

PSO 2007

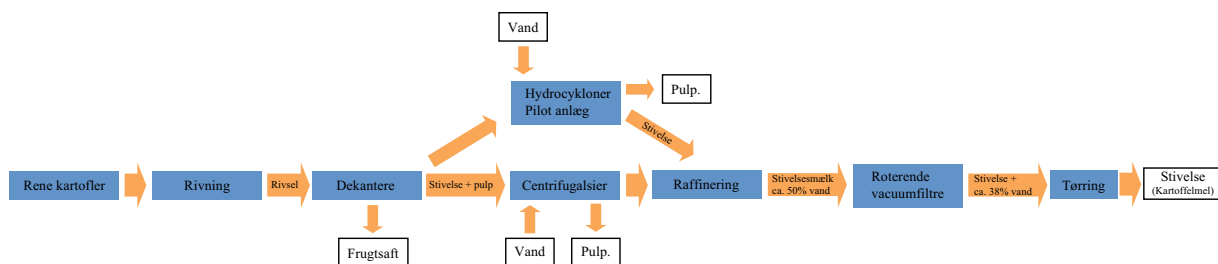
Elforsk - Forskning & Udvikling i effektiv energianvendelse

Energieffektive hydrocykloner



Anvendelse af hydrocykloner i stedet for mekanisk separation kan reducere energiforbruget til visse separationsprocesser med 40-50 procent





På fabrikken i Brande bliver de vaskede kartofler revet til en flydende væske (rivsel), hvorfra frugtsaften udskilles i en dekanter. Herefter bliver pulpen siet fra, så stivelsesmælken er klar til yderligere afvanding forud for den endelige tørring til kartoffelmel. Pilotanlægget erstattede centrifugalsien i en delstrøm og opnåede at trække en større del af stivelsen med over i stivelsesmælken, så nettoudbyttet blev større.

Resumé

I forlængelse af forprojektet 337-008 er der i dette projekt testet et hydrocyklonpilotanlæg med en kapacitet på 8 m³ kartoffelrivsel pr. time på to kartoffelmelsfabrikker i hhv. Karup og Brande. I kampagnen 2007/2008 var der tilstopningsproblemer med anlægget i Karup, hvor der blev opnået en elbesparelse på 32 % i forhold til det eksisterende anlæg.

I den følgende kampagne 2008/2009 blev anlægget flyttet til Brande Kartoffelmelfabrik, hvor det blev påmonteret en shearpump for homogenisering af rivslen inden separationen i hydrocyklonanlægget. Her blev der opnået en elbesparelse på 54 %, samtidig med at hydrocyklonanlægget kunne frigøre en større andel af stivelsen fra rivslen.

“ Hvis en femtedel af separationsindustrien kan skifte fra mekanisk separation til hydrocykloner, kan der spares op til 35.000 MWh/år ”

Processen:

I projektgruppen indgik Korsbæk & Partnere med ansvar for måling og analyse af driftsresultater, hollandske Vortex SLS med projektering og levering af hydrocykloner samt de 4 danske kartoffelmelfabrikker i hhv. Karup, Brande, Langholt og Toftlund. Undervejs i projektorløbet blev K&P's lokalkontor i Fredericia udskilt som et selvstændigt aktieselskab, og projektet er færdiggjort af projektmedarbejderne via EnviScan.

På baggrund af erfaringerne fra forprojektet blev der monteret et filter og en maceratorsnitter på hydrocyklonanlægget for at forebygge driftsproblemer pga. tilstopning af indløbet til hydrocyklonerne, men til trods herfor og forskellige andre tiltag lykkedes det ikke at sikre stabil drift i Karup, og fabrikkens ledelse valgte at anskaffe et mekanisk separationsanlæg, da produktionskapaciteten skulle udvides til kampagnen 2008/2009.

Pilotanlægget blev i stedet flyttet til Brande, hvor hydrocyklonanlægget blev indplaceret i processen, efter at dekantere havde skilt frugtsaften fra rivslen. Det var pilotanlæggets opgave at skille pulp og stivelse, inden stivelsesmælken blev behandlet yderligere under raffinering og i vacuumfiltre forud for tørring til kartoffelmel. For at forebygge driftsproblemer som i Karup blev hydrocyklonanlægget forsynet med en shearpump, der viste sig at være en effektiv løsning på tilstopningsproblemerne.

Målsætning

Projektet havde til formål at teste et pilotprojekt med hydrocykloner på en delstrøm af rivsel på Karup Kartoffelmelsfabrik, der ville installere et fuldskala anlæg, hvis forsøget blev tilfredsstillende. Forprojektet 337-008 havde på forhånd antydnet et besparelspotentiale på mellem 40 og 55 % på elforbruget til separation af rivsel i hhv. stivelse og pulp/frugtsaft. Desuden skulle projektet analysere supplerende produktionstekniske gevinster i form af vedligehold, levetid, driftssikkerhed, hygiejne, støjforhold m.v. samt identificere eksisterende barrierer for anvendelse af hydrocykloner i den danske separationsindustri.

Da separation af tørstoffer i vandige opløsninger (suspensioner) anvendes i mange industrielle processer, indgik det i projektet, at potentialet for hydrocykloner også skulle vurderes inden for bl.a. mejerier, sukkerfabrikker, saltfabrikker, fiske- og benmelsindustri, papirfabrikker, rensningsanlæg samt til stivelse og fortykning.



Under driften af pilotanlægget blev der benyttet hydrocykloner af plastmateriale. Der kan formentlig opnås endnu bedre resultater med hydrocykloner, der produceres med indstøbt glas eller af keramiske materialer.

Resultater:

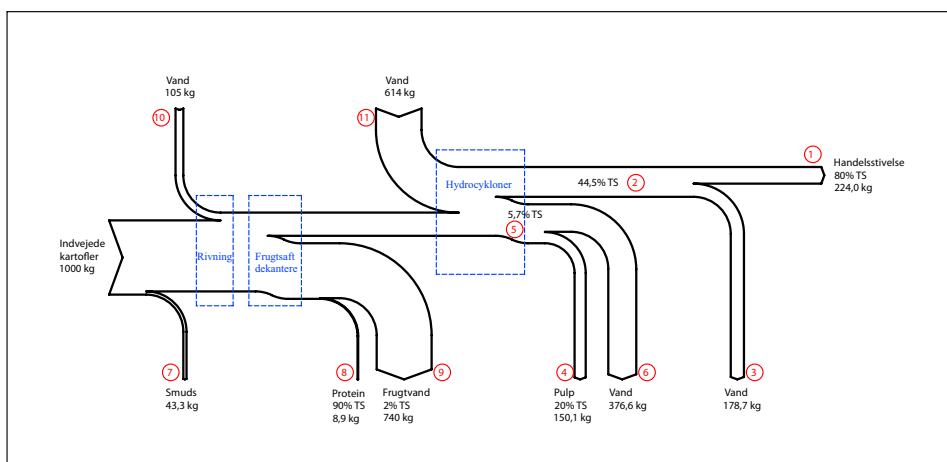
Elforbruget er under driften af pilotanlægget blevet målt både i Karup og Brande, og målingerne er efterfølgende blevet justeret for det ekstra elforbrug, der må forventes til supplerende udstyr og ekstra afvanding for at opnå et realistisk sammenligningsgrundlag. Desuden er elforbruget til pumpedrift blevet korrigeret efter leverandørens data for korrekt dimensionerede, men dyrere pumper end dem, der blev anvendt i pilotanlægget.

I Karup blev der til separation i det traditionelle si-anlæg brugt 37 kWh pr. ton handelsstivelse, mens hydrocyklonanlægget brugte 25 kWh, svarende til en elbesparelse på 32 %.

Hydrocykloner fører ikke alene til et lavere energiforbrug, men også til et højere nettoudbytte på kartoffelmelsfabrikker

I Brande er målinger af elforbruget i hydrocyklonanlægget ligeledes korrigeret for pumpernes dårlige virkningsgrad, og for at opnå en driftsøkonomisk realistisk sammenligning med det eksisterende anlæg, er elforbruget desuden justeret for et langt højere indhold af handelsstivelse i den råmælk, der blev behandlet af pilotanlægget. Hertil er lagt et ekstra elforbrug til sandcyklon, shearpump og merafvanding, så det samlede elforbrug med drift af hydrocykloner i Brande er opgjort til 16 kWh pr. ton handelsstivelse sammenlignet med et elforbrug på 35 kWh i det eksisterende fuldskalaanlæg. Det svarer til en elbesparelse på 54 %.

For kartoffelmelfabrikkerens driftsøkonomi har det endnu større betydning, at hydrocyklonanlægget er mere effektivt til at separere handelsstivelse fra rivslen end de eksisterende mekaniske separationsanlæg. I Karup faldt mængden af stivelse i pulpen, der ikke kan nyttiggøres til produktion af handelsstivelse (kartoffelmel), fra 30,1 % til 17,8 %, mens det i det velfungerende pilotanlæg i Brande lykkedes at reducere mængden af stivelse i pulpen fra 31,5 % i det mekaniske separationsanlæg til 9,6 %.



Sankey diagram for flowfordeling i hydrocyklonanlægget.

Konklusion:

Med de forudsætninger, der er opstillet for driften af pilotanlægget, viste det sig, at der på anlægget i Brande, hvor driftsbetingelserne blev de bedste, er opnået mere end en halvering af elforbruget sammenlignet med den traditionelle mekaniske separation. Dertil kommer, at hydrocyklonerne i Brande var i stand til at separere en større mængde stivelse fra rivslen end det mekaniske separationsanlæg, svarende til 1247 tons om året i et produktionsanlæg med en kapacitet på 42.000 tons om året, hvilket svarer til en ekstra indtægt på 2.494.000 kr. om året.

Fra de hollandske leverandører af hydrocykloner og pumper var det forventet, at der – med korrekt dimensionerede pumper – ville være et elforbrug på 15-19 kWh/ton handelsstivelse. Dette resultat blev langt fra opnået i Karup, hvor hydrocyklonanlægget blev generet af tilstopningsproblemer, mens pilotanlægget i Brande levede op til forventningerne.



For at reducere projektets hardware-indkøb blev der brugt billige pumper med relativ ringe virkningsgrad. Beregninger for elforbrug og rentabilitet er efterfølgende justeret til den forventede virkningsgrad for et kommercielt fuldskalaanlæg.



Dansk Energi
Rosenørns Allé 9
1970 Frb. C
Tlf: 35 300 400

Anbefalinger for videre anvendelse af forskningsresultaterne

Hvad kan projektet bruges til?

Projektet har vist, at energieffektive hydrocykloner har et potentiale for elbesparelser og øvrig driftsoptimering i den del af industrien, der benytter separation af vandige opløsninger (suspensioner).

Ved at producere hydrocyklonerne i mere slidstærke materialer, fx med indstøbt glas eller keramik, vil hydrocyklonerne blive slidt mindre fra rivslens sandindhold, og det vurderes at medføre en endnu bedre separation af stivelsen og dermed relativ højere produktion af handelsstivelse end på pilotanlægget i Brande.

Projektet er endnu et eksempel på, at en mere energieffektiv teknologi kan

have store supplerende proces-fordele. På grundlag af resultaterne i Brande kan den produktionstekniske gevinst opgøres til 2.494.000 kr. om året sammenlignet med et ældre anlæg med en relativ lav effektivitet, mens de årlige elbesparelser er beregnet til 518.700 kr. I forhold til et nyt effektivt mekanisk separationsanlæg vil gevinsten ved at vælge hydrocykloner være hhv. 1.276.000 kr. om året for øget stivelsesproduktion og ca. 300.000 kr. i årlige elbesparelser. Hertil kommer færre personaletimer til renholdelse og vedligeholdelse af separationsanlægget og lavere støjniveau.

Hydrocyklonanlægget er dyrere i anskaffelse end et mekanisk separationsanlæg. Resultaterne af forsøget i Brande har gjort fabrikkens ledelse interesseret i at ombygge en af fabrikkens tre produktionslinier til hydrocykloner. På grundlag af det tilbud, som er givet af leverandørerne i Holland, kan der beregnes en simpel tilbagebetalingstid på denne investering på ca. 4,6 år. Hvis det mekaniske anlæg alligevel skulle udskiftes, ville merudgiften til hydrocykloner i forhold til mekanisk separation kunne afskives over ca. 3,2 år.



*Forsøgsresultaterne på fabrikken i Brande har været så lovende, at ledelsen planlægger at ombygge en af de tre produktionslinier til hydrocykloner.
Tegning fra www.akm.dk*

www.elforsk.dk

Effekt:

Projektgruppen mener, at hydrocykloner med fordel kan introduceres som energieffektivt alternativ til separationsprocesser også i bl.a. mejerier, sukkerfabrikker, fiske- og benmelsfabrikker, saltefabrikker, papirfabrikker og rensningsanlæg.

Det teoretiske elbesparelspotentiale ved at omlægge sådanne mekaniske separationsprocesser til hydrocykloner er opgjort til ca. 175.000 MWh/år. Det er dog ikke realistisk at udnytte det samlede potentiale, men hvis bare 20 % kan realiseres, kan hydrocykloner medføre årlige elbesparelser i Danmark på ca. 35.000 MWh, svarende til en CO₂-reduktion på ca. 21.000 tons.

Da der formentlig også er produktionstekniske fordele ved hydrocykloner i andre brancher end kartoffelmel, er det oplagt for eleselskaberne at gå i samarbejde med de relevante brancheorganisationer om at identificere disse gevinster, der kan gøre konvertering til hydrocykloner driftsøkonomisk fordelagtig og dermed bane vej for flere rentable elbesparelser i industrien.

Kontaktperson:

Gunnar Bentsen
EnviScan
Jupitervej 2
7000 Fredericia

E-mail: gb@enviscan.com
Telefon: 75 94 37 01
Web: www.enviscan.dk

Projekt:

Titel: Energieffektive hydrocykloner
Nr.: 339-033
PSO Program 2007
Budget: 1.253.650 kr., hvoraf 492.750 kr. i tilskud fra Dansk Energi
Tidsplan: 01.01.2007 – 31.05.2009

Programkoordinator:

Forskningskoordinator
Jørn Borup Jensen
Dansk Energi
Rosenørns Allé 9
1970 Frederiksberg C.
E-mail: jbj@danskeenergi.dk
Telefon: 35 300 934
Web: www.elforsk.dk