

## Energieffektive hydrocycloner

### Baggrund:

I forlængelse af forprojektet 337-008 er der i dette projekt testet et hydrocyclonpilotanlæg med en kapacitet på 8 m<sup>3</sup> kartoffelrivsel pr. time på to kartoffelmelsfabrikker i hhv. Karup og Brande.

### Målsætning:

Projektet havde til formål at teste et pilotprojekt med hydrocycloner 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 besparelsespotentiale 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 hydrocycloner i den danske separationsindustri.

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

### Relevans:

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

Det teoretiske elbesparelsespotentiale ved at omlægge sådanne mekaniske separationsprocesser til hydrocycloner 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 hydrocycloner medføre årlige elbesparelser i Danmark på ca. 35.000 MWh, svarende til en CO<sub>2</sub>-reduktion på ca. 21.000 tons.

Da der formentlig også er produktionstekniske fordele ved hydrocycloner i andre brancher end kartoffelmel, er det oplagt for elseskaberne at gå i samarbejde med de relevante brancheorganisationer om at identificere disse gevinster.

### Resultater:

Elforsbruget 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 elforsbruget 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 sianlæg brugt 37 kWh pr. ton handelsstivelse, mens hydrocyclonanlægget brugte 25 kWh, svarende til en elbesparelse på 32 %.

I Brande er målinger af elforsbruget i hydrocyclonanlægget ligeledes korrigeret for pumpernes dårlige virkningsgrad, og for at opnå en driftsøkonomisk realistisk sammenligning med det eksisterende anlæg, er elforsbruget 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 hydrocycloner i Brande er opgjort til 16 kWh pr. ton handelsstivelse sammenlignet med et elforbrug på 35 kWh i det eksisterende fuldskaalanlæg. Det svarer til en elbesparelse på 54 %.

For kartoffelmelfabrikernes driftsøkonomi har det endnu større betydning, at hydrocyclonanlægget 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 %, og i det velfungerende pilotanlæg i Brande lykkedes at reducere mængden af stivelse i pulpen fra 31,5 % i det mekaniske separationsanlæg til 9,6 %.

### Realisering:

I projektgruppen indgik Korsbæk & Partnere med ansvar for måling og analyse af driftsresultater, hollandske Vortex SLS med projektering og levering af hydrocycloner samt de 4 danske kartoffelmelfabrikker i hhv. Karup, Brande, Langholt og Toftlund. Undervejs i projektløbet 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 maceratorsnitser på hydrocyclonanlægget for at forebygge driftsproblemer pga. tilstopning af indløbet til hydrocyclonerne, til trods herfor og forskellige andre tiltag lykkedes det ikke at sikre stabil drift i Karup, og fabrikens ledelse valgte at anskaffe et mekanisk separationsanlæg, da produktionskapaciteten skulle udvides til kampagnen 2008/2009.

Pilotanlægget blev i stedet flyttet til Brande, hvor hydrocyclonanlægget 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 vakuumfiltre forud for tørring til kartoffelmel. For at forebygge driftsproblemer som i Karup blev hydrocyclonanlægget forsynet med en shearpump, der viste sig at være en effektiv løsning på tilstopningsproblemerne.

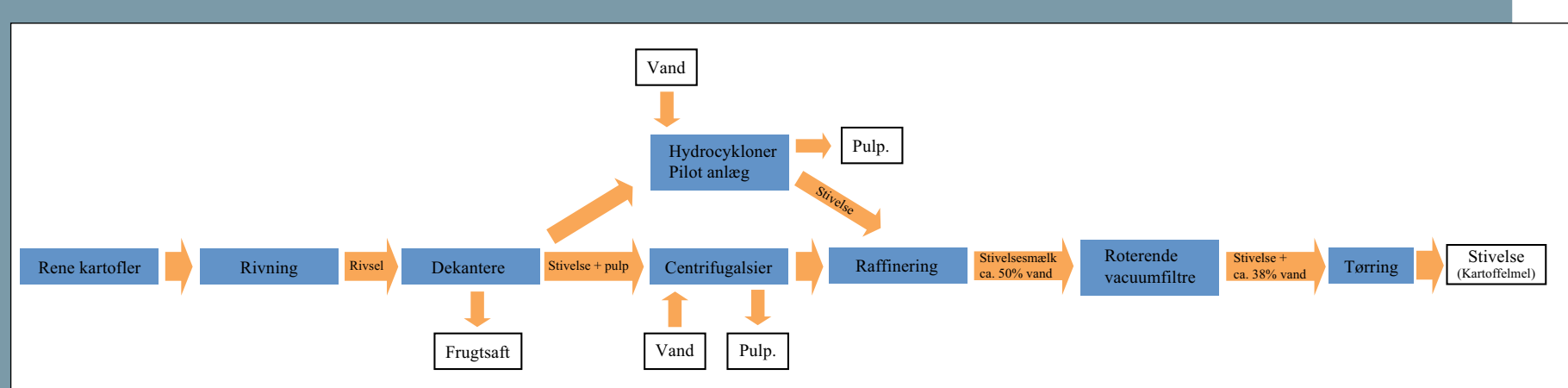
### Udbredelse:

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

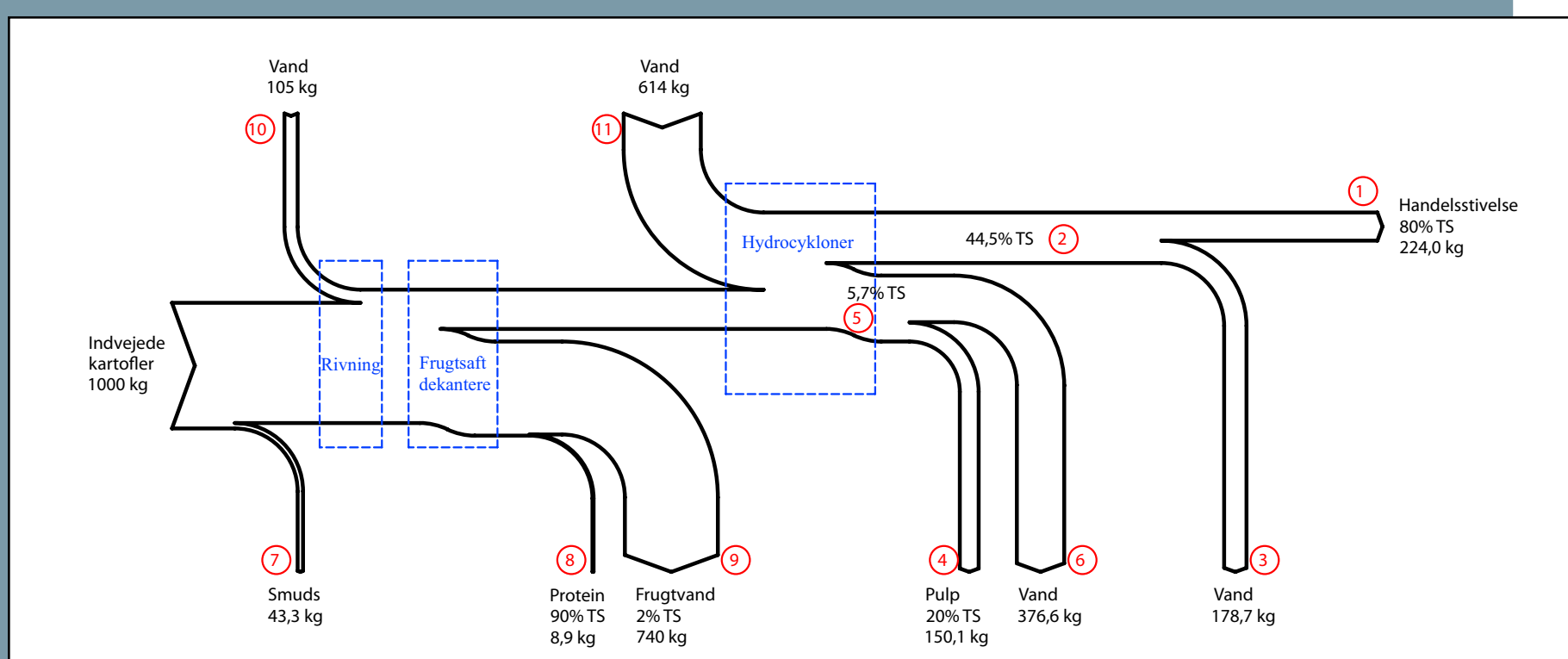
Ved at producere hydrocyclonerne i mere slidstærke materialer, vil hydrocyclonerne blive slidt mindre fra rivslens sandindhold, og det vurderes at medføre en endnu bedre separation af stivelsen og dermed relativ højere produktion af handelsstivelse end på pilotanlægget i Brande.

Projektet er endnu et eksempel på, at en mere energieffektiv teknologi kan have store supplerende procesfordele. 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 hydrocycloner 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.

Hydrocyclonanlægget er dyrere i anskaffelse end et mekanisk separationsanlæg. Resultaterne af forsøget i Brande har gjort fabrikens ledelse interesseret i at ombygge en af fabrikens tre produktionslinier til hydrocycloner. 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 hydrocycloner i forhold til mekanisk separation kunne afskrives over ca. 3,2 år.



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.



Sankey diagram for flowfordeling i hydrocyclonanlæg.



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 fuldskaalanlæg.