

EKSAMEN

Emnekode: IRB30019	Emnenavn: Vegplanlegging
Dato: 06.12.2019 Sensurfrist:	Eksamenstid: kl. 09.00 -13.00
Antall oppgavesider: 3 Antall vedleggsider: 12	Faglærer: Yonas Zewdu Ayele, PhD Oppgaven er kontrollert: Ja.
Hjelpemidler: Utlevert kalkulator	
Om eksamensoppgaven: <u>Veiledende vekting:</u> Vekting er kun orienterende for å planlegge egen arbeidstid på eksamen. <i>Dersom du mener det mangler opplysninger: <u>Gjør nødvendige antagelser og begrunn dette i besvarelsen.</u></i>	
Kandidaten må selv kontrollere at oppgavesettet er fullstendig	



Oppgave 1 - Drift og vedlikehold av vegger (10%)

- For en vegkonstruksjon vil det være en rekke faktorer som påvirker levetiden og funksjonaliteten. Forklar minimum fem viktige faktorer som vil kunne påvirke levetiden og funksjonen til en vegkonstruksjon.
- Forklar de fire prosedyrer ved vedlikeholdstiltak en vegstrekning.
- Forklar de aktuelle systemer for tilstandsvurdering en vegstrekning.

Oppgave 2 – Drenering og lover og normaler (15%)

Drenering

Mangelfull håndtering av overvannet og manglende drenering fører som oftest til at vegen eller banen ikke fungerer tilfredsstillende. En av de viktige påvirkningsfaktorer for en vegkonstruksjon er dreneringsforhold.

- Forklar åpen og lukket drenering. I tillegg ha en prinsipptegning av veg med åpen drenering og lukket drenering.
- Forklar de viktigste komponentene som inngår i dreneringen av veg.
- Forklar funksjonskrav for drens-systemet.

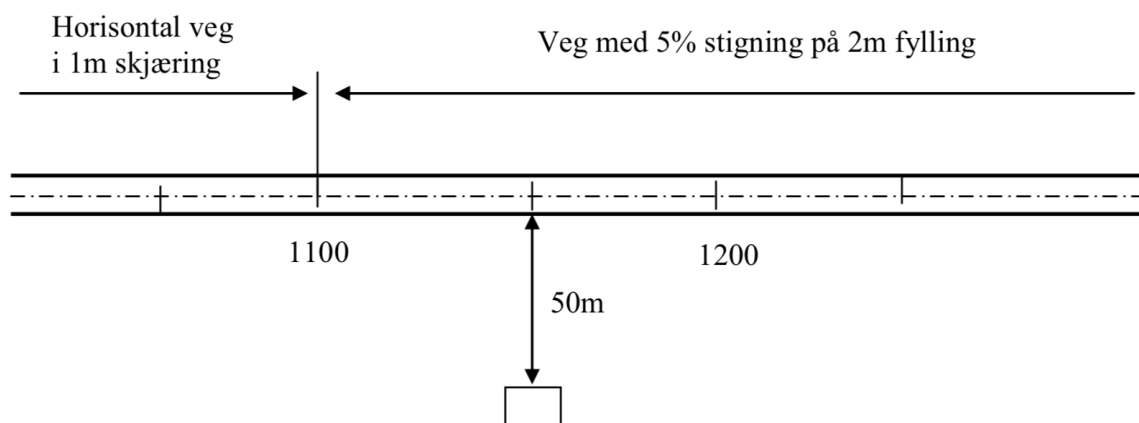
Lover og normaler

- Hvilke kriterier legges til grunn for valg av dimensjoneringsklasse og hvilke verdier har disse kriterier for en H7-veg?
- Hva forstår vi med Innsigelse etter PBL, og hvem kan fremme innsigelse mot en reguleringsplan?

Oppgave 3 – Støyberegning (25%)

En vegstrekning, som vist på figur under, skal støyskjermes slik at et område med myk mark langs vegen kan brukes til boligformål. Byggegrensen er i reguleringsplanen fastlagt til 50m. Vi ønsker å vite hvilke skjermingstiltak som er nødvendig for å redusere støyen ved boligfasade i 1.etasje til 55dBA ekvivalent døggnivå for viste plassering av bolighus, ved profil 1150. Det skjer et skifte i lengdeprofilen for vegen og terrengprofilen i profil 1100, se figur. Korreksjon for fasade her kan, for enkelhets skyld, brukes med 3dBA ekvivalent døggnivå for vegstrekningen.

Trafikkmengden er 15000 kjt med 7% tunge og fartsnivået er 70km/t.



- Beregn støynivået uten skjermingstiltak ved fasaden i 1. etasje for viste bolighus ved profil 1150.
- Vurder effekten av skjermingstiltak ved begge delstrekninger, og foreslå nødvendig skjermingstiltak for hele vegstrekningen utfra dette.

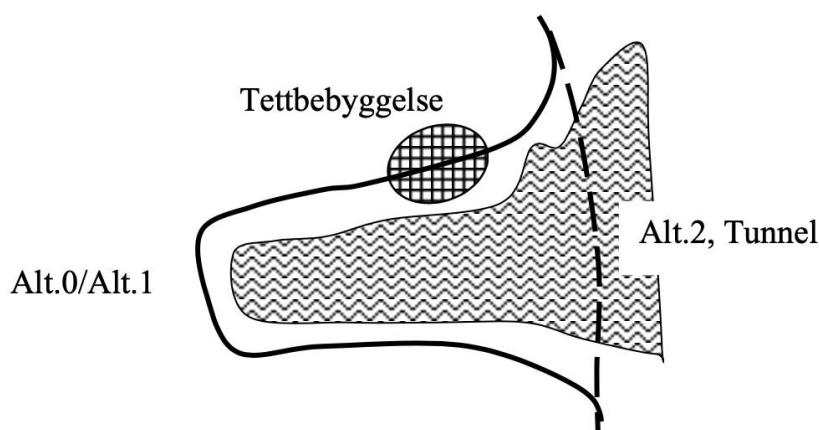
Oppgave 4 – Konsekvensanalyse (25%)

En hovedveg (Alt. 0) slynger seg rundt et høyt fjellmassiv, som en tofelts veg og med plankryss i tettbebyggelsen, ÅDT= 10000 kjt. og fart 60km/t. Denne strekningen skal utbedres, og to alternativer skal vurderes:

- Alt. 1:** Eksisterende veg oppgraderes til vegnormalstandard med mykgjøring av sideterreng, og fartsgrensen settes til 70km/t med tanke på trafikksikkerhet. Ved tettbebyggelsen bygges en miljøtunnel som reduserer støyen for 180 sterkt støyuutsatte personer, og vegkryss blir bygget som toplanskryss.
- Alt. 2:** Vegen legges i tunnel med to adskilte løp gjennom fjellmassivet, og med fartsgrense 90km/t. Trafikken gjennom tettstedet på gamlevegen blir ubetydelig.

De to nye alternativene skal vurderes med tanke på samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Gjennomsnittlig ulykkeskostnad kan settes til 5 millioner kroner (tilsvarende alvorlighetsgrad= 1,0). Betalingsvillighet for å slippe støyen er årlig kr.15 000.- pr. person. For kostnadsdata for øvrig og annen informasjon vises til tabell under. Priser her kan, for enkelthets skyld, brukes med 0% årlig prisstigning. Videre kan dere se bort fra merverdiavgift. Bruk kalkulasjonsrente= 5% og tidshorisont= 30 år, mens total levetid settes til 40 år.

- For situasjonen etter ombygging skal enkeltkonsekvenser og årlig samfunnsøkonomisk nytte beregnes i millioner kroner for Alt. 1 og 2.
- Lag et oppsett med nåverdier som viser de komponenter som inngår i beregningen av netto nytte og beregn denne, samt nettonytte/kostnad-brøken for begge alternativer. Gi en anbefaling om hvilket alternativ som bør gjennomføres ut fra samfunnsøkonomisk lønnsomhet.



Beskrivelse	Alt. 0	Alt.1	Alt.2
ÅDT	10000	10000	10000
Fart (km/t), gjennomsnittlig	60	70	90
Veglengde (km)	20	20	10
Antall ulykker registret over siste 4 år	50	-	-
Ulykkesfrekvens	-	0,10	0,10
Anleggskostnad pr. m (kr)	0.-	60 000.-	120 000.-
Vedlikeholdskostnader pr.m (kr), årlig.	400.-	200.-	600.-
Driftskostnader pr. kjt.km for alle typer kjøretøy (kr)	2,00	2,20	2,50
Tidskostnader pr. time for alle kj.t(kr)	260.-	260.-	260.-

Oppgave 5 – Horisontal linjeføring (25%)



Veglinjen vist over starter med en kort rett linje, fortsetter med venstrekurve ($R=800\text{m}$), vendeklotoide og høyrekurve (der nytt vegkryss er vist) med så liten radius som vegnormalene tillater. Dimensjonerende fart er $V_{\text{dim}}=100\text{ km/h}$ og vegen er en hoved forbindelse med vegstandardklasse H5.

a) Ut fra startpunktet går veglinjen rettlinjet før den via en klotoide går over på venstrekurven ($R=800\text{m}$). Bestem minste klotoideparameter ifølge vegnormalene, og tegn opp horisontalkurvediagrammet og et målsatt tverrfallsdiagram for denne overgangen, rettlinje-klotoide-radius.

b) Vendeklotoiden mellom venstre- og høyrekurven ønskes romslig, og derfor ønsker vi å fravike vegnormalenes minstekrav til klotoideparameter. Tverrykket skal være slik at det ikke er merkbart ($\lambda=0,20$). Beregn klotoideparameterne ut fra dette og tegn opp horisontalkurvediagram og tverrfallsdiagram i dette tilfellet når vertikalcurven i dette området er tilnærmet horisontal.

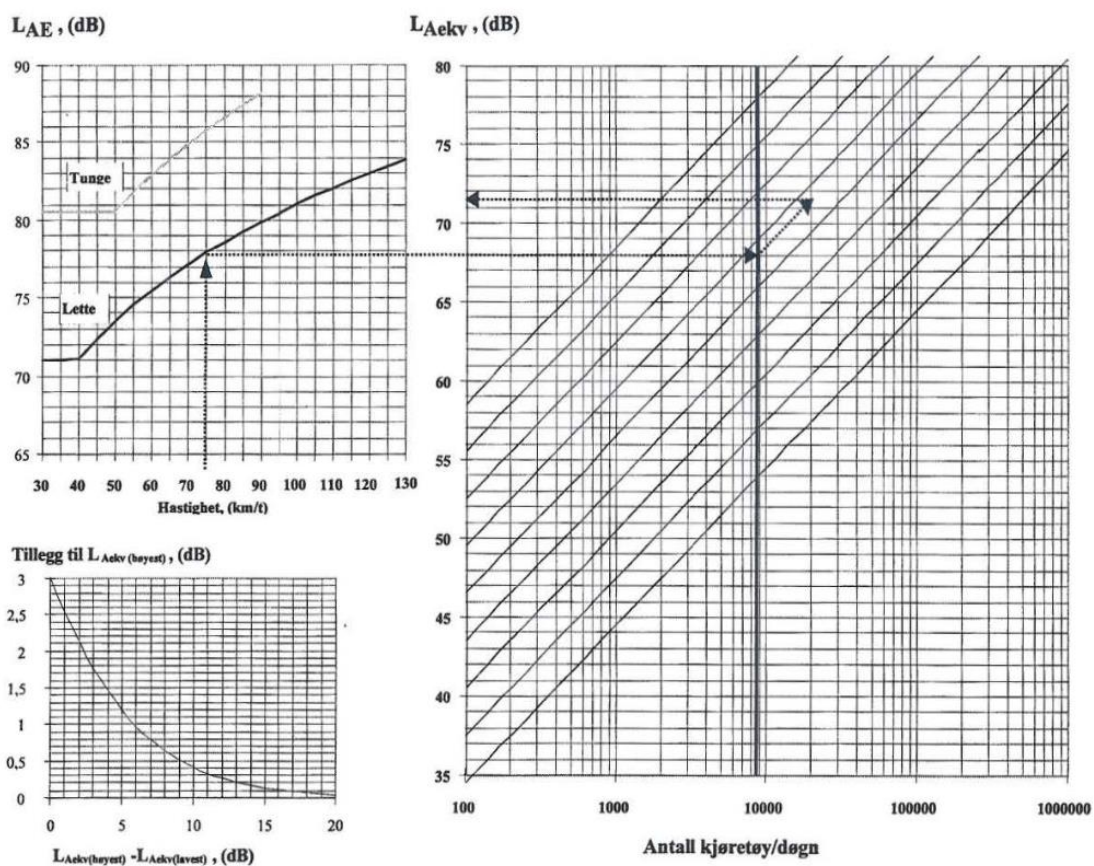
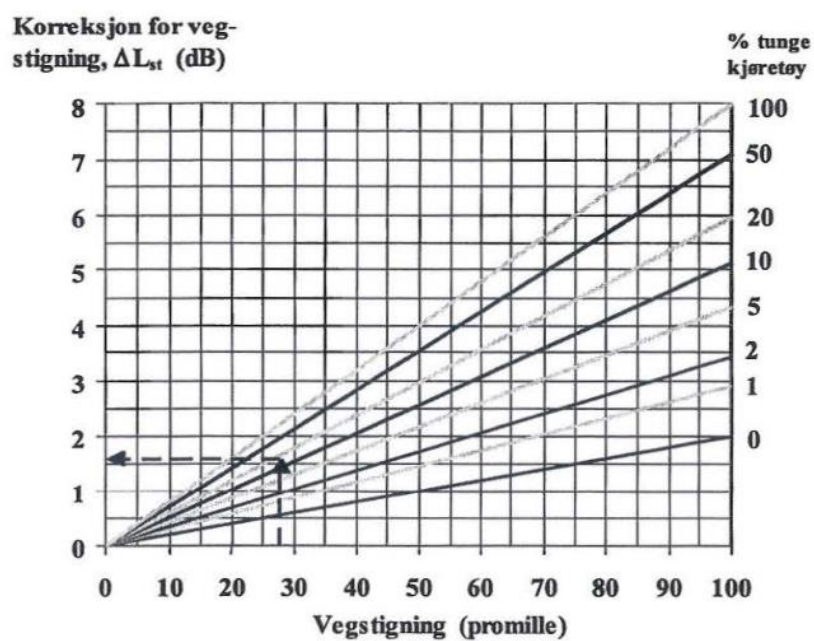
c) Hvorfor bruker vi klotoide i linjekonstruksjon av veg? Nevn fordeler, men også eventuelle ulemper.

VEDLEGG 1 - Formelark

Beskrivelse	Merknad
Konsekvensanalyse	
Tidskostnader	$= (LENGDE:FART) \times \text{ÅDT} \times 365 \times \text{timepris}$
Kjøretøyers driftskostnad	$= VEGLÆNGDE \times \text{ÅDT} \times 365 \times \text{Gjennomsnittligkostnader}$
Antall ulykker	$= U_f \times \text{ÅDT} \times 365 \times VEGLÆNGDE \times 10^{-6}$
Ulykkeskostnad	$= \text{ANTALL ULYKKER} \times \text{GJENNOMSNIITSPRIS} \times \text{VERDSETTINGSAKTOR}$
Vedlikeholdskostnad	$= LÆNGDE * \text{årlig vedlikeholdskostnader}$
Anleggskostnad	$= LÆNGDE * \text{Anleggskostnad pr. m}$
Miljøkostnader	$= \text{antall personer} * \text{årlig kostnad}$
Nåverdi	$Nåverdi = (a \cdot A)$ Der: $a = \text{akkumulert diskonteringsfaktor}$; og $r = \text{kalkulasjonsrente}$
NettoNytte	$NN = N - (I + dv)$ Der dv er endring i vedlikeholdskostnader
Nytttekostnadsbrøk	$\text{Nytttekostnadsbrøk} = \frac{NN}{I}$
Horisontalkurv	
Farten (Hastighet)	$V^2 = 127R(e + f_k)$
Horisontal radius (R_h)	$R = \frac{V^2}{127(e + f_k)}$
Resulterende fall	$S_r^2 = e^2 + s^2$
Krav til at overhøyden	$L_o = 10V * (e - e_0)$
Krav til tverrykk	$L_o = \frac{(0,278V)^3}{R\lambda}$
Hensyn til estetisk	$L_o = 0,555V$
Utrykket for klotoiden	$RL = A^2$
Vendeklotoide	$L = L_1 + L_2$
Eggkurve	$L = L_2 - L_1$
Tangentinnrykk	$\Delta R = \frac{A^4}{24R^3}$
Tverrykk i m/s ³	$\lambda = \frac{V^2}{Rt}$ Når $\lambda = 0,3$ - ikke merkbar; $0,5$ - kan kjøennes; $0,8$ - ubehagelig
Vertikalkurv	
Stopplengde	$L_s = 2(\text{sek}) \times \frac{V \left(\frac{km}{t} \right)}{3,6} + \frac{V^2}{255(f_b + s)}$
Møtesikt lengde	$L_m = 2 * L_s + 10$

Kontrollberegnet siktlengde, L_K	$L_K = \sqrt{(a_1 + R_V)^2 - (h + R_V)^2} + \sqrt{(a_2 + R_V)^2 - (h + R_V)^2}$ <p>Der</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ $a_1 = \text{øyehøyde} = 1,10\text{m}$ ○ $a_2 = \text{redusert objekthøyde} = 0,25\text{m}$ ○ $h = \text{siktlinjens minste høyde over vegbanen.}$
Uttrykk for siktkontroll	$R_V = 0,21L_K^2$
Forbikjørings-/Møtesikt	$R_V = 0,10L_K^2$
Vertikalkurvelengde	$L = \Delta S \times R_V$ der $\Delta S = s_2 - s_1$
Profilnr. kurvepunkt	$P_k = P_2 \pm \frac{L}{2}$
Høyde kurvepunkt	$H_k = H_1 + s_1 * (P_k - P_1)$
Masseberegning	
Totalt areal	$A = b * h_1 + b * h_2 + \dots + b * h_n$

VEDLEGG 2

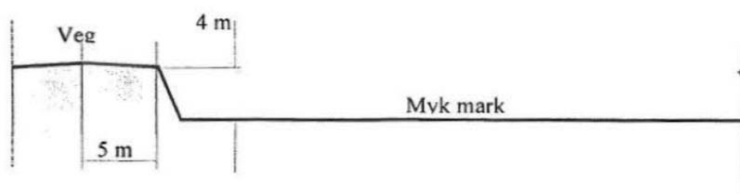
Figur 4.1 Referansenivåer, L_{1ekv} Figur. Referanseverdi, L_{1ekv} - HB-V716

Figur. Korreksjon for vegstigning - HB-V716

VEDLEGG 3

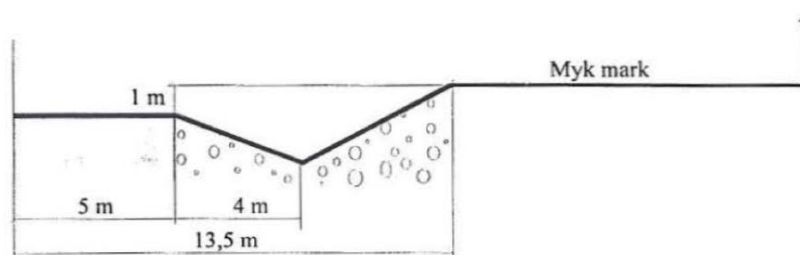
4

Veg på fylling
4 m over myk
mark



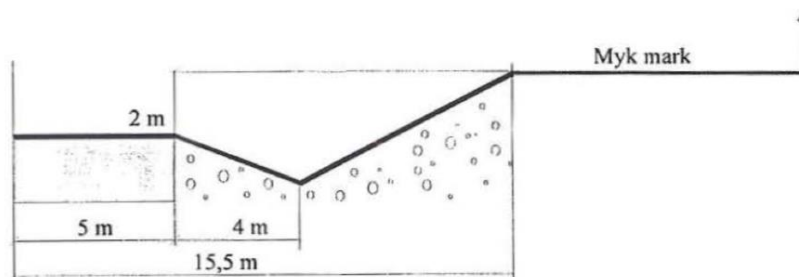
5

Veg i hard
skjæring, 1 m
under myk
mark



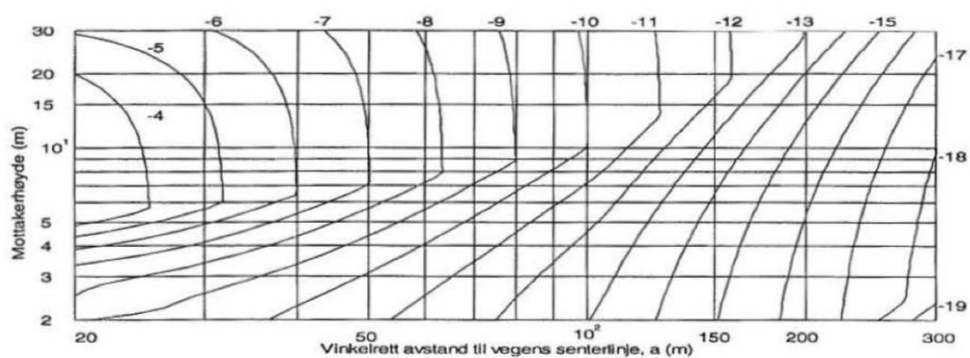
6

Veg i hard
skjæring, 2 m
under myk
mark

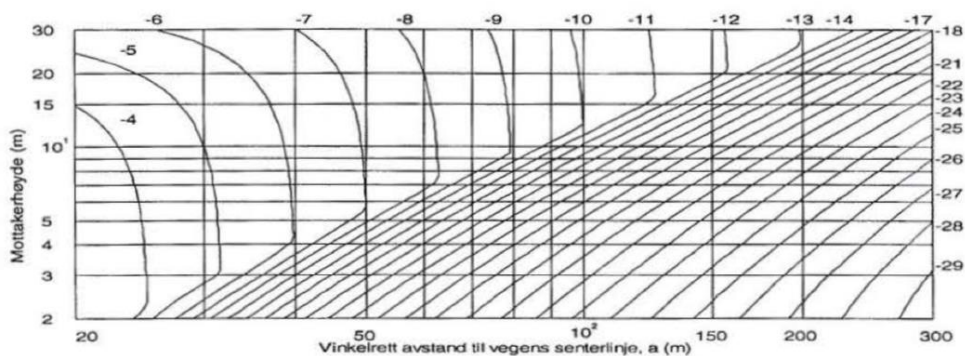


Figur. Typeprofil- HB-V716

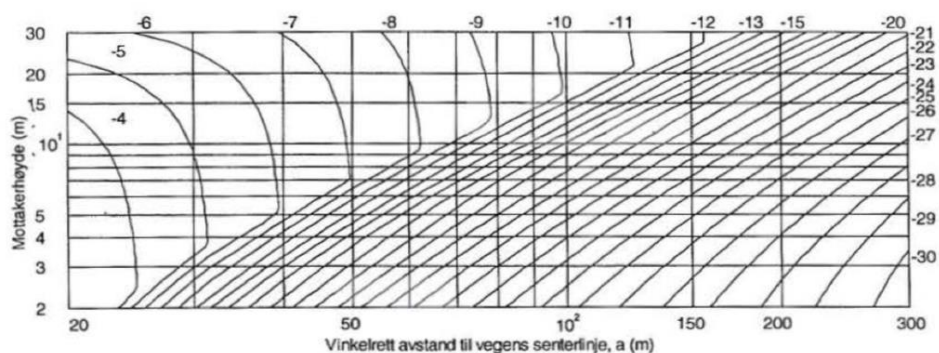
VEDLEGG 4



Typetilfelle 4. L_{Aekv} , $\Delta L_2 + \Delta L_3$. Veg på fylling 4 m over myk mark.



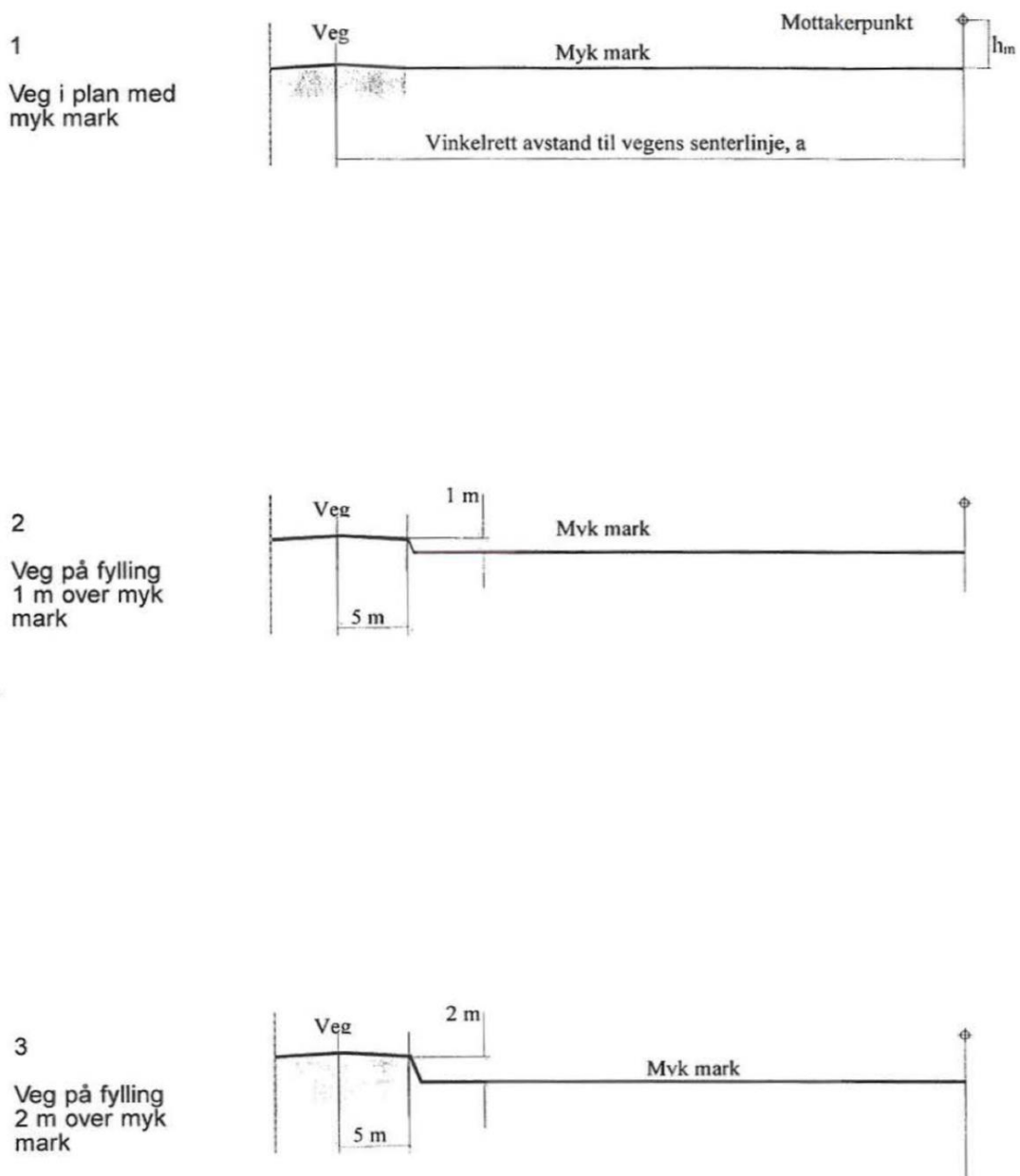
Typetilfelle 5. L_{Aekv} , $\Delta L_2 + \Delta L_3$. Veg i hard skjæring, 1 m under myk mark.



Typetilfelle 6. L_{Aekv} , $\Delta L_2 + \Delta L_3$. Veg i hard skjæring, 2 m under myk mark.

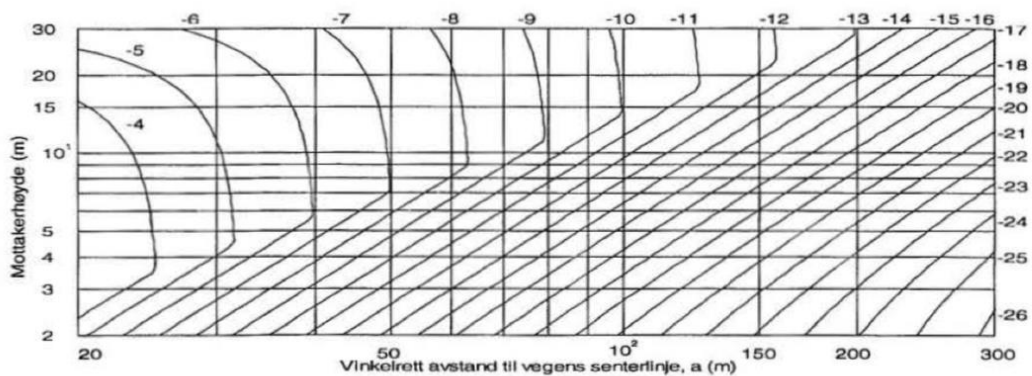
Figur. Typetilfelle 5 - HB-V716

VEDLEGG 5

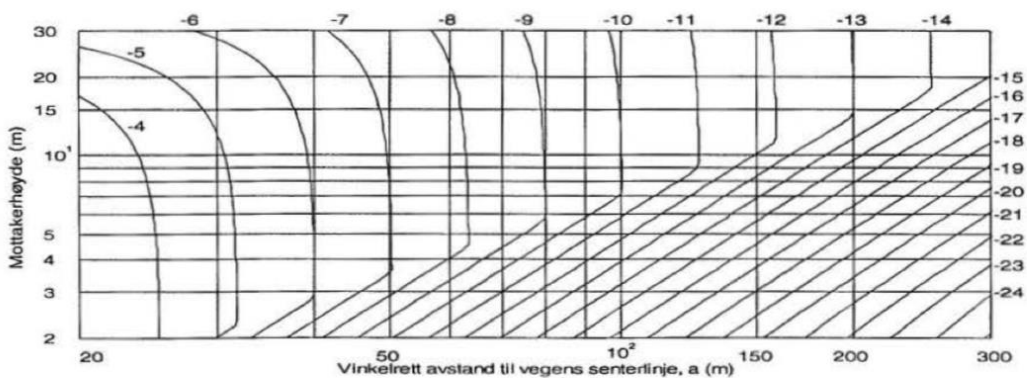


Figur. Typeprofil- HB-V716

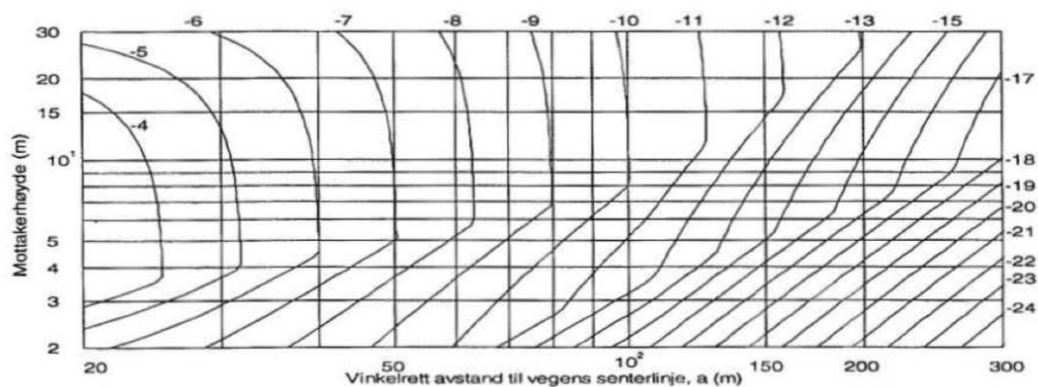
VEDLEGG 6



Typetilfelle 1. $L_{Aekv}, \Delta L_2 + \Delta L_3$. Veg i plan med myk mark.



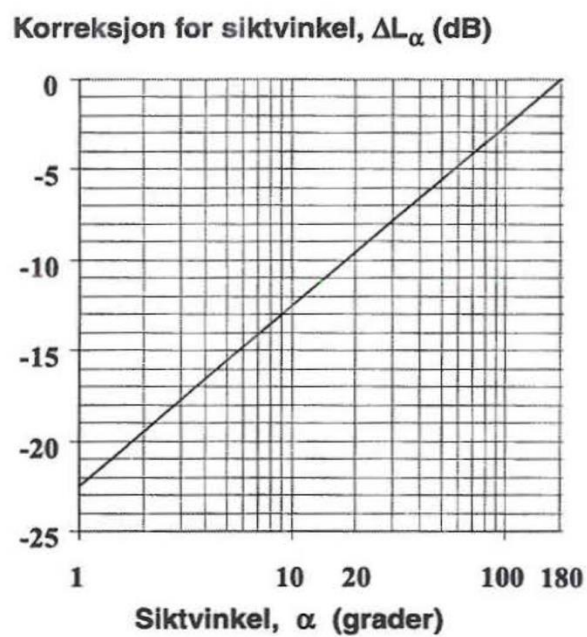
Typetilfelle 2. $L_{Aekv}, \Delta L_2 + \Delta L_3$. Veg på fylling 1 m over myk mark.



Typetilfelle 3. $L_{Aekv}, \Delta L_2 + \Delta L_3$. Veg på fylling 2 m over myk mark.

Figur. Typetilfelle 5 - HB-V716

VEDLEGG 7

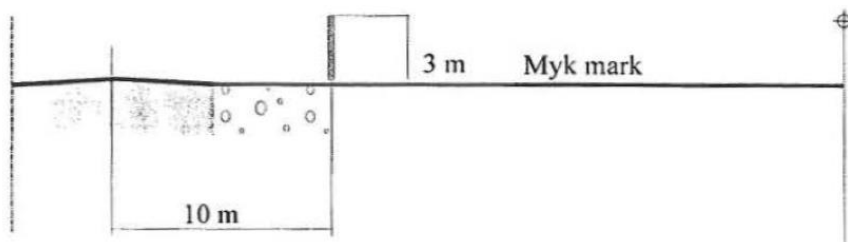


Figur 2.20 Vinkelkorreksjonen, ΔL_α , for en delstrekning med siktinkel mindre enn 180° .

VEDLEGG 8

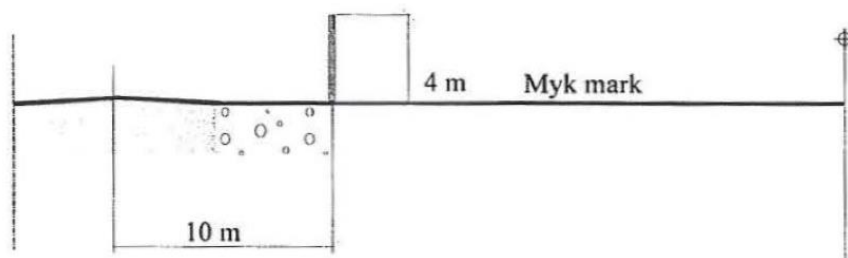
10

3 m høy skjerm,
10 m fra veg
senterlinje. Hard
mark mellom
veg og skjerm.
Myk mark ellers.



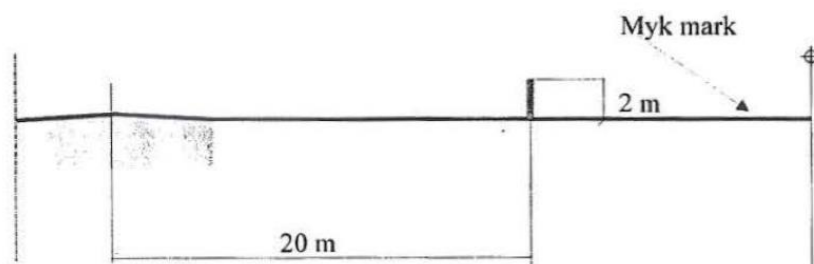
11

4 m høy skjerm,
10 m fra veg
senterlinje. Hard
mark mellom
veg og skjerm.
Myk mark ellers.

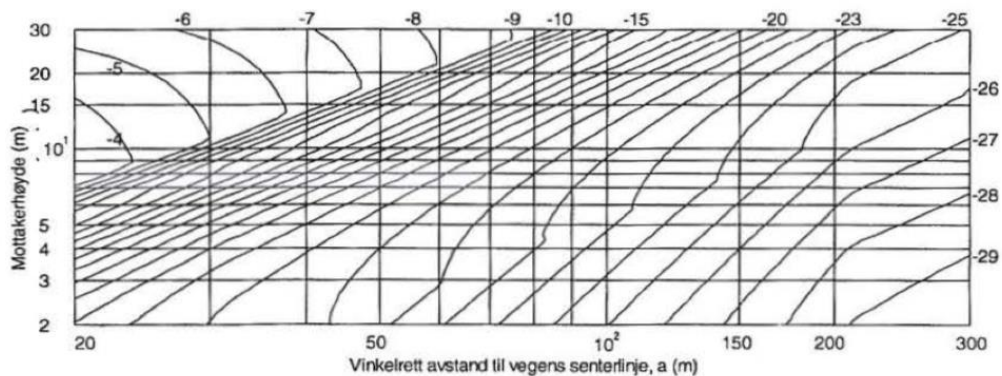


12

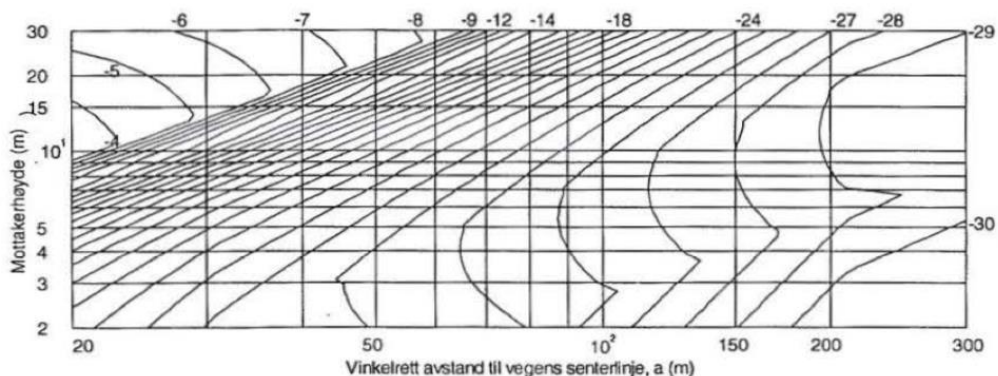
2 m høy skjerm,
20 m fra veg
senterlinje. Myk
mark utenom
vegbane.



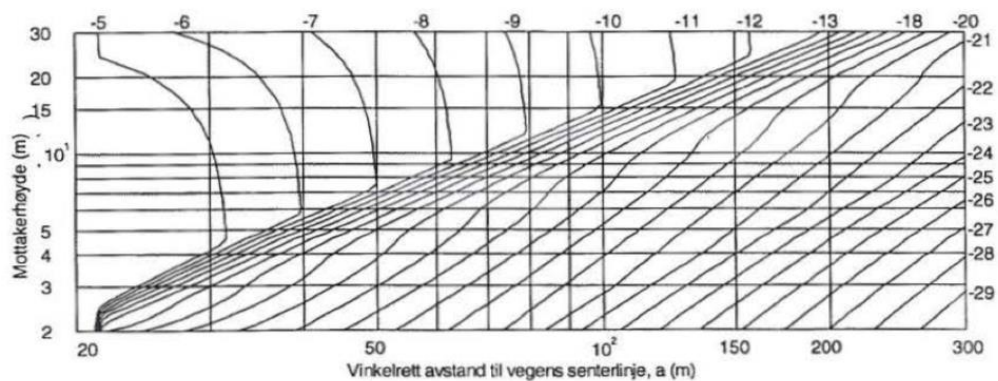
VEDLEGG 9



Typetilfelle 10. L_{Aekv} , $\Delta L_2 + \Delta L_3$. 3 m høy skjerm, 10 m fra veg senterlinje. Hard mark mellom veg og skjerm. Myk mark ellers.



Typetilfelle 11. L_{Aekv} , $\Delta L_2 + \Delta L_3$. 4 m høy skjerm, 10 m fra veg senterlinje. Hard mark mellom veg og skjerm. Myk mark ellers.



Typetilfelle 12. L_{Aekv} , $\Delta L_2 + \Delta L_3$. 2 m høy skjerm, 20 m fra veg senterlinje. Myk mark utenom vegbane.

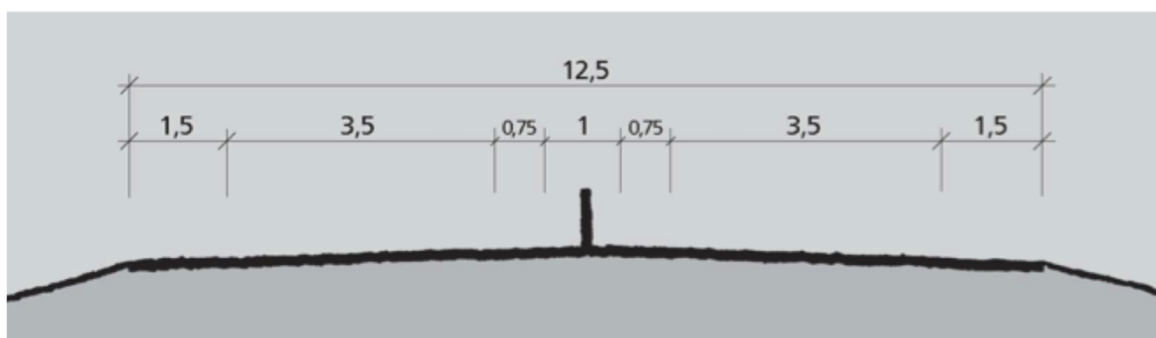
VEDLEGG 10

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

Vegen har standard som motortrafikkveg forutsatt planskilte kryss.

Tverrprofil

Vegen skal bygges med tverrprofil som vist i figur C.6.



Figur C.6: Tverrprofil for H5, tofeltsløsning med bredde 12,5 (mål i m)

Tabell C.7: Prosjekteringstabell for H5

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

¹ Ved $R_h < 3\,000$ bør ensidig fall benyttes

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

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

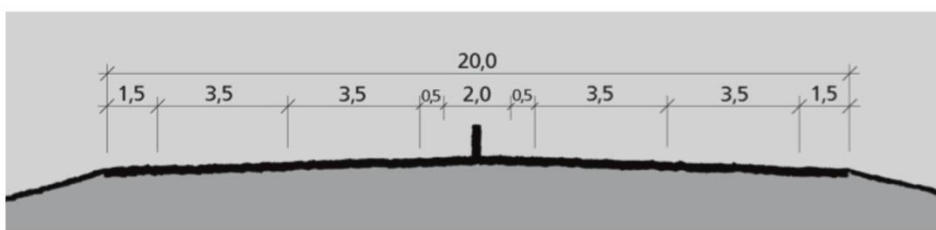
VEDLEGG 11

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

Vegen har standard som motorveg. Dimensjoneringsklasse H7 skal benyttes for nasjonale hovedveger og øvrige hovedveger hvor arealdisponering og aktivitet inntil vegen gjør at fartsgrensen ikke kan settes til mer enn 80 km/t. Det kan være innfartsveg til en by, lenke i et ringvegssystem eller forbindelsesveg mellom byer.

Tverrprofil

Vegen skal bygges som 4-feltsveg med 3,5 m brede kjørefelt og 1,5 m brede ytre skuldre, se figur C.9. Dersom det ut fra kapasitetsberegninger viser seg å være behov for flere enn 4 felt, skal også de øvrige feltene ha bredde på 3,5 m.



Figur C.9: Tverrprofil H7, 20 m vegbredde (mål i m)

Tabell C.9: Prosjekteringstabell for H7

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

VEDLEGG 12

Bremsfriksjonsfaktor, f_b , for høyklassige veger

V(km/t)	60	70	80	90	100	110	120
f_b	0,45	0,40	0,35	0,33	0,32	0,31	0,30