

DIREKT TOLKNING AV BORRKÄRNOR FÖR BEDÖMNING AV BERGMATERIALETS ANVÄNDNINGSSOMRÅDE

- *Pilotstudie*

Erik Andersson & Sofia Öjersborn

2014-06-05

FÖRORD

Följande projekt har som mål att undersöka bergkvaliteten i vägprojekt från förundersökning till producerat obundet bärlager. Arbetet har utförts som ett examensarbete på Chalmers tekniska högskola i samarbete med Skanska Sverige AB mellan januari 2014 och juni 2014. Titeln på examensarbetet är *Estimation of Rock Quality in Road Projects from Pre-Study to Aggregate – A comparison of the Los Angeles-coefficient for rock cores and base course*, löpnummer 2014:38 vid institutionen för bygg- och miljöteknik, avdelning geologi och geoteknik. Arbetsgruppen har bestått av författarna samt

- Jan Englund, Chalmers tekniska högskola
- Urban Åkeson, Trafikverket
- Jan Romell, Skanska Sverige AB

Vidare har en referensgrupp bistått projektet, bestående av

- Lars Stenlid, Skanska Sverige AB
- Bo Ronge, Migmatit AB
- Gustaf Magnusson, NCC AB
- Mikael Gustafsson, Skanska Sverige AB

Vi vill rikta det största av tack till ovanstående personer som bidragit med engagemang och ovärderlig kunskap. Framförallt vill vi tacka Jan Englund och Urban Åkeson för deras stöd och vägledning under projektets gång.

Göteborg, Juni 2014



Erik Andersson



Sofia Öjersson

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INTRODUKTION.....	1
METOD.....	1
RESULTAT.....	4
ANALYS & DISKUSSION.....	5
SLUTSATS.....	6
BILAGA - ORDLISTA.....	7

INTRODUKTION

Trafikverkets ambition är att öka andelen totalentreprenader och entreprenader med funktionsansvar de kommande åren och med det kommer branschens entreprenörer ges nya möjligheter med ansvar. I väg- och järnvägsprojekt är det av stor betydelse att känna till egenskaperna av materialet på plats. Det har visat sig i nuvarande och tidigare Trafikverket projekt att förväntad bergkvalitet ej har uppnåtts på plats. Material som enligt förundersökningen klarade kraven för bärlager var efter sprängning och krossning på fel sida kravgränsen. De geologiska egenskaperna hos berg bestäms genom att ta ut borrhärdar eller ta prover med slägghammare. Los Angeles testet bestämmer motstånd mot fragmentering och skall enligt Trafikverket vara under 40 för bärlager.

Syftet med rapporten är att undersöka skillnader i LA-tal från in situ förhållanden till sprängt och krossat berg. Undersökningen fokuserar på hur berget påverkas av sprängning och krossning och till vilken grad. Studien avser utvärdera metoden för insamling av geologisk data för en förundersökning. Projektets mål är att hitta indikatorer på när uppmärksamhet bör riktas mot bergkvalitet och dess lämplighet att användas i en vägkonstruktion. Rapporten syftar vidare till att besvara två frågor.

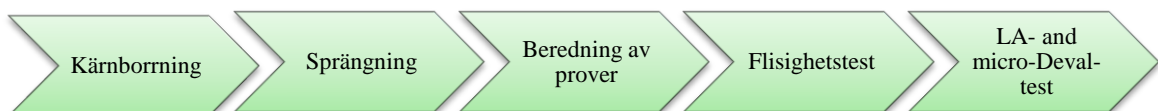
- Uppstår det skillnader mellan förväntat och uppnått LA-tal?
- Påverkar konformen motståndet mot fragmentering?

METOD

För att få kunskap om hur motståndet mot fragmentering ändras från in situ förhållanden till sprängt och krossat berg, har mekaniska tester utförts på fyra olika platser med olika bergarter. De fyra platserna och de bergarter som testats i undersökningen är;

- Ale bergtäkt. Röd och svart gnejs. Skanska
- Angered bergtäkt. Gnejs. Skanska
- Tanum vägprojekt E6. Bohusgranit, gnejs och mixat prov. Skanska
- Forserum bergtäkt. Diabas. Skanska

Ett flödesschema över hur proven togs fram visar i Figur 1.

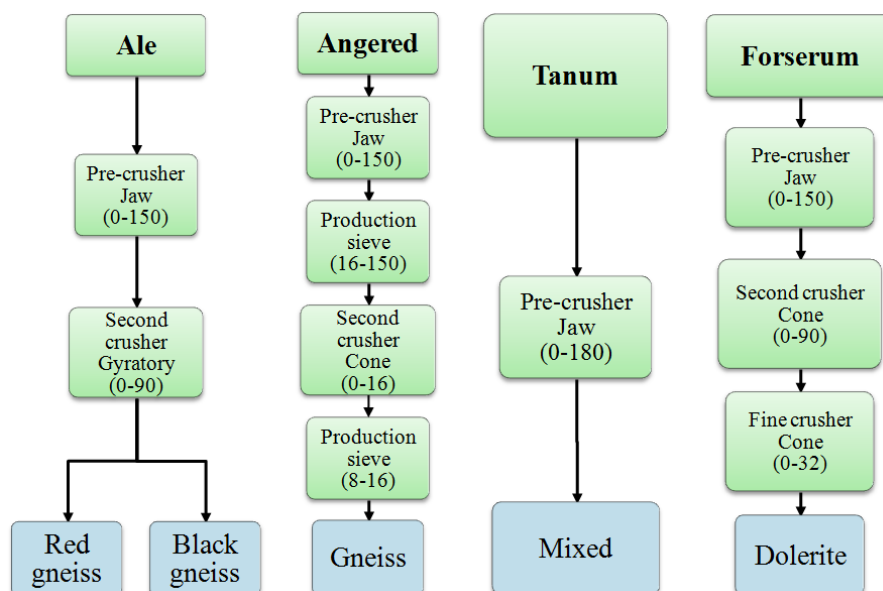


Figur 1 Flödesschema över metoden.

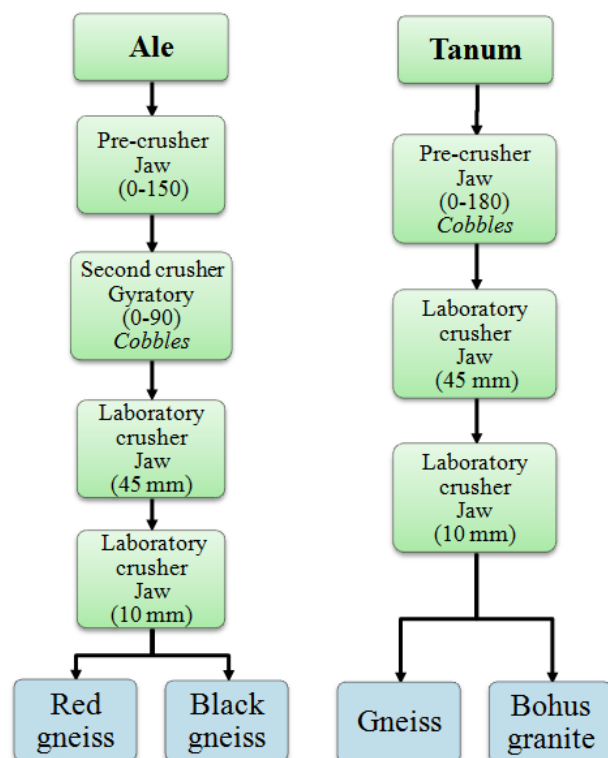
Borrade kärnor togs ut från de fyra platserna, krossades på labb och testades därefter med LA-metoden i VTC laboriet i Gunnilse, enligt standardmetoden för LA-test SS-EN 1097-2. Kärnorna separerades efter bergart innan de krossades enligt följande:

1. Krossning i förkross på labb (minsta spalt 45 mm)
2. Krossning i efterkross på labb (minsta spalt 10 mm)
3. Krossning i efterkross på labb (minsta spalt 10 mm)

Efter att borrkärnorna tagits ut sprängdes och krossades berget enligt normalt förfarande på respektive plats. Det sprängda och krossade materialet är både bärlager (0-32 mm) och stenar (64-256 mm). Stenarna motsvarar prover från släggprovtagning, men har genomgått sprängning. De sprängda och krossade proverna testades med LA-metoden och analyseras och jämförs sedan med de krossade borrkärnorna i syfte att kartlägga möjliga indikatorer som påverkar motståndet mot fragmentering. Ett flödesschema för krossning av bärlager kan ses i Figur 2. Ett flödesschema för krossningen av stenarna kan ses i Figur 3.



Figur 2 Flödesschema för krossningen av bärlager-prover.



Figur 3 Flödesschema för krossningen av sten-proverna.

De krossade proverna av borrhärna, stenar och bärlager siktades. Material i fraktionerna 10-11,2 mm och 11,2-14 mm togs till vara på och användes för att förbereda proverna som skulle testas.

Effekten av geometrin hos kornen analyserades genom att undersöka flisigheten på alla prover. Fastställandet av flisigheten utfördes enligt en modifierad version av standardtestet. Ett prov på 5 kg bereddades för testning av Los Angeles-talet. 1,5 kg av detta användes för att erhålla ett modifierat flisighetsindex. Materialet siktades först genom en 8 mm spaltsikt. Det material som passerade spalterna vägdes och jämfördes med den ursprungliga vikten av 1,5 kg. Materialet som passerade 8 mm spaltsikt siktades därefter genom 6,3 mm spaltsikt och vägdes och jämfördes med den ursprungliga provvikten samt vikten av det material som passerade genom 8 mm spaltsikt.

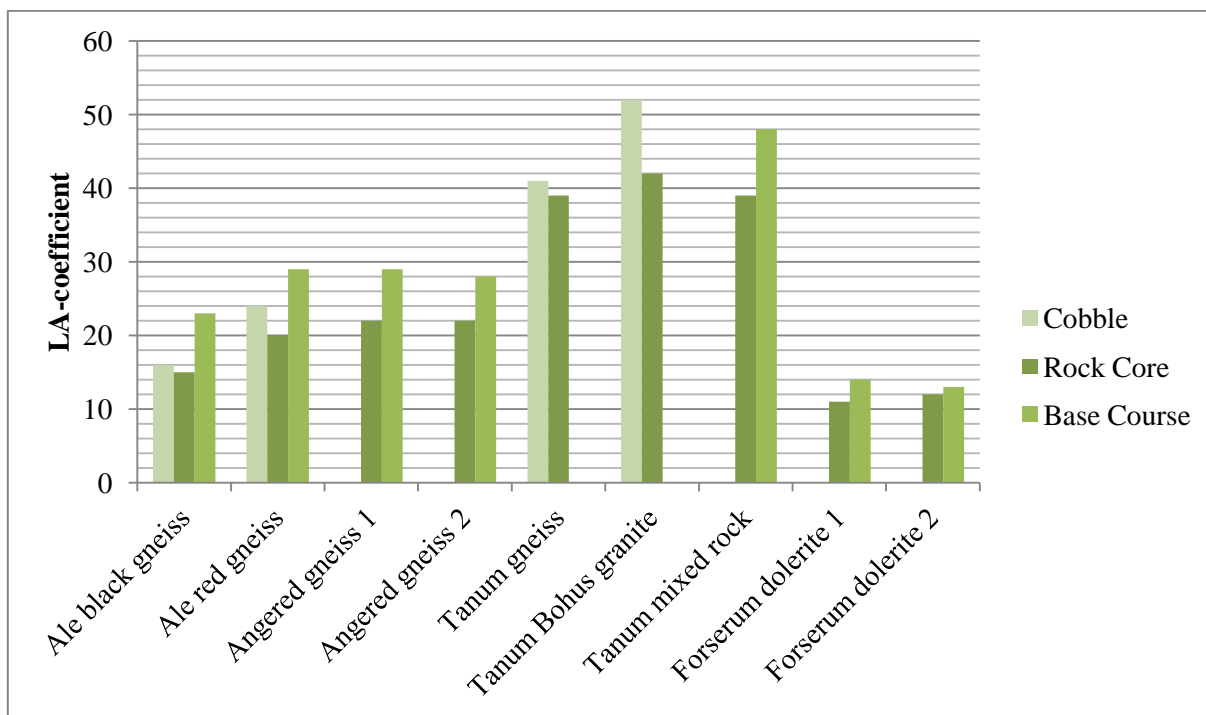
För att ytterligare utvärdera kvalitetsegenskaperna och för att motivera LA-resultat, har Micro-Deval-tester (SS-EN 1097-1) utförts på utvalda prover. De utförda testerna kan ses i Tabell 1.

Tabell 1 Utförda LA- och MD- tester.

Prover	LA Borrhärna	LA Sten	LA Bärlager	MD Borrhärna	MD Bärlager
Ale, Röd gnejs	X	X	X		
Ale, Svart gnejs	X	X	X	X	X
Angered, Gnejs	X		X	X	X
Tanum, Mixat	X		X		
Tanum, Gnejs	X	X			
Tanum, Bohusgranit	X	X			
Forserum, Diabas	X		X	X	X

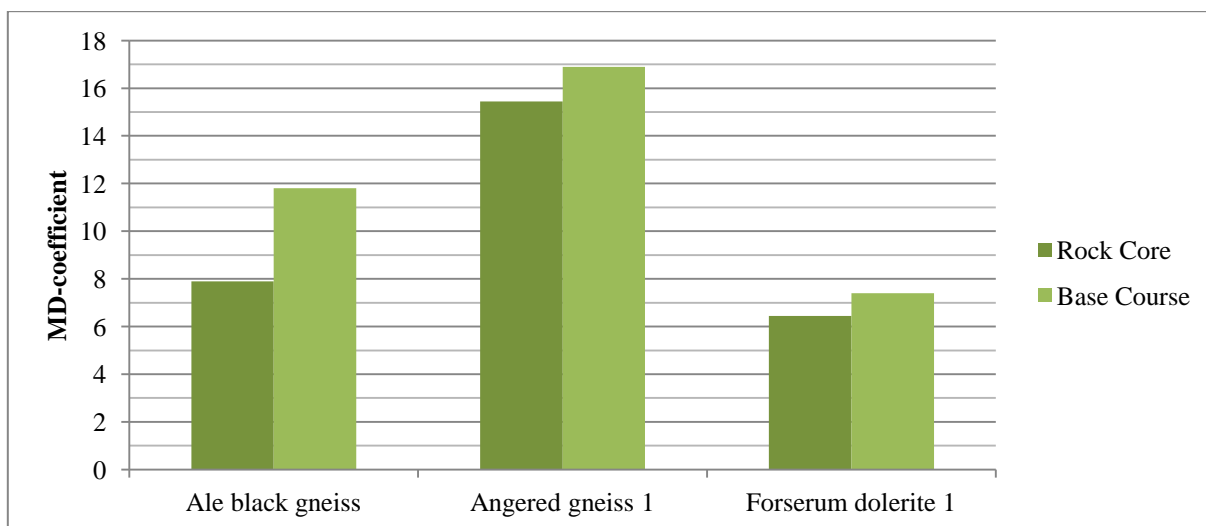
RESULTAT

Resultatet från undersökning visas i Figur 4. Det går tydligt att utläsa att LA-talet för borkärna är betydligt bättre än för stenar och bärlager.



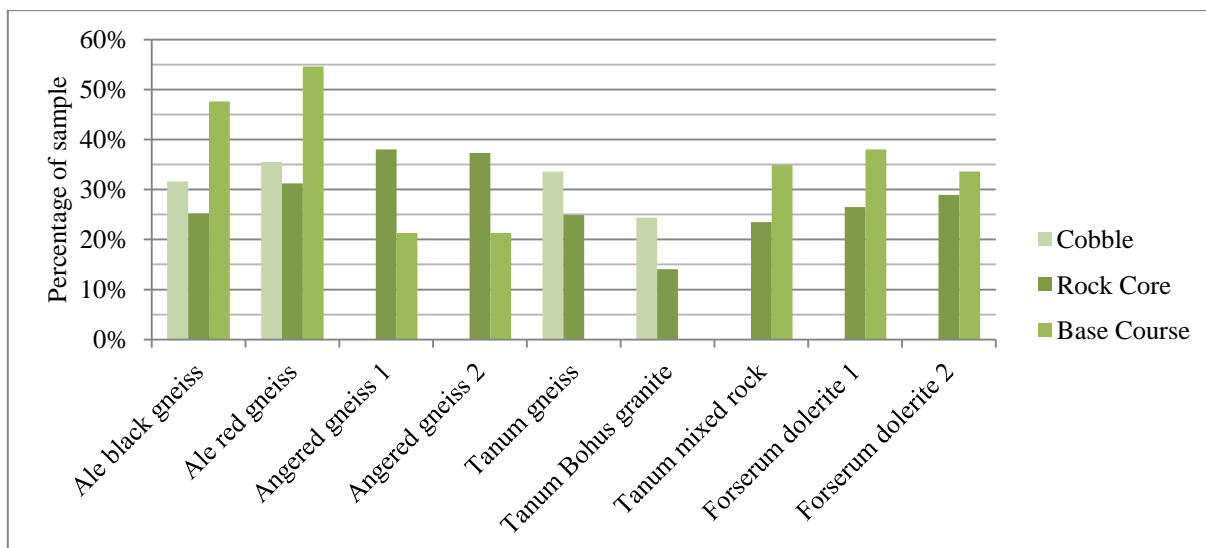
Figur 4 Jämförelse av resultatet av LA-testerna för stenar, borkärna och bärlager.

Resultatet från Micro-Deval testerna redovisas i Figur 5. Det följer samma trend som undersökningen för LA-talet, det vill säga att borkärna visar på bättre kvalitet än stenar och bärlager för samtliga platser och bergarter.



Figur 5 Jämförelse av resultatet av Micro-Deval-testerna för borkärna och bärlager.

I Figur 6 presenteras resultatet för flisighetsindexet. Samtliga platser, utom Angered, visar på att flisigheten är som lägst för borkärnorna, som högst för bärlager och däremellan för stenar. Det följer på så sätt samma trend som har kunnat utläsas i Figur 4 och Figur 5.



Figur 6 Jämförelse av resultatet av flisighetstesterna för 8 mm spaltsikt mellan platserna.

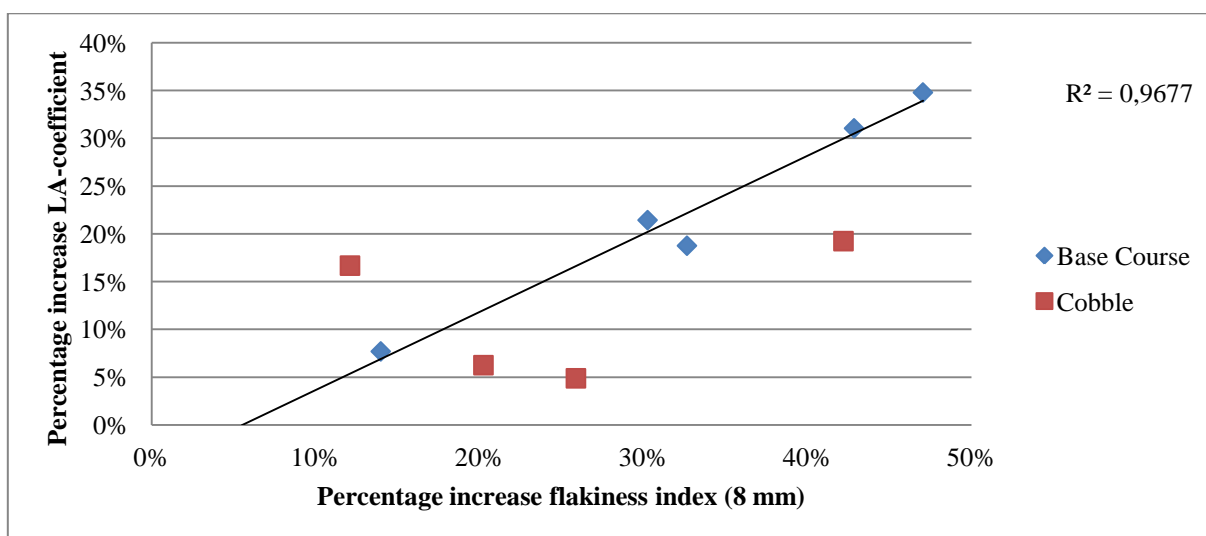
ANALYS & DISKUSSION

För att undersöka flisighetens påverkan på LA-talet, har den procentuella ökningen av LA-talet plottats mot den procentuella ökningen av flisigheten enligt ekvation (1) och (2).

$$\% \text{ ökning av LA-tal} = 100 * \left(1 - \frac{\text{LA-tal Borrkärna}}{\text{LA-tal Bärlager/Stenar}} \right) \quad (1)$$

$$\% \text{ ökning av flisighetsindex} = 100 * \left(1 - \frac{\text{Flisighetsindex Borrkärna}}{\text{Flisighetsindex Bärlager/Stenar}} \right) \quad (2)$$

Resultatet av beräkningarna från ekvation (1) och (2) är redovisade i Figur 7. Värdena från Angered är försummade då de pekade i motsatt riktning och produktionen av bärlagret såg annorlunda ut än på de andra projekten.



Figur 7 Samband mellan procentuell ökning av LA-talet och flisighetsindex.

Figur 7 påvisar ett starkt samband mellan en ökning av LA-tal och en ökning av flisighetsindex för bärlager. Stenar påvisar inte samma starka samband men en liknande trend kan urskönjas, speciellt om punkten längst till vänster försummas. Eftersom trendlinjen inte korsar origo, påvisar det att något annat än enbart flisigheten påverkar LA-talet.

SLUTSATS

Denna rapport syftar till att besvara två frågor:

- Uppstår det skillnader mellan förväntat och uppnått LA-tal?
- Påverkar konformen motståndet mot fragmentering?

Angående om skillnader uppstår mellan förväntat och uppnått LA-tal, svarar projektet tydligt på den frågan. Skillnader mellan LA-tal, stenar och bärlager syns genomgående i studien. Borrkärnor tenderar att ge ett lägre LA-tal än stenar och bärlager för samma material. Orsaken till denna skillnad tros ligga i kornform, flisighet och mikrosprickor. Ett materials flisighet påverkar motståndet mot fragmentering i stor utsträckning. Flisigare material tenderar att ge ett högre LA-tal, vilket kan ses i sju av nio bergartsprover.

Två material med samma flisighetsindex har inte automatiskt samma kornform. Det har observerats att LA-provet för borrkärnor tenderar att ha mer rundade kanter. Det beror på att ytan på kärnan är rundad och ger en onaturlig kornform när kärnan krossas. Det är troligt att rundade kanter förbättrar LA-talet.

Sprängning inducerar mikrosprickor i berget som försämrar motståndet mot fragmentering. Skillnaden mellan stenar (från slägghammarprov) och bärlager borde ligga i att bärlagret har sprängts och att mikrosprickor har inducerats. I vilken utsträckning mikrosprickorna påverkar motståndet mot fragmentering beror av bergart och sprängtekniska parametrar såsom specifik laddning etc.

Slutligen var syftet med projektet att hitta indikatorer på när uppmärksamhet bör riktas mot bergkvalitet och dess lämplighet att använda i en vägkonstruktion. Gränsen för bärlager vad gäller motstånd mot fragmentering får inte överstiga LA40. En slutsats är att om förundersökningen visar på ett LA-tal kring 30 för borrkärnor, kan det producerade materialet misslyckas med att hamna under kravgränsen LA40. Indikatorn LA30 bör inte ses som en absolut siffra utan som en indikation på när uppmärksamhet bör rikts mot LA-talet på slutprodukten, det vill säga bärlagret i den framtida vägen.

BILAGA - ORDLISTA

<i>Engelska</i>	<i>Svenska</i>
Base course	Bärlager
Cobble	Sten
Cone	Konkross
Dolerite	Diabas
Fine crusher	Finkross
Gneiss	Gnejs
Gyratory	Spindelkross
Jaw	Käftkross
Pre-crusher	Förkross
Production sieve	Produktionssikt
Rock core	Borrkärna
Second crusher	Efterkross

