

# Blandningsnoggrannhet: Mer än endast en flödesmätare

Gracos flerskiktsystem för att förebygga, detektera och övervaka felaktiga blandningsförhållanden

## Abstrakt

Detta dokument är avsedd för att ge bakgrundsinformation för blandningsnoggrannhet i sprutskumindustrin. Det är också avsett att tillhandahålla detaljer för systemet för blandningsnoggrannhet till Gracos Reactor. I detta underlag beskrivs de möjliga orsakerna till villkoren utanför förhållandet och de bästa metoderna för detektering av varje orsak. Eftersom ingen detektionsmetod täcker alla möjliga orsaker är det viktigt att förstå behovet av en flerskiktsprevention och ett detekteringssystem. Detta dokument ger en detaljerad beskrivning av flödesmätare, tryckövervakning och fakta du behöver veta när du beräknar förhållandet.

## Innehållsförteckning

Behovet av blandningsnoggrannhet  
pg. 2-3

—

Vad är enkelpunktsvariabler  
pg. 4-5

—

Gracos förhållandesystem  
för blandningssäkerhet  
pg. 6-10

—

Att förstå flödesmätare  
pg. 11-12

—

Vikten av volym  
pg. 13-15

—

Att förstå enkelpunktsvariabler  
pg. 16-22

—

Uppdateringar till Reactor  
pg. 23-25

—

Slutsats/biografi  
pg. 26

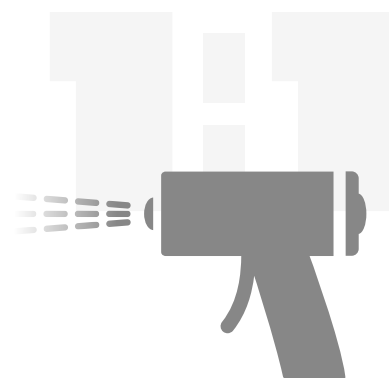
# Behov av blandningsnoggrannhet

Idag används skumisolering som en allmänt accepterad metod för isolering av både bostads- och kommersiella fastigheter. Den ökade användningen av sprutskum för isoleringsändamål beror på produktens överlägsna isoleringsegenskaper, den hjälper till att bostäder och byggnader ska vara mer energieffektiva och nya byggnormer som kräver stramare energieffektiva standarder. Sprutskumsisolering är den perfekta produkten för att uppfylla alla dessa behov.

Sprutskum är en unik produkt jämförd med andra byggprodukter. Sprutskum tillverkas på plats samtidigt som den appliceras. De flesta andra byggprodukter tillverkas i en fabrik och levereras sedan till arbetsplatsen: gipsskivor, glasfiberisolering, OSB-plattor, takplattor, ramvirke, luftkanaler m.m. De egenskaper som gör sprutskum till en så bra isolator kräver att den tillverkas på plats. Eftersom det tillverkas på plats är det viktigt att ha rätt kontroll på plats för att tillverkningen ska göras rätt sätt.

Sprutskum görs genom att kombinera två flytande kemikalier; isocyanat (A) och polyolharts (B). När kemikalierna har blandats sprutas det på underlaget. Blandning av dessa två kemikalier skapar en omedelbar kemisk reaktion. De två vätskorna, när de blandas snabbt expanderar de vanligtvis mellan 10 till 50 gånger i storlek och härdar helt vid beröring inom några få sekunder, vilket resulterar i den slutliga sprutskumsprodukten. Det faktum att sprutskummet tillverkas på plats tillåter materialet att sprutappliceras som en vätska och på så sätt isolerar det bättre eftersom expansionen gör att alla öppningar, håligheter, runt rör, kablar, i små utrymmen m.m. fylls helt.

Den utrustning som behövs för att blanda och sprutapplicera dessa kemikalier måste kunna värma upp och pressa materialet med högt tryck samt säkerställa produktion av en god homogen blandning med hjälp av en robust blandningsmetod. Att blanda två komponenter på plats kräver en professionell utrustning. De flesta kemiska förfarande för sprutskum idag kräver 1:1 förhållande för att blandas riktigt och för att tillverkaren ska få fram de optimala egenskaper när materialtillverkarna utformar sina kemikalier för att uppnå.



## Behov av blandningsnoggrannhet - fortsättning

Eftersom användningen av sprutskum fortsätter att växa för att möta nya byggnormer och konsumenters efterfråga på energieffektivitet blir behovet av att arbetet utförs riktigt allt viktigare. Branschen växer för närvarande mycket snabbt. Ett av de största problemen som branschen står inför är att hitta och ordentligt träna nya installatörer för att hålla jämna steg med efterfrågan. När sprayskum appliceras riktigt erbjuder produkten många fördelar, men om den används på ett felaktigt sätt kan det orsaka problem som blir svåra och dyra att avhjälpa. Den bästa åtgärd är att förhindra att det inträffar. Att förlita sig på installatören ensam ska säkerställa att skummet tillverkas på rätt sätt anses inte längre vara tillräckligt. Eftersom allt fler använder sprutskum i deras hem och många husägare skaffar sig information om sprutskum, vill de vara säkra på att appliceringen av sprutskummet i deras hem är gjort på ett riktigt sätt. Det är här som en utrustning för sprutskum som är utformad för att minimera risken för "dåligt skum" är viktig. Systemet ska inte enbart kunna upptäcka möjliga problem med utrustningen, processen och kemikalierna, den ska också spara och tillhandahålla alla data i ett användbart format om användarna kräver detta.

Gracos utrustning för sprutskum är utformad för att mildra potentiella problem med en robust design och mjukvara som övervakar och kontrollerar tryck och temperaturer. Den är också utformad så att den larmar operatören och stänger av maskinen om ett eventuellt problem upptäcks.

Trots att Gracos utrustning är utformad för att hjälpa till att förhindra "dåligt skum" genom att upptäcka eventuella problem med utrustning uppstår inte många problem som relaterar till dåligt skum på grund av problem med utrustning utan snarare orsakas av faktorer som kontrolleras av isoleringsentreprenören: till exempel slarvigt förberedda kemikalier eller genom att använda en blandningskammare som är för stor för matningssystemet. Utrustningen är också mekanisk och kräver ett preventivt underhåll under tiden samt kan behöva repareras. Därför är det viktigt att ha tillgång till utrustning som kan upptäcka problem med felförhållanden.

*Se underhållsschema för Reactor-utrustning. Följ anvisningarna i detta dokument för att hålla sprutskumsutrustningen i perfekt skick, för att undvika stilleståndstid och reparationer samt för att få den bästa möjliga avkastningen.*

**KLICKA PÅ BILDEN NEDAN för att öppna Underhållsschemat för utrustningen.**



# Vad är enkelpunktsvariabler

Det är viktigt att förstå vilka problem som kan orsaka att skummet som sprutas ligger utanför förhållanden. Denna typ av problem kallas *enkelpunktsvariabler*. *Enkelpunktsvariabler* kan delas upp i flera kategorier som omfattar:

- Luft i vätskeflödet
- Små matningspumpar
- Dålig materialmatning till doseraren
- Problem med doseringspumpen
- Vätskeläckage
- Vätskebegränsning i en uppvärmd slang eller sprutpistol

Genom att förstå de olika *enkelpunktsvariabler*, kan upptäcktsmetoder utformas för var och en. När den variabeltypen kan upptäckas kan den också övervakas. Målet är att övervaka var och en av dessa variabler och stänga ner doseraren om en upptäcks och därigenom förhindra att sprutskum utanför förhållanden sprutas. Operatören kan sedan göra nödvändiga uppdateringar eller utföra nödvändigt underhåll för att eliminera problemet orsakat av det villkor utanför förhållandet.







Det finns ett antal individuella *enkelpunktsvariabler* som kan orsaka felförhållande vid utmatning. **Eftersom inte en upptäcktsmetod är bäst på att hitta alla eventuella problem är det viktigt att ha ett robust flersiktssystem för blandningsnoggrannhet som innehåller både tryck- och flödesmätarövervakning.**

Upptäcktsmetoden för varje *single-point variabel* använder "bra, bättre, bäst" skala för att identifiera den mest korrekta upptäcktsmetoden.

- **Bäst:** Den enheten är det föredragna instrumentet för att upptäcka problemet. Denna upptäcktsmetod kommer att vara den mest känsliga så att upptäckten kommer att bli den snabbaste.
- **Bättre:** Den enheten kommer att upptäcka problemet men upptäckten kan ta längre tid. Det problemet kan också vara ännu svårare att upptäcka.
- **Bra:** Den enheten kommer att upptäcka problemet men det kommer att ta längst tid. Det problemet kan också vara ännu svårare att upptäcka. Denna detekteringsmetod är den minst känsliga detekteringsmetoden och borde inte betraktas som en primär detekteringsmetod.
- **Ej tillämpligt (NA):** Enheten kan inte upptäcka denna typ av problem.

# Vad är enkelpunktsvariabler - fortsättning

 **BÄST**  **BÄTTRE**  **BRA**

Kategori Typ	Enkelpunkt Variabler	Detekteringsmetod för Reactor		
		Inloppstryckgivare *	Utloppstryckgivare	Flödesmätare
 <b>Luftinlopp vätskeflöde</b>	Matningspump hoppat ur/Slut på kemikalier	NA	Bättre	Bättre
	Instängd luft i matningsledning och/eller doserare	NA	Bra	Bäst
 <b>För liten matnings- pump</b>	en för stor blandningskammare används	Bäst	Bra	Bättre
	En överdrivet hög tryckinställning för doserare	Bäst	Bra	Bättre
	Ett överdrivet långt avtryckarmotstånd	Bäst	Bra	Bättre
 <b>Dåligt material matning till doserare</b>	Kallt material	Bäst	Bättre	Bra
	Tryck till matningspumpen för låg inställt	Bäst	Bra	Bättre
	Skadad matningspump (tätningar, kontrollkula, luftmotor)	Bäst	Bra	Bättre
	Inget tryck i matningspumpen	Bäst	Bra	Bättre
	Ansluta inloppsfilter	Bäst	Bra	Bättre
 <b>Doserare problem med pump</b>	Skadad doseringspump-fotventilkula/säte	Bäst	Bra	Bättre
	Skadad doseringspump-kolvkula/säte	NA	Bättre	Bäst
	Skadad doseringspump-tätning	NA	Bättre	Bäst
 <b>Vätska läckor</b>	Läckage mellan doseringspump och flödesmätare	NA	Bättre	Bäst
	Läckage i uppvärmd slang	NA	Bäst	NA
 <b>Begränsning efter flödes- mätare</b>	Blockering i uppvärmd slang, uppbyggnad på slang(ar)s innerdiameter **	NA	Bäst	NA
	Igensatt pistol filter **	NA	Bäst	NA
	Pistolens blandningsöppning igensatt **	NA	Bäst	NA

\* Krävs uppdaterad programvara till Reactor (version 3.02 eller nyare) för att upptäcka problem på rätt sätt.

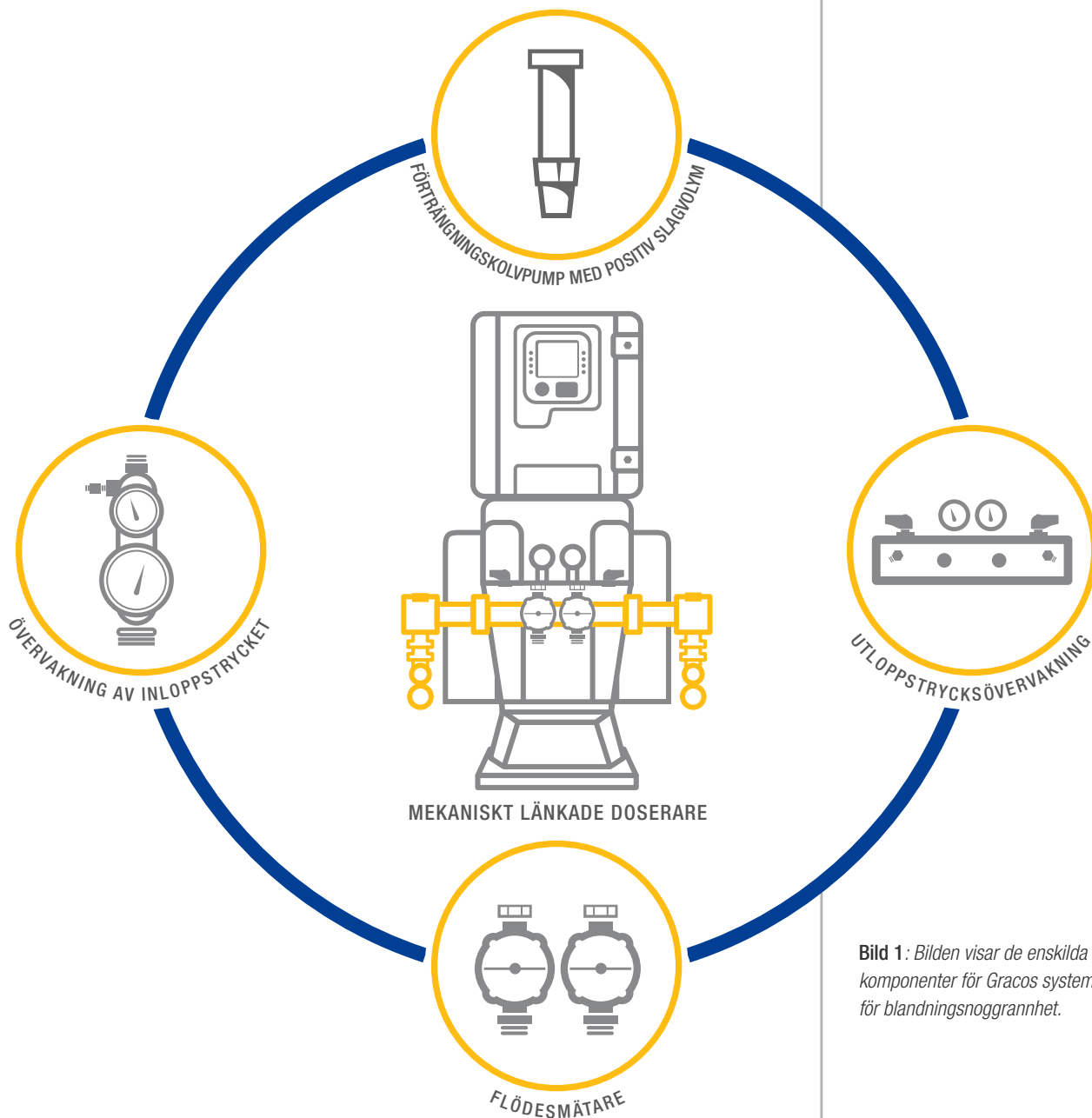
\*\* Kanske inte orsakar dispensering utanför förhållandet men kan orsaka problem med påverkan på blandningen.

Det slutgiltiga materialkvaliteten beror på mer än att endast förstå och styra enkelpunktsvariabler. Ett antal externa faktorer påverkar också materialkvaliteten. Dessa faktorer inkluderar men är inte begränsade till: materialsammansättningar, miljöförhållanden och behandlingsparametrar.

Mer information finns på [www.graco.com](http://www.graco.com)

# Gracos system för blandningsnoggrannhet

Inte en enda metod kan lätt och noggrant upptäcka var och av de potentiella *enkelpunktsvariabler*. En robust förhållandekontrollsystem måste ha flera skit och ha mer än endast en flödesmätare. Grunden för systemet utgör mekaniskt sammankopplade pumpar till vilka förträngningskolvumpar med positiv slagvolym läggs till, tryckövervakning och flödesmätare för att ge ett system för blandningsnoggrannhet med inbyggd redundans som kommer att ge oöverträffade resultat i att upptäcka felaktiga blandningsförhållanden.



**Bild 1:** Bilden visar de enskilda komponenter för Gracos system för blandningsnoggrannhet.

# Mekaniskt länkade pump

Kärnan för varje Graco Reactor är mekaniskt länkade pumpar. Detta inkluderar de pumpar på alla eldrivna, hydrauliska och pneumatiska Reactors. Termen "mekaniskt länkade pumpar" betyder helt enkelt att både A- och B-pumparna är länkade antingen genom en axel eller en spole så att båda pumpar går jämnt i samma takt. Genom att mekaniskt koppla samman pumparna och varje gång A-pumpen gör en cykel gör även B-pumpen en cykel. Detta tvingar pumparna att pumpa jämnt och lika mycket vilket resulterar i pumparna pumpar inom korrekt blandningsförhållande.

Graco har alltid ansett att en mekanisk koppling av A- och B-pumparna ger ett robust system konstruerat för sprutning med ett 1:1-förhållande. På ett sätt är mekaniskt kopplade pumpar som inbyggda flödesmätare eftersom pumparna levererar samma mängd av A- och B-kemikalier vid varje slag.

Eftersom förhållandet är fast levererar mekaniskt länkade pumpar ett enhetligt förhållande inom ett snävt toleransområde. Mekaniskt länkade pumpar är inte heller beroende av flödesmätare för att pumpa med korrekt blandningsförhållande. En mekaniskt länkad pump är konstruerad för att automatiskt pumpa en lika stor volym av både A- och B-material.

## ***Icke-mekaniskt länkade pumpar***

Alternativet är icke-mekaniskt länkade pumpar som inte tvingas spruta med korrekt blandningsförhållande. Mängden material från pump A kan skilja sig från mängden material från pump B. När det är korrekt utformat är icke-mekaniskt länkade pumpar ett bra sätt att pumpa tvåkomponentmaterial som kräver olika förhållanden mellan olika jobb men är inte den bästa metoden att pumpa kemikalier med det fasta blandningsförhållandet 1:1 varje dag.

Ett exempel på en robust icke-mekaniskt länkad doserare skulle vara en som använder förträngningskolvpumpar med positiv slagvolym som är elektroniskt länkade för att styra det önskade flödet av båda materialen. I detta system krävs inga flödesmätare men kan användas som ett system för blandningsnoggrannhet med flera nivåer för att kontrollera det önskade förhållandet. I den här typen av system är materialvolymen som pumpas inte beroende av flödesmätare utan de används endast för att verifiera förhållandet. Eftersom kolvpumpar används i denna konstruktion är den exakta mängden material för varje pumpslag och/eller del av pumpslaget känd och därför kan det önskade förhållandet bibehållas.

Alternativt måste en icke-mekaniskt länkad doserare som inte använder kolvpumpar ofta förlita sig på flödesmätare för att kontrollera förhållandet. I denna konstruktion är A- och B-pumparna inte direkt elektroniskt länkade men kopplade genom flödesmätaren. Eftersom andra pumpar än kolvpumpar kanske inte är tillräckligt exakta för att styra förhållandet direkt måste de förlita sig på mätningarna från flödesmätaren för att styra pumputgången. Potentiella problem med denna design är:



## Mekaniskt länkade pumpar - fortsättning

- Ett system som är beroende av flödesmätare för att mäta volymerna av A- och B-material och på så sätt kontrollera pumparna för att matcha det önskade förhållandet kan skapa en situation för över- och underskridning av det önskade förhållandet då pumparna gör justeringar i flödet. Dessa typer av maskiner kommer kontinuerligt att göra korrigeringar till förhållandet och har därför alltid variation i produkten som matas ut. Dessa variationer kommer ofta att ligga utanför de acceptabla toleransgränserna för de material som matas ut (ex.  $\pm 5\%$ ).
- Ett system som är beroende av flödesmätare för att styra volymen riskerar svåra felförhållanden vid pumpning om det finns ett problem med flödesmätarna. Alla flödesmätarproblem, inklusive felaktigt kalibrerade, kan resultera i att det sanna förhållandet läses fel så att systemet skapar pumpbeslut baserade på denna felaktiga återkoppling från mätaren. Detta kan resultera i att doseraren sprutar med felförhållanden utan detektering.
- Ett system som är beroende av flödesmätare riskerar också en fullständig avstängning. Om flödesmätarna inte fungerar eller inte kommunicerar med styrenheten, stängs doseraren av och kan inte pumpa.



### Förträngningskolvumpar med positiv slagvolym

Denna typ av pumpar används för sprutskum och för beläggningsapplikationer är de också viktiga. Det finns många typer av pumpar. Förträngningskolvumpar med positiv slagvolym är en beprövad konstruktion som Graco anser är den bästa typen av pump för denna applikation.

En förträngningskolvump med positiv slagvolym gör att en vätska förflyttas genom att en fast mängd fixeras och trycks (förträngs) till utloppsröret. Förträngningskolvumpar med positiv slagvolym ger konsekvent volymetrisk prestanda över ett stort intervall av temperaturer, tryck och därmed viskositeter. Kolvumpar är mer exakta för användning vid start och stopp av applikationer och för att upprätthålla ett stopptryck. Kolvumpar kan upprätthålla en korrekt volym per cykel under långa användningsperioder med aggressiva vätskor.

Gracos kolvumpar är precisionsbearbetade med hjälp av toppmoderna CNC-maskiner och tillverkas med mycket snäva toleranser vilket garanterar konsistens från pump till pump. Detta är viktigt när 2 pumpar i ett system ska mata ut samma materialvolym. Gracos toleranser mellan pumpar är mindre än 1 %.





# Övervakning av inloppstrycket

Övervakning av ändringar i inloppstryck är ett snabbt och pålitligt sätt att upptäcka vissa potentiella felförhållanden som orsakar problem.

Övervakning av inloppstrycket är en standardfunktion på Reactor 2 elitmodeller. Inloppsövervakning är det bästa sättet att upptäcka de flesta fel relaterade till matningspumpar och materialmatning. Genom att övervaka när inloppstrycket faller under ett godkänt tryck kan ett problem upptäckas och användaren varnas. Även om flödesmätare och övervakning av utloppstrycket också kan upptäcka matningsrelaterade problem är övervakning av inloppstrycket den mest exakta och snabbaste metoden för upptäckt.

Några av de vanligaste förhållandena som medför att tillstånd, inklusive att kemikalier tar slut, kalla kemikalier eller matarpumparna är underdimensionerade för det önskade behovet, upptäcks alla bäst med övervakning av inloppstrycket.

## Utloppstrycksövervakning

Utloppstrycksövervakning är standard på alla eldrivna och hydrauliska Reactors. Graco har alltid använt tryckskillnaden mellan A- och B-kemikalierna som ett sätt att upptäcka och förebygga sprutning med felförhållande. Reactors har ett standardinställt tryckskillnadslarm på 35 bar (kunder har möjlighet att ändra detta värde så att det passar till deras behov). När tryckskillnaden mellan A- och B-kemikalierna överstiger 35 bar stängs Reactor av. Att använda tryckövervakning har alltid varit det bästa sättet för att upptäcka de flesta felförhållandena. Även om denna tumregel fungerar i de flesta fall finns det undantag från regeln.

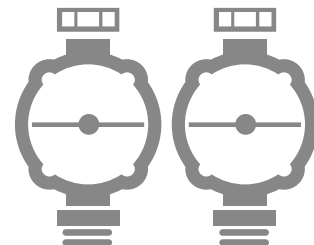
Övervakning av utloppstrycket kan också hjälpa till att upptäcka förhållanden som kan leda till dålig blandning av A- och B-kemikalierna. Dålig blandning kan uppträda även när kemikalierna har korrekt blandningsförhållande. Möjliga orsaker till färgblandningsproblem kan vara ett igensatt pistolfilter och/eller en igensatta öppningar för blandning i pistolens sidotätningar. Dessa typer av problem kommer att orsaka att trycket i en av kemikalierna ökar och därigenom påverkar förhållandet för blandning. Eftersom tryckskillnaden mellan A- och B-kemikalierna blir större blir hela blandningen svårare att genomföra. Övervakning av utloppstrycket kan upptäcka dessa typer av problem när tryckskillnaden överstiger larmgränsen och stänger av maskinen för att förhindra att felaktigt blandade material matas ut.



# Flödesmätare

Flödesmätare kan upptäcka vissa förhållanden som kan orsaka utmatning med felförhållande som inte endast kan detekteras med inlopps- eller utloppstrycksövervakning. Flödesmätare är bäst på att upptäcka problem relaterade till doseringspumparna, luft i matningslinjerna/systemet och vissa vätskeläckor. Genom att lägga till flödesmätare till den starka Reactor-grunden för mekaniskt länkade förträngningskolvpumpar med positiv slagvolym och övervakning av inlopps- och utloppstryck, tillhandahålls en ytterligare nivå av blandningsnoggrannhetsskydd för systemet.

Flödesmätare kopplar samman det kompletta systemet tillsammans med förmågan att mäta, övervaka och registrera riktiga volymer av A- och B-material. Genom att känna till de riktiga volymerna som matas ut kan denna data göras tillgänglig för kunden.



# Förstå flödesmätare

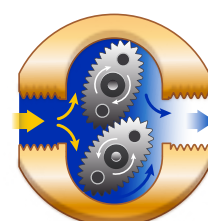
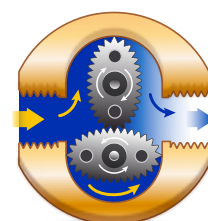
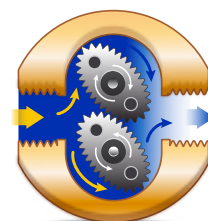
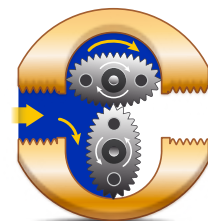
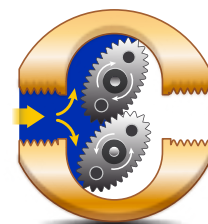
## Typer av flödesmätare

En flödesmätare är ett instrument som används för mätning av volymetrisk flödes hastighet. När man bestämmer sig för att mäta flödet finns ett antal olika teknologier tillgängliga, inklusive: ovala kugghjul, ultraljud, elektromagnetiska, Coriolis massa, variabelt område och flödesmätare med differentialtryck. Varje typ av flödesmätare har sina egna för- och nackdelar.

Blandningsnoggrannhetssystemet för Graco Reactor 2-förhållande använder ovala kugghjulsflödesmätare. Ovala kugghjulsflödesmätare har ett antal fördelar, inklusive att de är kostnadseffektiva, noggrannhet, enkel installation och mångsidighet.

Ovala kugghjulsflödesmätare anses allmänt vara ett av de mest kostnadseffektiva alternativen för vätskeflödesmätning. Denna typ av flödesmätare är idealisk för mätning av vätskor med ett viskositetsintervall och höga flödes hastigheter. De kugghjulsmätare som används med Reactor och har fabrikskalibrerats, har en noggrannhet på  $\pm 1\%$ . Enkel installation är en annan fördel med den ovala designen. Eftersom det inte krävs några raka rörledningar eller flödesanpassning kan ovala kugghjulsmätare installeras i trånga utrymmen där en alternativ teknik skulle ha svårigheter. Ovala kugghjulsflödesmätare är också ett utmärkt val för alla industriella tillämpningar, inklusive kemikalier, petrokemikalier, vatten, oljor, dieselbränslen, färger, beläggningar, fetter och lösningsmedel.

Ovala kugghjulsflödesmätare är med sin konstruktion enkla och kraftiga. Två ovalformade kugghjul som går in i varandra och är förskjutna med 90 grader roterar i en kammare med en känd volym. När dessa kugghjul vänder, fyller de och tömmer upprepade gånger en mycket exakt volym vätska mellan kugghjulets yttre ovala form och de inre kammarväggarna. Varje fullständig 180 graders rotation av kugghjulen kallas en puls. Flödes hastigheten beräknas sedan baserat på antalet registrerade pulser.



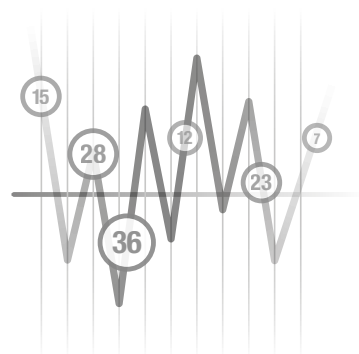
**Figur 2:** Vätskeflödet visas i den **ovala kugghjulsflödesmätaren** i figuren ovan. Flödesmätaren har två ovalt formade kugghjul. Rotationen av kugghjulen ger en exakt mängd vätska mellan kuggarna och huset. Genom att övervaka antalet kugghjulsvär, beräknas hastigheten av vätskeflödet.

### Flödesmätarkalibrering och förståelse av K-faktor

Flödesmätare behöver kalibreras för att behålla sin noggrannhet precis som andra mätinstrument. Flödesmätarna är kalibrerade i Gracos fabrik för att exakt mäta vätskeflödet för varje mätare. Varje enskild flödesmätare skiljer sig en aning åt på grund av tillverknings toleranser vilket medför att volymflödet genom varje mätare skiljer sig en aning. För att kompensera för de små skillnader som varje mätare uppvisar används ett nummer som kallas k-factor för att kalibrera mätaren.

K-faktorn är ett nummer som representerar det antal pulser som relaterar till en känd materialvolym som passerar genom flödesmätaren. Materialvolymen beräknas genom att räkna antalet pulser och sedan använda K-faktorn för att räkna ut skillnaden i varje mätare. Ändringar av temperatur, tryck och vätskeviskositet kan alla ändra K-faktorn och påverka den absoluta noggrannheten av den uppmätta volymen.

Flödesmätarna som används på Reactor 2-enheter kalibreras i Graco-fabriken. Varje flödesmätare kommer att ha en unik K-faktor. K-faktorn för varje mätare kommer att anges in i ADM (Advanced Display Module) och användas för att exakt beräkna materialförhållandet mellan inspelat och visats.

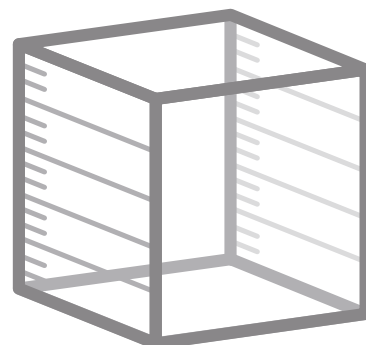


## Vikten av volym

När man diskuterar förhållande är det viktigt att veta hur förhållandet mäts. Mätförhållandet bör alltid beräknas över en lämplig mängd material. Om en för liten mängd material används kan det orsaka störningslarm och om en för stor volym används kan det hända förhållande problem döljs.

Gracos mål är att skydda dig från att spruta dåligt skum. Graco beräknar förhållandet med en liten medelvoly, 1 000 cm<sup>3</sup> och räknar hela tiden löpande om förhållandet. Det permanent uppdaterade realtidsförhållandet är baserat på endast den senaste lilla materialvolymen och gör bestämningen av flödesförhållandet mycket exakt. Detta skiljer sig från andra tillverkare av utrustning som visar förhållandet genom att använda ett löpande medelvärde av den totala mängden utmatade kemikalier. Att använda en genomsnittlig körning räcker för att maskera ett realtids förhållande problem.

Det finns ingen regel eller ett förutbestämt tal att använda för volymstorlek när förhållandet beräknas. Att bestämma rätt volym är beroende av ett antal faktorer, inklusive utrustning, kemi, tillämpning och applikator. Genom både laboratorie- och fälttest har Graco valt en materialvolym för mätförhållande som representerar en balans mellan att vara alltför känslig och inte tillräckligt känslig. Målet är att upptäcka sanna felförhållanden inom ett kort tidsintervall men inte att vara så känsliga att det kommer att utlösa ett larm för felaktigt blandningsförhållande. Överbelastningslarm kan orsakas av en mängd olika faktorer, bland annat: antalet pulser som flödesmätaren räknar, pumpbyte, en pumpbälg som ibland inte kontrolleras riktigt m.m. Dessa är händelser som inte påverkar det totala förhållandet mellan det material som matas ut, så det borde inte vara orsaken till ett förhållandelarm.



**OMVANDLINGSDIAGRAM**

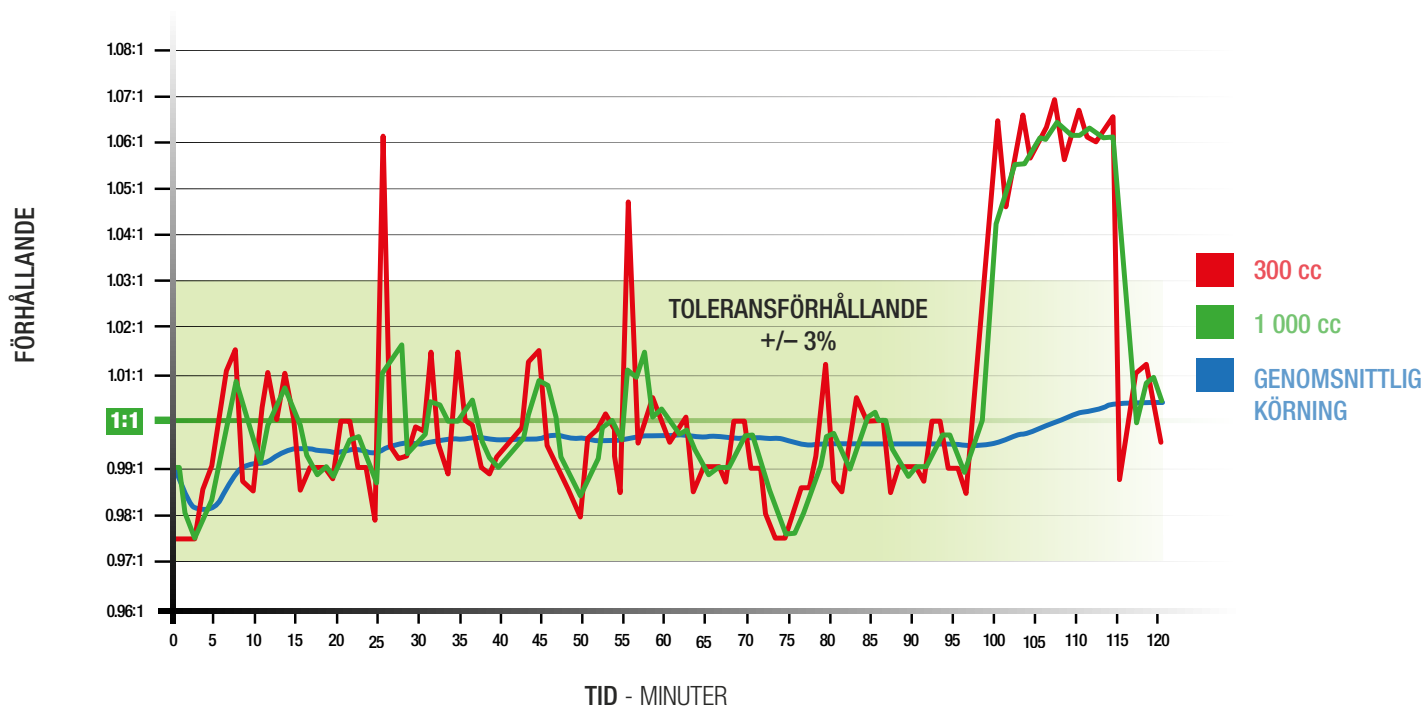
cm <sup>3</sup>	gallon	liter
100	0,026	0,100
300	0,079	0,300
500	0,132	0,500
<b>1 000</b>	<b>0,264</b>	<b>1,000</b>
1 892	0,500	1,892
3 785	1,000	3,785

Mer information finns på [www.graco.com](http://www.graco.com)

## Vikten av volym -fortsättning

Figur 3 visar vikten av mätförhållandet genom medelvärdet av rätt materialvolym. Som visas när förhållandet mäts med en volym som är för liten, i detta fall 300 cm<sup>3</sup>, finns det några få fall (minuter 25 och 55) med en enda punkt utanför toleransfönstret. Om förhållandet skulle mätas med hjälp av denna volym skulle ett förhållandelarm ha inträffat vid dessa fall. Men dessa punkter fortsätter inte att uppträda vid upprepade tillfällen och är inte en indikation på ett sant felförhållande. Genom att välja en något större medelvärdesvolym, i det här fallet 1 000 cm<sup>3</sup>, undviks de två punkter som skulle ha orsakat en störningssignal, men den genomsnittliga volymen är fortfarande känslig nog för att upptäcka ett problem när mer än en punkt ligger utanför toleransförhållandet (minuter 101-116). Dessa punkter representerar en sant förhållandeproblem. Figur 3 visar också felaktigheten att använda en genomsnittlig körning för att mäta förhållandet. Även efter sprutning har pågått i bara några minuter blir den genomsnittliga körningen en relativt rak linje och visar inte sanna fluktuationer i förhållande. Felförhållandevillkoret som visas i minuter 101-116 går inte att upptäcka.

### VOLYMENS PÅVERKAN PÅ KORREKT BLANDINGSFÖRHÅLLANDE



**Figur 3:** Diagram som visar nödvändigheten att välja rätt volym till mätt förhållande. Samma data visas med beräknat förhållande vid tre olika volymer: 300 cm<sup>3</sup>, 1 000 cm<sup>3</sup> och en genomsnittlig körning. Vid 300 cm<sup>3</sup> skulle några störningsalarm uppstått men att använda ett löpande medelvärde skulle inte ha upptäckt ett verkligt problem med förhållanden.

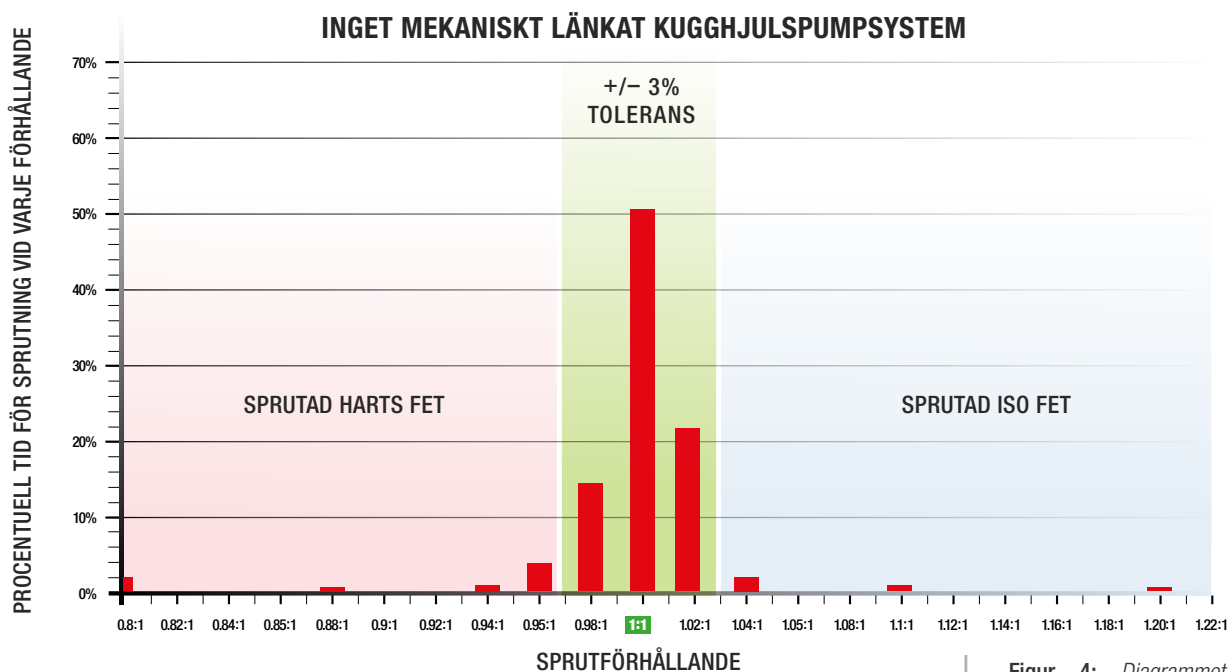
Mer information finns på [www.graco.com](http://www.graco.com)

## Vikten av volym -fortsättning

Var försiktig om ditt system räknar ut ett förhållande genom att använda ett löpande medelvärde av den totala mängden använt material. Inom några få minuter blir förhållandedata meningslösa eftersom verkliga felaktiga blandningsförhållanden inte längre kan upptäckas. När en volym som är för stor används för att beräkna förhållandet kan det maskera potentiella felförhållandetilstånd; ju större medelvolymen är, desto större är risken för att ett felförhållande inte upptäcks.

Ett exempel som bättre illustrerar problemet om att använda en volym som är för stor när förhållandet räknas ut kan ses i figur 4 nedan. Figur 4 visar aktuell sprutdata från en icke-mekaniskt länkad doserare beroende av flödesmätare för att styra volymen. Denna typ av doserare anpassar ständigt flödena i ett försök att hålla sig inom korrekt blandningsförhållande. När A- och B-flödena justeras över- och underskrids det önskade målet och därefter konstant korrigeras. Den här processen med konstant förändring gör det möjligt att fördela material både A- och B-fett, ibland kraftigt utanför det önskade toleransfönstret.

Data som visas i Figur 4 visar variabiliteten i förhållandet om det skulle ha beräknats med en liten materialvolym, i detta fall 1000 cm<sup>3</sup>. Eftersom maskinen använde den löpande volymen av levererat material, 223 l, varnade den aldrig användaren för ett förhållandeproblem. Det här systemet rapporterade att materialet sprutades med förhållandet 1:1 trots att det i själva verket sprutades över 10 % av materialet med felförhållande; det betyder att 42 l sprutades utanför det önskade toleransfönstret. Några av de använda materialen hade så mycket som ±20 % felförhållande.



**Figur 4:** Diagrammet visar aktuella sprutdata för en icke-mekaniskt länkad kugghjulspumpdosering. Systemet fördelar utanför 3 %-toleransen över 10 % av tiden. Förhållandena beräknades med hjälp av ett 1 000 cm<sup>3</sup> medelfönster.

Mer information finns på [www.graco.com](http://www.graco.com)

# Att förstå enkelpunktsvariabler

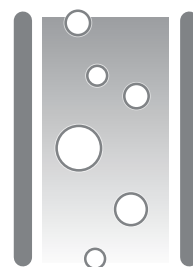
## Luft i vätskeflödet

Att luft kommer in i ditt vätskeflöde är en av de vanligaste orsakerna för felförhållande. När luft har inneslutits i vätskan kan den fastna i slangar, värmare, rör m.m. och kan fortsätta att skapa fortsatta förhållandeproblem ända tills all innesluten luft har luftats ut. Upptäckt av luft i vätskeflödet är beroende av situationen.

**Slut på kemikalier:** När materialet i fatet/behållaren är uttömt och matarpumpen fortsätter att pumpa, kommer komprimerad luft tryckas in i vätskeflödet. När luft pressas in kommer ändå vätsketrycket för inloppsvätskan oftast ligga över tröskelvärdet för inloppstryckslarmet, vilket gör att detta förhållande inte upptäcks av övervakning för inloppstrycket. Luften i vätskeflöde påverkar slutligen utloppsvätsketrycket och vätskekvoten den fortsätter ut genom doseraren. Både en övervakning av utloppstrycket och flödesmätare kan upptäcka problemet. Det är viktigt att komma ihåg att upptäcktsmetoden är för att förhindra ett felförhållande, inte för att upptäcka en trasig matningspump. Därför kommer det förmodligen att finnas ett kort tidsintervall från när matarpumpen börja pumpa ut materialet till när det här problemet börjar orsaka ett upptäckningsbart felförhållande av vätskeflödet. Ett antal nyckelfaktorer kommer att påverka vilken metod som kommer att vara den som först upptäcker problemet. Faktorena inkluderar: alarmvärde för tryckobalans, toleransvärde för förhållande, längd på uppvärmd slang, materialviskositeter, tryckinställning och utlösningmönster.

**Luft som inneslutits i vätskeflödet:** Ett annat problem uppstår när luft har inneslutits i vätskeflödet. Luft innesluts när det tomma fatet/behållare med material byts ut mot ett nytt fat/behållare med material och det nya materialet matas in i vätskeflödet utan att först ordentligt lufta ut luft som inneslutits. I denna situation har luft inneslutits mellan nytt och bestående gammalt material. När nytt trycksatt material läggs till vätskeflödet fungerar den inneslutna luften som en ackumulator, vilket döljer att detta problem upptäcks genom att övervaka inloppstrycket och göra övervakning av utloppstrycket ännu svårare. När den inneslutna luften sönderdelas börjar den att röra sig genom vätskeflödet och fortsätter genom doseraren vilket resulterar i ett felförhållande. Flödesmätaren är det bästa sättet att upptäcka detta problem på.

Att kunna felsöka och diagnostisera det här problemet kan ibland vara svårt eftersom skummet som fördelas kan se ut att vara bra. När luftbubblor är inneslutna i matningsslangar eller doserarsystemet kan de fortsatt förbli inneslutna även vid användning av traditionella reningsmetoder. Luftbubblor som inneslutits i vätskeströmmen kan vara en källa till pågående förhållandeproblem, eftersom de sakta sönderdelas och arbetar sig igenom systemet. Känsligheten att få en luftbubbla och hur lätt det är att lufta ur luftbubblan beror på många individuella omständigheter, inklusive: mängden luft som förs in i vätskeflödet, viskositeten hos materialet som pumpas, cykler per minut av doseringspumpar och hur materialslangarna leds i sprututrustningen.





# Att förstå enkelpunktsvariabler - fortsättning

## Luft i vätskeflödet - fortsättning

Förhållande problemen som orsakas av att ha luft i vätskeflödet kan lösas och undvikas genom att helt lufta ut all luft från vätskeflödet. Graco har utvecklat en enkel procedur som ska följas för att lufta ut innesluten luft. Luftningen går till på följande sätt:

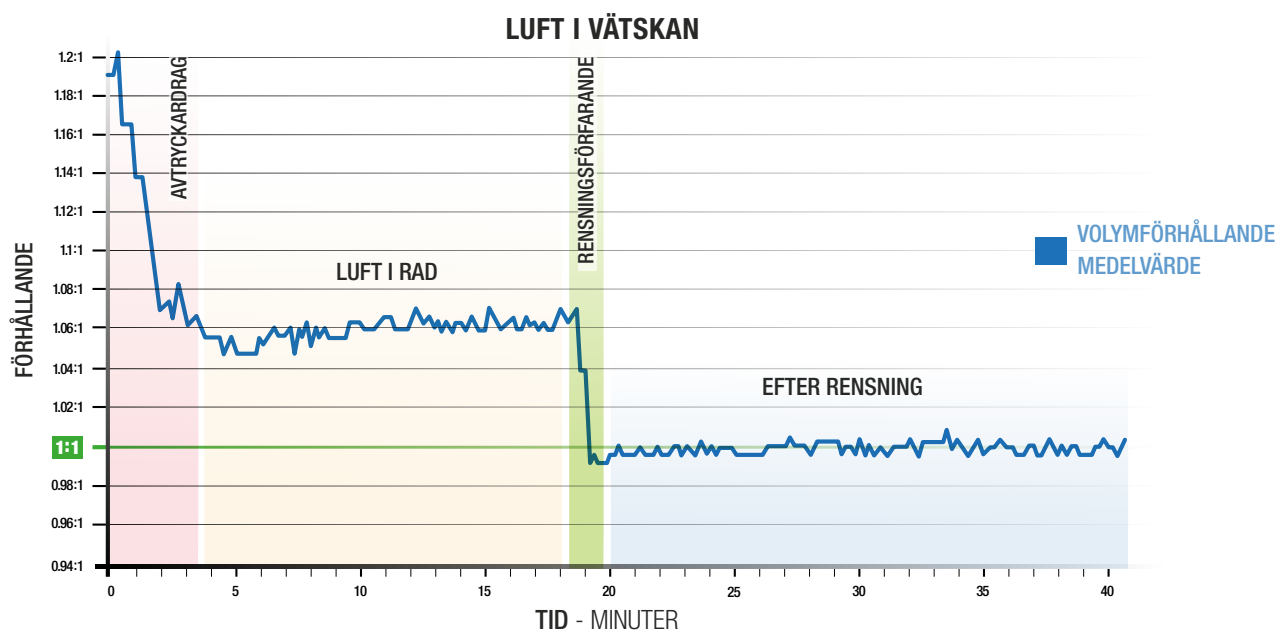
### Lufta ut luft som inneslutits i matningsslangar

1. Stäng av doserarmotorn
2. Ta bort lufttrycket till matningspumpen genom att lossa tryckluftledningen
3. Vrid öppningsventilen till återcirkuleringsläge
4. Ställ in lufttrycksledningen på 6 eller 7 bar
5. Öka snabbt lufttrycket till matningspumpen genom att koppla in tryckluftledningen
6. Tryck på steginställningsknappen på ADM, ställ in steginställningshastigheten till J20
7. Sätt på Reactor-motorn. Lyssna på ett "knackande" ljud från returlinjerna; fortsätt att köra tills allt knackande ljud har upphört och det kommer ut ett jämnt vätskeflöde från returslangen

### Lufta ut luft som inneslutits i doserare pump/värmare

8. Vrid tillbaka utlösningventilen till sprutposition
9. Demontera luftmatningsslangar till matningspumpar
10. Tryck på motorns strömknapp för att avsluta steginställningsläget
11. Vrid snabbt öppningsventilen till öppen position. Lyssna på ett "knackande" ljud från returlinjerna; fortsätt att köra tills allt knackande ljud har upphört och du har ett jämnt vätskeflöde som kommer ut från returslangen.

**Figur 7:** Diagrammet visar ett fel förhållande villkor som orsakas av luft i vätskeflödet. När avtryckaren trycks faller förhållandet snabbt från 1.20:1 till ungefär 1.06:1. Förhållandet förblir högt ända tills rensningsförfarandet är färdigt med att lufta ut all luft från vätskeflödet. Efter rensningsförfarandet är förhållandet nästan 1:1.



Mer information finns på [www.graco.com](http://www.graco.com)

## Underdimensionerade matarpumpar

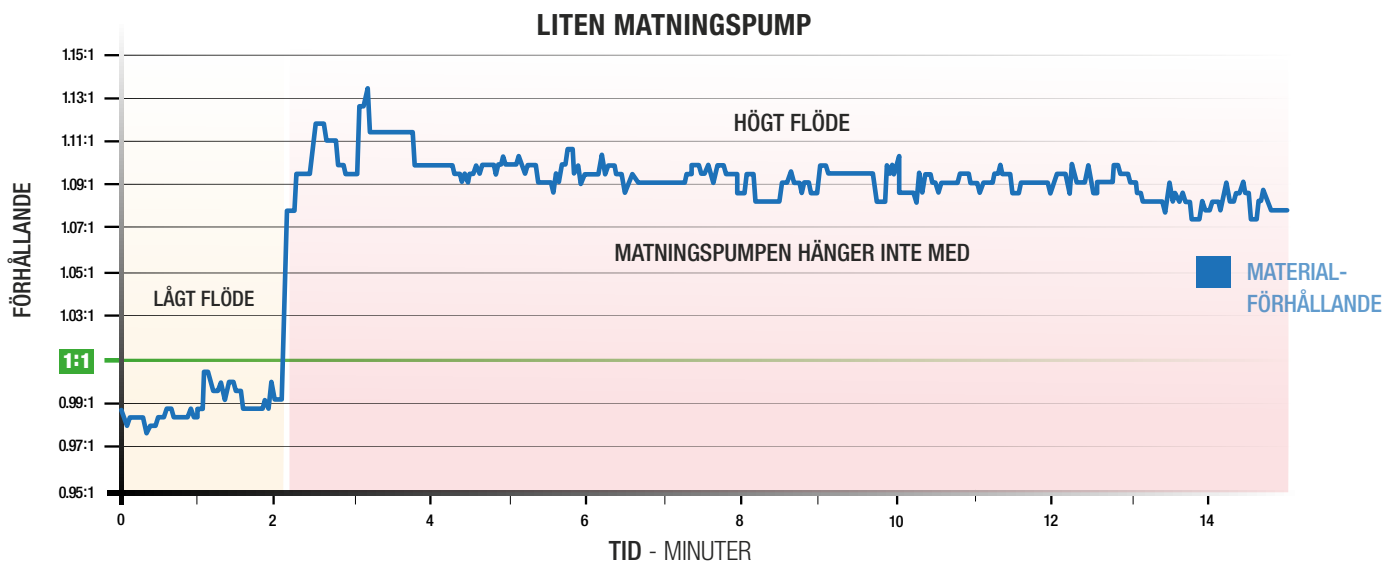
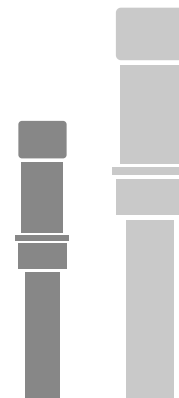
Ett tillstånd utanför förhållandet kan uppstå när den önskade vätskeproduktionen på pistolen överstiger volymen av material som matningspumpen(arna) kan leverera. Detta kan bero på ett antal villkor:

- Användning av en för stor blandningskammare
- Användning av ett spruttryck som är för högt
- Skapande av långa avtryckarmoment

Övervakning av inloppstrycket är den bästa metoden för upptäckt av denna typ av problem.

**Denna typ av problem kan lösas på flera sätt beroende på orsaken till problemet:**

- Använd "Reactor Smart Control"-läget: Detaljer om detta verktyg beskrivs i Uppdateringar till Reactor
- Använd en mindre blandningskammare för att minska flödet
- Minska utgångstrycket för doserare
- Justera avtryckarmönstret om långa avtryckarmoment orsakar problemet
- Byt matningspumpar till en pump som kan leverera önskad volym av material



**Figur 6:** Diagrammet visar att förhållandet är nära 1:1 vid sprutning med lågt flöde, men vid sprutning med högt flöde kan matningspumpen inte hålla med vilket leder till en sprutning utanför förhållandet mellan 1.07-1.11:1

### Dålig materialmatning till doserare

Ett tillstånd utanför förhållandet kan uppstå när materialet inte matas korrekt till doseraren. Ett antal problem kan orsaka dålig materialmatning. Möjliga orsaker är: kallt material, matningspumptrycket är inställt för lågt, en skadad matningspump, inget matningspumptryck eller ett igensatt inloppsfilter.

Övervakning av inloppstrycket är den bästa metoden för upptäckt av denna typ av problem.

***Problem som orsakas av dålig materialmatning till doseraren kan lösas på flera sätt beroende på orsaken till problemet:***

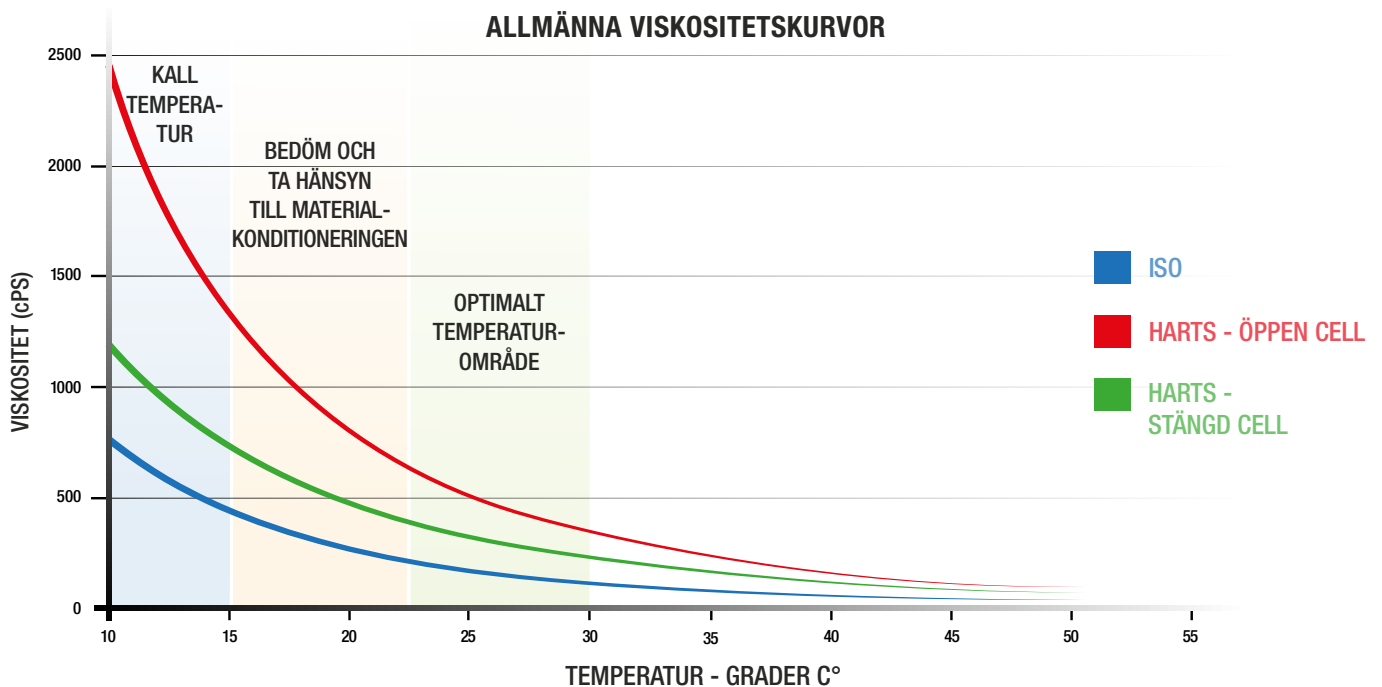
- Anpassa kemikalien i fatet/tanken/behållaren för att vara säker på att materialets viskositet inte är för hög
- Öka lufttrycket till matningspumpen
- Reparera de skadade matningspumkomponenterna: tätningar, kontrollboll, tryckluftmotor
- Säkerställ att tryckluften tillförs matningspumpen på rätt sätt
- Rengör inloppsfiltret i Y-silen



## Dålig materialmatning till doserare

**Kallt material:** Förmodligen är det vanligaste problemet som orsakar dålig materialmatning att materialet i fat/tank/behållare är för kallt. När det gäller sprutskum ökar materialviskositeten när materialtemperaturen minskar. Eftersom viskositeten ökar blir det svårare att pumpa. Om matningspumpen är för liten eller inte konstruerad för att hantera trögflytande material kan den ha problem med att tillräckligt mata doseraren med den nödvändiga mängden material för att behålla förhållandet.

Detta problem kan lösas genom att korrekt anpassa kemikalien/kemikalierna före användning eller genom att använda en matningspump som är skapad för att pumpa trögflytande material. Detta problem är vanligt i kallare klimat där materialtemperaturen kan sjunka under den rekommenderade lagrings- och pumpningstemperaturen. För vanliga sprutskummaterier ökar viskositeten exponentiellt när temperaturen minskar. Figur 7 visar hur kalla temperaturer ökar materialets viskositet.



**Figur 7:** Grafen visar hur viskositeter påverkas av temperaturen. Vid temperaturer under rumstemperatur ökar viskositeten snabbt vilket kan orsaka problem med matningspumpen. Grafen är en generisk representation för sprutskumkemikalier. Viskositeter av faktiska material som används bör verifieras med kemikalietillverkaren.

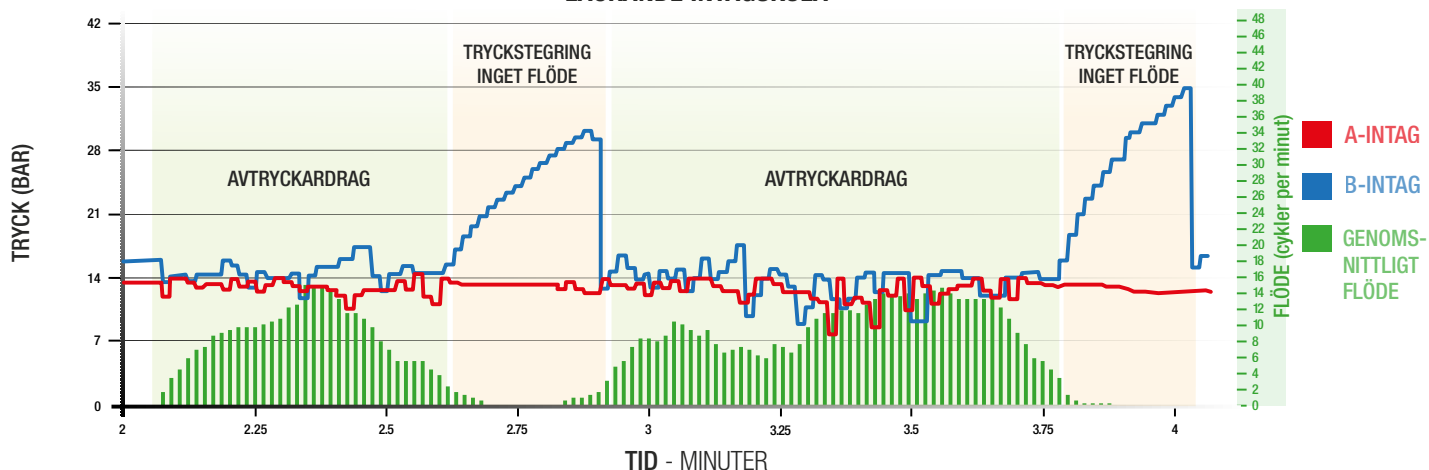
## Doseringspumpproblem

Ett antal problem med doseringspumpen kan orsaka problem med förhållandet.

**Skadad fotventilkula/säte till doseringspumpen:** Ett problem med fotventilkulan/sätet till doseringspumpen kan leda till att högtrycksvätska läcker förbi kulan/sätet och in i matningsslangen. Detta kan resultera i dålig pumpningseffektivitet och överdrivet tryck i matningsslangen. Övervakning av inloppstrycket för ett högt tryck är den bästa metoden för upptäckt av denna typ av problem. Detta problem kan lösas genom att reparera doseringspumpfotventilens skadade komponenter.



LÄCKANDE INTAGSKULA



Figur 8: Grafen visar trycktoppar på B-inloppet under perioder utan flöde. Trycktopparna indikerar problemet att doseringspumpens fotventil inte motstår vätsketrycket.

**Skador på doserarens kolvkula/säte eller doseringspumpens tätning:** Ett problem med doserarens sliten eller skadad kolvkula/säte eller doserarens pumptätning(ar) kan resultera i att vätska läcker från tätningen/tätningarna eller bollkontrollen vilket leder till att pumpen inte matar ut allt material och kan på så sätt orsaka en avvikelse från förhållandet. Flödesmätare är den bästa detekteringsmetoden för den här typen av problem. Detta problem kan lösas genom att reparera doserarens skadade kolvkula/säte och/eller doserarens pumptätningsskomponenter.

## Att förstå enkelpunktsvariabler - fortsättning

### Vätskeläckage

Vätskeläckage kan orsaka utmatning som avviker från förhållandet beroende på läge. Stora läckor kan vara enkelt att upptäcka på grund av att det läckande materialet syns i spruttriggen eller på arbetsplatsen. Mindre läckor kan inte vara lika lätta att upptäcka visuellt. En liten stifthållläcka i en uppvärmd slang kan till exempel döljas under slangens konstruktionsmaterial. Att kunna upptäcka ett vätskeläckage är inte bara viktigt för att upptäcka en avvikelse från förhållandet, men också för att minska risken för behovet av en stor sanering.

**Läckage mellan doseringspump och flödesmätare:** Flödesmätare är den bästa metoden för att upptäcka ett vätskeläckage mellan doseringspumpen och flödesmätaren.

**Läckage i uppvärmd slang:** Övervakningen av utloppstrycket är den bästa metoden för att upptäcka ett vätskeläckage i den uppvärmda slang.

Dessa problem kan lösas genom att reparera/ersätta komponenten/komponenterna som orsakar vätskeläckaget.

### Vätskebegränsning i en uppvärmd slang eller sprutpistol

Vätskebegränsningar efter flödesmätarna kan inte skapa ett tillstånd utanför förhållandet, men kan orsaka dålig blandning. Att kunna upptäcka förhållanden som kan orsaka dålig en blandning är lika viktigt som att upptäcka avvikande förhållanden.

**Blockering eller läckage i uppvärmd slang:** Övervakningen av utloppstrycket är den bästa metoden för att upptäcka en materialbegränsning i de uppvärmda slangarna.

**Igensatt pistolfilter eller inkopplad pistolöppningar för blandning:** Övervakningen av utloppstrycket är den bästa metoden för att upptäcka en materialbegränsning på grund av igensättning i pistolfiltret eller i pistolens öppningar för blandning (sidotätningar).

Dessa problem kan lösas genom att ta bort materialet som orsakar vätskebegränsningen. Om begränsningen är i de uppvärmda slangarna kan slangerna behöva spolas ren eller bytas ut. Om begränsningen är i pistolen, bör pistolen och/eller pistolkomponenterna rengöras ordentligt.



# Uppdateringar till Reactor

Ett antal uppdateringar till Reactor 2 har genomförts till följd av studier och bättre förståelse av de olika typerna av *enkelpunktsvariabler* och de detekteringsmetoder som krävs för att identifiera dessa förhållanden.

- **Flödesmätare är standard på Reactor-elitmodeller:** Alla Reactor 2-elitmodeller E-30, H-30, H-40 och H-50 har nu flödesmätare.

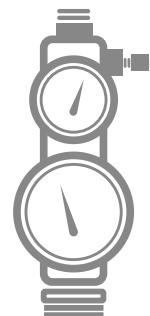
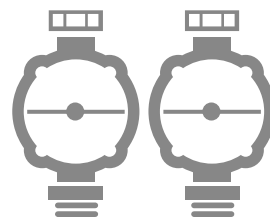
Fabriksinställningar för flödesmätare är följande:

- Förhållandetolerans inställd till 5 %. Kunderna kan ändra förhållandetolerans mellan 3 %-20 %.
  - Förhållandelarm kommer att avaktiveras. Kunderna kan aktivera förhållandelarm via Advanced Display Module (ADM)-förberedelser menyn. Aktiverade förhållandelarm stänger av Reactor när en avvikande förhållandetolerans upptäcks. När larmen är avaktiverade kommer förhållandet fortfarande att visas på ADM-startskärmen och förhållandedata kommer samlas in och sparas. Rapporter för förhållanden kommer att vara tillgängliga genom Reactor-appen.
- **Förändringar i tryckövervakning:** På grund av betydelsen av en tryckövervakning som en del av Reactors förhållandesäkringssystem måste kunder som är intresserade av att kunna upptäcka eventuella felförhållanden vara säkra på att inloppstryckövervakningen är installerad när de lägger till flödesmätaren till deras system. Reactor-programmet uppdaterades vilket kräver att både övervakningen av inloppstrycket och tryckobalanslarmet aktiveras med hjälp av flödesmätarna.

Reactor elitmodellerna inkluderar övervakning av inloppstrycket som standard men inloppsövervakningen måste läggas till icke-elitmodeller när flödesmätare används. Av denna anledning har fem nya flödesmätarsatser skapats för att tillhandahålla flödesmätare och nödvändig hårdvara för inloppsövervakningen för varje Reactor-typ: E-30, E-30 elit, E-30i, H-30/40/50 och H-30/40/50 elit.

Reactor 2-programmet har uppdaterats för att optimera övervakningen av inloppstrycket för lågtryckslarm och har nu lagt till detektering för problem angående högt inloppstryck. Att ha en övervakning av inloppstryck installerad utan uppdateringar leder till att Reactor 2 programmet inte kommer att upptäcka vissa förhållandeproblem på rätt sätt. Reactor-programmet bör uppdateras till version 3.02 eller nyare.

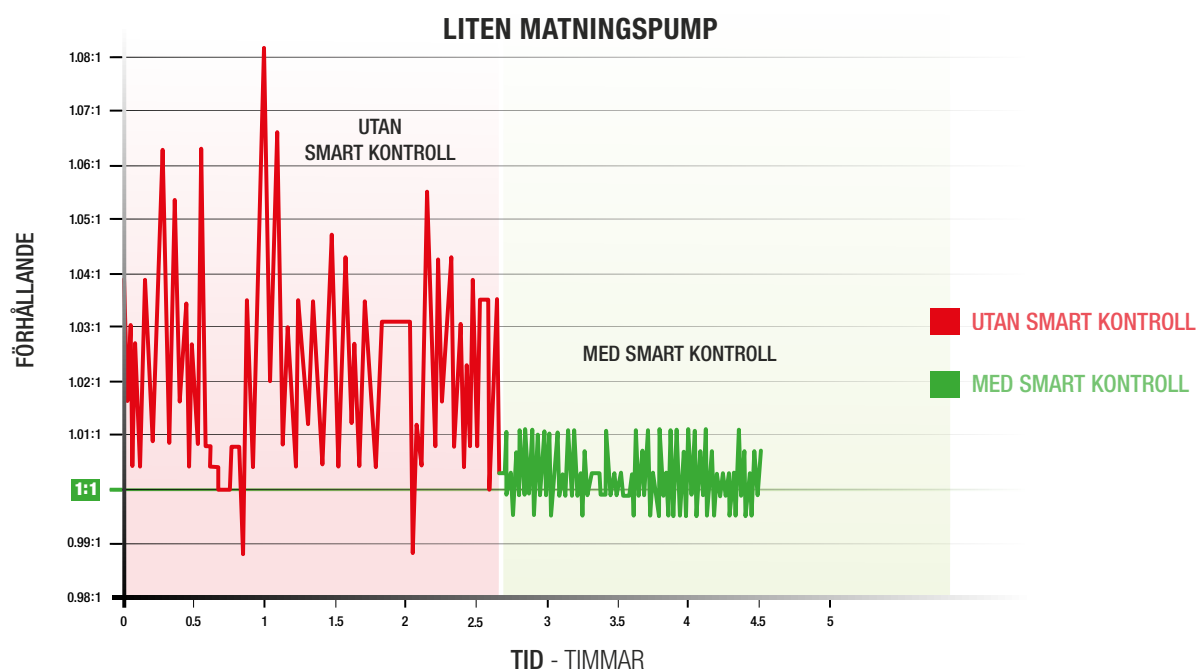
En ytterligare förändring på eldrivna Reactor elitmodeller är placeringen av tryckgivare för inloppet i Y-silen. Platsen har ändrats för att optimera problemidentifieringen. För äldre eldrivna Reactor elitmodeller kommer platsen för tryckgivaren i inloppet att behöva flyttas till den nya platsen efter Y-sil-inloppsfiltret för optimala detekteringsresultat. Se manual 3A6738 för korrekt installationsinformation.



## Uppdateringar till Reactor - fortsättning

- **Reactor Smart Control:** För att minimera avstängningsfrekvensen för vissa avvikande förhållanden som orsakas av problem med matningspumpen, har Graco utvecklat ett nytt program för eldrivna modeller för Reactor 2. Den här nya programvarufunktionen kallas "Reactor Smart Control". Reactor Smart Control-läget kommer automatiskt att göra justeringar i Reactor för att försöka förhindra utmatning med avvikande förhållanden. Reactor Smart Control kommer att aktiveras som standardinställning på nya eldrivna Reactor elitmodeller. Kunder kan avaktivera Reactor Smart Control i ADM-systemets inställningsmeny.

Reactor Smart Control använder utformningen av den eldrivna Reactor till sin fördel. Eldrivna Reactor-pumpar är dubbelverkande. Detta innebär att en kemikalie pumpas ut på UPP- och ner på NED-pressen av pumpen. Emellertid tas kemikalien endast in i pumpen på fyllningspressen (upp-riktning). Gracos nya Reactor Smart Control kör pumpen vid den hastighet som behövs för att mata ut ordentligt. Detta uppnås genom övervakning av inloppstryckgivaren. När inloppstrycket är otillräckligt för att korrekt mata kemikalien i pumpen kommer Reactor att köra långsammare på UPP-slaget. För att kompensera för hastighetsförlusten går pumpen snabbare på NED-pressen. Sammantaget kommer trycket på pistolen bara påverkas om matningen är kraftigt begränsad och inte kan hänga med. Denna funktion kan endast användas på eldrivna Reactors. Hydrauliska Reactors kräver manuell inställning av hydraultrycket för att kontrollera pumpens hastighet. Programvaran kan inte användas för att kompensera för problem med matningspumpen av hydrauliska modeller.



Figur 9: Grafen visar fördelen med att använda Reactor Smart Control-läget.

Mer information finns på [www.graco.com](http://www.graco.com)



## Uppdateringar till Reactor - fortsättning

- **ADM-uppdateringar:** Förhållandet kommer att visas numeriskt med formatet XX:1 vilket motsvarar förhållandet mellan A:B. En förhållandemätare kommer också att visas på ADM:s startskärm när flödesmätarna är aktiverade.

Systeminställningsmenyerna har uppdaterats för att inkludera:

- En rullgardinsmeny för att välja "flödesmätare"
  - Aktivera förhållandelarmen
  - Justering av förhållandetoleransen
  - Aktivera Reactor Smart Control
  - K-faktorer för A och B flödesmätare
  - Enkel aktivering av ett tryckobalanslarm
  - Inloppstemperaturen avlägsnas som en avvikelse
  - Larmtröskeln för inloppstrycket kan inte justeras
- **Förhållande-rapporter:** Sann volymetrisk flödesdata samlas nu in med hjälp av flödesmätare. Dessa data är viktiga för att visa korrekt installation av material. Genom användning av Reactor-appen kan kunder nu visa, spara, skicka och skriva ut rapporter som sammanfattar deras sprutdata inklusive förhållande. Det finns ett antal förhållanderapporter som finns i ett PDF- eller Excel-format: en rapport om förhållandesammanfattningen och rapport om förhållandedetaljerna och ett förhållandediagram.



Som en isoleringsentreprenör blir det allt viktigare att förstå installationsparametrarna för sprutskum inklusive temperaturer, tryck och förhållande. Byggare, villaägare och arkitekter fortsätter att begära och specificera mer sprutskum som deras val för isolering. Därför blir de mer utbildade i processen och ber nu om en försäkran om att jobbet installeras korrekt. Att ha rätt utrustning för att övervaka och upptäcka eventuella problem och har förmågan att samla in den information som krävs för att tillhandahålla installationsbevis är viktigt. En entreprenör som förstår de potentiella problemen vet hur man minimerar uppkomsten av problem och hur man snabbt lösa dem om de inträffar och kommer att skilja sig från konkurrensen.

## BIOGRAFI

### Författare:

- **Nick Pagano** är Senior Marketing Manager och global produktansvarig för Applied Fluid Technologies Division på Graco Inc. och arbetar i Minneapolis MN. Nicks fokus ligger på Gracos sprutskum och polykarbamid utrustning. Nick har över 20 års erfarenhet inom sprutskumindustrin. Nick har en BS i industriteknik från Pennsylvania State University och en MBA från Monmouth University

### Bidragande ingenjörer:

- **Mark Brudevold** är en teknisk chef för Applied Fluid Technologies Division på Graco Inc. och arbetar i Minneapolis MN. Mark har över 12 års erfarenhet i konstruktionsteknik. Mark har en BS i elektroteknik från University of Minnesota
- **Benjamin Godding** är en elektronikingenjör för Applied Fluid Technologies Division på Graco Inc. och arbetar i Minneapolis MN. Ben har över 10 års erfarenhet i konstruktionsteknik. Ben har en BS i elektroteknik från St. Cloud State University
- **Andrew Spiess** är en ledande maskiningenjör för Applied Fluid Technologies Division på Graco Inc. och arbetar i Minneapolis MN. Andrew har över 11 års erfarenhet i konstruktionsteknik. Andrew är utbildad i konstruktionsritning och formgivning vid Dunwoody College of Technology
- **Matthew Theisen** är en ledande maskiningenjör för Applied Fluid Technologies Division på Graco Inc. och arbetar i Minneapolis MN. Matt har över 12 års erfarenhet i konstruktionsteknik. Matt har en BS i maskinteknik från University of Minnesota

© 2019 Graco DISTRIBUTION BVBA  
350238SV Rev. A 7/19

*Alla texter och bilder i detta dokument är baserade på den senaste tillgängliga produktinformationen vid publiceringen. Graco förbehåller sig rätten att när som helst och utan förvarning utföra tekniska ändringar. Alla andra företagsnamn och varumärken används endast i informationssyfte och tillhör sina respektive ägare*