



---

## NADim-seminar

30.11.2017, Radisson Blu Airport Hotel,  
Gardermoen

Bruk av platebelastning som  
komprimeringskontroll; erfaringer fra E39  
Svegatjørn-Rådal

---

---

# OM MEG

- + 37 år gammel, bosatt på Os i Hordaland
- + Utdannet geolog, master i sedimentologi (korallrev)
- + Jobbet som geolog i Statoil i ~10 år
- + Startet i Veidekke Region Anlegg i mars 2017
- + Jobber som Ass. Anleggsleder på etterarbeid tunnel, E39  
Svegatjørn-Rådal



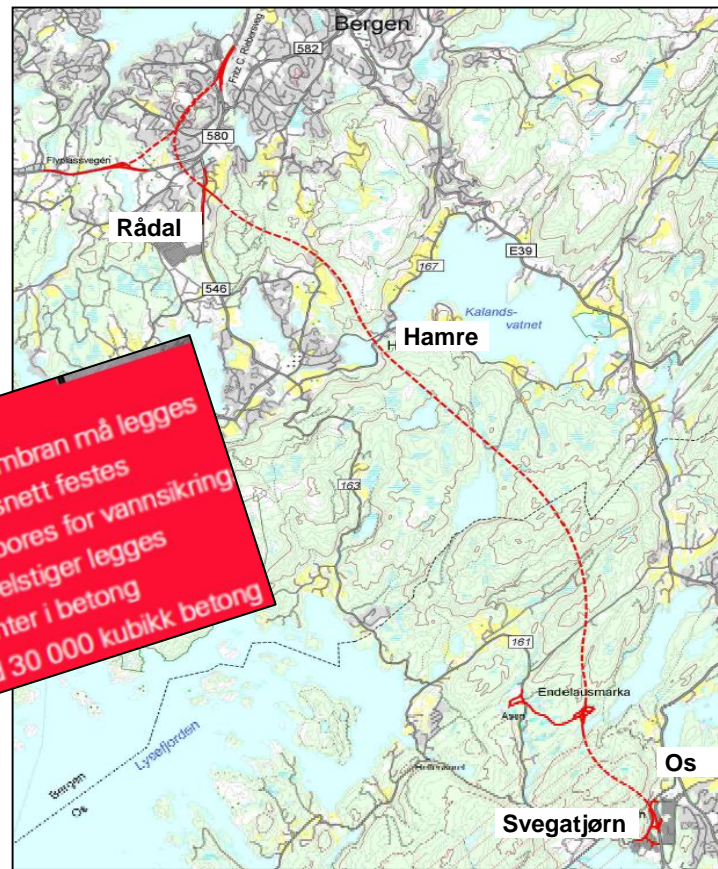
---

# E39 SVEGATJØRN - RÅDAL

- + Kontraktsinngåelse K10 → 01. juli 2015
- + Oppstart anlegg → 1. oktober 2015
- + Tunnel
  - 23 km tunnel skal drives totalt
  - Skogafjellstunnelen: 9,2 km i to løp
  - Lyshorntunnelen: 1,5 km i to løp
- + Dagsone
  - 2 km firefelts hovedvei
  - 4 bruer
  - 6 tunnelportaler
- + Planlagt ferdigstilling → 31. august 2020

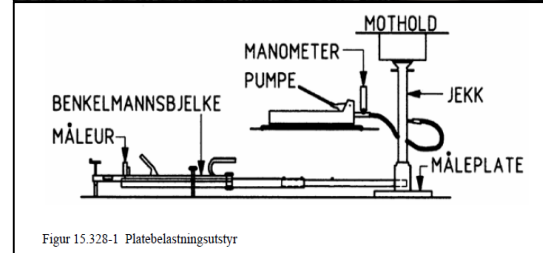
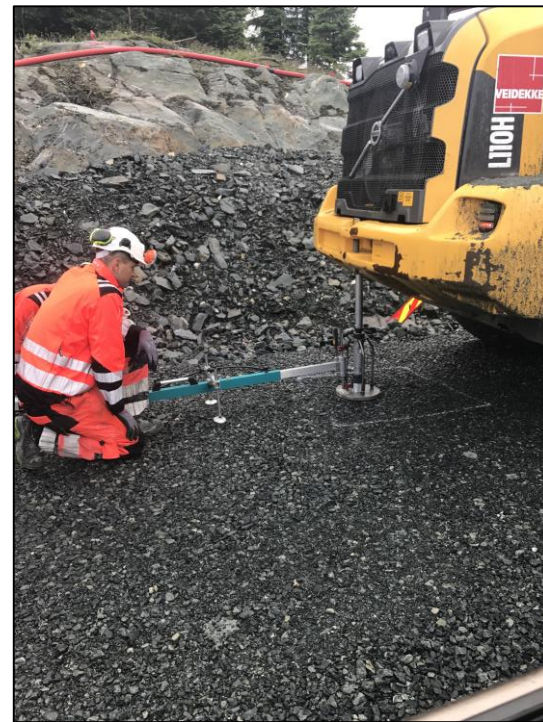
**Etterarbeid i tunnel:**

- Cirka 305 000 m<sup>2</sup> membran må legges
- 12 878 stk. armeringsnett festes
- 200 000 stk. bolter bores for vannsikring
- 25 000 m med kabelstiger legges
- 8 400 veggelementer i betong
- Brannsikring med 30 000 kubikk betong



# PLATEBELASTNING - METODIKK

- + Platebelastningstester nyttes som kontroll og sluttokumentasjon på komprimering på øverste ubundne lag i overbygningen
- + Metoden måler stivheten ned til ~1,5 meter i vegkonstruksjonen
- + Gyldig målemetode for materialer med største steinstørrelse mindre enn 150 mm
- + Testen utføres i 3 serier; forbelastning, deretter to identiske serier med like lasttrinn
- + Komprimering uttrykkes som endring i elastisitetsmodul ved gjentatt pålastning
- + Elastisitetsmodul:  $E = 0,75 * (\Delta p / \Delta s) * D$
- + Eksempel →
  - $E1 = 0,75 * ((420 - 180) / (1,42 - 0,68)) * 0,3 = 73$
  - $E2 = 0,75 * ((600 - 180) / (2,26 - 1,66)) * 0,3 = 158$
  - $E2/E1 = 158/73 = 2,2$
- + Marginale setningsendringer skal til for å vippe testresultater utenfor krav → Digitalt måleutstyr minsker måleusikkerhet betraktelig



Figur 15.328-1 Platebelastningsutstyr

---

# PLATEBELASTNING - METODIKK

- + Platebelastningstester nyttes som kontroll og sluttokumentasjon på komprimering på øverste ubundne lag i overbygningen
- + Metoden måler stivheten ned til ~1,5 meter i vegkonstruksjonen
- + Gyldig målemetode for materialer med største steinstørrelse mindre enn 150 mm
- + Testen utføres i 3 serier; forbelastning, deretter to identiske serier med like lasttrinn
- + Komprimering uttrykkes som endring i elastisitetsmodul ved gjentatt pålastning
- + Elastisitetsmodul:  $E = 0,75 * (\Delta p / \Delta s) * D$
- + Eksempel →
  - $E1 = 0,75 * ((420 - 180) / (1,42 - 0,68)) * 0,3 = 73$
  - $E2 = 0,75 * ((600 - 180) / (2,26 - 1,66)) * 0,3 = 158$
  - $E2/E1 = 158/73 = 2,2$
- + Marginale setningsendringer skal til for å vippe testresultater utenfor krav → Digitalt måleutstyr minsker måleusikkerhet betraktelig

Serie	Last (KN/m2)	Setning (mm)
1) For-belastning	0	0
	20	0,08
	0	0,02
2) E1	50	0,19
	180	0,68
	300	1,06
	420	1,42
	600	2,02
	0	1,33
3) E2	50	1,4
	180	1,66
	300	1,85
	420	2,01
	600	2,26
	0	1,51
<b>E-mod.</b>	<b>Krav</b>	<b>Resultat</b>
E1:	Ingen	73
E2:	>150	158
E2/E1	≤ 2,5	2,2

# PLATEBELASTNING - METODIKK

- + Platebelastningstester nyttes som kontroll og sluttokumentasjon på komprimering på øverste ubundne lag i overbygningen
- + Metoden måler stivheten ned til ~1,5 meter i vegkonstruksjonen
- + Gyldig målemetode for materialer med største steinstørrelse mindre enn 150 mm
- + Testen utføres i 3 serier; forbelastning, deretter to identiske serier med like lasttrinn
- + Komprimering uttrykkes som endring i elastisitetsmodul ved gjentatt pålastning
- + Elastisitetsmodul:  $E = 0,75 * (\Delta p / \Delta s) * D$
- + Eksempel →
  - $E1 = 0,75 * ((420 - 180) / (1,42 - 0,68)) * 0,3 = 73$
  - $E2 = 0,75 * ((600 - 180) / (2,26 - 1,66)) * 0,3 = 158$
  - $E2/E1 = 158/73 = 2,2$
- + Marginale setningsendringer skal til for å vippe testresultater utenfor krav → Digitalt måleutstyr minsker måleusikkerhet betraktelig

Serie	Last (KN/m2)	Setning (mm)	Setning (mm)
1) For-belastning	0	0	0,01
	20	0,08	0,4
	0	0,02	0,29
2) E1	50	0,19	0,94
	180	0,68	2,1
	300	1,06	2,73
	420	1,42	3,15
	600	2,02	3,69
	0	1,33	2,98
3) E2	50	1,4	3,12
	180	1,66	3,33
	300	1,85	3,5
	420	2,01	3,65
	600	2,26	3,92
	0	1,51	3,13
<b>E-mod.</b>	<b>Krav</b>	<b>Resultat</b>	<b>Resultat</b>
E1:	Ingen	73	51
E2:	>150	158	160
E2/E1	≤ 2,5	2,2	3,1

---

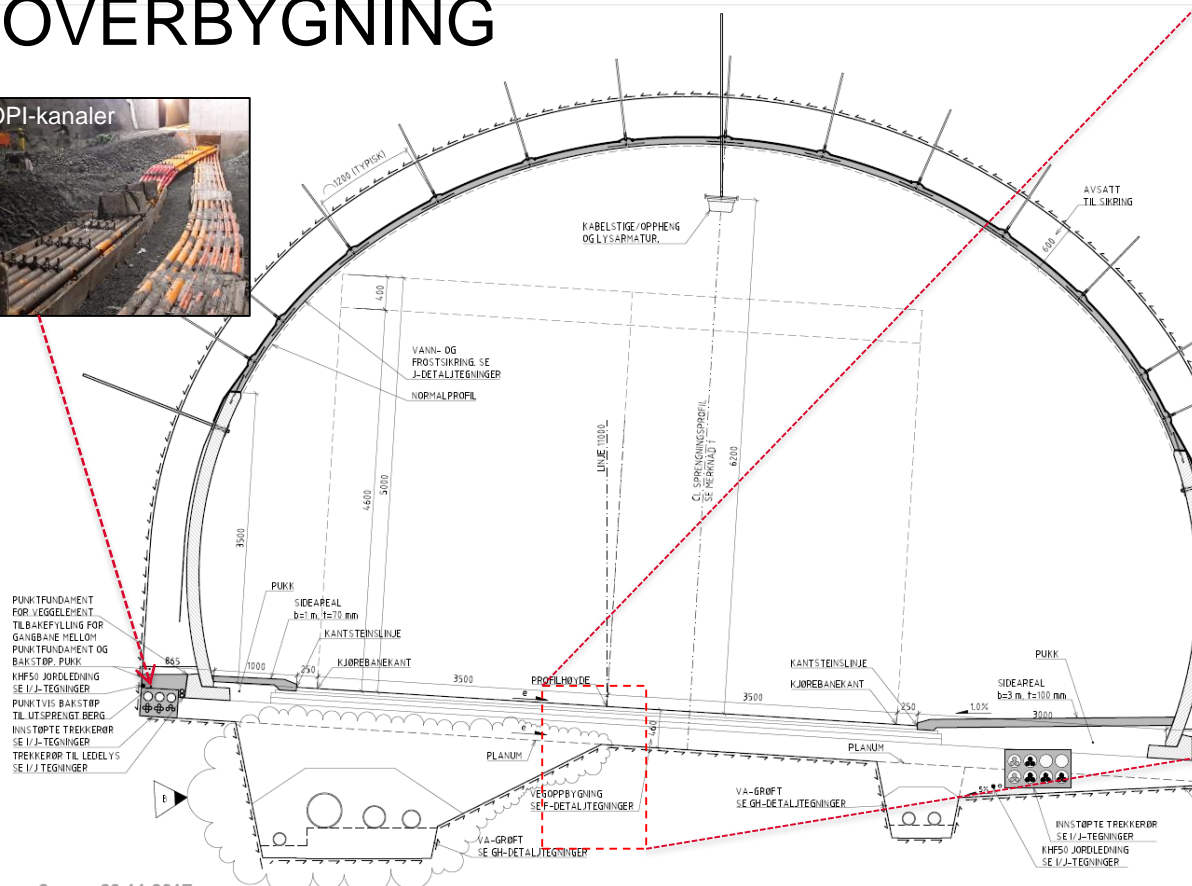
# HVORDAN SIKRE GOD KOMPRIMERING?



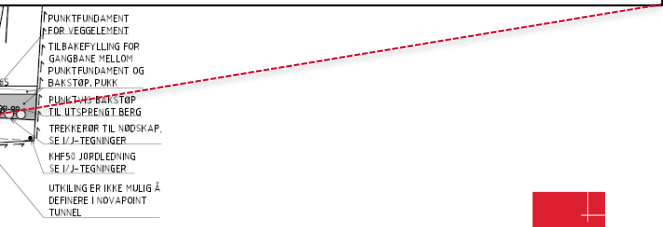
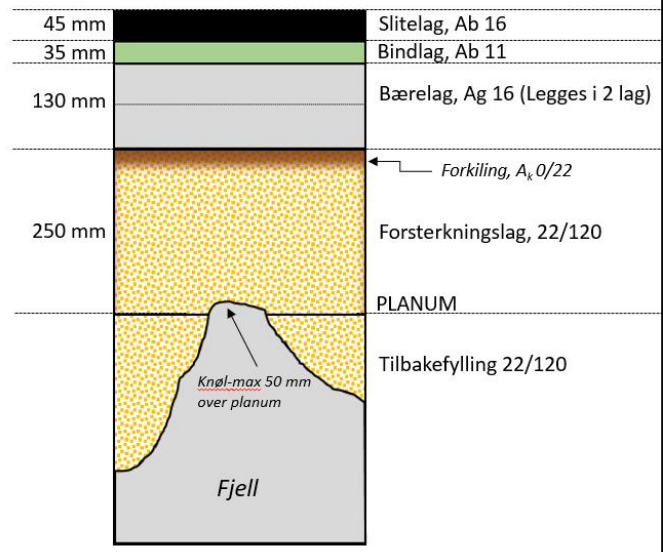
# OVERBYGNING



OPI-kanaler



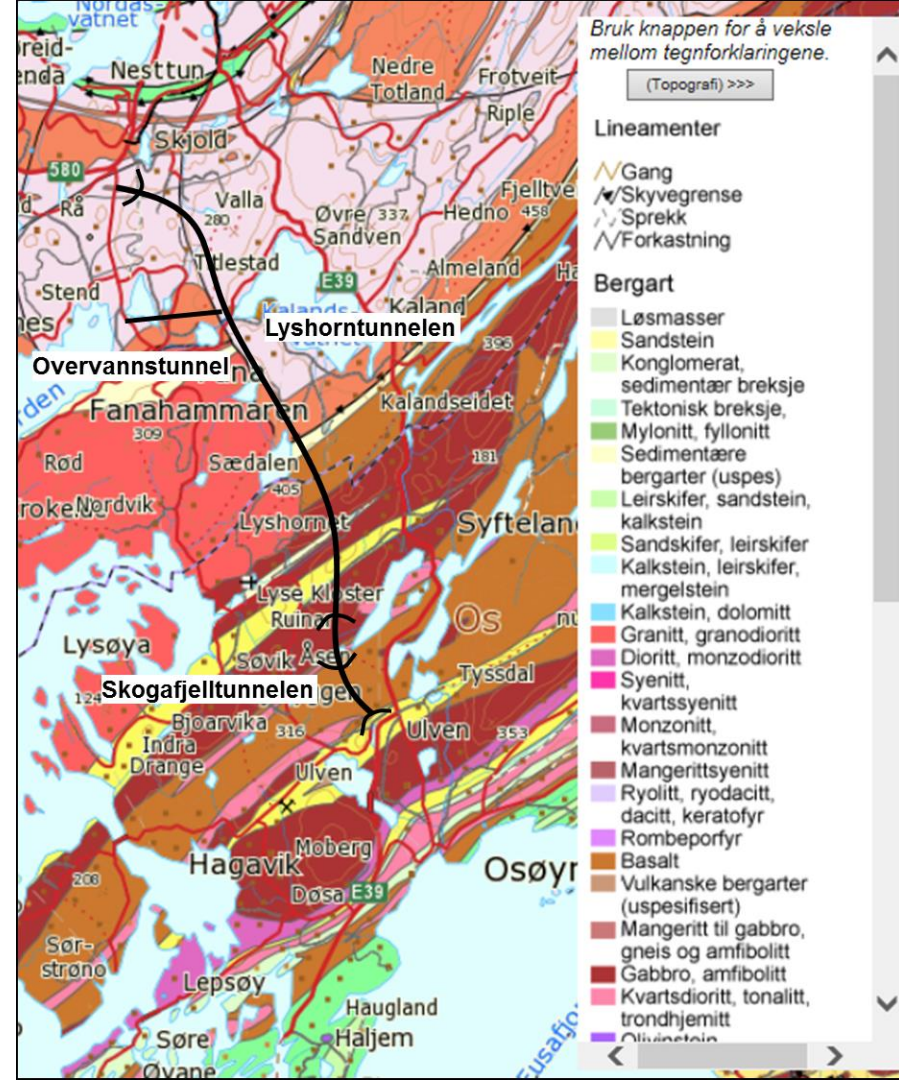
## Overbygning:





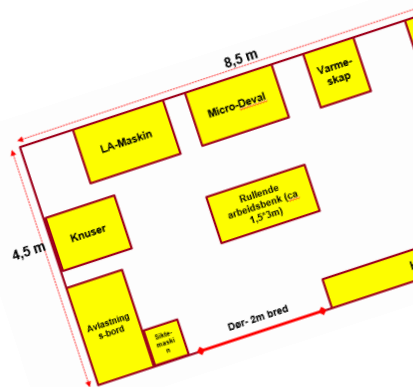
# RIKTIG KVALITET PÅ MASSER

- Tunnelstein fra prosjektet skal nyttes i veibygging → Veidekke må selv kvalitetssikre massene som går til knusing
- Stor unøyaktighet i geologiske kart når det kommer til bergartsgrenser og bergartsbeskrivelse
- Tunneler blir drevet gjennom vekslende geologi på flere stuffer (7 stk) → God kontroll på kvalitet er avgjørende
- Geolab etablert og operativ på prosjektet juni 2017 → Formål:
  - Mekaniske analyser av tunnelstein under driving → Sortere masser til knusing
  - Sikre at vi unngår kvalitetsavvik i oppbygging



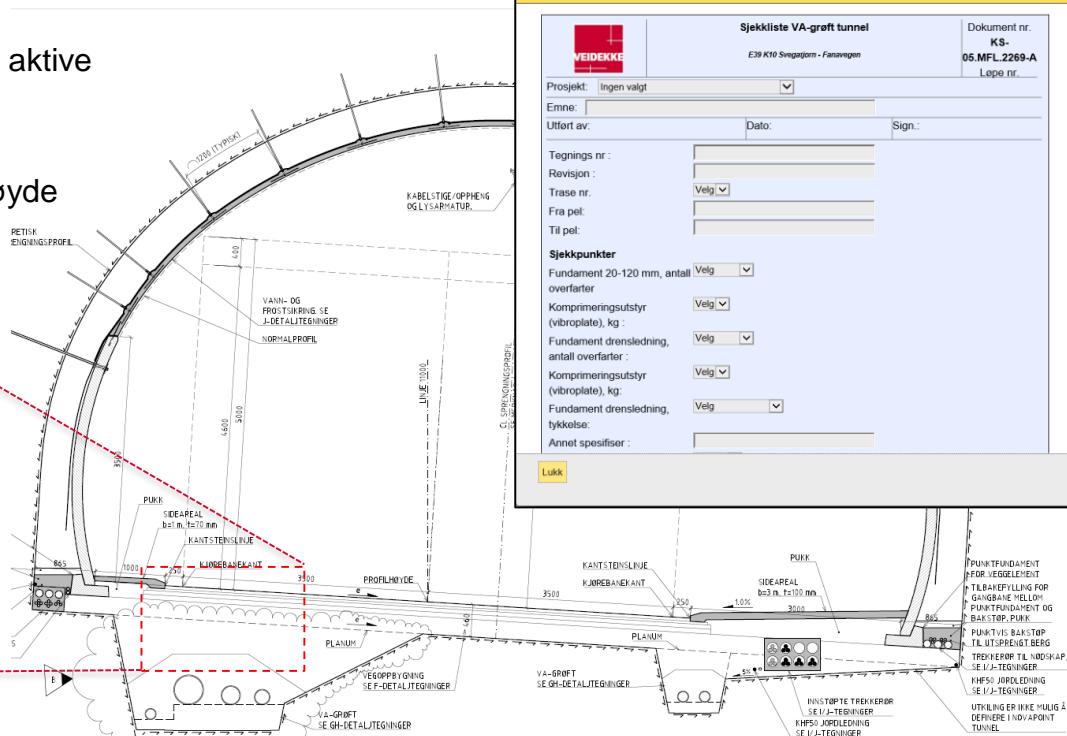
# RIKTIG KVALITET PÅ MASSER

- Tunnelstein fra prosjektet skal nyttes i veibygging → Veidekke må selv kvalitetssikre massene som går til knusing
- Stor unøyaktighet i geologiske kart når det kommer til bergartsgrenser og bergartsbeskrivelse
- Tunneler blir drevet gjennom vekslende geologi på flere stuffer (7 stk) → God kontroll på kvalitet er avgjørende
- Geolab etablert og operativ på prosjektet juni 2017 → Formål:
  - Mekaniske analyser av tunnelstein under driving → Sortere masser til knusing
  - Sikre at vi unngår kvalitetsavvik i oppbygning



# KOMPRIMERING → HØYT FOKUS I ALLE LEDD

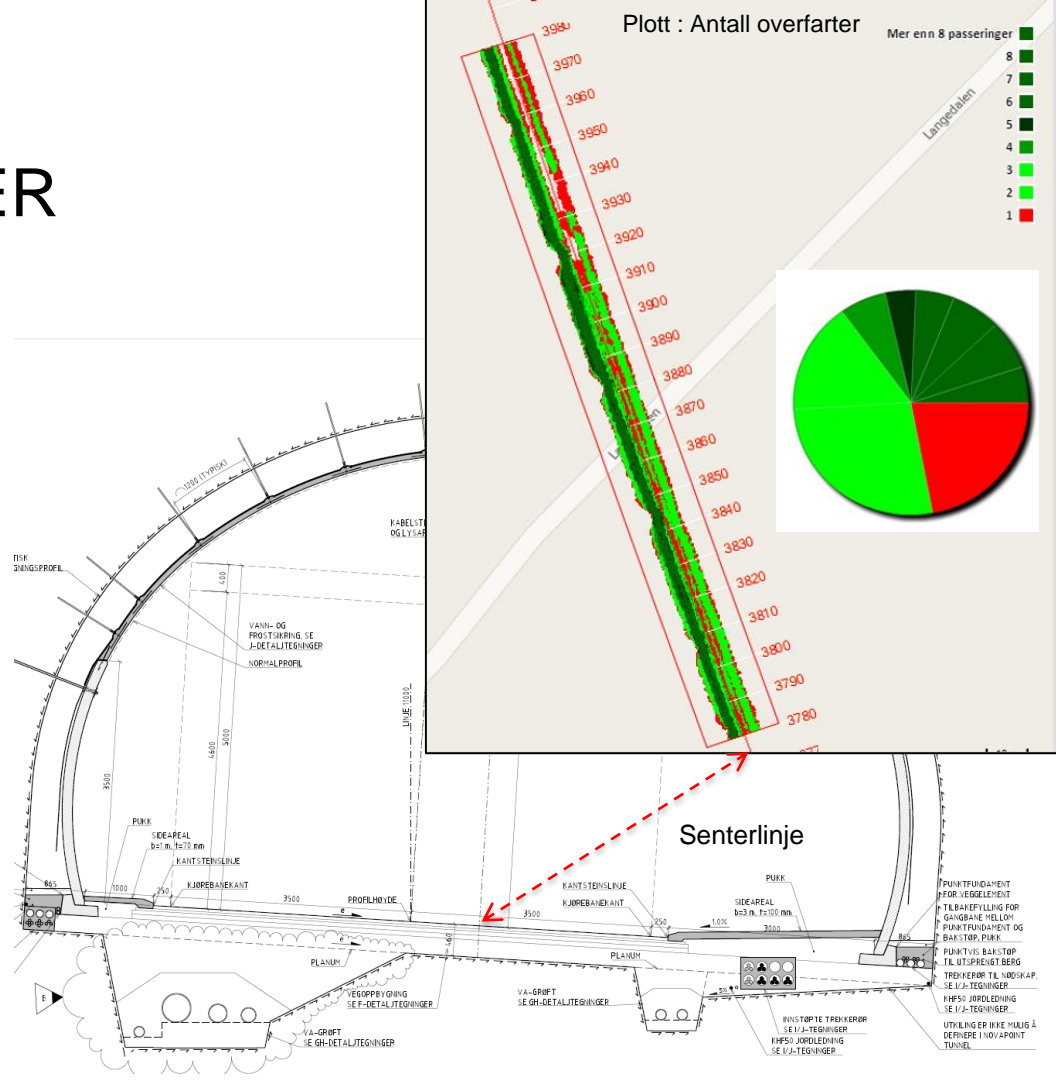
- Utfordrende prosjektering → Avgjørende å få med seg komprimering hele veien fra bunn grøft
- Sjekkliste → Utformet slik at grunnarbeidere må ta aktive valg
- Oppfylling til planum (20/120), og utlegging av forsterkningslag foretas i flere omganger → Tar høyde for ulik setning langs tunnelprofil



Skjema Sjekkliste VA-grøft		
	<b>Sjekkliste VA-grøft tunnel</b>	Dokument nr. K.S. 05.MFL.2269-A
E39 K10 Svingstam - Farsvegen		Leidd nr.
Prosjekt: Ingen valgt		
Emne:	Dato:	Sign.:
Uttort av:		
Tegnings nr.:		
Revisjon:		
Trase nr.:	Velg	
Fra pel:		
Til pel:		
<b>Sjekkpunkter</b>		
Fundament 20-120 mm, antall overfarter:	Velg	
Komprimeringsutstyr (vibroplate), kg:	Velg	
Fundament drensledning, antall overfarter:	Velg	
Komprimeringsutstyr (vibroplate), kg:	Velg	
Fundament drensledning, tykkelse:	Velg	
Annet spesifiser:		
<a href="#">Lukk</a>		

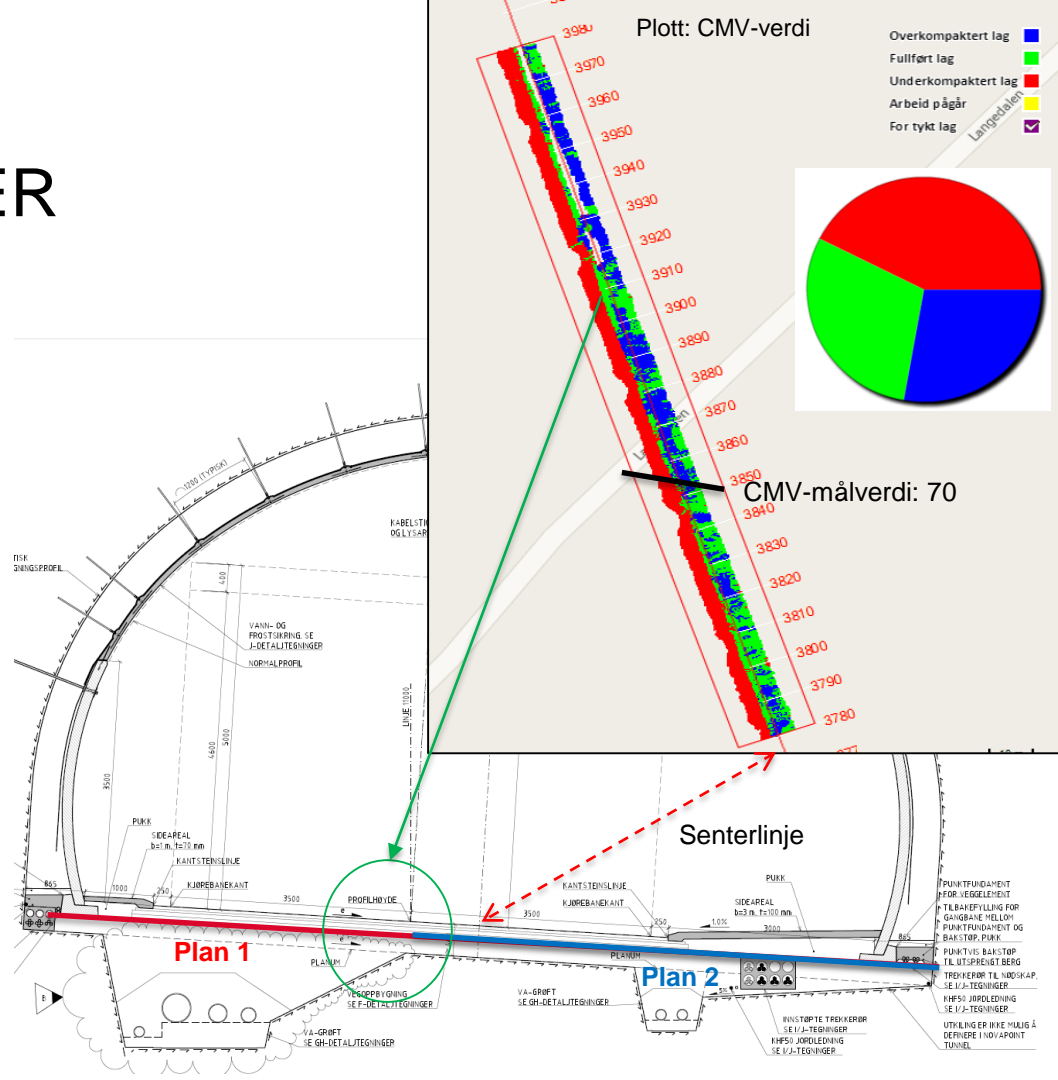
# KOMPRIMERINGSPLANER

- Prosjekt har nylig anskaffet ny vals → Komprimeringsplaner på oppdateres
- Relativt lavt brukergrensesnitt i vals → Likevel helt avgjørende at valesjåfør har et bevisst forhold til overbygning og responsmålinger
- Tverrprofilen for overbygningen må legges til grunn ved utarbeidelse av komprimeringsplaner → Ulike planer for samme lag vil være påkrevd
- Riktig visualisering avgjørende for å vise oppnådd komprimeringsgrad → Felles forståelse mellom byggherre og entrepenør avgjørende



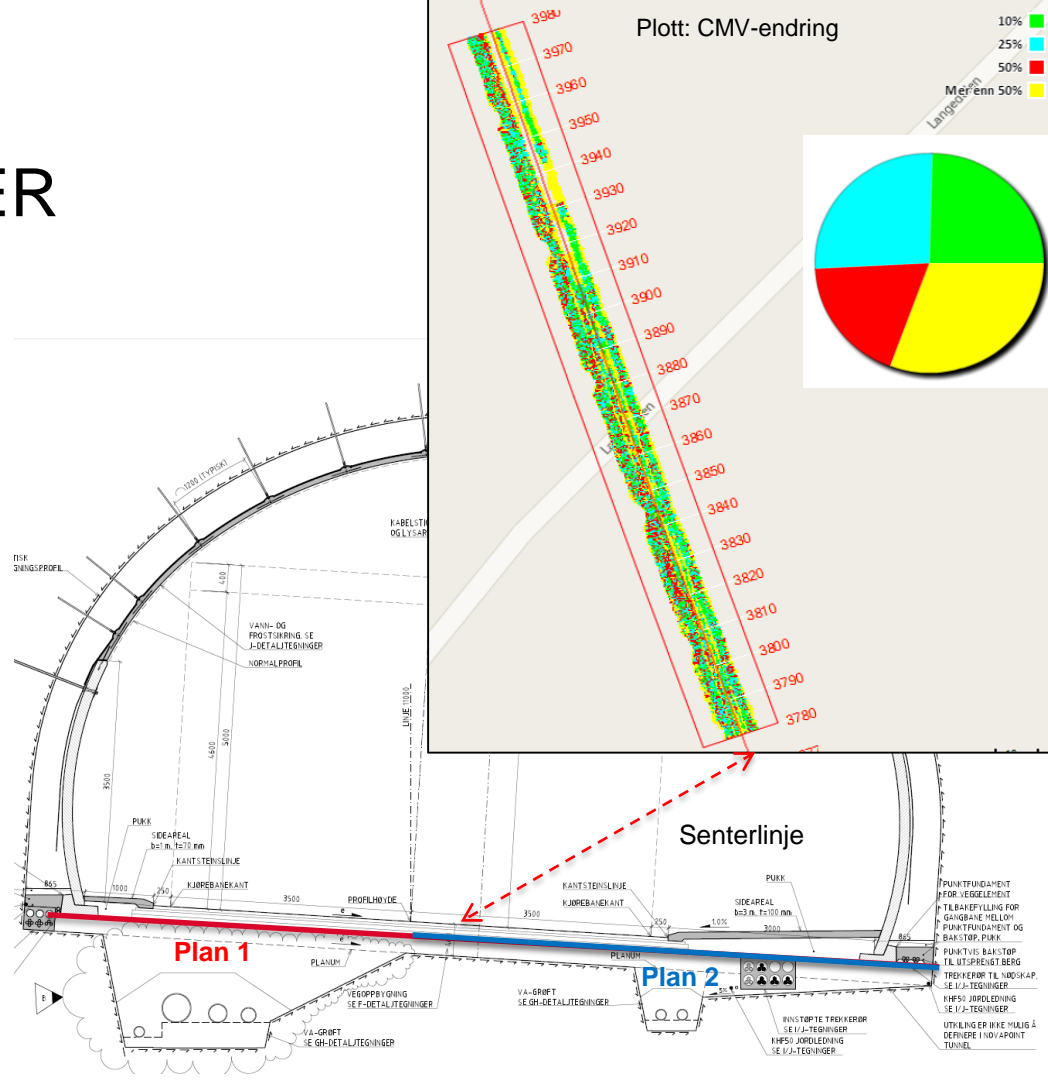
# KOMPRIMERINGSPLANER

- Prosjekt har nylig anskaffet ny vals → Komprimeringsplaner på oppdateres
- Relativt lavt brukergrensesnitt i vals → Likevel helt avgjørende at valesjåfør har et bevisst forhold til overbygning og responsmålinger
- Tverrprofilen for overbygningen må legges til grunn ved utarbeidelse av komprimeringsplaner → Ulike planer for samme lag vil være påkrevd
- Riktig visualisering avgjørende for å vise oppnådd komprimeringsgrad → Felles forståelse mellom byggherre og entrepenør avgjørende



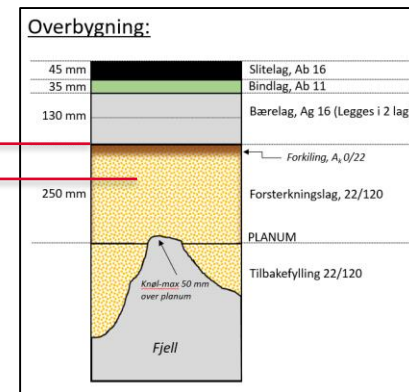
# KOMPRIMERINGSPLANER

- Prosjekt har nylig anskaffet ny vals → Komprimeringsplaner på oppdateres
- Relativt lavt brukergrensesnitt i vals → Likevel helt avgjørende at valesjåfør har et bevisst forhold til overbygning og responsmålinger
- Tverrprofilen for overbygningen må legges til grunn ved utarbeidelse av komprimeringsplaner → Ulike planer for samme lag vil være påkrevd
- Riktig visualisering avgjørende for å vise oppnådd komprimeringsgrad → Felles forståelse mellom byggherre og entrepenør avgjørende



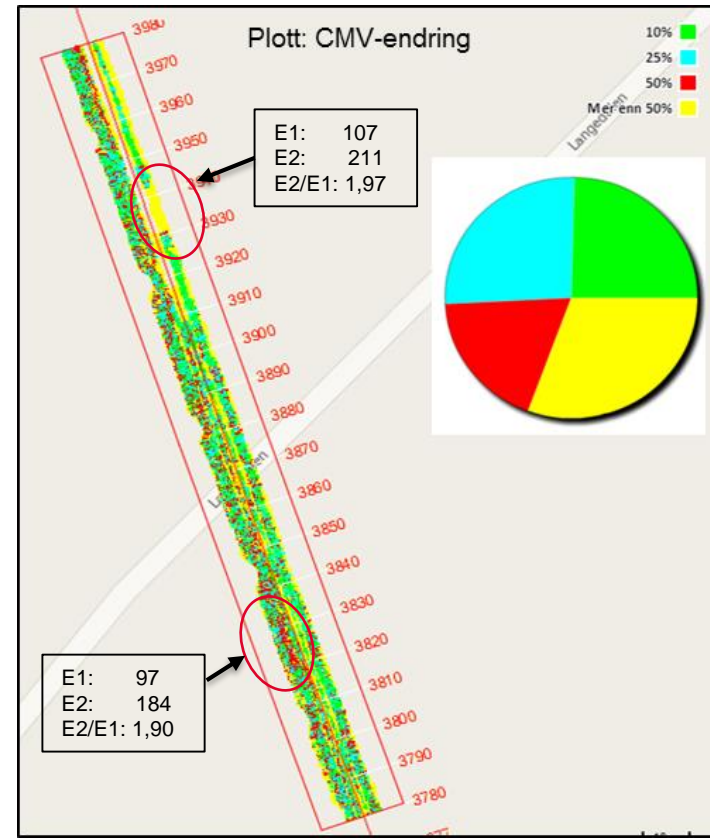
# PLATEBELASTNING – PRAKTISK UTFØRELSE E39

- Tester bør utføres på øverste ubundne lag → Test tilpasset Fk 0/32
- Forkiling E39 → Både Fk 0/32 og fresemasse
- For fresemasse utfordrende å oppnå resultat umiddelbart etter utlegging → tidsfaktor vesentlig for å oppnå krav
- Erfaring med tester på grovere fraksjoner (20/120) → Mange potensielle feilkilder
- Testfrekvens (N200) → Systematisk tilnærming nødvendig
- For å sikre nødvendig fleksibilitet på store anlegg er det avgjørende å ha eget platebelastningsutstyr tilgjengelig
- Testing bør utføres av driften selv for å sikre eierskap og en helhetlig tilnærming til vegoppbyggingen



# PLATEBELASTNING – PRAKTISK UTFØRELSE E39

- Tester bør utføres på øverste ubundne lag → Test tilpasset Fk 0/32
- Forkiling E39 → Både Fk 0/32 og fresemasse
- For fresemasse utfordrende å oppnå resultat umiddelbart etter utlegging → tidsfaktor vesentlig for å oppnå krav
- Erfaring med tester på grovere fraksjoner (20/120) → Mange potensielle feilkilder
- Testfrekvens (N200) → Systematisk tilnærming nødvendig
- For å sikre nødvendig fleksibilitet på store anlegg er det avgjørende å ha eget platebelastningsutstyr tilgjengelig
- Testing bør utføres av driften selv for å sikre eierskap og en helhetlig tilnærming til vegoppbyggingen





---

# OPPSUMMERING

- Platebelastning blir nyttet som komprimeringskontroll på E39 K10 Svevatjørn-Rådal
- Platebelastningstesen måler stivheten ned til ~1,5 meter i vegkonstruksjonen, og er en gyldig målemetode for materialer med største steinstørrelse mindre enn 150 mm
- For å oppnå tester innefor krav må følgende ivaretas i vegbyggingen
  - Riktig masse med riktig kvalitet på riktig sted i overbygningen
  - Fokus på riktig komprimering i alle lag fra såle til topp forkiling
- Komprimeringsplaner må utarbeides basert på tverrprofilen i overbygningen
- Systematisk tilnærming til testfrekvens → Denne må forankres mellom Byggherre og Entreprenør
- Testing bør utføres av drift for å sikre eierskap og helhetlig tilnærming til vegoppbyggingen

