



KUNGL  
TEKNISKA  
HÖGSKOLAN

07085

## VARIATION HOS MATERIALPARAMETRAR INOM BALLASTTILLVERKNINGEN

Process control by Statistically based Sampling of Aggregates in the Production  
Industry



Anna Klingberg

Licentiatavhandling  
Teknisk Geologi  
Institutionen för Mark- och Vattenteknik

Stockholm 2001

## SAMMANFATTNING

Det finns idag huvudsakligen 3 skäl till att man tar prover på tillverkat material

- Som tillverkare vill man veta att man tillverkar det man tänkt sig
- Som köpare att man verkligen får det material man tänkt sig köpa
- Som slutanvändare att materialet verkligen har de egenskaper och funktioner man tänkt sig.

Att som det mestadels gör idag – att ta ett ut ett prov ur en mängd och analysera det och sedan låta det analysresultatet stå för ett absolut värde gällande hela materialmängden det är menat att representera - är inte nöjaktigt. Utfallet av ett analysresultat, vare sig det gäller kornkurva, flisighet, Los Angeles tal etc., är beroende av flera faktorer som ger upphov till en variation. Denna variation blir synlig om man tar ut ett flertal analysprover och sedan jämför dem med varandra.

Man kan schematiskt säga att det finns 4 huvudfaktorer som påverkar (samt ger upphov till variationer) analysresultatet på materialet.

- Ingångsmaterialet
- Processen
- Provtagningen
- Provberedningen och analysen

Syftet med denna studie är att definiera de parametrar som ger upphov till variationer i analysvaren från egenkontroll i tillverkningen och vid leveranskontroll av produkterna i ballastproduktionen. Med kunskap om dessa parametrars (tex. materialflöden, ingående materialvariationer, drifttider mm) påverkan kan man styra kvalitén på ballastproduktionen.

Totalt togs 135 prover ut under fem olika produktionsdagar från produktion i en krossanläggning i Västsverige. Proverna togs från tre olika platser i processen, före och efter sista krossteget samt som färdig produkt vid slutet av processen. Exempel på studerade faktorer i studien är det ingående materialets (in till sista krossteget) parametrar och krossens drifttid. Spridningen och korrelationen mellan och inom tre vanligt använda materialparametrar är studerad. Kornstorleksfördelning (siktanalys), partikelform (flisighetsindex) och motstånd mot fragmentering (LA-värde).

Med kunskap om storleken på variationen vid analysförfarandet (tex. neddelningsförfarande, provtagningsätt mm) finns möjligheten att härleda verkligt utfall på slutprodukterna.

Med flera krossteg i en anläggning kan man avsevärt förbättra både form och styrka på slutmaterialet. Framförallt kornstorleksfördelning (reduktion) och form påverkas av krossens drifttimmar medan styrka (LA-värde) visar upp ett mer komplext beroende av krossens drifttid och de ingående materialens variation.

Metoden med roterande neddelare i jämförelse med neddelningsapparat visar sig ge den minsta spridningen i både analysprovers vikter och kornstorleksfördelning och rekommenderas därför som neddelningmetod.

Varje laboratorium bör överväga fördelarna med att investera i en roterande neddelare av följande skäl:

- Minskar osäkerheten i analysvaren
- Tar större provmängder
- Tar större sorteringar (upp till ca 65 mm)

För varje anläggning bör man ekonomiskt optimera krossens drifttid med tanke på att förbättring och accepterad variation av både LA-värdet och flisindex minskar med drifttiden samtidigt som också reduktionsgraden försämras.

För att utvärdera ett materials kvalitet är det av största vikt att bedömningen utgår ifrån ett flertal analyserade värden samt att man då känner till vilken provtagningsmetod och neddelningsmetod som har använts för att få fram resultatet.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD.....	i
SAMMANFATTNING .....	iii
ABSTRACT .....	v
1. INTRODUKTION .....	1
2. SPRIDNINGAR OCH KORRELATIONER MELLAN ANALYSERADE PARAMETRAR.....	2
2.1. Teori .....	2
2.1.1. Spridning .....	2
2.1.2. Korrelationer.....	5
2.2. Genomförande och Metod .....	5
2.2.1. Analysmetoder laboratorium.....	5
2.2.2. Analysmetoder statistik.....	6
2.2.3. Beskrivning av anläggning.....	7
2.2.4. Provtagning.....	8
2.2.5. Neddelningsmetoder och analyser .....	9
2.3. Resultat.....	10
2.3.1. Beskrivande statistik .....	10
2.3.2. Mellandaglig och daglig variation.....	11
2.3.3. Singelkorrelation mellan in- och utgående material i krossen .....	13
2.3.4. Multikorrelation mellan in- och utgående material i krossen.....	15
2.3.5. Korrelation mellan olika parametrar .....	16
2.4. Diskussion .....	16
2.4.1. Kornstorleksfördelning .....	17
2.4.2. Form – Flisighetsindex.....	17
2.4.3. Styrka – Los Angeles värde .....	19
3. NEDDELNINGSSSTUDIE .....	21
3.1. Provtagning och material .....	21
3.2. Neddelningsmetoder .....	21
3.3. Resultat.....	24
3.3.1. Viktspridning .....	24
3.3.2. Spridning kornstorleksfördelning.....	25
3.3.3. Erfarenheter metoder .....	25
3.4. Diskussion .....	25
4. SLUTLEDNINGAR .....	26
5. REKOMMENDERAD FORTSATT FORSKNING.....	26
6. REFERENSER .....	27

## BILAGOR

- A Provtagningsplan
- B Spridningar
- C Typ av variationer
- D Ingångsdata analyser
- E Anläggningens maskiner
- F Förteckning över tabeller och figurer/diagram

## ARTIKLAR

- I. The Variations of the Characteristics in the Aggregate Production Industry  
*to be submitted for publication in The Quarterly Journal of Engineering Geology*
- II. Correlation between Characteristics in the Aggregate Production Industry  
*to be submitted for publication in Environmental & Engineering Geoscience*
- III. The influence of different sample reduction techniques on the aggregate test results – One cause of observed variation in the production  
*to be submitted for publication in Bulletin of Engineering Geology and the Environment*