



Høgskulen
på Vestlandet

VEDLEGG SHEFTE

Utbedring av Fv 587 Hardangervegen, *Grimesvingene*, med tilhørende tilbud til myke trafikanter

An improvement of Fv 587 Hardangervegen, *Grimesvingene*, with an additional pedestrian and bike route

Debie A. Bastiko

Hanne Grov Lekven

Vibeke Frilund Kristiansen

Institutt for byggfag

BYG150

Miljø, plan og infrastruktur

25.05.2020

 **asplan viak**

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 12-1.

Innholdsfortegnelse

1. Vedlegg 4 – Overhøyde og breddeutvidelse	6
1.1 Overhøyde	6
1.2.1 Kontroll av overhøyde.....	7
1.2.2 Overhøyde i Novapoint.....	7
1.2 Breddeutvidelse.....	8
2. Vedlegg 5 - Overbygning	10
2.1 Forarbeid	10
2.1.1 Trafikkgruppe	11
2.1.2 Undergrunn	11
2.2 Grunnsprengning.....	14
2.3 Overbygning	14
2.3.1 Dekke	14
2.3.2 Bærelag	15
2.3.3 Forsterkningslag	17
2.3.4 Frostsikringslag.....	19
2.3.5 Fiberduk.....	20
2.4 Overbygning i tunnel	21
2.5 Overbygning avkjørsler/kryss	23
2.5.1 Dekke	23
2.5.2 Bærelag.....	23
2.5.3 Forsterkningslag	24
2.5.4 Frostsikringslag.....	25
2.5.5 Fiberduk.....	25
2.6 Overbygning fortau	25
2.6.1 Dekke	25
2.6.2 Bærelag	26
2.6.3 Forsterkningslag	26
2.7 Tegninger av overbygninger	27
3. Vedlegg 6 – Rekkverk	30
3.1 Sikkerhetssone	30
3.1.1 Sikkerhetsavstand.....	30
3.1.2 Tillegg ved krappe kurver, T1	31
3.1.3 Tillegg ved fylling/fallende terreng, T2.....	31
3.1.4 Tillegg ved oppholdsarealer, T4.....	31

3.1.5 Sikkerhetssone	31
3.2 Behov for rekkverk	31
3.2.1 Behov for rekkverk ved bergskjæring	31
3.2.2 Behov for rekkverk ved mur	32
3.2.3 Behov for rekkverk ved tunnel	32
3.2.4 Behov for rekkverk ved kontrollområde for Statens Vegvesen	33
3.3 Valg av rekkverkstype	33
3.3.1 Styrkeklasse	33
3.3.2 Deformasjonsbredde (D) og arbeidsbredde (W)	34
3.3.3 Rekkverk	34
3.4 Rekkverksender	35
3.4.1 Rekkverksender i kryss og avkjørsler	36
4. Vedlegg 7 – Sikt	37
4.1 Sikt langs 10000	37
4.2 Siktkrav i avkjørsler	38
4.3 Siktkrav i forkjørregulert T-kryss	38
4.4 Siktkrav mellom gang- og sykkelveg og avkjørsel	39
5. Vedlegg 8 – Spøringsanalyse	40
6.1 Avkjørsel 60000	41
6.2 Avkjørsel 61000 og 62000	41
6.4 Avkjørsel 63000	42
6.5 Avkjørsel 64000	42
6.6 Avkjørsel 65000	43
6.1 Avkjørsel 66000	43
6.7 Vegkryss 20000	44
6.8 Snuplass	44
6. Vedlegg 9 – Skilt og vegoppmerking	45
6.1 Skilt	45
6.1.1 Fareskilt	45
6.1.2 Vikeplikt- og forkjørsskilt	45
6.1.3 Forbudsskilt	46
6.1.4 Opplysningsskilt	46
6.1.5 Vegvisningsskilt og serviceskilt	47
6.2 Vegoppmerking	48
6.2.1 Langsgående oppmerking	48
6.2.2 Tverrgående oppmerking	49

6.2.3 Oppmerking for kollektivtransport	50
7. Kilder	51

Figurliste

Figur 1: Vegkart fra Statens vegvesen som illustrerer blant annet trafikkmengde og fartsgrense på strekningen [4].	10
Figur 2: Illustrerer berggrunnen og løsmassene i området rundt Grimesvingene [6, 7].	12
Figur 3: Beskrivelse på hvilken bergart berggrunnen består av [8].	12
Figur 4: Tverrprofilen som illustrerer målene til grunnsprengningen (Figur 224.2, N200) [5, s.41].	14
Figur 5: Bruksområder for materialer i bærelaget (Tabell 513.2, N200) [5, s.144].	15
Figur 6: Frostdybde ved frostsikring med knust berg, sand eller grus, årsmiddeltemperatur 4°C (Figur. 521.1, N200) [5,s.148].	19
Figur 7: Overbygning for veg i dagen, profil (202.702-740), laget i AutoCAD.	27
Figur 8: Overbygning for veg i dagen, profil (1367-1613, 443), laget i AutoCAD.	27
Figur 9: Overbygning i tunnel, profil (740-1367), laget i AutoCAD.	28
Figur 10: Overbygning i avkjørslene og kryss, laget i AutoCAD.	28
Figur 11: Overbygning fortau, profil (202,702-740), laget i AutoCAD.	29
Figur 12: Overbygning fortau, profil (1367-1613,443), laget i AutoCAD.	29
Figur 13: Oversikt over avkjørslene, laget i Arcmap.	36
Figur 14: Eksempler på avslutninger av rekkverk ved vegkryss og avkjørsler (figur 4.6 a)-b) håndbok N101) [14, s.59].	37
Figur 15: Siktkrav i avkjørsler (Figur D.24 Håndbok N100) [1, s.64].	38
Figur 16: Siktkrav i forkjørregulerte kryss (Figur D.7 håndbok N100) [1, s.54]	39
Figur 17: a) Stoppsikt for syklende (figur D.27 håndbok N100) [1, s.67]. b) Sikt mellom gang- og sykkelveg/sykkelveg og avkjørsel (figur D.29 håndbok N100) [1,s.68].	39
Figur 18: Kjøre måte A, B og C (Figur F.8, Figur F.9, Figur F.10) håndbok N100] [1, s. 155-156].	40
Figur 19: Sporingsanalyse av avkjørsel 60000, skjermdump fra AutoCAD.	41
Figur 20: Sporingsanalyse av avkjørsel 61000 og 62000, skjermdump fra AutoCAD.	41
Figur 21: Sporingsanalyse av avkjørsel 61000 og 62000, skjermdump fra AutoCAD.	42
Figur 22: Sporingsanalyse av avkjørsel 63000, skjermdump fra AutoCAD.	42
Figur 23: Sporingsanalyse av avkjørsel 64000, skjermdump fra AutoCAD.	42
Figur 24: Sporingsanalyse av avkjørsel 65000, skjermdump fra AutoCAD.	43
Figur 25: Sporingsanalyse av avkjørsel 66000, skjermdump fra AutoCAD.	43
Figur 26: Sporingsanalyse av vegkryss 20000, skjermdump fra AutoCAD.	44
Figur 27: Sporingsanalyse av snuplass, skjermdump fra AutoCAD.	44
Figur 28: Minste breddekrav for oppmerking av midtlinje (N302 figur 5.1) [26, s.34].	48
Figur 29: Midtoppmerking (T) ved 50 km/t (N302 figur 5.2) [26, s.40].	48
Figur 30: Kantlinje ved kryss og avkjørsler (N302 figur 5.1) [26, s.35].	49
Figur 31: Vikelinjer i kryss og avkjørsler (N302 tabell 2.2) [26, s.17].	49
Figur 32: Oppmerking gangfelt (N302 tabell 2.2) [26, s.17].	50
Figur 33: Oppmerking busslomme (N302 figur 9.2) [26, s.78].	50
Figur 34: Oppmerking kantstopp (N302 figur 9.2) [26, s.78].	50

Tabelliste

Tabell 1: Formler for beregning av overhøyde [3, s.28]	6
Tabell 2: Skjermdump fra linjekonstruksjon i AutoCAD.	6
Tabell 3: Kontroll av overhøyde.	7
Tabell 4: Skjermdump av overhøyder lagt inn i Novapoint for venstre side.....	7
Tabell 5: Skjermdump av overhøyder lagt inn i Novapoint for høyre side.	8
Tabell 6: Breddeutvidelse for 2-felts vegger, avhengig av kurveradius (Tabell E.2 håndbok N100) [1, s.100].	8
Tabell 7: Skjermdump av breddeutvidelser lagt inn i Novapoint.	9
Tabell 8: Oversikt over verdiene i formelen for trafikkbelastning [5, s.139].	11
Tabell 9: Trafikkgruppe (Tabell. 511.1, N200) [5, s.140].	11
Tabell 10: Inndeling av undergrunnen i telefarlighetsklasser og bæreevnegrupper (Tabell. 512.2, N200) [5, s.141].	13
Tabell 11: Dekketyper og krav til minimum tykkelser (slitelag og bindelag) (Tabell 530.1, N200) [5, s.154].	14
Tabell 12: Anbefalte asfalttyper i slitelaget ut fra dominerende påkjenninger og bruksområde (Tabell. 513.1, N200) [5,s.143].	15
Tabell 13:Dimensjonering av vegger med bituminøse dekk, lagtykkelser i cm (Tabell. 533.1, N200) [5, s.156].	16
Tabell 14: Lastfordelingskoeffisienter a (Tabell. 513.4, N200) [5, s.145].	17
Tabell 15: Utregninger av bærelagsindeks (BI).	17
Tabell 16: Beregning av styrkeindekskravet (SI_k) og styrkeindeksen (SI).	18
Tabell 17: Dimensjonerende frostmengde og maksimum tykkelse av overbygning (Tabell. 520.1, N200) [5, s.147].	19
Tabell 18: Korreksjon av frostdybde ved frostsikring med knust berg, sand eller grus (Tabell. 521.1, N200) [5, s.149].	20
Tabell 19: Utregninger for beregning av styrkeindeksen, og tykkelsen på forsterkningslag og frostsikringslag.	20
Tabell 20: Valg av bruksklasse avhengig av bruksområde (Tabell. 611.1, N200) [5, s.191].	21
Tabell 21: Utregning av største steinstørrelse D_{maks}	21
Tabell 22: Dimensjonering av dekke, bærelag og forsterkningslag i tunnel (Tabell. 572.1, N200)[5, s.166].	21
Tabell 23: Utregning av største steinstørrelse D_{maks}	22
Tabell 24: Krav til korngradering for forsterkningslag, ferdig utlagt på veg (Tabell. 511.1, N200) [5].	22
Tabell 25: Utregning av Styrkeindekskravet (SI_k) og styrkeindeksen (SI).	23
Tabell 26: Utregning av bærelagsindeksen (BI).....	24
Tabell 27: Utregning av Styrkeindekskravet (SI_k) og styrkeindeksen (SI).	25
Tabell 28: Dimensjoneringstabell for gang- og sykkelveg (Tabell. 5436.1, N200) [5, s.164].....	26
Tabell 29: Beregning av sikkerhetssonens bredde (tabell 2.1 håndbok N101) [14, s.23]	30
Tabell 30: Krav til sikkerhetsavstand (A) langs en veg, basert på ÅDT og fart (Tabell 2.2 håndbok N101) [14, s.24].....	30
Tabell 31: Tillegg T2 til sikkerhetsavstanden (A) ved fallende terreng (tabell 2.4 håndbok N101) [14, s.25]	31
Tabell 32: Største tillatte skråningshøyde (H) uten rekkverk ved fall brattere enn 1:1,5 (tabell 2.7 håndbok N101) [14, s.29]	32
Tabell 33: Profilnummer for mur langs høyre side, hentet fra Novapoint.....	32
Tabell 34: Valg av styrkeklasse (sikkerhetsnivåer) for rekkverk (tabell 3.1 håndbok N1010) [14, s.38]	33

Tabell 35: Arbeidsbredde (W) og Inntrengning (VI), verdiene er i meter (tabell 3.2 håndbok N101) [14, s.40]	34
Tabell 36: Profilnummer, styrkeklasse og arbeidsbredde for rekkverk på vannsiden.	34
Tabell 37: Profilnummer, styrkeklasse og arbeidsbredde for rekkverk på opppsiden.	34
Tabell 38: Minimumskrav til valg av sikkerhetsklasse for rekkverksender (tabell 4.3 håndbok N101) [14, s.59].....	35
Tabell 39: Viser profilnummer og rekkverksende for vannsiden	35
Tabell 40: Viser profilnummer og rekkverksende for oppsiden av vegen	36
Tabell 41: Viser parametere og verdier for beregning av stoppsiktlengde.....	37
Tabell 42: Siktkrav i avkjørsler, L2 (Tabell D.6 håndbok N100) [1, s.64]	38
Tabell 43: Siktkrav i forkjørsregulerte T- og X-kryss, L2 (Tabell D.3 håndbok N100) [1, s.54]	39
Tabell 44: Fareskilt [17].....	45
Tabell 45: Vikeplikt- og forkjørsskilt [18].....	45
Tabell 46: Forbudsskilt [20].	46
Tabell 47: Opplysningsskilt [22].....	47
Tabell 48: Vegvisningsskilt og serviceskilt [25] og [24].	47

Formelliste

Formel 1: Beregning av trafikkbelastning [5, s.139].....	11
Formel 2: Sikkerhetsone [14, s.23]	31
Formel 3: Formel for stoppsiktlengde [3, s.51].	37
Formel 4: Beregning av L1 for kryss	38

1. Vedlegg 4 – Overhøyde og breddeutvidelse

1.1 Overhøyde

Maksimal overhøyde for vegen er satt til til 5%, til tross for at anbefalt overhøyde for Hø2 er 8% [1, s.32, 2]. Da fartsgrensen er 50 km/t kan for stor overhøyde medføre risiko for at saktegående eller stillestående kjøretøy glir sideveis ved glatt føre. Dette kan forebygges om maksimal overhøyde reduserer til 5%, noe som er basert på erfaringer fra Asplan Viak. For at overhøyden skal kunne bygge seg opp i klotoiden må klotoidelengde (L) være større enn nødvendig lengde (L0), med andre ord skal $L > L0$. Formelen for klotoidelengden og formelen for nødvendig lengde brukes for å kontrollere at klotoidelengden er lang nok for at overhøyden skal kunne bygge seg opp. Disse formlene er vist i *Tabell 1* [3, s.28], og for beregning av overhøyde brukes lengder, radiuser og parametere fra *Tabell 2*.

Klotoidelengde, L	$L = \frac{A^2}{R} \quad [3, s.28]$
Nødvendig lengde, L0	$L0 = \frac{(b*V*e_d)}{(3,6*v_{vf})} = \frac{(1,65*V*e_d)}{(3,6*0,05)} = 9,2 * V * e_d \quad [3, s.28]$

Tabell 1: Formler for beregning av overhøyde [3, s.28]

Nr.	Elementtype	Innspenning	Radius	Lengde	Param.
1	Sirkelbue	×—×	-1000.000	97.570	
2	Klotoid	—×	-1000.000	24.025	155.000
3	Klotoid	—×	0.000	25.000	50.000
4	Sirkelbue	—×	100.000	29.396	
5	Klotoid	—×	100.000	42.250	65.000
6	Rettlinje	—×		45.140	
7	Klotoid	—×	0.000	37.895	60.000
8	Sirkelbue	—×	-95.000	110.554	
9	Klotoid	—×	-95.000	26.316	50.000
10	Klotoid	—×	0.000	25.208	55.000
11	Sirkelbue	—×	120.000	19.695	
12	Klotoid	—×	120.000	25.208	55.000
13	Klotoid	—×	0.000	27.778	50.000
14	Sirkelbue	—×	-90.000	26.110	
15	Klotoid	—×	-90.000	40.000	60.000
16	Rettlinje	—×		206.593	
17	Klotoid	—×	0.000	40.333	110.000
18	Sirkelbue	—×	300.000	93.799	
19	Klotoid	—×	300.000	24.083	85.000
20	Klotoid	—×	0.000	23.113	215.000
21	Sirkelbue	—×	-2000.000	51.541	
22	Klotoid	—×	-2000.000	25.313	225.000
23	Klotoid	—×	0.000	24.500	70.000
24	Sirkelbue	—×	200.000	306.063	
25	Klotoid	—×	200.000	40.500	90.000
26	Rettlinje	—×		5.050	
27	Klotoid	—×	0.000	37.674	90.000
28	Sirkelbue	—×	-215.000	1.658	
29	Klotoid	—×	-215.000	37.674	90.000
30	Rettlinje	—×		26.245	
31	Klotoid	—×	0.000	42.353	60.000
32	Sirkelbue	—×	-85.000	4.594	
33	Klotoid	—×	-85.000	42.353	60.000
34	Rettlinje	—×		36.522	
35	Klotoid	—×	0.000	39.200	70.000
36	Sirkelbue	—×	-125.000	61.440	
37	Klotoid	—×	-125.000	39.200	70.000
38	Rettlinje	—×		19.980	
39	Klotoid	—×	0.000	42.353	60.000
40	Sirkelbue	—×	85.000	98.469	
41	Klotoid	—×	85.000	42.353	60.000
42	Rettlinje	—×		3.728	
43	Klotoid	—×	0.000	37.895	60.000
44	Sirkelbue	—×	-95.000	50.114	
45	Klotoid	—×	-95.000	37.895	60.000
46	Rettlinje	—×		21.700	

Tabell 2: Skjermdump fra linjekonstruksjon i AutoCAD.

1. 1.1 Kontroll av overhøyde

I følge *Tabell 3* er $L > L_0$ gjennom hele traséen, og klotoiden er da lang nok for at overhøyden skal kunne bygge seg opp.

Fart: 50 km/t		Overhøyde: 5%				
Klotoide nr.	e_d V.S	L_0 V.S	e_d H.S	L_0 H.S	L	L> L_0
1	0,05	23	0,05	23	24,025	Ok
2	0,05	23	0,05	23	25	Ok
3	0,08	36,8	0,02	9,2	42,25	Ok
4	0,02	9,2	0,08	36,8	37,895	Ok
5	0,05	23	0,05	23	26,316	Ok
6	0,05	23	0,05	23	25,208	Ok
7	0,05	23	0,05	23	25,208	Ok
8	0,05	23	0,05	23	27,778	Ok
9	0,02	9,2	0,08	36,8	40	Ok
10	0,08	36,8	0,02	9,2	40,333	Ok
11	0,05	23	0,05	23	24,083	Ok
12	0,05	23	0,05	23	23,113	Ok
13	0,05	23	0,05	23	25,313	Ok
14	0,05	23	0,05	23	24,5	Ok
15	0,08	36,8	0,02	9,2	40,5	Ok
16	0,02	9,2	0,08	36,8	37,674	Ok
17	0,02	9,2	0,08	36,8	37,674	Ok
18	0,02	9,2	0,08	36,8	42,353	Ok
19	0,02	9,2	0,08	36,8	42,353	Ok
20	0,02	9,2	0,08	36,8	39,2	Ok
21	0,02	9,2	0,08	36,8	39,2	Ok
22	0,08	36,8	0,02	9,2	42,353	Ok
23	0,08	36,8	0,02	9,2	42,353	Ok
24	0,02	9,2	0,08	36,8	37,895	Ok
25	0,02	9,2	0,08	36,8	37,895	Ok

Tabell 3: Kontroll av overhøyde.

1.1.2 Overhøyde i Novapoint

I *Tabell 4* vises overhøyder lagt inn i Novapoint for venstre side, og i *Tabell 5* vises overhøyder lagt inn i Novapoint for høyre side.

Venstre side:

Profil	Bredde	Helling	27	1041.607	3.250	-0.050
1	0.000	2.750	-0.050			0.000
2	97.571	2.750	-0.050	1066.920	3.250	0.050
3	121.596	2.750	0.000	1091.420	3.250	0.050
4	146.596	2.750	0.050	1367.000	3.250	0.050
5	175.991	2.750	0.050	1398.419	3.250	0.013
6	201.700			1417.000	3.250	-0.030
7	218.241	2.750	-0.030	1438.018	2.885	-0.030
8	255.838			1444.864	2.786	-0.031
9	263.381	2.750	-0.030	1447.000	2.750	-0.050
10	301.277	2.750	-0.050	1482.538	2.750	-0.050
11	411.831	2.750	-0.050	1483.858	2.750	-0.030
12	438.148	2.750	0.000	1521.532	2.750	-0.030
13	463.355	2.750	0.050	1547.807	2.750	-0.050
14	483.050	2.750	0.050	1590.159	2.750	-0.050
15	508.258	2.750	0.000	1594.751	2.750	-0.030
16	536.036	2.750	-0.050	1637.104	2.750	-0.030
17	562.145	2.750	-0.050	1673.625	2.750	-0.050
18	602.145	2.750	0.030	1712.826	2.750	-0.050
19	660.000	2.750	0.030	1774.266	2.750	-0.030
20	690.000	3.250	0.030	1813.466	2.750	-0.030
21	740.000	3.250	0.030	1833.445	2.750	0.050
22	808.738	3.250	0.030	1875.798	2.750	0.050
23	849.071	3.250	0.050	1974.267	2.750	-0.030
24	942.870	3.250	0.050	2016.620	2.750	-0.030
25	966.954	3.250	0.000	2020.347	2.750	-0.050
26	990.000	3.250	-0.050	2058.242	2.750	-0.050
				2108.356	2.750	-0.030
				2146.251	2.750	-0.030
				2167.951	2.750	-0.030

Tabell 4: Skjermdump av overhøyder lagt inn i Novapoint for venstre side.

Høyre side

	Profil	Bredde	Helling				
				27	1091.420	3.250	-0.050
1	0.000	2.750	0.050	28	1367.000	3.250	-0.050
2	97.571	2.750	0.050	29	1398.419	3.250	-0.050
3	121.596	2.750	0.000	30	1417.000	3.250	-0.041
4	146.596	2.750	-0.050	31	1438.918	2.885	-0.030
5	175.991	2.750	-0.050	32	1444.864	2.786	-0.030
6	218.241	2.750	-0.030	33	1447.000	2.750	-0.025
7	263.381	2.750	-0.030	34	1482.538	2.750	0.050
8	301.277	2.750	0.050	35	1483.858	2.750	0.050
9	411.831	2.750	0.050	36	1521.532	2.750	-0.030
10	438.148	2.750	0.000	37	1547.807	2.750	-0.030
11	463.355	2.750	-0.050	38	1590.159	2.750	0.050
12	483.050	2.750	-0.050	39	1594.751	2.750	0.050
13	508.258	2.750	0.000	40	1637.104	2.750	-0.030
14	536.036	2.750	0.050	41	1673.625	2.750	-0.030
15	562.145	2.750	0.050	42	1712.826	2.750	0.050
16	602.145	2.750	-0.030	43	1774.266	2.750	0.050
17	660.000	2.750	-0.030	44	1813.466	2.750	-0.030
18	690.000	3.250	-0.030	45	1833.445	2.750	-0.030
19	740.000	3.250	-0.030	46	1875.798	2.750	-0.050
20	808.738	3.250	-0.030	47	1974.267	2.750	-0.050
21	849.071	3.250	-0.050	48	2016.620	2.750	-0.030
22	942.870	3.250	-0.050	49	2020.347	2.750	-0.030
23	966.954	3.250	0.000	50	2058.242	2.750	0.050
24	990.000	3.250	0.050	51	2108.356	2.750	0.050
25	1041.607	3.250	0.050	52	2146.251	2.750	-0.030
26	1066.920	3.250	0.000	53	2167.951	2.750	-0.030

Tabell 5: Skjermdump av overhøyder lagt inn i Novapoint for høyre side.

1.2 Breddeutvidelse

Breddeutvidelse avhenger av dimensjonerende kjøretøy og horisontalkurveradius, og legges der hvor horisontalkurveradius er ≤ 500 [1, s.100]. Langs strekningen er det kun to radier som er større enn dette, disse er mellom profil 0 og profil 97.571, og mellom profil 990 og profil 1041.607. Her vil det dermed ikke bli lagt breddeutvidelse.

I Tabell 6 vises breddeutvidelser for 2-feltsveg, og denne vil være grunnlag for breddeutvidelsene langs 10000. Dimensjonerende kjøretøy for dimensjoneringsklasse Hø2 er modulvogntog (MVT) eller vogntog (VT) [1, s.47]. I dette tilfellet skal vogntog benyttes som dimensjonerende kjøretøy. I Tabell 7 vises breddeutvidelser som er lagt inn i Novapoint.

Radius	20	30	40	50	70	100	125	150	200	250	300	400	500
Modulvogntog	9,0	5,7	4,3	3,4	2,5	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8	0,7	0,5	0,5
Vogntog	6,0	4,0	3,0	2,5	1,8	1,3	1,1	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4
Buss	5,4	3,6	2,7	2,1	1,5	1,2	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
Lastebil	3,6	2,4	1,8	1,5	1,1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3
Liten lastebil	1,8	1,3	1,0	0,8	0,7	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
Personbil	1,1	0,7	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Tabell 6: Breddeutvidelse for 2-felts veger, avhengig av kurveradius (Tabell E.2 håndbok N100) [1, s.100].

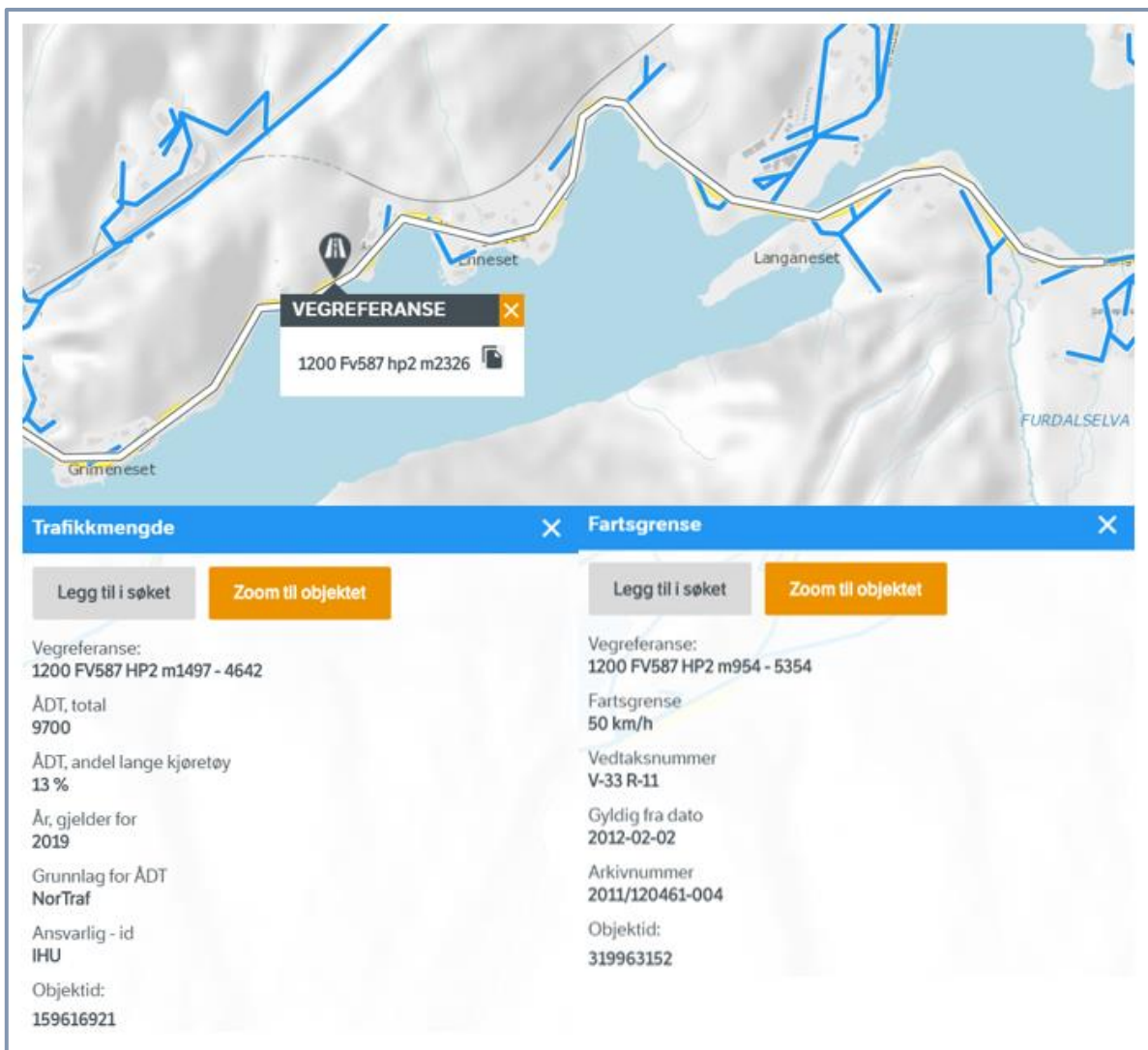
	Profil	Bredde	Helling
1	121.596	0.000	Arv
2	146.596	0.650	Arv
3	175.991	0.650	Arv
4	218.241	0.000	Arv
5	263.381	0.000	Arv
6	301.277	0.700	Arv
7	411.831	0.700	Arv
8	438.148	0.000	Arv
9	463.355	0.600	Arv
10	483.050	0.600	Arv
11	508.258	0.000	Arv
12	536.036	0.750	Arv
13	562.145	0.750	Arv
14	602.145	0.000	Arv
15	808.738	0.000	Arv
16	849.071	0.250	Arv
17	942.870	0.250	Arv
18	966.954	0.000	Arv
19	1066.920	0.000	Arv
20	1091.420	0.350	Arv
21	1398.419	0.350	Arv
22	1438.918	0.000	Arv
23	1444.864	0.000	Arv
24	1482.538	0.350	Arv
25	1483.858	0.350	Arv
26	1521.532	0.000	Arv
27	1547.807	0.000	Arv
28	1590.159	0.775	Arv
29	1594.751	0.775	Arv
30	1637.104	0.000	Arv
31	1673.625	0.000	Arv
32	1712.826	0.550	Arv
33	1774.266	0.550	Arv
34	1813.466	0.000	Arv
35	1833.445	0.000	Arv
36	1875.798	0.775	Arv
37	1974.267	0.775	Arv
38	2016.620	0.000	Arv
39	2020.347	0.000	Arv
40	2058.242	0.700	Arv
41	2108.356	0.700	Arv
42	2146.251	0.000	Arv
43	2167.951	0.000	Arv

Tabell 7: Skjermdump av breddeutvidelser lagt inn i Novapoint.

2. Vedlegg 5 - Overbygning

2.1 Forarbeid

Vegoverbygningen skal dimensjoneres etter vegklasse og andre kjente spesifikasjoner på strekningen, som ÅDT, tungtrafikkandel og grunnforhold. I kapittel 7.3 *Valg av dimensjoneringsklasse* nevnes det at vegen vil dimensjoneres etter dagens ÅDT, som er på 9700. Ifølge Statens Vegvesen sitt vegkart har strekningen en fartsgrense på 50km/t og en andel tunge kjøretøy på 13%, se *Figur 1* [4]. Dette gir et snitt antall tunge kjøretøy per døgn (ÅDT_T) på 1261. Med en ÅDT < 12000 og en fartsgrense på 50 km/t, egner det seg best med dimensjoneringsklassen Hø2 [1, s.45].



Figur 1: Vegkart fra Statens vegvesen som illustrerer blant annet trafikkmengde og fartsgrense på strekningen [4].

2.1.1 Trafikkgruppe

Vegen skal dimensjoneres for 10 tonns aksellast og 20 års dimensjoneringsperiode. En viktig parameter i vegdimensjoneringen er trafikkbelastningen, som er summen av ekvivalente 10 tonns aksler per felt i dimensjoneringsperioden [5, s.139].

For å beregne trafikkbelastningen brukes *Formel 1*.

$$N = 365 * C * E * \dot{A}DT_T * f * \frac{(1,0+0,01*p)^{20}-1}{0,01*p}$$

Formel 1: Beregning av trafikkbelastning [5, s.139].

N	Trafikkbelastning	
C	Gj.snitt antall aksler pr. tungt kjøretøy.	2,4 (normalt)
E	Gj.snitt ekvivalensfaktor for akslene på tunge kjøretøy.	0,427 (normalt, ved tillat akseallast 10 tonn i Norge)
ÅDT_T	Gj.snitt antall tunge kjøretøy pr. døgn.	1261
f	Fordelingsfaktor	0,5 (2-feltsveg)
p	Årlig trafikkvekst for tunge kjøretøy i prosent.	0,02

Tabell 8: Oversikt over verdiene i formelen for trafikkbelastning [5, s.139].

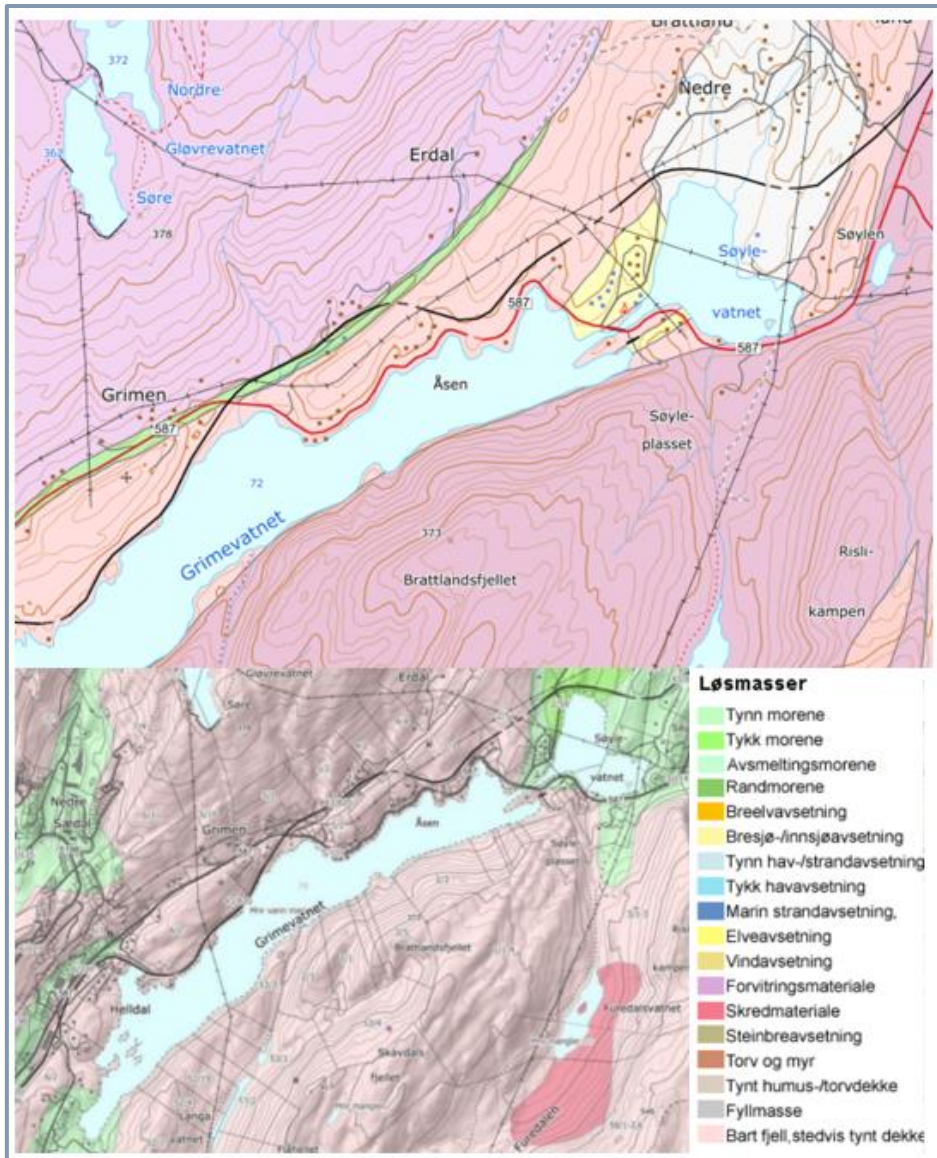
Ved å bruke verdiene fra *Tabell 8* i formelen for beregning av trafikkbelastning [5, s.139], vil resultatet bli en trafikkbelastning på 4,726 millioner ekvivalente 10-tonns aksellaster (N). Dette er tilfelle dersom en forutsetter en årlig trafikkvekst for tunge kjøretøy på 2%. Andel ekvivalente 10-tonns aksellaster legges til grunn for valg av trafikkgruppe, som ut ifra *Tabell 9* gir trafikkgruppe E [5, s.140].

Trafikkgruppe	Ekvivalente 10 tonns aksler (N)
A	< 500 000
B	500 000 – 1 000 000
C	1 000 000 – 2 000 000
D	2 000 000 – 3 500 000
E	3 500 000 – 10 000 000
F	> 10 000 000

Tabell 9: Trafikkgruppe (Tabell. 511.1, N200) [5, s.140].

2.1.2 Undergrunn

I forkant av dimensjoneringsfasen er det viktig å undersøke hva undergrunnen består av, slik at det kan kartlegges spesielle faktorer som skal tas hensyn til. Grunnundersøkelser er svært viktig dersom en skal dimensjonere en best mulig veg, som tåler de påkjenningene den utsettes for. Ifølge NGU sine berggrunn- og løsmassekart består store deler av grunnen i området av granittisk gneis og bart fjell, illustrert som det lyserosa området i *Figur 2*. Det vil også være kvartsittisk bergart og tynn morene, illustrert som gult område i *Figur 2*. En ytterligere beskrivelse av bergartene er vist i *Figur 3*. NGU sine kart er ikke alltid eksakte, dermed anbefales det å utføre grunnundersøkelser for å kunne kartlegge den faktiske undergrunnen. Ettersom det ikke er mulighet for å ta grunnundersøkelser under bachelorprosessen, vil NGU sine kart være utgangspunktet for dimensjonering av overbygningen.



Figur 2: Illustrerer berggrunnen og løsmassene i området rundt Grimesvingene [6, 7].

#	Bergartsbeskrivelse	Dekkeenhet	Geologisk gruppe	Geologisk formasjon
1	Granittisk gneis, stedvis med basiske bånd og linser, gjennomsett av granittiske ganger			
#	Bergartsbeskrivelse	Dekkeenhet	Geologisk gruppe	Geologisk formasjon
1	Kvartsittisk bergart, stedvis antatt kvartsitt, gjennomsett av basiske og granittiske ganger	Lindåsdekket		

Figur 3: Beskrivelse på hvilken bergart berggrunnen består av [8].

Granitt og gneis er to svake bergarter som kan være vannømfintlige når de knuses ned. Dette må dermed tas i betraktning ved utbedringen av strekningen. Morene er et velgradert materiale, som inneholder kornstørrelser fra den minste leirstørrelsen og helt opp til blokkstørrelse [9, s.15]. Morene er derfor godt egnet til komprimering, da de små kornene utfyller rommene mellom de store kornene. Ulempen med morene er at de fineste kornfraksjonene kan medføre dannelse av islinser dersom det er tilgang på vann. Dette kan medføre telehiv og nedsatt bæreevne ved opptining [5, s.305].

Ettersom strekningen består av to ulike berggrunner og løsmasser, vil det bli ulike telefarlighetsklasser og bæreevnegrupper. Det lages derfor to forskjellige overbygninger tilpasset hvert område.

Det første partiet består, som tidligere nevnt, av granittisk gneis. Her vil da undergrunnen være bergskjæring, steinfylling, og det velges å benytte telefarlighetsklasse T2 og bæreevnegruppe 3, se *Tabell 10 [5, s.141]*.

Det andre partiet består av kvartsittisk berg og tynn morene. Her vil undergrunnen dermed bli grus, sand, morene, og det velges å benytte telefarlighetsklasse T3 og bæreevnegruppe 5, se *Tabell 10 [5, s.141]*.

Telefarlighetsklassifisering				
Telefarlighetsklasse		Masseprosent av materiale < 22,4 mm		
		< 2 µm	< 20 µm	< 200 µm
Ikke telefarlig	T1		< 3	
Litt telefarlig	T2		3 - 12	
Middels telefarlig	T3	¹⁾	> 12	< 50
Meget telefarlig	T4	< 40	> 12	> 50
Bæreevneklassifisering				
Undergrunn		Bæreevnegruppe		
Bergskjæring, steinfylling,	T1	1		
Grus, $C_u \geq 15$,	T1	2		
Grus, $C_u < 15$,	T1	3		
Bergskjæring, steinfylling,	T2	3		
Sand, $C_u \geq 15$,	T1	3		
Sand, $C_u < 15$,	T1	4		
Grus, sand, morene,	T2	4		
Grus, sand, morene,	T3	5		
Leire, silt, morene	T4	6		
Myr		7		
Andre materialer		Bæreevnegruppe		
Lettklinker, skumglass		4		
Ekstrudert polystyren (XPS)		4		
Ekspandert polystyren (EPS-blokker)		6		

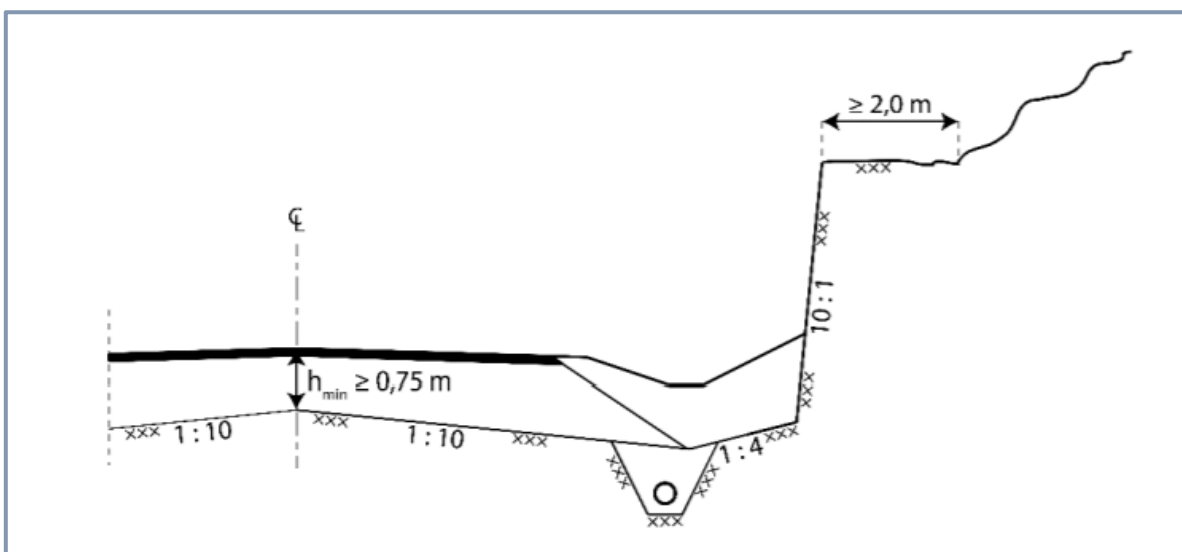
¹⁾ Jordarter med mer enn 40 % < 2 µm regnes som middels telefarlig T3.

Tabell 10: Inndeling av undergrunnen i telefarlighetsklasser og bæreevnegrupper (Tabell. 512.2, N200) [5, s.141].

2.2 Grunnsprengning

Ettersom store deler av undergrunnen langs *Grimesvingene* er av granittisk gneis, hvor både granitt og gneis er bergarter som kan bli vannømfintlig ved nedknusing. Det vil derfor være nødvendig med grunnsprengning her [10, s.69].

Grunnsprengning innebærer at det sprenges 0,75 meter ned til bergsålen, målt fra topp av veg. Bergsålen skal ha en minimumshelning på 1:10, slik at vannet føres ut i grøften. I tillegg skal bergsålen finrenses ved utlasting slik at det maksimalt blir liggende igjen 50 mm løsmasse. Det vil deretter fylles på med ikke-telefarlige materialer opp til planum, se *Figur 4* [5, s.41]. Her vil det ikke være nødvendig med frostsikring.



Figur 4: Tverrprofil som illustrerer målene til grunnsprengningen (Figur 224.2, N200) [5, s.41].

2.3 Overbygning

2.3.1 Dekke

Dekke velges ut ifra ÅDT i åpningsåret, som i dette tilfellet vil være > 5000 . Dekke vil da være av stive dekketyper og ha et slitelag på 4 cm over et bindelag på 4 cm, se *Tabell 11* [5, s.154].

DEKKE (SLITELAG OG BINDLAG) AV BITUMINØSE MASSER (lagtykkelser i cm)				
Dekketype	ÅDT (i åpningsåret)			
	0 - 1000	1000 - 3000	3000 - 5000	> 5000
Myke dekketyper	4,0			
Stive dekketyper	3,0 over 3,0	3,5 over 3,0	4,0 over 3,0	4,0 over 4,0

Tabell 11: Dekketyper og krav til minimum tykkelser (slitelag og bindelag) (Tabell 530.1, N200) [5, s.154].

Det vil bli lagt vekt på piggdekkslitasje og statiske lastpåkjenninger som dimensjonerende påkjenninger. Når vegen har en ÅDT mellom 5001-10000 vil dekke kunne bestå av Ab16, Ab11, Ska11 og Ska16, se *Tabell 12* [5, s.143]. Ettersom vegen vil ha mye gjennomgående tungtrafikk brukes det primært Ab16 [11, s.41]. Dette er fordi Ab16 er av stor steinstørrelse som har vist å være mer slitesterkt enn et materiale med liten steinstørrelse [2]. Ab16 vil dermed bli brukt både i slitelaget og bindelaget.

Dominerende påkjenning, kriterium for valg av dekke	Årsdøgntrafikk, ÅDT				
	0 - 1500	1501-3000	3001-5000	5001-10000	> 10000
Piggdekkslitasje		Ab 11 Ska 11	Ab 16 Ska 11 Ska 16	Ab 16 Ska 11 Ska 16	Ab 16 Ska 11 Ska 16
Statiske lastpåkjenninger	Ab 11	Ab 11 Ska 11	Ab 11 Ab 16 Ska 11 Ska 16	Ab 11 ¹⁾ Ab 16 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾ Ska 16 ¹⁾	Ab 11 ¹⁾ Ab 16 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾ Ska 16 ¹⁾
Vegtrafikkstøy (bildekkstøy)			T 8 ¹⁾ Ab 8 Ska 11 ²⁾	T 11 ¹⁾²⁾ Ab 11 ¹⁾²⁾ Da 11 ¹⁾²⁾ Ska 11 ¹⁾²⁾	T 11 ¹⁾ Ab 11 ¹⁾ Da 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾
Klimapåkjenninger	Ma 11 Agb 11 Ab 11	Ma 11 Agb 11 Ab 11	Ab 11 Ska 11	3)	3)
Horisontale påkjenninger (rundkjøringer o.l)	Agb 11 Ab 11	Ab 11 Ska 11	Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾	Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾	Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾

¹⁾ Bruk av modifiserte bindemidler bør vurderes

²⁾ Ved piggdekkandel mindre enn 30 % kan øvre steinstørrelse reduseres til 8 mm

³⁾ Ved høye trafikkmengder vil normalt ikke klimapåkjenninger være bestemmende for dekkevalget

Tabell 12: Anbefalte asfalttyper i slitelaget ut fra dominerende påkjenninger og bruksområde (Tabell. 513.1, N200) [5,s.143].

2.3.2 Bærelag

Bærelagstype		Øvre bærelag						Nedre bærelag						
		Trafikkgruppe ¹⁾						Trafikkgruppe ¹⁾						
		A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	
Knust berg	Fk													
Asfaltert grus	Ag													
Asfaltert pukk	Ap													
Gjenbruksasfalt ²⁾	Gja													
Knust asfalt	Ak													

¹⁾ Nedre grense er økonomisk betinget. Øvre grense er satt av funksjonsmessige årsaker.

²⁾ Bruken av Gja bør vurderes i hvert enkelt tilfelle

Figur 5: Bruksområder for materialer i bærelaget (Tabell 513.2, N200) [5, s.144].

Ved dimensjonering av bærelaget tas det først hensyn til bruksområder for materiale i bærelaget [5, s.144]. *Figur 5* gir en oversikt over bærelagstyper som anbefales til hvilken trafikkgruppe. Vegen som skal dimensjoneres befinner seg i trafikkgruppe E, og det anbefales derfor å bruke bærelagstype Ag eller Ap. Alternativt kan bærelaget dimensjoneres etter *Tabell 13*, og da bestå av kun Ag eller Ag over Ap [5, s.156]. I dette tilfellet skal bærelaget bestå av asfaltert grus (Ag) med en tykkelse på 13cm, se *Tabell 13*. Bærelaget skal deles opp i to, der øvre bærelag vil ha en tykkelse på 6 cm og nedre bærelag skal ha en tykkelse på 7 cm.

533 Dimensjoneringstabell

Tabell 533.1 Dimensjonering av vegger med bituminøst dekke, lagtykkelser i cm

DIMENSJONERINGSTABELL FOR VEGGER MED BITUMINØST DEKKE (lagtykkelser i cm)						
	TRAFIKKGRUPPE (Antall ekvivalente 10 t aksler per felt i dimensjoneringsperioden, N, mill.) Beregning av trafikkgruppe, se kapittel 511.					
	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 åpningsåret, se kapittel 530.					
BÆRELAG	Tykkelse (cm), bærelag					
Anbefalte materialer:	Tykkelse (cm), bærelag					
Ag	9	10	11	12	13	14
Ag over Ap	5 over 6	6 over 7	6 over 8	7 over 8	7 over 9	7 over 10
Ag over Ak	5 over 10	6 over 10	7 over 10	8 over 10		
Ag over Gja	6 over 5	6 over 7	6 over 9	6 over 10		
Ag over Fk	5 over 10	6 over 10	7 over 10			
Fk	20					
FORSTERKNINGSLAG PÅ	Tykkelse (cm), forsterkningslag med lastfordelingskoeffisient a = 1,0					
Materialtype i grunnen:	Bæreevne- gruppe					
Bergskjæring, steinfylling, T1 ³⁾	1	30	30	30	30	30
Grus C _u ≥ 15, T1	2	30	30	30	30	30
Grus C _u < 15, T1 Sand C _u ≥ 15, T1 Bergskjæring, steinfylling T2 ³⁾	3	30	30	30	40	50
Sand C _u < 15, T1 Grus, sand, morene, T2	4 ⁴⁾	40	40	50	60	70
Grus, sand, morene, T3	5	50	60	70	70	80
Silt, leire, T4, c _u ≥ 50 kPa	6	60	70	70	80	90
Silt, leire, T4, c _u 37,5-50 kPa	6	60	70	80	80	90
Silt, leire, T4, c _u 25-37,5 kPa	6	60+20 ¹⁾	70+10 ¹⁾	80	80	90
Silt, leire, T4, c _u < 25 kPa	6	60+50 ¹⁾	70+40 ¹⁾	80+30 ¹⁾	80+30 ¹⁾	90+20 ¹⁾
BÆRELAGSINDEKSKRAV, BI_k ²⁾		39	45	50	54	62

¹⁾ Tall med pluss foran angir økning av forsterkningslagstykkelsen knyttet til anleggstekniske forhold.

²⁾ Bærelagsindeks (BI), se forklaring i vedlegg 3.

³⁾ Bergskjæring omfatter både dyp- og grunnsprengning. For grunnsprengning er det krav om min 0,75 m fra vegoverflate til topp av knøler, se kapittel 2.

⁴⁾ Gjelder også for forsterkningslag på isolasjonslag av XPS, skumglass eller lettklinker.

Tabell 13: Dimensjonering av vegger med bituminøse dekk, lagtykkelser i cm (Tabell. 533.1, N200) [5, s.156].

Bærelagsindeksen (BI) må beregnes og sjekkes opp mot bærelagsindekskravet (BI_k). Dersom bærelagsindeksen blir høyere enn bærelagsindekskravet, vil overbygningen være overdimensjonert. Det kan da være nødvendig å gå ned i tykkelsen på bærelaget.

For å finne bærelagsindeksen må man summere dekke og bærelaget, for videre å multiplisere med tilhørende lastfordelingskoeffisient [5, s.297]. Lastfordelingskoeffisientene blir valgt ut ifra Tabell 14.

	Material- betegnelser	Bindemiddel Kvalitet vegbitumen Kvalitet myk bitumen	Lastfordelings- koeffisient (a), normalverdi
Vegdekker			
Varmblandet asfalt unntatt drensasfalt	Sta, Top, Ab, Agb, Ska	Vegbitumen, PMB 35/50 50/70-160/220 ≥ 250/300	3,5 <u>3,0</u> 2,5
Drensasfalt	Da	Vegbitumen, PMB	2,0
Mykasfalt	Ma	Mykbitumen V ≥ 6000 V < 6000	<u>1,5</u> 1,25
Bærelag			
Asfaltert grus	Ag	Vegbitumen 50/70-160/220 ≥ 250/300	<u>3,0</u> 2,75
Asfaltert pukk	Ap	Vegbitumen	2,0
Drensasfalt	Da	Vegbitumen	2,0
Penetrert pukk	Pp	Vegbitumen	1,5
Gjenbruksasfalt	Gja	Vegbitumen Mykbitumen	<u>1,75</u> 1,5
Knust berg	Fk		1,35
Knust asfalt	Ak		1,35
Forsterkningslag			
Grus, knust grus			1,0
Pukk, kult, samfengt knust berg			1,1
Resirkulerte materialer	Gjb Bm		1,0 1,0

Tabell 14: Lastfordelingskoeffisienter a (Tabell. 513.4, N200) [5, s.145].

	Utrekning
Bærelagsindekskravt (BI_k)	62
Bærelagsindeks (BI)	$\sum a \cdot h$ $(3 \cdot 4) + (3 \cdot 4) + (3 \cdot 6) + (3 \cdot 7) = \underline{63}$

Tabell 15: Utrekninger av bærelagsindeks (BI).

Ifølge Tabell 13 er bærelagsindekskravet 62 og den utregnede bærelagsindeksen har en verdi på 63, se Tabell 15. Bærelagsindeksen har en større verdi enn bærelagsindekskravet med en differanse på 1, dermed vil bærelagt være ok å bruke i overbygningen.

2.3.3 Forsterkningslag

Forsterkningslag profil (202,702-740)

For *bergskjæring, steinfylling* med telefarlighetsklasse T2 og trafikkgruppe E, vil det bli et forsterkningslag på 50 cm med en lastfordelingskoeffisient på 1, se Tabell 13. Her velges det å bruke knust kult med fraksjon 22/125, som har en lastfordelingskoeffisient på 1,1 etter Tabell 14.

Forsterkningslaget korrigeres til:

$$50 \text{ cm} / 1,1 = \underline{46 \text{ cm}}$$

Det vil i tillegg bli inkludert en forkiling av forsterkningslaget for å sikre en stabilitet på toppen av laget. Dette vil være nødvendig når forsterkningslaget består av grove steinmaterialer. Dermed vil det bli lagt et 5 cm tykt lag med knust asfalt (Ak) med fraksjon 0/22[5, s.202] .

Forsterkningslag profil (1367-1613,443)

For *grus, sand, morene* med telefarlighetsklasse T3 og trafikkgruppe E, vil det bli et forsterkningslag på 80 cm med en lastfordelingskoeffisient på 1, se *Tabell 14*. I dette tilfellet skal knust kult 22/125 også brukes.

Forsterkningslaget korrigeres til:

$$80 \text{ cm} / 1,1 = \underline{73 \text{ cm}}$$

Det vil i tillegg bli inkludert en forkiling av forsterkningslaget for å sikre en stabilitet på toppen av laget. Dette vil være nødvendig når forsterkningslaget består av grove steinmaterialer. Dermed vil det bli lagt et 5 cm tykt lag med knust asfalt (Ak) med fraksjon 0/22[5, s.202] .

Styrkeindeks

	Utregning
Forsterkningslag: berskjæring steinfylling T2	
Styrkeindekskravet (SI_k)	62 cm + 50 cm = <u>112 cm</u>
Styrkeindeks (SI)	(46 cm*1,1) + 62 cm = 112,6 cm \approx <u>113 cm</u>
Forsterkningslag: grus, sand, morene T3	
Styrkeindekskravet (SI_k)	62 cm + 80 cm = <u>142 cm</u>
Styrkeindeks (SI)	(73 cm*1,1) + 62 cm = 142,3 cm \approx <u>142 cm</u>

Tabell 16: Beregning av styrkeindekskravet (SI_k) og styrkeindeksen (SI).

For å sjekke om overbygningen er sterk nok til å tåle belastningen som vegen blir utsatt for, vil det være nødvendig å sammenligne styrkeindeksen (SI) opp mot styrkeindekskravet (SI_k). Styrkeindekskravet finner man ved å addere bærelagskravet med forsterkningslaget sin tykkelse. Styrkeindeksen utregnes ved å ta tykkelsen på det korrigerede forsterkningslaget addert med bærelagsindekskravet. Ifølge *Tabell 16* har styrkeindeksene en verdi på 113 cm og 142 cm, og SI_k kravet er 112 cm og 142 cm. Siden styrkeindeksene er både større eller lik styrkeindekskravet, vil kravet være oppfylt og overbygningen er ok.

2.3.4 Frostsikringslag

Når grunnen er i telefarlighetsklasse T3, vil det kunne være krav til et frostsikringslag. Dette er gjeldene for profil 1367-1613,443.

For områdene hvor det er tynn morene, vil det kunne være behov for frostsikring. Dermed må det bli sett nærmere på om det er nødvendig å ha med. Veggen skal dimensjoneres for en frostmengde F_{10} når ÅDT i åpningsåret er over 8000 og har mindre enn 4 kjørefelt, se *Tabell 17*.

ÅDT i åpningsåret	Antall kjørefelt	Overbygningstype ³⁾	Telefarlighetsklasse	Frostsikring	
				Dimensjonerende frostmengde	Maksimal ¹⁾ tykkelse overbygning
> 8 000	4 eller flere	Fleksibel	T3, T4	F_{100}	2,4 m
> 8 000	< 4	Fleksibel	T3, T4	F_{10}	2,4 m
1 501 – 8 000		Fleksibel	T3, T4	F_{10}	1,8 m
≤ 1 500 G/S-veg		Fleksibel	T3, T4	Tiltak for å unngå ujevnt telehiv skal vurderes ²⁾	1,8 m
Alle trafikkgrupper		Stiv	T3, T4	F_{10}	2,4 m

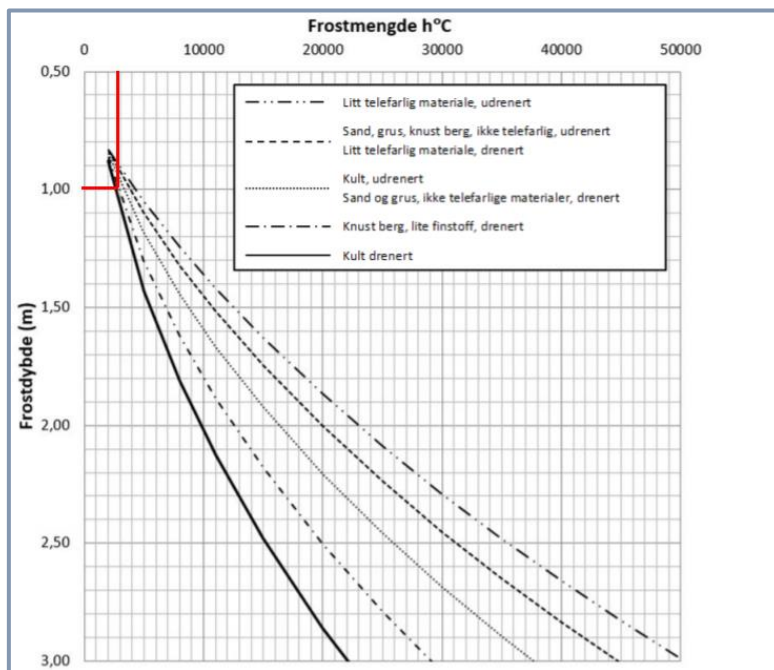
¹⁾ Begrepet «maksimal» betyr i denne sammenheng at den angitte tykkelse normalt er tilstrekkelig til å unngå uakseptable telehiv selv om frostdybden er større. Dette forutsetter at materialene i frostsikringslaget tilfredsstiller kravene i kapittel 6.

²⁾ Tiltak for å unngå ujevnt telehiv skal baseres på frostmengden F_{10} .

³⁾ Fleksibel: Bituminøse materialer i dekke og bærelag. Stiv: Betong/belegningsstein i bærelag og/eller dekke.

Tabell 17: Dimensjonerende frostmengde og maksimum tykkelse av overbygning (Tabell. 520.1, N200) [5, s.147].

Største dimensjonerende frostmengde for dette området er $F_{10} = 2963 \text{ h}^\circ\text{C}$ [12] og årsmiddeltemperaturen er $6,4 \text{ }^\circ\text{C}$ [13]. For å finne frostdybden brukes *Figur 6*. I dette tilfellet får man en frostdybde på 1 meter dersom frostmengden er $F_{10} = 2963 \text{ h}^\circ\text{C}$ og materialet er «kult, drenert».



Figur 6: Frostdybde ved frostsikring med knust berg, sand eller grus, årsmiddeltemperatur 4°C (Figur. 521.1, N200) [5, s.148].

Siden årsmiddeltemperaturen er over 4°C må frostdybden ganges med en korreksjonsfaktor. Som tidligere nevnt ligger årsmiddeltemperaturen på 6,4°C, dermed skal verdiene i *Tabell 18* leses av for en årsmiddeltemperatur på 6°C eller 8°C. Etersom årsmiddeltemperaturen er tilnærmet lik 6°C velges det å bruke en korreksjonsverdi på 0,87, som *Tabell 18* tilsier.

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 berg, 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 berg, ikke telefarlig, drenert	6,0 %	1,29	1,17	1,08	1,00	0,94	0,89
Sand, grus, knust berg, ikke telefarlig, udrenert							
Litt telefarlig materiale, drenert	8,0 %	1,22	1,13	1,06	1,00	0,95	0,90
Litt telefarlig materiale, udrenert							

Tabell 18: Korreksjon av frostdybde ved frostsikring med knust berg, sand eller grus (Tabell. 521.1, N200) [5, s.149].

Utrekning	
Korreksjonsverdi	0,87
Korrigert frostdybde	$0,87 \cdot 1\text{m} = 87 \text{ cm}$
Forsterkningslag: grus, sand, morene T3	
73 cm	
Tykkelse frostsikringslag	$(87 \text{ cm}) - (4 \text{ cm} + 4 \text{ cm} + 6 \text{ cm} + 7 \text{ cm} + 73 \text{ cm}) = -7 \text{ cm}$

Tabell 19: Utrekninger for beregning av styrkeindeksen, og tykkelsen på forsterkningslag og frostsikringslag.

I *Tabell 19* vises utregning av tykkelsen på frostsikringslaget, hvor man tar frostdybden og trekker fra den totale tykkelse av overbygningen. Utrekningen gir en tykkelse på -7 cm, dermed vil tykkelsen på overbygningen være stor nok og man vil ikke trenge et frostsikringslag i tillegg.

2.3.5 Fiberduk

Det legges inn en fiberduk (geotekstil) mellom overbygningen og underbygningen, slik at en begrenser de finkornede materialene i laget fra å trenge inn i det grove laget [5, s.190]. En fiberduk brukes til å separere materialer i underbygningen og i forsterkningslaget, samt separere undergrunnsmaterialer fra frostsikringslaget.

Langs traseen vil undergrunnsmaterialene være separert fra forsterkningslaget. For valg av bruksklassen til fiberduken brukes *Tabell 20*. Forsterkningslaget består av knust kult med fraksjon 22/125, som er en middels undergrunn. Veggen har en ÅDT > 500 og største steinstørrelse (D_{maks}) mot duken på 175 mm, se *Tabell 21* [5, s.199]. Når D_{maks} har en verdi mellom 63 mm og 200 mm vil fiberduk i bruksklasse 3 bli valgt, se *Tabell 20*.

Undergrunn	Trafikk- mengde, ÅDT	Maks. steinstørrelse mot duken, mm			
		$D_{Maks} \leq 63$	$63 < D_{Maks} \leq 200$	$200 < D_{Maks} \leq 500$	$D_{Maks} > 500$
Meget bløt $c_u \leq 25$ kPa	> 500	3	4	5	5
	≤ 500	3	4	4	5
Bløt/middels $c_u > 25$ kPa	> 500	2	3	3	4
	≤ 500	2	2	3	3

Tabell 20: Valg av bruksklasse avhengig av bruksområde (Tabell. 611.1, N200) [5, s.191].

	Utregning
D_{maks}	$1,4 * D$
D_{maks} (kult)	$(1,4 * 125) = 175$ mm

Tabell 21: Utregning av største steinstørrelse D_{maks} .

2.4 Overbygning i tunnel

Tunneloverbygningen skal dimensjoneres etter ÅDT, som da er det samme premisset som for veg i dagen [5, s.165]. Det er viktig at overbygningen i tunnel skal bygges uten risiko for telehiv. Derfor utføres det ulike utregninger av frostsoner der lokale forhold vurderes med hensyn på frostmengde, samt vindforhold og ventilasjon.

Overbygningen skal dimensjoneres etter Tabell 22. Tunnelsålen skal som oftest finrenskes, hvor det maksimalt skal ligge igjen 5 cm med tunnelmasse [5, s.165].

DIMENSJONERINGSTABELL FOR VEGOVERBYGNING I TUNNEL (lagtykkelser i cm)							
		TRAFIKKGRUPPE (Antall ekvivalente 10 t aksler per felt i dimensjoneringsperioden, N, mill.)					
		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 ÅDT i åpningsåret, se kapittel 530.					
BÆRELAG							
Typiske materialer:		Tykkelse, bærelag					
Ag		9	10	11	12	13	14
Ag over Ap		5 over 6	6 over 7	6 over 8	7 over 8	7 over 9	7 over 10
Ag over Ak		5 over 10	6 over 10	7 over 10	8 over 10		
Ag over Gja ¹⁾		6 over 5	6 over 7	6 over 9	6 over 10		
Ag over Fk		5 over 10	6 over 10	7 over 10			
Fk		20					
FORSTERKNINGSLAG							
Frostmengde F_{Dint}	Bæreevne- gruppe	Tykkelse (cm), forsterkningslag med lastfordelingskoeffisient $a = 1,0$					
$F_{Dint} \leq 10000$ h°C	1 ²⁾	30	30	30	30	30	30
$F_{Dint} \leq 10000$ h°C	3 ³⁾	30	30	30	-	-	-
$F_{Dint} > 10000$ h°C	1 ²⁾	50	50	50	50	50	50
$F_{Dint} > 10000$ h°C	4 ⁴⁾	40	40	50	60	70	80
BÆRELAGSINDEKS, Bl_k		39	45	50	54	62	65

¹⁾ Tykkelsene forutsetter en lastfordelingskoeffisient på min. 1,75 Ved lastfordelingskoeffisient mellom 1,35 og 1,75 må tykkelsen økes for å overholde kravene til indeksverdier

²⁾ Gjelder forsterkningslag på tilførte materialer ved finrensk av tunnelsålen iht. kapittel 571

³⁾ Gjelder forsterkningslag når det ikke utføres finrensk av tunnelsålen iht. kapittel 572

⁴⁾ Gjelder forsterkningslag på isolasjonslag av XPS, skumglass eller lettklinker iht. kapittel 572

Tabell 22: Dimensjonering av dekke, bærelag og forsterkningslag i tunnel (Tabell. 572.1, N200)[5, s.166].

Dekke og bærelaget vil være lik overbygningen til veg i dagen, men forsterkningslaget får derimot en annen utforming. Forsterkningslaget dimensjoneres etter frostmengden, se *Tabell 22*. Frostmengden (F_{DimT}) har en verdi på 2963 h°C, dermed blir det riktig å velge $F_{DimT} \leq 10000$ h°C med bæreevnegruppe 1. Bæreevnegruppe 1 «gjelder forsterkningslag på tilførte materialer ved finrensk av tunnelsålen», se *Tabell 22*. Forsterkningslaget skal derfor ha en tykkelse på 30 cm.

Forsterkningslaget i tunnelen vil bestå av materialet pukkk 11/90. Pukk er et steinmateriale som har øvre siktstørrelse $D > 63$ mm [5, s.199]. Dette gir pukkk den største steinstørrelsen (D_{maks}) en verdi på 126 mm, se *Tabell 23*. Etter *Tabell 24*, har pukkk et kvalitetskrav der minste lagtykkelse er ≤ 125 mm. Når D_{maks} har en større verdi enn kvalitetskravet, vil pukkk være ok å bruke i forsterkningslaget.

	Utregning
D_{maks}	$1,4 \cdot D$
Kvalitetskrav, pukkk	125 mm \approx <u>12,5 cm</u>
D_{maks} , pukkk	$1,4 \cdot 90 = 126$ mm \approx <u>12,6 cm</u>

Tabell 23: Utregning av største steinstørrelse D_{maks} .

Krav til korngradering	Kvalitetskrav	
	Verdi	Maks. verdi ¹⁾
Samfengt knust/uknust grus og knust berg		
Andel overkorn	≤ 20 %	25 %
Andel mindre enn 1,4D	98–100 %	
Andel mindre enn D	80–99 %	
Andel mat. < 63 μ m (av hel prøve), f 0/63 og 0/90	≤ 3 %	5 %
Største steinstørrelse, D_{maks}	≤ 125 mm	
Kornkurve, se figur 631.1 og 631.2		
Pukk		
Andel overkorn	≤ 20 %	25 %
Andel underkorn	≤ 20 %	25 %
Andel mindre enn 1,4D	98–100 %	
Andel mindre enn D	80–99 %	
Andel mindre enn D/2	20–70 %	
Andel mindre enn d	1–20 %	
Andel mindre enn d/2	0–5 %	
Største steinstørrelse, D_{maks}	< 125 mm	
Kult		
Andel materiale < 90 mm 22/125	50–85 %	
22/180	20–70 %	
Andel mindre enn d^2)	1–20 %	
Andel mindre enn d/2	0–5 %	
D_{maks}	$\leq 2/3$ av lagtykkelse, maks. 250 mm ³⁾	270 mm
Største steinlengde	$\leq 2/3$ av lagtykkelse, maks. 360 mm ³⁾	390 mm
Resirkulerte materialer		
Andel materiale < 63 μ m av hel prøve	≤ 5 %	7 %
For $D > 90$ mm, andel mat. < 63 μ m regnet av materiale < 90 mm	≤ 5 %	7 %
Største steinstørrelse, D_{maks}	≤ 125 mm	

¹⁾ Generelt aksepteres for prøver tatt på veg at 1 av 5 prøver (20 %) kan avvike fra gjeldende krav, men ingen prøver skal avvike mer enn angitt maksimalverdi.

²⁾ En sortering benevnes som d/D, hvor d er nedre siktstørrelse og D er øvre siktstørrelse angitt i mm.

³⁾ D_{maks} og største steinlengde kan måles med tomrestokk eller skyvelære. Målene skal ikke overstige halve lagtykkelsen ved bæreevnegruppe 4 eller dårligere.

Tabell 24: Krav til korngradering for forsterkningslag, ferdig utlagt på veg (Tabell. 511.1, N200) [5].

Forsterkningslaget får en tykkelse på 30 cm og skal bestå av pukk. Tykkelsen er basert på lastfordelingskoeffisient 1, men ettersom pukk har en lastfordelingskoeffisient på 1,1 skal forsterkningslaget divideres med 1,1, som gir en reduksjon på tykkelsen av forsterkningslaget [5, s.200].

Reduserer forsterkningslaget til:

$$30/1,1 = 27,27 \approx 27 \text{ cm}$$

Forsterkningslaget i overbygningen til tunnelen skal ha en tykkelse på 27 cm, bestående av pukk 11/90.

Det vil i tillegg bli inkludert en forkiling av forsterkningslaget for å sikre en stabilitet på toppen av laget. Dette vil være nødvendig når forsterkningslaget består av grove steinmaterialer. Dermed vil det bli lagt et 5 cm tykt lag med knust asfalt (Ak) med fraksjon 0/22 [5, s.202] .

Styrkeindeks

Styrkeindeksen må sammenlignes med styrkeindekskravet. Styrkeindeksen (SI) har en lik verdi som styrkeindekskravet (SI_k), se *Tabell 25*. Dermed vil kravet være oppfylt og overbygningen er ok.

	Utregning
Forsterkningslag: FDim\leq10000 h°C	
Styrkeindekskravet (SI_k)	$62 \text{ cm} + 30 \text{ cm} = \underline{92 \text{ cm}}$
Styrkeindeks (SI)	$(27 \text{ cm} * 1,1) + 62 \text{ cm} = 97,7 \text{ cm} \approx \underline{92 \text{ cm}}$

Tabell 25: Utregning av Styrkeindekskravet (SI_k) og styrkeindeksen (SI).

2.5 Overbygning avkjørsler/kryss

Avkjørslene og vegkryss 20000 langs traséen vil ha en ÅDT < 300 når hovedformålet er kjøring til eiendommene. Dermed vil det forventes en liten andel tunge kjøretøy her, og avkjørslene samt krysset vil dimensjoneres etter trafikkgruppe A, se *Tabell 9*.

2.5.1 Dekke

Dekke dimensjoneres etter ÅDT i åpningsåret, som i dette tilfelle er < 1000. Det vil benyttes stive dekketyper med slitelag på 3,0 cm og bindelag på 3,0 cm, se *Tabell 11* . Både slitelaget og bindelaget vil dermed bestå av Agb11 for en veg som ikke har en stor andel kjøretøy, samt er plassert utenfor tettsteder.

2. 5. 2 Bærelag

Bærelaget skal dimensjoneres i samsvar med *Figur 5*. Her anbefales det å bruke Fk, Gja og Ak med trafikkgruppe A. Etter *Tabell 13* blir det valgt et bærelag på 20 cm som skal bestå av knust berg (Fk)

med fraksjon 0/32. Dette vil bli lagt lagvis, hvor man har et øvre bærelag på 10 cm og nedre bærelag på 10 cm.

Videre må bærelagsindeksen (BI) beregnes og sjekkes opp mot bæreindekskravet (BI_k) for å kontrollere om overbygningen som dimensjoneres er ok.

	Utregning
Bærelagsindekskravt (BI_k)	39
Bærelagsindeks (BI)	$\sum a \cdot h$ $(3 * 3) + (3 * 3) + (1,1 * 10) + (1,1 * 10) = 40$

Tabell 26: Utregning av bærelagsindeksen (BI).

Bæreindekskravet er hentet fra *Tabell 13*, og er på 39 cm for trafikkgruppe A. Etter utregningen i *Tabell 26* vil bærelagsindeksen være på 40 cm. Bærelaget har en god nok tykkelse og vil dermed være ok å bruke i overbygningen.

2.5.3 Forsterkningslag

Forsterkningslag - profil 202,702 til 740

For *bergskjæring, steinfylling* med telefarlighetsklasse T2 og trafikkgruppe A, vil forsterkningslaget være på 30 cm med en lastfordelingskoeffisient 1, se *Tabell 13*. Her velges det å bruke det samme materialet puk med fraksjon 11/90, som har en lastfordelingskoeffisient på 1,1, se *Tabell 14*.

Forsterkningslaget korrigeres til:

$$30 \text{ cm} / 1,1 = 27,27 \text{ cm} \approx \underline{27 \text{ cm}}$$

Forsterkningslag profil 1367-1613,443.

For *grus, sand, morene* med telefarlighetsklasse T3 og trafikkgruppe A, vil forsterkningslaget være på 50 cm med en lastfordelingskoeffisient på 1, se *Tabell 13*. I dette tilfellet skal knust kult 22/125 brukes.

Forsterkningslaget reduseres til:

$$50 \text{ cm} / 1,1 = 45,45 \text{ cm} \approx \underline{46 \text{ cm}}$$

Styrkeindeks

Videre må styrkeindeksen sammenlignes med styrkeindekskravet. Styrkeindeksen (SI) har større og lik verdi i forhold til styrkeindekskravet (SI_k) for begge forsterkningslagene, se *Tabell 27*. Dermed vil kravet være oppfylt og overbygningen er ok.

	Utrekning
Forsterkingslag: bergskjæring steinfylling T2	
Styrkeindekskravet (SI_k)	39 cm + 30 cm = <u>69 cm</u>
Styrkeindeks (SI)	(27 cm*1,1) + 39 cm = 68,7 cm ≈ <u>69 cm</u>
Forsterkingslag: grus, sand, morene T3	
Styrkeindekskravet (SI_k)	39 m + 50 cm = <u>89 cm</u>
Styrkeindeks (SI)	(46 cm*1,1) + 39 cm = 89,6 cm ≈ <u>90 cm</u>

Tabell 27: Utrekning av Styrkeindekskravet (SI_k) og styrkeindeksen (SI).

2.5.4 Frostsikringslag

Overbygningen for avkjørsler og kryss skal ikke dimensjoneres med frostsikringslag når veien har en liten ÅDT. Det skal utføres et tiltak for håndtering av overvannet ved å sette inn stikkrenner for drenering av vannet. Stikkrenne er et vanngjennomløp som går på tvers av vegen for å lede vannet videre [5, s.305]. I tillegg må grunnen finrenses spesielt i det området der det befinner seg tynn morene.

2.5.5 Fiberduk

Det vil også legges en fiberduk i overbygningen til avkjørslene. Fiberduken skal separere forsterkingslaget fra undergrunns materialet [5, s.190]. For valg av bruksklasse til fiberduken skal *Tabell 20* anvendes. Forsterkingslaget består av både knust pukk 11/90 og knust kult 22/125, som er en *bløt/middels* undergrunn. Når veien har en bløt undergrunn, samt en ÅDT ≤ 500, vil fiberduken ha en bruksklasse 2.

2.6 Overbygning fortau

2.6.1 Dekke

Når tykkelsen og materialet på dekke skal bestemmes, må en vurdere om det skal dimensjoneres for normal trafikkbelastning eller lett trafikkbelastning. Normal trafikkbelastning vil være når fortauet brukes av gang- og sykkeltrafikk, vanlige maskiner til drift og vedlikehold og at deler av fortauet blir benyttet som adkomstveg for lett biltrafikk. Ved lett trafikkbelastning vil den kun brukes til gang- og sykkeltrafikk, samt lette maskiner for drift og vedlikehold [5, s.164].

For dimensjonering av fortauet velges det å bruke normal trafikkbelastning, da det er få boliger knyttet til avkjørslene. Dekke vil da ha en tykkelse på 6 cm der slitelaget er 3 cm med Agb og bindelaget er 3 cm med Agb, se *Tabell 28* [5, s.164].

DIMENSJONERINGSTABELL FOR VEGOVERBYGNING PÅ GANG- OG SYKKELVEGER (lagtykkelser i cm)			
DEKKE		TRAFIKKBELASTNING	
		Normal ¹⁾	Lett ²⁾
Ma			4,0
Agb over Agb ³⁾		3,0 over 3,0	
BÆRELAG			
Ag over Ak/Fk		4 over 10	
Fk, Gjb		20	10
Ak			10
FORSTERKNINGSLAG PÅ			
Materialtype i grunnen:	Bæreevne-gruppe	Tykkelse	
Bergskjæring, steinfylling, T1	1	30	
Grus, $C_u \geq 15$, T1	2	30	
Grus, $C_u < 15$, T1 Sand, $C_u \geq 15$, T1 Bergskjæring, steinfylling, T2	3	30	
Sand $C_u < 15$, T1 Grus, sand, morene, T2	4	30	
Grus, sand, morene, T3	5	40	
Silt, leire, T4, $c_u \geq 50$ kPa	6	50+10 ⁴⁾	
Silt, leire, T4, $37,5 \leq c_u < 50$ kPa	6	50+10 ⁴⁾	
Silt, leire, T4, $25 \leq c_u < 37,5$ kPa	6	50+30 ⁴⁾	
Silt, leire, T4, $c_u < 25$ kPa	6	50+60 ⁴⁾	

¹⁾ G/s-trafikk, vanlige maskiner for drift/vedlikehold og lett biltrafikk der deler av g/s-vegen blir benyttet som adkomstveg

²⁾ G/s-trafikk og lette maskiner for drift/vedlikehold.

³⁾ Bindlag kan sløyfes dersom bærelaget består av Ag. Tykkelsen på øvre bærelag skal da økes tilsvarende bindlagets tykkelse.

⁴⁾ Tall med pluss foran angir økning av forsterkningslagstykkelsen knyttet til anleggstekniske forhold.

Tabell 28: Dimensjoneringstabell for gang- og sykkelveg (Tabell. 5436.1, N200) [5, s.164].

2.6.2 Bærelag

Tykkelsen og materialet på bærelaget er også avhengig av trafikkbelastning. Ved en normal trafikkbelastning vil bærelaget enten være totalt 14 cm med Ag, Ak og Fk, eller 20 cm med Fk eller Gje, se *Tabell 28* [5, s.164]. I dette tilfellet skal knust berg 0/32 (Fk) benyttes som materiale i bærelaget med en tykkelse på 20 cm. Bærelaget skal legges lagvis med et øvre bærelag på 10 cm og nedre bærelag på 10 cm.

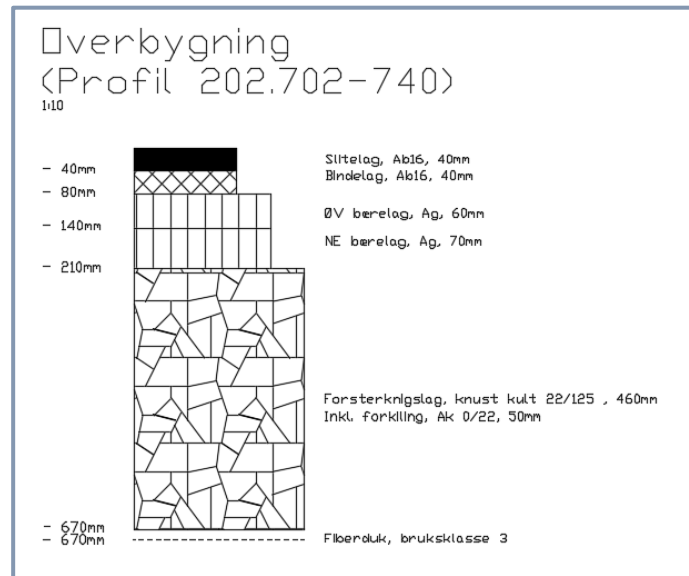
2.6.3 Forsterkningslag

På grunn av forskjellig undergrunn vil det bli ulike tykkelser på forsterkningslaget. Der hvor det er *bergskjæring, steinfylling* med telefarlighetsklasse T2, vil forsterkningslaget være 30 cm knust berg (Fk), se *Tabell 28*. Der hvor det er *grus, sand, morene* med telefarlighetsklasse T3, vil forsterkningslaget være 40 cm med knust berg (Fk), se *Tabell 28*.

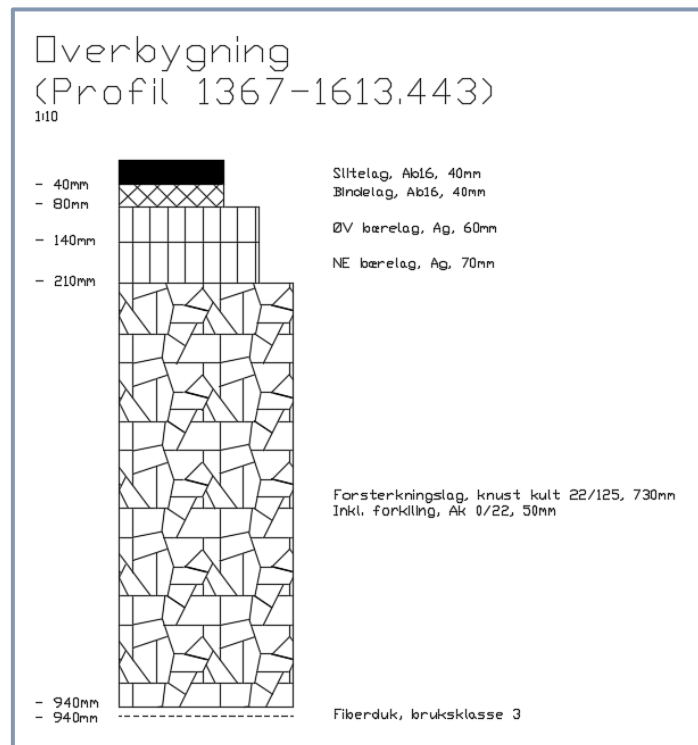
2.7 Tegninger av overbygninger

Overbygning i dagen

Det vil være to ulike overbygninger i dagen; en fra profil 202,702-740, se *Figur 7*, og en fra profil 1367-1613,443, se *Figur 8*. Det som skiller de to overbygningene fra hverandre er tykkelsen på forsterkningslaget, hvor det har blitt tatt hensyn til undergrunnen langs traséen. I overbygningen i *Figur 7* er undergrunnen av *Bergskjæring steinfylling T2*, mens i *Figur 8* er undergrunnen av *Grus, sand og morene T3*.



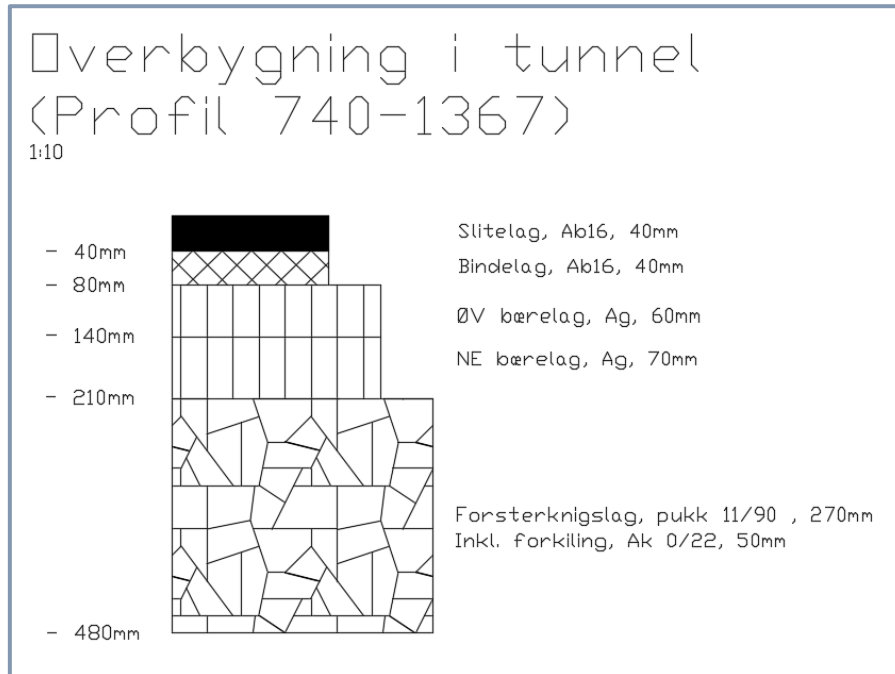
Figur 7: Overbygning for veg i dagen, profil (202.702-740), laget i AutoCAD.



Figur 8: Overbygning for veg i dagen, profil (1367-1613, 443), laget i AutoCAD.

Overbygning i tunnel

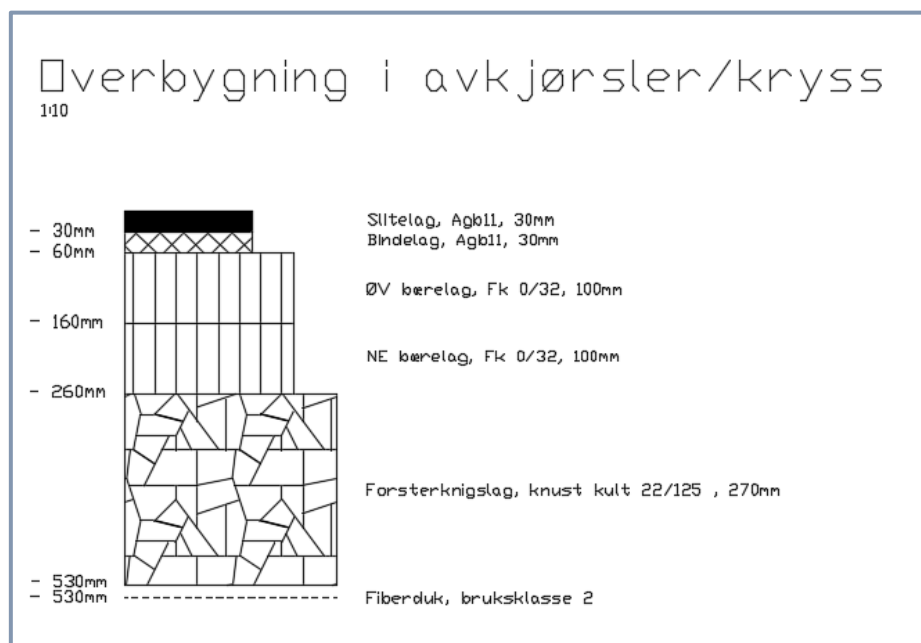
Overbygningen i tunnelen vil være lik som veg i dagen når det gjelder dekke og bærelaget. Tunnelen strekker seg fra profil 740 til 1367. Det er kun forsterkningslaget som er ulikt når forsterkningslaget er dimensjonert med hensyn på forstmengden F_{10} i området, se *Figur 9*.



Figur 9: Overbygning i tunnel, profil (740-1367), laget i AutoCAD.

Overbygning i avkjørsler/kryss

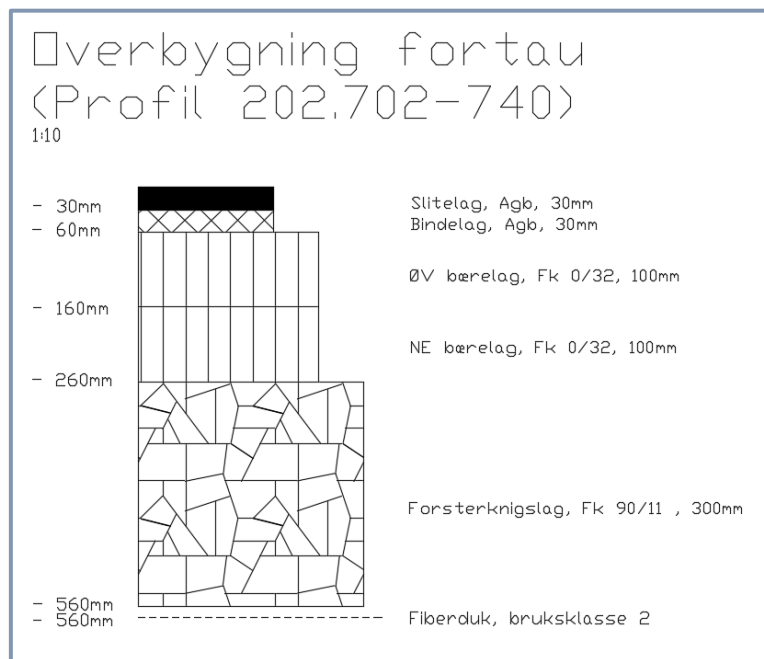
Figur 10 illustrerer overbygning i alle avkjørslene som ligger langs traséen.



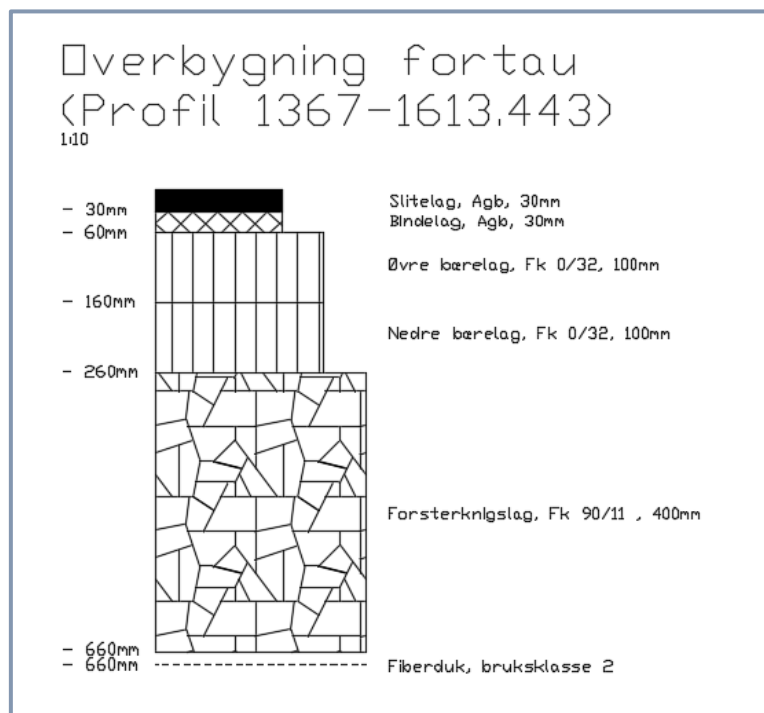
Figur 10: Overbygning i avkjørslene og kryss, laget i AutoCAD.

Overbygning fortau

Det er to fortau som har blitt dimensjonert basert på veg i dagen, med hensyn til undergrunnsforholdene langs traséen. *Figur 11* viser overbygningen til fortauet fra profil 202,702-740 og *Figur 12* viser overbygningen til fortauet fra profil 1367-1613,443. Overbygningen i *Figur 11* vil være der undergrunnen er av *Bergskjæring, steinfylling T2*, mens overbygningen i *Figur 12* vil være der undergrunnen er av *Grus, sand og morene T3*.



Figur 11: Overbygning fortau, profil (202,702-740), laget i AutoCAD.



Figur 12: Overbygning fortau, profil (1367-1613,443), laget i AutoCAD.

3. Vedlegg 6 – Rekkverk

3.1 Sikkerhetssone

Fra kjørebanelen skal det defineres en sikkerhetssone for kjøretøy som havner utenfor kjørebanelen. Her skal det blant annet ikke være farlige sidehinder og kjøretøyet skal heller ikke velte [14, s.22]. Bredden til sikkerhetssonen settes ut fra sikkerhetsavstanden, som kartlegges ved hjelp av trafikkmengde, fartsgrense og diverse tillegg [14, s.22]. Tilleggene som vil være relevante her er tillegg for krappe kurver, tillegg ved fylling/fallende terreng og tillegg for spesielle anlegg. *Tabell 29* viser hva som inngår i beregning av sikkerhetssonens bredde.

Beregning av sikkerhetssonens bredde				
$S = A + T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5$				
A, sikkerhetsavstand	Bestemt ut fra ÅDT og fart på stedet			Se Tabell 2.2
T_1 , tillegg for krappe kurver	Kurver med horisontalradius: $R < R_{min}$		$T_1 = 2 \text{ m}$	Se kap. 2.2.2
T_2 , tillegg/fratrekk for skråninger	Fall	1:4 eller slakere	$T_2 = 0 \text{ m}$	Se kap. 2.2.3
		Brattere enn 1:4	$T_2 = \text{skråningens bredde}$	
	Stigning	Slakere enn 1:2	$T_2 = 0 \text{ m}$	Se kap. 2.2.4
		1:2	$T_2 = 0 \text{ m}$, eller S begrenses av avstanden ut til en skjæringshøyde 2,0 m over vegbanenivå dersom denne ligger innenfor A	
T_3 , tillegg for	Veg eller GS-veg under veg**		$T_3 = 0,5 \times A$	Se kap. 2.2.5
	Jernbane		$T_3 = A$	Se kap. 2.11.3
T_4 , tillegg for spesielle anlegg	Lekeplasser, skoler, drivstofftanker, vannreservoar o. l.		$T_4 = 0,5 \times A$	Se kap. 2.11.4 og kap. 2.2.8
T_5 , tillegg for midtdeler			$T_5 = A$	Se kap. 2.7 og kap. 2.2.9

Tabell 29: Beregning av sikkerhetssonens bredde (tabell 2.1 håndbok N101) [14, s.23]

3.1.1 Sikkerhetsavstand

Vegen vil ha en ÅDT på 9700 og vil derfor ligge mellom 4000-12000. Fartsgrensen er 50 km/t. Dette vil gi en sikkerhetsavstand på 4 meter, se *Tabell 30* [14, s.24].

ÅDT	Fartsgrense (km/t)			
	50*	60**	70 og 80	≥90
0-1500	2,5 m	3 m	5 m	6 m
1500-4000	3 m	4 m	6 m	7 m
4000-12000	4 m	5 m	7 m	8 m
>12000	5 m***	6 m***	8 m***	10 m***

Tabell 30: Krav til sikkerhetsavstand (A) langs en veg, basert på ÅDT og fart (Tabell 2.2 håndbok N101) [14, s.24]

3.1.2 Tillegg ved krappe kurver, T1

Da vegen er i dimensjoneringsklasse H02 og fartsgrensen er satt ned fra 60 km/t til 50 km/t, er det blitt beregnet en minste horisontalkurveradius, se kapittel 7.3.1 *Minste horisontalkurveradius*. Den beregnede horisontalkurveradiusen er R=75 meter, og langs strekningen vil det ikke være noen steder som avviker fra denne. Det vil dermed ikke bli noe tillegg for krappe kurver.

3.1.3 Tillegg ved fylling/fallende terreng, T2

Mot vannet vil det på flere steder bli satt opp mur. Her vil det være et fall på mer enn 1:1,5 som da defineres som et stup [14, s.29]. Det vil av den grunn bli et tillegg lik skråningens bredde, se *Tabell 31* [14, s.25].

Skråningens fall	Sikkerhetssonens bredde (S)
1:4 eller slakere	$S = A + T_2, T_2=0$
Skråning 1:4-1:1,5	$S = A + T_2, T_2>0$ (skråningens bredde)

Tabell 31: Tillegg T2 til sikkerhetsavstanden (A) ved fallende terreng (tabell 2.4 håndbok N101) [14, s.25]

3.1.4 Tillegg ved oppholdsarealer, T4

I dag er det et område ved Bratland Camping som brukes av Statens Vegvesen for ulike kontroller av kjøretøy. Det vil derfor legges til et tillegg på $T4 = 2$ meter [14, s.27].

3.1.5 Sikkerhetssone

Beregning av sikkerhetssone er vist i *Formel 2*:

$$S = A + T2 + T4 = 4 \text{ m} + T2 + 2 \text{ m} = \underline{6 \text{ m} + T2} \text{ (T2 vil variere)}$$

Formel 2: Sikkerhetssone [14, s.23]

3.2 Behov for rekkverk

3.2.1 Behov for rekkverk ved bergskjæring

Mot fjellskjæringene vil det bli prosjektert en bankett på 1,5 meter. Denne vil ha en helning på 1:10 og bestå av materialet puk 32/64, samt en avvisende kantstein med høyde på 16 cm og bredde på 14 cm. Dette vil være med på å senke farten til eventuelle kjøretøy som skulle kjøre av vegen. For å unngå rekkverk mot fjellskjæringene, vil fjellskjæringene sprenges slik at de får en jevn overflate uten utstikkende partier [14, s.30].

Denne løsningen er ikke en tradisjonell håndbok-løsning, men vil være en god løsning for områder med arealknapphet. Dette er basert på Asplan Viak sine erfaringer fra tidligere vegprosjekter. Alternativet til bankett ville vært å utforme en lukket grøft, men det vil være mer hensiktsmessig med bankett for å forhindre mer sprenging av fjell. Dersom man skulle utformet en lukket grøft uten krav til rekkverk

måtte denne hatt en bredde som var større enn sikkerhetssone på over 6 meter. Grøften hadde krevd et stort areal, noe som hadde ført til store mengder sprenging av fjell. Dette hadde vært negativt for både kostnader, klima og estetikk. Dersom den lukkede grøften hadde vært utformet som lukket grøft med krav til rekkverk, kunne grøften vært utformet med en grøfteskråning på 2 meter, en helning på 1:4 og en grøftebunn på 0,5 meter [5, s.100]. Dette hadde tatt mer areal enn bankett, i tillegg ville det vært ekstra kostnader for rekkverk.

3.2.2 Behov for rekkverk ved mur

På alle områder vil muren befinne seg innenfor sikkerhetssonen. *Tabell 32* brukes for å sjekke om det er behov for rekkverk der hvor det er mur [14, s.29]. Da fortauet på 2,5 meter ligger mellom kjørebane og muren, skal det vurderes behov for rekkverk ved høyder der muren ligger 1-3 meter fra vegkanten.

Høyde (meter)	0 - 1 meter fra vegkant	1-3 meter fra vegkant
0 – 0,3	Ikke behov for rekkverk	Ikke behov for rekkverk
0,31 – 1,0	Behov for rekkverk	Ikke behov for rekkverk
1,01 – 4,0	Tillatt for gående- og syklende Behov for rekkverk, se kap.3.7	Behov for rekkverk Se kap.3.2
≥ 4,0	Behov for rekkverk, høyde ≥ 1,2 m, H2-klasse	Behov for rekkverk, H2-klasse Se kap. 3.2

Tabell 32: Største tillatte skråningshøyde (H) uten rekkverk ved fall brattere enn 1:1,5 (tabell 2.7 håndbok N101) [14, s.29]

I *Tabell 33* er profilnumrene for hvor det er mur langs høyre side, sammen med maks høyde for hver strekning, angitt. Som man ser i *Tabell 32*, vil det være behov for rekkverk dersom det er en høyde fra 1,01-4,0 meter og over 4 meter [14, s.29]. Det vil være behov for rekkverk på alle steder hvor det er mur. I tillegg vil vannet være et faremoment som ligger innenfor sikkerhetssonen.

Fra profil	Til profil	Høyde
238	314	> 4 meter
337	528	> 4 meter
544	700	> 4 meter
1505	1549	1.01-4 meter

Tabell 33: Profilnummer for mur langs høyre side, hentet fra Novapoint

3.2.3 Behov for rekkverk ved tunnel

Ved tunnelportalene vil det være behov for rekkverk. Dette er i profil 740 og profil 1367. Rekkverket skal gå 5 meter inn i tunnelportalen fra der hvor vegen og tunnelportalen er parallelle [14, s.50].

3.2.4 Behov for rekkverk ved kontrollområde for Statens Vegvesen

Siden ÅDT er større enn 4000 skal det anlegges et fysisk skille mellom kontrollplassen og kjørebanelen, og det vil derfor settes opp et rekkverk her [1, s.90]. Rekkverket vil være fra profil 1565 til profil 1601.

3.3 Valg av rekkverkstype

3.3.1 Styrkeklasse

Styrkeklassen til rekkverket velges ut fra fartsgrense, ÅDT og utformingen av sideterrenget langs vegen [14, s.37].

Tabell 34 viser hvilke vegforhold som inngår i de forskjellige styrkeklassene. Ved tunnelportalene og der muren er høyere enn 4 meter, skal styrkeklasse H2 velges. Der hvor muren er 1-4 meter velges N2. På strekningen hvor kontrollområdet til Statens Vegvesen befinner seg, vil også styrkeklassen være N2, da det her velges å fortsette rekkverket fra muren [14, s.38].

Styrkeklasse	Vegforhold
T1	<ul style="list-style-type: none">• Midlertidige situasjoner, f.eks. ved vegarbeidsområder med en midlertidig fartsgrense ≤ 50 km/t
T2	<ul style="list-style-type: none">• Midlertidige situasjoner, f.eks. ved vegarbeidsområder med en midlertidig fartsgrense på 60 og 70 km/t
T3	<ul style="list-style-type: none">• Midlertidige situasjoner som vegarbeidsområder med en fartsgrense ≥ 60 km/t, med stor trafikk ÅDT > 4000 og i tillegg andel tungtrafikk >20%.• Midlertidige situasjoner på veier med fartsgrense ≥ 70 km/t og med stor trafikk ÅDT > 4000• Midlertidige situasjoner på motorveger• Midlertidige situasjoner på veier med meget alvorlige konsekvenser for andre ved gjennomkjøring eller utforkjøring. Det bør skiltes med fartsgrense 60 km/t
N1	<ul style="list-style-type: none">• Fartsgrense ≤ 60 km/t og ÅDT $\leq 12\ 000$• Fartsgrense ≥ 70 km/t og ÅDT $\leq 1\ 500$
N2	<ul style="list-style-type: none">• Fartsgrense ≤ 60 km/t og ÅDT > 12 000• Fartsgrense ≥ 70 km/t og ÅDT > 1500• Ved vann dypere enn 0,5 m og fall slakkere enn stup (1:3 – 1:1,5)• Ved støttemurer og stup (fall brattere enn 1:1,5) med høyde 1,0 – 4 m*• For bruer og kulverter med lengde ≤ 4 m og ÅDT <1500*• På motorveger
H1	<ul style="list-style-type: none">• Midtdeler på motorveger og på andre veier med fartsgrense > 80 km/t og 10-20% andel av tungtrafikk (kjøretøy >10t).
H2 eller L2	<ul style="list-style-type: none">• På bruer• Ved vann dypere enn 0,5 m og fall 1:1,5 (se kap. 2.8)• Ved støttemurer og stup (fall brattere enn 1:1,5) høyere enn 4 m• Midtdelere på motorveger og på andre veier med fartsgrense >80 km/t og > 20% andel av tungtrafikk (kjøretøy >10t).• Steder hvor følgeskadene av en kollisjon vil bli store, f.eks. ved utforkjøring i vannreservoar, jernbane, T-bane trasé, kollisjon med større drivstofftanker osv.• Steder hvor det er lite utbøyningsrom ved f.eks. tunneler, brupilarer, faste hindre, etc.,
H4 eller L4	<ul style="list-style-type: none">• På eller under bruer hvor det er stor fare for alvorlig skade på bærende brukonstruksjon og som ved kollaps av brua kan medføre fare for mange andre trafikanter osv.• Spesielle steder på motorveger og på andre veier med fartsgrense > 80 km/t og tungtrafikk ÅDT >800, hvor risikoen for utforkjøringsulykker er større enn normalt eller hvor konsekvensene av en utforkjøringsulykke vil bli meget store• På bruer som krysser høyhastighetsbaner, og langs veier der det ligger høyhastighetsbane innenfor sikkerhetssonen
Tunnel	<ul style="list-style-type: none">• Rekkverk i tunneler er ikke ettergivende rekkverk

Tabell 34: Valg av styrkeklasse (sikkerhetsnivåer) for rekkverk (tabell 3.1 håndbok N1010) [14, s.38]

3.3.2 Deformasjonsbredde (D) og arbeidsbredde (W)

For å kunne velge hvilket rekkverk som skal brukes langs vegen må man bestemme deformasjonsbredden (D) og arbeidsbredden (W). Ved støttemurer tillates det ikke at D går mer enn 20 cm utenfor murkanten [14, s.40]. Her vil det være høy risiko ved utforkjøring, og det velges derfor arbeidsbreddeklasse W1, som har en arbeidsbredde på 0,6 meter. Arbeidsbreddeklasse W1 velges også ved tunnelportalene, da det her er lite utbøyningsrom. Ved kontrollområdet til Statens Vegvesen velges også arbeidsbreddeklasse W1, som har arbeidsbredde på 0,6 meter, da rekkverket fra muren fortsetter her, se *Tabell 35* [14, s.40].

W-klasse	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	-
Arbeidsbredde (m)	≤ 0,6	≤ 0,8	≤ 1,0	≤ 1,3	≤ 1,7	≤ 2,1	≤ 2,5	≤ 3,5	-
VI-klasse	VI1	VI2	VI3	VI4	VI5	VI6	VI7	VI8	VI9
Inntrengning (m)	≤ 0,6	≤ 0,8	≤ 1,0	≤ 1,3	≤ 1,7	≤ 2,1	≤ 2,5	≤ 3,5	> 3,5

Tabell 35: Arbeidsbredde (W) og Inntrengning (VI), verdiene er i meter (tabell 3.2 håndbok N101) [14, s.40]

3.3.3 Rekkverk

Profilnummer for rekkverk på vannsiden, med styrkeklasse og arbeidsbredde, er vist i *Tabell 36*.

Profilnummer	Styrkeklasse	Arbeidsbredde
238-745	H2	W1
1362-1372	H2	W1
1505-1601	N2	W1

Tabell 36: Profilnummer, styrkeklasse og arbeidsbredde for rekkverk på vannsiden.

Profilnummer for rekkverk på oppsiden, med styrkeklasse og arbeidsbredde, er vist i *Tabell 37*.

Profilnummer	Styrkeklasse	Arbeidsbredde
735-745	H2	W1
1362-1372	H2	W1

Tabell 37: Profilnummer, styrkeklasse og arbeidsbredde for rekkverk på oppsiden.

3.4 Rekkverksender

Ettersom fartsgrensen på vegen er 50 km/t, skal rekkverksendene utformes ved at rekkverket forankres i full rekkverkshøyde i sideterreng/tunnelportal, at rekkverket forankres med en ettergivende rekkverksende/støtpute eller at rekkverket svinges ut, føres ned og forankres. [14, s.57-58]. Tunnelportalen befinner seg i profil 740 og profil 1367. Her skal rekkverket svinges ut 1:10 i full høyde og forankres i tunnelportalen [14, s.57]. Der hvor det ikke er mulig å forankre rekkverket i sideterreng, skal det brukes ettergivende rekkverksender. Disse skal konstrueres slik at de stanser kjøretøyet ved påkjøring [14, s.59]. Ettergivende rekkverksender er delt inn i ulike sikkerhetsklasser avhengig av rekkverkets styrkeklasse og fartsgrensen til vegen, se *Tabell 38*. Der hvor styrkeklassen til rekkverket er N2, vil sikkerhetsklassen være P2. Der hvor styrkeklassen til rekkverket er H2, vil sikkerhetsklassen være P4 [14, s.59]. I *Tabell 39* og *Tabell 40* vises profilnummer med tilhørende rekkverksende.

Rekkverkets styrkeklasse	Rekkverksendens sikkerhetsklasse (minimum)	Fartsgrense
N1	P1	≤60
N1	P2	≥70
N2	P2	≤60
N2	P3	≥70
H2	P4	Alle fartsgrenser
H4	P4	Alle fartsgrenser

Tabell 38: Minimumskrav til valg av sikkerhetsklasse for rekkverksender (tabell 4.3 håndbok N101) [14, s.59].

Rekkverk langs vannsiden

Profilnummer	Rekkverksende
238	Ettergivende rekkverksende, P4
745	Utsvingning og forankring i tunnelportal
1362	Utsvingning og forankring i tunnelportal
1372	Utsvingning og forankring i terreng
1601	Ettergivende rekkverksende, P2

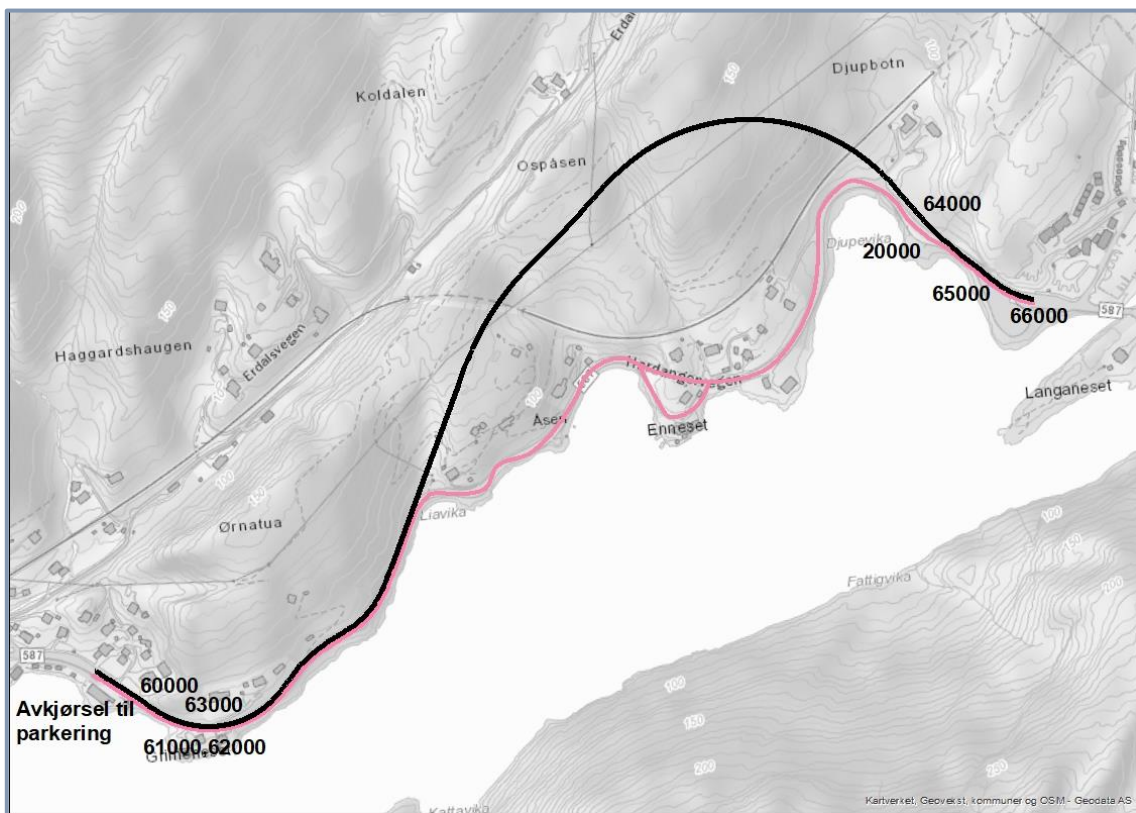
Tabell 39: Viser profilnummer og rekkverksende for vannsiden

Rekkverk langs oppsiden

Profilnummer	Rekkverksende
735	Utsvingning og forankring i terreng
745	Utsvingning og forankring i tunnelportal
1362	Utsvingning og forankring i tunnelportal
1372	Utsvingning og forankring i terreng

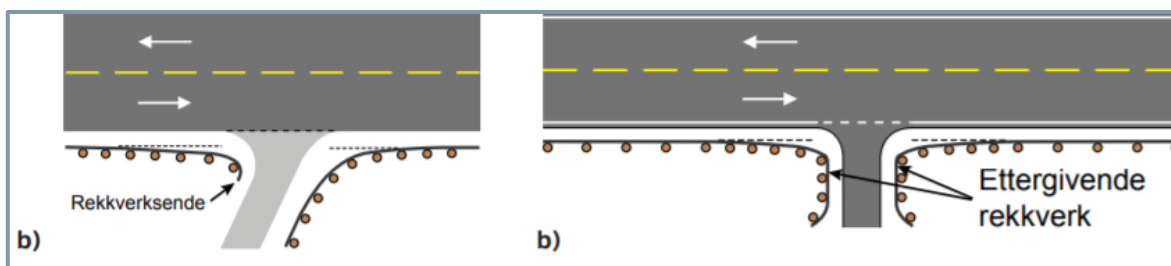
Tabell 40: Viser profilnummer og rekkverksende for oppsiden av vegen

3.4.1 Rekkverksender i kryss og avkjørsler



Figur 13: Oversikt over avkjørslene, laget i Arcmap.

Figur 13 viser en oversikt over alle kryss og avkjørsler langs 10000. I kryss og avkjørsler vil det enten bli brukt rekkverksende eller ettergivende rekkverk. Ved vegkryss 20000 vil det bli brukt ettergivende rekkverk på den ene siden, da det kun er krav til rekkverk her. Dette vil være i profil 1505. Det ettergivende rekkverket vil svinges ut før og etter krysset, for å oppnå best mulig sikt [14, s.59]. Avkjørsel 65000 vil ha ettergivende rekkverk på den ene siden og rekkverksende på den andre siden. Avkjørsel 61000 og 62000 vil ha rekkverksender på hver side av avkjørselen. I avkjørsel 66000 vil det bli brukt rekkverksende på den ene siden, da det ikke er krav til rekkverk på den andre siden. Avslutningen på rekkverkene er vist i Figur 14.



Figur 14: Eksempler på avslutninger av rekkverk ved vegkryss og avkjørsler (figur 4.6 a)-b) håndbok N101) [14, s.59].

4. Vedlegg 7 – Sikt

Sikten defineres ut fra sikttrekanter, som igjen avhenger av stoppsikten (L_s). Innenfor sikttrekanten skal det ikke befinne seg elementer som er høyere enn 0,5 meter over kjørebanelen til primærvegen [1,s.64].

4.1 Sikt langs 10000

Det er foretatt en siktanalyse av stoppsikt langs 10000. I dimensjoneringstabellen for Hø2 er det oppgitt standardkrav til stoppsikt [1, s.45]. Ettersom fartsgrensen settes ned til 50km/t fra dimensjoneringsklassens standard fartsgrense på 60 km/t, vil stoppsikten beregnes på ny. I beregningen av stoppsikt inngår parameterne reaksjonstid (t_r), fartsgrense (V), bremsefriksjon (f_b) og stigningsgrad (s) [3, s.50]. Verdier for disse er gitt i *Tabell 41*. Beregning av kravet til stoppsikt er vist under, se *Formel 3* [3, s.51].

Reaksjonstid (t_r)	2 s (fast verdi) [3, s.50]
Fartsgrense (V)	50 km/t
Bremsefriksjon (f_b)	0,588 [3, s.21]
Stigningsgrad (s)	6% [1, s.45]

Tabell 41: Viser parametere og verdier for beregning av stoppsiktlengde.

$$L_s = L_r + L_b = 0.278 * t_r * V + \frac{V^2}{254,3*(f_b+s)} = 0.278 * 2 * 50 + \frac{50^2}{254,3*(0,529+0,06)} = 45 \text{ meter}$$

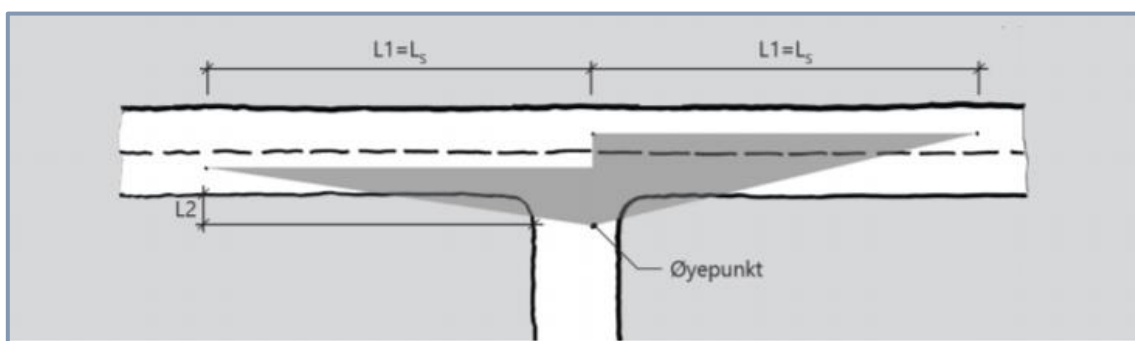
Formel 3: Formel for stoppsiktlengde [3, s.51].

Kravet til stoppsikt langs vegen vil være 45 meter. Krav til sikt i tunnelen er det samme som for veg i dagen, og skal dermed følge siktkrav fra dimensjoneringstabellen [1, s.30]. Det er viktig med god sikt i tunnelen, dermed er det valgt å bruke krav til stoppsikt fra dimensjoneringsklasse Hø2 her [1, s.45].

Ved hjelp av Novapoint er det utført siktanalyser av stoppsikten langs vegen. For veg i dagen brukes stoppsikt 45 meter i analysen, og for tunnel brukes stoppsikt 70 meter. Resultatene viser til at sikten er ok på alle områder.

4.2 Siktkrav i avkjørsler

Sikttrekanten i avkjørsler bestemmes ut ifra stoppsikten [1, s.64]. Beregnet stoppsikt langs vegen er 45 meter, se *Formel 3*, og L2 vil dermed være 45 meter, se *Figur 15*.



Figur 15: Siktkrav i avkjørsler (Figur D.24 Håndbok N100) [1, s.64]

L2 bestemmes ut ifra primærvegens fartsgrense og trafikk i avkjørsler [1, s.64]. Alle avkjørslene vil ha en ÅDT < 50 og fartsgrensen langs primærvegen er 50 km/t. Dette gir en L2 på 4 meter, se *Tabell 42*. Sikttrekantene for avkjørslene er tegnet inn i C-tegningen i *Vedlegg 1 – tegningshefte*.

Trafikk i avkjørsel	Fartsgrense [km/t]		
	30 og 40	50, 60 og 80	90
ÅDT < 50	3	4	6
ÅDT > 50	4	6	8

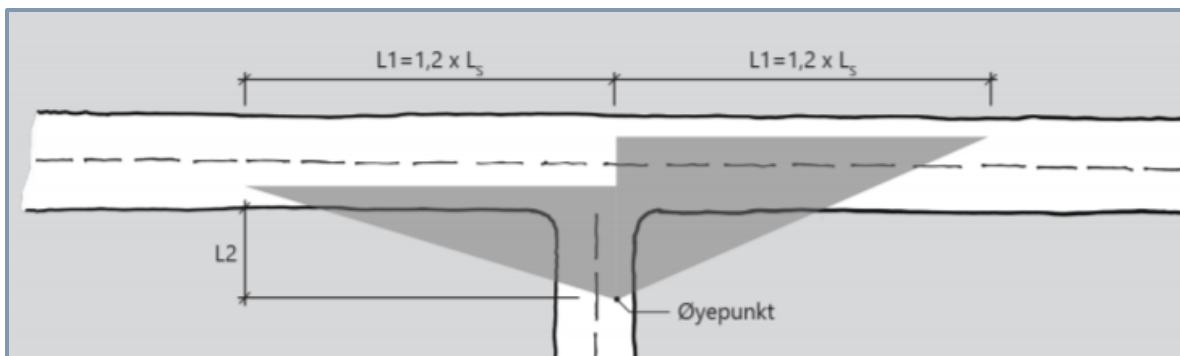
Tabell 42: Siktkrav i avkjørsler, L2 (Tabell D.6 håndbok N100) [1, s.64]

4.3 Siktkrav i forkjørsregulert T-kryss

For å sikre adkomst til eiendommene er det prosjektert et T-kryss. Sikttrekanten til kryss bestemmes ut ifra stoppsikt og reguleringsform [1, s.53]. Vegkryss 20000 er et forkjørsregulert T-kryss og beregnet stoppsikt er 45 meter, se *Formel 3*. Beregning av L1 i sikttrekanten er vist under, se *Formel 4*.

$$L1 = 1,2 \times L_s = 1,2 * 45 \text{ meter} = 54 \text{ meter}$$

Formel 4: Beregning av L1 for kryss



Figur 16: Siktkrav i forkjørregulerte kryss (Figur D.7 håndbok N100) [1, s.54]

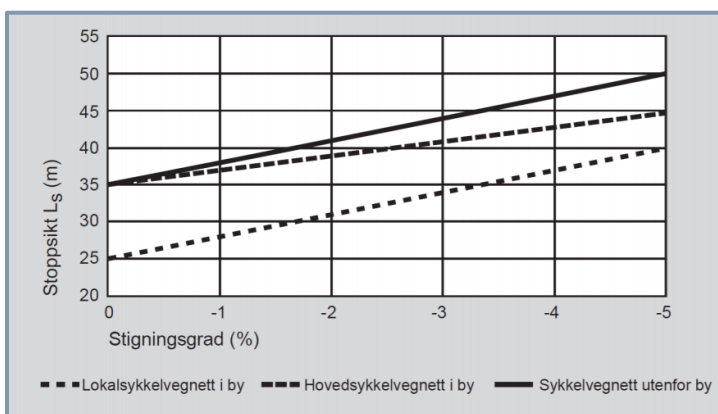
Videre må man finne L2 i sikktrekanten. ÅDT i sekundærvegen er mindre enn 100 og fartsgrensen på primærvegen er 50 km/t. Dette gir L2 = 6 meter, se Figur 16 og Tabell 43. Sikktrekantene er tegnet inn i C-tegning i Vedlegg 1 – tegningshefte.

Trafikkmengde i sekundærveg	Fartsgrense primærveg [km/t]		
	30 og 40	50 og 60	80 og 90
ADT < 100	4	6	6
100 < ADT < 500	6	6	10
ADT > 500	6	10	10

Tabell 43: Siktkrav i forkjørregulerte T- og X-kryss, L2 (Tabell D.3 håndbok N100) [1, s.54]

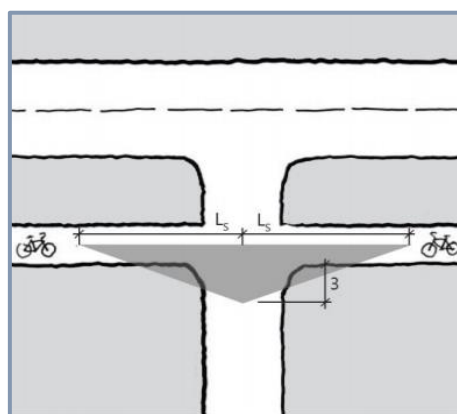
4.4 Siktkrav mellom gang- og sykkelveg og avkjørsel

Stopsikt for syklende beregnes ut ifra stigningsgraden og funksjonen til sykkelvegnettet, som vist i Figur 17-a. Ved fall over 5% skal stopsikt leses av for stigningsgrad -5%. I stigning skal stopsikt leses av for stigningsgrad 0% [1, s.67]. Sikten mellom gang- og sykkelveg/sykkelveg og avkjørsel er definert som sikktrekanter og bestemmes ut ifra stopsikten [1, s.68], som Figur 17-b viser.



a)

Figur 17: a) Stopsikt for syklende (figur D.27 håndbok N100) [1, s.67].



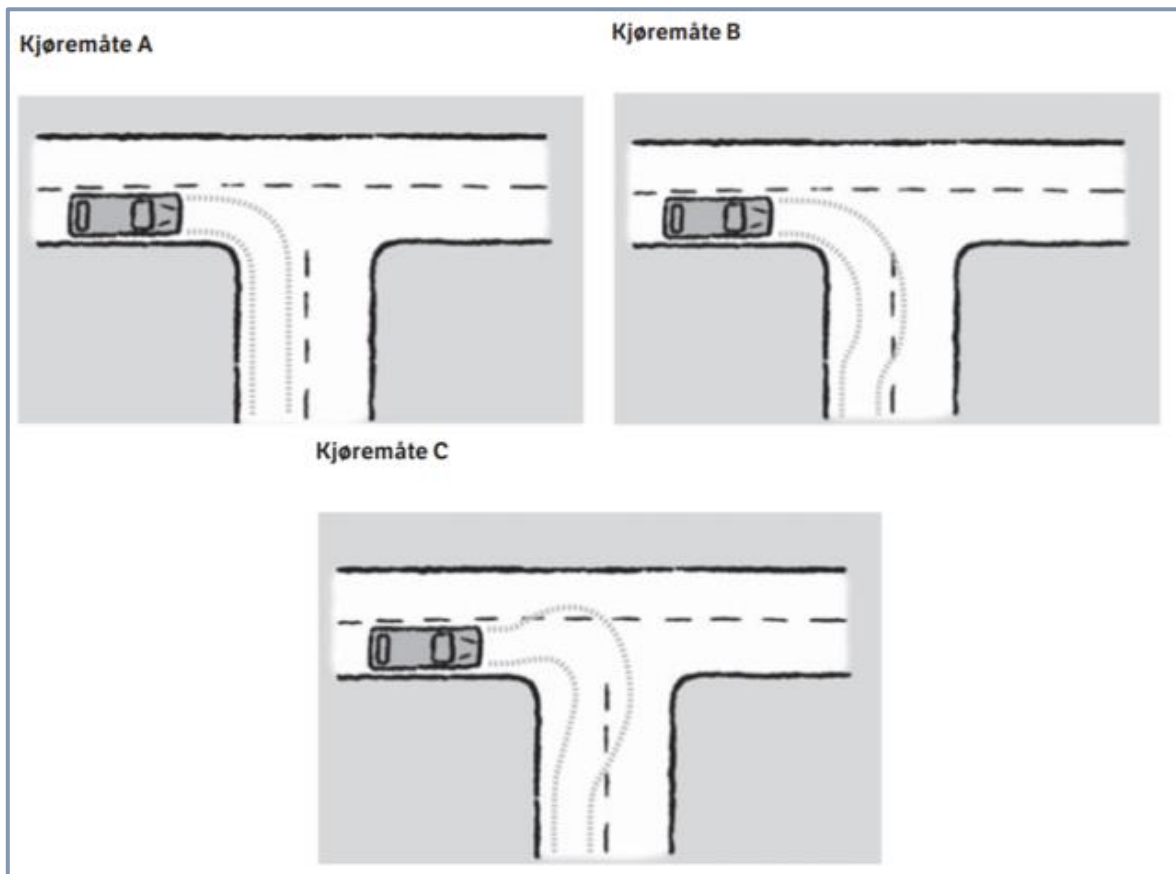
b)

b) Sikt mellom gang- og sykkelveg/sykkelveg og avkjørsel (figur D.29 håndbok N100) [1,s.68].

For avkjørslene hvor fortauet går gjennom, må det være tilstrekkelig gode siktforhold. Dette gjelder i avkjørsel til parkeringsplass, 61000 og 62000, 64000 og 65000. Da sykkelvegnettet er utenfor by vil stoppsikten være 35 meter ved stigning. I avkjørsel til parkeringsplass er det et fall på 1,7% og det vil da være en stoppsikt på 40 meter. I avkjørsel 61000 og 62000 er det et fall på 4% og det vil da være en stoppsikt her på 47 meter. I avkjørsel 64000 og 65000 er det et fall på 1,5% og stoppsikten vil da være 39 meter. Siktretkanter er tegnet inn i C-tegning i *Vedlegg 1- Tegningshefte*.

5. Vedlegg 8 – Sporingsanalyse

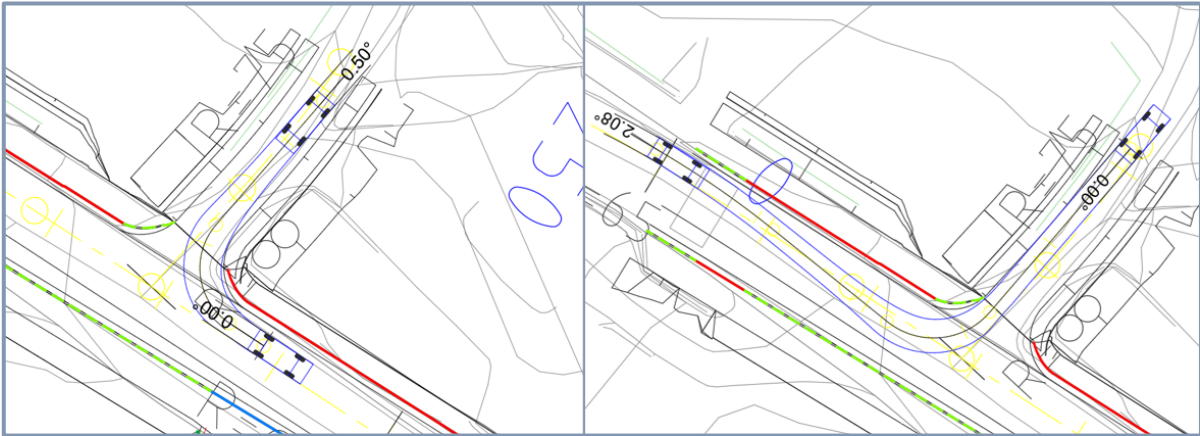
Det har blitt utført sporingsanalyser på avkjørsler og kryss for å vurdere framkommeligheten for ulike kjøretøy. Framkommeligheten bestemmes ut ifra kjøremåte A, B og C, se *Figur 18* [1, s.155].



Figur 18: Kjøremåte A, B og C (Figur F.8, Figur F.9, Figur F.10) håndbok N100 [1, s. 155-156].

5.1 Avkjørsel 60000

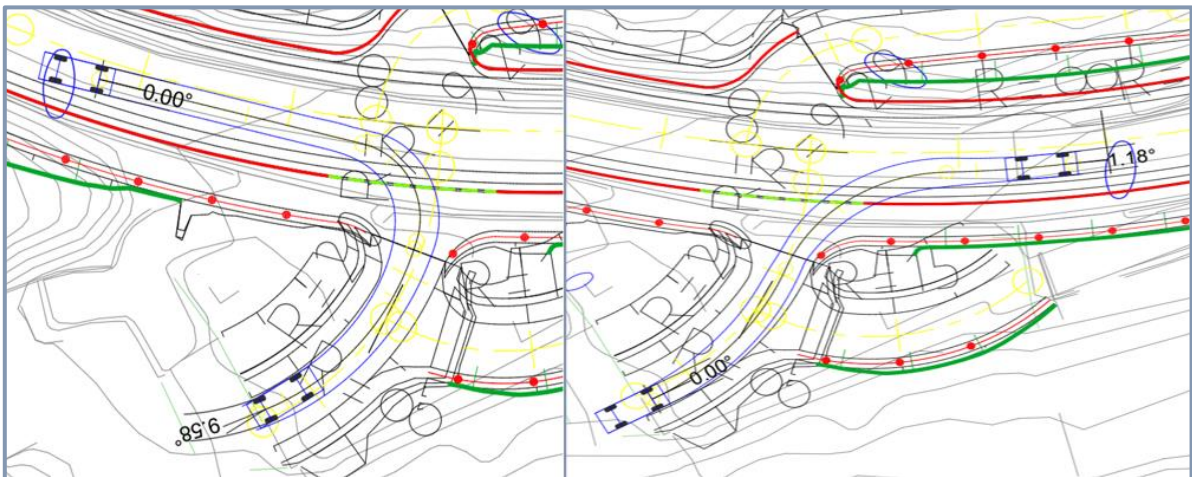
For avkjørsel 60000 er dimensjonerende kjøretøy personbil med dimensjonerende kjøremåte B, se *Figur 19*.



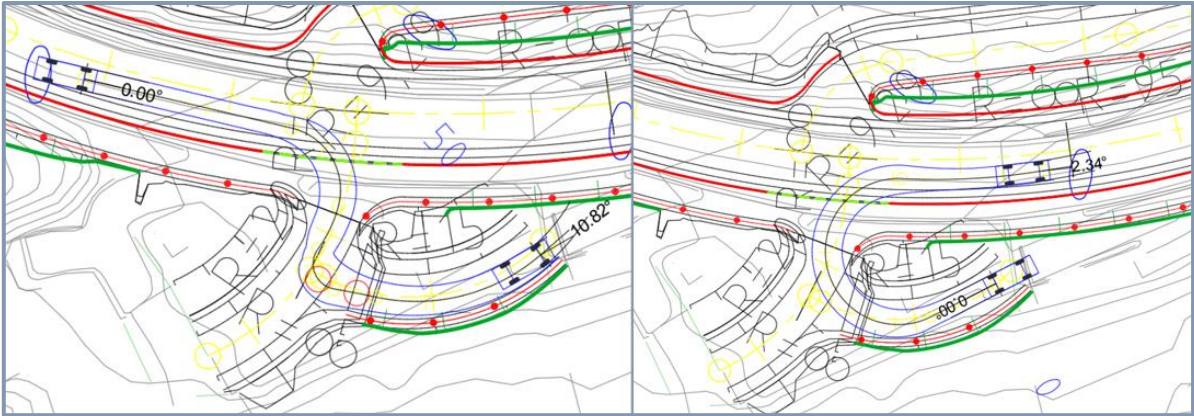
Figur 19: Sporningsanalyse av avkjørsel 60000, skjermdump fra AutoCAD.

5.2 Avkjørsel 61000 og 62000

For 61000 og 62000 er dimensjonerende kjøretøy personbil med dimensjonerende kjøremåte B, se *Figur 20* og *Figur 21*.



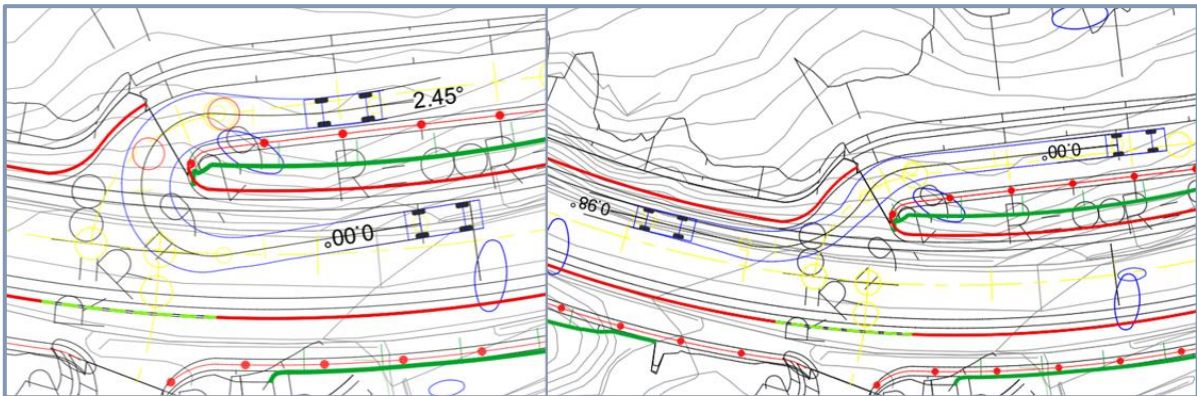
Figur 20: Sporningsanalyse av avkjørsel 61000 og 62000, skjermdump fra AutoCAD.



Figur 21: Sporningsanalyse av avkjørsel 61000 og 62000, skjermdump fra AutoCAD.

5.3 Avkjørsel 63000

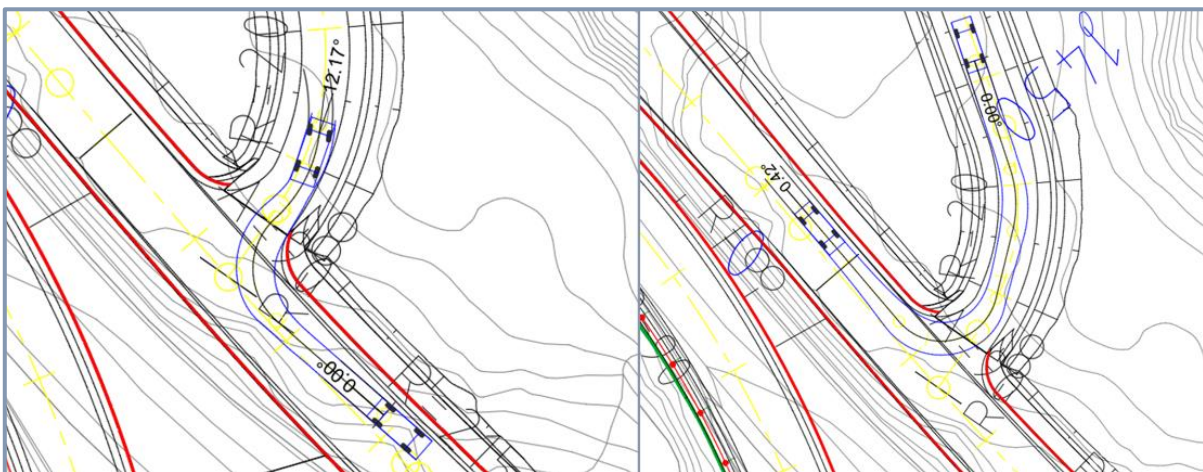
For 63000 er dimensjonerende kjøretøy personbil med dimensjonerende kjøremåte C, se Figur 22.



Figur 22: Sporningsanalyse av avkjørsel 63000, skjermdump fra AutoCAD.

5.4 Avkjørsel 64000

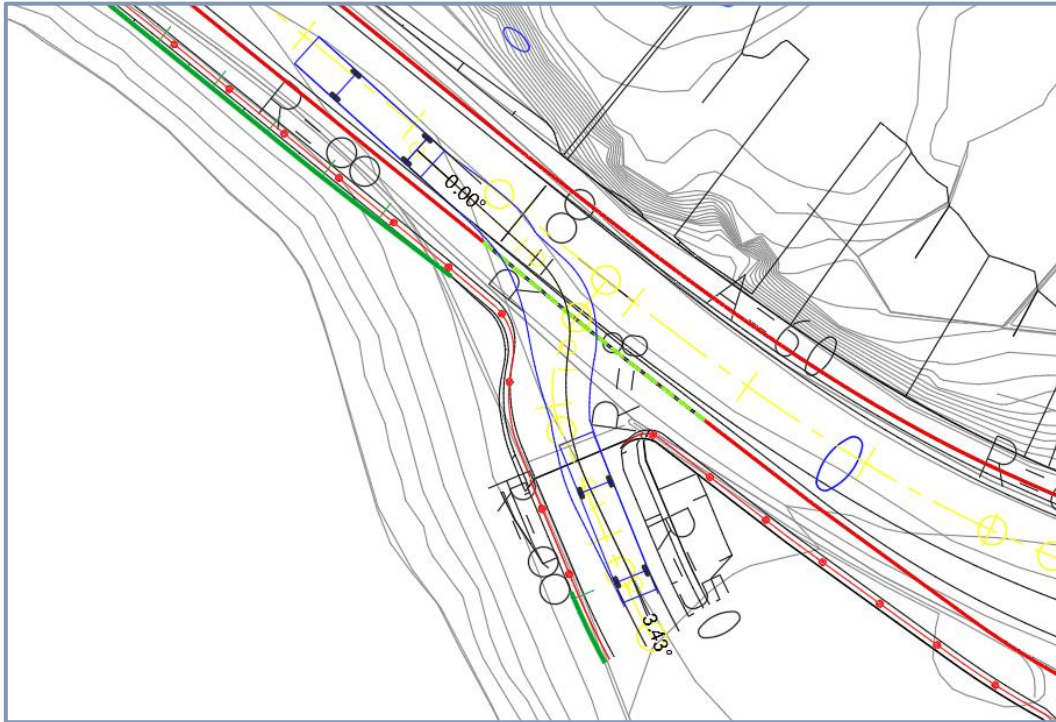
For 64000 er dimensjonerende kjøretøy personbil med dimensjonerende kjøremåte C, se Figur 23.



Figur 23: Sporningsanalyse av avkjørsel 64000, skjermdump fra AutoCAD.

5.5 Avkjørsel 65000

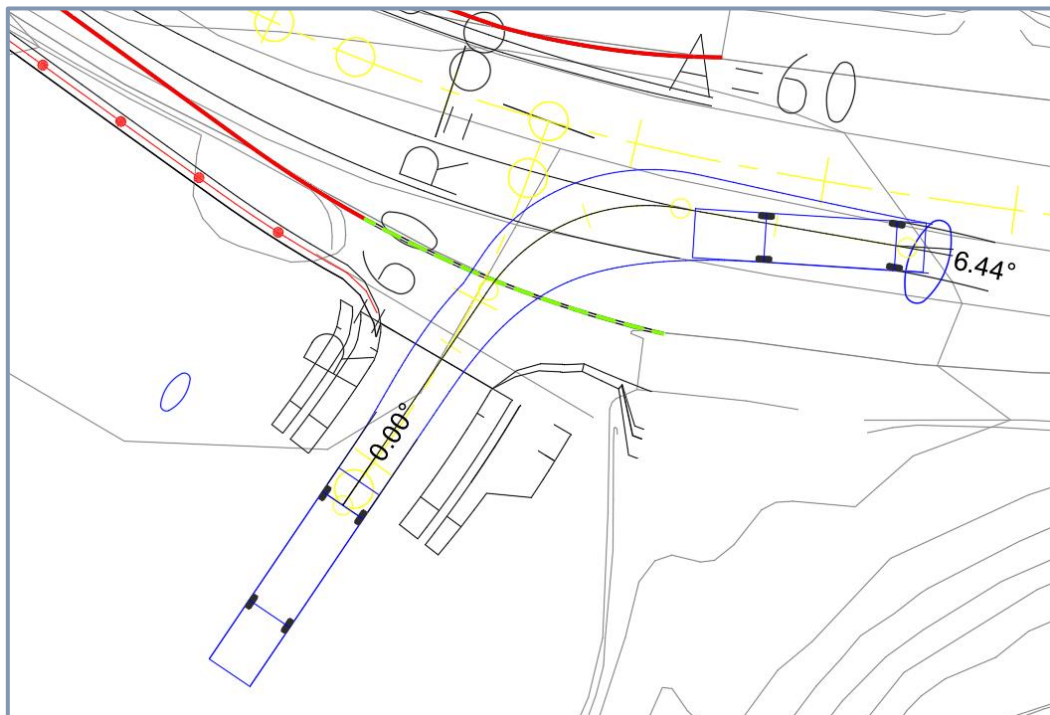
For 65000 er dimensjonerende kjøretøy lastebil med dimensjonerende kjøremåte A, se Figur 24.



Figur 24: Spøringsanalyse av avkjørsel 65000, skjermdump fra AutoCAD.

5.6 Avkjørsel 66000

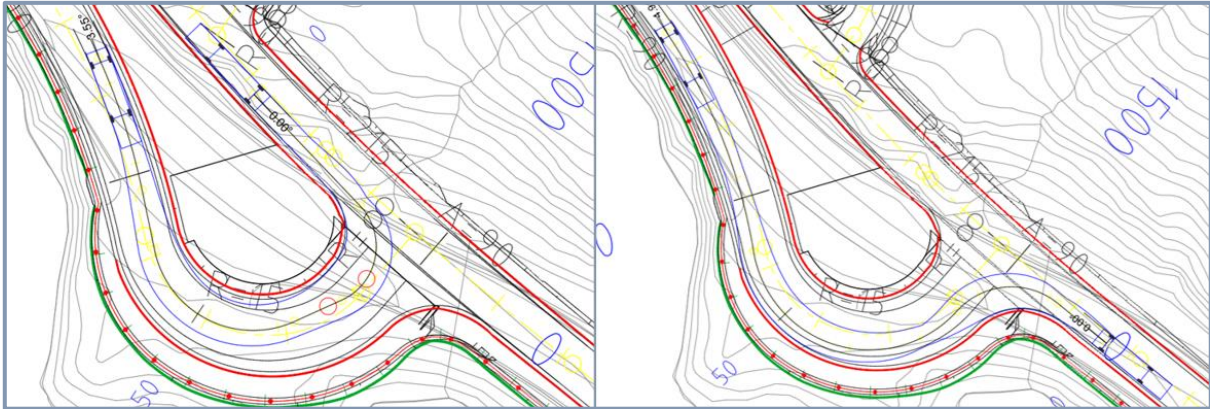
For avkjørsel 66000 er dimensjonerende kjøretøy lastebil med dimensjonerende kjøremåte A, se Figur 25.



Figur 25: Spøringsanalyse av avkjørsel 66000, skjermdump fra AutoCAD.

5.7 Vegkryss 20000

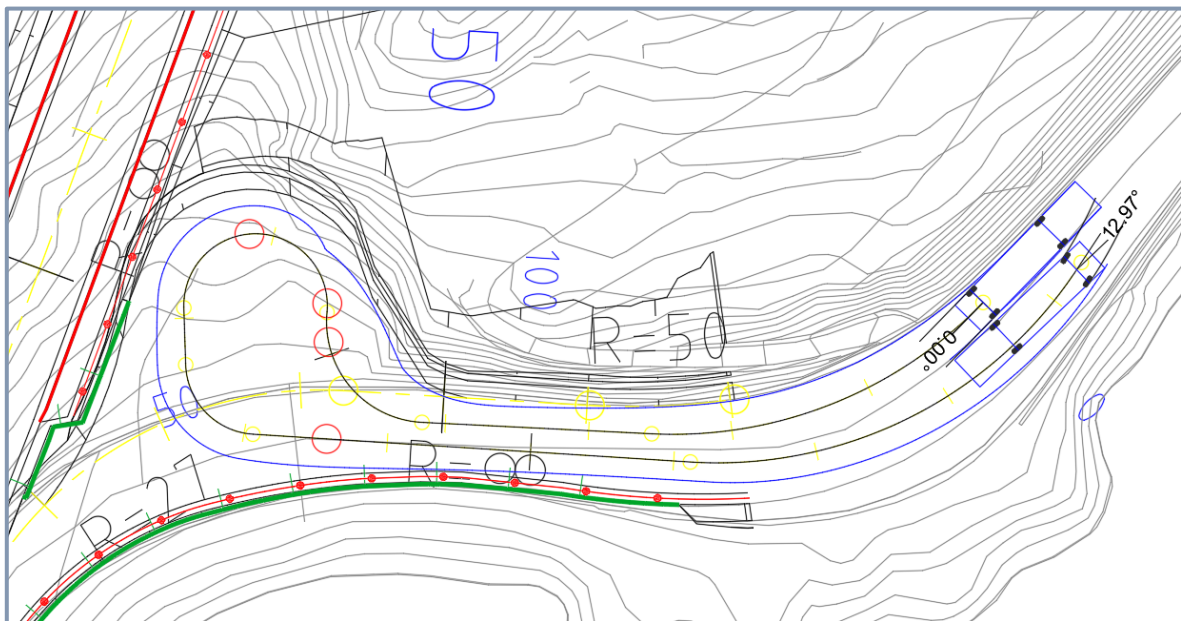
For vegkryss 20000 er dimensjonerende kjøretøy lastebil og dimensjonerende kjøremåte B, se *Figur 26*.



Figur 26: Springsanalyse av vegkryset 20000, skjermdump fra AutoCAD.

5.8 Snuplass

I enden av 20000 hvor den eksisterende veien går er det plassert en snuplass. Den er dimensjonert for lastebil, se *Figur 27*.





Figur 27: Springsanalyse av snuplass, skjermdump fra AutoCAD.

6. Vedlegg 9 – Skilt og vegoppmerking

6.1 Skilt

6.1.1 Fareskilt

Ettersom fartsgrensen på veggen er < 60 km/t er det tilstrekkelig å plassere fareskiltet 50-150 meter før farestedet inntreffer [15, s.18]. Skilting av tunnel inngår også i fareskilt, og tunnelen skal dermed skiltes med 122 «Tunnel» 150 meter fra tunnelen på begge sider [16, s.30]. Det skal skiltes med 140 «Avstand til gangfelt» på 10000 før gangfeltene, med underskilt 802 «Avstand» [16, s.52]. Før gangfeltet ved Bratland Camping vil det skiltes med et underskilt på 200 meter da 150 meter kom midt i krysset her.

Plasseres i profil	Skiltnavn	Illustrasjon skilt
590 1517	122 Tunnel	
355 1450	140 Avstand til gangfelt 802 avstand	

Tabell 44: Fareskilt [17].

6.1.2 Vikeplikt- og forkjørsskilt




10000 skal skiltes med fartsgrense 50 km/t, kombinert med forkjørsvegskilt og vegruteskilt. Disse plasseres med henholdsvis god avstand før tunnelåpningene. Det vil innføres vikepliktskilt ved kryss og større avkjørsler [15, s.21].

Plasseres i profil	Skiltnavn	Illustrasjon skilt
280 440 1530 1470	206 Forkjørsvveg	
Plasseres i 20000, profil 11	202 Vikeplikt	

Tabell 45: Vikeplikt- og forkjørsskilt [18].

6.1.3 Forbudsskilt





For å unngå farlige situasjoner skal det føres opp forbudsskilt mot forbikjøring før tunnelåpningene. Forbudet mot forbikjøring gjelder frem til det skiltes at forbikjøringsforbudet er opphevet [19]. Dette skiltes i samme profil som forbudsskiltene, men på motsatt side. 10000 skal skiltes med fartsgrense 50 km/t. Det skal blant annet skiltes i løpet av de første 100 meterne etter vegkryss 20000, slik at de som svinger ut får informasjon om fartsgrensen. Fartsgrenseskiltet vil plasseres på samme stolpe som forkjørsvegskilt og vegruteskilt [16, s. 55].

Plasseres i profil	Skiltnavn	Illustrasjon skilt
640 1540	334 Forbikjøringsforbud	
640 1540	336 Slutt på forbikjøringsforbud	
280 440 1530 1470	362.50 Fartsgrense	

Tabell 46: Forbudsskilt [20].

6.1.4 Opplysningskilt



Der hvor 10000 går inn i tunnel i den sørlige delen av området, og den eksisterende vegen reguleres til gang- og sykkelveg, skal det oppføres et gang- og sykkelvegskilt. Ved innkjøring til eksisterende veg i nord, hvor kjørende er tillatt å kjøre til eiendommene, skal dette skiltes som et underskilt i samsvar med et gang- og sykkelvegskilt [21, s.121]. I sammenheng med at de eksisterende kollektivholdeplassene ved Grimen camping og Bratland camping skal beholdes, vil skilting til holdeplass for buss også bevares, foruten et nytt skilt ved kantstoppet. Dette gjelder også skiltet gangfelt ved Bratland camping, da disse er skiltet i henhold til kravene. Vegen ved Grimen camping får en økt vegbredde, dermed skal det settes inn nye skilt for gangfelt her.

Plasseres i profil	Skiltnavn	Illustrasjon skilt
667	522 Gang- og sykkelveg	
Plasseres i 20000, profilnummer 50	522 Gang- og sykkelveg 808.519 Kjøring til eiendommene tillatt	
205	516 Gangfelt 516 H og 516 V	
248,818 (Kantstopp)	512 Holdeplass for buss	

Tabell 47: Opplysningskilt [22].

6.1.5 Vegvisningsskilt og serviceskilt

Vanlig vegviserskilt brukes for å orientere kjørende, samtidig som de opplyser om avstand og retning til destinasjoner [23]. Grimen camping og Bratland camping skal forvarsles som campingplasser. Campingsymbolet og diverse symboler som viser til fiskeplass, overnattingssted, spisested og lignende kan også samkjøres med vegvisningsskilt [24]. Det eksisterer skilt i samsvar med dette i ytterkantene av området i dag, disse skal beholdes. Skilt 713 «Vanlig vegviser» skal benyttes for å skilte Grimen camping og Bratland. Bratland er allerede skiltet, det skal dermed bare innføres et skilt som viser avkjøring til Grimen camping. Skiltet kombineres med symbol for telting, bobil, hytte og soveplass. Vegnummer for fylkesveg skiltes sammen med fartsgrense og forkjøringsveg.

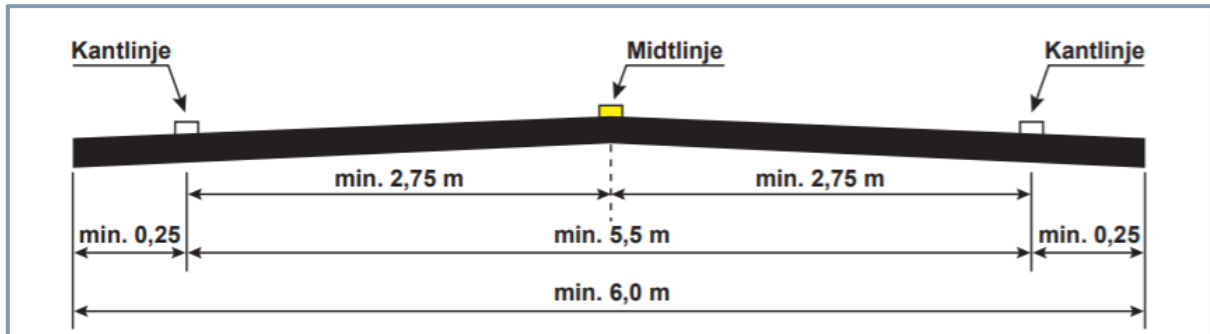
Plasseres i profil	Skiltnavn	Illustrasjon skilt
222	713 (722.2-3) Vanlig vegviser	
280 440 1530 1470	723.15 Vegnummer for nummerert fylkesveg	

Tabell 48: Vegvisningsskilt og serviceskilt [25] og [24].

6.2 Vegoppmerking

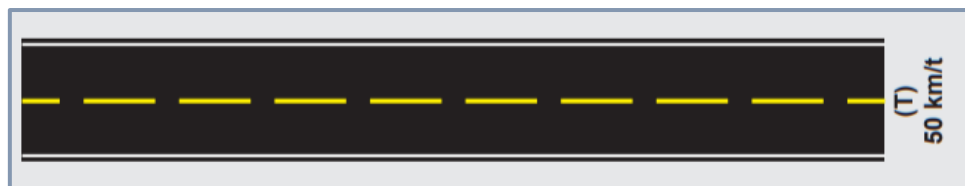
6.2.1 Langsgående oppmerking

Minste breddekrav for oppmerking av midtlinje er 6 meter over en distanse på 2 kilometer, se *Figur 28*. Vegen oppfyller disse kravene, og skal dermed merkes med midtlinje [26, s.34].



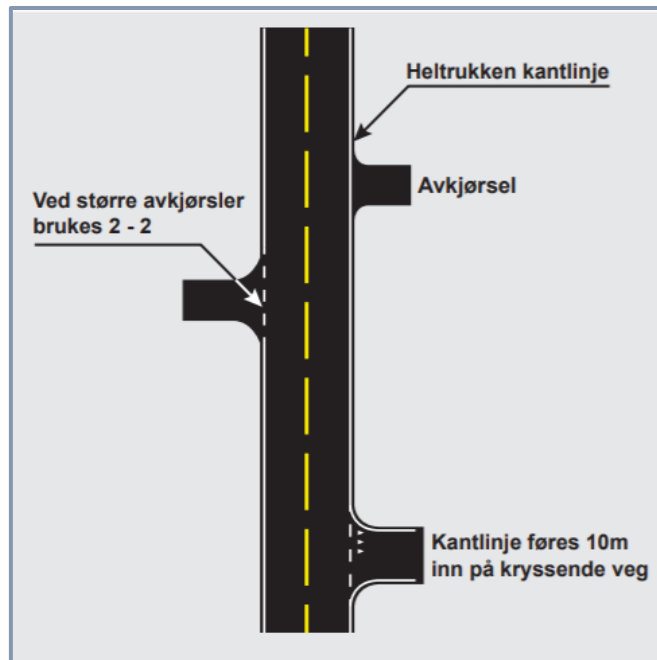
Figur 28: Minste breddekrav for oppmerking av midtlinje (N302 figur 5.1) [26, s.34].

I sammenheng med midtlinje skal 1002 «Varsellinje» i fargen gul benyttes, som vist i *Figur 29*. Denne skal være 3m/1m/0,1m [26, s.22]. Varsellinjen benyttes ved fartsgrense < 60 km/t, og tilsier at sikten fremover ikke gjør det forsvarlig å foreta vanlige forbikjøringer [26, s.15].



Figur 29: Midtoppperking (T) ved 50 km/t (N302 figur 5.2) [26, s.40].

Midtoppperking for veg i dagen og i tunnel skal være den samme [26, s.43]. Vegens ytterkanter skal merkes med 1012.1 «Heltrukken kantlinje», dette i samsvar med at vegen oppfyller kravene til midtlinje [26, s.16]. Ved større avkjørsler og kryss skal det være 1012.2 «Stiplet kantlinje» som vist i *Figur 30*. Denne skal være 2m/2m/0,1m [26, s.22]. I krysset hvor eksisterende veg kobles på 10000, skal kantlinjen føres 10 meter inn på kryssende veg [26, s.35].



Figur 30: Kantlinje ved kryss og avkjørsler (N302 figur 5.1) [26, s.35].

6.2.2 Tverrgående oppmerking

Det skal merkes med 1022 «Vikelinje» i krysset for å signalisere at de som kommer fra sekundærvegen må vike. Mellom trekantene i vikelinjen skal det være en avstand på 0,5 meter, og bredden på trekantene skal være 0,6 meter [26, s.24]. Vikelinjene plasseres ca. 1m fra den stiplede kantlinjen på forkjørsvegen [26, s.53]. Vikelinjene skal kombineres med vikepliktskilt [26, s.17].



Figur 31: Vikelinjer i kryss og avkjørsler (N302 tabell 2.2) [26, s.17].

Gangfeltet skal merkes med vegoppmerking 1024 «Gangfelt» [26, s.17]. Denne skal minst ha en bredde på 3 meter ved fartsgrense 50 km/t og avstanden mellom oppmerkingen skal være minst 0,5 meter [26, s.24]. Oppmerkingen kombineres her med gangfeltskilt.



Figur 32: Oppmerking gangfelt (N302 tabell 2.2) [26, s.17].

6.2.3 Oppmerking for kollektivtransport

Busslommene skiller fra vegbanen ved hjelp av 1012.2 «Stiplet kantlinje» 2m/2m/0,1m, som vist i *Figur 33* [26, s.78]. Kantstoppet ved Grimen camping skal ha 1012.2 «Stiplet kantlinje» 2m/2m/0,1m og merkes som *Figur 34* viser, med supplerende tekstsymbol 1050.2 «Buss» [26, s.78]. Symbolet for buss skal ha en teksthøyde på 1,6 meter da fartsgrensen er 50 km/t [26, s.29].



Figur 33: Oppmerking busslomme (N302 figur 9.2) [26, s.78].



Figur 34: Oppmerking kantstopp (N302 figur 9.2) [26, s.78].

7. Kilder

- [1] S. Vegvesen, «Håndbok N100 Veg- og gateutforming,» 2019. Tilgjengelig: <https://www.vegvesen.no/attachment/61414>, Hentet: 10.02.2020.
- [2] L. B. Ove, «Miljøvennlige vegdekker,» 07.06.2006. Tilgjengelig: https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/bitstream/handle/11250/191228/milj%C3%B8vennlige_vegdekker_oppf%C3%B8lging_av_fors%C3%B8ksdekker_2005.pdf?sequence=1&isAllowed=y, Hentet: 18.05.2020.
- [3] S. Vegvesen, «Håndbok V120 Premisser for geometrisk utforming av veger,» Vegdirektoratet, 2019. Tilgjengelig: <https://www.vegvesen.no/attachment/61500>, Hentet: 10.03.2020.
- [4] S. Vegvesen, «Vegkart Trafikkmengde,», 2020. Tilgjengelig: [https://vegkart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/@-26660,6728933,15/hva:~\(id~540\)/valgt:159616921:540/vegssystemreferanse:-26765.136:6729025.144](https://vegkart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/@-26660,6728933,15/hva:~(id~540)/valgt:159616921:540/vegssystemreferanse:-26765.136:6729025.144), Hentet: 06.04.2020.
- [5] S. Vegvesen, «Håndbok N200 Vegbygging,» 2018. Tilgjengelig: https://www.vegvesen.no/attachment/2364236/binary/1269980?fast_title=H%C3%A5ndbok+N200+Vegbygging+%2810+MB%29.pdf, Hentet: 24.03.2020.
- [6] NGU, «Løsemassekart,»: NGU. Tilgjengelig: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>, Hentet: 30.03.2020.
- [7] NGU, «Berggrunnskart,»: NGU. Tilgjengelig: <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>, Hentet: 30.03.2020.
- [8] NGU, «Berggrunn- bergartsbeskrivelse,»: NGU. Tilgjengelig: <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>, Hentet: 23.03.2020.
- [9] O. R. Aarhaug, *Geoteknikk og fundamenteringslære 1*. 1984.
- [10] S. Vegvesen, «Håndbok N200 Vegbygging,» 2014. Tilgjengelig: https://www.vegvesen.no/attachment/188382/binary/980128?fast_title=Tidligere+utgave%3A+H%C3%A5ndbok+N200+Vegbygging+2014+%2821+MB%29.pdf, Hentet: 24.03.2020.
- [11] S. Vegvesen, «Dekkevalg 2013,» 2013. Tilgjengelig: https://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Publikasjoner/Statens+vegvesens+rappporter/attachment/546264?ts=1422c603988&fast_title=SVV+rapport+255+Dekkevalg.pdf, Hentet: 17.04.2020.
- [12] ArcGIS, «Frostmengde F10 og F100,»: ArcGIS. Tilgjengelig: <https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=6108a253a9f44a2381b863af05d32b1b>, Hentet: 23.03.2020.
- [13] S. Vegvesen, «Normaltemp,»: Statens Vegvesen, 2010. Tilgjengelig: <https://svvdemo.carto.com/builder/3a3899bc-f8dd-11e6-ad62-0e3ff518bd15/embed?state=%7B%22map%22%3A%7B%22ne%22%3A%5B60.34718181344923%2C5.428795337938937%5D%2C%22sw%22%3A%5B60.35463342040402%2C5.456518650316867%5D%2C%22center%22%3A%5B60.35090782974665%2C5.442656994127902%5D%2C%22zoom%22%3A16%7D%7D>, Hentet: 23.03.2020.
- [14] S. Vegvesen, «Håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder,» 2014. Tilgjengelig: <https://www.vegvesen.no/attachment/69909>, Hentet: 01.05.2020.
- [15] S. Vegvesen, «Håndbok V320 Planlegging og oppsetting av trafikkskilt,» 2009. Tilgjengelig: https://www.vegvesen.no/attachment/69751/binary/1036477?fast_title=H%C3%A5ndbok+V320+Planlegging+og+oppsetting+av+trafikkskilt+%2814+MB%29.pdf, Hentet: 15.05.2020.
- [16] S. Vegvesen, «Håndbok N300 Trafikkskilt Del 3,» 2012. Tilgjengelig: https://www.vegvesen.no/attachment/69739/binary/964083?fast_title=H%C3%A5ndbok+N300+Trafikkskilt%2C+del+3+Forbudsskilt%2C+p%C3%A5budsskilt%2C+opplysingsskilt+og+skilt+med+trafikksikkerhetsinformasjon+%2811+MB%29.pdf, Hentet: 22.05.2020.
- [17] S. Vegvesen, «Fareskilt,» 2020. Tilgjengelig: <https://www.vegvesen.no/trafikkinformasjon/langs-veien/trafikkskilt/fareskilt>, Hentet: 15.05.2020.

- [18] S. Vegvesen, «Vikeplikt- og forkjørsskilt,» 2018. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.vegvesen.no/trafikkinformasjon/langs-veien/trafikkskilt/vikeplikt-og-forkjorsskilt>, Hentet: 15.05.2020.
- [19] T. A/S, «Trafikkskilt forklaring,» 2020. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.trafikktesten.no/500/forbudsskilt>, Hentet: 15.05.2020.
- [20] S. Vegvesen, «Forbudsskilt,» 2018. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.vegvesen.no/trafikkinformasjon/langs-veien/trafikkskilt/forbudsskilt>, Hentet: 15.05.2020.
- [21] S. Vegvesen, «Trafikkskilt Del 3,» 2008. Tilgjengelig: <https://www.vegvesen.no/s/bransjekontakt/Funksjonskontrakt%20dokumenter/050-del%203-030708.pdf>, Hentet: 15.05.2020.
- [22] S. Vegvesen, «Opplysningsskilt,» 2018. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.vegvesen.no/trafikkinformasjon/langs-veien/trafikkskilt/opplysningsskilt>, Hentet: 15.05.2020.
- [23] N. t. A/S, «713 Vanlig veiviser,» 2020. [Online]. Tilgjengelig: <https://norskrifikksikring.no/produkt/713-vanlig-veiviser/>, Hentet: 18.05.2020.
- [24] S. Vegvesen, «Serviceskilt,» 2020. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.vegvesen.no/trafikkinformasjon/langs-veien/trafikkskilt/serviceskilt>, Hentet: 18.05.2020.
- [25] S. Vegvesen, «Vegvisningsskilt,» 2020. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.vegvesen.no/trafikkinformasjon/langs-veien/trafikkskilt/vegvisningsskilt>, Hentet: 15.05.2020.
- [26] S. Vegvesen, «Håndbok N302 Vegoppmerking,» 2015. Tilgjengelig: https://www.vegvesen.no/_attachment/69741, Hentet: 18.05.2020.