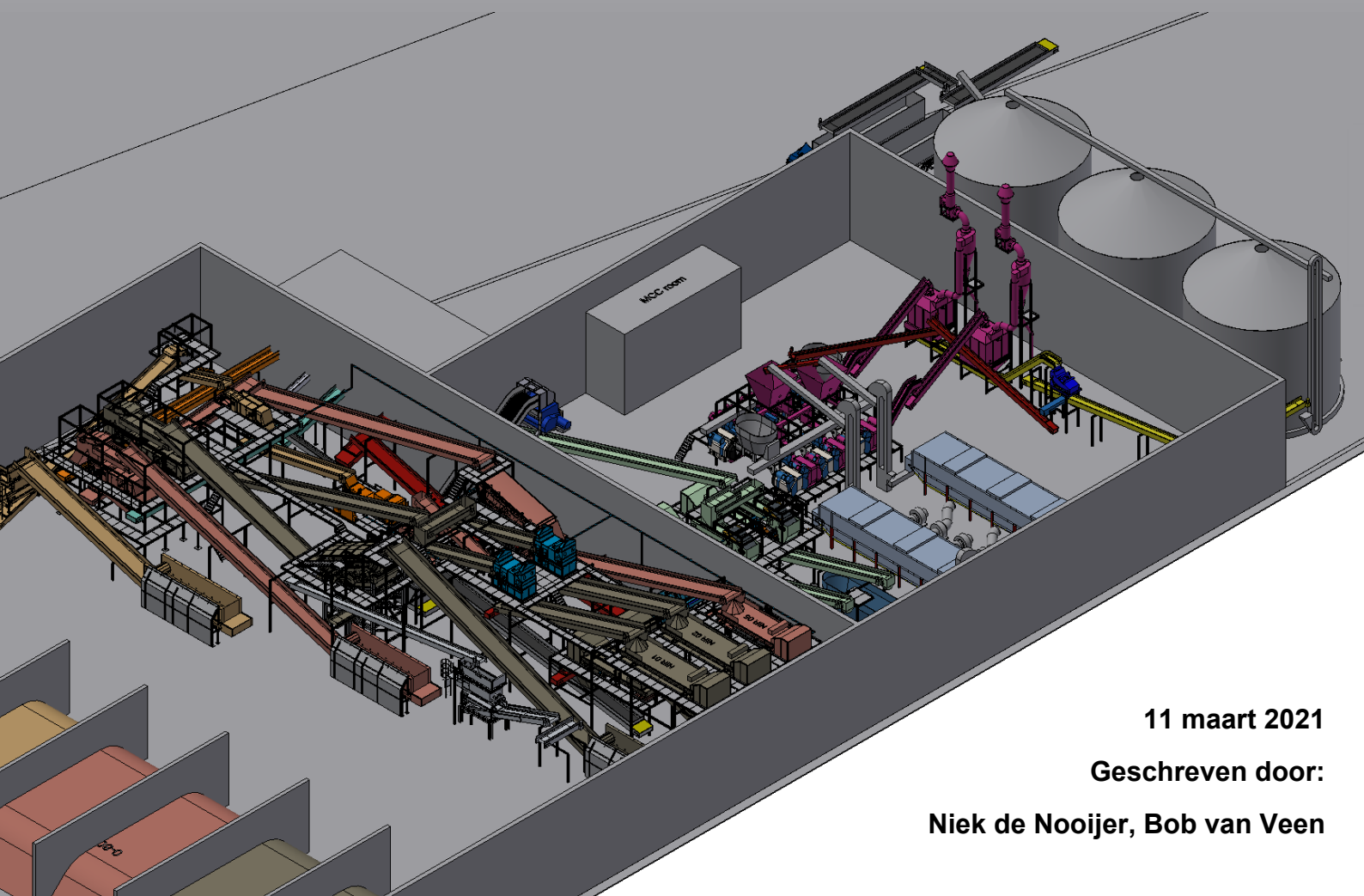


Procesbeschrijving productie en kwaliteitscontrole pellets



11 maart 2021

Geschreven door:

Niek de Nooijer, Bob van Veen

Inleiding

Door PARO wordt niet-gevaarlijk industrieel-, bouw- en sloopafval gesorteerd. Hierbij worden de recyclebare fracties zoals hout, ijzer, kunststof, karton en papier uit het afval gescheiden. Het residu dat ontstaat na deze scheiding bestaat uit fracties waar (nog) geen recycle-mogelijkheden voor bestaan en fracties waarop mechanische scheiding voor recycling niet meer mogelijk is. Dit residu is de basis voor chemische recycling¹. In de pelletiseer plant van PARO wordt dit residu opgewerkt, en ongewenste stoffen zoals metalen (ferro/non-ferro, koper, e.d.), chloriden, etc. worden verder afgescheiden dmv best beschikbare technieken zoals optische scheiders opdat de samenstelling van het overgebleven product voldoet aan de specificatie van AMA en gepelletiseerd tot voedingstof voor de omzetting tot methanol in de Advanced Methanol Amsterdam (AMA) plant.

In deze procesbeschrijving is het proces van de pelletiseer plant beschreven. Naast het opwerken en pelletiseer proces wordt ook de voorziene kwaliteitscontrole en het acceptatie proces van de pellets in grote lijnen beschreven.

Het pelletiseerproces is op te delen in verschillende stappen. Als eerste worden de voedingstromen van de pelletiseer plant worden beschreven. Daarna volgt het scheiding van stoorstoffen uit deze stromen, gevolgd door een beschrijving van het bewerken en pelletiseren. Verder komen aan de orde de opslag, kwaliteitscontrole, het transport naar en de acceptatie van de pellets bij de AMA plant.

Proces beschrijving

Voedingstromen

De pellets die de voeding (feedstock) zijn voor AMA, bestaan uit twee hoofdfracties. De eerste is het residu uit het sorteerproces van PARO en vergelijkbare sorteer installaties, deze stromen worden 'Refuse Derived Fuel' genoemd en zullen hierna aangeduid worden als RDF. De andere bulk fractie voor de pellet bestaat uit afvalhout (B-hout), hierna aangeduid als WW ('waste wood').

Samenstelling voedingstromen

De eerste stap in het pelletiseerproces is het bepalen van de mengverhouding van de RDF en WW stromen. De meng verhouding van deze stromen is afhankelijk van de gewenste samenstelling van de pellets en de ingaande samenstelling van het RDF en WW.

De samenstelling van de RDF stroom wordt op dit moment (ten tijde van het opstellen van deze rapportage) wekelijks geanalyseerd om een duidelijk beeld te vormen van de samenstelling en fluctuaties in deze samenstelling. Hierbij wordt de RDF stroom gesorteerd op materiaaltipe en geclassificeerd. In de tabel hieronder wordt de geclassificeerde materiaalsamenstelling van het RDF gegeven.

¹ Het door middel van een chemisch proces terugbrengen naar de oorspronkelijke bouwstenen van het materiaal (polymeren, monomeren of atomen), zodat hier opnieuw het oorspronkelijk product of andere producten van gemaakt kunnen worden (definitie gebaseerd op *Chemisch recyclen van kunststof verpakkingen - Verslag Verdiepingsbijeenkomst 9 februari 2017*, Den Haag: Stichting Kennisinstituut Duurzaam Verpakken (KIDV).

MATERIAAL	MIN	GEM	MAX
Inerte materialen (Steen, Glas, etc.)	1.4%	3.9%	8.2%
Magnetische Metalen	0.0%	0.3%	0.6%
Niet Magnetische Metalen	0.5%	1.2%	3.5%
PVC	0.7%	2.2%	4.2%
Rubber	0.3%	1.3%	3.7%
Schuim rubber	0.6%	1.4%	5.6%
Textiel	0.6%	6.8%	13.1%
Hout	9.2%	19.4%	32.3%
Harde plastics	1.7%	6.1%	18.0%
Papier Karton	1.0%	5.6%	10.2%
Overig > 20mm	21.8%	32.5%	49.6%
Overig 10-20mm	1.0%	7.9%	13.9%
Overig < 10mm	5.6%	11.3%	17.2%

Het afval dat het sorteer proces bij PARO in gaat wordt eerst gezeefd om zand te verwijderen.

Noot: de fractie overig < 10 mm, aangegeven in de tabel, is niet een separate, afgescheiden fractie maar is het aandeel van deeltjes kleiner dan 10 mm binnen het totaal.

De chemische samenstelling en eigenschappen van de RDF mix is afhankelijk van de materialen waaruit het is samengesteld. Ook wanneer de pelletiseerinstallatie bij PARO uit bedrijf is zal een periodieke monitoring van de inkomende RDF stromen blijven plaatsvinden, om de geschiktheid van de verschillende RDF stromen te controleren onder wisselende samenstelling van het bronafval en om meer kennis van en controle op de relatie tussen materiaal en chemische samenstelling te creëren.

De WW stroom heeft weliswaar een (meer) voorspelbare chemische samenstelling maar deze stroom is niet geheel vrij van stoffen, zoals metalen en steenresten.

De kennis over de samenstelling van de verschillende stromen vormt het eerste regelpunt. Door de kennis over de bandbreedtes van de samenstelling waaruit de stromen bestaan, kan de mengverhouding geselecteerd worden waarmee een gewenste samenstelling voor de AMA plant bereikt kan worden na het pelletiseerproces.

Verwijderen van stoffen

Omdat niet uitgegaan kan worden van een constante samenstelling van de RDF fractie, en omdat stoffen in hogere concentraties kunnen voorkomen, zijn verschillende ingenieuze scheidingsstappen noodzakelijk om zowel de pelletiseermachines te beschermen alsmede de chemische samenstelling van de pellet te waarborgen. In de pellet plant worden stoffen verwijderd door middel van de volgende vooruitstrevende technieken:

- Zeven, voor verwijdering op basis van deeltjes grootte.
- Magnetisme, voor verwijdering van ijzerdelen.
- Eddy current scheiding, voor verwijdering van non-ferro metalen.
- Automatische sorteerders met röntgenmeting, voor verwijdering op basis van dichtheid (steen, glas, metalen).

- Automatische sorteerders met Near Infra-Red (NIR) meting, voor verwijdering op basis van materiaalherkenning. Deze scheidingsstap kent een groot aantal variabelen en kan daardoor zeer specifiek worden afgesteld. Naast de NIR scheiding zijn er nog andere optische methoden zoals een laser en visuele scheiding die toegepast kunnen worden.
- Luchtafscheiders (dichtheid en deeltjesgrote), voor scheiding van lichte en zware delen.

Door deze hoogwaardige scheidingsstappen worden stoorstoffen verwijderd uit de voedingstromen voor de pellets. Naast het effect op de materiaal-samenstelling hebben deze scheidingsstappen ook een effect op de chemische samenstelling en de concentraties van stoorstoffen.

Aangezien de WW stroom al de juiste samenstelling heeft zal het opschonen van deze fractie zich beperken tot het verwijderen van stoorstoffen die een nadelig effect op de pelletiseermachines hebben, zoals metaal, steen en glas.

Bewerken en pelletiseren

Na voorgenoemde bewerkingsstappen worden de stromen samengevoegd en nabewerkt om vervolgens samengeperst te kunnen worden tot pellets. Om een kwalitatief goede pellet te maken moeten de deeltjes verkleind worden door middel van een shredder en/of een crusher. Bij het verkleinen kunnen stoorstoffen vrijkomen die voorheen ingekapseld waren door ander materiaal. Daarom wordt er na het verkleinen nog een extra scheidingsstap toegepast, om zo de nieuw vrijgekomen stoorstoffen af te vangen.

De infra rood scanner uit deze extra scheidingsstap wordt tevens gebruikt om een voorspelling te doen van de te verwachten chemische samenstelling van de pellet. Op basis van materiaalherkenning gekoppeld aan een database met materiaal eigenschappen kan de te verwachte chemische samenstelling uitgerekend worden. Het is belangrijke om te vermelden dat het resultaat van deze berekening een inschatting is omdat deze meetmethode een aantal (mechanische) beperkingen heeft. Echter deze resultaten kunnen wel gebruikt worden om trends in de veranderende samenstelling van het RDF in kaart te brengen en waar nodig de meng verhouding van de pellets aan te passen. Tevens is dit ook de enige meting in het hele proces die vol continue kan plaatsvinden; alle andere metingen moeten aan de hand van steekproeven per batch uitgevoerd worden.

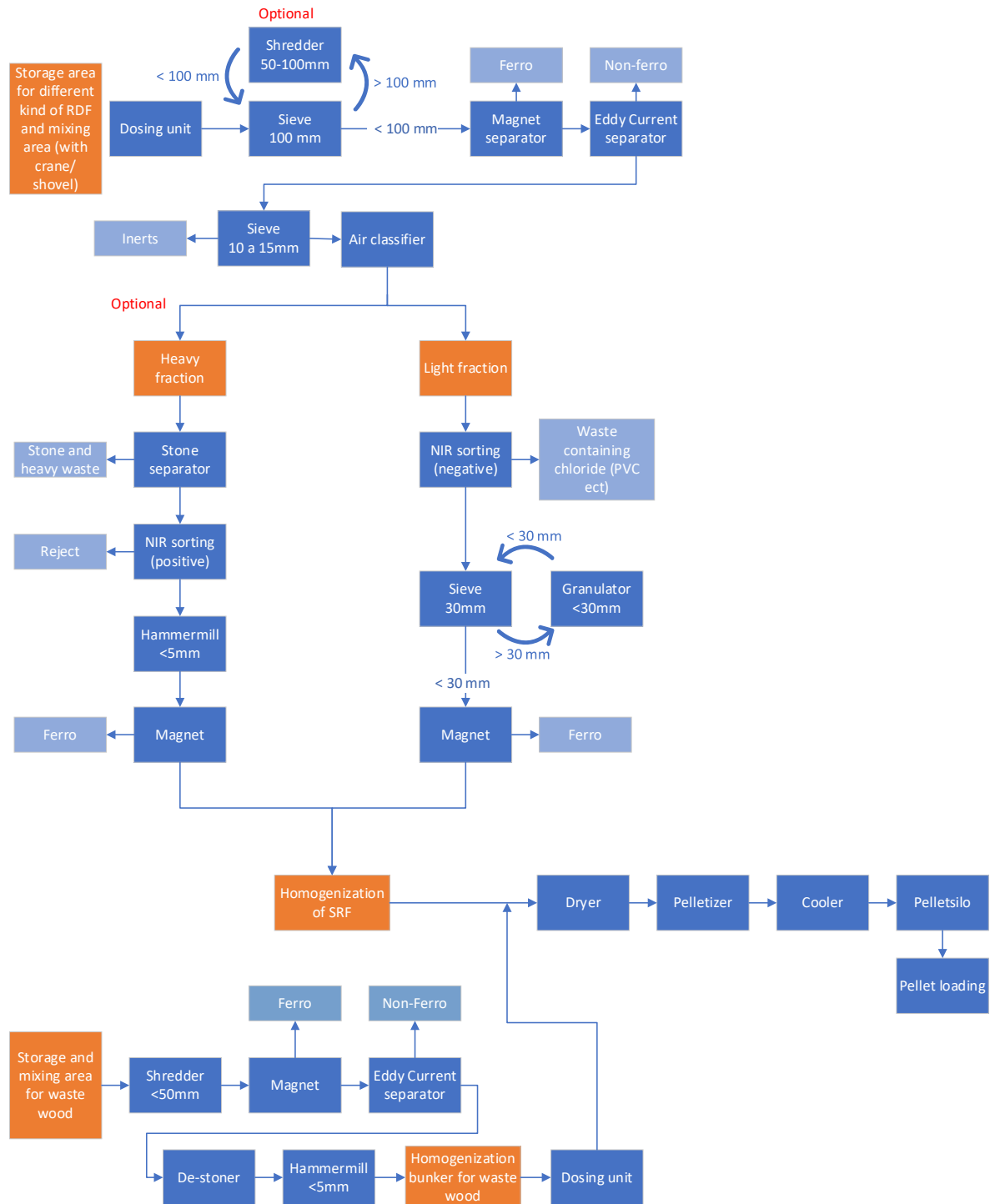
Na deze laatste scheidingsstap wordt de stroom gedroogd om het juiste vochtgehalte te bereiken voor het pelletiseerproces. De stroom word gedroogd door middel van warme lucht, die weer verwarmd wordt met lage druk stoom van de AMA plant. Door middel van het reguleren van het debiet van warme lucht en de snelheid van de band kan het vochtgehalte gecontroleerd worden

Via een buffer worden de stromen naar de pelletmolens getransporteerd. In de pelletmolens worden de materialen samengeperst en komt er een stabiele pellet aan de onderzijde uit. Deze wordt vervolgens gekoeld door lucht. Vanuit hier worden de pellets naar de opslag getransporteerd.

De opslagcapaciteit tussen de pelletiseerplant en de AMA vergasser bedraagt in totaal 5 dagen, verspreidt over de 2 locaties. Gedurende deze periode kunnen de nodige kwaliteitscontroles uitgevoerd worden en is er voldoende tijd om de resultaten te analyseren en eventuele correctieve acties te ondernemen.

Een schematische weergave is hieronder weergegeven van de wijze waarop de hierboven beschreven stappen in het pelletiseer proces bij voorbeeld zouden kunnen plaatsvinden.

Flowchart pellet production



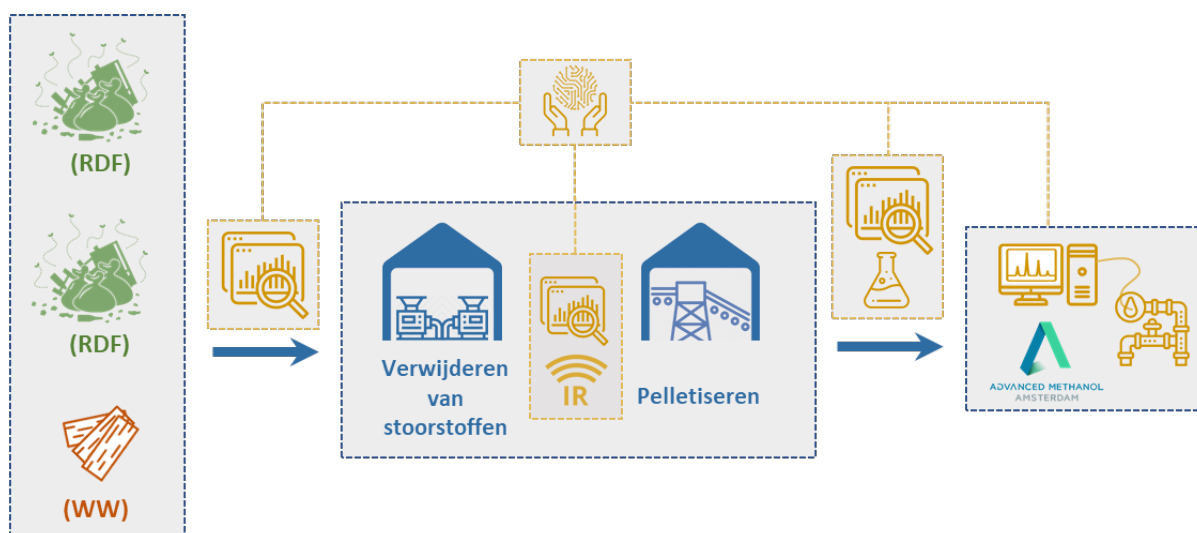
Kwaliteitscontrole pellets

De pellets dienen te voldoen aan mechanische alsmede chemische kwaliteitseisen. In deze paragraaf worden de kwaliteitseisen en controlemechanismen beschreven om aan deze eisen te voldoen. Hiervoor zullen controles op mechanische kwaliteit van de pellets maar ook de samenstelling gecontroleerd worden.

Dit proces zal op vier verschillende plekken gewaarborgd worden:

- bij de inname van het afval in de pelletiser;
- na het verwijderen van de (ongewenste) stoffen;
- bij de aanname van de pellets bij AMA;
- en in de gasstroom na de vergasser.

Deze gegevens worden gebruikt om de samenstelling van de pellets te controleren maar ook om bij te kunnen sturen. Hierbij kan ook procesinformatie gebruikt worden. Een schematische weergave van deze controlepunten is hieronder gegeven.



Mechanische kwaliteit pellets

Om de pellets toe te kunnen passen in het vergassingsproces van AMA zijn verschillende criteria opgesteld waar de pellets aan moeten voldoen voordat zij door AMA geaccepteerd kunnen worden. Deze eisen bestaan uit mechanische criteria en zijn samengevat in de volgende tabel:

Eigenschappen	Eenheid	Min.	Ontwerp basis	Max.	Standaard
Vorm	-		cilindrisch		
Diameter	mm	8		12	EN 16127:2012
Lengte	mm	15	30	40	
Hardheid			Stijf, star		
Mechanische stabiliteit (ISO 17831-1)		97	99		EN 15201:2009
Bulk Dichtheid	kg/m ³	400	513	700	ISO 17828
Schijnbare Dichtheid	g/cm ³		1.1575		ISO 18847

Deze mechanische criteria kunnen worden gecontroleerd tijdens de volgende drie stappen in het proces.

- Verkleiningsstap, deeltjesgrote van waaruit de pellets worden geperst.
- Droogstap, kan het vochtgehalte in de stroom naar de pelletmolens controleren.
- Pelletmolens, instellingen van de pelletmolens zijn uiteindelijk bepalend voor de mechanische kwaliteit van de pellets.

Op basis van visuele inspectie en periodieke laboratoriummetingen van de aangegeven criteria worden de mechanische eigenschappen gecontroleerd. De analyse wordt uitgevoerd in het laboratorium op de AMA locatie. Wanneer de pellets niet voldoen aan de mechanische eigenschappen wordt deze lading terug gestuurd naar PARO om daar opnieuw verwerkt te worden tot pellets die voldoen aan de mechanische criteria.

Chemische kwaliteitscontrole

De chemische kwaliteit van de pellets kan opgedeeld worden in twee onderdelen: chemische hoofdeigenschappen en stoor- en speurstoffen. Alle benodigde analyses zullen verder worden uitgevoerd in het laboratorium van AMA opdat AMA de controle behoudt over de gehele productie stroom.

Chemische hoofdeigenschappen

De hoofdeigenschappen zijn feitelijk samen te vatten in de 'proximate' en 'ultimate' analyse van de pellets.

Proximate analyse:

- Vochtgehalte
- Calorische waarde
- Vluchtige organische stof
- Vaste koolstof
- As gehalte + smeltgedrag

Ultimate analyse:

- Koolstof (C)
- Waterstof (H)
- Zuurstof (O)
- Stikstof (N)
- Zwavel
- Chloride

Additioneel:

- Vloeitemperatuur as
- Biogene fractie

Deze twee analyses geven een beeld van de verwerkbaarheid van de pellets in de AMA installatie; hiervoor zijn technische eisen die de bandbreedtes van deze criteria bepalen. De volgende eisen stelt AMA aan de pellets met betrekking tot de hierboven beschreven hoofdeigenschappen:

- Calorische Waarde: de onderste verbrandingswaarde (LHV) van minimaal 17 MJ/kg op droge basis
- Vochtgehalte: tussen de 2 en 10%
- As gehalte: maximaal 12%
- As smeltgedrag: initiële as deformatie temperatuur > 1000 °C
- Zwavel: maximaal 0,3%
- Stikstof: maximaal 1%
- Chloride: maximaal 0,5%

Naast de 'proximate' en 'ultimate' analyse wordt ook gekeken naar de biogene fractie van de pellets als hoofdeigenschap. De benodigde biogene fractie ofwel hernieuwbare fractie kan worden aangepast gedurende het bedrijf van de AMA installatie.

De chemische samenstelling van de pellets kan gecontroleerd worden in het pelletiseerproces door de volgende stappen.

- Scheiding in pelletiseer plant, door specifieke materialen of materiaalfractionen te verwijderen kunnen de concentraties van chemische elementen in de voeding omlaag gebracht worden.
- Mengverhoudingen van verschillende voedingsstromen naar de pelletiseer plant. Omdat de chemische samenstelling op de hoofdeigenschappen verschillen van deze stromen kan door de mengverhouding ook de samenstelling worden aangepast. Op deze manier kan worden gestuurd op het voldoen aan de hoofdeigenschappen van AMA.

Op basis van periodieke laboratoriummetingen van de aangegeven criteria worden de chemische eigenschappen gecontroleerd. Deze analyse wordt uitgevoerd in het laboratorium op de AMA locatie. Hierbij worden samples genomen die representatief zijn voor de geproduceerde pellets en met een frequentie die bijsturen van het proces mogelijk maakt.

Wanneer de specificaties van de hoofdeigenschappen niet binnen de toelaatbare technische grenzen van de installatie vallen wordt de lading pellets afgekeurd en retour gezonden naar de pelletiseer plant. Hier zullen de pellets opnieuw verwerkt worden tot acceptabele specificaties voor AMA.

Ook de kwaliteit van het synthesegas, dat bij AMA vanuit de pellets wordt geproduceerd, zal gemonitord worden. Vanuit de kwaliteitseisen aan het synthese gas kan ook worden bijgestuurd op de samenstelling van de pellet.

As en Sporenelementen

Naast de chemische hoofdcomponenten zijn er ook componenten in de pellets aanwezig met veel lagere concentraties (stoor- en spoorstoffen). Deze componenten vormen het as dat bestaat uit mineralen en aanwezige sporenelementen. Sommige van deze elementen zijn gekwalificeerd als zeer zorg wekkende stoffen (ZZS) of kunnen aanwezig zijn in een ZZS. Hoewel in principe niet wenselijk, is de aanwezigheid van deze stoffen niet te voorkomen aangezien een diversiteit aan ZZS onderdeel uitmaakt van ons huidige afval.

De aanwezigheid van deze stoffen kan worden gemeten door middel van een stof-, as-analyse en een analyse van sporenelementen in de pellets. De totale chemische samenstelling wordt gecontroleerd opdat de specificatie kwaliteit is bereikt anders wordt dit product afgekeurd.

De te verwachten concentratie van sporenelementen is weergegeven in de volgende tabel:

	mg/kg		
	Pellets	As	Stof
Antimoon (Sb)	70	1342	1198
Arsenicum (As)	5	130	51
Beryllium	1	24	14
Cadmium (Cd)	4	3	97
Chroom (Cr)	130	4701	923
Kobalt (Co)	6	145	85
Koper (Cu)	700	16865	9946
Lood (Pb)	180	3472	3067
Mangaan (Mn)	140	4051	1590
Kwik (Hg)	0	3	10
Molybdeen (Mo)	5	121	71
Nikkel (Ni)	52	2132	221
Selenium (Se)	1	14	9
Tellurium (Te)	0	2	1
Thallium (Tl)	0	7	4
Tin (Sn)	50	1206	710
Vanadium (V)	8	191	115
Zink (Zn)	375	9042	5324

Omdat specifieke materialen en materiaalfracties hoge concentraties van sommige elementen kunnen bevatten kan door deze fracties te verwijderen worden voldaan aan de specificaties van AMA.

Ook voor deze criteria geldt dat een representatief monster moet worden genomen met de juiste frequentie om bij te kunnen sturen. Bij AMA zal een representatief monster worden genomen om te waarborgen dat aan de gewenste specificatie van de pellet wordt voldaan. Dit monster wordt met een nader te bepalen frequentie genomen. Omdat de meeste van deze elementen worden verdeeld over het bodemproduct en stof kunnen zo ook de effecten op de stofstromen gemonitord worden.