

CHALMERS

Steg 8– Verifiering och utvärdering av koncept

IKOT

2010-05-07

David Nord, Eric Bjärkvik, Fredrik Franzén & Jennie Andersson

Innehåll

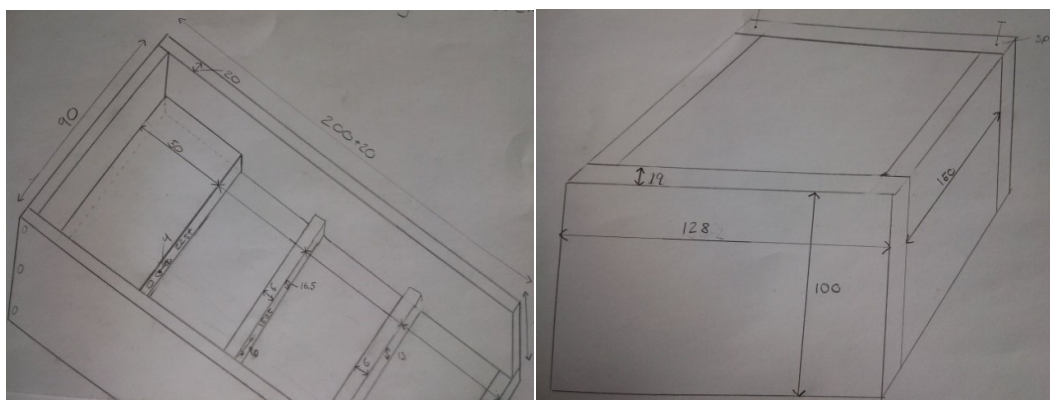
Modell och fysisk prototyp.....	3
Testets utformning.....	5
Resultat från tester.....	6
Analys av testresultat.....	7

Modell och fysisk prototyp

Målet med att ta fram en fysisk prototyp är att testa faktorer som anses relevanta för det valda konceptets funktionalitet. Prototypens huvudsakliga uppgift är att på ett enkelt och mindre kostsamt sätt verifiera huvudfunktionens uppfyllnad, det vill säga att skapa ett vetenskapligt framtaget underlag för analys av konceptets funktioner. Prototypen behöver därför inte vara utseendemässigt identisk med konceptet utan är en anpassad version, eller del av detta, som underlättar de prov som ska utföras.

I detta projekt byggdes en prototyp i mindre skala för att verifiera att den utvecklade lösningens huvudfunktion uppfylldes. Huvudfunktionen som ska testas är hur väl lösningen fördelar en, till viss del segregerad stenkrossblandning till en homogen stenkrossblandning men också hur fördelningen varierar med tiden. Prototypens konstruktion skiljer sig lite gentemot det slutgiltiga konceptet men är tillräckligt lika för att huvudfunktionen ska kunna bevisas med tester på prototypen.

Prototypen byggdes i MDF, ett skivmaterial tillverkat av pressat spån. Dessa skivor limmades ihop till att utgöra grundkonstruktionen till prototypen, enligt figur 2 och 3. I den vänstra bilden i figur 1 ses grizzlygallrets utformning för prototypen. I botten av lådan fästs tunna stålstänger (1mm i diameter), vilka inte tagits med i ritningen men som kan ses i figur 3. Dessa stänger trycks in och fästs in i de avsedda hål som borrats i ribborna och i förplattan. Innan silon avsmalnas nedåt finns ett spår i sidan där det går att föra in en plexiglasskiva för att stoppa flödet av stenmaterial innan det blandas ihop igen.



Figur 1 Skiss över grizzlygallret(t.v.). Skiss över silo (t.h.)



Figur 2 Isometrisk vy över färdig prototyp



Figur 3 Vy av prototypen ovaifrån

Testets utformning

Som testmaterial användes väggrus som hämtades från en av kommunens sandlådor. Diskussioner hölls angående huruvida olika material skulle användas under testet för att lättare kunna särskilja materialen vid mätningen av utfallet. Exempel på material som diskuterades var pärlsocker och diverse godissorter. Men om olika material hade valts skulle det kunna leda till att materialet betedde sig olika på grund av skiftande friktion mellan ytor och densitet. Av dessa anledningar utfördes testerna med ett och samma material i olika storlekar. Att testmaterialet blev väggrus beror på dess lättillgänglighet och att det har en snarlik geometrisk form, densitet och storleksvariation som hos materialet i gruvanläggningarna. Nackdelen med att använda ett material är att det är svårare att visuellt särskilja olika materialstorlekar. För att särskilja materialstorlekarna i utfallet användes en sil.

Ett test för att mäta uppfyllnaden av huvudfunktionen genomfördes genom att en godtycklig mängd material hölls försiktigt på grizzlygallrets förplatta. Först hälldes stenen ur en påse. Detta innebar dock att materialflödet blev väldigt koncentrerat till en viss del av förplattan och gallret. Resultatet av detta blev att vissa stenar fastnade i gallret och hindrade att sten som annars skulle hamnat i ett fack följde med flödet till fel fack. I fortsatta tester åtgärdades detta genom att bredda materialkällans inflöde i form av användandet av en skopa av papp. Skopan hade samma bredd som förplattan.

Genom en volymmätning av fyllnadsgraden i facken fastställdes fördelningen av materialstorleken hos det ingående testmaterialet. Efter gjorda tester ansågs det att grizzlygallret fördelade materialet korrekt, det vill säga att stenmaterialet sorterades i rätt storleksfack, väldigt liten andel små stenar hamnade i det grova facket och vice versa. För att mäta fördelningen hos det ingående testmaterialet utfördes därför en volymmätning med plexiglasskivan fullt införd i prototypen. Volymen mättes genom att mäta höjden som facket fylldes med. Då bottenarean för alla fack var lika blev höjden direkt proportionell mot volymen. Denna mätning var viktig som ett riktmärke för hur utfallet borde bli hos det utkommande materialet från silon. Materialet ut från silon borde vid varje tillfälle, och över tiden, ha samma fördelning mellan de olika storlekskategorierna som det ingående materialet.

Därefter togs prover från silons utlopp för att se om utfallet hade samma fördelning som det ingående materialet. Totalt togs fyra prover från silons utlopp. För att mäta storleksfördelningen silades respektive prov först genom det fina gallret, därefter genom det grövre gallret och resten ansågs vara stora stenar. Liknande volymberäkningar som ovan genomfördes för att bestämma den procentuella volymfördelningen på respektive prov.

På grund av att testerna var tidskrävande gjordes inte vissa tester som hade varit möjliga med hjälp av prototypen. Tester som hade kunnat utföras med hjälp av prototypen är optimering av vinkeln hos grizzlygallret och vägghöjden vid utmatningen. Vinkeln hos gallret ska kunna justeras för att få bästa möjliga genomflöde och fördelning av material genom gallret, detta uppskattades endast i de initiala försöken och mer vetenskapliga tester hade kunnat utföras. Skillnader i vägghöjd skulle kunna ha testas för att se om vägghöjden har någon inverkan på utfallet.

Resultat från tester

Vid testerna användes definitioner enligt tabell 1.

Fack 1 Liten sten	Fack 2 Mellan sten	Fack 3 Stor sten
storlek < 2mm i största diameter	2mm < Mellan storlek < 3mm i största diameter	storlek > 3mm i största diameter

Tabell 1 Storleksdefinitioner hos stenmaterial



Figur 2. Silning genom grizzlygaller med plexiglasskiva helt införd, från vänster ses fack 3, 2 och 1.

I figur 4 visas hur silon såg ut då det inkommande materialets fördelning mättes. Vidare i tabell 2 redovisas den procentuella volymfördelningen mellan de olika storleksdefinitionerna. Denna mätning användes sedan som jämförelse för det utgående materialet.

Fack 1 Liten sten	Fack 2 Mellan sten	Fack 3 Stor sten
45%	50%	5%

Tabell 2 Volymfördelning inkommande material, det vill säga fyllnadsgrad för respektive fack efter silning genom grizzlygaller

Volymfördelningen mellan de olika storlekarna, från de fyra prover som togs ur den nedre delen av silon, redovisas i tabell 3. Då samtliga prov kom från en och samma "silning" kan även dessa resultat användas för att se hur volymfördelningen varierade med tiden. För att kunna jämföra resultatet med den ingående volymfördelningen beräknades även ett genomsnittsvärde.

	Liten sten	Mellan sten	Stor sten
Prov 1	61%	36%	3%
Prov 2	60%	36%	4%
Prov 3	65%	30%	5%
Prov 4	75%	23%	2%
Genomsnitt	65,25%	31,25%	3,5%

Tabell 3 Volymfördelning av definierade storlekar ur prov från silons utlopp

Analys av testresultat

Endast ett fåtal av funktionerna för konceptet kan mätas med hjälp av prototypen. Den viktigaste mätningen var verifieringen av huvudfunktionen.

Som ses i tabell 1 är blandningen som kommer ut ur silon relativt homogen över tiden men utflödet beror till mycket stor del av hur storleksfördelningen på stenarna som matas in i silon ser ut. Detta är anledningen till att det är en mycket liten andel av stora stenar som kommer ut ur silon. Facket i silon som innehåller de största stenarna var också minst fyllt. Tabell 1 visar att utfallet är relativt likt fördelningen hos det inmatade materialet. Vad som skiljer är främst ett oproportionellt stort flöde från facket med de minsta stenarna. Här skulle vägghöjden mellan skiljeväggarna inne i silon kunna ha betydelse för att få en jämnare fördelning. För övrigt finns ett proportionellt utfall av stor sten.

Tidsintervallet under vilka mätningarna är gjorda är väldigt kort, endast 1 sekund mellan varje prov. För att få mer exakta utfall skulle ett långvarigt konstant materialflöde och många fler tester behöva göras. Något som kan göras om vidare utveckling av produkten sker.

Det märktes tydligt att beroende på lutning och stenflöde fastnade det olika mycket sten i grizzlygallret. Detta är ett problem även för den färdiga produkten ifall stenar fastnar och hindrar flödet till den mån att en matta av stenmaterial täcker hela det översta gallret. Detta skulle orsaka problem i form av att småstenen glider över mattan och hamnar i de andra två facken vilket skulle leda till felaktig sortering. Per Svedensten, Sandvik, anser att detta problem inte finns i dagens tillämpningar av grizzlygaller. I våra tester beror det förmodligen främst på hur prototypen är konstruerad. Ett hinder som inte kommer att finnas i den färdiga produkten är de träkanter på vilka gallerändarna vilar. Mot dessa fastnar det sten. Ett annat problem är att stängerna endast är fästa i en ände vilket gör att de fjädrar lätt vilket leder till att stor sten släpps igenom halvvägs och kilas sedan fast.

Av resultaten att tyda bevisar prototypen att huvudfunktionen till viss del är uppfylld och i figur 4 syns tydligt att stenkrosset är uppdelat i tre olika toleranser i de olika facken. Utmatningen därefter kommer att skilja sig för Sandviks olika anläggningar och kommer att behöva anpassas och optimeras individuellt för att passa denna lösning.

Vissa slutsatser kan även dras angående övriga funktioner specificerade i kravspecifikationen, tabell 4. För framtagna lösningar borde buffertuppfyllnadstiden kunna tillfredställas. Den skulle dock kunna påverkas negativt om de olika facken i silon fylldes ojämnt. Därför behöver grizzlygallret vara väl dimensionerat för den storleksfördelningen av stenmaterialet som matas till gallret. Funktioner som robusthet och om stenarna fastnar i gallret är mycket svårt att testa med vår prototyp då gallret inte är utformat som på den färdiga produkten vilken har en robustare och något annorlunda design. För att testa detta skulle en prototyp mer snarlik den slutgiltiga produkten behöva tillverkas.

Funktioner	Mätbar Prestanda	Enhet	Målvärde
Huvudfunktioner			
Fördela sten jämnt	Ta ut prov	% stenfördelnings-skillnad	< 20%
Tilläggfunktioner			
Buffert	Buffertuppfyllnadstid	tid	20min
Supportfunktioner			
Vibrera fram material	Mäta vibrationer	låg,medel, hög	låg
Oönskade funktioner			
Dålig verkningsgrad	hög elförbrukning	kWh/månad	begränsa
Dålig hållbarhet	Robusthet	Utbyte av delar	begränsa
Feldimensionerat galler	Stenar fastnar i galler	sällan,ibland,ofta	sällan

Tabell 4, Kravspecifikation

Konstruktionens elförbrukning är minimal för nuvarande lösning. Dock upplevdes ibland svårigheter med att mata fram materialet på gallret utan vibrationer under testerna. Är detta även ett problem i verkligheten kan det fasta gallret behöva ersättas med ett vibrerande galler, något som skulle öka konstruktionens elförbrukning markant. Detta kommer i så fall även leda till högre kostnader och en mer komplex design. För att undvika detta bör lutningen på grizzlygallret kunna justeras så att optimal vinkel alltid kan erhållas.