



Statens vegvesen

Notat

Til: Roar Andersen, Arild Hegreberg
Fra: Per Otto Aursand
Kopi: Kai-Frode Solbakk, Leif Jenssen, Daniel
Günter

Saksbehandler/innvalgsnr:
Per Otto Aursand +47 75552842
Vår dato: 23.06.2015
Vår referanse: 2013101040-52
Kontroll: Kai-Frode Solbakk

Vurdering av brukbarhet av bergmasser fra skjæring ved Ev.6 Lønsdal og Rv. 77 Tjernfjelltunnelen, Saltdal kommune, Nordland

Dette notatet beskriver resultater fra prøvetaking av berg i områdene ved Storjord og Lønsdal i Saltdal kommune, Nordland. Prøvetakingen er gjort med tanke på vurdering av brukbarhet av massene fra fremtidig Rv. 77 Tjernfjelltunnelen og Ev. 6 Sørrelva-Borkamo til forsterkningslag på nevnte prosjekter. Prøvene er tatt ut i tre omganger i oktober 2013, juni 2014 og oktober 2014.

Det er tatt ut til sammen 13 prøver til analyse av LA (mekaniske styrke), MD (motstand mot slitasje) og finstoffinnhold av materiale etter LA-testing. 9 prøver er fra ved Lønsdal (skjæringer langs eksisterende Ev.6 like nord for avkjøring til Lønsdal stasjon, Hp16 meter 5800-6500) og 4 prøver fra området ved Storjord (skjæringer langs eksisterende veg nord og sør for vestre påhugg til Tjernfjelltunnelen, Rv. 77 Hp01 meter 670-700 og Ev. 6 Hp16 meter 13330-13350). Disse lokalitetene er ansett som de med størst sannsynlighet for å finne brukbare masser samtidig som planlagte skjæringer og tunnel gjør det godt egnet for uttak. Prøvene er analysert ved SVV regionlaboratorium i Bodø. Krav til forsterkningslag er $LA \leq 35$ og $MD \leq 15$.

Bergarten i området ved Lønsdal er beskrevet som middelskornet, noe skifrig, dels porfyrisk, granittisk gneis. I ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan for Tjernfjelltunnelen står det om brukbarhet av massene: «*Fra ca. profil 1425 – 3620 har tunnelen høyt glimmerinnhold og antas derfor ikke å egnes til overbygningen. Det er mulighet for at den granittiske gneisen mellom ca. profil 470 - 1425 vil kunne brukes i deler av overbygningen.*» Det interessante området fra Tjernfjelltunnelen er derfor profil 470 - 1425, heretter omtalt som Tjernfjell vest. Ut fra bildene på neste side kan en se at berget ved Lønsdal er mere skifrig enn ved Tjernfjellet.

Bilder fra Rv. 77 nord for vestre påhugg til Tjernfjellet tunnel (Storjord).



Bilder fra Ev. 6 like nord for Lønsdal



Tabell 1: Oversikt over uttatte prøver og analyser fra Lønsdal

| Pr.nr. (Labsysnr) | Veg | Hp | Meter | LA | MD | Dens. | <20µm* | <63µm* | Dybde** | Glim.inh.*** |
|-------------------|------|----|-------|-----|-----|-------|--------|--------|---------|--------------|
| 0(B) (5130266) | Ev 6 | 16 | 6200 | 40 | 9 | | 2.9 | 7.1 | | |
| 1(B) (5140164) | Ev 6 | 16 | 6500 | 37 | 7 | | | | | |
| 2(B) (5140164) | Ev 6 | 16 | 6430 | 46 | 11 | | 4.3 | 11.4 | | |
| 3(B) (5140164) | Ev 6 | 16 | 5800 | 49 | 11 | | 3.1 | 9.7 | | |
| 4(B) (5140164) | Ev 6 | 16 | 6200 | 44 | 12 | | 4.2 | 11.2 | | |
| 5(B) (5140164) | Ev 6 | 16 | 6182 | 46 | 11 | | 2.9 | 10.8 | | |
| 6(B) (5140164) | Ev 6 | 16 | 6250 | 46 | 11 | | 2.6 | 7.7 | | |
| 11(B) (5140164) | Ev 6 | 16 | 6214 | 40 | 9 | 2.65 | 3.5 | 9.5 | 3 m | 11.7 % |
| 12(B) (5140164) | Ev 6 | 16 | 6214 | 41 | 9 | 2.65 | 3.5 | 8.7 | 2 m | 15.0 % |
| 13(B) (5140164) | Ev 6 | 16 | 6214 | 46 | 13 | 2.65 | 2.6 | 8.9 | 0 m | 13.2 % |
| Gj.snitt | | | | 44 | 10 | 2.65 | 3.3 | 9.4 | | 13.3 % |
| Std.avvik | | | | 3.8 | 1.8 | | 0.6 | 1.5 | | |
| Maks | | | | 49 | 13 | | 4.3 | 11.4 | | |
| Min | | | | 37 | 6 | | 2.6 | 7.1 | | |

* Av mat. < 22,4 mm etter LA-analyse

** Ca. prøvetakingsdybde fra originalt terrengoverflate

*** Glimmerinnhold iht. Hb014 metode 14.417, metoden innebærer noe usikkerhet

Tabell 2: Oversikt over uttatte prøver og analyser fra Storjord (Tjernfjelltunnelen vest)

| Pr.nr. (Labsysnr) | Veg | Hp | Meter | LA | MD | Dens. | <20µm* | <63µm* | Dybde** | Glim.inh.*** |
|-------------------|------|----|-------|-----|-----|-------|--------|--------|---------|--------------|
| 7(B)(5140164)**** | Rv77 | 1 | 695 | 33 | 6 | 2.64 | 4.0 | 8.8 | 5 m | 15.7 % |
| 8(B) (5140164) | Rv77 | 1 | 670 | 41 | 12 | 2.68 | 3.1 | 8.1 | 4 m | 20.9 % |
| 9(B) (5140164) | Ev 6 | 16 | 13356 | 39 | 9 | 2.65 | 3.5 | 8.5 | 3 m | 12.3 % |
| 10(B) (5140164) | Ev 6 | 16 | 13336 | 45 | 10 | 2.65 | 3.1 | 8.6 | 6 m | 18.2 % |
| Gj.snitt | | | | 40 | 9 | 2.66 | 3 | 9 | | 16.8 % |
| Std.avvik | | | | 5.0 | 2.5 | | 0.4 | 0.3 | | |
| Maks | | | | 45 | 12 | | 4.0 | 8.8 | | |
| Min | | | | 33 | 6 | | 3.1 | 8.1 | | |

* Av mat. < 22,4 mm etter LA-analyse

** Ca. prøvetakingsdybde fra orginalt terrengoverflate

*** Glimmerinnhold iht. Hb014 metode 14.417, metoden innebærer noe usikkerhet

**** Prøven er sannsynligvis av en gangbergart av noe bedre kvalitet (mer finkornet).

Tabell 3: Oppsummert resultater fra prøvetaking

| Antatt kvalitet på masser fra | LA (Gj.snitt +/- Std.avvik) | MD (Gj.snitt +/- Std.avvik) |
|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Tjernfjelltunnelen vest | 40 +/- 5 | 9 +/- 3 |
| Lønsdal | 44 +/- 4 | 10 +/- 2 |

Som man ser av resultatene er det en tendens til at LA-verdiene er noe for høye mens alle MD-verdiene er innenfor i forhold til krav til forsterkningslag. Dette viser at bergarten er noe for sprø, men har god slitasjemotstand. En god MD-verdi tilsier lav andel av svake mineraler som kalk og /eller glimmer. Dette vil ha betydning for hvor vannømfintlig finstoffet vil bli ved nedknusing under bearbeidelse og utlegging. Det er også en tendens til at berget fra Lønsdal er noe sprøere enn fra Tjernfjellet selv om det er noen færre prøver derfra.

Berg fra Lønsdal anbefales ikke brukt til forsterkningslag. Berg fra vestre del av Tjernfjelltunnelen og skjæring langs E6 mellom Heimervatn og Storjord ligger i grenseland for bruk til forsterkningslag. Det bør likevel vurderes å benytte dette av økonomiske (transportavstand) og praktiske hensyn (masseoverskudd). Grunnlaget for å vurdere bruk av materialer som ligger i grenseland er diskutert i notat av 02.10.2014 « Steinmaterialer til forsterkningslag – Bruk av materialer som ikke oppfyller krav» (vedlegg 1). Følgende momenter taler for at bruk av materialet kan være aktuelt:

- Geologisk består det aktuelle området av en ensartet og homogen granittisk gneis.
- En del av prøvene er forsøkt tatt i eksisterende vegskjæringer for å komme under forvitret dagsone. Det er en viss tendens til at dypere prøver gir noe lavdere LA-verdier, noe som gjør det sannsynlig at man videre inn i fjellet vil oppnå noe bedre verdier.
- Glimmerinnholdet varierer fra 12-20 %. Dersom det samlede innhold av kalk og glimmer er større enn 12 %, bør materialets egnethet vurderes spesielt. Kap. 522 i N200 angir at materialer med høyt innhold av fri glimmer kan være spesielt vannømfintlige ved nedknusing. Dette gjelder bla. gneis og granitt med glimmerinnhold > 30 % (basert på tynnslipanalyse). Glimmerinnholdet overstiger ikke 20 % på de prøvene som er tatt, og en analyse av finstoffet etter LA-testing at det er lite telefarlig og så vidt vannømfintlig (iht. gml. krav om maks 8 %). Kritisk høyt glimmerinnhold vil også normalt avsløres ved høye MD-verdier, men her er MD-verdiene lave. Tiltak

ved høyt glimmerinnhold kan være å skjerpe kravet til maks tillatt andel finstoff <0,063 mm. Ved å velge en større nedre kornstørrelse tar en høyde for dette.

Hovedproblemet med bergarten synes derfor å være at den er noe for sprø og ikke tåler støtlaster så godt. Dette bør tas hensyn til ved produksjon og utlegging.

- ÅDT= 1200 og ÅDT-T= 275 (traf. gr. C) på Ev. 6 og ÅDT= 520 og ÅDT-T= 130 (traf. gr. B) på Rv. 77 slik at trafikkbelastningene ikke er spesielt høye.
- Stor gevinst i å produsere materiale lokalt i forhold til å transportere inn fra pukkverk som leverer kvalitetsmaterialer, da de for en stor del lokalisert langs kysten og både båt- og biltransport blir nødvendig.
- Det er stort masseoverskudd på de to nevnte prosjekter slik at behovet for deponier blir mindre. Behov for materialer til forsterkningslag er ca. 41 000 m³.
- Mulige tiltak for å kompensere for redusert kvalitet:
 - o Knusing til en noe grovere fraksjon for eksempel 20-120 som man kan tillate noe nedknusing uten at det blir et kritisk finstoffinnhold. Tykkelsen på forsterkningslaget kan også økes noe.
 - o Ved å utnytte knust asfalt fra fresing av eksisterende Ev. 6 i et nedre bærelag kan man overdimensjonere bærelaget noe uten at det blir veldig kostnadsdrivende. Dette vil minske belastningene på forsterkningslaget. Se notat 2013101040-49 for dimensjonering av overbygning på Ev. 6. For Rv.77 er trafikkmengden såpass liten at det ikke er behov for å overdimensjonere bærelaget.
 - o Anleggsfasen er kritisk for nedknusing av forsterkningslaget, og derfor bør nedre bærelag (Ak) legges over ganske umiddelbart etter utlegging for å minske belastningen på forsterkningslaget fra anleggstrafikken.

Det må sendes en fravikssøknad der aktuelle tiltak for å ta høyde for noe dårligere materialkvalitet enn krav i N200 beskrives. Det anbefales at det under driving av tunnelen blir tatt supplerende prøver for vurdering av brukbarhet fortløpende. I starten bør det tas en prøve fra hver salve for å kontrollere kvaliteten. På bakgrunn av resultatene og eventuelt tydelige endringer i geologien må prøveomfanget vurderes undervegs. Det anbefales i reguleringsplan å ta høyde for at masser til forsterkningslag må tilføres utenfra, og at endelig avgjørelse vedrørende bruk i forsterkningslag ikke tas før driving av tunnelen er godt i gang. Det er viktig i reguleringsplan å sette av arealer til mellomlagring og bearbeiding av materialer til frostsikringslag og forsterkningslag som kommer fra Tjernfjelltunnelen og bærelag av frest asfalt(Ak) som kommer fra fresing av eksisterende veg.

Til avretting av tunnelsåle opp til planum kan man allerede nå konkludere med at materiale fra vestre del av Tjernfjell er brukbart. For oppfylling til planum i tunnel er det forutsatt at materialet knuses ned til en fraksjon for eksempel 20-120 mm, og at anleggstrafikk på utlagt lag begrenses. Materiale tilsvarende Tjernfjell øst bør ikke benyttes.

Til frostsikringslag og fylling kan alle stedlige bergmasser i linja benyttes med noe bearbeiding (grovknusing og sikting). Materiale tilsvarende Tjernfjell Øst bør ikke benyttes i frostsikringslag pga. høyt glimmerinnhold og fare for nedknusing til vannømfintlig/telefarlig materiale. Tabell 4 på neste side oppsummerer vurderinger rundt brukbarheten.

Tabell 4: Sammendrag av vurderinger rundt brukbarhet av masser.

| Brukarhet til | Fylling | Frostsikringslag | Avretting av såle i tunnel | Forsterkningslag |
|---|---------|------------------|----------------------------|------------------|
| E6 - skjæring like nord for Lønsdal | JA | JA | Ikke aktuelt | NEI |
| E6 - skjæring mellom Heimervatn og Storjord | JA | JA | Ikke aktuelt | MULIGENS* |
| E6 - resterende deler | JA | JA | Ikke aktuelt | NEI |
| Tjernfjell Vest (profil 470-1425) | JA | JA | JA | MULIGENS* |
| Tjernfjell Øst (profil 1525-3620) | JA | NEI | NEI | NEI |

* Supplerende prøvetaking under driving for kontroll av kvaliteten.



Statens vegvesen

Notat

Til: Byggherre
Fra: Kai-Frode Solbakk og Per Otto Aursand
Kopi:

Saksbehandler/innvalgsnr:
Kai-Frode Solbakk +47 75552911
Vår dato: 02.10.2014

Steinmaterialer til forsterkningslag – Bruk av materialer som ikke oppfyller krav

Innledning

I forbindelse med vegprosjekter der større skjæringer og tunneler inngår vil spørsmålet om brukbare vegbyggingsmateriale i linja komme opp. Først og fremst er det materiale til forsterkningslag som er aktuelt. Forsterkningslaget representerer størst volum av foredlede materialer i vegoverbygningen, samt de laveste kvalitetskravene. Mulighetene for å finne materialer som tilfredsstillt krav kan derfor være tilstede. For bærelag til riksveger og fylkesveger med relativ høy ÅDT er dette mindre aktuelt.

Nordland og delvis også Troms er kjent for å ha begrensede mengder med kvalitetsmaterialer som er egnet til vegbygging. Geologisk domineres disse fylkene grovt sett av glimmerskifer, kalkstein og gneis/gneisgranitt og der særlig de to førstnevnte bergartene ikke holder kvalitetskravene. Lofoten/Vesterålen og Lyngennområdet består av mere gabbroide bergarter og dermed bedre kvalitet. Finnmark har en noe mere variert geologi og med jevnt over bergarter som har bedre kvalitet enn Nordland/Troms. Finnmark kjennetegnes dessuten med mange løsmasseforekomster av god kvalitet.

Hovedtyngden av de pukkverk som drives i dag og som leverer kvalitetsmaterialer er for en stor del lokalisert langs kysten, noe som medfører lang transportavstand for prosjekt som ligger inn i landet. Gjelder i hovedsak Nordland og Troms.

Analysemetoder og materialkrav

For vurdering av materialkvalitet mht vegbyggingsmateriale benyttes følgende analysemetoder som er ment å gi uttrykk for deformasjonsprosesser som knusing og slitasje.

Los Angeles –metoden (LA): materialets evne til å motstå nedknusing

MicroDeval- metoden (MD): materialets evne til å motstå slitasje i vegfundamentet

Flisighetsindeks (FI): materialets kornform (ferdig produsert).

Kornformen er en fysisk egenskap som både er avhengig av bergart og knuseprosess.

Disse analysemetodene har fra 2005 erstattet eldre analysemetoder. LA-metoden erstatter sprøhetstallet (fallprøven) og FI-metoden erstatter flisighetstallet. MD-metoden er innført som

et tillegg/erstatning for kulemøllemetoden. Det er god korrelasjon både mellom LA/sprøhetstallet, MD/kulemøllemetoden og Fl/flisighetstallet. Med grunnlag i den gode korrelasjonen, forskning og erfaring over lang tid er kravene for de «nye» testmetodene sammenfallende med de krav som tidligere metoder representerte.

Det finnes mere sofistikerte analysemetoder for å beskrive materialegenskaper i bl.a. forsterkningslag og andre mekanisk stabiliserte materialer. Dette er imidlertid metoder som kan være en støtte og supplement til dagens mere «trauste» metoder. Ny håndbok i vegbygging N200 (tidligere 018) kom i ny utgave i år. Kravene til mekaniske egenskaper for forsterkningslag er skjerpet da alternativet med et øvre og nedre lag utgår. Dagens krav for LA og MD er hhv ≤ 35 og ≤ 15 . Det tidligere kravet til øvre forsterkningslag gjelder da for hele forsterkningslaget (N200 Fig.522.1). Tidligere krav til nedre forsterkningslag var hhv LA ≤ 40 og MD ≤ 20 .

Fraviksvurdering

Som byggherre er vi forpliktet til å følge krav i N200, ikke minst for å følge en mest mulig lik praksis ovenfor entreprenørene. I gitte tilfeller vil det være mulig å søke om fravik fra krav. Dette er beskrevet nærmere i kap. 006 i N200.

Å kunne utnytte materialer fra skjæringer og tunnel som forsterkningslag, i tillegg til bruk som frostsikringslag og vanlig steinfylling har aktualisert seg i den senere tid. Flere store anlegg som ligger til rette for dette er under planlegging og bygging. Fordelene med dette er innlysende. I tillegg til å produsere produktet på stedet uten fordyrende transport bidrar det positivt til massebalansen. Dette gjelder i de tilfeller det foreligger et masseoverskudd. Utvidet bruk av materiale fra i linja bidrar også til å redusere behovet for kostnadskrevende deponier.

Sett fra et vegteknologisk synspunkt bør det være mulig å foreta en nærmere vurdering av brukbarhet av materiale som ligger i grenseland/utenfor krav mht mekaniske- og slitasjeegenskaper. Som nevnt innledningsvis vil dette primært gjelde forsterkningslag. Nedenfor er listet opp en del momenter som må tas hensyn til i vurderingen. Listen er ikke nødvendigvis i prioritert rekkefølge eller uttømmende.

► Geologisk bør det aktuelle området helst bestå av en ensartet og homogen bergart. Granitt og gneisgranitt er interessante bergarter og er ofte ensartede over større områder. Glimmerrike bergarter og områder med mye variasjon der kvaliteten er antatt dårlig er mindre aktuell. Befaring bør utføres sammen med geolog.

► Det må foreligge et antall prøver som gir en sikrest mulig oversikt over bergartskvaliteten i aktuelt område. Prøver som avdekker eventuelle svake bergarter må registreres. I spesielt interessante områder kan det være aktuelt med prøvetaking i form av borkjerner. Både for å avdekke eventuelle variasjoner i geologien og tilgang på prøver under forvitret dagsone. Det kan også være behov for å sjekke glimmerinnholdet spesielt.

► Trafikkmengde.

ÅDT-T og trafikkgruppe må også med i vurderingen.

- ▶ Prisbesparelse ved å vurdere produksjon i linja opp mot leveranse fra nærmeste produksjonssted/pukkverk som leverer godkjent materiale.
- ▶ Mulighet for reduksjon i deponiareal ved bruk av stedlige masser ved masseoverskudd.
- ▶ Vurdere flere tiltak for å kompensere for redusert kvalitet.
 - Øke tykkelse på forsterkningslaget
 - Dele i øvre- og nedre lag. Øke nedre kornstørrelse (f.eks. fra 10 til 20mm) for nedre lag eventuelt begge.
 - Ved tilgang på frest asfalt (Ak) legges forsterkningslaget i et øvre og nedre lag. Begge lagene forkiles med Ak, inklusive avretting med Ak for øvre lag. Dette kan langt på veg sammenlignes med forkilt pukk (Fp) som normalt benyttes som bærelag. Alternativ til Ak er finpukk, men Ak er å foretrekke. Forutsatt god tilgang på Ak kan et alternativ være nedre forsterkningslag av pukk/kult og øvre lag av 10cm Ak ferdig avrettet. Et slikt alternativ kan ikke kombineres med Ak som bærelag.
- ▶ I Region nord benytter i stor grad steinfylling og/eller frostsikringslag i varierende tykkelse. Dette betyr at vegoverbygningen dimensjoneres ut fra bæreevnegruppe 1 og 3 (bergskjæring, steinfylling T1 og T2), altså de beste gruppene mht bæreevne og telefarlighet. Med denne robuste konstruksjonen kan derfor tykkelsen på forsterkningslaget reduseres til det minste tillatte, som for de aktuelle trafikkgruppene er 30cm. Dermed vil behovet for forsterkningslag bli mindre samtidig som lokale materialer utnyttes til frostsikringslag.
- ▶ Planlegge og gjennomføre tiltak for å begrense belastning fra anleggstrafikk på forsterkningslaget.

Konklusjon

Bruk av materialer som avviker fra krav til forsterkningslag krever en grundig vurdering, og alle de ovennevnte momentene (finnes sikkert flere) bør være diskutert før beslutning tas. Vurdering må tas i samråd med vegteknolog og ved ønske om å fravike fra krav må det lages søknad om dette ihht. prosedyre i kvalitessystemet.

Eksempler

I dag har vi flere prosjekter der det er aktuelt å utføre en brukbarhetsvurdering av materialer som ligger i grenseland mht bruk som forsterkningslag. Her skal nevnes to av de mest aktuelle:

E6 Kapskarmo-Brattåsen-Svenningelvb bru (Brattås-Lien)

To skjæringer overveiende av granittiske bergarter som representerer et større volum og ligger strategisk til midt på traseen. Orienterende prøver indikerer brukbar kvalitet og området skal derfor undersøkes nærmere med uttak av borkjerner og analyse for sikrere kvalitetsbestemmelse. Materialet er tenkt produsert til forsterkningslag og frostsikringslag. Her finnes alternative pukkverk både i drift/sporadisk drift innen rimelig nærhet. Avstand varierer fra 10 til 34km og med biltransport. Det er imidlertid et sterkt ønske å utnytte de to nevnte skjæringene til mere enn steinfylling.

E6 Sjørelva-Borkamo

Flere skjæringer som vil gå gjennom en forholdsvis homogen granitt/gneisgranitt. Orienterende prøver viser noe svake mekaniske egenskaper, men det arbeides videre med å vurdere materialets brukbarhet til forsterkningslag.

Ingen alternative forekomster/leverandører finnes i rimelig nærhet og kostnader (spesielt transport) fra alternativ leverandør vil derfor være svært utslagsgivende. Material som tilfredsstillt krav må derfor hentes fra et av pukkverkene langs kysten. Dette vil bety båtføring og biltransport fra Rognan. Dette tilfellet viser hvor viktig det er å vurdere en lokal løsning.

E6 Femtevasslia-Kråkmo

For denne parsellen av E6 som er under bygging var det samme problemstilling.

Men etter en relativt omfattende prøvetaking/analyse både fra skjæringer og tunnel ble det bestemt at materialet hadde for svake mekaniske egenskaper for bruk til forsterkningslag. Et relativt høyt glimmerinnhold var også utslagsgivende.

Materiale til forsterkningslag er derfor hentet fra Kobbvågen. Dette medfører både lang båt-og biltransport.