

# INCRUST TECHNOLOGY

FREMGANGSMÅDE FOR PRODUKTION AF FODER INDKAPSLET I EN FORDØJELIG SKAL  
PROCESANLÆG  
(ANLÆGSOPBYGNING)

RAPPORT  
DECEMBER 2004



## FORORD

I Danmark fabriksfremstilles der mere end 6 mill. tons foder om året, og i EU mere end 120 mill. tons foder om året.

Fabriksfremstilling af foder giver, med dagens teknologi, forskellige produktions problemer som ønskes forbedret.

Det har været målet med dette projekt at reducere eller fjerne følgende produktions problemer:

Miljø, specielt lugtproblemer.

Bakterier, specielt salmonellaproblemer.

Ernæring, specielt bevarelse af foderstoffernes naturlige bestanddele.

Energi, specielt nedsættelse af CO2 udslip.

Råvaresammensætning, specielt uafhængighed af råvaresammensætning.

Færdigvaren, specielt en mere hygiejnisk opbevarelse af færdigvaren.

Denne rapport beskriver resultatet af Ingeniørgruppen's, tidligere udførte projekter:

*-Udredningsaktivitet omkring koldformning.*

*Fremgangsmåde for produktion af foder indkapslet i en fordøjelig skal.*

*Rapport September 2000.*

(Teknologivalg)

*-Incrust Technology*

*Fremgangsmåde for produktion af foder indkapslet i en fordøjelig skal.*

*Fase 1.0*

*Rapport December 2001.*

(Brugerøkonomi)


*-Incrust Technology*

*Fremgangsmåde for produktion af foder indkapslet i en fordøjelig skal.*

*Fase 2.1*

*Rapport December 2002.*

(Fællesmatrice)

	2001301-Incrust-150A-Rapport.DOC BILAG	18.11.04 DATO	2 SIDE	29 AF
---	---	------------------	-----------	----------

*-Incrust Technology*

*Fremgangsmåde for produktion af foder indkapslet i en fordøjelig skal.*

*Fase 2.2*

*Rapport Oktober 2004.*

(Centerfødning)

*-Incrust Technology*

*Fremgangsmåde for produktion af foder indkapslet i en fordøjelig skal.*

*Fase 3.0*

*Rapport September 2003.*

(Afkorter)

*-Incrust Technology*

*Fremgangsmåde for produktion af foder indkapslet i en fordøjelig skal.*

*Fase 4.0*


*Rapport December 2003.*

(Mærkning)

Udviklingsarbejdet er finansieret af Energistyrelsen og Ingeniørgruppen.

Kolding December 2004

Dan Edberg

A/S INGENIØRGRUPPEN 	2001301-Incrust-150A-Rapport.DOC BILAG	18.11.04 DATO	3 SIDE	29 AF
---	---	------------------	-----------	----------

**INDHOLDSFORTEGNELSE**

PROJEKTET ANGÅR.....	5
SAMMENSÆTNING AF ARBEJDSGRUPPE.....	6
KONKLUSION.....	9
PROCESANLÆGGETS KOMPONENTER.....	10
Centerføder.....	10
Fællesmatrice.....	11
Afkorter.....	12
Mærkning.....	14
INCRUST ANLÆG.....	16
Incrust anlæg – Snit.....	17
Incrust anlæg – Snit.....	18
Incrust anlæg – Snit.....	19
Incrust anlæg – Snit.....	20
Incrust anlæg – Snit.....	21
Incrust anlæg – Snit.....	22
EKSTRUDER KONFIGURERING.....	23
INSTITUT BERIGTIGELSE AF INCRUST ANLÆGS TEST.....	24
Testparameter forsøg 1-30.09.04.....	24
Testparameter forsøg 2-30.09.04.....	26
Bioteknologisk Institut konklusion.....	28
ØVRIGE FORHOLD.....	29

## PROJEKTET ANGÅR:

Projektet angår en fremgangsmåde, for produktion af foder indkapslet i en fordøjelig skal (Foderblok).

Fra en ekstruderkoger føres et ekstrudat til en fællesmatrice hvor der vertikalt dannes et skalrør med en form, diameter og rørtykkelse der kan ændres ved at ændre et sæt dyser. Skalrøret føres til en afkorter, der lukker og afkorter skalrørets ende.


Fra en centerføder med en doceringsssnegl fyldes det lukkede skalrør med en portion centerprodukt (Foderblanding) og mængden kan vælges ved ændring af doceringssegnens antal omdrejninger og omdrejningshastigheden, således at mængden kan tilpasses foderblokkens størrelse.

Når centerproduktet er doceret i skalrøret lukker og afkorter afkortereren foderblokkens anden ende og en foderblok er dannet.

Afkorterens lukning kan indstilles således at de enkelte foderblokke hænger sammen og først brækker fra hinanden senere i processen.

En række sammenhængende foderblokke føres med en båndtransportør med kondensventilering til en evt. mærkning.

Mærkning udføres enten med en laserskriver eller en blækstråleskriver.

	2001301-Incrust-150A-Rapport.DOC BILAG	18.11.04 DATO	5 SIDE	29 AF
---	---	------------------	-----------	----------

## SAMMENSÆTNING AF ARBEJDSGRUPPE:

Arbejdsgruppen er sammensat af følgende personer:

Civilingeniør Hans Henrik Svensson

Energistyrelsen

Amaliegade 44

1256 København K

Arb.: 33 92 67 00

Fax (arb.): 33 11 47 43

E-mail: [hhs@ens.dk](mailto:hhs@ens.dk)

Teknisk Chef Poul Gregersen

DLG

Mindet 6

8000 Århus C

Arb.: 86 13 97 99

Arb. Direkte: 86 13 13 56 - 46

Mobiltf.: 21 27 71 61

Fax (arb.): 86 20 26 51

E-mail: [pgg@dlg.dk](mailto:pgg@dlg.dk)

Produktionschef Knud Bjerring

For Agro Danmark

Hedegaard Agro

Nordre Havnegade 3


9400 Nørresundby

Arb.: 99 36 17 00

Mobiltf.: 23 73 17 20

Fax (arb.): 99 36 17 51

E-mail: [kb@hedegaard-agro.dk](mailto:kb@hedegaard-agro.dk)

	2001301-Incrust-150A-Rapport.DOC BILAG	18.11.04 DATO	6 SIDE	29 AF
---	---	------------------	-----------	----------

Kvalitets- og Miljøchef Henrik Bjørnbak

For DLA

Aarhusegnens Andel

Silkeborgvej 25

8464 Galten

Arb.: 86 94 30 11

Mobiltf.: 24 86 66 10

E-mail: [hb@aarhusegnen.dk](mailto:hb@aarhusegnen.dk)

Ingeniør Flemming Schmidt

Bioteknologisk Institut

Holdbergsvej 10

6000 Kolding

Arb.: 72 20 19 00

Mobiltf.: 28 11 78 53

Fax (arb.): 72 20 19 19

E-mail: [ceratech@po.ia.dk](mailto:ceratech@po.ia.dk)

Ingeniør Jan Brøgger Rasmussen

Landbrugets Rådgivningscenter

Landskontor for Bygninger og Maskiner

Udkærsvvej 15

Skejby


8200 Århus N

Arb.: 87 40 50 00

Mobiltf.: 21 72 52 66

Fax (arb.): 87 40 50 10


E-mail: [jbr@lr.dk](mailto:jbr@lr.dk)

<p>A/S INGENIØRGRUPPEN </p>	<p>2001301-Incrust-150A-Rapport.DOC BILAG</p>	<p>18.11.04 DATO</p>	<p>7 SIDE</p>	<p>29 AF</p>
--	---	--------------------------	-------------------	------------------

Konsulent Niels Henrik Lundgaard  
Landbrugets Rådgivningscenter  
Landskontor for Bygninger og Maskiner  
Udkærsvej 15  
Skejby  
8200 Århus N  
Arb.: 87 40 50 00  
Fax (arb.): 87 40 50 10  
E-mail: [nhl@lr.dk](mailto:nhl@lr.dk)

Udviklingschef Torben Olesen  
Funk  
Kirkevænget 5  
Gjellerup  
7400 Herning  
Arb.: 97 11 96 00  
Mobiltlf.: 30 82 59 15  
Fax (arb.): 97 11 96 77  
E-mail: [tto@funki.dk](mailto:tto@funki.dk)

Ingeniør Dan Edberg  
Ingeniørgruppen  
Romerparken 57  
6000 Kolding  
Arb.: 75 54 19 82  
Mobiltlf.: 40 30 22 23  
Fax.(arb.): 75 54 19 83  
E-mail: [dan@edberg.dk](mailto:dan@edberg.dk)

A/S INGENIØRGRUPPEN 	2001301-Incrust-150A-Rapport.DOC BILAG	18.11.04 DATO	8 SIDE	29 AF
---	---	------------------	-----------	----------



**KONKLUSION:**

Det er lykkedes, at udvikle et procesanlæg der kan producere "foderblokke" med et uopvarmet melformigt foderstof som centerprodukt og en fordøjelig skal som indpakning. Centerproduktet vil normalt være en formålet foderblanding med forskellige råvare sammensætning og vil derfor have forskellige håndteringsmæssige forhold, dette forhold gør, at centerproduktet skal tvinges ned i foderblokken.

Forsøg har vist, at der kan opnås en energibesparelse, som svarer til den energibesparelse der var anslået i projektansøgningen, ca. 60%.

Det har været den almindelige opfattelse i arbejdsgruppen, at Incrust processen har størst og hurtigst mulighed for implementering ved foderproduktion hos hjemmeblandere.

Hjemmeblandere formaler selv deres "hovedkomponenter", deres eget korn og evt. købte råvarer (Soya), og blander disse hovedkomponenter med indkøbte vitaminer, mineraler, fedt, melasse og andre forblandinger.

Incrust processen kan producere koncentratblokke hvor samtlige faste og flydende foderkomponenter, bortset fra "hovedkomponenterne", er indeholdt.


Hjemmeblanderen skal så kun tilsætte et antal "koncentratblokke" til de hovedkomponenter der skal formales og slipper for investering, vedligeholdelse og drift i Fedt/Melasse tanke, faste og flydende doceringsudstyr samt intern transport.

Hjemmeblanderen opnår tillige en koncentrat tilsætning uden kontaminering samt en fuldstændig sporbarhed idet "koncentratblokkene" kan mærkes med produktionsdata.

Den samlede energibesparelse ved hjemmeblanding med Incrust "koncentratblokke" bliver den samme og måske større end ved det fabriksfremstillede fuldfoder fordi landmandens korn og andre hovedkomponenter ikke skal transporteres til foderfabrikken og tilbage igen samt opvarmes til 82 °C.

Incrust koncentratblokkene skal produceres på en af de fabrikker der producerer koncentrat i dag og leveres til Landmanden i BIG-BAG.

Et Incrust anlæg til produktion af koncentratblokke i BIG-BAG vil koste ca. DKR 3.000.000,- og er derfor en investering størrelse som en foder koncentrat fabrik vil finde rimelig.

	2001301-Incrust-150A-Rapport.DOC BILAG	18.11.04 DATO	9 SIDE	29 AF
---	---	------------------	-----------	----------

**PROCESANLÆGGETS KOMPONENTER:**

CENTERFØDER  
 FÆLLESMATRICE  
 AFKORTER  
 MÆRKNING

**CENTERFØDER**

**Forbeholder:**

En forbeholder hvorpå centerføderens forskellige komponenter fastgøres.  
 Forbeholderen kan rumme ca. 200 l og efterfyldes når forbeholderen er ca. halv tom, på den måde er der altid en min. mængde materiale for doceringsneglen.  
 I forbeholderens kegle er placeret en stor rens/montage lem som giver adgang til demontage af doceringsneglen.

**Drev:**

Drevet består af en doceringsnegl og en skraber.  
 Doceringsneglen docerer en valgt mængde hver gang afkortereren kalder på en portion.  
 Doceringen er volumetrisk, d.v.s at x antal omdrejninger giver en bestemt mængde.  
 Skraberens sørger for, at der ikke dannes "hul" i materialet omkring doceringsneglen.

**Bauer Drev:**

Bauer drevet består af en 0,55kW-1400 o/min frekvensstyret bremse el-motor med encoder for doceringsneglen samt en 0,25 kW – 22 o/min frekvensstyret el-gearmotor for skraberens sammenbygget med en Bauer drev forbindelse.

**Bauer Drev Forbindelse:**


På Bauer drev forbindelsen monteres doceringsneglens el-motor og skraberens el-gearmotor.

**Centerblok:**

I centerblokken lejres skraberens aksel.

**Skraber:**

Skraberens holder bevægelse i forbeholderens materiale og forhindrer materialeopbygning på forbeholderens vægge.

	2001301-Incrust-150A-Rapport.DOC	18.11.04	10	29
	BILAG	DATO	SIDE	AF

**Doceringssegnl:**

Doceringssegnlen docerer den ønskede mængde centermateriale til hver foderblok. Doceringssegnlens diameter er tilpasset foderblokdiameteren og kan udskiftes til den ønskede diameter.

**Sneglepresse:**

Sneglepresen komprimerer og aflufter centermaterialet inden doceringen til foderblokken.

**Forbeholder forbindelse:**

Forbeholder forbindelsen forbinder forbeholderen med Fællesmatricen som bærer forbeholderen.

Doceringssegnlen føres igennem fællesmatricen der virker som sneglerør.

**FÆLLESMATRICE**

**Hoved:**

Et hoved hvorpå fællesmatricens forskellige komponenter fastgøres.

Hovedet kan opvarmes eller vandkøles, alt efter om man ønsker en ekspanderet eller en ikke ekspanderet færdigvare.

På hovedet er det muligt at fastgøre temperaturfølere så hovedtemperaturen kan styres kontinuerligt.

Hovedets cylindriske udboring udgør den ene væg ved dannelsen af den ekstruderede foderstreng.

**Fordeler:**

En fordeler der ved sin udformning tvinger produktet i en sådan retning, at der dannes et produkrør ved udgangen af fællesmatricen.

Fordelerens udfræsninger danner den anden væg ved dannelsen af den ekstruderede foderstreng.


Fordeleren monteres på hovedet med to befæstigelseskruer.

**Indvendig Matrice:**

En indvendig matrice hvis opgave er at fastholde den indvendige dyse, der danner den ekstruderede skal's indvendige form.

Den indvendige matrice giver mulighed for en mindre justering af spalteåbningen mellem den indvendige dyse og den udvendige dyse, d.v.s en justering af foderstrengens vægtykkelse.

Reguleringsmuligheden opstår fordi dyserne har en variabel diameter i forhold til hinanden.

	2001301-Incrust-150A-Rapport.DOC	18.11.04	11	29
	BILAG	DATO	SIDE	AF

Den indvendige matrice monteres på fordeler og hovedet med to befæstigelsesskruer.

**Udvendig Matrice:**

En udvendig matrice hvis opgave er at fastholde den udvendige dyse, der danner den ekstruderede skal's udvendige form

Den udvendige matrice giver mulighed for en mindre justering af foderstrengens excentricitet, d.v.s en justering af en evt. uensartethed i foderstrengens vægtykkelse.

Den udvendige matrice kan el-opvarmes eller vandkøles, alt efter om man ønsker en ekspanderet eller en ikke ekspanderet færdigvare.

Den udvendige matrice monteres direkte på hovedet.

**Dyser:**

Et dysesæt bestående af en udvendig og en indvendig dyse.

Spalteåbningen mellem den indvendige- og den udvendige dyse giver foderstrengens vægtykkelse.

Spalteåbningen's form giver foderstrengens form, og ændring i foderstrengens størrelse, form og vægtykkelse kræver kun et sæt nye dyser.

**Ekstruderhals:**

En ekstruderhals der forbinder ekstruderen og fællesmatricen.

Ekstruderhalsen er tilpasningen mellem ekstruderen og fællesmatricen og kan el-opvarmes hvis der ønskes et ekspanderende produkt.

Ekstruderhalsen består af to halvparter der fastgøres med en låsering.

Dette system giver en meget nem montage og mulighed for nøjagtig vertikal montering.

**AFKORTER**


**Hus:**

Et hus hvorpå afkorterens forskellige komponenter fastgøres.

**Lejehus for bevægelig knivvalse:**

Et lejehus til at understøtte den bevægelige knivvalse.

Den bevægelige knivvalse har den funktion, at bestemme hvor stor afstand der skal være mellem lukke knivene når disse står ud for hinanden. Afstanden bestemmer materiale tykkelsen og bestemmer om de lukkede foderblokke skal hænge sammen eller være klippet over når produktet forlader afkortereren.

	2001301-Incrust-150A-Rapport.DOC	18.11.04	12	29
	BILAG	DATO	SIDE	AF

### **Lejehus for fast knivvalse venstre:**

Et lejehus til at understøtte den faste knivvalse.

Den faste knivvalse har den funktion, at danne modhold til den bevægelige knivvalse således, at lukketykkelsen kun skal justeres på den bevægelige valse.

### **Lejehus for fast knivvalse højre:**

Er udført som lejehus for fast knivvalse venstre men forsynet med en aftaster der kan indikere hver gang knivene på de to valser står ud for hinanden. Denne funktion har betydning hvis centerproduktet skal påfyldes prtionsvis.

### **Knivvalse:**

Knivvalsen har den funktion, at når den sættes i et par kan den sammenpresse og klippe foderstrengen, og dermed danne foderblokke.

Knivvalsen er flexibel opbygget, og kan monteres med op til 24 knive. Alt efter hvor mange knive der monteres på knivvalsen kan foderblokkens længde bestemmes.

De foreløbige test har været udført med 6 knive der giver en foderblok længde på ca 125 mm.

Knivene fastgøres på knivvalsen v.h.a koniske låsejern der gør det nemt at udskifte en slidt eller beskadiget kniv.

Knivene kan udføres med forskellige knivsæg og dermed tilpasses til det aktuelle produkt.

### **Remhjul strammer:**

Remhjul strammer har den funktion, dels at opstramme tandremmen ved normalt drift dels at opstramme tandremmen når afstanden mellem knivsættet ændres.

Remhjul strammerens rotation optages af et sæt kuglelejer.

### **Rem Transmission:**


Rem transmissionen skal rotere knivvalserne mod hinanden således, at knivene mødes samtidig og danner en kombineret lukning og afkortning.

Knivvalserne er fastgjort til tandremstransmissionen v.h.a notfri klembøsninger, der giver mulighed for en nøjagtig indstilling af valseknivene overfor hinanden.

Rem transmissionen drives af en frekvensstyret gearmotor, der giver mulighed for en trinløs regulering af knivvalsens omdrejninger.

### **Remskærm:**

Remskærmen skal beskytte mod remtransmissionen og er udført så montage og demontage kan udføres hurtigt.

	2001301-Incrust-150A-Rapport.DOC	18.11.04	13	29
	BILAG	DATO	SIDE	AF

**Sikkerhedsgitter:**

Sikkerhedsgitteret skal beskytte mod knivvalserne og består af et hovedgitter og et centergitter. I centergitteret udføres det antal huller som bestemmes af hvor mange fællesmatricer afkortereren skal betjene.

**Bærestativ:**

Afkortereren monteres på et bærestativ, hvis højde tilpasses til den ekstruder hvorpå fællesmatricen er monteret og hvorunder afkortereren placeres.

**MÆRKNING**

Det har vist sig, at eksisterende teknologi kan udføre mærkningen.

Med eksisterende teknologi er der principielt 2 forskellige mærkningsmetoder:


*Blækstråleskriver*, hvor en blæk påsprøjtes emnet og derved danner skriften

Anlægsinvestering: ca DKK 100.000,-

*Laserskriver*, hvor en laserstråle brænder skriften på emnet

Anlægsinvestering: ca DKK 150.000,-

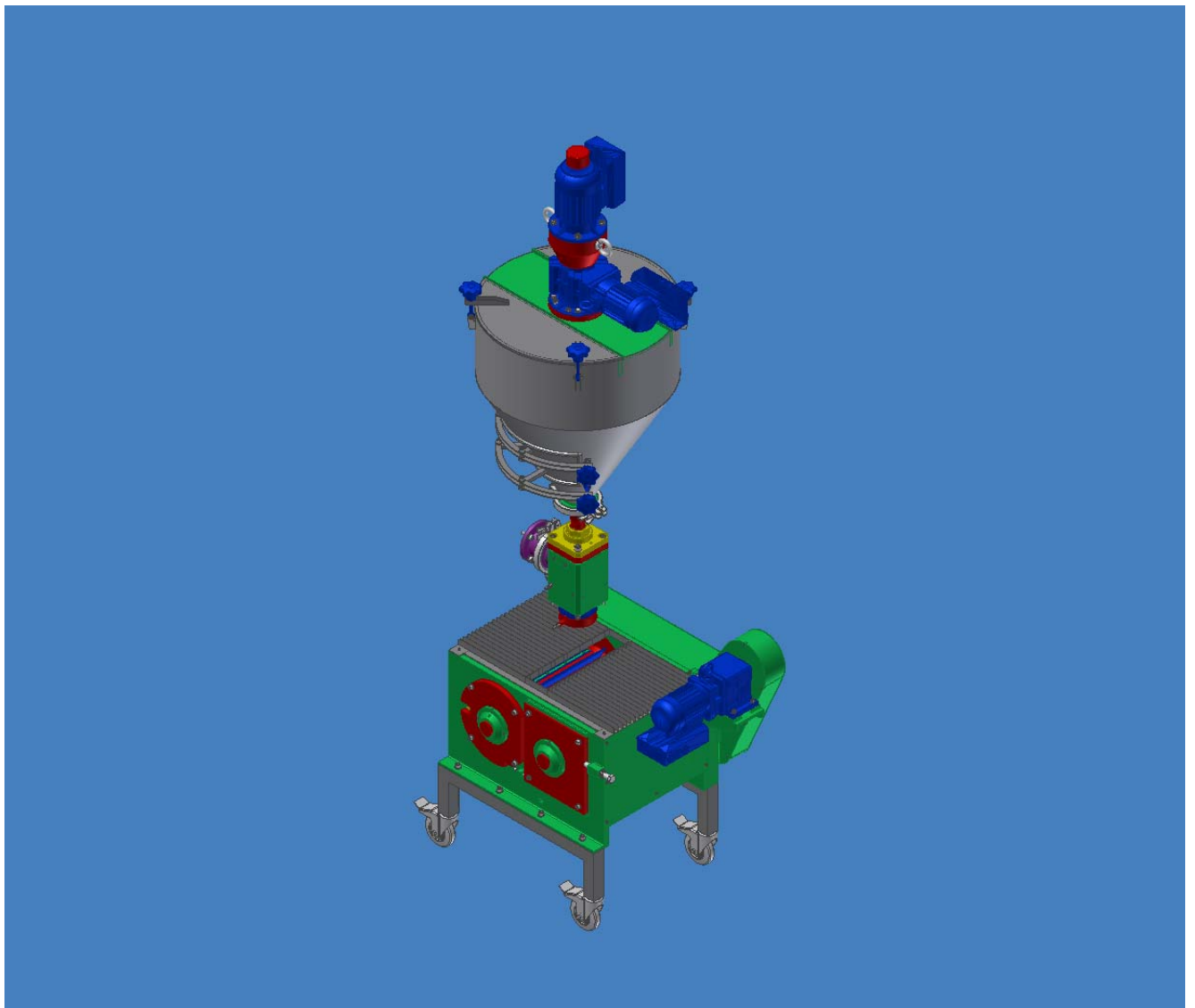
Merinvesteringen for laserskriveren tjenes hurtigt ind ved besparelser på blæk og vedligeholdelsesudgifter.

<p>A/S INGENIØRGRUPPEN </p>	<p>2001301-Incrust-150A-Rapport.DOC BILAG</p>	<p>18.11.04 DATO</p>	<p>14 SIDE</p>	<p>29 AF</p>
--	---	--------------------------	--------------------	------------------



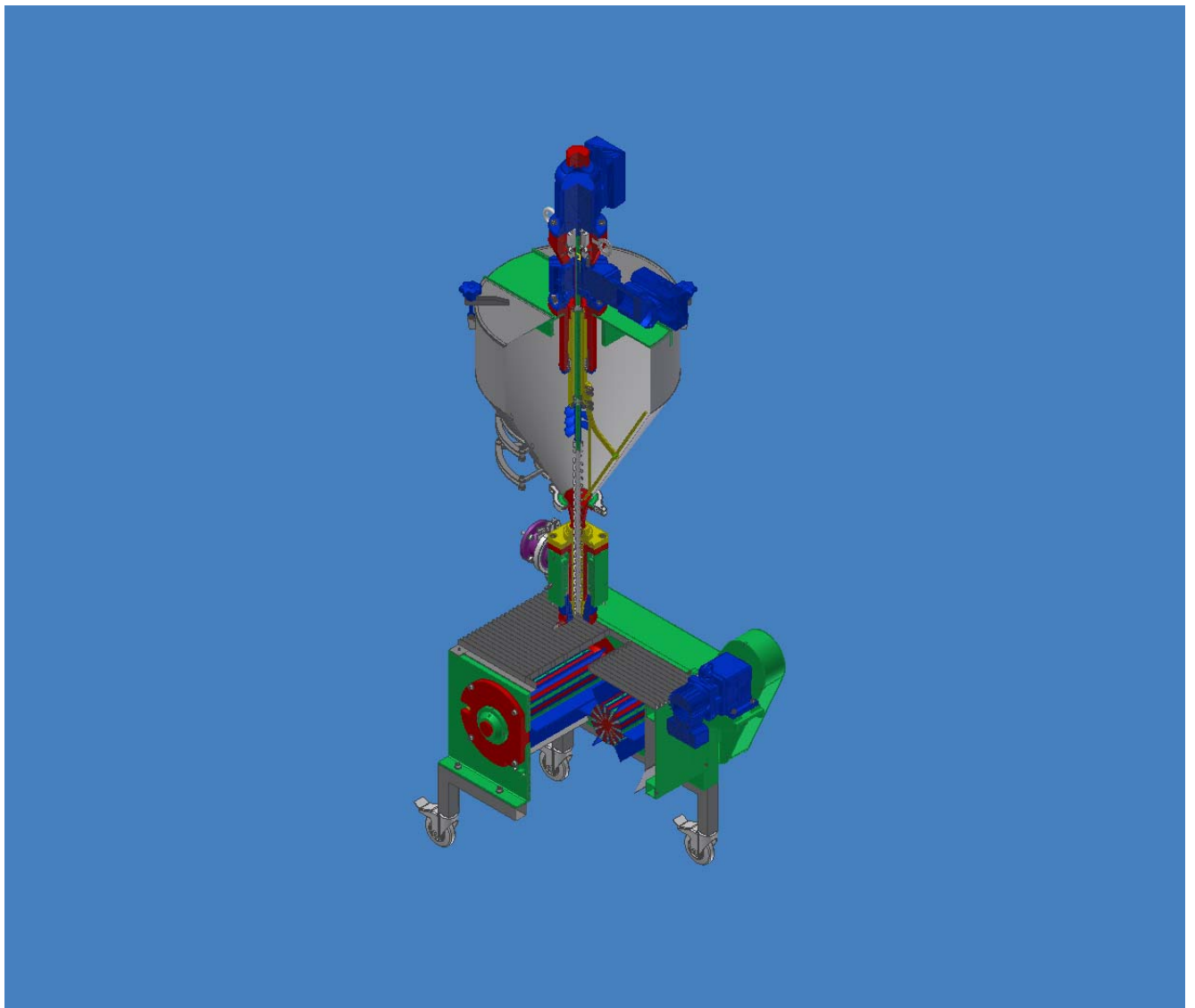
Ovenfor er vist et billede af en Incrust foderblok mærket med en blækstråleskriver.

INCRUST ANLÆG:



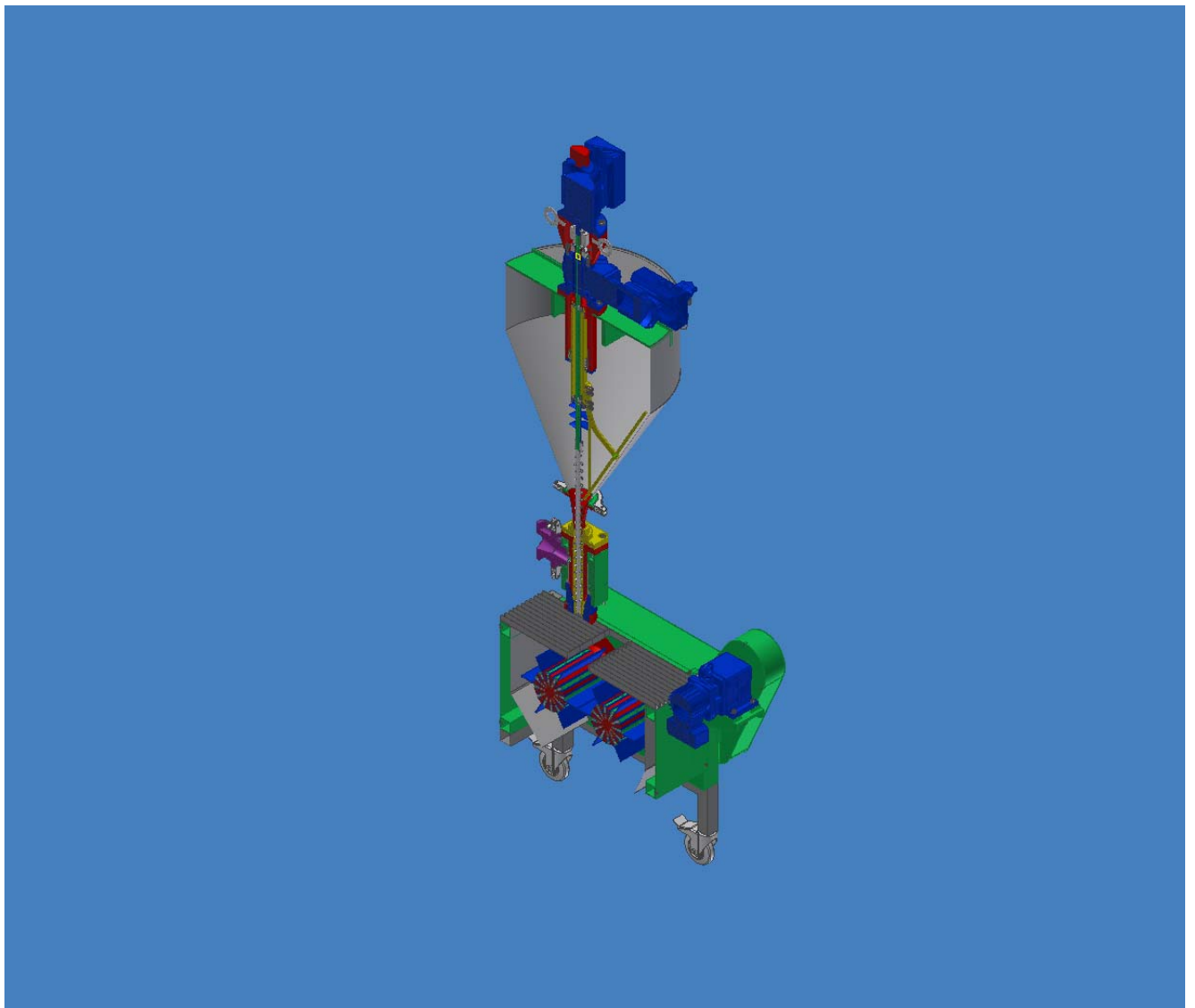


INCRUST ANLÆG:

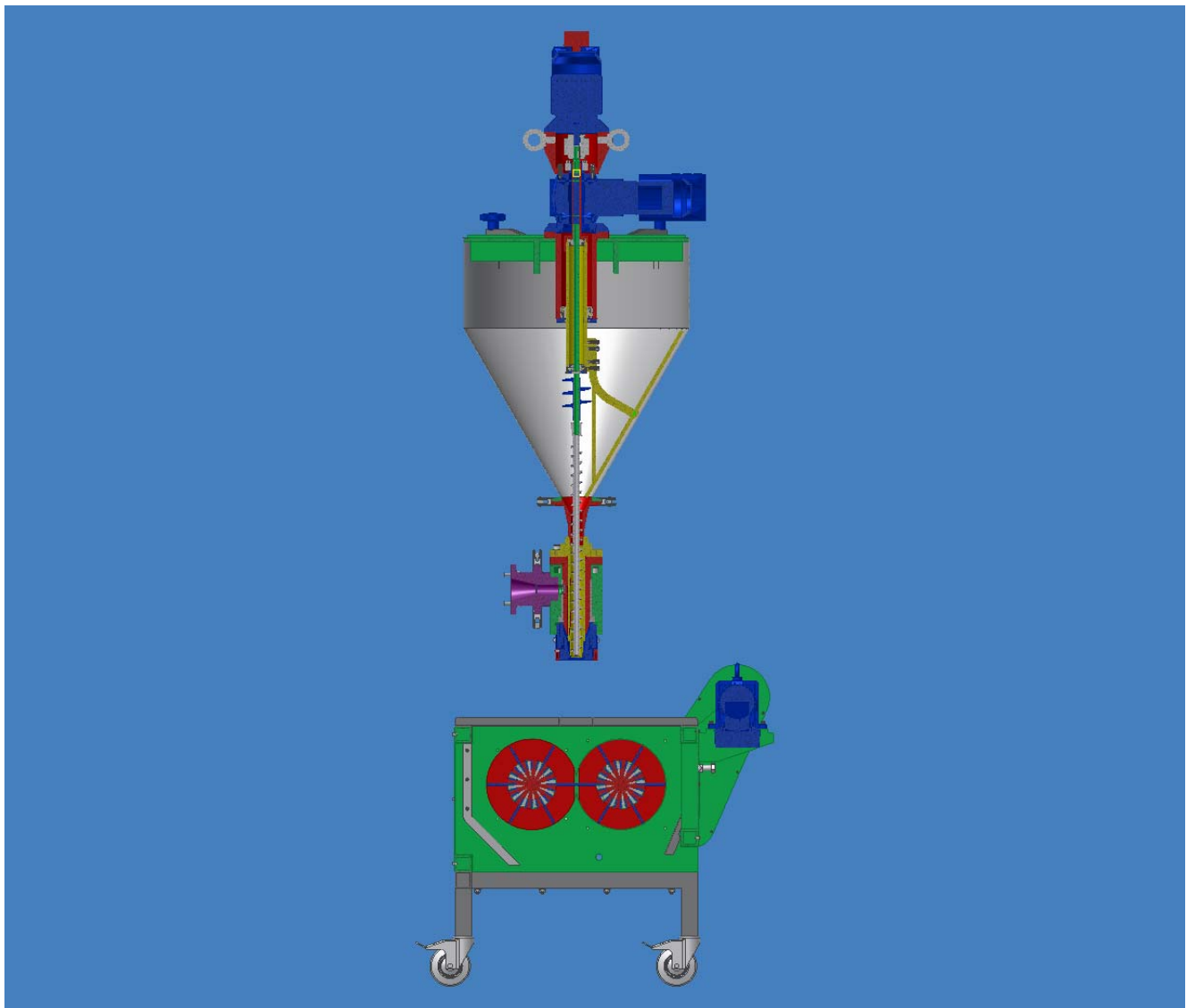


# INCRUST TECHNOLOGY

INCRUST ANLÆG:

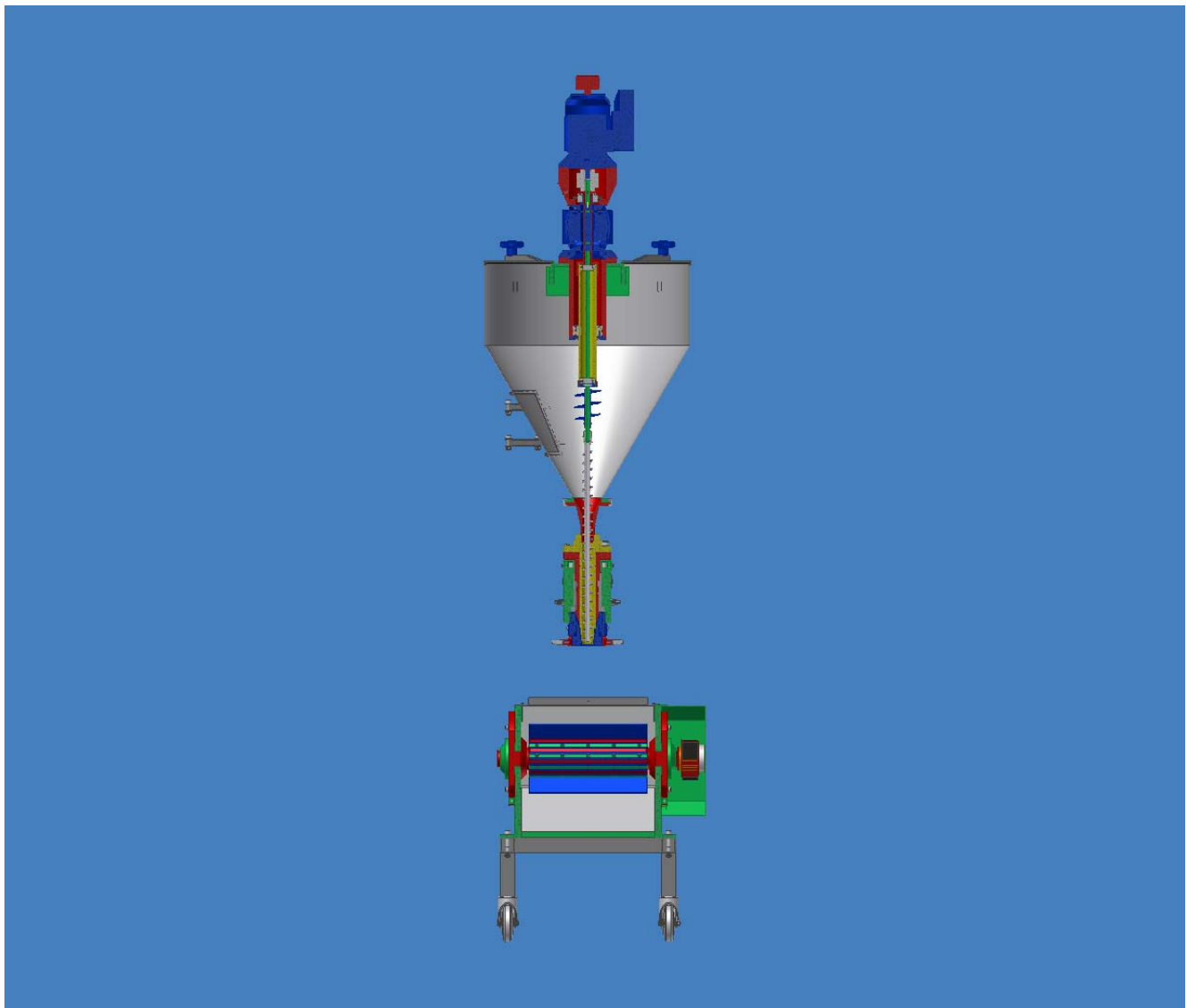


INCRUST ANLÆG:



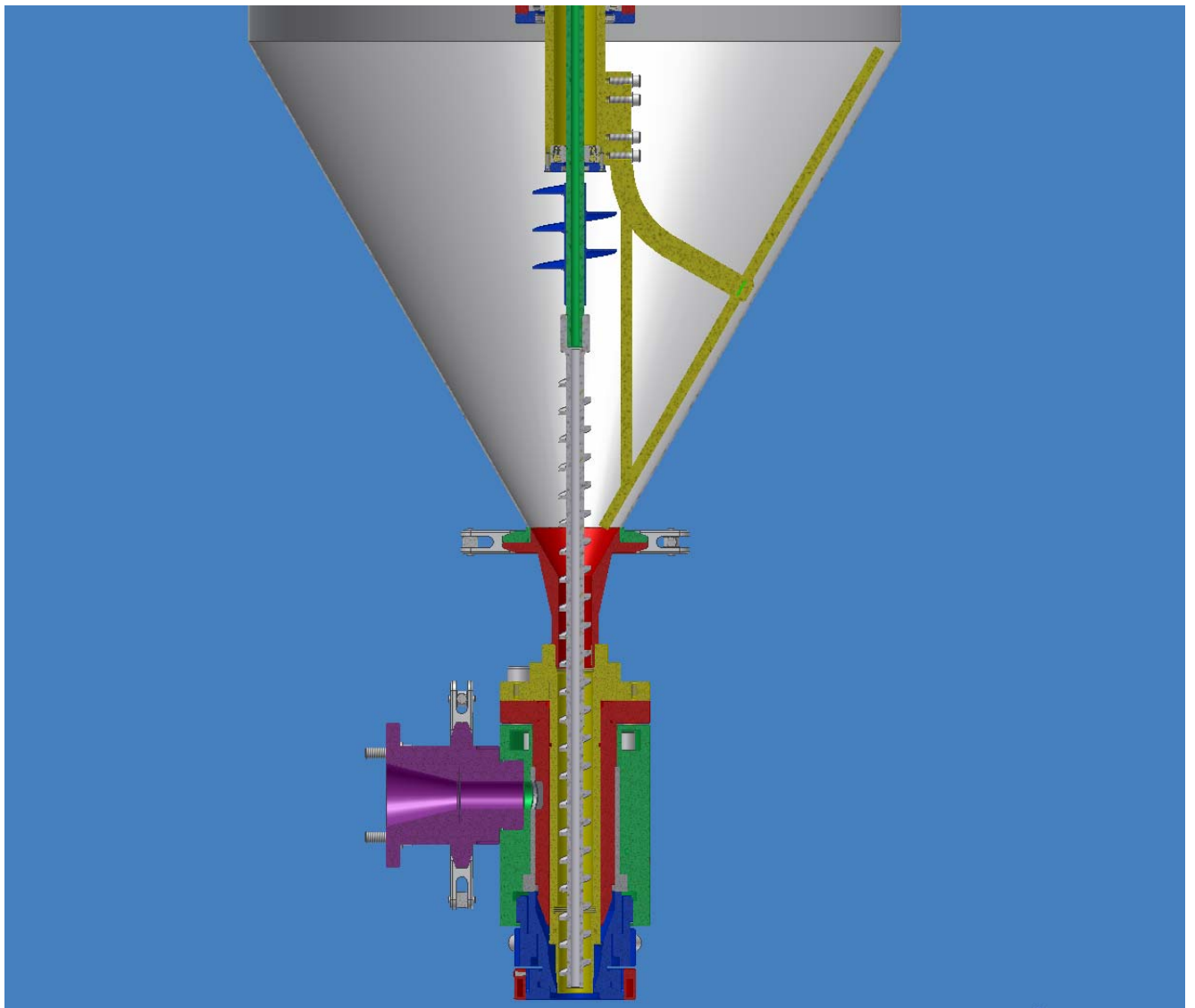
# INCRUST TECHNOLOGY

INCRUST ANLÆG:

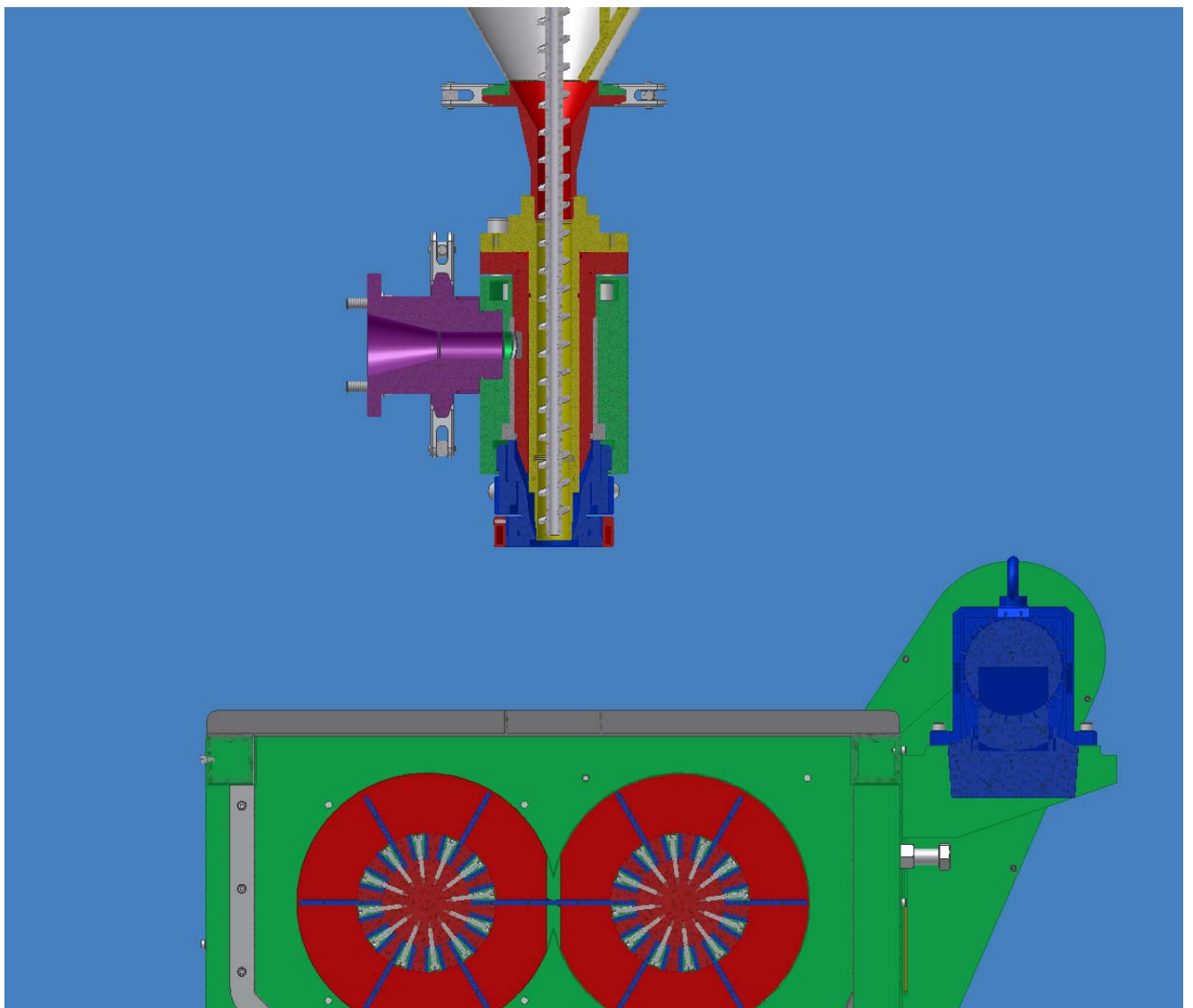


# INCRUST TECHNOLOGY

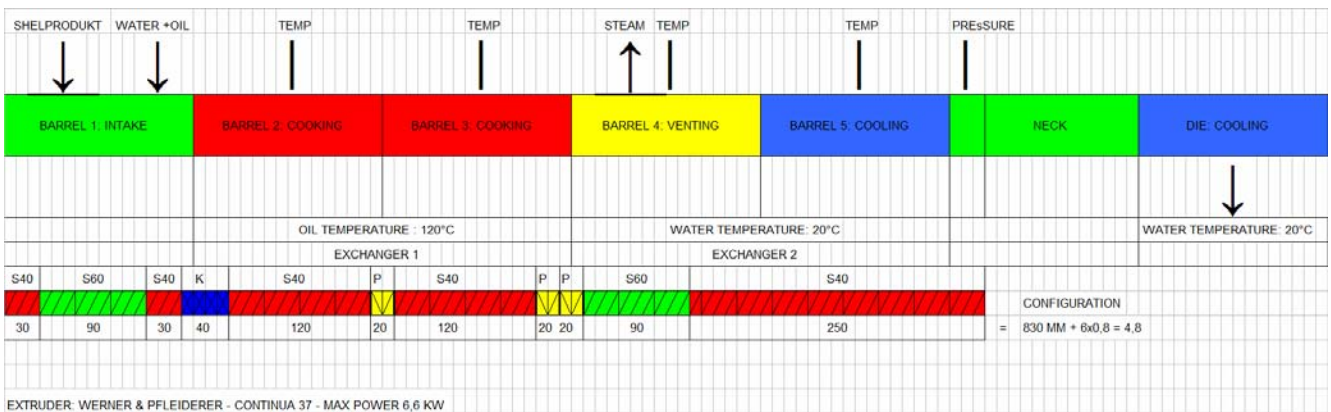
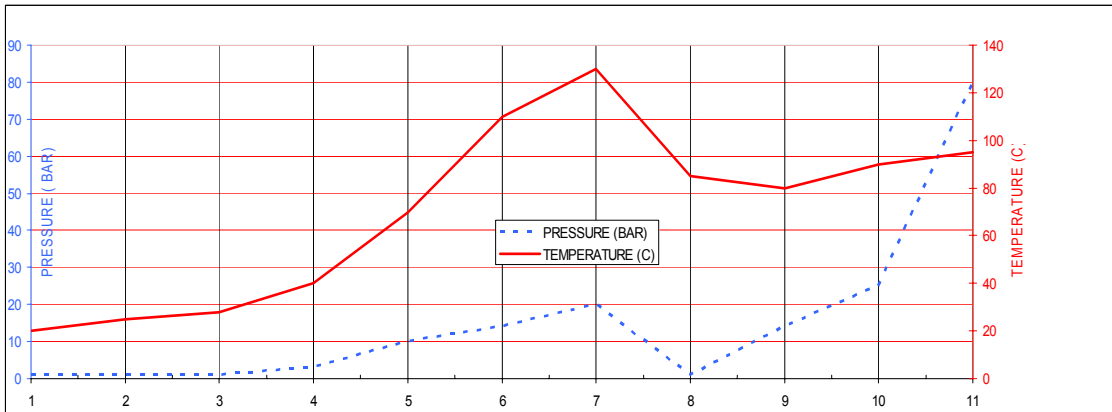
INCRUST ANLÆG:



INCRUST ANLÆG:



**EKSTRUDER KONFIGURERING:**



På ovenstående diagram er vist tryk og temperatur forløbet i den valgte ekstruder konfigurering

Ekstruderen består af 5 huse hvori en twin-screw er monteret.

Hus 1: Produktindløb.

Hus 2: Kogning, opbygning af tryk og plastificering.

Hus 3: Kogning, opbygning af tryk og plastificering.

Hus 4: Pludselig sænkning af tryk, frigivelse af damp, køling, sænkning af temperatur.

Hus 5: Køling og opbygning af tryk.

Hals: Forbindelse mellem ekstruder og fællesmatrice.

Fællesmatrice: Køling og opbygning af tryk.

## INSTITUT BERIGTIGELSE AF INCRUST ANLÆGS TEST:

På baggrund af det færdige In crust anlæg er der kørt en forsøgsrække hos Bioteknologisk institut i Sdr. Stenderup.

### Testresultater:

<b>Forsøg 1-30.09.04:</b>	Med Fællesmatrice, Afkorter og Centerføder .	
Produkt:	85% hvede + 15% hvedeklid uformalet.	
Behandling:	Formalet ø1.0 mm sold, hveden sigtet på 2x2 mm sold	
Docering:	Hus 1: Mel + Vand + Olie	
Snekkekonfiguration:	1a,30s40,90s60,30s40,40k,120s40,1a,20s40(L),1a, 100s40,1a,20s40(L),1a,50s40,90s60,240s40=834mm	
Dyse:	Fællesmatrice - ø38/ø40 mm	
Dato:	30 September 2004	
Tid:	12.19	12.47
Olietemperatur i hus 2-4, °C:	90	115
Olietemperatur i hus 4-5, °C:	Vandkøl	Vandkøl
Hus nr. 1, °C	-	-
Hus nr. 2, °C	68	88
Hus nr. 3, °C	77	88
Hus nr. 4, °C	42	35
Hus nr. 5, °C	40	36
Melgennemløbsmængde, kg/h:	19,3	19,3
Tilsat vand i ekstruder, kg/h:	10,0	10,0
Tilsat olie i ekstruder, kg/h:	0,67	0,67
Input i ekstruder, kg/h:	30,0	30,0
Output ekstruder, kg/h:	30,0	30,0
Tilsat vand i ekstruder, %	33,3	33,3
Total vand i ekstruder, %	40,4	40,4
Vand i varm ekstrudad, %	-	-



## INCRUST TECHNOLOGY

Tilsat olie i ekstruder, %	2,2	2,2
Snekkens omdrejninger, rpm:	340	360
Materialetryk, bar:	97	86
Drejningsmoment, Nm	47	42
Dysetemperatur, °C:	65	62
Tørretemperatur, °C:	-	-
Tørretid, min.:	-	-
Extrudattemperatur:	ca. 100°C (Beg. Ekspansion)	
Klippeegenskaber:	Gode	Glat overflade gode.

### Bemærkning:

12.19: Bemærk det høje dysetryk. Ru overflade med gode klippeegenskaber.

12.47: God drift, mere varme reducerer trykket og giver større forklistring.

Ensartet ekstrudat med gode klippe og lukkeegenskaber. (Specielt med den brede flade kniv). Over 115°C i hus 2-3 begynder ekspansionen.

Indledende forsøg med 30% hvedeklid havde dårligere egenskaber end blanding med 15% hvedeklid.

Det er et snævert temperaturområde fællesmatricen fungerer optimalt, hvilket antageligt skyldes følsomme råvarer.

## INCRUST TECHNOLOGY

<b>Forsøg 2-30.09.04:</b>	Med Fællesmatrice, Afkorter og Centerføder .			
Produkt:	100% durumhvede + 0% hvedeklid.			
Behandling:	Formalet ø1.0 mm sold, hveden sigtet på 2x2 mm sold			
Docering:	Hus 1: Mel + Vand + Olie			
Snekkekonfiguration:	1a,30s40,90s60,30s40,40k,120s40,1a,20s40(L),1a, 100s40,1a,20s40(L),1a,50s40,90s60,240s40=834mm			
Dyse:	Fællesmatrice - ø38/ø40 mm			
Dato:	30 September 2004			
Tid:	14.53	15.15	15.25	15.45
Olietemperatur i hus 2-3, °C:	115	120	120	130
Olietemperatur i hus 4-5, °C:	Vandkøl	Vandkøl	Vandkøl	Vandkøl
Hus nr. 1, °C	-	-		
Hus nr. 2, °C	86	88	88	95
Hus nr. 3, °C	89	90	90	96
Hus nr. 4, °C	38	38	38	38
Hus nr. 5, °C	36	37	37	37
Melgennemløbsmængde, kg/h:	17,5	18,5	18,8	18,8
Tilsat vand i ekstruder, kg/h:	9,4	9,8	9,4	9,4
Tilsat olie i ekstruder, kg/h:	0,67	0,77	0,77	0,77
Input i ekstruder, kg/h:	27,6	29,1	29,0	29,0
Output ekstruder, kg/h:	27,6	29,1	29,0	29,0
Tilsat vand i ekstruder, %	34,1	33,7	32,4	32,4
Total vand i ekstruder, %	40,4	40,0	38,9	38,9
Vand i varm ekstrudat, %	-	-	-	-
Tilsat olie i ekstruder, %	3,8	3,8	4,0	4,0
Snekkens omdrejninger, rpm:	340	344	343	340
Materialetryk, bar:	90	97	99	99
Drejningsmoment, Nm	44	44	45	45
Dysetemperatur, °C:	62	61	61	61
Tørretemperatur, °C:	30	30	30	30
Tørretid, min.:	-	-	-	-

## INCRUST TECHNOLOGY


Extrudattemperatur: - - - -  
Klippeegenskaber: Særdeles Gode og måske bedst kl. 15.45

### Bemærkning:

Med durum kører ekstruderen meget stabil, dog er dysetrykket højt, hvilket ingen indflydelse har på kvaliteten af ekspandatet.

Fællesmatricen har let ved at fforme et ensartet rør uden ekspansion. Durum virker velegnet, og er ikke så følsom over stigende temperatur, som alm. hvede er.

Over 34-35 % tilsat vand bliver ekspandatet lidt for blødt og mister dermed lidt af den seje struktur.

A/S INGENIØRGRUPPEN 	2001301-Incrust-150A-Rapport.DOC	18.11.04	27	29
	BILAG	DATO	SIDE	AF

**Bioteknologisk Institut giver følgende konklusion som hermed citeres:**

## **Incrustprojektet**

### **Afprøvning af hele Incrust anlægget.**

Der er nu kørt en lang række forsøg med fællesmatrice og klippe/pakkeudstyr. Som basis er der hvede formalet på  $\varnothing 1,0$  mm sold, iblandet fra 10-40% hvedeklid, uformalet, samt 5-20% formalet hvedeklid ( $\varnothing 1,0$  mm sold). Der er tilsat med 0-4% sojaolie.

Temperaturen i ekstruderen har typisk været i hus 2-4 været  $100-135^{\circ}$  C, og i hus 5 er der forsøgt med temperaturer fra  $450-80^{\circ}$  C. Kapaciteten har været fra 16-20 kg mel /h, og der blev tilsat fra 22-30% vand.

De bedste resultater er opnået i forsøg med 20-40% uformalet hvedeklid. Hvedeklid modvirker at melet ikke "brænder" fast i fællesmatricen, samt at temperaturen kan tåle at komme lidt højere op inden ekspansionen starter. Forsøg med 100% formalet hvede, og blandinger med hvede og formalet hvedeklid har vist, at ekspandtet "brænder" sig fast i fællesmatricen, således at der bliver revner i ekstrudatet. Da målet er at fremstille et ekspandat der er glat, lyst og ensartet med gode klippeegenskaber er det vigtigt at produktet ikke ekspanderer, så "røret" får uensartet tykkelse. Det er vigtigt at ekspandtet kan glide jævnt ud over hele fællesmatricen, så der ingen svage punkter bliver.

#### **Væsentlige iagttagelser:**

For høj varme og tryk i ekstruderen medfører let for høj temperatur med tendens til ekspansion.

Vand reducerer bedre trykket end olie.

15-40% hvedeklid (uformalet) giver den bedste drift og ensartede ekspandat, og har formentlig de bedste klippeegenskaber.

Kapaciteten skal være mellem 16-20 kg/h med 25-29% vand.

#### **Nye forsøg:**

Blanding 70% formalet hvede + 30% uformalet hvedeklid

Variation fra 15-40% klid.

#### **Temperatur i ekstruder:**

Tidligere forsøgt med 125-50, 115-65, 110-80


Prøve ensartet temp. på f.eks. 80-80, 90-90

Det er vigtigt at fokusere på produkt og klippeudstyret, men hver for sig.

BI – Forsøgsanlæg

13 September 2004

Jørgen Busk

	2001301-Incrust-150A-Rapport.DOC	18.11.04	28	29
	BILAG	DATO	SIDE	AF

**ØVRIGE FORHOLD:**

Adresser og kontaktpersoner.

Energistyrelsen, Amaliegade 44, 1256 København K, Tlf. 3392 6700

Hans Henrik Svensson

Bioteknologisk Institut

BI-Forsøgsanlæg, Gl. Ålebovej 1, 6092 Sdr. Stenderup, Tlf. 7557 1010

Jørgen Busk


Landbrugets Rådgivningscentre, Landskontoret for Bygninger og Maskiner

Udkærsvvej 15, Skejby, 8200 Århus N, Tlf.. 8740 5000

Niels Henrik Lund og Jan Brøgger Rasmussen

Ingeniørgruppen, Romerparken 57, 6000 Kolding, Tlf. 7554 1982

Dan Edberg

A/S INGENIØRGRUPPEN 	2001301-Incrust-150A-Rapport.DOC BILAG	18.11.04 DATO	29 SIDE	29 AF
---	---	------------------	------------	----------