

NADim-seminar 3. desember 2015

Eksempler på forsterkning av veg

Ragnar Evensen

Forsterkning av veg – fire eksempler

Vegdirektoratet
Traffikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen
Vegteknologi
april 2015



Forsterkning av veger

Varige veger 2011 - 2014

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 373



En enkel gjennomgang av fire forsterkningseksempler i lys av de forslag som er beskrevet i Rapport 373 fra Varige veger

Kap. 53 Forsterkning av veg i Håndbok N 200

$$\text{Levetidsfaktoren} = \frac{\text{Forventet funksjonell dekkelevetid}}{\text{Normert dekkelevetid}}$$

- Kap. 53 brukes i dag bare delvis ved prosjektering av forsterkningsarbeider.
- **Mine erfaringer fra beregninger av funksjonell dekkelevetid basert på tilstandsutviklingen med hensyn på spor og jevnhet (IRI):**
- **Spor**
 - ❖ Er som regel pålitelig når beregning av spor er basert på bjelkemetoden, men ikke alltid. Krever målinger over minst 6 år.
 - ❖ Spordybde basert på snormetoden og krumholtmetoden gir usikre beregninger av tilstandsutviklingen.
- **Jevnhet (IRI)**
 - ❖ Beregning av tilstandsutvikling gir som regel ingen mening, de tilfeldige variasjoner i måleresultatene er store i forhold til forventet årlig utvikling.
- **Generelt**
 - ❖ 90/10-verdier for strekninger med lengde 1,0 km er ofte uegnet som grunnlag for forsterkning av veg.

Forsterkning av veg – fire eksempler

Prosjektering av forsterkning på fire fylkesveger

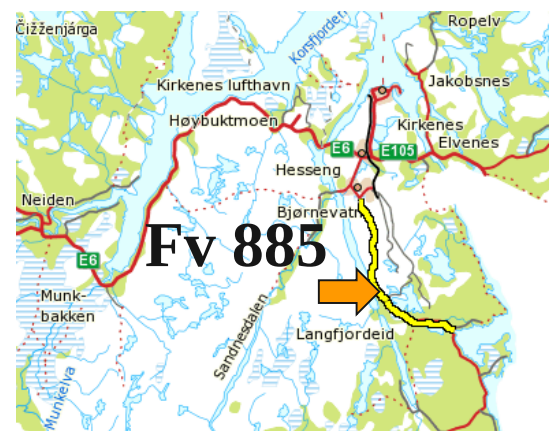
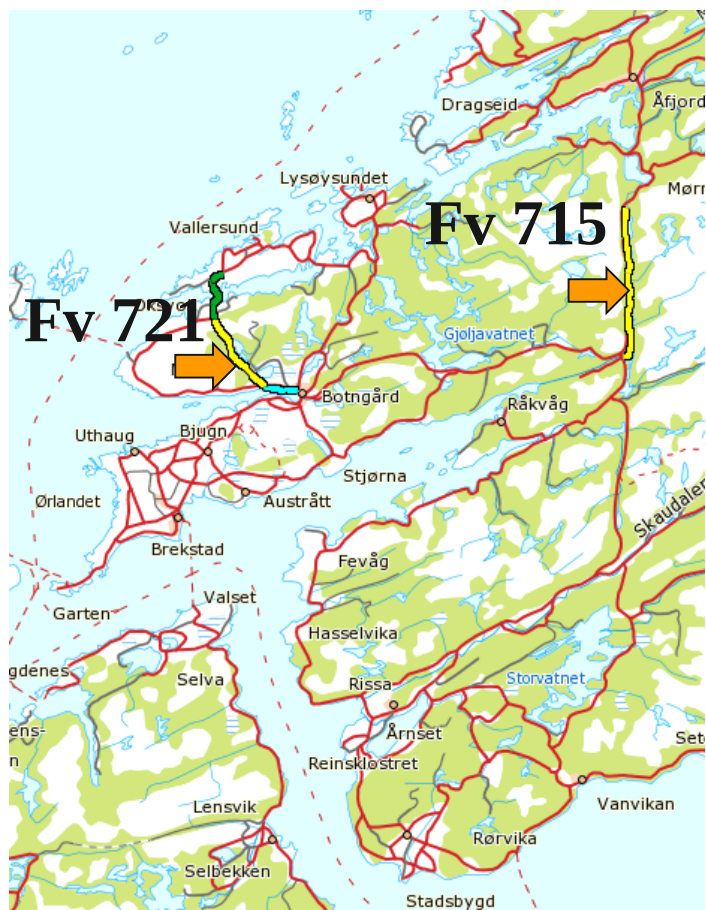
Jan Erik Dalhaug, Region midt

- ❖ Fv 715 HP 13 km 0,0 – 10,2 i Sør-Trøndelag, ÅDT 970, 10% lange
- ❖ Fv 721 HP 1 km 0,8 – 12,4 i Sør-Trøndelag, ÅDT 340-2160, 0-8% lange

Per Otto Aursand, Region nord

- ❖ Fv 229 HP 2 Km 0,0 – 10,1 i Troms, ÅDT 145-312, 10% lange
- ❖ Fv 885 HP 2 Km 0,0 – 14,2 i Finnmark, ÅDT 710-750, 10-14% lange
 - ❖ Forsterkningsplan fra km 2,2 til km 6,1

De fire vegstrekninger



Fv 715 HP 13 Km 0,0 – 10,2 i Sør-Trøndelag

- ÅDT 2014: 970, 13% lange
- Tidligere utførte dekketiltak
 - ❖ 1993: fresing og anriking + dekke Agb 16
 - ❖ 2003: oppretting og slitelag Agb 11

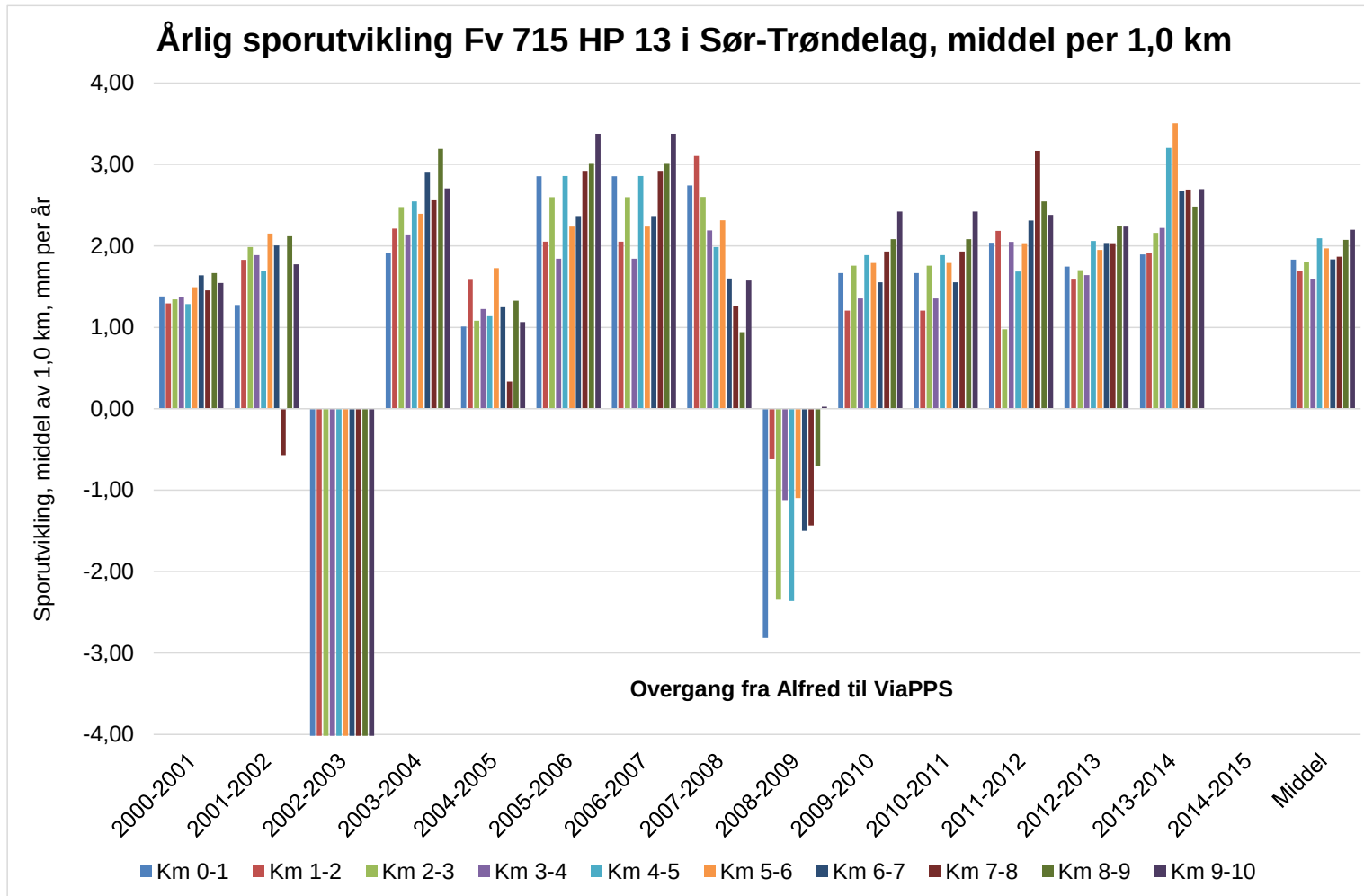


Vedlikeholdsstandarden ble
overskredet i 2012:
Dekkelevetid 9 år
Normert dekkelevetid Agb: 15 år
Levetidsfaktor = 0,6

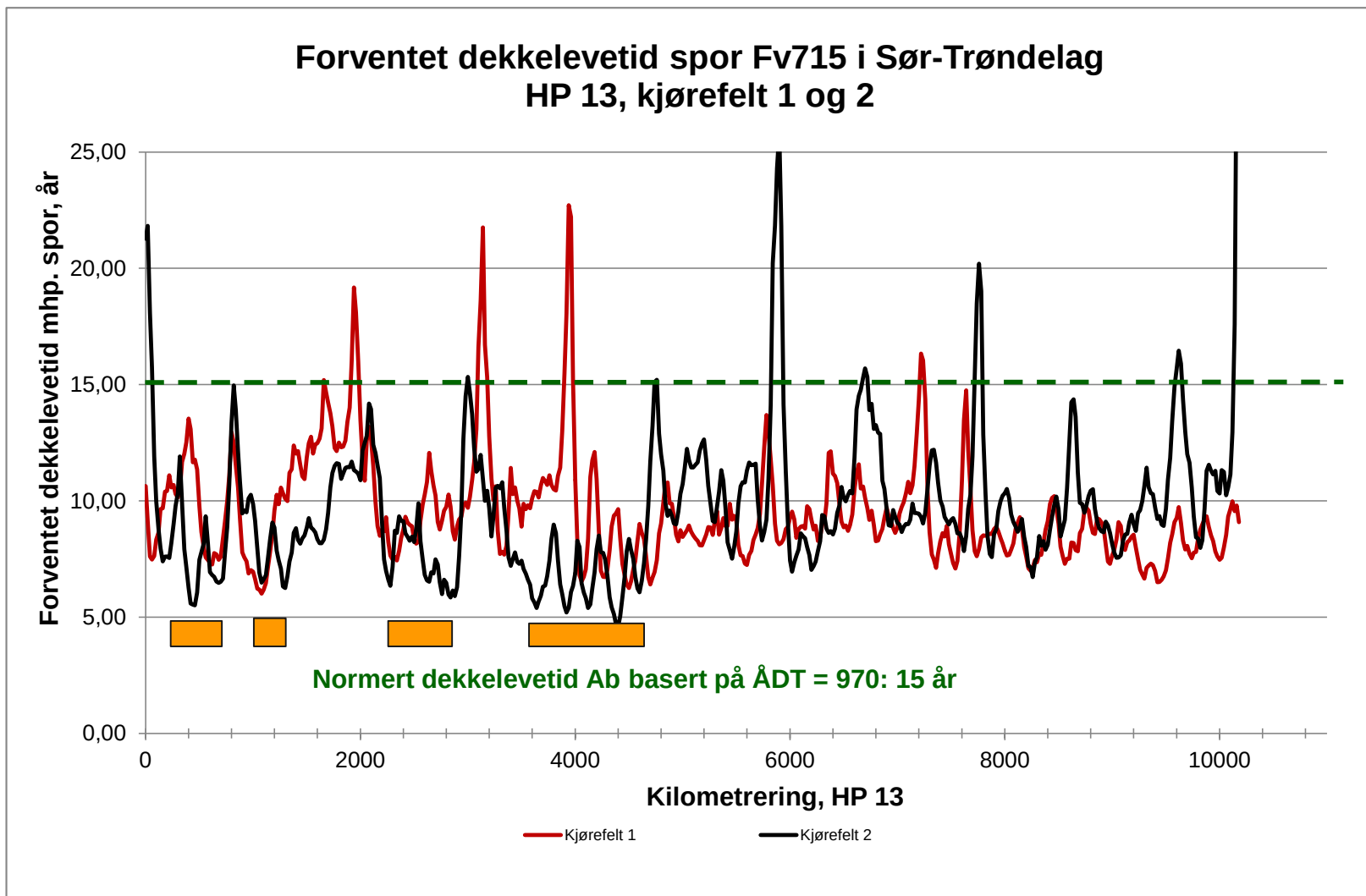
**Tiltaket i 1993 førte til økning i
dekkelevetiden, men i for liten
grad.**

Måling av spordybde:

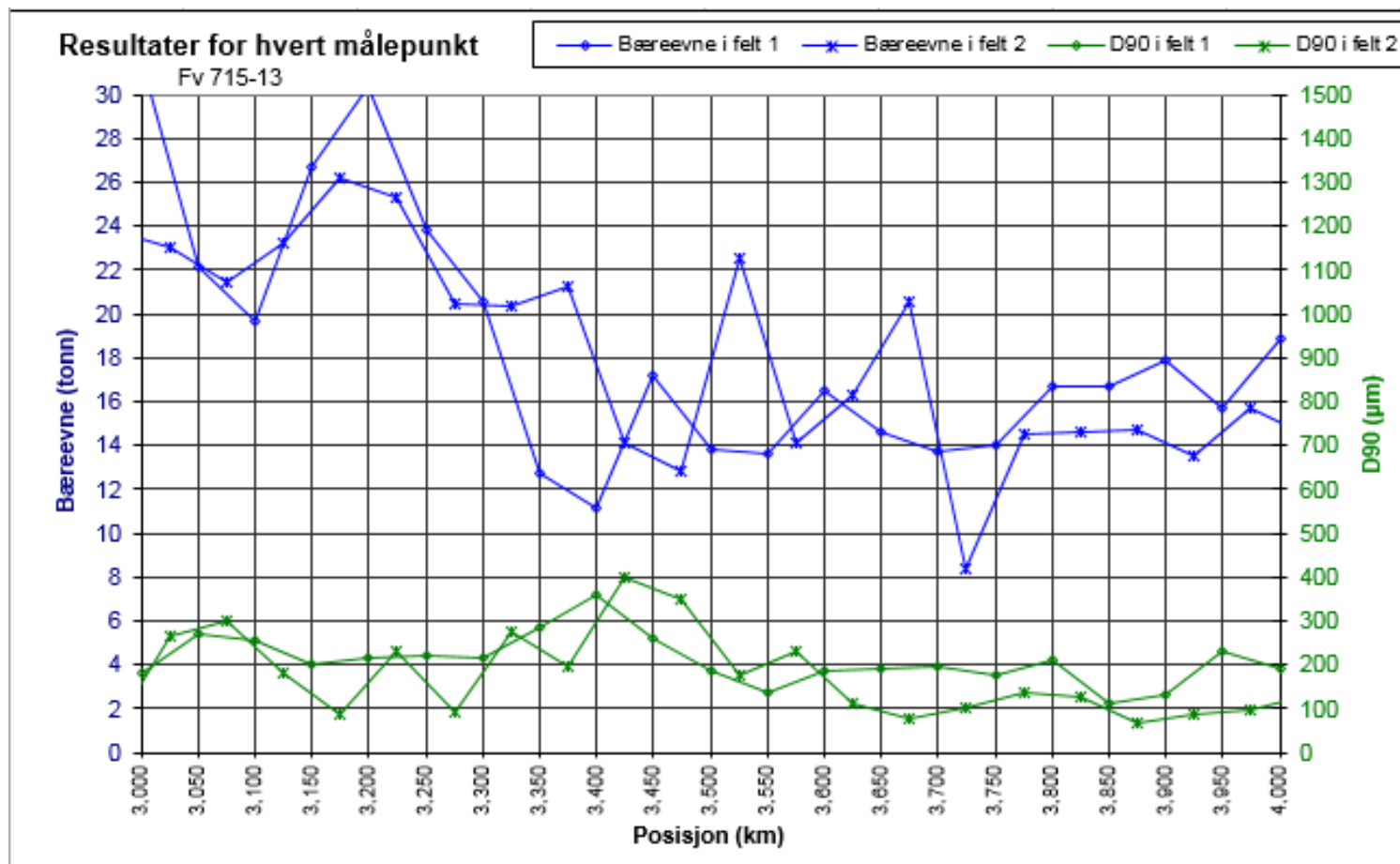
fra ca 2000 måles høyden på ryggen mellom hjulsporene



Beregning av forventet dekkelevetid basert på sporutviklingen over 14 år.



Resultater fra nedbøyningsmålinger med fallodd



Bestilling av prøvetaking og labanalyser

PRØVETAKINGSPLAN:

STED:	FV715-13 KM 0,000-10,200	PARSELL:	KRIINSVATN-ARNES
		STREKNING:	KRINSVATN-GARRABRUA
Oppdrag nr.:		Ansvar:	43430
Prosjektnavn:	Olsøy-Åfjord, regplan	Prosjektnr.:	404645
		Produkt:	F122
Dato :	05.11.2013	Saksbehandler:	J.E.Dahlhaug

TYPE UNDERSØKELSE:

Bæreevneprøver

Registrering av lagskiller med forskjellig type materiale, med omtrentlig Dmax

Registrering av dybde til underbygning og videre type underbygning ned til ca. 1,5m dybde

Registrering av dybde for evt. jord-/myrslag utover 1,5m og matr. i undergrunn

FORMAL:

Finne tykkelsen på overbygninga

Kontrollere finstoffinnhold i massene i toppen av eksisterende veg

Finne type underbygning til fast grunn

Finne mulige forsterkningsmetoder

PROFIL:

KM	MERK	KM	MERK
0,700		6,550	
1,200		7,400	
1,275VS		8,425VS	
2,675VS			
3,100VS			
3,400			
3,725VS			
5,050			
5,825VS			

UTFØRELSE:

Prøvedybde: 0-150cm, av de forskjellige lagene

Prøvestørrelse: ca. 2,0kg for sand/grusprøver,

Sted: Høyre hjulspor normalt, angitt med VS eller CL hvis annet

TIDSPUNKT:

Snarest

UTSTYR:

Borrigg m/utstyr eller traktorgraver

Spade og skuffe

Prøveposer, tomstokk

Arbeidsskjema prøvetaking

Fotoapparat

DIVERSE:

Prøver merkes med: vegnr., sted (km), dato og dybde og avstand CL

Vegbredde registreres

Prøveområde med prøvested fotograferes

LABANALYSER:

TIDSPUNKT:

innen 01.02.2014

Våtsiktes med finstoffbestemmelse på 63mym for overbygning, på 20mym for underbygning

RAPPORTERING:

TIDSPUNKT:

innen 01.02.2014

Arbeidsskjema prøvetaking+Kornfordelingsskjema på Labsys, med alle data

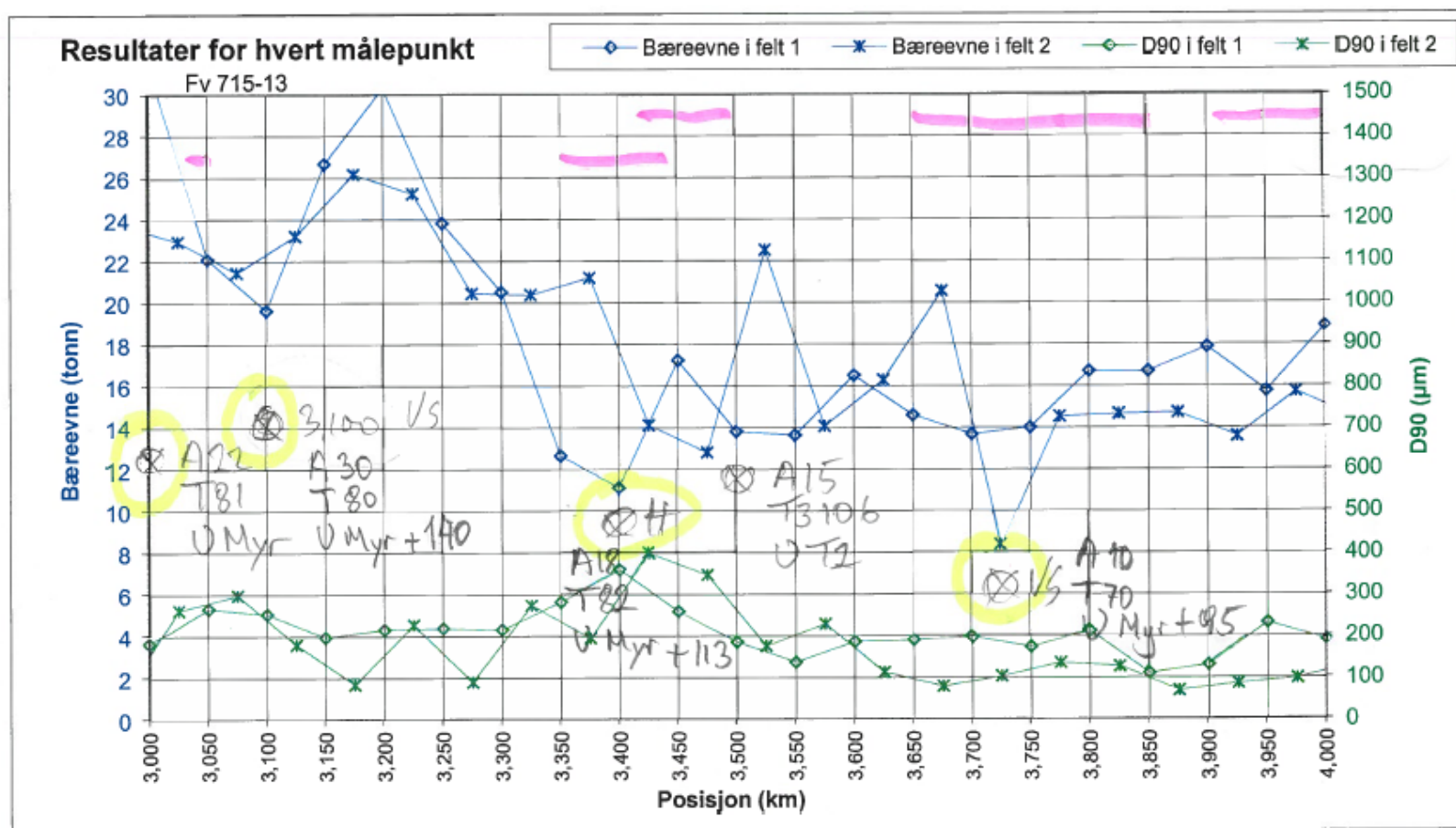
NB! Prøvetakingsskjema skannes og sendes JED, snarest!

Fotos på lagingsbrikke.

KONTAKTER:

Olav Storsve

En enkel sammenstilling av nedbøyningsdata og beregnet bæreevne basert på oppgravingsdata



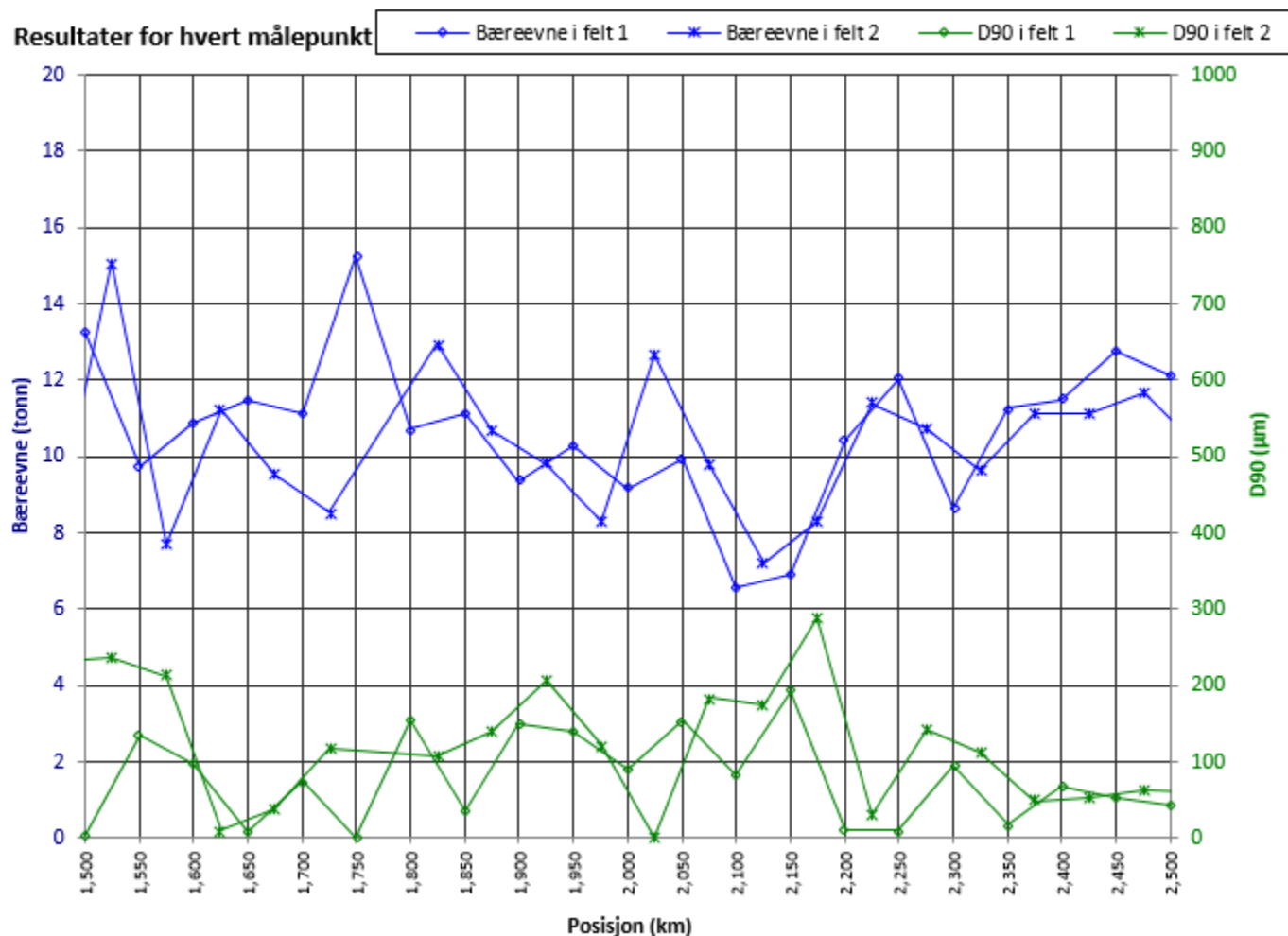
Fv 721 HP 1 Km 0,8 – 12,4 i Sør-Trøndelag

ÅDT 2014:

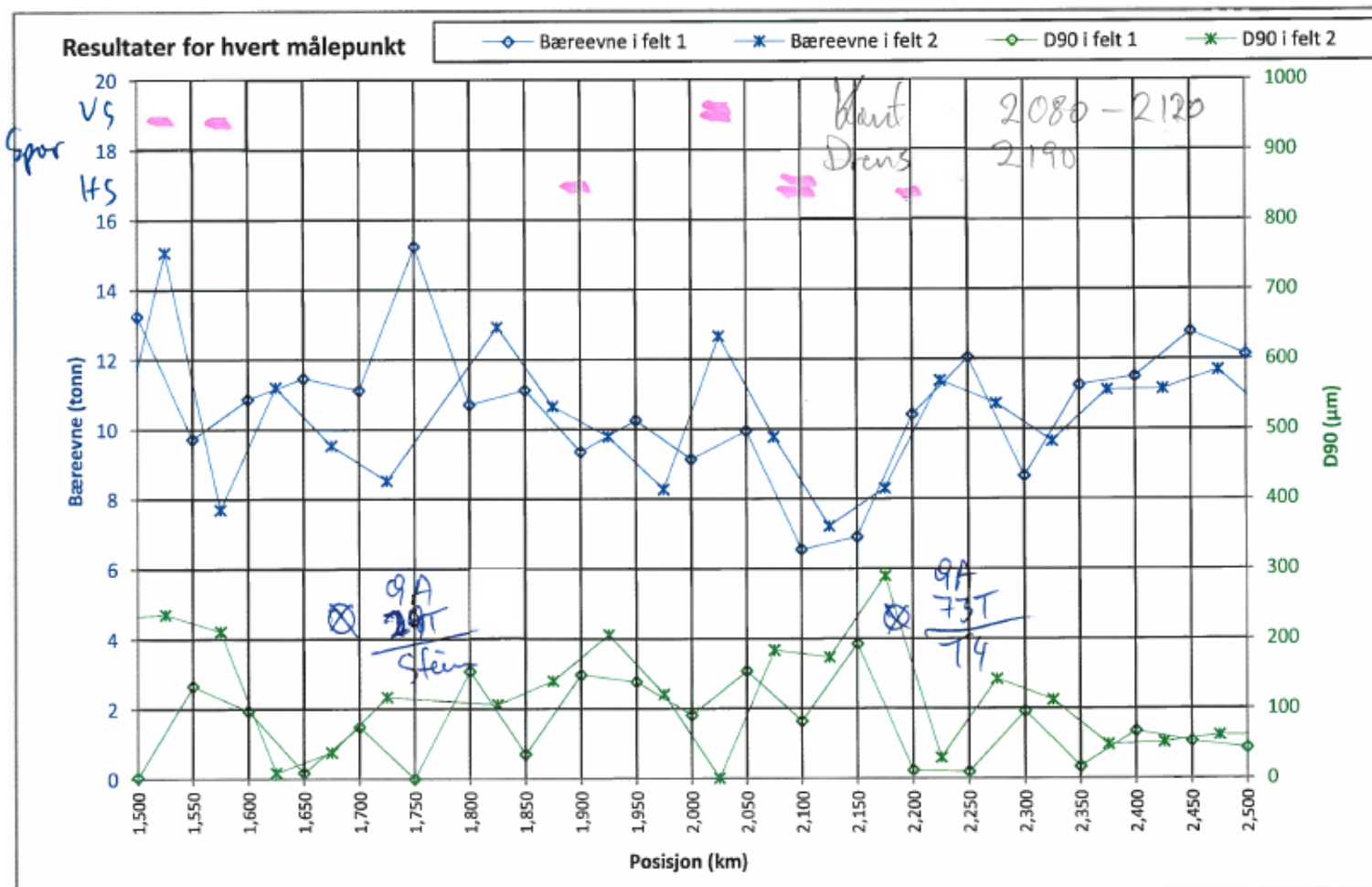
km 0,8 – 3,0:	2160, 0% lange
km 3,0 – 8,6:	1350, 8% lange
km 8,6 – 11,5:	440, 0% lange
km 11,5 – 12,4:	340, 0% lange



Resultater fra nedbøyningsmålinger med falloddd



Sammenstilling av bæreevne basert på nedbøyningsmålinger og på oppgravingsdata



Tiltaksplan for Fv 721 HP 1

FORSTERKNING - TILTAKSPLAN - OPPGRADERING 8-10TONN

side 1

VEG-HP: FV721-01 KM: 0,840-11,500

14.05.2014

STED: BOTNGÅRD - X VALSNES

jadahl

Etter vurderinger ut fra bæreevne målinger, fra 2013, samt Vidcon 2012 og spørsmålninger 2012, er det satt opp forslag til strekninger med de forskjellige tiltak/forsterkninger som må gjøres:

			forst. FK 22/180 100CM	avr./bærel. FK 8/64 20CM	finavretting FK 0/16 3CM	bærelag Ap22 8CM	bærelag Ag16 5CM	dekke Ab11 7cm (4+3)	LENGDER:			
									TYKK (CM)	FK DUK3	FK NETT	MERK
KM FRA:	KM TIL:	LENGDE:	LENGDE 1	LENGDE 2	LENGDE 3	LENGDE 4	LENGDE 5					
1,010	1,250	0,240				0,240	0,070	0,240				
1,250	1,320	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070		0,070		
1,320	2,050	0,730					0,730	0,730				
2,050	2,200	0,150				0,150	0,150	0,150				
2,200	3,050	0,850						0,850				
3,050	4,020	0,970					0,970	0,970				
4,020	4,300	0,280	0,280	0,280	0,280	0,280	0,280	0,280		0,280		
4,300	4,710	0,410				0,410	0,410	0,410				
4,710	4,950	0,240	0,240	0,240	0,240	0,240	0,240	0,240		0,240		
4,950	5,600	0,650				0,650	0,650	0,650			0,650	
5,600	6,170	0,570					0,570	0,570				
6,170	6,490	0,320				0,320	0,320	0,320			0,320	
6,490	7,150	0,660						0,660				
7,150	7,550	0,400				0,400	0,400	0,400				
7,550	8,100	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550		0,550		
8,100	8,870	0,770					0,770	0,770				
8,870	9,070	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200		0,200		
9,070	9,400	0,330						0,330				
9,400	9,650	0,250					0,250	0,250				
9,650	11,500	1,850				1,850	1,850	1,850				kryss valsn
11,500	11,925	0,425				0,425	0,425	0,425			0,100	
11,925	12,420	0,495						0,495				kryss haldorh
		0,000										
	SUM:	11,410	1,340	1,340	1,340	5,785	8,905	11,410		1,340	1,070	
DELSUM		10,490	1,340	1,340	1,340	5,360	8,480	10,490	0,000	1,340	0,970	delsum valsn

Fv 229 HP 2 Km 0,0 – 10,1 i Troms

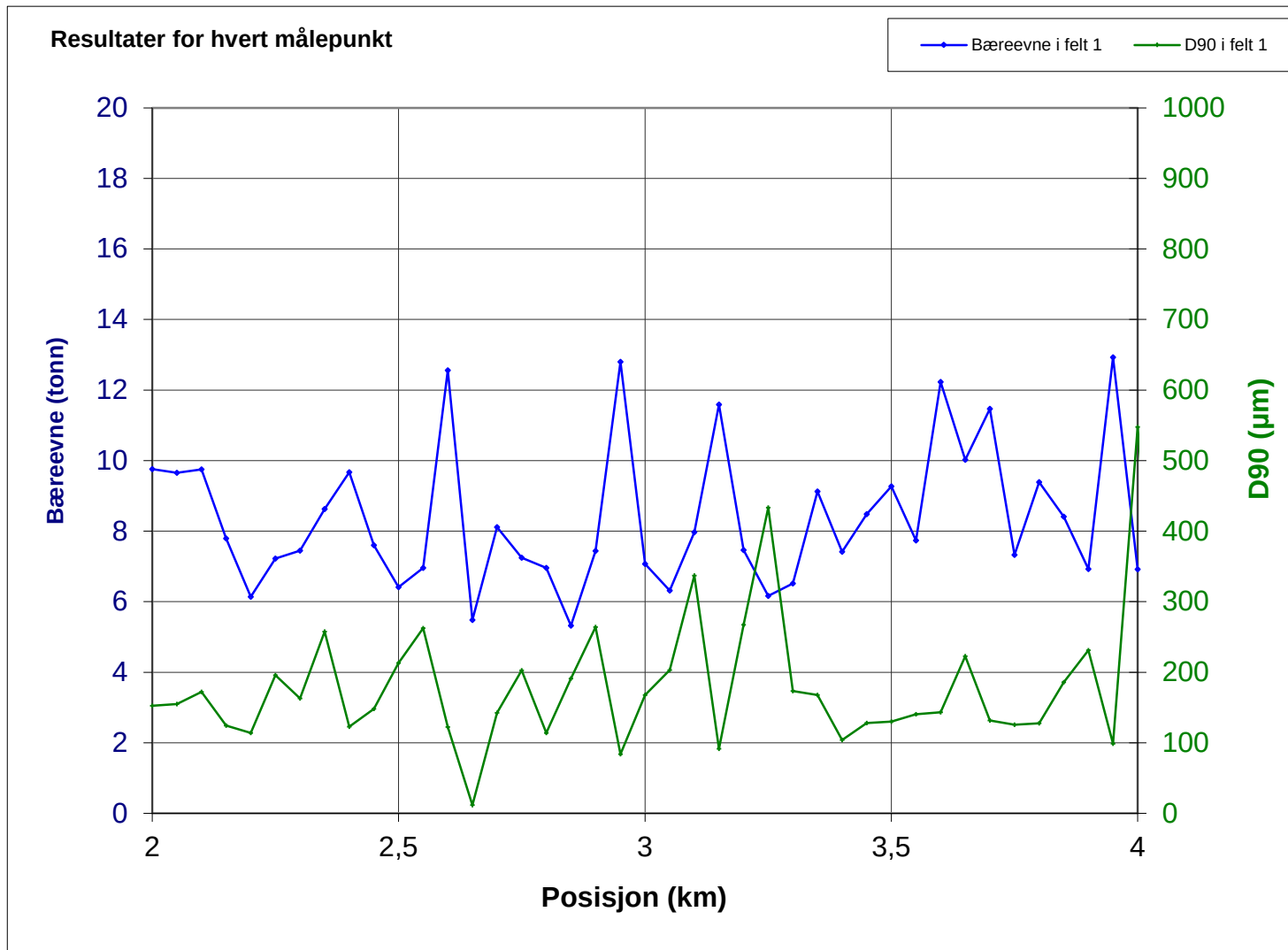


ÅDT 2014

Km 0,0 – 4,6: 145, 10% lange

Km 4,6 – 10,1: 213, 10% lange

Nedbøyningsmålinger med fallodd



Planlagte oppgravinger på grunnlag av nedbøyningsmålingene

På grunnlag av falloddsmålingene i NVDB ble det utført oppgravinger i de svakeste punktene langs vegen for å kartlegge dens oppbygning og kvaliteten på materialene. Prøvene er analysert ved vårt regionlaboratorium i Nordkjosbotn. Prøvepunktene er plassert ut fra bæreevnemålinger og tilstand på dekket. Resultater fra prøvetaking og laboratorieundersøkelser er vist i vedlegg 3. Kartet under viser hvor prøvene er tatt:

I



Km

3,50	VS ca. 0,5 meter inn i vegen
1,050	VS ca. 0,5 meter inn i vegen
2,400	HS ca. 0,5 meter inn i vegen
3,200	HS, ca. halve vegbredden
4,000	VS ca. 0,5 meter inn i vegen
4,850	HS ca. 0,5 meter inn i vegen
5,700	VS ca. 0,5 meter inn i vegen
7,800	HS ca. 0,5 meter inn i vegen
9,050	VS ca. 0,5 meter inn i vegen
9,750	VS, ca. halve vegbredden

Klassifisering av grunnforhold og nøkkeltall for F_{DIFF}

På grunnlag av oppgravingene og løsmassekart fra NGU kan man grovt dele inn vegen i parseller ut fra undergrunnstype:

Ca. km fra	Ca. km til	Undergrunn
0,000	2,950	Morene (<u>grus/sand/silt, T4</u>) med <u>tynt torv/humusdekke</u> . Myrpartier med større mektighet forekommer
2,950	4,700	Breelvavsetning (<u>grus/sand, varierende T1-T4</u>) med <u>tynt torv/humusdekke</u>
4,700	5,150	Marin strandavsetning, (<u>sand/silt, T2</u>)
5,150	8,500	Forvittringsmateriale (<u>stein/grus/sand, T2</u>) med <u>tynt torv/humusdekke</u>
8,500	8,850	Hav- og fjordavsetning (<u>silt/leire</u>), tynt dekke
8,850	10,127	<u>Torv/myr, tykt dekke (> 1m) over silt/leire, T4</u> . Partier med forvittringsmateriale forekommer.

	Bæreevne (tonn)	F-diff (fallodd)	F-diff (oppgraving)
Maks	13,1	23,9	59,0
Min	4,6	0,0	20,5
Gjennomsnitt	7,2	11,9	42,0
90/10-verdi	8,5/5,9	17,5/5,9	51,6/24,6

Partiene over myr (tykkelse > 0,30 m) var spesielt krevende

➤ Begrense setningene, tre alternativer

1. Senke vegen, lette belastningene
2. Forbelastning i ett år
3. Masseutskifte med lette masser

➤ Øke overbygningens styrke, tre alternativer

1. Nye lag i overbygningen
2. Masseutskifte med mer høyverdige masser
3. Armering

➤ En differensiert løsning ble foreslått

- ❖ **FDIFF = 40:** frese dekket, armering, 15 cm skumglass, 20 cm pukk, 5 cm Ak/Ap og 3,5 cm Ma **(vegen heves 13 cm)**
- ❖ **FDIFF = 20:** frese dekket, fjerne 20 cm grus, armering, 20 cm pukk, 5 cm Ak/Ap, 3,5 cm Ma **(vegen senkes 1,5 cm)**

Fv 885 HP 2 km 0,0 – 14,2 i Finnmark

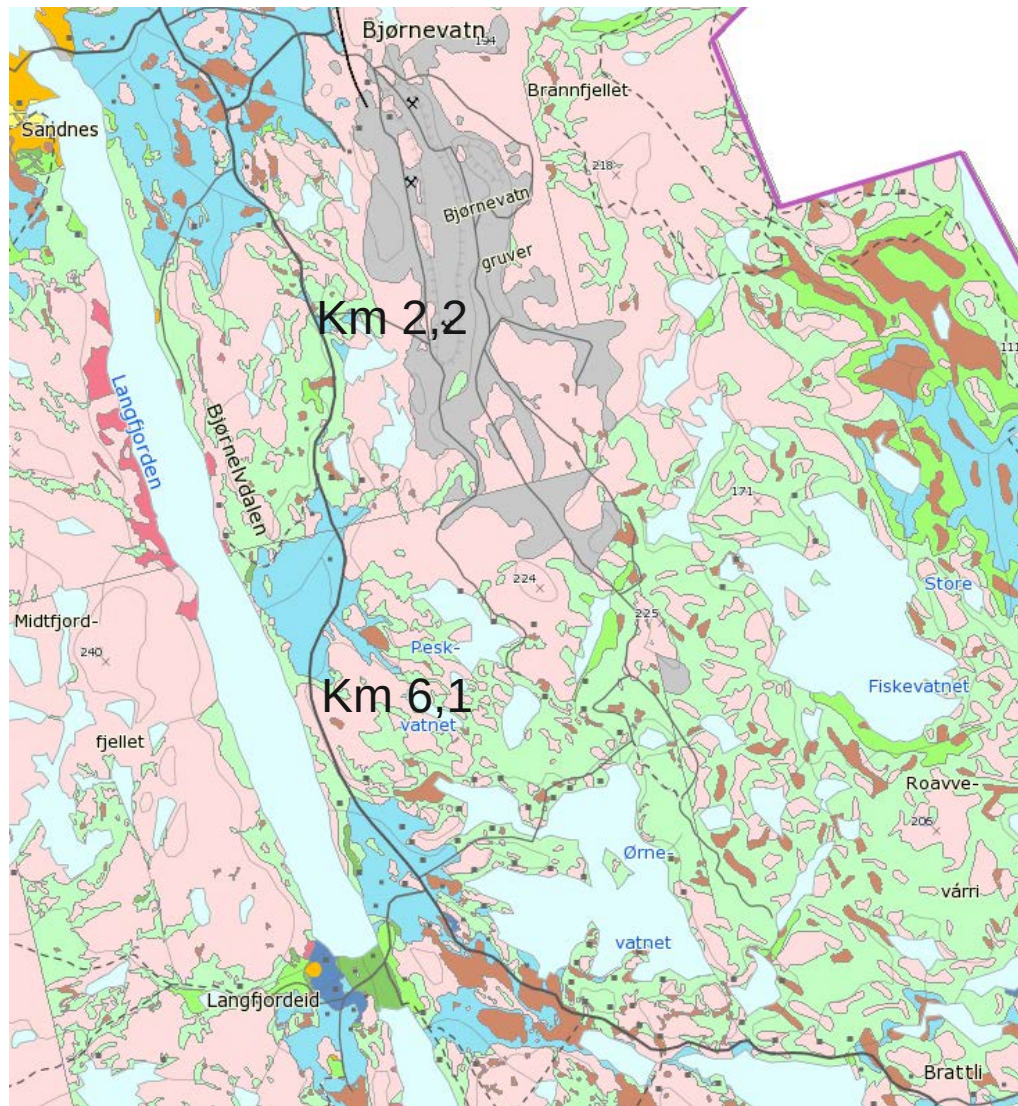


ÅDT 2014

Km 0,0 – 8,3: 750, 14% lange

Km 8,3 – 14,2: 710, 10% lange

Løsmassekart Fv 885 HP 2 i Finnmark

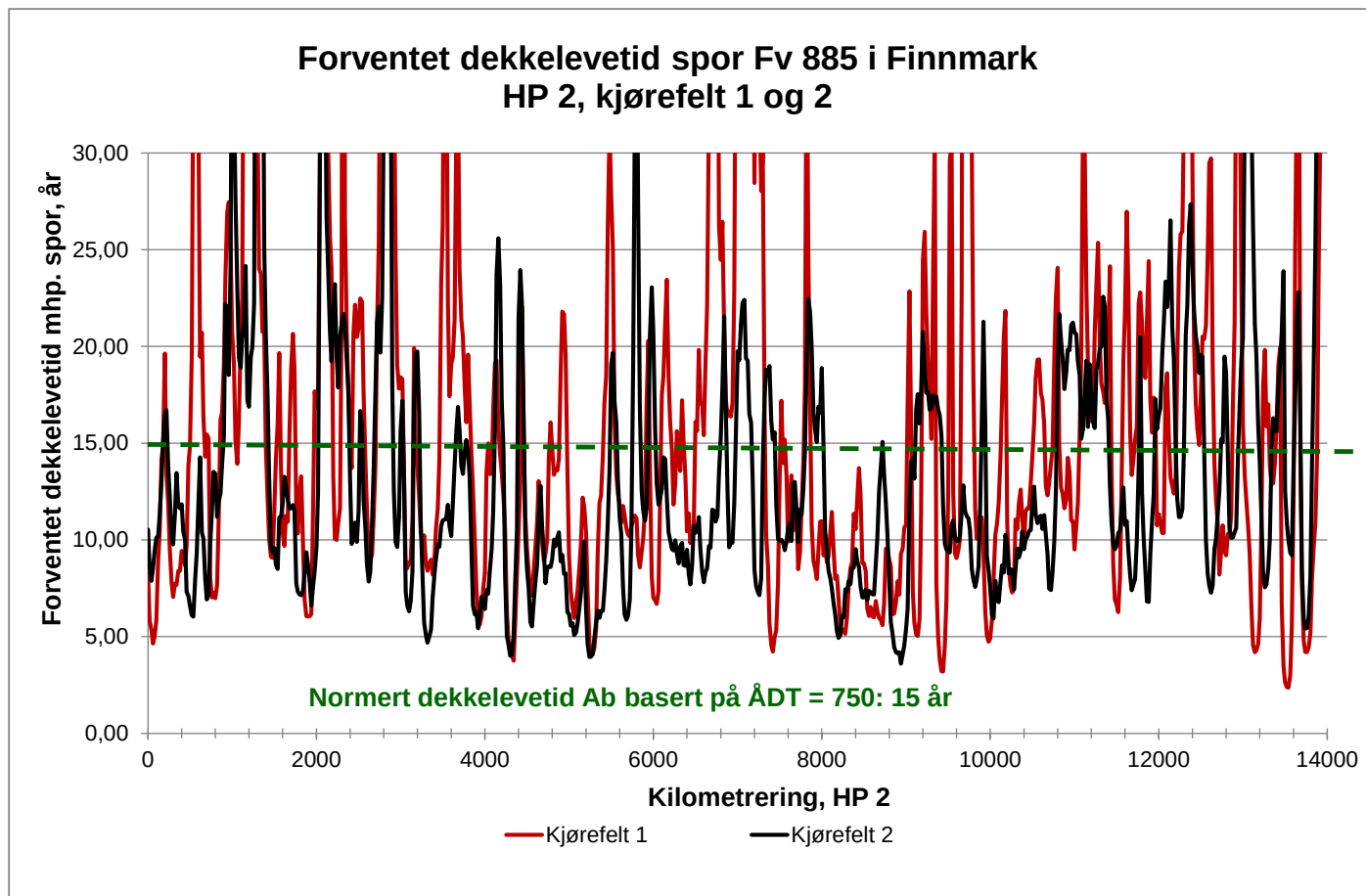


Løsmasser

(forenklet tegnforklaring)

- Tynn morene
- Tykk morene
- Avsmeltingsmorene
- Randmorene
- Breelvavsetning
- Bresjø-/innsjøavsetning
- Tynn hav-/strandavsetning
- Tykk havavsetning
- Marin strandavsetning,
- Elveavsetning
- Vindavsetning
- Forvittringsmateriale
- Skredmateriale
- Steinbreavsetning
- Torv og myr
- Tynt humus-/torvdekke
- Fyllmasse
- Bart fjell, stedvis tynt dekke

Beregnet dekkelevetid basert på middel av spormålinger over 15 år



Beregningsmetode for spor: en blanding av bjelke-, krumholt- og snormetoden

Utdrag av resultater fra nedbøyningsmålingene

Hp	Meter	Felt	NVDB-felt	Spor	DTemp[°C]	LTemp[°C]	Kraft[kN]	Bæreevne	D90	D0-D20	D0/(D0-D20)	F-diff	D90-D120	Styrke bærelag	Styrke undergrunn/ forsterkningslag	Sannsynlig underlag	Største svakhet i
2	2200	Right-1	1	Ytre	1,6	1,9	49,5	10,9	56,5	226,0	2,7	0	33,1	God	God	Sand/grus	D/B
2	2250	Right-1	1	Ytre	1,6	1,7	49,3	10,3	134,3	210,4	3,8	0	49,8	God	Mulig problemat	Sand/grus	B/F
2	2299	Right-1	1	Ytre	1,5	1,7	49,8	11,0	0,0	214,6	3,0	0	-0,1	God	Meget god	Fjell	D/B
2	2349	Right-1	1	Ytre	1,6	1,8	50,0	12,1	29,5	188,9	2,8	0	10,2	God	Meget god	Sand/grus	D/B
2	2400	Right-1	1	Ytre	1,5	1,9	49,6	13,4	98,8	137,1	3,8	0	32,6	God	God	Sand/grus	B/F
2	2450	Right-1	1	Ytre	1,6	1,6	49,6	11,2	21,8	204,0	3,1	0	17,8	God	Meget god	Fjell	B/F
2	2500	Right-1	1	Ytre	1,9	1,9	49,5	11,3	1,5	232,1	2,3	0	0,2	God	Meget god	Fjell	D/B
2	2549	Right-1	1	Ytre	1,7	2	49,5	9,6	54,1	266,3	3,0	2	26,2	Mulig problemat	God	Sand/grus	D/B
2	2599	Right-1	1	Ytre	1,5	2,1	49,7	11,3	83,3	193,0	3,3	0	34,6	God	God	Sand/grus	B/F
2	2650	Right-1	1	Ytre	1,5	2	49,9	11,0	9,6	242,9	2,3	0	-0,2	God	Meget god	Fjell	D/B
2	2700	Right-1	1	Ytre	1,6	1,7	49,6	11,0	24,4	195,0	3,5	0	21,6	God	God	Fjell	B/F
2	2750	Right-1	1	Ytre	1,7	1,8	49,4	11,7	65,3	169,3	3,8	0	35,0	God	God	Sand/grus	B/F
2	2799	Right-1	1	Ytre	1,7	1,9	49,7	11,8	94,8	186,7	3,1	0	38,5	God	God	Sand/grus	B/F
2	2849	Right-1	1	Ytre	1,7	2,1	49,6	11,9	2,4	199,5	2,6	0	2,0	God	Meget god	Fjell	D/B
2	2900	Right-1	1	Ytre	1,3	2,1	49,4	12,8	90,2	142,9	3,9	0	26,4	God	God	Sand/grus	B/F
2	2950	Right-1	1	Ytre	1,3	1,8	50,1	14,4	14,8	132,9	3,2	0	11,8	God	Meget god	Fjell	B/F
2	3000	Right-1	1	Ytre	1,7	1,7	49,7	11,1	277,4	164,3	4,9	0	54,6	God	Mulig problemat	Leire	B/F
2	3049	Right-1	1	Ytre	1,6	1,7	49,5	9,4	9,7	292,9	2,6	3	1,8	Mulig problemat	Meget god	Fjell	D/B
2	3099	Right-1	1	Ytre	1,5	1,5	50,0	11,8	2,1	201,9	2,7	0	1,0	God	Meget god	Fjell	D/B
2	3150	Right-1	1	Ytre	1,6	1,7	49,7	10,3	91,8	221,1	3,5	0	41,2	God	Mulig problemat	Sand/grus	B/F
2	3200	Right-1	1	Ytre	1,7	1,6	50,0	11,0	36,0	195,5	3,6	0	15,3	God	Meget god	Sand/grus	B/F
2	3250	Right-1	1	Ytre	1,6	1,7	50,0	10,7	10,5	229,9	2,9	0	4,7	God	Meget god	Fjell	D/B
2	3299	Right-1	1	Ytre	1,4	1,6	49,6	10,6	0,0	252,2	2,4	0	-0,1	Mulig problemat	Meget god	Fjell	D/B
2	3349	Right-1	1	Ytre	1,4	1,7	49,6	10,1	1,3	248,1	2,9	0	1,3	God	Meget god	Fjell	D/B
2	3400	Right-1	1	Ytre	1,3	1,7	49,6	10,1	120,6	209,7	4,1	0	44,9	God	Mulig problemat	Sand/grus	B/F
2	3450	Right-1	1	Ytre	1,5	1,9	49,0	7,7	84,9	353,5	3,4	12	45,0	Mulig problemat	Mulig problemat	Sand/grus	B/F
2	3500	Right-1	1	Ytre	1,7	1,8	49,0	8,9	155,9	232,6	4,9	6	104,6	God	Ekstremt dårlig	Sand/grus	B/F

Forslag til tiltak

Eksisterende veg:

5 cm asfaltdekke

10 – 15 cm grusbærelag

Overbygningstykkelser:

km 2,2 - 4,9: 0,4 – 0,5 m

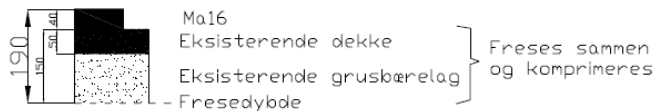
km 4,9 – 6,1: 0,7 -1,0 m

Materialet i grunnen:

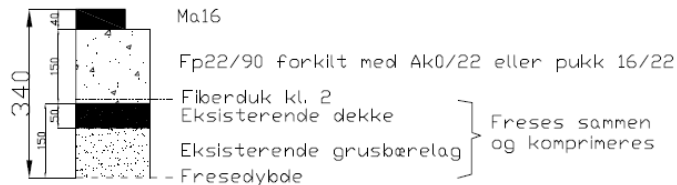
Km 2,2 – 3,9: morene med god bæreevne

Km 3,9 – 5,8. marin silt/leire

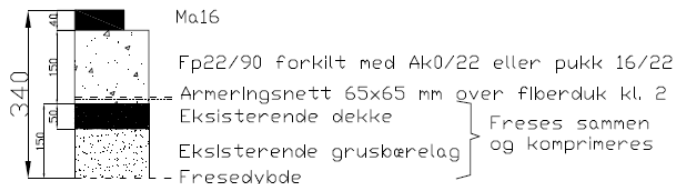
Fres inn



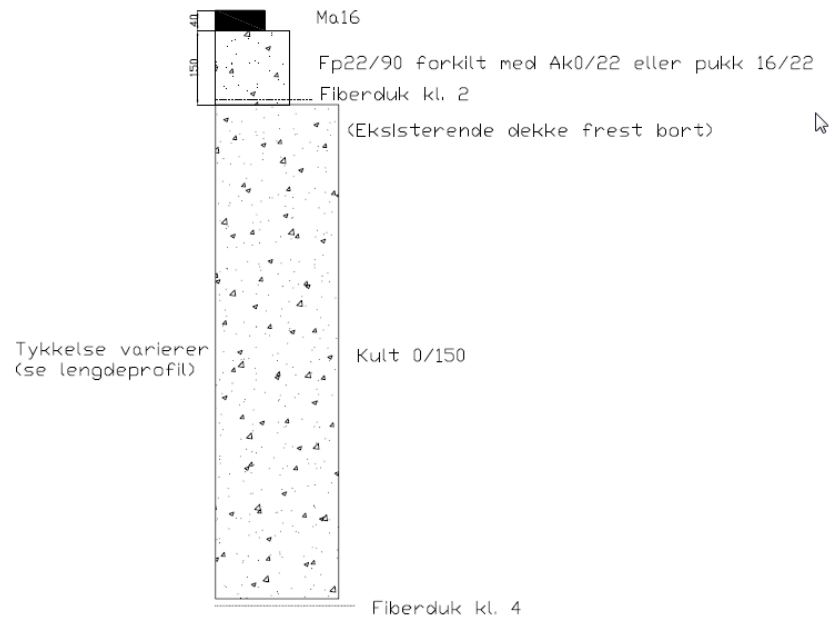
Fres inn + bærelag



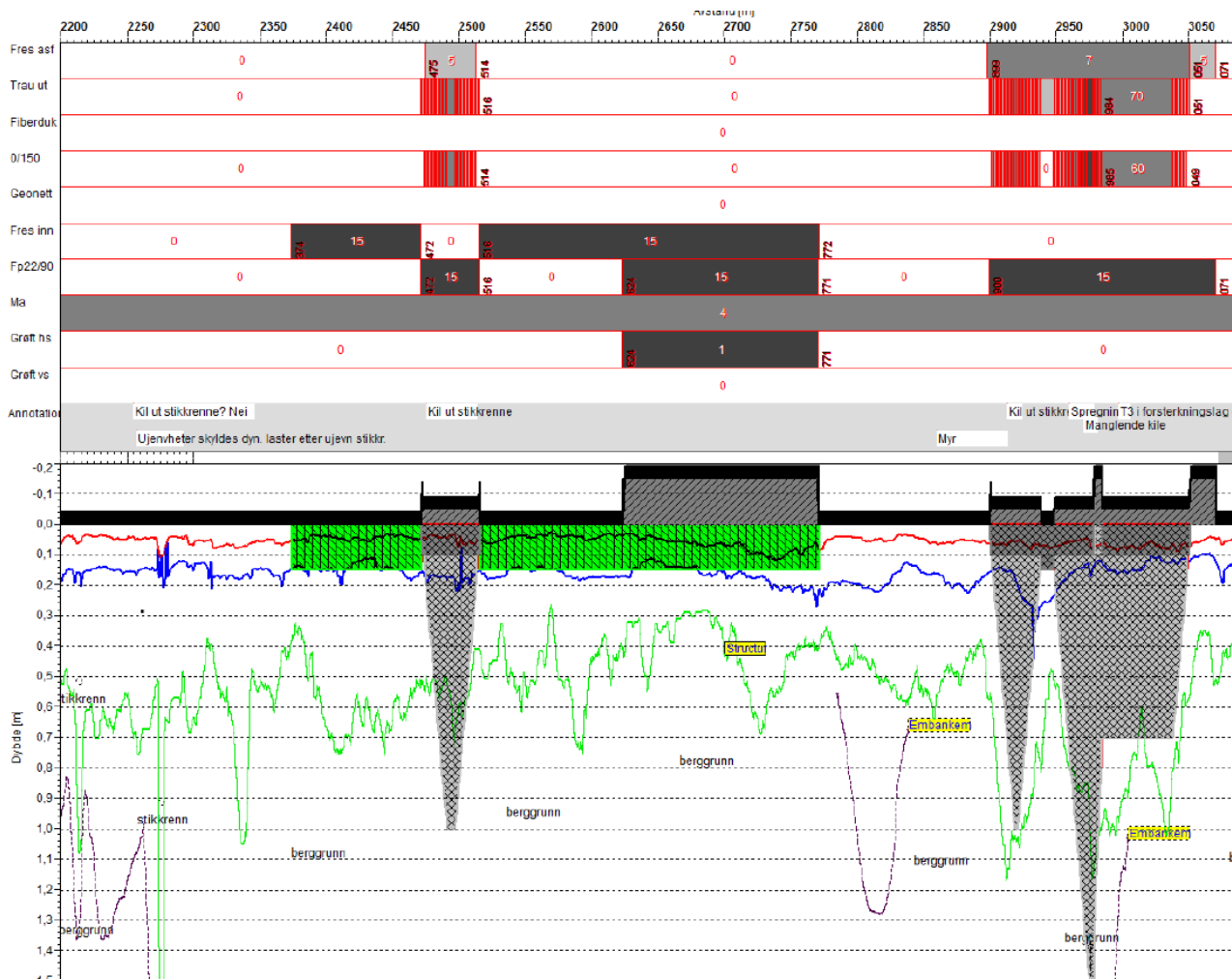
Fres inn + bærelag + armering



Overbygning ved masseutskiftninger og utkillinger



Detaljerte forsterkningstiltak presenteres i to lengdeprofil
Ett med 1000 meter per side, ett med 100 meter per side



Hva er likt og hva skiller forsterkningsprosjekteringene?

- I alle prosjektene er grunnundersøkelser og nedbøyningsmålinger med fallodd viktige deler
- Historiske dekkedata brukes som en del av grunnlaget
- Dekkelevetid slik den presenteres i PMS 2010, ser ikke ut til å ha en sentral rolle i prosjekteringsgrunnlaget
- Det fremgår ikke av det tilsendte materialet i hvor stor grad skadekartleggingen er basert på bilder i ViaPhoto eller på befaringer
- I Region nord brukes georadarmålinger ganske systematisk
- I Region nord er de fleste forsterkningsprosjekter sammenstilt og presentert i egne forsterkningsrapporter

Region nord: Fylldige forsterkningsrapporter


Statens vegvesen

Vegkonstruksjon
Forsterkningsrapport Fv. 229-02 km 0,000-10,127
Lenvik kommune i Troms

Oppdrag Ressursavdelingen Nr. 201105160-037



Region nord
Ressursavdelingen
Geo- og laboratorieseksjonen
2011-09-15


Statens vegvesen

teknologi
Forsterkningsvurdering Fv221 Stonglandseidet-Skrolsvik,
kommune, Troms

AG Ressursavdelingen Nr. 2007162170-1



Region nord
Ressursavdelingen
Geo- og laboratorieseksjonen: 05.12.2007


Statens vegvesen

Instruksjon
I: Vargåsen XE6 - Røsvik Forsterkningsrapport

g Ressursavdelingen Nr. 2010009999-002



Region nord
Ressursavdelingen
Geo- og laboratorieseksjonen
2010-04-19