

# Utvikling av veglenken E14 Stjørdal - Hegra.

Forenklet detaljplan.

**Roger Grindstuen**

Master i veg og jernbane

Innlevert: april 2016

Hovedveileder: Asbjørn Hovd, BAT

Medveileder: Joar Northug, Statens vegvesen

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





Oppgavens tittel: Utvikling av strekningen E14 Stjørdal – Hegra.	Dato: 2016-05-15		
	Antall sider (inkl. bilag): 106		
	Masteroppgave	X	Prosjektoppgave
Navn: Stud.techn Roger Grindstuen			
Faglærer/veileder: Asbjørn Hovd			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Joar Northug, Statens vegvesen region midt			

<p>Ekstrakt:</p> <p>Denne rapporten er skrevet som en del av masteroppgaven i det erfaringsbaserte masterstudiet i veg BA6904 ved NTNU.</p> <p>Rapporten tar innledningsvis for seg en del bakgrunnsstoff for strekningen og oppsummerer utredningen som er utført tidligere, sammen med noe nytt stoff.</p> <p>I kapittel 3 redegjøres det for hva som ligger til grunn av løsninger og valg for den forenklete detaljplanen som er utført som en del av oppgaven. Veglenken mellom Liggardsrunkjøringen (Stjørdal) og Hegra er utviklet som en H5 veg, med sekundærvegnett/g/s-veg kontinuerlig på nordsiden av strekningen og en lengre strekning på sørsiden av vegen. Det utpeker seg ikke så mange andre muligheter da det langs strekningen er mange avkjørsler og fylkesveger som avskjæres og må tilkobles enten E14 eller et lokalvegnett.</p> <p>Kapittel 4 tar for seg selve prosjekteringen på detaljplannivå og drøfter og påpeker en del av de utfordringene som kan oppstå og som må håndteres. Kapittelet drøfter ulike kryssløsninger for sammenkobling av Fv29 og E14, samt nytt toplanskryss vest for tettstedet Hegra.</p> <p>I siste del av oppgaven er det kort drøftet hvilke fordeler/ulempes bruk av 3D-modeller kan ha på ulike plannivå.</p>
--

Som en del av oppgaven er det også utarbeidet en forenklet detaljplan. Denne er kun ment å vise hva slags areal en framtidig vei basert på de forutsetninger som er drøftet i rapporten vil beslaglegge. Det er utarbeidet enkle B-, C-, D-, E- og F-tegninger etter Statens vegvesen håndbok R700.

Stikkord:

1. Detaljplan
2. Vegutvikling
3. H5 - standard
4. 3D-modeller

Roger Gindstuen

---

(sign.)







## Forord

Denne masteroppgaven (BA6904) er skrevet som en del av det erfaringsbaserte masterprogrammet i veg ved NTNU. Masteroppgaven har tatt for seg utvikling av veglenken E14 fra Stjørdal (Ligaardsrundkjøringen) til og med tettstedet Hegra. Strekningen er ca. 9 km. Formålet med oppgaven har vært å se overordnet på løsningsvalg og gi svar på hvor mye areal den nye veien vil beslaglegge og peke på fokusområder og problemstillinger det bør jobbes videre med.

Masteroppgaven er siste del av dette studieprogrammet, som har bestått av 8 enkeltfag i tillegg til masteroppgaven. Studieprogrammet er utført på deltid ved siden av full jobb.

Oppgaven er utført i samarbeid med Statens vegvesen region midt. Veiledere for oppgaven har vært Joar Northug i Statens vegvesen region midt og hovedveileder fra NTNU Asbjørn Hovd. Jeg ønsker å takke begge for konstruktive innspill og hjelp med oppgaven underveis.

Til slutt en stor takk til min familie som har stilt opp slik at det har vært mulig å gjennomføre masterprogrammet.

Otta, april 2016.

A handwritten signature in blue ink that reads "Roger Grindstuen". The signature is written in a cursive, flowing style.

Roger Grindstuen.



## Sammendrag

Denne rapporten er skrevet som en del av masteroppgaven i den erfaringsbaserte masterstudiet i veg BA6904 ved NTNU.

Rapporten tar innledningsvis for seg en del bakgrunnsstoff for strekningen og oppsummerer utredningen som er utført tidligere, sammen med noe nytt stoff.

I kapittel 3 redegjøres det for hva som ligger til grunn av løsninger og valg for den forenklete detaljplanen som er utført som en del av oppgaven. Veglenken mellom Liggardsrunkjøringen (Stjørdal) og Hegra er utviklet som en H5 veg, med sekundærvegnett/g/s-veg kontinuerlig på nordsiden av strekningen og en lengre strekning på sørsiden av vegen. Det utpeker seg ikke så mange andre muligheter da det langs strekningen er mange avkjørsler og fylkesveger som avskjæres og må tilkobles enten E14 eller et lokalvegnett.

Kapittel 4 tar for seg selve prosjekteringen på detaljplannivå og drøfter og påpeker en del av de utfordringene som kan oppstå og som må håndteres. Kapitlet drøfter ulike kryssløsninger for sammenkobling av Fv29 og E14, samt nytt toplanskryss vest for tettstedet Hegra.

I siste del av oppgaven er det kort drøftet hvilke fordeler/ulemper bruk av 3D-modeller kan ha på ulike plannivå.

Som en del av oppgaven er det også utarbeidet en forenklet detaljplan. Denne er kun ment å vise hva slags areal en framtidig vei basert på de forutsetninger som er drøftet i rapporten vil beslaglegge. Det er utarbeidet enkle B-, C-, D-, E- og F-tegninger etter Statens vegvesen håndbok R700.





## Summary

This report is written as a part of the master's thesis for the experience based study in roads BA6904 at the Norwegian University of Science and Technology.

In the introduction, the report includes some background material for the road section and summarises the studies previously carried out in addition to new material.

In chapter 3 the underlying solutions and choice for the simplified detail design is explained. The road link between Liggards roundabout (Stjørdal) and Hegra is developed as a class H5 road with a secondary road network plus foot/cycle paths following continuously on the north side of the section plus a longer section on the south side of the road. Not many other possibilities became obvious due to the many accesses on the long section and main roads which are cut off and much be connected either to the E14 or a local road network.

Chapter 4 deals with the actual detailed design and highlights and discusses some of the challenges which can occur and must be delt with. The chapter discusses various junction solutions for connecting the Fv29 and E14 roads also a new grade separated junction west from the built up area Hegra.

The last part of the paper briefly discusses the advantages and disadvantages of using 3D modelling at various planning levels.

As a part of the task, a simplified detail plan has also been produced. This is only meant to indicate the imprint of the area required should the discussed conditions be implemented. Plan and profile drawings and typical cross section drawings have been produced in accordance with the Norwegian Road Authority Handbook R700.



## INNHOLDSFORTEGNELSE

Tittelside.....	i
Forord.....	iii
Sammendrag.....	iv
Summary.....	v
1 INNLEDNING.....	5
1.1 Bakgrunn for oppgaven.....	5
1.2 Avgrensning av oppgaven.....	5
1.3 Oppbygging av rapporten .....	5
2 DAGENS VEG- OG TRAFIKKSITUASJON .....	7
2.1 Situasjon/planområde.....	7
2.2 Geometrisk standard .....	9
2.2.1 Vegbredder.....	9
2.2.2 Horisontalgeometri .....	9
2.2.3 Vertikalgeometri .....	11
2.2.4 Fartsgrenser.....	11
2.2.5 Kryssutforminger .....	12
2.3 Trafikkavvikling og trafiksikkerhet .....	12
2.3.1 Årsdøgntrafikk – ÅDT .....	12
2.3.2 Trafikkutvikling og dimensjonerende trafikkmengde .....	12
2.3.3 Trafikkulykker .....	13
2.3.4 Ulykkespunkt .....	14
2.4 Statens vegvesen – Status for veglenken .....	15
3 UTVIKLING AV STREKNINGEN E14 STJØRDAL - HEGRAMO.....	16
3.1 Valg av dimensjoneringsklasse.....	16
3.1.1 Hovedveg E14 Stjørdal - Hegra.....	16
3.2 Sekundærveger/g/s-veger.....	16
3.3 Dimensjoneringsparametere for dimensjoneringsklasse H5.....	17
3.3.1 Linjeføringsparametere .....	17
3.3.2 Standard tverrprofil – Standardklasse H5 .....	18
3.3.3 Rampeutforming .....	19
3.3.4 Midtrekkverk.....	20
3.3.5 Forbikjøring .....	20
3.3.6 Løsninger for gående, syklende og kollektivanlegg .....	21
3.3.7 Kryssløsninger og avkjørsler .....	22
3.3.8 Stopplommer.....	22
3.3.9 Belysning .....	23
3.3.10 Dimensjonerende kjøretøy og kjøremåte .....	23
3.4 Valg av geometriske løsninger for Stjørdal-Hegramo .....	23
3.4.1 Kombinert løsning for adkomst, gående og syklende.....	23
3.4.2 Planskilt kryss på strekningen Stjørdal-Hegramo.....	24
3.5 Utvikling av vegen i flere faser/etapper.....	25
4 PROSJEKTERING PÅ REGULERINGSPLANNIVÅ.....	26
4.1 Vegprosjektering.....	26
4.1.1 Linjeføring generelt .....	26
4.1.2 Sammenligning av linjeføringsparametere for H5 og opptredende parametere for E14 Stjørdal-Hegra.....	27

---

4.1.3	Rekkverksløsninger.....	31
4.1.4	Dimensjonering av overbygning.....	32
4.2	Forslag til kryssløsninger for E14 Stjørdal-Hegra.....	39
4.2.1	Systemvalg for sekundærvegnett og påkobling til E14.....	39
4.2.2	Vurdering av behov for planskilt kryss ved pr. ca. 1900.....	42
4.2.3	Vurderinger av alternative kryssløsninger ved pr. ca 4650 – Sammenkobling av Fv. 29.....	43
4.2.4	Vurderinger av alternativer for planskiltkryss på Hegra.....	48
4.2.5	Ruterkryss med overgangsbru over E14.....	49
4.2.6	Alternativ plassering av ruterkryss.....	53
4.3	Plassering av forbikjøringsfelt og stopplommer.....	55
4.3.1	Forbikjøringsfelt.....	55
4.3.2	Stopplommer.....	56
4.4	Faseplaner for kryssløsning Hegramo.....	57
5	DETALJPLANTEGNINGER.....	58
5.1	Tegningstyper som er utarbeidet i den forenklede detaljplanen.....	58
5.1.1	A- og B-tegninger (Forside, tegningsliste og oversiktstegning).....	58
5.1.2	C-tegninger (Geometritegninger).....	58
5.1.3	F-tegninger (Normalprofiltegninger).....	58
6	KOSTNADSBEREGNINGER.....	60
6.1	Oppbygging av kostnadsberegningene.....	60
6.2	Overbygningskostnader.....	60
6.2.1	Overbygningskostnad for strekning med ensidig sekundærveg.....	60
6.2.2	Overbygningskostnad for strekning med tosidig sekundærveg.....	61
6.3	Resultat av kostnadsberegninger.....	62
6.4	Usikkerhet i kostnadsberegningene.....	63
7	BRUK AV 3D MODELL I PLANSAMMENHENG. FRA REGULERINGSPLAN TIL BYGGEPLAN.....	64
7.1	Bruk av 3D-modell i plansammenheng.....	64
7.2	Oppbygging av modeller.....	65
7.3	Hvilke fordeler og eventuelt ulemper har bruk av 3D-modell.....	66
7.4	Bruk av 3D-modeller sammenlignet med bruk av plankart, foto og tradisjonelle modeller.....	69
8	VIDERE ARBEID.....	70
8.1	Videre arbeidsområder for veglenken Stjørdal – Hegra.....	70
	Litteraturhenvisninger.....	71
	Vedlegg.....	72

## FIGURLISTE

Figur 1: Ligaardsrundkjøringen - Øst for Stjørdal sentrum [2].	7
Figur 2: Hegramo sentrum [2].	8
Figur 3: Vegbredder E14 i km fra Stjørdal [1].	9
Figur 4: Utsnitt av tegning utarbeidet av Asplan Viak [1].	10
Figur 5: Utsnitt av tegning utarbeidet av Asplan Viak [1].	11
Figur 6: Fartsgrenser E14 i km fra Stjørdal [1].	11
Figur 7: Framtidige predikerte trafikkmengder og standardklasser [1].	12
Figur 8: Trafikktall fra prosjektbestilling til forprosjekt for E14 [11].	12
Figur 9: Fordeling av skadegrad sammenlignet med landsgjennomsnittet [1].	13
Figur 10: Figuren viser personskader fordelt på HP1 og HP2 [1].	13
Figur 11: Forventet og registrert antall ulykker for E14 Stjørdal-Riksgrensen i perioden 2001-2010 [1].	14
Figur 12: Mulige ulykkespunkt i henhold til definisjon gitt av Statens vegvesen [1].	14
Figur 13: Prosjekteringstabell for A1 veger [3].	16
Figur 14: Prosjekteringstabell for standardklasse H5 [3].	17
Figur 15: Tverrprofil for dimensjoneringsklasse H5 [3].	18
Figur 16: Normalprofil for ramper for planskilte kryss [10].	19
Figur 17: Tverrprofil ved forbikjøringsfelt H5 [3].	20
Figur 18: Krav til forbikjøringsmuligheter for nasjonale hovedveger 80 og 90 km/t .	20
Figur 19: Geometrisk utforming av forbikjøringsfelt [3].	21
Figur 20: Busslomme uten refuge, hvor n angir hvor mange busser som forventes å stoppe samtidig [3].	22
Figur 21: Viser geometrisk utforming av stopplomme. Alle mål i m [3].	22
Figur 22: Gang- og sykkelveg kombinert med adkomst til boliger [3].	23
Figur 23: Prinsipp av ruterkryss [10].	24
Figur 24: prinsippskisse av halvt kløverbladkryss.	24
Figur 25: Oversiktsbilde T-kryss - Hegramo sentrum [4].	25
Figur 26: Den ideelle romkurve [6].	26
Figur 27: Linjeføring som bør følges [7].	27
Figur 28: Resultat fra beregning av overhøyde i Novapoint.	28
Figur 29: Siktanalyse utført i Novapoint 18.30.	28
Figur 30: To ulike høgbrekkskurver [9].	29
Figur 31: Prinsipp for en høgbrekkskurve [9].	29
Figur 32: Resultat fra siktanalyse. Høgbrekk som ikke er OK.	30
Figur 33: Inngangsverdi for ny stoppsikt lengde for høgbrekk i pr. ca 4960.	30
Figur 34: Beregning av ny høgbrekkskurve som inngangsverdi for en ny siktanalyse.	30
Figur 35: Resultat av siktanalyse etter endring av høgbrekk.	31
Figur 36: Arbeidsprosess ved dimensjonering av en vegoverbygning, vedlegg 1 N200 [5].	32
Figur 37: Dimensjonerende frostmengde og maksimum tykkelse av overbygning [5].	32
Figur 38: Formelverk for beregning av trafikklaster.	33
Figur 39: Diagram for beregning av trafikklaster [5].	33
Figur 40: Valg av dekketykkelser [5].	34

---

Figur 41: Utklipp fra regneark. Beregning av trafikkklaster og forslag til overbygning.	34
Figur 42: Normale inngangsverdier til diagram for beregning av trafikkklaster [5].	35
Figur 43: Nødvendig frostfridybde [5].	36
Figur 44: Årsmiddeltemperatur og frostmengder [5].	36
Figur 45: Korreksjonsfaktor for årsmiddeltemperatur [5].	37
Figur 46: Dimensjoneringstabell for hoved-, samle- og adkomstveger [5].	37
Figur 47: Foreslått overbygning for E14 Stjørdal - Hegra.	38
Figur 48: Viser første del av stekningen fra Ligaardsrundkjøringen til ca. pr. 5200 [4].	40
Figur 49: Viser flyfoto av del 2 av strekningen fra pr. ca 5200.	41
Figur 50: Flyfoto hentet fra maps. google for aktuelt kryssområde ved pr. 1900 med inntegnet forslag til kryssløsning.	42
Figur 51: Prinsippløsning for et ruterkryss [10].	43
Figur 52: Prinsippløsning for halvt kløverbladkryss [10].	43
Figur 53: Ruterkryss med overgangsbru over E14.	44
Figur 54: Ruterkryss med bru i linje for E14.	45
Figur 55: Halvt kløverbladkryss mellom Fv29 og E14.	46
Figur 56: Oversiktsbilde over kryssområdet.	47
Figur 57: Forslag til nytt toplanskryss på Hegra. Ruterkryss med bru i linja for E14.	48
Figur 58.: Ruterkryss på Hegra med overgangsbru over E14.	49
Figur 59. Stigningsforhold for avkjøringsrampe retning Hegra.	50
Figur 60: Stigningsforhold for påkjøringsrampe i retning Hegra.	50
Figur 61. Stigningsforhold for påkjøringsrampe retning Stjørdal.	51
Figur 62. Stigningsforhold for avkjøringsrampe retning Stjørdal.	51
Figur 63: Ruterkryss på Hegra. Utklipp fra geometrifil. (Dak-verktøy).	52
Figur 64: Alternativ plassering av ruterkryss på Hegra.	53
Figur 65: Halvt kløverbladkryss med overgangsbru over E14.	54
Figur 66: Forbikjøringsfelt. pr 2100 – 3100.	55
Figur 67: Viser stopplommer ved pr. 3200.	56
Figur 68: Oversiktsbilde kryssområde Hegra. (kilde: maps.google.no)	57
Figur 69: Normalprofil linje 10000 pr. 500	59
Figur 70: Elementkostnader for overbygning for ny veg med ensidig sekundærveg.	60
Figur 71: Elementkostnader for overbygning for ny veg med tosidig sekundærveg.	61
Figur 72: Totale estimerte kostnader for strekningen Ligaardsrundkjøringen - Hegra.	62
Figur 73: Oversiktsbilde som viser framtidens Bjørvika (Fra modell 2011) [8].	64
Figur 74: Stillbilde hentet fra en brosjyre om Novapoint Virtual Map [12].	65
Figur 75: Stillbilde fra Bjørvika, benyttet i reguleringsplanarbeidet [8].	67
Figur 76: Eksempel på sol-/skygge studier fra Bjørvika modellen [8].	67
Figur 77: Viser 3D modell av Operatunnelen i Oslo før bygging [8].	68



## 1 INNLEDNING

### 1.1 Bakgrunn for oppgaven

Oppgaven utføres i samarbeid med Statens vegvesen i region midt. Under arbeidet med utformingen av selve oppgaven er det Joar Northug og Ingvar Tøndel som har deltatt fra Statens vegvesen og veileder faglærer Asbjørn Hovd fra NTNU.

Oppgaven tar for seg E14 fra Stjørdal sentrum avgrenset av Ligaardsrundkjøringen til Hegramo sentrum.

### 1.2 Avgrensning av oppgaven

Statens vegvesen har fått laget en utredning knyttet til E14 fra Stjørdal – Storlien (Riksgrensen.) Denne har tatt for seg de utfordringene og mulighetene denne veglenken har.

Oppgaven har tatt utgangspunkt i denne utredningen og er avgrenset til den vestlige delen av denne strekningen. Strekningen starter i Ligaardsrundkjøringen Hp km 1,6 og strekker seg til og med Hp2 km 8,6 øst for tettstedet Hegramo.

Arbeidet med oppgaven skal resultere i et forslag til en forenklet teknisk detaljplan for strekningen med fokus på sammenhengende g/s-veg langs strekningen og avkjørselssansering. Det har vært et mål å få til kombinerte adkomst- og g/s-veger og redusere antall kryss evt. behov for nye kryss langs strekningen. Denne delen av oppgaven skal utgjøre ca. 90% av masteroppgaven.

I den resterende delen av masteroppgaven (10%) ses det på hvilke effekter som vil kunne oppnås ved bruk av 3D-modeller/3D-presentasjon sammenlignet med tradisjonelle presentasjonsformen på plankart, foto, modeller osv.

Oppgaven ble startet opp/utlevert 15. august 2015 og med krav om innlevering innen 15. mai 2016. Oppgaven er siste del av det erfaringsbaserte masterprogrammet i vegteknikk ved NTNU og er utført på deltid.

### 1.3 Oppbygging av rapporten

Selve rapportdelen av masteroppgaven starter med en innledning om selve oppgaven.

Videre tar den for seg nåsituasjonen for vegstrekningen hvor parametere som linjeføringsgeometri, vegbredder, ÅDT og trafikkavvikling behandles.



Statens vegvesen sitt foreløpige arbeid og intensjon om hvordan vegstrekningen skal utvikles er også kort beskrevet.

I kapittel 3 og 4 er det tatt for seg utvikling av veglenken E14 Stjørdal-Hegramo. Kapittel 3 tar konkret for seg løsninger for strekningen og hvordan vegen kan utvikles i faser og etapper.

Kapittel 4 er en oppsummering av den prosjekteringen som er foretatt i oppgaven og belyser de løsningene som er valgt og begrunnelsen for disse.

Siste del av oppgaven tar for seg fordeler og ulemper ved bruk av 3D-modeller i plansammenheng.

## 2 DAGENS VEG- OG TRAFIKKSITUASJON

### 2.1 Situasjon/planområde

Planområdet strekker seg fra Ligaardsrundkjøringen like øst for Stjørdal sentrum til tettstedet Hegramo ca. 9 km lenger øst mot riksgrensen til Sverige. Vegen er i dag en to-felts veg med varierende standard langs strekningen.



**Figur 1: Ligaardsrundkjøringen - Øst for Stjørdal sentrum [2].**

Langs vegsystemet er det mange avkjørsler fra boliger, gårdsbruk og noe mindre industri. Et framtidig veisystem mellom Ligaardsrundkjøringen og Hegra bør ha standard som H5 veg. Dette er motorvegstandard med midtrekkverk og planskilte kryss. En slik løsning vil medføre at et sekundærvegnett er nødvendig langs hele eller deler av strekningen. Samtidig er det et ønske å etablere sammenhengende g/s- veg fra Stjørdal til Hegra.





**Figur 2: Hegramo sentrum [2].**

Langs E14 på strekningen mellom Stjørdal og Hegra er det i dag produktivt jordbruksareal tett inn på vegen. En utvikling av dagens veg i samme trase vil naturlig nok beslaglegge mye jordbruksareal langs denne strekningen.

Det er også mye bebyggelse tett inn mot veien som vil bli berørt. Det må påregnes at en del hus avhengig av standard og byggemåte enten kan flyttes eller må rives og erstattes.

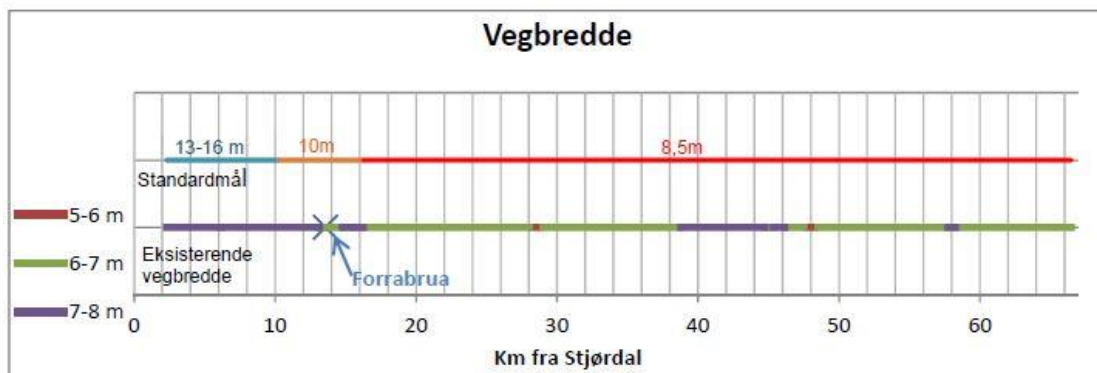
Planområdet er ellers landlig og ligger stedvis tett inn mot Stjørdalselva opp mot Hegra.

## 2.2 Geometrisk standard

### 2.2.1 Vegbredder

Figuren under er hentet fra rapporten [1] som Strategi-veg og transportavdelingen i Statens vegvesen region midt har fått utarbeidet. Den viser vegbredder for E14 i antall km fra Stjørdal sentrum. Strekningen Stjørdal-Hegramo har en varierende vegbredde som ligger i intervallet 7-8 m. Vegbredder i forhold til standardklassen for den aktuelle strekningen i km fra Stjørdal sentrum er vist som øverste linje i figuren.

Strekningen Ligaardsrundkjøringen – Hegramo vil ifølge denne figuren ha et behov for å utvide vegbredden med 8-9 m.

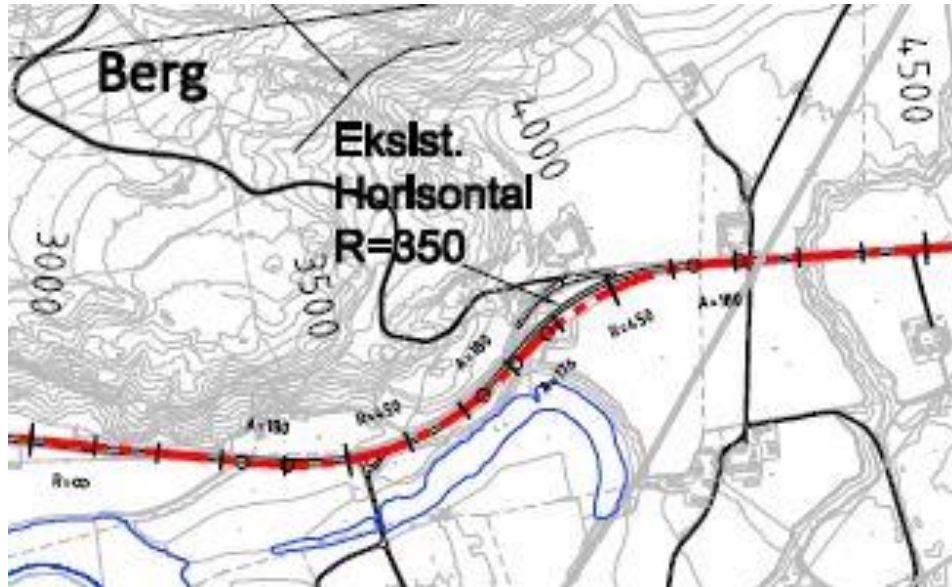


Figur 3: Vegbredder E14 i km fra Stjørdal [1].

### 2.2.2 Horisontalgeometri

E14 fra Ligaardsrundkjøringen – Hegramo er opprinnelig prosjektert etter varierende vegnormaler fra Statens vegvesen. Strekningen har en jevn god horisontalgeometri, men noen kurver bør ses nærmere på. Statens vegvesen har i sine foreløpige utredninger [1] konkludert med at strekningen må opparbeides med midtdeler. Trafikkmengden for strekningen vil da gi standardklassen H5. Denne har minimumsverdi for horisontalkurver lik 450 m.

Asplan Viak har på oppdrag for Statens vegvesen laget en overordnet studie for hele veglenken E14 fra Ligaardsrundkjøringen på Stjørdal til Riksgrensen. Profileringen for deres horisontalgeometri starter i Ligaardsrundkjøringen.

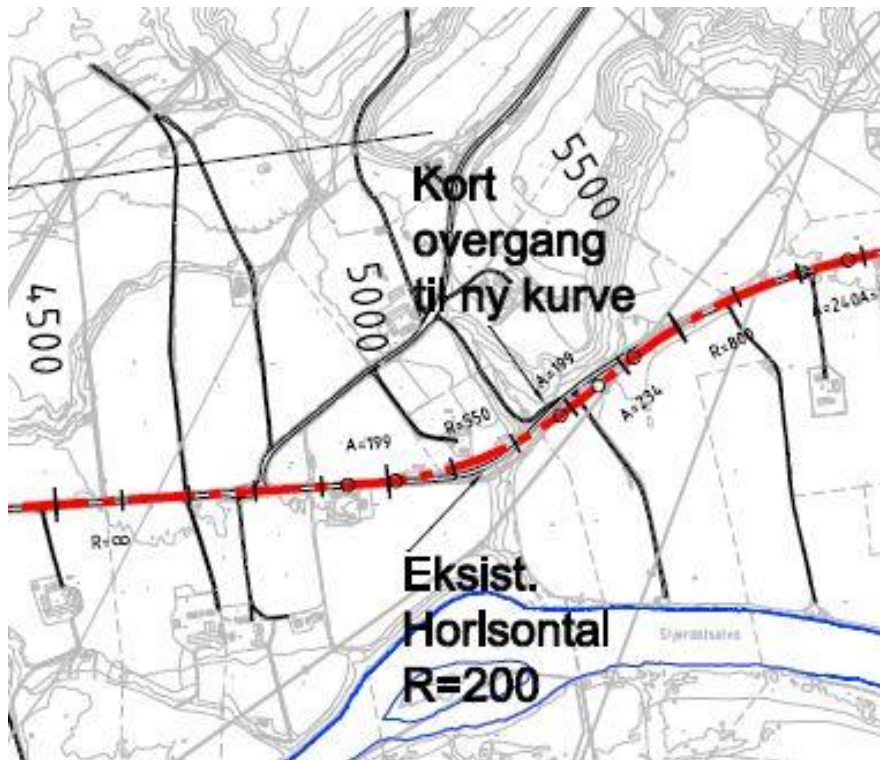


Figur 4: Utsnitt av tegning utarbeidet av Asplan Viak [1].

Etter ca. 3,5 km fra Ligaardsrundkjøringen har vi en kurve som ikke overholder kravet til horisontalgeometri i forhold til standardklassen H5. Denne kurven bør utbedres.

Etter ca. 5,5 km er det også en ny kurve som bør utbedres. Her er eksisterende horisontalgeometri  $R=200$ .

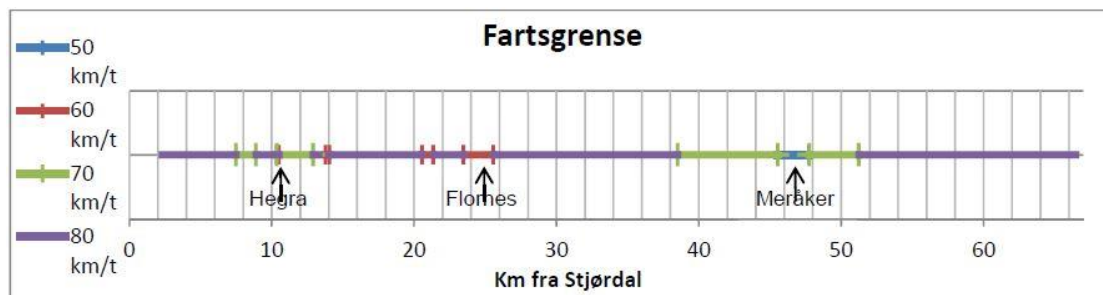
Langs resten av strekningen fram til Hegramo tilfredsstillor horisontalgeometrien kravene i standardklasse H5.



Figur 5: Utsnitt av tegning utarbeidet av Asplan Viak [1].

### 2.2.3 Vertikalgeometri

### 2.2.4 Fartsgrenser



Figur 6: Fartsgrenser E14 i km fra Stjørdal [1].

Fartsgrensen fra Ligaardsrundkjøringen og mot Hegramo er 80 km/t. På strekningen mellom Ligaardsrundkjøringen og Hegramo er det få skifter av fartsgrensen. Strekningen har stort sett 80 km/t, kun avbrutt av et kort parti med 70 km/t. Gjennom tettstedet Hegramo er fartsgrensen 60 km/t.

## 2.2.5 Kryssutforminger

Det er flere kryss langs strekningen fra Ligaardsrundkjøringen til Hegra.

Første kryss er mellom E14/Reealleen/Hognesaunvegen. Dette er ved profilnr. ca. 1900 i henhold til vedlagte C-tegninger. Neste store kryss er mellom E14 og Fv29. Dette er ved profilnr. ca. 4800.

Siste krysset hvor det kommer flere veger inn mot E14 er på Hegra. På Hegra er det i dag to eksisterende T-kryss. Det ene T-krysset kobler Fv752 sammen med E14, mens det andre T-krysset forbinder Fv26 med E14.

Det er i tillegg som tidligere nevnt, mange avkjørsler langs strekningen til enslige bolighus, gårdsbruk og noe spredt industri.

## 2.3 Trafikkavvikling og trafiksikkerhet

### 2.3.1 Årsdøgntrafikk – ÅDT

Figuren under viser framtidige predikerte trafikkmengder for E14 og tilhørende standardklasser. Strekningen Stjørdal-Hegramo vil få en beregnet ÅDT på mellom 8000-12000 i 2040 [1]. Dette utløser midtrekkverk og standardklassen H5 vil derfor være egnet for strekningen.

Strekning	Stjørdal sentrum	Stjørdal - Hegra	Hegra- Austkil	Austkil – Teveldalen
Lengde	1,4 km	9,3 km	8,0 km	48,4 km
ÅDT 2040	>12.000	8.000 – 12.000	4.000 – 8.000	1.500 – 4.000
Ønsket vegbredde	20,0 m	13,0 - 16,0 m	10,0 m	8,5 m
Midtrekkverk	JA	JA	VURDERES	NEI

Figur 7: Framtidige predikerte trafikkmengder og standardklasser [1].

### 2.3.2 Trafikkutvikling og dimensjonerende trafikkmengde

I oppdragsbeskrivelsen fra Statens vegvesen vedrørende forprosjektet for E14 Stjørdal – Riksgrensen er disse trafikkmengdene og forventede trafikkmengder angitt. Se figur 8.

3.1.4 Trafikk			
Sted(Hp-km )	ÅDT 2012	ÅDT-T 2012	ÅDT 2040
Ligaardkj(01-1,544)	10200	6%	14280
Hegramo x Fv752 (02-8294)	6400	10%	8950
Turifoss x Fv 751 (04-11,829)	2900	8%	4060
Riksgrense Teveldal (05-15,2222)	1440	13%	2016

Figur 8: Trafikktall fra prosjektbestilling til forprosjekt for E14 [11].

### 2.3.3 Trafikkulykker

Trafikkulykkene som det er data på i dette kapitlet er hentet fra utredningen som Asplan Viak har utført for Statens vegvesen [1]. Materialet er basert på politirapporterte ulykker i tidsrommet 2001-2010. Det er totalt registrert 82 ulykker i denne perioden med til sammen 121 personskader og fire ulykker med kun materielle skader [1].

Disse dataene gjelder hele E14 fra Stjørdal til Riksgrensen.

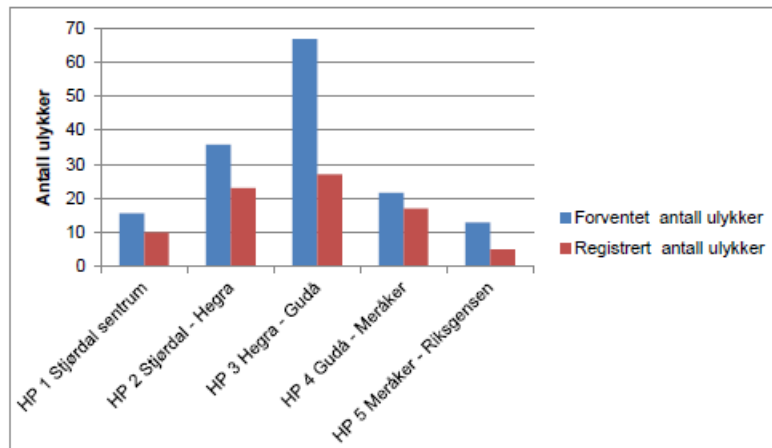
	Gjennomsnittlig andel for hele landet	Registrert andel E14	Antall personskader E14	Antall ulykker E14
Drept	2,5 %	5,8 %	7	6
Hardt skadd	9,2 %	9,0 %	11	8
Lettere skadd	89,2 %	85,2 %	104	68

Figur 9: Fordeling av skadegrad sammenlignet med landsgjennomsnittet [1].

Strekning	Lengde km	Lettere skadd	Alvorlig skadd	Meget alv. skadd	Drept
HP 1 Stjørdal sentrum	2,1	9	0	0	0
HP 2 Stjørdal - Hegra	8,6	25	4	1	1

Figur 10: Figuren viser personskader fordelt på HP1 og HP2 [1].

Strekningen må sies å ha liten andel alvorlige ulykker. Langs hele strekningen mellom Stjørdal og Riksgrensen er det HP3 Hegra-Gudå som har flest antall drepte i perioden. På denne parsellen ble det registrert 5 drepte.



Figur 11: Forventet og registrert antall ulykker for E14 Stjørdal-Riksgrensen i perioden 2001-2010 [1].

Figur 10 viser at både Hp1 og Hp2 har lavere antall ulykker enn forventet for denne type veg.

### 2.3.4 Ulykkespunkt

Dersom en undersøker tettheten av ulykkene finner en ett ulykkespunkt i henhold til definisjon gitt av ulykkespunkt gitt av Statens vegvesen [1]. Minimum fire politirapporterte ulykker på 5 år, over en strekning på maksimalt 100 m [1].

Det er kun ett punkt som kommer inn under denne definisjonen langs strekning fra Stjørdal til Riksgrensen og denne er utenfor strekningen som behandles i denne rapporten.

Det er likevel viktig å merke seg følgende områder som ligger nært opp til definisjonen.

Hovedparsell	Km i parsell	Km fra Stjørdal	Antall ulykker	Tidsperiode
HP 1	0,12-0,19	0,12-0,19	5	2001-2008
HP 1	0,91-1,04	0,91-1,04	5	2001-2010
HP 2	4,41-4,46	6,71-6,76	3	2001-2008
HP 3	27,59-27,60	38,49-38,60	3	2002-2010

Figur 12: Mulige ulykkespunkt i henhold til definisjon gitt av Statens vegvesen [1].

Ingen av dødsulykkene faller inn under definisjonen på ulykkespunkt [1]. Det er likevel grunn til merke seg at 6 av dødsulykkene er registrert i nærheten av kurver med radius mindre enn 250 m [1]. Utbedring av kurver som ikke tilfredsstiller minimumskravet til standardklassen vil derfor trolig være et godt trafiksikkerhetstiltak for strekningen [1].

## 2.4 Statens vegvesen – Status for veglenken

Status for veglenken medio januar 2016 er at de plangrep som er presentert fortsatt er gyldige og er spilt inn i forhold til NTP arbeidet som pågår og som legges fram i slutten av februar 2016. Dette er NTP 2018-2023.

Det har også også pågått reguleringsplan arbeid for strekningen like øst for E14 Forra bru. Dette prosjektet er under bygging. Dette planområdet er ikke en del av planstrekningen for denne masteroppgaven.

Statens vegvesen starter nå arbeidet med mindre omfattende tiltak (programområdetiltak) i NTP 2018 – 2023 der også tiltak langs E14 er aktuelle. Vurderingene av mindre omfattende tiltak vil i all hovedsak baseres på eksisterende kunnskap.

Forutsetningene for denne oppgaven er derfor fortsatt gyldige og de overordnede grepene med sammenhengende g/s-veg fra Stjørdal til Hegra opprettholdes. Samtidig legges standardklasse H5 til grunn. Dette medfører motorvegstandard, planskilte kryss og behov for sekundærvegnett langs hele eller deler av strekningen.



## 3 UTVIKLING AV STREKNINGEN E14 STJØRDAL - HEGRAMO

### 3.1 Valg av dimensjoneringsklasse

#### 3.1.1 Hovedveg E14 Stjørdal - Hegra

Dimensjoneringsklasse for en vegparsell velges i en overordnet planprosess utfra en helhetsvurdering av vegstrekningen parsellen tilhører [3]. Det er en målsetting at vegstandarden skal være homogen over lengre strekninger. Dette innebærer at endringer av ÅDT langs strekningen ikke nødvendigvis innebærer valg av en annen standardklasse [3].

For strekningen Stjørdal (Ligaardsrundkjøringen) – Hegramo har foreløpige utredninger og prognoser for trafikkmengder i 2040 [1] konkludert med at veien bør utvikles som en H5 veg i henhold til håndbok N100. I det etterfølgende gis en gjennomgang og vurdering av hva slags løsninger dette innebærer for vegparsellen.

### 3.2 Sekundærveger/g/s-veger

For disse vegene er det valgt en kombinert løsning. Disse er beskrevet nærmere i kapittel 3.4.1. I forhold til linjeføringsparametere bør denne veien som minimum følge krav gitt av dimensjoneringsklasse A1.

**Tabell C.17: Prosjekteringstabell for A1**

Minste horisontalkurveradius	30 m
Stoppsikt	20 m
Møtesikt	50 m
Minste høybrekkskurveradius, møtesikt	300 m
Minste lavbrekkskurveradius	150 m
Maksimal overhøyde	5 %
Maksimal stigning	8 %
Største resulterende fall	9,5 %
Minste resulterende fall	2 %

**Figur 13: Prosjekteringstabell for A1 vegger [3].**

Når det gjelder g/s-veg har denne et strengere krav i forhold til horisontalkurveradius, der denne bør være 40 m. jmf. pkt. E 2.2 i N100 [3].

### 3.3 Dimensjoneringsparametere for dimensjoneringsklasse H5.

#### 3.3.1 Linjeføringsparametere

$R_h^1$	Horisontalkurvaturparametre						Vertikalkurvaturparametre					
	Nabokurve		Klotoide	Sikt lengde <sup>2</sup>			$R_{v,høy}$	$R_{v,lav}$	Over- høyde	Stig- ning	Res. fall	
	Min	Maks	Min	Stopp <sup>3</sup>	$\Delta st1$	$\Delta st2$	Min	Min	e	Maks	Maks	Min
450	450		180	175	-19	27	6400	2600	8,0	6,0	10,0	2
500	450		190	175	-19	27	6400	2600	8,0	6,0	10,0	2
550	450		200	180	-19	28	6800	2600	8,0	6,0	10,0	2
600	450		210	180	-19	28	6800	2700	8,0	6,0	10,0	2
700	450		230	180	-19	28	6800	2700	8,0	6,0	10,0	2
800	450		240	185	-20	28	7100	2700	7,5	6,0	10,0	2
900	450		245	185	-20	28	7100	2700	7,0	6,0	10,0	2
1000	450		250	185	-20	28	7100	2800	6,5	6,0	10,0	2
1200	450		255	190	-20	29	7500	2800	5,6	6,0	10,0	2
1400	450		255	190	-20	29	7500	2800	4,7	6,0	10,0	2
1600	450		255	190	-20	29	7500	2800	3,7	6,0	10,0	2
$\geq 1750$	450		255	190	-20	29	7500	2800	3,0	6,0	10,0	2

Figur 14: Prosjekteringstabell for standardklasse H5 [3].

Minste horisontalkurve for standardklassen er  $R_h=450$  m. Dette er også minimum nabokurve for alle horisontalkurvene i prosjekteringstabellen, inkl. rettlinjen.

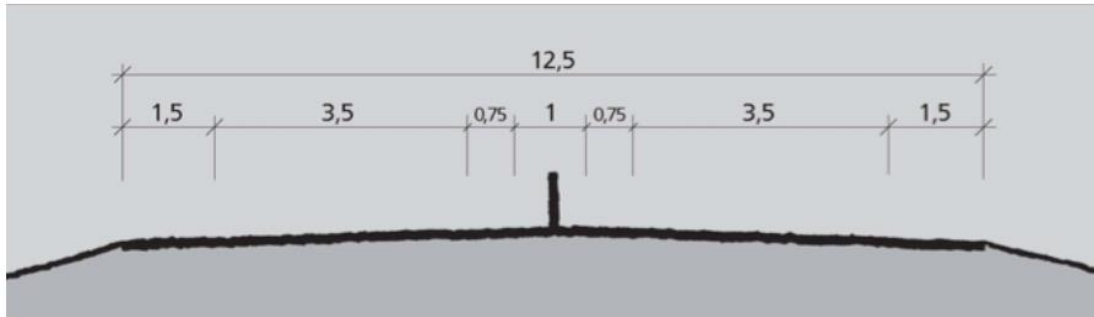
Minste vertikalkurveradius  $R_v$ , høy=6400 m og  $R_v$ , lav= 2600 m. Når det gjelder minste høgbrekkskurve er prosjekteringstabellene i N100 upresise. Høgbrekkskurver må alltid sjekkes for siktforhold. Avhengig av stigningsforhold og hva slags type høgbrekkskurve det er, kan sikt gi vesentlig større minimumskurve før høgbrekk.

Maksimal tillatt stigning er 6% og maksimalt resulterende fall er 10%.

Prosjekteringstabellen angir et skille for ensidig fall for kurver  $<3000$  m. Kurver som  $<3000$  m opparbeides med ensidig fall, mens kurver som er  $\geq 3000$  m kan planlegges og bygges med takfall gjennom kurven.

Prosjekteringstabellen angir også fratrekk i stoppsikt med maksimal stigning og likeledes økning i stoppsikt med maksimalt fall [3]. Reduksjon eller økning må her utføres etter virkelig stigning/fall.

### 3.3.2 Standard tverrprofil – Standardklasse H5



Figur 15: Tverrprofil for dimensjoneringsklasse H5 [3].

Vegen bygges opp med kjørefelt på 3,5 m og indre- og ytre skulder på henholdsvis 0,75 m og 1,5 m. I midten er det satt av 1 m for selve midtrekkverket som er et krav for denne standardklassen. Den totale bredden blir med disse målene 12,5 m. I tillegg kommer selvfølgelig plassbehov for utforming av sideterrenget.

Det er planlagt kombinert g/s-veg og sekundærveg/adkomst veg for deler av strekningen. Dette er grundigere beskrevet i neste kapittel. Disse strekningene vil ha et annet tverrprofil og beslaglegge et større areal.

### 3.3.3 Rampeutforming

Det finnes ingen dimensjoneringsklasse direkte for avkjørings- og påkjøringsramper. Dette må vurderes særskilt i hvert enkelt tilfelle. I denne utredningen av krysset foreslås det å følge linjeføringsparametere for H1. Dette innebærer følgende krav:

Maks stigning, 6%. Stigningen kan økes til 8% ved ÅDT under 4000. For horisontalradius  $\geq 1750$  er minste høgbrekksradius  $r=1300$  og minste lavbrekksradius  $r=1300$ .

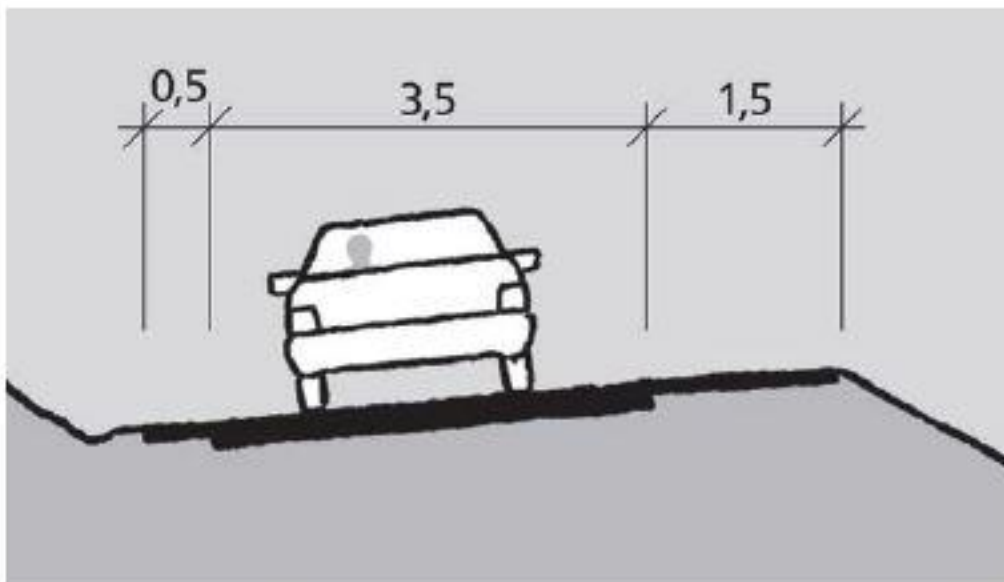
Det finnes dog krav til ramper i håndbok V121. Dette gjelder krav til normalprofil og geometrikrav. Ramper skal ikke ha større stigning eller fall enn 6% hvis sekundærvegen ligger under primærvegen og 8% hvis den ligger over [10].

Vertikalkurvene i rampene utformes slik at de samsvarer med antatt fartsnivå [10].

Resulterende fall bør ikke være større enn 12 % [10].

Ramper med horisontalkurve radius  $\leq 500$  m breddeutvides til krav i del F i håndbok N100 [10]. Ramper bør utformes med overgangskurver, dvs. klotoider [10].

Rampelengder deles inn i L1 (Retardasjonsstrekning eller akselerasjonsstrekning) og L2 overgangsstrekning. Disse lengdene skal regnes ut etter egne regneark.



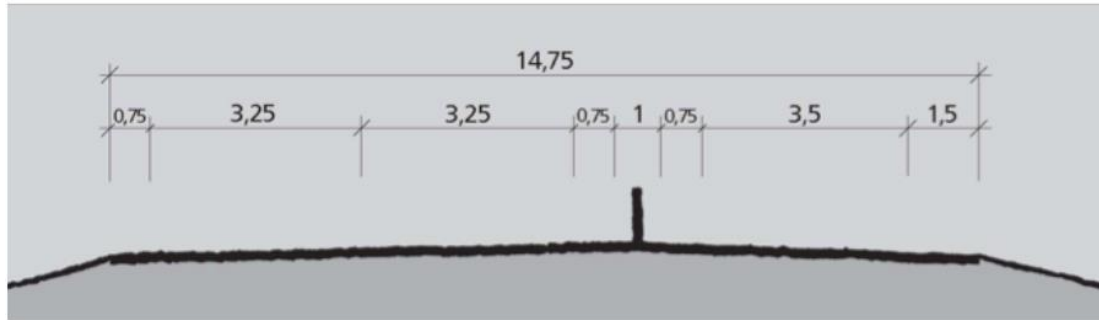
**Figur 5.10: Rampens tverrprofil (mål i m)**

**Figur 16: Normalprofil for ramper for planskilte kryss [10].**

### 3.3.4 Midtrekkverk

Standardklasse H5 skal opparbeides med midtrekkverk. Det kan ikke planlegges og opparbeides skilt i midtdeler for 2- og 3 felts veger [3].

### 3.3.5 Forbikjøring



Figur 17: Tverrprofil ved forbikjøringsfelt H5 [3].

Sammenlignet med standard normalprofil for dimensjoneringsklasse H5, snevres kjørefeltene inn til 3,25 m på siden med forbikjøringsfelt og den ytre skulderen reduseres til 0,75 på strekningen med forbikjøringsfeltet. Overganger etableres til standard normalprofil igjen etter at forbikjøringsfeltet er avsluttet. Den totale bredden for dette normalprofilet er 14,75 m eller 2,25 m mer enn standard normalprofil for dimensjoneringsklassen.

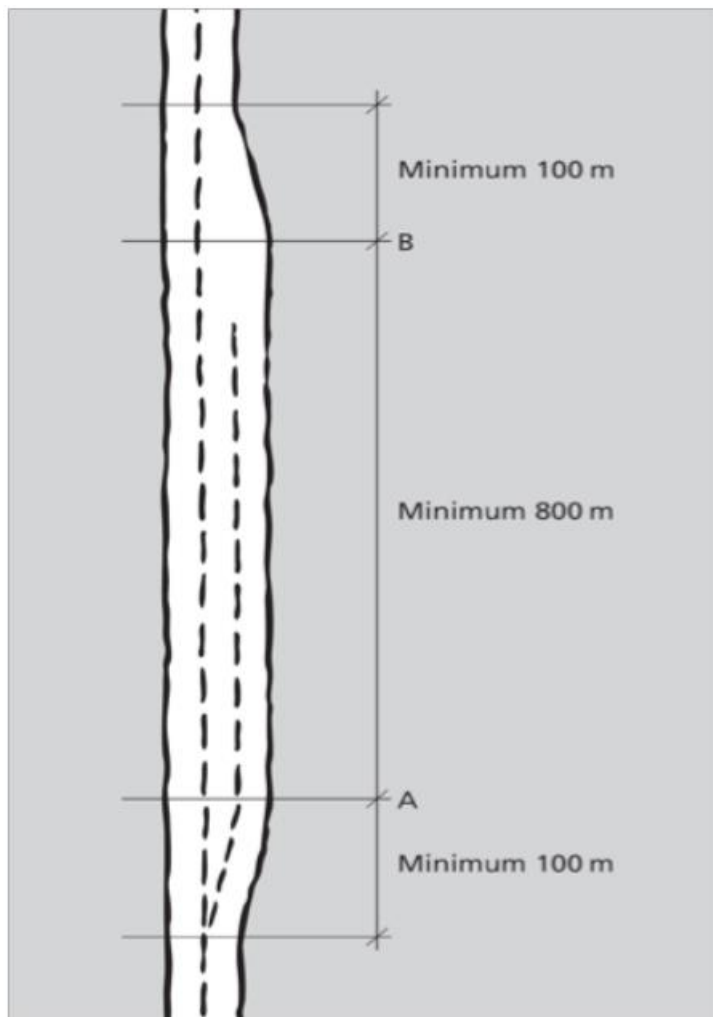
Forbikjøringsmuligheter skal etableres etter kriterier angitt i figur 18 [3]. For strekningen Stjørdal-Hegramo vil dette medføre at det som minimum må etableres en forbikjøringsmulighet pr. 10 km. Strekningen Stjørdal-Hegramo er ca. 9,5 km lang.

Det bør derfor som minimum etableres en forbikjøringsmulighet i hver retning mellom Ligaardsrundkjøringen og tettstedet Hegramo.

ÅDT	Ny veg	Utbedringsstandard
< 4000	Minst 2 forbikjøringsmuligheter pr. 10 km	Minst 1 forbikjøringsmulighet pr. 10 km
4000-6000	Minst 1 forbikjøringsfelt pr.10 km	Minst 1 forbikjøringsmulighet pr. 10 km
6000-8000	Minst 1 forbikjøringsfelt pr.10 km	Minst 1 forbikjøringsfelt pr.10km
8000-12000	Minst 2 forbikjøringsfelt pr.10 km	Minst 1 forbikjøringsfelt pr. 10km

Figur 18: Krav til forbikjøringsmuligheter for nasjonale hovedveger 80 og 90 km/t

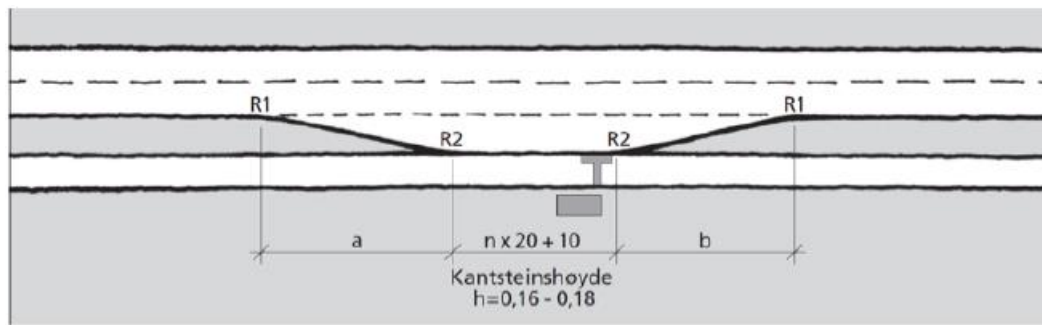
Selve forbikjøringsfeltet skal planlegges og bygges i henhold til figur 19 [3]. Dette innebærer en strekning på minimum 800 m med 3 felts veg og en overgangsstrekning på 100 m i hver ende. Samlet blir denne strekningen da minimum 1 km.



Figur 19: Geometrisk utforming av forbikjøringsfelt [3].

### 3.3.6 Løsninger for gående, syklende og kollektivanlegg

Standardklassen innebærer at gående og syklende skal ha et tilbud [3]. Dette tilbudet skal være en sammenhengende løsning og denne skal gå fram av overordnede planer for strekningen. Kryssing mellom gang-sykkelveg og primærvegen skal være planskilt [3].



**Figur 20: Busslomme uten refuge, hvor n angir hvor mange busser som forventes å stoppe samtidig [3].**

Holdeplass for kollektivtrafikk bør utformes som busslommer og i forbindelse med ramper i planskilte kryss. Eventuelle holdeplasser langs fri vegstrekning utformes som busslomme med refuge [3].

### 3.3.7 Kryssløsninger og avkjørsler

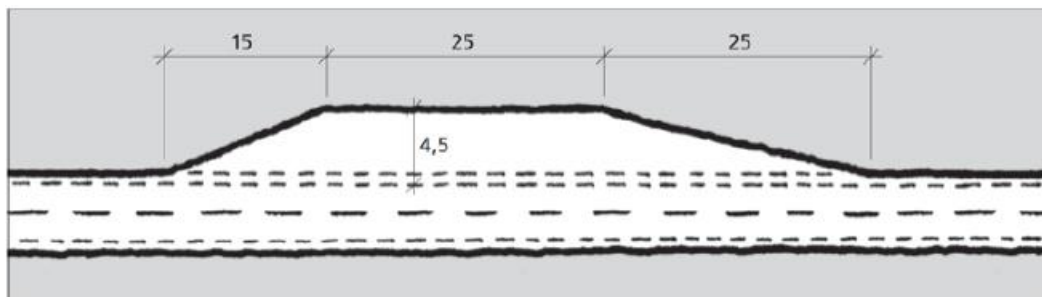
Kryssløsningene som kan velges for denne standardklassen avhenger av hvor stor årsgjennsnittstrafikken (ÅDT) er. Derom  $\text{ÅDT} \geq 8000$  skal det bygges planskilt kryss [3]. Se også avsnitt 3.4.1 og 3.4.2.

Ved utforming av rekkverkssløsninger inn mot kryss er det viktig at dette utformes slik at ikke sikten i selve kryssområdet hindres.

Standardklasse H5 skal være fri for alle avkjørsler. Framtidig ÅDT for Ligaardsrundkjøringen – Hegra tilseier at det må bygges planskilt kryss. Se også nærmere utdypning om temaet i avsnitt 3.4.2.

### 3.3.8 Stopplommer

Stopplommer skal etableres med en maksimal avstand på 2 km mellom hver lomme i hver retning [3].



**Figur 21: Viser geometrisk utforming av stopplomme. Alle mål i m [3].**

### 3.3.9 Belysning

Vegen bør belyses. Belysningsanlegg utformes i samsvar med kapittel E.5 [3].

### 3.3.10 Dimensjonerende kjøretøy og kjøremåte

Vegen skal dimensjoneres med kjøretype VT (Vogntog) og etter kjøremåte A [3].

## 3.4 Valg av geometriske løsninger for Stjørdal-Hegramo

### 3.4.1 Kombinert løsning for adkomst, gående og syklende

Parsellen har mange eksisterende avkjørslers som må saneres. Det er tre mulige løsninger å få koblet disse til eksisterende vegsystem. Den ene løsningen er å bygge adkomstsystemer inn på kommunale veier, som videre leder inn på Europaveien eller å bygge nytt lokalvegsystem der det vil være behov for dette. Den siste løsningen er en kostbar løsning og bør kun velges der det ikke finnes andre alternativer.

Den tredje løsningen er å kombinere g/s-veg systemet og adkomstveg for et mindre antall boliger. Den geometriske utformingen må her ivareta hensynet til et trafiksikkert g/s-vegssystem. Dette kan gjøres på ulike vis avhengig av hvor mye trafikk som forventes på de respektive løsningene.



Figur 22: Gang- og sykkelveg kombinert med adkomst til boliger [3].

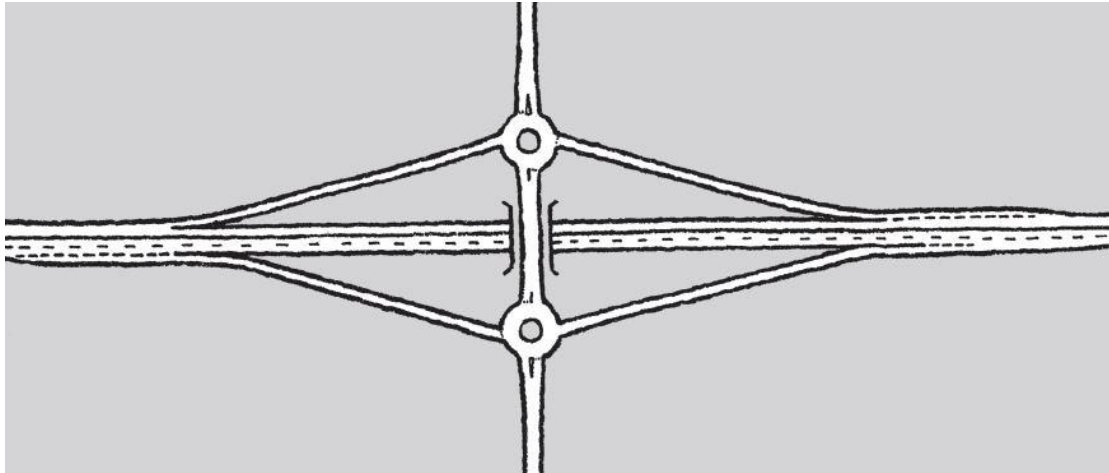
Figur 22 viser et typisk tverrprofil for en kombinert løsning for g/s-veg og adkomstveg for inntil 10 boliger. Vegen bør da opparbeides med en bredde på 3m og skuldere bør også asfalteres [3].

Det er det siste prinsippet som er lagt til grunn for denne oppgaven. Dette er vist i alt fra kryssutredninger til foreslåtte og forenklede plantegninger.

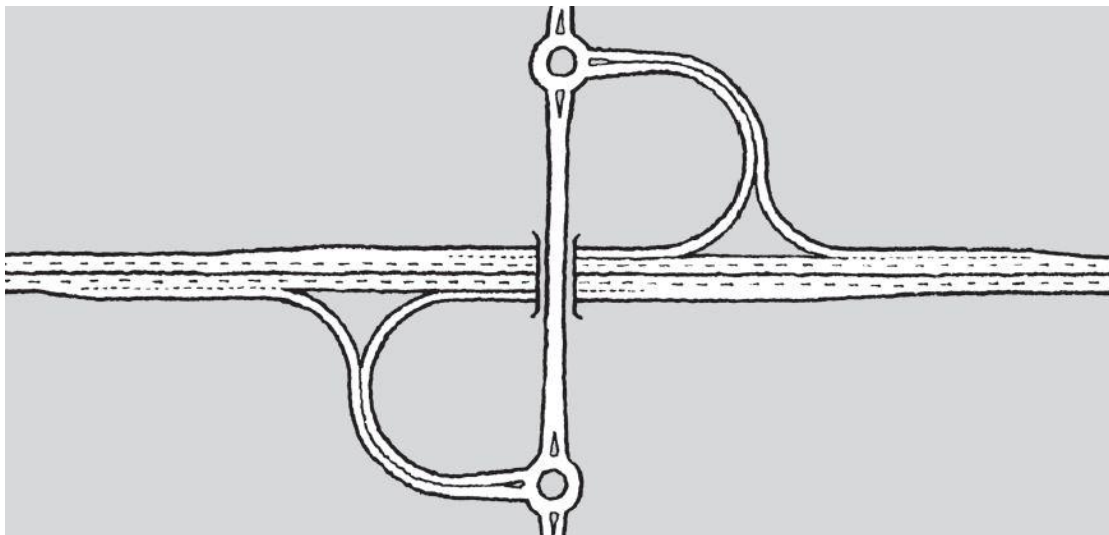


### 3.4.2 Planskilt kryss på strekningen Stjørdal-Hegramo

Det er valgt å utrede forskjellige varianter av de planskilte krysstypene ruterkryss og halvt kløverbladkryss for de foreslåtte planskilte krysstypene langs linjen. Prinsippet for ruterkryss er vist i figur 23. Ruterkrysset består av av – og påkjøringsramper og med bru i linje eller overgangsbru som forbindelse mellom to rundkjøringer på hver side.



Figur 23: Prinsipp av ruterkryss [10]



Figur 24: prinsippskisse av halvt kløverbladkryss

Det er ved utforming av kryssløsningene lagt til grunn en frihøyde som er 4,90 m. I tillegg er det tatt høyde for en konstruksjonstykkelse på inntil 1,0 m. Den totale avstanden fra hovedlinjen E14 til overliggende og kryssende veg er derfor satt til 5,90 m.

### 3.5 Utvikling av vegen i flere faser/etapper

Vegen kan bygges og utvikles i flere faser. Krav til god trafikkavvikling under anleggsarbeidene tilsier at en bør bygge etappevis. Breiddeutvide på den ene siden først for deretter å flytte trafikken over hit, mens andre siden tas etterpå. De planskiltede kryssene kan eventuelt bygges samtidig eller tas helt til slutt. Det vil ikke være noe problem å bygge ramper på den ene siden av et planskilt kryss for deretter å flytte trafikken og bygge på andre siden.



**Figur 25: Oversiktsbilde T-kryss - Hegramo sentrum [4].**

Det er stort sett veldig god plass langs strekningen. Det bør derfor være mulig å få til en god trafikkavvikling og en god anleggsdrift.

Det kan tenkes at noe ekstra jordbruksareal må midlertidig båndlegges for å kunne få bygget veien og senere tilbakeføres til grunneierne.

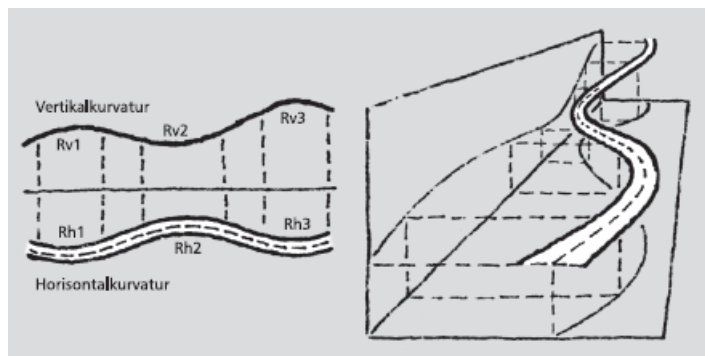
## 4 PROSJEKTERING PÅ REGULERINGSPLANNIVÅ

### 4.1 Vegprosjektering

#### 4.1.1 Linjeføring generelt

Vegens linjeføring beskrives av projeksjonene i horisontal- og vertikalplanet, samt tverrprofilen [6]. Setter vi dette sammen gir det en romkurve.

Vegen skal være formet slik at den har en jevn og rytmisk form og gir trafikantene god optisk ledning, dvs. god informasjon om vegens geometri og videre forløp [6].

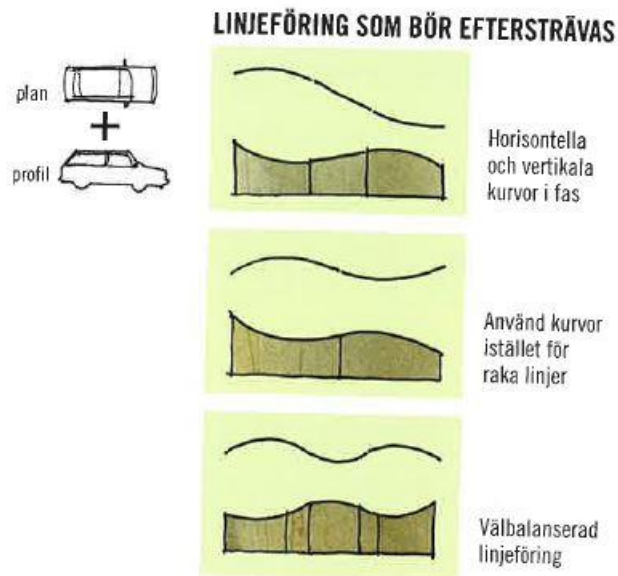


Figur 26: Den ideelle romkurve [6].

Når romkurven er utformet slik at kurvepunktene i horisontalprojeksjonen og vertikalprojeksjonen sammenfaller, gir dette den ideelle linjeføringen. En slik linjeføring er optimal med hensyn til trafikksikkerhet, optisk ledning, vannavrenning og estetikk [6].

Linjeføringen mellom Ligaarsrundkjøringen og Hegra følger nok ikke helt disse prinsippene, men det er likevel viktig å ha god kjennskap til dette og vite hva som skjer når de fravikes og når fravikene kan gjøres. Det er viktig at det gjøres vurderinger i forhold til hva slags konsekvenser dette kan gi med hensyn til de fire viktige punktene nevnt i avsnittet over.

Figur 27 under er hentet fra boken «Vägen», en bok om vegarkitektur av Benny Birgersson [7]. Den angir de samme prinsippene for romkurven som beskrevet i håndbok V120.



Figur 27: Linjeföring som bør følges [7].

#### 4.1.2 Sammenligning av linjeføringsparametere for H5 og opptredende parametere for E14 Stjørdal-Hegra

##### Horisontalkurver, vertikalkurver og krav til nabokurver

Horisontalkurvene for strekningen er kort behandlet i kapittel 2. Disse er gjennomgått og ingen horisontalkurver langs strekningen er mindre enn kravet for dimensjoneringsklasse H5.

Linjen er gjennomgått med hensyn til horisontalkurvene (som omtalt), vertikalkurver, minste klotoidparameter og minste nabokurve. Både horisontalkurvene og vertikalkurvene oppfyller minstekravene til dimensjoneringsklasse H5. En kontroll av nabokurver viser at disse er i henhold til dimensjoneringsklasse H5. Vertikalkurvene skal også sjekkes med hensyn til sikt og en siktanalyse må utføres. Dette er omtalt i et eget avsnitt for siktanalyse.

##### Minste klotoidparameter

En gjennomgang av minste klotoidparameter viser at linjen flere steder ikke oppfyller kravet til minste klotoidparameter. Eksempelvis er ene klotoidparameteren i vendeklotoiden ved pr. ca. 2150 for liten.

Minste klotoidparameter i henhold til dimensjoneringsklassen og  $R=1200$  er  $A=255$ .  
 Opptrede parameter på linjen er  $A=232$ .



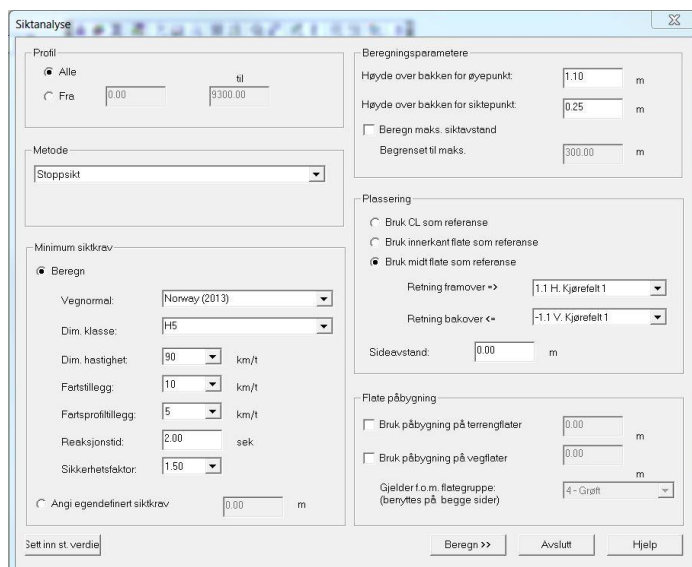
	Profil	Meldinger
1	2141.111	Overgangskurven er for kort, endring i overhøyde ikke ihht. dimensjoneringsklasse.
2	3736.995	Overgangskurven er for kort, endring i overhøyde ikke ihht. dimensjoneringsklasse.
3	3808.995	Overgangskurven er for kort, endring i overhøyde ikke ihht. dimensjoneringsklasse.
4	5280.235	Overgangskurven er for kort, endring i overhøyde ikke ihht. dimensjoneringsklasse.
5	5352.235	Overgangskurven er for kort, endring i overhøyde ikke ihht. dimensjoneringsklasse.
6	6075.376	Overgangskurven er for kort, endring i overhøyde ikke ihht. dimensjoneringsklasse.
7	6147.376	Overgangskurven er for kort, endring i overhøyde ikke ihht. dimensjoneringsklasse.
8	7424.726	Overgangskurven er for kort, endring i overhøyde ikke ihht. dimensjoneringsklasse.
9	7496.726	Overgangskurven er for kort, endring i overhøyde ikke ihht. dimensjoneringsklasse.

Figur 28: Resultat fra beregning av overhøyde i Novapoint.

Det som er viktig med disse overgangskurvene er at de er lange nok slik at riktig overhøyde kan bygges opp over klotoidlengden. Figur 28 viser at linjen har flere overgangskurver som er for korte. Dette vil ikke rettes opp i denne masteroppgaven. Formålet er å vise tildels metodikken og hvilke konsekvenser dette kan medføre.

## Siktanalyse

Det må alltid utføres en siktanalyse med hensyn til høgbrekkskurvene. Disse er dimensjonert med hensyn til stoppsikt lengden og det er avgjørende å sjekke dette. Det er også viktig å merke seg at minimumsverdier som er angitt i de ulike standardklassene er utarbeidet med 0% stigning som grunnlag for beregning av stoppsikt lengdene. Dvs. har du en høgbrekkskurve som har negativ stigning i begge tangentene inn til kurva kan ikke 0% stigning legges til grunn for beregning av stoppsikten.

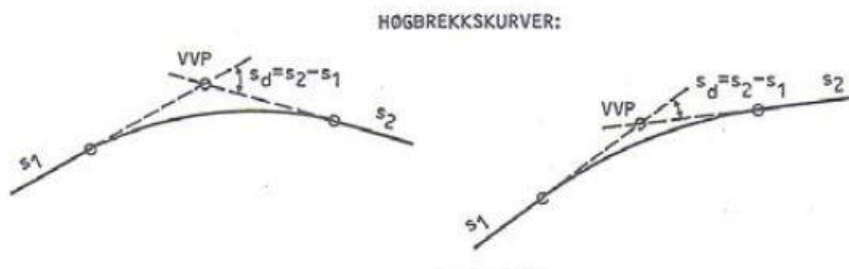


The screenshot shows the 'Siktanalyse' window with the following settings:

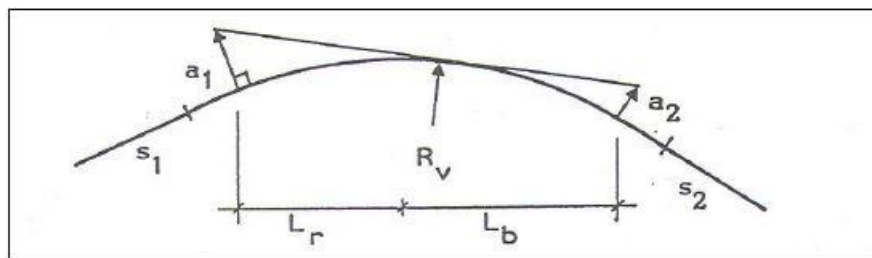
- Profil:** Alle
- Metode:** Stoppsikt
- Beregning:** Beregn
- Vegnormel:** Norway (2013)
- Dim. klasse:** H5
- Dim. hastighet:** 90 km/t
- Fertstillegg:** 10 km/t
- Fertprofillegg:** 5 km/t
- Reaksjonstid:** 2.00 sek
- Sikkerhetsfaktor:** 1.50
- Beregningsparametere:**
  - Heyde over bakken for øyepunkt: 1.10 m
  - Heyde over bakken for siktepunkt: 0.25 m
  - Beregnet til maks.: 300.00 m
- Plassering:**
  - Retning framover: 1.1 H. Kjølrefelt 1
  - Retning bakover: -1.1 V. Kjølrefelt 1
  - Sideavstand: 0.00 m
- Flate påbygning:**
  - Flate påbygning på terrengflater: 0.00 m
  - Flate påbygning på vegflater: 0.00 m
  - Gjelder f.o.m. flategruppe: 4 - Grøft

Figur 29: Siktanalyse utført i Novapoint 18.40.

Figur 29 viser to prinsipielle ulike høgbrekkskurver. Høgbrekkskurven til venstre vil ha en resulterende stigning som er tilnærmet 0%. I dette tilfellet vil en minimumskurve kunne gå gjennom en siktkontroll, men høgbrekket til høyre har negativ stigning på begge tangentene inn mot kurva [9]. Det betyr at dersom  $s$  settes lik 0 som grunnlag for beregning av stoppsikt lengde, vil beregningen bli feil og resultatet vil bli for lav høgbrekkskurve. Den opptredende stoppsikten gjennom kurven vil da ikke være tilfredsstillende i henhold til valgt dimensjoneringsklasse.



Figur 30: To ulike høgbrekkskurver [9].



Figur 31: Prinsipp for en høgbrekkskurve [9].

I beregning av stoppsikt lengden inngår stigningsgraden,  $s$ . Denne vil variere kontinuerlig over vertikalkurva [9]. I dimensjoneringsammenheng er det valgt å bruke  $s=0\%$  for beregning av minstekrav til stoppsikt lengde [9]. Det er denne stoppsikt lengden som er oppgitt i prosjekteringstabellene i N100. Som omtalt tidligere vil dette i noen tilfeller gi en sikt lengde som er kortere enn den som er nødvendig. Det er ikke valgt å bruke en midlere stigning over kurvelengden eller tilstøtende tangents ugunstigste stigningsgrad [9].

Dette kan sies å være en svakhet ved prosjekteringstabellene og her må alle vegplanleggere være spesielt oppmerksomme på disse forholdene. Et trenet øye eller en siktanalyse er nødvendig for å avdekke disse tilfellene.

Figur 33 viser utdrag av siktanalysen for veglinje 10000 for E14 mellom Stjørdal og Hegra. Det er valgt å ta med denne som et eksempel på at en slik analyse er avgjørende for å avdekke disse forholdene. En erfaren vegplanlegger hadde også med bakgrunn i sin erfaring greid å plukke ut det ene høgbrekket siktanalysen ikke godkjenner. Dette er en høgbrekkskurve som den til høyre i figur 5. Dersom det er brukt minimum høgbrekkskurve for et slik tilfelle, vil stoppsikten aldri være tilfredsstillt.

4820.00	183.00	OK	Ikke beregnet				
4830.00	184.00	OK	Ikke beregnet				
4840.00	184.00	OK	Ikke beregnet				
4850.00	185.00	IKKE OK	Ikke beregnet	4964.33	0.81	Flate i	vegprofilen
4860.00	185.00	IKKE OK	Ikke beregnet	4964.33	0.34	Flate i	vegprofilen
4870.00	186.00	IKKE OK	Ikke beregnet	4976.00	-0.27	Flate i	vegprofilen
4880.00	187.00	IKKE OK	Ikke beregnet	4990.00	-1.20	Flate i	vegprofilen
4890.00	187.00	OK	Ikke beregnet				
4900.00	188.00	OK	Ikke beregnet				

Figur 32: Resultat fra siktanalyse. Høgbrekk som ikke er OK.

I dette konkrete høgbrekket er høgbrekksradiusen i utgangspunktet 6400. Horisontalkurveradiusen er 550. I henhold til dimensjoneringstabellen burde høgbrekkskurven vært R=6800 før vi har korrigert for stigningsforholdene.

Sikt i dagen		Inngangsdata		Resultat	
tr	2	$L_s = L_r + L_b = 0,278 \cdot t_r \cdot V + \frac{V^2}{254,3 \cdot (f_b + s)} \text{ [m]}$		Ls V	157
V	90	t <sub>r</sub> =	reaksjonstid [s]	Ls V+5	172
V +5 km/t (fartstilleg)	95	V =	fart [km/t]	Ls V+10	188
V +10 km/t (fartstilleg)	100	f <sub>b</sub> =	bremsefriksjon	Ls V+10+5	204
V +10 km/t (fartstilleg)+5 km/t fartsprofil	105	s =	stigningsgrad [m/m]		
fb	0.33 (fk=1,5/90 km/t)				
s	-3.3 %				

Figur 33: Inngangsverdi for ny stoppsikt lengde for høgbrekk i pr. ca 4960.

Høgbrekket i profil ca. 4960 korrigeres for ca. 3,3% fall. Dette vil gi en lenger nødvendig stoppsikt. Stoppsikten er ifølge regnearket i figur 9 ca. 204 m. Ved kontroll av regnearket, dvs. korreksjon for 6% fall får vi maks stoppsikt lengde for H5 som er 219 m. Dette stemmer med regnearket.

En stoppsikt lengde på 204 m gir ifølge figur 9 en nødvendig høgbrekkskurve på ca. 8700 m.

Vertikalgeometri		Inngangsdata		Resultat	
Høgbrekk		$R_{v,\min} = \frac{1}{2} \left( \frac{L_b}{\sqrt{a_1 + \sqrt{a_2(s)}}} \right)^2 \text{ [m]}$		Rmin-høg V	8172
Lk	198	L <sub>b</sub> =	siktkrav (for aktuelle parametre for siktkrav, se kapittel 5.3)	Rmin-høg V+5	6189
Lk +5 km/t (fartstilleg)	172	a <sub>1</sub> =	øyehøyde	Rmin-høg V+10	7367
Lk +10 km/t (fartstilleg)	188	a <sub>2</sub> =	beregningsmessig objekthøyde	Rmin-høg V+10+5	8704
Lk +10 km/t (fartstilleg)+5 km/t fartsprofil	204	a <sub>3</sub> =	beregningsmessig kjøretøyhøyde		
a1	1.1				
a2	0.25				
a3	1.25				

Figur 34: Beregning av ny høgbrekkskurve som inngangsverdi for en ny siktanalyse.

Denne verdien legges inn før en ny siktanalyse kjøres for å verifisere at disse er i henhold til gjeldende dimensjoneringsklasse og oppfyller stoppsiktkravet i høgbrekkskurven.

4790.00	184.00	OK	Ikke beregnet
4800.00	184.00	OK	Ikke beregnet
4810.00	185.00	OK	Ikke beregnet
4820.00	185.00	OK	Ikke beregnet
4830.00	186.00	OK	Ikke beregnet
4840.00	186.00	OK	Ikke beregnet
4850.00	186.00	OK	Ikke beregnet
4860.00	187.00	OK	Ikke beregnet
4870.00	187.00	OK	Ikke beregnet
4880.00	188.00	OK	Ikke beregnet
4890.00	188.00	OK	Ikke beregnet
4900.00	189.00	OK	Ikke beregnet

**Figur 35: Resultat av siktanalyse etter endring av høgbrekk.**

Etter endring av høgbrekkskurven til  $R=8700$  m viser siktanalysen at høgbrekket nå tilfredsstiller kravet til stoppsikt.

### 4.1.3 Rekkverksløsninger

Dimensjoneringsklasse H5 har standard som motortrafikkveg [3] og skal opparbeides med midtdeler med midtrekkverk.

Strekningen Stjørdal (Ligaardsrundkjøringen) til Hegra vil ha partier hvor det på hver side av hovedlinjen må opparbeides sekundærvegnett som foreslås som kombinert g/s-veg og adkomstveg. Kravet i N101 (Rekkverkshåndboken) er at denne veien må ligge hele sikkerhetsavstanden fra hovedlinjen for å unngå rekkverk. E14 går gjennom et produktivt og verdifullt jordbrukslandskap langs Stjørdalselva på partiet.

Sikkerhetsavstanden gitt en ÅDT 4000-12000 er 8 m i henhold til N101. Det vil være unødvendig å bruke så mye ekstra areal for å unngå rekkverk, når det likevel tilkommer en del vegutstyr som må sikres og det vil være nødvendig med støyskjerm eller voller langs deler av strekningen. Det kan for eksempel bygges en kombinert støyskjerm og rekkverk, hvor nedre delen av støyskjermen er utformet slik at den også kan fungere som et rekkverk.



#### 4.1.4 Dimensjonering av overbygning

Dimensjonering av overbygning bør følge arbeidsprosessen som er beskrevet i figur 36. Under vises en systematisk gjennomgang av disse punktene. De er kommentert og det er vist et forslag til en overbygning for E14 Stjørdal – Hegra.

1. Bestemme om vegoverbygningen skal være frostsikret eller om dimensjoneringen bare skal ivareta en tilfredsstillende bæreevne.
2. Evt. fastlegge dimensjonerende frostmengder, se Vedlegg 2
3. Beregne dimensjonerende trafikkbelastning (Trafikkgruppe), se figur 510.2
4. Fastlegge nødvendig tykkelse på vegdekket, se figur 512.1
5. Velge bærelag, evt. vurdere alternativer, se figur 512.2. Kontroll av bærelagsindeks, se figur 510.9 og figur 512.2
6. Velge materialer i forsterkningslag og evt. også materialer til frostsikring. Alternative løsninger bør vurderes. Velge åpen eller lukket drenering, samt plassering av dreneringen.
7. Bestemme nødvendige lagtykkelser ut fra de valg som er gjort (dvs. forsterkningslag og evt. frostsikring), se figurene 511.4 og 511.5 samt figur 510.3
8. Kontroll mot anleggstekniske forhold, se figur 512.2
9. Kontroll av styrkeindeks. Det kan være aktuelt å gjennomføre kontrollen ut fra bæreevnegruppen til flere materialer (materialet i grunnen, frostsikringslaget og isolasjonslaget).
10. Av de alternativer som er vurdert, velge den løsning som teknisk og økonomisk er optimal.

Figur 36: Arbeidsprosess ved dimensjonering av en vegoverbygning, vedlegg 1 N200 [5]

1. ÅDT i åpningsåret antas å ligge mellom 8000-12000. I denne beregningen legges enn forventet ÅDT på 12000 til grunn i 2040. I henhold til tabellen i figur 4 skal strekningen frostsikres.
2. Dimensjonerende frostmengde skal i henhold til figur 3 settes lik  $F_{10}$ . Frostmengden for strekningen (Stjørdal kommune er lagt til grunn) er 9000 h °C. Maksimal overbygningstykkelse er 2,4 m.

ÅDT	Ant. kjørefelt	Telefarlig-hetsklasse	Frostsikring	
			Dim. frostmengde	Maks <sup>1)</sup> tykkelse overbygning
> 8000	4 eller flere	T3, T4	$F_{100}$	2,4 m
> 8000	< 4	T3, T4	$F_{10}$	2,4 m
1501 - 8 000		T3, T4	$F_{10}$	1,8 m
≤ 1500		T3, T4	Tiltak for å unngå ujevnt telehiv skal vurderes <sup>2)</sup>	1,8 m

Figur 37: Dimensjonerende frostmengde og maksimum tykkelse av overbygning [5].

3. Neste punkt er å bestemme trafikklastene for strekningen. Dette kan gjøres ved å bruke diagrammet i figur 39, som er hentet fra N200. Alternativt kan en bruke formelverket som ligger bak dette diagrammet direkte, se figur 38. Formelverket er benyttet i et regneark som er vist i figur 41, dette gir en samlet trafikklast  $N=5,42$  millioner (Ekvivalente aksler). Trafikkbelastningen tilsier at vegen skal dimensjoneres etter trafikkgruppe E.

$$N = f \times \text{ADT}_T \times 365 \times ((1,0 + 0,01 \times p)^n - 1) / (0,01 \times p) \times C \times E \quad (1)$$

hvor

$f$  = fordelingsfaktor, beregnes ut fra mengde tungtrafikk på dimensjonerende kjørefelt i forhold til total mengde tungtrafikk over alle kjørefelt. Normalt kan følgende verdier benyttes:

- 1 felts veg:  $f = 1,0$
- 2 felts veg:  $f = 0,5$
- 4 felts veg:  $f = 0,4$

$\text{ADT}_T$  = gjennomsnittlig antall tunge kjøretøy pr. døgn i vegens åpningsår (skrives av og til  $\text{ADT-T}$  og angis ofte som %-andel av årsdøgntrafikken ( $\text{ADT}$ ))

$p$  = årlig trafikkvekst for tunge kjøretøy i %

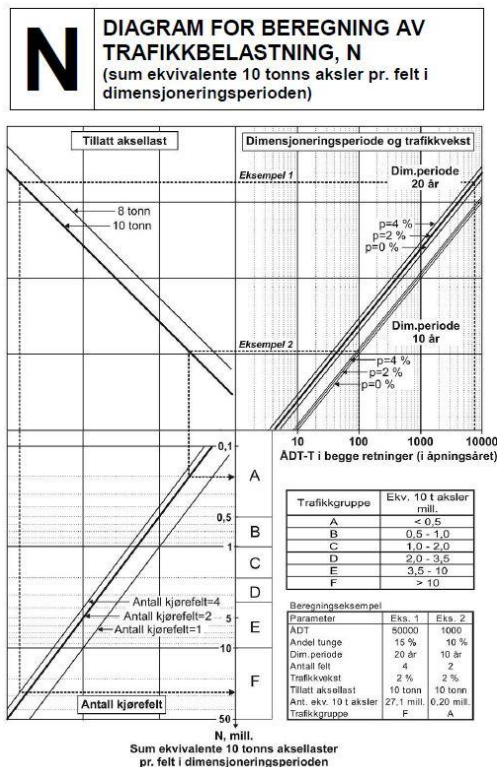
$n$  = dimensjoneringsperiode i år

$C$  = gjennomsnittlig antall aksler pr. tungt kjøretøy ( $C$  kan settes lik 2,4)

$E$  = gjennomsnittlig ekvivalensfaktor for akslene på tunge kjøretøy. Aksellastfordelingene i figur V4.2 gir følgende verdier for  $E$ :

- $E = 0,207$  ved tillatt aksellast 8 tonn
- $E = 0,301$  ved tillatt aksellast 9 tonn
- $E = 0,424$  ved tillatt aksellast 10 tonn

Figur 38: Formelverk for beregning av trafikklaster.



Figur 39: Diagram for beregning av trafikklaster [5].

4. Valg av dekketykkelser, se figur 512.1 [5].

D	DEKKE (SLITELAG OG BINDLAG) AV BITUMINØSE MASSER (lagtykkelser i cm)			
	ÅDT (i åpningsåret)			
Dekketype	0 - 1500	1500 - 3000	3000 - 5000	> 5000
Myke dekketyper	4,0	4,0		
Stive dekketyper	3,0 over 3,0	3,5 over 3,0	4,0 over 3,0	4,5 over 3,5

Figur 512.1 Valg av dekkeløsninger (slitelag og bindlag), lagtykkelser i cm

Figur 40: Valg av dekketykkelser [5].

I henhold til figur 40 så skal det velges stive dekker, 4,5 cm slitelag og 3,5 cm bindlag i dekket.

5, 6 og 7.

## E14 Stjørdal-Hegra

### Dimensjonering av vegoverbygning, E14

#### Beregningsgrunnlag for E14 Stjørdal-Hegra

ÅDT= 12000	%-tunge = 10	ÅDT-T = 1200
Antall kjørefelt (f)		0.5
Ådt-t		1200
Årlig trafikkvekst for tunge kjøretøy i % (p)		2
Dimensjoneringsperiode (år) (n)		20
Snitt ant. aksler pr. tungt kjøretøy (C)		2.4
Snitt ekvivalensfaktor for tunge kjøretøy (E)		0.424
<b>Beregning av trafikklaster N</b>		<b>5.415 millioner (se tabell 1)</b>

Tabell 1 - (Jfr. Hb N200, fig. 510.2)

A	B	C	D	E	F	Trafikkgruppe
(<0,5)	(0,5 til 1,0)	(1,0 til 2,0)	(2,0 til 3,5)	(3,5 til 10)	(>10)	Ant. ekv-aksler
39	45	50	54	62	65	Bærelagsindeks

#### Forslag til overbygning - trafikkgruppe E

Lagdelling	Type	Tykkelse (cm)	a-verdi	Indeks	Sum I	Krav BI
Slitelag	Ab16	4.5	3	13.5	13.5	
Bindlag	Agb11	3.5	3	10.5	24	
Bærelag 1	Ag 16	6	3	18	42	
Bærelag 2	Ag 16	7	3	21	63	62
Avretting						
Forsterkningslag						

Figur 41: Utklipp fra regneark. Beregning av trafikklaster og forslag til overbygning.

Følgende inngangsparametere er blitt brukt:

Dimensjoneringsperiode: 20 år  
Årlig trafikkvekst : 2 %  
Andel tunge kjøretøy : 10%  
Aksellast : 10 tonn

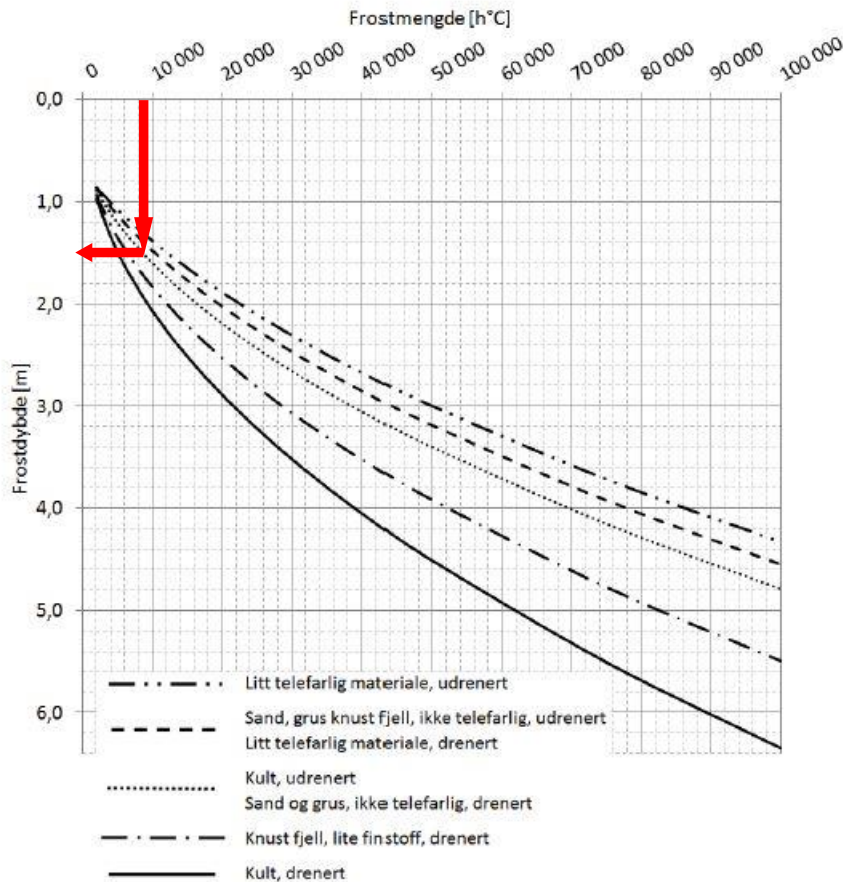
I forhold til anbefalte inngangsverdier avviker verdiene på andel tunge kjøretøy. Denne prosentverdien er benyttet i samarbeid med Statens vegvesen og Ingvar Tøndel.

Parameter	Hovedveg	Samleveg	Adkomstveg
Andel tunge kjøretøy (%)	15	10	5
Dimensjoneringsperiode (år)	20	20	20
Trafikkvekst (%)	2	2	2
Aksellast (tonn)	10	10	10

*Figur 510.1 Normalverdier for inngangsparametere til figur 510.2*

**Figur 42: Normale inngangsverdier til diagram for beregning av trafikklaster [5].**

Det velges kult 22-120 mm som forsterkningslag. Det samme materialet anbefales benyttet i frostsikringslaget. Alternativt kan knust fjell (Sorterte sprengsteinsmasser) benyttes. Dette må tilgjengelighet og pris avgjøre senere.



Figur 43: Nødvendig frostfridybde [5].

Figur 43 angir nødvendig frostfridybde basert på dimensjonerende frostmengde. Dimensjonerende frostmengde er som nevnt tidligere 9000 h ° C ( $F_{10}$ ) og vises i figur 44. Årsmiddeltemperatur for Stjørdal er 5,5 ° C. I følge figur 44 skal da nødvendig frostdybde korrigeres med en faktor mellom 1,0 og 0,87. Korreksjonsfaktoren blir da 0,90. Frostfridybde ved direkte avlesning av figur 43 er ca. 1,5 m. Med korreksjonsfaktor blir denne dybden 1,35 m.

Vedlegg 2 – Årsmiddeltemperatur og frostmengder

Kommune-nummer	Kommune-navn	Årsmiddel-temperatur	Frostmengder, h°C				Korreksjonsfaktorer	
			$F_2$	$F_5$	$F_{10}$	$F_{100}$	Min	Maks
1662	Klæbu	4,5	8000	11000	14 000	24 000	0,96	1,19
1663	Malvik	5,4	4000	8000	10 000	18 000	0,96	1,42
1664	Selbu	4,4	6000	10000	13 000	23 000	0,85	1,54
1665	Tydal	2,4	12000	19000	24 000	38 000	0,71	1,78
<b>Nord-Trøndelag</b>								
1702	Steinkjer	4,7	8000	11000	14 000	24 000	0,86	1,86
1703	Namsos	4,5	8000	11000	14 000	25 000	0,53	1,42
1711	Meråker	4,1	8000	13000	17 000	28 000	0,86	1,47
1714	Stjørdal	5,5	4000	7000	9 000	16 000	0,98	1,73
1717	Frosta	5,1	4000	7000	10 000	17 000	0,94	1,18

Figur 44: Årsmiddeltemperatur og frostmengder [5]

Frostsikringslag	Antatt vanninnhold i frostsikringslag	Årsmiddeltemperatur °C					
		-2	0	2	4	6	8
Kult, drenert	1,0 %	-	1,66	1,21	1,00	0,87	0,79
Knust fjell, lite finstoff, drenert	2,0 %	1,92	1,40	1,15	1,00	0,90	0,82
Kult, udrenert	4,0 %	1,43	1,23	1,10	1,00	0,92	0,86
Sand, grus, knust fjell, ikke telefarlig, drenert	6,0 %	1,29	1,17	1,08	1,00	0,94	0,89
Litt telefarlig materiale, drenert	8,0 %	1,22	1,13	1,06	1,00	0,95	0,90

Figur 511.5 Korreksjon av frostdybde ved frostsikring med knust fjell, sand eller grus dersom årsmiddeltemperatur avviker fra 4°C.

Figur 45: Korreksjonsfaktor for årsmiddeltemperatur [5].

Overbygningen som er presentert er 1,36 m og tilfredsstiller kravene til frostsikring uten at det må legges inn et ekstra lag eller øke tykkelsen av kultlaget.

H/S/A		DIMENSJONERINGSTABELL FOR HOVED-, SAMLE- OG ADKOMSTVEGER (lagtykkelser i cm)						
		TRAFIKKGRUPPE (Antall ekvivalente 10 t aksler pr. felt i dimensjoneringsperioden, N, mill.) Beregning av trafikkgruppe, se pkt 510.2						
		A (< 0,5)	B (0,5 - 1)	C (1 - 2)	D (2 - 3,5)	E (3,5 - 10)	F (> 10)	
DEKKE		Dekketype og tykkelse velges på grunnlag av ADT i åringsåret, se pkt. 512.3 / figur 512.1						
BÆRELAG		Tykkelse (cm), bærelag						
Anbefalte materialer:		9	10	11	12	13	14	
Ag		5 over 6	6 over 7	6 over 8	7 over 8	7 over 9	7 over 10	
Ag over Ap		5 over 10	6 over 10	7 over 10	8 over 10			
Ag over Ak		6 over 5	6 over 7	6 over 9	6 over 10			
Ag over Gja <sup>3)</sup>		5 over 10	6 over 10	7 over 10				
Ag over Fk		20						
Fk								
FORSTERKNINGSLAG PÅ		Tykkelse (cm), forsterkningslag med lastfordelingskoeffisient a = 1,0						
Materialtype i grunnen:	Bæreevne gruppe							
Fjellskjæring, steinfylling, T1 <sup>6)</sup>	1	30	30	30	30	30	30	
Grus Cu ≥ 15, T1	2	30	30	30	30	30	30	
Grus Cu < 15, T1								
Sand Cu ≥ 15, T1	3	30	30	30	40	50	50	
Fjellskjæring, steinfylling T2 <sup>6)</sup>								
Sand Cu < 15, T1 <sup>4)</sup>	4 <sup>7)</sup>	40	40	50	60	70	80	
Grus, sand, morene, T2								
Grus, sand, morene, T3	5	50	60	70	70	80	90	
Silt, leire, T4, c <sub>u</sub> ≥ 50 kPa	6 <sup>7)</sup>	60	70	70	80	90	100	
Silt, leire, T4, c <sub>u</sub> 37,5-50 kPa	6	60	70	80	80	90	100	
Silt, leire, T4, c <sub>u</sub> 25-37,5 kPa	6	60+20 <sup>1)</sup>	70+10 <sup>1)</sup>	80	80	90	100	
Silt, leire, T4, c <sub>u</sub> < 25 kPa <sup>2)</sup>	6	60+50 <sup>1)</sup>	70+40 <sup>1)</sup>	80+30 <sup>1)</sup>	80+30 <sup>1)</sup>	90+20 <sup>1)</sup>	100+10 <sup>1)</sup>	
BÆRELAGSINDEKS Bl <sub>k</sub> <sup>5)</sup>		39	45	50	54	62	65	
1) Tall med pluss foran er knyttet til anleggstekniske forhold. 2) For undergrunn av leire med c <sub>u</sub> < 25 kPa skal forsterkningslagstykkelse og sikkerhet mot grunnbrudd vurderes spesielt. 3) Tykkelsene forutsetter en lastfordelingskoeffisient på min. 1,75. Ved lastfordelingskoeffisienter mellom 1,35 og 1,75 må tykkelsen økes for å overholde kravene til indekserverdi. 4) Sand med Cu < 5 skal vurderes særskilt. 5) Definisjon av bærelagsindeks (Bl <sub>k</sub> ), se vedlegg 4. 6) Fjellskjæring omfatter både dyp- og grunnsprengning, for grunnsprengning er det krav om min 0,75 m fra vegoverflate til topp av knøler, se pkt. 226.3. 7) Tykkelsen på forsterkningslag over isolasjonslag av XPS, lettklinker og skumglass må også vurderes ut fra anleggstekniske forhold.  GRUNNFORSTERKNING: Nødvendig tykkelse av grunnforsterkningslag for at dette skal kunne betraktes som undergrunn ved dimensjonering av overbygning er vist i figur 510.10.  FROSTSIKRING: Om bæreevnemessig dimensjonering ved ulike typer frostsikring, se kap. 511.  Cu og c <sub>u</sub> : For velgraderte og/eller grove masser brukes <i>graderingstall</i> (C <sub>u</sub> eller Cu, fra engelsk: Coefficient of uniformity) som er definert som d <sub>60</sub> /d <sub>30</sub> , se vedlegg 13. For leire brukes begrepet <i>udrenert skjærfasthet</i> (c <sub>u</sub> , engelsk: cohesion, undrained).								

Figur 46: Dimensjoneringstabell for hoved-, samle- og adkomstveger [5].



## 8. Kontroll mot anleggstekniske forhold

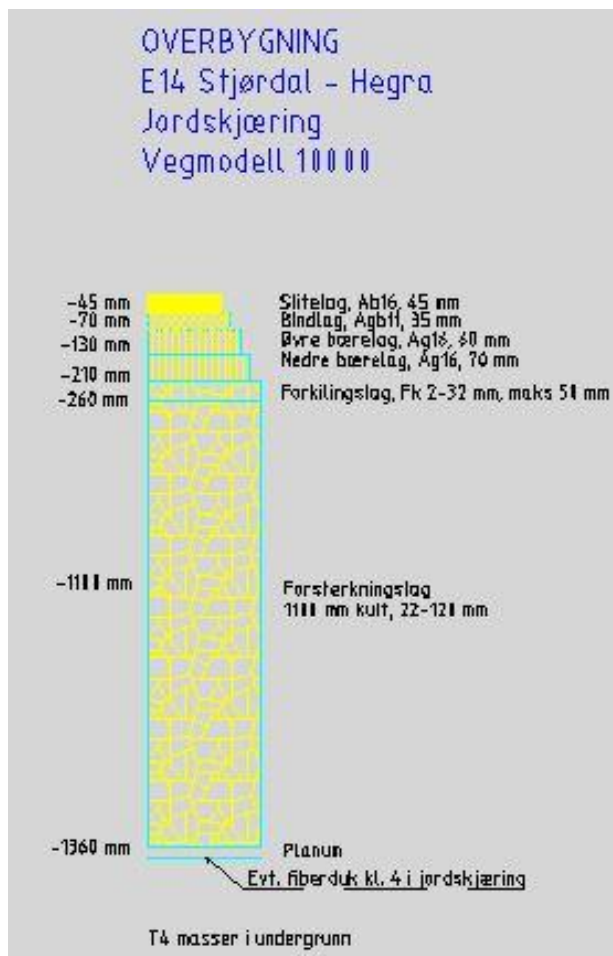
Det foreligger ikke tilstrekkelige data til å vurdere dette på nåværende tidspunkt.

## 9. Kontroll av styrkeindeks

Styrkeindeksen er heller ikke behandlet da data om grunnforhold ikke er tilgjengelig.

## 10. Valg av endelig overbygning

Valgt overbygning som er lagt til grunn i beregningene under punkt 5, 6 og 7 er vist i overbygningsskissen under.



Figur 47: Foreslått overbygning for E14 Stjørdal - Hegra.

Dekket består av et slitelag av asfaltbetong (Ab 16) og et bindlag av asfaltgrusbetong (Agb11). I øvre- og nedre bærelag er det foreslått brukt asfaltgrus (Ag16). Det er lagt inn et forkilingslag mellom nedre bærelag og forsterkningslaget. Forsterkningslaget opparbeides av kult 22-120 mm.

## 4.2 Forslag til kryssløsninger for E14 Stjørdal-Hegra

### 4.2.1 Systemvalg for sekundærvegnett og påkobling til E14

E14 mellom Stjørdal og Hegra skal planlegges etter dimensjoneringsklasse H5. Dette innebærer at alle kryss langs denne strekningen skal være planskilte kryss. Langs denne strekningen er det mange eksisterende kryss/avkjørsler som må saneres. Det må også etableres minimum et planskilt kryss på strekningen.

En gjennomgang av strekningen viser at det kunne ligget godt til rette for et planskilt kryss allerede ved pr. 1900 fra Ligaardsrundkjøringen. Men dette er nærme Stjørdal og en sanering av dagens kryss gir ikke store ulemper for boliger/gårdsbruk på hver side. Disse kan med enkle grep få nye adkomster/tilkoblinger inn mot eksisterende sekundærvegnett. I lys av de relativt omfattende grepene som må gjøres med strekningen kan det være fornuftig å ikke planlegge et planskilt kryss her i utgangspunktet. Det kan ved senere utredninger vise seg at det er momenter som ikke er avdekket i denne oppgaven eller forhold som det ikke er tatt tilstrekkelig hensyn til, som likevel tilsier at et kryss bør vurderes her.

Det betydelige antall avkjørsler som må saneres må på en eller annet måte få ny påkobling til et sekundærvegnett som er tilkoblet hovedlinjen E14. Det er mange avkjørsler som avskjæres, men trafikken som dette genererer er likevel beskjedent uten at denne er tallfestet. I denne sammenheng er det kun gjort visuelle bedømminger av trafikkmengden. Det er mange gårdsbruk, noen eneboliger og noe industri som blir berørt av dette og de til sammen vil generere en beskjedent trafikk.

En løsning som er drøftet sammen med den opprinnelige veilederen for oppgaven, Ingvar Tøndel fra Statens vegvesen var å anlegge kombinert g/s-veg og en enkel lokal veg/sekundærveg. Det er denne løsningen som er valgt og som er presentert i denne oppgaven.



Det er også kommunisert med Joar Nortug som er veilederen/kontaktperson hos Statens vegvesen i dag.

Basert på dette er det tatt en gjennomgang av strekningen og foreslått systemvalg og hvor det vil være hensiktsmessig å anlegge planskilte kryss. Det er også sett på ulike kryssløsninger som kan være aktuelle og vurdert styrker og svakheter med disse kryssløsningene.

For E14 mellom Stjørdal og Hegra vil hovedgrepet være å utvikle en H5 veg i dagens trase. Linjen vil følge dagens trase med kun noen mindre kurveutbedringer for å tilfredsstille kravene i dimensjoneringsklasse H5. Parallelt med hovedlinjen anlegges det en kombinert sekundærveg/lokalveg og g/s-veg som følger hele strekningen fra Ligaardsrundkjøringen fram til tettstedet Hegra. Denne anlegges på nordsiden av linjen. Det store antallet avkjørsler på strekningen, gjør det også nødvendig å anlegge en kombinert sekundærveg/lokalveg og g/s-veg på deler av strekningen på sørsiden av linjen. Det er i denne oppgaven sett at det vil være et behov fra pr. ca 2250 til og pr. ca.7050.



**Figur 48:** Viser første del av stekningen fra Ligaardsrundkjøringen til ca. pr. 5200 [4].

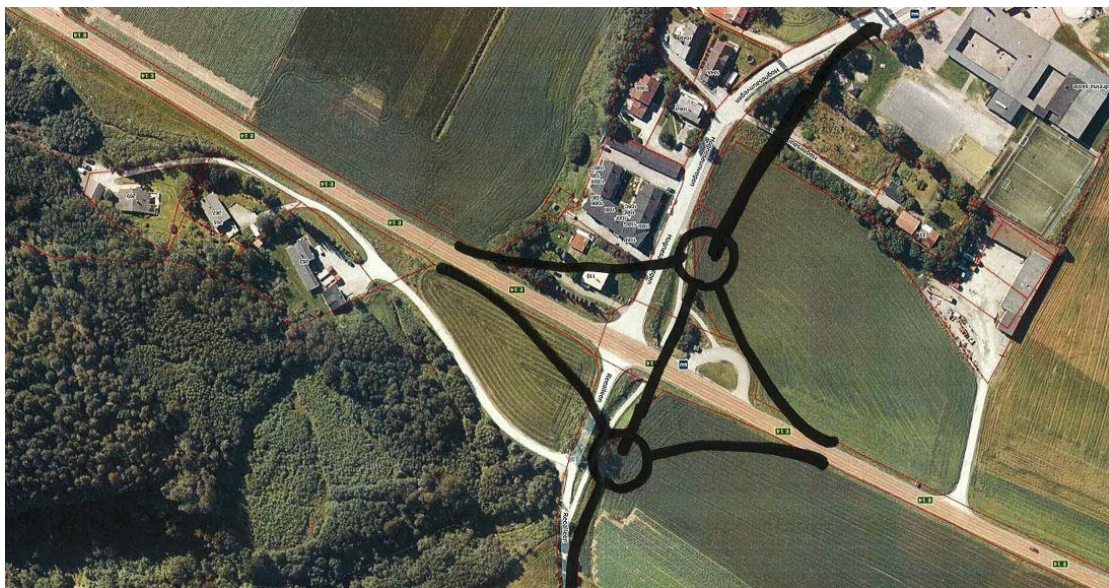


**Figur 49: Viser flyfoto av del 2 av strekningen fra pr. ca 5200.**

Påkobling fra sekundærveg/lokalveger langs linjen er foreslått i planskilte kryss ved kryss mellom Fv. 29 og E14 ved ca. pr. 4650 og i kryss mellom Fv752 og E14 på tettstedet Hegra. Her er krysset foreslått i pr. ca. 8750.

#### 4.2.2 Vurdering av behov for planskilt kryss ved pr. ca. 1900

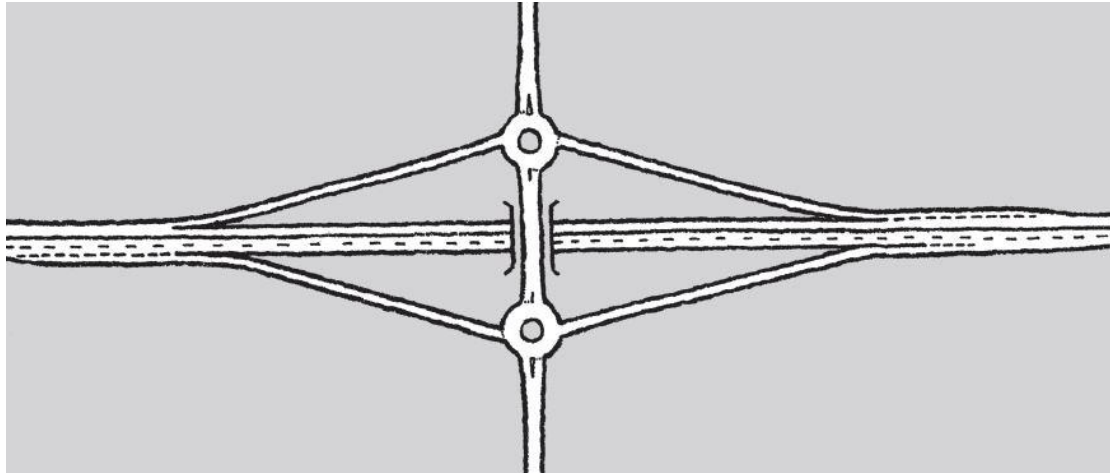
Det ble innledningsvis argumentert bort fra et mulig planskilt kryss ved ca. pr. 1900. Nærheten til Ligaardsrundkjøringen og utbygd sekundærvegnett på begge sider av E14, hvor avskjærte gårdsbruk og eneboliger med enkle grep kan kobles til sekundærvegnettet og ha tilkomst til E14 igjen ved Ligaardsrundkjøringen. Dersom en likevel skulle komme til at et kryss her ville være aktuelt, ville et ruterkryss kunne være en god løsning. Ruterkrysset er vist med en rundkjøring på hver side og en overgangsbru eller bru i linja for kryssing av E14. Skissen som er vist i figur 50 har ikke tatt stilling til om det burde være bru i linja for E14 eller overgangsbru. Ramper og stigningsforhold bør vurderes nærmere, samt en estetisk vurdering av hva som vil gli lettest inn i landskapet.



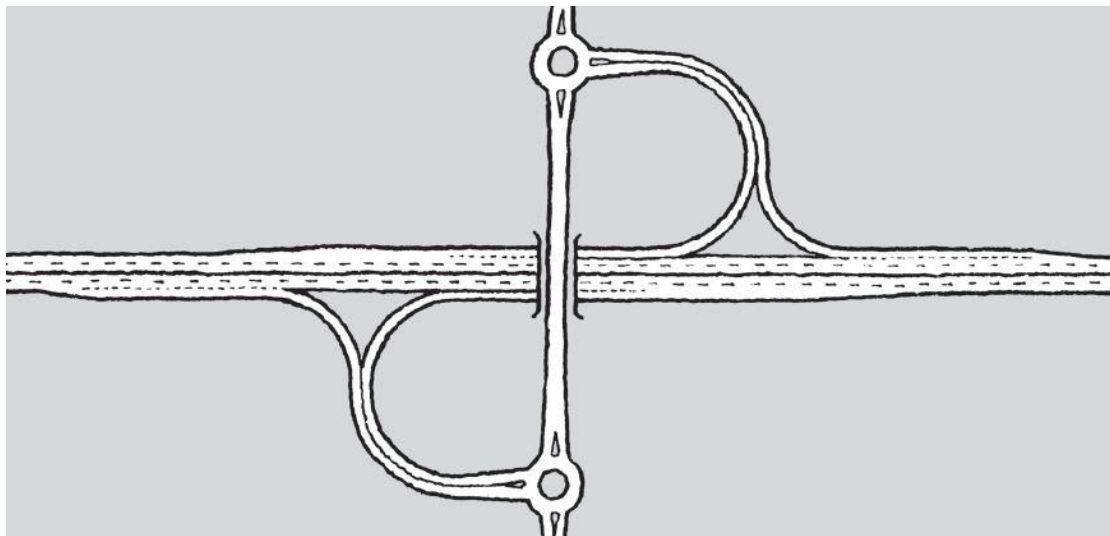
**Figur 50:** Flyfoto hentet fra maps. google for aktuelt kryssområde ved pr. 1900 med inntegnet forslag til kryssløsning. (Retning Hegra til venstre på bildet)

### 4.2.3 Vurderinger av alternative kryssløsninger ved pr. ca 4650 – Sammenkobling av Fv. 29

Det er vurdert to ulike planskilte kryss for påkobling av Fv. 29 til E14. Disse to prinsipielt ulike kryssene er beskrevet i det etterfølgende og det er prøvd å beskrive styrker og svakheter for disse to løsningene. Prinsippskisser for disse kryssene er vist i figur 51 og figur 52.



Figur 51: Prinsipppløsnig for et ruterkryss [10].

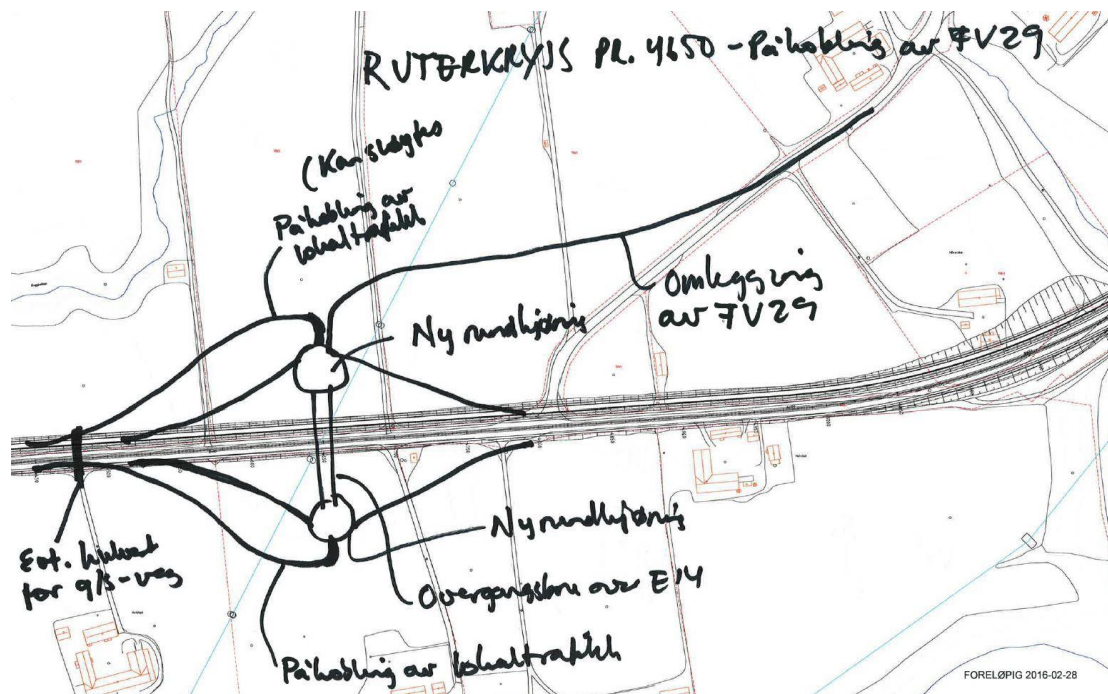


Figur 52: Prinsipppløsnig for halvt kløverbladkryss [10].

### 4.2.3.1 Ruterkruss med bru i linja for E14

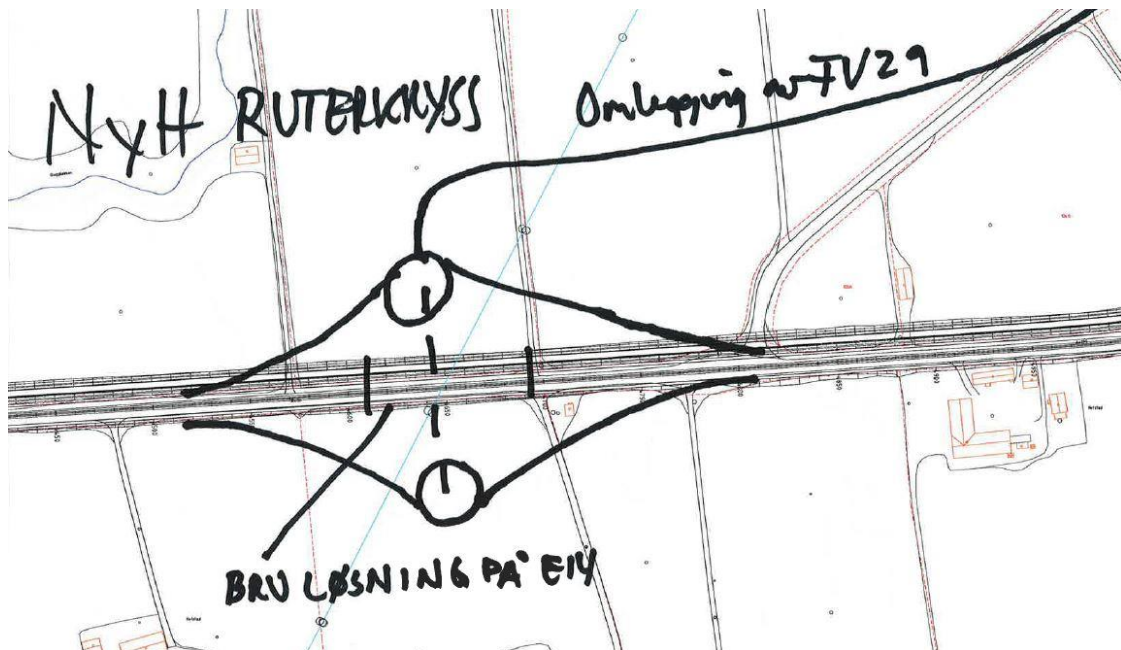
Den første kryssløsningen som omtales er et tradisjonelt ruterkruss. Ruterkrysset krever minst areal av de planskilte krysstypene [10]. Det er en stor fordel her siden arealet som beslaglegges av det foreslåtte krysset er jordbruksareal. Et ruterkruss gir også god oversikt og er enkelt å lese for trafikantene da det gir logiske retningsvalg [10]. Ruterkrysset har også korte tilslutningsramper.

Rampelengder er ikke utredet i detalj, men landskapet på sørsiden av krysset er ganske flatt, mens på nordsiden og påkobling av Fv29 stiger terrenget. Det er sett på rampelengder og stigningsforhold for kryssløsningene som er foreslått for tettstedet Hegra. Her er landskapsutfordringene ganske sammenlignbare og det antas at det uten store problemer kan anlegges et ruterkruss med en overgangsbru over E14.



Figur 53: Ruterkruss med overgangsbru over E14.

Det er godt mulig at en bru i linja på E14 også kan være en mulighet. Dette krysset vil da kanskje gli noe bedre inn i landskapet. Utfordringen med en slik løsning er at det øker stigningen på påkoblingen av Fv29. Et slikt krysset er vist i skisseløsning i figur 54.



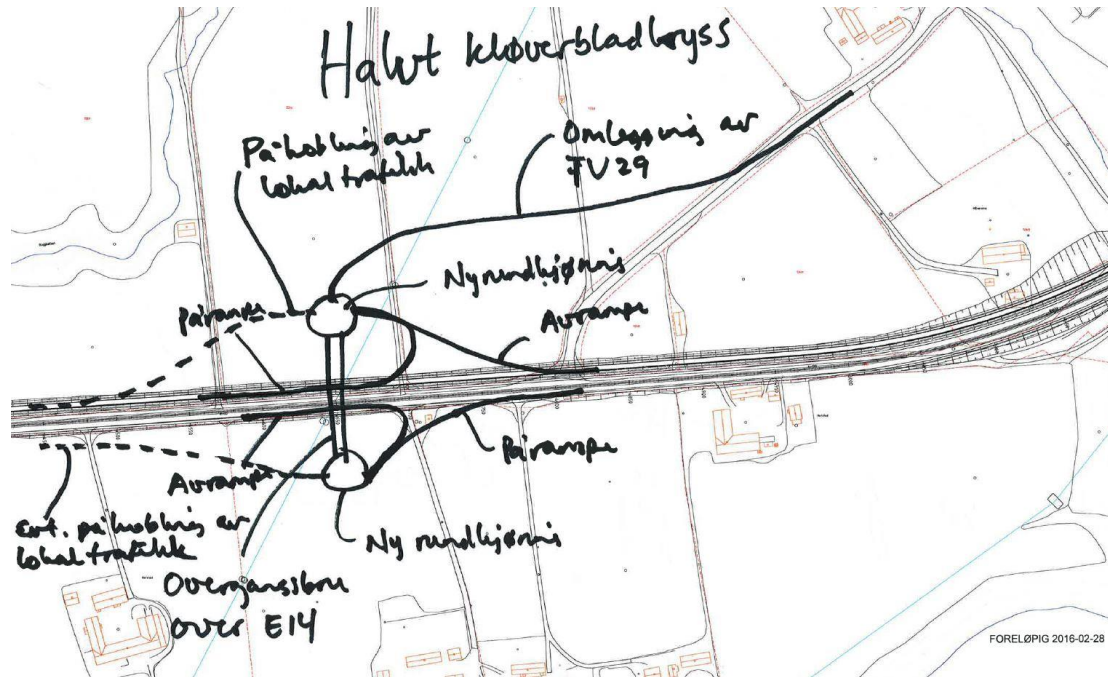
Figur 54: Ruterkyss med bru i linje for E14.

Figur 53 viser utfordringene med å anlegge et ruterkyss med Fv29 enten det har en overgangsbru over E14 eller bru i linja. I dette krysset må lokaltrafikk fra sekundervegnettet tilkobles krysset. Det lar seg løse, men geometrien for påkobling av sekundervegnettet kan bli utfordrende. Dette må veies opp mot andre fordeler som ruterkyss har og ikke minst bør videre arbeid med strekningen tallfeste trafikken på sekundervegnettet. Er trafikken her liten, slik det ser ut til, kan løsningen likevel være akseptabel.

Et ruterkyss kan også løses med en stor overliggende rundkjøring. Dette er ikke vist eller utredet her, da en slik løsning vil gli dårlig inn i terrenget og nærmest oppfattes som et fremmed element. Det vil nok også være en dyrere løsning og kreve to overgangsbruer over E14.

#### 4.2.3.2 Halvt kløverbladkryss med overgangsbru over E14

Den andre kryssløsningen som er vurdert for krysset mellom Fv29 og E14 er et halvt kløverbladkryss. Et slikt forslag er vist i skisseløsning i figur 26.



Figur 55: Halvt kløverbladkryss mellom Fv29 og E14.

Dette krysset består i likhet av ruterkrysset med en overgangsbru over E14 og en rundkjøring på hver side. Forskjellen er at både av- og pårampe er samlet på samme side og har en felles tangent inn mot rundkjøringen. Her er det valgt overgangsbru over E14, men krysset kunne vært utført med bru i linja for E14 også. De stedlige terrengforholdene ligger nok likevel mer til rette for en overgangsbru over E14.

En fordel for dette krysset sammenlignet med ruterkrysset er påkoblingen av sekundærvogene. Disse glir fint inn mot rundkjøringene på andre siden av rampene og geometriløsningene for denne påkoblingen er uproblematisk.

Et kløverbladkryss krever i utgangspunktet mer areal enn et ruterkryss og det kan sies å være negativt når arealet som båndlegges er produktivt jordbruksareal. Påkoblingen av sekundærvegnettet er også med på å øke arealet krysset beslaglegger.

En klar ulempe med denne kryssløsningen er den logiske oversikten over krysset. Trafikantene må svinge til venstre fra sekundærvogen for å svinge til høyre langs hovedvegen [10]. Dette kan være uvant og i noen tilfeller føre til kjøring i feil retning.

Lokale tilknytninger i kryssområdet anbefales i utgangspunktet ikke [10]. Bortsett fra en ekstra arm i rundkjøringene på sekundærvegnettet [10].

Kryssløsningen er ikke utredet i detalj og en utfordring kan være rampelengder og stigningsforhold. Dette bør det være mulig å løse dersom man velger å vurdere denne kryssløsningen nærmere.

En annen kryssløsning som kunne være aktuelt for dette krysset er trompetkryss, men påkobling av sekundærvegnettet gjør denne krysstypen uegnet.

Ut i fra de momenter som er drøftet for dette krysset synes det som kløverbladkrysset har de største fordelene. Det bør likevel utredes nærmere om ruterkrysset kan være en mulighet. Dersom det finnes gode geometriløsninger for påkobling av sekundærvegnettet, gir de logiske retningsvalgene i selve krysset en klar fordel for trafikantene. Da bør denne krysstypen velges.

En klar konklusjon kan ikke velges før en har oversikt over trafikken på sekundærvegnettet og før kryssene er prosjektert i detalj og utfordringene med begge krysstypene har kommet fram.



**Figur 56: Oversiktsbilde over kryssområdet.**

Figur 25 viser et oversiktsbilde over kryssområdet. Området er landlig og preget av mye jordbruksareal. Kryssområdet er oversiktlig og området ligger således godt til rette for et planskilt kryss på en eventuelt framtidig H5 veg på E14.



#### 4.2.4 Vurderinger av alternativer for planskiltkryss på Hegra

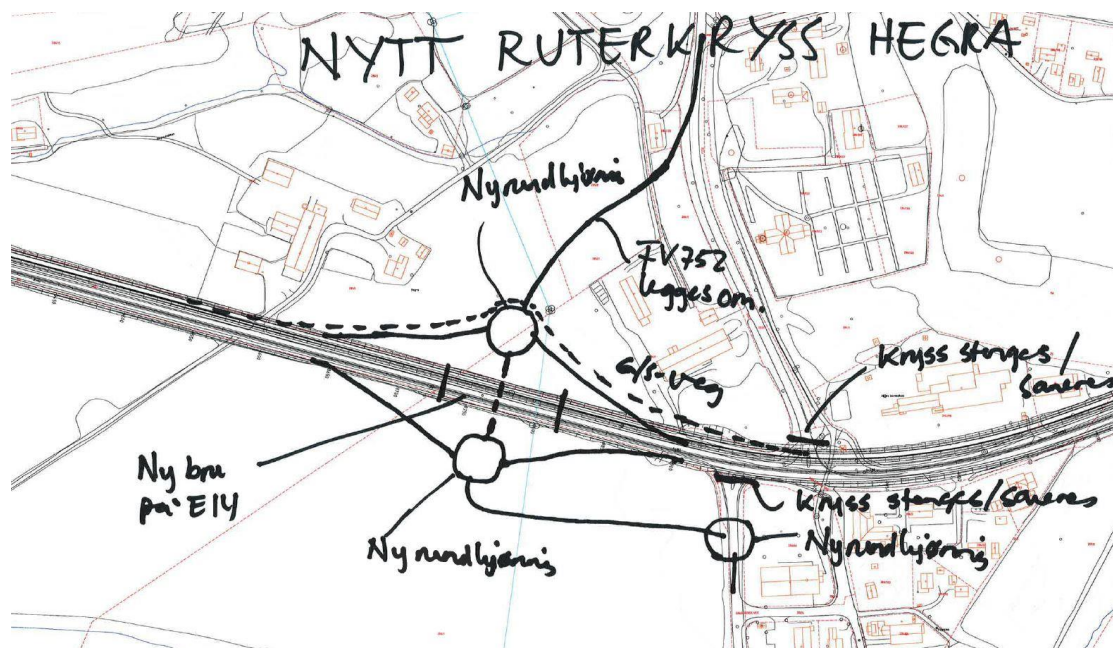
Det er i likhet med påkobling mellom Fv29 og E14 vurdert to prinsipielt ulike krysstyper for planskilt kryss på Hegra. Disse er et ruterkryss og et halvt kløverbladkryss som er vist i prinsipløsninger fra håndbok V121 i figur 51 og 52.

Det er valgt å gå noe mer i dybden av utredningen/detaljeringen av kryssene på Hegra for å avdekke de reelle mulighetene for gjennomføring basert på rent geometriske innfallsvinkler. Det er ikke tatt hensyn til geotekniske forhold eller grunnforhold generelt. Geotekniske rapporter har ikke vært tilgjengelige. Det er derfor valgt å se bort fra dette i arbeidet med oppgaven.

##### 4.2.4.1 Ruterkryss med bru i linja for E14

Det første krysset som er vurdert for Hegra er et ruterkryss. På Hegra kommer Fv752 som skal tilkobles E14 via et planskilt kryss. I tillegg skal det tilkobles trafikk fra sekundærvegnettet på nordsiden av E14 samt lokalveg som krysser over Stjørdalselva. Dette er Fv26.

Det er vurdert to ulike ruterkryss som har vært nevnt tidligere. Ett med bru i linja for E14 og ett med overgangsbru over E14. Figur 28 viser en skisseløsning av et kryss med bru i linja for E14.



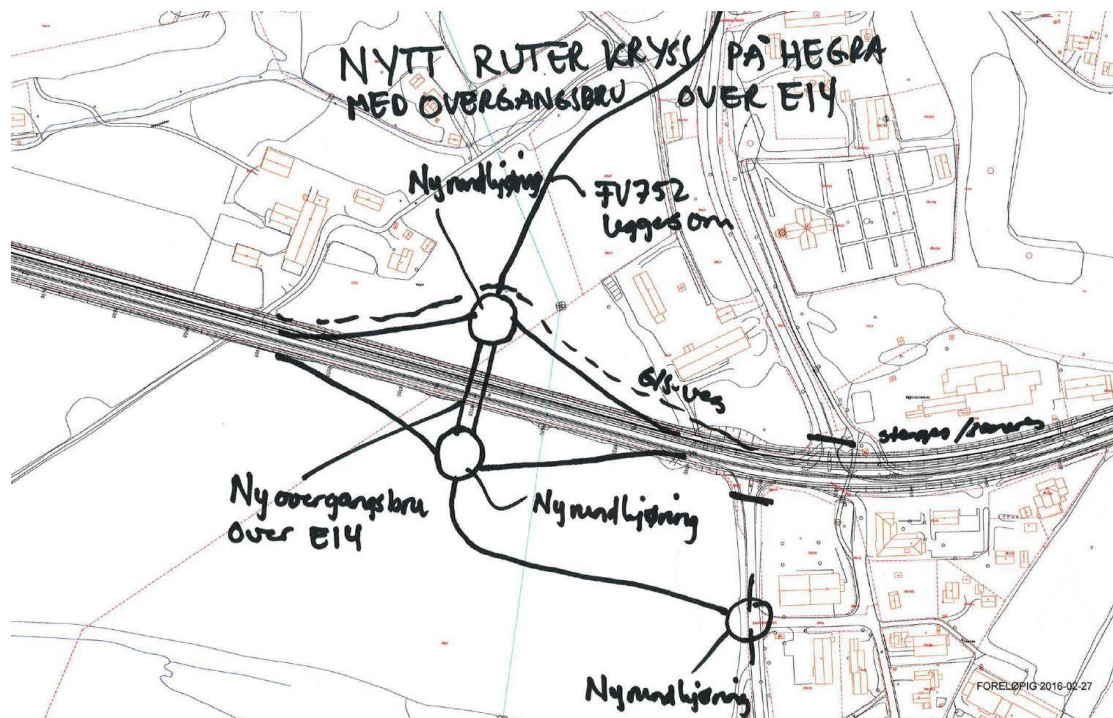
Figur 57: Forslag til nytt toplanskryss på Hegra. Ruterkryss med bru i linja for E14.

De stedlige terrengforholdene gjør et kryss med bru i linja for E14 utfordrende. Påkobling av Fv752 som vist i skissen lar seg ikke gjennomføre ved et slik alternativ.

#### 4.2.5 Ruterkryss med overgangsbru over E14

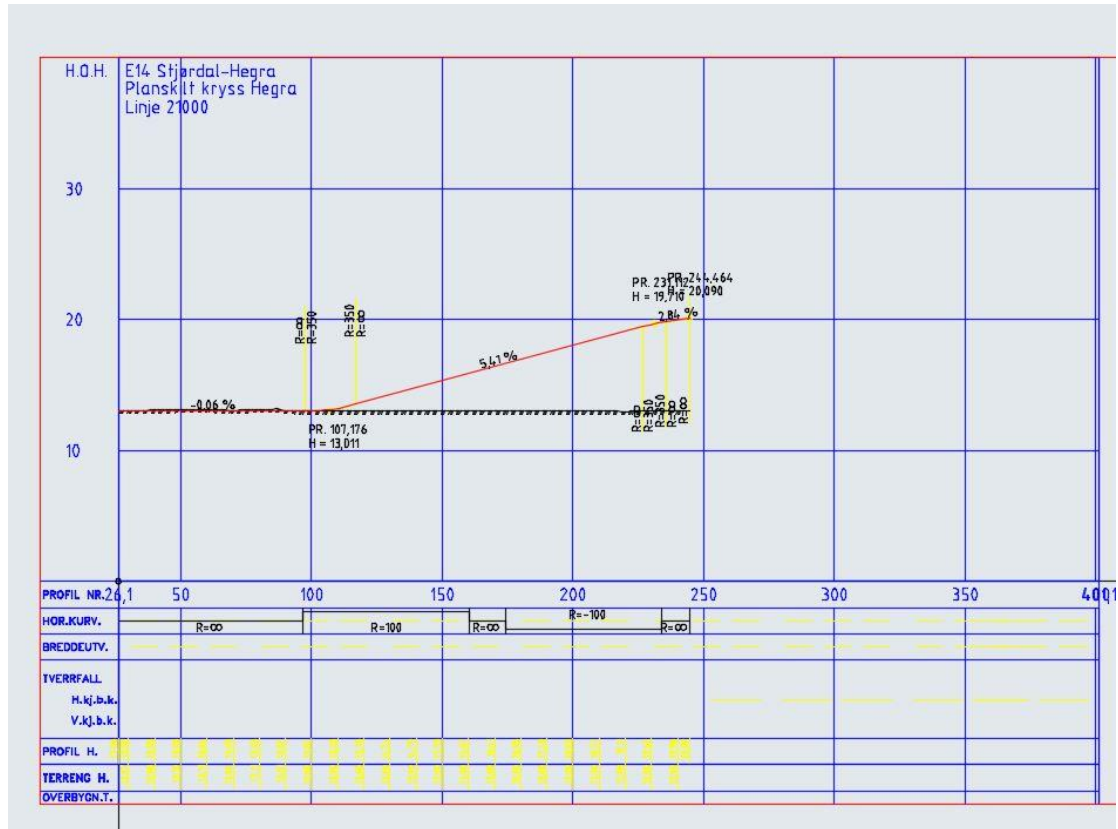
En bedre løsning som også viser seg å være gjennomførbar rent geometrisk er vist i figur 33. Dette er et ruterkryss med overgangsbru over E14.

Krysset har de samme fordeler som har vært behandlet tidligere. Det er logiske kjøreretninger for trafikantene og krysområdet krever i utgangspunktet mindre areal enn andre planskilte kryss. Påkobling av fylkesveg 752 er også vist med en god løsning for dette krysset.

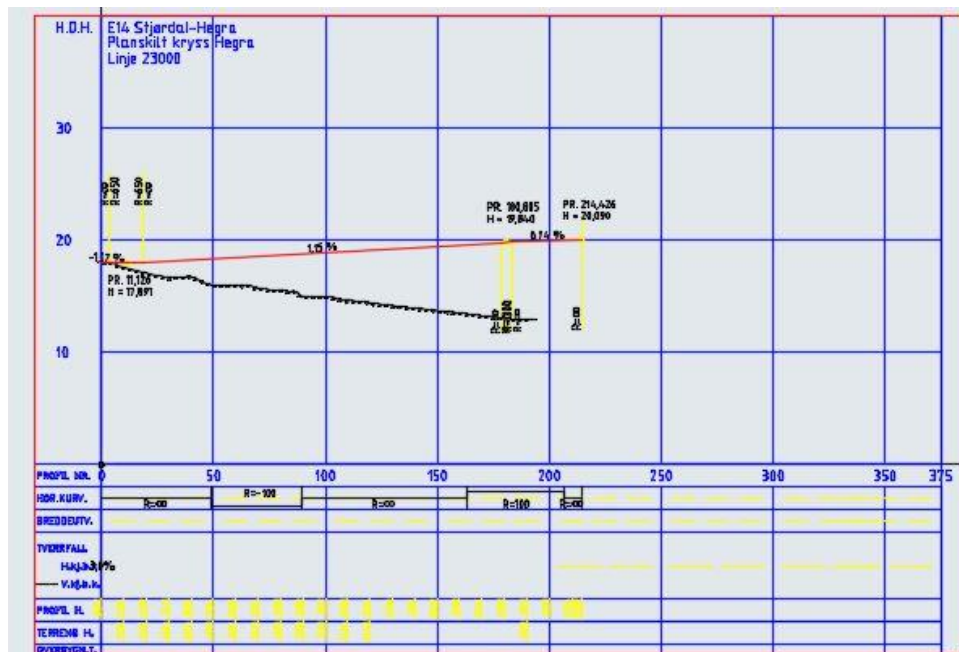


Figur 58.: Ruterkryss på Hegra med overgangsbru over E14.

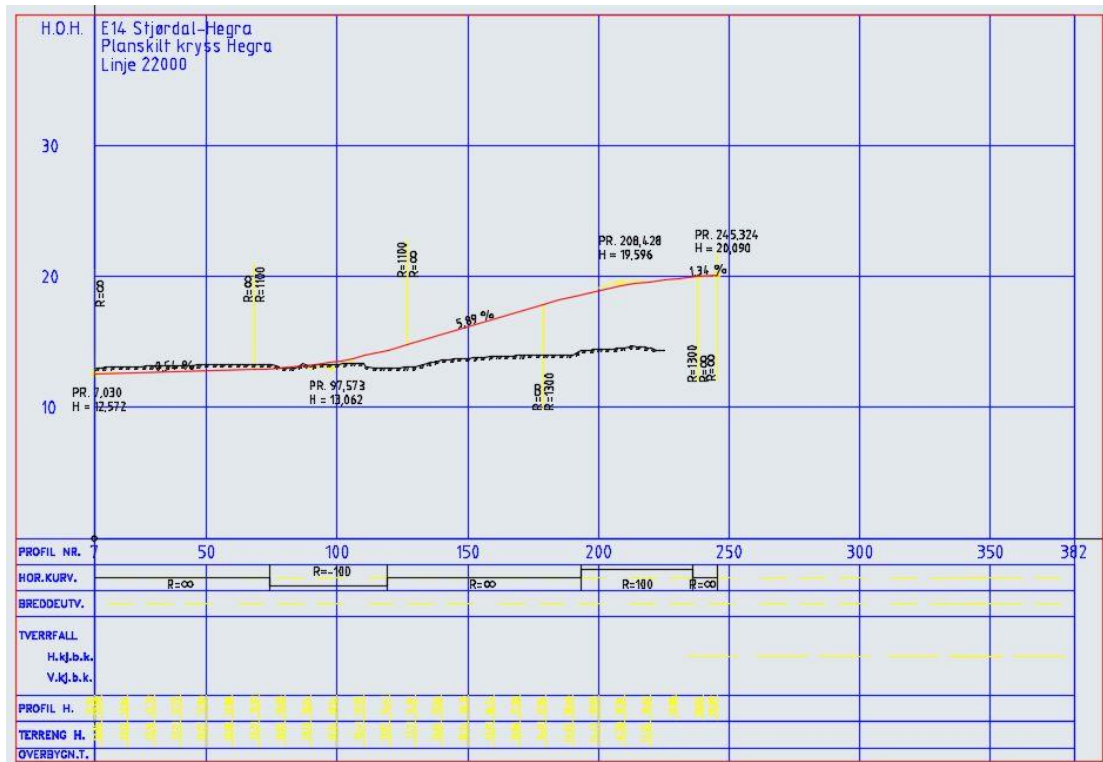
Figur 59 viser stigningsforholdene for avkjøringsrampe i retning Hegra. Alle rampene har som vist i figur 59 til 62 stigningsforhold som samsvarer med krav til rampene. Ramper skal i utgangspunktet ikke ha større stigning enn 6% dersom sekundærvegen ligger under primærvegen og 8% dersom den ligger over [10].



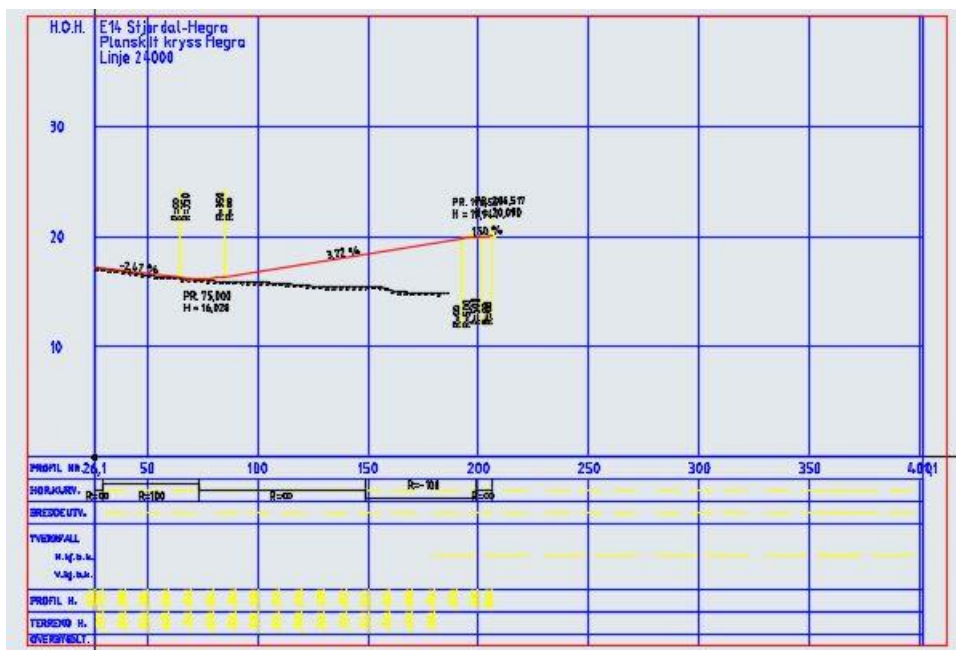
Figur 59. Stigningsforhold for avkjøringsrampe retning Hegra.



Figur 60: Stigningsforhold for påkjøringsrampe i retning Hegra.



Figur 61. Stigningsforhold for påkjøringsrampe retning Stjørdal.



Figur 62. Stigningsforhold for avkjøringsrampe retning Stjørdal.

Det er så langt kun lagt arbeid i å tilfredstille stigningsgraden på rampene. Vertikalkurvaturen er ikke gjennomgått i detalj og det kan med fordel legges inn større vertikalkurver på rampene. Særlig der rampene tar av fra hovedvegen. Inn mot rundkjøringen bør det også legges inn større radius, men her er det mulig å fravike kravene da fartsnivået vil være lavt. Dette betinger at siktforholdene er tilfredsstillende.

Figur 63 viser et utklipp av dette krysset fra modellfilen i dak-verktøyet.

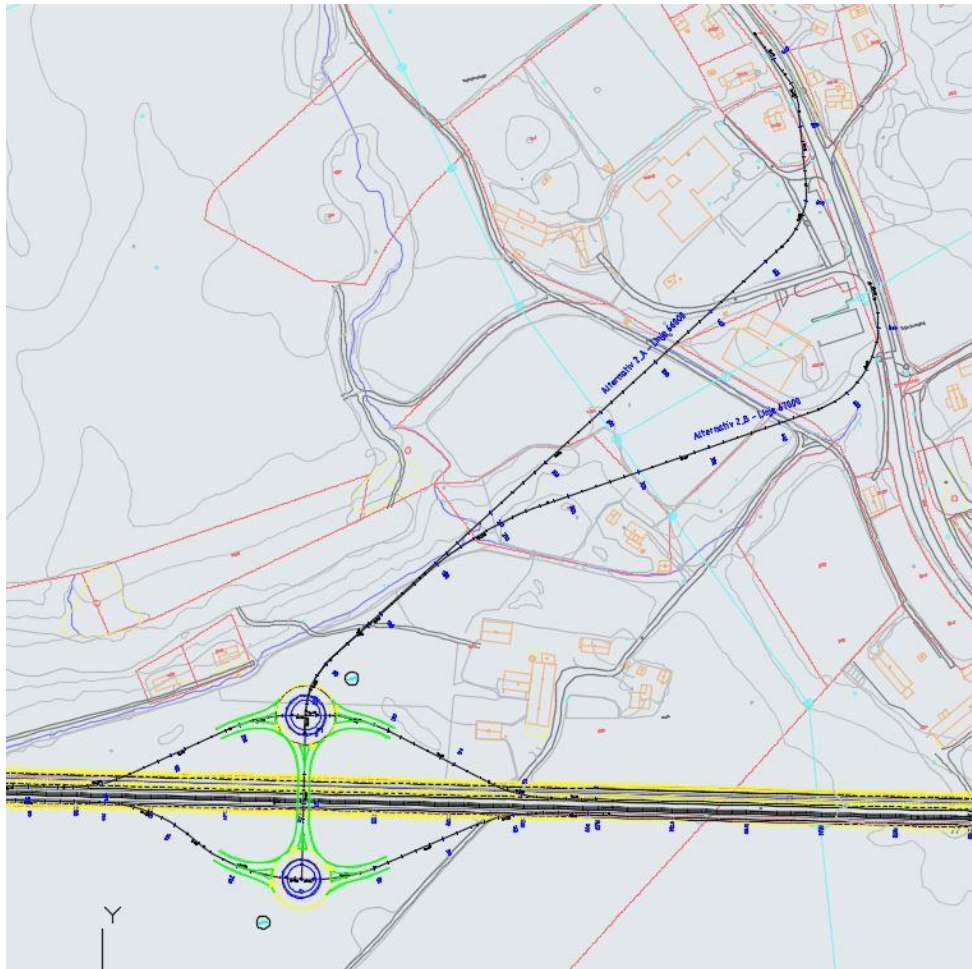
En klar ulempe med dette krysset er påkobling av lokaltrafikk på nordsiden av krysset. Dette er ikke vist i detalj i skisseløsningen. Det lar seg løse, men geometrien kan bli dårlig ved påkobling til rundkjøringen. Om dette kan aksepteres bør vurderes opp mot ÅDT for sekundærvegen og krysset for øvrig.



Figur 63: Ruterkryss på Hegra. Utklipp fra geometrifil. (Dak-verktøy)

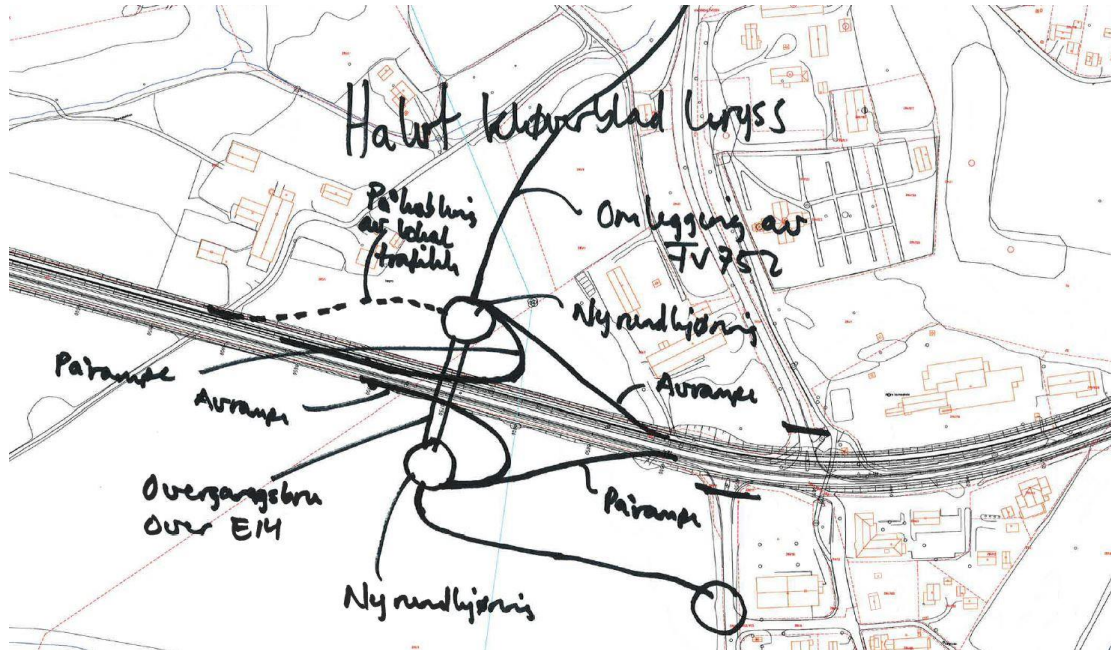
#### 4.2.6 Alternativ plassering av ruterkryss

Figur 64 viser alternativ plassering for ruterkryss på Hegra hvor kryssplasseringen er trekt fram til pr. 8450. Fordelen med denne kryssplasseringen er dersom man velger å gå for ruterkryss med bru i linja for E14. Her blir da påkoblingen av fylkesveg 752 enklere. Denne påkoblingen av Fv752 vil også skape mindre inngrep på eksisterende jordbruksareal. Krysset er ikke videre utredet, da det vil ha samme styrker og svakheter som for tidligere kryss.



**Figur 64: Alternativ plassering av ruterkryss på Hegra.**

#### 4.2.6.1 Halvt kløverbladkryss med overgangsbru over E14



Figur 65: Halvt kløverbladkryss med overgangsbru over E14.

Figur 65 viser et annet forslag for planskilt kryss for Hegra. Dette er et halvt kløverbladkryss med overgangsbru over E14, med rundkjøringer på hver side av E14.

Dette krysset er også behandlet under påkobling mellom Fv29 og E14. Det vil ha de samme styrker og svakheter som beskrevet her. I dette krysstilfellet vil det kun være aktuelt med påkobling av sekundærtrafikk fra retning Stjørdal på nordsiden av krysset. Fordelen med denne kryssløsningen er den geometriske utformingen alle vegarmene i krysset kan gis. Dette gir gode og velkjente geometriløsninger.

Dette krysset vil ha de samme geometriske utfordringene med hensyn til høyder og stigningsforhold for rampene som ruterkrysset med overgangsbru. Krysset vil også ha gode forutsetninger for å kunne gli fint inn i landskapsbildet. Det ligger godt til rette for å kunne forme landskapet rundt krysset, slik at det glir lett og naturlig inn i landskapsbildet. Dette er viktig i et åpent landskap som krysset skal bli en del av.

Krysset framstår som et meget godt alternativ for nytt planskilt kryss for Hegra, basert på de forholdene som har vært vurdert så langt. Da er det som tidligere nevnt kun valgt å fokusere på de geometriske og trafikale forholdene rundt krysset.

## 4.3 Plassering av forbikjøringsfelt og stopplommer

### 4.3.1 Forbikjøringsfelt

Det er lagt inn to forbikjøringsfelt langs strekningen fra Ligaardsrundkjøringen til Hegra. Strekningen er litt over 9 km lang og det skal i følge kravene etableres en forbikjøringsmulighet pr. 10 km.

#### 4.3.1.1 Forbikjøringsfelt – Retning Hegra

I retningen Hegra er det lagt inn forbikjøringsfelt fra profilnr. 2100 til 3100. Trafikantene har da kjørt ca. halvvegs fra Ligaardsrundkjøringen til første planlagte planskilte kryss. Dersom dette opprettholdes i fortsettelsen virker dette fornuftig. Det kunne vært en mulighet å etablere 4-felts i forbindelse med selve krysset, men dette gir ikke håndbøkene anledning til. Da virker det fornuftig å trekke forbikjøringsfeltet bort fra kryssområdet. En etablering av forbikjøringsmulighet vil mest sannsynlig øke gjennomsnittshastigheten for denne strekningen. Det er ikke et ønske å øke denne inn mot et stort kryssområde, dersom ikke antall felt økes. En plassering som angitt virker derfor fornuftig.



Figur 66: Forbikjøringsfelt. pr 2100 – 3100.

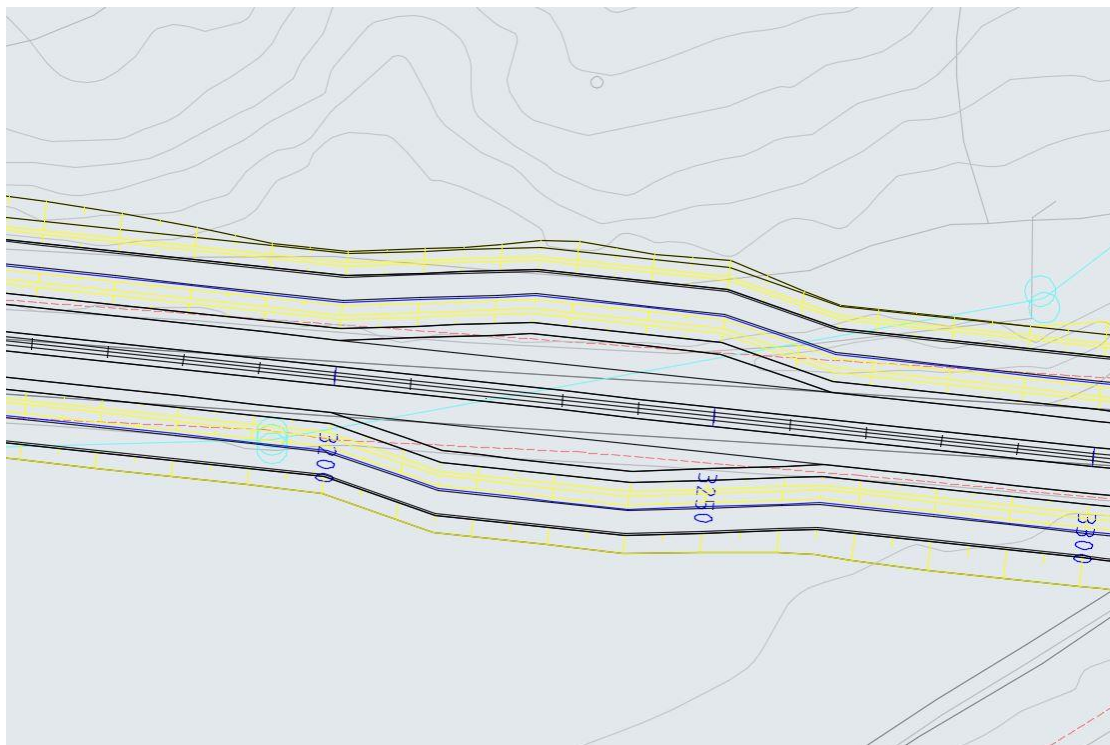


### 4.3.1.2 Forbikjøringsfelt – Retning Stjørdal

I retning Stjørdal er forbikjøringsfeltet etablert fra profilnr. 6200-7200. Trafikantene kommer fra en 2-felts veg uten midtdeler og kjører inn på H5 vegen med midtdeler på Hegra. Forbikjøringsmuligheten kommer etter ca. 2 km. Etter nye 2 km kommer et planlagt planskilt kryss med Fv. 29. Det virker derfor som en god løsning å etablere forbikjøringsmuligheten som angitt.

### 4.3.2 Stopplommer

Det er etablert stopplommer i tråd med håndboken, dvs. ca hver 2 km. Stopplommene er på dette planstadiet lagt sentrisk om E14, men bør nok sideforskyves mer i den videre detaljeringen. Dette vil føre til mindre beslag av jordbruksareal akkurat i dette snittet. G/s-vegen må også gis en mykere linjeføring enn vist forbi disse stopplommene. Foreløpig er det ikke laget egne vegmodeller for sekundærvegen og g/s-vegen. Det bør gjøres i en nærmere detaljering av strekningen.



Figur 67: Viser stopplommer ved pr. 3200.

#### 4.4 Faseplaner for kryssløsning Hegramo

Dersom belyste kryssløsninger for Hegra legges til grunn for framtidig E14, anses ikke trafikkavvikling og faseplanlegging som komplisert. Dette avhenger også av at omlegging av E14 kan gjøres på eksisterende jordbruksareal.

Det er likevel ikke mye areal som trengs for å legge om E14 mens krysset bygges. Det kan bygges på en side av gangen og trafikken kan gå på motsatt side. Trafikken kan også legges om via rampene på ene siden mens overgangsbruene over E14 bygges.



**Figur 68:** Oversiktsbilde kryssområde Hegra. (kilde: maps.google.no)

Som figur 43 viser er landskapet også her åpent og preget av landlig jordbruksareal.

## 5 DETALJPLANTEGNINGER

### 5.1 Tegningstyper som er utarbeidet i den forenklete detaljplanen

Det er som en del av masteroppgaven utarbeidet en forenklet detaljplan for strekningen Ligaardsrundkjøringen – Hegra. Tegningsheftet består av følgende tegningstyper i henhold til Statens vegvesens håndbok R700. A-tegninger (Forside og tegningsliste), B-tegninger (Oversiktstegninger), C-tegninger (Geometritegninger), D-tegninger (Sekundærveger), E-tegninger (Kryssområde) og F-tegninger (Normalprofiltegninger).

#### 5.1.1 A- og B-tegninger (Forside, tegningsliste og oversiktstegning)

Det er laget tre oversiktstegninger for strekningen i målestokk 1: 5000 (A1). For mer detaljerte planer må leseren se på C-tegningsserien som er utarbeidet i målestokk 1:1000 (A1).

#### 5.1.2 C-tegninger (Geometritegninger)

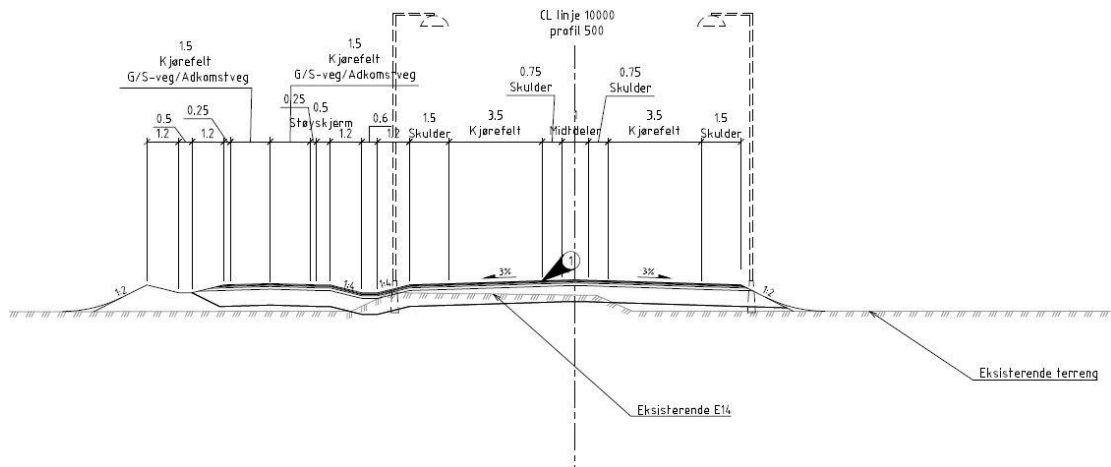
Det er utarbeidet C-tegninger, geometritegninger i målestokk 1:1000. Disse viser de geometriske elementene som er lagt inn. Sekundærvegnett, stopplommer og forbikjøringsfelt. Det er ikke detaljert ut kryssløsninger. I geometriplanen er det overordnet vist et forslag til ruterkryss for toplanskrysset på Hegra.

#### 5.1.3 D- og E-tegninger (Sekundærveger og kryssområder)

Det er utarbeidet D-tegninger for foreslått kryssområde på Hegra. Det er kun vist lengdeprofiler på disse D-tegningene for å vise gjennomføringsmulighetene for kryssløsningene. I tillegg er det utarbeidet en E-tegning (Plantegning) i 1: 500 for kryssområdet.

#### 5.1.4 F-tegninger (Normalprofiltegninger)

Normalprofiltegningene viser det normalprofilet som er lagt til grunn i den forenklete detaljplanen.



**Figur 69: Normalprofil linje 10000 pr. 500**

I normalprofilet er det satt av plass for en evt. støyskjerm. Det vil bli behov for dette på partier langs strekningen. Støyskjermen må utformes som en kombinert støyskjerm og rekkverk. Detaljer rundt rekkverksvurderinger er gitt i kapittel 4.

Normalprofilet ellers er et standard H5 normalprofil med et sekundærvegnett på venstre side i profileringsretningen. Sekundærvegnettet har et kjørefelt på 3,5 m bredde. Som drøftet i kapittel 4 må denne utformingen i det videre arbeidet vurderes opp mot forventet trafikkmengde.

## 6 KOSTNADSBEREGNINGER

### 6.1 Oppbygging av kostnadsberegningene

Det er foretatt en enkel kostnadsberegning basert på foreliggende masser fra vegmodellen (10000). Denne ligger til grunn for utarbeidet forenklet detaljplan. Det er beregnet elementkostnader for overbygningskostnader for veg med ensidig sekundærvæg og tosidig sekundærvæg. I tillegg er det satt kostnader på masseflytting og tilkjøring av masser til anlegget. Store viktige poster som opparbeidelse av VA/Drenering og to stk toplanskryss langs linjen er angitt med rundsum(RS) kostnader etter beste skjønn og erfaring. Avslutningsvis er usikkerheten i kostnadsanslaget forsøkt belyst.

### 6.2 Overbygningskostnader

Det er satt opp elementkostnader for overbygningen med både ensidig og tosidig sekundærvæg.

#### 6.2.1 Overbygningskostnad for strekning med ensidig sekundærvæg

Kostnader pr. lm ny vegkropp (H5 standard med adkomstveg/sekundærvæg ensidig)	Enhet	Mengde	Enhetspris	Pris/lm
Slitelag, Ab16 45 mm	tonn	0.875	1000	875
Bindalg, Agb11 35 mm	tonn	0.725	1000	725
Ovre bærelag, Ag16 60 mm	tonn	1	1000	1 000
Nedre bærelag, Ag16 70 mm	tonn	1.23	1000	1 230
Forsterkningslag, 1100 mm Fk 22/120 (inkl. forkilingslag)	m3	9.38	250	2 345
Fiberduk	m2	27	15	405
Sum (Pris pr. lm vegkropp)				6 580

**Figur 70: Elementkostnader for overbygning for ny veg med ensidig sekundærvæg.**

Kostnader for overbygning for strekningen med ensidig sekundærvæg er ca. 6600 kr pr. lm ny veg.

## 6.2.2 Overbygningskostnad for strekning med tosidig sekundærveg

Kostnader pr. lm ny vegkropp (H5 standard med adkomstveg/sekundærveg tosidig)	Enhet	Mengde	Enhetspris	Pris/lm
Slitelag, Ab16 45 mm	tonn	1.225	1000	1 225
Bindalg, Agb11 35 mm	tonn	1.05	1000	1 050
Ovre bærelag, Ag16 60 mm	m3	1.275	1000	1 275
Nedre bærelag, Ag16 70 mm	m3	1.525	1000	1 525
Forsterkningslag, 1100 mm Fk 22/120	m3	13.2	250	3 300
Fiberduk	m2	36	15	540
Sum (Pris pr. lm vegkropp)				8 915

**Figur 71: Elementkostnader for overbygning for ny veg med tosidig sekundærveg.**

Kostnader for overbygning for strekningen med tosidig sekundærveg er ca. 8900 kr pr. lm ny veg.

### 6.3 Resultat av kostnadsberegninger

Figur 72 viser totale estimerte kostnader for strekningen fra Ligaardsrundkjøringen (Stjørdal) til tettstedet Hegra. Strekningen er ca. 9 km lang. Estimaten viser at den totale kostanden pr. lm ny veg inkl. mva er ca. 99 000 kr.

Det er forsøkt å ta med de store prisdrivende prosessene og satt kostnader på disse. VA/Drenering og toplanskryssene på Hegra og med FV. 29 er angitt som rundsumposter. Det samme er arbeidene med landskapsbearbeiding og beplantning langs strekningen og i kryssområdene.

Det er tatt med 20% tillegg for rigg- og driftskostnader og 20% for uforutsette kostnader. Disse kostnadene sammen med grunnkalkylen danner entreprisestimatene.

Element/Prosess	Enhet	Mengde	Enhetspris	Kostnader
Overbygning - Ensidig sekundærveg	lm	4 450	6 580	29 281 000
Overbygning - Tosidig sekundærveg	lm	4 800	8 915	42 792 000
Avtaking av vegetasjonsmasser	lm	9 250	150	1 387 500
Masser til deponi	m3	237 000	200	47 400 000
VA-Drenering og omlegginger	RS	1		80 000 000
Tilkjøpte sprengsteinsmasser (Fyllingsmasser)	m3	66 000	150	9 900 000
Tørrsteinsmur (Antatt behov)	m2	500	3 500	1 750 000
Landskapsarbeider og beplantning	RS	1		10 000 000
Toplanskryss - Hegra med konstruksjoner	RS	1		80 000 000
Toplanskryss - FV. 29 med konstruksjoner	RS	1		80 000 000
<b>Grunnkalkyle</b>				<b>382 510 500</b>
Rigg og drift (20%) + uspesifisert (20%)				153 004 200
<b>Entreprisestimat</b>				<b>535 514 700</b>
Byggherrekostander				120 000 000
Planlegging/prosjektering				50 000 000
Grunnerverv (5%)				26 775 735
<b>Byggeestimat</b>				<b>732 290 435</b>
Mva (25%)				183 072 609
<b>Prosjektstimate, avrundet</b>				<b>915 370 000</b>
Total lm. kostnad for ny veg				98 959

Figur 72: Totale estimerte kostnader for strekningen Ligaardsrundkjøringen - Hegra.

I selve byggekostnadene inngår i tillegg byggherrekostnader, planlegging/prosjektering og grunnerv. Disse kostnadene sammen med entreprisekostnaden utgjør byggekostnaden.

Prosjektkostnaden er summen av alle kostnadene inkludert 25% mva. Disse kostnadene er estimert til ca. 915 millioner kroner. Til sammenligning er selve entreprisekostnaden estimert til ca. 536 millioner kroner.

## 6.4 Usikkerhet i kostnadsberegningene

Det ligger en del usikkerhet i kostnadsberegningen som er utført. I det etterfølgende er det angitt en del kulepunkter som påvirker usikkerheten i disse. Kulepunktene er ikke kommentert nærmere eller forsøkt tallfestet hvor mye de påvirker beregningene.

- Store rundsum poster påvirker usikkerheten
- Nøyaktigheten i massene som er lagt til grunn. Det ligger noen feil i terrengmodellen og vegmodellen som ikke er rettet.
- En del av jordmassene som er beregnet er bergmasser. Avhengig av kvalitet kan disse brukes som fyllingsmasser i anlegget. Dette vil redusere behovet for tilkjørte sprengsteinsmasser og masser ut av anlegget til deponi. Deponi av massene bør løses langs linjen, eksempelvis i kryssområdene.
- Usikkerhet i angitte enhetspriser



## 7 BRUK AV 3D MODELL I PLANSAMMENHENG. FRA REGULERINGSPLAN TIL BYGGEPLAN.

### 7.1 Bruk av 3D-modell i plansammenheng

Bruk av 3D-modeller blir mer og mer vanlig i plansammenheng på ulike plannivåer i alt fra kommunedelplaner til byggeplaner. 3D-modeller har vist seg som effektive verktøy for å kunne formidle det som er planlagt til et forståelig grensesnitt.

Tradisjonelt har det vært lagt fram perspektivskisser, planer på ortofoto og evt. fotomontasjer. En 3D-modell gir langt mer realistiske oppfatninger av hva som er planlagt. Dette gjør det lettere for opinionen å oppfatte hva som er planlagt og gi tilbakemeldinger til planleggerne.

En 3D-modell vil kunne føre til mer rasjonell og effektiv planlegging og bedre involvering om de brukes riktig og presenteres for opinionen.

Bjørvikaområdet i Oslo er et eksempel på et område som har gjennomgått og fremdeles gjennomgår store transformasjoner. I dette området ble det allerede så tidlig som i 1998 etablert en 3D-modell for området i forbindelse med planleggingen [8]. Modellen var hovedredskapet i formidlingen av reguleringsforslaget både under den offentlige høringen og under de mange endringene som ble foretatt i etterkant, ikke minst i løpet av den politiske behandlingen av planen [8].



Figur 73: Oversiktsbilde som viser framtidens Bjørvika (Fra modell 2011) [8].

## 7.2 Oppbygging av modeller

Det finnes flere ulike programmer som kan brukes for å presentere 3D-modeller. Ved valg av programvare er det viktig å ta hensyn til hva 3D-modellen skal brukes til da de ulike programvarene er spesialisert mot ulike bruksområder.

I det etterfølgende vil det gis en kort beskrivelse av to mye brukte programvarer for 3D-modeller innen samferdselssektoren. Novapoint Virtual MAP og Navisworks. Det forutsettes at leseren har noe bakgrunnskunnskap om temaet.

Felles input til begge disse programmene er 3D-fagmodeller. Disse samles gjerne i en xref som tas inn i programmet. Dette gjør at når noe blir endret kan alle som benytter den kryssrefererte modellen, se dette samtidig og respondere raskt. Prosjekteringen og modelleringen gjøres samtidig, 3D-modellen blir derfor et viktig verktøy for håndtering av endringer [12].



Figur 74: Stillbilde hentet fra en brosjyre om Novapoint Virtual Map [12].

ViaNova Systems som utvikler programvaren Novapoint Virtual Map beskriver programmet på følgende måte. Novapoint Virtual Map konverterer tverrfaglige prosjekteringsdata til en detaljert Virtual Reality-presentasjon i 3D som alle kan forstå og betrakte interaktivt [12].

ViaNova hevder at dette resulterer i en mer effektiv kommunikasjon, bedre prosjekteringsløsninger og betydelige besparelser i tidsbruk og kostnader.

Jeg har selv brukt dette programmet en del i forbindelse med større byggeplaner innen samferdselssektoren. Jeg har gode erfaringer med programmet og brukt på den rette måten med de riktige innsatsfaktorene er dette programmet veldig viktig for de store oppdragene. Det gir en helt ny dimensjon til å diskutere tverrfaglige løsninger sammen, finne optimale løsninger og raskt sammenligne ulike løsninger. Jeg er ikke i tvil om at 3D- modeller vil redusere feil i byggefasen som vil spare byggherren for tid og penger. Det er uansett viktig at det brukes nok ressurser i planleggingsfasen og at en ikke sparer på ressursene i denne delen av prosjektet.

Det som er veldig kjekt med denne programvaren er at Novapoint Virtual Map-modeller kan eksporteres til en pakke og sendes og ses av alle. I selve modellen ligger nemlig et gratis visningsprogram. Dette gjør at modellen kan sendes til alle involverte i oppdraget. En slik utveksling er nyttig for å finne de mest optimale løsningene.

Navisworks fra Autodesk er et annet program som brukes innen byggebransjen for å håndtere 3D-modeller. Dette har mange gode funksjoner som blant annet kollisjonskontroller. Disse kontrollene kan brukes for å sjekke at det ikke er konflikt mellom prosjekteringen fra ulike fagfelt. Eksempelvis kabler/va og rekkverk.

Dette programmet brukes mer for å lage tverrfaglige arbeidsmodeller hvor løsninger sjekkes mot hverandre og for å lete etter kollisjoner mellom ulike fag. Programmet har ikke de samme egenskapene som Novapoint Virtual Map med hensyn til å lage fine visningsmodeller. Når det gjelder dette området er nok Novapoint Virtual Map en bedre programvare.

### **7.3 Hvilke fordeler og eventuelt ulemper har bruk av 3D-modell**

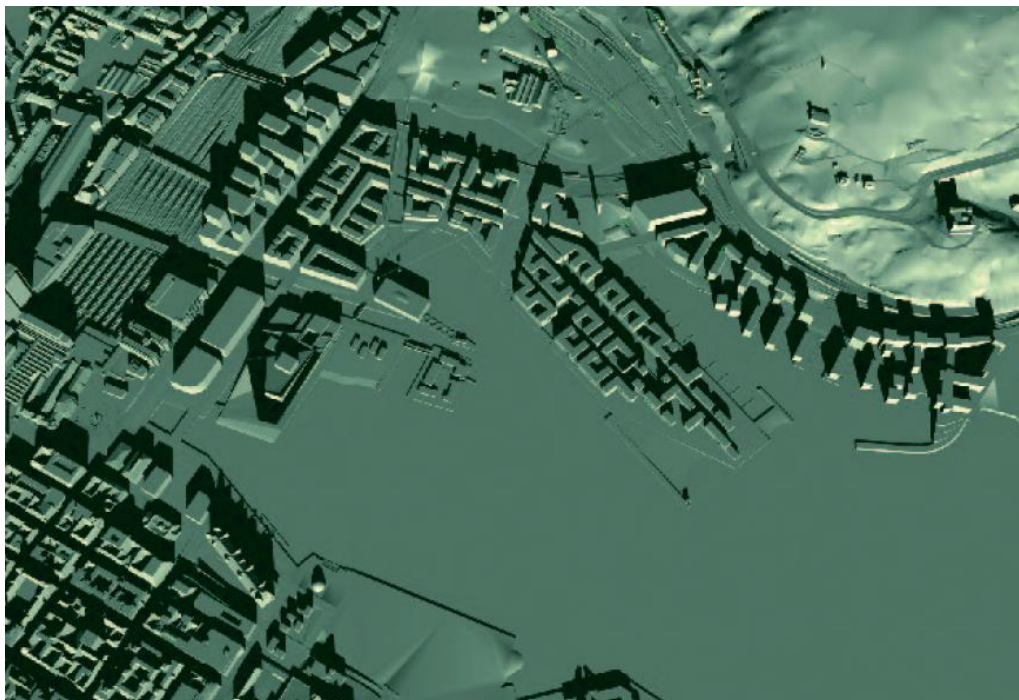
Bjørvikaområdet var tidlig ute med 3D-modeller og er et godt eksempel på bruk av 3D-modeller i plansammenheng. Et av hovedformålene med 3D- modellen var å visualisere reguleringskartet og reguleringsbestemmelsenes høyde og volumbegrensninger [8]. Åpne prosesser og stor grad av medvirkning var en viktig del av planarbeidet. Å ha mulighet til å ha modellen foran seg var derfor av uvurderlig betydning i det store antallet drøftinger med politikere og andre parter i reguleringsarbeidet [8].



**Figur 75: Stillbilde fra Bjørvika, benyttet i reguleringsplanarbeidet [8].**

En stor fordel med en digital 3D-modell som vist i figur 75 er at det er en lett å gå inn på de punktene en ønsker og plassere et kamerapunkt, og dermed ta bilder fra ulike ståsteder i modellen [8].

Modellen er også et godt hjelpemiddel for å kunne studere ulike sol-/skyggestudier [8]. Figur 76 viser et eksempel på et stillbilde fra en slik analyse fra Bjørvika-modellen.



**Figur 76: Eksempel på sol-/skygge studier fra Bjørvika modellen [8].**

Et av de sentrale grepene i utbyggingen av den nye bydelen i Bjørvika var etablering av nytt hovedvegssystem, der nye E18 i tunnel var et viktig element [8].

Figur 77 viser et stillbilde fra 3D-modellen av ny Operatunnel før bygging. Dette var en av de første 3D-modellene som ble laget på Samferdselssiden i Norge. I de senere årene er dette blitt vanlig for store samferdselsoppdrag.



**Figur 77: Viser 3D-modell av Operatunnelen i Oslo før bygging [8].**

Håndbok V770 Modellgrunnlag beskriver krav til slike modeller for Statens vegvesen sine oppdrag. Dette modellgrunnlaget blir ikke beskrevet nærmere, men det konstateres at håndboken opererer med ulike modellbegreper.

Det er vanskelig å finne direkte ulemper med bruk av 3D-modeller. Men det stilles opplagt større krav til kompetanse hos de prosjekterende og det vil muligens øke planleggingskostnadene. Dette vil en likevel få igjen for med en smidigere prosess i selve byggefasen, mindre feil og en lettere planleggings- og framdriftsmessig håndtering av byggeoppdraget.

## 7.4 Bruk av 3D-modeller sammenlignet med bruk av plankart, foto og tradisjonelle modeller

En 3D-modell har åpenbart en rekke fordeler sammenlignet med mer tradisjonelle måter å visualisere og presentere planer på. Som allerede nevnt er det mye enklere å forstå slike modeller for opinionen enn de tradisjonelle måtene å presentere planene på. 3D-modeller vil gi bedre samhandling mellom ulike interessenter og en lettere og smidigere måte å finne de virkelige gode løsningene.

For den prosjekterende er det lettere å finne feil, kollisjoner mellom ulike fagfelt, lettere å se objekter som hindrer friskt, geometrifeil eller rett og slett at uforutsette elementer umiddelbart er synlige i en slik modell. Disse fordelene kan ikke dras ut av de tradisjonelle måtene å presentere på.

Det vil også være lettere å få oversikt over før- og etter situasjonen ved bruk av 3D-modeller.

Detaljerte og gjennomarbeidede modeller vil også kreve færre avklaringer underveis i byggeprosessen. Dette gir mulighet for ressursbesparelser både for byggherre og entreprenør. I framtiden bør det være en målsetting at hele leverandørkjeden også kan nytte godt av 3D-modellene som utarbeides. Det kan da tenkes at det vil være mulig å sende komplette fagmodeller direkte til leverandører for bestilling av produkter og materialer til anlegget. 3D-modellene og programvaren som brukes innenfor samferdselssektoren er pr. i dag ikke i stand til dette. Det vil medføre mye manuelt arbeid for leverandøren å bruke disse direkte. Det bør derfor jobbes aktivt med å lage programvare og modeller som gjør det mulig å høste data direkte utifra disse.



## 8 VIDERE ARBEID

### 8.1 Videre arbeidsområder for veglenken Stjørdal – Hegra

I det videre arbeidet vil det være viktig å kartlegge hvor stor trafikk som kan forventes på sekundærvegnettet for å kunne gi en riktig utforming. Linjen må også gjennomgås for å optimalisere løsningene for sekundærvegnettet og det må tas stilling til hvor mye eiendom langs linjen som vil bli berørt.

Kryssløsninger for Hegra og FV. 29 må også detaljeres og områdene for kryssplassering må undersøkes mht. grunnforhold. Det er ikke sikkert at forslag til kryssområder er gjennomførbare med hensyn til opptredende grunnforhold.

Normalprofilet må også gjennomgås og det må kartlegges hvor det vil bære behov for støyskjerming og rekkverk. Normalprofilet må tilpasses dette og utforming av normalprofilet må vurderes opp mot vern/bruk av dyrket mark til vegbyggingen.

## Litteraturhenvisninger

- [1] E14 Stjørdal-Riksgrensen. Utredning vedrørende utfordringer og muligheter. Strategi-veg- og transportavdelingen. Region midt.
- [2] Foto – Roger Grindstuen august 2014.
- [3] Håndbok N100 Veg- og gateutforming
- [4] <https://www.google.com/maps>
- [5] Håndbok N200 Vegbygging
- [6] Håndbok V120 – Premisser for geometrisk utforming av veger
- [7] Vägen, en bok om vegarkitektur av Benny Birgersson – Vegverket.
- [8] Tveiten, Bjørvika – bruk av 3D i planarbeidene, ISSN 0047-3278
- [9] Vertikalkurvatur, professor Asbjørn Hovd, NTNU rev. 2008 og 2011.
- [10] Håndbok V121, Geometrisk utforming av veg- og gatekryss, Statens vegvesen.
- [11] Oppdragsbeskrivelse for forprosjekt E14 Stjørdal – Riksgrensen. Saksnummer 2012/083940-126.
- [12] Beskrivelse av programmet Novapoint Virtual map fra ViaNova Systems.
- [13] Håndbok R700 fra Statens vegvesen.





## Vedlegg

Vedlegg nr. 1 - Tegningshefte for forenklet detaljplan  
(Vedlagt som eget tegningshefte)

Vedlegg nr. 2 - Oppgavetekst for masteroppgaven BA6904

Vedlegg nr. 3 - Masseberegninger for vegmodell 10000

## **MASTEROPPGAVE**

(BA6904 Masteroppgave, studieretning veg)

Høst 2015/Vår 2016

for

**Roger Grindstuen**

### **Prosjektering av Ev 14 mellom HP1 km 1,6 og HP2 km 8,6 i Stjørdal kommune i Nord-Trøndelag fylke**

#### **BAKGRUNN**

Statens vegvesen region midt har fått laget en utredning knyttet til E14 mellom Stjørdal og Storlien (Riksgrensen). Denne utredningen omhandler de utfordringer og muligheter som en ser for seg at en vil ha på denne strekningen for å kunne utvikle strekningen slik at den kan få en akseptabel standard sett i lys av ÅDT og forventede bevilgninger. Forventet trafikkmengde i dimensjoneringsåret 2050 vil variere mye på strekningen som er ca. 9 km lang. I grensesnittet mot tettbebyggelsen i Stjørdal sentrum vil forventet ÅDT i 2050 være i intervallet 12000-20000, mens trafikken på den østligste del av strekningen vil være ned mot ca. 1500.

Denne oppgaven vil bli knyttet til den vestligste delen av strekningen mellom grensen mot tettstedet Stjørdal og like øst for tettstedet Hegramo. Strekningen starter i Ligaardsrundkjøringen Hp km 1,6 og strekker seg til og med Hp2 km 8,6 øst for tettstedet Hegramo.

#### **OPPGAVE**

Oppgaven vil være todelt; en del som omfatter prosjektering av "ny" Ev 14 mellom Stjørdal Hp1 km 1,6 og Hegra Hp2 km 8,6 og en del som er knyttet til en vurdering av hvilke effekter bruk av 3D-presentasjon vil/kan ha på ulike forhold i en planleggings- og gjennomføringsfase.

I første del av oppgaven som forutsetningsvis skal utgjøre 90 % av oppgaven, skal en legge til grunn at framtidig veg skal utvikles i eksisterende vegtrasé og mest mulig av eksisterende vegkapital skal gjenbrukes. Prosjektet innebærer utvikling av sammenhengende g/s-veg system fra Hegramo inn mot Stjørdal sentrum. Det er i dag mange avkjørsler på strekningen. Det skal legges opp til en avkjørsels-sanering og bygging av kombinerte g/s-veger og samleveger.

Det skal utarbeides forenklete planer for strekningen som tilsvarer nivået til teknisk detaljplan i forbindelse med reguleringsplaner. Kandidaten skal legge til grunn Statens vegvesens håndbok R700 når det gjelder hvilke tegninger som skal utarbeides/presenteres. Tegningene skal ikke detaljeres fult ut og skal på et overordnet nivå vise løsningene som er valgt. Tegningene skal gi et inntrykk av nødvendig arealbehov for utvidelsen. Det skal legges vekt på tegninger tilknyttet geometrien. Det skal

ikke produseres tekniske tegninger for VA, drensanlegg eller kabler/belysning. Kandidaten skal knytte valgte løsninger for linjeføring og geometri opp mot Statens vegvesen sine håndbøker og redegjøre for de valgte løsningene. Kryssløsninger skal ikke detaljeres i de forenklede planene, men skal behandles skissemessig i rapporten og redegjøre for de overordnede valgene som er utført.

For ny kryssløsning i tettstedet Hegramo skal kandidaten vurdere ulike kryssløsninger. For hele planstrekning skal kandidaten også utarbeide et kostnadsoverslag med forutsatt nøyaktighet tilpasset plannivået og nivået på den prosjekteringen som er utført.

Andre del av oppgaven vil være knyttet til en vurdering/analyse av hvilken effekt som en har, vil kunne ha/få ved bruk av 3D- presentasjon i en planleggingsfase sammenlignet med tradisjonelle presentasjonsformen på plankart, foto, modeller osv. Denne delen bør omfatte både hvilken effekt dagens verktøy har og hvilke behov/ønsker om utvikling som de ulike fagmiljøene har knyttet til planlegging/prosjektering av vegger. Denne del av oppgaven forutsettes å utgjøre ca. 10 % av oppgaven.

En mer utfyllende beskrivelse, detaljering og avgrensning av oppgaven gjøres i samarbeid mellom student og faglærer/veileder.

## 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 og kandidatens kontaktperson i Region midt.

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>: 3) Om Masteroppgaven)
- sammendrag på norsk og engelsk (studenter som skriver sin masteroppgave på et ikke-skandinavisk språk og som ikke behersker et skandinavisk språk, trenger ikke å skrive sammendrag av masteroppgaven på norsk)
- 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.

Råd og retningslinjer for masteroppgaven finnes på programmets nettsider.

[http://videre.ntnu.no/pages/mastergrader/erfaringsbasert masterprogram i veg og jernbane/priser og betingelser/](http://videre.ntnu.no/pages/mastergrader/erfaringsbasert%20masterprogram%20i%20veg%20og%20jernbane/priser%20og%20betingelser/)

## 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 trykkingen, og 1 eksemplar blir sendt til studenten. Ekstra eksemplarer må bekostes av kandidaten/ ekstern samarbeidspartner.

Videre skal kandidaten levere innleveringsskjemaet (fra DAIM) Innleveringsskjema sendes til NTNU VIDERE.

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.

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

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

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

Frist innlevering masterkontrakt 15.august 2015, frist innlevering masteroppgaven 15. mai 2016.


**Hovedveileder ved NTNU:** Asbjørn Hovd

**Lokal veileder :** Joar Nortug, Statens vegvesen region midt

Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU

Dato: 15.08. 2015, revidert 11.4. 2016.

Underskrift

  
Asbjørn Hovd, Faglærer

## Mengder sammensatt

### Sammendrag

Modell: C:\Users\rgr\Desktop\NTNU\_BA6904\_Masteroppgave\E14 Stjørdal - Hegra\DAK\Vegmodeller\10000

Start profil:

Slutt profil:

Dato sist endret:

Mengde	Prosjekterte masser	Masseomregningsfaktorer	Utførte anbrakte masser	Areal og lengde
<b>Planering</b>	<b>m3</b>		<b>m3</b>	
Jord	236735	1.00	236735	
Fjell	0	-	0	
Dyvsprenging	0	-	0	
Fylling	65992	1.10	72592	
<b>Tilskuddsmasser</b>	<b>m3</b>		<b>m3</b>	
Jord	0	-	0	
Fjell	0	-	0	
Fylling	0	-	0	
<b>Diverse mengder</b>	<b>m3</b>			
Utskiftingsmasser	0			
Matjord	0			
Vegetasjon	0			
Utlagte masser	0			
Bakkeplanering, skjæring	0			
Bakkeplanering, fylling	0			
Justeringsmasser	0			
Avrunding, skjæring	912			
Avrunding, fylling	880			
<b>Inngår i planering</b>	<b>m3</b>			
Lukket grøft, jordskjæring	0			
Lukket grøft, fjellskjæring	0			
Lukket grøft, fylling	0			
Tilleggsflater, jordskjæring	56401			
Tilleggsflater, fjellskjæring	0			
Tilleggsflater, fylling	28278			
<b>Overbygning</b>	<b>m3</b>			<b>m2</b>
Slitelag	7392			180263
Bindlag 1	6343			186847
Bindlag 2	0			0
Bærelag 1	7929			129806
Bærelag 2	9587			134348
Forsterkningslag 1	203058			202581
Forsterkningslag 2	0			0
Filter- / Frostsikringslag	329			198891
<b>Areal</b>				<b>m2</b>
Midtdeler (Flategruppe 0)				23260
Kjørebane (Flategruppe 1)				72766
Skulder (Flategruppe 2)				27940
Tilleggsflater (Flategruppe 3)				99847
Grøft (Flategruppe 4)				35400
Fjellskjæring (Flategruppe 5)				0
Jordskjæring (Flategruppe 6)				6786
Fylling (Flategruppe 7)				32444
Planum, jordskjæring				193848
Planum, fjellskjæring				0
Planum, fylling				53077
Flåsprenging				0
<b>Lengde</b>				<b>m</b>
Åpen grøft, jord				12090
Åpen grøft, fjell				0
Lukket grøft, jord				0
Lukket grøft, fjell				0
Lukket grøft, fylling				0