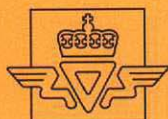


Rapport nr. 105

Stagforankring av støttemur
for E6 ved Langstein
Erfaringsrapport



Laboratorieserien, rapport nr. 105

Stagforankring av støttemur for E6 ved Langstein Erfaringsrapport

Sammendrag

Rapporten beskriver utbedring av betongmur for E6 ved Langstein i Nord-Trøndelag.

Mure er forsterket ved påstøping av vertikale betongribber som er stagforankret gjennom bakfyllmassene til fjell. Til forankringen ble det benyttet selvborende stag.

Emneord: *Støttemur, stagforankring*

Kontor: *Laboratorieseksjonen*

Saksbehandler: *Olav Olsen*

Dato: *Mai 2000*

/fro

Statens vegvesen
Nord-Trøndelag

Rapporten kan fås ved henvendelse til Vegteknisk avdeling, Arkivet:
Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

Innhold

- 1. Innledning**
- 2. Tidligere erfaringer**
- 3. Grunnundersøkelser**
- 4. Valg av sikkerhetsfilosofi ved utbedringer i 1999**
- 5. Valg av driftsopplegg**
- 6. Trafikkavvikling**
- 7. Boring - fastgysing og oppspenning av stag**
- 8. Betongarbeider**
- 9. Kostnader**



Statens vegvesen
Nord-Trøndelag

E 6 LANGSTEIN

Erfaringsrapport stagforankring av støttemur 1999



Stagforankring av støttemur 1999.

Ansvarlig for arbeidene: Olav Olsen, Utbyggingsavdelinga - Byggeleder.

Anders Aalberg, Produksjonsavdelinga - Betongarbeider, oppspenning.

Odd Martin Saursaunet, Spesialproduksjon - Boring.

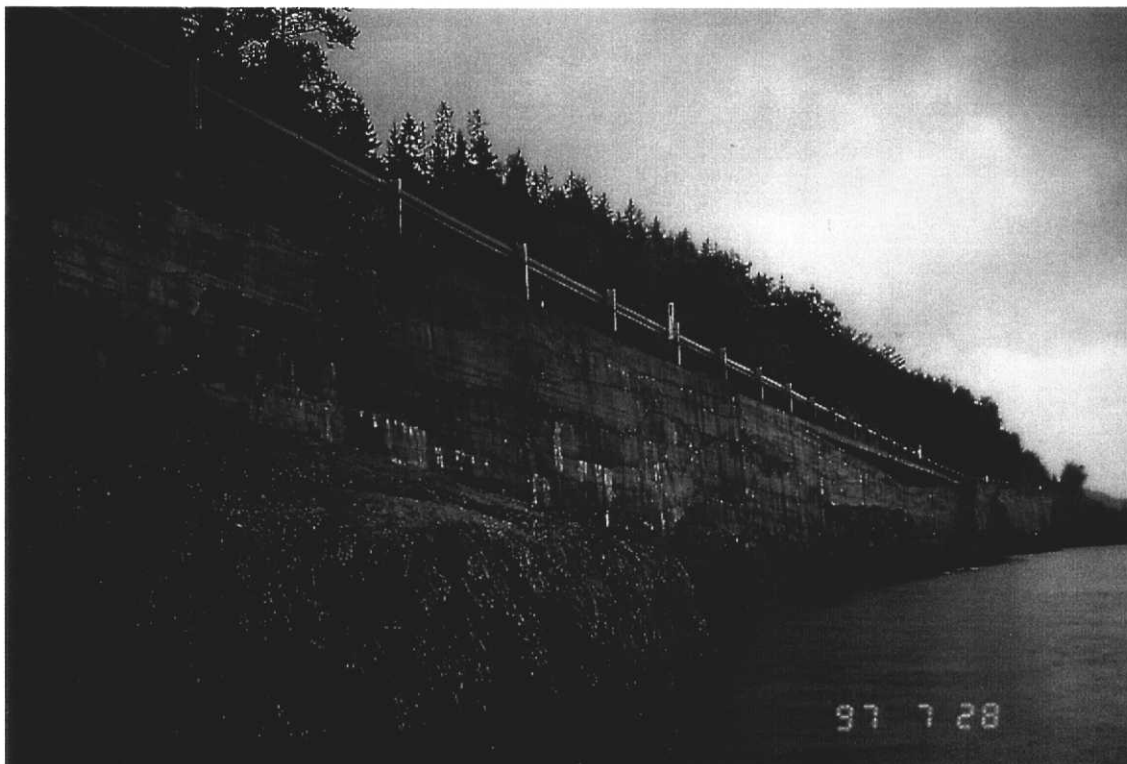
Innledning.

Midt på 1960-tallet ble den gang RV 50 utbedret ved at det blant annet ble bygget støttemurer ut mot sjøen. Det foreligger ingen arkiverte byggetegninger av støttemurene. Støttemurene er plass-støpte murer hvor det delvis bare ble benyttet ytterforskaling og murene ble oppbygd lagvis med bakfylling av steinmasser. Det er således stort sett bare horisontalarmering i murene. Tykkelsen på murene varierer. (ved stagforankringen som nå er utført er det registrert tykkelser mellom 0,6 og 4,8m.) Murene har en god del sprekker og skader. Murene er delvis fundamentert på fjell og delvis fundamentert på løsmasser.

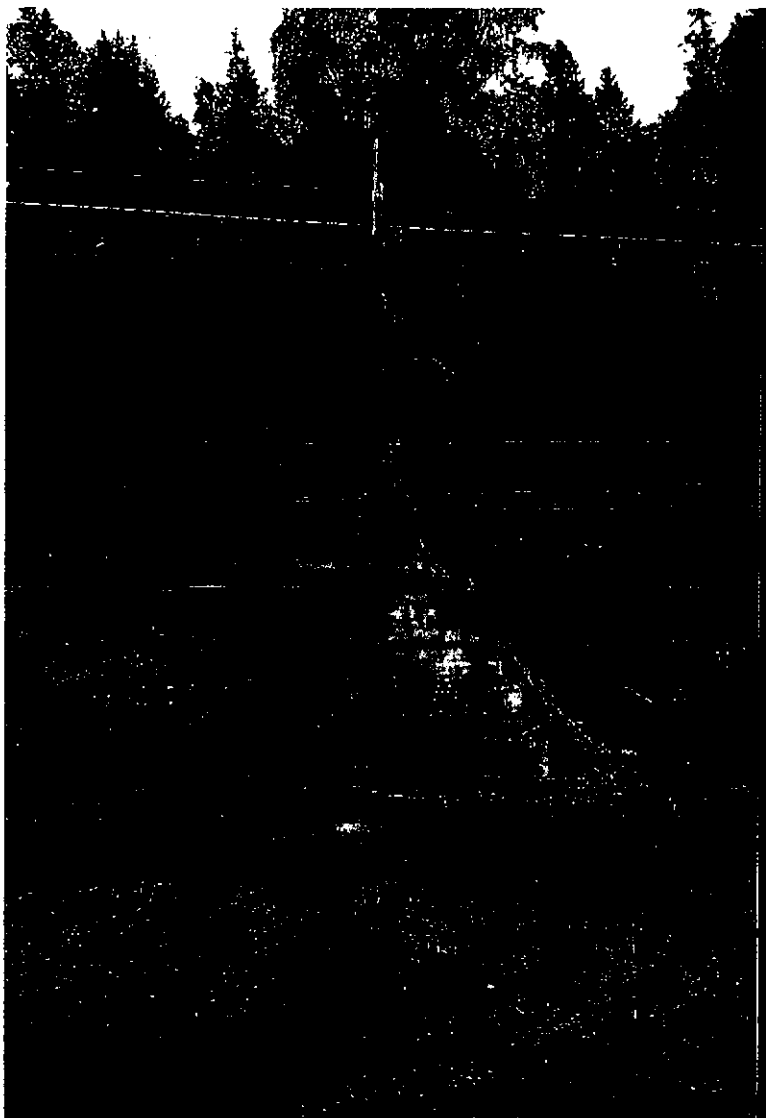
Det er ikke omkjøringsruter for trafikken. Årsdøgntrafikk på ca 5800kjt.

På et parti på ca 40m ligg jernbanen på fylling ned mot dagens E6.

Det er totalt 460m murlengede som må forsterkes. Høyden på murene varierer mellom 4 og 8m.







Tidligere erfaringer.

I 1989/1990 ble en mur ca 1km lengre nord utbedret. Denne muren er 105m lang og 10m høg på høgste. Den gang ble det valgt en utbedring med vertikale ribber (c/c 3-4m) på utsida av muren. Disse ble forankret inn i fjell med horisontale stag. Den gang ble det valgt boring med odex og innsetting av kabel-lisser som ble forankret i fast fjell. Største borlengde var da ca 15m i løsmasser før fjellet og videre opp til 15 m inn i fjellet for forankring. Største forankringskraft var 1650 kN pr hull (10 lisser). For denne muren ble det planlagt at den nye forsterkninga av muren skulle ta alle krefter. Også vertikalkreftene.

Denne jobben var satt bort på anbud til Aker entreprenør i 1989. De fikk store problemer med gjennomføringen av odex-boring i løsmassene og valgte høsten 1989 å gå fra halvgjort jobb.

I 1990 ble jobben startet opp på nytt og et nytt firma, Horisontal og pressisjonsboring, ble leid inn for boring og fastgysing av kabler, mens vegvesenet utførte betongarbeidene i egenregi.

Denne gangen ble boring utført fra hengestillas med hydraulisk borutstyr. Det var også denne gangen en del problemer med odex-boringa, med enkelte jern i mur og i fyllinga. Men jobben gikk denne gangen ganske greitt, men med stort tidsforbruk på boring og injisering av fjellet for tetting av borhull. Opp til 4 injiseringer før en oppnådde tette hull.

Kostnadene med denne utbedringa ble 5,9 mill.kr (1990-pris), mot planlagt 2,8 mill (1988-pris).

Grunnundersøkelser.

Utenfor murene som utbedres i 1999/2000 er det utført følgende undersøkelser: 15 stk totalsonderinger, loddinger i sjøen 11 profiler, 54mm prøveserie 1 borpkt, prøveserie odex 1 borpkt, prøveserie med navar 1 borpkt.

Videre er det bak mur1 foretatt i alt 45 fjellsonderinger.

Grunnboringene viser at fjellet faller steilt på utsida av murene. Løsmassene består delvis av grovkornig blokk over finstoffholdige masser. Stabiliteten er usikker beregningsmessig.

Det er antatt at bakfyllingsmassene i murene er fjell og grus av varierende kvalitet.

Løsmassetykkelsen mellom mur og fjell varierer fra 0 - 35m.

Valg av sikkerhetsfilosofi ved utberinger i 1999.

Med den sikkerhetsfilosofi som var valgt i 1988 (at stagforankringene opptar både horisontal og vertikalkreftene) påfører dette murene store krefter i forbindelse med oppspenning av stag. Saken ble drøftet med veglab. Med at dagens murer tross alt står, kan det være riktig at de står med en sikkerhet på 1,0 og at forsterkninga av murene bare skal være for å øke sikkerheten.

Etter flere vurderinger ble følgende lagt til grunn for videre utbedring av murene:

- Det støypes vertikale ribber med 3-4m avstand for fordeling av kreftene og for å holde murene i sammen. Det er stort sett bare horisontalarmering i eksisterende murer.
- Forankringen av murene skal ta opp horisontalkreftene fra hviletrykk mot mur.
- Det bores horisontale stag som forankres i fjell. Valg av stag og bormetoder ble vurdert. Og det ble valgt å benytte selvborende stag.
- Dette medfører ribbeavstand på 3-4m og 2-3 stag pr. ribbe. Største beregnede krefter 300kN pr stag. Forankringlengde i fjell, minst 3m.

Valgte stag ble TITAN 40/16 selvborende stag med combi-coating som rustbeskyttelse .

Valg av driftsopplegg.

Erfaringene fra 1989/90 med bruk av entreprenør var varierende. Videre hadde vegvesenet også høstet praktiske erfaringer fra arbeidene som ble utført i 89/90.

I fylket har vegvesenet selv en hydraulisk grunnboringrigg fra 1996. For 1999 og 2000 er det ikke full sysselsetting av denne riggen med grunnboring i regionen.

Grunnboringsmannskapene har lang erfaring med boring i løsmasser. Med noe ombygging av riggen og med bruk av mannskapet som driver med grunnboring skulle vegvesenet selv kunne gjennomføre jobben minst like bra som entreprenør. Det ble så valgt å plukke tårnet av grunnboringriggen, forlenge hydraulslanger og bygge en korg som henger på utsida av muren. Se vedlagte bilder.

Det ble således valgt å gjennomføre hele prosjektet med produksjonsavdelingen som entreprenør for både boring av stag og betongarbeidene.

Trafikkavvikling.

Avstanden mellom rekkverket på murene og fjellveggen på innsida av vegen er 8-9m. Det ble valgt å stenge et kjørefelt for oppstilling av kran, boraggregat og annet utstyr. Trafikken ble lysregulert. Utenom arbeidstid ble vegen ryddet og åpnet for fri ferdsel. Dette ga en del ekstraarbeider med skilting, tilrigging og nedrigging hver dag, men respekten for skiltingen ble langt bedre enn den ville blitt med vegstengning også utenom arbeidstid. I 1999 hadde vi ingen trafikkulykker. I januar 2000 var det en semitrailer som kjørte i bakenden på bilrekka som ventet på grønt lys. Ingen personskader, men 5 biler ble skadet.

Boring - fastgysing og oppspenning av stag.

All boring skjedde fra korg som ble holdt av kran. Korga ble festet til muren med 2 bolter ved hver oppstilling. Selve boringa med de selvborende stagene gikk stort sett greit uten store problemer. For å bore igjennom betongmuren bruktes vanlig borkrone pga. faren for å treffe armeringsjern. Med de engangskronene som ble levert i 1999 gikk boringen greit. Ved oppstart i januar 2000 var det en ny type borkroner som ble levert. Disse holdt ikke mål og ble ødelagt etter kort boring.

Retningen på stagene varierer trolig en god del. Vi registrert 3-4 ganger at stag kom opp i veggrøft på innsida av veggen. Dvs et avvik på 2-3m etter ca 8 m boring.

Tykkelsen på løsmassene varierte. Lengst stag inn til fjell er 33m.

Kapasitet med boring av i alt 583m i fjell og 990m i løsmasser: 44 bormeter/skift (3,7 oppstillinger pr.skift).

All stag er forankret i fjell. Boring i fjell 3-4m i hvert stag.

Vi bestemte et forbruk på 100kg mørtel (zikabolt) pr. hull til fastgysing av stagene.

Alle stag er prøvetrekt under oppspenning til 300kN. Ingen stag hadde problemer med innfesting.

Fastgysing ble gjort etter at flere hull var boret og 2 stag (av 125 stag) var tette så vi ikke fikk til å gyse disse fast med mørtel. Men ved prøvetrekking for om mulig å se hvilken skader stagene fikk under boring satt stagene bom fast etter ca 70mm trekking. (Trekkkraft 35 tonn).

Vi valgte da å spenne opp også disse stagene da de trolig er fastkilt i forankringssonen med borkaks.

Betongarbeider

For betongarbeidene ble det laget et eget hengestillas. Det ble laget forskaling for 5 betongribber. Armering ble laget på land og heist på plass. Med 4 mann var det en kapasitet på ca 5 ribber pr uke (en støp)

Kostnader:

Samlet produksjonskostnader for forsterkning av 250m mur kom på 5,1 mill. kr. (ca 4100 kr/m² mur)

Grov kostnadsfordeling:

Ledelse + dekningsbidrag produksjon	880.000	18 %	
Midlertidig trafikkavvikling	212.000	4 %	
Rigg, stikking, teknisk kontroll	261.000	5 %	
Innkjøp av stag, borkroner, skjøthylser (1700m)	935.000	550 kr/m (19 %)	
Boring + kranleie for boring (1572m)	580.000	370 kr/m (11 %)	
Fastgysing + oppspenning av stag (125stk)	312.000	2500 kr/stk (6%)	
Betongarbeider. (63 ribber)	1.872.000	30000kr/ribbe (37%)	



