



Massastroming en kernstroming bij silo's

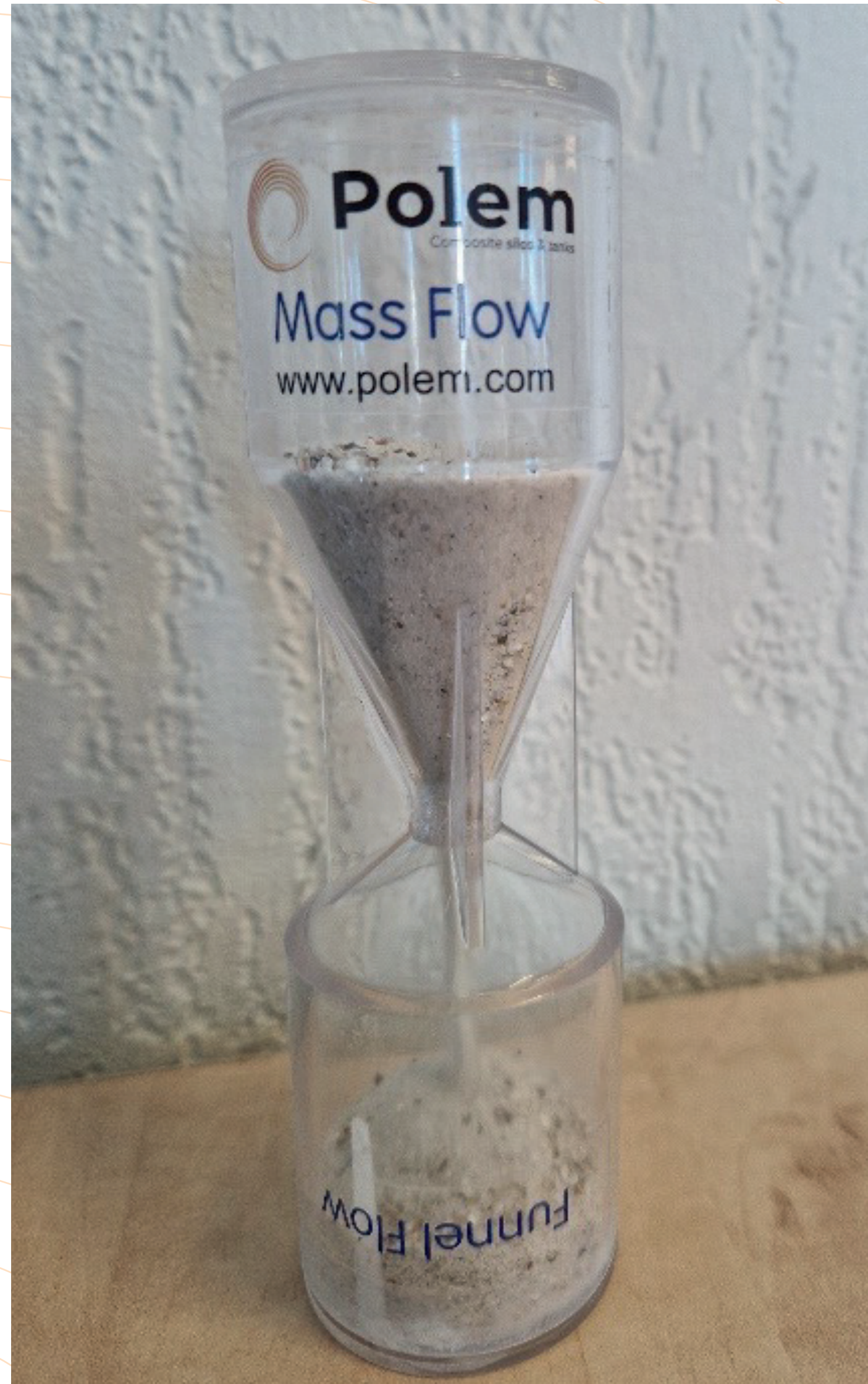
Taking care of your products!



Massastroming en kernstroming bij silo's

In de wereld van bulkopslag zijn silotechnologieën essentieel voor de efficiënte opslag en distributie van droge materialen zoals graan, cement en chemicaliën. Hoewel het doorgaans niet moeilijk is om een product in een silo te krijgen, vormt het een uitdaging om het product er op de gewenste en meest gunstige wijze uit te halen. Hierbij speelt de trechtervorm een cruciale rol. De stromingspatronen van materialen in silo's zijn ook van groot belang voor de prestaties, efficiëntie en onderhoudskosten van deze opslagsystemen. Twee fundamentele stromingspatronen in silo's zijn massastroming (mass flow) en kernstroming (funnel flow).

Deze whitepaper biedt een gedetailleerd overzicht van deze stromingspatronen, hun kenmerken, voor- en nadelen, en de impact op silo-ontwerp en -beheer.



Massastroming

Massastroming, ook bekend als mass flow, treedt op wanneer het gehele materiaal in de silo in beweging komt zodra materiaal uit de uitlaat wordt verwijderd. Dit betekent dat alle lagen van het materiaal tegelijkertijd dalen, en het materiaal langs de wanden van de silo stroomt. Van massastroming is sprake als bij het onttrekken van product de gehele stortgoedmassa in de silo omlaag zakt. Hoewel kleine snelheidsverschillen

kunnen optreden, zijn er geen stilstaande zones. De stroomsnelheid is betrekkelijk laag en de stroming is goed regelbaar. Massastroming waarborgt het 'First in First out' (FIFO) -principe en is met name gewenst bij de opslag van bederfelijke producten zoals voedingsmiddelen. Een nadeel van massastroming kan zijn dat bij schurende bulkgoederen de wrijving ervan tegen de silowand slijtage veroorzaakt.

Een silo-model waarin massastroming optreedt (op zijn kop gezet laat het model kernstroming zien).

Kenmerken van massastroming

- **Uniforme depletie:** Alle materialen bewegen gelijkmatig naar beneden, wat resulteert in een first-in, first-out (FIFO) patroon.
- **Minimale segregatie:** Door de uniforme beweging van het materiaal is er minder kans op segregatie van deeltjes van verschillende groottes.
- **Snellere uitlaat:** Materiaal beweegt sneller door de uitlaat, wat leidt tot efficiëntere uitlaadprocessen.
- **Hogere wanddruk:** Omdat het materiaal langs de wanden van de silo beweegt, wordt er meer druk uitgeoefend op de silo zelf, wat invloed heeft op het ontwerp en de kosten.

Voordelen van massastroming

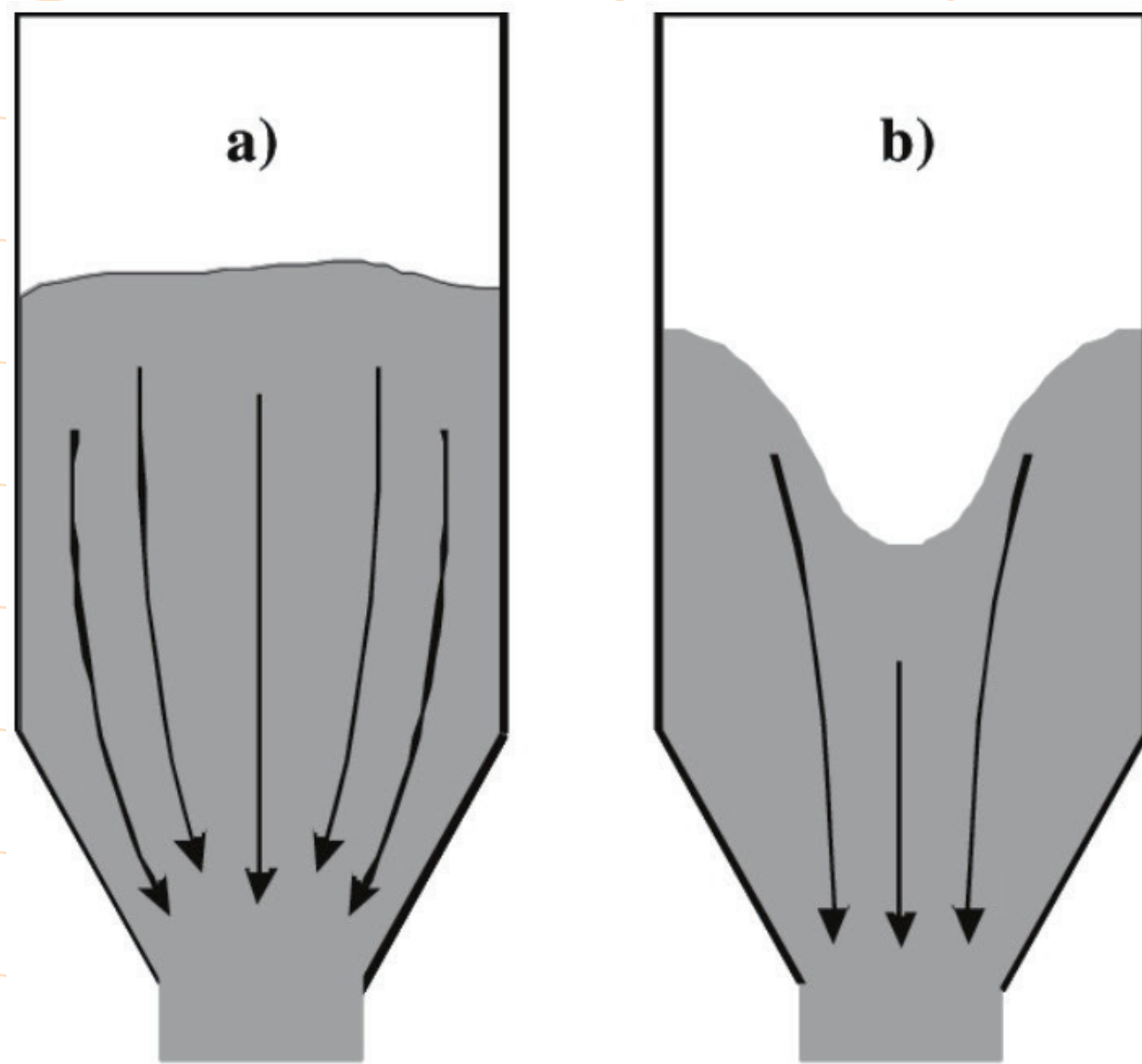
- **Consistente materiaalkwaliteit:** Het FIFO-patroon zorgt ervoor dat oudere voorraad als eerste wordt gebruikt, wat de consistentie van de materiaalvoorraad bevordert.
- **Verhoogde efficiëntie:** De gelijkmatige en snelle beweging van materiaal zorgt voor efficiëntere uitlaadprocessen.
- **Vermindert kanalisatie:** Vermindert de kans op brugvorming en kanalisatie binnen de silo.

Nadelen van massastroming

- **Hogere constructiekosten:** De silo's moeten robuuster worden gebouwd om de verhoogde druk op de wanden te weerstaan.
- **Onderhoudsuitdagingen:** De constante beweging van materiaal kan leiden tot hogere slijtage van de silo-wanden en andere interne componenten.



*De gelijkmatige en snelle
beweging van materiaal
zorgt voor efficiëntere
uitlaadprocessen.*



Silo's met massastroming (a) en kernstroming (b).

Kernstroming

Kernstroming, of funnel flow, treedt op wanneer materiaal alleen in het centrale deel van de silo beweegt, terwijl het materiaal aan de randen stilstaat. Dit creëert een trechtervormig stromingspatroon waarbij het materiaal in het midden van de silo naar beneden beweegt en het materiaal aan de zijkanten stilstaat totdat de centrale kolom leeg is. Van kernstroming is sprake als bij de uitstroming van product het stortgoed dat zich bevindt bij de wand van de silo aanvankelijk in rust blijft. Er vormt zich bij het uitstromen van product spontaan een (trechtervormig) kanaal in de kern van de silo, boven de uitstroomopening. Dit kanaal wordt van bovenaf vanuit de stilstaande gebieden bijgevuld. De stroming is soms minder regelmatig vanwege het schoksgewijs instorten van de dode zones. Van FIFO is geen sprake. Als de silo niet regelmatig geheel wordt leeggedraaid – maar steeds bijgevuld – kan het stortgoed in de dode zones op den duur bederven, klonteren of aan de wand vastkoeken. Een voordeel van kernstroming is dat bij schurende bulkgoederen de silowand minder snel slijt.

Kenmerken van kernstroming

- **Trechtervormige beweging:** Materiaal beweegt alleen in een kolom in het midden van de silo, terwijl de rest van het materiaal stilstaat.
- **Segregatie:** Grotere en zwaardere deeltjes kunnen naar de randen van de silo verplaatsen, wat kan leiden tot segregatie van de materialen.
- **Langzamere uitlaat:** De stromingssnelheid van het materiaal is doorgaans lager dan bij massastroming.

Voordelen van kernstroming

- **Lagere constructiekosten:** De silo kan minder robuust worden gebouwd, omdat de druk op de wanden lager is.
- **Eenvoudiger onderhoud:** Minder slijtage aan de wanden van de silo, waardoor onderhoudskosten kunnen worden verminderd.
- **Geschikt voor niet-cohesieve materialen:** Beter geschikt voor materialen die niet aan elkaar plakken of bruggen vormen.

Nadelen van kernstroming

- **Inconsistente materiaalkwaliteit:** Het last-in, first-out (LIFO) patroon kan leiden tot inconsistenties in de materiaalkwaliteit.
- **Segregatieproblemen:** Verschillende deeltjesgrootten en dichtheden kunnen leiden tot segregatie, wat de kwaliteit en consistentie van het uitgestroomde materiaal beïnvloedt.
- **Kanalisisatie:** Kan leiden tot brugvorming en kanalisatie, waardoor de uitlaat geblokkeerd kan raken en de stroming wordt belemmerd.

Toepassingen en overwegingen

De keuze tussen massastroming en kernstroming hangt af van verschillende factoren, waaronder het type materiaal, de gewenste uitlaatstroom, de opslagduur, en de kostenoverwegingen.

- **Materialen:** Voor cohesieve materialen die gevoelig zijn voor segregatie is massastroming meestal de betere optie. Voor niet-cohesieve materialen kan kernstroming voldoende zijn.
- **Opslagduur:** Als materialen langere tijd worden opgeslagen, kan massastroming helpen om consistentie te behouden en kwaliteitsverlies te voorkomen.
- **Kosten:** Kernstroming biedt lagere constructiekosten, maar kan leiden tot hogere operationele kosten door mogelijke problemen met segregatie en uitlaatblokkades.

Voor cohesieve materialen die gevoelig zijn voor segregatie is massastroming meestal de betere optie.

Stromingspatronen van verschillende materialen in silo's

Bij het opslaan van materialen in silo's hangen stromingspatronen sterk af van de fysische eigenschappen van het materiaal. De belangrijkste stromingspatronen zijn massastroming en kernstroming, elk met specifieke kenmerken afhankelijk van het type materiaal:



Bulkgoed, stortgoed, vaste stof, cohesieve materialen, poeder, droge stof, plakkerige materialen, granulaat, korrelvormig materiaal.



Granulaire materialen

- **Voorbeelden:** Graan, rijst, suiker, zand.
- **Massastroming:** Bij goed ontworpen silo's, vanwege uniforme korrelgrootte en lage cohesie, resulterend in een FIFO-patroon.
- **Kernstroming:** Bij minder goed ontworpen silo's of bij variabele vochtigheidsniveaus, wat kan leiden tot segregatie en kanalisatie.

Poederachtige materialen

- **Voorbeelden:** Cement, kalk, bloem.
- **Massastroming:** Mogelijk bij gladde wanden en steile hoeken, minimaliseert ophoping en zorgt voor een consistente uitlaatstroom.
- **Kernstroming:** Door hogere cohesie, wat kan leiden tot brugvorming en inconsistenties in materiaalkwaliteit.

Cohesieve materialen

- **Voorbeelden:** Klei, nat zand, bepaalde chemische poeders.
- **Kernstroming:** Gebruikelijk door hoge cohesie, leidend tot brugvorming en kanalisatie.
- **Massastroming:** Bereikbaar met speciale maatregelen zoals beluchtingssystemen of vibrerende bodems.

Grofkorrelige materialen

- **Voorbeelden:** Steenkool, pellets, erts, grind.
- **Kernstroming:** Door grotere en zwaardere deeltjes, leidend tot segregatie.
- **Massastroming:** Minder gebruikelijk, maar mogelijk met gespecialiseerde silo-ontwerpen.

Plakkerige materialen

- **Voorbeelden:** Natte meststoffen, nat zout, kleverige voedselproducten.
- **Kernstroming:** Sterke neiging tot brugvorming en kanalisatie door hoge cohesie.
- **Massastroming:** Moeilijk te bereiken zonder geavanceerde technologieën zoals verwarmde wanden, beluchtingssystemen of mechanische roerders.



P.O. Box 65, 8530 AB Lemmer
Industrieweg 7, 8531 PA Lemmer
The Netherlands

PHONE +31 (0)514 - 56 24 47
EMAIL info@polem.com

Taking care of your products!

www.polem.com