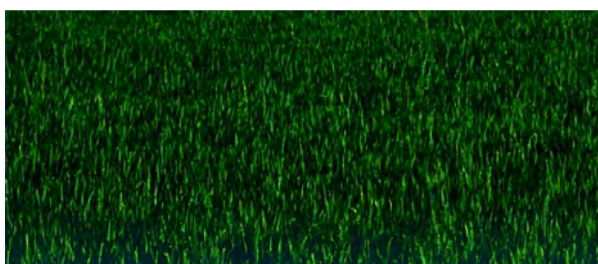


2010-015

Egenskapsvariationer hos råsand

Ulf Gotthardsson



Swerea SWECAST AB
Box 2033, 550 02 Jönköping
Telefon 036 - 30 12 00
Telefax 036 - 16 68 66
swecast@swerea.se
<http://www.swereastweicast.se>

Projekt nr	Projekt namn		Öppen
G 810J	Råsand – korrelation mellan egenskaper och gjutresultat		
Författare		Rapport nr	Datum
Ulf Gotthardsson		2010-015	2011-02-24

Sammanfattning

I detta arbete studerades egenskaper hos råsand, och hur dessa egenskaper påverkas av förändringar i råsandens sammansättning. Laboratorieblandningar av råsand med varierande bentonithalt, sothalt och fukthalt tillverkades och egenskaperna mättes. Försök till kvantifiering av förändringarna gjordes också.

Utvärderingen visar att en ökande fukthalt verkar positivt på värdena av packningstal, råtryckbrottgräns, vådragbrottgräns och permeabilitet. En ökande bentonithalt verkar positivt på råtryckbrottgräns, dubbel skjuvbrottgräns och vådragbrottgräns, men negativt på volymvikt. En ökande sothalt verkar inte positivt på någon av de uppmätta egenskaperna, men negativt på råtryckbrottgräns, vådragbrottgräns, volymvikt och permeabilitet.

Nyckelord:

Råsand, egenskaper, mätningar, sothalt, bentonithalt, fukthalt

Summary

This work studied greensand's properties and how these properties change when the greensand's formulation changed. Laboratory mixes of greensands with varying content of bentonite, coal dust and moisture were made and their properties were measured. An attempt to quantify the changes was also made.

The evaluation shows that an increased moisture content results in higher values of compaction, green strength, wet tensile strength and permeability. An increased bentonite level results in higher green strength, double shear strength and wet tensile strength, but lower density. An increased level of coal dust does not result in higher values on any of the measured properties, but lowers the green strength, wet tensile strength, density and permeability.

Keywords:

Greensand, properties, measurements, coal dust content, bentonite content, moisture content

Innehållsförteckning

1	TILLKOMST	1
2	INLEDNING	1
3	SYFTE OCH MÅL.....	2
4	FÖRSÖK MED RÅSANDSEGENSKAPER.....	2
4.1	METODIK	2
4.2	INGÅENDE MATERIAL OCH UTRUSTNING	3
4.3	MÄTNINGAR AV RÅSANDENS INNEHÅLL OCH EGENSKAPER.....	4
5	REFERENSSTUDIE: ETT TIDIGARE LIKANDE ARBETE	5
6	UPPMÄTTA EGENSKAPSFÖRÄNDRINGAR HOS RÅSANDERNA	6
6.1	PACKNINGSTAL.....	6
6.2	RÅTRYCKBROTTGRÄNS	8
6.3	DUBBEL SKJUVBROTTGRÄNS	10
6.4	VÅTDRAGBROTTGRÄNS	12
6.5	VOLYMVIKT.....	14
6.6	PERMEABILITET (GENOMTRÄNGLIGHET)	15
7	RESULTAT OCH DISKUSSION	16
8	FORTSATT ARBETE	17
9	REFERENSER	17

Bilageförteckning

Bilaga 1 Mätvärden

1 Tillkomst

Detta projekt har sin bakgrund i det faktum att många gjutfel bedöms vara formrelaterade. Att övervaka sandens egenskaper är därför oftast en nödvändighet. Vad som bedöms vara en bra bentonitbunden formsand ("råsand") styrs ofta av empirisk erfarenhet. För att karaktärisera sanden mäts ofta egenskaper som packningstal, fukthalt, aktiv bentonithalt, vådragbrottgräns, genomtränglighet och tryckhållfasthet. Det är dock inte självklart att formmassa som uppvisar dåliga egenskaper vid mätning leder till ett dåligt gjutresultat och vice versa.

För att redan på formningsstadiet kunna minska antalet kassationer är det viktigt att få en ökad förståelse för vilka egenskaper hos sanden som är viktiga att mäta och att kontrollera. Dessutom är det viktigt att veta hur dessa egenskaper varierar med sandens sammansättning. I detta arbete har fokus lagts på råsandens egenskaper och hur dessa varierar med avseende på förändringar i sammansättningen.

Projektet har beviljats av forskningsgrupp Järn med en total budget på 400 000 kr. Någon projektgrupp har inte tillsatts.

2 Inledning

Råsand är den dominerande formmassetyper för långseriegjutgoods, både internationellt och i Sverige. Råsand för järngjutning innehåller sand, bentonit, kolpulver (som i dagligt tal benämns "sot") och vatten. Bentoniten i råsand fungerar som bindemedel och håller ihop sandkornen. För att bentoniten skall kunna utveckla bindkrafter, krävs att råsand har ett visst innehåll av vatten. Kolpulvret skapar en syrefattig atmosfär kring smältan och motverkar därigenom oxidbildningar på godsyterna.

Formningsprocessen är egentligen en kompaktering, där råsand först fyller upp formens volym och sedan pressas mot modellen till önskad form. Råsand används gång på gång i gjuteriet, men sammansättningen förändras vid varje gjutning, dels eftersom smältans hetta påverkar kolpulvret och bentoniten, men också för att den använda kärnsanden blandas ut i råsand i samband med att godset avlägsnas från sanden. För varje gång en ny form skall tillverkas, behövs därför en viss justering av bentonitinnehåll, kolpulvermängd och vatten – så att sanden i nästa råsandsform får motsvarande sammansättning som vid den förra.

Det har utvecklats ett antal mätmetoder för att styra och kontrollera råsandens innehåll och egenskaper. För att bestämma innehållet i sanden, mäter vi kornstorleksfördelningen i sanden (redovisas i form av en "siktkurva") tillsammans med andelen partiklar som är mindre än 0,02 mm ("slamhalt"). Vi mäter bentonithalten i formmassan genom att titrera med metylenblåuspension. Kolhalten kan bestämmas antingen genom kemisk analys (förbränning till CO₂ med efterföljande kolanalys) eller grovt genom att mäta glödgningsförlusten i sanden.

För att mäta den färdigblandade sandens egenskaper, pressas cylindriska provkroppar (diameter 50 mm, höjd 50 mm) som sedan används för hållfasthetstester på olika sätt. "Råtryckbrottgräns" och "dubbel skjuvbrottgräns" mäts på

formmassan i rumstemperatur, medan ”våtdragbrottgräns” är en mätning av hållfastheten vid förhöjd temperatur och fukthalt.

Som vid så många processer är en bra form i råsand en kompromiss mellan olika önskemål. En hög hållfasthet på formen är viktig för att formen skall kunna hanteras, men en alltför stark formmassa kan medföra att formmaskinen inte riktigt ”orkar” trycka ihop sanden, eller att svårigheter uppstår när det producerade godset skall avlägsnas från formen. Vidare kan en alltför hårt packad form medföra att uppkomna gaser inte tillräckligt snabbt kan passera igenom formen, och detta kan leda till en större andel gasrelaterade defekter hos godset.

”Packningstalet” är den egenskap man använder för att slutjustera sin formmassa när den skall lämna blandaren och föras till modellen. Packningstalet mäts i procent och beskriver hur mycket massans volym minskas genom komprimering. Den viktigaste direkta parametern som styr packningstalet är formmassans fukthalt. Den sista vattentillsatsen man gör i blandaren är ett justeringsvatten som används för att ge det önskade packningstalet. Men beroende på formmassans sammansättning, kan det krävas mer eller mindre vatten för att ”träffa rätt”. Om formmassans packningstal får stora förändringar efter endast små vattentillsatser, är packningstalet svårt att justera. Det blir då svårt att få rätt formningsegenskaper, formmassan blir svårstyrd med större risker för formrelaterade gjutdefekter.

Huvuddelen av det här arbetet har bestått i att följa upp formmassans egenskaper baserat på dess innehåll – och speciellt hur formmassans egenskaper ändras med avseende på förändringar i sammansättningen. Vi har försökt variera halterna av sand, bentonit, sot och vatten inom rimliga gränser för variationen hos ett gjuteri. Genom att variera en parameter i taget och mäta egenskaperna på formmassa med låga, normalhöga och höga halter av ingredienserna, har vi skapat en bild av vad som händer med egenskaperna när man överdoserar eller missar någon av komponenterna.

3 Syfte och mål

Detta projekt syftar till att skapa bättre kunskaper kring hur egenskaper hos bentonitbunden formmassa (”råsand”) varierar med sammansättningen. Kunskaperna skall användas till att ge en säkrare gjutprocess.

I beskrivningen för projektet fanns det övergripande målet att koppla egenskaper hos råsand till kassationer. Som en del i detta var en aktivitet att koppla råsandens sammansättning till dess egenskaper, för att sedan fastställa vilka egenskaper hos råsandens som bör mätas.

4 Försök med råsandsegenskaper

4.1 Metodik

Samtliga försök utfördes på formmateriallaboratoriet på Swerea SWECAST. Försöken innefattade bestämning av den ursprungliga formmassans egenskaper, torkning, omblandningar och egenskapsmätningar. Samtliga försök utfördes med en och samma formmassa från ett järngjuteri som bas. Justeringar och kompletteringar gjordes med standardråvaror som inte nödvändigtvis ingick i

denna basformmassa. I arbetet har vi inte använt kombinationsprodukter (bentonit-kol-blandningar) vid justeringar, utan tillsatt bentonit och kol som separata råvaror.

Variationen av sandens sammansättning gjordes med avseende på den ursprungliga råsandens innehåll av aktiv bentonit, sot och vatten. Formmassans ursprungliga innehåll definierades som "normalläge" och justeringarna av sammansättningen gjordes med sattes till Egenskaperna och sammansättningen hos den ursprungliga formsanden, från gjuteriets sandsystem, mättes upp. Genom att "förstärka" sanden med bentonit eller sot, och genom att "späda" sanden med nysand, tillverkades ett antal sandprover, där sammansättningarna skulle varieras enligt följande upplägg:

AB: H GF: L	AB: H GF: N	AB: H GF: H
AB: N GF: L	AB: N GF: N	AB: N GF: H
AB: L GF: L	AB: L GF: N	AB: L GF: H

Figur 1. Försöksmatris för råsandförsöken. Förklaringar: AB – Aktiv bentonit. GF – Glödgningsförlust. L – låg halt. N – normalhög halt. H – hög halt.

Den formmassa som ursprungligen levererades från gjuteriet är färgmarkerad.

Försöksupplägget gör att egenskaperna har uppmätts vid låg, "normal" och hög bentonithalt och vid låg, "normal" och hög sothalt. Dessutom har sothalten kunnat varieras med konstant bentonithalt, liksom bentonithalten kunnat varieras med konstant sothalt. Dessutom har, för varje sandblandning, mätningar gjorts vid tre olika fukthalter. Vidare ligger våra blandningar inom normala processfönster för järngjuterier som arbetar med råsand.

4.2 Ingående material och utrustning

Den ursprungliga råsand som användes som utgångsmaterial vid försöken kom från ett järngjuteri och hade följande sammansättning:

- Sand med medelkornstorlek 0,24 mm
- Aktiv bentonit: 7,7 %
- Slamhalt: 11,2 %
- Glödgningsförlust: 4,3 %
- Fukthalt (vid 40 % kompakteringsgrad): 3,1 %

De komponenter som mättes och justerades vid förändringarna av sanderna, var bentonithalten och andelen glödgningsförlust.

För att öka halten aktiv bentonit gjordes tillsatser av ren bentonit av standardtyp (en sodabehandlad kalciumbentonit från medelhavsområdet, används i många svenska gjuterier).

För att öka glödgningsförlusten gjordes tillsatser av rent stenkolspulver, också av standardtyp för gjuterier.

För att minska halterna aktiv bentonit och glödgningsförlust, spädde proverna med kvarts-fältspatsand av Baskarp/Brogårdstyp. Sanden som användes hade en medelkornstorlek av 0,25 mm och en kornfördelning som väl överensstämmer med den ursprungliga råsandens.

För fukttillsatserna användes vatten från Jönköpings kommun. Detta vatten har normalt en hårdhet på 0 – 6 dH, vilket innebär att innehållet av kalciumjoner är lågt. Vattnet betecknas som mjukt.

Många (de flesta) av gjuterierna använder idag en kombinationsprodukt (som innehåller åtminstone en blandning av sot och bentonit) för att tillsätta sot till sin formmassa. En viktig anledning till detta är den markant minskade risken för brand i gjuteriets sotbehållare. Några blandprodukter användes dock inte vid dessa blandningar; här tillsattes alltså endast ren sand, bentonit och sot.

Egenskaperna hos varje blandning testades vid tre olika fukthalter. Fukttillsatserna gjordes så att packningstalen 30, 40 och 45 nåddes. Traditionellt mäts råsandens egenskaperna oftast vid packningstalet 40, vilket också ett vanligt målvärde för processen. Eftersom blandningens sammansättning avgör hur stor mängd vatten som åtgår för att nå dessa packningstal, varierar fukthalterna i proverna från 2,0 till 4,6.

Alla blandningar gjordes i laboratoriets kollergångblandare, en valsblandare som på ett mycket effektivt sätt knådar samman komponenterna i formmassan. För att minimera variationen av råsandens ”mognadsgrad”, gjordes alla blandningar utgående från en torkad massa. Också inför mätningen av utgångsmaterialets egenskaper torkades massan, vilket gjorde att alla blandningar hanterades på samma sätt.

4.3 Mätningar av råsandens innehåll och egenskaper

De mätningar som utfördes följde de metoder som används då råsandens innehåll och egenskaper kontrolleras standardmässigt på gjuterier. Det innebär att kontroller gjordes av

- Kornfördelning (siktanalys)
- Fukthalt
- Aktiv bentonithalt
- Glödgningsförlust
- Slamhalt
- Packningstal

- Volymvikt
- Permeabilitet (genomtränglighet)
- Råtryckbrottgräns
- Dubbel skjuvbrottgräns
- Våtdragbrottgräns

Metoderna som användes beskrivs i referens [1].

5 Referensstudie: ett tidigare liknande arbete

Fontaine [2] har sammanfattat och försökt strukturera många år av mätningar av råsanders egenskaper. Hans inledande fråga är: ”Måste vi verkligen göra tio olika tester för att utvärdera en råsands egenskaper?” Resultaten av hans undersökningar leder till att han delar in sandanalyserna i tre kategorier:

1. Råsandens styrka – tryckbrott, skjuvbrott och dragbrott
2. Formbarhet, flytbarhet, lös volymvikt, packningstal och fallseghet
3. Permeabilitet

För egenskaperna i punkt 1 gäller, att en given bentonithalt, och för ökande fukthalt, går tryckbrott, skjuvbrott och dragbrott till ett maximum. Detta maximum ligger inte på samma fukthalt för de olika brottyperna. Fontaine plottade skjuvbrottgränsen och dragbrottgränsen som funktion av tryckbrottgränsen, och noterade ett tydligt linjärt samband mellan dem. Därför drog han slutsatsen att det inte är nödvändigt att mäta alla tre egenskaperna. Men det finns också faktorer som påverkar lineariteten: om slamhalten ökar kommer tryckbrottgränsen att öka, samtidigt som skjuv- och dragbrottgränserna minskar. Som avslutande råd ger han att skjuvbrott eller dragbrott bör testas regelbundet, åtminstone en gång per dag eller skift.

För egenskaperna i punkt 2 gäller att ju torrare sanden är, desto lättare kan den passera genom en sikt och fylla ut trånga passager i en form. Alltså har en torrare sand högre formbarhet och högre flytbarhet.

Med lägre fukthalt i sanden kommer bentoniten att svälla mindre och därvid kommer sandkornen att befinna sig vara närmare varandra. Densiteten kommer därför att öka; lösa volymvikten blir större och packningstalet lägre. En torrare sand kommer också att vara mindre klibbig, och ha mycket lättare att falla sönder.

Alla egenskaper i punkt 2 hänger ihop med varandra. Fontaine anser det inte vara nödvändigt att kontrollera alla varje gång sanden testas. Man kan begränsa testet till att mäta packningstal, en mycket snabb och enkel mätning som visar god överensstämmelse med fukt – bentonitkvoten. Råsandens packningstal mäts ofta för att säkerställa att fukthalten i sanden är den korrekta.

För punkt 3, permeabiliteten, gäller att den passerar genom ett maximum vid omkring 3% fukthalt för en sand med 8 % bentonit. Eftersom detta ligger mitt i

råsandens driftsområde, kan man inte förvänta ett enkelt förhållande mellan permeabilitet och andra råsandegenskaper.

Permeabiliteten är i stor utsträckning beroende av bassandens egenskaper, alltså av sandkornens geometri och halten av slampartiklar. Permeabilitetens maximum förklaras av Fontaine på följande sätt: När fukthalten ökar, sväller sandkornens bentonitlager och knuffar isär kornen. Mellanrummen mellan sandkornen ökar då, och permeabiliteten ökar. Vid ännu högre fukthalt blir bentoniten mer flytande och rör sig friare; bentonit kommer nu istället att kunna flyta in i mellanrummen mellan sandkornen, och därigenom minskar permeabiliteten.

Fontaines slutsatser, vad gäller övervakningen av egenskaperna hos en råsand, är att regelbundna tester (flera gånger per skift) bör göras av

- tryckbrottgräns
- fukthalt
- permeabilitet
- packningstal (eller lös volymvikt eller flytbarhet)

Andra tester av råsandsegenskaper bör göras dagligen, eller kanske en gång varje skift, för att man i ett tidigt skede skall kunna upptäcka avvikelser. De andra egenskaperna kontrolleras också när råsanden uppvisar dåliga egenskaper i formmaskinen; det viktigaste är ju just att den fungerar i formmaskinen!

Hur dessa råsandsegenskaper hänger ihop med sammansättningen i sanden, och hur egenskaperna ändras med ändrad sammansättning, är något som man i grova drag har en aning om, men som är sämre känt i detalj. Den här sammanställningen av ett antal råsandstester, utförda efter noggrant kontrollerade ändringar i sandsammansättning, skall förhoppningsvis kunna ge större förståelse för vad som påverkar råsanden och dess uppmätta egenskaper.

6 Uppmätta egenskapsförändringar hos råsanderna

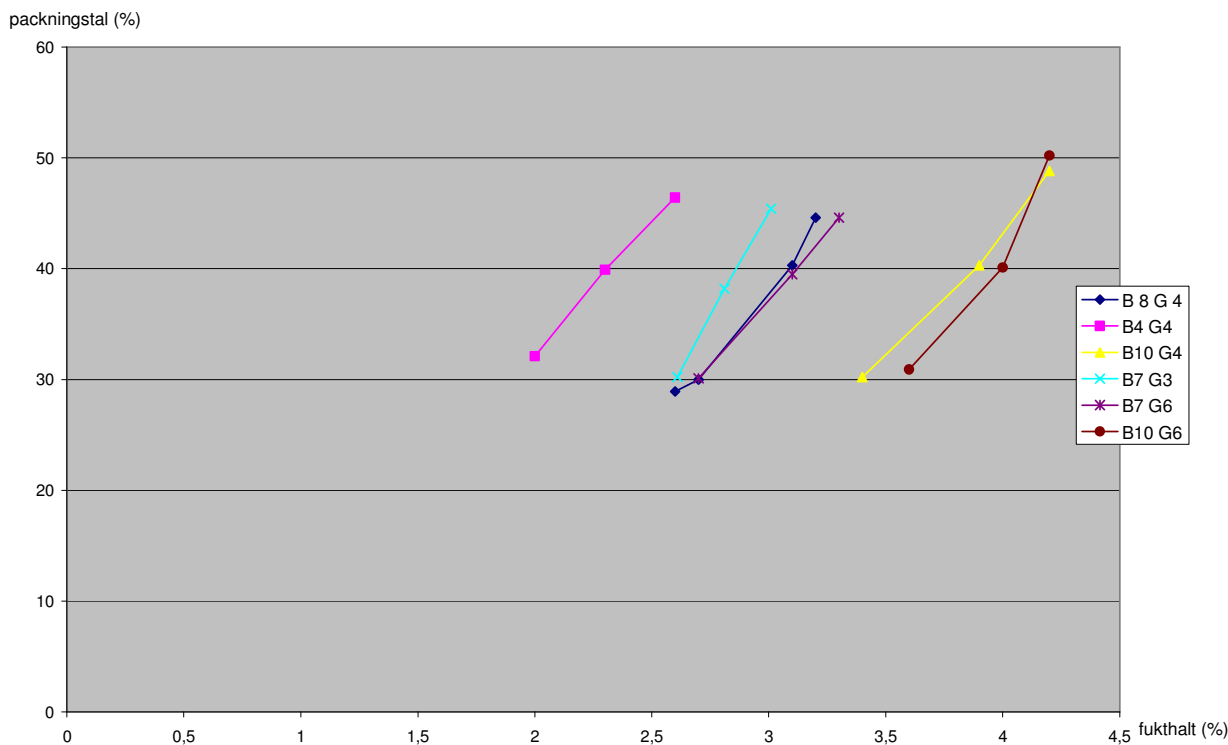
6.1 Packningstal

Packningstalet är ett mått på råsandens formbarhet, och är därigenom ansedd som den mest "omedelbara" egenskapen vid råsandsformning. När halten av alla andra ingredienser låsts fast, tillsätts vatten för att rätt formbarhet/packningstal skall nås. Detta är den sista justeringen av massans innehåll, och görs strax innan formning. För en given sandblandning styrs alltså packningstalet av fukthalten.

Packningstalet anges egentligen i procent, men i dagligt tal brukar det användas enhetslöst. För att undvika återkommande procenttecken och underlätta läsandet av denna rapport, anges packningstalet utan enhet här.

Vilket packningstal man önskar beror på typ av formmaskin, typ av gods, risk för fuktberoende defekter etc. Moderna formmaskiner arbetar med torrare formmassor som har högre flytbarhet. Många (de flesta) råsandsgjuterier strävar efter att hålla sin formmassas packningstal kring 35 – 40. Då formmassans egenskaper skall mätas, strävar många efter att mäta dem vid den fukthalt som ger packningstalet 40. Ett problem som kan uppstå är att veta vid vilken fukthalt man uppnår sitt

önskade packningstal, och i hur mycket detta packningstal varierar med olika fukthalter (råsandens "fuktkänslighet").

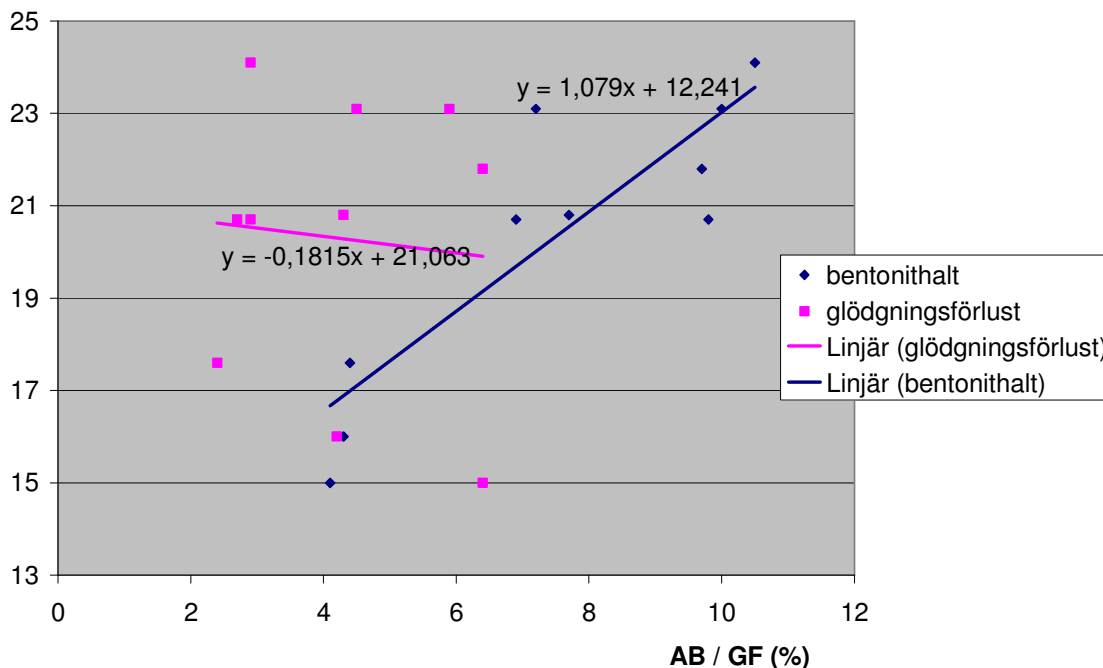


Figur 2. Uppmätta packningstal plottade mot fukthalter för sex av de testade formmassorna. I förklaringen betyder "B8 G4" att formmassan har en bentonithalt på ca 8 % och en glödgningsförlust på ca 4 %.

För den ursprungliga formmassa som ingår i det här arbetet krävdes en fukthalt på 3,1 % för att nå packningstalet 40. Fuktkänsligheten hos blandningarna med olika tillsatser av bentonit och sot tycks inte skilja sig nämnvärt mellan de olika blandningarna.

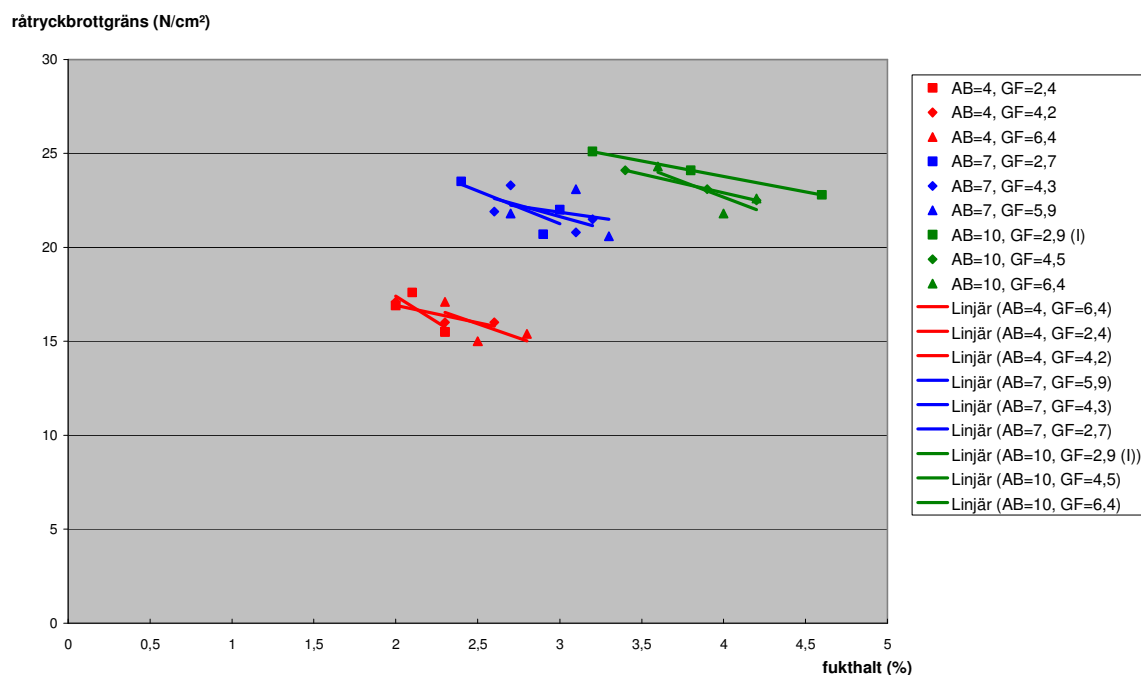
6.2 Råtryckbrottgräns

råtryck (N/cm²)



Figur 3. Uppmätta värden på råtryckbrottgräns plottade mot halterna av aktiv bentonit (blå) och glödgningsförlust (röd) för formmassorna med packningstal 40.

Vid packningstalet 40 resulterar ökande bentonithalt i ökande råtryckbrottgräns (ungefär 1 N/cm² per procent AB). Samtidigt leder en ökande sothalt till en svag minskning av råtryckbrottgränsen (ungefär -0,2 N/cm² per procent GF). Bentonitlerans bindningsegenskaper verkar alltså positivt på denna egenskap, medan de andra slampartiklarna inverkar svagt negativt på den.



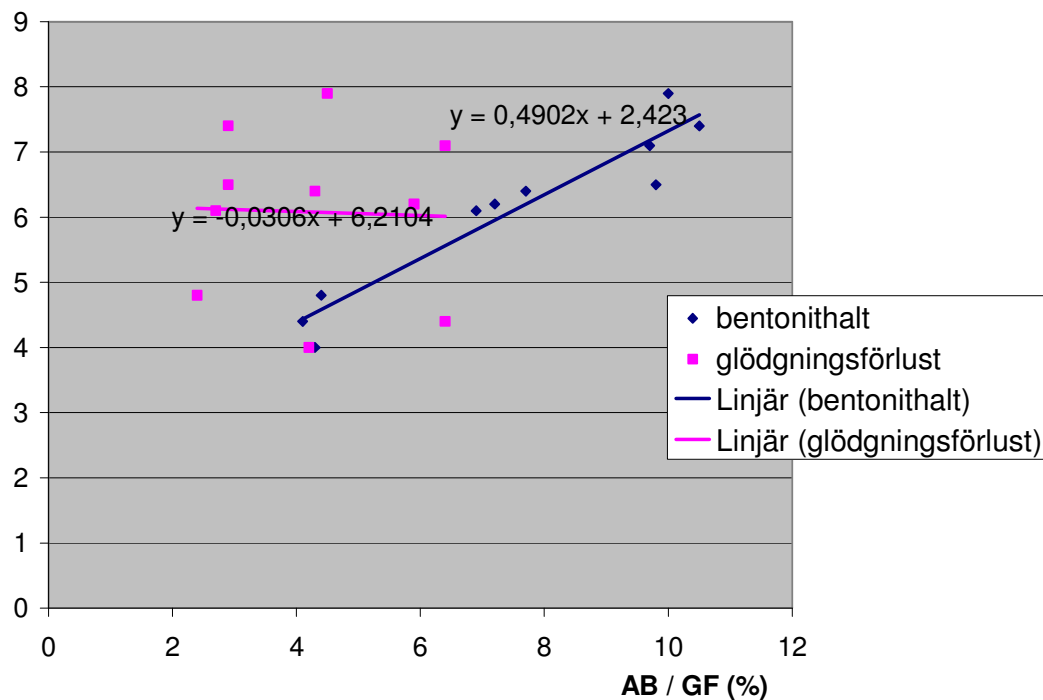
Figur 4. Uppmätta värden på råtryckbrotgräns plottade mot fukthalter. Mätvärdena är uppdelade på låg (röd), medelhög (blå) och hög (grön) bentonithalt.

För en ökande fukthalt minskar råtryckbrotgränsen något. Detta förhållande sker i ungefär lika stor omfattning, oavsett om bentonithalten är låg eller hög. För en procentökning i fukthalt minskade råtryckbrotgränsen med ung 2 N/cm².

6.3 Dubbel skjuvbrottgräns

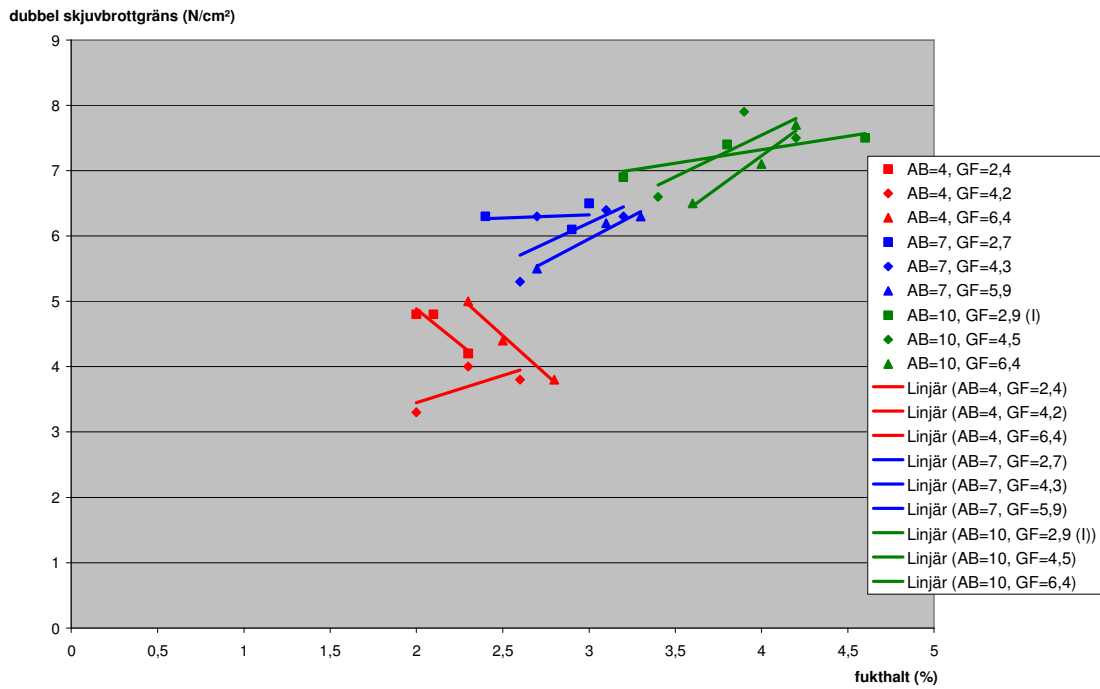
Vid packningstalet 40 resulterar en ökad bentonithalt i en svagt ökande dubbel skjuvbrottgräns ($0,5 \text{ N/cm}^2$ per procent AB). En ökad sothalt medför en svag minskning, eller påverkar inte alls ($-0,03 \text{ N/cm}^2$ per procent GF). Det tycks alltså som dubbel skjuvbrottgränsen är så gott som helt beroende av bentonithalten.

brottgräns (N/cm^2)



Figur 5. Uppmätta värden på dubbel skjuvbrottgräns plottade mot halterna av aktiv bentonit (blå) och glödgningsförlust (röd) för formmassorna med packningstal 40.

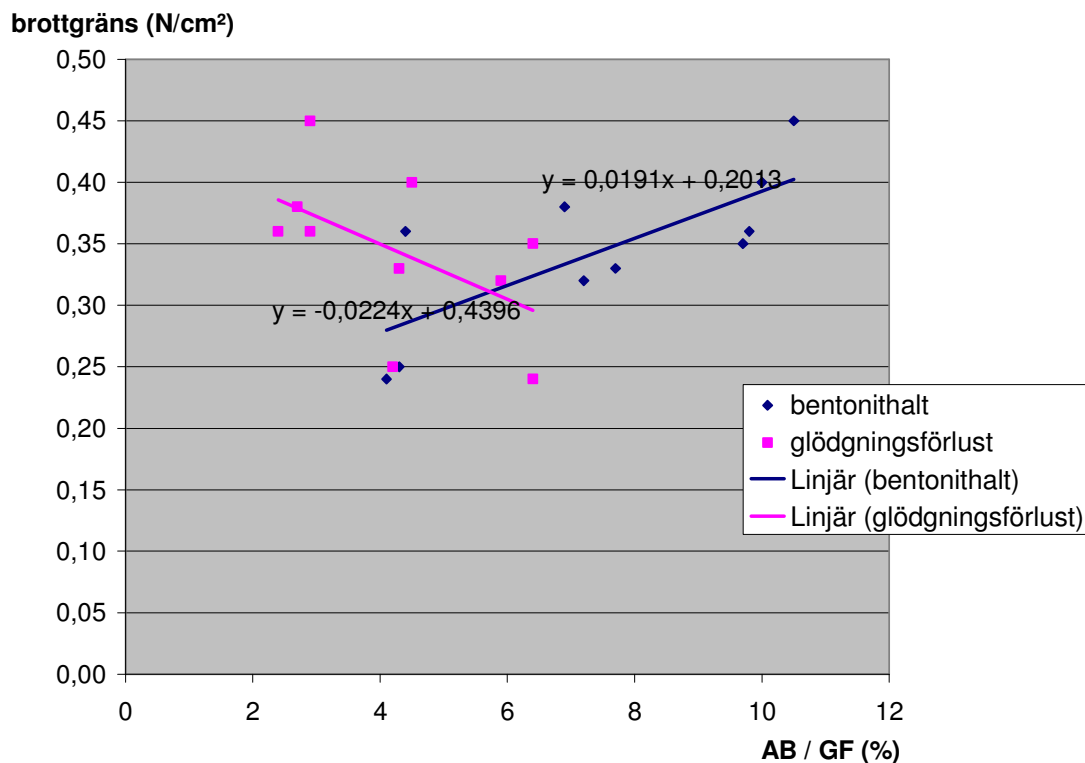
Ändras fukthalten framträder ett mer oklart mönster. Övervägande tycks det vara så att dubbel skjuvbrottgränsen ökar svagt, någonstans med i storleksordningen 1 N/cm^2 per procent ökad fukthalt. För vissa blandningar ses dock motsatsen, något som gör att denna egenskap är mer svårtolkad än råtryckbrottgränsen.



Figur 6. Uppmätta värden på dubbel skjuvbrottgräns plottade mot fukthalter. Mätvärdena är uppdelade på låg (röd), medelhög (blå) och hög (grön) bentonithalt.

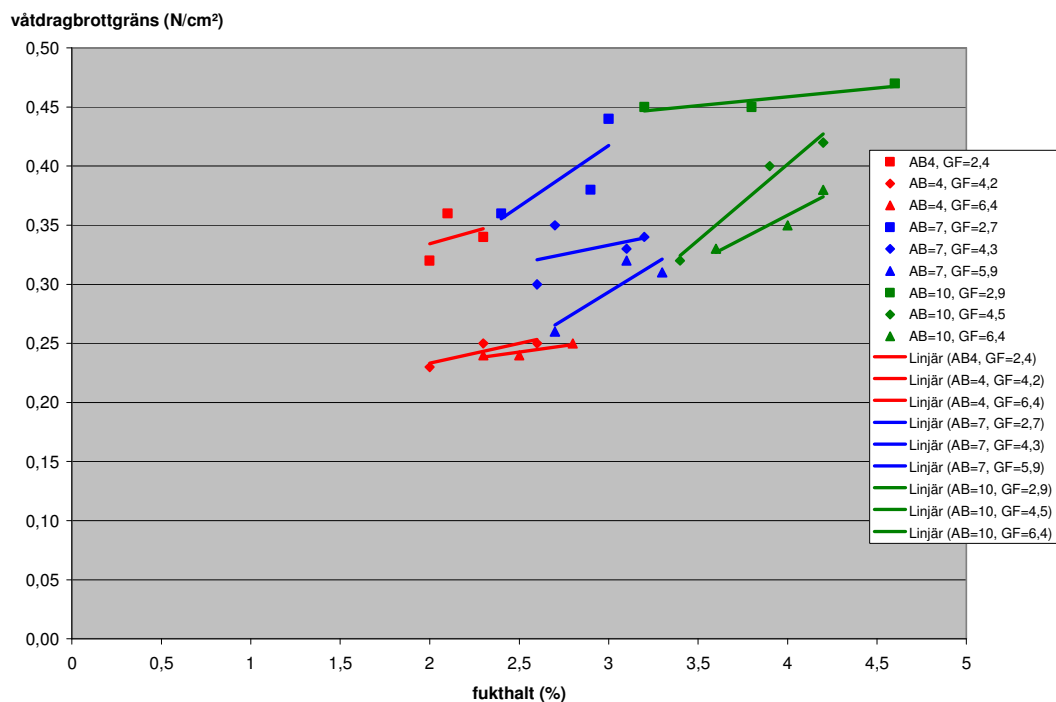
6.4 Våtdragbrottröns

Våtdragbrottrönsen är en egenskap som tillmätts mycket stort värde vid analyser av råsand, både vad gäller den tillsatta bentonitens kvalitet, men också vad gäller den aktuella blandarens förmåga att skapa bindkrafter mellan formmassans sandkorn.



Figur 7. Uppmätta värden på våtdragbrottröns plottade mot halterna av aktiv bentonit (blå) och glödgningsförlust (röd) för formmassorna med packningstal 40.

Vid packningstal 40 leder en ökande bentonithalt till en svag ökning av våtdragbrottrönsen (ungefär 0,02 N/cm² per procent AB). Ökas sothalten erhålls en minskning i ungefär samma omfattning (ungefär -0,02 N/cm² per procent GF).



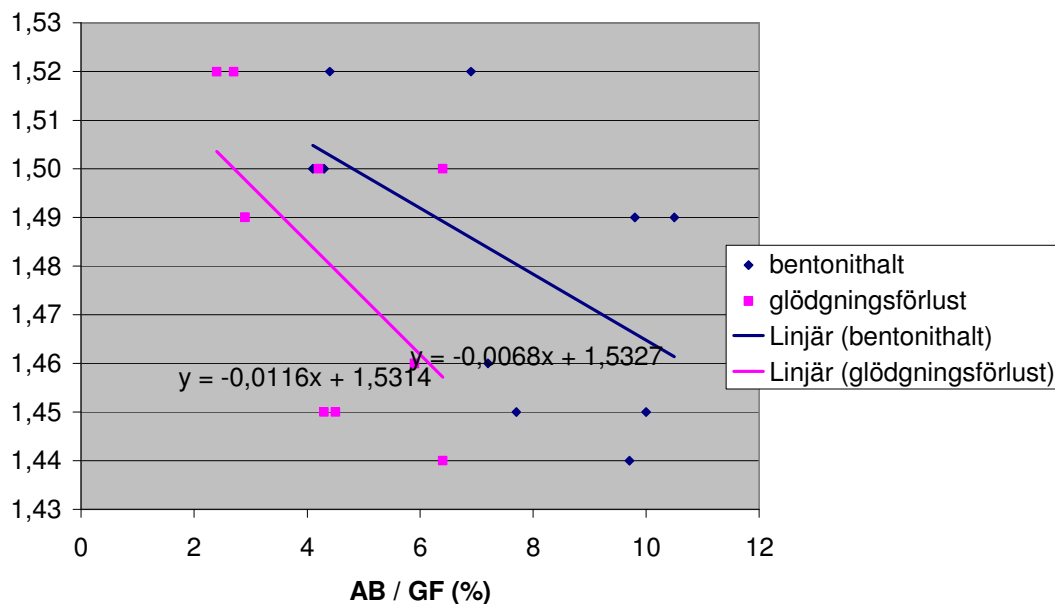
Figur 8. Uppmätta värden på vådragbrotgräns plottade mot fukthalter. Mätvärdena är uppdelade på låg (röd), medelhög (blå) och hög (grön) bentonithalt.

Ökas fukthalten ökar också vådragbrotgränsen. Variationen är stor; det prov som ökade i allra minst utsträckning uppvisade en ökning på 0,01 N/cm² per procentenhet, medan den största ökningen var på 0,13 N/cm² per procentenhet fukt. Båda dessa ytterligheter sågs i de råsander med högst bentonithalt.

6.5 Volymvikt

Vid packningstalet 40 ger både ökande bentonithalt och ökande sothalt minskande volymvikter ($-0,007 \text{ g/cm}^3$ per procent AB och $-0,01 \text{ g/cm}^3$ per procent GF).

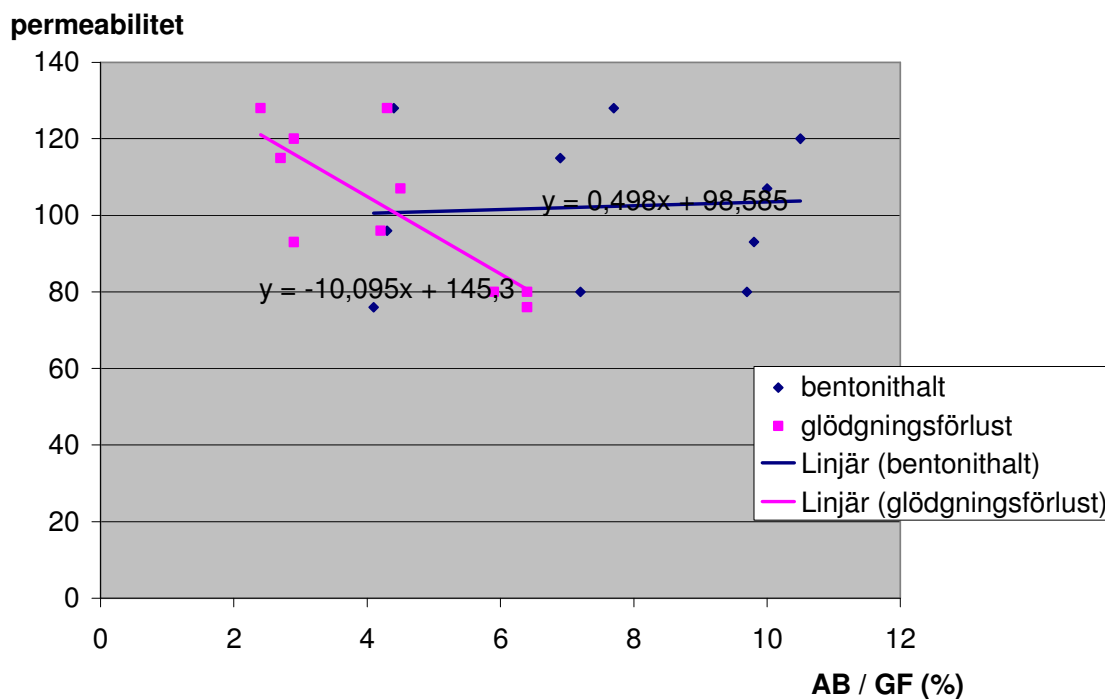
volymvikt (g/cm^3)



Figur 9. Uppmätta värden på volymvikt (densitet) plottade mot halterna av aktiv bentonit (blå) och glödgningsförlust (röd) för formmassorna med packningstal 40.

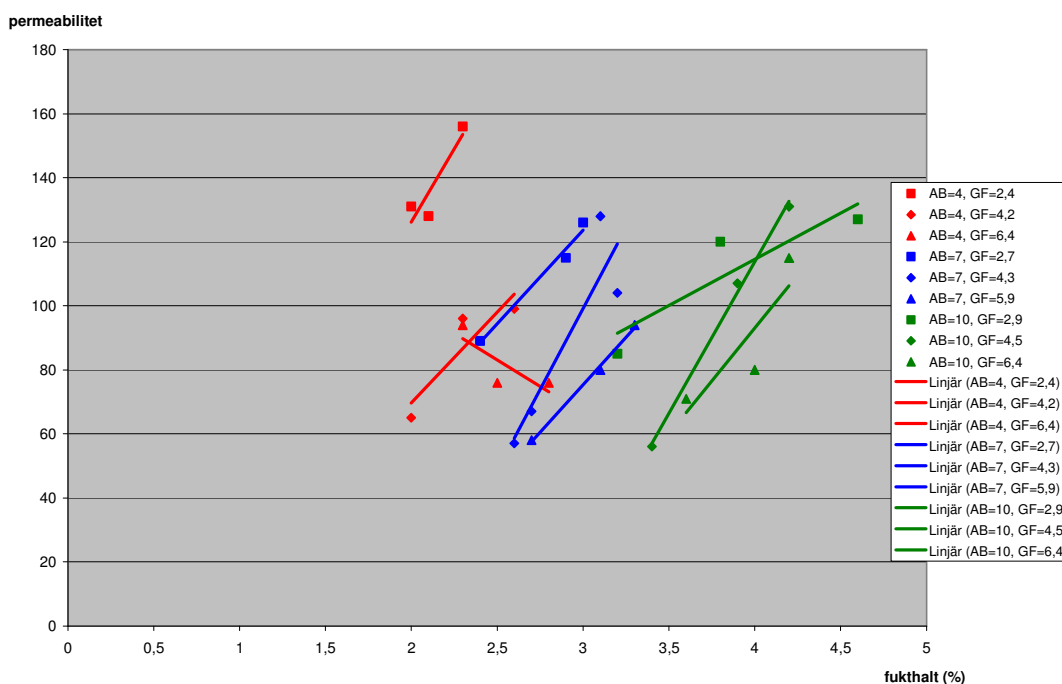
6.6 Permeabilitet (genomtränglighet)

Vid packningstalet 40 ger en ökning av bentonithalten en mycket liten ökning av permeabiliteten, eller inte någon förändring alls (0,5 enheter per procent AB). Däremot leder ökande sothalt till en markant minskning av permeabiliteten (-10 enheter per procent GF).



Figur 10. Uppmätta värden på permeabilitet (genomtränglighet) plottade mot halterna av aktiv bentonit (blå) och glödgningsförlust (röd) för formmassorna med packningstal 40.

Generellt sett ökar permeabiliteten med en ökande fukthalt. Ökningen var upp till 100 enheter per procentenhet fukt. Endast för den blandning som innehöll lägst slamhalt minskade permeabiliteten med ökande fukt.



Figur 11. Uppmätta värden på permeabilitet plottade mot fukthalter. Mätvärdena är uppdelade på låg (röd), medelhög (blå) och hög (grön) bentonithalt.

7 Resultat och diskussion

Resultatet av de genomförda undersökningarna visar hur åtminstone just denna specifika råsandblandnings egenskaper varierar med sammansättningen. Vad man har att variera i råsandens är halterna av bentonit, sot och fukt. I korthet ser resultaten ut enligt följande:

En ökande fukthalt verkar positivt på värdena av packningstal, råtryckbrottgräns, våtdragbrottgräns och permeabilitet. En ökande bentonithalt verkar positivt på råtryckbrottgräns, dubbel skjuvbrottgräns och våtdragbrottgräns, men negativt på volymvikt. En ökande sothalt verkar negativt på råtryckbrottgräns, våtdragbrottgräns, volymvikt och permeabilitet.

Dessa mätningar baseras på ett trettiotal mätningar av en specifik sand som varierats. Vi vet inte om andra sander skulle ge annorlunda resultat, men med samma typ av blandare och likartade justeringar borde resultaten bli relativt lika. En annan typ av blandare, som ger annan bindstyrka mellan bentonit och sandkorn, skulle möjligen kunna ge andra resultat.

Det vore önskvärt att korrelera formsandens egenskaper till egenskaperna hos gjutgodset. Det finns naturligtvis tillfällen när defekter hos godset uppenbart beror på egenskaper hos formmassan, men eftersom formmassans kvalitet inte är den enda parametern som styr godset kan också en formmassa med rätt egenskaper ge godsdefekter. Annat som påverkar kan vara hur formmaskinen arbetar, vilken kondition modellerna har, tillsats av släppmedel etc. Ett annat problem är spårbarheten – man kan normalt inte se exakt vilka egenskaper råsandens hade i

just den specifika batch som användes vid gjutningen. Så pass noggrann uppföljning görs normalt inte. Men många gjuterier loggar och sparar sina sandtestvärden och bygger på så sätt upp en erfarenhetsdatabas med sandens innehåll och korresponderande egenskapsvärden.

8 Fortsatt arbete

Säkerheten i de uppnådda resultaten bör kunna förbättras med fler liknande mätningar. Genom att variera blandareffektiviteten (exempelvis med annan blandartyp än den använda) och liknande studier, kan också blandarnas bidrag till råsandsegenskaperna utvärderas.

9 Referenser

- [1] Provning av formmaterial för gjuterier, del 1 – 4. IVF-resultat 70604, 70613, 70618 och 71608. Stockholm 1970 och 1971.
- [2] A Fontaine, Contribution To The Knowledge Of Green Molding Sands, privat tryck, (2004)

Bilaga 1. Mätvärden

Beteckning AB; GF	B8 G4	B8 G4	B8 G4	B8 G4	B4 G4	B4 G4	B4 G4		
Packningstal	28,9	30	40,3	44,6	32,1	39,9	46,4		
Fukthalt	2,6	2,7	3,1	3,2	2	2,3	2,6		
Genomtränglighet	57	67	128	104	65	96	99		
Råtryck	21,9	23,3	20,8	21,5	17,1	16	16		
Dubbel skjuv	5,3	6,3	6,4	6,3	3,3	4	3,8		
Våtdrag	0,3	0,35	0,33	0,34	0,23	0,25	0,25		
Volymvikt	1,53	1,5	1,45	1,46	1,54	1,5	1,51		
Slamhalt	11,2	11,2	11,2	11,2	8,3	8,3	8,3		
Bentonithalt	7,7	7,7	7,7	7,7	4,3	4,3	4,3		
Glödgningsförlust	4,3	4,3	4,3	4,3	4,2	4,2	4,2		
Glöd på (av)slammad sand	2,4	2,4	2,4	2,4	1,3	1,3	1,3		
Medelkornstorlek	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24		

Beteckning AB; GF	B10 G6	B10 G6	B10 G6	B10 G3	B10 G3	B10 G3			
Packningstal	30,9	40,1	50,2	31	40,2	44			
Fukthalt	3,6	4	4,2	3,2	3,8	4,6			
Genomtränglighet	71	80	115	85	120	127			
Råtryck	24,3	21,8	22,6	25,1	24,1	22,8			
Dubbel skjuv	6,5	7,1	7,7	6,9	7,4	7,5			
Våtdrag	0,33	0,35	0,38	0,45	0,45	0,47			
Volymvikt	1,46	1,44	1,42	1,54	1,49	1,49			
Slamhalt	16,1	16,1	16,1	12,6	12,6	12,6			
Bentonithalt	9,7	9,7	9,7	10,5	10,5	10,5			
Glödgningsförlust	6,4	6,4	6,4	2,9	2,9	2,9			
Glöd på (av)slammad sand	3,6	3,6	3,6	1,5	1,5	1,5			
Medelkornstorlek	0,23	0,23	0,23	0,25	0,25	0,25			

Beteckning AB; GF	B4 G6	B4 G6	B4 G6	B7 G3	B7 G3	B7 G3			
Packningstal	30,5	41	45,2	29,6	41	45,3			
Fukthalt	2,3	2,5	2,8	2,4	2,9	3			
Genomtränglighet	94	76	76	89	115	126			
Råtryck	17,1	15	15,4	23,5	20,7	22			
Dubbel skjuv	5	4,4	3,8	6,3	6,1	6,5			
Våtdrag	0,24	0,24	0,25	0,36	0,38	0,44			
Volymvikt	1,5	1,5	1,5	1,55	1,52	1,5			
Slamhalt	10,2	10,2	10,2	10,3	10,3	10,3			
Bentonithalt	4,1	4,1	4,1	6,9	6,9	6,9			
Glödgningsförlust	6,4	6,4	6,4	2,7	2,7	2,7			
Glöd på (av)slammad sand	2,6	2,6	2,6	1	1	1			
Medelkornstorlek	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25			

Beteckning AB; GF	B10 G4	B10 G4	B10 G4	B10 G3	B10 G3	B10 G3	B7 G6	B7 G6	B7 G6
Packningstal	30,2	40,3	48,8	30,2	38,2	45,4	30,1	39,5	44,6
Fukthalt	3,4	3,9	4,2	2,61	2,81	3,01	2,7	3,1	3,3
Genomtränglighet	56	107	131	81	93	93	58	80	94
Råtryck	24,1	23,1	22,5	21,3	20,7	20,3	21,8	23,1	20,6
Dubbel skjuv	6,6	7,9	7,5	6,3	6,5	6,3	5,5	6,2	6,3
Våtdrag	0,32	0,4	0,42	0,33	0,36	0,36	0,26	0,32	0,31
Volymvikt	1,51	1,45	1,43	1,51	1,49	1,48	1,5	1,46	1,45
Slamhalt	14,8	14,8	14,8	7,3	7,3	7,3	12,7	12,7	12,7
Bentonithalt	10	10	10	9,8	9,8	9,8	7,2	7,2	7,2
Glödgningsförlust	4,5	4,5	4,5	2,9	2,9	2,9	5,9	5,9	5,9
Glöd på (av)slammad sand	2,7	2,7	2,7	1,2	1,2	1,2	3	3	3
Medelkornstorlek	0,23	0,23	0,23	0,21	0,21	0,21	0,23	0,23	0,23

