

Projektpresentation

Green Valleys er et 3-årigt EU-projekt, hvis formål er at etablere en udviklingsplatform for bioraffinering. Projektet skal via demonstrationsanlæg ved Töreboda i Västra Götaland og ved Foulum i Midtjylland demonstrere, hvordan raffinering af biomassen fra græsmarker kan levere bæredygtigt producerede energiprodukter og proteiner.

Gennem et svensk-dansk forskningssamarbejde kommer vi også til at påvise hvordan cirkulær grøn bioøkonomi kan udgøre et hidtil uudnyttet potentiale for landbruget. Vi undersøger klima og miljøfordele ved regionalt dyrkede græsafgrøder, hvor græsset forarbejdes til bæredygtig energi og foder af høj kvalitet.

Projektpresentation

Green Valleys är ett treårigt EU-projekt med mål att etablera en utvecklingsplattform för bioraffinering. Med en anläggning i Töreboda, Västra Götaland och en i Foulum, Midtjylland kommer vi demonstrera hur bioraffinering kan utnyttja gräsmarker till att leverera hållbart producerade energiprodukter och proteinfoder.

Genom ett svensk-danskt forskningssamarbete kommer vi kunna visa på hur cirkulär grön bioekonomi kan utnyttja lantbrukets potential. Vi undersöker klimat- och miljönyttan i regionalt odlade vallgrödor där gräset förädlas till hållbar energi och högvärdigt foder.

Project presentation

Green Valleys is a three year EU-financed project with the objective to establish a platform for developing green biorefinery. By building green biorefinery plants in Töreboda, Västra Götaland and in Foulum, Midtjylland, we make the technology available by demonstrating how biorefinery can use perennial grass and legumes to produce regional energy and high value protein for feed.

By a Swedish-Danish research cooperation we will show stake-holders how circular green bioeconomy can use the potential of agriculture. We study the climate and environmental benefits in regionally grown grasslands harvested and processed to sustainable energy and high value feed.

Framsteg och resultat Fremskridt og resultater Progress and result

Delrapport aktivitet 3, 4.3

Etablering och optimering av demonstrationsanläggningar inklusive bioraffineringsprocessen i Foulum

Aktiviteter på demoplatformen i Foulum 2020

Koordinering af aktiviteter på Demoplatform for Grøn bioraffinering

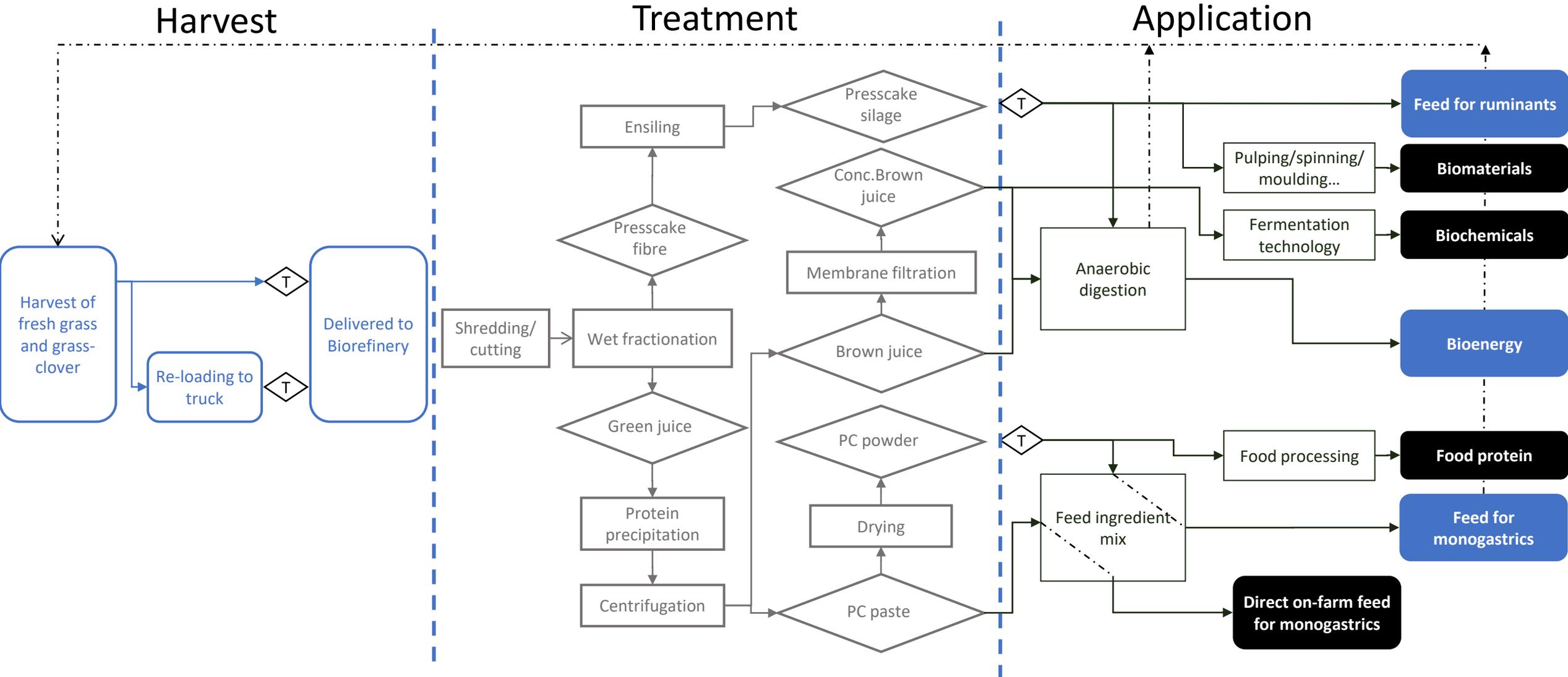
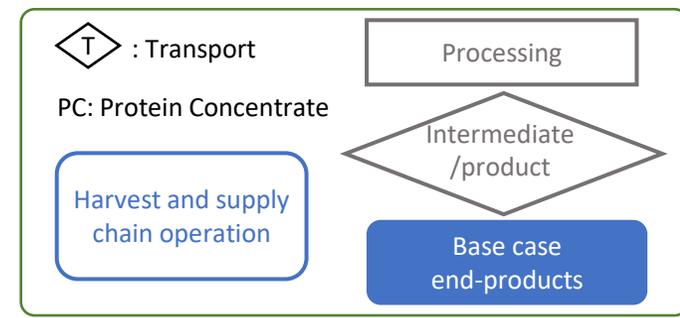
Demoplatformen kører proces i kampagner der tilpasses behovet i de forskellige forskningsprojekter.

Kampagner vil typisk være fra 1-4 arbejdsdage (mandag-torsdag, fredag er til rengøring)

Kapacitet				2020																																																				
1-10 ton/timen				Year																																																				
Projekt	Bidragsyder	Biomasser	Formål	Month																																																				
				Week	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
GRØNBIOGRAF/ GreenValleys	GUDDP/RM/Industri Interreg	Grøn biomasse generelt	Ombygning og tilføjelser på Demoplatformen		 																																																			
GRØNBIOGRAF/ GreenValleys	GUDDP/RM/Industri Interreg	Grøn biomasse generelt	Test af demoplatform på ensilage																																																					
GRØNBIOGRAF	GUDDP/RM/Industri	Grøn-rug	Test af ny biomasse (grøn-rug) immature cereal (rye)																																																					
Græs-Prof	GUDDP	Kløvergræs	Test og optimering af neddelings udstyr																																																					
Opkoncentrering af brunsaft	PAF	Rajsvingel og "sukkergræs"	Membranfiltrering af brunsaft - opkoncentrering af sukkerstoffer til fermenteringsformål																																																					
AlfaMaxBioraf	GUDDP	Lucerne	Procesoptimering Sammenligning af forskellige proteinfæddinger																																																					
AlfaMaxBioraf Fordøjelighed og kvalitet af grøn protein	GUDDP SAF	Lucerne	Procesoptimering Sammenligning af forskellige separations scenarier																																																					
AlfaMaxBioraf Fordøjelighed og kvalitet af grøn protein	GUDDP SAF	Lucerne	Procesoptimering Test af Spin flash tørring																																																					
GO-Grass	H2020	Grøn biomasse generelt	Optimering af logistik (+/- snitning i marken)																																																					
GRØNBIOGRAF/ GreenValleys	GUDDP/RM/Industri Interreg	Grøn biomasse generelt	Validere processen og indsamle tilstrækkeligt data til pålidelig TEA og LCA/EA		 																																																			

New feed trial 2020
Svineafgiftsønden

Process Flow Diagram



Eksempler for test 2020

Tests and experimental work in the pipeline in GO-GRASS:

- Harvest test: \pm fine-cutting in the field (planned late August 2020)
- Ongoing process optimization for yield and product quality
- Test of drying methods
- Animal feeding trial in 2021 and 2022
- Demo feed trial with fibre pulp
- Production trials from paludiculture



Forsøg med ændrede process parametre



Example with different process configurations and different biomasses, June 2020

Acidified with HCL

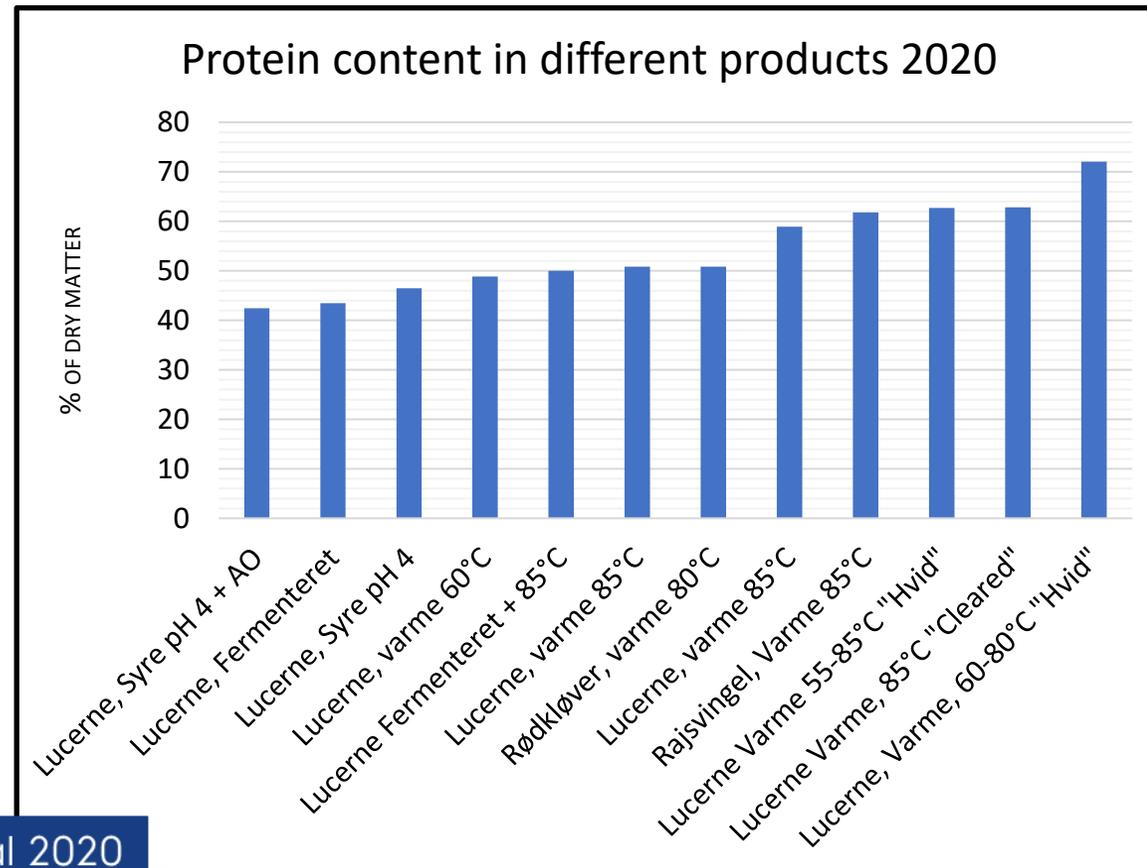
Fermented

Heated to 85 ° C

Heated to 60 ° C followed by 85 ° C



All products are dried on site in our new vacuum dryer



New feed trial 2020

Svineafgiftsfonden

Test of harvest method and time from harvest to pressing

7. - 8. Sep 2020

Direct cutting and collection



Lay in swath and collecting with cutting



Direct collection



Processering ved 3 forskellige tidspunkter

Måling af mængder til processering leveret i container til anlæg						
Kløvergræsset fra de tre høstmetoder lægges i overdækket køresilo og køres derfra i passende læs på ca 4-5 ton over til demonstrationsanlægget i en container						
Tid mellem høst og proces	Direkte opsamling		Finsnitter (ca 1,1 cm)		Opsamlervogn Pøttinger (ca 3,5cm)	
	Tid for processering	Vægt af læs til proces	Tid for processering	Vægt af læs til proces	Tid for processering	Vægt af læs til proces
1 time	12:00	5420	08:00	5180	10:00	5420
8 timer	14:00	5180	16:00	4360	18:00	5120
24 timer	14:00 (d. 8/9)	5080	08:00 (d. 8/9)	5420	10:00 (d. 8/9)	5640

Måling af høst effektivitet og densitet

Data fra forsøg den 7 og 14 september 2020 på Himmestrupvej 36 , Bjerringbro											<u>m</u> Kjeldal	
Densitet kg/m³												
Fremgangsmåde : inden aflæsning jævnes læsset i vognen og der måles												
MAXIGRASS												
							indvendig	indvendig	højde	m ³	kg/m ³	kg FM/ha
	start	slut	ha	kg total	kg tom	last kg	længde cm	bredde cm	af læs cm			
Læs 1	10.33	11.02	0,82	20760	15340	5420	527	225	145	17,19	315	4444
Læs 2	04.41	05.18	0,83	21340	15200	6140	527	225	137	16,24	378	5096
Læs 3	12.55	13.29	0,93	20520	15320	5200	527	225	143	16,96	307	4836
OPSAMLEVOGN (Pøttinger)												
							indvendig	indvendig	højde	m ³	kg/m ³	kg FM/ha
	Start	slut	ha	kg total	kg tom	last kg	længde cm	bredde cm	af læs cm			
Læs 1	8.45	9.10	3,18	37320	20000	17320	788	226	160	28,49	608	5447
FINSNITTER												
							indvendig	indvendig	højde	m ³	kg/m ³	kg FM/ha
	start	slut	ha	kg total	kg tom	last kg	længde cm	bredde cm	af læs cm			
Læs 1	6.50	7.45	1,7	24820	15280	9540	635	240	130	19,81	482	5612
Læs 2	9.45	10.15		24180	15240	8940	635	240	?			
Læs 3	7.00	7.20	3,11	40160	20000	20160	730	238	200	34,75	580	6482
NB! Læs 3 blev høstet mandag den 14 september												

Beskriv kortfattet arbejdet marts 2020 – oktober 2020 baseret på:

- Vi har nu kørt en fuld sæson med Demo-plattformen
- Anlægget fungerer godt og teknikerne bliver bedre og bedre til at køre det
- Det er muligt at lave mange forskellige test henover sæsonen samtidig med at der produceres produkter til fodringsforsøg

Delaktivitetens framsteg/fremskridt

Viktige fremskridt/fremskridt

- Råprotein koncentrationer på over 60% kan godt opnås ved basis processen (Varmefældning ved 80C og dekantering)
- Nye muligheder i differentieret separation af grøn- og hvid protein
- Direkte sammenligninger mellem høst metoder – resultater kommer snart!
- **Kommunicerbara resultat/overførbare resultater**
 - Basis processen er eftervist og bliver nu kommerialiseret i DK
 - Vores videre arbejde handler om at skabe mere værdi

Vilka är våra kritiska framgångsfaktorer för att nå projektmålen?/ Hvad er vores kritiske succesfaktorer for at nå projektmål?

- Konkretisera utmaningar som du menar påverkar förväntat resultat/Konkretiser udfordringer, som du mener påvirker forventede resultater
 - Demoanlægget producerer ikke høje nok udbytter for proteinkoncentratet (5-12% of DM input). Vi skulle gerne op på 15-20%
 - Der skal købes nyt udstyr til demoplatformen og dette skal bestilles, leveres, og installeres over vinteren for at få data med i det sidste år af Green Valleys
 - Improved feed-in system; 2. screwpress; High speed separator; Ultra filtration unit
- Formulera möjlig lösning/Formuler en mulig løsning
 - Foreløbig data viser at en ekstra presning hæver udbyttet med 20%. Dette er planen
 - Bedre neddeling kan også hæve udbyttet.
 - Høsttidspunktet tegner til at have meget stor betydning for udbyttet – forsøg med høsttidspunkt bør overvejes.
 - Vi presser på for at få tilbud på nyt udstyr

Utmaningar att lösa/
udfordringer at løse

Framsteg och resultat Fremskridt og resultater Progress and result

Delrapport aktivitet 4.4

- A. Testing and optimization of biogas production of the press juice with UASB reactor.
- B. Energy optimization and integration between bio refinery and biogas plant
- C. Production of bioethanol from the fiber fraction
- D. Biorefining of sugar grass for biogas production or bioethanol

4.4A: Biogas of brown juice using immobilized filter-reactor

Reactor system with Expo Net to immobilize bacteria and archaea

Decreased retention time

Decreased reactor volume

No co digestion

Fast and efficient biogas production from easily digested organics in the brown juice

Approx. 1 m³ per day

80 m³ of brown juice

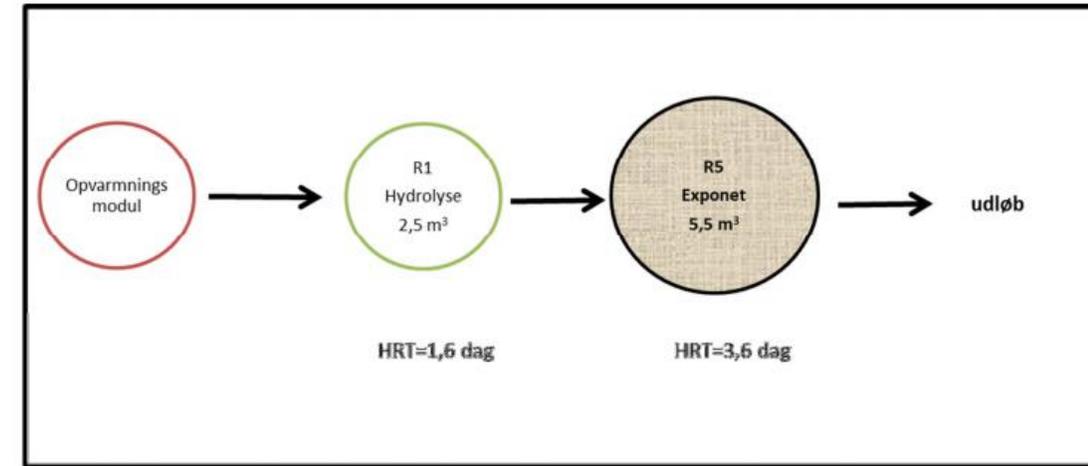


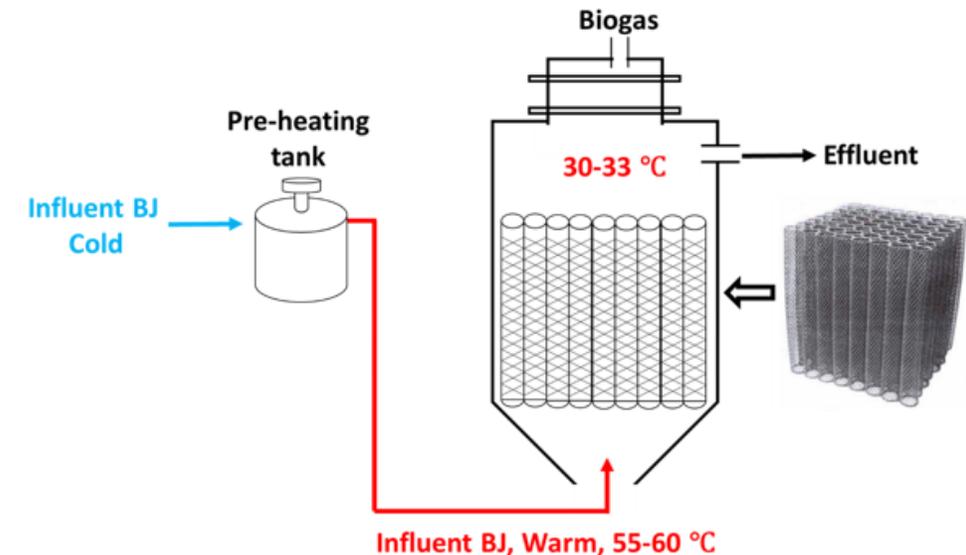
Illustration: System setup



Experimental setup

Period No.	Duration (day)	Feeding load (kg/day)	OLR (kgCOD/m ³ d)	HRT (days)	Feeding frequency (times per day)
1	1-19	500	1.9 (1.88)	11	1
2	20-46	250	0.9 (0.94)	22	1
3	47-67	500	1.9 (1.88)	11	1
4	68-97	500	1.9 (1.88)	11	2
5	98-118	1000	3.8 (3.75)	5.5	2

The entire experiment lasted for 118 days from Oct.4, 2019 to Jan. 29, 2020



Conclusions of the study

- This study demonstrated that an anaerobic packed-filter reactor coupled with pre-heating tank is feasible for treating BJ to produce biogas.
- The CH_4 production was $230 \text{ mL gCOD}^{-1} \text{ d}^{-1}$ corresponding to a COD removal of up to 80% at 5.5 days of HRT.
- Alteration of feeding frequency from once to twice per day enhanced the AD's stability as it narrowed the temperature variation and decreased the impact on buffer capacity.
- Investigation into microbiome changes in response to various parameters or process modelling will be useful in the future.

4.4C Production of bioethanol from the fiber fraction

- Planlagt til at blive testet i efteråret 2020
- Carmen (Chia-Wen Hsieh) som skulle lave forsøgene har skiftet job
- Vi er igang med at ansætte en ny Postdoc som blandt andet skal udføre disse forsøg
- Forventet ansættelse Dec/Jan

4.4D

Biorefining of sugar grass for biogas production or bioethanol

- 5 slæt af sukkergræs og rajsvingel (*festulolium*) er processeret hen over sæsonen med henblik på at kigge membrane filtrering af sukrefra brunsaften
- Gossaye Weldegiorgis Tirunehe har udført nanofiltrerings forsøg på alle slæt
- MSc Bodil Hinge Jepsen arbejder på bioethanol fra den opkoncentrede brunsaft
- Yderligere forsøg med inddampning er også undervejs (for at hæve sukkerkoncentrationen endnu mere... >30%)

Products of the NANOFILTRATION process are

- **CONCENTRATE STREAM: RICH IN SUGARS, ORGANIC ACIDS AND MINERALS SUITABLE FOR BIOMETHANE PRODUCTION, FERMENTATION MEDIA, SINGLE CELL PRODUCTION, ETC**
- **PERMEATE STREAM USEFUL IN FERTI-IRRIGATION APPLICATION FOR RECYCLING POTASSIUM BACK TO THE SOIL AND FOR IN-HOUSE USE DURING MACERATION.**



Demonstration scale Nano filtration plant (100 m²)



Permeate

Concentrate

Up-concentration of the residual juice to a total dry matter content of 18% was demonstrated; similarly, volume reduction factor of 20 was achieved.

- Modelling in ASPEN
 - TEA
- Experimental fermentations on up-concentrated BJ

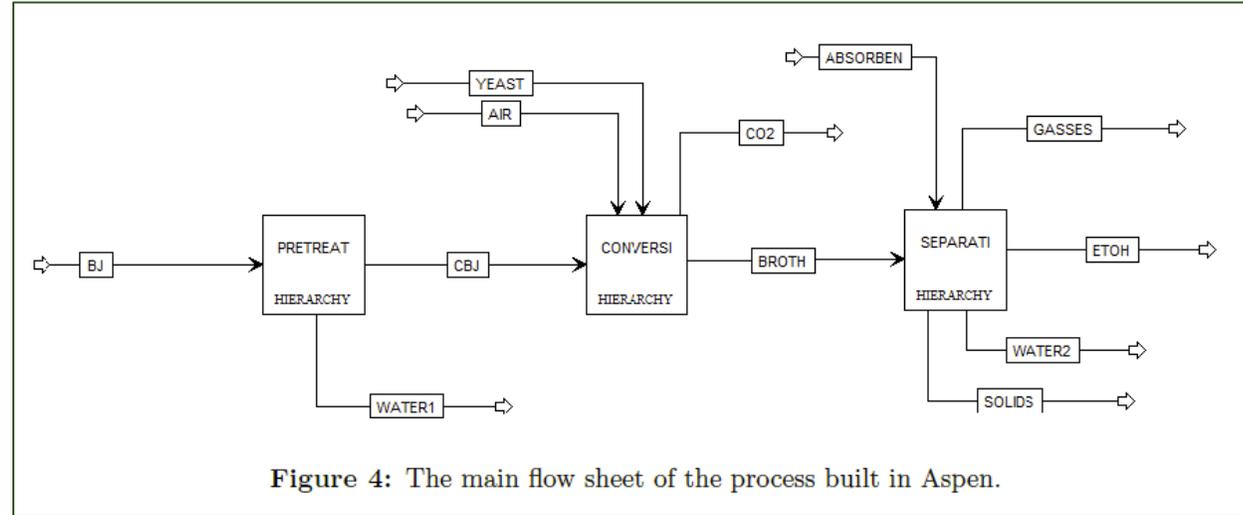


Figure 4: The main flow sheet of the process built in Aspen.

Table 5: Composition analysis of the fermentations. The unit is g component per kg DM. BS: before sterilization, AS: after sterilization.

g/kg DM	Citric acid	Galacturonic acid	Succinic acid	Lactic acid	Acetic acid	Sucrose	Glucose	Xylose	Galactose	Arabinose	Fructose	Ethanol
Raw BJ												
BS	33.79	9.44	9.63	-	-	13.75	38.63	27.58	0.23	0.53	59.83	-
AS	31.50	9.05	14.83	-	-	12.82	102.88	40.74	6.85	-	62.05	-
2h	47.22	11.63	13.68	-	-	-	-	27.12	-	3.28	53.62	33.86
24h	42.38	11.17	14.62	31.33	-	3.00	-	28.81	4.74	18.35	5.00	75.74
120h	10.32	9.97	15.47	116.06	60.97	-	-	30.29	-	18.96	0.85	75.51
Concentrated BJ												
BS	45.48	13.15	11.15	11.03	-	13.98	576.09	39.22	5.16	0.31	76.43	-
AS	35.45	3.70	12.20	9.27	-	13.88	616.63	39.00	4.26	0.18	83.93	-
2h	38.74	5.91	11.82	9.35	-	4.00	601.85	38.13	4.24	1.35	99.36	-
24h	41.91	6.97	12.25	8.90	1.99	0.22	-	35.61	5.31	31.63	5.26	106.48
120h	7.12	4.72	8.25	156.95	30.87	0.37	-	34.50	-	30.34	0.42	102.98
Evaporated BJ												
BS	38.95	13.05	11.33	86.14	-	11.80	685.53	37.42	4.21	1.25	72.50	-
AS	29.91	7.26	11.02	82.36	2.59	9.77	547.38	30.56	3.29	0.61	100.31	-
2h	33.69	9.82	10.54	80.75	2.16	3.56	585.32	30.77	3.63	0.55	101.60	-
24h	33.56	10.86	10.08	78.00	2.18	0.29	615.42	44.37	4.62	1.93	109.37	7.73
120h	31.96	11.03	10.31	72.15	4.10	0.45	66.62	27.95	5.28	23.62	2.19	78.21

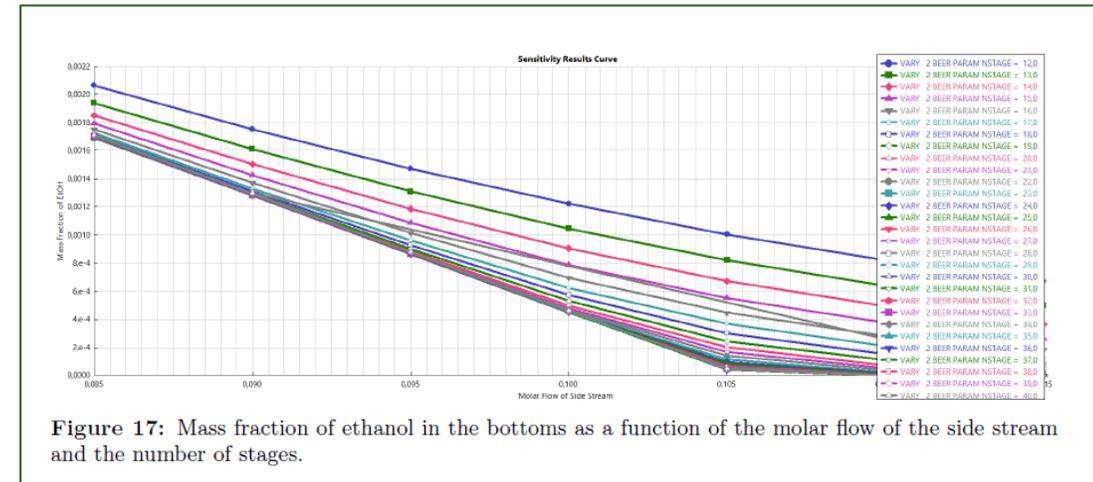


Figure 17: Mass fraction of ethanol in the bottoms as a function of the molar flow of the side stream and the number of stages.

4.4B

Energy optimization and integration between bio refinery and biogas plant

- A part of a much more holistic approach that includes the entire green biorefinery, integration of many different technologies for many different products and application
- Aikaterini Mountraki is creating a decision tool based on Modular Superstructures

Approach

Modular Superstructures

Problem Statement

Given a set of

- Components (e.g. biomass, chemicals, water)
- Sink and source locations
- Process units

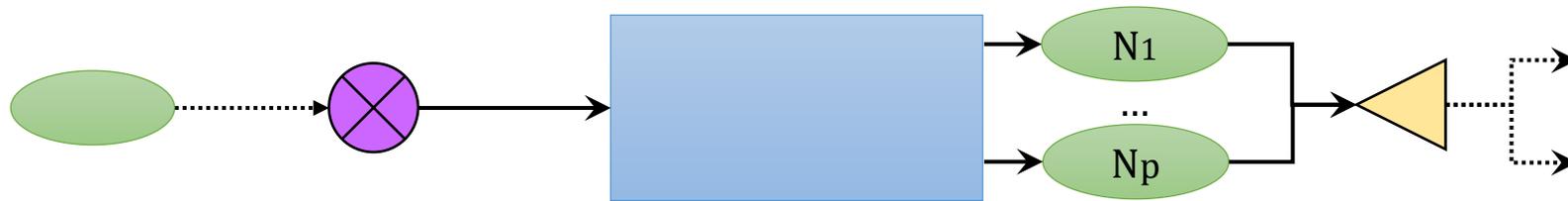
Determine the

- Existing process units
- Mass flows

So as to maximize the profit or minimize the total cost, including the

- investment cost
- material cost (raw materials, chemicals, etc.)
- energy cost
- waste treatment cost

Modular Unit



- ✓ Process-centered
- ✓ Stream Splitting
- ✓ Flexible Modules

 Process Block

 Sink

 Components

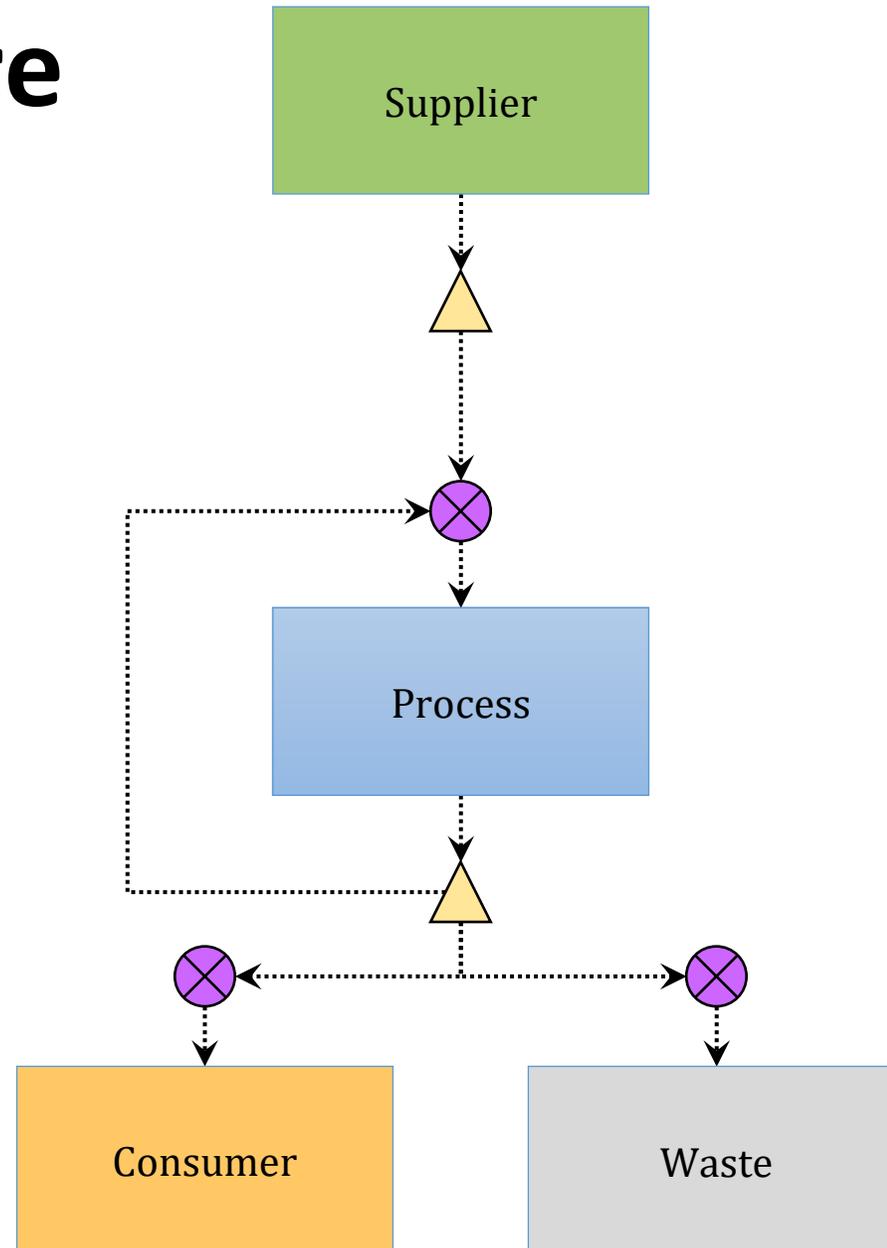
 Source

Module:
Sink – Process - Source

Modular Superstructure

Unit Types

- Process
- Supplier
- Consumer
- Waste



Mathematical Formulation

Objective Function:

$$\text{maximize Profit} = \text{Revenue} - \text{Cost}^C - \text{Cost}^M - \text{Cost}^W - \text{Cost}^E$$

Revenue: To Consumer Units

$$\text{Revenue} = \sum_m \sum_{j \in J^B} \sum_n sp_j \cdot F_{mj}^{IN}$$

Capital Cost: Process Units

$$\text{Cost}^C = \sum_m \text{Cost}_m$$

Material Cost: From Supply Units

$$\text{Cost}^M = \sum_m \sum_{i \in I^S} \sum_n pp_n \cdot \bar{F}_{min}^{OUT}$$

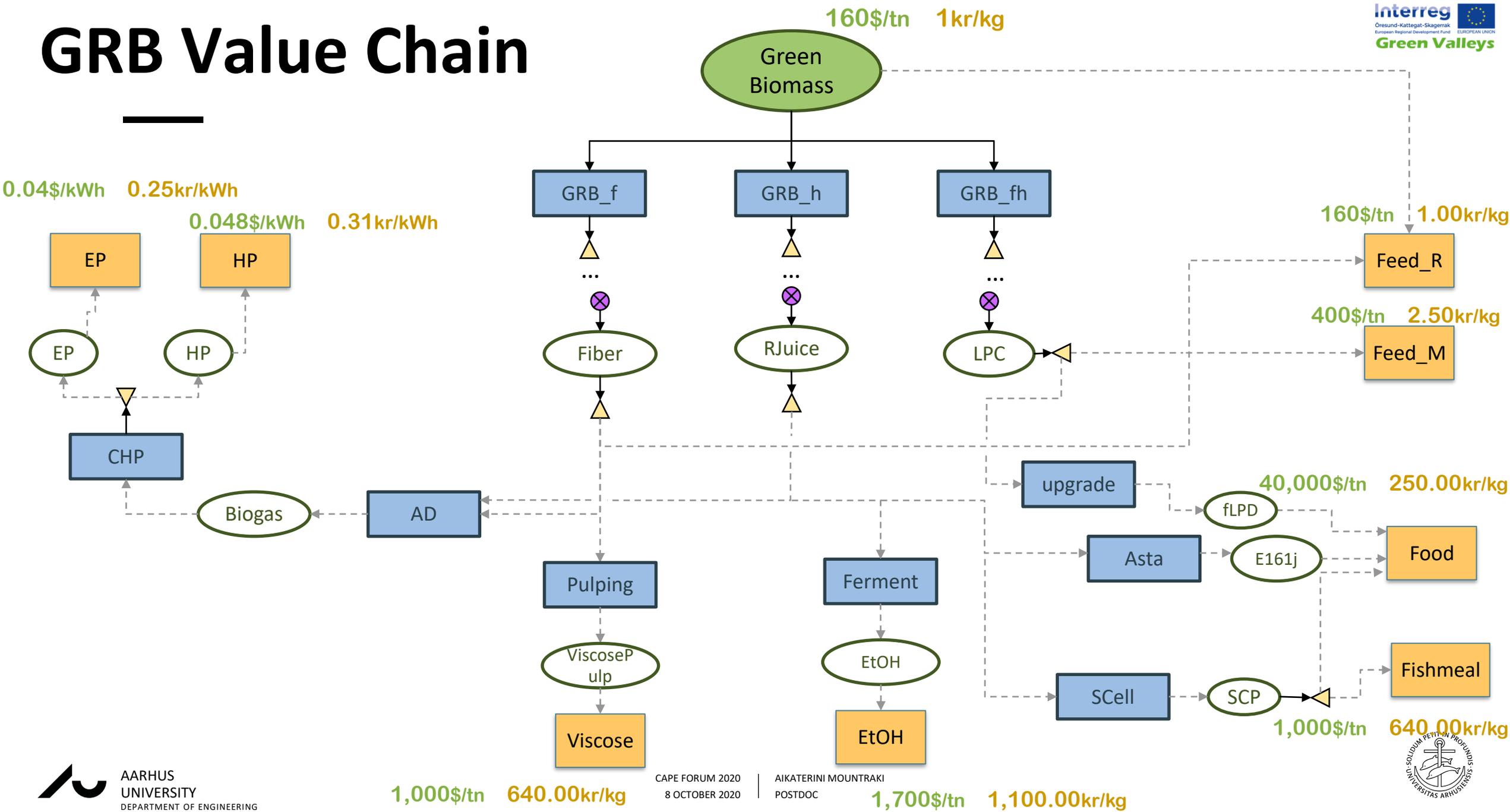
Waste Cost: To Treatment Units

$$\text{Cost}^W = \sum_m \sum_{j \in J^W} \sum_n tp_n \cdot \bar{F}_{mjn}^{IN}$$

Energy Cost: Hot & Cold Utilities

$$\text{Cost}^E = \sum_n pp_n \sum_m (Q_{mn}^H + Q_{mn}^C)$$

GRB Value Chain

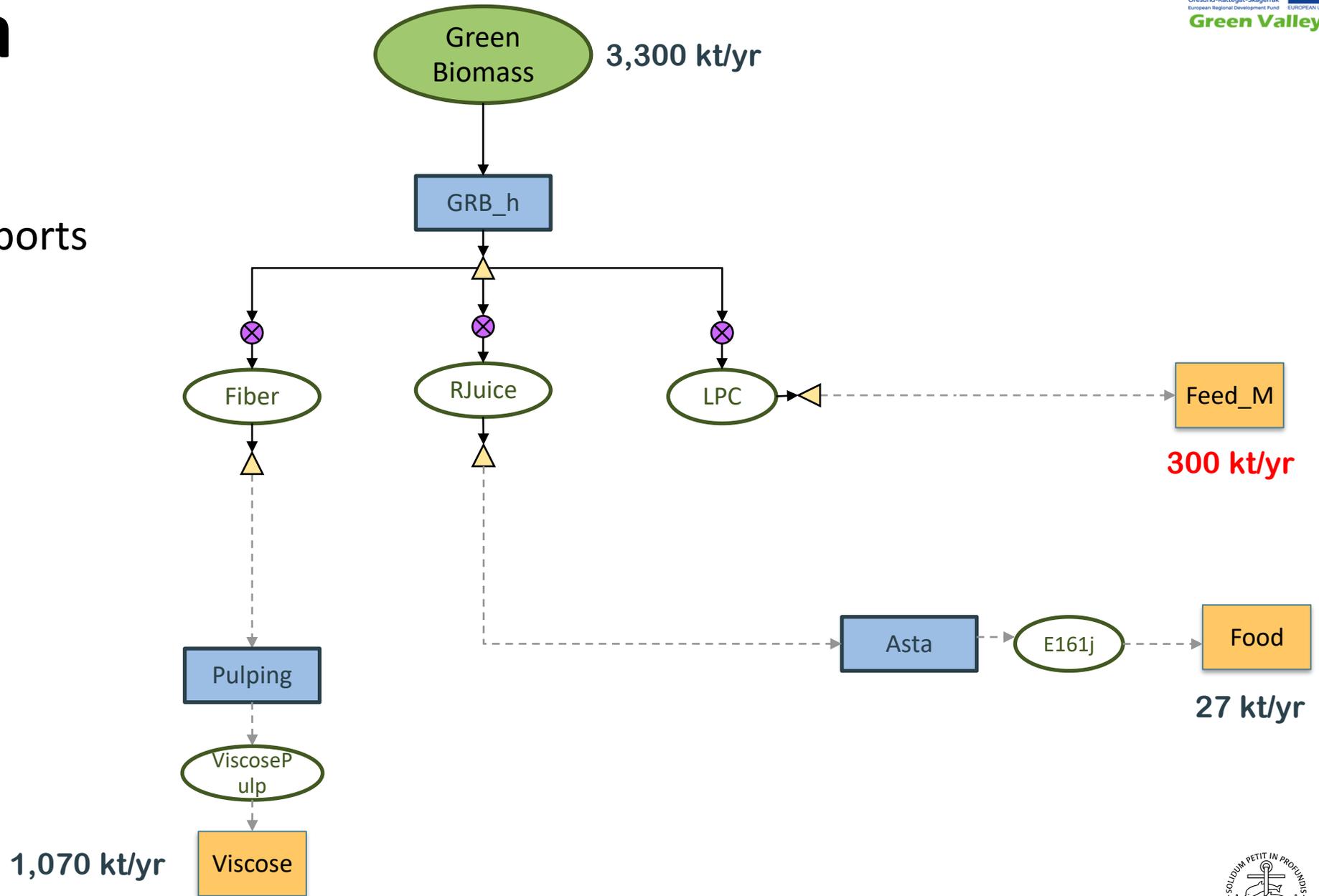


Case Studies

- I. LPC for soya
- II. Fiber for feed
- III. Energy production

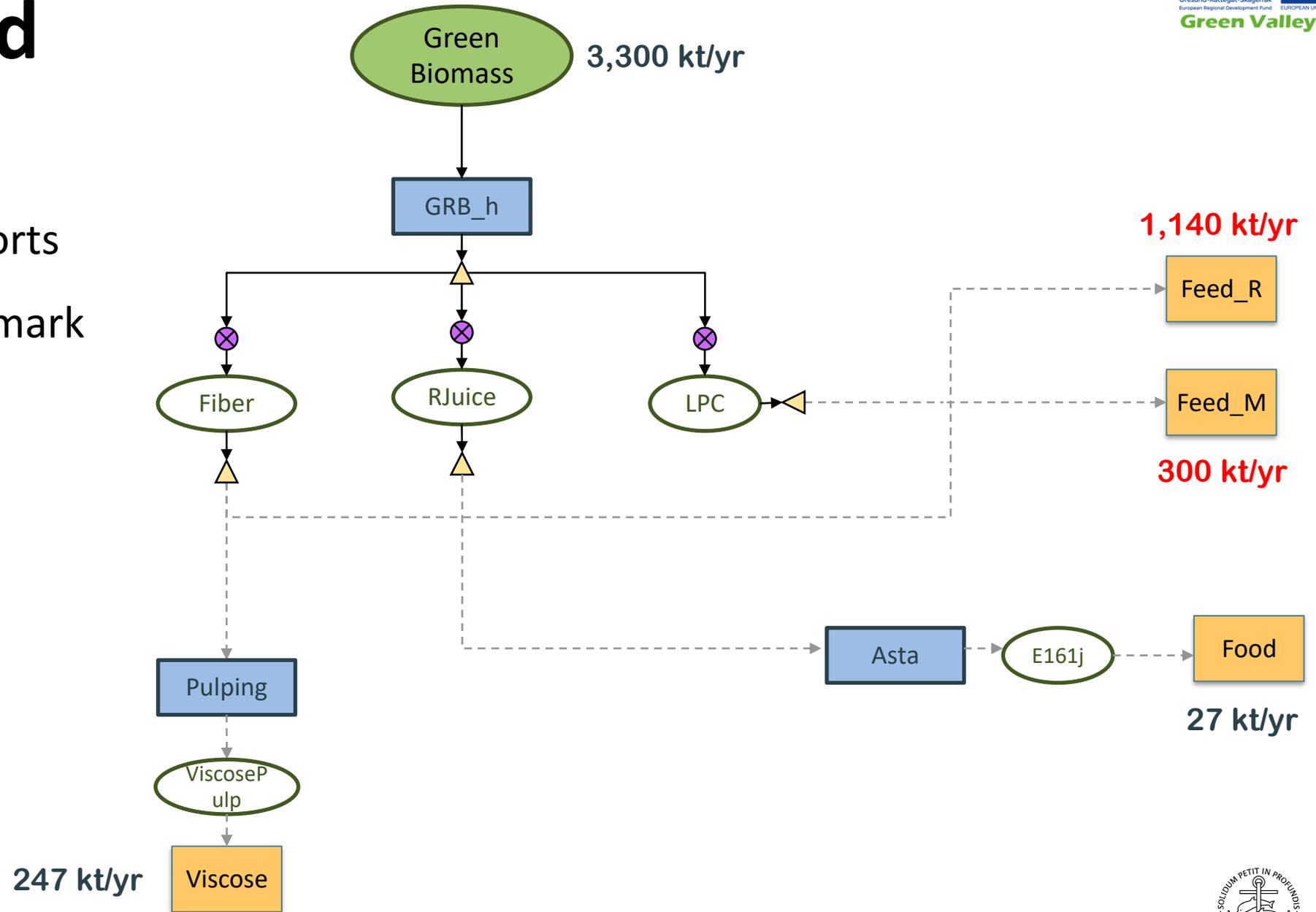
LPC for Soya

Replace 1/3 of soya imports

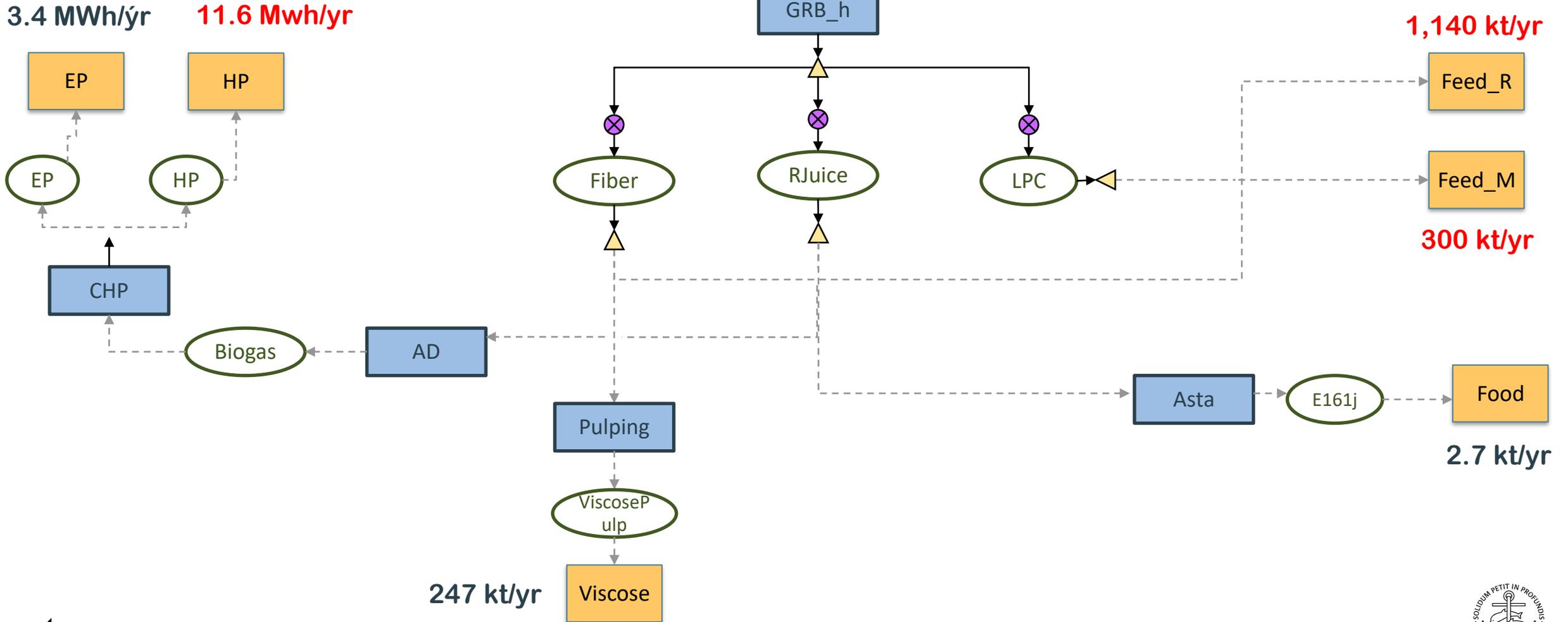


Fiber for Feed

Replace 1/3 of soya imports
Feed 1/3 of cows in Denmark



Energy Production



Beskriv kortfattat arbetet **mars 2020 – oktober 2020** baserat på:

- Mange aktiviteter i gang med fokus på energi produktion

Viktiga framsteg/fremskridt

- Biogas produktion fra brunsaft er mulig i en filter reactor og behøver ikke store investeringer i kæmpe Anlæg
 - Membranfiltrering af brunsaften virker efterhånden rigtig godt
 - Første udgave af descision tool er etableret
-
- Kommuniserabara resultat/overførbare resultater
 - Decentrale mindre anlæg kan nøjes med mindre filter reaktor til biogas production fra brunsaft
 - Membran filtrering kan anvendes til at producer et koncentrat til fermentering
 - Mere arbejde er nødvendig for at sige noget samlet omkring energi produktionen I Grøn bioraffinering

Delaktivitetens
framsteg/fremskridt

Utmaningar att lösa/
utfordringer at løse

Vilka är våra kritiska framgångsfaktorer för att nå projektmålen?/ Hvad er vores kritiske succesfaktorer for at nå projektmaal?

- Konkretisera utmaningar som du menar påverkar förväntat resultat/Konkretiser udfordringer, som du mener påvirker forventede resultater
- Formulera möjlig lösning/Formuler en mulig løsning