

2014•2015
FACULTEIT INDUSTRIËLE INGENIEURSWETENSCHAPPEN
master in de industriële wetenschappen: energie

Masterproef

Optimalisatie van de capaciteit en efficiëntie van de zeefafdeling bij
Argex NV

Promotor :
Prof. dr. ir. Michael DAENEN

Promotor :
Dhr. JOHNY BULTHEEL
ing. JIRI VERMEULEN
ing. KURT VERNIMMEN

Dries Koekelkoren

Proefschrift ingediend tot het behalen van de graad van master in de industriële wetenschappen: energie

Gezamenlijke opleiding Universiteit Hasselt en KU Leuven

2014•2015
Faculteit Industriële
ingenieurswetenschappen
master in de industriële wetenschappen: energie

Masterproef

Optimalisatie van de capaciteit en efficiëntie van de
zeefafdeling bij Argex NV

Promotor :
Prof. dr. ir. Michael DAENEN

Promotor :
Dhr. JOHNY BULTHEEL
ing. JIRI VERMEULEN
ing. KURT VERNIMMEN

Dries Koekelkoren

*Proefschrift ingediend tot het behalen van de graad van master in de industriële
wetenschappen: energie*

Woord vooraf

Deze masterproef “Optimalisatie van de capaciteit en efficiëntie van de zeefafdeling bij Argex NV” was voor mij een boeiende en zeer fascinerende materie. Een ingenieur gaat nu eenmaal steeds op zoek naar optimalisatiemogelijkheden om een proces te verbeteren. Tijdens het uitwerken van dit proefschrift realiseerde ik mij meer en meer dat communicatie, openheid en transparantie op elk bedrijfsniveau van fundamenteel belang zijn. Een aantal personen wil ik dan ook bedanken voor hun zeer belangrijke steun.

Vooreerst wil ik mijn promotor, Prof. Dr. Ing. Michaël Daenen bedanken voor zijn permanente, professionele en deskundige ondersteuning en begeleiding. Vervolgens zou ik graag mijn dank betuigen aan mijn externe promotoren van Argex, General Manager Johnny Bultheel en Production Manager Jiri Vermeulen, die mij steeds met raad en daad en talrijke adviezen hebben bijgestaan. Eveneens gaat mijn dank uit naar Dhr. Lievens die mij veel heeft bijgebracht op vlak van academische taal en schrijven.

Verder bedank ik alle werknemers van Argex voor hun persistentie en plichtsbewuste medewerking aan mijn onderzoek.

Ten slotte wil ik nog een woord van dank richten aan mijn familie die mij gedurende dit halve thesisjaar mentaal en moreel heeft ondersteund.

Oprechte dank allemaal,

Inhoudsopgave

| | |
|--|----|
| Woord vooraf..... | 1 |
| Lijst van tabellen..... | 5 |
| Lijst van figuren..... | 7 |
| Lijst van gebruikte afkortingen en symbolen..... | 9 |
| Abstract..... | 11 |
| Abstract in English..... | 13 |
| 1 Inleiding..... | 15 |
| 1.1 Situering..... | 15 |
| 1.2 Probleemstelling..... | 23 |
| 1.3 Doelstellingen..... | 24 |
| 1.4 Methode..... | 25 |
| 2 Literatuurstudie..... | 27 |
| 2.1 Productieproces..... | 27 |
| 2.1.1 Historiek..... | 27 |
| 2.1.2 De productie van de korrels..... | 27 |
| 2.1.3 De ontginning van de kleiput..... | 31 |
| 2.1.4 Chemische procesomschrijving..... | 32 |
| 2.2 Toepassingen van de Argexkorrel..... | 34 |
| 2.2.1 Thermovloeren..... | 35 |
| 2.2.2 Geotechniek..... | 36 |
| 2.2.3 Argex Beton..... | 37 |
| 2.2.4 Topargex..... | 38 |
| 2.2.5 Daktuinen..... | 39 |
| 2.2.6 Waterbeheersing..... | 40 |
| 2.2.7 Strooizout..... | 41 |
| 2.2.8 Bio-filtratie..... | 42 |
| 2.2.9 SCC: Zelfverdichtend lichtgewicht beton..... | 43 |
| 2.2.10 Argexproducten..... | 44 |
| 2.2.11 Opmerkelijke eigenschappen..... | 45 |
| 3 Onderzoek van de huidige situatie..... | 47 |
| 3.1 Capaciteitsbepaling..... | 47 |
| 3.1.1 Trommeloven..... | 47 |
| 3.1.2 Transportbanden..... | 49 |
| 3.1.3 Elevatoren..... | 50 |

| | | |
|--------|--|----|
| 3.1.4. | Silo's | 51 |
| 3.1.5. | Zeefinstallatie 1 (DANO)..... | 52 |
| 3.1.6. | Zeefinstallatie 2 (WBM)..... | 53 |
| 3.2 | Efficiëntieonderzoek | 54 |
| 3.3 | Kwaliteitsonderzoek | 55 |
| 4 | Analyse | 57 |
| 4.1 | DANO-zeefinstallatie | 57 |
| 4.2 | WBM-zeefinstallatie | 58 |
| 4.3 | Bijkomende beperkingen..... | 59 |
| 5 | Onderzoek van diverse mogelijke aanpassingen | 61 |
| 5.1 | Capaciteitsverbetering DANO-zeefinstallatie..... | 61 |
| 5.1.1. | Elevator 4 | 61 |
| 5.1.2. | Zeefgebouw DANO | 62 |
| 5.1.3. | Transportband 85 | 63 |
| 5.1.4. | Transportband 84 | 64 |
| 5.1.5. | Transportbanden 81 en 82 | 64 |
| 5.2 | Capaciteitsverbetering WBM-zeefinstallatie | 64 |
| 5.2.1. | Zeefgebouw WBM..... | 64 |
| 5.2.2. | Elevator 6 | 65 |
| 5.2.3. | Transportband 105 | 66 |
| 5.2.4. | Transportbanden 104 en 103 | 66 |
| 5.3 | Efficiëntieverbetering..... | 66 |
| 5.4 | Kwaliteitsverbetering..... | 69 |
| 5.4.1. | Mogelijke metingen..... | 69 |
| 5.4.2. | Microgolfmetingen..... | 69 |
| 5.4.3. | Radioactieve dichtheidsmeting..... | 69 |
| 5.5 | Kosten-batenanalyse | 71 |
| 5.5.1 | Optimalisatie aanvoer..... | 71 |
| 5.5.2 | Capaciteitsverhoging | 71 |
| 5.5.3 | Kwaliteitsverbetering..... | 73 |
| 6 | Besluit..... | 75 |
| | Literatuurlijst | 76 |
| | Bijlage A: Historiek dichtheidsmeting | 77 |

Lijst van tabellen

| | |
|---|----|
| Tabel 1: Densiteit per stortpositie op tussenstock. | 19 |
| Tabel 2: Gegevens densiteitsmeting | 19 |
| Tabel 3: Typische chemische samenstelling Boomse klei | 33 |
| Tabel 4: Argexproducten..... | 44 |
| Tabel 5: Ovencapaciteit..... | 48 |
| Tabel 6: Capaciteit transportbanden..... | 49 |
| Tabel 7: Capaciteit elevator 4&5..... | 50 |
| Tabel 8: Capaciteit elevator 6..... | 50 |
| Tabel 9: Silo inhoud..... | 51 |
| Tabel 10: Zeefwaarden DANO-zeefinstallatie (m ³ /dag)..... | 52 |
| Tabel 11: Zeefwaarden WBM-zeefinstallatie (m ³ /dag)..... | 53 |
| Tabel 12: Testresultaten dynamometer | 55 |
| Tabel 13: OEE DANO 2014 | 57 |
| Tabel 14: OEE WBM 2014..... | 58 |
| Tabel 15: Aanpassingen elevator 4..... | 61 |
| Tabel 16: Parameters "Escort FB 28"..... | 63 |
| Tabel 17: Aanpassingen elevator 6..... | 65 |
| Tabel 18:Parameters VLQ (Katalog, n.d.)..... | 67 |
| Tabel 19: Parameters CRG elektrische aandrijving (Actuators, n.d.)..... | 68 |
| Tabel 20: Kosten optimalisatie aanvoer..... | 71 |
| Tabel 21: Kosten capaciteitsverhoging | 71 |
| Tabel 22: Kosten kwaliteitsmetingen..... | 73 |

Lijst van figuren

| | |
|--|----|
| Figuur 1: Productieproces Argex NV | 15 |
| Figuur 2: Detailweergave productieproces na oven | 18 |
| Figuur 3: DANO-zeefinstallatie..... | 21 |
| Figuur 4: WBM-zeefinstallatie | 21 |
| Figuur 5: Groeve Figuur 6: Transport naar kleivoorbereiding | 27 |
| Figuur 7: De kollergang Figuur 8: De extrusiemachine | 28 |
| Figuur 9: Transport staafjes naar de oven Figuur 10: De oven..... | 29 |
| Figuur 11: Tussenstock | 29 |
| Figuur 12: Silo's voor gezeefde stock Figuur 13: Transport met silowagen..... | 30 |
| Figuur 14: Groeve..... | 31 |
| Figuur 15: Argexkorrel chemische voorstelling..... | 33 |
| Figuur 16: Argexkorrel | 34 |
| Figuur 17: Argex Thermovloer..... | 35 |
| Figuur 18: Argexkorrels kunnen op de juiste plaats geblazen worden met een rendement van 30 m ³ /uur..... | 35 |
| Figuur 19: Argex Geotechniek Figuur 20: Argexkorrels als lichte aanvulling achter stalen damwanden 36 | 36 |
| Figuur 21: Geluidsschermbet in Argexbeton..... | 37 |
| Figuur 22: Topargex..... | 38 |
| Figuur 23: Topargex..... | 38 |
| Figuur 24: Argex daktuin..... | 39 |
| Figuur 25: Waterbeheersing..... | 40 |
| Figuur 26: Argex W..... | 41 |
| Figuur 27: Bio-filtratie, rietveld | 42 |
| Figuur 28: Zelfverdichtend lichtgewicht beton..... | 43 |
| Figuur 29: Trommeloven..... | 47 |
| Figuur 30: Silo's DANO | 51 |
| Figuur 31: m ³ gezift materiaal DANO & WBM..... | 53 |
| Figuur 32: Kleppensysteem TV | 54 |
| Figuur 33: Test dynamometer..... | 54 |
| Figuur 34: Flowchart DANO | 57 |
| Figuur 35: Flowchart WBM..... | 58 |
| Figuur 36: Invloed draaitijd oven - DANO..... | 59 |
| Figuur 37: Invloed draaitijd oven – WBM | 60 |
| Figuur 38: Motoren onbalans assen..... | 62 |
| Figuur 39: Nieuwe zeefinstallatie | 62 |
| Figuur 40: Profielband "Escort FB 28"..... | 63 |
| Figuur 41: Nieuwe zeefinstallatie WBM | 64 |
| Figuur 43: Testopstelling SINT schuif | 67 |
| Figuur 42: Testopstelling SINT schuif | 67 |
| Figuur 44: Schema VLQ (Katalog, n.d.)..... | 67 |

| | |
|--|----|
| Figuur 45: Elektrische aandrijving SINT schuif (Actuators, n.d.) | 68 |
| Figuur 46: Densiteitsmeting..... | 69 |
| Figuur 47: Aangepaste flowchart DANO | 72 |
| Figuur 48: Aangepaste flowchart WBM..... | 72 |
| Figuur 49: Historiek densiteit | 77 |

Lijst van gebruikte afkortingen en symbolen

| Symbool | Naam | Eenheid |
|-----------|---|----------------------|
| TV | Toutvenant | |
| Bigbags | Grote zakken waarin Argexkorrels opgezakt worden in verschillende maten | |
| λ | Warmtegeleidingscoëfficiënt | W/mK |
| R | Thermische weerstand | m ² K/W |
| U-waarde | Warmtedoorgangcoëfficiënt | W/(m ² K) |
| A | Vloeroppervlakte | m ² |
| AR | Argex rond | |
| AG | Argex gebroken | |
| N | Normale productie | |
| M | Mix 350 | |
| St | Structureel mix 650 | |
| H | Hydro-korrels | |
| T | TBF productie | |
| DANO | Naam van de eerste zeefinstallatie voor ronde korrels | |
| WBM | Naam van de tweede (kleinere) zeefinstallatie voor gebroken korrels | |
| LECA | Light expanded clay aggregate | |

Abstract

Het zeefstelsysteem bij Argex NV is van groot belang voor de kwalitatieve productie van Argexkorrels. De zeefafdeling is immers het laatste procesonderdeel waar de Argexkorrels, door de oven geproduceerd, gezift worden tot een kwalitatief eindproduct.

Onder kwalitatief eindproduct verstaat men een Argexkorrel met een conforme dichtheid, korrelverdeling, sterkte,... dat tijdig door de klant kan worden afgehaald. Vanzelfsprekend mikt Argex NV op een zo laag mogelijke productiekost en zo hoog mogelijk rendement.

Het doel van de huidige studie was dan ook het verhogen van de capaciteit en het bekomen van een efficiëntere werking van de zeefafdeling. Daarvoor werd de huidige situatie in kaart gebracht en tekortkomingen blootgelegd. Er kon geconcludeerd worden dat er zowel een capaciteits- en kwaliteitsverhoging als automatisering noodzakelijk was.

Resultaten toonden aan dat door de aanpassing van de elevator, enkele transportbanden en een nieuw zeefstelsysteem voor een capaciteitsverhoging gezorgd kan worden. Verder zal een online radioactieve dichtheidsmeting een beter inzicht geven op vlak van kwaliteit daar er meer conforme staalnames van het gezifte materiaal worden gecreëerd. Vervolgens zorgt een automatisatie m.b.v. een elektrisch gestuurde SINT Slide-schuif voor een verbetering van de toevoer van materiaal naar de zeefafdeling.

Abstract in English

The filter system at ARGEX LTD is of extreme importance for the final result of the production as it determines largely the quality of the end product.

The department that runs the filter system is the last stage in the production process when the clay grains come from the oven, it is the last quality check between the company and the customer to ensure a high standard product.

A high standard product means a product tested on density, distribution of grains and durability, all within the time limit set by the end customer. Of course we need to work with the usual key performance indicators such as production costs and maximizing profit.

The goal of this study is to research how we can bring capacity up through a more efficient process within the filter department. We indicated the following steps in order to have a clear view of the needed improvements:

1. Understand the status quo, the current situation means that the employees are dealing with:
 - a. An obsolete installation
 - b. Too much manual intervention
 - c. Difficulties measuring the current standards of quality endangering the promise to the customer.

Based on these findings and the unpredictable client demand, creating peaks and troughs, we could conclude that an increase in capacity was needed to deliver the material on the peak moments. An increase in quality would keep us ahead of the competition but in order to keep this in a process that warrants profit maximization, we will need to bring the human factor in the process down and automate certain parts of the process.

Results showed that with the use of a profiled transporter belt of type "FB 28", and the replacement of the elevator by type "JHE-700", capacity could be brought up by 50%.

To increase the quality measurements and its visibility to the employees, we recognized that a radioactive density measurement would be warranted. The number of samples taken from the filtered material in the same circumstances would increase our visibility of the quality indicators.

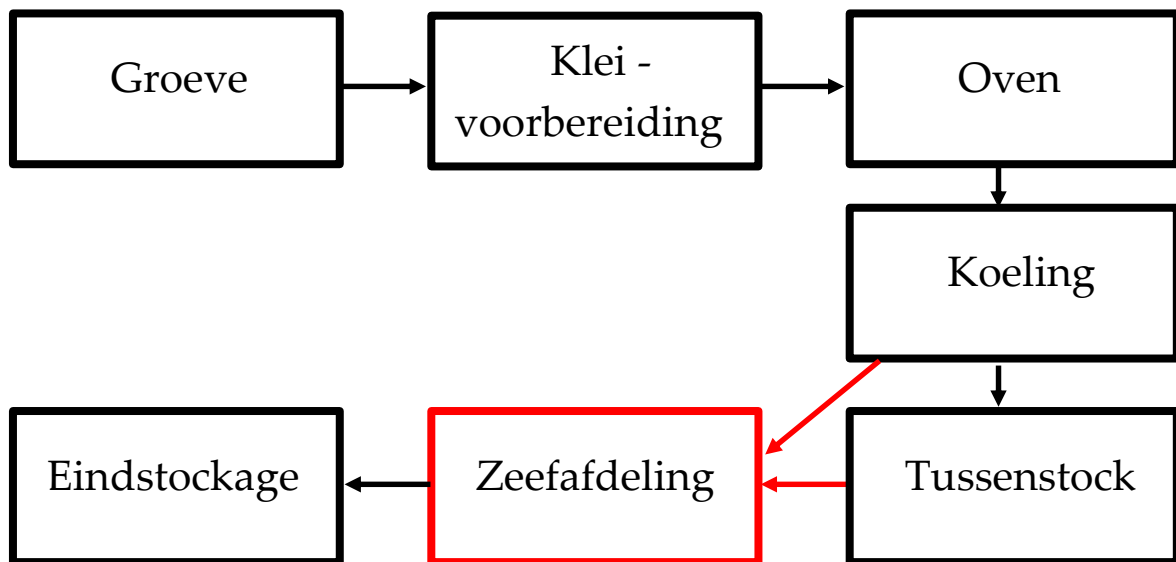
Automation of the supply chain has been our next challenge. An electric guided SINT slide-push will increase the supply of unchecked material to the filter department.

1 Inleiding

1.1 Situering

Deze masterproef onderzoekt de mogelijkheden om de zeefafdeling te optimaliseren van de firma Argex in Zwijndrecht. Argex is sinds 1966 een producent van geëxpandeerde kleikorrels. Met een productiecapaciteit van 2100 m³ per dag bezit Argex de grootste oven voor geëxpandeerde kleikorrels in Europa. Deze kleikorrels zijn algemeen bekend als drainagemateriaal voor bloem- en plantenbakken en bieden daarnaast tal van andere toepassingsmogelijkheden in de bouwwereld. Thermovloeren, lichte aanvullingen, Argex-beton en bio-filtratie zijn er enkele van.

Onderstaande figuur geeft het productieproces schematisch weer. De verschillende stappen worden nadien toegelicht.



Figuur 1: Productieproces Argex NV

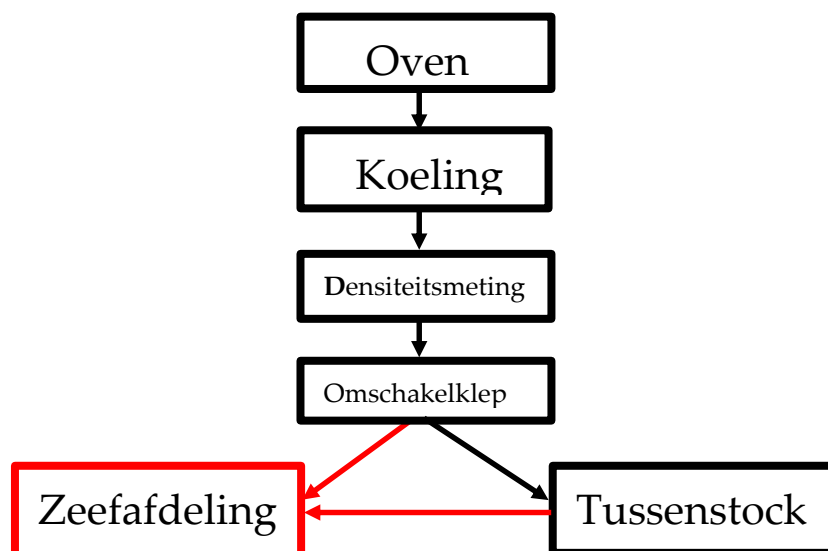
Argexkorrels worden gemaakt van Boomse klei die met behulp van een emmerbaggermachine ontgonnen wordt in de achterliggende kleigroeve. Via een net van transportbanden wordt ongeveer 1000 ton klei per dag vervoerd naar de fabriek voor verwerking. De klei wordt er gemengd en gekneed met toeslagstoffen. De extruders persen het kleimengsel tot staafjes. Vervolgens komen de staafjes in een 75 m lange trommeloven, die is opgesplitst in twee delen. De opwarming van de oven gebeurt door de verbranding van bruinkool. In het eerste, traag draaiende gedeelte van de trommeloven (2 tr/min) worden de staafjes tot bolletjes gevormd en tevens gedroogd. In het aansluitende tweede deel worden ze verder verwarmd tot een temperatuur van ± 1150 °C. De snelheid van dit laatste deel ligt hoger (5,2 tr/min) om de doorlooptijd te verkorten. Door de juiste verhouding tussen kleimengsel, temperatuur en zuurstof expandeert het kleimengsel na ongeveer 3u tot een Argexkorrel.

De verhouding tussen kleimengsel, temperatuur en zuurstof wordt in de kleivoorbereiding en aan de oven continu opgevolgd en bijgestuurd door de aanwezige operatoren. Op continue basis produceert Argex op deze manier korrels van verschillende densiteit (300-850 kg/m³) en grootte (0-20 mm). De korrels die uit de oven komen worden in het koelproces met lucht gekoeld tot een temperatuur van ± 100 à 120 °C. De eerste en continu meetbare controlewaarde na de koeler is de densiteit. Deze wordt gemeten door middel van een radioactieve densiteitsmeting. Vlak na de densiteitsmeting neemt het labo op regelmatige basis stalen, dit ter controle. Naast densiteit controleert het labo o.a. ook de fractieverdeling en de druksterkte.

Afhankelijk van de gemiddelde densiteit uit de oven en welk materiaal men wil afziften wordt het materiaal:

- rechtstreeks naar de zeefafdeling gestuurd,
- gestockeerd op de verschillende posities van de tussenstock.

De sturing om het materiaal richting tussenstock of rechtstreeks naar de zeefafdeling te sturen, gebeurt door middel van een omschakelklep die manueel (door de operator aan de oven) of automatisch kan worden bediend. Deze aansturing gebeurt op basis van de waarde die de densiteitsmeting aangeeft na de koeling en de daarbij horende setpunten die variabel instelbaar zijn. Dit wordt schematisch weergegeven in figuur 2.



Figuur 2: Detailweergave productieproces na oven

Onderstaande tabel geeft weer welke densiteit op welke stortpositie moet worden gestort:

Tabel 1: Densiteit per stortpositie op tussenstock.

| Stortpositie | Densiteit (kg/m³) |
|---------------------|-------------------------------------|
| 6 | < 350 |
| 4 5 | 350 - 450 |
| 3 | 450 - 520 |
| 2 | 520 - 650 |
| 1 | > 650 of tijdens processtoringen |

De densiteit die op continue basis wordt gemeten is voor de operator aan de oven zichtbaar in grafiekvorm (historiek) en op een digitale uitlezing op basis van actuele waarden, zie bijlage A. Hierop zijn nog tal van andere procesparameters, nodig om de gewenste densiteit te bekomen, af te lezen. Alle parameters worden verder toegelicht in bijlage.

Onderstaande tabel verduidelijkt het werkingsprincipe van de omschakelklep waarbij te vermelden is dat de setting-waarden variabel instelbaar zijn afhankelijk van het type productie en vereiste constante en kwaliteit.

Tabel 2: Gegevens densiteitsmeting

| | Streefwaarden densiteit oven (kg/m ³) | Tijd binnen range (sec) | Tijd buiten range (sec) |
|------------|---|----------------------------------|----------------------------|
| Bovengrens | 430 | 10 | 100 |
| Ondergrens | 370 | 10 | 100 |

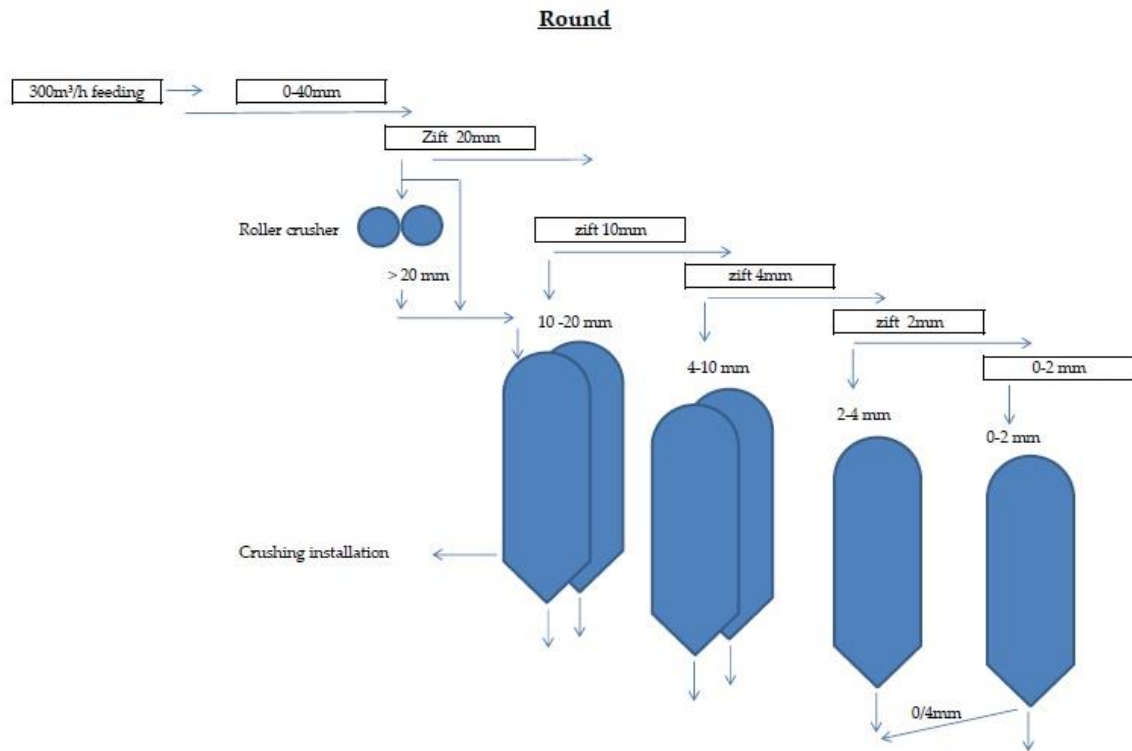
De operator aan de oven krijgt de opdracht om continu materiaal te produceren met een densiteit tussen bepaalde streefwaarden. Voor de productie die het meest gebruikt wordt, "normale productie" genaamd, zijn de onder- en bovengrens doorgaans respectievelijk 370 en 430 kg/m³. De omschakeling van de klep gebeurt niet onmiddellijk, maar d.m.v. een tijdsinstelling. Zoals aangegeven in tabel 2.

Als het materiaal conform is (binnen de opgelegde streefrange van densiteit) stroomt het rechtstreeks naar de zeefafdeling. Bij niet-conform materiaal worden de Argexkorrels door de omschakeling van de klep naar de tussenstock gevoerd. De verschillende posities op de tussenstock werden al aangegeven in tabel 1. Indien het materiaal om een bepaalde reden niet rechtstreeks naar de zeefafdeling kan worden gestuurd (onderhoud, defect, ...), kan het conforme materiaal op de correcte stortpositie gestockeerd worden. De omgekeerde situatie is ook mogelijk. Door de complexiteit van het productieproces is de densiteit van het product uit de oven niet altijd even stabiel. In dit geval kan men conform materiaal vanop de tussenstock naar

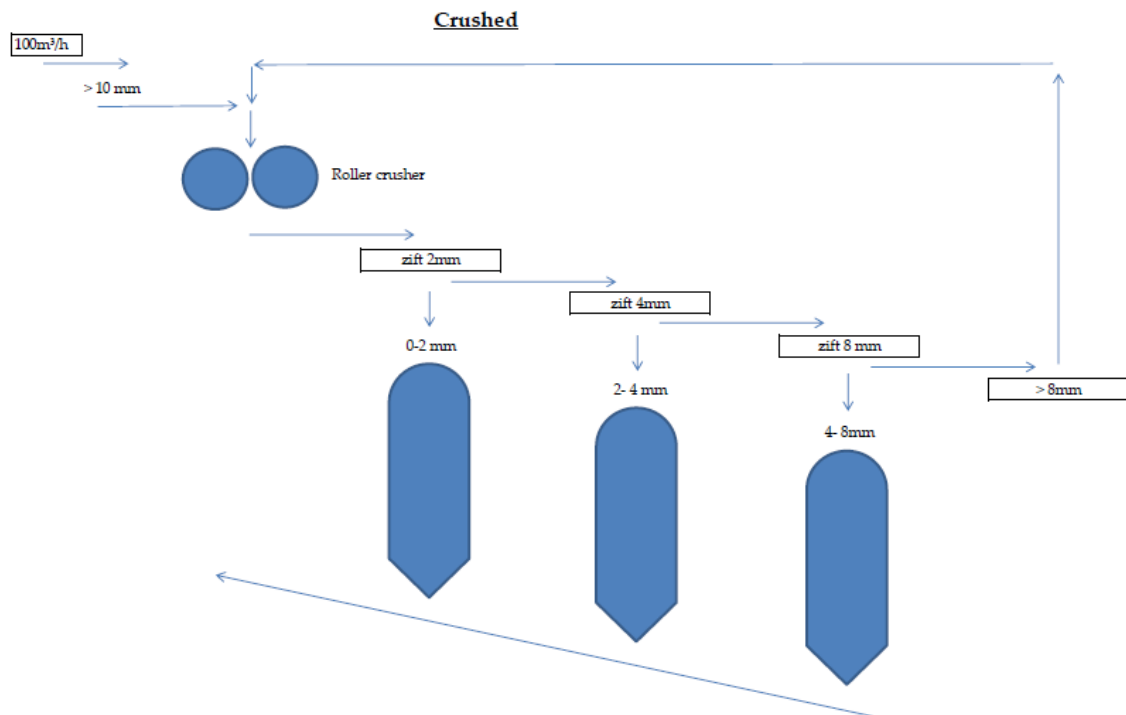
de zeefafdeling sturen. De combinatie van de toevoerkanalen (rechtstreeks en/of verschillende stortposities met verschillende densiteiten) richting de zeefafdeling behoort tevens tot de mogelijkheden. Hierdoor kunnen verschillende densiteiten gemengd worden vanuit verschillende locaties. Op die manier is er flexibiliteit gecreëerd tussen de oven en de zeefafdeling.

Samengevat kunnen we stellen dat de huidige installatie de mogelijkheid biedt om de Argexkorrels op drie manieren naar het zeefgebouw te sturen. Bij een stabiele werking van de oven wordt het materiaal rechtstreeks naar de zeefafdeling gestuurd. Bij een onstabiele werking van de oven zal men storten op de tussenstock en materiaal van een conforme stortpositie naar de zeefafdeling sturen. Om de volumestroom richting de zeefafdeling te maximaliseren kan er tijdens het rechtstreeks trekken ook bijgetrokken worden vanop de tussenstock.

De zeefafdeling kan opgesplitst worden in twee delen. Figuur 3 toont een schematische voorstelling van de DANO-zeefinstallatie. Figuur 4 verduidelijkt het werkingsprincipe van de WBM-zeefinstallatie.



Figuur 3: DANO-zeefinstallatie



Figuur 4: WBM-zeefinstallatie

Eenzijds heb je de grootste zeefinstallatie, DANO. Deze heeft een gemiddelde zeefcapaciteit van 90 m³/h. Standaard gaan alle aangevoerde Argexkorrels, ongeacht via welk kanaal ze worden aangevoerd, naar de DANO. Het materiaal wordt aangevoerd via transportbanden en elevatoren. Vervolgens gaat het materiaal door de verschillende ziften waarna het gestockeerd wordt in silo's. De inhoud van silo 5 is voorzien voor korrels die gebroken kunnen worden. Daarnaast kan de inhoud ook gebruikt worden als ronde korrel. Indien ervoor gekozen wordt om korrels te breken, stromen de Argexkorrels vanuit silo 5 via band 104 en 105 naar de WBM-zeefinstallatie. Deze zeefinstallatie heeft een gemiddelde zeefcapaciteit van 30 m³/h en wordt gebruikt voor grof materiaal dat gebroken wordt. Bijvoorbeeld de korrel "AG 4/8" komt uit de WBM zeefinstallatie.

Uiteindelijk belandt het gezeefde materiaal van de DANO & WBM onmiddellijk in de desbetreffende silo's. Van daaruit wordt het naar de eindstock getransporteerd d.m.v. een dumper of vrachtwagen. Hier kan het eindproduct vervolgens worden opgehaald en via verschillende kanalen tot bij de klant gebracht worden.

1.2 Probleemstelling

De zeefafdeling heeft met de huidige installatie en werking een beperktere capaciteit dan de oven, waardoor de tussenstock te snel vol komt. Het teveel aan output geproduceerd door de oven moet apart gestockeerd worden op de tussenstock. Daarnaast werd begin 2014 een aanpassing in het productieproces doorgevoerd waardoor de oven capaciteit met circa 10% is gestegen. Het capaciteitstekort van de zeefafdeling kwam zo nog sterker tot uiting.

Als de toevoerstroom naar het zeefgebouw verhoogd wordt, zal het 'bed' op de zift dikker worden. Met als gevolg dat niet al het materiaal dat toegevoerd wordt gezift wordt. Een deel van de korrels zal dan over de zift stromen en in de verkeerde silo terecht komen, een ander deel wordt opgevangen en gaat opnieuw over de ziften. Dit is nefast voor de kwaliteit en voor de efficiëntie.

De omschakeling van rechtstreekse toevoer naar het zeefgebouw en onrechtstreeks via de tussenstock verloopt niet efficiënt. Het al dan niet rechtstreeks transporteren van het materiaal is afhankelijk van de stabiliteit van de oven. Het is eigen aan het proces dat de oven soms onstabiel functioneert waardoor de combinatie van aanvoerstromen toegepast wordt. Het is een structureel probleem dat deze omschakeling niet optimaal verloopt. Automatisering zal tijdverlies, manuele handelingen en de daaruit volgende dode momenten opvangen. Deze "dode momenten" zorgen voor een lager rendement en verstoring van de kwaliteit (vooral densiteiten).

Door de flexibiliteit die mogelijk is bij de aanvoer van Argexkorrels aan de zeefafdeling (rechtstreeks, via tussenstock of de combinatie), kan er geen duidelijk beeld gevormd worden van de toevoerstroom door het zeefgebouw. Als het materiaal rechtstreeks vanuit de oven naar het zeefgebouw stroomt, is er wel een exacte parameter: de densiteit gemeten na de koeling. Bij de andere twee toevoerkanalen ontbreekt deze informatie.

1.3 Doelstellingen

Allereerst moet er voor de zeefafdeling een duidelijk beeld gevormd worden van de huidige installatie, werkmethoden en moeilijkheden.

Het bepalen van de maximumcapaciteit per component en de reden waarom deze niet altijd behaald wordt, is een eerste doelstelling. Een vergelijking van het theoretische maximum en wat men momenteel in de praktijk realiseert dient gemaakt. Ook moeten de moeilijkheden gelokaliseerd worden.

Een tweede doelstelling is het automatiseren van de zeefafdeling.

Uit analyse blijkt dat de manuele handelingen van het kleppensysteem voor beperkingen zorgen wat betreft capaciteitsoptimalisatie en kwaliteitsgarantie. De mogelijkheid om de manuele schuiven te vervangen door geautomatiseerde schuiven wordt bestudeerd en uitgetest. Automatisering van het proces zal tijdsverlies opvangen.

Finaal wordt er verwacht dat de kwaliteitsaspecten van het eindproduct gewaarborgd en zelfs verbeterd worden. Het kwaliteitsaspect situeert zich niet alleen op de densiteit van de Argexkorrels maar ook op de granulometrie. Een beter inzicht krijgen van de toevoerstroom aan het zeefgebouw is daarom van groot belang en vormt een derde doelstelling. Dit moet resulteren in meer conform gezeefd materiaal dat richting eindstocks of klanten gaat.

1.4 Methode

Vooraleer er effectief gestart kan worden met het uitwerken van de studie en het onderzoek gaat er een literatuurstuurstudie aan vooraf.

Hierin is alle info over het productieproces van de geëxpandeerde kleikorrel uitvoerig beschreven, net als alle toepassingsmogelijkheden van de Argexkorrel.

Om een duidelijk beeld te krijgen van het productieproces en in het bijzonder van de zeefafdeling, wordt gebruik gemaakt van mindmapping om het proces beter en sneller te begrijpen. Op die manier kan er structureel en gericht onderzoek gedaan worden.

Bij het bepalen van de capaciteit van de huidige installatie wordt het volume van elke transportband afzonderlijk berekend. Hetzelfde gebeurt voor de elevatoren en voor de brekers in de installatie.

Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het softwareprogramma Selecalc. Zo wordt de theoretische capaciteit onder de correcte producthoek berekend.

Er wordt een vergelijking gemaakt tussen de werkelijke- en de maximum capaciteit op basis van gegevens uit de database van de productieverantwoordelijke. Gegevens als technische defecten, kuiswerken, ombouwwerken, dagelijkse controles en dergelijke worden hierdoor in rekening gebracht.

Voor de automatisering van de tussenstock worden de mogelijkheden afgetoetst om de manuele handelingen te reduceren. Een vergelijking tussen een pneumatisch en een elektrisch kleppensysteem zal worden gemaakt. Hiervoor wordt een proefopstelling opgebouwd en getest.

Hetzelfde zal gebeuren voor een densiteitsmeting in de zeefafdeling. Hier zal een vergelijking tussen een radioactieve densiteitsmeting en een meting op basis van microgolven bepalen welk systeem het meest geschikt is voor het meten van Argexkorrels op een online principe.

2 Literatuurstudie

In deze literatuurstudie wordt het productieproces van de geëxpandeerde kleikorrel uitvoerig beschreven, net als alle toepassingsmogelijkheden van de Argexkorrel. Op die manier wordt er een duidelijk beeld gevormd van de uitzonderlijke eigenschappen en kwaliteiten van de geëxpandeerde kleikorrel.

2.1 Productieproces

2.1.1. Historiek

Argex is een polyvalent bouw materiaal op basis van klei gefabriceerd volgens het LECA brevet. LECA staat voor 'light expanded clay aggregate'. De eerste pogingen om geëxpandeerde kleikorrels te fabriceren werden gedaan in 1917 in een steenfabriek in de Amerikaanse stad Birmingham. Als uitvinder geldt S.J. Hayde en om die reden wordt het materiaal in de Verenigde Staten nog altijd als Haydite aangeduid. De procedure werd opgepikt in Denemarken en daar verder ontwikkeld en uiteindelijk onder de handelsnaam LECA op de markt gebracht. Later volgden andere landen (deels met andere namen) zoals Nederland, Duitsland, het Verenigd Koninkrijk, Zweden (Sillit), Italië (Laterlite), Spanje (Liapour), Rusland, Zuid-Afrika (Aglite) en dus ook België met Argex. Momenteel worden geëxpandeerde kleikorrels in 20 landen geproduceerd. ("Geëxpandeerde kleikorrels - Wikipedia," n.d.)

2.1.2. De productie van de korrels

Het productieproces is ontstaan uit de synergie tussen de cement- en baksteennijverheid. Sinds 1966 wordt er Boomse klei ontgonnen in de groeve van Argex. Aangezien de fabriek continu draait, en de baggermachine in de kleigroeve slechts op welbepaalde momenten klei kan baggeren, heeft de fabriek nood aan een voorraadstock klei. In de kleistockage ligt gemiddeld 15000 ton klei te wachten op verwerking. Met bulldozers wordt ongeveer 1000 ton klei per dag de fabriek binnengebracht in de afdeling "kleivoorbereiding".



Figuur 5: Groeve



Figuur 6: Transport naar kleivoorbereiding

In de kleivoorbereiding wordt de klei gekneed en gemalen om de kleimassa homogeen te maken. Ook worden vaste bestanddelen die in de klei aanwezig zijn, verbrijzeld en fijn verdeeld. Deze bewerkingen gebeuren in de “kollergang” en in de kleiwalsen.



Figuur 7: De kollergang



Figuur 8: De extrusiemachine

De kollergang is een cilindervormig apparaat waar twee molenstenen ronddraaien, die de klei doorheen de zeefvormige bodem persen. Daar worden de kleibrokjes opgevangen en d.m.v. transportband naar de kleiwalsen gebracht. In de kleiwalsen wordt de klei geplet tussen twee, in tegengestelde richting draaiende horizontale cilinders.

De goed gekneede en geplette klei wordt hier door middel van een vijzel doorheen geperforeerde platen tot “spaghettistaafjes” gedrukt. Tussen de diameter van de staafjes en het kaliber van de korrels is er een welbepaald verband.

Om te voldoen aan de strengste milieueisen werden in de voorbije jaren grote investeringen gedaan. Het enorme ijzeren gevaarte aan het begin van de oven is een nieuwe elektrofilter. De gassen uit de oven worden door deze filter gestuurd alvorens te worden uitgestoten. Van de 10000 milligram stofdeeltjes per m³ aan de ingang van de filter blijven er slechts 10 milligram over, of liefst 15 maal minder dan door de norm wordt toegelaten.

Vervolgens werd het ganse fabrieksterrein verhard, en werden speciale wasinstallaties voor vrachtwagens gebouwd. Zo kan alle oppervlaktewater alsook het water uit de wasinstallaties opgevangen worden en afgeleid naar een gloednieuw waterzuiveringsbekken van waaruit het water gerecupereerd wordt in het productieproces.

De staafjes verlaten de “kleivoorbereiding” via een schuin oplopende transportband naar de 75 m lange draaioven. Deze oven bestaat uit twee delen. Het langzaam draaiende deel (45 m) is de droogoven. Hier wordt de klei gedroogd en breken de staafjes in kleine stukjes die uiteindelijk de korrels zullen vormen. Doordat de oven lichtjes in helling staat vallen de stukjes telkens iets verder richting expansieoven. Na ongeveer 3,5 uur zullen ze daar aankomen.



Figuur 9: Transport staafjes naar de oven



Figuur 10: De oven

In de snel draaiende oven (30 m) of de expansieoven, vindt het expansieproces plaats. De korrels worden bij een temperatuur van 1150 °C gebakken en dichtgesinterd. De temperatuur van 1150 °C is zeer belangrijk. Wordt de temperatuur te hoog, dan smelt de klei en dan krijgt men lava. Als de temperatuur te laag is, dan expandeert de korrel niet. Op het einde van de oven worden de korrels als het ware gebakken in een enorme vlam van 8 m lengte. De energie nodig voor het bereiken van de temperatuur wordt bekomen door de verbranding van fijngemalen steenkool en gasolie en door de recyclage van opgewarmde koellucht.



Figuur 11: Tussenstock

Per productiedag vallen ongeveer 1700 m³ korrels uit de oven. Ze worden afgekoeld met een enorme luchtcompressor tot ongeveer 50 °C en d.m.v. transportbanden naar een voorlopige stockeerruimte gebracht. Hier is plaats voor ongeveer 25000 m³ Argexkorrels met diameters variërend van 0 mm tot 25 mm.

Als toepassing prefereren sommige klanten gebroken granulaten Argex als toeslagstoffen voor lichtbeton, isolatiemortels, ... Deze installatie laat toe om ook aan die eisen tegemoet te komen.

Vanuit de tussenstock vertrekken de ongezeefde korrels met een lift tot bovenop de grote silo's. Hier bevindt zich de zeefinstallatie die de korrels afzeeft in volgende korrelmaten: 0 tot 4 mm, 4 tot 10 mm en 8 tot 16 mm. Deze korrels worden dan gestockeerd in grote betonnen silo's met een inhoud van 500 m³.



Figuur 12: Silo's voor gezeefde stock



Figuur 13: Transport met silowagen

Transport van de korrels naar de klanten (handelaars in bouwmaterialen, fabrikanten van betonproducten, bouwerven, betoncentrales,...) kan gebeuren met kipvrachtwagens, per schip of met silovrachtwagens. Met deze silowagens kunnen Argexkorrels, a rato van 30 m³ per uur, geblazen worden op de plaats van aanwending (bv. tussen funderingsmetselwerk als isolerende aanvulling, boven op daken als draineerlaag voor daktuinen of op andere moeilijk bereikbare plaatsen). (Argex, n.d.)

2.1.3. De ontginning van de kleiput

Tegenover de kantoorgebouwen van Argex, aan de andere kant van de Kruibeekesteenweg, ligt het kleiontginningsgebied van de firma Argex. Reeds meer dan 30 jaar wordt hier de basisgrondstof voor de Argexkorrels ontgonnen.

In de loop der tijd is deze zone omgetoverd tot een klein natuurgebied. Wandelaars houden geregeld halt bij de enorme emmerbaggermachine en bij het rietveld wat instaat voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater.

1. De kleiput

Het basismateriaal voor het produceren van Argex is de Boomse klei. De klei wordt gekenmerkt door een opvallende gelaagdheid. Men onderscheidt de donkere randen, typisch voor een hoger gehalte aan organische stoffen, en de heldere lagen, eigen aan afzettingen met een hoger gehalte aan carbonaten.

De kleiput heeft een diepte van 30 m en een oppervlakte van ± 20 ha. Of 4000000 m³ inhoud.

2. De emmerbagger

Een homogene grondstof, noodzakelijk voor de fabricatie, wordt bekomen door de klei over de volledige hoogte van het baggerfront af te schrapen. De emmerbagger stort de klei op een transportband, die op zijn beurt de klei over een afstand van meer dan 1 km transporteert naar de kleivoorbereiding.

3. Rietveld – Biologische waterzuivering

Argexkorrels hebben in combinatie met riet een enorme zuiverende capaciteit voor afvalwater. Het Argexrietveld zuivert het water van woningen die niet op het rioleringswerk kunnen worden aangesloten.



Figuur 14: Groeve

2.1.4. Chemische procesomschrijving

2.1.4.1. Reacties tijdens het bakken

1. Vorming van een vloeibare glasfase

Bij het verwarmen tussen 500 en 800 °C wordt de kleimolecule verbroken onder afsplitsing van water. Op hogere temperatuur gedragen de hoofdelementen SiO₂ en Al₂O₃ zich als zure elementen. De aanwezige basische elementen (Fe₂O₃, K₂O, CaO, MgO, Na₂O) zullen hiermee reageren met vorming van nieuwe verbindingen.

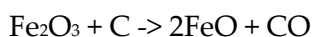
Hierbij vertonen de reacties eutectica, waarbij een smeltfase ontstaat.

Vanaf 700 °C wordt de eerste hoeveelheid glasfase gevormd. Met stijgende temperatuur verhoogt de hoeveelheid vloeibare glasfase en tegelijkertijd vermindert de viscositeit van dit glas.

Bij de expansiefase (1150 °C) is voldoende vloeistof aanwezig om het mengsel vaste fase – glasfase te kunnen vervormen (pyroplastisch).

2. Vorming van een gasfase

Om expansie te verkrijgen moet er een gas gevormd worden in de pyroplastische massa. Hoewel veel gasreacties mogelijk zijn en werden vooropgesteld (bv. ontbinden van carbonaten, ontbinden van sulfaten en sulfiden, waterdamp uit de kleimolecule, ...) is de gasvorming hoofdzakelijk te wijten aan een reactie tussen ijzeroxide en organische koolstof (uit plantenresten).



Deze reactie begint reeds bij 600 °C en gaat door tot de temperatuur van expansie. Op dat ogenblik worden de gassen opgesloten door de vloeibare glasfase die de capillairen vult. De korrel expandeert en hierbij ontstaat de typische ronde korrelvorm.

3. Vorming van nieuwe mineralen

Buiten de vorming van een glasfase met variabele samenstelling (combinatie van SiO₂, Al₂O₃, FeO, K₂O, CaO, ...) ontstaan er ook nieuwe vaste kristallijne mineralen, detecteerbaar met RX zoals: fayaliet, herecyniet en mulliet.

2.1.4.2. Chemische aspecten bij de productie van geëxpandeerde kleikorrels

De basisgrondstof, klei, is een verweringsproduct van diverse andere mineralen en vormt een familie met verwante karakteristieken, o.a. fijner dan 2 μm . Algemeen is klei een silicium oxide aluminium oxide hydraat verbinding. Mineralogisch kan men klei onderverdelen in een aantal hoofdgroepen:

De kaolien groep, montmorilloniet-, illiet-, vermiculiet-, en de chlorietgroep. Verder bevat klei de microclinegroep (veldspaat en plagioclaas) en meestal bevat klei ook een hoeveelheid fijn verdeeld kwarts (silt).

Geologisch behoort de klei gebruikt bij de Argexproductie tot de Boomse klei, meer bepaald de laag Rupeliaan uit het oligoceen van het tertiair tijdperk. Het bevat ongeveer 35% smectiet, 12% illiet, 5% kaolinit, 13% veldspaat en 35% kwarts. (Argex, n.d.)

Onderstaande tabel geeft de typische chemische samenstelling weer:

Tabel 3: Typische chemische samenstelling Boomse klei



| | |
|--------------------------------|-------|
| SiO ₂ | 62% |
| Al ₂ O ₃ | 16% |
| Fe ₂ O ₃ | 6% |
| K ₂ O | 3% |
| CaO | 1,50% |
| MgO | 1,20% |
| TiO ₂ | 0,80% |
| S | 1% |
| Na ₂ O | 0,50% |
| H ₂ O | 6% |

Figuur 15: Argexkorrel chemische voorstelling

2.2 Toepassingen van de Argexkorrel

De Argexkorrel verwierf ooit naam en faam als drainagemateriaal voor bloem- en plantenbakken en als substraat voor hydrocultuur. Maar vooral de grenzeloze toepassingsmogelijkheden in de bouwsector gooien hoge ogen.

Argex is uitzonderlijk geschikt als vloerisolatie in de woning- en utiliteitsbouw. In de burgerlijke bouwkunde gebruikt men het als lichte aanvulling bij de aanleg van spoor-, water- of autowegen. Een andere belangrijke toepassing van verwerkte Argexkorrels is lichtbeton zoals korrelbeton, compact beton of structureel lichtbeton. Maar ook afgeleide betontoepassingen zoals geluidswanden, prefab-elementen, balken, vulpotten of schouwelementen behoren tot het terrein van Argex.

De lichte isolerende bouwblokken, die voorzien zijn van het kwaliteitslabel Topargex én Benor, worden gebruikt in de ruwbouw voor zowel zichtbaar als klassiek metselwerk.

Daarbij is Argex een milieuvriendelijk product, en vinden de korrels ook een toepassing als drainagelaag voor groene zones, sportvelden, daktuinen en groene parkings.

Argex is:

- thermisch en akoestisch uitstekend isolerend.
- steenachtig en moeilijk samendrukbaar.
- onontvlambaar en beschikt over een uitstekende brandweerstand.
- rotvrij en heeft een onbeperkte levensduur.
- milieuvriendelijk en beperkt het grondstoffengebruik.
- licht en drainerend.

(Argex, n.d.)



Figuur 16: Argexkorrel

2.2.1. Thermovloeren

De Argex Thermovloer heeft heel wat kwaliteiten. Het is een isolerende, drainerende en duurzame aanvulling. De thermovloer bestaat uit een laag los gestorte Argexkorrels die voornamelijk rechtstreeks aangebracht worden op een draagkrachtige en waterdoorlatende grond. Op de isolerende Argexaanvulling komt een polyethyleenfolie en daarop wordt een lichtgewapende betonvloer gegoten. Argexkorrels zorgen voor een blijvende, duurzame en naadloze natuurlijke isolatie. De afwezigheid van naden zorgt ervoor dat er geen koudebruggen ontstaan, wat resulteert in een groot thermisch comfort.

Thermovloeren kunnen zowat overal worden gebruikt: van nieuwbouw over renovatie tot utiliteitsbouw zoals scholen, sporthallen, winkelcomplexen en kantoorgebouwen. Maar ook bij industriebouw en stallenbouw zijn ze meer dan het overwegen waard.

Voordelen:

- blijvende naadloze thermische isolatie
- snelle en gemakkelijke verwerking met silowagens
- onmiddellijke consolidatie
- hoge stabiliteit
- groot draagvermogen
- 100% natuurlijke isolatie
- onbeperkte levensduur
- onbrandbaar
- hoog drainerend vermogen
- eenvoudige plaatsing
- geen voorafgaande nivellering van de ondergrond

(Argex, n.d.)



Figuur 17: Argex Thermovloer



Figuur 18: Argexkorrels kunnen op de juiste plaats geblazen worden met een rendement van 30 m³/uur

2.2.2. Geotechniek

Een belangrijk probleem bij grote infrastructuurwerken is de keuze van de aanvullingen. Immers, zijn deze te zwaar dan kunnen al snel bijkomende horizontale of verticale krachten ontstaan die dure oplossingen vragen. Dat is niet het geval met de lichte aanvullingen van Argex. De korrel is goed drainerend en perfect te verwerken zowel in als uit het water. De vorm van het product verzekert bovendien een uiterst hoge stabiliteit. De perfecte draagkracht, de hoge inwendige wrijvingshoek en de onbeperkte levensduur maken van Argex het ideale funderingsmateriaal.

Een kleine greep uit het ruime toepassingsgebied van Argex op geotechnisch vlak: als aanvulling achter keermuren, als grondverbeteraar, bij de constructie van ondergrondse tunnels, afremzones, of waterbuffer- en infiltratiebekkens. Maar ook als aanvulling in rioolsleuven of rond leidingen, achter stalen damwanden en kunstwerken is Argex zeer verdienstelijk. De korrels verhogen de stabiliteit, verminderen de zettingen, compenseren de lasten en worden gemakkelijk verwerkt.

Voordelen:

- verhoogt de stabiliteit
- voorkomt zettingen
- duurzaam
- compenseert belastingen
- verzekert een blijvende drainage
- eenvoudig te verwerken
- milieuvriendelijk

(Argex, n.d.)



Figuur 19: Argex Geotechniek



Figuur 20: Argexkorrels als lichte aanvulling achter stalen damwanden

2.2.3. Argex Beton

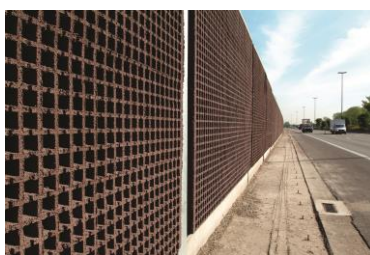
Dankzij zijn uitzonderlijk licht gewicht maakt Argex beton het niet alleen mogelijk om technisch moeilijk te realiseren projecten tot een goed einde te brengen, het helpt bovendien om de charme van historische gebouwen te bewaren. Dankzij zijn celvormige structuur en de grote hoeveelheid lucht tussen de korrels garandeert Argex beton een uitstekende thermische isolatie en is het bovendien onbrandbaar. Ook over de akoestische isolatie van het beton valt heel wat te zeggen. De ingesloten lucht in de korrels geeft aan het Argex beton bijzondere eigenschappen. Zo is de absorptiecoëfficiënt uitstekend bij zichtbaar metselwerk en geluidsschermen en is de geluidsverzwakkingsindex vergelijkbaar met die van zwaar beton. En dat ondanks zijn laag gewicht.

Argex beton wordt vaak op maat van de klant gemaakt waardoor de mogelijkheden quasi eindeloos zijn: van open over compact beton tot pompbaar en zelfverdichtend beton met nieuwe 'Coating' Argexkorrels. Compactbeton wordt gebruikt in prefabtoepassingen: panelen, sandwichpanelen, balken, balkons, trappen,... Wat er ook verwezenlijkt moet worden, de ideale Argexbetonsamenstelling is altijd beschikbaar. Bovendien is Argex beton extreem licht waardoor het gemakkelijk te verwerken is en de transportkosten worden gedrukt. Voor de doe-het-zelver werd ArgeMIX ontwikkeld, een perfecte mix van cement en Argexkorrels die na toevoeging van water klaar is voor gebruik. Voor moeilijk toegankelijke werven is er dan weer Pompmix, een pompbaar Argex beton verkrijgbaar in twee versies: licht (Pompmix L) of structureel (Pompmix S). Samen met ArcelorMittal ontwikkelde Argex 30% lichtere staalplaatbetonvloeren onder de naam Cofraplus Ls.

Voordelen:

- laag volumegewicht (beter voor transport en manipulatie)
- blijvende thermische isolatie (geen koudebrug)
- uitstekende brandweerstand
- gemakkelijk te verwerken
- zeer goede druksterkte
- lage warmte-uitzettingscoëfficiënt
- lage elasticiteitsmodulus
- uitstekende geluidsabsorptie en geluidsverzwakkingsindex

(ARGEX NV, 2014)



Figuur 21: Geluidsscherm in Argexbeton

2.2.4. Topargex

Een superlichte betonblok die qua stevigheid niet moet onderdoen voor zijn veel zwaardere broertjes. Werken met Topargex bespaart niet alleen veel transportkosten, het maakt werk ook veiliger en gemakkelijker.

Dit betekent niet dat lichte betonblokken niet gebruikt kunnen worden voor bijvoorbeeld dragende muren. Topargex haalt normale gemiddelde druksterktes en kan worden gebruikt in gebouwen van twee tot drie etages hoog. Het garandeert daarbij ook het beste evenwicht tussen gewicht, draagkracht, akoestiek en warmtebehoud.

Topargex is geschikt voor alle types van constructie. Of het nu gaat om woningen, appartementen, openbare of industriële gebouwen en of er gewerkt wordt met een dragende muur, een scheidings- of verstevigingsmuur, een brandmuur, een akoestische muur of invulmetselwerk: het kan allemaal.

Verder is de warmtecapaciteit van Topargex twee keer zo hoog als deze van een cellenbetonblok. Een Topargexmuur doet dus dienst als warmtereservoir.

Daarenboven voelt hij aangenaam warm aan, zoals hout.

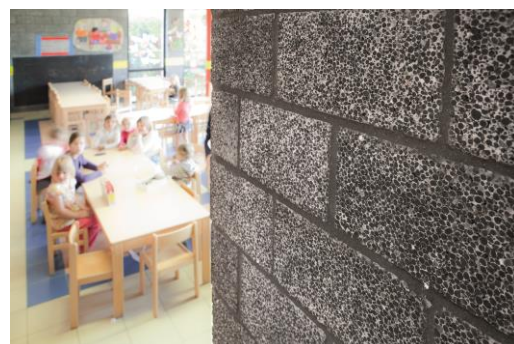
Voordelen:

- een hoge draagkracht
- goede thermisch isolerende eigenschappen
- uitstekende hechting
- vorstbestendig
- volledig recycleerbaar
- onbrandbaar
- wordt niet aangetast door ongedierte
- uitstekende akoestische eigenschappen
- preventief voor rugklachten

(Argex, n.d.)



Figuur 22: Topargex



Figuur 23: Topargex

2.2.5. Daktuinen

Waar vroeger alleen kon gedroomd worden van groen, zijn nu volwaardige tuinen mogelijk. Argex kan nu al terugkijken op een jarenlange ervaring in deze sector. Een daktuin zorgt voor het nodige groen op plaatsen waar dit anders niet mogelijk zou zijn. Het isoleert bovendien uitstekend uw woning of gebouw. In de zomer is het binnen frisser, in de winter warmer. Ook wat de akoestische isolatie betreft, biedt de daktuin alleen maar voordelen. Vervelende omgevingsgeluiden worden sterk gereduceerd.

Er zijn twee soorten daktuinen, een intensieve of extensieve. De intensieve Argex daktuin valt het best te vergelijken met een klassieke tuin. Er kunnen vaste planten, struiken en zelfs bomen groeien. Anders is het met de extensieve Argex daktuin. Die moet veeleer gezien worden als een dunne substraatlaag waarop vetplanten, mossen en kruiden wonderwel groeien.

Voordelen:

- uitstekende vochtregeling en bodembeluchting
- minimale bodemverdichting
- structuurverbetering van substraten
- optimaal drainerend vermogen
- laaggewicht en hoge stabiliteit
- vorstbestendig
- flexibele vormgeving
- onbeperkte levensduur
- milieuvriendelijk

(Argex, n.d.)



Figuur 24: Argex daktuin

2.2.6. Waterbeheersing

Water is onlosmakelijk verbonden met het leven. Het verdient ruimte én aandacht. Toch kan het soms voor heel wat overlast zorgen. De oorzaak is gekend. Water heeft bij ons te weinig plaats. Jammer, want de oplossing hoeft niet zo ver gezocht te worden. Een waterbuffer- of infiltratiebekken met Argexkorrels houdt het water vast en vertraagt de afvoer. Wanneer gekozen wordt voor Argex gaat een wereld van mogelijkheden open. Zijn voordelen dankt de Argexkorrel voornamelijk aan de holle ruimtes: 45% tussen de korrels en 43% binnenin de korrel. En daar stopt het niet. Het product is ook economisch voordelig. De snelle verwerking met silowagens, de volledige benutting van de bouwput, de flexibiliteit in vormgeving, de onbeperkte levensduur en de herbruikbaarheid van het product maken van Argex de goedkoopste oplossing voor waterbuffer- of infiltratiebekkens. (Argex, n.d.)



Figuur 25: Waterbeheersing

2.2.7. Strooizout

“Argex W” wordt vervaardigd uit geëxpandeerde klei en vervolgens gebroken. Het is een ideaal alternatief voor klassiek strooizout en uitstekend geschikt voor voetpaden, parken, parkings of openbare pleinen. Het is daarenboven heel milieu- en diervriendelijk en werkt onmiddellijk. Argex W werd vanaf de winter van 2009-2010 met succes gebruikt in zowel België als Nederland en Duitsland. Een ander voordeel is dat Argex W na de winter dienst doet als bodemverbeteraar. De natuurlijke klei beschermt het milieu en kan veilig op de bermen blijven liggen. Het veroorzaakt geen schade aan de wegen en is zo licht dat het in de riolen niet naar de bodem zinkt en dus ook geen verstoppingen veroorzaakt. Bovendien is Argex W beduidend goedkoper dan klassiek strooizout. (Argex, n.d.)



Figuur 26: Argex W

2.2.8. Bio-filtratie

Een zwembijver in de tuin is zalig. De keerzijde van de medaille is dat de kosten hoog kunnen oplopen, dat er behoorlijk wat werk moet verzet en dat het onderhoud niet mag worden onderschat. Argexkorrels kunnen ingezet worden als moerasfilter. De kleikorrel is een 100% natuurlijk product, inert, rotvrij en zeer duurzaam. Ideaal dus voor het biologisch filteren van een zwembijver of de individuele behandeling van afvalwater. Verschillende studies tonen aan dat het absoluut onnodig is om het water steriel te maken met chemische middelen. Beter is om te kiezen voor een biologische trage filtering die bovendien nog eens een pak minder energie verbruikt. (Argex, n.d.)



Figuur 27: Bio-filtratie, rietveld

2.2.9. SCC: *Zelfverdichtend lichtgewicht beton*

In gewoon beton bevinden zich na het storten luchtbellens. Die bellen worden doorgaans verwijderd door het beton te laten trillen. Wanneer het zelfverdichtend beton echter met een hoge vloeibaarheid gebruikt wordt, kan men luchtbellens vermijden, zelfs in een bekisting met dichte wapening of met ingewikkelde geometrie. Omdat zelfverdichtend beton met Argexkorrels heel wat voordelen biedt- maar ons ook confronteert met enkele technische uitdagingen- startte Argex in 2006 samen met het Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf een onderzoeksproject. Dit resulteerde in een flexibele werkmethode die kan worden toegepast in de verschillende bedrijven van de prefabindustrie. (Argex, n.d.)




Figuur 28: Zelfverdichtend lichtgewicht beton

2.2.10. Argexproducten

Onderstaande tabel toont alle typen Argexproducten:

Tabel 4: Argexproducten

| Normaal rond | | Droge volumieke massa (kg/m ³) | Volumegewicht van de korrel (kg/m ³) |
|---|----------------|--|--|
|  | AR 0/2 - 800 | 800 | 1310 |
| | AR 0/4 - 650 | 650 | 945 |
| | AR 1/5 - 580 | 580 | 1100 |
| | AR 4/10 - 430 | 430 | 750 |
| | AR 8/16 - 340 | 340 | 600 |
| Normaal gebroken | | Droge volumieke massa (kg/m ³) | Volumegewicht van de korrel (kg/m ³) |
|  | AG 0/2 - 580 | 580 | 1020 |
| | AG 0/4 - 500 N | 500 | 1000 |
| | AG 0/4 - 500 S | 500 | 1000 |
| | AG 1/5 - 390 | 390 | 770 |
| | AG 4/8 - 320 | 320 | 670 |
| Structureel rond | | Droge volumieke massa (kg/m ³) | Volumegewicht van de korrel (kg/m ³) |
|  | AR 4/10 - 550 | 550 | 970 |
| | AR 4/8 - 650 | 650 | 1130 |
| | AR 4/8 - 750 | 750 | 1300 |
| Structureel mix | | Droge volumieke massa (kg/m ³) | Volumegewicht van de korrel (kg/m ³) |
|  | AM 4/8 - 650 | 650 | 1130 |
| | AM 4/8 - 750 | 750 | 1310 |
| Normaal mix | | Droge volumieke massa (kg/m ³) | Volumegewicht van de korrel (kg/m ³) |
|  | AM 0/5 - 530 | 530 | 950 |
| | AM 4/10 - 350 | 350 | 620 |
| Hydrocultuur | | Droge volumieke massa (kg/m ³) | Volumegewicht van de korrel (kg/m ³) |
|  | AH 4/10 - 550 | 550 | 1100 |
| | AH 8/16 - 480 | 480 | 970 |
| Gecoate producten | | Droge volumieke massa (kg/m ³) | Volumegewicht van de korrel (kg/m ³) |
|  | AR 0/4 - 700 C | 700 | 1150 |
| | AM 4/8 - 650 C | 650 | 1130 |

2.2.11. Opmerkelijke eigenschappen

Hieronder worden de opmerkelijke eigenschappen van de Argexkorrel nog eens in de verf gezet:

Argexgranulaat

- Licht gewicht: volumemassa los gestort van 320 tot 750 kg/m³ volumemassa van de korrel van 650 tot 1300 kg/m³
- Thermische warmtegeleidingscoëfficiënt: λ van 0,100 tot 0,170 W/mK
- Akoestische absorptie: α sabine = 0,81 tot 500 Hz, Argex 8/16, 10 cm dikte
- Chemisch inert: rotvrij
- Onbrandbaar (Euroklasse A1)
- Vorstbestendig
- Mechanische weerstand: van 1 tot 16 N/mm²
- Los Angeles LA \leq 25, structurele Argex
- Versnelde polijstingscoëfficiënt VPC \geq 65 – structurele Argex

Argex Beton

- Lichte volumemassa: licht beton van 500 kg/m³ tot 2000 kg/m³
- Drukweerstand: van 1 tot 80 N/mm² (MPa)
- Thermisch isolerend: λ van 0,14 tot 1,00 W/mK
- Akoestische absorptie: - α sabine = 0,75 tot 500 Hz, blok met grove textuur – α sabine = 0,83 tot 200 Hz, geluidsscherm met grove textuur en gewafeld
- Akoestische isolatie: Index R, blok van 19 cm dikte, 400 tot 1250 Hz: R_m = 53 dB, 1600 tot 3150 Hz: R_m = 62 dB
- Elasticiteitsmodulus: 5000 tot 22000 N/mm²
- Brandweerstand: R_f 6 uur met dikte 19 cm, beton 1100 kg/m³, 3 uur met dikte 14 cm, beton 1100 kg/m³
- Vuurvast tot 1100 °C

Argex lichte aanvullingen

- Lichte volumemassa: Beperking van de verticale en/of horizontale belasting bij constructies en onderfunderingen. Deze belasting is afhankelijk van de volumemassa en de interne wrijvingshoek φ
- φ 35° tot 44°
- 1 m³ Argex = 1 ton lichter
- Drainerend vermogen: 450 l/m³ - Argex 8/16
- Draagvermogen: toegelaten belasting op verdichte laag: 25 tot 50 T/m² - 2% vervorming
- Cohesie: 0
- Samendrukkingsmodulus: ME \geq 11 tot 17 MN/m²
- Stijfheidsmodulus: 20 tot 80 MN/m³
- Stabiliteit: eigen zetting quasi nul

Argex groentoeepassingen

- Drainerend vermogen: 450 l/m³ holle ruimte tussen de korrels
- Evenwicht drainage, waterhuishouding: 88% holle ruimtes/m³
- Licht substraat, weinig samendrukbare structuur
- Luchtdoorlatendheid: 430 l/m³ holle ruimtes in de korrels
- Biofilters

(Argex, n.d.)

3 Onderzoek van de huidige situatie

3.1 Capaciteitsbepaling

3.1.1. Trommeloven

De trommeloven is opgesplitst in twee delen. In het eerste, traag draaiende gedeelte (2 tr/min), worden de staafjes tot bolletjes gevormd en gedroogd. In het aansluitende tweede deel worden ze verder verwarmd tot een temperatuur van $\pm 1150^{\circ}\text{C}$. De snelheid van dit laatste deel ligt hoger (5,2 tr/min) om de doorlooptijd te verkorten. Door de juiste verhouding tussen kleimengsel, temperatuur en zuurstof expandeert het kleimengsel na ongeveer 3u tot een Argexkorrel.



Figuur 29: Trommeloven

Bij Argex wordt ernaar gestreefd een korrel te produceren met een welbepaalde densiteit, afhankelijk van het type productie. Het proces wordt daarom nauwkeurig ingesteld aan de hand van een aantal belangrijke parameters. De samenstelling van het kleimengsel, temperatuur, hoeveelheid ovenvoeding, hoeveelheid zuurstof die wordt toegevoegd. Het zijn allemaal parameters die worden bijgesteld in functie van de gewenste densiteit.

Naast een conforme densiteit is een tweede streefdoel steeds het maximale volume produceren. Hierbij is een maximale hoeveelheid ovenvoeding essentieel.

De 5 verschillende types van korrels die bij Argex geproduceerd worden zijn normale productie (N), Mix 350 (M), Structurele mix 650 (St), Hydro (H) en TBF (T).

Datagegevens van de voorbije 3 jaar zijn geanalyseerd en samengevat in onderstaande tabel. Hieruit valt af te lezen hoeveel dagen er de laatste 3 jaren van elk productietype geproduceerd is. Daarnaast worden ook de gemiddelde productie en densiteit van elk type weergegeven.

Tabel 5: Ovencapaciteit

| Type prod. | Gem. densiteit kg/m ³ | Ovenvoeding ton/dag | Gem. prod. m ³ /dag | Aantal dagen |
|---------------|-------------------------------------|------------------------|-----------------------------------|--------------|
| N | 424,73 | 1103,16 | 1702,90 | 456 |
| M | 395,93 | 1033,21 | 1575,30 | 56 |
| St | 630,99 | 1058,86 | 1123,90 | 47 |
| H | 504,80 | 891,01 | 1095,00 | 91 |
| T | 497,79 | 1069,35 | 1349,50 | 78 |
| Totaal | 490,85 | 1031,12 | 1542,10 | 728 |

We kunnen concluderen dat de ovenproductie erg afhankelijk is van de instellingen van de eerder vermelde parameters.

Normale productie komt het meest voor, nl. 456 dagen over 3 jaren. Bij normale productie zijn de streefwaarden doorgaans 370 en 430 kg/m³. Met een gemiddelde densiteit van 424,73 kg/m³ wordt hier perfect aan voldaan.

De hoeveelheid ovenvoeding is steeds zo hoog mogelijk, uitgezonderd bij Hydro-productie. De ovenvoeding wordt aangevoerd door 4 productielijnen in de kleivoorbereiding, bij Hydro-productie maar door 3 lijnen. Bij de productie van Hydro-korrels speelt de rode kleur van de korrels een belangrijke rol. Om deze kleur te verkrijgen dient de temperatuur in de oven opgedreven te worden. Deze temperatuurstijging wordt gerealiseerd door een verlaging van de ovenvoeding. Dit is ook te zien in de tabel (891,01 ton/dag).

De trommeloven heeft een theoretische capaciteit van 2400 m³/dag. Uit de tabel kunnen we aflezen dat de oven in werkelijkheid aan een gemiddelde van 1542 m³ per dag Argexkorrels produceert. Dat komt overeen met ± 64m³ per uur.

3.1.2. Transportbanden

Doorheen Argex loopt een heel netwerk van transportbanden. Vanaf het begin, bij het vervoeren van gebaggerde Boomse klei naar de kleivoorbereiding, tot de eindstockage van de Argexkorrels. Deze transportbanden zorgen voor een flexibele werking van het proces.

Onderstaande tabel toont de eigenschappen van de verschillende transportbanden richting het zeefgebouw.

Tabel 6: Capaciteit transportbanden

| Transportband nr | bandbreedte mm | v (m/sec) | th cap 10° (m³/h) | th cap 15° (m³/h) |
|-------------------------|-----------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|
| 81 | 600 | 1 | 120 | 143 |
| 82 | 650 | 1 | 134 | 155 |
| 83 | 800 | 1 | 211 | 243 |
| 84 | 650 | 1 | 134 | 155 |
| 85 | 650 | 1 | 134 | 155 |
| 86 | 650 | 1,02 | 136 | 158 |
| 87 | 650 | 1,02 | 136 | 158 |
| 103 | 650 | 1,05 | 141 | 163 |
| 104 | 650 | 1 | 134 | 155 |
| 105 | 650 | 1,02 | 100 | 122 |
| 106 | 800 | 1,02 | 215 | 248 |
| 108 | 800 | 1,02 | 215 | 248 |

3.1.3. Elevatoren

Onderstaande tabel toont de resultaten van de capaciteitsberekening van elevator 4&5:

Tabel 7: Capaciteit elevator 4&5

| <u>BEREKENING CAPACITEIT ELEVATOR 4 & 5</u> | | | | | | |
|--|-----------------------|-------------------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|------------------------|
| AANDRIJFMOTOR | | REDUCTOR | | | | |
| RPM | Ø IN mm RIEMSCHIJF | Ø IN mm RIEMSCHIJF | i RIEMSCHIJVEN | RPM INGAANDE AS | i REDUCTOR | RPM UITGAANDE AS |
| 1435 | 170 | 325 | 1,91 | 750,62 | 15,04 | 49,91 |
| AANDRIJFTROMMEL ELEVATOR | | | ELEVATORBAND | | | |
| RPM | Ø | OMTREK | M/MIN | BAKJES/METER | INHOUD BAKJE IN L | LITERS/METER |
| 49,91 | 700 | 2,20 | 109,80 | 2,42 | 4 | 9,67 |
| | | <u>CAPACITEIT / ELEVATOR</u> | | | | |
| | | LITERS / MIN | m ³ / UUR | | | |
| | | 1061,40 | 63,68 | | | |
| AFSTAND BAKJES OP ELEVATORBAND: 400 mm | | | | | | |

Onderstaande tabel toont de capaciteitsberekening van elevator 6:

Tabel 8: Capaciteit elevator 6

| <u>BEREKENING CAPACITEIT ELEVATOR 6</u> | | | | | | |
|--|-----------------------|-------------------------------------|----------------------|--------------------|----------------------|------------------------|
| AANDRIJFMOTOR | | REDUCTOR SALA TV 102 | | | | |
| RPM | Ø IN mm RIEMSCHIJF | Ø IN mm RIEMSCHIJF | i RIEMSCHIJVEN | RPM INGAANDE AS | i REDUCTOR | RPM UITGAANDE AS |
| 1420 | 170 | 325 | 1,91 | 742,77 | 24,76 | 30,00 |
| AANDRIJFTROMMEL ELEVATOR | | | ELEVATORBAND | | | |
| RPM | Ø | OMTREK | M/MIN | BAKJES/METER | INHOUD BAKJE IN L | LITERS/METER |
| 30,00 | 800 | 2,51 | 75,40 | 2 | 15 | 30 |
| | | <u>CAPACITEIT / ELEVATOR</u> | | | | |
| | | LITERS / MIN | m ³ / UUR | | | |
| | | 2261,85 | 135,71 | | | |
| AFSTAND BAKJES OP ELEVATORBAND: 500 mm | | | | | | |

3.1.4. Silo's

De zes silo's onder het DANO-zeefgebouw hebben een opslagcapaciteit van 500 m³. De drie silo's onder het WBM-zeefgebouw hebben een opslagcapaciteit van 250 m³. Materiaal dat gebroken moet worden wordt vanuit silo 5 afgevoerd naar de WBM-zeefinstallatie. Onderstaande tabel geeft weer welke inhoud er in de desbetreffende silo behoort.

Tabel 9: Silo inhoud

| | |
|------------|-----------------|
| Silo 1 | AR 4/10 430 |
| Silo 2 | AR 4/10 430 |
| Silo 3 | 0/4 Gsp (droog) |
| Silo 4 | AR 1/5 580 |
| Silo 5 | AR 8/16 |
| Silo 6 | AR 8/16 340 |
| Tussensilo | AH 8/16 |
| Silo 7 | AG 4/8 320 |
| Silo 8 | AG 1/5 390 |
| Silo 9 | AG 0/2 580 |



Figuur 30: Silo's DANO

3.1.5. Zeefinstallatie 1 (DANO)

Onderstaande tabel geeft een beeld van de hoeveelheid Argexkorrels die de DANO-zeefinstallatie de laatste 3 jaar gezeefd heeft. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen de verschillende typen Argexkorrels. "N" staat voor normale productie, "M" voor Mix 350, "St" voor structureel mix 650, "H" staat voor hydro-korrels. De hydro-korrels zijn de rode korrels die gebruikt worden in bloembakken. "T" staat voor TBF en tenslotte staan in de laatste kolom de zeefwaarden wanneer de productie in de oven stil ligt. Op dat moment wordt er enkel vanop de tussenstock gezeefd. We kunnen stellen dat deze zeefinstallatie een gemiddelde capaciteit heeft van 65 m³/h. De maximum capaciteit is 90 m³/h.

Tabel 10: Zeefwaarden DANO-zeefinstallatie (m³/dag)

| DANO | | | | | | |
|---------------|---------|---------|---------|--------|---------|-----------|
| Type product | N | M | St | H | T | Oven stil |
| 2012 | 1609,32 | 1375,25 | 902,00 | 911,12 | 1094,79 | 779,11 |
| 2013 | 1572,47 | 1228,99 | 937,69 | 985,82 | 1142,19 | 791,95 |
| 2014 | 1534,70 | 1373,39 | 1101,09 | 969,15 | 1328,7 | 783,37 |
| Totaal | 1566,80 | 1340,99 | 1000,98 | 956,63 | 1165,79 | 784,48 |

De zeefwaarden uit de laatste kolom zijn beduidend lager dan waarden in de andere kolommen. De verklaring hiervan kunnen we vinden bij de aanvoer van de Argexkorrels. Wanneer de oven stil ligt, worden de korrels toegevoerd vanuit de tussenstock (TV). Er wordt dan een schuif opengezet waardoor de korrels via een trechter op de transportband in de kelder terechtkomen. Deze worden getransporteerd naar het zeefgebouw. Als de trechter leeg is moet deze worden aangevuld d.m.v. een kraan. Op dat moment draait het zeefgebouw enige tijd leeg, waardoor er verlies gemaakt wordt.

3.1.6. Zeefinstallatie 2 (WBM)

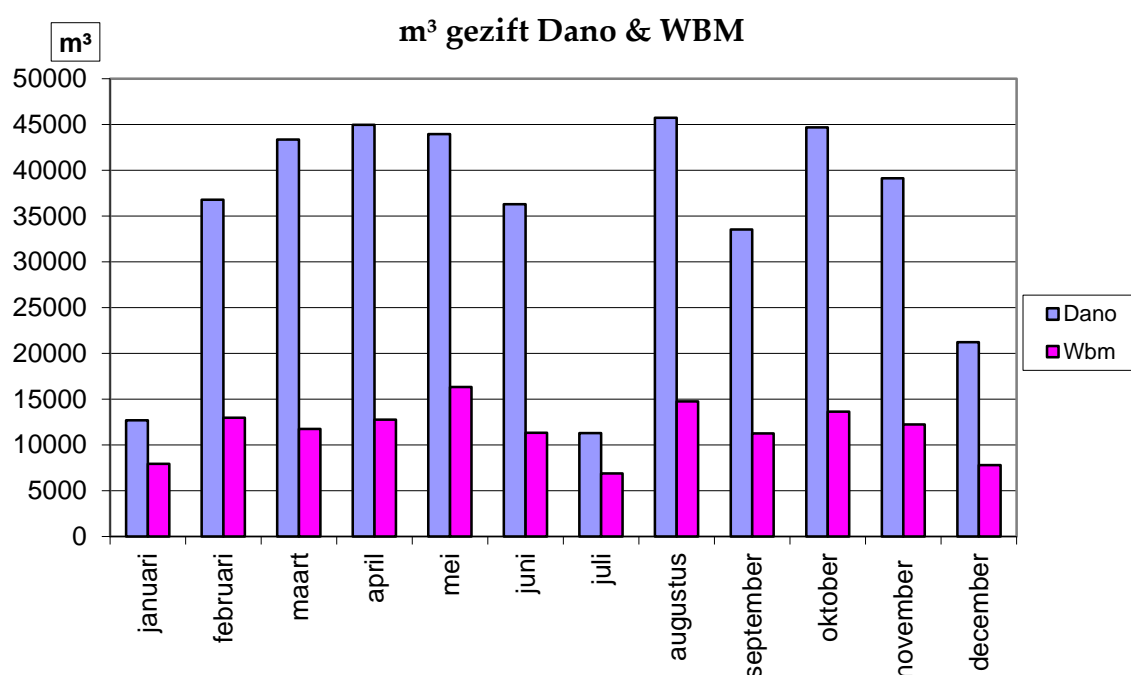
Indien ervoor gekozen wordt om korrels te breken, dan stromen de Argexkorrels vanuit silo 5, via band 105 en 104, naar de WBM-zeefinstallatie. Deze zeefinstallatie heeft een maximum zeefcapaciteit van 30 m³/h en wordt gebruikt om grof materiaal te breken. Bijvoorbeeld de korrel "AG 4/8" komt uit de WBM zeefinstallatie.

Onderstaande tabel toont de zeefwaarden van de WBM-zeefinstallatie:

Tabel 11: Zeefwaarden WBM-zeefinstallatie (m³/dag)

| WBM | | | | | | |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|
| Type product | N | M | St | H | T | Oven stil |
| 2012 | 442,34 | 428,68 | 326,30 | 136,64 | 428,34 | 250,95 |
| 2013 | 560,68 | 488,08 | 360,97 | 235,88 | 493,18 | 329,78 |
| 2014 | 500,31 | 360,89 | 355,25 | 338,89 | 510,76 | 364,38 |
| Totaal | 508,75 | 415,79 | 329,21 | 229,34 | 472,38 | 318,04 |

Uit de tabel kunnen we concluderen dat deze zeefinstallatie een gemiddelde zeefcapaciteit van 17,2 m³/h heeft. Uit voorgaande gegevens weten we dat de maximale capaciteiten van de DANO- en de WBM-zeefinstallatie respectievelijk 90 m³/h en 30 m³/h zijn. Momenteel stellen we echter vast dat de behaalde gemiddelde capaciteit voor de DANO 65 m³/h bedraagt en deze van de WBM 17 m³/h. Dit wordt weergegeven in onderstaande grafiek.



Figuur 31: m³ gezift materiaal DANO & WBM

3.2 Efficiëntieonderzoek

Zoals eerder aangehaald in het onderzoeksopzet blijkt uit analyse dat de manuele handelingen van het kleppensysteem voor beperkingen zorgen wat betreft capaciteitsoptimalisatie en kwaliteitsgarantie.



Figuur 32: Kleppensysteem TV

Daarom zijn de mogelijkheden om elektrisch gestuurde SINT Slide-schuiven te installeren bestudeerd en uitgetest. Deze geautomatiseerde schuiven zullen vanzelfsprekend tijdsverlies opvangen.

Voor het huidige kleppensysteem werden de trekkrachten gemeten m.b.v. een dynamometer. Zie onderstaande figuur.



Figuur 33: Test dynamometer

Tijdens dit onderzoek bleek al snel dat de trekkrachten op de kleppen sterk verschillend zijn. Dit heeft vooral te maken met het al dan niet frequent gebruik van de klep. Maar ook met de massa van de korrels die op de klep inwerken.

Onderstaande tabel toont de verschillende trekkrachten op de kleppen.

Tabel 12: Testresultaten dynamometer

| Testing klep m.b.v. dynamometer | |
|--|------------------------|
| Klep nr. | Trekkracht (kg) |
| 11 | 4 |
| 9 | 8 |
| 7 | 14 |
| 5 | 12 |
| 3 | 8 |

Zoals in de tabel wordt weergegeven zijn de trekkrachten op de frequent gebruikte kleppen relatief laag (klep nr. 4: 4 kg, klep nr. 3: 8 kg). Een klep met een trekkracht van 25 kg volstaat dus om alle kleppen te bedienen.

3.3 Kwaliteitsonderzoek

De eerste vraag die gesteld moet worden is: 'wat is kwaliteit'. Zoals in de literatuurstudie is beschreven heeft elk eindproduct zijn specifieke eigenschappen. Densiteit en de sterkte van de korrel zijn hierin de belangrijkste. In het kader van deze masterproef wordt vooral het afziften van een correcte densiteit als kwaliteitskenmerk gezien. Als we spreken van de kwaliteit, is er momenteel een belangrijke factor niet controleerbaar. Met name de densiteit van het materiaal dat de zeefafdeling binnenkomt.

Het labo dat instaat voor de dagdagelijkse opvolging van de kwaliteit, neemt op verschillende plaatsen stalen. Echter is het praktisch niet mogelijk om de toevoer net voor de zeefafdeling te verifiëren. De reden hiervoor is dat er verschillende manieren zijn om Argexkorrels naar het zeefgebouw aan te voeren. Daardoor kan er geen duidelijk beeld gevormd worden van de toevoerstream. Enkel als het materiaal rechtstreeks vanuit de oven naar het zeefgebouw stroomt, is er een exacte parameter definieerbaar. De densiteit wordt dan gemeten na de koeling. Bij de andere twee toevoerkanalen (via tussenstock of de combinatie) ontbreekt deze informatie.

Daarom kan momenteel de kwaliteit slechts in een bepaald gebied beheerst en gecontroleerd worden.

4 Analyse

4.1 DANO-zeefinstallatie

Onderstaande tabel toont de analyse van de betreffende installatie voor het jaar 2014.

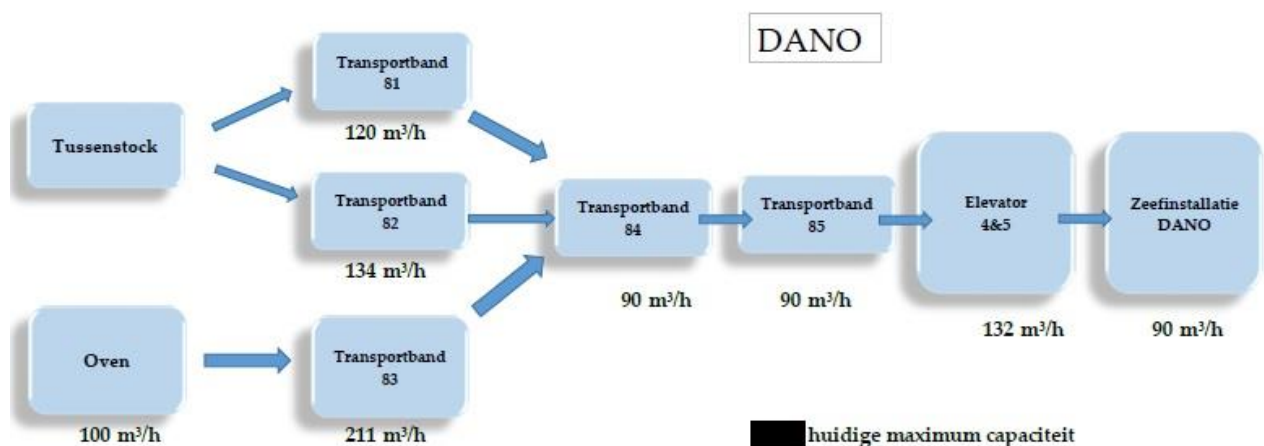
Tabel 13: OEE DANO 2014

| | DANO -2014 | | | |
|------------------------|-----------------------|---------|----------------|---------|
| beschikbaarheid (tijd) | Geplande tijd | 7.504 | uren | 84,12% |
| | Effectieve tijd | 6.312 | uren | |
| Prestatie (capaciteit) | Maximale capaciteit | 568.099 | m ³ | 72,81% |
| | Effectieve capaciteit | 413.616 | m ³ | |
| Kwaliteit | densiteit | 1 | | 100,00% |
| Totaal | | | | 61,24% |

In de tabel zien we dan de DANO 84% van de voorziene tijd effectief aan het draaien is. De overige tijd kan verklaard worden door preventieve taken, dagelijkse onderhouds- en kuiswerken.

Qua capaciteitsbenutting binnen de effectieve draaitijd werd in 2014 bijna 73% gerealiseerd. Hieruit kunnen we besluiten dan er met de huidige installaties, mits een verbetering van de aanvoer, een hoger rendement kan worden behaald. Dit is ook wat ikzelf binnen de zeefafdeling praktisch kon vaststellen.

De factor kwaliteit wordt in het kader van OEE bij Argex gezien als de densiteit van het materiaal naar de zeefafdeling. Deze is echter niet meetbaar waardoor men hiervoor momenteel 100% rekent. Door de dagelijkse opvolging van het labo wordt de kwaliteit wel gecontroleerd. Materiaal dat in de silo terecht is gekomen en niet conform blijkt na een staalname, wordt afgevoerd naar de niet-conforme stock. In een bepaalde mengverhouding met conform materiaal kan het nadien nog wel gerecupereerd worden. In onderstaande figuur zien we de theoretisch maximale capaciteit van de DANO-zeefinstallatie.



Figuur 34: Flowchart DANO

De problemen die zich stellen worden in orde van belangrijkheid opgesomd:

- De beperkte capaciteit van het zeefgebouw (90 m³/h).
- De beperkte capaciteit van elevator 4 en 5 (2x 66 m³/h).
- De beperkte capaciteit van transportband 85 (90 m³/h).
- De beperkte capaciteit van transportband 84 (90 m³/h).
- De beperkte capaciteit van transportband 81 (120 m³/h).
- De beperkte capaciteit van transportband 82 (134 m³/h).

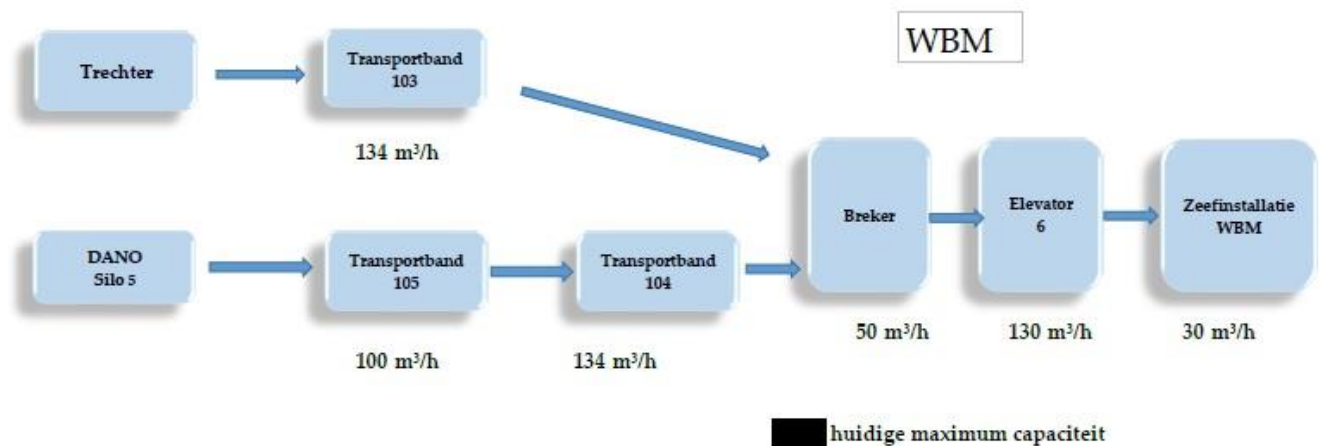
4.2 WBM-zeefinstallatie

Maken we dezelfde efficiëntie-analyse voor de WBM installatie dan geeft dit onderstaande resultaat.

Tabel 14: OEE WBM 2014

| | | WBM -2014 | | |
|-----------------|-----------------------|-----------|----------------|---------|
| beschikbaarheid | Geplande tijd | 5.022 | uren | 98,82% |
| | Effectieve tijd | 4.963 | uren | |
| Capaciteit | Maximale capaciteit | 148.877 | m ³ | 93,78% |
| | Effectieve capaciteit | 139.622 | m ³ | |
| Kwaliteit | densiteit | 1 | | 100,00% |
| Totaal | | | | 92,68% |

Op te merken valt dat de maximale capaciteit hier dichter benaderd wordt. Wat de kwaliteit betreft geldt ook hier dezelfde bedenking als bij de DANO. Onderstaande figuur toont de huidige capaciteiten van de WBM-zeefinstallatie.



Figuur 35: Flowchart WBM

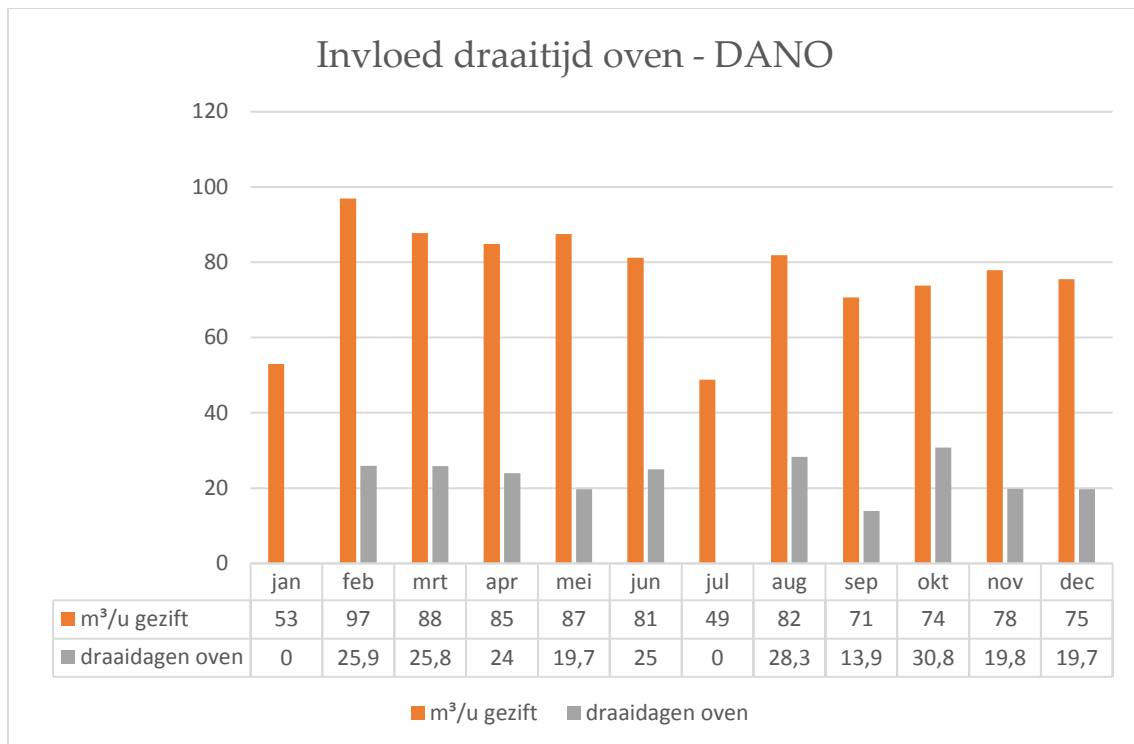
De problemen die zich stellen worden in orde van belangrijkheid opgesomd:

- De beperkte capaciteit van het zeefgebouw (30 m³/h).
- De beperkte capaciteit van elevator 6 (130 m³/h).
- De beperkte capaciteit van de breker (50 m³/h).
- De beperkte capaciteit van transportband 105 (100 m³/h).
- De beperkte capaciteit van transportband 103 & 104 (134 m³/h).

4.3 Bijkomende beperkingen

Het verschil tussen de theoretische capaciteit en de werkelijke capaciteit is te verklaren door diverse beperkingen of tekortkomingen:

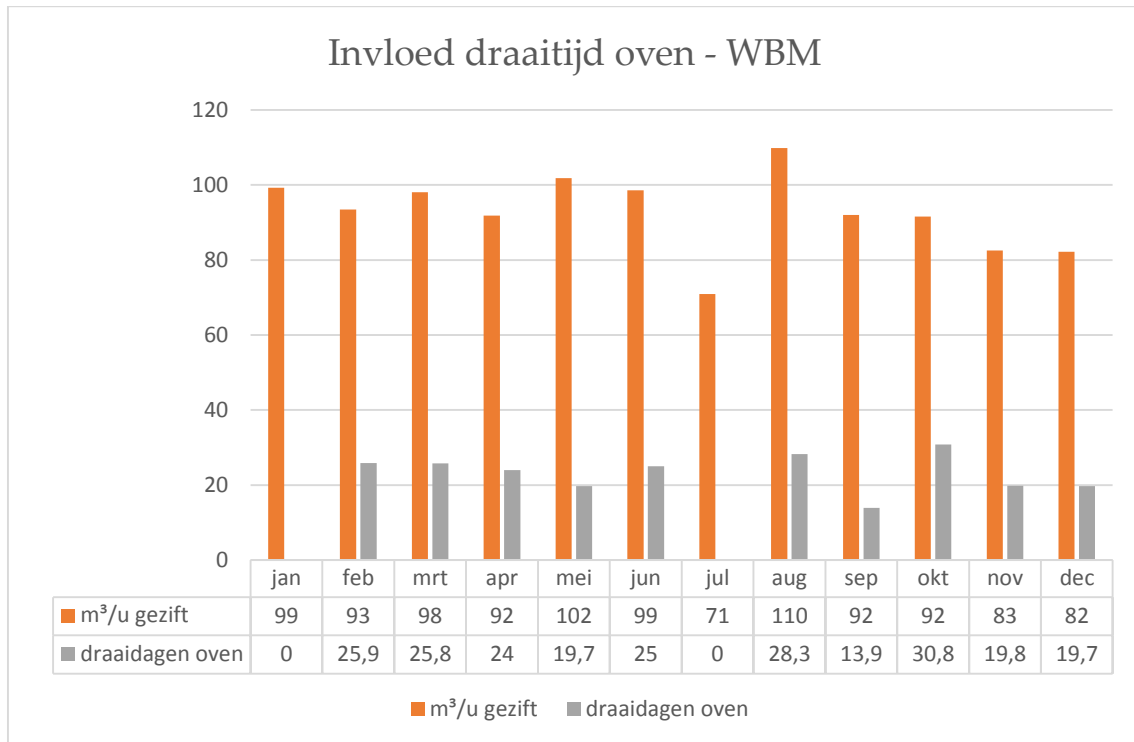
- Bij een rechtstreekse aanvoerstream vanuit de oven heeft de stabiliteit van de oven een invloed op de zeefafdeling. Dit wordt verduidelijkt in onderstaande grafiek.



Figuur 36: Invloed draaitijd oven - DANO

Uit de grafiek kunnen we afleiden dat in de maanden januari en juli minder gezeefd wordt. Als de oven stabiel functioneert wordt er veel geproduceerd en ook veel gezeefd. Bij stilstand van de oven wordt de aanvoerstream verstoord. Bij stilstanden minder dan een week, kan dit opgevangen worden door toevoer vanop de tussenstock. Bij langere stilstanden zien we een daling in de grafiek. Dit komt omdat de trechters op de tussenstock dan leeg geraken, en opnieuw "handmatig" moeten worden aangevuld d.m.v. een kraan. Verder is de werking ook afhankelijk van het type productie. Bij normale productie (N) kan er bijgetrokken worden vanop de tussenstock. Bij speciale productie, bv. Hydro, wordt er maar vanop één "straat" aangevoerd en zal de zeefinstallatie sowieso met een lager rendement ziften.

Onderstaande grafiek toont een analogo beeld voor de WBM-zeefinstallatie.



Figuur 37: Invloed draaitijd oven – WBM

- Omschakeling van de toevoerstream naar het zeefgebouw verloopt niet efficiënt.
- De manuele bediening van de schuiven aan de tussenstock is zeer tijdrovend.
- Technische storingen met ongeplande stilstanden tot gevolg.
- Dagelijks onderhoud en kuiswerken.
- Het leegkomen van trechters van TV.
- Ziften tijdens stilstanden van de oven.
- De zifter krijgt niet altijd een melding als 1 van bovenstaande problemen zich voordoen, hierdoor worden sommige zaken laattijdig opgemerkt.

5 Onderzoek van diverse mogelijke aanpassingen

5.1 Capaciteitsverbetering DANO-zeefinstallatie

5.1.1. Elevator 4

Onderstaande tabel toont de aanpassingen aan elevator 4.

Tabel 15: Aanpassingen elevator 4

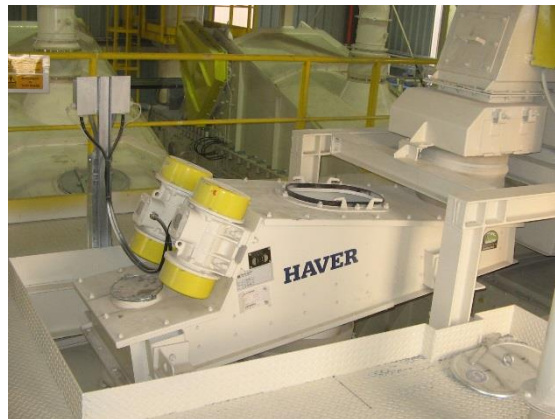
| Elevator 04 | | | |
|----------------------------|----------------|---------------|-------------------|
| Info elevatorbakjes | Huidig systeem | Nieuw systeem | eenheid |
| Type bakje | G350/1,5 | G400/2,0 | |
| Inhoud bakje | 4,03 | 5,32 | liter |
| Gewicht bakje | 1,86 | 3 | kg |
| Lengte bakje | 350 | 400 | mm |
| Breedte bakje | 180 | 200 | mm |
| Aantal bakjes | 173 | 239 | stuks |
| Capaciteit input | | | |
| Beker afstand | 400 | 290 | mm |
| Aantal rijen | 1 | 1 | rij |
| Beker vulgraad op WL | 1 | 1 | % |
| Diameter riemschijf | 700 | 700 | mm |
| RPM | 50 | 50 | tr/min |
| Snelheid | 1,83 | 1,83 | m/s |
| Berekeningen | | | |
| Capaciteit | 66 | 121 | m ³ /h |
| Max capaciteit + 5° | 105 | 186 | m ³ /h |
| Ton per uur | 21,3 | 38,7 | ton/h |
| Max ton per uur + 5° | 33,6 | 59,4 | ton/h |
| Elevator info | | | |
| Hoogte | 33,5 | 33,5 | meter |
| Minimum katrol breedte | 425 | 475 | mm |
| Min behuizing breedte | 475 | 525 | mm |
| Min katrol grootte | 700 | 700 | mm |
| Min vermogen | 3,2 | 5,8 | kW |
| Min vermogen + 5° | 5 | 8,8 | kW |
| Elevator band input | | | |
| Bandbreedte | 400 | 420 | mm |
| Band gewicht | 8 | 8 | kg/m ² |
| Empirische factor | 14 | 14 | |
| Veiligheidsfactor | 10 | 10 | |
| Elevator band info | | | |
| Bandspanning T1 | 600 | 1042 | kg |
| Bandspanning T2 | 289 | 495 | kg |
| Min bandsterkte | 163 | 269 | N/m ² |
| Min bandbreedte | 370 | 420 | mm |

Na grondige analyse van de huidige elevator kunnen er een aantal aanpassingen voorgesteld worden. Zoals in tabel 13 wordt weergegeven is de maatvoering van de bekers aangepast van 4,03 liter naar 5,32 liter. De bekers passen in de huidige elevator, zodat er minimale aanpassingen moeten gebeuren. Ook het aantal bekers wordt aangepast van 173 naar 239 bekers en bijgevolg staan de bekers ook dicht bij elkaar (290 mm i.p.v. 400 mm uit elkaar). De kracht op de elevatorband zal wel iets toenemen (van 600 kg naar 1042 kg) maar dit vormt geen probleem.

Voor elevator 4 wil dit zeggen dat de huidige capaciteit van 66 m³/h verhoogd kan worden naar 120 m³/h. Dit is een capaciteitsverhoging van 81%.

5.1.2. Zeefgebouw DANO

De mogelijkheid om een nieuw zeeftype te installeren werd onderzocht. Het gaat hier om een vlakzeef met een lineaire trilbeweging. Deze trilling kan opgewekt worden door een trilopwekker of door gebruik te maken van twee onbalans assen. Deze assen zijn elk voorzien van een eigen motor zoals te zien is op onderstaande foto.



Figuur 38: Motoren onbalans assen

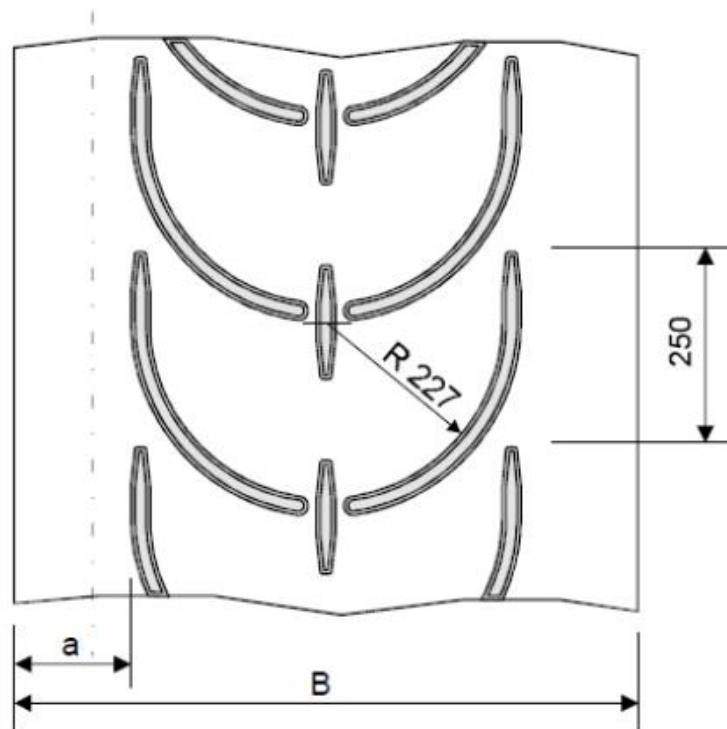


Figuur 39: Nieuwe zeefinstallatie

De zeefinstallatie is voorzien van een stofdichte omkadering. Met deze zeef is een zeefcapaciteit tot 150 m³/h mogelijk.

5.1.3. Transportband 85

Transportband 85 vervoert de korrels komende van band 84 richting de breker en de elevatoren. Omdat deze transportband onder een helling van 30° moet functioneren, opteren we voor een profielband met een profielhoogte van 10-35 mm. Deze zal een beter rendement creëren. De transportband die het meest geschikt is voor deze situatie is de "Escort FB 28". We moeten echter rekening houden dat dit profiel ook een nadeel met zich meebrengt. Dit type transportband kan niet worden afgeschraapt, wat een probleem kan zijn bij een nat of vochtig product. Onderstaande figuur toont profielband "Escort FB 28":



Figuur 40: Profielband "Escort FB 28"

Tabel 16: Parameters "Escort FB 28"

| Bandbreedte (B-mm) | Randzone (a-mm) |
|--------------------|-----------------|
| 500 | - |
| 600 | 50 |
| 650 | 75 |
| 800 | 150 |

De profielband kan uitgevoerd worden met een bandbreedte van 800 mm. Dit vormt een perfecte aansluiting voor de banden 81, tot 84 op voorwaarde dat deze ook uitgevoerd worden conform aan onderstaand voorstel.

5.1.4. Transportband 84

De huidige capaciteit van deze band is 134 m³/h. Als we de bandbreedte van 650 naar 800 mm veranderen zullen we meer materiaal kunnen vervoeren en de capaciteit verhogen. De nieuwe band heeft volgende eigenschappen:

- Bandbreedte: 800 mm
- Lengte aandrijf/keerrol: 950 mm
- Breedte frame: 1150 mm
- Capaciteit: 180 m³/h bij 1 m/s

Om een transportband met bandbreedte van 800 mm te plaatsten moet er rekening gehouden worden met een framebreedte van 1150 mm. Dit is praktisch realiseerbaar. De nieuwe transportband zal voor een capaciteitsverhoging zorgen van 74%.

5.1.5. Transportbanden 81 en 82

Deze transportbanden vervoeren Argexkorrels van de tussenstock naar transportband 84. Door band 81 en vervolgens ook aansluitende band 82 te vervangen door een band met bandbreedte 800 mm zullen we ook het rendement kunnen verhogen. Hiermee wordt een capaciteitsverhoging gerealiseerd van respectievelijk 67 en 74%.

5.2 Capaciteitsverbetering WBM-zeefinstallatie

5.2.1. Zeefgebouw WBM

De mogelijkheid om een nieuw zeeftype te installeren werd onderzocht. Ook hier wordt gekozen voor een vlakzeef met lineaire trilbeweging. Voor de WBM-zeefinstallatie ambiëren we een zeefcapaciteit van 60 m³/h.



Figuur 41: Nieuwe zeefinstallatie WBM

5.2.2. Elevator 6

Onderstaande tabel toont de aanpassingen aan elevator 6.

Tabel 17: Aanpassingen elevator 6

| Elevator 06 | | | |
|----------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|
| Info elevatorbakjes | Huidig systeem | Nieuw systeem | eenheid |
| Type bakje | DIN 15234 400 mm x 3 mm | 16 x 8 TIGER-TUFF PU 55D | |
| Inhoud bakje | 15 | 8,4 | liter |
| Gewicht bakje | 7,03 | 3,41 | kg |
| Lengte bakje | 400 | 432 | mm |
| Breedte bakje | 224 | 230 | mm |
| Aantal bakjes | 136 | 266 | stuks |
| Capaciteit input | | | |
| Beker afstand | 500 | 255 | mm |
| Aantal rijen | 1 | 1 | rij |
| Beker vulgraad op WL | 1 | 1 | % |
| Diameter riemschijf | 765 | 765 | mm |
| RPM | 30 | 41 | tr/min |
| Snelheid | 1,2 | 1,64 | m/s |
| Berekeningen | | | |
| Capaciteit | 130 | 195 | m ³ /h |
| Max capaciteit + 5° | 138 | 215 | m ³ /h |
| Ton per uur | 41,5 | 62,3 | ton/h |
| Max ton per uur + 5° | 44,3 | 68,8 | ton/h |
| Elevator info | | | |
| Hoogte | 32,6 | 32,6 | m |
| Minimum katrol breedte | 475 | 507 | mm |
| Min behuizing breedte | 525 | 557 | mm |
| Min katrol grootte | 0 | 762 | mm |
| Min vermogen | 6,1 | 9,1 | kW |
| Min vermogen + 5° | 6,5 | 10,1 | kW |
| Elevator band input | | | |
| Bandbreedte | 400 | 440 | mm |
| Band gewicht | 8 | 8 | kg/m ² |
| Empirische factor | 14 | 14 | |
| Veiligheidsfactor | 10 | 10 | |
| Elevator band info | | | |
| Bandspanning T1 | 1197 | 1301 | kg |
| Bandspanning T2 | 583 | 609 | kg |
| Min bandsterkte | 326 | 325 | N/mm |
| Min bandbreedte | 420 | 452 | mm |

Bij elevator 6 worden de elevatorbekers verkleind. De huidige bekertjes van 15 liter worden vervangen door bekertjes van 8,40 liter. Zo krijgen we 266 bakjes i.p.v. 136. Daarnaast wordt de snelheid verhoogd van 1,2 m/s naar 1,64 m/s. Dit levert een capaciteitsverhoging op van 130 m³/h naar 195 m³/h ofwel een verhoging van 50%.

Er zal echter extra aandacht besteed moeten worden aan het vullen (beladen) van de elevatorbekertjes. Door de snelheidsverhoging moet nagegaan worden of de elevatorbekertjes volledig gevuld worden.

5.2.3. *Transportband 105*

De huidige capaciteit van deze band is 100 m³/h. Als we de bandbreedte van 650 naar 800 mm veranderen zullen we meer materiaal kunnen vervoeren en de capaciteit verhogen. De nieuwe band heeft volgende eigenschappen:

- Bandbreedte: 800 mm
- Breedte frame: 1150 mm
- Capaciteit: 215 m³/h bij 1,02 m/s

Om een transportband met bandbreedte van 800 mm te plaatsten moet er rekening gehouden worden met een framebreedte van 1150 mm. Dit is praktisch realiseerbaar. De nieuwe transportband zal voor een capaciteitsverhoging zorgen van 47%.

5.2.4. *Transportbanden 104 en 103*

De huidige capaciteit van deze banden is 134 m³/h. Als we de bandbreedte van 650 naar 800 mm veranderen zullen we meer materiaal kunnen vervoeren en de capaciteit verhogen. De nieuwe banden hebben volgende eigenschappen:

- Bandbreedte: 800 mm
- Breedte frame: 1150 mm
- Capaciteit: 180 m³/h bij 1 m/s

Om een transportband met bandbreedte van 800 mm te plaatsten moet er rekening gehouden worden met een framebreedte van 1150 mm. Dit is praktisch realiseerbaar. De nieuwe transportbanden zullen voor een capaciteitsverhoging van 74% zorgen.

5.3 **Efficiëntieverbetering**

Omdat uit de analyse blijkt dat de manuele handelingen van het kleppensysteem voor beperkingen zorgen, zijn de mogelijkheden om het kleppensysteem te automatiseren onderzocht. Na een uitgebreid marktonderzoek zijn we overgegaan tot de grondige testing van elektrisch gestuurde SINT Slide-schuiven. Deze geautomatiseerde schuiven zullen vanzelfsprekend tijdsverlies opvangen.

De "VL" schuifkleppen bestaan uit een tweedelig stalen of roestvrij stalen frame, gedeeltelijk met unieke coating SINT, een schuifblad uit SINT, staal of roestvrij staal. Door het gebruik van de SINT kunststof stijgt de weerstand tegen slijtage sterk ten opzichte van klassieke kleppen. De VLQ versie heeft een vierkante opening, de VLC versie heeft een ronde opening. De VLS versie met een vierkante opening heeft een pneumatische actuator in het frame ingebouwd. (WAM, sd)

De VL schuifkleppen zijn geschikt om de productstroom uit de trechters aan de tussenstock te stoppen. De kleppen kunnen gemonteerd worden onder de bestaande trechters. Dit wordt aangetoond in onderstaande figuren.

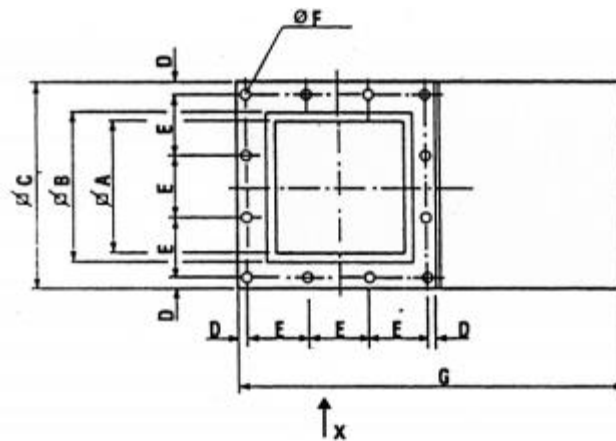


Figuur 42: Testopstelling SINT schuif



Figuur 43: Testopstelling SINT schuif

We kiezen voor het type VLQ300, met vierkante opening. Deze schuif heeft volgende kenmerken:



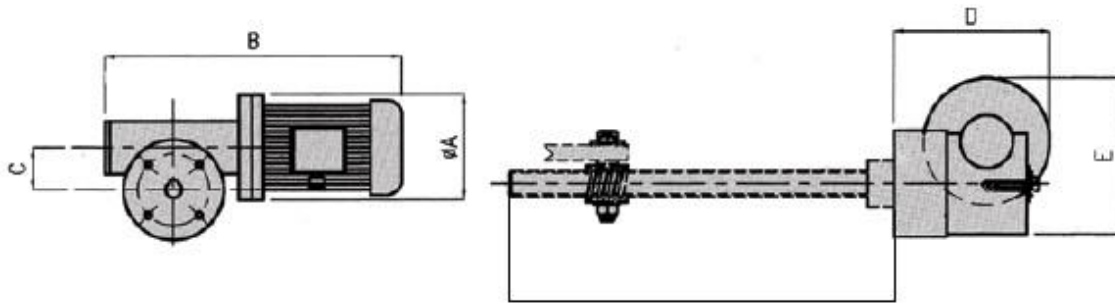
Figuur 44: Schema VLQ (Katalog, n.d.)

Tabel 18: Parameters VLQ (Katalog, n.d.)

| Type | A | B | C | D | E | n° E | Ø F | Ø Bolts Schrauben Vis Viti | G | H | kg |
|------------------|------------|------------|------------|-----------|--------------|----------|-------------|-------------------------------------|------------|------------|-----------|
| VLQ0150.. | 120 | 175 | 261 | 15.5 | 115 | 2 | 12.5 | M10 | 455 | 113 | 14 |
| VLQ0200.. | 170 | 225 | 311 | 15.5 | 93.3 | 3 | 12.5 | M10 | 555 | 113 | 18 |
| VLQ0250.. | 220 | 275 | 361 | 15.5 | 110 | 3 | 12.5 | M10 | 650 | 113 | 22 |
| VLQ0300.. | 270 | 325 | 431 | 23 | 128.3 | 3 | 12.5 | M10 | 765 | 113 | 30 |
| VLQ0350.. | 320 | 375 | 481 | 18 | 89 | 5 | 12.5 | M10 | 900 | 125 | 40 |
| VLQ0400.. | 370 | 425 | 531 | 15.5 | 100 | 5 | 12.5 | M10 | 1000 | 125 | 46 |

De keuze voor een vierkante opening krijgt de voorkeur omwille van de beste sluiteigenschappen bij droge abrasieve korrels.

Voor de aandrijving kiezen we een elektrische bediening type CRG010B300 I.
Onderstaande figuren tonen de kenmerken van deze elektromotor.



Figuur 45: Elektrische aandrijving SINT schuif (Actuators, n.d.)

Tabel 19: Parameters CRG elektrische aandrijving (Actuators, n.d.)

| TYPE | ØA | B | C | D | E | Nm | kW | Electrical Protection Schutzart Classe protection Protezione | Volt | Hz | r.p.m. min. ⁻¹ Tours/min Giri/1' | kg |
|----------------|-----|-----|----|-----|-----|----|------|---|---------|----|--|----|
| CRG 010 A 0150 | 105 | 340 | 40 | 144 | 143 | 16 | 0.25 | IP 55 | 230/400 | 50 | 140 | 16 |
| CRG 010 B 0200 | | | | | | | | | | | | 19 |
| 0250 | 105 | 340 | 40 | 144 | 143 | 21 | 0.37 | IP 55 | 230/400 | 50 | 140 | 20 |
| 0300 | | | | | | | | | | | | 21 |
| CRG 010 B 0350 | 105 | 340 | 40 | 144 | 143 | 21 | 0.37 | IP 55 | 230/400 | 50 | 140 | 22 |
| 0400 | | | | | | | | | | | | 23 |

De keuze voor een elektrische bediening wordt gesteund door de onderhoudstechnici. De Argexkorrels in de trechters kunnen bij slechte weersomstandigheden aan elkaar klitten. Een elektrische bediening biedt dan een sterkere sluitkracht waardoor verstoppingen vermeden worden.

5.4 Kwaliteitsverbetering

Om de kwaliteitsaspecten van het eindproduct te waarborgen en zelfs te verbeteren, moet er een beter inzicht verkregen worden van de toevoerstroam naar het zeefgebouw. Dit zal resulteren in meer conform gezeefd materiaal dat richting de eindstocks of klanten gaat.

5.4.1. Mogelijke metingen

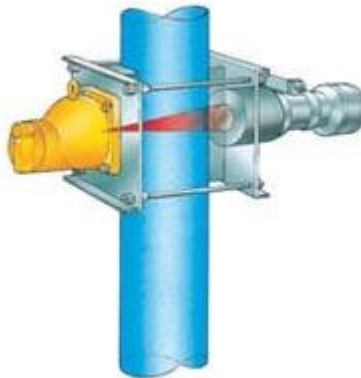
Er zijn twee mogelijke pistes onderzocht voor deze kwaliteitscontrole. In eerste instantie werd gedacht aan een meting op basis van microgolven. De tweede mogelijkheid die onderzocht werd is een radioactieve meting gebaseerd op absorptie van gamma stralen komende van een bron.

5.4.2. Microgolfmetingen

Microgolfmetingen zijn gebaseerd op het rest watergehalte. Door diverse firma's werd deze kwaliteitsmeting afgeraden. De reden hiervoor is dat met deze meting geen echte dichtheid bepaald kan worden. Men kan enkel het vocht en de concentraties in vloeistoffen en vaste stoffen meten.

5.4.3. Radioactieve dichtheidsmeting

Deze meting is gebaseerd op absorptie van gamma stralen komende van een bron. Dit wordt verduidelijkt op onderstaande figuur.



Figuur 46: Dichtheidsmeting

De straling, uitgezonden door een afgeschermd bron, wordt door de pijpleiding naar een detector gezonden aan de overkant van de pijpleiding. Bij het bestralen van de leiding, zal de straling verzwakken. De mate waarin deze straling verzwakt is recht evenredig met de dichtheid van het te meten materiaal.

Deze dichtheidsmeting gebeurt contactloos. Bovendien worden de meetresultaten niet beïnvloed door de temperatuur, druk, viscositeit, kleur of chemische eigenschappen van het te meten materiaal.

Dit principe wordt reeds met succes toegepast vlak na de oven. Een tweede densiteitsmeting is daarom de meest geschikte oplossing. Deze densiteitsbron moet geplaatst worden vlak voor de korrels het zeefgebouw bereiken, d.w.z. na transportband 85. Door op deze plaats een densiteitsbron te plaatsen, kan de operator d.m.v. een online principe de toevoerstroam opvolgen en regelen.

5.5 Kosten-batenanalyse

5.5.1 Optimalisatie aanvoer

Onderstaande tabel toont de kosten voor de optimalisatie van de aanvoer naar het zeefgebouw.

Tabel 20: Kosten optimalisatie aanvoer

| Aanpassing | Kost |
|-------------------|-------------|
| Aantal schuiven | 15 |

Voorstel elektrische oplossing

| | |
|--|-----------------|
| SINT schuifafsluiter elektrisch bediend CRG010B300 I | € 640 |
| eindeloopschakelaar elektrische bediening LSM6 | € 140 |
| Totaal | € 11.700 |

Voorstel pneumatische oplossing

| | |
|---|----------------|
| SINT schuifafsluiter pneumatische bediening | € 333 |
| KCP0801530 (koppeling) | € 38 |
| V4V80 Ventiel (mono stabiel) | € 65 |
| Magnetische eindeloopschakelaars | € 120 |
| Spoel | € 19 |
| Totaal | € 8.625 |

Maatregelen die invloed hebben op de aanvoer zullen ervoor zorgen dat de huidige installaties beter benut worden naar capaciteit toe. Vertalen we dit naar een verbetering van de OEE, dan betekent dit dat de 72,81% die in 2014 werd behaald, zal stijgen. Het leegkomen van de trechters op TV zal dan vermoedelijk de meest beperkende factor worden, voornamelijk bij een stilstand van de oven. Net zoals in de huidige situatie zal men het materiaal dan met de kraan boven de schuiven deponeren.

5.5.2 Capaciteitsverhoging

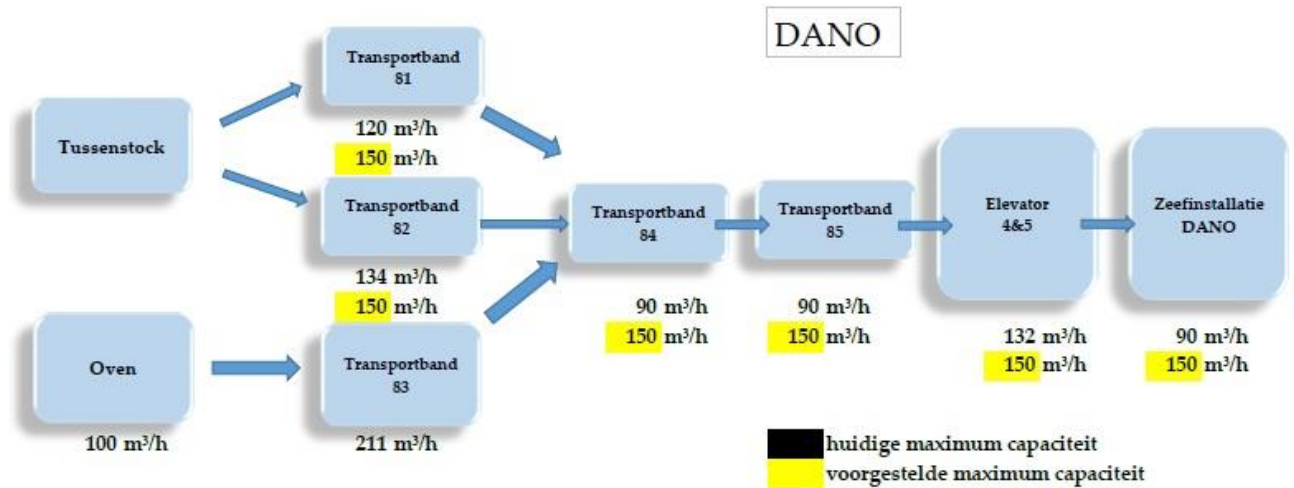
Onderstaande tabel toont de kosten voor een capaciteitsverhoging van de componenten naar het zeefgebouw.

Tabel 21: Kosten capaciteitsverhoging

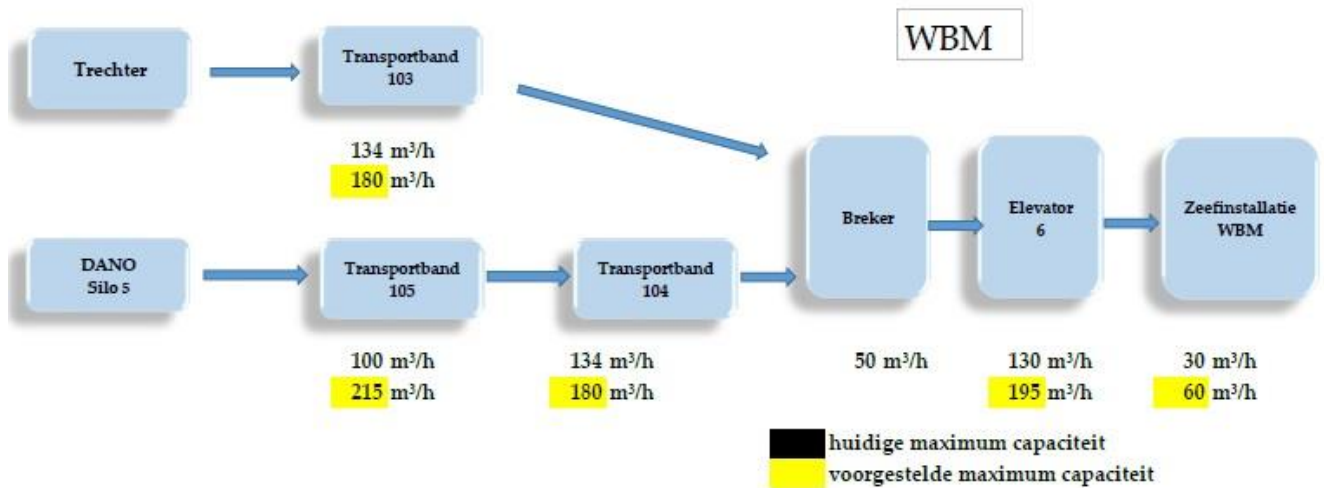
| Aanpassing | Kost |
|--|------------------|
| Vervanging band 81 600 -> 800 mm 62m | € 1.975 |
| Vervanging band 82 600 -> 800 mm 28m | € 892 |
| Vervanging band 85 (600) -> profielband 800mm Escort FB28, 25m | € 1.200 |
| Aanpassingen Elevator 4 en 5 | € 16.750 |
| Nieuw type zift DANO | € 100.000 |
| Nieuw type zift WBM | € 82.000 |
| Aanpassingen Elevator 6 | € 8.150 |
| Totaal | € 210.967 |

Zoals we reeds eerder zagen, is in beide gevallen de bottleneck van de zeefinstallatie de capaciteit van de zeef. Daarom gaan we deze opdrijven m.b.v. een nieuw zeefstelsel. Bij de DANO zal de huidige maximum capaciteit van 90 m³/h naar 150 m³/h verhoogd worden. Bij de WBM is dit een verhoging van 30 naar 60 m³/h.

Onderstaande figuren tonen een aangepaste versie van het zeefproces met vooropgestelde maximum capaciteiten.



Figuur 47: Aangepaste flowchart DANO



Figuur 48: Aangepaste flowchart WBM

Als hoofddoel is vooropgesteld om aan de DANO een input van 150 m³/h te voorzien. Om deze behoefte in te vullen dienen we elevator 4&5 en het zeefgebouw aan te passen op basis van de vooropgestelde waarden. Verdere mogelijke aanpassingen zijn transportbanden 84 en 85, doch deze zijn secundair.

Het streefdoel van de WBM-zeefinstallatie is een input realiseren van 60 m³/h. Hiervoor dient enkel het zeefgebouw aangepast te worden aangezien de andere procesonderdelen nog over reserve beschikken.

Door de beperkte capaciteit van de ziften wordt het materiaal niet altijd kwalitatief uitgezift. Als de capaciteit van de zeef verhoogt, zal voor een zelfde volume het bed minder hoog worden waardoor er kwalitatief beter gezift kan worden.

5.5.3 Kwaliteitsverbetering

In onderstaande tabel zijn de kosten opgelijst voor het uitvoeren van de kwaliteitsmetingen.

Tabel 22: Kosten kwaliteitsmetingen

| Aanpassing | Kost |
|-------------------------------|-----------------|
| Microgolfmetingen | € 29.000 |
| Radioactieve densiteitsmeting | € 13.000 |
| Totaal | € 42.000 |

Door het plaatsen van een densiteitsmeter vlak voor het zeefgebouw wordt de densiteit van de aangevoerde Argexkorrels in kaart gebracht. Hiermee realiseren we een kwaliteitsoptimalisatie.

Dit betekent dat de factor kwaliteit in dit opzicht kan meegerekend worden in de OEE van de afdeling. Zodra de kwaliteit van de aanvoerstroombaan naar het zeefgebouw gekend is, kan men ernaar streven om steeds materiaal te ziften met de juiste densiteit. Bijkomend kan de densiteitsmeting via een online systeem gekoppeld worden aan de sturingskleppen. Hierdoor tracht men alsnog een kwaliteitsefficiëntie van 100% te bereiken.

6 Besluit

De optimalisatie van de capaciteit en de efficiëntie van de zeefafdeling omvatte de opdracht van mijn masterproef bij Argex NV. Na een kritische studie en doorlichting van de huidige situatie werd de capaciteit van de zeefafdeling in kaart gebracht.

Bijkomend onderzoek van de jarenlange datagegevens, logs en statistieken gaf me een duidelijk beeld van de beschikbaarheid en planning van het productieproces en de bijhorende componenten.

De gebruikte werkmethoden en moeilijkheden zijn geanalyseerd. Aan de hand van deze analyse zijn voorstellen uitgewerkt en uitgetest. Telkens met als doel het rendement en de kwaliteit verbeteren.

Mijn onderzoek naar mogelijke verbeteringen heeft geleid tot de volgende oplossingen:

- Een capaciteitsverhoging van beide zeefinstallaties.
- Een capaciteitsverhoging van één van de elevatoren.
- Een capaciteitsverhoging van bepaalde transportbanden.

Door deze aanpassingen zal de aanvoerstream naar de zeefinstallatie verhoogd worden. Daarnaast zal de zeefkwaliteit ook verbeteren door onderstaande aanpassingen.

- Een efficiëntieverbetering door automatisatie.
- Een kwaliteitsverhoging door densiteitsmeting.

Met deze aanbevelingen kan Argex gericht zijn zeefproces optimaliseren. Hierbij biedt de kosten-batenanalyse een realistisch perspectief.

Dit alles kadert in een theoretische studie.

Literatuurlijst

ARGEX NV. (2012). Thermovloeren & lichte/isolerende aanvullingen in gebouwen. 19.

ARGEX NV. (2014). Beton. *Argex Beton*, 10.

ARGEX NV. (2014). Bio-filtratie. *Argex Bio-filtratie*, 10.

ARGEX NV. (2014). Daktuinen. *Argex daktuinen*, 10.

ARGEX NV. (2014). Geotechniek. *Argex Geotechniek*, 10.

ARGEX NV. (2014). Renovatie. *Argex Renovatie*, 10.

ARGEX NV. (2014). Thermovloeren. *Argex thermovloeren*, 1-20.

ARGEX NV. (2014). Waterbeheersing. *Argex Waterbeheersing*, 10.

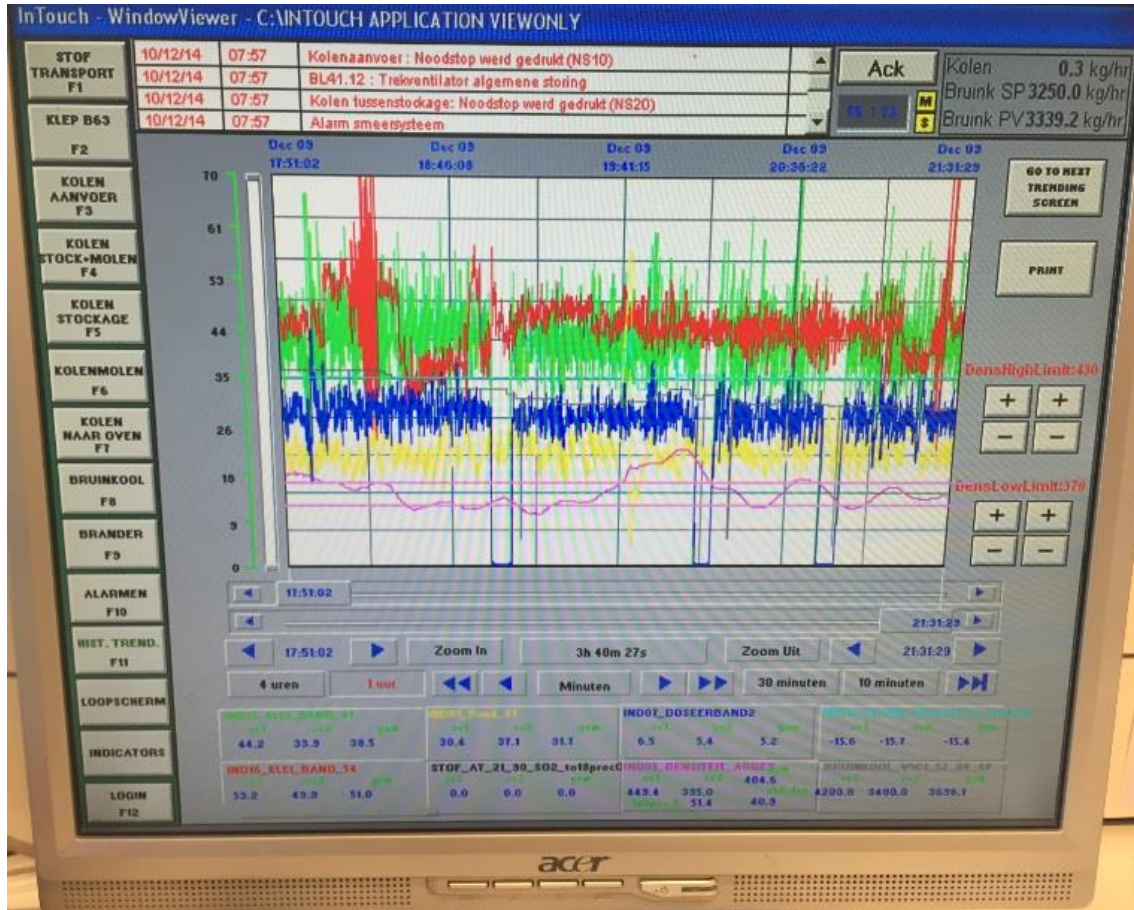
ARGEX NV. (2014). Winterstrooi. *Argex-W*, 10.

ARGEX NV. (sd). Renovatie.

WAM. (sd). *WAMgroup*. Opgehaald van WAM: <http://www.wam.be>

Bijlage A: Historiek densiteitsmeting

De dichtheid die op continue basis wordt gemeten is voor de operator aan de oven zichtbaar in grafiekvorm (historiek) en op een digitale uitlezing op basis van actuele waarden. Dit wordt weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 49: Historiek dichtheid

Hierop zijn nog tal van andere procesparameters, nodig om de gewenste dichtheid te bekomen, af te lezen. De rode lijn geeft de hoeveelheid ovenvoeding weer. De blauwe lijn de hoeveelheid oxide, de groene lijn is de hoeveelheid klei. De som van de blauwe en groene lijn opgeteld met de hoeveelheid water en het aantal gerecupereerde korrels vormt de rode lijn. De gele lijn toont het gewicht van de band na de koeling. Dit is de korrelstroom naar de dichtheidsmeting. De roze lijn is de dichtheid. Grijs is de hoeveelheid bruinkool.

De twee parse lijnen zijn de streefwaarden. Afhankelijk van het product worden deze aangepast. Deze streefwaarden dienen ook als parameter voor het omschakelen van de klep richting TV. D.m.v. een tijdsinstelling zal de klep omschakelen van zodra er buiten de streefwaarden wordt geproduceerd. De klep zal ervoor zorgen dat de korrels niet meer rechtstreeks naar het zeefgebouw worden gevoerd, maar op de juiste plaats gestockeerd op de tussenstock.

Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:

Optimalisatie van de capaciteit en efficiëntie van de zeefafdeling bij Argex NV

Richting: **master in de industriële wetenschappen: energie-elektrotechniek**

Jaar: **2015**

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Voor akkoord,

Koekelkoren, Dries

Datum: **23/01/2015**