

Openbare samenvatting rapportage

Integrale Aanpak Energieverbruik ENCI Rotterdam

Operationele procesbesturing en - beheersing

Andrew Vieler / Udo Zwart / Chantal Diepenheim Duursma

DOWN TO EARTH BV (www.downtoearth.nl)

17 december 2013

In opdracht van:



Agentschap NL
*Ministerie van Economische Zaken,
Landbouw en Innovatie*

0 Samenvatting

Het (vervolg)project Integrale aanpak energieverbruik ENCI Rotterdam is een follow up van een eerdere studie in 2012 naar de mogelijkheden voor ENCI om energie te besparen op haar cementproductie in (Ijmuiden en) Rotterdam.

Dit vervolgproject richt zich op het optimaliseren van het droogproces bij ENCI Rotterdam met als doel om hiermee 150.000 NM3 gas (ofwel 4% van het geheel) en bijbehorende kosten per jaar te besparen. Het project is gefinancierd door ENCI en Agentschap NL in het kader van EEP en van februari tot en met november 2013 uitgevoerd door een team van ENCI en DOWN TO EARTH medewerkers.

De productie van cement bij ENCI Rotterdam behelst natte slak opslag, drogen, tussenopslag, malen en eindopslag. Als energieopwekker wordt een gasturbine en WKK gebruikt. Gas wordt met name door de week gedurende de dag gebruikt; elektriciteit in de avonden en in het weekend om zo optimaal gebruik te maken van piek-daltarieven.

De focus van het project lag op optimalisatie van de natte slakhal en de droger, daar hier de meeste kansen lagen om energie te besparen. De prestatie van de gasturbine en WKK lag niet in scope van het project.

Belangrijke stappen om het productieproces van cement beter te begrijpen behelsden de installatie van een vochtmeter bij de natte slakvoeding, ijking van divers meetinstrumentarium (weegschalen, temperatuur- en vochtmeters), het doen van vocht- en infrarood metingen, het uitvoeren van diverse testruns met verschillende voedingsnelheden en onderdruk en het verzamelen van meetgegevens tijdens productie.

Op basis van de theorie en metingen uit de praktijk is een dynamisch procesmodel gebouwd en 'getuned', waarmee simulaties onder verschillende condities gedraaid zijn. Dit model maakt het mogelijk toekomstvoorspellingen te doen over de effecten de diverse procesvariabelen en het besparingspotentieel van de diverse geïdentificeerde oplossingsrichtingen.

Als eerste verbeterpunt is een Feed Forward (PXP) regeling ontworpen (door ENCI met input van DOWN TO EARTH), geïnstalleerd en gevalideerd om het proces te kunnen beheersen en zo onder- en overdroging te voorkomen.

Als tweede verbeterpunt is (door ENCI) een procedure uitgewerkt om de natte slakvoeding op basis van het FIFO (First In, First Out) principe naar de droger te brengen. Ten aanzien van de natte slak handling zijn aanbevelingen gedaan om de natste slak op de bodem van iedere berg (waar water naar uitgezakt is) op een 'verse' berg te scheppen om zo de natte slak zoveel

mogelijk te drogen voor het de droger ingaat. Wanneer het natte slak vochtgehalte 2 % lager is, levert dat naar schatting zo'n 20% gasbesparing op.

Als derde verbeterpunt wordt aanbevolen de PXP regeling uit te breiden met een feedback regeling. Door een vochtmeter bij de droge slak te plaatsen kan 'overdroging' verder worden voorkomen en is het droogproces regeltechnisch goed beheerst. Met deze maatregel wordt naar schatting zo'n 7% extra gasbesparing gehaald. De benodigde investering van EURO 24.000 voor de vochtmeter is binnen een jaar terug verdiend.

Naast deze drie hoofdaanbevelingen, zijn een aantal secundaire aanbevelingen gedaan om luchtlekkages te verhelpen. Deze hebben echter een marginaal effect op het gebied van energiebesparing.

Totaal is met beperkte investeringen zo'n 15% energiebesparing mogelijk. De berekeningen en onderbouwing wordt in de volgende pagina's uiteengezet. Alle berekeningen in geld zijn gebaseerd op de genoemde gas- en elektriciteitsprijzen. Mogelijke effecten door het over- of onderschrijden van contract limieten zijn buiten beschouwing gelaten.

De aanpak van dit vervolgproject is een eerste aanzet geweest voor ENCI hoe structurele verbetering op het gebied van procesbesturing en -beheersing te realiseren. Belangrijke algemene aanbeveling aan ENCI is om een cultuur van continue verbeteren verder te stimuleren en ontwikkelen binnen haar organisatie. Hiertoe geven de vijf LEAN Six Sigma stappen houvast als raamwerk voor ALLE verbeterprojecten voor procesbesturing en -beheersing, zijnde:

- 1) Definieer
- 2) Meet
- 3) Analyseer
- 4) Verbeter
- 5) Implementeer en beheers.

Business Cases & onderbouwing

overzicht business cases		ENCI Rotterdam									
Case	Omschrijving	luchtstroom		vocht			gasverbruik m3/t	productie droge slak (2012) t	gasverbruik m3 (basis 2012)	besparing gas	investering
		t/h	°C	natte slak	droge slak	natte slak t/h					
0	2012	75	450	8.7%	0.20%	100.45	21.35	186176	3,974,574	-	
1	natte slak vocht omlaag + PXP	75	450	8.8%	0.22%	103.75	20.67	186176	3,848,000	3.2%	DONE
1a	natte slak vocht verder omlaag	75	450	8.0%	0.25%	109.60	19.57	186176	3,643,000	5.3%	procedure
2	droge slak vocht meting + feed-back	75	450	8.0%	0.35%	117.85	18.20	186176	3,388,000	7.0%	€ 25,000
3a	minder onderdruk -6 naar -4.5	74	456	8.0%	0.35%	118.07	18.16	186176	3,382,000	0.2%	procedure
3b	lucht lekkages in verhelpen 50%	72	468	8.0%	0.35%	118.40	18.11	186176	3,372,000	0.3%	nieuwe klep/aanpassen inlp.
4	isolatie verbeteren	72	469	8.0%	0.35%	118.57	18.09	186176	3,367,000	0.1%	€ 10,000
<i>totale besparing</i>									<i>607,574</i>	<i>15.3%</i>	

ABSOLUTE PROCESWAARDES zijn niet correct; relatieve waardes (besparing) +/- 10%

Case 0 is de situatie zoals vastgelegd door het bedrijfsbureau voor 2012. De waarden voor temperatuur, luchtstroom, vocht natte slak en vocht droge slak zijn getuned m.b.v. het model. Op basis van deze gegevens was het gemiddelde droge slak vochtgehalte 0,20%, echter variërend van 0,1 – 0,8% met uitschieters tot boven 1,0%. Met andere woorden: in 2012 werd niet continu binnen specificatie geproduceerd. De betrouwbaarheid van de gebruikte meetgegevens (met name de wegingen) is onbekend, maar op basis van observaties tijdens dit onderzoek mogen grote afwijkingen verondersteld worden.

Case 1 is gebaseerd op de situatie van de callibratieproef van 24 oktober 2013. Het belangrijkste resultaat van de invoering van de PXP-regeling is dat het vochtgehalte van de droge slak nu beheerst onder de 0,5% blijft.

Case 1a geeft de besparing weer bij een verder verlaging van het natte slak vochtgehalte naar 8%, door verbeterde natte slak handling.

Case 2 laat zien wat de besparing is met een droge slak vochtmeting met feedback regeling bij een verhoging van het gemiddelde droge slak vochtgehalte van 0.25% naar 0.35%. De feedback regeling maakt het mogelijk om beheerst energiezuiniger te opereren (met een smallere verdeling dicht bij de specificatiegrenzen).

Case 3a laat het effect zien van het verlagen van de onderdruk. Dit is marginaal.

Case 3b laat het effect zien van het verlagen van de luchtlekkages met 50%.

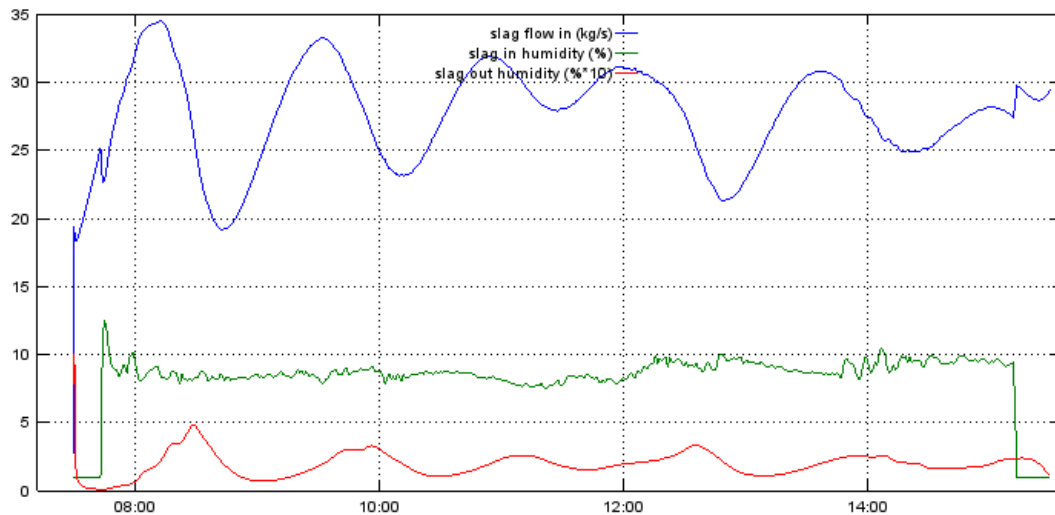
NB: De besparingen voor case 3 en 4 komen veel lager uit dan voorzien, omdat de besparingen berekend zijn op basis van schattingen van de actuele lekkage en warmteverliezen. Eerder berekend besparingspotentieel ging uit van de theoretische uitlaattemperatuur van de turbine van 550 C. Verder onderzoek naar de discrepantie in temperaturen lijkt interessant te zijn.

Case 4 laat het effect zien van het isoleren van de belangrijkste grote warmteverliezen (2 luiken, totaal 3 m²). De genoemde investering is waarschijnlijk voor het repareren van een groter deel van de isolatie. Ook hier is de besparing marginaal.

Alle berekeningen in geld zijn gebaseerd op de genoemde gas- en elektriciteitsprijzen. Mogelijke effecten door het overschrijden/onderschrijden van contract limieten zijn buiten beschouwing gelaten.

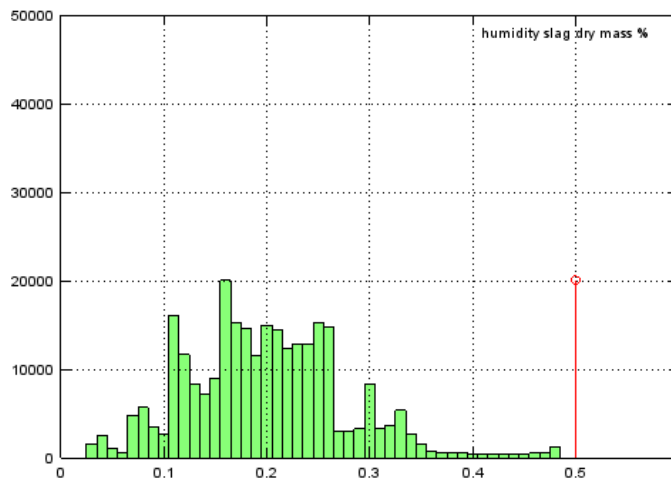
*Onderbouwing per case:***Case 0: 2012**

Dynamische processimulatie op basis proef van 24 oktober 2013 zo getuned dat deze overeenkomt met de bedrijfsresultaten van 2012 (baseline).



Gemiddelde vochtgehalte natte slak: 8.7 %

Gemiddelde voedingsnelheid natte slak: 100.45 t/h

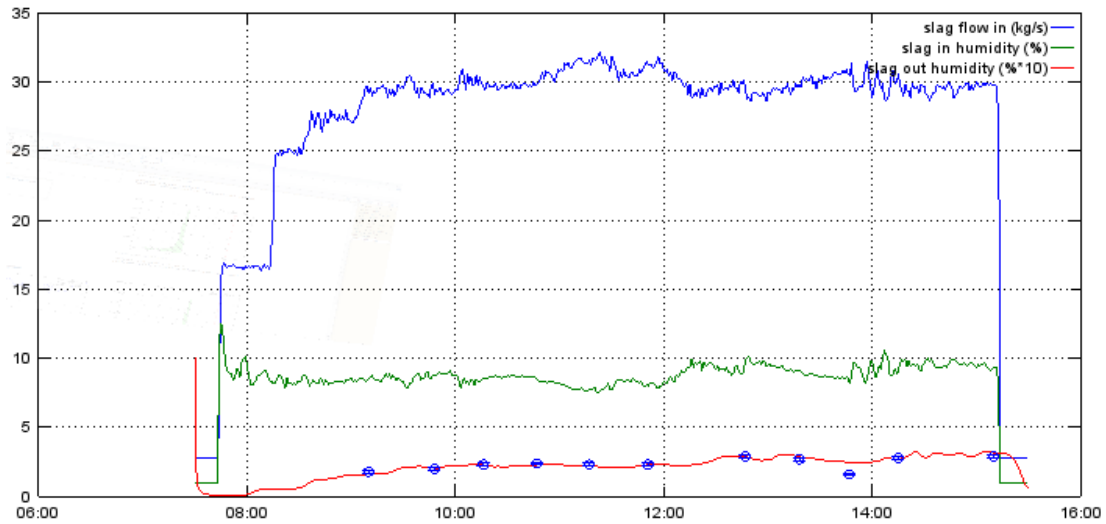


Gemiddelde vochtgehalte droge slak: 0.20 %

[verdeling is onzeker omdat gesimuleerd is met feedback regeling die er nog niet was in 2012]

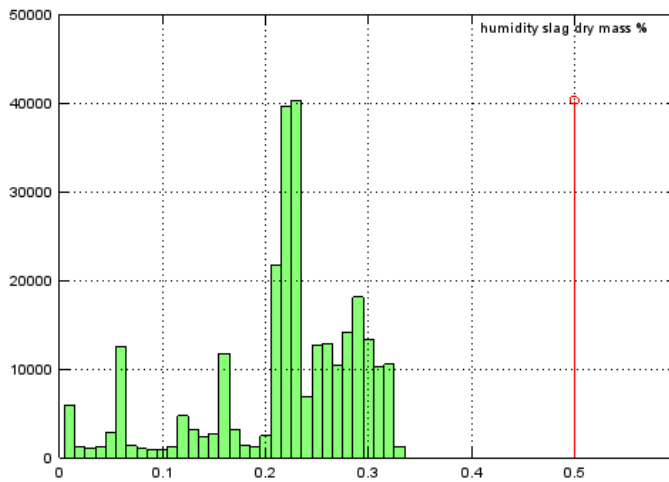
Case 1: Natte slak vocht omlaag + Fee forward (PXP) regeling

Dynamische processimulatie op basis proef van 24 oktober 2013.



Gemiddelde vochtgehalte natte slak: 8.8 %

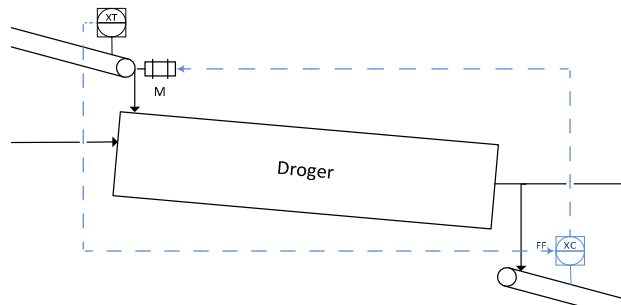
Gemiddelde voedingsnelheid natte slak: 103.8 t/h



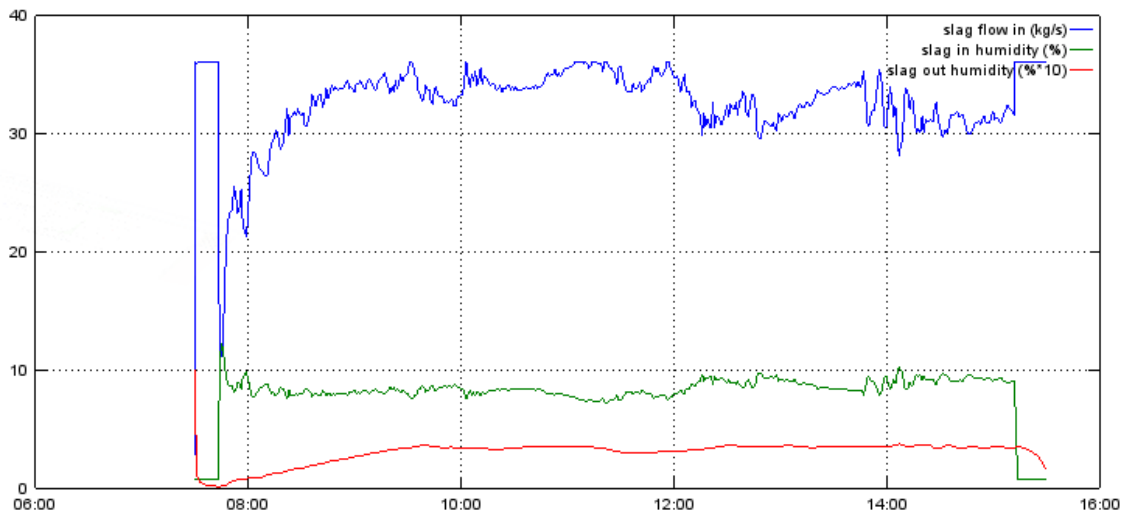
Gemiddelde vochtgehalte droge slak: 0.22 %

Case 2: Droge slak vocht meting + feedback regeling

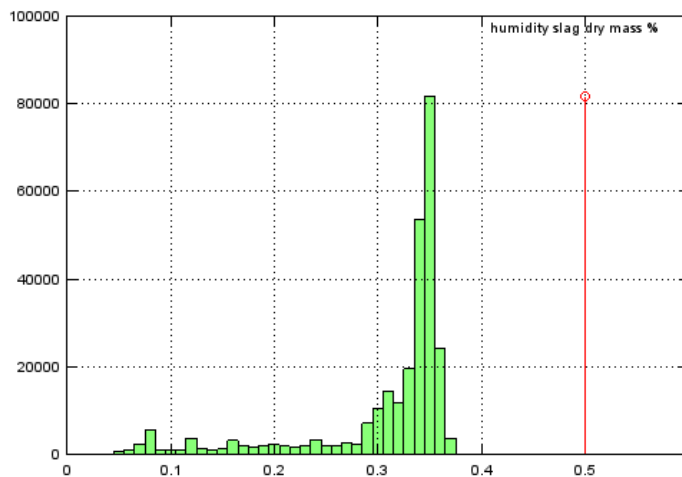
Dynamische processimulatie op basis proef van 24 oktober 2013 inclusief de volgende feed forward/feedback regeling:



Het natte slak vochtgehalte is getuned op 8.0% gemiddeld. Het droge slak vochtgehalte is geregeld (SP van de feedback regeling) op 0.35 %.



Gemiddelde vochtgehalte natte slak: 8.0 %
Gemiddelde voedingsnelheid natte slak: 117.85 t/h



Gemiddelde vochtgehalte droge slak: 0.35 %

Case 3: Luchtlekkages verholpen

De luchtlekkage is geschat op basis van de volgende uitgangspunten:

Turbine uitlaat: Flow 75000 kg/h
Temperatuur 480 °C
Droger in: Flow 80000 kg/h¹
Temperatuur 450 °C
Druk -0.6 m wc
Lekkage lucht: Temperatuur 10 °C.
Hieruit volgt een lekkage van 5000 kg/h.

a. Minder onderdruk

Uitgangspunt: Druk -0.45 m wc
Lekkage lucht: 4000 kg/h
Droger in: Flow 79000 kg/h
Temperatuur 456 °C

b. Lekkages met 50% verminderd

Uitgangspunt: Druk -0.45 m wc
Lekkage lucht: 2000 kg/h
Droger in: Flow 77000 kg/h
Temperatuur 468 °C

¹ De simulatie is getuned met een inlaatstroom van 75000 kg/h. Dat betekent dat voor de simulatie alle inlaatstromen 5000 kg/h lager zijn genomen dan hier berekend. Voor de relatieve besparingen maakt dat geen verschil. Het opnieuw tunen van het model is echter relatief veel werk.

Case 4: Isolatie verbeterd

ongeïsoleerde delen:

luik onder de schoorsteen	T ~225 °C	0,7 m diameter	1,54 m ²
luik direct na de schoorsteen	T > 255 °C	1,6 m x 1,2 m	minimaal 1,20 m ²
			totaal > 2,74 m ²

warmteverlies door geleiding:

op basis stationaire luchtlaag binnen in transportkanaal, en geleiding door staal met een oppervlakte temperatuur van 250 °C: 600 W

warmteverlies door straling:

op basis van een zwarte straler met een oppervlakte temperatuur van 250 °C: 12,7 kW

vermogensverlies is 0,2 % van het totale thermische vermogen van 7,65 MW.

als dit warmteverlies voorkomen kan worden, dan betekent dit een temperatuurstijging van de inkomende gassen met 1 °C naar 469 °C.