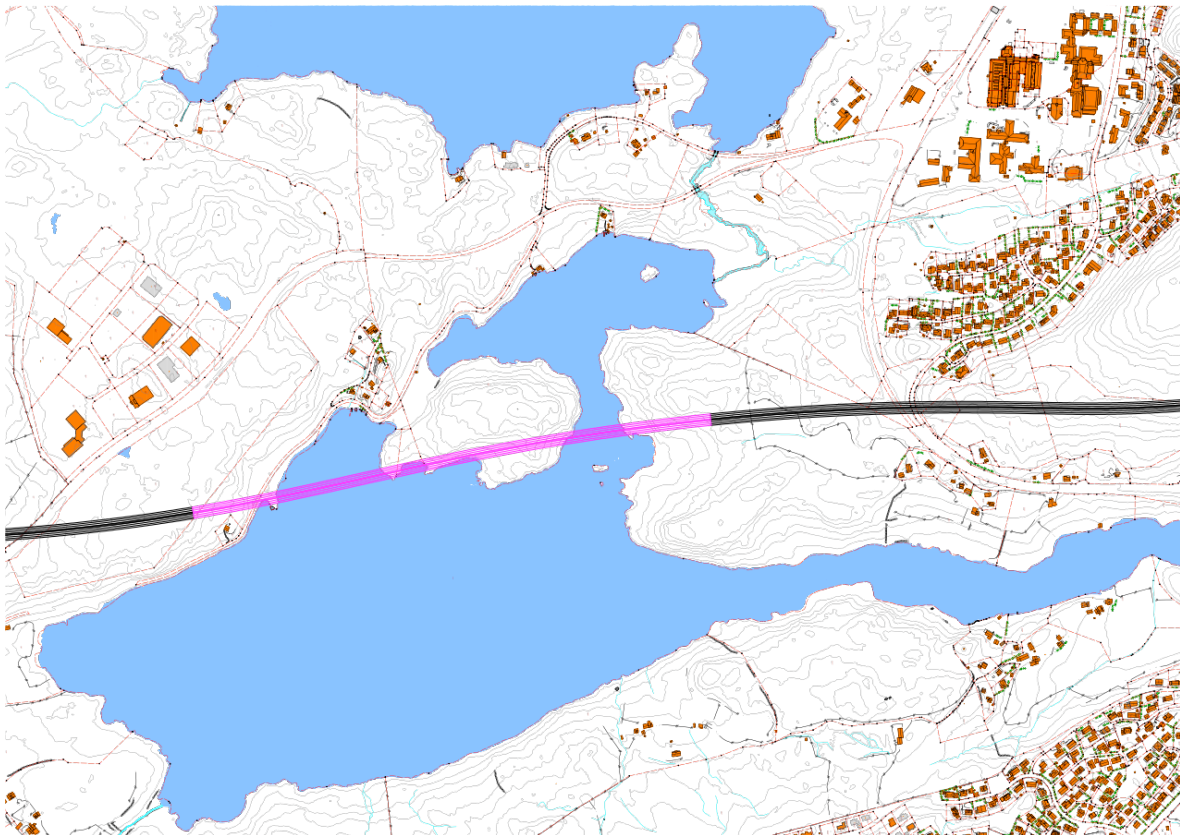
Bru over Førlandsfjorden



Figur 37: Alternativ 2, bru over Førlandsfjorden

Figur 37 viser små boligområder på begge sider av Førlandsfjorden og kryssing av fjorden. Ved denne kryssingen unngås alle eksisterende bygg. Bruen er 1400 meter lang (profilnummer 6150-7550).

Bru over Fuglavatnet



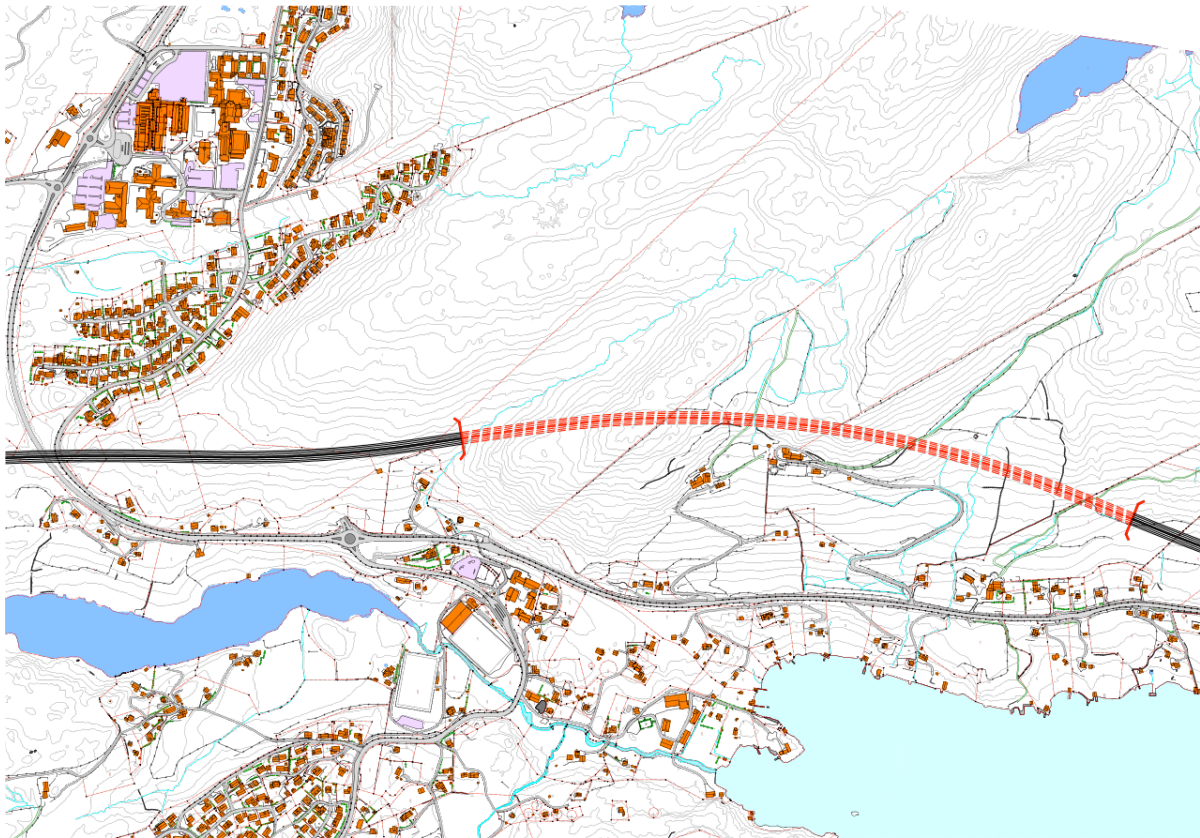
Figur 38: Alternativ 2, bru over Fuglavatnet

Figur 38 viser den eksisterende bebyggelsen som utgjør Aksdal industripark (til venstre) og kryssingen over Fuglavatnet til Aksdal (øverst til høyre). Boligområdet ved Grinde vises så vidt i nedre, høyre hjørne. Vegtraséen unngår Aksdal industripark og krysser deretter Fuglavatnet med en lengre trasé enn alternativ 1 og alternativ 3. Bruen er 1050 meter lang (profilnummer 13150-14200). Traséen fortsetter videre gjennom Aksdal der den eksisterende bebyggelsen så vidt unngås.

6.3.2 Tunneler

På de neste sidene vises to tunneler langs traséen til alternativ 2. Den første tunnelen starter etter Aksdal og går til begynnelsen av Grindafjorden (Figur 39), mens den andre tunnelen starter rett før Våg og fortsetter til slutt punktet for prosjektområdet (Figur 40).

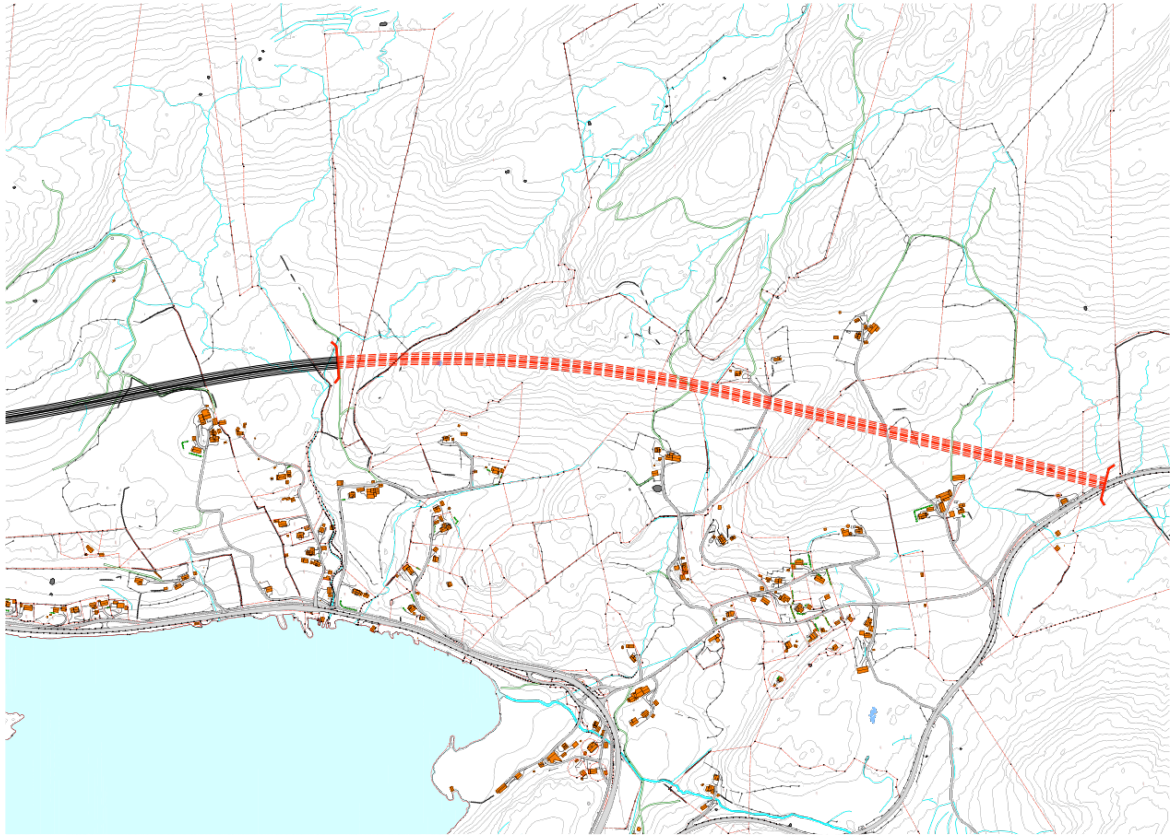
Tunnel etter Aksdal



Figur 39: Alternativ 2, tunnel etter Aksdal

Figur 39 viser den eksisterende bebyggelsen i Aksdal sentrum (øverst til venstre) og deler av bebyggelsen ved Grinde (nedre del). Tunneltraséen går inn i fjell etter Aksdal, fortsetter i fjell langs Grinde og kommer ut i dagen ved Grindafjorden (nederst til høyre). Tunnelen er 1350 meter lang (profilnummer 15400-16750).

Tunnel ved Våg



Figur 40: Alternativ 2, tunnel ved Våg

Figur 40 viser siste delen av vegtraséen som slutter ved Våg (til høyre). Tunneltraséen går inn i fjell ved slutten av Grindafjorden og fortsetter i fjell fram til Våg. Dette er slutt punktet på vegtraséen, så om tunnelen fortsetter etter Våg eller kommer ut i dagen, er ikke bestemt. Tunnelen er 1550 meter lang (profilnummer 18850-20400).

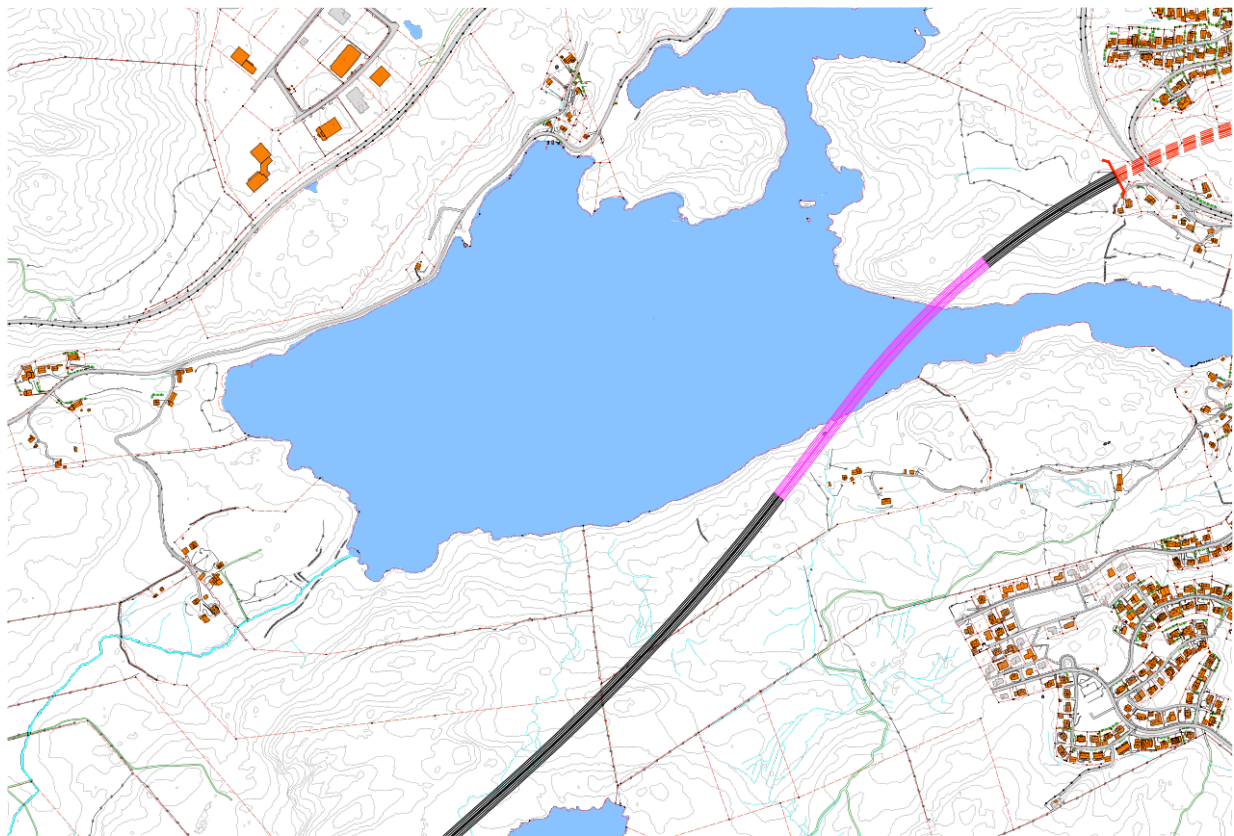
6.4 Alternativ 3

Figur 30 viser de tre vegtraséene. Videre kommer en detaljert visning av bruer, tunneler og områder som er spesielt utfordrende for alternativ 3.

6.4.1 Bruer

Nedenfor vises den ene bruene langs traséen til alternativ 3. Denne krysser Fuglavatnet ved Aksdal (Figur 41).

Bru over Fuglavatnet



Figur 41: Alternativ 3, bru over Fuglavatnet

Figur 41 viser den eksisterende bebyggelsen som utgjør Aksdal industripark (øverst til venstre) og kryssingen over Fuglavatnet til Aksdal (øverst til høyre). Denne vegtraséen går ikke forbi Aksdal industripark og krysser isteden den øvre delen av Fuglavatnet. Traséen fortsetter videre gjennom Aksdal der den eksisterende bebyggelsen så vidt unngås. Bruen er 600 meter lang (profilnummer 14600-15200). Ved Aksdal går vegtraséen over i tunnel. Tunneltraséen vises i Figur 43.

6.4.2 Tunneler

På de neste sidene vises tre tunneler langs traséen til alternativ 3. Den første tunnelen går gjennom Svefjellet i nærheten av Padlene (Figur 42), den andre tunnelen starter ved Akسدal og går til begynnelsen av Grindafjorden (Figur 43), mens den tredje tunnelen starter rett før Våg og fortsetter til slutt punktet for prosjektområdet (Figur 44).

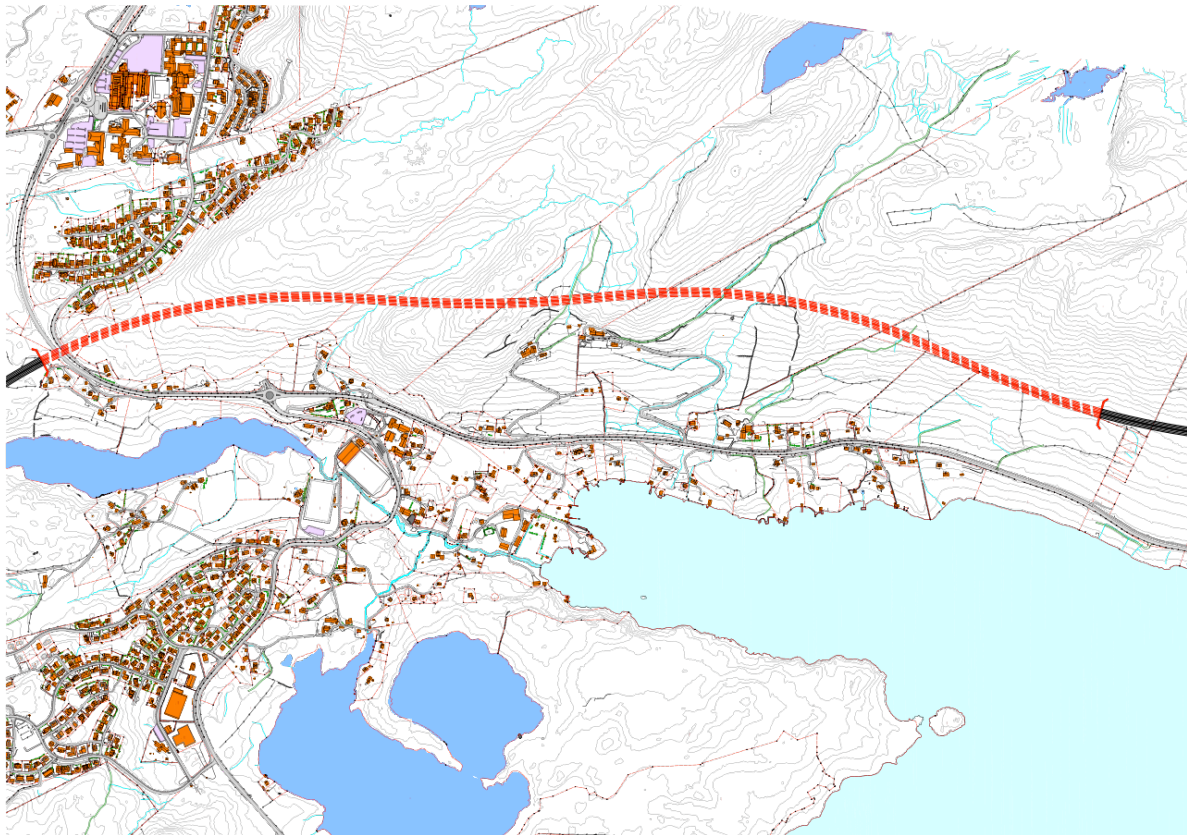
Tunnel gjennom Svefjellet



Figur 42: Alternativ 3, tunnel gjennom Svefjellet

Figur 42 viser den eksisterende bebyggelsen ved Padlene (øverst i midten) og Svefjellet i nedre del av figuren. Tunneltraséen går inn i fjell der terrenget blir veldig kupert og kommer ut på andre siden av Svefjellet. Tunnelen er 1850 meter lang (profilnummer 9150-11000).

Tunnel ved Aksdal



Figur 43: Alternativ 3, tunnel ved Aksdal

Figur 43 viser den eksisterende bebyggelsen i Aksdal sentrum (øverst til venstre) og bebyggelsen ved Grinde (nederst til venstre). Tunneltraséen går inn i fjell ved Aksdal der den så vidt unngår eksisterende bygg, fortsetter i fjell langs Grinde og kommer ut i dagen ved Grindafjorden (nederst til høyre). Tunnelen er 2900 meter lang (profilnummer 15500-18400).

Tunnel ved Våg



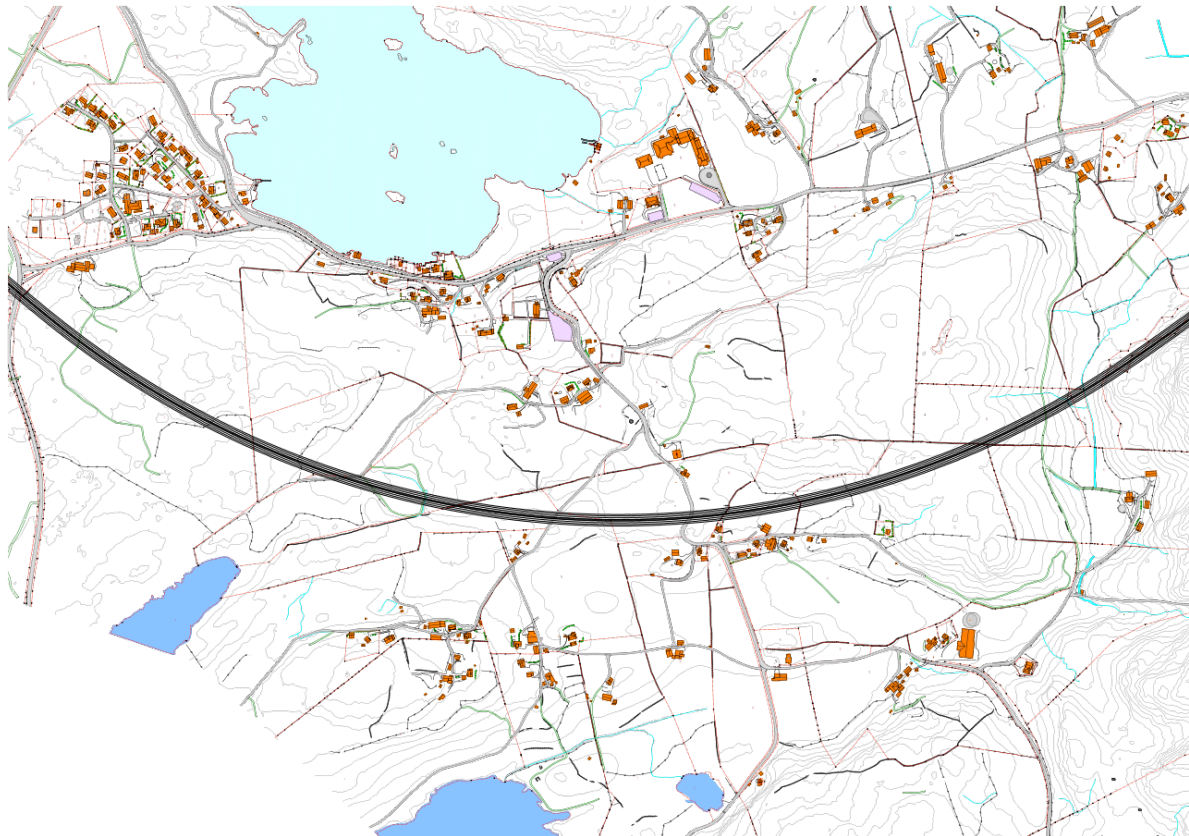
Figur 44: Alternativ 3, tunnel ved Våg

Figur 44 viser siste delen av vegtraséen som slutter ved Våg (til høyre). Tunneltraséen går inn i fjell ved slutten av Grindafjorden og fortsetter i fjell fram til Våg. Dette er slutt punktet på vegtraséen, så om tunnelen fortsetter etter Våg eller kommer ut i dagen, er ikke bestemt. Tunnelen er 1550 meter lang (profilnummer 19800-21350).

6.4.3 Utdfordrende strekninger

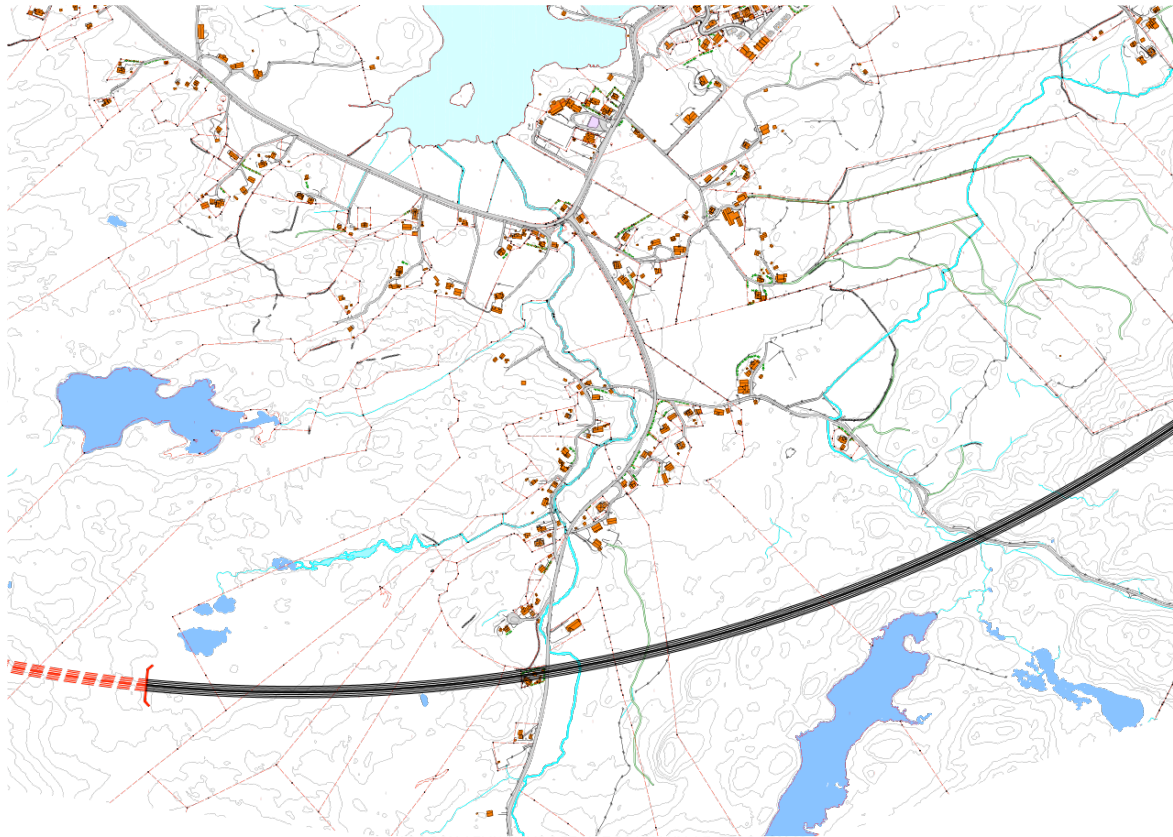
På de neste sidene vises to delstrekninger langs traséen til alternativ 3. Figur 45 viser at vegtraséen må krysse et boligområde ved Tysværvåg, mens Figur 46 viser at vegtraséen må krysse et område ved Førland.

Boligområde ved Tysværvåg



Figur 45: Alternativ 3, boligområde ved Tysværvåg

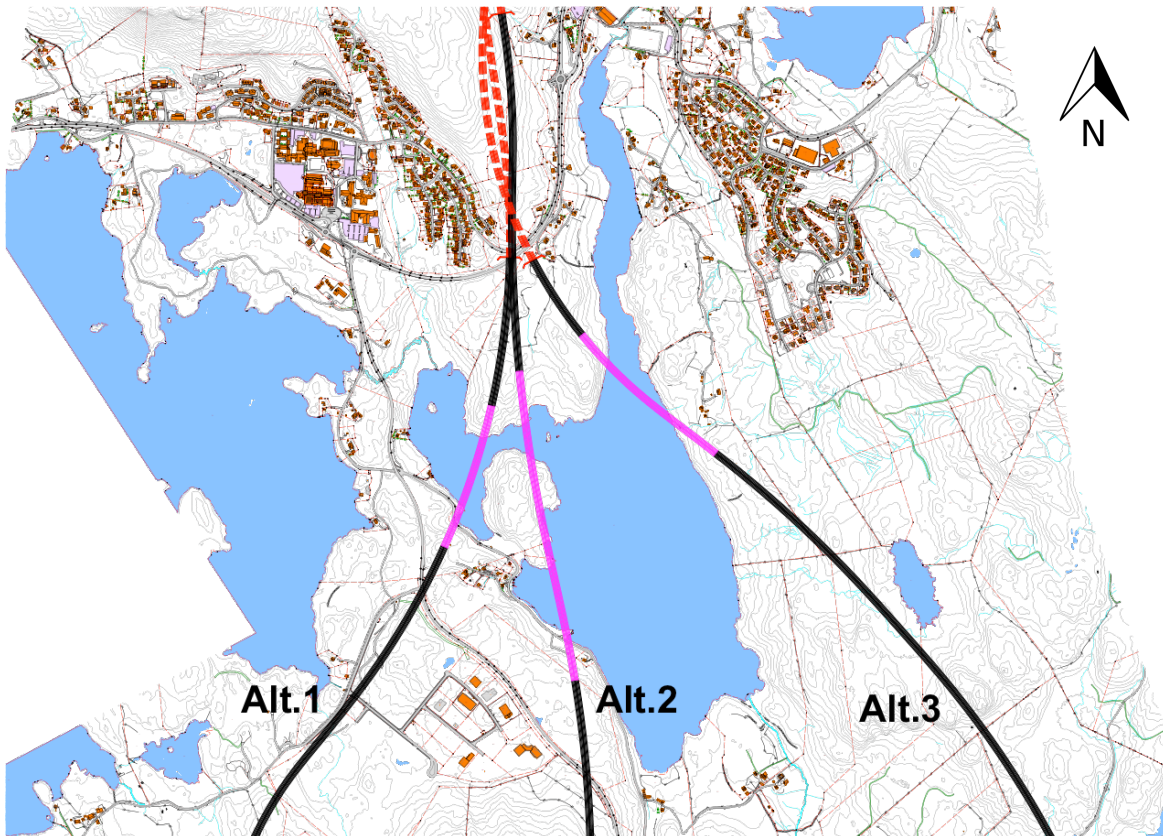
Figur 45 viser et boligområde ved Tysværvåg (profilnummer 3100-5650). Vegtraséen krysser boligområdet på best mulig måte uten å påvirke eksisterende bygg for mye. Traséen treffer ingen bygg, men går veldig nær noen av dem. I dette området er det spesielt mange kulturminner som må tas hensyn til. Disse er ikke vist her, men oversikten er vist i neste kapittel.

Boligområde ved Førland**Figur 46: Alternativ 3, boligområde ved Førland**

Figur 46 viser et boligområde ved Førland (profilnummer 10750-13150). Vegtraséen krysser boligområdet på best mulig måte uten å påvirke eksisterende bygg for mye. Likevel treffer traséen fem bygg midt på traséen.

6.5 Aksdal sentrum

Figur 47 viser et oversiktskart over de tre vegtraséene gjennom Aksdal sentrum. Dette gir mulighet til å se alternativene i sammenheng med hverandre. Et forstørret oversiktskart finnes i vedlegg N.



Figur 47: Traséer gjennom Aksdal sentrum

Som vist i Figur 47 er det plassmangel ved Aksdal sentrum (øverst til høyre). Traséene har blitt utformet slik at de tar den eneste ledige ruten gjennom dette området. I tillegg til de eksisterende bygningene som er vist i dette kartet, er det i kommuneplanen planlagt mer bebyggelse i de kommende tolv årene. Figuren viser hvordan de tre alternativene unngår Aksdal industripark (nederst i midten), og at alternativ 1 og alternativ 2 påvirker denne utbyggelsen i motsetning til alternativ 3 som krysser Fuglavatnet på motsatt side.

Figur 47 viser bruene for de tre alternativene i rosa farge og tunneltraséer i rød farge. På grunn av utforming av horisontalgeometrien starter tunneltraséene for alternativ 1 og alternativ 3 tidligere enn tunneltraséen for alternativ 2 (inngangen til tunnelen vises så vidt øverst i figuren).

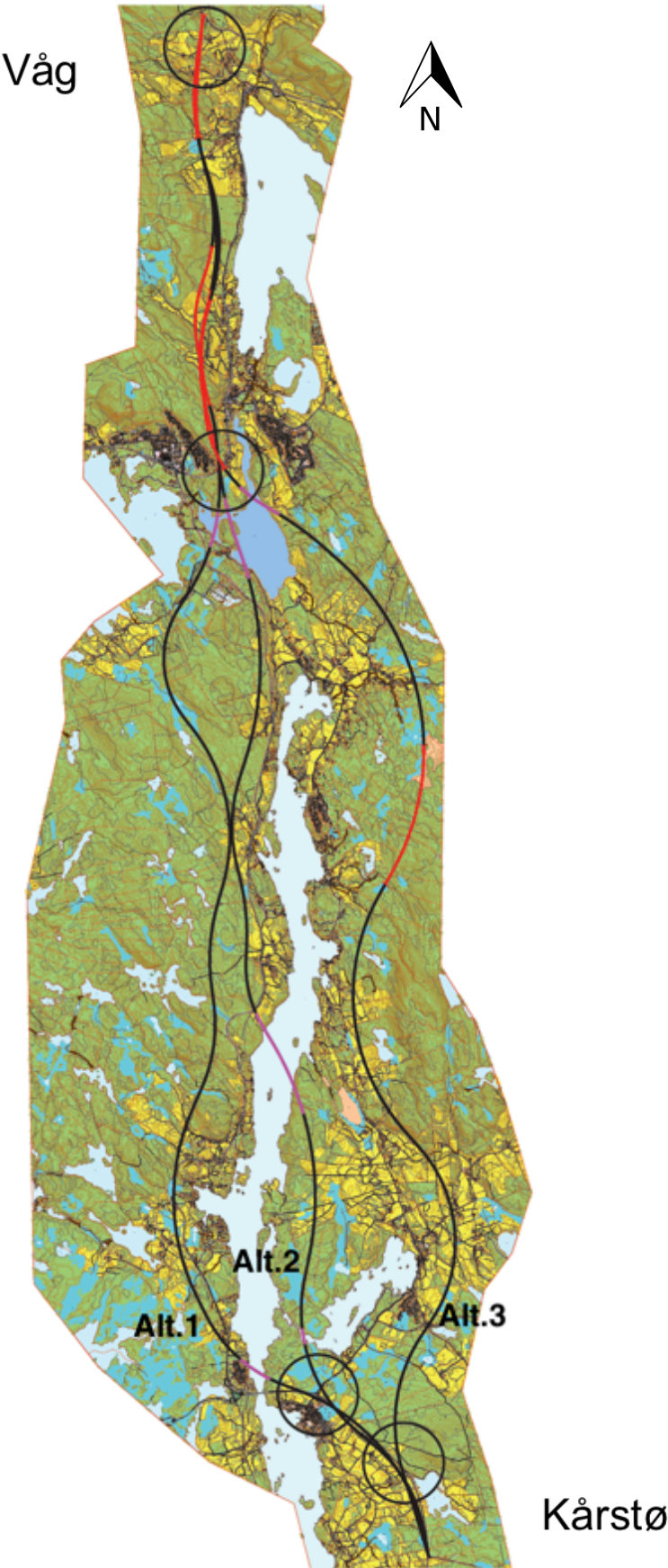
6.6 Kryss

Nødvendige kryss langs traséene er ikke vurdert i denne oppgaven på grunn av tidsbegrensning. Derfor er ikke denne kostnaden tatt med i kostnadsberegningen i konsekvensanalysen. Siden alle alternativene må ha minimum tre kryss (se forklaring nedenfor), regnes den ekstra kostnaden å være nok så lik for alle alternativene. Hadde denne kostnaden blitt beregnet, ville dette ikke påvirket poengfordelingen mellom alternativene.

Figur 48 (neste side) viser et forslag til områder der det burde lages kryss for de tre alternativene. Nødvendige kryss er markert med svarte sirkler. Kravet til minste avstand mellom kryss for en H11-veg er satt til 3 km (se avsnitt 0). Figur 48 viser at det er nødvendig med ett kryss i begynnelsen av traséene for å opprettholde vegforbindelsen vestover. Alternativ 1 og 2 følger hverandre lenger enn alternativ 3. Derfor er det markert at alternativ 1 og 2 bør ha et kryss på cirka samme sted ved Slåttevik, mens alternativ 3 burde ha et kryss tidligere fordi denne traséen går direkte nordover.

Videre viser figuren at det er nødvendig med et kryss ved Aksdal for å koble vegen på forbindelsen til E134 vestover. På grunn av plassmangel i Aksdal sentrum kommer dette til å bli den største utfordringen for utforming av kryss i prosjektområdet. Til slutt er det nødvendig med et kryss ved Våg for å opprettholde forbindelsen til E134 østover. Kobling til mindre veger i prosjektområdet, for eksempel fylkesveg 780 på østsiden av Førlandsfjorden, må vurderes etter at ett av alternativene er valgt og blir ikke sett nærmere på i denne oppgaven.

For alle kryss markert i Figur 48 er det mulig å opprettholde det generelle kravet om minst 3 km mellom hvert kryss for en H11-veg.



Figur 48: Markerte områder for nødvendige kryss

6.7 Oppsummering og tanker før gjennomføring av konsekvensanalysen

Ut fra presentasjonen av de tre valgte alternativene i dette kapittelet er det vist at alle alternativene har utfordringer som må tas hensyn til langs traséene. Alternativ 1 inneholder to bruer og to tunneler. Alternativ 2 inneholder tre bruer og to tunneler. Alternativ 3 inneholder en bru og tre tunneler. Vegtraséen går både i alternativ 1 og alternativ 3 forbi boligområder ved kryssing eller har større nærhet til eksisterende bebyggelse enn det som er ideelt. Alternativ 1 og alternativ 2 gir kryssing på hver sin side av Aksdal industripark, mens alternativ 3 unngår denne med en annen løsning ved kryssing av Fuglavatnet. Alle traséene tar nesten samme rute etter Aksdal, med to tunneler og en åpen strekning langs Grindafjorden. Alternativ 2 er det alternativet som har den korteste tunnelen fra Aksdal og nordover. Alternativ 2 tar totalt sett den mest direkte ruten i motsetning til de to andre alternativene som må ta hensyn til ulike hindringer langs ruten og derfor blir lengre.

Ut fra vurderingen som er gjort i dette kapittelet er alternativ 2 det mest optimale. Det er dette alternativet som har flest bruer, men ruten til dette alternativet er mer optimal enn for de to andre. Nedenfor vises en uformell rangering av alternativene i forkant av konsekvensanalysen. Alternativ 1 rangeres som nummer to siden dette alternativet ikke trenger en ekstra tunnel slik som alternativ 3, som går gjennom vanskelig terreng på østsiden av Førlandsfjorden. Alternativ 3 rangeres derfor som nummer tre selv om alternativene ligger jevnt. Det skal nevnes at alle alternativene har mange utfordringer og at prosjektområdet generelt er et utfordrende område å bygge veg i.

Rangering:

- **Nummer 1:** Alternativ 2
- **Nummer 2:** Alternativ 1
- **Nummer 3:** Alternativ 3

De tre alternativene som har blitt presentert i dette kapittelet skal i neste kapittel vurderes opp mot hverandre i en tilpasset konsekvensanalyse etter håndbok V712. Etter konsekvensanalysen skal alternativene rangeres igjen, da med mer kunnskap om både prissatte og ikke-prissatte konsekvenser.

Kapittel 7 – Konsekvensanalyse

I dette kapitlet vises konsekvensanalysen for de tre alternative vegtraséene vist i kapittel 6. Konsekvensanalysen starter med en presentasjon og forklaring av de ulike temaene som er valgt for analysen. Deretter vil hvert alternativ bli vurdert for hver konsekvens og alternativene rangert mot hverandre i en tabell som gir en poengsum til hvert alternativ. Til slutt presenteres en samlet poengsum for hvert alternativ i en oppsummeringstabell. Denne analysen er basert på håndbok V712: konsekvensanalyser som er standarden brukt i Norge for å kunne vurdere ulike vegalternativer opp mot hverandre.

7.1 Utvalgte temaer til konsekvensanalysen

Videre presenteres de temaene som har blitt brukt i denne konsekvensanalysen. Hvert tema blir kort beskrevet for å få bedre innsikt i hva som er vurdert innenfor hver konsekvens. I tillegg til konsekvensene som ble tatt direkte fra håndbok V712 i kapittel 4, er noen flere konsekvenser som er viktig for dette prosjektområdet inkludert. Hva som blir vurdert i hver konsekvens er spesialtilpasset denne oppgaven. Tabell 12 viser hvilke konsekvenser som har blitt valgt ut. Temaene i kursiv ble vurdert å være med i analysen, men ble tatt ut etter en nærmere vurdering.

Tabell 12: Utvalgte temaer til konsekvensanalyse

Prissatte konsekvenser	Ikke-prissatte konsekvenser
<ul style="list-style-type: none"> - Budsjettvirkning - Trafikant- og transportbrukernytte - Masseberegninger - Klimagassutslipp - <i>(Ulykker)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Landskapsbilde - Nærmiljø og friluftsliv - Naturmangfold - Kulturminner - Naturressurser - Kommuneplan - <i>(Lokal og regional utvikling)</i>

7.1.1 Prissatte konsekvenser

Videre blir de prissatte konsekvensene forklart nærmere så det blir tydelig hvordan hvert tema har blitt brukt i konsekvensanalysen. Det er kun konsekvensen budsjettvirkning blir målt i kroner i denne analysen. De andre prissatte konsekvensene måles i lengde, kubikkmeter eller prosent. Det er derfor viktig å merke seg at de prissatte konsekvensene ikke kan sammenliknes direkte slik de blir i håndbok V712. På tross av dette vil det fremdeles være mulig å finne det beste trasévalget fordi hovedpoenget med analysen er å sammenlikne hvert alternativ innenfor hver konsekvens og deretter gi de en total poengsum til slutt.

Budsjettvirkning

Dette temaet viser anleggskostnader for vegtraséene. Kostnad er en viktig faktor i et vegprosjekt og det blir vurdert negativt hvis en vegtrasé er betydelig dyrere enn en annen vegtrasé. Kostnaden for bygging av en vegtrasé blir regnet ut med utgangspunkt i Tabell 13 nedenfor. Ut fra profilnummer for de ulike strekningene og ulike priser for veg, tunnel og bru kan en omtrentlig kostnad regnes ut. Profilnummeret rundes av til nærmeste 50 meter og blir et omtrentlig estimat. Prisene inkluderer merverdiavgift, rigg, byggherrekostnader og usikkerhet. (Alsaker, 2015). Vanligvis er dette regnskapet mye mer detaljert, men poenget i denne analysen er å få fram om vegtraséene skiller seg fra hverandre. Derfor har ikke prisene som brukes så stor betydning. I neste del der konsekvensanalysen blir utført er dette delkapittelet kalt anleggskostnader.

Tabell 13: Oversikt over cirka priser for bygging av en ny vegtrasé (Alsaker, 2015)

Type	Cirka pris (kroner/løpemeter)	Middelverdi pris (kroner/løpemeter)
Veg (4-felt)	70.000-100.000	85.000
Tunnel (2 løp)	2 x 160.000-200.000	2 x 180.000 = 360.000
Bru (4-felt)	500.000-800.000	650.000

Trafikant- og transportbrukernytte

Hovedpoenget med denne konsekvensen er å se på om distanseavhengige kjørekostnader og tidsbruk som påvirker bilførerne. Det blir vurdert om alternativene har ulik horisontal lengde, siden denne faktoren er nært knyttet til faktisk tidsforbruk på strekningen. Veglengden er et estimat og rundes av til nærmeste 50 meter. Det er planlagt at vegen skal ha fartsgrense 110 km/t langs hele vegtraséen, så det antas at denne dimensjonerende farten holdes over hele strekningen for de tre alternativene slik at lengdene kan sammenliknes direkte. Gang- og sykkeltrafikk er ikke vurdert fordi vegen bygges uten gangfelt (se avsnitt 0). I neste del der konsekvensanalysen blir utført er dette delkapittelet kalt trasélengde.

Masseberegning

Kostander i forhold til fylling og skjæring vil bli vurdert innenfor denne konsekvensen i form av en masseberegning utført i Novapoint. I et vegprosjektet er det i størst mulig grad ønskelig å ha jevn fordeling av skjæring og fylling, altså 50 prosent av hver. Da kan materialene fra skjæring brukes til å fylle andre strekninger. Har man for mye materiale kan det ta opp plass, og har man for lite må dette skaffes fra et annet sted. De ulike alternativene vil bli vurdert opp mot hverandre i forhold til hvor god massebalansen er. Det blir også vurdert hvor store mengder som er nødvendig til bygging for de tre alternativene. Hvis et eller to alternativ skiller seg fra de andre med tanke på mengde masse vil alternativet med mest nødvendig masse vurderes som dårligere. Det antas at kostnader i forhold til masser ikke er medregnet i anleggskostnadene beskrevet på forrige side. Masseberegningen for de tre alternativene er vist i vedlegg G.

Kostnaden til masser i vegbygging avhenger også av hvor gode massene er. Forurensede masser eller masser med for dårlige mekaniske egenskaper kan ikke benyttes. Detaljerte massedata er ikke tilgjengelig i denne oppgaven, men i et virkelig prosjekt måtte dette vært inkludert i kostnadsberegningen. I denne oppgaven er alle massene antatt som gode nok til fylling.

Klimagassutslipp

I en konsekvensanalyse utført med utgangspunkt i håndbok V712 blir støy og luftforurensning vurdert under samme konsekvens som klimagassutslipp. I denne oppgaven ses dette bort fra fordi denne typen beregningsgrunnlag ikke er lett tilgjengelig. I henhold til delmålene for oppgaven, skal klimagassutslipp vurderes i best mulig grad, men det er vanskelig å gi en pris. I håndbok V712 blir det gjort beregninger av CH₄-, CO₂- og N₂O-utslipp og utslippene blir målt i kr/tonn CO₂-ekvivalenter.

I denne tilpassede konsekvensanalysen blir strekninger langs vegen vurdert ut fra stigningsgrad fordi økt stigningsgrad gir økt drivstofforbruk og klimagassutslipp (se avsnitt 4.3.2). I neste del der konsekvensanalysen utføres blir dette delkapittelet kalt stigningsgrad.

På en H11-veg er det krav om en maksimal stigningsgrad på 5 prosent, men som nevnt i avsnitt 4.2.5 er det ønskelig at stigningsgraden ligger på under 3 prosent. Tabell 14 viser at en stigningsgrad over 5 prosent er uakseptabelt, at en stigningsgrad mellom 3 og 5 prosent er mindre ønskelig, mens en stigningsgrad på 3 prosent eller mindre er regnet som optimalt. Det er valgt vurdere de delstrekningene som har maksimal stigningsgrad på over 3 prosent.

Tabell 14: Rangering av stigningsgrad

Stigningsgrad	Stigning/fall	Rangering
Over 5 %	Stigning	Uakseptabelt
3 % til 5 %	Stigning	Mindre ønskelig
0 % til 3 %	Stigning	Optimalt
0 % til -3 %	Fall	Optimalt
-3 % til 5 %	Fall	Mindre ønskelig
Over -5 %	Fall	Uakseptabelt

I analysen blir gjennomsnittlig stigningsgrad langs en delstrekning med stigning/fall regnet ut og maksimal stigningsgrad langs samme strekning presenteres. Alternativene får utdelt poeng etter hvor mange strekninger som har en maksimal stigningsgrad på over 3 prosent. Jo flere strekninger dette er, jo mindre poeng får alternativet. Om stigningsgraden gir stigning eller fall varierer selvfølgelig i hvilken retning kjøretøyet beveger seg. Likevel vil antall strekninger på over 3 prosent, uansett kjøreretning, vurderes negativt siden vegen har trafikk i begge retninger. Lengde på delstrekningene er også presentert i konsekvensanalysen.

Ulykker

Konsekvensen ulykker innebærer personskadeulykker og materiellskadeulykker. I denne oppgaven er det ikke nok data tilgjengelig for å kunne beregne ulykkeskostnader. De tre alternativene dimensjoneres med samme vegklasse og det antas derfor at de har den samme ulykkeskostnaden. Alle vegalternativene er også utstyrt med midtdeler, noe som reduserer faren for møteulykker. På grunn av dette er det sannsynlig at alternativene hadde fått lik poengsum hvis de hadde blitt vurdert opp mot hverandre i en konsekvensanalyse og ulykkeskostnader blir derfor ikke sett nærmere på her.

Et annet tema som kan skape ulykker er skredfare, spesielt i form av jordskred eller steinsprang. Sikringstiltak som vurdering av skredintensitet og skadepotensiale burde derfor undersøkes (Bjordal, 2015). Siden vegen går langs fjorden på Vestlandet vil regn kunne påvirke faren for skred. Det ble nevnt innledningsvis i denne oppgaven at klimaendringer blitt et viktigere tema de siste årene. Økt nedbør som følge av klimaendringer kan føre til økt fare for skred, i tillegg til flom. Alternativene har også utfordringer knyttet til krevende vertikalkurvatur med mye skjæring. Sikkerhet i tunneler må også vurderes i forbindelse med alle vegtraséene.

I en mer detaljert analyse og ved et virkelighetsrelatert prosjekt burde derfor ulykker knyttet til skred, flom og tunneler vurderes nærmere.

7.1.2 Ikke-prissatte konsekvenser

Videre blir de ikke-prissatte konsekvensene forklart nærmere så det blir tydelig hvordan hvert tema har blitt brukt i konsekvensanalysen. For de fleste ikke-prissatte konsekvensene er det mulig å hente ut temakart på nettsiden til Temakart Rogaland. Denne karttjenesten viser kart med temalag for friluftsliv, geologi, kulturminner, landbruk, landskap og natur (Temakart Rogaland, 2015). Temakartene har blitt brukt i vurderingen for nesten alle de ikke-prissatte konsekvensene og er lagt ved som vedlegg. I denne oppgaven er en del av de ikke-prissatte konsekvensene vektet med pluss- og minustegn for å få fram fordeler og ulemper. I den originale konsekvensanalysen fra håndbok V712 er det mulig å gi hvert område som vurderes en mer variert vurdering; opptil fire plusstegn og ned mot fire minustegn. I denne forenklete analysen brukes kun ett plusstegn eller ett minustegn.

Landskapsbilde

Denne kategorien innebærer de visuelle kvalitetene i omgivelsene og hvordan de eventuelt vil bli endret som følge av en ny veg. Et landskapsbilde er samspillet mellom naturlige og menneskelige faktorer. Landskapsbildet skal vurderes ut fra hvordan det ser ut fra omgivelsene, men samtidig hvordan reiseopplevelsen langs vegen føles. Landskapsbildet omfatter alt fra tette bylandskap til naturlandskap. (Statens vegvesen, 2014e)

Landskapsbildet blir i denne oppgaven vurdert ut fra temakartet for landskap. Temakartet viser en oversikt over områder som er merket med vakre landskap og meget vakre landskap, se vedlegg I. I tillegg brukes Novapoint til å studere veien i 3D og se hvordan veien går i terrenget. Horisontal- og vertikal kurvatur har spilt en viktig rolle når alternativene har blitt tegnet opp. Horisontalkurvaturen er forsøkt optimalisert i forhold til terrenget langs traséen for de tre alternativene. Det har i tillegg blitt gjort en siktanalyse i Novapoint for hvert alternativ, se vedlegg H.

Nærmiljø og friluftsliv

Nærmiljøet er menneskers daglige livsmiljø, mens friluftsliv er menneskers fysiske aktivitet og opphold i friluft. Dette er som regel med et mål om å få miljøforandring eller naturopplevelser. Nærmiljø og friluftsliv kan være knyttet til bolig og arbeid, i tillegg til tettstedsnære uteområder, byrom, parker og friluftsområder. (Statens vegvesen, 2014e)

Nærmiljø og friluftsliv blir i denne oppgaven vurdert ut fra temakartet for friluftsliv. Temakartet viser en oversikt over statlig sikrede friluftsområder, se vedlegg J. Det blir også vurdert om noen av alternativene krysser eksisterende eller planlagte grøntområder eller LNF-områder i kommuneplanen, vist i vedlegg B, C og D. Det blir sett på som negativt hver gang et alternativ krysser disse områdene.

Naturmangfold

Naturmangfold blir definert som biologisk mangfold, landskapsmessig mangfold og geologisk mangfold. Dette innebærer naturtyper og artsforekomster med betydning for dyr og planters levestruktur. Naturmangfold inkluderer geologiske elementer som landjorda, ferskvann og marine forekomster og livsbetingelser knyttet til disse. (Statens vegvesen, 2014e)

Naturmangfold blir i denne oppgaven vurdert ut fra temakartet for natur. Dette er det samme kartgrunnlaget som har blitt brukt i vurderingsprosessen helt fra begynnelsen, se vedlegg K. For nærmere forklaring av kartet, se avsnitt 2.3

Kulturmiljø

Kulturmiljø er kilder til kunnskap om fortidens samfunn og levevilkår. Det er definert som alle spor etter menneskelig virksomhet i vårt fysiske miljø, det vil si lokaliteter som knytter seg til historiske hendelser. (Statens vegvesen, 2014e)

Kulturmiljø blir i denne oppgaven vurdert ut fra temakartet for kulturminner. Det blir sjekket om noen av alternativene kommer i konflikt med de registrerte SEFRAK bygningene, enkeltminner eller automatisk fredede områder, se vedlegg L (markering av bygningene vises mer tydelig på nettsiden til Temakart Rogaland enn i vedlegget)

Kulturminner er blant annet registrert gjennom SEFRAK bygninger (sekretariatet for registrering av faste kulturminner). Dette er et landsdekkende register over eldre bygninger og andre kulturminner fra før år 1900. Kulturminner eldre enn 1537 er automatisk fredet. (Riksantikvaren, 2015) SEFRAK er hovedsakelig et kulturhistorisk register, men blir også brukt som et utgangspunkt til å finne verneverdige bygninger. I temakartet blir SEFRAK bygningene rangert fra A til C. A-bygninger (rød) tilsvarer verneverdige bygg med et fredningspotensiale. Veggen bør gå utenom disse bygningene. B-bygninger (oransje) tilsvarer verneverdige bygninger som er aktuelle for spesialregulering. Disse er ikke like viktige, men bør unngås når flere bygninger står samlet. Går veggen forbi et punkt merket med C (grønn) er det greit å rive dette bygget. C-bygninger tilsvarer bygninger som bør underlegges plan- og bygningslovens generelle bestemmelser. (Oppland fylkeskommune, 2008)

Det er i tillegg viktig å unngå gravplasser. Nødvendig avstand til kulturminnene er alltid en vurderingssak. Kulturminnene har en sikringssone på 5 meter, men loven sier også at det ikke er lov å tildekke eller skjemme kulturminner. (Ramberg, 2015)

Naturressurser

Naturressurser er blant annet ressurser fra jord, skog, fiskeressurser i sjø og ferskvann, vannforekomster, berggrunn og løsmasser. Det skaper grunnlaget for verdiskaping og sysselsetting der mengde og kvalitet vil ha betydning for den samfunnsmessige nytten eller verdien. Naturressurser kan både være fornybare og ikke-fornybare. (Statens vegvesen, 2014e)

Naturressurser blir i denne oppgaven vurdert ut fra temakartet for landbruk. Dette kartet viser områder for ulike areal typer, blant annet jordbruksareal og skogbruksareal, se vedlegg M. Siden dette er et svært omfattende og tidkrevende tema begrenses vurderingen til om traséene går over områder med fulldyrket jord eller skog med sær høy/høy bonitet. Dette blir sett på som negativt. Områdene vegtraséene krysser blir vurdert ved å se på fargekodene på kartet, så vurderingen blir subjektiv og poenget er kun å få fram hovedtendensene. Vanligvis burde løsmasser og bergarter (geologi) blitt vurdert under naturressurser, men dette sees bort fra på grunn av kompleksiteten i slike vurderinger.

Innenfor naturressurser vurderes det i tillegg om vegtraséene går over myr, ferskvann eller hav. Ved bygging av en ny vegtrasé kan spesielt fylling av vann ha negativ innvirkning på vannkvaliteten eller dyrelivet i vannet. Kryssing av ulike typer vann vurderes derfor som negativt. Det skal nevnes at dette teamet har en forbindelse til temaet naturmangfold, men siden det er kryssing av vann som skal vurderes, er det valgt å ta det med innenfor naturressurser.

Kommuneplan

Kommuneplanen for Tysvær kommune viser eksisterende bygg og hva som er planlagt fram til 2027. Under dette temaet har det viktigste vært å unngå eksisterende bygg og planlagte prosjekter. Det er viktig å ta hensyn til kommuneplanen, men det skal nevnes at riving er en naturlig del av vegbygging. Av den grunn er det greit å endre kommuneplaner eller rive bygg der det er nødvendig. (Alsaker, 2015)

Kommuneplanen med eksisterende og planlagte bygg for ulike områder i Tysvær er forklart nærmere i avsnitt 2.2. I denne konsekvensanalysen vurderes temaer som ikke allerede har blitt belyst under de andre konsekvensene. Det vil si hovedsakelig boligområder og bygninger med ulikt formål. Det er viktig at alternativene så godt det lar seg gjøre er i samsvar med kommuneplanen. Plankartene fra kommuneplanen er vist i vedlegg B, C og D.

7.1.3 Lokal og regional utvikling

”Lokale og regionale virkninger handler om å synliggjøre hvordan tilgjengelighetsforbedringer eller endrede forutsetninger for å utnytte arealer, kan gi nye muligheter eller begrensninger for befolkning og næringsliv lokalt og/eller regionalt.” (Statens vegvesen, 2014e).

I et så stor vegprosjekt som denne oppgaven presenterer er det viktig å vurdere om konsekvensene totalt sett vil gi fordeler eller ulemper for lokalmiljøer eller regionen.

Som nevnt i innledningen vil Ferjefri E39 bidra til både lokal og regionalutvikling ved at byene blir bundet tettere sammen ved nedkortet kjøretid. Dette kan gi beboerne tilgang til et større arbeidsmarked og nye handels- og fritidmønster, i tillegg til å være med på å lage endringer innen næringsliv og handel. En ny E39 kan potensielt også føre til endret arealbruk i form av utbyggingsmønster, kommunikasjonsknutepunkter, senterstruktur og i tillegg gi økt turisme. På en annen side vil en ny vegtrasé prege et forholdvis lite bebygde område og kan spesielt føre til negative ikke-prissatte konsekvenser.

I denne oppgaven blir ikke lokal og regional utvikling vurdert i konsekvensanalysen. Dette fordi det antas at alle alternativene stiller forholdvis likt og har cirka samme påvirkningsgrad når det kommer til lokal og regional utvikling med bakgrunn i undersøkelsene gjennomført for Ferjefri E39. Siden de derfor ville endt opp med lik poengsum er dette temaet tatt ut av analysen. Det skal nevnes at en vurdering av lokal utvikling for prosjektområde bør gjennomføres ved en mer detaljert analyse.

7.2 Konsekvensanalyse

I denne delen blir hver konsekvens delt opp i egne delkapitler. For hver konsekvens er analysen vist og begrunnet, og til slutt følger en tabell som oppsummerer hvilken poengsum de ulike alternativene ble tildelt. For å kunne skille på de tre alternativene og deres rangering har det blitt gitt 15 poeng for hver konsekvens. Ligger alle alternativene likt får de tre alternativene 5 poeng hver. Hvis de ligger ulikt, gis det poeng etter hvor dårlig eller bra de oppfyller de ulike konsekvensene, der høyeste poengsum er 15 poeng og 0 er laveste poengsum. Poengene kan fordeles fritt ut fra hvor alternativet ligger på skalaen.

7.2.1 Anleggskostnader

Tabell 15 viser kostnadsestimatet for de ulike vegtraséene.

Tabell 15: Kostnadsestimat for alt. 1, alt. 2 og alt. 3

Alternativ	Type konstruksjon	Antall meter	Kostnad (million kr)	Total kostnad (million kr)
Alternativ 1	Veg	16600 m	1411,00	= 3414,5 = 3,41 mrd.
	Tunnel	3850 m	1386,00	
	Bru	950 m	617,50	
Alternativ 2	Veg	14850 m	1262,25	= 4028,75 = 4,03 mrd.
	Tunnel	2900 m	1044,00	
	Bru	2650 m	1722,50	
Alternativ 3	Veg	14450 m	1228,25	=3886,25 = 3,89 mrd.
	Tunnel	6300 m	2268,00	
	Bru	600m	390,00	

Alternativ 1 er det billigste, mens alternativ 2 og 3 kommer dårligst ut kostnadmessig. Alternativ 2 koster mest på grunn av lengre brustrekninger enn de to andre alternativene. På bakgrunn av forskjellene mellom alternativene blir poengene fordelt som vist i Tabell 16.

Poengsum:

Tabell 16: Poengsum for anleggskostnader

Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
9	2	4

7.2.2 Trasélengde

Tabell 17 viser den horisontale lengden på de ulike vegtraséene.

Tabell 17: Lengde på vegtrasé for alt. 1, alt. 2 og alt. 3

Alternativ	Horisontal veglengde
Alternativ 1	21400 meter
Alternativ 2	20400 meter
Alternativ 3	21350 meter

Alternativ 2 kommer klart best ut og er 1,1 km kortere enn alternativ 1. Alternativ 3 blir gitt en liten poengsum siden det er litt kortere enn alternativ 1. Poengsummen er vist i Tabell 18.

Poengsum:

Tabell 18: Poengsum for trasélengde

Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
2	10	3

7.2.3 Masseberegning

Tabell 19 viser massefordelingen for de ulike alternativene.

Tabell 19: Masseberegning for alt. 1, alt. 2 og alt. 3

Alternativ	Type masse	Mengde masse (m ³)	Prosentandel
Alternativ 1	Jord/fjell	9 930 992	65 %
	Fylling	5 349 447	35 %
	TOTALT	15 280 439	100 %
Alternativ 2	Jord/fjell	8 914 201	74 %
	Fylling	3 133 267	26 %
	TOTALT	12 047 468	100 %
Alternativ 3	Jord/fjell	13 092 951	60 %
	Fylling	8 817 471	40 %
	TOTALT	21 910 422	100 %

Alternativ 3 kommer best ut i forhold til massebalansen, mens alternativ 2 er det dårligste. På en annen side er alternativ 2 det alternativet med minst nødvendig mengde til å bygge en vei. Alternativ 3 trenger nesten dobbelt så mye materiale til fylling og skjæring sett i forhold til alternativ 2. Alternativ 1 vil bruke mer masse til bygging enn alternativ 2, men alternativet er bedre når det kommer til massefordeling. Av den grunn gis alternativene poengsummen vist i Tabell 20.

Poengsum:

Tabell 20: Poengsum for masseberegninger

Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
6	5	4

7.2.4 Stigningsgrad

Tabell 21 viser gjennomsnittlig stigningsgrad og maksimal stigningsgrad for delstrekninger langs vegtraséene. Strekningene som har maksimal stigningsgrad på mer enn 3 prosent er inkludert i tabellen. Tabellen viser også horisontal lengde for hele delstrekningen og for delen med maksimal stigningsgrad.

Tabell 21: Stigningsgrad for alt. 1, alt. 2 og alt. 3

Alternativer	Del-strekning	Maksimal stigning	Del-lengde	Gjennomsnittlig stigning	Total lengde
Alternativ 1	#1	4,9 %	625 meter	4,1 %	1540 meter
	#2	4,8 %	575 meter	3,5 %	1500 meter
Alternativ 2	#1	4,5 %	600 meter	3,1 %	1750 meter
	#2	4,2 %	475 meter	2,8 %	2060 meter
	#3	3,4 %	350 meter	2,5 %	1480 meter
Alternativ 3	#1	4,5 %	525 meter	3,6 %	1510 meter

Alternativ 3 kommer best ut når det gjelder stigningsgrad fordi kun én delstrekning har en maksimal stigningsgrad på over 3 prosent. Alternativ 2 kommer dårligst ut med tre delstrekninger. Det skal nevnes at en av delstrekningene i alternativ 2 har maksimal stigningsgrad nærme det ønskede kravet på 3 prosent. I tillegg oppfyller verdiene for gjennomsnittlig stigning kravet til optimal stigningsgrad for alle de tre delstrekningene. Alternativ 1 havner midt i mellom med to delstrekninger, men har de høyeste prosenttallene for maksimal stigningsgrad. Alternativ 1 og alternativ 3 oppnår ikke optimal stigningsgrad for den gjennomsnittlige stigningsgraden ved noen av delstrekningene. Det ble bestemt at det var den maksimale stigningsgraden som skulle styre poengfordelingen. Ut fra dette gis poengsummen vist i Tabell 22.

Poengsum:

Tabell 22: Poengsum for stigningsgrad

Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
5	2	8

7.2.5 Landskapsbilde

På de neste sidene vil hvert alternativ vil bli presentert i totalt tre tabeller som tar opp problemstillinger i henhold til begrunnelsen av landskapsbildet fra forrige delkapittel.

Alternativ 1:

Tabell 23 viser positive og negative sider ved horisontal- og vertikalkurvaturen og om vegtraséen krysser områder fra landskapskartet. I tillegg er en siktanalyse gjennomført. Tabellen oppsummerer antall negative og positive sider.

Tabell 23: Positive og negative sider ved landskapsbildet alternativ 1

Problemstilling:	Positivt	Negativt
<i>Landskapskart</i>	(+) Unngår landskapsområder definert i kart	
<i>Visuelt/ horisontalkurvatur</i>	(+) Går raskt inn i tunnel etter Aksdal sentrum (+) Trasé med utsikt over Grindafjorden mellom de to tunnelene på siste del av strekningen.	(÷) Ugunstig kryssing av to boligområder etter fjordkryssing: eggkurve er laget for å gjøre det bedre (÷) Trangt ved Aksdal sentrum
<i>Terreng/ vertikalkurvatur</i>	(+) Flatt i begynnelsen (+) Kurven følger ellers terrenget bra (+) Fjellandskap etter Aksdal løses med tunnel	(÷) Utfordrende vertikalkurvatur (÷) Fjell i midten av traséen og etter Aksdal. (÷) Nødvendig å lage flere lange rettlinjer og kortere kurver for å tegne vertikalkurvaturen. (÷) Følger ikke horisontalkurvaturen ideelt
<i>Siktkontroll</i>	(+) OK	
TOTALT	7 x (+)	6 x (÷)

Alternativ 2:

Tabell 24 viser positive og negative sider ved horisontal- og vertikalkurvaturen og om vegtraséen krysser områder fra landskapskartet. I tillegg er en siktanalyse er gjennomført. Tabellen oppsummerer antall negative og positive sider.

Tabell 24: Positive og negative sider ved landskapsbildet alternativ 2

Problemstilling:	Positivt	Negativt
<i>Landskapskart</i>	(+) Unngår landskapsområder definert i kart	
<i>Visuelt/ horisontalkurvatur</i>	(+) Unngår så godt som alle boligområder på hele traséen. (+) Går raskt inn i tunnel etter Aksdal sentrum (+) Trasé med utsikt over Grindafjorden mellom de to tunnelene på siste del av strekningen.	(÷) Trangt ved Aksdal sentrum (÷) Har den lengste fjordkryssingen og den lengste bruene over Fuglavatnet
<i>Terreng/ vertikalkurvatur</i>	(+) Flatt i begynnelsen (+) Kurven følger terrenget bra (+) Bra romkurvatur/samsvarer med horisontalkurvatur (+) Fjellandskap etter Aksdal løses med tunnel	(÷) Utfordrende vertikalkurvatur (÷) Fjell i midten av traséen og etter Aksdal. (÷) Stor skjæring etter første fjordkryssing (cirka 40 m)
<i>Siktkontroll</i>	(+) OK	
TOTALT	9 x (+)	5 x (÷)

Alternativ 3:

Tabell 25 viser positive og negative sider ved horisontal- og vertikalkurvaturen og om vegtraséen krysser områder fra landskapskartet. I tillegg er en siktanalyse er gjennomført. Tabellen oppsummerer antall negative og positive sider.

Tabell 25: Positive og negative sider ved landskapsbildet alternativ 3

Problemstilling:	Positivt	Negativt
<i>Landskapskart</i>	(+) Unngår landskapsområder definert i kart	
<i>Visuelt/ horisontalkurvatur</i>	(+) Ny løsning for kryssing av Fuglavatnet (+) Ingen fjordkryssing (+) Går raskt inn i tunnel etter Aksdal sentrum (+) Trasé med utsikt over Grindafjorden mellom de to tunnelene på siste del av strekningen.	(÷) Kryssing av boligområde ved Tysværåvåg og Førland (÷) Trangt ved Aksdal sentrum
<i>Terreng/ vertikalkurvatur</i>	(+) Fjellandskap etter Aksdal løses med tunnel	(÷) Veldig utfordrende vertikalkurvatur (÷) Traséen inneholder tre tunneler (÷) Fjell på nesten hele traséen (÷) Nødvendig å lage flere lange rettlinjler og kortere kurver for å tegne vertikalkurvaturen. (÷) Følger ikke horisontalkurvaturen ideelt
<i>Siktkontroll</i>	(+) OK	
TOTALT	7 x (+)	7 x (÷)

Alternativ 2 kommer best ut med flest plusstegn og færrest minustegn. Alternativ 1 og 3 skilles kun ved ett minustegn. Så ut fra fordelingen av antall positive og negative sider blir poengene fordelt som vist i Tabell 26 nedenfor.

Poengsum:

Tabell 26: Poengsum for landskapsbilde

Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
4	8	3

7.2.6 Nærmiljø og friluftsliv

Tabell 27 tar opp problemstillinger i henhold til begrunnelsen av nærmiljø og friluftsliv beskrevet i forrige delkapittel. Tabellen viser antall kryssinger av friluftsområder i temakartet eller kommuneplanen og eventuelt hvor kryssingen skjer.

Tabell 27: Nærmiljø og friluftsliv for alt. 1, alt. 2 og alt. 3

Problemstilling:	Alternativ 1 (antall områder)	Alternativ 2 (antall områder)	Alternativ 3 (antall områder)
<i>Kart over friluftsliv</i>	Ingen	Ingen	Ingen
<i>Grøntområder og LNF-områder i kommuneplanen</i>	#1: Mjåsund #2: Aksdal	#1: Aksdal	#1: Aksdal

De ulike vegtraséene krysser generelt få områder. Alternativ 2 og alternativ 3 kommer best ut ved kryssing av kun ett område og gis derfor en høyere poengsum enn alternativ 1. Tabell 28 viser fordelingen av poengsummen.

Poengsum:

Tabell 28: Poengsum for nærmiljø og friluftsliv

Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
3	6	6

7.2.7 Naturmangfold

Tabell 29 tar opp problemstillinger i henhold til begrunnelsen av naturmangfold beskrevet i forrige delkapittel. Tabellen viser hvilke områder de ulike alternativene går innenfor og gir pluss- og minustegn avhengig av om alternativene berører området eller ikke.

Tabell 29: Naturmangfold for alt. 1, alt. 2 og alt. 3

Miljøaspekt	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
<i>A: svært viktig</i>	(÷) Grinde og Våg	(÷) Grinde og Våg	(÷) Grinde og Våg
<i>B: viktig</i>	(÷) Kryssing av Førlandsfjorden	(÷) Kryssing av Førlandsfjorden	(+)
<i>C: lokalt viktig</i>	(÷) Går innenfor flere steder langs vestsiden av fjorden	(+ ÷) Går så vidt innom etter fjordkryssing	(+)
<i>Lakseførende vassdrag</i>	(÷) Ved kryssing av Fuglavatnet	(÷) Ved kryssing av Fuglavatnet	(÷) Ved kryssing av Fuglavatnet
<i>Nedbørsfelt</i>	(÷) Går innenfor på vestsiden av Førlandsfjorden	(+)	(+)
<i>Art-viltområde</i>	(÷) Går innenfor flere steder langs vestsiden av fjorden og så vidt etter Aksdal	(÷) Går innenfor flere steder langs vestsiden av Fjorden og så vidt etter Aksdal	(+ ÷) Går så vidt innenfor ved Heggelifjellet og etter Aksdal. Mye mindre enn for vestsiden
TOTALT	6 x (÷)	4 x (÷) / 1 x (+ ÷) / 1 x (+)	2 x (÷) / 1 x (+ ÷) / 3 x (+)

Tabell 30 viser poengsum basert på antall pluss- og minustegn. Alternativ 1 kommer dårligst ut med kun minustegn. Alternativ 2 er litt bedre, mens alternativ 3 er det beste alternativet med flere plusstegn enn minustegn.

Poengsum:

Tabell 30: Poengsum for naturmangfold

Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
2	5	8

7.2.8 Kulturminner

Tabell 31 tar opp problemstillinger i henhold til begrunnelsen av kulturminner beskrevet i forrige delkapittel. Tabellen viser antall ganger et alternativ krysser eller kommer nærme SEFRAK-bygninger merket med A, B eller C, et automatisk fredet område eller et enkeltminne.

Tabell 31: Kulturminner for alt. 1, alt. 2 og alt. 3

Type	Alternativ 1 (antall)		Alternativ 2 (antall)		Alternativ 3 (antall)	
	KRYSSER	NÆRME	KRYSSER	NÆRME	KRYSSER	NÆRME
<i>SEFRAK A</i>						
<i>SEFRAK B</i>		5		5		8
<i>SEFRAK C</i>		5		4	1	7
<i>Automatisk fredet</i>					1	
<i>Enkeltminne</i>					1	
TOTALT	10		9		18	

Det er flere kulturminner på østsiden enn vestsiden, i tillegg kom alle alternativene nærmere en del kulturminner etter Aksdal. Ingen av alternativene krysset SEFRAK bygninger merket med bokstaven A (verneverdig). Alternativ 3 kommer dårligst ut og blir tildelt ett poeng. Alternativ 1 og alternativ 2 ligger nesten likt og gis derfor samme poengsum fordi det kun er én bygning merket med SEFRAK C som skiller de to alternativene. Tabell 32 viser poengfordelingen.

Poengsum:

Tabell 32: Poengsum for kulturminner

Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
7	7	1

7.2.9 Naturressurser

Tabell 33 tar opp problemstillinger i henhold til begrunnelsen av naturressurser beskrevet i forrige delkapittel. Tabellen viser hvor mange ganger alternativene krysser de forhåndsdefinerte områdene i temakartet eller ulike vannområder.

Tabell 33: Naturressurser for alt. 1, alt. 2 og alt. 3

Type	Alternativ 1 (antall områder)	Alternativ 2 (antall områder)	Alternativ 3 (antall områder)
<i>Fulldyrket jord</i>	8	7	8
<i>Skog med høy bonitet</i>	10	6	10
<i>Ferskvann, hav eller myr</i>	Hav: 1 Ferskvann: 4 Myr: 11	Hav: 2 Ferskvann: 1 Myr: 4	Hav: 0 Ferskvann: 2 Myr: 11
TOTALT	34	20	31

Poengsummen er vist i Tabell 34 og er fordelt ut fra hvor mange av de definerte områdene alternativene krysser. Alternativ 2 krysser færrest områder, mens alternativ 1 og 3 ligger nærmere hverandre.

Poengsum:

Tabell 34: Poengsum for naturressurser

Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
2	10	3

7.2.10 Kommuneplan

På de neste sidene vil hvert alternativ vil bli presentert i totalt tre tabeller som tar opp problemstillinger i henhold til begrunnelsen av kommuneplanen fra forrige delkapittel.

Alternativ 1:

Tabell 35 viser positive og negative sider ved de ulike alternativene når det kommer til eksisterende og planlagte bygg i kommuneplanen.

Tabell 35: Positive og negative sider ved kommuneplanen alternativ 1

Temaer	Positivt	Negativt
<i>Eksisterende bygg/ planlagte bygg</i>	(+) Unngår boligområder mellom Mjåsund og Aksdal (+) Unngår for det meste boligområder etter Aksdal	(÷) Krysser planlagt område ved Slåttevik (÷) Kryssing av boligområde ved Mjåsund (÷) Kryssing av boligområde nummer to etter Mjåsund (÷) Går nærme Aksdal industriområde (÷) Går gjennom Aksdal som er tettbebygd og med planer for mer utvidelse (÷) Berører et lite boligområde før siste tunnel ved våg
TOTALT	2 x (+)	6 x (÷)

Alternativ 2:

Tabell 36 viser positive og negative sider ved de ulike alternativene når det kommer til eksisterende og planlagte bygg i kommuneplanen.

Tabell 36: Positive og negative sider ved kommuneplanen alternativ 2

Temaer	Positivt	Negativt
<i>Eksisterende bygg/ planlagte bygg</i>	Unngår boligområder langs nesten hele traséen: (+) Før fjordkryssing (+) Etter fjordkryssing (+) Etter Aksdal	(÷) Krysser planlagt område ved Slåttevik (÷) Går nærme Aksdal industriområde (÷) Går gjennom Aksdal som er tettbebygd og med planer for mer utvidelse (÷) Berører et lite boligområde før siste tunnel ved våg
TOTALT	3 x (+)	4 x (÷)

Alternativ 3:

Tabell 37 viser positive og negative sider ved de ulike alternativene når det kommer til eksisterende og planlagte bygg i kommuneplanen.

Tabell 37: Positive og negative sider ved kommuneplanen alternativ 3

Temaer	Positivt	Negativt
<i>Eksisterende bygg/ planlagte bygg</i>	(+) Unngår for det meste boliger mellom Tysværåvåg og Førland (+) Unngår utbyggingsplaner ved Grinde (+) Unngår Aksdal industripark fullstendig	(÷) Krysser boligområde ved Tysværåvåg (÷) Krysser boligområde ved Førland (÷) Går gjennom Aksdal som er tettbebygd og med planer for mer utvidelse (÷) Berører et lite boligområde før siste tunnel ved våg
TOTALT	3 x (+)	4 x (÷)

Tabell 38 viser sammenlagt poengsum for de tre alternativene ut fra fordelingen av antall positive og negative sider. Alternativ 2 og 3 ender opp med like mange pluss- og minustegn. Alternativ 1 ligger dårligere an med færre plusstegn og flere minustegn.

Poengsum:

Tabell 38: Poengsum for kommuneplan

Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
3	6	6

7.3 Oppsummeringstabell

Tabell 39 på neste side viser oppsummeringen fra konsekvensanalysen gjort i forrige delkapittel. Som nevnt tidligere har det blitt gitt 15 poeng for hver konsekvens. Ligger alle alternativene likt får de tre alternativene 5 poeng hver. Hvis de ligger ulikt gis det poeng etter hvor dårlig eller bra de oppfyller de ulike konsekvensene, der høyeste poengsum er 15 poeng og 0 er laveste poengsum. Poengene kan fordeles fritt ut fra hvor alternativet ligger på skalaen.

Kolonnen som viser vekttall i Tabell 39 gir de ulike konsekvensene et vekttall for å skille på viktigheten av alternativene. For å få til en jevn fordeling av konsekvensene blir de prissatte konsekvensene vektet med totalt 40 % og de ikke-prissatte konsekvensene vektet med 60 %. Totalt sett blir derfor konsekvensene i de to kategoriene prioritert likt. Dette ses på som mest hensiktsmessig siden poenggivningen gjort ovenfor er subjektiv og fordi dette er en forenklet analyse. Ved en mer detaljert konsekvensanalyse kunne det vært hensiktsmessig å vekte konsekvensene ulikt for å se hvordan alternativene responderer til ulike konsekvenser eller for ha mulighet til å prioritere en eller flere konsekvenser fremfor andre.

Tabell 39: Oppsummeringstabell for alle konsekvensene

Konsekvens	Vekttall (sum=100%)	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
Prissatte konsekvenser (40 %)				
<i>Anleggskostnader</i>	10%	9	2	4
<i>Trasélengde</i>	10%	2	10	3
<i>Masseberegning</i>	10%	6	5	4
<i>Stigningsgrad</i>	10 %	5	2	8
Ikke-prissatte konsekvenser (60 %)				
<i>Landskapsbilde</i>	10 %	4	8	3
<i>Nærmiljø og friluftsliv</i>	10 %	3	6	6
<i>Naturmangfold</i>	10 %	2	5	8
<i>Kulturmiljø</i>	10 %	7	7	1
<i>Naturressurser</i>	10 %	2	10	3
<i>Kommuneplan</i>	10 %	3	6	6
SUM	100 %	43	61	46
PLASSERING PÅ FORHÅND		2	1	3
RANGERING		3	1	2

Tabell 39 viser en rangering av alternativene. Alternativ 2 er det alternativet som er rangert som nummer én. Alternativ 3 havner på andreplass, mens alternativ 1 kommer rett bak på en tredjeplass. Kun tre poeng skiller alternativ 1 og alternativ 3, mens alternativ 2 ligger 15 poeng over alternativ 3. Valg av alternativ og nødvendig utestående arbeid blir diskutert i neste kapittel.

Kapittel 8 – Diskusjon og videre arbeid

I dette kapitlet blir utfallet av oppgaven diskutert i forhold til måloppnåelse. Videre blir resultatene fra konsekvensanalysen diskutert, og det vurderes om alternativet som ble rangert som nummer én er det beste alternativet. I tillegg kommenteres forhånds-rangeringen gjort i kapittel 6. Til slutt presenteres nødvendig videre arbeid. Siden det mange steder i oppgaven har blitt gjort forenklinger, vil det her bli gitt en oppsummering av nødvendig videreføring av arbeid etter denne oppgaven er levert.

8.1 Diskusjon

8.1.1 Måloppnåelse

Hovedmålet med denne masteroppgaven er å stå igjen med ett alternativ som etter en konsekvensanalyse kan sies å være den beste løsningen. Dette ble delvis oppnådd i oppgaven. Alternativ 2 ble rangert som nummer én med 15 poeng mer enn alternativ 3. Det var likevel forventet at det alternativet som ble rangert høyest skulle skille seg enda mer ut som det beste alternativet. Konsekvensanalysen gjorde det tydelig at alle alternativene har utfordringer, og at ingen av dem gir en helt optimal løsning.

Problemstillingen fra kapittel 1 presiserte at det finnes utfordringer i prosjektområdet. Oppgaven har avdekket mange av disse problemområdene og problemstillingen har blitt besvart i løpet av vurderingsprosessen for alternativene. Relevansen til problemstillingen forsvares grundigere i neste kapittel.

Det er gjort forenklinger i samtlige kapitler i oppgaven for å tilpasse arbeidet til gjennomførbart nivå for en masteroppgave. I slutten av kapitlet vil det bli diskutert hva som gjenstår av arbeid og hvilke vurderinger som må gjøres i den videre planlegging av vegstrekningen.

8.1.2 Konsekvensanalyse

I forrige kapittel ble de tre valgte alternativene fra kapittel 5 vurdert opp mot hverandre i en konsekvensanalyse. Alternativene ble vurdert innenfor ti ulike konsekvenser, og til slutt ble alternativene rangert etter poengsum. Tabell 39 fra forrige kapittel viser poengfordelingen og rangeringen av de tre alternativene fra konsekvensanalysen. Tabellen viser at alternativ 2 ble rangert som det beste alternativet.

På de neste sidene blir hver konsekvens diskutert ut fra presentasjonen av alternativene i kapittel 6 og poenggivingen fra forrige kapittel. Denne diskusjonen skal gjøre det mer tydelig hvilke faktorer som gjorde at alternativene ble rangert som best eller dårligst.

Anleggskostnader

Alternativ 1 hadde best score for anleggskostnader, mens alternativ 2 fikk dårligst poengsum. Kostnadsforskjellen kommer av at alternativ 2 har flest bruer (3 stykker). Den totale brulengden for alternativ 1 og alternativ 3 er ganske like, men siden alternativ 3 har en tunnel mer gjennom Svefjellet, blir alternativ 1 det klart billigste.

Trasélengde

Alternativ 2 har kortest trasélengde, mens alternativ 1 fikk dårligst poengsum. Dette er fordi alternativ 1 er én kilometer lengre enn alternativ 2. Forskjellen i lengde mellom alternativ 1 og alternativ 3 er kun 50 meter.

Masseberegning

Alternativ 1 gjør det brukbart både for massebalanse og nødvendig mengde masse, mens alternativ 3 fikk dårligst poengsum. Alternativ 3 har best massebalanse, mens alternativ 2 har minst nødvendig mengde masse for bygging av en veg. Alternativ 1 har kun litt høyre nødvendig mengde masse enn alternativ 2 og ligger nærmere alternativ 3 for best massebalanse. Derfor gis dette alternativet høyest poengsum. Alternativ 3 får dårligst poengsum siden nødvendig mengde masse er såpass høy.

Stigningsgrad

Alternativ 3 har færrest delstrekninger med maksimal stigningsgrad over 3 prosent, mens alternativ 2 fikk dårligst poengsum. Alternativ 3 har én delstrekning med en maksimal stigningsgrad på over 3 prosent, mens alternativ 2 har tre delstrekninger med maksimal stigningsgrad på over 3 prosent. For alternativ 3 er potensielle delstrekninger med stigningsgrad over 3 prosent unngått ved bygging av en ekstra tunnel. Alternativ 1 har to strekninger med maksimal stigningsgrad på over 3 prosent, disse strekningene er

de med høyest prosentall for stigningsgraden. Alternativ 2 er det eneste alternativet som oppfyller kravet til optimal stigningsgrad for den gjennomsnittlige stigningsgraden.

Landskapsbilde

Alternativ 2 har best landskapsbilde, mens alternativ 3 fikk dårligst poengsum. Grunnen til at alternativ 2 får høyest poengsum er fordi denne traséen ikke krysser noen boligområder langs ruten. Alternativ 2 har minst varierende terreng og det beste samsvaret mellom horisontal- og vertikalkurvatur av de tre alternativene. Det negative med alternativ 2 er at traséen har to fjordkryssinger. Alternativ 1 og 3 kommer dårligere ut fordi de krysser boligområder to steder hver. Disse vegtraséene har heller ikke like bra samsvar mellom vertikal- og horisontalkurvaturen som alternativ 2. Alternativ 3 har det vanskeligste terrenget og det er derfor lagt inn en ekstra tunnel for dette alternativet. Alle alternativene er nesten identiske etter at de går inn i tunnel ved Aksdal.

Nærmiljø og friluftsliv

Alternativ 2 og alternativ 3 gjorde det best i forhold til nærmiljø og friluftsliv, mens alternativ 1 fikk dårligst poengsum. Dette er fordi alternativ 2 og alternativ 3 kun krysser ett grøntområde, mens alternativ 1 krysser et ekstra grøntområde ved Mjåsund. Alle alternativene krysser generelt få grøntområder innenfor denne kategorien.

Naturmangfold

Alternativ 3 opprettholder best naturmangfold, mens alternativ 1 fikk dårligst poengsum. Grunnen er at alternativ 1 krysser nedbørsfeltet til Haugevassdraget, i tillegg til at traséen for alternativ 1 går innenfor større deler av et "lokalt viktig område" på vestsiden av Førlandsfjorden. Det er generelt flere miljøområder å ta hensyn til på vestsiden av Førlandsfjorden enn på østsiden. Derfor kommer alternativ 3 best ut. Alle alternativene møtes ved Aksdal og påvirker derfor et "lakseførende vassdrag" ved Fuglavatnet og et "svært viktig område" ved Grinde og Våg.

Kulturmiljø

Alternativ 2 unngikk flest kulturminner, mens alternativ 3 fikk dårligst poengsum. Alternativ 3 gjør det dårligst fordi det er flere kulturminner ved Tysværvåg og Førland enn i områdene på vestsiden av Førlandsfjorden. Alternativ 1 kommer rett bak alternativ 2 og de to alternativene ble gitt lik poengsum. Alle alternativene kommer i nærheten av kulturminner ved Grinde og Våg.

Naturressurser

Alternativ 2 kommer i konflikt med færrest naturressurser, mens alternativ 1 fikk dårligst poengsum. Alternativ 2 krysser betydelig færre myrområder enn de to andre alternativene fordi traséen holder seg nærmere fjorden enn de andre alternativene. Alternativ 2 krysser færre områder med skog eller fulldyrket jord av samme grunn. Alternativ 1 og 3 ligger veldig likt og kun kryssing av flere ferskvann gjør at alternativ 1 får dårligst poengsum.

Kommuneplan

Alternativ 2 og 3 forholder seg best til kommuneplanen, mens alternativ 1 fikk dårligst poengsum. Alternativ 2 krysser færre boligområder enn alternativ 1 og 3. Samtidig unngår alternativ 3 Aksdal industripark som de to andre alternativene passerer på hver sin side av. Alle alternativene går gjennom Aksdal og berører et lite boligområde rett før Våg.

Tabell 40 (på neste side) viser hyppigheten av høyest og lavest poengsum for de tre alternativene under hver konsekvens i konsekvensanalysen.

Tabell 40: Detaljert gjennomgang av poengfordeling

Konsekvens	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
Prissatte konsekvenser:			
<i>Anleggskostnader</i>	9	2	4
<i>Trasélengde</i>	2	10	3
<i>Masseberegning</i>	6	5	4
<i>Stigningsgrad</i>	5	2	8
Ikke-prissatte konsekvenser:			
<i>Landskapsbilde</i>	4	8	3
<i>Nærmiljø og friluftsliv</i>	3	6	6
<i>Naturmangfold</i>	2	5	8
<i>Kulturmiljø</i>	7	7	1
<i>Naturressurser</i>	2	10	3
<i>Kommuneplan</i>	3	6	6
RANGERING	3	1	2
SUM	43	61	46
Antall best poengsum	3	6	4
Antall dårligst poengsum	5	2	3

I tillegg til å få høyeste totale poengsum er alternativ 2 det alternativet som får høyest poengsum innenfor hver enkelt konsekvens flest ganger (Tabell 40). Alternativ 2 har kun to tilfeller der alternativet blir tildelt lavest poengsum. Alternativ 3 kommer etter alternativ 2, og oppnår høyeste poengsum blant de tre alternativene for fire av konsekvensene. Alternativ 3 får lavest poengsum ved tre av konsekvensene. Alternativ 1 har like mange tap som alternativ 2 og 3 til sammen, mens alternativet får høyest poengsum innenfor tre av konsekvensene. En av grunnene til at alternativ 2 ligger 15 poeng over alternativ 3 er at alternativ 2 har fått utdelt ti poeng for to konsekvenser.

Alternativ 2 er ikke mye bedre enn de to andre alternativene. Kun 15 poeng skiller ned til andreplassen. Alternativ 2 og alternativ 3 ligger veldig nærmere hverandre i poengfordeling. Tabell 40 viser at alternativene er gode og dårlige på forskjellige områder. Alternativ 1 er best for kostnader og mengdeberegning. Alternativ 2 er best for trasélengde, landskapsbilde og naturressurser. Alternativ 3 er best for stigningsgrad og naturmangfold. Alternativ 2 og alternativ 3 er like gode når det kommer til nærmiljø og friluftsliv, i tillegg til kommuneplanen. Alternativ 1 og alternativ 2 er like gode i forhold til kulturminner.

Dette viser at alle alternativene har svake og sterke sider, og alternativ 1 og alternativ 3 har flere svake sider enn alternativ 2 sett i forhold til den totale poengsummen. I et prosjekt utført i virkeligheten ville det vært naturlig å vekte konsekvensene ulikt ut fra forhåndsbestemte prioriteringer. I denne oppgaven har konsekvensene blitt prioritert likt fordi det er valgt å ikke øke detaljeringsnivået til også å omfatte ytterligere detaljkunnskap innenfor de ulike konsekvensene. Ut fra oppbyggingen i konsekvensanalysen med oppsummeringstabellen i slutten av kapitlet, kunne vektingen for de ulike konsekvensene enkelt blitt endret for å se utslaget av ulik prosentandel. Hvis utslippsberegningene hadde vært mer detaljerte er det sannsynlig at denne konsekvensen ville blitt prioritert fremfor noen av de andre konsekvensene. Likevel er dette sett bort fra siden mer detaljert kunnskap om konsekvensene ville vært nødvendig for å kunne foreta en korrekt vekting.

Tabell 41 (på neste side) viser den plasseringen alternativene fikk i forkant av konsekvensanalysen med kapittel 6 som bakgrunn for rangeringen. Tabellen viser at alternativ 2 ble rangert øverst, noe som stemte med resultatet fra konsekvensanalysen. Alternativ 1 og alternativ 3 ble vurdert som nesten likeverdige i vurderingen i kapittel 6, og det stemmer godt når det kun er tre poeng som skiller alternativene i konsekvensanalysen. Mange av konsekvensene fra konsekvensanalysen ble allerede belyst i kapittel 6, men noen konsekvenser ble også lagt til i ettertid. Dette viser at utformingen av vegen i forhold til vegtekniske krav er en svært viktig del av det å få et best mulig totalresultat i vegbygging.

Tabell 41: Utdrag fra oppsummeringstabell i konsekvensanalysen

	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
SUM	43	61	46
PLASSERING PÅ FORHÅND	2	1	3
RANGERING	3	1	2

8.1.3 Drivstofforbruk og klimagassutslipp

Som nevnt i avsnitt 4.3.6 var planen å beregne drivstofforbruk og klimagassutslipp på strekningen fra Kårstø til Våg. Dessverre var ikke grunnlagsmaterialet fra vegvesenet klart da denne oppgaven ble skrevet. Likevel ble temaet tatt med i konsekvensanalysen på en forenklet måte i form av stigningsgrad.

Videre diskuteres drivstofforbruk og klimagassutslipp med hovedvekt på å sammenlikne den eksisterende vegen med den nye vegen som skal bygges etter H11-standard. Den eksisterende vegen er en tofelts veg med fartsgrense varierende fra 60 til 80 km/t, og den nye vegen skal bygges som en firefelts veg med fartsgrense på 110 km/t. Den nye vegen har blitt prosjektert med høyere kurveradier enn dagens veg, og som følge av dette vil den nye vegen gi en opplevelse av rettere vegstrekninger enn den eksisterende vegen. Med utgangspunkt i delkapittelet om klimagassutslipp og drivstofforbruk i kapittel 4, er det vist at det finnes både negative og positive sider ved bygging av en ny veg.

Kvaliteten på den nye vegen, sammenliknet med dagens veg, øker betraktelig. Dette vil ha en positiv virkning for drivstofforbruk og utslipp. Undersøkelser gjort av Svenson og Fjell (2014), i tillegg til rapporten fra SINTEF (2009), har vist at økt kvalitet på en veg vil gi lavere drivstofforbruk, og dermed lavere klimagassutslipp. Studiene viser at økende kurvatur og ruhet på vegen vil øke drivstofforbruket. Videre viser mange studier at det er sammenheng mellom stigningsgrad på vegen og drivstofforbruk. Drivstofforbruket og klimagassutslipp øker betraktelig med økt stigningsgrad. Dette er vist i flere av figurene fra kapittel 4, noe som teller positivt for bygging av en ny veg. I tillegg vil en ny veg føre til mindre behov for akselerering og nedbremsing fordi kapasiteten på vegen øker. Dette vil føre til mindre utslipp enn for den eksisterende vegen.

Alternativ 2 er det alternativet med flest strekninger der maksimal stigningsgrad er på over 3 prosent. Dette blir sett på som en negativ side ved alternativet. Denne utfordringen kan løses ved å bruke ekstra kostander på å skjære gjennom fjell for å flate ut strekningene. Gjennomsnittlig stigningsgrad for strekningene langs alternativ 2 oppfyller imidlertid det ønskede kravet til en stigningsgrad på maksimalt 3 prosent. Det kan derfor jobbes med å redusere stigningsgraden for delene med maksimal stigningsgrad på over 3 prosent. I oppgaven ble det i tillegg fokusert på å ha en god romkurvatur og tilpasse vegen til terrenget på best mulig måte. Det må derfor vurderes om det er ønskelig å bruke ekstra kostander på å flate ut vegen. Kjøring på en flatere veg kan gjøre kjøreopplevelsen kjedelig ved et for ensformig design. Dette kan føre til at sjåføren blir lettere trøtt og burde derfor tas med i samme vurdering.

To studier fra kapittel 4 viser at hastighet har innvirkning på drivstofforbruk og klimagassutslipp. Undersøkelsen til Barth og Boriboonsomsin (2008) viser at når hastigheten er på over 105 km/t vil drivstofforbruket og utslippene øke. TØI-rapporten (2009) viser at dette skjer allerede ved en fart på 90 km/t. TØI-rapporten viser også at vegutvidelser vil føre til generert og nyskapt trafikk i form av at bilister velger å ta flere og lengre turer. I tillegg vil en overgang fra kollektive transportmidler til personbil være mer sannsynlig.

Hastighetsendring og økt vegkapasitet blir derfor sett på som negative utfall ved en utbedring av den nye vegstrekningen. Samtidig skal det nevnes at Ferjefri E39 har blitt vurdert å ha positiv effekt for samfunnet ved at regionene blir knyttet tettere sammen som følge av kortere reisetid. Interessen for elbiler har økt kraftig de siste årene og hvis elbilen klarer å bli konkurransedyktig med diesel- og bensinbiler kan problemet med økt trafikk lettere forsvares.

De ulike problemstillingene nevnt ovenfor må derfor vurderes samlet. Dette er en komplisert oppgave siden det følger negative aspekter ved noe som i utgangspunktet er positivt, som ved bygging av en ny og bedre veg.

8.2 Videre arbeid

I dette delkapittelet blir nødvendig videre arbeid presentert. I tillegg til ytterligere detaljering, vil det være naturlig å arbeide med grundigere gjennomgang på de områder der det er gjort forenklinger i oppgaven og også videreføre arbeid med utfordringer som har dukket opp underveis. Det skal nevnes at dette bare en anbefaling til hva som burde arbeides med videre. Det er ikke ment som et krav til hva som må inkluderes ved videre analyse. Det antas at rangeringen av alternativene ikke vil endres mye ved en mer detaljert konsekvensanalyse, men det er sannsynlig at linjeføringen til vegtraséene som ble valgt ut til konsekvensanalysen kan få en annen utforming enn den som er presentert i denne oppgaven. Videre blir kategorier med nødvendig videre arbeid listet opp.

- **Prosjekteringsnivå:** i denne oppgaven er prosjekteringen gjort på et overordnet nivå fordi mye grunnlagsdata ikke har vært tilgjengelig og fordi det ikke har vært nødvendig for å kunne sammenlikne alternativene i en konsekvensanalyse. Kravene til utforming er vegtekniske krav som er lagt inn og gjennomgått i Novapoint. Eksempel på dette er krav til horisontal- og vertikalkurvatur i tillegg til krav fra prosjekteringstabellen for en H9-veg. De tilpassede kravene som er nevnt i avsnitt 4.2.5 har også vært grunnlaget for prosjekteringen.

Tilpasning til terreng og utforming av vegetasjon, overbygning og overhøyde på vegen, tverrprofiler, drenering og vannbehandling, skilt og oppmerking, belysning og risikofylte arbeider må vurderes ved videre prosjektering.

- **Kryssløsninger:** det er ikke laget løsninger til kryss for vegtraséene. Figur 48 viser forslag til hvor kryssene burde være. Dette må planlegges grundigere, spesielt med tanke på viktigheten av tidlig å få på plass båndlegging av areal.
- **Prosjektering av bruer og tunneler:** det samme gjelder for prosjektering av bruer og tunneler som for kryss. Det er viktig å finne ut hvor mye areal som blir båndlagt ved bygging av disse konstruksjonene. I denne oppgaven er de kun planlagt med profilnummer. For tunneler burde det gjøres undersøkelser av fjell og fjelldybde tunnelene skal gå gjennom, og for bruer burde type konstruksjon og fundamentering bestemmes slik at den korrekte traséen kan tegnes inn for veglinjen. Det er mulig at linjeføringen for de lengste bruene må endres etter at brutype er valgt.

- **Registrering av masser:** det ble nevnt i avsnitt 7.1.1 at det burde gjøres nærmere undersøkelser av masser i grunnen, og finne ut om det er mulig å bruke de til vegbygging eller om nye masser må tilføres, i tillegg til å undersøke om massene er forurensede. Lokal bearbeiding av masser og gjenbruk av asfalt- og rivemasser bør også vurderes.

- **Generelt for prissatte konsekvenser:** som nevnt tidligere er konsekvensanalysen i denne oppgaven en forenklet analyse. Det har vært vanskelig å finne nødvendig grunnlagsdata for flere av de prissatte konsekvensene. Det anbefales også at konsekvensene som ikke er gjennomgått i oppgaven blir vurdert nærmere. Dette gjelder for konsekvensene; operatørnytte, budsjettvirkning for det offentlige, restverdi og skattekostnad.
 - **Detaljerte utslippsberegninger:** det er viktig å inkludere utslippsberegninger i prosjektet. Som nevnt er det økende fokus på dette temaet (kapittel 1). Beregning av klimagassutslipp er et påbegynt prosjekt og vil mest sannsynlig være med å påvirke prosjektet. Støy og luftforurensing må også vurderes.
 - **Trafikant- og transportbrukernytte:** her ble kun horisontallengden på de ulike traséene tatt hensyn til. Analysen må derfor utvides og kostnader knyttet til denne konsekvensen vurderes grundigere.
 - **Ulykker:** det burde beregnes kostnader for ulykker. I tillegg burde ny og eksisterende veg vurderes opp mot hverandre for å finne tiltak som kan forhindre ulykker i fremtiden. Dette gjelder i forhold til ras, klimaforandringer og sikkerhet i tunneler.

- **Generelt for ikke-prissatte konsekvenser:** de ikke-prissatte konsekvensene burde vurderes grundigere. I den tilpassede konsekvensanalysene er tilgjengelig grunnlagsdata brukt for å vurdere disse kategoriene på best mulig måte, men dette arbeidet kan gjøres mer detaljert ved at ekspertise på spesialområdene inkluderes i prosjektet.
 - **Naturmangfold:** som nevnt i avsnitt 2.3 er ikke leveområder for dyr og planer vurdert i denne oppgaven. Hvert enkelt tilfelle av sårbare eller truede arter må analyseres, og det må vurderes om vegtraséen krysser noen av de kartlagte leveområdene.
 - **Kulturminner:** kulturminner og status for disse må detaljert gjennomgås.
 - **Naturressurser:** i den tilpassede konsekvensanalysen ble det gjort forenklinger når naturressurser ble vurdert. Detaljeringsgraden må økes.
- **Lokal og regional utvikling:** dette temaet ble tatt ut av konsekvensanalysen, og er allerede vurdert for Ferjefri E39. En lokal vurdering bør gjøres i prosjektområdet.
- **Utredning av en kommunedelplan:** Det må lages en kommunedelplan ut fra kravene spesifisert i avsnitt 1.3.3. Det er viktig at det åpnes for å gi innspill til kommunedelplanen.

Kapittel 9 – Konklusjon og anbefalinger

Problemstillingen i denne masteroppgaven gikk ut på å finne det beste alternativet for en ny vegtrasé fra Kårstø til Våg i Tysvær kommune. I kapittel 7 ble alternativ 2 utpekt som det beste alternativet etter gjennomgang i en konsekvensanalyse for tre alternativer. Konsekvensanalysen er utført med de begrensninger som oppgaven har gitt. Disse begrensningene har gitt definerte krav til vurdering av vegalternativene.

Alle delmålene som er gitt i kapittel 1 ble gjennomført. Oppgaven har derfor blitt utført på en måte som har gjort det mulig å komme fram til et anbefalt alternativ; alternativ 2.

Fremgangsmåten i oppgaven har vært å først se på et ubegrenset antall alternativer som deretter ble redusert til tolv. Disse tolv alternativene ble så redusert til åtte gjennom første utvelgelsesprosess. Fra de åtte alternativene ble tre alternativer valgt ut til en konsekvensanalyse. Konsekvensanalysen gikk gjennom prissatte og ikke-prissatte konsekvenser med håndbok V712 som hjelpemiddel.

Konsekvensene som ble valgt ut til denne oppgavens tilpassede konsekvensanalyse var for de prissatte konsekvensene anleggskostnader, trasélengde, masseberegning og stigningsgrad (sett i sammenheng med klimagassutslipp). For de ikke-prissatte konsekvensene ble alle konsekvensene fra håndbok V712 brukt; landskapsbilde, nærmiljø og friluftsliv, naturmangfold, kulturminner og naturressurser, i tillegg til kommuneplanen for Tysvær kommune.

Klimagassutslipp har i tillegg vært et fokusområde i oppgaven gjennom et litteraturstudium. Bygging av en ny vegtrasé etter H11-standard vil gi reduserte utslipp fordi vegkvaliteten, kurvaturen, flyt i trafikken og stigningsgraden forbedrer seg. På en annen side vil økt kvalitet på vegen og økt fartsgrense til 110 km/t føre til generert og ny trafikk, i tillegg til å gå bort fra optimalhastigheten for klimagassutslipp (80 km/t). Nedkortet reisetid mellom regionene vil være en positiv virkning av økt fartsgrense og økt kvalitet på vegen.

Alternativ 2, som fikk høyest poengsum i konsekvensanalysen, forholder seg best til trasélengde, landskapsbilde og naturressurser. Alternativet gjør det også godt i forhold til nærmiljø og friluftsliv, kulturminner og kommuneplan. Alternativet hadde imidlertid høyest anleggskostnader og flest delstrekninger med maksimal stigningsgrad på over 3 prosent. Ut fra konsekvensanalysen står det derfor igjen ett alternativ som er marginalt, men allikevel noe bedre enn de to andre alternativene.

Det anbefales for Statens vegvesen å gå videre med alternativ 2 som hovedalternativ for en vegtrasé fra Kårstø til Våg i den videre planleggingen. På grunn av at flere aspekter i konsekvensanalysen kunne vært gjort mer i detalj og mer utfyllende, bør man imidlertid fortsatt ha med alternativ 1 og alternativ 3 inntil en grundigere analyse er gjort. I kapittel 8 ble de aktuelle aspektene som burde arbeides videre med listet opp. Dette arbeidet innebærer å prosjektere vegtraséene mer detaljert, lage løsninger for vegkryss, prosjektere bruer og tunneler, registrere masser i grunnen, gjennomføre en grundigere konsekvensanalyse, og til slutt fullføre utredningen av kommunedelplanen.

Alternativ 2 er et forslag som har kommet fram etter flere analysemetoder. Det antas derfor at rangeringen av alternativene ikke vil endres mye ved en mer detaljert konsekvensanalyse. Likevel er det mulig å finne flere varianter av alternativ 2 enn den vegtraséen som presenteres her, og det er sannsynlig at traséen endres når detaljeringsgraden i prosjektet økes.

Siden prosjektet ikke er påbegynt fra Statens vegvesen sin side vil det være interessant å se resultatene fra masteroppgaven i sammenheng med hva de kommer fram til når planleggingsprosessen fullføres.

Referanser

- ALSAKER, B. 2015. Skriftlig og muntlig kommunikasjon. Stavanger: Statens vegvesen.
- BARTH, M. & BORIBOONSOMSIN, K. 2008. Real-World CO2 Impacts of Traffic Congestion. Transportation Research Record, no. 2058.
- BJORDAL, H. K. 2015. Hvordan velge tiltak og risiko vi kan leve med? *Infrastrukturdagene*. Trondheim: Statens vegvesen.
- DET KONGELIGE SAMFERDSELSDEPARTEMENT 2013. Meld. St. 26: Nasjonal transportplan 2014-2023.
- FN-SAMBANDET. 2015. *Hva er FNs klimapanel (IPCC)?* [Online]. Available: <http://www.fn.no/Tema/Klima/FNs-klimapanel/Hva-er-FNs-klimapanel-IPCC> [Accessed 24.05.2015].
- GOOGLE MAPS. 2015. *Kartdata* [Online]. Available: <https://http://www.google.no/maps> [Accessed 14.05.2015].
- HOGNESTAD, S. 2015. Ansvarlig naturmiljø-data Stavanger: Statens vegvesen.
- HOVD, A. 2014. Vertikalkurvatur. NTNU: Institutt for bygg, anlegg og transport.
- IEA 2012. Technology Roadmap: Fuel Economy of Road Vehicles. France: International Energy Agency.
- KANG, M.-W., SHARIAT, S. & JHA, M. K. 2013. New highway geometric design methods for minimizing vehicular fuel consumption and improving safety. Transportation Research Part C, vol 31.
- KNUDSEN, T., BANG, B. & LEVIN, T. 2009. Videreutvikling av metodikk for beregning av miljømessige konsekvenser av bedre veger med fokus på stigninger og fall. SINTEF teknologi og samfunn.
- KO, M., LORD, D. & ZIETSMAN, J. 2012. Environmentally Conscious Highway Design for Crest Vertical Curves. Transportation Research Record, no. 2270.
- MILJØDIREKTORATET. 2015. *Klimagassutslipp for vegtrafikk* [Online]. Available: <http://www.miljostatus.no/Tema/Klima/Klimanorge/Kilder-til-utslipp-av-klimagasser/Transport/Veitrafikk/> [Accessed 24.05.2015].
- NORSK ELBILFORENING. 2015. *50.000 elbiler på norske veier* [Online]. Available: <http://www.elbil.no/nyheter/elbilpolitikk/3519-50-000-elbiler-pa-norske-veier> [Accessed 31.05.2015].
- OPPLAND FYLKESKOMMUNE. 2008. *SEFRAK* [Online]. Available: <http://www.oppland.no/Fag-og-tjenester/Kulturarv/Kulturminneregistre/SEFRAK/> [Accessed 18.05.2015].
- RAMBERG, B. 2015. Ansvarlig fornminner Stavanger: Statens vegvesen.
- RIKSANTIKVAREN. 2015. *SEFRAK* [Online]. Available: <http://www.riksantikvaren.no/Veiledning/SEFRAK> [Accessed 30.04.2015].

- STATENS VEGVESEN. 2013. *Delrapportene om ferjefri E39 er klare* [Online]. Available: <http://www.vegvesen.no/Vegprosjekter/ferjefriE39/Nyhetsarkiv/delrapporten-e-om-ferjefri-e39-er-klare> [Accessed 11.02.2015].
- STATENS VEGVESEN. 2014a. *Handlingsprogram 2014-2017 (2023)* [Online]. Available: <http://www.vegvesen.no/Om+Statens+vegvesen/Aktuelt/NTP/Handlingsprogram+2014-2017> [Accessed 11.02.2015].
- STATENS VEGVESEN 2014b. Håndbok N100: Veg- og gateutforming. Vegdirektoratet.
- STATENS VEGVESEN 2014c. Håndbok N500: Vegtunneler. Vegdirektoratet.
- STATENS VEGVESEN 2014d. Håndbok V120: Premisser for geometrisk utforming av veier. Vegdirektoratet.
- STATENS VEGVESEN 2014e. Håndbok V712: Konsekvensanalyser. Vegdirektoratet.
- STATENS VEGVESEN. 2014f. *Planleggingsprosessen* [Online]. Available: <http://www.vegvesen.no/Vegprosjekter/Om+vegprosjekter/Planprosess> [Accessed 24.05.2015].
- STATENS VEGVESEN. 2015a. *E39 Kyststamvegen* [Online]. Available: <http://www.vegvesen.no/Europaveg/e39rogfast/Fakta/E39+Kyststamvegen> [Accessed 11.02.2015].
- STATENS VEGVESEN. 2015b. *Ferjefri E39* [Online]. Available: <http://www.vegvesen.no/Vegprosjekter/ferjefriE39> [Accessed 11.02.2015].
- STATENS VEGVESEN 2015c. Rundskriv: Ny dimensjoneringsklasse for motorveg med fartsgrense 110 km/t. Vegdirektoratet.
- STATENS VEGVESEN. 2015d. *Vegkart* [Online]. Available: <https://http://www.vegvesen.no/vegkart> [Accessed 14.05.2015].
- STATISTISK SENTRALBYRÅ. 2015. *Utenrikshandel med varer, 2014* [Online]. Available: <http://www.ssb.no/utenriksokonomi/statistikker/muh/aar-forelopige/2015-01-15?fane=tabell&sort=nummer&tabell=214746> [Accessed 11.02.2015].
- STATOIL. 2014. *Kårstø prosessanlegg* [Online]. Available: <http://www.statoil.com/no/OurOperations/TerminalsRefining/ProcessComplexKarsto/Pages/default.aspx> [Accessed 28.04.2015].
- STRAND, A., NÆSS, P., TENNØY, A. & STEINSLAND, C. 2009. Gir bedre veier mindre klimagassutslipp? Oslo: Transportøkonomisk Institutt (TØI).
- SVENSON, G. & FJELL, D. 2014. The impact of road geometry and surface roughness on fuel consumption for Swedish logging trucks. Transport Research Arena, Paris.
- TEMAKART ROGALAND. 2015. *Temakart* [Online]. Available: <http://www.temakart-rogaland.no/default.aspx?gui=1&lang=3> [Accessed 30.04.2015].
- TYSVÆR KOMMUNE. 2015. *Kommuneplan for Tysvær 2015-2027* [Online]. Available: http://www.tysver.kommune.no/index.php?option=com_content&view=article&id=2448&Itemid=1841 [Accessed 30.01.2015].
- VIANOVA SYSTEMS. 2015. *NovapointDCM* [Online]. Available: <http://www.vianovasystems.no/Produkter/Novapoint-.VWM4XFm8PGd> [Accessed 17.02.2015].

Vedlegg

Vedlegg A: Oppgavetekst

Vedlegg B: Plankart 1, kommuneplan Tysvær kommune (hentet 23.02.15)

Vedlegg C: Plankart 2, kommuneplan Tysvær kommune (hentet 23.02.15)

Vedlegg D: Plankart 3, kommuneplan Tysvær kommune (hentet 23.02.15)

Vedlegg E: H9 – Nasjonale hovedveger og øvrige hovedveger
(Håndbok N100)

Vedlegg F: Skissetegning av tolv alternativer fra skissefasen

Vedlegg G: Masseberegninger for alternativ 1, 2 og 3

Vedlegg H: Eksempel på siktanalyse i Novapoint

Vedlegg I: Kart landskapsbilde (hentet fra Temakart Rogaland 03.05.15)

Vedlegg J: Kart friluftsområder (hentet fra Temakart Rogaland 03.05.15)

Vedlegg K: Kart naturmangfold (hentet fra Temakart Rogaland 27.01.15)

Vedlegg L: Kart kulturminner (hentet fra Temakart Rogaland 03.05.15)

Vedlegg M: Kart naturressurser (hentet fra Temakart Rogaland 03.05.15)

Vedlegg N: Tegningshefte: levert separat

MASTEROPPGAVE

(TBA4940 Veg, masteroppgave)

VÅREN 2015

for

Linn Baade-Mathiesen

Valg av ny vegtrasé fra Kårstø til Våg, E39

BAKGRUNN

Sommeren 2010 opprettet Statens vegvesen et prosjekt for å finne konsekvensene av og muligheten for bygging av en ferjefri europaveg fra Kristiansand til Trondheim. I dette prosjektet, "Ferjefri E39", skal nye veger, bruer og tunneler bygges. Det er fokusert på å ha en generell god standard på vegene, i tillegg til å gjøre vegen ferjefri. Fire delprosjekter ble i mai 2011 opprettet som følge av målet om en Ferjefri E39. Disse rapportene fokuserte på hvordan nedkortet reisetid vil påvirke regionene, hvilke tekniske løsninger for bru eller tunnel som på best mulig måte kan erstatte dagens ferjer, hvordan fornybar energi kan bli tatt hensyn til i prosjektet og hvilke gjennomføringsstrategier og kontraktsformer som er best egnet.

En eksisterende vegstrekning, fra Kårstø til Våg, som ligger i Tysvær kommune i nærheten av Haugesund, er en delstrekning i prosjektet. På bakgrunn av oppgraderingen av E39 skal denne delstrekningen bygges ny. Planleggingen skal utføres på kommunedelplannivå, men har ikke startet enda. Det ble laget to forslag til vegtraséer i september 2014. Dette er vegtraséer som viser to av mange mulige alternativer, og de har derfor ikke blitt brukt som grunnlag for oppgaven. En stor del av oppgaven vil være å komme med egne alternative forslag til en ny vegtrasé.

OPPGAVE

Beskrivelse av oppgaven

Oppgaven skal finne 2-3 alternative vegtraséer til dagens vegstrekning fra Kårstø til Våg, og deretter vurdere disse alternativene i en konsekvensanalyse. For å finne alternativene til konsekvensanalysen skal prosjektområdet studeres nærmere, og alternativene velges ut i forhold til faktorer som veggeometri, miljødata og kommuneplanen for Tysvær kommune. Konstruksjonsverktøyet Novapoint brukes til å tegne opp alternativene. Det beste alternativet skal velges gjennom en tilpasset konsekvensanalyse ut fra håndbok V712. Det skal gjøres et litteraturstudium for drivstofforbruk og klimagassutslipp, og alternativene blir også vurdert i forhold til dette. Stegene nevnt ovenfor skal gjøre det mulig å finne det beste alternativet til en ny vegtrasé fra Kårstø til Våg.

Målsetting og hensikt

Oppgaven går ut på å studere et område der det er planlagt å bygge en ny veg. Målet med oppgaven er å gjøre seg mer kjent med dette området og deretter komme med forslag til hvor den nye vegtraséen burde gå. 2-3 alternativer velges ut og vurderes opp mot hverandre i en konsekvensanalyse. Konsekvensanalysen er utført med utgangspunkt i håndbok V712 og vurderer prissatte og ikke-prissatte konsekvenser for de ulike alternativene. Når konsekvensanalysen er utført skal det beste alternativet finnes ved å rangere alternativene opp mot hverandre.

Deloppgaver

- Skissere egne alternativer for hånd og deretter velge ut hvilke alternativer som skal tegnes med Novapoint.
- Finne de viktigste kravene til bygging av en veg, både linjeføringskrav og krav til dimensjonering av en veg.
- Bruke Novapoint, kommuneplanen for Tysvær kommune og et kart over miljødata til å finne 2-3 alternativer som skal vurderes mer grundig.
- Utføre et litteraturstudium der utslippsberegninger blir sett nærmere på. Hvilken informasjon finnes om drivstofforbruk og klimagassutslipp for kjøretøy?
- Finne de viktigste prissatte og ikke-prissatte konsekvensene som bør være med i konsekvensanalysen.
- Velge metode for en konsekvensanalyse som skal brukes til å velge det beste alternativet.
- Velge det beste alternativet og diskutere med bakgrunn i konsekvensanalysen hvorfor dette ble valgt.
- Gi en presentasjon av nødvendig videre arbeid. På grunn av avgrensning av hvor langt det er mulig å gå i masteroppgaven, er det viktig å gi en status på hva som kan arbeides med videre.

GENERELT

Oppgaveteksten 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 bearbeidningen og selvstendigheten 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>)
- sammendrag på norsk og engelsk (studenter som skriver sin masteroppgave på et ikke-skandinaviske språk og som ikke behersker et skandinaviske språk, trenger ikke å skrive sammendrag av masteroppgaven på norsk)
- hovedteksten
- oppgaveteksten (denne teksten signert av faglærer) legges ved som Vedlegg 1.

Besvarelsen kan evt. utformes som en vitenskapelig artikkel for internasjonal publisering. Besvarelsen inneholder da de samme punktene som beskrevet over, men der hovedteksten omfatter en vitenskapelig artikkel og en prosessrapport.

Instituttets råd og retningslinjer for rapportskrivning ved prosjektarbeid og masteroppgave befinner seg på <http://www.ntnu.no/bat/studier/oppgaver>.

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, befaring, feltkurs eller ekskursionsjoner, 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/>. Alle studenter som skal gjennomføre laboratoriearbeid i forbindelse med prosjekt- og masteroppgave skal gjennomføre et web-basert TRAINOR HMS-kurs. Påmelding på kurset skjer til sonja.hammer@ntnu.no

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.

Oppstart og innleveringsfrist:

Oppstart og innleveringsfrist er i henhold til informasjon i DAIM.

Faglærer ved instituttet: Kelly Pitera

Veileder(eller kontaktperson) hos ekstern samarbeidspartner: Bjørn Alsaker, Statens vegvesen

Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU

Dato: 21.01.2015, (revidert: 01.06.2015)

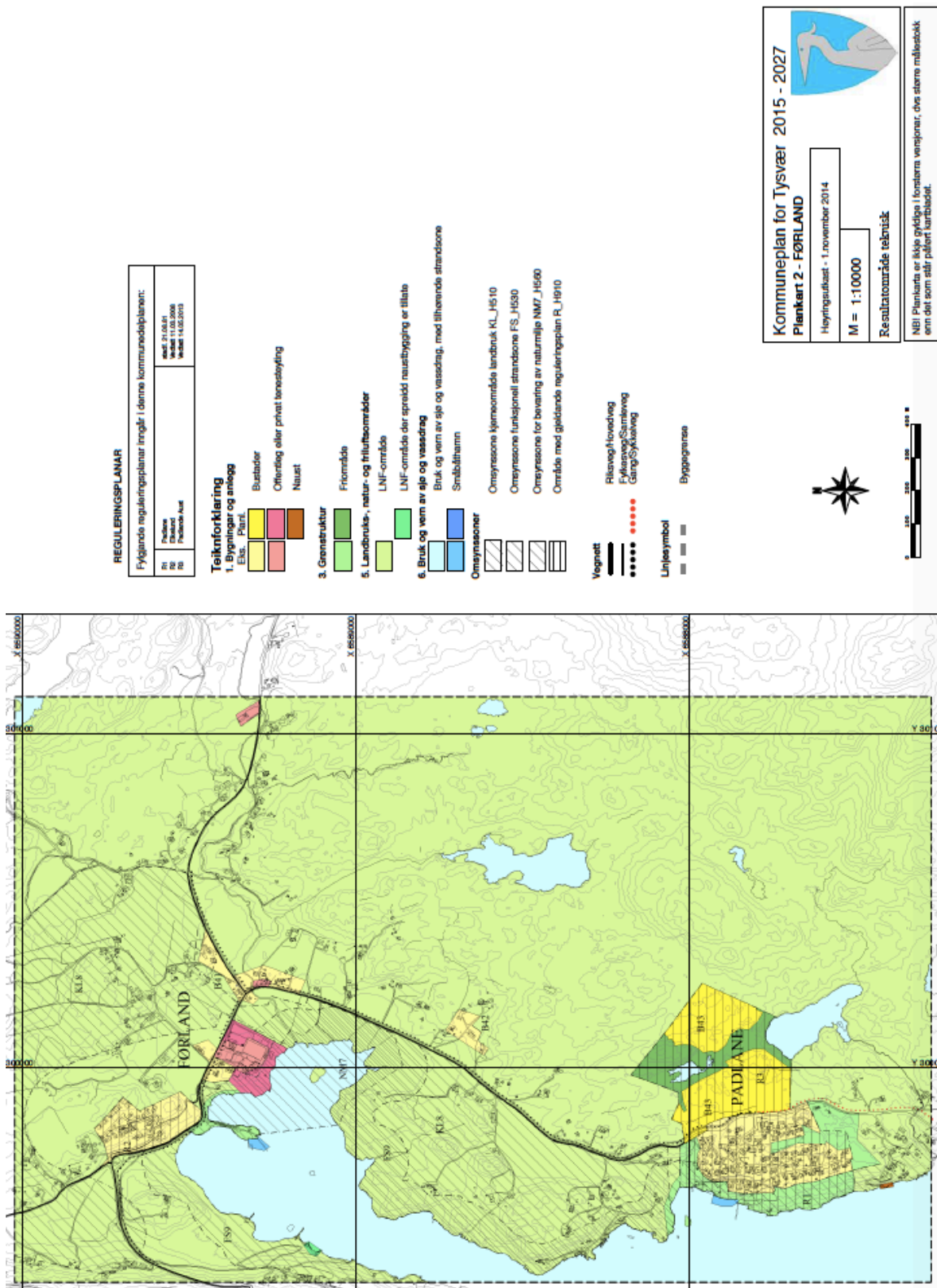
Underskrift



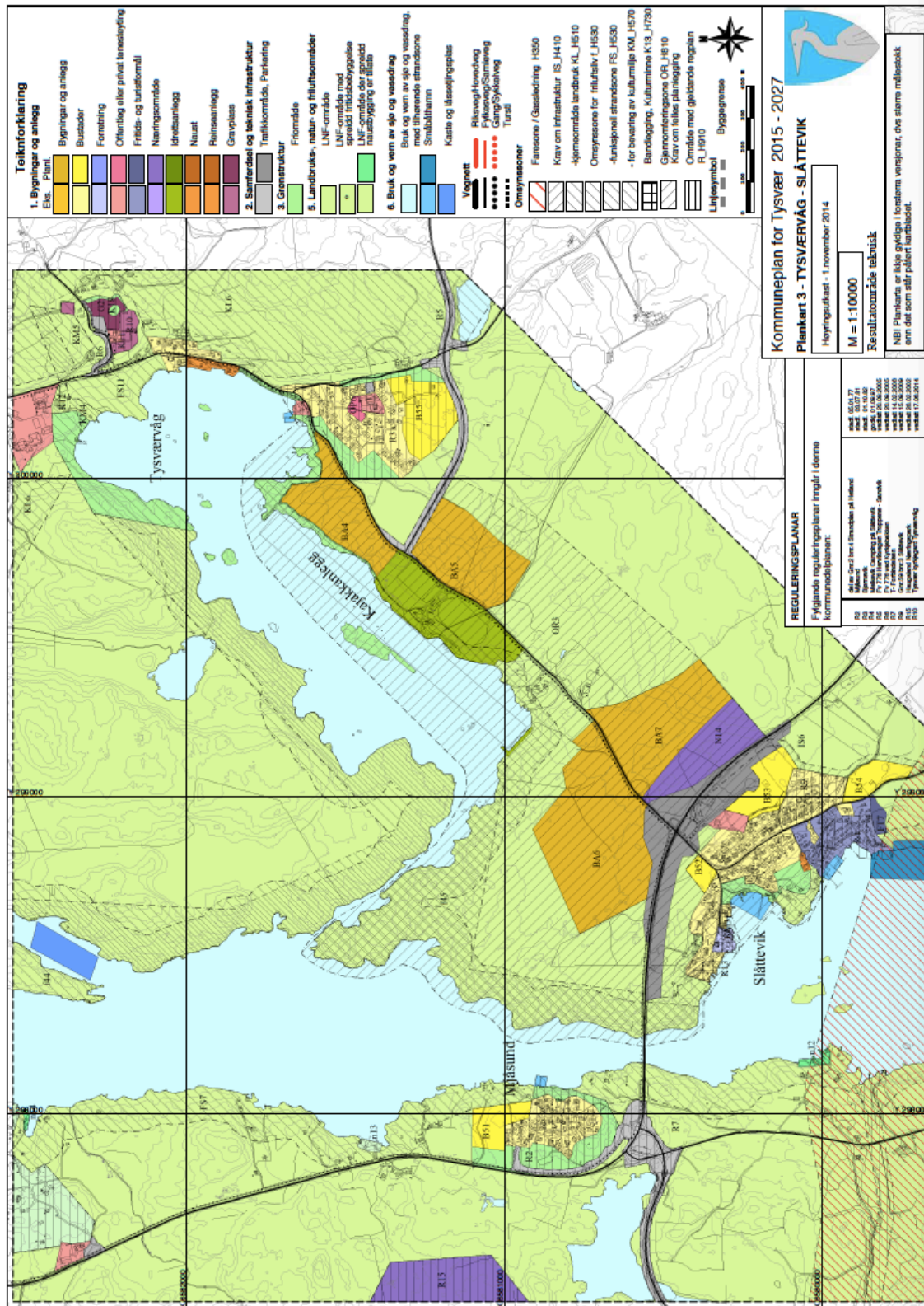
Faglærer

Vedlegg C: Plankart 2 – Førland og Padlane

(se nettsidene til Tysvær kommune for kart med bedre oppløsning)



Vedlegg D: Plankart 3 – Slåttevik, Tysværåvåg og Mjåsund
 (se nettsidene til Tysvær kommune for kart med bedre oppløsning)



Vedlegg E: H9 – Nasjonale hovedveger og øvrige hovedveger

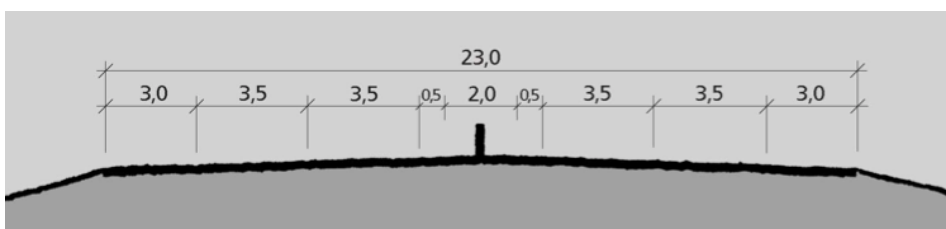
VEGER :: VEG- OG GATEUTFORMING

H9 Nasjonale hovedveger og øvrige hovedveger, ÅDT > 20 000 og fartsgrense 100 km/t

Vegen har standard som motorveg.

Tverrprofil

Vegen skal bygges som 4-feltsveg med 3,5 m brede kjørefelt og 3 m brede ytre skuldre, se figur C.11. Dersom det ut fra kapasitetsvurderinger viser seg å være behov for flere enn 4 felt, skal også de øvrige feltene ha bredde på 3,5 m.



Figur C.11: Tverrprofil H9, 23 m vegbredde (mål i m)

Vegen skal ha midtdeler med midtrekkverk. Minste avstand fra rekkverk til indre kjørebane kant skal være 0,75 m, se håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområde.

Krav til bredde på åpning i rekkverk (for utrykningskjøretøy, drift og omregulering av trafikk) og avstand mellom disse er gitt i håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområde.

Utvidelse av midtdeleren skal fraviksbhandles i Vegdirektoratet for riksveger. Grunner til å utvide midtdeleren kan være anleggelse av voll, adskilt traséring, behov for midtplassert belysning, behov for brusøyler og større stolper.

Horizontal- og vertikalkurvatur

Vegen skal utformes etter krav gitt i tabell C.11.

Tabell C.11: Prosjekteringstabell for H9

R_h^1	Horisontalkurvaturparametre						Vertikalkurvaturparametre					
	Nabokurve		Klotoide	Sikt lengde 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
700	700		245	255	-30	44	13600	3400	8,0	5,0	9,5	2
800	700		255	260	-31	44	14100	3500	7,5	5,0	9,5	2
900	700		260	265	-31	45	14600	3500	7,0	5,0	9,5	2
1000	700		265	265	-31	45	14600	3600	6,5	5,0	9,5	2
1200	700		270	270	-32	46	15200	3600	5,6	5,0	9,5	2
1400	700		270	275	-33	47	15800	3700	4,7	5,0	9,5	2
1600	700		270	275	-33	47	15800	3700	3,7	5,0	9,5	2
≥ 1750	700		270	275	-33	47	15800	3700	3,0	5,0	9,5	2

¹ Ved $R_h < 4\ 000$ bør ensidig fall benyttes

² $\Delta st1$: Reduksjon i krav til stoppsikt (m) ved maksimal stigning. $\Delta st2$: Økning i krav til stoppsikt (m) ved maksimalt fall

³ Ordinært midtrekkverk (ca 0,75 m høyt) i venstre kurve anses som ikke sikthindrende. For brekkverk (vanligvis 1,2 m høyt) skal stoppsikt kravet tilfredsstilles

Kryssløsninger

Kryss skal bygges som planskilte kryss og utformes i samsvar med kapittel E.1.3.

Minste avstand mellom kryss bør være 3 km.

Avkjørsler

Vegen skal være avkjørselsfri.

Løsninger for gående og syklende

Det skal ikke være gang- og sykkeltrafikk langs vegen. Gående og syklende skal ha et tilbud. Dette løses via lokalt vegnett. Helhetlig/sammenhengende tilbud til gående og syklende skal framgå av overordnet plan.

Kollektivanlegg

Holdeplasser skal ikke plasseres langs hovedvegen, men kanaliseres til ramper. Holdeplasser bør utformes som busslomme uten refuge. Rampen bør ikke ha større stigning enn 4 % ved holdeplassen.

Holdeplasser utformes i samsvar med kapittel E.3.

Belysning

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

Sideanlegg

Eventuelle sideanlegg utformes i samsvar med kapittel E.7.

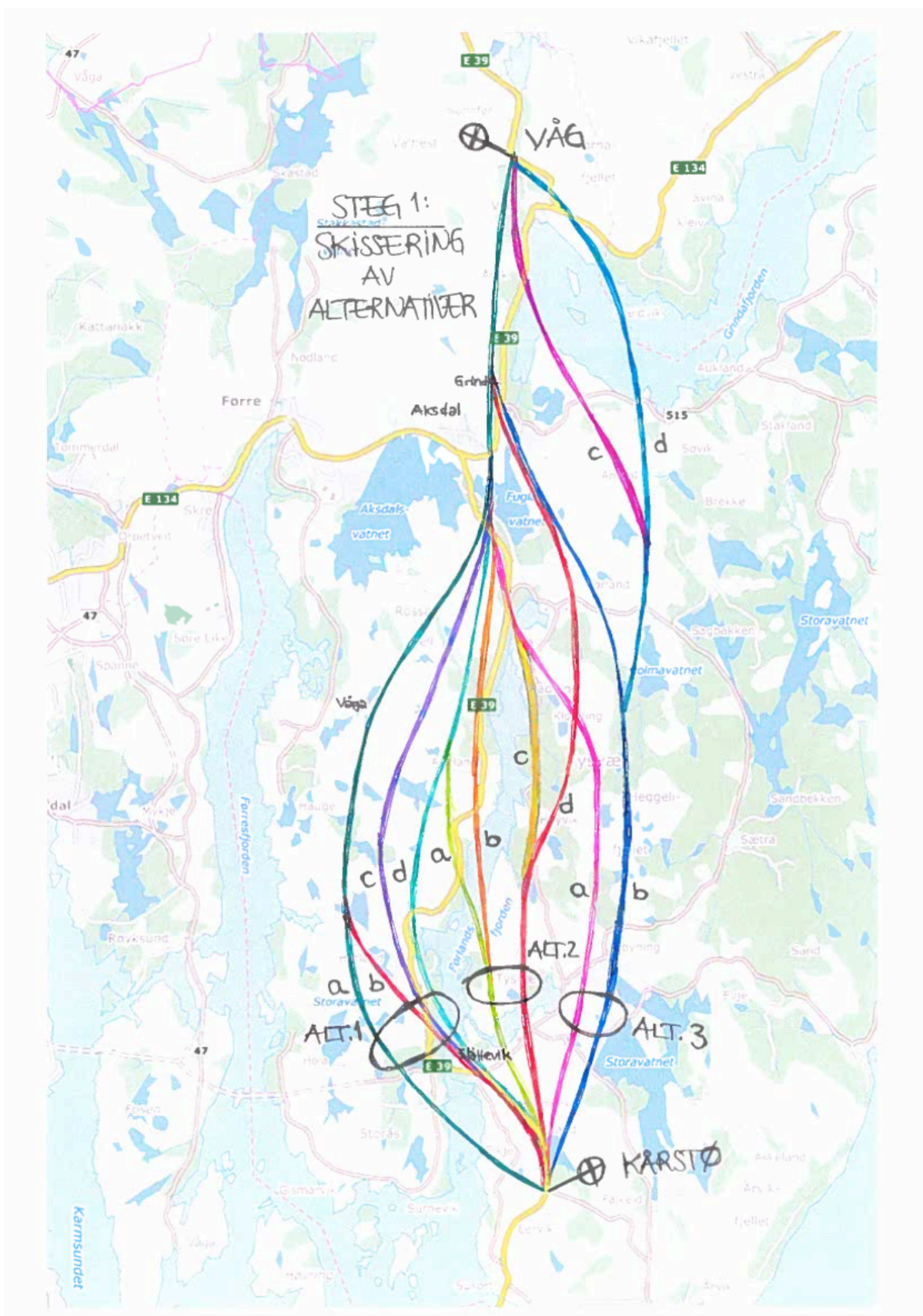
Dimensjonerende kjøretøy og kjøremåte

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.

Vedlegg F: Skissetegning av tolv alternativer fra skissefasen



Vedlegg G: Masseberegning alt. 1, alt. 2 og alt.3

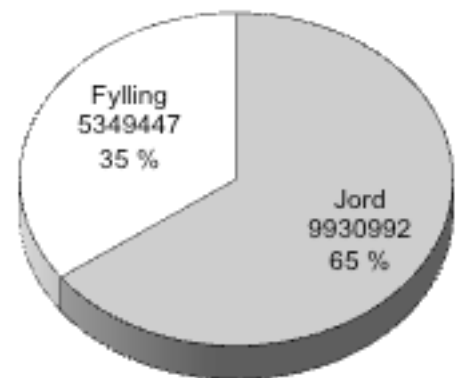
Alternativ 1

Novapoint

Mengder sammensatt
 Sammendrag
 Modell: Veg 1

Start profil: 0,00
 Slutt profil: 21400,00
 Dato sist endret: 20.05.2015

Mengde	Prosjekterte masser	Masseomregningsfaktorer	Utførte anbrakte masser	Areal og lengde
Planering	m3		m3	
Jord	9930992	1,00	9930992	
Fjell	0	-	0	
Dyppsprenging	0	-	0	
Fylling	4863133	1,10	5349447	



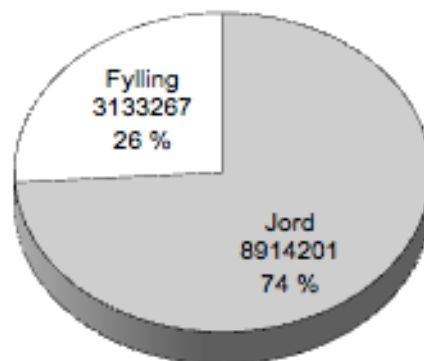
Alternativ 2

Novapoint

Mengder sammensatt
Sammendrag
Modell: Veg 2

Start profil: 0,00
Slutt profil: 20400,00
Dato sist endret: 27.05.2015

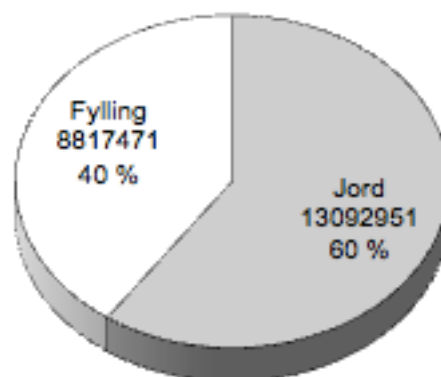
Mengde	Prosjekterte masser	Masseomregningsfaktorer	Utførte anbrakte masser	Areal og lengde
Planering	m3		m3	
Jord	8914201	1,00	8914201	
Fjell	0	-	0	
Dyppsprenging	0	-	0	
Fylling	2848424	1,10	3133267	



Alternativ 3

Novapoint		
Mengder sammensatt		
Sammendrag		
Modell:	Veg 3	
Start profil:		0,00
Slutt profil:		21350,00
Dato sist endret:		27.05.2015

Mengde	Prosjekterte masser	Masseomregningsfaktorer	Utførte anbrakte masser	Areal og lengde
Planering				
Jord	13092951	1,00	13092951	m3
Fjell	0	-	0	
Dybsprenging	0	-	0	
Fylling	8015882	1,10	8817471	



Vedlegg H: Eksempel på siktanalyse i Novapoint

STOPPSIKT ANALYSE

INNGANGSDATA:

Vegmodell: C:\Users\Administrator\Documents\Modeller\Kårstø-Våg\{58c4ae56-04b5-4df0-af85-479992829c4d}\Veg 1
 Fra profil: 0.000
 Til profil: 21400.000

Beregningsdato: Tuesday, June 02, 2015 18:11:00

Minimum siktkrav:
 Siktkravet er beregnet med:
 Dimensjonerende hastighet: 110 km/t
 og reaksjonstid: 2.0 sek

Høyde over bakken for øyepunkt: 1.10
 Høyde over bakken for siktepunkt: 0.25
 Maks. beregningslengde: 300.00

Plassering: Midt flate som referanse
 Retning framover - benyttet flateplassering: 1.1
 Retning bakover - benyttet flateplassering: -1.1
 Sideavstand: 0.00

Flate påbygning:
 Ikke benyttet

BEREGNINGRESULTAT:

Øyepunkt Pr.nr.	Ønsket siktkrav [m]	Siktkrav OK/IKKE OK	Utregnet maks. Siktavstand [m]	<-----Resulterende analyse-----> Pr.nr. Avstand fra CL [m] Type sikthindring
RETNING = FRAMOVER				
0.00	166.00	OK	> 300.00	Ingen
100.00	166.00	OK	> 300.00	Ingen
200.00	166.00	OK	> 300.00	Ingen
300.00	166.00	OK	> 300.00	Ingen
400.00	166.00	OK	> 300.00	Ingen
500.00	166.00	OK	> 300.00	Ingen
600.00	166.00	OK	> 300.00	Ingen
700.00	166.00	OK	> 300.00	Ingen
800.00	166.00	OK	> 300.00	Ingen
900.00	166.00	OK	> 300.00	Ingen
1000.00	166.00	OK	> 300.00	Ingen

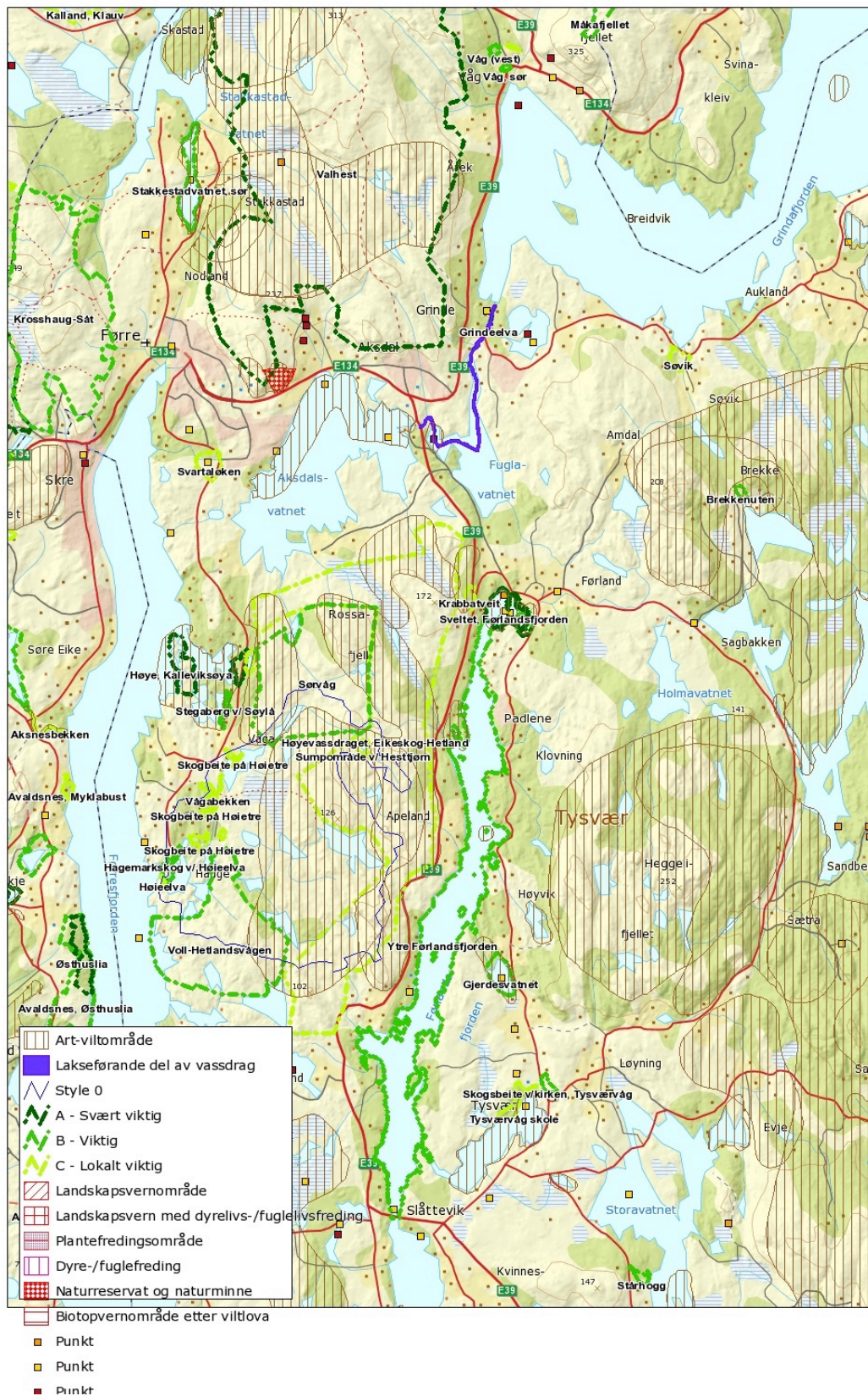
Vedlegg I: Kart landskapsbilde



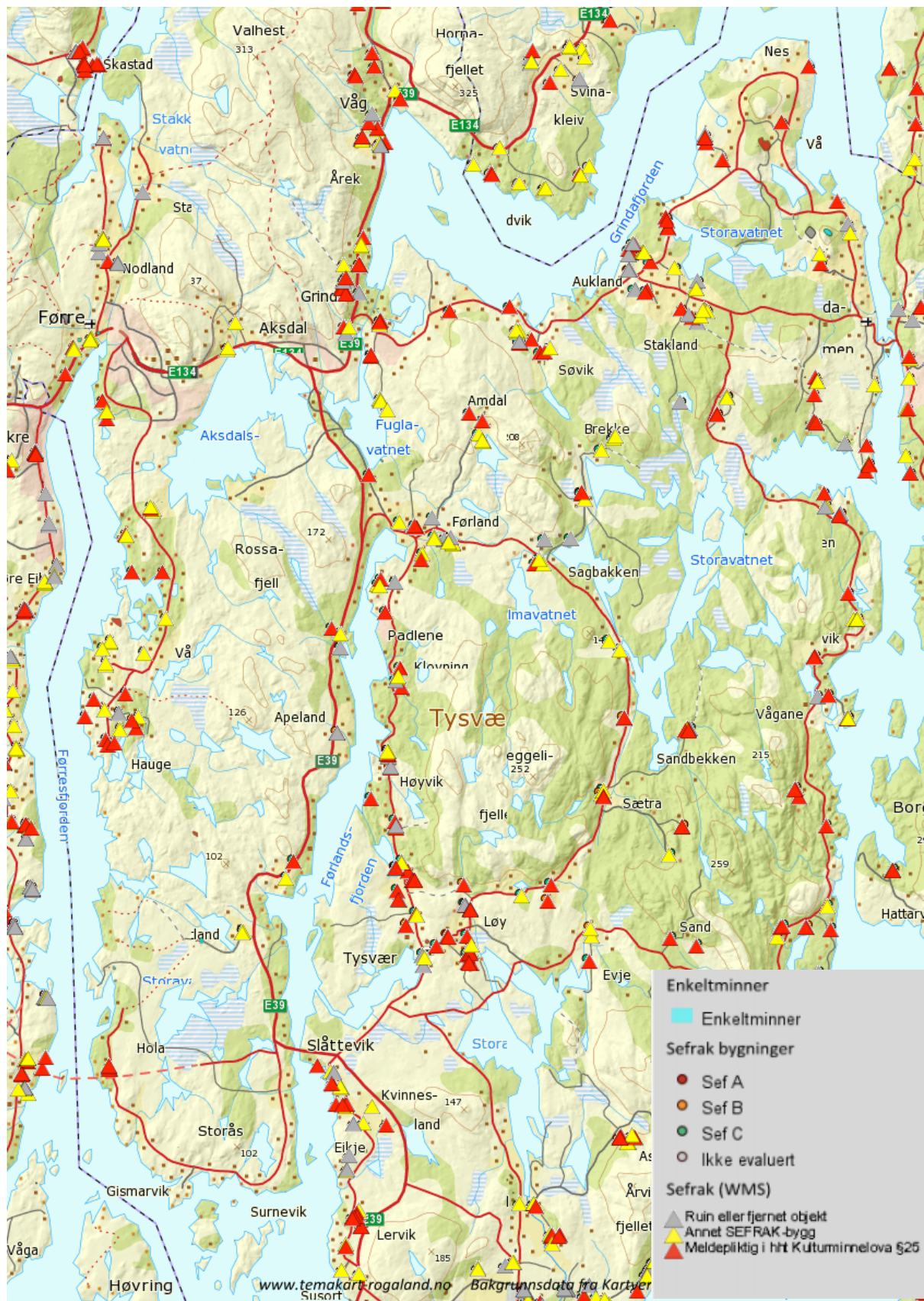
Vedlegg J: Kart friluftsområder



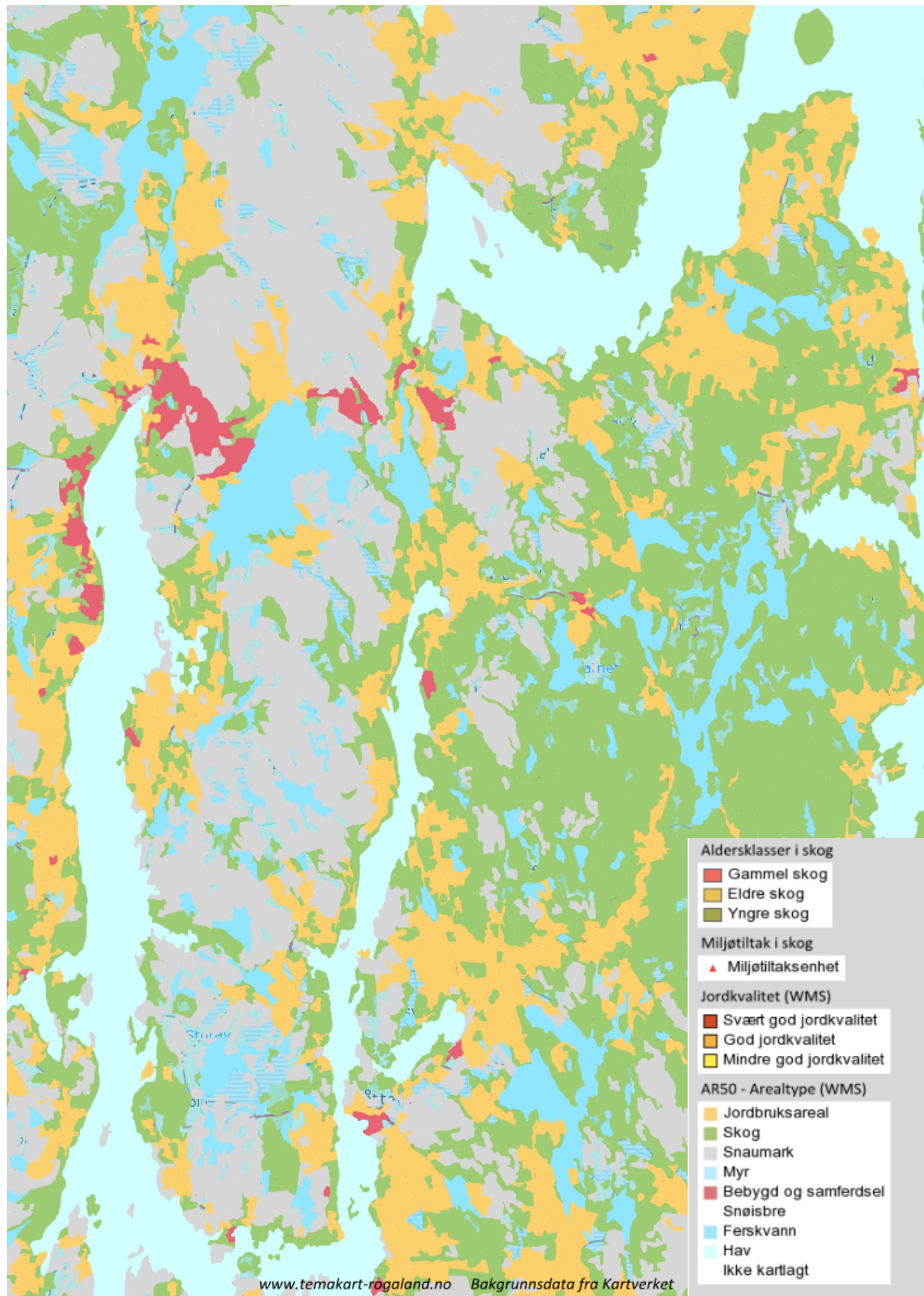
Vedlegg K: Kart naturmangfold



Vedlegg L: Kart kulturminner



Vedlegg M: Kart naturressurser



Vedlegg N: Tegningshefte

Tegningsheftet er levert separat. Nedenfor vises en oversikt over tegningslisten tilsvarende den som er i tegningsheftet.

Tegningsliste: Valg av vegtrasé fra Kårstø til Våg, E39 **Dato:** 08.06.2015

NUMMER	TYPE TEGNING	MÅLESTOKK (A1)	BESKRIVELSE
-	Oversiktskart	1:25000	Oversiktskart, 8 alternativer (lik som figur 29)
-	Oversiktskart	1:25000	Oversiktskart, 3 alternativer (lik som figur 30)
-	Oversiktskart	1:5000	Oversiktskart, Aksdal sentrum, alt. 1, 2 og 3 (lik som figur 47)
C1-01	Plan- og profilttegning	1:4000/1:800	Alternativ 1: Profilnummer 0-3000
C1-02	Plan- og profilttegning	1:4000/1:800	Alternativ 1: Profilnummer 3000-6000
C1-03	Plan- og profilttegning	1:4000/1:800	Alternativ 1: Profilnummer 6000-9000
C1-04	Plan- og profilttegning	1:4000/1:800	Alternativ 1: Profilnummer 9000-12000
C1-05	Plan- og profilttegning	1:4000/1:800	Alternativ 1: Profilnummer 12000-15000
C1-06	Plan- og profilttegning	1:4000/1:800	Alternativ 1: Profilnummer 15000-18000
C1-07	Plan- og profilttegning	1:4000/1:800	Alternativ 2: Profilnummer 18000-21000
C2-01	Plan- og profilttegning	1:4000/1:800	Alternativ 2: Profilnummer 0-3000
C2-02	Plan- og profilttegning	1:4000/1:800	Alternativ 2: Profilnummer 3000-6000
C2-03	Plan- og profilttegning	1:4000/1:800	Alternativ 2: Profilnummer 6000-9000
C2-04	Plan- og profilttegning	1:4000/1:800	Alternativ 2: Profilnummer 9000-12000
C2-05	Plan- og profilttegning	1:4000/1:800	Alternativ 2: Profilnummer 12000-15000
C2-06	Plan- og profilttegning	1:4000/1:800	Alternativ 2: Profilnummer 15000-18000
C2-07	Plan- og profilttegning	1:4000/1:800	Alternativ 2: Profilnummer 18000-21000
C3-01	Plan- og profilttegning	1:4000/1:800	Alternativ 3: Profilnummer 0-3000
C3-02	Plan- og profilttegning	1:4000/1:800	Alternativ 3: Profilnummer 3000-6000
C3-03	Plan- og profilttegning	1:4000/1:800	Alternativ 3: Profilnummer 6000-9000
C3-04	Plan- og profilttegning	1:4000/1:800	Alternativ 3: Profilnummer 9000-12000
C3-05	Plan- og profilttegning	1:4000/1:800	Alternativ 3: Profilnummer 12000-15000
C3-06	Plan- og profilttegning	1:4000/1:800	Alternativ 3: Profilnummer 15000-18000
C3-07	Plan- og profilttegning	1:4000/1:800	Alternativ 3: Profilnummer 18000-21000