

Foto-optisk utrustning för analys av stenmaterial

Bakgrund

Under de senaste åren har det skett en stor utveckling av system för bildanalys av stenmaterial som på foto-optisk väg analyserar partiklarnas geometri. Med denna information som grund, beräknas stenmaterialets kornstorlek och kornform med hjälp av datorprogram. Tekniken innebär betydligt snabbare och mindre arbetskrävande analyser än de traditionella metoderna och kan, om den visar sig användbar, förändra ett flertal olika produktionsprocesser inom asfalt-, betong- och ballastindustrin. Systemen medger en möjlighet till kontinuerlig processtyrning med återkoppling som kompenserar för avvikelser. Detta kan i sin tur leda till en jämnare produktion och minskat behov av provtagning och laboratorieanalys.

Syfte

Syftet med detta projekt har varit att ta fram en översikt av idag befintliga system för foto-optisk bestämning av kornstorlek och kornform på stenmaterial samt att göra en noggrann utvärdering av två av dessa system.

Genomförande

Med bidrag från SBUF har arbetet utförts av Skanska Sverige AB, Vägtekniskt Centrum Väst.

I en första etapp undersöktes vilka utrustningar som finns kommersiellt tillgängliga på marknaden. Utifrån insamlade data studerades några system mer i detalj genom besök hos tillverkare eller vid en av leverantören angiven referensanläggning.

I en andra etapp fortsatte utvärderingen av de två mest intressanta systemen för att se om tekniken är användbar inom asfalt-, kross- och betongindustrin med dess krav på analyser av kornstorlek och kornform. Analysprover togs under tre veckors tid ut från varmfickorna i ett asfalt-

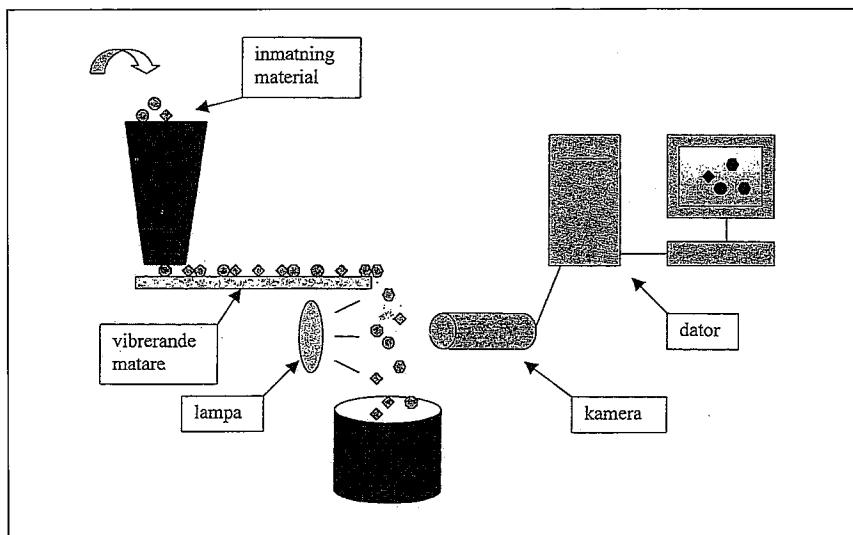
verk. Proverna uppdelades i fem fraktioner: 0-2 mm, 2-4 mm, 4-8 mm, 8-11 mm och 11-16 mm. Från varje fraktion analyserades 15-20 prover och varje prov kördes sedan i de två bildanalysutrustningarna och siktades även på traditionellt vis.

Resultat

System för bildanalys utgörs av en kamera, vanligtvis matris- eller linjekamera, som fotograferar stenpartiklarna på ett transportband eller under fritt fall. Informationen från kameran om partiklarnas konturer och geometri behandlas i en dator där olika parametrar för kornstorlek och kornform beräknas med hjälp av matematiska algoritmer. Genom att kalibrera systemet mot en siktserie kan den kornstorleksfördelning som erhålls vid mätning med bildanalys justeras för att efterlikna det resultat som en siktning av materialet hade givit. Principen för kalibrering baseras på att skillnaden mellan siktresultat och bildanalys är systematisk och därmed möjlig att kompensera. Ett inhomogent material med stora spridningar i kornstorlek och kornform måste därför delas upp i mindre, mer homogena grupper för att få en noggrann kalibrering.

I den inledande marknadsundersökningen visade det sig att de olika existerande systemens upplösning och prestanda skiljer sig åt, och att systemen använder olika algoritmer för beräkning av kornstorlek och kornform. Även inom samma systemuppbyggnad kan stora skillnader förekomma. Likaså kan det vara stora skillnader i utdata från olika leverantörer. För den fortsatta studien valdes de två systemen Haver-CPA från Haver & Boecker, Tyskland, samt PartAn från Norsk Hydro, Norge.

De två systemens förmåga att analysera det provade stenmaterialets kornstorlek påverkades av stora variationer i kornstorlek inom varje frak-



Principskiss av bildanalyssystem vid mätning på fritt fallande partiklar.

tion. Detta berodde till viss del på vilken massatyp som kördes, vilket i sin tur påverkade belastningen på siktarna. Skillnader i kornstorleksfördelningen på upp till 50 % (passerande %) förekom, med störst spridning i de fina fraktionerna. De okalibrerade resultaten som inte påverkas av materialspridning korrelerade mycket bra med siktresultaten. I de flesta fall var korrelationsfaktorn $R > 0,9$. De kalibrerade resultaten påverkas däremot av spridningar inom fraktionerna och den kalibrering som gjordes var inte tillräckligt noggrann vilket medförde att vissa resultat avvek stort från siktresultat. Generellt låg dock differensen mellan siktresultat och kalibrerat bildanalysresultat inom 0-2 % (passerande %). En jämförelse av skillnaden mellan siktning och bildanalys för en sammansatt kurva av någon massatyp visade på mindre differenser än för de enskilda fraktionerna. Enligt projektrapporten var repeterbarheten vid analys av kornstorleksfördelning mycket god, förutsatt att en tillräckligt stor provmängd analyserades.

De parametrar för kornform som analyserades var längd/breddförhållande och rundhet. Underlaget var för litet för att några säkra slutsatser skulle kunna dras, men de erhållna resultaten betecknas dock som positiva.

De båda systemen var likvärdiga när det gäller kapacitet och resultat, däremot fanns en skillnad i kamerateknik och mjukvara. Haver-CPA arbetar i Windows-miljö. Okalibrerade utdata kan kalibreras och formateras efter mätning vilket ses som en stor fördel, speciellt då materialspridningen är stor. I nuläget redovisas även fler parametrar i Haver-CPA än i PartAn. Det senare systemet arbetar i DOS-miljö och formatering av utdata måste bestämmas före mätning. Kalibrering och hantering är dock enklare i PartAn. Haver-CPA använder CCD-kamera (linjescanner) medan PartAn använder matriskamera.

Ekonomiskt medför installation av system för bildanalys en kostnad på 0,5-1 Mkr. Driftkostnaderna är låga eftersom systemen inte utsätts för något större mekaniskt slitage. Förtjänsterna ligger enligt projektrapporten till större delen i ökad kvalitetskontroll och bättre möjligheter för planering och styrning av produktionsprocessen.

Baserat på de analyser som utförts inom projektet dras slutsatsen att förutsättningarna för att använda system för bildanalys som ett instrument för produktkontroll och processtyrning är goda. Ett krav är dock att kalibreringen utförs noggrant och utförligt och att hänsyn tas till materialets spridning i kornform och kornstorlek. Om syftet endast är att kontrollera variationer och trender i den egna produktionen bör okalibrerade resultat användas eftersom antalet felkällor är mindre och kvaliteten på utdata blir högre. När erfarenheterna från bildanalys ökar bör man på sikt övergå till att enbart använda okalibrerade resultat och omarbeta kravspecifikationer utifrån de förutsättningar som bildanalystekniken medger.

Ytterligare information lämnas av

Johanna Thorsenius eller Thorsten Nordgren, Skanska Sverige AB, VTC Väst, tel 031-94 30 54.

Rapporterna **Utrustning för snabb analys av kornform och kornstorlek på stenmaterial** (etapp 1, av Thorsten Nordgren, 8 sidor) samt **Foto-optisk utrustning för snabb analys av stenmaterials kornfördelning och kornform** (etapp 2, av Johanna Thorsenius, 19 sidor exkl. bilagor) kan fås från SBUF, tel 08-698 59 99, fax 08-24 97 80, www.sbuf.se.