

Forsyning af biomasser til forarbejdningsanlæg	Ansvarlig	Iato
	Oprettet	16-11-2018
	Side	1 af 9

Projekt: [3735, Det Biobaserede samfund]

Introduktion

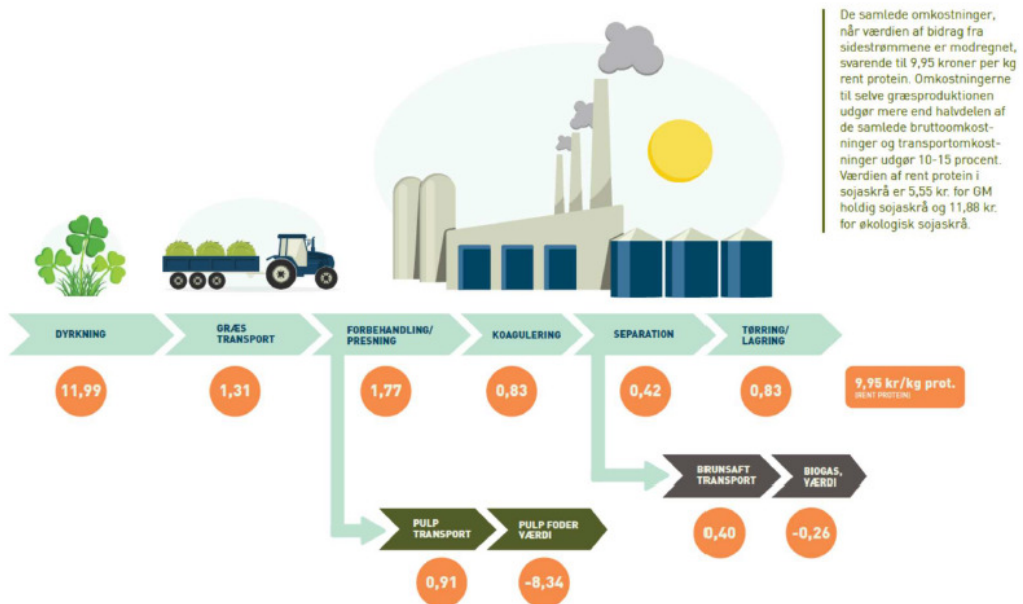
Produktion af græsprotein er et nyt område, som modtager stor opmærksomhed fra forskere, og senest har Det Nationale Bioøkonomipanel peget på det som en flere mulige forsyningskilder til at producere et bæredygtigt alternativ til soja lokalt [1]. På trods af stor opmærksomhed og omfattende udviklingsarbejde foregår der endnu ikke produktion i Danmark i kommerciel skala. Hovedårsagerne er, at der endnu ikke er præsenteret forretningsplaner, som viser, at det er økonomisk attraktivt at etablere de nødvendige produktionsfaciliteter.

Analyser (Figur 1) udført af Morten Gylling i BioValue- og OrganoFinery projekterne på baggrund af kalkuledata fra SEGES [2] har vist, at transportomkostninger til håndtering af råvarer og produkter udgør 14% af det samlede produktionsomkostninger, og dyrkningsomkostningerne, der også inkluderer høst udgør 65% af de samlede omkostninger. Samlet set viser beregningerne, at der ved konventionel produktion ikke kan opnås et positivt driftsresultat, mens for det økologiske scenarie kunne opnås et årligt overskud på 1,6 mio. DKK ud fra en produktion fra 20.000 tons tørstof fra kløvergræs om året.

Det således af største vigtighed at få udviklet så effektive systemer til produktion, høst og transport af biomasse.



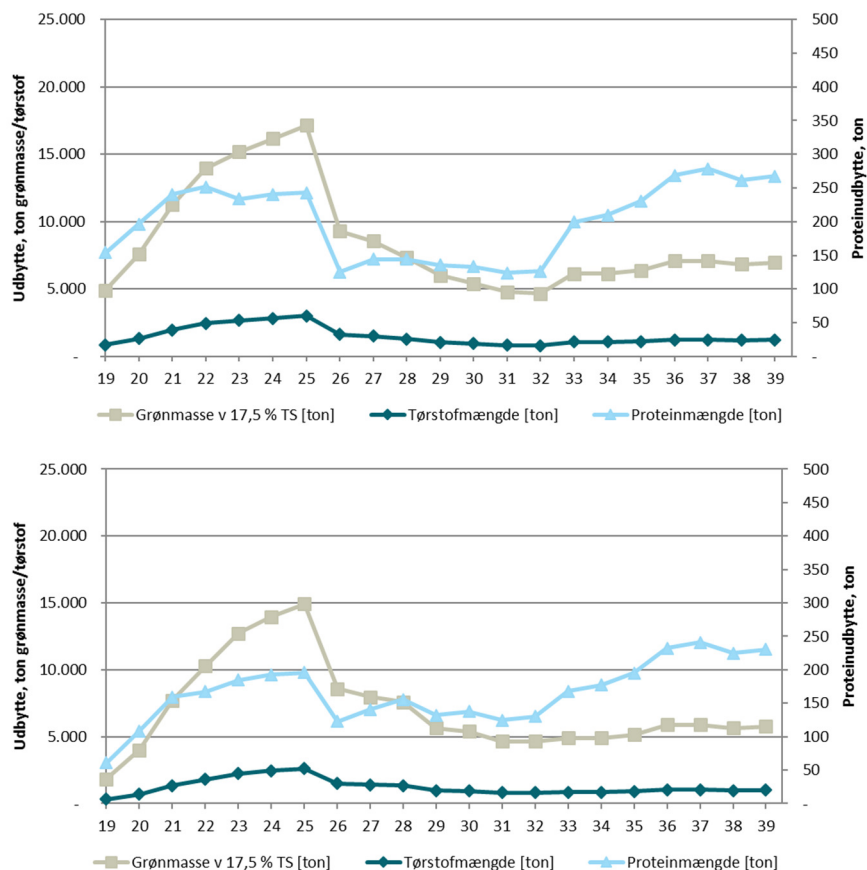
Økonomisk vurdering af grøn protein



Figur 1: Økonomisk vurdering af grøn protein [2]

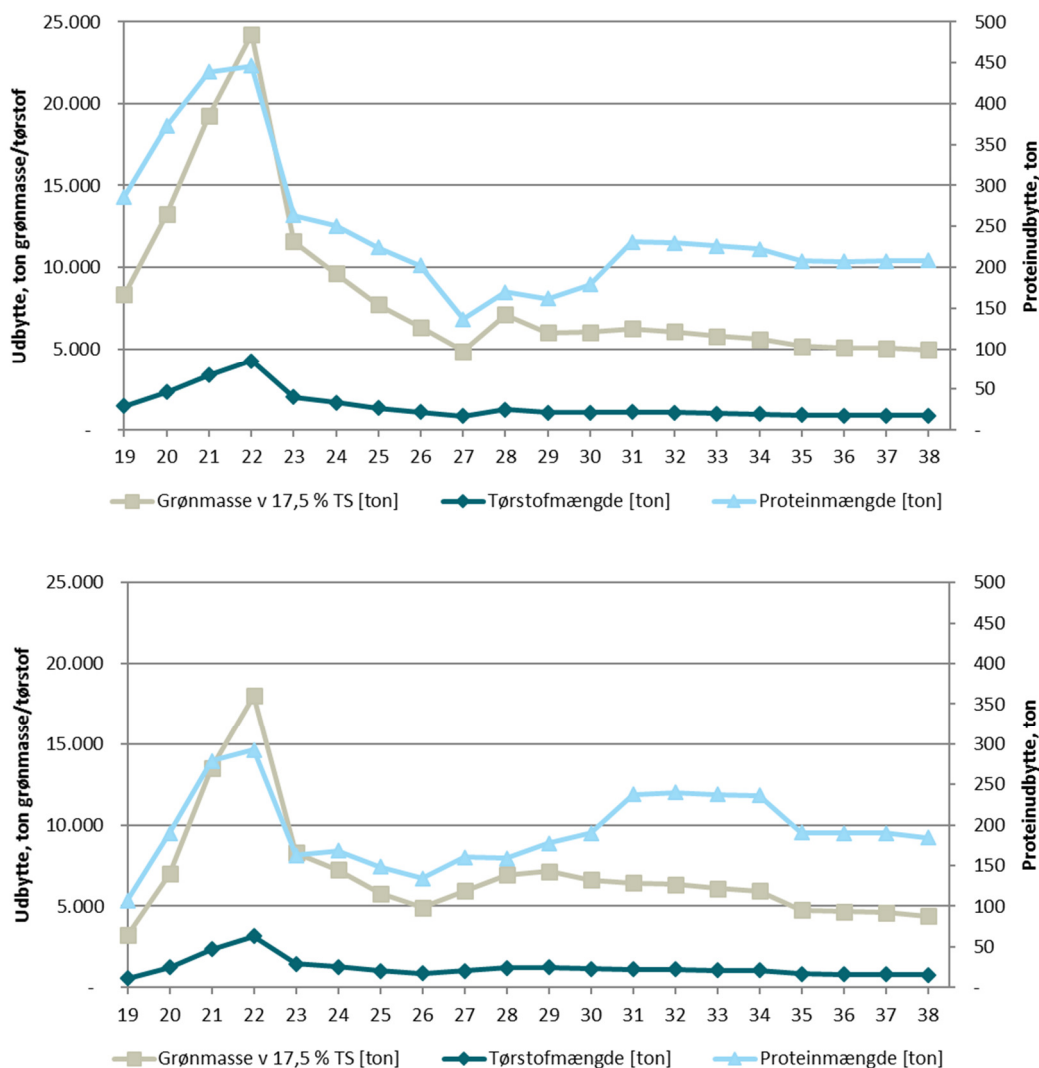
Biomasseproduktion/slætstrategi

SEGES har i projektet BioValue opgjort biomasseproduktionen til grøn bioraffinering [3], der er bygget op omkring 7 blokke, som høstes tre gange i løbet af høstsæsonen. Den løbende produktion af græs, tørstof og protein fra 3.000 ha er illustreret på Figur 2 nedenfor for hhv. konventionel (øverst) og økologisk produktion.



Figur 2: Konventionel græsproduktion (øverst) og økologisk græsproduktion (nederst) ved 3 slæt. Proteinmængden er afbilledet på den sekundære akse. Ugenumrene står på den horisontale akse. Beregningen er baseret på slæt af græs til produktion af protein fra 3000 hektar. [3]

Hvis pulpen påtænkes anvendt som kvægfoder vil det dog være fordelagtigt at høste græsset 4 eller 5 gange i løbet af året for at sikre en tilstrækkelig høj foderværdi. På Figur 3 er græsproduktion ved hhv. konventionel og økologisk produktion illustreret ved 5 slæt. Produktionen er bygget op omkring 4 markblokke, som høstes 5 gange i løbet af perioden. Græs- og proteinudbyttet ved hhv. 3 og 5 slæt er angivet i Tabel 1.



Figur 3: Konventionel græsproduktion (øverst) og økologisk græsproduktion (nederst) ved 5 slæt. Proteinmængden er afbilledet på den sekundære akse. Ugenumrene står på den horisontale akse. Beregningen er baseret på slæt af græs til produktion af protein fra 3000 hektar.

Tabel 1: Græs- og proteinudbytte fra 3000 ha økologisk dyrket græs

	Enhed	3 slæt	5 slæt
Græsudbytte	1000 tons/år	148	138
Proteinudbytte*	1000 tons/år	1,8	2,0

*proteinudbyttet er beregnet ud fra en antagelse om, at 50% af proteinet i græsset ender i græsproteinet.

Høstmetoder

I FarmTesten Teknikker til høst og presning af græs til udvinding af protein [3] er der skitseret forskellige høstmetoder til græs til grøn bioraffinering, og systemerne har omkostninger fra 3.850 – 4.800 DKK/time ved en kapacitet på 120 ton/time.

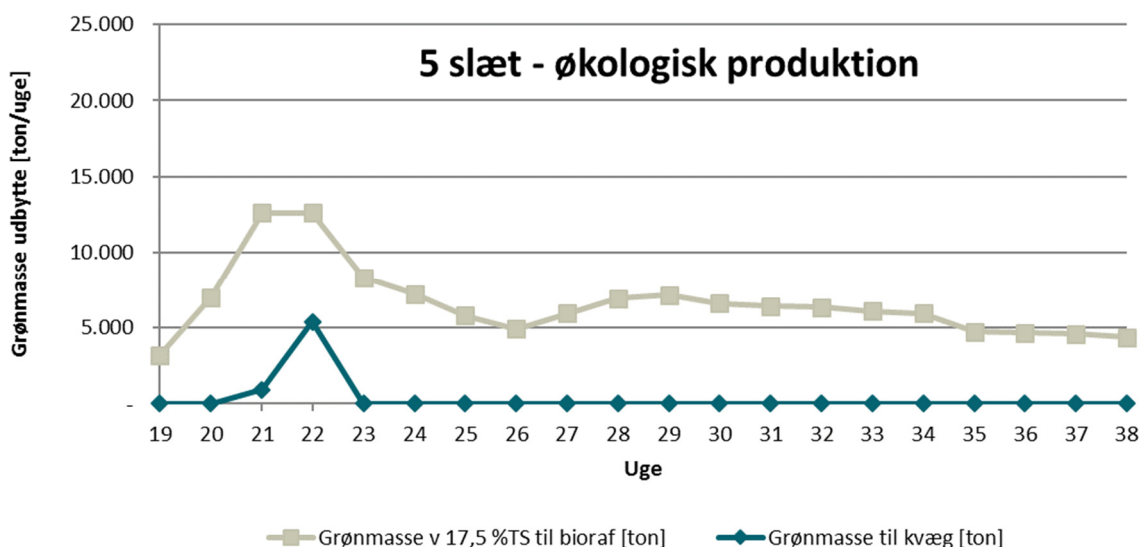
For at sikre så højt høstudbytte som muligt vil det være ideelt med høstmaskiner med en arbejdsbredde på 12 meter. Derudover vil det være at foretrække, at snitningen ikke foretages i marken med derimod

på bioraffineringsanlægget for at begrænse nedbrydningen af græsset og tab af græssaft. Endelig er det at foretrække, at mængden af sand og jord begrænses i videst mulige omfang. Det ideelle ville således være en løsning, hvor græsset høstes med en bredde på 12 meter og opsamles direkte. En sådan maskine eksisterer ikke, men hvis den skulle udvikles kan følgende kriterier opstilles:

Parameter	Værdi	Kommentar
Høstbredde	12 meter	For at muliggøre faste kørespor, som begrænser plante-skader og øger udbyttet
Jordkontakt	Ingen	For at begrænse mængden af sand, jord og sten i det hø-stede græs
Behandlingstid fra høst til pres-ning på bioraffineringsanlæg	< 8 timer	For at begrænse nedbrydningen af proteinet i græsset til frie aminosyrer

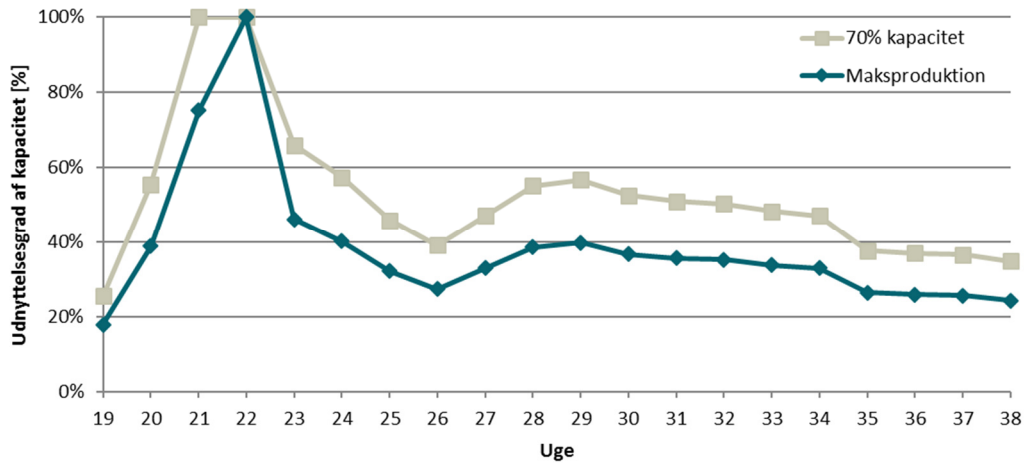
Designgrundlag for bioraffinaderi

Som det fremgår af Figur 2 og Figur 3, så høstes der i det første slæt en markant større mængde bio-masse end resten af høstsæsonen. For at begrænse investeringsbehovet til bioraffineringsanlægget, kan man med fordel afsætte en del af græsset til anden side i stedet for at behandle den samlede mængde. På Figur 4 nedenfor er biomasseproduktionen ved 5 slæt til behandling på et bioraffinerings-anlæg illustreret ved en kapacitets på bioraffineringsanlægget på 70% af den maksimale biomassepro- duktion, der høstes.



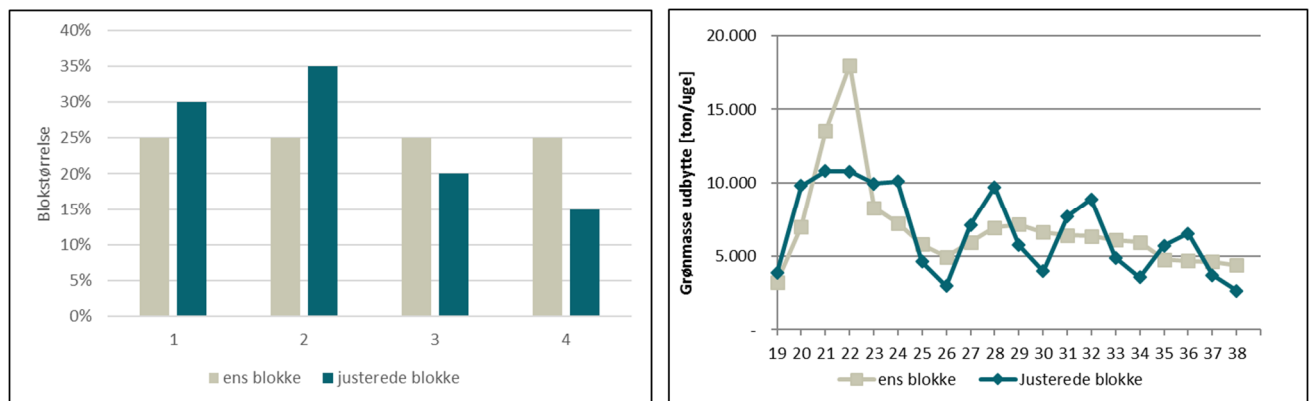
Figur 4: Græsproduktion til bioraffinering. For at begrænse den lave kapacitetsudnyttelse, afsættes en del af græsproduktionen i ugerne 22-25 til kvægbrugere i stedet for at blive anvendt i bioraffinaderiet.

Den svingende produktion betyder, at der er store dele af året, hvor kapaciteten af bioraffinaderiet ikke udnyttes. På Figur 5 nedenfor er udnyttelsesgraden af bioraffineringsanlægget illustreret for et scenarie, hvor kapaciteten på bioraffineringsanlægget svarer til den maksimale biomasseproduktion, som produceres i uge 25 (~17.000 tons grønmasse) og i et scenarie, hvor kapaciteten på anlægget kun er designet til at håndtere 70% af den maksimale produktion, og hvor den overskydende græsmængde afsættes til kvægbønder.



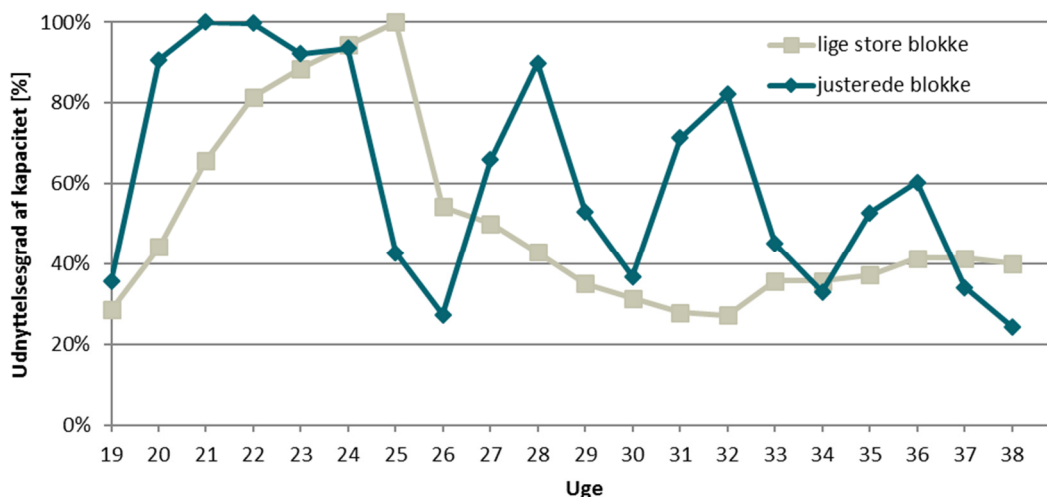
Figur 5: Udnyttelsesgraden af et potentielt økologisk bioraffineringsanlæg gennem høstsæsonen. I ugerne, der ikke er illustreret er udnyttelsen 0%. Den samlede udnyttelse for hele året ligger blot på 15%, når bioraffineringsanlægget designes efter maksproduktionen og 20%, når anlægget designes efter 70% af maksproduktionen.

Et alternativ til at afsætte biomassen til anden side er, at i stedet for at anvende 4 lige store blokke, så kan der i stedet høstes i blokke af forskellig størrelse, for at jævne toppen ud (Figur 6).



Figur 6: Blokstørrelse (tv.) og biomasseproduktion (th.) ved hhv. ens (grå) og justerede (mørkeblå) blokke. Biomasseproduktionen er baseret på økologisk produktion, hvor der høstes 5 slæt.

På Figur 7 nedenfor er bioudnyttelsesgraden ved 4 lige store blokke på hver især 750 ha sammenlignet med udnyttelsesgraden ved 4 blokke, hvor de første er større end de sidste. Der høstes marginalt mindre græs ved de justerede blokke. (133.000 tons/år vs 137.000 tons/år)



Figur 7: Udnyttelsesgraden af et potentielt bioraffineringsanlæg gennem høstsæsonen. I ugerne, der ikke er illustreret er udnyttelsen 0%. Den samlede udnyttelse for hele året ligger blot på **15%**, når blokkene er lige store og **23%** ved justerede blokke.

Kapacitetsbehovet er angivet i Tabel 2 nedenfor sammen med en meget grov foreløbig vurdering af investeringsomkostningen. Vurderingen er baseret på en opskaleringsfaktor på 0,7, og tager udgangspunkt i Foulums nye demonstrationsanlæg, der har en kapacitet på 10-20 tons/time og en samlet investering på 19 mio. DKK [4], [5]. I beregningen af den nødvendige kapacitet, er der antaget en driftstid på 7 dage om uge og 20 timer pr dag.

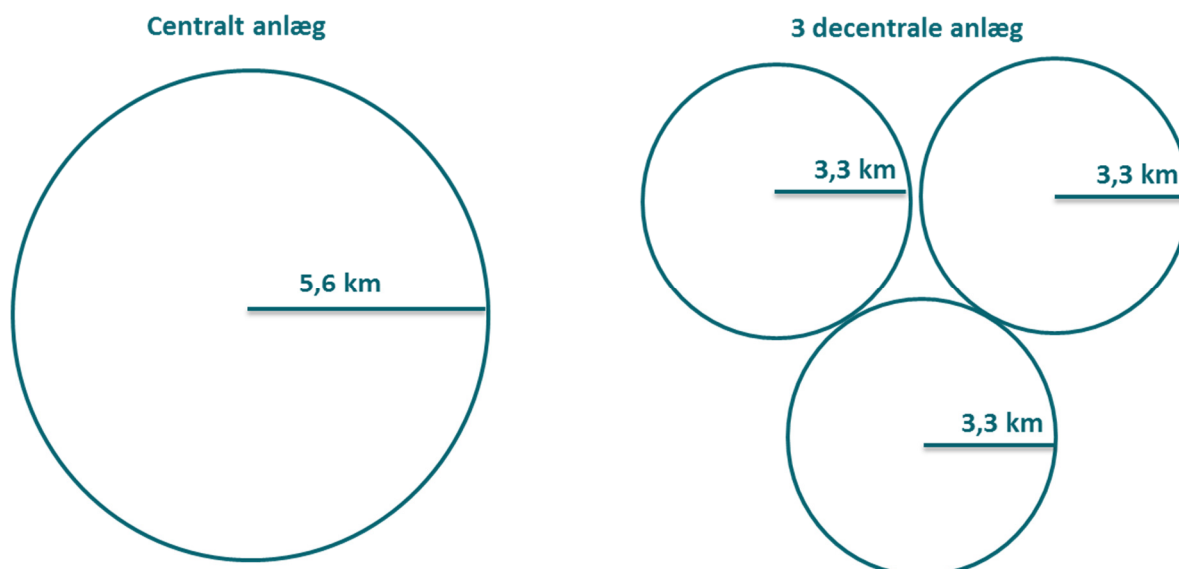
Tabel 2: Årlig kapacitetsudnyttelse og investeringsniveau ved håndtering af græs fra 3.000 ha

Scenarie	Kapacitetsudnyttelse	Investering [mio. DKK]
4 ens blokke	15%	~ 57
Justerede blokke	23%	~ 40

Anlægskonfigurationer

En af de største udfordringer ved produktionen er at begrænse transportomkostningerne, og BioMass Protein har sammen med Aalborg Universitet i 2018 udført et Innobooster-projekt, hvor et mobilt anlæg til produktion af proteinpasta blev designet. For at begrænse transportomkostningerne kan der tænkes i mindre decentrale anlæg, som producerer en proteinpasta, der kan tørres på et centralt anlæg. Udfordringen ved dette system er, at den samlede investeringsomkostning til tre mindre anlæg vil være større end investeringsomkostningen til et stort anlæg med den samme kapacitet. I det følgende er der regnet en række scenarier, som kan bruges til at vurdere, hvordan den mest effektive produktion kan opnås. Scenarierne er baseret på forskellige andele af græs i nærområdet.

På Figur 8 nedenfor kan transportafstanden til leverance af 155.000 tons græs til grøn bioraffinering fra 3.000 ha ses. Beregningen er baseret på, at 30% af det samlede areal i oplandet er græs.



Figur 8: arealbehov og transportafstande ved hhv. 1 centralt anlæg og tre mindre decentrale anlæg. På det centrale anlæg udføres presning, proteinfældning, separation og tørring, mens der på de decentrale anlæg kun udføres tørring på et af anlæggene, og proteinpasta transporteres fra de to andre anlæg.

Transportomkostningerne inkluderer transport af græs, brunsaft, pressekage og for den decentrale løsning, transporteres proteinpasta fra to af anlæggene til det tredje anlæg, hvor den nødvendige tørrer-kapacitet er installeret.

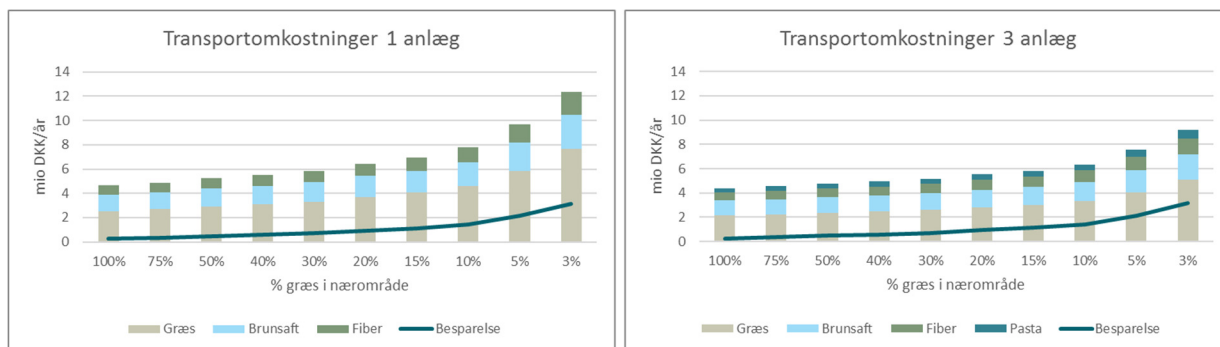
Beregningerne af transportomkostningerne er baseret på et Logistikværktøj målrettet grøn bioraffinering, som SEGES har udviklet i BioValue-projektet, samt indhentede priser fra maskinstationer. De anvendte priser er angivet i Tabel 3 nedenfor.

Tabel 3: Antagelser omkring transportomkostningerne for de forskellige råvarer og produkter.

	Hastighed [km/time]	Pris* [kr./time]	Kapacitet [tons/læs]	Basisom- kostning [kr./læs]*	Omkostning [kr./km/ton]
Høstet græs					
Lastbil	50	675	15	326	1,6
Brunsaft/græssaft					
Tankbil	50	850	34	411	1
Pressekage					
Lastbil	50	675	27	326	1
Proteinkoncentrat					
Tankbil	50	850	27	411	1

*omkostning dækker over tid til af- og pålæsning

På baggrund af transportomkostninger i kan de samlede transportomkostninger beregnes for hhv. 1 centralt anlæg og 3 decentrale anlæg, der er illustreret i Figur 9 nedenfor. Her ses det, at besparelsen til transport er begrænset til under 1 mio. DKK/år ved andele af græs på 30%, og først ved andele på 5% bliver besparelsen større end 2 mio. DKK/år. Investeringsbehovet vil være højere ved tre decentrale anlæg, og derudover vil der også være behov for mere bemanning (5 mand i stedet for 2), og derudover vil det løbende vedligeholdelsesbehov også være større på 3 end 1 anlæg. Besparelsen i driftsomkostninger ved tre anlæg er derfor reelt endnu mindre (< 1 mio. DKK/år).



Figur 9: Transportomkostninger ved et centralt anlæg (tv) og tre decentrale anlæg (th). Stregen markerer besparelsen ved decentralt anlæg, og skal kompensere for øgede mandskabs- og investeringsomkostninger på flere anlæg.

I tabellen nedenfor er investeringsbehovet til hhv. 1 centralt og 3 decentrale anlæg vurderet. Vurderingen er baseret på en opskaleringsfaktor på 0,7, og tager udgangspunkt i investeringsbehovet til Foulums nye demonstrationsanlæg, der har en kapacitet på 10-20 tons/time og en samlet investering på 19 mio. DKK [4], [5]. Som det fremgår af Tabel 4, så er det ekstra investeringsbehov i størrelsesordenen 15 mio. DKK og til behandling af 3000 ha fremstår et centralt anlæg som den mest ideelle løsning.

Tabel 4: Groft estimeret investeringsbehov

Scenarie	Samlet investering [mio. DKK]
Centralt anlæg	~ 40
3 decentrale anlæg	~ 55

Kilder

- [1] [Anbefalinger om proteiner fra det Nationale Bioøkonomipanel: Proteiner for fremtiden](#)
- [2] [Morten Gylling – Økonomiske vurderinger i forhold til værdikæden for Grøn Bioraffinering. 2018](#)
- [3] [FarmTesten - Teknikker til høst og presning af græs til udvinding af protein](#)
- [4] [Morten Ambye-Jensen – Bioraffineringsteknologien, Fællesseminar for BioValue, Multiplant og SuperGrassPork](#)
- [5] [Million-investering skal gøre græs til guld, 2017](#)

Bilag 1

Hovedantagelser anvendt af Morten Gylling [2] til beregning af produktionsøkonomien ved grøn bioraffineringer er angivet nedenfor

	Værdi	Enhed
Græsproduktion	20.000	Tons TS/år
	111.111	tons græs/år
Driftstid	3000	timer/år
Anlægskapacitet	37	tons græs/time
Anlægsinvestering	20	mio. DKK
Driftsomkostninger	2,3	mio. DKK/år
Græsprotein (øko)	2,5 (5)	DKK/kg sojaskrå eq.
Dyrkningsomkostninger	1,27	DKK/FE
Presserest	1,27	DKK/FE